

*Sociedad Nacional de Minería*

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS  
PARA CALCULOS DE TARIFAS  
DE MINERALES Y PRODUCTOS MINEROS**

**( 1996 )**

**(JUNIO, REVISION Nº 1 SUGERENCIAS DE PRODUCTORES)**

Preparado por:  
Rubén Varas Aravena  
Jefe Depto. Técnico  
Sociedad Nacional de Minería

## PRESENTACION

Una de las principales tareas que se ha impuesto la Sociedad Nacional de Minería, en beneficio de los pequeños productores mineros, es entregar las herramientas necesarias con el propósito de apoyarlos en su amplia y compleja gestión productiva.

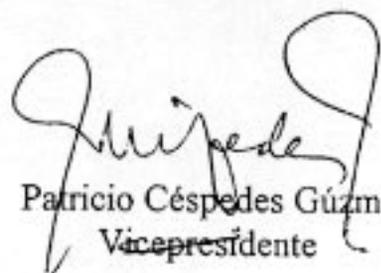
En este sentido, hemos elaborado el presente trabajo, que consigna el procedimiento de cálculos de tarifas de minerales y productos mineros, con el objeto de interiorizarlos en estas materias.

El Manual se enmarca dentro de las actividades de la Secretaría Minera impulsada por nuestra entidad gremial, y explica de manera simple y detallada los fundamentos que rigen los cálculos de tarifas, así como los cargos y parámetros que se aplican.

Así mismo, deseamos manifestar la constante preocupación por éste estrato productivo, lo que nos motiva a preparar una serie de otras iniciativas de similares características, que incluirán temas de interés para el sector, y que se darán a conocer oportunamente.

Esperamos que el presente documento sirva, de manera práctica, en esta actividad que con tanto sacrificio desarrollan ustedes, los pequeños productores mineros.

Finalmente, deseo manifestar que la modernización de nuestro sector es fundamental para enfrentar el nuevo siglo que se avecina.



Patricio Céspedes Gúzman  
Vicepresidente

## INDICE

<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>Procedimientos para Determinación de Tarifas</b>	
<b>Precipitados de Cobre</b>	<b>7</b>
<b>Minerales de Cobre Lixiviación</b>	<b>15</b>
<b>Resumen de Fórmulas</b>	<b>25</b>
<b>Concentrados de Cobre</b>	<b>30</b>
<b>Minerales de Cobre Flotación</b>	<b>38</b>
<b>Resumen de Fórmulas</b>	<b>44</b>
<b>Concentrados de Oro</b>	<b>49</b>
<b>Minerales de Oro Flotación</b>	<b>57</b>
<b>Resumen de Fórmulas</b>	<b>62</b>
<b>Concentrados de Plata</b>	<b>64</b>
<b>Minerales de Plata Flotación</b>	<b>72</b>
<b>Resumen de Fórmulas</b>	<b>77</b>
<b>Minerales de Cobre Fundición Directa</b>	<b>79</b>
<b>Resumen de Fórmulas</b>	<b>85</b>
<b>Minerales de Oro Fundición Directa</b>	<b>86</b>
<b>Resumen de Fórmulas</b>	<b>94</b>
<b>Minerales de Plata Fundición Directa</b>	<b>95</b>
<b>Resumen de Fórmulas</b>	<b>103</b>
<b>Anexos</b>	<b>104</b>
<b>Cargos y Parámetros que rigen las tarifas vigentes 1996.</b>	

## INTRODUCCION

El presente Compendio ha sido elaborado por el Departamento Técnico de la Sociedad Nacional de Minería, con el propósito de dar a conocer al sector de pequeños mineros la metodología de cálculo que se utiliza para determinar las tarifas de compra de minerales y concentrados, publicado mensualmente por la Empresa Nacional de Minería u cualquier otro poder comprador.

Este trabajo no pretende dar una visión crítica respecto del funcionamiento del Sistema Tarifario. Tampoco tiene como fin analizar los valores de los parámetros y cargos aplicados en la actualidad, sino que su objetivo es entregar las herramientas necesarias para que cualquier productor pueda realizar dichos cálculos.

## **I.- ANTECEDENTES GENERALES**

Los principales productos que la Empresa Nacional de Minería compra para sus Fundiciones son concentrados de cobre, oro y plata; precipitados y minerales de fundición directa. También adquiere minerales de concentración por flotación y lixiviación que son destinados a sus plantas de beneficio, plantas de flotación para el caso de los sulfuros y plantas de lixiviación para los óxidos.

Los productos obtenidos en cada proceso, son insumos para el proceso siguiente.

En las Plantas de beneficio se realiza la etapa de concentración de los minerales, obteniéndose como productos intermedios concentrados y precipitados que, en conjunto con los minerales de fundición directa, forman parte del abastecimiento propio de las Fundiciones.

En la etapa de fundición se somete a un proceso de refino a fuego para la obtención de ánodos, otro producto intermedio, con el que se abastece a la Refinería.

En el proceso de refino electrolítico, se obtiene como producto final comercializable, cobre electrolítico en forma de cátodos.

En la Planta de Metales Nobles se procesa el barro anódico (un producto resultante de la electrorrefinación del cobre), obteniéndose como producto final oro, plata, selenio crudo y teluro.

Ya que Enami comercializa diferentes productos y minerales, es que debe hacer una clasificación de cada uno de ellos, con el fin de definir a cual etapa del proceso deben ingresar (flotación, lixiviación o fundición).

Esta clasificación depende directamente de la ley que presenten (cantidad de metal contenido en 1 Ton de mineral) y de la naturaleza de éste, de esta forma se distinguen tres categorías:

## **1.1.- MINERALES DESTINO PLANTA**

Son aquellos minerales que Enami compra, y que debido a la baja ley que presentan requieren ingresar a una etapa de concentración. De estos minerales se distinguen tres grupos:

### **MINERALES DE FLOTACION**

Son minerales de oro, plata y sulfuros de cobre.

### **MINERALES DE LIXIVIACION**

Son minerales oxidados de cobre.

### **MINERALES MIXTOS**

Son aquellos minerales que presentan un porcentaje de cobre insoluble (sulfuro) y un porcentaje de cobre soluble (óxido).

Los productos obtenidos en la etapa de concentración son concentrados de cobre, oro y plata (flotación) y precipitados o cemento de cobre (lixiviación); que son productos intermedios que abastecen a las fundiciones.

## **1.2.- MINERALES DESTINO FUNDICION**

Son aquellos minerales que Enami compra y que por la alta ley que presentan no requieren de una concentración previa, por lo que entran directamente a la etapa de fundición. Aquí se encuentran los minerales de alta ley de cobre, oro y plata.

### **1.3.- PRODUCTOS DESTINO FUNDICION**

Son aquellos que han sido previamente concentrados por el productor, el que luego vende a Enami. Así se obtiene un producto con ley suficiente para ingresar a la etapa de fundición. Los productos de esta categoría se clasifican en dos grupos:

#### **CONCENTRADOS DE FUNDICION DIRECTA**

Son los productos obtenidos por flotación y pueden ser de oro, plata y cobre.

#### **PRECIPITADOS DE FUNDICION DIRECTA**

Son los productos obtenidos por lixiviación.

### **II.- TARIFA DE COMPRA DE CONCENTRADOS Y MINERALES**

La tarifa de compra se define como "Precios que Enami paga a los industriales por unidad de mineral o producto, durante un período (mes)".

Se puede generalizar de la siguiente manera: se valoriza la cantidad de metal contenido en el mineral o producto comprado por Enami de acuerdo al precio internacional del metal, referido por la Bolsa de Metales de Londres, y a éste se le descuentan los cargos de tratamiento (costos y pérdidas metalúrgicas), resultando la tarifa de compra, es decir:

$$\text{TARIFA COMPRA} = \text{PRECIO INTERNACIONAL} - \text{CARGOS DE TRATAMIENTO}$$

## PARAMETROS QUE RIGEN LAS TARIFAS

Ley base del concentrado o precipitado,  
Ley base del mineral,  
Pérdidas metalúrgicas y recuperación,  
Cargos de tratamientos  
Precio del metal, y  
Paridad cambiaria.

### LEY BASE DEL MINERAL Y ESCALA

Los minerales que Enami compra provienen de diversas fuentes, en consecuencia presentan diferentes calidades (leyes). Como una forma de facilitar la gestión de compra, Enami publica una única tarifa mensual, referida a una ley base patrón, castigando o premiando las diferentes calidades, por medio de una escala de subida o bajada, expresada en unidad de calidad.

### LEY BASE DEL CONCENTRADO O PRECIPITADO Y ESCALA

Al igual que el caso de los minerales, los concentrados y precipitados que obtienen los productores mineros en sus planteles de beneficio, presentan diferentes calidades (leyes), en consecuencia para facilitar la función comercializadora entre los productores y ENAMI, ésta última publica una única tarifa mensual, referida a una ley base patrón, castigando o premiando las diferentes calidades, por medio de una escala de subida o bajada, expresada en unidad de ley.

### PERDIDAS METALURGICAS Y RECUPERACION

Estos parámetros están relacionados con la eficiencia de los procesos. Como se sabe, prácticamente en todos procesos productivos se originan pérdidas o mermas ocasionadas por el propio funcionamiento de estos, provocando que las cantidades de elementos que entra sea inferior a la que sale. Ello implica que deban descontarse, en el caso de las plantas y fundiciones, dado que los elementos que no se recuperan se van en los relaves o escorias. Estas pérdidas se cuantifican y valorizan y se asumen como un costo.

La Pérdida metalúrgica puede expresarse en términos de ley o recuperación, y se refiere a los finos de metal que se pierde en el proceso de fusión.

El parámetro Recuperación se refiere a las pérdidas de finos que se originan en los procesos de concentración (flotación o lixiviación).

## **CARGOS DE TRATAMIENTO**

Corresponden a los que Enami, o cualquier poder comprador particular, descuenta por procesar un mineral o producto. Se define un cargo específico para cada uno de los procesos en la obtención del producto final. Los cargos que se tienen son:

Cargo por lixiviación,  
Cargo por consumo de ácido y chatarra,  
Cargo por flotación,  
Cargo por fusión, y  
Cargo por refinación y comercialización.

## **PRECIO DEL METAL**

Es el precio con el cual se calculan las tarifas y está referido a las transacciones realizadas en la Bolsa de Metales de Londres (L.M.E.). En ocasiones el precio no corresponde al de mercado, ya que se aplican mecanismos de mercados de futuro para fijar precios, tales como: Opciones, fijaciones y otros.

## **PARIDAD CAMBIARIA**

El tipo de cambio que utiliza Enami para pagar los minerales y productos mineros que compra es en base semanal y corresponde al promedio ponderado que obtiene por venta de divisas, en la semana calendario anterior, se le denomina Dólar Enami.

## 1.- PROCEDIMIENTOS PARA DETERMINACION DE TARIFAS DE PRECIPITADOS DE COBRE Y MINERALES DESTINO LIXIVIACION.

### a.- Precipitado de Cobre

#### Procedimiento de Cálculo

El procedimiento comienza valorizando en términos monetarios una tonelada de precipitado, de una determinada ley de cobre, y los procesos posteriores que se le aplican para la obtención del producto final, es decir, el cátodo.

La metodología explicará cada uno de los parámetros y cargos que participan en la determinación del valor de la tonelada de precipitado.

Por otra parte, la valorización debe ser consistente entre sí, para lo cual se requiere que todas las cifras monetarias asociadas a los diversos procesos, se expresen en la misma unidad de medida, que en este caso es dólares por tonelada de precipitado (US\$/Ton.Prec.).

#### a.1.- Valor de la Tonelada de Precipitado.

Para valorar la tonelada de precipitado es necesario, por una parte, determinar el cobre fino que ella contiene para lo cual se debe conocer su ley de cobre y, por otra, el precio del cobre al cual será comercializado.

#### \*.- Precio del Cobre

Para el desarrollo del tema se considera un precio del cobre de 100 C/Lb.

Tal como se indicara inicialmente, la valorización del producto se expresará en US\$/Ton Prec., por lo tanto el precio del metal considerado debe ser transformado a US\$/Ton Fino. Para ello se utiliza la equivalencia 2204.6 Lb/Ton y 100 c US\$/US\$, o bien, se multiplica el precio expresado en C/Lb por 22.046. En consecuencia, el valor del precio del metal expresado en US\$/Ton. Fino de Cu, es:

$$\text{Precio del Cobre} = \text{Precio en C/Lb} \times 22.046 = \frac{\text{US\$}}{\text{Ton. Fino Cu}}$$

$$\text{Precio del Cobre} = 100 \times 22.04 = 2204.6 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton Fino Cu.}}$$

**\*.- Finos Contenidos en una Tonelada de Precipitado**

Así, para este caso se asigna una tonelada de precipitado de ley 60 % Cu. Por lo tanto, dicha tonelada de producto contiene 0.6 ton de cobre fino.

La fórmula metalúrgica que determina el fino contenido en un producto mineral, cuya ley se expresa en porcentaje, es:

$$\text{Finos Contenidos} = \frac{\text{Peso Producto} \times \text{Ley en Porcentaje}}{100}$$

dado que en este caso se trata de valorar una tonelada de producto, el fino contenido se expresa en finos contenidos por tonelada de precipitado.

$$\text{Finos Contenidos} = \frac{1 \text{ ton} \times 60 \%}{100} = \frac{0.6 \text{ Ton Cu Fino}}{\text{Ton. Precip.}}$$

**\*.- Valorización de la Tonelada de Precipitado**

La ecuación general que rige la valorización de cualquier producto es:

$$\text{Valor} = \text{Cantidad} \times \text{Valor Unitario}$$

Para este caso , la expresión es la siguiente:

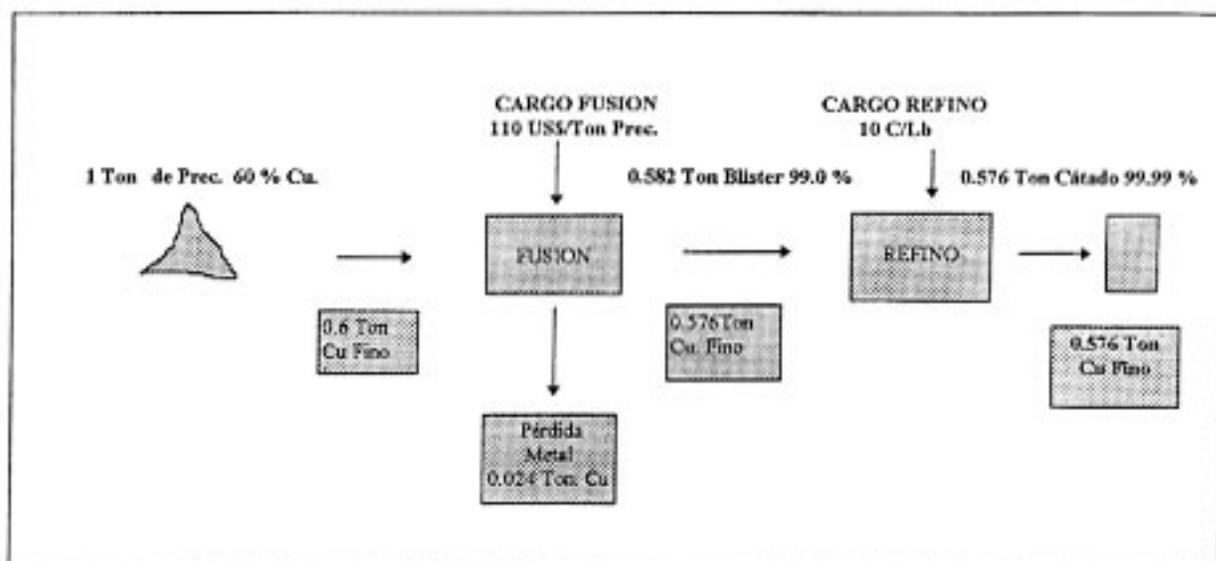
$$\text{Valor Ton.Prec.} = \text{Finos Contenidos} \times \text{Valor del Fino}$$

Por lo tanto, el valor de la tonelada de precipitado es:

$$\text{Valor Ton. Prec.} = \frac{0.60 \text{ Ton.Fino}}{\text{Ton.Prec.}} \times \frac{2204.6 \text{ US\$}}{\text{Ton.Fino}} = \frac{1322.76 \text{ US\$}}{\text{Ton.Prec.}}$$

## a.2.- Descuentos Aplicados

Conocido el valor de la tonelada de precipitado, sin ningún tipo de procesamiento, luego entonces es necesario descontar todos los costos de los procesos a que será sometido para extraer casi la totalidad del cobre fino contenido; el cual en forma de cátodos de alta ley es comercializado en los mercados internacionales. Dichos costos corresponden a la fusión y refinación. También, se debe descontar la pérdida metalúrgica, que es el cobre fino no recuperado en el proceso de fusión. Gráficamente:



En consecuencia , los descuentos son los siguientes:

### a.2.1.- Descuento por Fusión

**-CARGO de fusión.** Por lo general, este cargo se expresa en US\$/Ton de precipitado. Para este caso se usará 110 US\$/Ton de precipitado. Dado que la unidad de medida de este cargo es consecuente con la del valor de la tonelada de precipitado ya obtenido, no requiere ningún tipo de transformación.

