

**Universidad Privada del Norte**

Facultad de Ingeniería

Carrera de Ingeniería Industrial

**ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO PARA  
IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE RESINAS  
DE INTERCAMBIO IÓNICO PARA  
RECUPERAR ORO A PARTIR DE  
SOLUCIONES DE LIXIVIACIÓN DE PLANTA  
DE PROCESOS PAMPA LARGA –MYSRL**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO INDUSTRIAL

Autor:

**Laurente Rodríguez Freddy Percy**

Asesor: Ing. Enrique Avendaño

**Cajamarca - 2009**

<b>DEDICADO: . .</b>	<b>1</b>
<b>AGRADECIMIENTO: . .</b>	<b>3</b>
<b>PRESENTACIÓN . .</b>	<b>5</b>
<b>RESUMEN: .</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT: . .</b>	<b>9</b>
<b>LISTA DE TÉRMINOS: .</b>	<b>11</b>
<b>Tabla de Contenido .</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO I: PLAN DE INVESTIGACIÓN . .</b>	<b>15</b>
<b>1.1 EL PROBLEMA .</b>	<b>15</b>
<b>1.1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA . .</b>	<b>15</b>
<b>1.1.2 ANTECEDENTES. .</b>	<b>22</b>
<b>1.1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA. .</b>	<b>25</b>
<b>1.1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .</b>	<b>26</b>
<b>1.2. HIPÓTESIS .</b>	<b>26</b>
<b>1.3 OBJETIVOS .</b>	<b>26</b>
<b>1.3.1. OBJETIVO GENERAL .</b>	<b>26</b>
<b>1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS . .</b>	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEORICO .</b>	<b>29</b>
<b>2.1 MARCO TEORICO . .</b>	<b>29</b>
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA . .</b>	<b>35</b>
<b>3.1 MATERIALES Y MÉTODOS .</b>	<b>35</b>
<b>3.1.1 MATERIALES .</b>	<b>35</b>
<b>3.1.2 MÉTODOS .</b>	<b>36</b>
<b>3.2 PROCEDIMIENTO: . .</b>	<b>39</b>
<b>CAPITULO IV: DESARROLLO .</b>	<b>43</b>
<b>4.1 ANÁLISIS TÉCNICO - AMBIENTAL: . .</b>	<b>43</b>
<b>4.1.1 ANÁLISIS TÉCNICO: . .</b>	<b>43</b>

4.1.2 ANÁLISIS AMBIENTAL: .	53
4.2 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO: .	56
4.2.1 CÁLCULO DEL VAN ECONÓMICO: . .	62
4.2.2 CÁLCULO DE LA TIR ECONÓMICA .	64
4.2.3 CÁLCULO DEL VAN FINANCIERO: . .	66
4.2.4 CÁLCULO DE LA TIR FINANCIERA .	67
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .	71
5.1 CONCLUSIONES: .	71
5.2 RECOMENDACIONES: .	72
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS .	73
ANEXO 01 .	75

## DEDICADO:

A mis Padres quienes son una verdadera e inagotable fuente de Inspiración, que me dan energía para seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTO:**

En primer lugar quiero agradecer a mi Asesor Enrique Avendaño, por su incondicional guía a través de este proceso, sin su conocimiento, apoyo y paciencia el desarrollo de nuestra investigación no habría tenido éxito.

Asimismo, a todos los Profesores del Diplomado por transmitirnos sus conocimientos y experiencias que me permitirán estar mejor preparado para resolver cualquier problema.

Finalmente, lo más importante: Agradecer profundamente a nuestras familias por su eterno apoyo, comprensión y amor.

EL AUTOR

## PRESENTACIÓN

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO:

Cumpliendo con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada del Norte someto a su consideración mi trabajo titulado “ANALISIS TECNICO-ECONOMICO PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE RESINAS DE INTERCAMBIO IONICO PARA RECUPERAR ORO A PARTIR DE SOLUCIONES DE LIXIVIACION DE PLANTA DE PROCESOS PAMPA LARGA –MYSRL”, con la finalidad de optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial.

Cajamarca, Octubre del 2009

Bach. Percy Laurente Rodríguez

## RESUMEN:

Como resultado de la introducción al mercado de nuevas resinas de intercambio iónico que evidencian mejores propiedades frente a las resinas que se podían encontrar hace algunos años atrás, es que nos hemos animado a realizar este trabajo para consolidar en parte los conocimientos que se tiene sobre las mismas y tratar en una forma sencilla el cómo poder evaluar una resina cuando es trabajada con soluciones de lixiviación que contienen variedad de complejos cianurados, debido obviamente a la heterogeneidad de los minerales que se tratan.

El presente trabajo encuentra justificable la implementación de un Sistema de Intercambio Iónico con Resinas que mejore la Recuperación de Oro partir de soluciones cianuradas a fin de obtener una solución Pobre con una mínima cantidad de Oro y reducir los reprocesos, así como también reducir los ciclos de desorción de la resina y el consumo de reactivos.

El trabajo de Investigación se realizó en el área de Planta de columnas de adsorción de la empresa MYSRL, Distrito La Encañada, Provincia de Cajamarca.

## ABSTRACT:

Following the market introduction of new ion exchange resins which show improved properties compared with resins that could be found some years ago, is that we are encouraged to do this work in part to consolidate the knowledge they have about and treat them in a simple way how to evaluate when a resin is to work with leaching solutions containing cyanide variety of complex, obviously due to the heterogeneity of the minerals involved.

This work is justifiable to implement a system with ion exchange resins to improve the recovery of gold from cyanide solutions in order to obtain a poor solution with a minimum amount of gold and reduce reprocessing, as well as reduce cycle desorption of the resin and the consumption of reagents.

The research work was conducted in the Plant column adsorption MYSRL Company, Encañada District, Province of Cajamarca.

---

## LISTA DE TÉRMINOS:

- Adsorción: Es un proceso por el cual las moléculas de la fase líquida se adhieren a la superficie del carbón activado.
- Absorción: El proceso de absorción se presenta cuando una sustancia es químicamente integrada en otra; por ejemplo: cuando usted bebe un vaso de agua, usted está "absorbiendo" ya que el agua pasa a formar parte de usted.
- Carbón Activado: La manufactura del carbón activado de cáscaras de coco muestra una capacidad de adsorción de oro más alta que los carbones preparados de coque de petróleo, madera o carbón, es activado por el proceso pirometalúrgico sometido por etapas que el confieren gran área superficial.
- Desorción: Es el proceso por el cuál se quita el oro del carbón cargado usando soluciones cianuradas con hidróxido de sodio caliente y agua.
- Doré: Mezcla impura y sin refinar de oro metálico y plata. Se produce mediante la fundición de concentrados de oro y plata, arenas o precipitados.
- Lixiviación: Proceso hidrometalúrgico mediante el cual se provoca la disolución de un elemento desde el mineral que lo contiene para ser recuperado por procesos posteriores.
- Lecho fluidizado: Nivel conformado por el carbón en suspensión con la solución en la columna.
- Macromolécula: son moléculas que tienen una masa molecular elevada, formadas por un gran número de átomos. Generalmente se pueden describir como la repetición de una o unas pocas unidades mínimas o monómeros, formando los polímeros.
- Pad: Es una estructura donde se acumula el mineral extraído del cerro para ser lixiviado (disuelto) y recuperar el oro existente.
- pH: Es una medida de la acidez o alcalinidad de una solución, ejemplo: pH 3 le corresponde a una solución de Ácido Clorhídrico, pH 10 le corresponde a una solución de soda cáustica.
- Proceso RIP: Proceso de recuperación de Oro con resinas en Pulpa cianurada.
- Proceso RIL: Proceso de recuperación de Oro con resinas en paralelo con el proceso de Lixiviación.
- Proceso Merrill Crowe: Formación de un precipitado de Oro con polvo de zinc a partir de soluciones pregnant de cianuración.
- Resina de Intercambio Iónico: Las resinas son compuestos macromoleculares que constituyen la mayor parte de los intercambiadores iónicos. Generalmente son de tipo gel y están constituidos por un ión insoluble al que están asociados iones de carga opuesta los cuales se intercambiarán.

## **ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE RESINAS DE INTERCAMBIO IÓNICO PARA RECUPERAR ORO A PARTIR DE SOLUCIONES DE LIXIVIACIÓN DE**

- Solución Pregnant: Solución rica en contenido de oro y plata.
- Solución Barren: Agua con contenido de Cianuro, Oro, Cobre, Mercurio y con un pH que varía de 8 -9, es el residuo con mayor volumen obtenido en este proceso.
- Polimerización: La reacción por la cual se sintetiza un polímero a partir de sus monómeros se denomina polimerización. Según el mecanismo por el cual se produce la reacción de polimerización para dar lugar al polímero, ésta se clasifica como polimerización por pasos o como polimerización en cadena.
- Solución Cianurada: Agua con contenido de cianuro de sodio disuelto usado para la lixiviación del Oro presente en los minerales.
- Stripping: (Desorción) Es el proceso por el cuál se quita el oro del carbón cargado usando soluciones cianuradas con hidróxido de sodio caliente y agua.

# CAPÍTULO I: PLAN DE INVESTIGACIÓN

## 1.1 EL PROBLEMA

### 1.1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

---

La compañía Minera Yanacocha actualmente es el más grande productor de Oro en Sudamérica, ubicada en los Andes Peruanos a 48 Km. de la ciudad de Cajamarca y a 603 Km. de la ciudad de Lima. (MYSRL, 2008, Revista Doré)



**FIGURA 1. Ubicación Geográfica de Minera Yanacocha**

Conformada por la transnacional americana Newmont, la cual mantiene un 51,35% de acciones mientras la compañía minera peruana Buenaventura es dueña de un 43.65% de las acciones. La corporación de finanzas internacional (IFC), mantiene el 5%. La producción de Yanacocha comenzó luego en 1993. (Ibid)

Las operaciones actualmente se desarrollan en 3 áreas: La Quinua, Pampa Larga y Yanacocha Norte, el proceso productivo en estas grandes áreas involucra la explotación de minas de tajo abierto, extracción de oro a través del proceso de lixiviación en pads, recuperación de oro a través de los procesos de Merrill Crowe y Columnas de Carbón, para finalmente obtener DORE (oro y plata) a través de los procesos de extracción de mercurio (retortas) y fundición, adicionalmente tiene plantas de tratamiento de agua las cuales funcionan en temporadas de lluvias. (Ibid)



**FIGURA 2. Pad de Lixiviación**

La Planta de Carbón de Pampa Larga está constituida por una planta de adsorción con una capacidad de diseño de 2800 m<sup>3</sup>/h, la cual consta de 4 trenes con 6 columnas por tren y cada columna tiene en remojo 4 ton de carbón activado, además la planta tiene un circuito de desorción, lavado ácido y recuperación de carbón fino (filtro prensa). (Ibid)

El Carbón Activado es un material que no sólo adsorbe Oro y Plata sino que además se carga con otros metales como por ejemplo el Cobre, Mercurio y en pequeñas cantidades con compuestos de hidróxidos y carbonatos que ocupan sitios activos del Carbón Activado restándole capacidad de Carga y Selectividad por los metales preciosos, tal como se muestra en el sgte cuadro:

Strip N°	Carbón Cargado (CC)				TOTAL kg/ton C
	Au kg/ton C	Ag kg/ton C	Hg kg/ton C	Cu kg/ton C	
2325	0.4	0.7	0.4	0.6	2.0
2330	0.6	0.8	0.4	0.4	2.3
2335	1.0	0.8	0.7	0.6	3.2
2340	0.9	0.7	0.4	0.4	2.4
2345	0.6	1.3	0.5	1.1	3.5

**TABLA 1: Carbón Cargado con metales**  
FLIFNTF: Pronia

En esta tabla podemos apreciar la proporción que ocupa en el Carbón Activado los metales preciosos (oro + plata) vs. los metales no preciosos (mercurio + cobre).

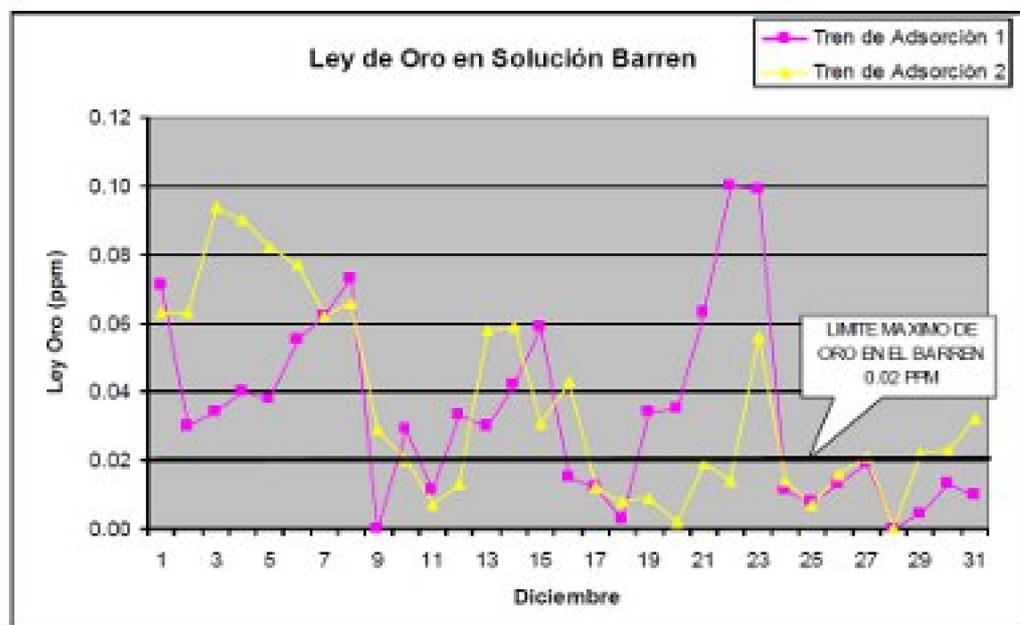
**ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE RESINAS DE INTERCAMBIO IÓNICO PARA RECUPERAR ORO A PARTIR DE SOLUCIONES DE LIXIVIACIÓN DE**

