



## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

### I. Título

PROPUESTA DE RECUPERACIÓN DE ORO DE RELAVE CON UN CONCENTRADOR GRAVIMÉTRICO DE LA EMPRESA MINERA CORI PUNO S.A.C. – UNTUCA 2021.

### II. Resumen del Proyecto de Tesis

La presente investigación tiene como objetivo principal. Determinar el proceso de recuperación de oro del relave de flotación con un concentrador gravimétrico de la empresa minera Cori Puno S.A.C., utilizando para las pruebas experimentales el concentrador gravimétrico Falcon SB40. En los relaves finales de la planta concentradora cada vez se están incrementando el desplazamiento de oro libre fino, debido también al incremento de tonelaje tratado, estando el oro libre en partículas muy finas de acuerdo al análisis de microscopía de los relaves, se ve la necesidad de realizar pruebas de gravimetría para poder recuperar ese oro que no se puede recuperar en el circuito de flotación actual. Teniendo en cuenta que el oro libre está en rangos muy finos es necesario usar un concentrador gravimétrico con alta fuerza G por lo tanto procedemos a modificar las 32 condiciones de operación del FALCON SB40. El diseño de investigación que se utilizara será experimental se realizara pruebas metalúrgicas en el laboratorio utilizando el relave para recuperar el oro y así poder determinar los resultados de cálculos matemático-estadístico y analítico.

### III. Palabras claves (Keywords)(Colocadas en orden de importancia. Máx. palabras: cinco)

Concentrador gravimétrico, flotación, relaves y oro.

### IV. Justificación del proyecto

El estudio apunta a recuperar el oro del relave y mejorar la productividad, usando concentrador gravimétrico falcon SB40 que son protectores del medio ambiente. En los relaves finales de la planta concentradora cada vez se están incrementando el desplazamiento de oro libre fino, debido también al incremento de tonelaje tratado, estando el oro libre en partículas muy finas de acuerdo al análisis de microscopía de los relaves, se ve la necesidad de realizar pruebas de gravimetría para poder 29 recuperar ese oro que no se puede recuperar en el circuito de flotación actual.

Teniendo en cuenta que el oro libre está en rangos muy finos es necesario usar un concentrador gravimétrico con alta fuerza G por lo tanto procedemos a modificar las condiciones de operación del FALCON SB40.

Es muy importante destacar la dificultad que se tiene para la recuperación del material valioso siendo necesario investigar otras técnicas de concentración que aprovechen propiedades físicas del material, el concentrador Falcón es uno de ellos, lo cual permite mayor concentración de granulometría fina y no solamente se basa en la fuerza centrífuga para separar minerales de minerales diferentes,



51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100  
101

también tienen la capacidad de mejorar el porcentaje de recuperación de concentrado de oro fino, la concentración gravimétrica es un término usado generalmente para describir aquellas operaciones donde mezclas de partículas de distintos tamaños. Formas y gravedad específica son separadas unas de otras por medio del uso de la fuerza de gravedad o de fuerzas centrifugas. El presente trabajo de investigación busca optimizar la recuperación de oro de los relaves de flotación, para que le empresa tenga utilidades.

## V. Antecedentes del proyecto

### Antecedentes internacionales

**Manuel, (2016)** en su tesis titulada. Recuperación gravimétrica de Au en el proceso de flotación de sulfuros masivos. Tuvo como objetivo general. Es el de concentrar Au gravimétrico con muestras del proceso, promover la instalación de más concentradores gravimétricos que puedan incrementar la recuperación de Au sin afectar la flotación selectiva. Llegando a las conclusiones. Las concentraciones de Au obtenidas en estas pruebas demuestran que aún es posible concentrar Au gravimétricamente. Se tiene alta relación de concentración y recuperación con las muestras del flujo de las colas de los concentradores XD-20 debido a su baja capacidad (30 % de eficiencia en la recuperación de Au) y a que en la carga recirculante de los molinos de bolas se encuentra el mayor contenido de Au gravimétrico con un alto flujo volumétrico. Con las muestras de gruesos de remolienda de Zn y colas de columna de Pb al aumentar la alimentación al concentrador hay una tendencia a incrementar la concentración y la recuperación habiendo un punto máximo de esta relación, y posterior a esta alimentación se tiene una caída, principalmente en la recuperación debido a sobrepasar la capacidad del equipo.