### a.2.2.- Descuento por Pérdida Metalúrgica

**-Pérdida metalúrgica.** La pérdida metalúrgica se puede expresar de dos formas: en porcentaje representando unidades de ley, o bien, en términos de recuperación, también expresada porcentualmente.

Cuando la pérdida metalúrgica se expresa en unidades de ley, significa que la merma de finos es una cantidad fija que no depende de la ley del producto. Su modalidad de cálculo se muestra al final de este acápite, en anexo N° 1.

Cuando la pérdida se expresa en términos de recuperación, significa que las mermas de finos son dependientes de la cantidad de cobre fino que contenga el producto.

Se hace este alcance ya que el procedimiento para su valorización es distinto en ambos casos.

En este trabajo se utiliza la pérdida metalúrgica expresada como recuperación.

La pérdida que se utiliza en esta ocasión será del 4%. La pérdida debe descontarse ya que la tonelada valorada al comienzo refleja el cobre fino contenido y no el realmente obtenido, que es el que finalmente se comercializa en los mercados. Por lo tanto, el precio considerado en la valoración de este descuento es el mismo utilizado en la valoración de la tonelada de precipitado.

La valorización debe expresarse en término de dólares por tonelada de precipitado, (US\$/Ton.Prec.) y en su determinación participan el precio del metal en US\$ / Ton Fino y la pérdida metalúrgica en Ton. de Fino.

La pérdida metalúrgica de 4.0 % equivale a decir que se pierden 0.024 ton de fino por tonelada de precipitado de ley 60 % Cu. Esta cifra se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Finos Perdidos} = \frac{\text{Finos Contenidos} \times \text{Pérd. Metalúrgica \%}}{100}$$

Como el procedimiento considera la valoración de una tonelada de producto, la pérdida de finos se expresa por unidad de precipitado.

$$\text{Finos Perdidos} = \frac{0.6 \text{ Ton.} \times 4\%}{100} = \frac{0.024 \text{ Ton. Fino}}{\text{Ton.Prec.}}$$

Por otro lado, el precio del metal medido en C/Lb se debe expresar en US\$/Ton. Fino, cuya transformación ya se explicó.

$$\text{Precio del Cobre} = \frac{100 \times 22.04}{\text{Ton Fino Cu.}} = 2204.6 \text{ US\$}$$

Para valorizar la pérdida metalúrgica se aplica la expresión general antes indicada y que para este caso es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = \text{Finos Perdidos} \times \text{Precio Metal}$$

Por lo tanto la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = 0,024 \frac{\text{Ton.Fino}}{\text{Ton.Prec.}} \times 2204,6 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Fino}} = 52,91 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Prec.}}$$

### a.2.3.- Descuento por Refinación

-**Cargo de Refinación.** En general, este cargo se expresa en C/Lb y se aplica sobre el cobre fino recuperado solamente. El cargo aplicado para este ejemplo será de 10 c/Lb.

En la valorización del cargo de refinación, expresado en US\$/Ton. Prec., se utilizan el costo que origina dicho proceso y las cantidades de fino a refinar.

Así, el cargo de refinación expresado en C/Lb se debe transformar a US\$/Ton. Fino, para lo cual se utilizan los factores de conversión ya indicados. En consecuencia, 10 C/Lb equivalen a 220.046 US\$/Ton. Fino.

Por otro lado, el cobre fino a refinar corresponde al recuperado en el proceso de fusión y que se determina de la siguiente manera, cuando la pérdida metalúrgica se expresa en términos de recuperación.:

$$\text{Finos Recuperados} = \text{Finos Contenidos} \times \frac{(1 - P_m \%)}{100}$$

$$\text{Fino Recup.} = 0,60 \frac{\text{Ton Fino}}{\text{Ton Prec.}} \times \frac{(1 - 4)}{100} = 0,576 \frac{\text{Ton Fino}}{\text{Ton.Prec.}}$$

$P_m$  = Pérdida metalúrgica

Finalmente, el valor de este descuento es:

$$\text{Valor Refino} = \text{Fino Recuperado} \times \text{Costo del Refino}$$

Por lo tanto,:

$$\text{Valor Cargo Refino} = \frac{0.576 \text{ Ton.Fino} \times 220.46 \text{ US\$}}{\text{Ton.Prec.}} = \frac{126.98 \text{ US\$}}{\text{Ton.Prec.}}$$

### a.3.- Valor Final de la Tonelada de Precipitado

Finalmente, la tonelada de precipitado de 60 % Cu tiene un valor de:

+ Valor del precipitado	+ 1322.76	US\$/Ton precipitado
- Cargo fusión	- 110.00	US\$/Ton precipitado
- Pérdida metalúrgica	- 52.91	US\$/Ton precipitado
- Cargo refino	- 126.98	US\$/Ton precipitado
Valor de la tonelada de precipitado de 60 % Cu.	1032.87	US\$/Ton precipitado

### a.4.- Escala de Subida y Bajada

Para determinar la Escala de Subida y Bajada, se valoriza la tonelada de precipitado para una ley de 1% de Cu, esto significa que se deben efectuar todos los descuentos correspondientes. En esta ocasión, no se aplica el cargo de fusión, ya que éste corresponde a un cargo fijo por tonelada de precipitado y que no depende de la ley cobre. No obstante, si se aplican los cargos por refinación y pérdida metalúrgica, ya que estos dependen de los finos que contenga la tonelada de producto. Por lo tanto, la Escala se obtiene de la siguiente forma: Primero se valoriza la tonelada de precipitado de 1 % de Cu. y luego se descuentan los cargos indicados.

#### \*.- Valor de la Ton de 1 % Cu.

Para determinar el valor de la tonelada de precipitado de 1% Cu, se utiliza el precio del metal expresado en US\$/Ton. Fino y la cantidad fino contenido en dicha tonelada. Es decir,

$$\text{Precio del Cobre} = 100 \times 22.04 = \frac{2204.6 \text{ US\$}}{\text{Ton.Fino Cu}}$$

$$\text{Fino Cobre en Ton 1 \%} = 1 \text{ Ton.} \times \frac{1 \%}{100} = \frac{0.01 \text{ Ton. Fino}}{\text{Ton. Prec.}}$$

Por lo tanto, el valor de la tonelada de 1% es:

$$\text{Valor Ton 1 \% Cu.} = \text{Fino Contenido} \times \text{Valor del Fino}$$

$$\text{Valor Ton 1 \% Cu.} = 0.01 \frac{\text{Ton.Fino}}{\text{Ton.Prec.}} \times \frac{2204.6 \text{ USS}}{\text{Ton.Fino}} = 22.04 \frac{\text{USS}}{\text{Ton.Prec.}}$$

#### \*.- Descuento por Pérdida Metalúrgica

La valorización debe expresarse en término de dólares por ton de precipitado, (USS/Ton.Prec.) y en su determinación participan el precio del metal en USS / Ton Fino y la pérdida metalúrgica en Ton. de Fino.

Para el caso de una tonelada de precipitado de ley 1 %, la merma metalúrgica de 4.0 % equivale a decir que se pierden 0.0004 ton de fino por tonelada de precipitado. Esta cifra se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Finos Perdidos} = \text{Finos Contenidos} \times \frac{\text{Pérd. Metalúrgica \%}}{100}$$

$$\text{Finos Perdidos} = 0.01 \frac{\text{Ton.Fino}}{\text{Ton Prec.}} \times \frac{4\%}{100} = 0.0004 \frac{\text{Ton. Fino}}{\text{Ton.Prec.}}$$

Por otro lado, el precio del metal medido en C/Lb se debe expresar en USS/Ton. Fino, cuya transformación ya se explicó.

$$\text{Precio del Cobre} = 100 \times 22.04 = 2204.6 \frac{\text{USS}}{\text{Ton Fino Cu.}}$$

Para valorizar la pérdida metalúrgica se aplica la expresión general antes indicada y que para este caso es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = \text{Finos Perdidos} \times \text{Precio Metal}$$

Por lo tanto la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal} = 0.0004 \frac{\text{Ton.Fino}}{\text{Ton.Prec.}} \times 2204.6 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Fino}} = 0.88 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Prec.}}$$

#### \*.- Descuento por Refinación

Este cargo se calcula de la misma forma que ya se explicó, es decir, aplicando el cargo de refinación, expresado en US\$/Ton. Fino, a la cantidad de finos recuperados solamente, correspondientes a la tonelada de 1% de ley.

En consecuencia, el cargo de refinación expresado en términos de finos es:

$$\text{Cargo Refinación} = 10 \times 22.04 = 220.46 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Fino Cu}}$$

por otro lado los finos recuperados es la siguiente:

$$\text{Finos Cont. en Ton 1 \%} = 1 \text{ Ton.} \times \frac{1 \%}{100} = 0.01 \frac{\text{Ton. Fino}}{\text{Ton. Prec.}}$$

$$\text{Finos Recuperados} = \text{Finos Contenidos} \times \left(1 - \frac{\text{Pm \%}}{100}\right)$$

$$\text{Fino Recup.} = 0.01 \frac{\text{Ton Fino}}{\text{Ton Prec.}} \times \left(1 - \frac{4}{100}\right) = 0.0096 \frac{\text{Ton Fino}}{\text{Ton.Prec.}}$$

Pm = Pérdida metalúrgica

Finalmente, el valor de este descuento es:

$$\text{Valor Refino} = \text{Fino Recuperado} \times \text{Costo del Refino}$$

$$\text{Cargo Refino} = 0.0096 \times 220.46 = 2.11 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton. Prec.}}$$

**^.- Valor Escala de Subida y Bajada**

Por lo tanto la Escala de Subida y Bajada es:

Valor de la tonelada 1%	= + 22.04	US\$ /Ton prec.
Pérdida metalúrgica	= - 0.88	US\$/Ton Prec.
Cargo de refinó	= - <u>2.11</u>	US\$/Ton prec.
Escala Subida / Bajada	19.05	US\$/Ton por 1%

**b.- Minerales destino Lixiviación.****Procedimiento de Cálculo.**

El procedimiento consiste en valorar una tonelada de mineral, con una determinada ley de cobre, y los procesos involucrados aplicados para obtener el producto intermedio que es el Precipitado de Cobre.

Al igual que el caso anteriormente descrito, la valorización de las diversas etapas deben ser consecuente, para lo cual se requiere que se expresen en las mismas unidades de medidas, siendo en este caso dólares por tonelada de mineral.

**b.1.- Valor de la Tonelada de Mineral .**

La metodología utilizada es la misma que se explicó para la situación de los precipitados, haciendo la salvedad de que aquí se utilizan resultados de ese caso.

En efecto, se requiere conocer los finos contenidos en el mineral y el precio con que se valorarán.

**\*.- Precio del Cobre Fino.**

El precio de los finos de cobre que se utiliza , es obtenido del valor de la tonelada de precipitado de ley 60%, considerando todos sus descuentos. Esto es 1032.87 US\$/Ton. Prec.

A partir de este antecedente se determina el precio del cobre fino, para lo cual el valor anterior se debe dividir por la cantidad de cobre fino contenido en la tonelada de precipitado.

$$\text{Precio del Fino} = \frac{1032.87 \text{ US\$}}{\text{Ton Prec.}} \times \frac{1 \text{ Ton Prec.}}{0.60 \text{ Ton fino}} = 1721.45 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton fino}}$$

**\*.- Finos Contenidos**

Para valorar la tonelada de mineral es necesario determinar el cobre fino que ella contiene, para lo cual se debe conocer su ley de cobre.

Así, para este caso se asigna un tonelada de mineral de ley 2.5 % Cu. Soluble

En consecuencia, dicha tonelada de producto, contiene 0.025 ton de cobre fino.

Según la fórmula antes señalada, el contenido de cobre fino es:

$$\text{Finos} = \frac{1 \text{ ton} \times 2.5 \%}{100}$$

Tal como en caso del precipitado, en esta ocasión se valora una tonelada de mineral, por consiguiente los finos que ella contiene se expresan por tonelada de mineral.

Dicha tonelada contiene entonces, 0.025 Ton Fino/Ton Mineral

**\*.- Valorización de la Tonelada de Mineral**

Su valorización , de acuerdo al expresión general es:

$$\text{Valor} = \text{Cantidad} \times \text{Valor Unitario}$$

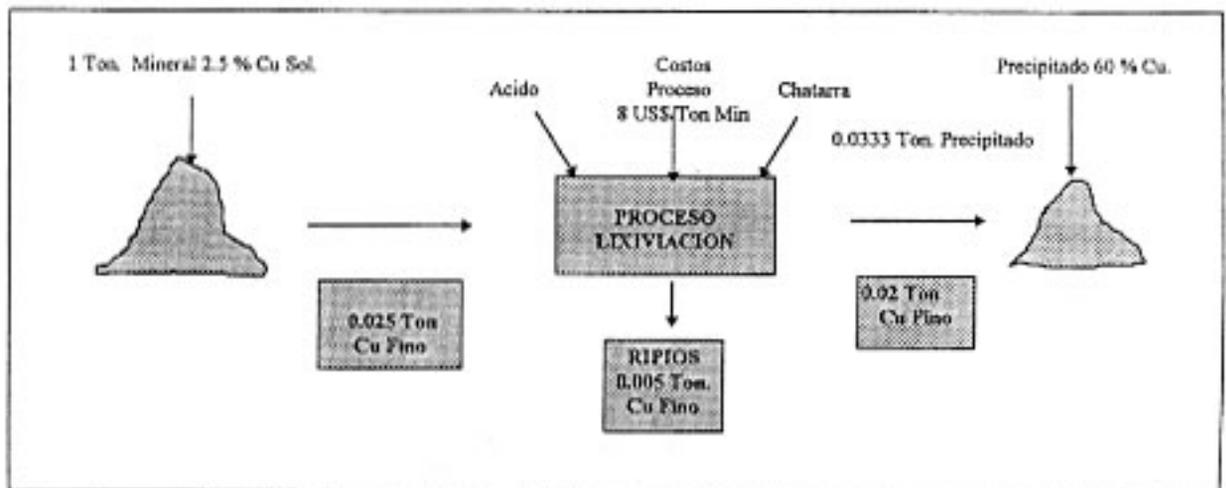
Para este caso , la expresión es la siguiente:

$$\text{Valor Ton.Min.} = \text{Fino Contenido} \times \text{Valor del Fino}$$

$$\text{Valor Ton.Min.} = 0.025 \frac{\text{Ton Fino}}{\text{Ton Min}} \times 1721.45 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton Fino}} = 43.04 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton Min}}$$

### b.2.- Descuento del Proceso

Conocido el valor de la tonelada de mineral, sin ningún proceso, es necesario descontar los cargos que implican su tratamiento, tales como: El cargo de lixiviación, el consumo de ácido, el consumo de chatarra de hierro. Además, se debe rebajar el cobre fino perdido como consecuencia de la recuperación metalúrgica. Gráficamente, la siguiente figura muestra lo antes expuestos.



#### b.2.1.- Descuento por beneficio

-Cargo de tratamiento. En general este cargo se expresa en US\$/Ton mineral. En este ejemplo se aplica 8 US\$ / Ton mineral. Dado que su unidad de medida es dólar por tonelada de mineral, este cargo no requiere transformación de unidad.

**b.2.2.- Descuento por Recuperación Metalúrgica**

**-Recuperación metalúrgica.** Los procesos de lixiviación por lo general tienen eficiencias del 80 %. Esto significa que el 20% de los finos contenidos en la tonelada de mineral no se recuperan. Esta pérdida de finos constituye un descuento, dado que la tonelada de mineral valorada inicialmente refleja los finos contenidos y no los que se obtienen realmente.

Para su valorización se considera el precio del fino con el cual se obtuvo el valor de la tonelada de mineral, expresado en US\$ / Ton Fino, y la pérdida metalúrgica expresada en Ton. de Fino.

La pérdida del proceso es de 20 % y es equivalente a decir que se pierden 0.005 ton de fino por tonelada de mineral. Esta cifra se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Finos Perdidos} = \frac{\text{Finos Contenidos} \times \text{Pérdida en Recup. \%}}{100}$$

$$\text{Fino Contenidos} = \frac{1 \text{ Ton.} \times 2.5 \%}{100} = \frac{0.025 \text{ Ton. Fino}}{\text{Ton.Min.}}$$

$$\text{Finos Perdidos} = \frac{0.025 \text{ Ton Fino} \times 20}{\text{Ton. Min } 100} = \frac{0.005 \text{ Ton. Fino}}{\text{Ton. Min}}$$

El 20% de los finos contenidos es 0.005 Ton Fino/Ton Min.