Strip N°	Metales Preciosos (Oro+Plata)	Otros Metales (Mercurio+Cobre)
2325	55%	45%
2330	63%	37%
2335	58%	42%
2340	68%	32%
2345	54%	46%

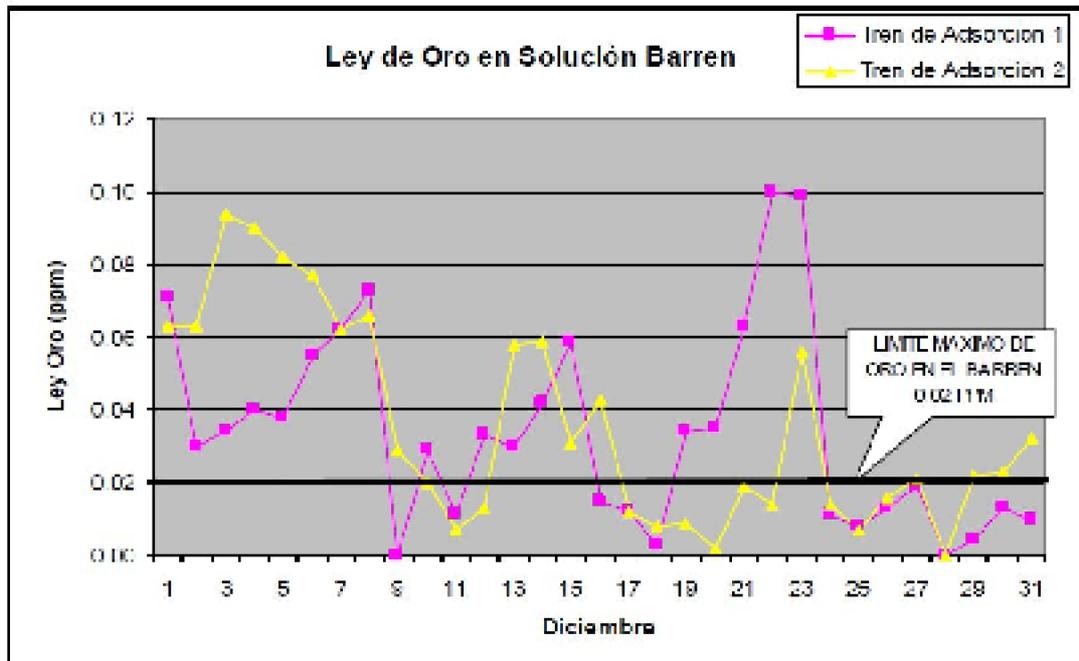
**TABLA 2:** Proporción de Carga del Carbón  
FUENTE: Propia

La baja capacidad de carga del Carbón Activado sumado a la baja Selectividad por Oro y Plata hacen que se emplee grandes tonelajes de Carbón, llegando a utilizar en promedio 24 Tm. para un tren con un flujo de 700m<sup>3</sup>/h, logrando de esta manera controlar la baja eficiencia en la adsorción. El uso de grandes volúmenes de carbón involucra además un mayor inventario y movimiento del material lo que genera pérdidas por desgaste (atricción) generado en tuberías y bombas. (MYSRL, 2008, Revista Doré)

La baja selectividad del Carbón Activado por los metales preciosos hace que este adsorba una diversidad de metales y compuestos que tienden a disminuir su eficiencia de adsorción, esto se aprecia cuando el oro en la solución barren se va incrementando paulatinamente de manera continua, como se aprecia en los sgtes gráficos:

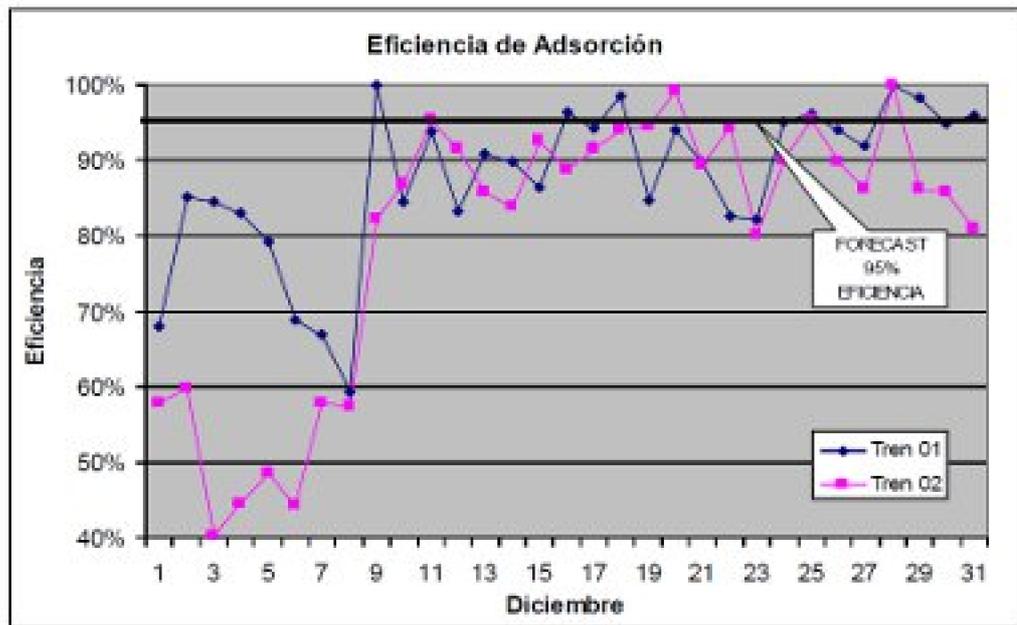


**FIGURA 3:** Ley de Oro en solución Barren  
Fuente: Propia



**FIGURA 3:** Ley de Oro en solución Barren  
Fuente: Propia

**ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE RESINAS DE INTERCAMBIO IÓNICO PARA RECUPERAR ORO A PARTIR DE SOLUCIONES DE LIXIVIACIÓN DE**



**FIGURA 4: Eficiencia de Adsorción**  
Fuente Propia

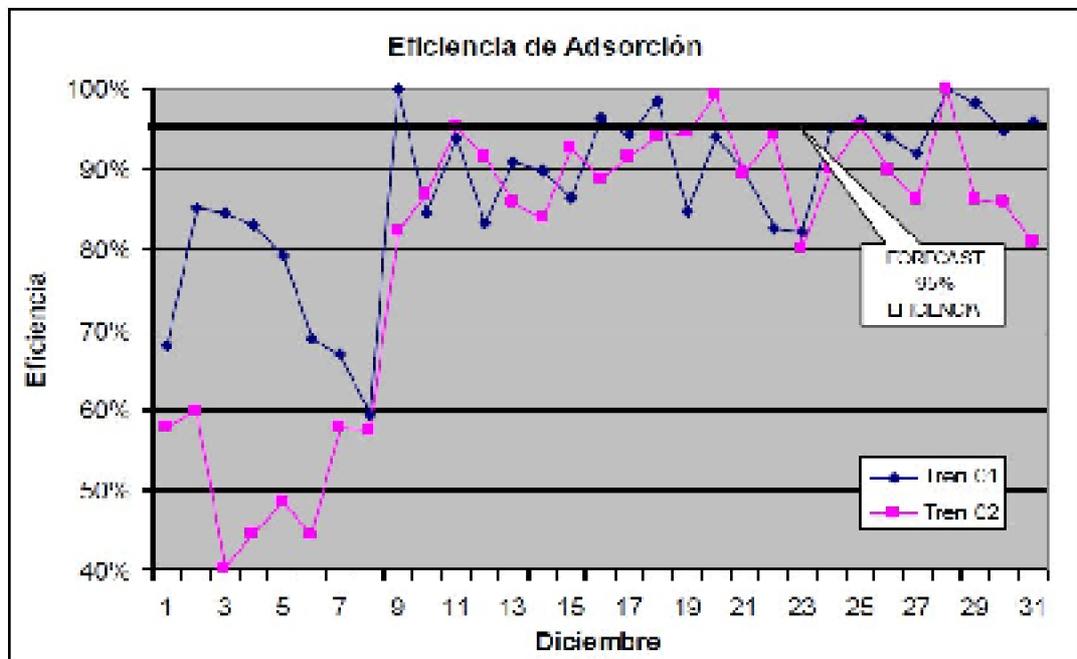


FIGURA 4: Eficiencia de Adsorción  
Fuente Propia

La naturaleza de los minerales indica que a medida que la explotación de los yacimientos alcanza mayores niveles de profundidad en las excavaciones, los minerales extraídos presentan una mayor complejidad, es decir una mezcla de óxidos y sulfuros cuyo resultado sería una solución rica con mayor contenido de metales disueltos que pueden afectar más aún el proceso de adsorción con Carbón Activado. (MYSRL, 2008, Revista Doré)

Los procedimientos de muestreo de carbón y solución se realizan de manera diaria a través de un muestreo de cada columna y analizada en el laboratorio químico, que es el ente regulador de la capacidad de adsorción por cada tren que se tiene en planta, los resultados de los análisis se reporta en forma diaria.

## ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE RESINAS DE INTERCAMBIO IÓNICO PARA RECUPERAR ORO A PARTIR DE SOLUCIONES DE LIXIVIACIÓN DE

Necesidad	Prioridad	Preocupación	Situación Actual	Situación Propuesta
Mejorar la eficiencia de adsorción.	Alta	Reducir la recirculación de oro al Pad de lixiviación.	Uso de grandes toneladas de Carbón Activado	Empleo de Resinas para adsorción de Oro y plata.
Mejor Selectividad por Oro y Plata del Material Adsorbente	Alta	Carbón Activado cargado con Contaminantes	Desorción continua del Carbón Activado	Resinas Selectivas para adsorción de Oro y Plata
Disminuir el excesivo movimiento del Material Adsorbente	Alta	Desgaste por atrición del Material Adsorbente	Ninguna (Transferencia continua)	Empleo de Resinas de mayor capacidad de carga para reducir las transferencias de columna a columna

Necesidad	Prioridad	Preocupación	Situación Actual	Situación Propuesta
Mejorar la eficiencia de adsorción.	Alta	Reducir la recirculación de oro al Pad de lixiviación.	Uso de grandes toneladas de Carbón Activado	Empleo de Resinas para adsorción de Oro y plata.
Mejor Selectividad por Oro y Plata del Material Adsorbente	Alta	Carbón Activado cargado con Contaminantes	Desorción continua del Carbón Activado	Resinas Selectivas para adsorción de Oro y Plata
Disminuir el excesivo movimiento del Material Adsorbente	Alta	Desgaste por atrición del Material Adsorbente	Ninguna (Transferencia continua)	Empleo de Resinas de mayor capacidad de carga para reducir las transferencias de columna a columna

El presente proyecto pretende realizar una evaluación Técnico-Económica para determinar la viabilidad de la Implementación de un sistema de adsorción con Resinas en MYSRL.

### 1.1.2 ANTECEDENTES.

La aceptación de las Resinas despertó el interés por este medio adsorbente y la investigación sobre estas en la década de los 90. Así C. Fleming señaló en 1994 en el 1er Simposium Internacional del Oro realizado en Perú, que estas investigaciones se centraron en tres campos: desarrollo de nuevas resinas con superior selectividad de oro, desarrollo de sistemas de elusión prácticos y económicos para resinas de base débil y fuerte; y desarrollo de soluciones de ingeniería prácticas a los problemas del procesamiento "en pulpa" con resinas. (Fleming, 1990)

Para 1987 y como resultado de las investigaciones sobre resinas realizadas en Sudáfrica en la década de los 80, se pone en operación una planta RIP en la mina Golden Jubilee (250 t/d) y en 1999, Mintek reportó el incremento en la recuperación de oro en la mina Penjom en Malasia (1300 t/d) utilizando resinas de intercambio iónico Minix Dowex mediante un proceso RIL en los relaves de flotación. (Ibid)



**FIGURA 5: Vista de Mina Golden Jubilee**

De la misma manera Cognis Corporation ha desarrollado en los últimos años pruebas de laboratorio y a escala piloto en una operación de Heap Leaching en Sonora, México. Acerca de esta tecnología en el Perú, la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa hizo hace unos años un estudio a nivel laboratorio y mini piloto juntamente con Mintek, en el que se utilizó la resina Minix obteniéndose según se reportó, ventajas significativas a la utilización del carbón. (Cognis Corporation, Fabricante de Solventes y resinas)

En la Unión Soviética los procesos de extracción de oro basada en la aplicación de intercambio de iones con resinas se han desarrollado y aplicado ampliamente en la práctica. En 1992 la mina de oro de Aldán Zoloto en la Unión Soviética compró su primer Lote comercial de resinas de Intercambio iónico de marca Purolite. La mina Aldán Zoloto usa el proceso de Resina en Pulpa RIP. La resina usada es la Purolite A100/2412, que es una resina de intercambio aniónico equilibrada para proporcionar la mejor selectividad de oro. (Fleming, 1990)



**FIGURA 6:** Vista de Mina Aldán Zoloto

Hoy en día hay cerca de treinta plantas que operan mediante resinas de intercambio iónico para la recuperación del oro de cianuración en el procesamiento de minerales. Seis de ellos están en África del Sur, China, Malasia y Australia. Otros se encuentran en países de la antigua Unión Soviética. (Ibid)



**FIGURA 7: Vista de Mina Muruntau Uzbekistán**

La primera y más grande Planta Comercial en el mundo opera en Muruntau Uzbekistán. Su capacidad de procesamiento anual actual es de aproximadamente 28 mln. Toneladas de mineral con un rendimiento de alrededor de 84 toneladas de oro. Al emplear estos intercambiadores iónicos estas minas mejoraron su recuperación de oro y redujeron sus costos operativos. (Ibid)

### **1.1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.**

Justificación Práctica:

Los resultados actuales de recuperación de Oro usando Carbón Activado, se estima sufran una baja debido a la complejidad de las soluciones cianuradas que contienen al Oro, estas dependen directamente de la ley de solución rica. Es por esto que se tiene que buscar alternativas como son las Resinas para maximizar la cantidad de Oro recuperado.

El volumen de Carbón Activado respecto de la Resina es mucho Mayor lo que implica un alto costo de manipulación, transporte y manejo de inventarios lo cual no es barato.