**Cabrera, (2015)** en su tesis titulada. Recuperación de oro por gravimetría de mineral proveniente del Distrito Minero Nambija "Condominio Sur". Tuvo como objetivo general. Recuperación de oro mediante la aplicación de métodos gravimétricos: Mesa Vibratoria y Concentración Centrífuga Knelson; estimando los porcentajes de rendimiento. Llegando a las conclusiones. El peso específico del material obtenido dentro del Distrito Minero Nambija "Condominio Sur" es de 3,08 g/cm<sup>3</sup>. El análisis químico de cabeza nos da una ley equivalente a 0,262 ppm de Au, 537 ppm de Pb, 1,785 ppm de Cu, 38,430 ppm de Fe, 2,84 ppm de Pt, 252,2 ppm de Zn. La granulometría inicial del material corresponde a un D80= 17 mallas. El análisis mineralógico nos presenta los siguientes resultados: Pirrotina 41%, Esfalerita 22%, Pirita 13%, Calcopirita 3% y Minerales de Roca con un 12%; complementariamente a esto se realizó un análisis de difracción de rayos x en donde tenemos: Albita 4,38%, Augita PX 0,78%, Andradita 31,58%, Augita 3,75%, Vermiculita 0,28%, Enstatita 0,69%, Calcita 3,26%, Caolinita 3,37%, Natrolita 0,79%, Pirita 6,28%, Cuarzo 19,04%, Forsterita 8,06%, Hialofana 17,74%. No se logró detectar oro debido a sus bajas leyes. Con estos resultados se determina que la roca corresponde a un SKARN. El mejor rendimiento de concentración de oro para el ensayo de mesa vibratoria se obtiene a 125 mallas con 15 min de molienda, con una recuperación del 37,78 %.

### Antecedentes nacionales



102  
103  
104  
105  
106  
107  
108  
109  
110  
111  
112  
113  
114  
115  
116  
117  
118  
119  
120  
121  
122  
123  
124  
125  
126  
127  
128  
129  
130  
131  
132  
133  
134  
135  
136  
137  
138  
139  
140  
141  
142  
143  
144  
145  
146  
147  
148  
149  
150  
151  
152

**Lobe, (2018)** en su tesis titulada. Concentración de magnetita y oro libre, en los suelos aluviales de inguro (Bellavista, Jaén, Cajamarca) por el método gravimétrico, como una alternativa ambiental. Tuvo como objetivo general. Determinar si la magnetita y oro libre en los suelos aluviales del C.P. Inguro (distrito Bellavista, provincia Jaén y departamento Cajamarca) pueden extraerse por el método gravimétrico, como alternativa ambiental. Llegando a las conclusiones. De acuerdo a las pruebas experimentales utilizando el método gravimétrico se logra recuperar en el caso del oro (Au) desde el 71,51% hasta 74,5% y en el caso de la magnetita ( $Fe_3O_4$ ) desde el 73,28% hasta 74,0% para los 17 puntos de muestreo; lo cual es una alternativa para controlar el impacto ambiental de los suelos, al no utilizar tóxicos (Mercurio, Cianuro) para su recuperación. Al completar el muestreo sistemático y tener las leyes de los análisis, se confirma que el material de entrada para el oro libre es de  $0,40\text{ g/m}^3$  y en el caso de la magnetita es de  $15,0\text{ mg/kg}$ ; determinándose la concentración promedio del proceso gravimétrico en oro libre  $9,9\text{ g/m}^3$  y en la magnetita de  $66,14\text{ mg/kg}$ . De acuerdo al análisis estadístico practicado, para el oro libre, respecto al mineral de entrada con el relave se ha logrado determinar la correlación negativa baja, con el concentrado positiva alta y con la recuperación es negativa alta. Para la magnetita, respecto al mineral de entrada con el relave, se ha logrado determinar la correlación positiva muy alta; con el concentrado, positiva muy alta y con la recuperación, es positiva moderada

**Huarecallo , (2019)** en su tesis titulada. Optimización del proceso de recuperación de oro con un concentrador centrífugo para la pequeña minería aurífera. Tuvo como objetivo general. La optimización del proceso de recuperación de oro con una granulometría conveniente obtenida de un concentrador centrífugo para la pequeña minería. Llegando a las conclusiones. Se concluye que se realizó la caracterización física del mineral se determinó el % de humedad y resultó 2,25 % mientras el peso específico fue de  $2,7\text{ g/cm}^3$ , se conoció el análisis granulométrico del mineral después de cada tiempo de molienda hasta obtener un 70 o 71 % malla -200. Utilizando este método de recuperación mediante el concentrador falcón SB evitamos el uso de reactivos como mercurio y otros que afectan al medio ambiente, y así también se reduce los gastos de consumo en reactivos. Se varió diferentes flujos de agua en las pruebas con el concentrador falcón, con el propósito de conocer este parámetro y ver sus resultados, se realizaron pruebas piloto variando el flujo, mejorando así la recuperación en un 40 % con respecto a los obtenidos en la planta piloto por la minera.