Para valorizar los Finos no Recuperados se aplica la expresión general ya señalada y que para este caso es:

$$\text{Valor Finos No Recuperados.} = \text{Fino Perdidos} \times \text{Valor del Fino}$$

Por lo tanto la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = \frac{0.005 \text{ Ton.Fino} \times 1721.45 \text{ US\$}}{\text{Ton.Min.}} = \frac{8.6 \text{ US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

### b.2.3.- Descuento por Consumo de Acido

**-Consumo de Acido.** Este elemento es usado en el proceso de lixiviación con el propósito de atacar el cobre soluble contenido, formando una solución de sulfato de cobre. Según la bibliografía el consumo de ácido para obtener una unidad de cobre fino es :

$$\text{Factor de Consumo de Acido} = \frac{3.5 \text{ Ton ácido}}{\text{Ton Cu Fino Recuperado}}$$

Para determinar el valor del consumo de ácido es necesario conocer su gasto en la lixiviación del mineral y su precio.

El gasto se determina multiplicando el **Factor de Consumo** por la cantidad de finos recuperados. Esto es, el Factor de 3.5 por 0.02 Ton de Finos, que corresponde a los finos que recupera el proceso.

$$\text{Consumo de Acido} = \frac{3.5 \text{ Ton ácido}}{\text{Ton Fino}} \times 0.02 \frac{\text{Ton Fino}}{\text{Ton Mineral}} = 0.07 \frac{\text{Ton ácido}}{\text{Ton mineral}}$$

Precio del ácido = 50 US\$ / Ton ácido.

Para la valorización del ácido consumido se utiliza la formula general antes explicada:

$$\text{Valor Acido Consumido} = \text{Consumo de Acido} \times \text{Precio del Acido}$$

Por lo tanto la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Acido Consumido} = \frac{0.07 \text{ Ton.Acido}}{\text{Ton.Min.}} \times 50 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Acido}} = 3.5 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

#### Nota al margen :

Es importante destacar que el consumo de ácido de un mineral depende de la cantidad de cobre fino que contenga, es decir su ley, y de otros minerales asociado a la mena principal. Por ello, el valor del consumo de ácido calculado solamente constituye un descuento base, efectuado para una ley dada, en este caso de 2.5 % Cu. Ahora bien, como los minerales presentan

diversas leyes y por consiguiente distintos consumos, estos deben sumarse o descontarse del patrón de referencia ya obtenido, a través de una escala de subida o bajada.

Dicha Escala se determina de la siguiente forma:

Para ello, se considera un mineral de ley 1 % Cu y se valora su consumo de ácido según el cobre fino recuperado. En consecuencia, la escala es la siguiente:

$$\text{Escala Acido} = \frac{\text{Precio Acido} \times \text{Recuperación} \times \text{Ley 1\%}}{100} = \frac{\text{US\$}}{\text{Ton. 1\% Cu.}}$$

Luego asignando los parámetros ya conocido la escala es la siguiente:

$$\text{Escala Acido} = \frac{50 \text{ US\$} \times 80 \times 1.0}{100} = \frac{0.4 \text{ US\$}}{\text{Ton. 1\% Cu.}}$$

Para determinar el premio o castigo por ácido se multiplica la Escala por la ley real del mineral y la diferencia de consumo de ácido. Es decir, la base de 3.5 utilizada y la obtenida por análisis químico.

$$\text{Premio o castigo} = \text{Escala} \times \text{Ley \%} \times (\text{Factor Base} - \text{Factor Real})$$

$$\text{Tarifa Ajustada} = \text{Tarifa por ley} \times \pm \text{Escala Acido} \cdot \text{Ley} \times (\text{Fact Base} - \text{Fact Real})$$

#### b.2.4.- Descuento por Consumo de Chatarra

-**Consumo de Chatarra.** Este elemento es usado en el proceso de lixiviación con el propósito de precipitar el cobre contenido en las soluciones asulfatadas. Según la bibliografía el consumo de chatarra para obtener una unidad de cobre fino es :

$$\text{Factor Consumo de Chatarra} = 1.3 \text{ Ton Chatarra} / \text{Ton Cu Fino Recuperado}$$

El procedimiento de cálculo para valorizar este elemento es similar al caso del ácido.

Para determinar el valor del consumo de chatarra es necesario conocer el gasto del elemento en la precipitación y su precio.

El gasto se determina multiplicado el **Factor de Consumo** por la cantidad de finos recuperados. Esto es, el Factor de 1.3 por 0.02 Ton de Finos, que corresponde a los finos que recupera el proceso.

$$\text{Consumo Chatarra} = 1.3 \frac{\text{Ton Chat.}}{\text{Ton Fino}} \times 0.02 \frac{\text{Ton Fino}}{\text{Ton Min.}} = 0.026 \frac{\text{Ton Chat.}}{\text{Ton. Min.}}$$

Precio Chatarra = 110 US\$ / Ton Chatarra.

Para la valorización de la chatarra de fierro consumido se utiliza la fórmula general antes explicada:

$$\text{Valor Chat. Consumido} = \text{Consumo Chat.} \times \text{Precio Chat.}$$

Por lo tanto la valorización es:

$$\text{Valor Chatarra} = 0,026 \frac{\text{Ton Chat.}}{\text{Ton.Min.}} \times 110 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Chat.}} = 2,86 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

#### b.2.5.- Valor Final de la Tonelada de Mineral

Finalmente el valor que se pagaría por la tonelada de mineral será:

Valor del mineral 2.5 % Cu Sol.	=+ 43.04 US\$/Ton Min.
Cargo de Tratamiento	= - 8.0 US\$/Ton Min.
Pérdidas del Proceso	= - 8.6 US\$/Ton Min.
Consumo Acido	= - 3.5 US\$/Ton Min.
<u>Consumo Chatarra</u>	= - <u>2.86</u> US\$/Ton Min.
Valor final de tonelada Mineral 2.5 % Cu Sol	= 20.08 US\$/Ton Min.

### b.3.- Escala de Subida y Bajada

Para determinar la escala de subida y bajada se valoriza una tonelada de mineral de 1% de ley de cobre. En este caso se aplican los descuentos del proceso, por conceptos de recuperación y consumo de ácido y chatarra, ya que estos descuentos dependen de la ley del producto. No se aplica el cargo de lixiviación, ya que éste es por tonelada de mineral independiente de su ley de cobre.

#### \*.- Valor de la Ton de 1 % Cu.

Para determinar el valor de la tonelada de mineral de 1% Cu, por un lado se utiliza el valor del fino expresado en US\$/Ton.Fino, usado para la valorización de los minerales y, por otro, la cantidad de finos contenidos en dicha tonelada. Es decir,

$$\text{Precio del Fino} = \frac{1032.87 \text{ US\$}}{\text{Ton Prec.}} \times \frac{1 \text{ Ton Prec.}}{0,60 \text{ Ton Fino}} = 1721.45 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton Fino}}$$

$$\text{Fino Cobre en Ton 1 \%} = 1 \text{ Ton.} \times \frac{1 \%}{100} = 0.01 \frac{\text{Ton. Fino}}{\text{Ton. Min.}}$$

En consecuencia, el valor de la tonelada de mineral de 1% es:

$$\text{Valor Ton 1 \% Cu.} = \text{Fino Contenido} \times \text{Valor del Fino}$$

$$\text{Valor Ton 1 \% Cu.} = 0.01 \frac{\text{Ton.Fino}}{\text{Ton.Min.}} \times 1721.45 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Fino}} = 17.21 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

#### \*.- Descuentos

El procedimiento de valorizar los descuentos involucrados es similar al caso indicado anteriormente, haciendo la salvedad que en esta ocasión los finos a considerar corresponden a la tonelada de 1%.

### Recuperación metalúrgica

Para su valorización se considera el precio del fino con el cual se obtuvo el valor de la tonelada de mineral expresado en  $\text{US\$ / Ton Fino}$  y la pérdida metalúrgica expresada en  $\text{Ton. de Fino}$ .

La pérdida del proceso es de 20 % y es equivalente a decir que se pierden 0.002ton de fino por tonelada de mineral. Esta cifra de calcula de acuerdo a la siguiente expresión :

$$\text{Finos Perdidos} = \frac{\text{Finos Contenidos} \times \text{Pérdida en Recup. \%}}{100}$$

$$\text{Fino Contenidos} = \frac{1 \text{ Ton.} \times 1.0 \%}{100} = 0.01 \frac{\text{Ton. Fino}}{\text{Ton.Min.}}$$

$$\text{Finos Perdidos} = \frac{0.01 \frac{\text{Ton Fino}}{\text{Ton. Min}} \times 20}{100} = 0.002 \frac{\text{Ton. Fino}}{\text{Ton. Min}}$$

El 20% de los finos contenidos es 0.002Ton Fino/Ton Min.

Para valorizar los Finos no Recuperados se aplica la expresión general ya señalada y que para este caso es:

$$\text{Valor Finos No Recuperados.} = \text{Fino Perdidos} \times \text{Valor del Fino}$$

Por lo tanto la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = \frac{0,002 \text{Ton.Fino}}{\text{Ton.Min.}} \times \frac{1721.45 \text{ US\$}}{\text{Ton.Fino}} = 3.4 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

### Descuento por Consumo de Acido

Para determinar el valor del consumo de ácido es necesario conocer su gasto en la lixiviación del mineral y su precio.

El gasto se determina multiplicado el **Factor de Consumo** por la cantidad de finos recuperados. Esto es, el Factor de 3.5 por 0.008 Ton de Finos, que corresponde a los finos que recupera el proceso. Es decir, 80 % de 0.01 Ton Fino/Ton Min.

$$\text{Consumo de Acido} = 3.5 \frac{\text{Ton ácido}}{\text{Ton Fino}} \times 0.008 \frac{\text{Ton Fino}}{\text{Ton Min.}} = 0.028 \frac{\text{Ton ácido}}{\text{Ton Min.}}$$

Precio del ácido = 50 US\$ / Ton ácido.

Para la valorización del ácido consumido se utiliza la formula general antes explicada:

$$\text{Valor Acido Consumido} = \text{Consumo de Acido} \times \text{Precio del Acido}$$

Por lo tanto la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = 0,028 \frac{\text{Ton.Acido}}{\text{Ton.Min.}} \times 50 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Acido}} = 1.4 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

#### Descuento por Consumo de Chatarra

Para determinar el valor del consumo de chatarra es necesario conocer el gasto del elemento en la precipitación y su precio.

El gasto se determina multiplicado el **Factor de Consumo** por la cantidad de finos recuperados. Esto es, el Factor de 1.3 por 0.008 Ton de Finos, que corresponde a los finos que recupera el proceso.

$$\text{Consumo Chatarra} = 1.3 \frac{\text{Ton Chat.}}{\text{Ton Fino}} \times 0.008 \frac{\text{Ton Fino}}{\text{Ton Min.}} = 0.010 \frac{\text{Ton Chat.}}{\text{Ton. Min.}}$$

Precio Chatarra = 110 US\$ / Ton Chatarra.

Para la valorización de la chatarra de hierro consumido se utiliza la fórmula general antes explicada:

$$\text{Valor Chat. Consumido} = \text{Consumo Chat.} \times \text{Precio Chat.}$$

Por lo tanto la valorización es:

$$\text{Valor Chatarra} = 0.010 \frac{\text{Ton Chat.}}{\text{Ton.Min.}} \times 110 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Chat.}} = 1.14 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

### Valor Escala de Subida y Bajada

Finalmente el valor de la Escala de Subida y Bajada será:

Valor del mineral 1 % Cu Sol	= +17.21 US\$/Ton Min.
Pérdidas del Proceso	= - 3.4 US\$/Ton Min.
Consumo Acido	= - 1.4 US\$/Ton Min.
Consumo Chatarra	= - 1.14 US\$/Ton Min.
Valor Escala 1 % Cu Sol	= 11.27 US\$/Ton Min.

### c.- Resumen de los procedimientos antes descritos.

Los procedimientos se resumen en las siguientes fórmulas.

#### c.1.- Para Precipitados de Cobre

$$\text{TARIFA} = Fc \times \frac{(\text{LME} - \text{CR}) \times (\text{LP}) \times (1 - \frac{\text{PM}}{100}) - \text{CF}}{100}$$

$$\text{ESCALA} = Fc \times \frac{(\text{LME} - \text{CR})}{100} \times \frac{1}{100} \times (1 - \frac{\text{PM}}{100})$$

### c.2.- Para Minerales de Cobre Destino Lixiviación

$$\text{TARIFA} = \left[ Fc \times \frac{(\text{LME} - \text{CR})}{100} \times \frac{(\text{LP})}{100} \times (1 - \frac{\text{PM}}{100}) - \text{CF} \right] \times \frac{\text{LM}}{\text{LP}} \times \frac{\text{REC}}{100} - \text{CL} - \text{CAC} - \text{CHA}$$

$$\text{ESCALA} = \left[ Fc \times \frac{(\text{LME} - \text{CR})}{100} \times \frac{(\text{LP})}{100} \times (1 - \frac{\text{PM}}{100}) - \text{CF} \right] \times \frac{1}{\text{LP}} \times \frac{\text{REC}}{100} - \text{CAC} - \text{CHA}$$

### c.3.- Variables y Unidades

Fc	= Factor de conversión, para llevar US\$/Lb a US\$/TM. 22,046223.
LP	= Ley del precipitado, expresada en porcentaje.
LM	= Ley base del mineral, expresada en porcentaje.
PM	= Pérdida metalúrgica por fusión, expresada en porcentaje en términos de recuperación.
LME	= Precio del metal, expresado en US\$/Lb.
CR	= Cargo por refinación, expresado en US\$/Lb.
CF	= Cargo por fusión, expresado US\$/TM.
REC	= Recuperación en la etapa de lixiviación, expresada en porcentaje.
PAC	= Precio del ácido, expresado en US\$/Ton de ácido
PCHA	= Precio de la chatarra, expresado en US\$/Ton de chatarra.
FAC	= Factor de consumo ácido, 3.5 Ton ácido / Ton Cu fino recuperado
FCHA	= Factor de consumo chatarra, 1.3 Ton chatarra / Ton Cu fino recuperado
CL	= Cargo por lixiviación, expresado en US\$/TMS.
CA	= Cargo por ácido, expresado en US\$/TMS.
CAC	= $( 3.5 \times \frac{\text{LM}}{100} \times \frac{\text{REC}}{100} \times \text{PAC} )$
CHA	= Cargo por chatarra, expresado en US\$/TMS.
CHA	= $( 1.3 \times \frac{\text{LM}}{100} \times \frac{\text{REC}}{100} \times \text{PCHA} )$

## ANEXO N° 1

En este anexo se desarrollará la obtención de los finos recuperados y perdidos, cuando la pérdida metalúrgica se expresa en unidades de ley. Esto es importante porque de ello depende la valoración de la dicha pérdida y cargo de refinación.

**Valoración Pérdida Metalúrgica**

Normalmente se utiliza en el proceso de fusión un merma de 15 Kg. de cobre fino por tonelada de precipitado. Esto es equivalente a decir que se pierden 1,5% Cu. La pérdida debe descontarse ya que la tonelada valorada al comienzo refleja el cobre fino contenido y no el realmente obtenido, que es el que finalmente se comercializa en los mercados. Por lo tanto, el precio considerado en la valoración de este descuento es el mismo utilizado en la valoración de la tonelada de precipitado.

La valorización debe expresarse en término de dólares por ton de precipitado, (US\$/Ton.Prec.) y en su determinación participan el precio del metal en US\$ / Ton Fino y la pérdida metalúrgica en Ton. de Fino.

La pérdida metalúrgica de 1,5%, en unidades de ley, equivale a decir que se pierden 0.015 ton de fino por tonelada de precipitado. Esta cifra se calcula de acuerdo a la siguiente expresión, cuando dicha pérdida se expresa en unidades de ley:

$$\text{Finos Perdidos} = \frac{\text{Peso Producto} \times \text{Pérdida Metal. \%}}{100}$$

$$\text{Finos Perdidos} = \frac{1 \text{ Ton.} \times 1,5 \%}{100} = 0,015 \frac{\text{Ton. Fino}}{\text{Ton.Prec.}}$$

Por otro lado, el precio del metal medido en C/Lb se debe expresar en US\$/Ton. Fino, cuya transformación ya se explicó.

$$\text{Precio del Cobre} = 100 \times 22,04 = 2204,6 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton Fino Cu.}}$$

Para valorizar la pérdida metalúrgica se aplica la expresión general antes indicada y que para este caso es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = \text{Fino Contenido} \times \text{Precio Metal}$$

Por lo tanto la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = 0,015 \frac{\text{Ton.Fino}}{\text{Ton.Prec.}} \times 2.204,6 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Fino}} = 33,07 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Prec.}}$$

### Valoración Cargo de Refinación

En general, este cargo se expresa en C/Lb y se aplica sobre el cobre fino recuperado solamente. El cargo aplicado para este ejemplo será de 10 c/Lb.