El Carbón Activado tiene un potencial de inflamabilidad más alto que la Resina de Intercambio iónico, es por ello que el uso de Resina resulta más atractivo.

El empleo de Resinas requiere de cuidados simples para su manipulación y en el proceso de adsorción de Oro. Además posee mejores propiedades físico-químicas que el Carbón Activado como por ejemplo (selectividad por el Oro, mayor capacidad de Carga, mayor resistencia a la fractura, baja carga de contaminantes).

Por tanto, se espera que la Implementación de un sistema de Adsorción de Oro con Resinas en Columna mejoren la recuperación de Oro, es de esperarse por consiguiente que las pérdidas de oro disminuyan también en la solución saliente (Barren), aun cuando la cantidad de oro y contaminantes en la solución de ingreso se incrementa.

La justificación del problema es entonces del tipo Práctica por las sgtes razones:

- Ya que aplicando la nueva tecnología de Resinas se reducirían los consumos de reactivos y reprocesos en el sistema y la menor manipulación e Inventario de Carbón Activado.
- Empleo de mejor tecnología para la recuperación de Oro.
- Al cambiar el tipo de Medio Adsorbente, el riesgo de Inflamabilidad disminuye, además de los posibles daños ambientales.

#### **1.1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

---

¿De qué manera la Implementación de un Sistema de Resinas de Intercambio Iónico aumenta la recuperación del Oro que se encuentra en la solución aurocianurada de la planta de Procesos Pampa Larga MYSRL?

## **1.2. HIPÓTESIS**

Implementando un sistema de Resinas de Intercambio Iónico, se logrará aumentar la Recuperación de Oro que se encuentra en la solución aurocianurada, de la planta de Procesos Pampa Larga MYSRL.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

---

Aumentar la Recuperación de Oro que se encuentra en la solución aurocianurada, de la planta de carbón Pampa Larga de la compañía minera aurífera Yanacocha SRL., implementando un sistema de Resinas de Intercambio Iónico.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

---

- Reducir el consumo de reactivos.
- Reducir el transporte y manipulación del material adsorbente.
- Minimizar la cantidad de Oro no recuperado que necesita tareas adicionales de Reproceso.
- Minimizar las pérdidas por desgaste del material adsorbente.
- Evaluar las propiedades físico-químicas de la resina de Intercambio Iónico

# CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

## 2.1 MARCO TEORICO

### **Recuperación de Oro de Soluciones Cianuradas:**

Partiendo de las soluciones cianuradas, se tienen tres caminos posibles para su recuperación:

Concentración y Purificación: 1.

Dentro de este grupo de operaciones se busca obtener una solución con mayor concentración de oro y eliminar las impurezas presentes en la solución. Esto se consigue utilizando los siguientes métodos: (Juan Vargas, 1990)



**FIGURA 8: Barras de Oro**

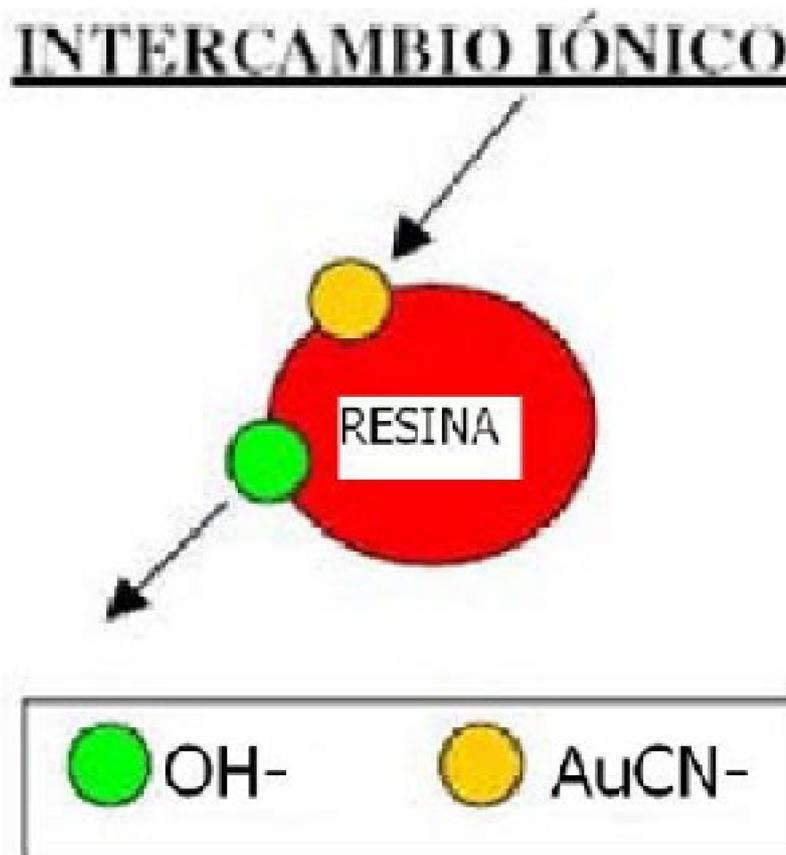
- **Adsorción en Carbón Activado:** En esta técnica se usa carbón activado granulado e implica el contacto de la solución de lixiviación con el carbón de manera que se adsorba el oro en la superficie del carbón. El oro es desorbido y recuperado por electrodeposición sobre lana de acero. El carbón es recuperado, regenerado y reciclado al circuito de adsorción. (Ibid)
  - **Resinas de intercambio iónico:** En este proceso el oro se extrae de la solución por un intercambio iónico entre el ión intercambiable de la resina y el complejo cianurado de oro en solución. El oro es luego re-extraído y electrodepositado. Las resinas son regeneradas y utilizadas nuevamente. (Ibid)
  - **Solventes Orgánicos:** Si bien el oro se puede extraer de soluciones cianuradas con solventes orgánicos dando muy buenos resultados, este método no ha encontrado uso industrial ya que estos solventes tienen un grado de solubilidad en el agua, lo que limita su aplicación principalmente al análisis químico de oro. (Sergio Misari, 1993)
- 2.Precipitación:** con Polvo de Zinc (Proceso Merrill Crowe) La solución de cianuración es tratada con zinc en polvo para sustituir el oro disuelto, formando un precipitado o cemento que contendrá el oro y que será luego enviado a la fundición. (Ibid)
- 3.Electrodeposición:** Se utiliza para soluciones de cianuración con alta

concentración de oro en donde este puede ser recuperado directamente sin necesidad de realizar una concentración previa. (Ibid)

**Definición de Intercambio Iónico:**

El intercambio iónico es un proceso básico de la química en donde como su nombre lo indica, hay un cambio de iones entre dos fases.

En este proceso, el intercambiador (fase sólida) es una red macromolecular, que tiene adheridos por atracción electrostática, los iones intercambiables de signo opuesto al ión insoluble de la red. (Grupo Intercade, 2008)

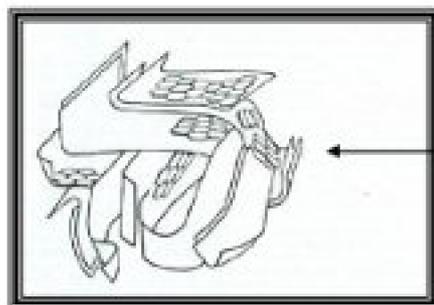


**Resinas de Intercambio Iónico**

Las resinas son compuestos macromoleculares que constituyen la mayor parte de los intercambiadores iónicos. Generalmente son de tipo gel y están constituidos por un ión insoluble al que están asociados iones de carga opuesta los cuales se intercambiarán. Las resinas con estructura de red macromolecular tipo gel son

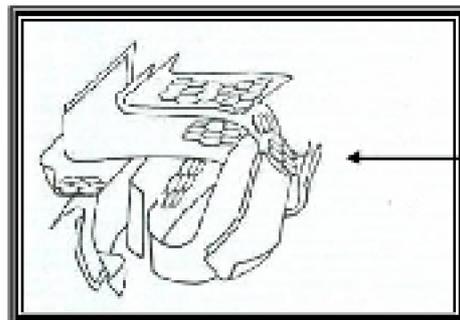
preparadas sin solventes diluyentes, mientras que las preparadas con solventes tienen una estructura con macro poros más abierta. Estas últimas son preferidas en la extracción de oro ya que proveen mayor superficie para el intercambio y tienen mejor resistencia mecánica que las del otro tipo. (Ibid)

Las resinas poseen cierto grado de porosidad que permite tener una mayor área de contacto para el intercambio. Así mismo son completamente insolubles en agua o en el solvente de la fase líquida y son resistentes a la degradación química. La resistencia física de las resinas depende de la estructura de la red macromolecular. Además las resinas son susceptibles a los cambios bruscos de temperatura y al shock osmótico.



Esquema representativo de la micro estructura de la resina de intercambio iónico, que le da el grado de porosidad necesario para que puedan difundir las moléculas en su interior

FIGURA 10: Microestructura de la Resina



Esquema representativo de la micro estructura de la resina de intercambio iónico, que le da el grado de porosidad necesario para que puedan difundir las moléculas en su interior

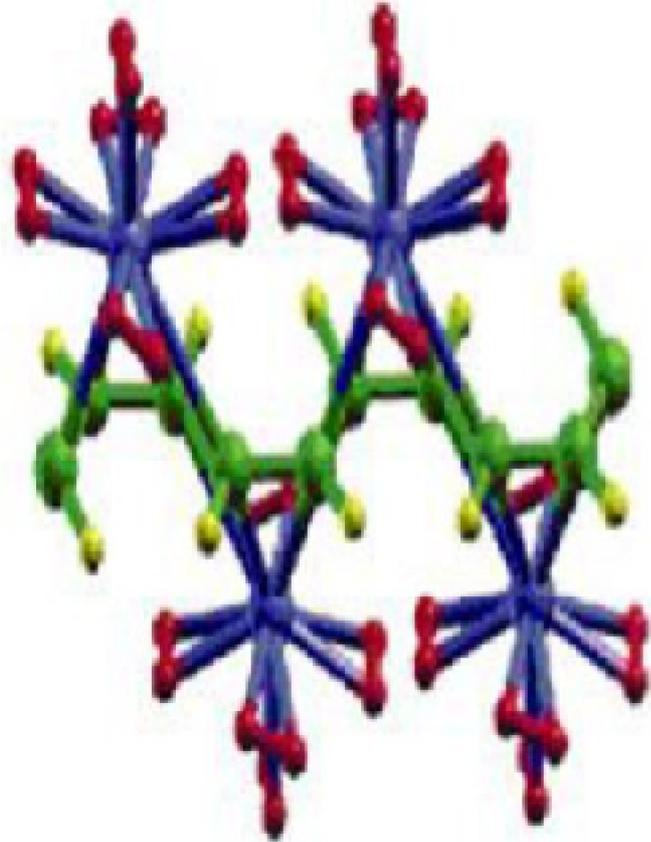
FIGURA 10: Microestructura de la Resina

Las resinas generalmente son fabricadas con diámetros que van desde 0.3 m.m a 1.0 m.m. En general las resinas con diámetros mayores, son empleadas en procesos de extracción en pulpa (RIP) y gracias a su forma esférica y textura lisa, estas tienen buena resistencia a la abrasión. (Ibid)

### **Clasificación de las resinas de intercambio iónico**

Las resinas según su procedencia pueden ser naturales y derivadas de productos naturales o resinas sintéticas que son las de mayor uso. Ambos tipos de resinas tanto las naturales como las sintéticas intercambian aniones o cationes dependiendo de las características propias de la resina así las resinas en donde los aniones son los que se intercambian, se les conoce como resinas aniónicas y aquellas en donde los cationes son

los que se intercambian son denominadas resinas catiónicas. (Ibid)



**FIGURA 11: Estructura del Polímero**

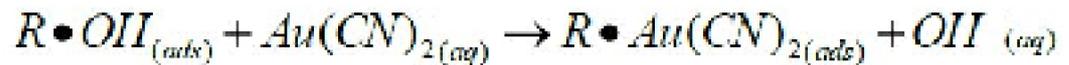
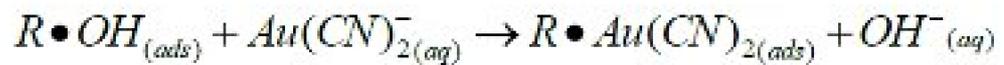
Las resinas sintéticas las podemos obtener por polimerización o policondensación y desde que el Oro en las soluciones cianuradas está en forma de un complejo aurocianuro,  $\text{Au}(\text{CN})_2^-$ , las resinas que se emplearán para la recuperación de este complejo deberán ser aniónicas. (Ibid)

#### **Adsorción y Desorción de la Resina en procesos Hidrometalúrgicos**

Las etapas fundamentales en el proceso de intercambio iónico con Resina son:

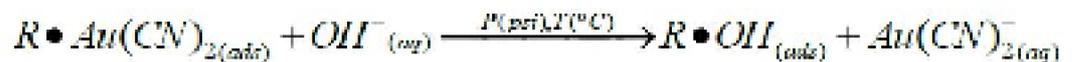
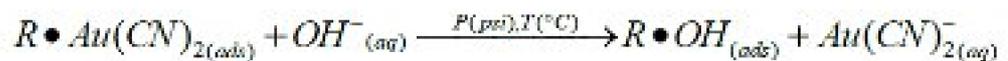
1.Carga del adsorbente con los iones metálicos (recuperación de oro de soluciones cianuradas)

El complejo cianurado presente en la solución de lixiviación se adsorbe sobre lugares con capacidad de cambio de ión en la propia masa de la resina según la reacción del tipo:



2. Su elución con una disolución acuosa adecuada.

Posteriormente, la resina se trata para recuperar el oro utilizando una solución fuertemente básica y caliente que desplaza la reacción anterior hacia la izquierda. (Stripping). (Ibid)



# CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

## 3.1 MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1.1 MATERIALES

---

**Unidad de Análisis:**

- El Proceso de Recuperación de Oro a partir de soluciones cianuradas de la Planta de Procesos de MYSRL.