### **Antecedentes locales**

**Trujillo, (2020)** en su tesis titulada. Optimización del proceso gravimétrico del concentrador FALCON para la recuperación de estaño fino a partir de relaves en la mina San Rafael. Tuvo como objetivo general. Si optimizamos las variables influyentes en el proceso gravimétrico falcón a nivel planta piloto se maximiza la recuperación de estaño fino a partir de relaves en la unidad minera san Rafael. Llegando a las siguientes conclusiones. Al termino de las pruebas metalúrgicas a nivel de laboratorio se llega a una recuperación máxima de estaño fino a partir de relaves utilizando el proceso gravimétrico falcón es de 56. 42 % demostrándose que se incrementó en 7.6 % de recuperación a una granulometría de 15 micras. Haciendo una comparación con la recuperación a nivel experimental la pendiente ascendiente es de 63.23% con una granulometría de 16 con un tiempo de 175



153  
154  
155  
156  
157  
158  
159  
160  
161  
162  
163  
164  
165  
166  
167  
168  
169  
170  
171  
172  
173  
174  
175  
176  
177  
178  
179  
180  
181  
182  
183  
184  
185  
186  
187  
188  
189  
190  
191  
192  
193  
194  
195  
196  
197  
198  
199  
200  
201  
202  
203

segundos. Para optimizar el 7.6 % de recuperación de estaño fino a partir de relaves; se inició alimentando la pulpa al concentrador centrifugo gravimétrico falcon con 22 micrones hasta llegar a 15 micrones que es la granulometría óptima. **Clizaya, (2021)** en su tesis titulada. Implementación de espiral gravimétrico para la recuperación de relave de baja ley in situ en la minera Minka Ayahuay S.A.C. – Apurímac. Tuvo como objetivo general. Implementar el espiral gravimétrico para la recuperación del valor comercial de los relaves auríferos de baja ley in situ en la Minera Minka Ayahuay S.A.C. – Apurímac. Llegando a las conclusiones. La ley mineral se incrementa de 0.22 a 0.81 Oz/Tm, asimismo el relave aurífero de baja ley se reduce de 150 Tm a 34 Tm de concentrado, cuyo valor comercial cubre todos los costos (costo de producción y costo de la comercialización) y nos genera una utilidad de 115 06.10 \$; el cual en soles equivale 38 200.2 nuevos soles. Los espirales se caracterizan por tener buenos índices de recuperación, de igual manera tienen bajo factor de enriquecimiento, por este motivo los espirales son utilizados en la fase de preconcentración o para la recuperación de minerales residuales. En el proceso de concentración de los relaves auríferos se obtuvo una recuperación de 0,83.44 %, el cual se obtuvo con los parámetros operacionales siguientes: fracción de sólidos 0,2 (20%) y caudal de agua manejado de 73 L/min.

**Morales , (2016)** en su tesis titulada. Determinación de CUT -OFF de mineral de cancha para la recuperación Gravimetrica de Oro-zona Limbani Puno. Tuvo como objetivo general. Determinar el Cut-Off a partir de las variables óptimas para la concentración gravimétrica de relaves de oro utilizando un equipo concentrador FALCON - ICON a través de métodos estadísticos de análisis y análisis de laboratorio de concentración gravimétrica que permitan determinar el máximo rendimiento de la concentración gravimétrica de mineral de oro. Llegando a las siguientes conclusiones. La molienda está íntimamente ligado a la liberación de las partículas económicamente importantes, es decir el oro y el mercurio que encapsula partículas de oro. Para este concentrador se determinó que el mejor grado de liberación se obtiene a malla -200, aun a malla -150 el porcentaje de recuperación es muy bueno, casi dobla el obtenido por amalgamación. Una buena densidad de flujo es vital para que el concentrador no se atore en la ingesta del material para el proceso, una densidad demasiado baja entorpece hasta bloquear el proceso de concentración. Una densidad demasiado alta genera una dispersión muy elevada aumentado la posibilidad de que el material valioso sea eyectado junto con la ganga y sea muy pobre el porcentaje de material recuperado. Como resultado, la densidad de flujo óptima está íntimamente ligada al grado de molienda del material, para malla -100,-150 y -200 las densidades de flujo optimas fueron 1.465, 1.495 y 1.51 gr/cm3.