En la valorización del cargo de refinación, expresado en US\$/Ton. Prec., se utilizan el costo que origina dicho proceso y las cantidades de fino a refinar.

Así, el cargo de refinación expresado en C/Lb se debe transformar a US\$/Ton. Fino, para lo cual se utilizan los factores de conversión ya indicados. En consecuencia, 10 C/Lb equivalen a 220.046 US\$/Ton. Fino.

Por otro lado, el cobre fino a refinar corresponde al recuperado en el proceso de fusión y que se determina de la siguiente manera cuando la pérdida metalúrgica se expresa en unidades de ley:

$$\text{Fino Recuperado} = \frac{L_p \% - P_m \%}{100}$$

$$\text{Fino Recup.} = \frac{(60 - 1,5)}{100} \times \frac{\text{Ton Fino}}{\text{Ton.Prec.}} = 0,585 \frac{\text{Ton Fino}}{\text{Ton.Prec.}}$$

donde :  $L_p$  = Ley del Precipitado  
 $P_m$  = Pérdida metalúrgica

Finalmente, el valor de este descuento es:

$$\text{Valor Refino} = \text{Fino Involucrado} \times \text{Costo del Refino}$$

Por lo tanto,:

$$\text{Valor Cargo Refino} = \frac{0,585 \text{ Ton.Fino}}{\text{Ton.Prec.}} \times \frac{220.46 \text{ US\$}}{\text{Ton.Fino}} = \frac{128.97 \text{ US\$}}{\text{Ton.Prec.}}$$

### Escala de Subida y Bajada

Cuando la pérdida metalúrgica se expresa en unidades de ley, ésta no se aplica en la escala ya que como se dijo anteriormente, constituye un cargo fijo que no depende de la calidad del producto, y además, ya se encuentra cargado en la base.

## 2.- PROCEDIMIENTOS PARA DETERMINACION DE TARIFAS DE CONCENTRADOS DE COBRE Y MINERALES DESTINO FLOTACION.

### a.- Concentrados de Cobre

#### Procedimiento de Cálculo

El procedimiento comienza valorizando en términos monetarios una tonelada de concentrado, de una determinada ley de cobre, y los procesos posteriores que se le aplican para la obtención del producto final, es decir, el cátodo.

La metodología explicará cada uno de los parámetros que participan en la determinación del valor de la tonelada de concentrado.

Por otra parte, la valorización debe ser consistente entre sí, para lo cual se requiere que todas las cifras monetarias asociadas a los diversos procesos, se expresen en la misma unidad de medida, que en este caso es dólares por tonelada de concentrado (US\$/Ton.Conc.).

#### a.1.- Valor de la Tonelada de Concentrado.

Para valorar la tonelada de concentrado es necesario, por una parte, determinar el cobre fino que ella contiene para lo cual se debe conocer su ley de cobre y, por otra, el precio del cobre al cual será comercializado

#### \*.- Precio del Cobre

Para el desarrollo del tema se considera un precio del cobre de 100 C/Lb.

Tal como se indicara inicialmente, la valorización del producto se expresará en US\$/Ton Conc., por lo cual el precio del metal considerado debe ser transformado a US\$/Ton Fino. Para ello se utiliza la equivalencia 2204.6 Lb/Ton y 100 c US\$/US\$, o bien, se multiplica el precio expresado en C/Lb por 22.046. En consecuencia, el valor del precio del metal expresado en US\$/Ton. Fino de Cu es:

$$\text{Precio del Cobre} = \text{Precio en C/Lb} \times 22.046 = \frac{\text{US\$}}{\text{Ton. Fino Cu}}$$

$$\text{Precio del Cobre} = 100 \times 22.04 = 2204.6 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton Fino Cu.}}$$

**\*.- Finos Contenidos en una Tonelada de Concentrado**

Así, para este caso se asigna una tonelada de concentrado de ley 20 % Cu. Por lo tanto, dicha tonelada de producto contiene 0.2 ton de cobre fino.

La fórmula metalúrgica que determina el fino contenido en un producto mineral, cuya ley se exprese en forma porcentual es:

$$\text{Fino} = \frac{\text{Peso Producto} \times \text{Ley en Porcentaje}}{100}$$

Dado que en este caso se trata de valorar una tonelada de producto, el fino contenido se expresa en fino por tonelada de concentrado.

$$\text{Fino} = 1 \text{ ton} \times \frac{20 \%}{100} = 0.2 \frac{\text{Ton Cu Fino}}{\text{Ton. Conc.}}$$

**\*.- Valorización de la Tonelada de Concentrado**

La ecuación general que rige la valorización de cualquier producto es:

$$\text{Valor} = \text{Cantidad} \times \text{Valor Unitario}$$

Para este caso , la expresión es la siguiente:

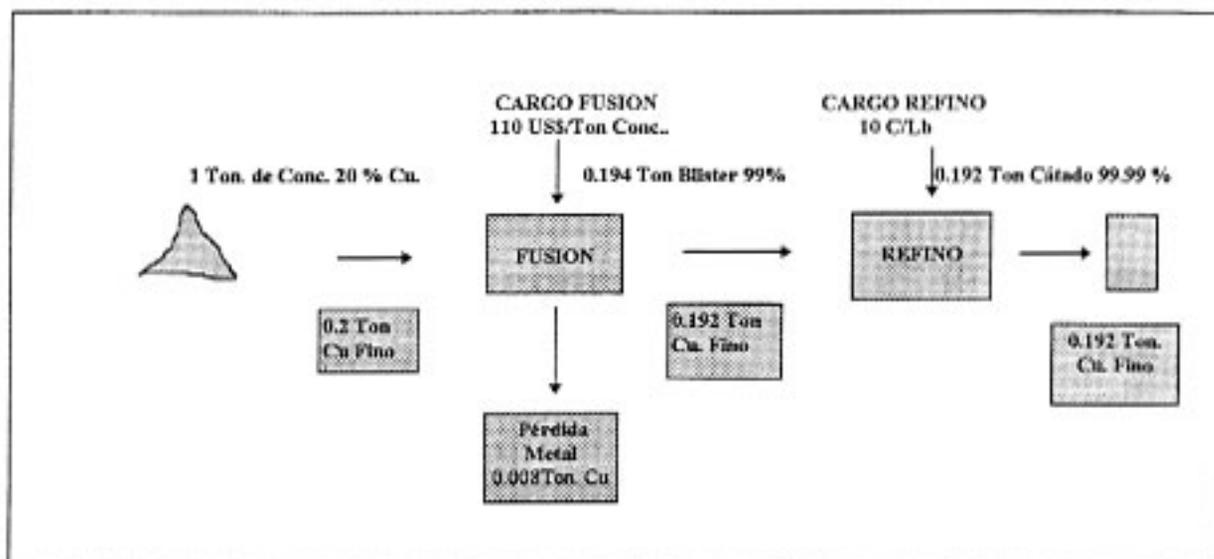
$$\text{Valor Ton.Conc.} = \text{Fino Contenido} \times \text{Valor del Fino}$$

Por lo tanto, el valor de la tonelada de concentrado es:

$$\text{Valor Ton. Conc.} = 0.20 \frac{\text{Ton.Fino}}{\text{Ton.Conc.}} \times 2204.6 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Fino}} = 440.92 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Conc.}}$$

## a.2.- Descuentos Aplicados

Conocido el valor de la tonelada de concentrado, sin ningún tipo de procesamiento, luego entonces es necesario descontar todos los costos de los procesos a que será sometido para extraer casi la totalidad del cobre fino contenido; el cual en forma de cátodos de alta ley es comercializado en los mercados internacionales. Dichos costos corresponden a la fusión y refinación. También, se debe descontar la pérdida metalúrgica, que es el cobre fino no recuperado en el proceso de fusión. Gráficamente:



En consecuencia , los descuentos son los siguientes:

### a.2.1.- Descuento por Fusión

**-Cargo de fusión.** Por lo general, este cargo se expresa en US\$/Ton de concentrado. Para este caso se usará 110 US\$/Ton de concentrado. Dado que la unidad de medida de este cargo es consecuente con la del valor de la tonelada de concentrado ya obtenido, no requiere ningún tipo de transformación.

### a.2.2.- Descuento por Pérdida Metalúrgica

**-Pérdida metalúrgica.** La pérdida metalúrgica se puede expresar de dos formas: en porcentaje representando unidades de ley, o bien, en términos de recuperación, también expresada porcentualmente, tal como en el caso de los precipitados

Cuando la pérdida metalúrgica se expresa en unidades de ley, significa que la merma de finos es una cantidad fija que no depende de la ley del producto. Su modalidad de cálculo se muestra al final de este acápite, en anexo N° 1.

Cuando la pérdida se expresa en términos de recuperación, significa que las mermas de finos son dependientes de la cantidad de cobre fino que contenga el producto.

Se hace este alcance ya que el procedimiento para su valorización es distinto en ambos casos.

En este trabajo se utiliza la pérdida metalúrgica expresada como recuperación.

La pérdida que se utiliza en esta ocasión también será del 4%. La pérdida debe descontarse ya que la tonelada valorada al comienzo refleja el cobre fino contenido y no el realmente obtenido, que es el que finalmente se comercializa en los mercados. Por lo tanto, el precio considerado en la valoración de este descuento es el mismo utilizado en la valoración de la tonelada de concentrado.

La valorización debe expresarse en término de dólares por ton de concentrado, (US\$/Ton.Conc.) y en su determinación participan el precio del metal en US\$ / Ton Fino y la pérdida metalúrgica en Ton. de Fino.

La pérdida metalúrgica de 4.0 % equivale a decir que se pierden 0.008 ton de fino por tonelada de concentrado. Esta cifra se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Finos Perdidos} = \frac{\text{Finos Contenidos} \times \text{Pérd. Metalúrgica \%}}{100}$$

$$\text{Finos Perdidos} = \frac{0.2 \text{ Ton.} \times 4\%}{100} = \frac{0.008 \text{ Ton. Fino}}{\text{Ton.Conc.}}$$

Por otro lado, el precio del metal medido en C/Lb se debe expresar en US\$/Ton. Fino, cuya transformación ya se explicó.

$$\text{Precio del Cobre} = 100 \times 22.04 = \frac{2204.6 \text{ US\$}}{\text{Ton Fino Cu.}}$$

Para valorizar la pérdida metalúrgica se aplica la expresión general antes indicada y que para este caso es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = \text{Finos Perdidos} \times \text{Precio Metal}$$

Por lo tanto, la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = 0.008 \frac{\text{Ton.Fino}}{\text{Ton.Conc.}} \times 2204.6 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Fino}} = 17.4 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Conc.}}$$

### a.2.3.- Descuento por Refinación

**-Cargo de Refinación.** En general, este cargo se expresa en C/Lb y se aplica sobre el cobre fino recuperado solamente. El cargo aplicado para este ejemplo será de 10 c/Lb.

En la valorización del cargo de refinación, expresado en US\$/Ton. Conc., se utilizan el costo que origina dicho proceso y las cantidades de fino a refinar.

Así, el cargo de refinación expresado en C/Lb se debe transformar a US\$/Ton. Fino, para lo cual se utilizan los factores de conversión ya indicados. En consecuencia, 10 C/Lb equivalen a 220.046 US\$/Ton. Fino.

Por otro lado, el cobre fino a refinar corresponde al recuperado en el proceso de fusión y que se determina de la siguiente manera, cuando la pérdida se expresa en términos de recuperación:

$$\text{Finos Recuperados} = \frac{\text{Finos Contenidos} \times (1 - \frac{\text{Pm \%}}{100})}{100}$$

$$\text{Fino Recup.} = 0.20 \frac{\text{Ton Fino}}{\text{Ton Conc.}} \times (1 - \frac{4}{100}) = 0.192 \frac{\text{Ton Fino}}{\text{Ton Conc.}}$$

Pm = Pérdida metalúrgica

Finalmente, el valor de este descuento es:

$$\text{Valor Refino} = \text{Fino Recuperado} \times \text{Costo del Refino}$$

Por lo tanto,:

$$\text{Valor Cargo Refino} = 0.192 \frac{\text{Ton.Fino}}{\text{Ton.Conc.}} \times \frac{220.46 \text{ US\$}}{\text{Ton.Fino}} = 42.33 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Conc.}}$$

### a.3.- Valor Final de la Tonelada de Concentrado

Finalmente, la tonelada de concentrado de 20 % Cu tiene un valor de:

+ Valor del concentrado	+ 440.92	US\$/Ton concentrado
- Cargo fusión	- 110.00	US\$/Ton concentrado
- Pérdida metalúrgica	- 17.64	US\$/Ton concentrado
- Cargo refino	- 42.33	US\$/Ton concentrado
Valor de la tonelada de concentrado de 20 % Cu.	270.95	US\$/Ton concentrado

### a.4.- Escala de Subida y Bajada

Para determinar la Escala de Subida y Bajada, se valoriza la tonelada de concentrado para una ley de 1% de Cu. En esta ocasión, no se aplica el cargo de fusión, ya que éste corresponde a un cargo fijo por tonelada de concentrado y que no depende de la ley cobre. No obstante, si se aplican los cargos de refinación y la pérdida metalúrgica, ya que estos dependen de los finos que contenga la tonelada de producto. Por lo tanto, la Escala se obtiene de la siguiente forma: Primero se valoriza la tonelada de concentrado de 1 % de Cu. y luego se descuentan los cargos antes indicados.

#### \*.- Valor de la Ton de 1 % Cu.

Para determinar el valor de la tonelada de concentrado de 1% Cu, se utiliza el precio del metal expresado en US\$/Ton. Fino y la cantidad fino contenido en dicha tonelada. Es decir,

$$\text{Precio del Cobre} = 100 \times 22.04 = 2204.6 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Fino Cu}}$$

$$\text{Fino Cobre en Ton 1 \%} = 1 \text{ Ton.} \times \frac{1 \%}{100} = 0.01 \frac{\text{Ton. Fino}}{\text{Ton. Conc.}}$$

Por lo tanto, el valor de la tonelada de 1% es:

$$\text{Valor Ton 1 \% Cu.} = \text{Fino Contenido} \times \text{Valor del Fino}$$

$$\text{Valor Ton 1 \% Cu.} = \frac{0.01 \text{ Ton.Fino}}{\text{Ton.Conc.}} \times \frac{2204.6 \text{ US\$}}{\text{Ton.Fino}} = 22.04 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Conc.}}$$

#### \*.- Descuento por Pérdida Metalúrgica

La valorización debe expresarse en término de dólares por ton de concentrado, (US\$/Ton.Conc.) y en su determinación participan el precio del metal en US\$ / Ton Fino y la pérdida metalúrgica en Ton. de Fino.

Para el caso de una tonelada de concentrado de ley 1 %, la merma metalúrgica de 4.0 % equivale a decir que se pierden 0.0004 ton de fino por tonelada de concentrado. Esta cifra se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Finos Perdidos} = \frac{\text{Finos Contenidos} \times \text{Pérd. Metalúrgica \%}}{100}$$

$$\text{Finos Perdidos} = \frac{0.01 \text{ Ton.Fino} \times 4\%}{100} = 0.0004 \frac{\text{Ton. Fino}}{\text{Ton.Conc.}}$$

Por otro lado, el precio del metal medido en C/Lb se debe expresar en US\$/Ton. Fino, cuya transformación ya se explicó.

$$\text{Precio del Cobre} = 100 \times 22.04 = 2204.6 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton Fino Cu.}}$$

Para valorizar la pérdida metalúrgica se aplica la expresión general antes indicada y que para este caso es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = \text{Finos Perdidos} \times \text{Precio Metal}$$

Por lo tanto la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = 0.0004 \frac{\text{Ton.Fino}}{\text{Ton.Conc.}} \times 2204.6 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Fino}} = 0.88 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Conc.}}$$

#### \*.- Descuento por Refinación

Este cargo se calcula de la misma forma que ya se explicó, es decir, aplicando el cargo de refinación, expresado en US\$/Ton. Fino, a la cantidad de finos recuperados solamente, correspondientes a la tonelada de 1% de ley.