**Variables de la Hipótesis:**

- **Variable Independiente:** Implementación de un sistema de Resinas de Intercambio Iónico.
- **Variable Dependiente:** Aumento de la Recuperación de Oro que se encuentra en la solución aurocianurada, de la planta de Procesos MYSRL.

### 3.1.2 MÉTODOS

#### Diseño General:

De acuerdo al propósito de la Investigación y la naturaleza del problema, se distingue como una investigación Aplicada por que se interesa en la aplicación de conocimientos a la solución de un problema práctico inmediato, propone una solución tecnológica y una evaluación basada en el análisis económico.

De acuerdo a la técnica de Contrastación, será una Contrastación Directa ya que se realizará una evaluación Técnica de las variables experimentales (propiedades físico-químicas) de la resina, a fin de describir y explicar por qué se produce una situación o acontecimiento particular.

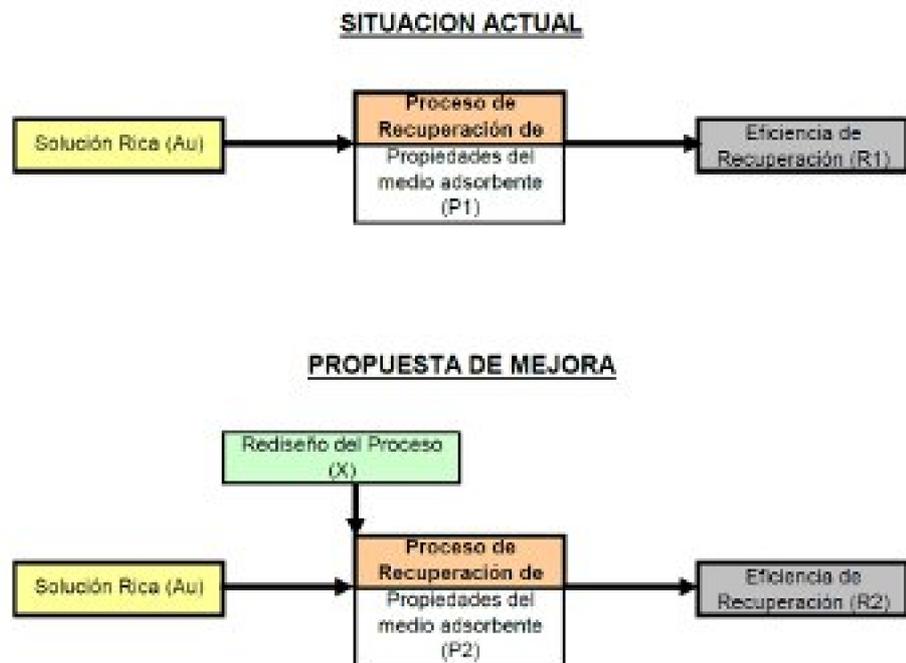


FIGURA 12: Diseño Lógico

*Diseño Lógico:*

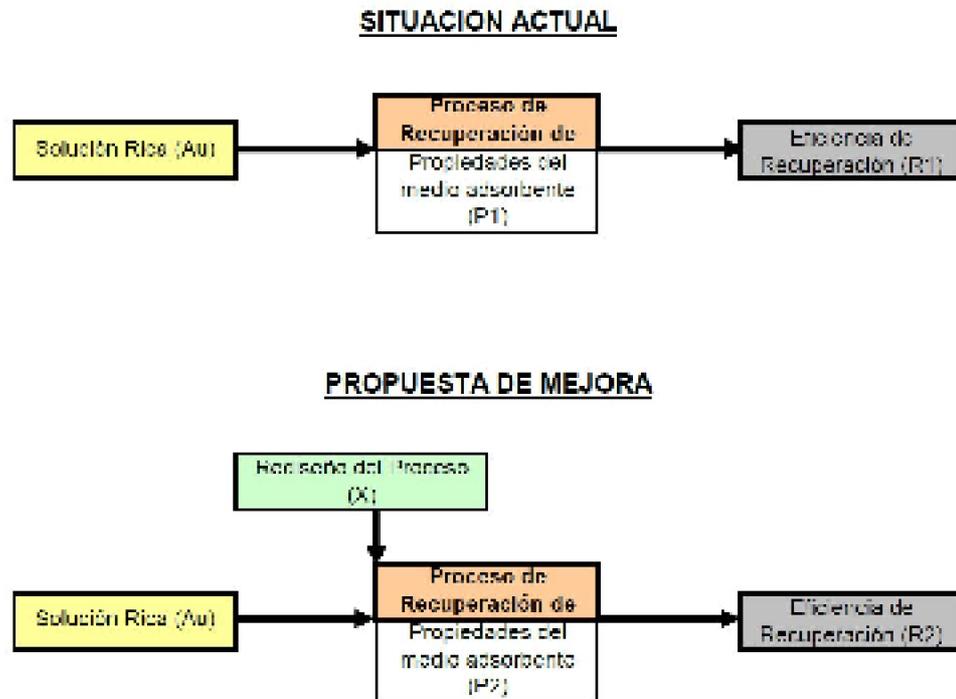


FIGURA 12: Uscro Lógico

**ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE RESINAS DE INTERCAMBIO IÓNICO PARA RECUPERAR ORO A PARTIR DE SOLUCIONES DE LIXIVIACIÓN DE**

Si:  $\downarrow P \quad \downarrow R$

Y:  $P1 \rightarrow X \rightarrow P2$

Luego:  $P1 < P2$

Entonces:  $\uparrow P \quad \uparrow R$

Donde:

- X: Aplicación de Rediseño
- P: Propiedades del medio adsorbente
- R: Eficiencia de recuperación

*Diseño Lógico:*

Si:  $\downarrow P \quad \downarrow R$

Y:  $P1 \rightarrow X \rightarrow P2$

Luego:  $P1 < P2$

Entonces:  $\uparrow P \quad \uparrow R$

Donde:

- X: Aplicación de Rediseño
- P: Propiedades del medio adsorbente
- R: Eficiencia de Recuperación

## 3.2 PROCEDIMIENTO:

**ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE RESINAS DE INTERCAMBIO IÓNICO PARA RECUPERAR ORO A PARTIR DE SOLUCIONES DE LIXIVIACIÓN DE**

<b>ETAPA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>MÉTODOS</b>
<b>Análítica - Descriptiva</b>	- Definir las variables del proceso	- Estadística descriptiva para los datos del proceso
<b>Experimental</b>	- Evaluar la propuesta de mejora para el proceso de Recuperación de Oro	- Cinética de Extracción - Capacidad de Carga - Resistencia a la atrición - Selectividad por Oro
<b>Cuantitativa</b>	- Evaluar el Impacto económico del Proyecto de mejora	- Costos de Inversión - Análisis económico

**TABLA 3:** Procedimiento de Diseño Lógico  
FUENTE: Propia

<b>ETAPA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>MÉTODOS</b>
<b>Análítica - Descriptiva</b>	- Definir las variables del proceso	- Estadística descriptiva para los datos del proceso
<b>Experimental</b>	- Evaluar la propuesta de mejora para el proceso de Recuperación de Oro	- Cinética de Extracción - Capacidad de Carga - Resistencia a la atrición - Selectividad por Oro
<b>Cuantitativa</b>	- Evaluar el Impacto económico del Proyecto de mejora	- Costos de Inversión - Análisis económico

**TABLA 3:** Procedimiento de Diseño Lógico  
FUENTE: Propia

## CAPITULO IV: DESARROLLO

### 4.1 ANÁLISIS TÉCNICO - AMBIENTAL:

#### 4.1.1 ANÁLISIS TÉCNICO:

---

A continuación se quiere mostrar mediante resultados de una prueba Experimental el método de trabajo de las resinas para la recuperación de oro.

##### **4.a Resina de Intercambio Iónico:**

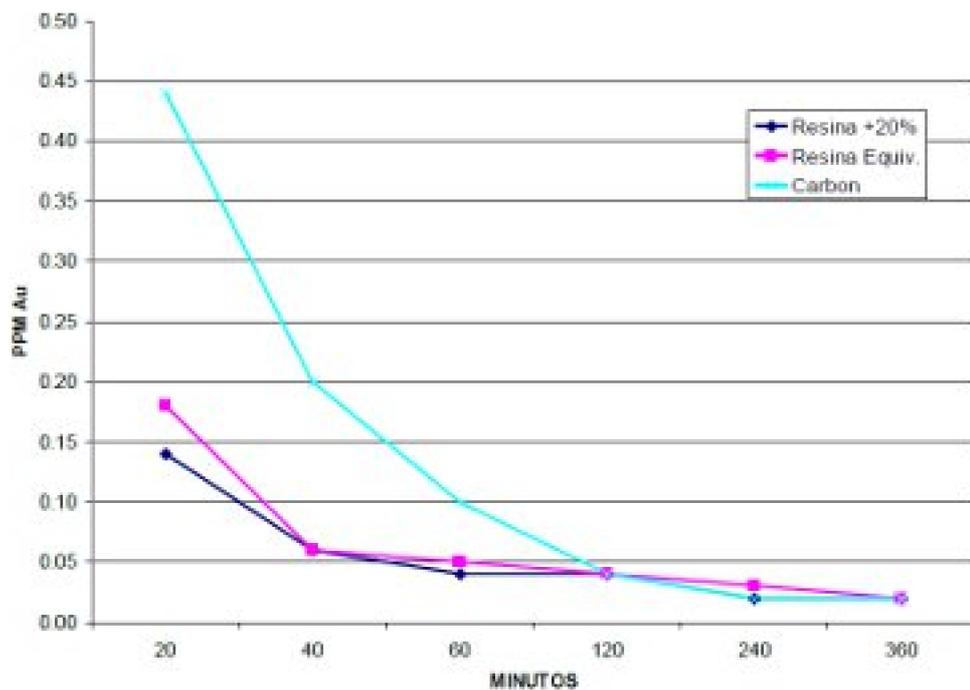
La resina utilizada es una resina básica de denominación Purolite A100/2412 cuyas características son:

Propiedades físicas:

Apariencia:	Esferas	
Densidad:	Húmeda	620 – 700 gr/lt
	Seca	330 gr/lt
Retención de Humedad:	47 – 53 %	
Tamaño de las esferas:	90% > 1.5 mm	

**4.b Prueba Cinética:**

Los datos obtenidos experimentalmente se grafican a continuación:



**FIGURA 13:** Prueba de Cinética del Oro

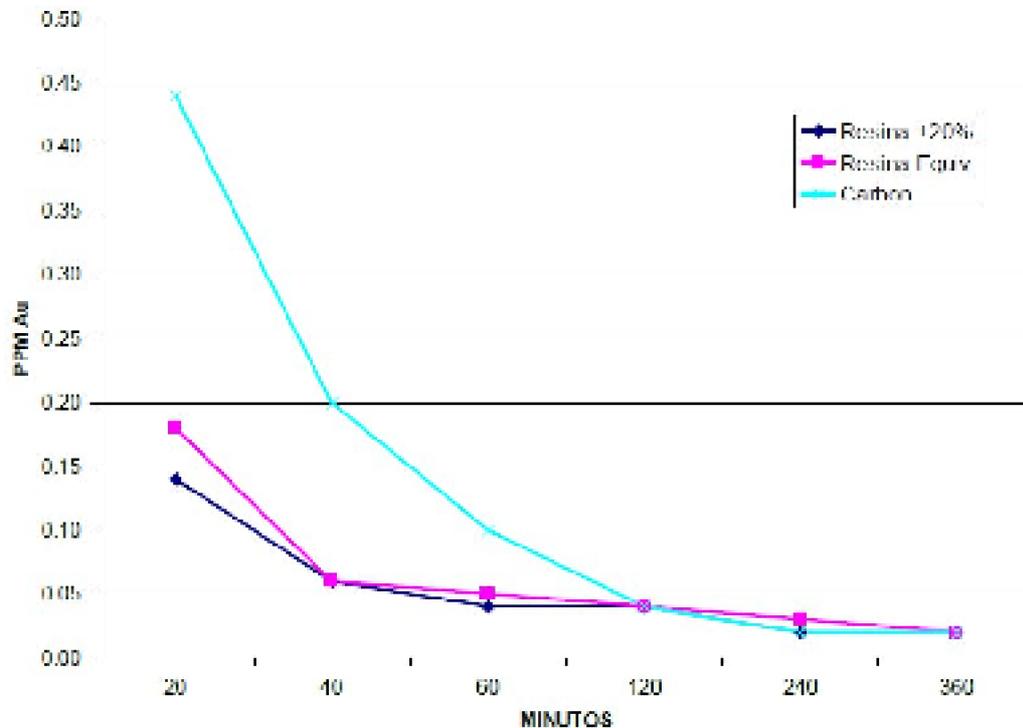
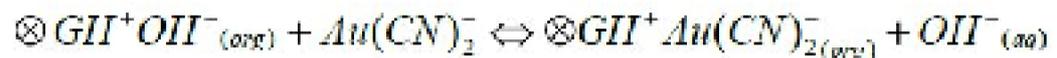
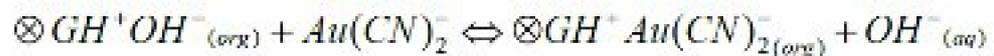


FIGURA 13: Prueba de Cinética del Oro

Podemos apreciar que la Resina presenta mejores velocidades de reacción frente al Carbón activado, como ejemplo podemos mencionar que reduce la concentración residual a 0.20 ppm de Au en 20 minutos, mientras que el carbón necesita 40 minutos para obtener la misma concentración residual.