## VI. Definición del problema

### Problema general

¿Cómo será la recuperación de oro del relave de flotación con un concentrador gravimétrico de la empresa minera Cori Puno S.A.C.– Untuca 2021?

### Problema específico

¿Cómo será la recuperación con la concentradora falcon sd40 el relave de flotación por el proceso de gravimetría de la empresa minera Cori Puno S.A.C. – Untuca 2021?

¿Cómo se realizará el balance metalúrgico en la empresa minera Cori Puno S.A.C – Untuca 2021?



204  
205  
206  
207  
208  
209  
210  
211  
212  
213  
214  
215  
216  
217  
218  
219  
220  
221  
222  
223  
224  
225  
226  
227  
228  
229  
230  
231  
232  
233  
234  
235  
236  
237  
238  
239  
240  
241  
242  
243  
244  
245  
246  
247  
248  
249  
250  
251  
252  
253

## VII. Hipótesis del trabajo

### Hipótesis general

Es posible la recuperación de oro del relave de flotación con un concentrador gravimétrico de la empresa minera cori puno – Untuca 2021

## VIII. Objetivo general

### Objetivo general

Determinar el proceso de recuperación de oro del relave de flotación con un concentrador gravimétrico de la empresa minera Cori Puno S.A.C. – Untuca 2021

## IX. Objetivos específicos oro del relave con un concentrador gravimétrico

- Determinar la recuperación de oro por la concentradora falcon sd40 el relave de flotación con un concentrador gravimétrico de la empresa minera Cori Puno S.A.C.– Untuca 2021
- Determinar el balance metalúrgico de oro en la empresa minera Cori Puno S.A.C. – Untuca 2021

## X. Metodología de investigación

### 10.1. Metodología

En este presente estudio la metodología que se realiza es por el método experimental, de la empresa minera cori puno, donde se utilizara el material de relave.

### 10.2. nivel de investigación

El diseño de investigación que se utilizara será experimental se realizara pruebas metalúrgicas en el laboratorio utilizando el relave para recuperar el oro y así poder determinar los resultados de cálculos matemático-estadístico y analítico.

### 10.3. población muestra de estudio

#### Población

La población es el relave final de flotación de la empresa minera Cori Puno S.A.C.

#### Muestra de estudio

Las muestras a estudiar serán minerales que contienen oro que se evaluara mediante procesos de concentración gravimétrica a nivel de laboratorio y piloto, las variables de operación serán según los resultados logrados en nivel de laboratorio.

#### Técnicas e instrumentos para recolección de datos

La técnica que se aplicará en la elaboración del proyecto será experimental directa, porque existe una relación directa entre la ley de oro en el mineral y la recuperación después del proceso de concentración.



254  
255  
256  
257  
258  
259  
260  
261  
262  
  
263  
264  
265  
266  
267  
268  
269  
270  
271  
272  
273  
274  
275  
276  
277  
278  
279  
280  
281  
282  
283  
284  
285  
286  
287  
288  
289  
290  
291  
292  
293  
294  
295  
296  
297  
298  
299  
300  
301  
302

### **Procedimiento y análisis de datos**

El objetivo principal de realizar las pruebas experimentales es la recuperación de partículas de oro libre, respecto a equipos de laboratorio concentrador falcón SB40. manejando parámetros de operación como: campo centrífugo, flujo (porcentaje de sólidos).

## **XI. Referencias (Listar las citas bibliográficas con el estilo adecuado a su especialidad)**

- Cabrera, S. (2015). Recuperacion de oro por gravimetria de mineral proveniente del distrito minero Nambija "Condominio Sur". Loja Ecuador.
- Clizaya , G. (2021). Implementación de espiral gravimétrico para la recuperación de relave de baja ley in situ en la minera Minka Ayahuay S.A.C. – Apurimac. Puno - Peru.
- Huarecallo , A. (2019). Optimización del proceso de recuperación de oro con un concentrador centrífugo para la pequeña minería aurífera. Tacna - Peru.
- Lobe, C. (2018). Concentración de magnetita y oro libre, en los suelos aluviales de inguro (Bellavista, Jaén, Cajamarca) por el método gravimétrico, como una alternativa ambiental. Cajamarca.
- Manuel, E. (2016). Recuperacion gravimetrica de Au en el proceso de flotación de sulfuros masivos. Mexico.
- Morales , J. (2016). Determinación de CUT -OFF de mineral de cancha para la recuperación Gravimetrica de Oro-zona Limbani Puno. Puno.
- Trujillo , L. (2020). Optimización del proceso gravimétrico del concentrador FALCON para la recuperación de estaño fino a partir de relaves en la mina San Rafael. Puno-Peru .