En consecuencia, el cargo de refinación expresado en términos de finos es:

$$\text{Cargo Refinación} = 10 \times 22.04 = 220.46 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Fino Cu}}$$

por otro lado los finos recuperados son :

$$\text{Finos Cont. en Ton 1 \%} = 1 \text{ Ton.} \times \frac{1 \%}{100} = 0.01 \frac{\text{Ton. Fino}}{\text{Ton. Conc.}}$$

$$\text{Finos Recuperados} = \text{Finos Contenidos} \times \frac{(1 - \text{Pm \%})}{100}$$

$$\text{Fino Recup.} = 0.01 \frac{\text{Ton Fino}}{\text{Ton.Conc.}} \times \frac{(1 - 4)}{100} = 0.0096 \frac{\text{Ton Fino}}{\text{Ton.Conc.}}$$

Pm = Pérdida metalúrgica

Finalmente, el valor de este descuento es:

$$\text{Valor Refino} = \text{Fino Recuperado} \times \text{Costo del Refino}$$

$$\text{Cargo Refino} = 0.0096 \times 220.46 = 2.11 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Conc.}}$$

**\*.- Valor Escala de Subida y Bajada**

Por lo tanto la Escala de Subida y Bajada es:

Valor de la tonelada 1% =	+ 22.04	US\$ /Ton conc.
Pérdida metalúrgica =	- 0.88	US\$ /Ton conc.
Cargo de refino =	- 2.11	US\$ /Ton conc.
Escala Subida / Bajada	19.05	US\$/Ton por 1%

**b.- Minerales destino Flotación.****Procedimiento de Cálculo.**

El procedimiento consiste en valorar una tonelada de mineral, con una determinada ley de cobre, y los procesos involucrados aplicados para obtener el producto intermedio que es el Concentrado de Cobre.

Al igual que el caso anteriormente descrito, la valorización de las diversas etapas deben ser consecuente, para lo cual se requiere que se expresen en las mismas unidades de medidas, siendo en este caso dólares por tonelada de mineral.

**b.1.- Valor de la Tonelada de Mineral .**

La metodología utilizada es la misma que se explicó para la situación de los concentrados, haciendo la salvedad de que aquí se utilizan resultados de ese caso.

En efecto, se requiere conocer los finos contenidos en el mineral y el precio con que se valorarán.

**\*.- Precio del Cobre Fino.**

El precio de los finos de cobre que se utiliza , es obtenido del valor de la tonelada de concentrados de ley 20%, considerando todos sus descuentos. Esto es 270.95  $\text{US\$}/\text{Ton. Conc.}$ . A partir de este antecedente se determina el precio del cobre fino, para lo cual el valor anterior se debe dividir por la cantidad de cobre fino contenido en la tonelada de concentrado.

$$\text{Precio del Fino} = \frac{270.95 \text{ US\$}}{\text{Ton Conc.}} \times \frac{1 \text{ Ton Conc.}}{0.20 \text{ Ton fino}} = 1354.75 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton fino}}$$

**\*.- Finos Contenidos**

Para valorar la tonelada de mineral es necesario determinar el cobre fino que ella contiene, para lo cual se debe conocer su ley de cobre.

Así, para este caso se asigna una tonelada de mineral de ley 2.5 % Cu. Soluble.

En consecuencia, dicha tonelada de producto, contiene 0.025 ton de cobre fino.

Según la fórmula antes señalada, el contenido de cobre fino es:

$$\text{Finos} = \frac{1 \text{ ton} \times 2.5 \%}{100}$$

Dicha tonelada contiene entonces, 0.025 Ton Fino/Ton Mineral

**\*.- Valorización de la Tonelada de Mineral**

Su valorización , de acuerdo al expresión general es:

$$\text{Valor} = \text{Cantidad} \times \text{Valor Unitario}$$

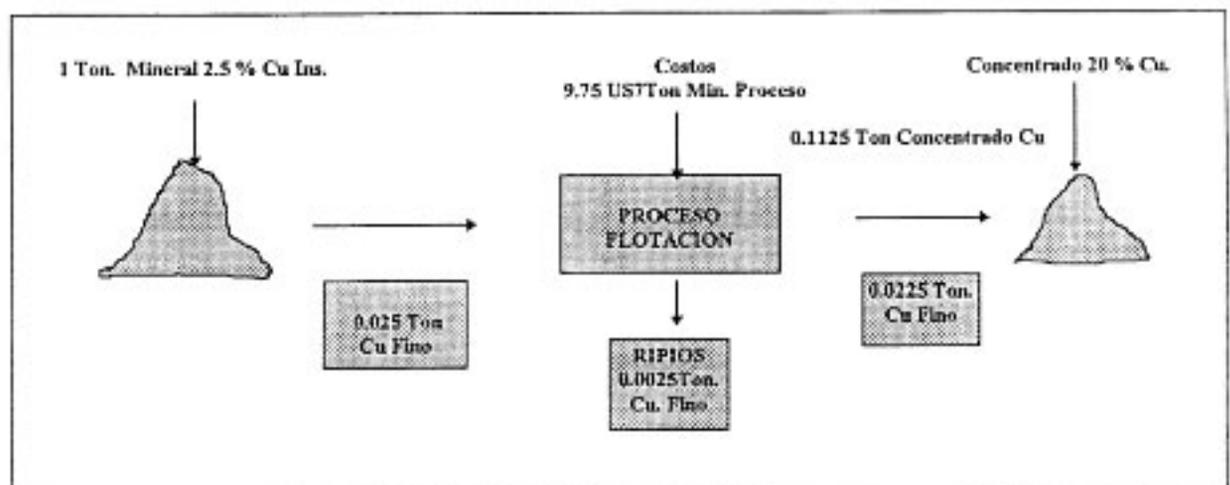
Para este caso , la expresión es la siguiente:

$$\text{Valor Ton.Min.} = \text{Fino Contenido} \times \text{Valor del Fino}$$

$$\text{Valor Ton.Min.} = 0.025 \frac{\text{Ton Fino}}{\text{Ton Min}} \times 1354.75 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton Fino}} = 33.87 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton Min}}$$

### b.2.- Descuento del Proceso

Conocido el valor de la tonelada de mineral, sin ningún proceso, es necesario descontar los cargos que implican su tratamiento, tales como: el cargo de flotación y rebajar el cobre fino perdido como consecuencia de la recuperación metalúrgica. Gráficamente, la siguiente figura muestra lo antes expuestos.



#### b.2.1.- Descuento por beneficio

**-Cargo de tratamiento.** En general este cargo se expresa en US\$/Ton mineral. En este desarrollo aplica 9.75 US\$/Ton mineral. Dado que su unidad de medida es dólar por tonelada de mineral, este cargo no requiere transformación de unidad.

#### b.2.2.- Descuento por Recuperación Metalúrgica

**-Recuperación metalúrgica.** Los procesos de flotación por lo general tienen eficiencias del 90 %. Esto significa que el 10 % de los finos contenidos en la tonelada de mineral no se recuperan. Esta pérdida de finos constituye un descuento, dado que la tonelada de mineral valorada inicialmente refleja los finos contenidos y no los que se obtienen realmente.

Para su valorización se considera el precio del fino con el cual se obtuvo el valor de la tonelada de mineral, expresado en US\$ / Ton Fino, y la pérdida metalúrgica expresada en Ton. de Fino.

La pérdida del proceso es de 10 % y es equivalente a decir que se pierden 0.0025 ton de fino por tonelada de mineral. Esta cifra se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Finos Perdidos} = \frac{\text{Finos Contenidos} \times \text{Pérdida en Recup. \%}}{100}$$

$$\text{Fino Contenidos} = 1 \text{ Ton.} \times \frac{2.5 \%}{100} = 0.025 \frac{\text{Ton. Fino}}{\text{Ton.Min.}}$$

$$\text{Finos Perdidos} = 0.025 \frac{\text{Ton. Fino}}{\text{Ton.Min.}} \times \frac{10}{100} = 0.0025 \frac{\text{Ton.Fino}}{\text{Ton.Min.}}$$

El 10% de los finos contenidos es 0.0025 Ton Fino/Ton Min.

Para valorizar los Finos no Recuperados se aplica la expresión general ya señalada y que para este caso es:

$$\text{Valor Finos No Recuperados.} = \text{Fino Perdidos} \times \text{Valor del Fino}$$

Por lo tanto la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = 0.0025 \frac{\text{Ton.Fino}}{\text{Ton.Min.}} \times 1354.75 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Fino}} = 3.38 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

**b.2.3.- Valor Final de la Tonelada de Mineral**

Finalmente el valor que se pagaría por la tonelada de mineral será:

Valor del mineral 2.5 % Cu Ins	=+ 33.87	US\$/Ton Min.
Cargo de Tratamiento	= - 9.75	US\$/Ton Min.
Pérdidas del Proceso	= - 3.38	US\$/Ton Min.
Valor final de tonelada Mineral 2.5 % Cu Ins.	= 20.74	US\$/Ton Min.

**b.3.- Escala de Subida y Bajada**

Para determinar la escala de subida y bajada se valoriza una tonelada de mineral de 1% de ley de cobre. En este caso se aplica el descuento por conceptos de recuperación. No se aplica el cargo del proceso, ya que éste es por tonelada de mineral independiente de su ley de cobre.

**^.- Valor de la Ton de 1 % Cu.**

Para determinar el valor de la tonelada de mineral de 1% Cu, por un lado se utiliza el valor del fino expresado en US\$/Ton.Fino, usado para la valorización de los minerales y, por otro, la cantidad fino contenido en dicha tonelada. Es decir,

$$\text{Precio del Fino} = \frac{270.95 \text{ US\$}}{\text{Ton Conc.}} \times \frac{1 \text{ Ton Conc.}}{0,20 \text{ Ton Fino}} = 1354.75 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton Fino}}$$

$$\text{Fino Cobre en Ton 1 \%} = 1 \text{ Ton.} \times \frac{1 \%}{100} = 0.01 \frac{\text{Ton. Fino}}{\text{Ton. Min.}}$$

En consecuencia, el valor de la tonelada de mineral de 1% es:

$$\text{Valor Ton 1 \% Cu.} = \text{Fino Contenido} \times \text{Valor del Fino}$$

$$\text{Valor Ton 1 \% Cu.} = 0.01 \frac{\text{Ton.Fino}}{\text{Ton.Min.}} \times \frac{1354.75 \text{ USS}}{\text{Ton.Fino}} = 13.54 \frac{\text{USS}}{\text{Ton.Min.}}$$

### \*.- Descuentos

El procedimiento de valorizar los descuentos involucrados es similar al caso indicado anteriormente, haciendo la salvedad que en esta ocasión los finos a considerar corresponden a la tonelada de 1%.

### Recuperación metalúrgica

Para su valorización se considera el precio del fino con el cual se obtuvo el valor de la tonelada de mineral expresado en USS / Ton Fino y la pérdida metalúrgica expresada en Ton. de Fino.

La pérdida del proceso es de 10 % y es equivalente a decir que se pierden 0.001ton de fino por tonelada de mineral. Esta cifra de calcula de acuerdo a la siguiente expresión :

$$\text{Finos Perdidos} = \frac{\text{Finos Contenidos} \times \text{Pérdida en Recup. \%}}{100}$$

$$\text{Fino Contenidos} = 1 \text{ Ton.} \times \frac{1.0 \%}{100} = 0.01 \frac{\text{Ton. Fino}}{\text{Ton.Min.}}$$

$$\text{Finos Perdidos} = 0.01 \frac{\text{Ton. Fino}}{\text{Ton.Min.}} \times \frac{10}{100} = 0.001 \frac{\text{Ton.Fino}}{\text{Ton.Min.}}$$

El 10% de los finos contenidos ( 0.01 Ton Fino/Ton Min. ) es 0.001 Ton Fino/Ton Min.

Para valorizar los Finos no Recuperados se aplica la expresión general ya señalada y que para este caso es:

$$\text{Valor Finos No Recuperados.} = \text{Fino Perdidos} \times \text{Valor del Fino}$$

Por lo tanto la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal} = 0.001 \frac{\text{Ton.Fino}}{\text{Ton.Min.}} \times 1354.75 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Fino}} = 1.35 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

### Valor Escala Subida y Bajada

Finalmente el valor de la Escala de Subida y Bajada será:

Valor del mineral 1 % Cu Ins	= +13.54 US\$/Ton Min.
Pérdidas del Proceso	= - 1.35 US\$/Ton Min.
Valor Escala 1 % Cu Ins.	= 12.19 US\$/Ton Min.

### c.- Resumen de los procedimientos antes descritos.

Los procedimientos se resumen en las siguientes fórmulas.

#### c.1.- Para Concentrados de Cobre

$$\text{TARIFA} = Fc \times (\text{LME} - \text{CR}) \times \frac{\text{LC}}{100} \times (1 - \frac{\text{PM}}{100}) - \text{CF}$$

$$\text{ESCALA} = Fc \times (\text{LME} - \text{CR}) \times \frac{1}{100} \times (1 - \frac{\text{PM}}{100})$$

#### c.2.- Para Minerales de Cobre Destino Flotación

$$\text{TARIFA} = [Fc \times (\text{LME} - \text{CR}) \times \frac{\text{LC}}{100} \times (1 - \frac{\text{PM}}{100}) - \text{CF}] \times \frac{\text{LM}}{\text{LC}} \times \frac{\text{REC}}{100} - \text{CB}$$

$$\text{ESCALA} = \left[ \text{Fc} \times \frac{\text{LME} - \text{CR}}{100} \times \frac{\text{LC}}{100} \times \left( 1 - \frac{\text{PM}}{100} \right) - \text{CF} \right] \times \frac{\text{L}}{\text{LC}} \times \frac{\text{REC}}{100}$$

### c.3.- Variables y Unidades

Fc	= Factor de conversión, para llevar US¢/Lb a US\$/TM. 22,046223.
LC	= Ley del concentrado, expresada en porcentaje.
LM	= Ley base del mineral, expresada en porcentaje.
PM	= Pérdida metalúrgica por fusión, expresada en porcentaje en términos de recuperación.
LME	= Precio del metal, expresado en US¢/Lb.
CR	= Cargo por refinación, expresado en US¢/Lb.
CF	= Cargo por fusión, expresado US\$/TM.
REC	= Recuperación en la etapa de concentración,
CB	= Cargo por flotación, expresado en US\$/TMS.

## ANEXO N° 1

En este anexo se desarrollará la obtención de los fino recuperados y perdidos, cuando la pérdida metalúrgica se expresa en unidades de ley. Esto es importante por de ello depende la valoración de la dicha pérdida y cargo de refinación.

**Valoración Pérdida Metalúrgica**

Normalmente la pérdida que se utiliza en el proceso de fusión es de 12 Kg. de cobre fino por tonelada de concentrado. Esto es equivalente a decir que se pierden 1,2% Cu. La pérdida debe descontarse ya que la tonelada valorada al comienzo refleja el cobre fino contenido y no el realmente obtenido, que es el que finalmente se comercializa en los mercados. Por lo tanto, el precio considerado en la valoración de este descuento es el mismo utilizado en la valoración de la tonelada de concentrado.

La valorización debe expresarse en término de dólares por ton de concentrado, (US\$/Ton.Conc.) y en su determinación participan el precio del metal en US\$ / Ton Fino y la pérdida metalúrgica en Ton. de Fino.

La pérdida metalúrgica de 1,2% equivale a decir que se pierden 0.012 ton de fino por tonelada de concentrado. Esta cifra se calcula de acuerdo a la siguiente expresión ya indicada, cuando la pérdida se representa en unidades de ley:

$$\text{Fino} = \frac{\text{Peso Producto} \times \text{Pérdida Metalúrgica}}{100}$$

$$\text{Fino Perdido} = 1 \text{ Ton.} \times \frac{1,2 \%}{100} = 0,012 \frac{\text{Ton. Fino}}{\text{Ton. Conc.}}$$

Por otro lado, el precio del metal medido en C/Lb se debe expresar en US\$/Ton. Fino, cuya transformación ya se explicó.

$$\text{Precio del Cobre} = 100 \times 22,04 = 2204,6 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton Fino Cu.}}$$

Para valorizar la pérdida metalúrgica se aplica la expresión general antes indicada y que para este caso es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = \text{Fino Contenido} \times \text{Precio Metal}$$

Por lo tanto la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = 0,012 \frac{\text{Ton.Fino}}{\text{Ton.Conc.}} \times 2.204,6 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Fino}} = 26,45 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Conc.}}$$

### a.2.3.- Descuento por Refinación

**-Cargo de Refinación.** En general, este cargo se expresa en C/Lb y se aplica sobre el cobre fino recuperado solamente. El cargo aplicado para este ejemplo será de 10 c/Lb..

En la valorización del cargo de refinación, expresado en US\$/Ton. Prec., se utilizan el costo que origina dicho proceso y las cantidades de fino a refinar.

Así, el cargo de refinación expresado en C/Lb se debe transformar a US\$/Ton. Fino, para lo cual se utilizan los factores de conversión ya indicados. En consecuencia, 10 C/Lb equivalen a 220.046 US\$/Ton. Fino.