#### 4.c Capacidad de la resina:

La capacidad máxima de intercambio iónico es estequiométrica. Esta se basa en el número de equivalentes (eq) de la carga móvil en la resina. Asumiendo que la resina solo captará al complejo aurocianuro y ya que un mol de  $\text{Au}(\text{CN})_2^-$  es igual a un eq, usando la ecuación de carga siguiente, se puede determinar la cantidad de oro que puede ser cargada en la resina. (Sociedad Metalúrgica Minera, 2006)



Según las especificaciones de la resina, su capacidad volumétrica es de 0.25 – 0.35 eq/l así:

$$0.25-0.35 \text{ eq/l} = 0.25-0.35 \text{ mol OH}^-/\text{litro} = 0.25-0.35 \text{ mol Au(CN)}_2^-/\text{litro}$$

$$0.25-0.35 \text{ eq/l} = 0.25-0.35 \text{ mol OH}^-/\text{litro} = 0.25-0.35 \text{ mol Au(CN)}_2^-/\text{litro}$$

De este modo se podrán cargar entre 49.25 a 68.95 gr. de Au por litro de resina. Pero debemos tener en cuenta que este es el máximo valor teórico de capacidad de carga de la resina, sin embargo en la práctica tenemos valores de 15 a 20 gr/Kg que resulta ser un valor mayor al que se alcanza con el carbón activado que es aproximadamente de 5 a 10 gr/Kg. (Ibid)

En el siguiente grafico podemos apreciar la mayor capacidad de carga que presenta la resina frente al carbón activado, para ello se tomaron datos Ratio de Carga vs. Tiempo en horas.

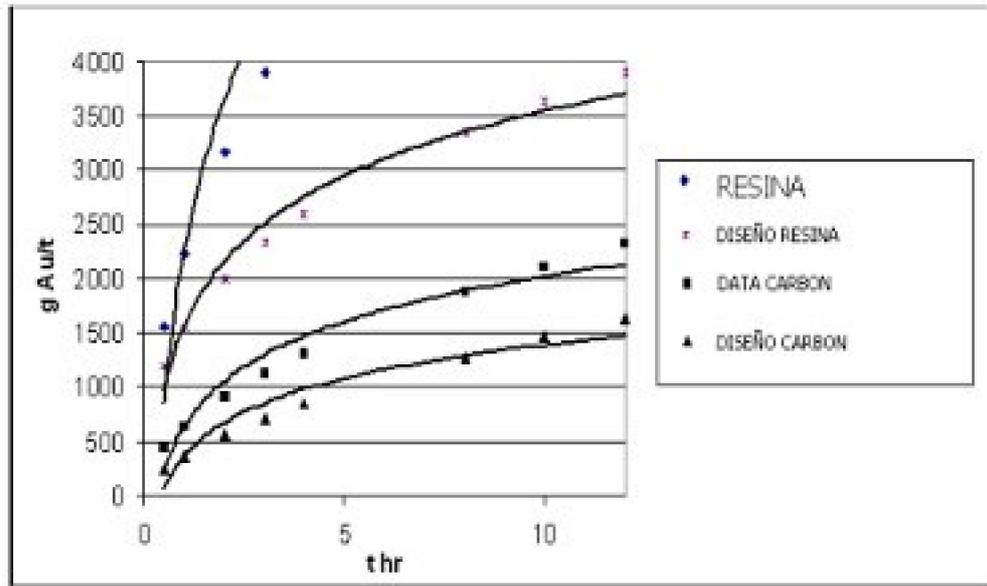


FIGURA 14: Ratio de Carga de resina vs. Carbón

*Ratio de Capacidad de Carga de la Resina Versus Carbón*

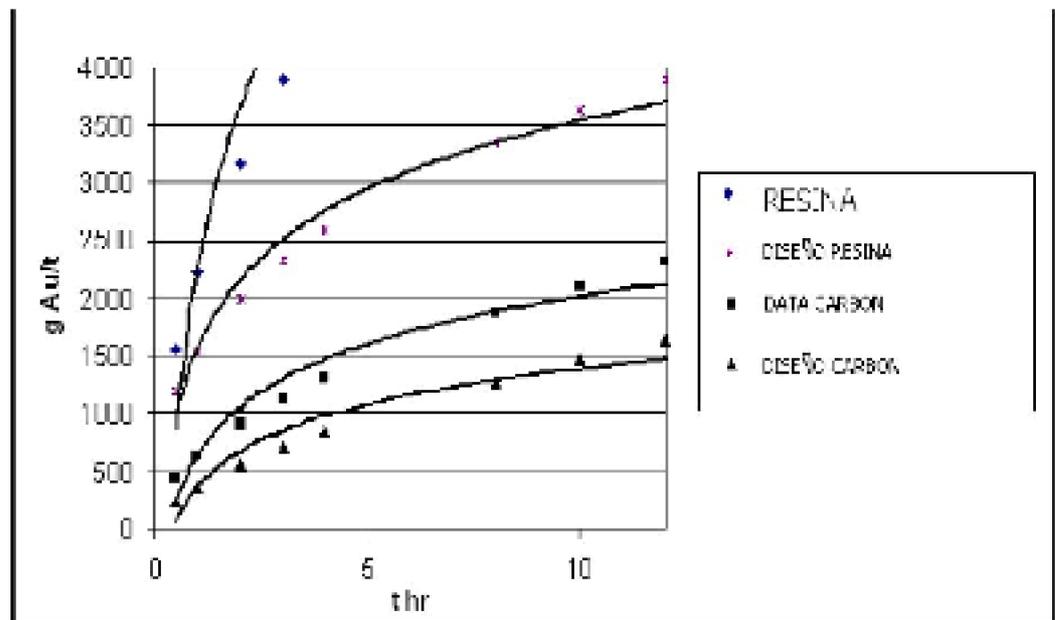


FIGURA 14: Ratio de Carga de resina vs. Carbón

#### 4.d Selectividad de la resina:

- La selectividad de la resina sigue la siguiente secuencia:  
Au> Ag> Hg> Zn>Ni > Cu. (TECSUP, 1999)
- La resina Purolite A100/2412 es menos selectiva para el Cu que el carbón activado, además es posible la desorción del cobre en forma selectiva.
- A continuación se presenta un gráfico en donde podemos apreciar que la recuperación de Cu en la resina requiere de mayores tiempos de contacto, lo que permite que la resina se cargue al inicio con la mayor cantidad de oro.

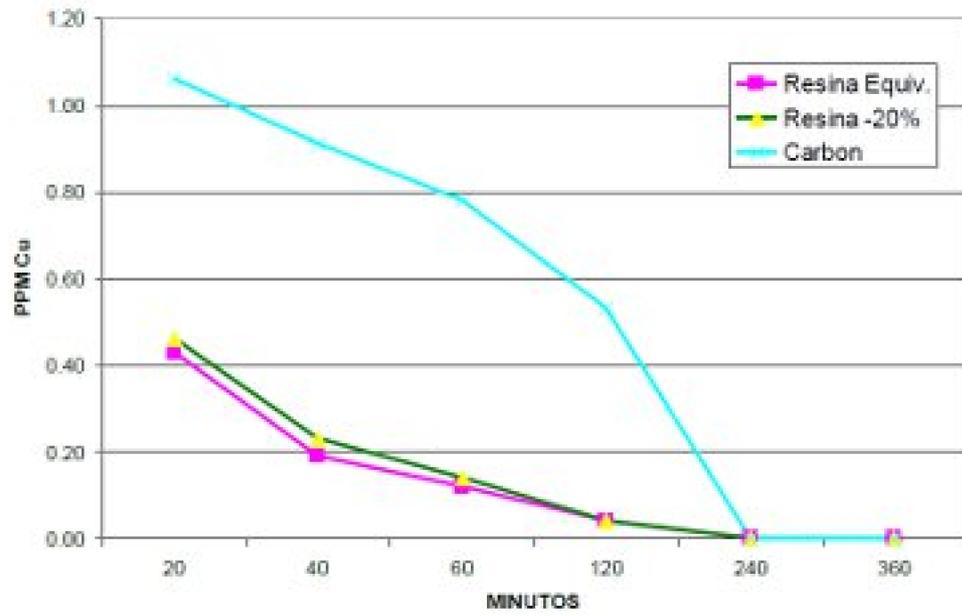
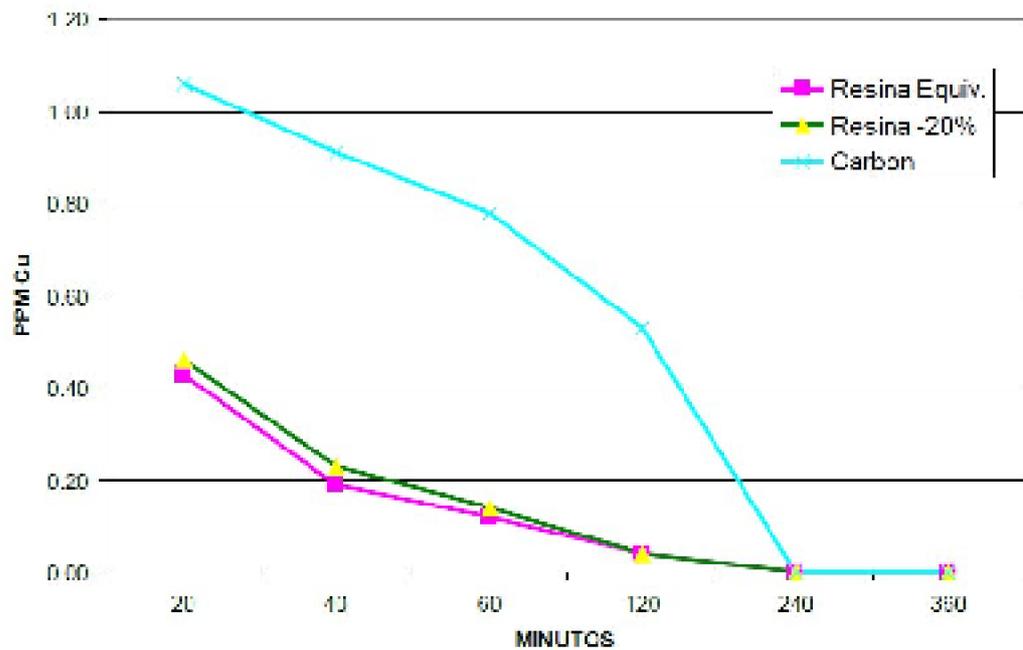


FIGURA 15: Selectividad de la resina



**FIGURA 15: Selectividad de la resina**

#### **4.e Pérdidas del Adsorbente en el Proceso:**

Esta prueba se realiza con el objetivo de medir la resistencia al desgaste que presenta el medio adsorbente.

Para estas pruebas se empleó:

- Una celda Denver D12.
- Tiempo de 45 min – 1500 rpm.
- 50 mg/L de medio adsorbente.

Los resultados se muestran a continuación:

	Carbón Fresco	Carbón Reciclado	Resina
Tamaño Inicial	+1.5 mm	+1.5 mm	+1.5 mm
% Recuperación	91.3	89.2	98.5
Tamaño de Malla	1.0 mm	1.0 mm	1.0 mm

**TABLA 4:** Pérdidas del adsorbente en el Proceso  
FUENTE: Propia

	Carbón Fresco	Carbón Reciclado	Resina
Tamaño Inicial	+1.5 mm	+1.5 mm	+1.5 mm
% Recuperación	91.3	89.2	98.5
Tamaño de Malla	1.0 mm	1.0 mm	1.0 mm

**TABLA 4:** Pérdidas del adsorbente en el Proceso  
FUENTE: Propia

Podemos apreciar que el tamaño inicial para la prueba fue de 1mm, luego de la agitación por 90 minutos a 1500 rpm en la celda Denver se tamizó la muestra en una malla de 1.0 mm obteniéndose mayor recuperación con las partículas de resina lo que implica una mayor resistencia al desgaste.

Como resultado de las pruebas metalúrgicas se puede resumir los resultados en la siguiente Tabla comparativa:

**ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE RESINAS DE INTERCAMBIO IÓNICO PARA RECUPERAR ORO A PARTIR DE SOLUCIONES DE LIXIVIACIÓN DE**

Parámetro	Resina de Intercambio Iónico	Carbón Activado
Pérdidas del Adsorbente en el Proceso	menor	mayor
Capacidad operativa de Oro	mayor	menor
Selectividad por Oro	mayor	menor
Complejidad de Desorción y Regeneración	comparable	comparable
Resistencia al ensuciamiento orgánico	mayor	muy pobre
Tolerancia a las incrustaciones (sarro)	mayor	pobre
Resistencia a la colmatación por arcillas	mayor	pobre
Cinética de Adsorción	rápida	lenta
Costo de Compra del Adsorbente	mayor 17,850 \$/Ton	menor 2,115 \$/Ton

TABLA 5: Comparación de Carbón vs. Resina  
FUENTE: Propia

*Cuadro 1. Evaluación comparativa de carbón activado y resina de intercambio iónico para la recuperación de oro.*

Parámetro	Resina de Intercambio Iónico	Carbón Activado
Pérdidas del Adsorbente en el Proceso	menor	mayor
Capacidad operativa de Oro	mayor	menor
Selectividad por Oro	mayor	menor
Complejidad de Desorción y Regeneración	comparable	comparable
Resistencia al ensuciamiento orgánico	mayor	muy pobre
Tolerancia a las incrustaciones (sarro)	mayor	pobre
Resistencia a la colmatación por arcillas	mayor	pobre
Cinética de Adsorción	rápida	lenta
Costo de Compra del Adsorbente	mayor 17,850 \$/Ton	menor 2,115 \$/Ton

TABLA 5: Comparación de Carbón vs. Resina  
FUENTE: Propia

A pesar que las Resinas demandan un Mayor costo de Inversión respecto del carbón sus propiedades la hacen atractiva para tomarlas en cuenta en operaciones de adsorción de oro desde soluciones cianuradas.

Después de revisar estas pruebas metalúrgicas podemos concluir que las resinas de intercambio iónico presentan buenos resultados para recuperar Oro a partir de soluciones cianuradas, ahora vamos a realizar el análisis Ambiental y finalmente el análisis Costo-Beneficio para confirmar la viabilidad de este proyecto.

#### 4.1.2 ANÁLISIS AMBIENTAL:

La parte ambiental es muy crítica para la empresa, ya sea por el cuidado medio ambiental hacia la región y por el factor riesgo que se tiene al manipular productos con potencial de Inflamabilidad y explosividad dentro de la operación (daños al personal, máquinas, etc.)

La frecuencia de utilización y transporte también se reducirá al ser reemplazado por la Resina así como también su manipulación y adquisición. Como podemos apreciar en la siguiente gráfica donde se muestra la Hoja MSDS (Hoja de Datos de Seguridad) del Carbón Activado se observa que el Riesgo respecto del grado de Inflamabilidad es de 2 que indica: "Ignición al calentarse normalmente debajo de los 93 C. Además tenemos riesgo de Explosión.