## **XII. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto**

Utilizando este método de recuperación mediante el concentrador falcón SB40 evitamos el uso de reactivos como mercurio y otros que afectan al medio ambiente, y así también se reduce los gastos de consumo en reactivos.

## **XIII. Impactos esperados**

### **i. Impactos en Ciencia y Tecnología**

Impacta de manera general en ciencia y tecnología ya que se está dentro de lo que es innovación tecnológica, utilizando concentradores FALCON que es uno de los concentradores más avanzados y reconocidos por contar con un control variable de la fuerza de gravedad y bajo consumo de agua de proceso. Ya que siempre las empresas vienen buscando implementar mejoras continuas a su proceso.

### **ii. Impactos económicos**



303  
304  
305  
306  
307  
308  
309  
310  
311  
312  
313  
314  
315  
316  
317  
318  
319  
320  
321  
322  
323  
324  
325  
326  
327  
328  
329  
330  
331  
332  
333  
334  
335  
336  
337  
338  
339  
340  
341  
342  
343  
344  
345  
346  
347  
348  
349  
350

La propuesta de recuperación de oro de los relaves será positivos, los cuales genera rentabilidad a la empresa Cori Puno S.A.C.

### iii. Impactos sociales

Se realiza este proyecto cumpliendo estrictamente con las políticas de la empresa, no afecta a los que laboran. Como también la relación con los pobladores de la zona y/o comunidades cercanas es muy buena, ya que se tiene buenos acuerdos por ambas partes.

### iv. Impactos ambientales

No se utilizará ningún tipo de reactivo, o material que cause algún tipo de daño al medio ambiente.

## XIV. Recursos necesarios (Infraestructura, equipos y principales tecnologías en uso relacionadas con la temática del proyecto, señale medios y recursos para realizar el proyecto)

Infraestructura:  
- Área de preparación mecánica.  
- Área de concentradores gravimétricos.  
Equipos:  
- Concentrador falcón SB 40.  
- Balanza para pesado  
- Computadora core i5  
- Balanza marcy.  
- Horno de secado.  
Materiales de laboratorio:  
- Pizetas.  
- Fiolas de 100 ml, 250 ml.  
- Baldes.  
- Probeta de 1000 ml.  
Materiales de oficina:  
- Cuaderno de apuntes.  
- Lapiceros.  
- Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS).

## XV. Localización del proyecto (indicar donde se llevará a cabo el proyecto)

El proyecto forma parte de las instalaciones de la unidad minera Untuca, que se encuentra localizada en la 240 zona sur del Perú, ubicada políticamente en el distrito de Quiaca, provincia de Sandía, departamento de 241 Puno, a una altitud comprendida entre los 4200 y 5000 m.s.n.m. la planta de beneficio se encuentra a una 242 altitud de 4350 m.s.n.m.

## XVI. Cronograma de actividades

Actividad	Trimestres
-----------	------------



Planificación del problema de investigación	X																	
Búsqueda de antecedentes		X																
Elaboración del proyecto			X															
Aprobación del proyecto				X														
Ejecución del proyecto					X	X	X											
Redacción del proyecto									X	X								
Presentación y sustentación del proyecto															X			

351  
 352  
 353

### XVI. Presupuesto

Descripción	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Computadora	2000.00	1	2000.00
Hojas Bond	0.10	1000	100.00
Libros	30.00	10	300.00
Camara Fotografica	300.00	1	300.00
<b>Sub total</b>			<b>2700.00</b>
<b>Servicios</b>			
Impresión del proyecto	0.10	50	5.00
Revisión Bibliográfica	150	1	150.00
Procedimiento estadístico computarizado	400	1	400.00
Informes parciales y finales	100	4	400.00
Imprevistos	600		600.00
<b>Total</b>			<b>4955.00</b>

354  
 355  
 356