Por otro lado, el cobre fino a refinar corresponde al recuperado en el proceso de fusión y que se determina de la siguiente manera, cuando la pérdida se expresa en unidades de ley:

$$\text{Fino Recuperado} = \frac{L_p \% - P_m \%}{100}$$

$$\text{Fino Recup.} = \frac{(20 - 1,2)}{100} \times \frac{\text{Ton Fino}}{\text{Ton.Conc.}} = 0,188 \frac{\text{Ton Fino}}{\text{Ton.Conc.}}$$

donde :  $L_p$  = Ley del Concentrado  
 $P_m$  = Pérdida metalúrgica

Finalmente, el valor de este descuento es:

$$\text{Valor Refino} = \text{Fino Involucrado} * \text{Costo del Refino}$$

Por lo tanto,:

$$\text{Valor Cargo Refino} = \frac{0,188 \text{ Ton.Fino} \times 220.46 \text{ US\$}}{\text{Ton.Conc.}} = \frac{41.446 \text{ US\$}}{\text{Ton.Conc.}}$$

### Escala de Subida y Bajada

Cuando la pérdida metalúrgica se expresa en unidades de ley, ésta no se aplica en la escala ya que como se dijo anteriormente, constituye un cargo fijo que no depende de la calidad del producto, y además, ya se encuentra cargado en la base.

### 3.- PROCEDIMIENTOS PARA DETERMINACION DE TARIFAS DE CONCENTRADOS DE ORO Y MINERALES DESTINO FLOTACION

#### a.- Concentrados de Oro

##### Procedimiento de Cálculo

El procedimiento comienza valorizando en términos monetarios una tonelada de concentrado de oro, de una determinada ley, y los procesos posteriores que se le aplican para la obtención del producto final, es decir, barras oro metálico.

La metodología explicará cada uno de los parámetros que participan en la determinación del valor de la tonelada de concentrado de oro.

Por otra parte, la valorización debe ser consistente entre sí, para lo cual se requiere que todas las cifras monetarias asociadas a los diversos procesos, se expresen en la misma unidad de medida, que en este caso es dólares por tonelada de concentrado de oro (US\$/Ton. Conc. Au).

##### a.1.- Valor de la Tonelada de Concentrado de oro.

Para valorar la tonelada de concentrado es necesario, por una parte, determinar el oro que ella contiene para lo cual se debe conocer su ley y, por otra, el precio del oro al cual será comercializado

##### \*.- Precio del Oro

Para el desarrollo del tema se considera un precio del oro de 390 US\$/Onza.

Tal como se indicara inicialmente, la valorización del producto se expresará en US\$/Ton Conc. de Oro, por lo cual el precio del metal considerado debe ser transformado a US\$/Gramo. Para ello se utiliza la equivalencia 1 Onza es 31.103 Gramos, o bien, se divide el precio expresado en US\$/Onza por 31.103. En consecuencia, el valor del precio del metal expresado en US\$/Gramo de Oro, es:

$$\text{Precio del Oro} = \text{Precio en US\$/Onza} / 31.103 = \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}}$$

$$\text{Precio del Oro} = 390 / 31.103 = 12.54 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}}$$

**\*.- Finos de oro Contenidos en una Tonelada de Concentrado**

Así, para este caso se asigna una tonelada de concentrado de ley 40 Gr/Ton. Por lo tanto, dicha tonelada de producto contiene 40 Gramos oro.

La fórmula metalúrgica que determina el fino contenido, en gramos, en un producto mineral de oro es:

$$\text{Gramos} = \text{Peso Producto} \times \text{Ley en Gramos}$$

$$\text{Gramos} = 1 \text{ ton} \times 40 \text{ Gr} = \frac{40.0 \text{ Gr. Oro}}{\text{Ton. Conc.}}$$

**\*.- Valorización de la Tonelada de Concentrado**

La ecuación general que rige la valorización de cualquier producto es:

$$\text{Valor} = \text{Cantidad} \times \text{Valor Unitario}$$

Para este caso, la expresión es la siguiente:

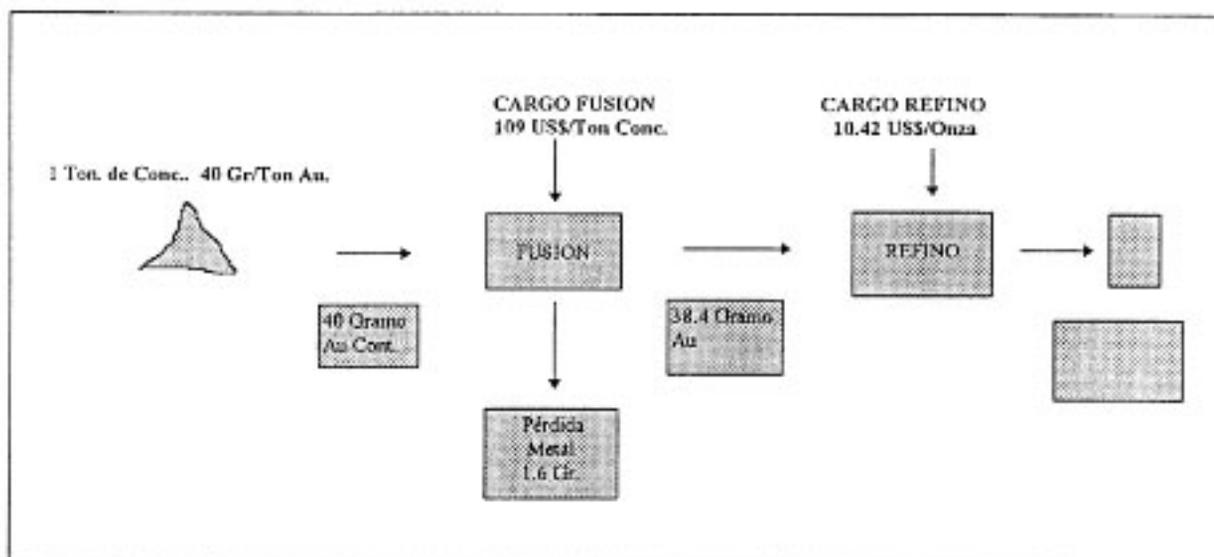
$$\text{Valor Ton. Conc.} = \text{Gramos Contenido} \times \text{Valor del gramo}$$

Por lo tanto, el valor de la tonelada de concentrado es:

$$\text{Ton. Valor Ton. Conc.} = 40 \frac{\text{Gramos}}{\text{Conc.}} \times 12.54 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}} = 501.56 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton. Conc.}}$$

## a.2.- Descuentos Aplicados

Conocido el valor de la tonelada de concentrado de oro, sin ningún tipo de procesamiento, luego entonces es necesario descontar todos los costos de los procesos a que será sometido para extraer casi la totalidad del oro contenido; el cual en forma de barras de alta ley es comercializado en los mercados internacionales. Dichos costos corresponden a la fusión y refinación. También, se debe descontar la pérdida metalúrgica, que es el oro no recuperado en el proceso de fusión. Gráficamente:



En consecuencia, los descuentos son los siguientes:

### a.2.1.- Descuento por Fusión

**-Cargo de fusión.** Por lo general, este cargo se expresa en US\$/Ton de concentrado. Para este caso se usará 109 US\$/Ton de concentrado. Dado que la unidad de medida de este cargo es consecuente con la del valor de la tonelada de concentrado ya obtenido, no requiere ningún tipo de transformación.

### a.2.2.- Descuento por Pérdida Metalúrgica

**-Pérdida metalúrgica.** La pérdida que normalmente se utiliza en el proceso de fusión es de 4 % de recuperación, de los finos contenidos. Esto es equivalente a decir que se pierden 1,6 Gramos de Oro. La pérdida debe descontarse ya que la tonelada valorada al comienzo refleja el oro contenido y no el realmente obtenido, que es el que finalmente se comercializa en los mercados. Por lo tanto, el precio considerado en la valoración de este descuento es el mismo utilizado en la valoración de la tonelada de concentrado.

La valorización debe expresarse en término de dólares por ton de concentrado, (US\$/Ton.Conc.) y en su determinación participan el precio del metal en US\$/Gramo y la pérdida metalúrgica en Gramos de oro no recuperados.

La pérdida metalúrgica de 4% equivale a decir que se pierden 1.6 Gramos por tonelada de concentrado. Esta cifra se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Gramos Contenidos} = \text{Peso Producto} \times \text{Ley en Gramos}$$

$$\text{Gramos Perdidos} = \frac{\text{Gr. Contend.} \times \text{Pérdida Met.}}{100}$$

$$\text{Gramos Perdidos} = \frac{40 \text{ Gr} \times 4 \%}{100} = 1.6 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton.Conc.}}$$

Por otro lado, el precio del metal medido en US\$/Onza se debe expresar en US\$/Gramo, cuya transformación ya se explicó.

$$\text{Precio del Oro} = \frac{390}{31.103} = 12.54 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}}$$

Para valorizar la pérdida metalúrgica se aplica la expresión general antes indicada y que para este caso es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = \text{Gramos Perdidos} \times \text{Precio Metal}$$

Por lo tanto la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = 1.6 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton.Conc.}} \times 12.5 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}} = 20.0 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Conc.}}$$

### a.2.3.- Descuento por Refinación

**-Cargo de Refinación.** En general, este cargo se expresa en US\$/Onza y se aplica sobre el oro recuperado solamente. El cargo aplicado para este ejemplo será de 10.42 US\$/Onza.

En la valorización del cargo de refinación, expresado en US\$/Ton. Conc., se utilizan el costo que origina dicho proceso y las cantidades de gramos de oro a refinar.

Así, el cargo de refinación expresado en US\$/Onza se debe transformar a US\$/Gramo, para lo cual se utilizan los factores de conversión ya indicados. En consecuencia, 10.42 US\$/Onza equivalen a 0.335 US\$/Gramo.

Por otro lado, el oro a refinar corresponde al recuperado en el proceso de fusión y que se determina de la siguiente manera:

$$\text{Gramos Recuperados} = \text{Gramos Contenidos} \times \frac{(1 - \text{PM})}{100}$$

donde PM es la pérdida metalúrgica, expresada en %.

$$\text{Gramos Recuperados} = 40 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton. Conc.}} \times \frac{(1 - 4)}{100} = 38.4 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton. Conc.}}$$

Finalmente, el valor de este descuento es:

$$\text{Valor Refino} = \text{Gramos Involucrado} \times \text{Costo Refino}$$

Por lo tanto,:

$$\text{Valor Cargo Refino} = 38.4 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton. Conc.}} \times 0.335 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}} = 12.86 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton. Conc.}}$$

### a.3.- Valor Final de la Tonelada de Concentrado de Oro

Finalmente, la tonelada de concentrado de oro de 40 Gr/Ton tiene un valor de:

+ Valor del concentrado	+ 501.56	US\$/Ton concentrado
- Cargo fusión	- 109.00	US\$/Ton concentrado
- Pérdida metalúrgica	- 20.00	US\$/Ton concentrado
- Cargo refino	- 12.86	US\$/Ton concentrado
Valor de la tonelada de concentrado de 40 Gr/Ton Au.	353.70	US\$/Ton concentrado

### a.4.- Escala de Subida y Bajada

Para determinar la Escala de Subida y Bajada, se valoriza la tonelada de concentrado para una ley de 1 Gr/Ton de Au. En esta ocasión, no se aplica el cargo de fusión, ya que éste corresponden a un cargo fijo por tonelada de concentrado y que no depende de la ley oro. Sin embargo, se aplica el descuento metalúrgico, que depende de la ley del producto. En efecto, si sube o baja la ley del concentrado la pérdida de finos varía. También se considera el cargo de refinación, ya que el costo por este concepto dependerá de la cantidad a refinar. Por lo tanto, la Escala se obtiene de la siguiente forma: Primero se valoriza la tonelada de concentrado de 1 Gr/Ton de Au. y luego se descuentan los cargos indicados.

#### ^.- Valor de la Ton de 1 Gr/Ton de Au.

Para determinar el valor de la tonelada de concentrado de 1 Gr/Ton de Au, se utiliza el precio del metal expresado en US\$/Gramo y la cantidad de gramos contenido en dicha tonelada. Es decir,

$$\text{Precio del Oro} = \frac{390}{31.103} = 12.54 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo Au}}$$

$$\text{Gramos Oro en Ton } \frac{1 \text{ Gr}}{\text{Ton}} = 1 \text{ Ton.} \times \frac{1 \text{ Gr}}{\text{Ton}} = 1.0 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton. Conc.}}$$

Por lo tanto, el valor de la tonelada de 1 Gr/ton es:

$$\text{Valor Ton 1 Gr Au} = \frac{\text{Grs. Contenidos} \times \text{Valor del Gr.}}{\text{Ton}}$$

$$\text{Valor Ton 1 Gr.} = \frac{1.0 \text{ Gramo}}{\text{Ton.Conc.}} \times \frac{12.54 \text{ US\$}}{\text{Gramo}} = \frac{12.54 \text{ US\$}}{\text{Ton.Conc.}}$$

#### \*.- Descuento por Pérdida Metalúrgica

-**Pérdida metalúrgica.** Este descuento se determina tal como se indicó anteriormente. La pérdida debe descontarse ya que la tonelada valorada de 1 Gr/ton. refleja el oro contenido y no el realmente obtenido, que es el que finalmente se comercializa en los mercados.

La pérdida metalúrgica de 4% equivale a decir que se pierden 0.04 Gramos por tonelada de concentrado. Esta cifra se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Gramos Contenidos} = \text{Peso Producto} \times \text{Ley en Gramos}$$

$$\text{Gramos Perdidos} = \frac{\text{Gr. Contenid.} \times \text{Pérdida Met.}}{100}$$

$$\text{Gramos Perdidos} = \frac{1 \text{ Gr} \times 4 \%}{100} = 0.04 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton.Conc.}}$$

Por otro lado, el precio del metal medido en US\$/Onza se debe expresar en US\$/Gramo, cuya transformación ya se explicó.

$$\text{Precio del Oro} = \frac{390}{31.103} = 12.54 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}}$$

Para valorizar la pérdida metalúrgica se aplica la expresión general antes indicada y que para este caso es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = \text{Gramos Perdidos} \times \text{Precio Metal}$$

Por lo tanto la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = 0.04 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton. Conc.}} \times 12.5 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}} = 0.5 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton. Conc.}}$$

#### \*.- Descuento por Refinación

Este cargo se calcula de la misma forma que ya se explicó, es decir, aplicando el cargo de refinación expresado en US\$/Gramo y la cantidad de gramos de oro correspondientes a la tonelada de concentrado de 1 Gr/Ton. considerada. Este descuento se aplica a los gramos recuperados solamente.

$$\text{Cargo Refinación} = 10.42 / 31.103 = 0.335 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}}$$

$$\text{Gramos Oro en Ton} \frac{1 \text{ Gr}}{\text{Ton}} = 1 \text{ Ton.} \times 1 \frac{\text{Gr}}{\text{Ton}} = 1.0 \frac{\text{Gramo}}{\text{Ton. Conc.}}$$

$$\text{Gramos Recuperados} = \text{Gramos Contenidos} \times \frac{(1 - \text{PM})}{100}$$

donde PM es la pérdida metalúrgica, expresada en %.

$$\text{Gramos Recuperados.} = 1.0 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton. Conc.}} \times \frac{(1 - 4)}{100} = 0.96 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton. Conc.}}$$

por lo tanto el descuento por éste concepto es :

$$\text{Valor Refino} = \text{Gramos Involucrado} \times \text{Costo Refino}$$

$$\text{Cargo Refino} = 0.96 \times 0.335 = 0.321 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton. Conc.}}$$

#### \*.- Valor Escala de Subida y Bajada

Por lo tanto la Escala de Subida y Bajada es:

Valor de la tonelada 1 Gr/Ton	= + 12.54	US\$ /Ton conc.
Pérdida Metalúrgica	= - 0.5	US\$ /Ton conc.
Cargo de Refino	= - 0.321	US\$ /Ton conc.
Escala Subida / Bajada por 1 Gr/Ton.	=	11.72 US\$ /Ton conc.

#### b.- Minerales de oro destino Flotación.

##### Procedimiento de Cálculo.

El procedimiento consiste en valorar una tonelada de mineral, con una determinada ley de oro, y los procesos involucrados aplicados para obtener el producto intermedio que es el Concentrado de oro.

Al igual que el caso anteriormente descrito, la valorización de las diversas etapas deben ser consecuente, para lo cual se requiere que se expresen en las mismas unidades de medidas, siendo en este caso dólares por tonelada de mineral.

##### b.1.- Valor de la Tonelada de Mineral de Oro .

La metodología utilizada es la misma que se explicó para la situación de los concentrados, haciendo la salvedad de que aquí se utilizan resultados de ese caso.