[Hoja MSDS del Carbón Activado:](#)

## Hojas de Datos de Seguridad

Material Safety Data Sheet (MSDS)  
Fecha: 31-Ago-2005 / Revisión: 01

Health:	0
Flammability	2
Reactivity	0

**992 CARBON ACTIVADO GRANULADO 0,5 - 1,0 mm (18-35 ASTM) Pro-análisis**

**1. Identificación de la sustancia/preparado y de la sociedad/empresa**

Identificación del producto:  
Denominación: CARBON ACTIVADO GRANULADO 0,5 - 1,0 mm (18-35 ASTM) Pro-análisis

**5. Medidas en caso de incendio**

Medios de extinción adecuados: Agua, Dióxido de carbono (CO2), Espuma, Polvo seco.  
Medios de extinción que NO deben utilizarse: -  
Riesgos especiales: Combustible, Riesgo de explosión del polvo.  
Equipos de protección: -

*Hoja MSDS del Carbón Activado:*

[Hoja MSDS del Carbón Activado:](#)

## Hojas de Datos de Seguridad

Material Safety Data Sheet (MSDS)

Fecha: 01-Ago-2006 / Revisión: 01

Health:	0
Flammability:	2
Reactivity:	0

### 992 CARBON ACTIVADO GRANULADO 0,5 - 1,0 mm (18-35 ASTM) Pro-análisis

#### 1. Identificación de la sustancia/preparado y de la sociedad/empresa

Identificación del producto:

Denominación: CARBON ACTIVADO GRANULADO 0,5 - 1,0 mm (18-35 ASTM) Pro-análisis

#### 5. Medidas en caso de incendio

Medios de extinción adecuados: Agua, Dioxido de carbono (CO2), Espuma, Polvo seco.

Medios de extinción que NO deben utilizarse: -

Riesgos especiales: Combustible. **Riesgo de explosión de polvo.**

Equipos de protección: -

Hoja MSDS de la Resina Purolite A-110:**MATERIAL SAFETY DATA SHEET****PUROLITE****1 PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION**

Purolite A100/2412 is a macroporous polyvinylbenzyl anion exchange resin, primarily designed for effective recovery of auricyanide complexes obtained from the alkaline cyanide processing of gold ores. Thanks to properly tailored functionality the resin has superior selectivity for gold against the basic metals existing in pregnant solution. This resin shows high resistance to osmotic and thermal shock and the mechanical attrition experienced in resin-in-pulp applications for the recovery of gold. Details of the chemical and physical characteristics are given below. The resin is supplied in bead form with a specially graded particle size required by Resin-in-Pulp gold recovery circuits. Desorption stage may include stripping of by-products by alkaline cyanide, weak buffered solution and sulfuric acid. Gold is stripped by mixture of sulfuric acid and thiourea. Obtained gold desorbate can be directed straight to electrolysis for gold and silver deposition.

**Basic Features:**

Application	Gold Recovery
Polymer Structure	Macroporous polystyrene crosslinked with divinylbenzene
Appearance	Spherical Beads
Functional Group	Strong and Weak Bases
ionic form as shipped	Chloride Form

**5 FIRE FIGHTING MEASURES**

**Extinguishing Media:** Extinguish with foam, carbon dioxide, dry powder or water fog.

**Unsuitable Extinguishing Media:** Not applicable.

**Special Fire Fighting Procedures:** Self-contained breathing apparatus and full protective clothing must be worn in case of fire.

**Unusual Fire & Explosion Hazards:** None known.

**Flammability Class:** NFPA Rating Fire 1.

*Hoja MSDS de la Resina Purolite A-110:*

**Hoja MSDS de la Resina Purolite A-110:**

**MATERIAL SAFETY DATA SHEET**



**1 PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION**

Purolite A1002-112 is a macroporous poly(styrene) anion exchange resin, primarily designed for effective recovery of cyanide complexes obtained from the alkaline cyanide processing of gold ores. Thanks to properly tailored functionality the resin has superior selectivity for gold against the basic metals existing in pregnant solution. This resin shows high resistance to acidic and thermal shock and the mechanical attrition experienced in scale in pulp applications for the recovery of gold. Details of the chemical and physical characteristics are given below. The resin is supplied in bead form with a specially graded particle size required by Resin-in-Pulp gold recovery circuits. Desorption steps may include stripping of gold by alkaline cyanide, weak buffered solution and sulfuric acid. Gold is stripped by means of sulfuric acid and bromine. Obtained gold/sulfate can be directly straight to electrolysis for gold and silver dissolution.

**Basic Features:**

Application:	Gold recovery
Polymer Structure:	Macroporous polystyrene crosslinked with divinylbenzene
Appearance:	Spherical Beads
Functional Group:	Strong and Weak Bases
Form (from as shipped):	Chloride Form

**5 FIRE FIGHTING MEASURES**

- Extinguishing Media:** Extinguish with foam, carbon dioxide, dry powder or water fog.
- Unsuitable Extinguishing Media:** Not applicable.
- Special Fire Fighting Procedures:** Self-contained breathing apparatus and full protective clothing must be worn in case of fire.
- Usual Fire & Explosion Hazards:** None known.
- Flammability Class:** NFPA Rating Fire # 1

Comparando ambos MSDS podemos apreciar que el riesgo de Inflamabilidad de la Resina es menor con un valor de 1 que indica “Debe pre-calentarse para arder – sobre los 93 C”. Además de que no existe riesgo de Explosión.

Al cambiar el tipo de Medio Adsorbente, tenemos ventajas de tipo Ambiental y de Seguridad debido a que el riesgo de Inflamabilidad y Explosividad disminuyen, además de los posibles daños ambientales.

**4.2 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO:**

Se ha tomado el Flujo de Caja Incremental que representa flujos positivos por ahorro de costos en consumo de materiales y suministros así como también de transporte y reducción de costos de reprocesos.

Tenemos una inversión Inicial de \$ 856 800 que representa la adquisición de un lote de Resina de 48 Tm. y flujos operativos negativos anuales por reposición de Resina por desgaste. Además se calcula el valor de rescate por la venta de carbón y resina.

INVERSION POR COMPRA DE RESINA		
	RESINA (Tm)	\$/ Tm
Resina	48	17 850
<b>INVERSION</b>		<b>-856 800</b>

FUENTE: Propia

COSTOS POR REPOSICION DE RESINA		
CARBON	RESINA	
48	24	Consumo (Tm/año)
2 115	17 850	Costo (\$/Tm)
101 520	428 400	Consumo de Resina Tm
REDUCCION DE COSTOS		
	<b>-326 880</b>	\$ Año

FUENTE: Propia

VALOR DE RESCATE		
CARBON	RESINA	
96	48	Inventario (Tm)
296	2 499	Precio (\$/Tm)
28 426	119 952	\$

FUENTE: Propia

<b>INVERSION POR COMPRA DE RESINA</b>		
	<b>RESINA (Tm)</b>	<b>\$/ Tm</b>
Resina	48	17 850
<b>INVERSION</b>		<b>-856 800</b>

FUENTE: Propia

<b>COSTOS POR REPOSICION DE RESINA</b>		
<b>CARBON</b>	<b>RESINA</b>	
48	24	Consumo (Tm/año)
2 115	17 850	Costo (\$/Tm)
101 520	428 400	Consumo de Resina Tm
<b>REDUCCION DE COSTOS</b>		
	<b>-326 880</b>	<b>\$/ Año</b>

FUENTE: Propia

<b>VALOR DE RESCATE</b>		
<b>CARBON</b>	<b>RESINA</b>	
96	48	Inventario (Tm)
296	2 499	Precio (\$/Tm)
28 426	119 952	\$

FUENTE: Propia

Actualmente con Carbón Activado se realiza 2 stripp (desorción) por día, con la nueva tecnología de Resinas la frecuencia de desorción se reduce a 1 stripp por día, esto debido a que la resina presenta capacidades de carga de más de 2 veces que la capacidad del carbón, lo que permite una reducción en consumo de energía, reactivos, transporte de materiales, mantenimiento y reprocesos, tal como se muestra en los siguientes cuadros:

CONSUMO DE ENERGIA		
ACTUAL	FUTURO	
0.85	0.85	cosFi
10	10	amp
440	440	voltios
10	5	Horas/día
0.19	0.19	\$/kw
4 492	2 246	\$ Año
REDUCCION DE COSTOS		
2 246		\$ Año

FUENTE: Propia

COSTOS POR TRANSPORTE		
ACTUAL	FUTURO	
90	90	\$/ Tm
48	0	Consumo de Carbon Tm
0	24	Consumo de Resina Tm
4 320	2 160	\$ Año
REDUCCION DE COSTOS		
2 160		\$ Año

FUENTE: Propia

TABLA 6: Cuadro de Costos

<b>CONSUMO DE ENERGIA</b>		
<b>ACTUAL</b>	<b>FUTURO</b>	
0.85	0.85	cosFi
10	10	amp
440	440	voltios
10	5	Horas/dia
0.19	0.19	\$/kw
4 492	2 246	\$ Año
<b>REDUCCION DE COSTOS</b>		
2 246		\$ Año

FUENTE: Propia

<b>COSTOS POR TRANSPORTE</b>		
<b>ACTUAL</b>	<b>FUTURO</b>	
90	90	\$/ Tm
48	0	Consumo de Carbon Tm
0	24	Consumo de Resina Tm
4 320	2 160	\$ Año
<b>REDUCCION DE COSTOS</b>		
2 160		\$ Año

FUENTE: Propia

**TABLA 6:** Cuadro de Costos

CONSUMO DE REACTIVOS				
REACTIVOS	ACTUAL	FUTURO	Precio	Unidad
Cianuro	328 500	164 250	2.25	\$ / Kg
Soda	152 643	76 322	1.23	\$ / Kg
Diesel	451 724	225 862	2.38	\$ / Gal
REDUCCION DE COSTOS				
Cianuro	164 250		\$ Año	
Soda	76 322		\$ Año	
Diesel	225 862		\$ Año	

FUENTE: Propia

COSTOS POR MANTENIMIENTO		
ACTUAL	FUTURO	
8 000	4 000	Equipos y Bombas
4 000	2 000	Tuberias y Válvulas
50 000	25 000	Mntto Calentador
62 000	31 000	\$ Año
REDUCCION DE COSTOS		
31 000		\$ Año

FUENTE: Propia

COSTOS POR REPROCESOS		
ACTUAL	FUTURO	
0.03	0.02	Ley Barren (gr/m3)
2800	2800	Flujo m3/h
2 016 000	2 016 000	Flujo m3/mes
30	30	tiempo de recirculación
60.48	40.32	Kg Oro
1 951	1 301	Onzas/Mes
15 608	10 405	\$/mes
187 293	124 862	\$/año
REDUCCION DE COSTOS		
62 431		\$ Año

FUENTE: Propia

**ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE RESINAS DE INTERCAMBIO IÓNICO PARA RECUPERAR ORO A PARTIR DE SOLUCIONES DE LIXIVIACIÓN DE**

CONSUMO DE REACTIVOS				
REACTIVOS	ACTUAL	FUTURO	Precio	Unidad
Cianuro	328 500	164 250	2.25	\$/Kg
Soda	152 643	76 322	1.23	\$/Kg
Diesel	451 724	225 862	2.38	\$/Gal
REDUCCION DE COSTOS				
Cianuro	164 250	5 Año		
Soda	76 322	5 Año		
Diesel	225 862	5 Año		

FUENTE: Propia

COSTOS POR MANTENIMIENTO		
ACTUAL	FUTURO	
8 000	4 000	Equipos y Bombas
4 000	2 000	Tuberías y Válvulas
50 000	25 000	Mnto Calentador
62 000	31 000	5 Año
REDUCCION DE COSTOS		
31 000	5 Año	

FUENTE: Propia

COSTOS POR REPROCESOS		
ACTUAL	FUTURO	
0.03	0.02	Ley Barrón (g/m <sup>3</sup> )
2800	2800	Flujo m <sup>3</sup> /h
2 016 000	2 016 000	Flujo m <sup>3</sup> /mes
30	30	tiempo de recirculación
60.48	40.32	Kg Oro
1 951	1 301	Onzas/Mes
15 608	10 405	\$/onza
157 293	124 862	5/año
REDUCCION DE COSTOS		
62 431	5 Año	

FUENTE: Propia

Con estos datos vamos a calcular el VAN y TIR Económico y Financiero respectivamente.

#### 4.2.1 CÁLCULO DEL VAN ECONÓMICO:

Como tenemos los costos incurridos empleando tanto Carbón como Resinas, se va presentar un Cuadro de Flujo de Caja Incremental para determinar el VAN, para ello vamos a emplear la Tasa de descuento de la Compañía que es de 10%.

**FLUJO DE CAJA ECONOMICO INCREMENTAL**

	FLUJO DE CAJA INCREMENTAL					
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INVERSION (48Ton) *	-658 000					
Capacitación	-50 000					
Costo por Reparación de Máquina **		-326 680	-326 680	-326 680	-326 680	-326 680
Valor de Rescate (Resina) *						119 952
Valor de Rescate (Carbón) *	28 426					
<b>REDUCCION DE COSTOS</b>						
Energía **	0	2 246	2 246	2 246	2 246	2 246
Transporte **	0	2 160	2 160	2 160	2 160	2 160
Cemento ***	0	164 250	164 250	164 250	164 250	164 250
Boda ***	0	76 322	76 322	76 322	76 322	76 322
Diesel ***	0	225 662	225 662	225 662	225 662	225 662
Mantenimiento ***	0	31 000	31 000	31 000	31 000	31 000
Reproceso ***	0	62 431	62 431	62 431	62 431	62 431
<b>FLUJO CAJA ECONOMICO</b>	<b>-679 574</b>	<b>237 391</b>	<b>237 391</b>	<b>237 391</b>	<b>237 391</b>	<b>357 343</b>
<b>TASA DSCTO</b>	<b>10%</b>					
<b>VAN</b>	<b>1</b>	<b>96 064</b>				

FUENTE: Propia

\* Datos tomados de la página 35.