En efecto, se requiere conocer los gramos de oro contenidos en el mineral y el precio con que se valorarán.

**\*.- Precio del Oro.**

El precio del oro que se utiliza , es obtenido del valor de la tonelada de concentrados de ley 40 Gr/Ton, considerando todos sus descuentos. Esto es 359.7 US\$/Ton. Conc.

A partir de este antecedente se determina el precio del oro, para lo cual el valor anterior se debe dividir por la cantidad de gramos contenido en la tonelada de concentrado.

$$\text{Precio del Gramo} = \frac{359.74 \text{ US\$}}{\text{Ton Conc.}} \times \frac{1 \text{ Ton Conc.}}{40 \text{ Gramo}} = 8.99 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}}$$

**\*.- Gramos Contenidos**

Para valorar la tonelada de mineral es necesario determinar el oro que ella contiene, para lo cual se debe conocer su ley.

Así, para este caso se asigna un tonelada de mineral de ley 6 Gr/Ton mineral.

En consecuencia, dicha tonelada contiene 6 Gramos de oro / Ton de mineral.

**\*.- Valorización de la Tonelada de Mineral**

Su valorización , de acuerdo al expresión general es:

$$\text{Valor} = \text{Cantidad} \times \text{Valor Unitario}$$

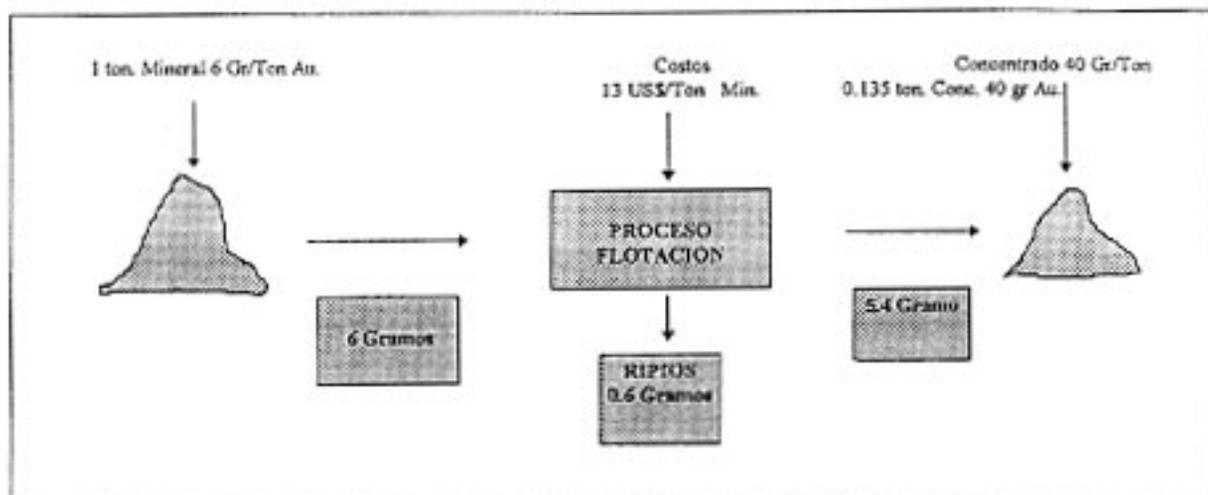
Para este caso , la expresión es la siguiente:

$$\text{Valor Ton.Min.} = \text{Gramos Contenidos} \times \text{Valor Gramo}$$

$$\text{Valor Ton.Min.} = \frac{6 \text{ Gramos}}{\text{Ton Min}} \times 8.99 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}} = 53.94 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton Min}}$$

## b.2.- Descuento del Proceso

Conocido el valor de la tonelada de mineral, sin ningún proceso, es necesario descontar los cargos que implican su tratamiento, tales como: el cargo de flotación y rebajar el oro perdido como consecuencia de la recuperación metalúrgica. Gráficamente, la siguiente figura muestra lo antes expuestos.



### b.2.1.- Descuento por beneficio

**-Cargo de tratamiento.** En general este cargo se expresa en US\$/Ton mineral. En este ejemplo se aplica 13.0 US\$ / Ton mineral. Dado que su unidad de medida es dólar por tonelada de mineral, este cargo no requiere transformación de unidad.

### b.2.2.- Descuento por Recuperación Metalúrgica

**-Recuperación metalúrgica.** Los procesos de flotación de oro por lo general tienen eficiencias del 90 %. Esto significa que el 10 % de los finos contenidos en la tonelada de mineral no se recuperan. Esta pérdida del metal constituye un descuento, dado que la tonelada de mineral valorada inicialmente refleja los gramos de oro contenidos y no los que se obtienen realmente.

Para su valorización se considera el precio del oro con el cual se obtuvo el valor de la tonelada de mineral, expresado en US\$ / Gramo, y la pérdida por recuperación expresada en Gramos por Ton. de mineral.

La pérdida del proceso es de 10 % y es equivalente a decir que se pierden 0.6 Gramos por tonelada de mineral. Esta cifra se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Gramos no Recuperados} = \text{Ley Min.} \times \frac{\text{Perd. Proceso}}{100}$$

$$\text{Gramos no Recuperados} = \frac{6 \text{ Gr.}}{\text{Ton}} \times \frac{10 \%}{100} = \frac{0.6 \text{ Gramos}}{\text{Ton. Min.}}$$

Para valorizar los Gramos no Recuperados se aplica la expresión general ya señalada y que para este caso es:

$$\text{Valor Gramos no Recuperados.} = \text{Gramos Perdidos} \times \text{Valor Gramo}$$

Por lo tanto la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = \frac{0.6 \text{ Gramos}}{\text{Ton. Min.}} \times \frac{8.99 \text{ US\$}}{\text{Gramo}} = \frac{5.39 \text{ US\$}}{\text{Ton. Min.}}$$

### b.2.3.- Valor Final de la Tonelada de Mineral

Finalmente el valor que se pagaría por la tonelada de mineral será:

Valor del mineral 6 Gr/Ton Au .	=+ 53.94 US\$/Ton Min.
Cargo de Tratamiento	= - 13.0 US\$/Ton Min.
Pérdidas del Proceso	= - <u>5.39</u> US\$/Ton Min.
Valor final de tonelada Mineral 6 Gr/Ton Au.	= 35.55 US\$/Ton Min.

### b.3.- Escala de Subida y Bajada

Para determinar la escala de subida y bajada se valoriza una tonelada de mineral de 1 Gr/Ton de ley de oro. En este caso se aplican las pérdidas del proceso por conceptos de recuperación, dado que ésta afecta los finos de oro contenidos. No se aplica el cargo del proceso, ya que éste es por tonelada de mineral independiente de su ley.

#### \*.- Valor de la Ton de 1 Gr/Ton de Oro.

Para determinar el valor de la tonelada de mineral de 1 Gr/Ton de oro, por un lado se utiliza el precio del Gramo expresado en US\$/Gramo ( 8.99 US\$/Gramo), usado para la valorización de los minerales y, por otro, la cantidad fino de oro contenido en dicha tonelada.

En consecuencia, el valor de la tonelada de mineral de 1 Gr/Ton es:

$$\text{Valor Ton 1 Gr/Ton.} = \text{Grs. Contenidos} \times \text{Valor Gramo}$$

$$\text{Valor Ton 1 Gr/Ton} = 1 \frac{\text{Gramo}}{\text{Ton.Min.}} \times 8.99 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}} = 8.99 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

#### \*.- Descuentos

El procedimiento de valorizar los descuentos involucrados es similar al caso indicado anteriormente, haciendo la salvedad que en esta ocasión los finos a considerar corresponden a la tonelada de 1 Gramo.

### Recuperación metalúrgica

Para su valorización se considera el precio del Gramo con el cual se obtuvo el valor de la tonelada de mineral expresado en US\$ / Gramo y la pérdida por recuperación expresada en Gramos por Tonelada de mineral.

La pérdida del proceso es de 10 % y es equivalente a decir que se pierden 0.1 Gramo por tonelada de mineral. Esta cifra de calcula de acuerdo a la siguiente expresión :

Para valorizar los Finos no Recuperados se aplica la expresión general ya señalada y que para este caso es:

$$\text{Valor Gramos no Recuperados.} = \text{Gramos Perdidos} \times \text{Valor Gramo}$$

Por lo tanto la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = 0.1 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton.Min.}} \times 8.99 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}} = 0.899 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

#### Valor Escala Subida y Bajada

Finalmente el valor de la Escala de Subida y Bajada será:

Valor del mineral 1 Gr/Ton Au	= + 8.99	US\$/Ton Min.
Pérdidas del Proceso	= - 0.899	US\$/Ton Min.
Valor Escala 1 Gr/Ton Au.	= 8.091	US\$/Ton Min.

#### c.- Resumen de los procedimientos antes descritos.

Los procedimientos se resumen en las siguientes fórmulas.

##### c.1.- Para Concentrados de Oro

$$\text{TARIFA} = \frac{1}{F_c} \times (\text{LM} - \text{CR}) \times (\text{LC}) \times \left(1 - \frac{\text{PM}}{100}\right) - \text{CF}$$

$$\text{ESCALA} = \frac{1}{F_c} \times (\text{LME} - \text{CR})$$

## c.2.- Para Minerales de Oro Destino Flotación

$$\text{TARIFA} = \left[ \frac{1}{F_c} \times (\text{LME} - \text{CR}) \times (\text{LC}) \times \left(1 - \frac{\text{PM}}{100}\right) - \text{CF} \right] \times \frac{\text{LM} \times \text{REC}}{\text{LC}} - \text{CB}$$

$$\text{ESCALA} = \left[ \frac{1}{F_c} \times (\text{LME} - \text{CR}) \times (\text{LC}) \times \left(1 - \frac{\text{PM}}{100}\right) - \text{CF} \right] \times \frac{1}{\text{LC}} \times \frac{\text{REC}}{100}$$

## c.3.- Variables y Unidades

Fc	= Factor de conversión, para llevar US\$/Onza a US\$/Gramo. 31.103.
LC	= Ley del concentrado, expresada en Gr/Ton.
LM	= Ley base del mineral, expresada en Gr/Ton.
PM	= Pérdida metalúrgica por fusión, expresada en porcentaje.
LM	= Precio del metal, expresado en US\$/Onza.
CR	= Cargo por refinación, expresado en US\$/Onza.
CF	= Cargo por fusión, expresado US\$/TM.
REC	= Recuperación en la etapa de concentración, expresada en porcentaje.
CB	= Cargo por flotación, expresado en US\$/TMS.

#### 4.- PROCEDIMIENTOS PARA DETERMINACION DE TARIFAS DE CONCENTRADOS DE PLATA Y MINERALES DESTINO FLOTACION

##### a.- Concentrados de Plata

###### Procedimiento de Cálculo

El procedimiento comienza valorizando en términos monetarios una tonelada de concentrado de plata, de una determinada ley , y los procesos posteriores que se le aplican para la obtención del producto final, es decir, barras de plata metálica .

La metodología explicará cada uno de los parámetros que participan en la determinación del valor de la tonelada de concentrado de plata.

Por otra parte, la valorización debe ser consistente entre si, para lo cual se requiere que todas las cifras monetarias asociadas a los diversos procesos, se expresen en la misma unidad de medida, que en este caso es dólares por tonelada de concentrado de plata (US\$/Ton.Conc. Ag).

##### a.1.- Valor de la Tonelada de Concentrado de plata.

Para valorar la tonelada de concentrado es necesario, por una parte, determinar la plata que ella contiene para lo cual se debe conocer su ley y, por otra, el precio de la plata a la cual será comercializada

##### ^.- Precio de la plata

Para el desarrollo del tema se considera un precio de la plata de 5.5 US\$/Onza.

Tal como se indicara inicialmente, la valorización del producto se expresará en US\$/Ton Conc. de Plata, por lo cual el precio del metal considerado debe ser transformado a US\$/Gramo. Para ello se utiliza la equivalencia 1 Onza es 31.103 Gramos, o bien, se divide el precio expresado en US\$/Onza por 31.103. En consecuencia, el valor del precio del metal expresado en US\$/Gramo de Plata, es:

$$\text{Precio del Oro} = \text{Precio en US\$/Onza} / 31.103 = \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}}$$

$$\text{Precio del Oro} = 5.5 / 31.103 = 0.177 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}}$$

**\*.- Finos de plata Contenidos en una Tonelada de Concentrado**

Así, para este caso se asigna una tonelada de concentrado de ley 3000 Gr/Ton. Por lo tanto, dicha tonelada de producto contiene 3000 Gramos de plata.

La fórmula metalúrgica que determina el fino contenido, en gramos, en un producto mineral de plata es:

$$\text{Gramos} = \text{Peso Producto} \times \text{Ley en Gramos}$$

$$\text{Gramos} = 1 \text{ ton} \times 3000 \frac{\text{Gr}}{\text{Ton}} = 3000 \frac{\text{Gr. Plata}}{\text{Ton. Conc.}}$$

**\*.- Valorización de la Tonelada de Concentrado**

La ecuación general que rige la valorización de cualquier producto es:

$$\text{Valor} = \text{Cantidad} \times \text{Valor Unitario}$$

Para este caso, la expresión es la siguiente:

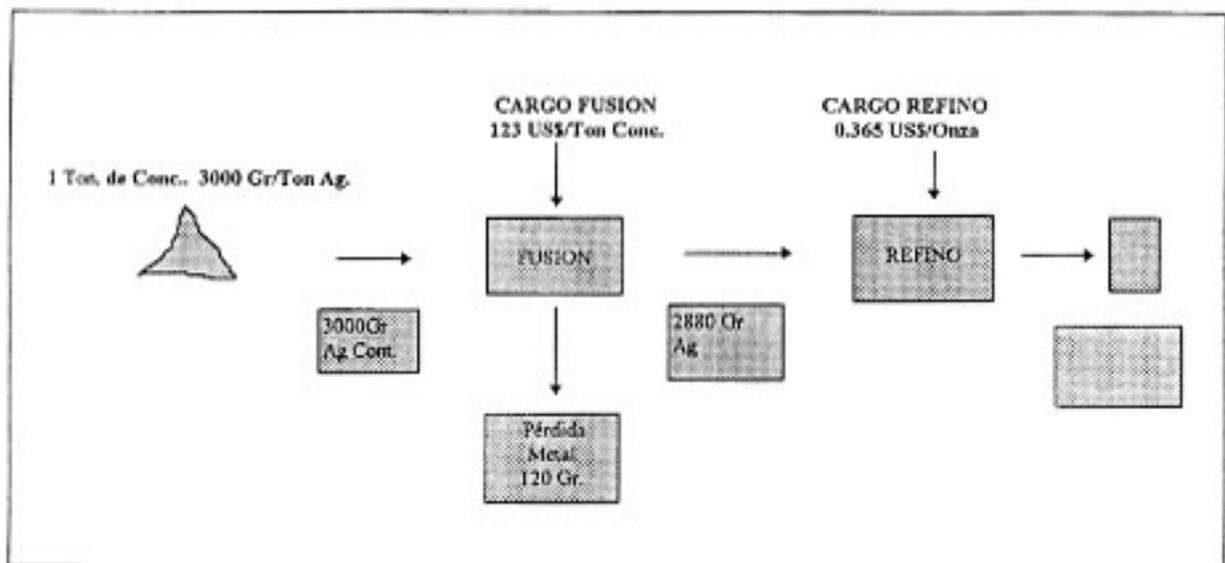
$$\text{Valor Ton. Conc.} = \text{Gramos Contenido} \times \text{Valor del gramo}$$

Por lo tanto, el valor de la tonelada de concentrado es:

$$\text{Valor Ton. Conc.} = 3000 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton. Conc.}} \times 0.177 \frac{\text{USS}}{\text{Gramo}} = 530.49 \frac{\text{USS}}{\text{Ton. Conc.}}$$

## a.2.- Descuentos Aplicados

Conocido el valor de la tonelada de concentrado de plata, sin ningún tipo de procesamiento, luego entonces es necesario descontar todos los costos de los procesos a que será sometido para extraer casi la totalidad de la plata contenido; el cual en forma de barras de alta ley es comercializado en los mercados internacionales. Dichos costos corresponden a la fusión y refinación. También, se debe descontar la pérdida metalúrgica, que es el metal no recuperado en el proceso de fusión. Gráficamente:



En consecuencia, los descuentos son los siguientes:

### a.2.1.- Descuento por Fusión

-CARGO de fusión. Por lo general, este cargo se expresa en US\$/Ton de concentrado. Para este caso se usará 123 US\$/Ton de concentrado. Dado que la unidad de medida de esta cifra es consecuente con la del valor de la tonelada de concentrado ya obtenido, no requiere ningún tipo de transformación.