\*\* Datos tomados de la página 36.

\*\*\* Datos tomados de la página 37.

**FLUJO DE CAJA ECONÓMICO INCREMENTAL**

**ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE RESINAS DE INTERCAMBIO IÓNICO PARA RECUPERAR ORO A PARTIR DE SOLUCIONES DE LIXIVIACIÓN DE**

**FLUJO DE CAJA ECONÓMICO INCREMENTAL**

	FLUJO DE CAJA INCREMENTAL					
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INVERSIÓN (MSTCt) *	-696 800					
Capex/Operación	50 000					
Costo por Resinación de Resina **		-325 890	-325 890	-325 890	-325 890	-325 890
Valor de Resina (Resina) *						176 362
Valor de Resina (Oro) **	38 406					
<b>REDUCCIÓN DE COSTOS</b>						
Energía **	0	2 240	2 240	2 240	2 240	2 240
Transporte **	0	2 180	2 180	2 180	2 180	2 180
Operario ***	0	184 750	184 750	184 750	184 750	184 750
Agua ***	0	78 329	78 329	78 329	78 329	78 329
Gasol. ***	0	295 889	295 889	295 889	295 889	295 889
Mantenimiento ***	0	31 000	31 000	31 000	31 000	31 000
Propiedad ***	0	62 431	62 431	62 431	62 431	62 431
<b>FLUJO CAJA ECONÓMICO</b>	<b>-678 374</b>	<b>287 301</b>	<b>287 301</b>	<b>287 301</b>	<b>287 301</b>	<b>367 543</b>
<b>TASA DE COSTO</b>	<b>10%</b>					
<b>VAN</b>	<b>3</b>	<b>38 004</b>				

FUENTE: Proptia

\* Datos tomadas de la página 35

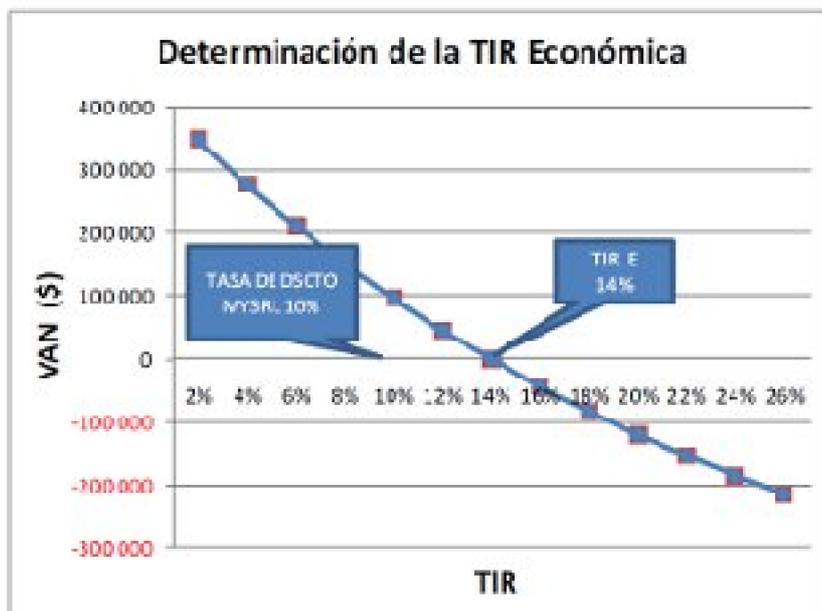
\*\* Datos tomados de la página 36.

\*\*\* Datos tomados de la página 37

**4.2.2 CÁLCULO DE LA TIR ECONÓMICA**

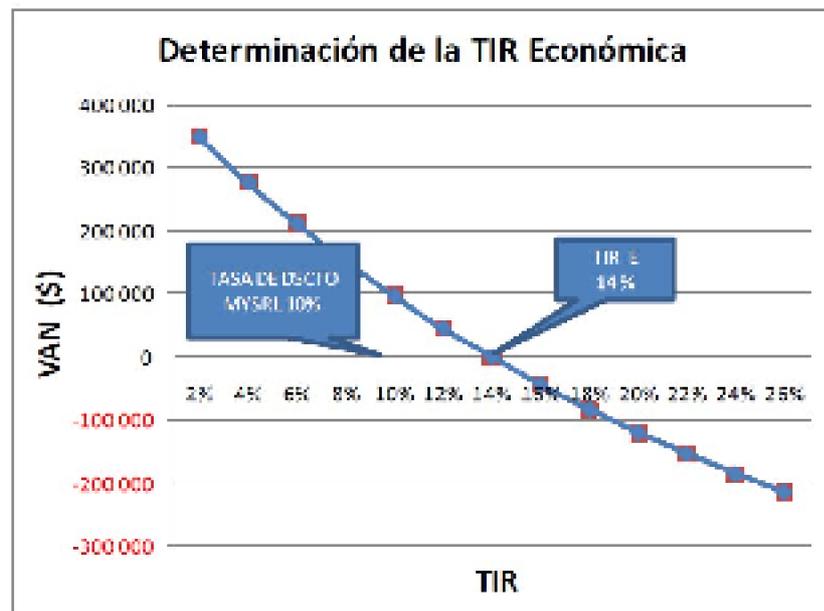
Para ello igualamos los beneficios actualizados contra la Inversión, hasta conseguir un VAN igual a Cero:

TIR E	VAN E (\$)
2%	349 201
4%	277 038
6%	211 237
8%	151 096
10%	96 004
12%	45 430
14%	0
16%	-43 977
18%	-83 581
20%	-120 229
22%	-154 191
24%	-185 729
26%	-215 083



**ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE RESINAS DE INTERCAMBIO IÓNICO PARA RECUPERAR ORO A PARTIR DE SOLUCIONES DE LIXIVIACIÓN DE**

TIR F	VAN F (€)
2%	349 201
4%	277 039
6%	211 237
8%	151 095
10%	96 024
12%	45 430
14%	0
16%	-43 877
18%	-83 581
20%	-120 225
22%	-154 191
24%	-185 729
26%	-215 053



**4.2.3 CÁLCULO DEL VAN FINANCIERO:**

% Capital Propio	60%
% Capital Prestado	40%
COK MYSRL	10%
Costo de Deuda	9%
<b>WACC</b>	<b>8.5%</b>

FUENTE: Propia

*Determinación del WACC: (Costo Promedio ponderado del Capital)*

CUADRO DE ENDEUDAMIENTO						
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INTERES	8%					
SALDO (% Capital prestado)	351,350	292,642	228,850	158,800	82,871	0
PRINCIPAL (\$)		58,708	63,992	68,751	76,028	82,871
INTERESES (\$)		31,621	25,338	20,579	14,301	7,458
CUOTA (\$)		90,329	90,329	90,329	90,329	90,329

FUENTE: Propia

Cuadro de Financiamiento:

CUADRO DE ENDEUDAMIENTO						
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INTERES	8%					
SALDO (% Capital prestado)	351,350	292,642	228,850	158,800	82,871	0
PRINCIPAL (\$)		58,708	63,992	68,751	76,028	82,871
INTERESES (\$)		31,621	25,338	20,579	14,301	7,458
CUOTA (\$)		90,329	90,329	90,329	90,329	90,329

FUENTE: Propia

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
FLUJO DE CAJA ECONOMICO (\$)	-878,374	237,391	237,391	237,391	237,391	267,343
PAGO (\$)		-90,329	-90,329	-90,329	-90,329	-90,329
ESCUDO FISCAL (30% Interes) (\$)		9498	7601	6174	4280	2238
PRESTAMO (\$)	351,350					
FLUJO DE CAJA FINANCIERO (\$)	-527,025	156,548	154,963	153,235	151,352	189,251

WACC	8.5%
VAN FINANCIERO (\$)	156,750

FUENTE: Propia

Cálculo del VAN Financiero

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
FLUJO DE CAJA ECONOMICO (\$)	-878,374	237,391	237,391	237,391	237,391	267,343
PAGO (\$)		-90,329	-90,329	-90,329	-90,329	-90,329
ESCUDO FISCAL (30% Interes) (\$)		9498	7601	6174	4280	2238
PRESTAMO (\$)	351,350					
FLUJO DE CAJA FINANCIERO (\$)	-527,025	156,548	154,963	153,235	151,352	189,251

WACC	8.5%
VAN FINANCIERO (\$)	156,750

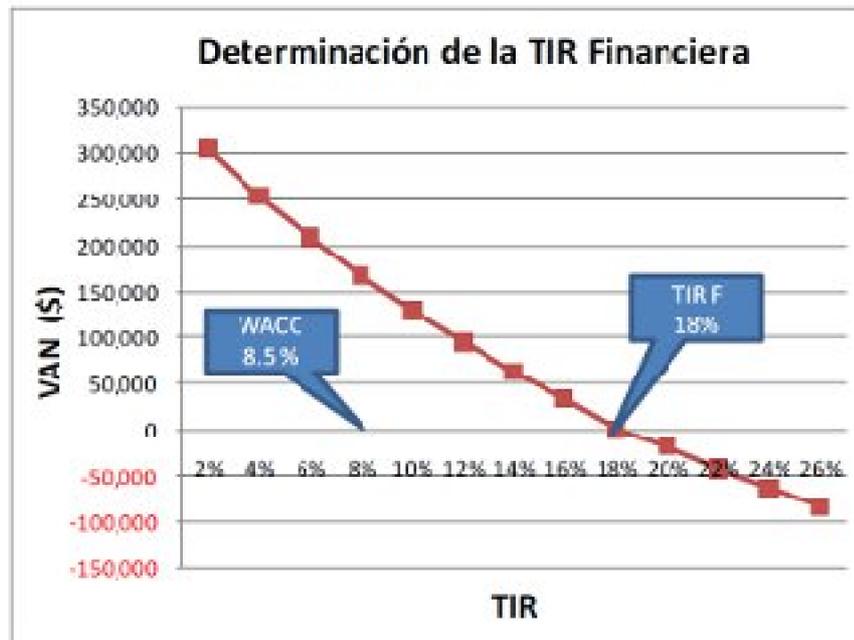
FUENTE: Propia

#### 4.2.4 CÁLCULO DE LA TIR FINANCIERA

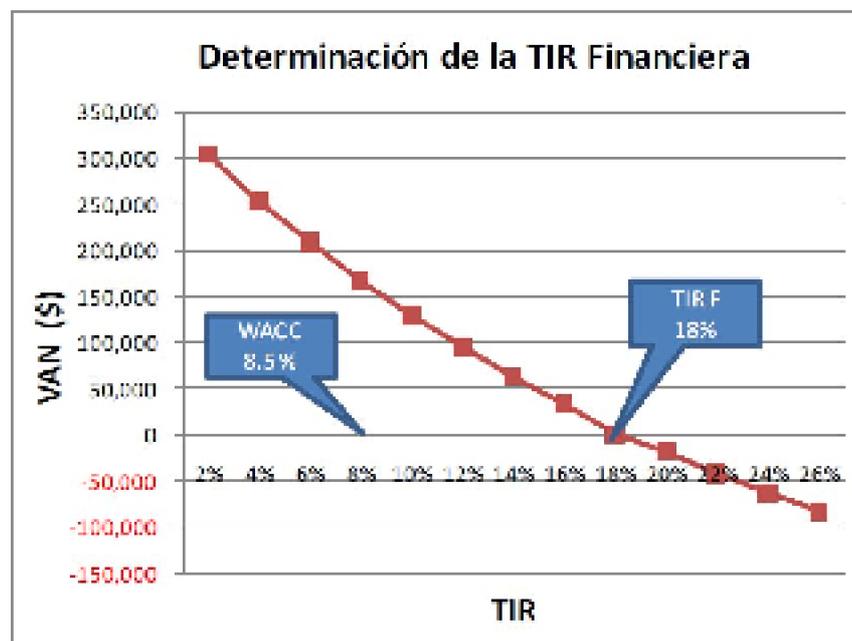
Para ello igualamos los beneficios actualizados contra la Inversión, hasta conseguir un VAN igual a Cero:

**ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE RESINAS DE INTERCAMBIO IÓNICO PARA RECUPERAR ORO A PARTIR DE SOLUCIONES DE LIXIVIACIÓN DE**

TIR F	VAN F (\$)
2%	303,490
4%	253,679
6%	208,322
8%	168,021
10%	129,046
12%	94,322
14%	62,419
16%	33,048
18%	0
20%	-19,082
22%	-42,263
24%	-63,763
26%	-83,738



TIR F	VAN F (\$)
2%	303,490
4%	253,879
6%	208,322
8%	168,821
10%	129,046
12%	91,322
14%	52,416
16%	30,040
18%	0
20%	-19,062
22%	-42,263
24%	-63,763
26%	-83,738



Luego de realizar los cálculos correspondientes, podemos apreciar que para una duración del Proyecto de 5 años el VAN ECONOMICO Y FINANCIERO son Positivos lo que nos permite afirmar que el Proyecto es Viable.

También apreciamos que la tasa Interna de Retorno Económica y Financiera corresponde a 14% y 18% respectivamente, un valor por encima de la tasa de Descuento de la Compañía que es del 10% y del WACC que es del 8.5%, lo que nos permite afirmar que el Proyecto es Viable.

# CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1 CONCLUSIONES:

- Con la Implementación del Sistema de recuperación de Oro con resinas se reducen las pérdidas de Oro en la solución Barren y se incrementará la eficiencia de Recuperación de la Planta.
- El consumo de reactivos en la desorción se reduce al emplear resinas debido a que puede seguir adsorbiendo oro por tiempos más prolongados.
- Las necesidades de transporte y manipulación del adsorbente se reducen debido a que la resina presenta una mejor dureza y resistencia al desgaste que el carbón activado.
- La cantidad de Oro no recuperado se reduce debido a que la resina de intercambio iónico presenta una mayor selectividad y capacidad de carga.

- Las resinas de Intercambio iónico presentan mejores propiedades físico-químicas que el carbón activado.

## **5.2 RECOMENDACIONES:**

- La resina se usa húmeda, de esta manera se deberá hacer una equivalencia entre el peso de resina húmeda y seca ya que los datos se expresan usando el peso de la resina seca.
- Coordinar con los fabricantes y proveedores de resinas internacionales para asegurar el inventario mínimo disponible.
- Con el desarrollo de nuevas tecnologías tenemos que ir probando nuevas resinas que ofrezcan todavía mejores propiedades.
- Las resinas deben de aplicarse en sistemas con lecho fluidizado ya que al igual que el carbón activado necesita estar en suspensión para evitar su compactación.
- No se requiere modificación de Reactores, porque se van a emplear las mismas instalaciones debido a que la resina opera a condiciones similares que el carbón activado.

# REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

## Libros (Textos):

C. Fleming, 1990, 1er Simposium Internacional de Oro, Lima.

Grupo Intercade, 2008, Diplomado en Geometalurgia del Oro y Cobre, Universidad de Piura

Juan Vargas, 1990, Metalurgia del Oro y la Plata, Lima, Ed. San Marcos, Tercera Edición.

MYSRL, 2008, Revista Doré, Cajamarca, Newmont.

Sergio Misari, 1993, Metalurgia del Oro, Lima, CEPECT.

Sociedad Metalúrgica Minera, 2006, Química de la Extracción del Oro, Lima, 2da Edición.

TECSUP, 1999, Recuperación de metales preciosos a partir de soluciones cianuradas, Lima.

**ANEXO 01**

**COSTO DE REACTIVOS Y SUMINISTROS**

**INVENTORY ITEM REVIEW ( MINERA YANACOCHA S.R.L. (PRODUCTIVO) )**

File Edit Tools Help

OK  Revert    Undo Warehouse Inventory Review Search Ref. Code

Stock Code:

or Part Number:

or Colloquial:

or Equip.Ref/EGI:

or Manufacturer Mnemonic:

or Group Class:

or Item Name Code:

Item Description **General** Holding Provisioning Usages

Unit of Issue:

Issue Price:

**INVENTORY ITEM REVIEW ( MINERA YANACOCHA S.R.L. (PRODUCTIVO) )**

File Edit Tools Help

OK  Revert    Undo Prior Item Warehouse Inventory Review Search Ref.

Stock Code:

or Part Number:

or Colloquial:

or Equip.Ref/EGI:

or Manufacturer Mnemonic:

or Group Class:

or Item Name Code:

Item Description **General** Holding Provisioning Usages

Unit of Issue:

Issue Price:

**INVENTORY ITEM REVIEW ( MINERA YANACOCHA S.R.L. (PRODUCTIVO) )**

File Edit Tools Help

OK  Revert  Undo Prior Item Warehouse Inventory Review Search Ref.

Stock Code:

or Part Number:

or Colloquial:

or Equip.Ref/EGI:

or Manufacturer Mnemonic:

or Group Class:

or Item Name Code:

Item Description **General** Holding Provisioning Usages

Unit of Issue:

Issue Price:

**INVENTORY ITEM REVIEW ( MINERA YANACOCHA S.R.L. (PRODUCTIVO) )**

File Edit Tools Help

OK  Revert  Undo Prior Item Warehouse Inventory Review Search Ref.

Stock Code:

or Part Number:

or Colloquial:

or Equip.Ref/EGI:

or Manufacturer Mnemonic:

or Group Class:

or Item Name Code:

Item Description **General** Holding Provisioning Usages

Unit of Issue:

Issue Price:

**ANEXO 02**

**COSTO DE RESINA POR TONELADA**



**mercantil  
interamericana S.A.C.**  
TECNOLOGÍAS EN AGUA Y PROCESOS

Jr Rizo Patrón 157 Lima 34 Perú

phone 511 444-8215 / 242-2794 Fax : 511 444-8376

www.merinsa.com

## COTIZACION No. 003366/SER

**SEÑOR(ES) :** SERGIO RODRIGUEZ CARPIO

**RUC:** 42818026

**Fecha.:** 19/05/2009

**ATT. SR(A) :** SERGIO RODRIGUEZ

**Dirección:** CAJAMARCA

**Teléfono :**

**E- mail :** fernando\_huaraz@hotmail.com

Item	Codigo	Descripción	UND MED	CANTIDAD	VALOR DE VENTA	IMPORTE TOTAL
------	--------	-------------	------------	----------	-------------------	------------------

1	8333130101	MEDIOS FILTRANTES RESINA	LT	1,000.0000	15.00	15,000.00
---	------------	--------------------------	----	------------	-------	-----------

Marca : PUROLITE

Modelo : A100/2412 - RESINA ANIÓNICA

APLICACIÓN : RECUPERACIÓN DE ORO

APARIENCIA : BOLAS ESFÉRICAS

CAPACIDAD TOTAL : (MIN.) 3.80 EQ/L

GRAVEDAD ESPECÍFICA : 1.04/1.06 G/ML

TEMPERATURA LÍMITE : 100 °C

LÍMITE DE PH : NINGUNO (ESTABLE EN TODO EL RANGO)

Procedencia :CHINA

RESINA ANIONICA / SERGIO RODRIGUEZ

Son: DIEZ Y SIETE MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y 00/100 DOLARES AMERICANOS

<b>SUBTOTAL</b>		15,000.00
<b>IGV</b>		2,850.00
<b>TOTAL</b>	<b>US\$</b>	17,850.00

**ANEXO 03**

**MSDS DEL CARBON ACTIVADO**

# Hojas de Datos de Seguridad

## Material Safety Data Sheet (MSDS)

Fecha: 31-Ago-2006 / Revisión: 01

### 992 CARBON ACTIVADO GRANULADO 0,5 - 1,0 mm (18-35 ASTM) Pro-análisis

#### 1. Identificación de la sustancia/preparado y de la sociedad/empresa

**Identificación del producto:**

Denominación: CARBON ACTIVADO GRANULADO 0,5 - 1,0 mm (18-35 ASTM) Pro-análisis

**Uso de la sustancia/preparado:**

Uso exclusivo de laboratorio. Reactivo en análisis, investigación y química fina.

**Identificación de la sociedad/empresa:**

Reagents S.A.  
Hunzinger 434  
S2200CBD  
San Lorenzo  
(Santa Fe) Argentina  
Tel. (+54) 3476 423 021  
Urgencias:  
Tel. (+54) 3476 423 021

#### 2. Composición/Información de los componentes

**Sinónimos:**

**Fórmula:** C

**Peso molecular:** 12,01

**CAS:** 7440-44-0

**Nº CE (EINECS):** 231-153-3

**Nº de índice CE:** -

Health:	0
Flammability	2
Reactivity	0

#### 3. Identificación de los riesgos

Sustancia no peligrosa según Directiva 67/548/CEE.

#### 4. Medidas de primeros auxilios

**Indicaciones generales:** -

**Inhalación:** -

**Contacto con la piel:** Lavar abundantemente con agua. Quitarse las ropas contaminadas.

**Contacto con los ojos:** Lavar con agua abundante manteniendo los párpados abiertos.

**Ingestión:** Por ingestión de grandes cantidades: En caso de malestar, pedir atención médica.

#### 5. Medidas en caso de incendio

**Medios de extinción adecuados:** Agua. Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Espuma. Polvo seco.

**Medios de extinción que NO deben utilizarse:** -

**Riesgos especiales:** Combustible. Riesgo de explosión del polvo.

**Equipos de protección:** -

#### 6. Medidas en caso de derrames o fugas

**Precauciones individuales:** -

**Protección del medioambiente:** -

**Métodos de recogida/limpieza:** Recoger en seco. Limpiar los restos con agua abundante.

#### 7. Manipulación y almacenamiento

**Manipulación:** Sin indicaciones particulares.

**Almacenamiento:** Recipientes bien cerrados. Ambiente seco. Temperatura ambiente.

#### 8. Controles de exposición y protección personal

**Medidas técnicas de protección:** -

**Control límite de exposición:** -

**Protección respiratoria:** -

**Protección de las manos:** Usar guantes apropiados

## 9. Propiedades físicas y químicas

Aspecto: Sólido negro.  
Olor: Inodoro.  
pH ~6 (50 g/l)  
Solubilidad: Insoluble en agua

## 10. Estabilidad y reactividad

**Condiciones que deben evitarse:** -  
**Materias que deben evitarse:** Agentes oxidantes fuertes.  
**Productos de descomposición peligrosos:** -  
**Información complementaria:** -

## 11. Información toxicológica

**Toxicidad aguda:** -  
**Efectos peligrosos para la salud:** No son de esperar características peligrosas.  
Observar las precauciones habituales en el manejo de productos químicos.

## 12. Información Ecológica

**Movilidad:** -  
**Ecotoxicidad:** Test EC50 (mg/l): -  
Medio receptor: -  
Observaciones: -  
**Degradabilidad:** Test: -  
DBO5/DQO Biodegradabilidad: -  
Degradación abiótica según pH: -  
Observaciones: -  
**Acumulación:** Test: -  
Bioacumulación: -  
Observaciones: -

### Otros efectos sobre el medioambiente:

Producto insoluble en agua. Manteniendo las condiciones adecuadas de manejo no cabe esperar problemas ecológicos.

## 13. Consideraciones sobre la eliminación

Los restos de productos químicos y materiales peligrosos deberán eliminarse de acuerdo a la legislación y/o reglamentación local, estatal o nacional vigente.  
En general, los residuos químicos se pueden eliminar a través de las aguas residuales, por el desagüe u otra alternativa segura, una vez que se acondicionen de forma de ser inocuos para el medioambiente.  
Los envases contaminados deberán tratarse como el propio producto contenido.  
Debe consultarse con el experto en desechos y las autoridades responsables.

## 14. Información relativa al transporte

**Terrestre (ADR):** Denominación técnica: -  
ONU: - Clase: - Grupo de embalaje: -  
**Marítimo (IMDG):** Denominación técnica: -  
ONU: - Clase: - Grupo de embalaje: -  
**Aéreo (ICAO-IATA):** Denominación técnica: -  
ONU: - Clase: - Grupo de embalaje: -  
Instrucciones de embalaje: -

## 15. Información reglamentaria

### Símbolos:

### Indicaciones de peligro:

-

Frases S: 2-7-22-28.1-38 Manténgase fuera del alcance de los niños. Manténgase el recipiente bien cerrado. No respirar el polvo. Manténgase el recipiente bien cerrado y en lugar bien ventilado. En caso de ventilación insuficiente, úsese equipo respiratorio adecuado.

**ANEXO 03**

**MSDS DE LA RESINA DE INTERCAMBIO IONICO**



# MATERIAL SAFETY DATA SHEET

## 1 PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION

**Product Name:** A100  
A103,A104,A105,A106,A107,A109,A120,A123,A133,A134,A140,A143,A180,CTA190,PFA100,  
PFA103,PFA120,PFA123,PFA143,PPA100,PPA103 (also in E, S, CL, DL, DR, EP, FL, PL grade)

**Manufacturer Name:**  
The PuroLite Company  
150 Monument Road  
Bala Cynwyd, PA 19004, USA  
Tel: +1 610 668 9090; Fax: +1 610 668 8139

**Emergency Telephone:**  
(866) 387-7344  
Non-toll free number: 760-602-8703

**Supplier:**  
PuroLite International Limited  
Llantrisant Business Park  
Llantrisant, Wales, UK CF72 8 L  
Tel: +44 1443 229334; Fax: +44 1443 227073

PuroLite Company Ltd.  
Dongmenwai, Chengguan Town. Deqing Co.,  
Huzhou City, Zhejiang 313216  
Tel: +86 572 842 2908; Fax: +86 572 842 5345

**Intended Use:** Ion Exchange, Adsorbent, and / or Catalyst  
**Contact Person:** Ken Shaner, E-mail: [kshaner@puro-liteusa.com](mailto:kshaner@puro-liteusa.com)

## 2 HAZARDS IDENTIFICATION

**Emergency Overview**  
**Physical State:** Solid (bead)  
**Color:** Not applicable.  
**Odor:** Not applicable.

Low hazard for usual industrial or commercial handling by trained personnel.

### **Potential Health Effects**

**Inhalation:** Limited inhalation hazard at normal work temperatures.

**Eye Contact:** May cause temporary eye irritation.

**Skin Contact:** May be slightly irritating to skin.

**Ingestion:** Under normal conditions of intended use, this material does not pose a risk to health. However, ingestion may cause irritation and malaise.

**Chronic Health Effects:** No other specific acute or chronic health impact noted.

**Target Organ(s):** | Eye | Skin.

**Potential Physical / Chemical Effects:** This product is not flammable.

**OSHA Regulatory Status:** This product is not hazardous according to OSHA 29CFR 1910.1200.

**Environment:** The environmental hazard of the product is considered to be limited.

<b>3</b>	<b>COMPOSITION / INFORMATION ON INGREDIENTS</b>
----------	---

**General Information:** The product contains: Polymer.

Chemical Name	CAS-No.	Concentration*
Methanamine, N-methyl-, reaction products with chloromethylated divinylbenzene-styrene polymer	68441-29-2	35 - 65%
Water	7732-18-5	35 - 65%

\* All concentrations are percent by weight unless ingredient is a gas. Gas concentrations are in percent by volume.

<b>4</b>	<b>FIRST AID MEASURES</b>
----------	---------------------------

**Inhalation:** No specific first aid measures noted.

**Eye Contact:** Any material that contacts the eye should be washed out immediately with water. If easy to do, remove contact lenses. Get medical attention if any discomfort continues.

**Skin Contact:** Wash skin with soap and water.

**Ingestion:** Immediately rinse mouth and drink plenty of water (200-300 ml). Large quantities: Get medical attention if irritation develops and persists.

<b>5</b>	<b>FIRE-FIGHTING MEASURES</b>
----------	-------------------------------

**Extinguishing Media:** Extinguish with foam, carbon dioxide, dry powder or water fog.

**Unsuitable Extinguishing Media:** Not applicable.

**Special Fire Fighting Procedures:** Self-contained breathing apparatus and full protective clothing must be worn in case of fire.

**Unusual Fire & Explosion Hazards:** None known.

**Hazardous Combustion Products:** Amines, Ammonia, Carbon Oxides, Nitrogen Oxides, Styrene

**Protective Measures:** Selection of respiratory protection for fire fighting: follow the general fire precautions indicated in the workplace.

**Flammability Class:** NFPA Rating Fire = 1.