### a.2.2.- Descuento por Pérdida Metalúrgica

-Pérdida metalúrgica. La pérdida que normalmente se utiliza en el proceso de fusión es de 4 % de recuperación, de los finos contenidos. Esto es equivalente a decir que se pierden 120 Gramos de Plata. La pérdida debe descontarse ya que la tonelada valorada al comienzo refleja la plata contenido y no el realmente obtenido, que es el que finalmente se comercializa en los mercados. Por lo tanto, el precio considerado en la valoración de este descuento es el mismo utilizado en la valoración de la tonelada de concentrado.

La valorización debe expresarse en término de dólares por tonelada de concentrado, (US\$/Ton.Conc.) y en su determinación participan el precio del metal en US\$ / Gramo y la pérdida metalúrgica en Gramos de plata no recuperados.

La pérdida metalúrgica de 4% equivale a decir que se pierden 120 Gramos por tonelada de concentrado. Esta cifra se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Gramos Contenidos} = \text{Peso Producto} \times \text{Ley en Gramos}$$

$$\text{Gramos Perdidos} = \frac{\text{Gr. Contend.} \times \text{Pérdida Met.}}{100}$$

$$\text{Gramos Perdidos} = \frac{3000 \text{ Gr} \times 4 \%}{100} = 120 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton.Conc.}}$$

Por otro lado, el precio del metal medido en US\$/Onza se debe expresar en US\$/Gramo, cuya transformación ya se explicó.

$$\text{Precio de la Plata} = \frac{5.5}{31.103} = 0.177 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}}$$

Para valorizar la pérdida metalúrgica se aplica la expresión general antes indicada y que para este caso es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = \text{Gramos Perdidos} \times \text{Precio Metal}$$

Por lo tanto la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = 120 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton.Conc.}} \times 0.177 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}} = 21.22 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Conc.}}$$

### a.2.3.- Descuento por Refinación

**-Cargo de Refinación.** En general, este cargo se expresa en US\$/Onza y se aplica sobre la plata recuperado solamente. El cargo aplicado para este ejemplo será de 0.365 US\$/Onza.

En la valorización del cargo de refinación, expresado en US\$/Ton. Conc., se utilizan el costo que origina dicho proceso y las cantidades de gramos de plata a refinar.

Así, el cargo de refinación expresado en US\$/Onza se debe transformar a US\$/Gramo, para lo cual se utilizan los factores de conversión ya indicados. En consecuencia, 0.365 US\$/Onza equivalen a 0.0117 US\$/Gramo.

Por otro lado, la plata a refinar corresponde a la recuperada en el proceso de fusión y que se determina de la siguiente manera:

$$\text{Gramos Recuperados} = \text{Gramos Contenidos} \times \frac{(1 - PM)}{100}$$

donde PM es la pérdida metalúrgica, expresada en %.

$$\text{Gramos Recuperados.} = \frac{3000 \text{ Gramos}}{\text{Ton. Conc.}} \times \frac{(1 - 4)}{100} = \frac{2880 \text{ Gramos}}{\text{Ton. Conc.}}$$

Finalmente, el valor de este descuento es:

$$\text{Valor Refino} = \text{Gramos Involucrado} \times \text{Costo Refino}$$

Por lo tanto,:

$$\text{Valor Cargo Refino} = \frac{2880 \text{ Gramos}}{\text{Ton. Conc.}} \times \frac{0,0117 \text{ US\$}}{\text{Gramo}} = \frac{33,79 \text{ US\$}}{\text{Ton. Conc.}}$$

### a.3.- Valor Final de la Tonelada de Concentrado de Plata

Finalmente, la tonelada de concentrado de plata de 3000 Gr/Ton tiene un valor de:

+ Valor del concentrado	+ 530.49	US\$/Ton concentrado
- Cargo fusión	- 123.00	US\$/Ton concentrado
- Pérdida metalúrgica	- 21.22	US\$/Ton concentrado
- Cargo refino	- 33.79	US\$/Ton concentrado
Valor de la tonelada de concentrado de 3000 Gr/Ton Ag	352.47	US\$/Ton concentrado

#### a.4.- Escala de Subida y Bajada

Para determinar la Escala de Subida y Bajada, se valoriza la tonelada de concentrado para una ley de 1 Gr/Ton de Ag. En esta ocasión, no se aplica el cargo de fusión, ya que éste corresponden a un cargo fijo por tonelada de concentrado y que no depende de la ley de plata. Sin embargo, se aplica el descuento metalúrgico, que depende de la ley del producto. En efecto, si sube o baja la ley del concentrado la pérdida de finos varía. También se considera el cargo de refinación, ya que el costo por este concepto dependerá de la cantidad a refinar. Por lo tanto, la Escala se obtiene de la siguiente forma: Primero se valoriza la tonelada de concentrado de 1 Gr/Ton de Plata y luego se descuentan los cargos indicados.

#### \*.- Valor de la Ton de 1 Gr/Ton de Ag.

Para determinar el valor de la tonelada de concentrado de 1 Gr/Ton de Ag, se utiliza el precio del metal expresado en US\$/Gramo y la cantidad de gramos contenido en dicha tonelada. Es decir,

$$\text{Precio de la Ag} = \frac{5.5}{31.103} = 0.177 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo Ag}}$$

$$\text{Gramos Plata en Ton} \frac{1 \text{ Gr}}{\text{Ton}} = 1 \text{ Ton.} \times \frac{1 \text{ Gr}}{\text{Ton}} = 1.0 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton. Conc.}}$$

Por lo tanto, el valor de la tonelada de 1 Gr/ton es:

$$\text{Valor Ton} \frac{1 \text{ Gr}}{\text{Ton}} \text{ Ag} = \text{Grs. Contenidos} \times \text{Valor del Gr.}$$

$$\text{Valor Ton} \frac{1 \text{ Gr}}{\text{Ton}} = 1.0 \frac{\text{Gramo}}{\text{Ton. Conc.}} \times 0.177 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}} = 0.177 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton. Conc.}}$$

**\*.- Descuento por Pérdida Metalúrgica**

**-Pérdida metalúrgica.** Este descuento se determina tal como se indicó anteriormente. La pérdida debe descontarse ya que la tonelada valorada de 1 Gr/ton. refleja la plata contenida y no la realmente obtenida, que es el que finalmente se comercializa en los mercados.

La pérdida metalúrgica de 4% equivale a decir que se pierden 0.04 Gramos por tonelada de concentrado. Esta cifra se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Gramos Contenidos} = \text{Peso Producto} \times \text{Ley en Gramos}$$

$$\text{Gramos Perdidos} = \frac{\text{Gr. Contend.} \times \text{Pérdida Met. \%}}{100}$$

$$\text{Gramos Perdidos} = 1 \text{ Gr} \times \frac{4 \%}{100} = 0.04 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton.Conc.}}$$

Por otro lado, el precio del metal medido en US\$/Onza se debe expresar en US\$/Gramo, cuya transformación ya se explicó.

$$\text{Precio de la Plata} = 5.5 / 31.103 = 0.177 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}}$$

Para valorizar la pérdida metalúrgica se aplica la expresión general antes indicada y que para este caso es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = \text{Gramos Perdidos} \times \text{Precio Metal}$$

Por lo tanto la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = 0.04 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton.Conc.}} \times 0.177 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}} = 0.007 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Conc.}}$$

**\*.- Descuento por Refinación**

Este cargo se calcula de la misma forma que ya se explicó, es decir, aplicando el cargo de refinación expresado en US\$/Gramo y la cantidad de gramos de plata correspondientes a la tonelada de concentrado de 1 Gr/Ton. considerada. Este descuento se aplica a los gramos recuperados solamente.

$$\text{Cargo Refinación} = 0.365 / 31.103 = 0.0117 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}}$$

$$\text{Gramos Plata en Ton} \frac{1 \text{ Gr}}{\text{Ton}} = 1 \text{ Ton.} \times 1 \frac{\text{Gr}}{\text{Ton}} = 1.0 \frac{\text{Gramo}}{\text{Ton. Conc.}}$$

$$\text{Gramos Recuperados} = \text{Gramos Contenidos} \times \frac{(1 - \text{PM} \%) }{100}$$

donde PM es la pérdida metalúrgica, expresada en %.

$$\text{Gramos Recuperados} = 1.0 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton. Conc.}} \times \frac{(1 - 4)}{100} = 0.96 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton. Conc.}}$$

por lo tanto el descuento por éste concepto es :

$$\text{Valor Refino} = \text{Gramos Involucrado} \times \text{Costo Refino}$$

$$\text{Cargo Refino} = 0.96 \times 0.0117 = 0.0113 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton. Conc.}}$$

**\*.- Valor Escala de Subida y Bajada**

Por lo tanto la Escala de Subida y Bajada es:

Valor de la tonelada 1 Gr/Ton	= + 0.177	US\$ /Ton conc.
Pérdida Metalúrgica	= - 0.007	US\$ /Ton conc.
Cargo de Refino	= -0.0113	US\$/Ton conc.
Escala: Subida / Bajada por 1 Gr/Ton Ag.	= 0.159	US\$/Ton conc.

## b.- Minerales de plata destino Flotación.

### Procedimiento de Cálculo.

El procedimiento consiste en valorar una tonelada de mineral, con una determinada ley de plata, y los procesos involucrados aplicados para obtener el producto intermedio que es el Concentrado de plata.

Al igual que el caso anteriormente descrito, la valorización de las diversas etapas deben ser consecuente, para lo cual se requiere que se expresen en las mismas unidades de medidas, siendo en este caso dólares por tonelada de mineral.

### b.1.- Valor de la Tonelada de Mineral de Plata .

La metodología utilizada es la misma que se explicó para la situación de los concentrados, haciendo la salvedad de que aquí se utilizan resultados de ese caso.

En efecto, se requiere conocer los gramos de plata contenidos en el mineral y el precio con que se valorarán.

### \*.- Precio de la Plata.

El precio de la plata que se utiliza , es obtenido del valor de la tonelada de concentrados de ley 3000 Gr/Ton, considerando todos sus descuentos. Esto es 352.47 US\$/Ton. Conc.

A partir de este antecedente se determina el precio de la plata, para lo cual el valor anterior se debe dividir por la cantidad de gramos contenido en la tonelada de concentrado.

$$\text{Precio del Gramo} = \frac{352.47 \text{ US\$}}{\text{Ton Conc.}} \times \frac{1 \text{ Ton Conc.}}{3000 \text{ Gramo}} = 0.1175 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}}$$

#### \*.- Gramos Contenidos

Para valorar la tonelada de mineral es necesario determinar la plata que ella contiene, para lo cual se debe conocer su ley.

Así, para este caso se asigna un tonelada de mineral de ley 500 Gr/Ton mineral.

En consecuencia, dicha tonelada contiene 500 Gramos de plata / Ton de mineral.

#### \*.- Valorización de la Tonelada de Mineral

Su valorización, de acuerdo al expresión general es:

$$\text{Valor} = \text{Cantidad} \times \text{Valor Unitario}$$

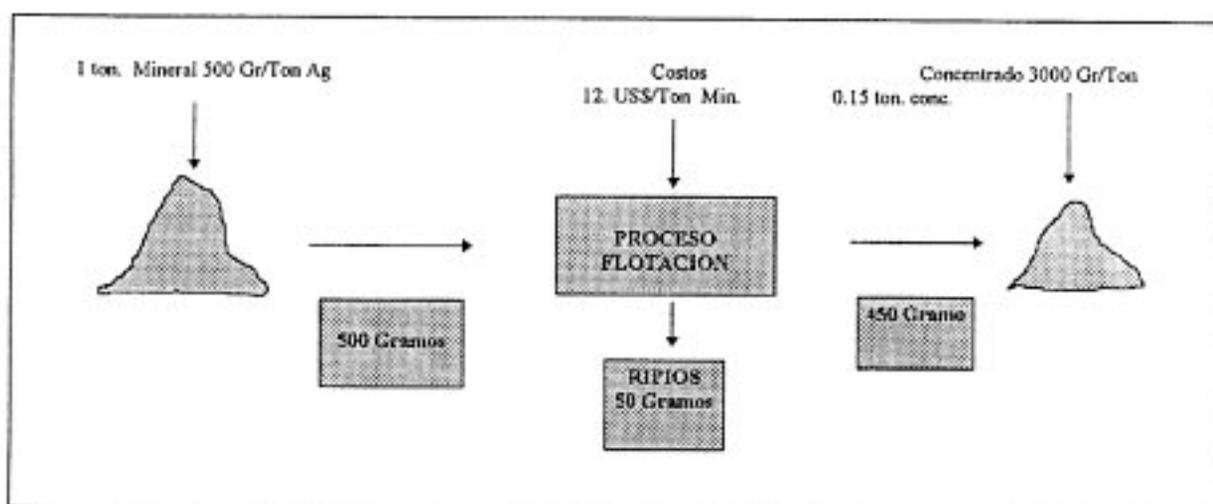
Para este caso, la expresión es la siguiente:

$$\text{Valor Ton.Min.} = \text{Gramos Contenidos} \times \text{Valor Gramo}$$

$$\text{Valor Ton.Min.} = \frac{500 \text{ Gramos}}{\text{Ton Min}} \times \frac{0.1175 \text{ US\$}}{\text{Gramo}} = \frac{58.75 \text{ US\$}}{\text{Ton Min}}$$

#### b.2.- Descuentos del Proceso

Conocido el valor de la tonelada de mineral, sin ningún proceso, es necesario descontar los cargos que implican su tratamiento, tales como: el cargo de flotación y rebajar la plata perdida como consecuencia de la recuperación metalúrgica. Gráficamente, la siguiente figura muestra lo antes expuestos.



### b.2.1.- Descuento por beneficio

**-Cargo de tratamiento.** En general este cargo se expresa en US\$/Ton mineral. En este caso se aplica 12.000 US\$ / Ton mineral. Dado que su unidad de medida es dólar por tonelada de mineral, este cargo no requiere transformación de unidad.

### b.2.2.- Descuento por Recuperación Metalúrgica

**-Recuperación metalúrgica.** Los procesos de flotación de plata por lo general tienen eficiencias del 90 %. Esto significa que el 10 % de los finos contenidos en la tonelada de mineral no se recuperan. Esta pérdida del metal constituye un descuento, dado que la tonelada de mineral valorada inicialmente refleja los gramos de plata contenidos y no los que se obtienen realmente.

Para su valorización se considera el precio de la plata con el cual se obtuvo el valor de la tonelada de mineral, expresado en US\$/Gramo, y la pérdida por recuperación expresada en Gramos por Ton. de mineral.

La pérdida del proceso es de 10 % y es equivalente a decir que se pierden 50 Gramos por tonelada de mineral. Esta cifra se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Gramos no Recuperados} = \text{Ley Min.} \times \frac{\text{Perd. Proceso}}{100}$$

$$\text{Gramos no Recuperados} = \frac{500 \text{ Gr.}}{\text{Ton}} \times \frac{10 \%}{100} = \frac{50 \text{ Gramos}}{\text{Ton.Min.}}$$

Para valorizar los Gramos no Recuperados se aplica la expresión general ya señalada y que para este caso es:

$$\text{Valor Gramos no Recuperados.} = \text{Gramos Perdidos} \times \text{Valor Gramo}$$

Por lo tanto, la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = 50 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton.Min.}} \times 0.1175 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}} = 5.87 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

### b.2.3.- Valor Final de la Tonelada de Mineral

Finalmente el valor que se pagaría por la tonelada de mineral será:

Valor del mineral 500 Gr/Ton Ag.	= + 58.75 US\$/Ton Min.
Cargo de Tratamiento	= - 12.0 US\$/Ton Min.
Pérdidas del Proceso	= - <u>5.87</u> US\$/Ton Min.
Valor final de tonelada Mineral 500 Gr/Ton Ag.	= 40.88 US\$/Ton Min.

### b.3.- Escala de Subida y Bajada

Para determinar la escala de subida y bajada se valoriza una tonelada de mineral de 1 Gr/Ton de ley de plata. En este caso se aplican las pérdidas del proceso por conceptos de recuperación, dado que ésta afecta los finos de plata contenidos. No se aplica el cargo del proceso, ya que éste es por tonelada de mineral independiente de su ley de plata.

#### \*.- Valor de la Ton de 1 Gr/Ton de Plata.

Para determinar el valor de la tonelada de mineral de 1 Gr/Ton de plata, por un lado se utiliza el precio del Gramo expresado en US\$/Gramo ( 0.1175 US\$/Gramo), usado para la valorización de los minerales y, por otro, la cantidad fino de plata contenido en dicha tonelada.

En consecuencia, el valor de la tonelada de mineral de 1 Gr/Ton es:

$$\text{Valor Ton 1 Gr/Ton.} = \text{Grs. Contenidos} \times \text{Valor Gramo}$$

$$\text{Valor Ton 1 Gr/Ton} = \frac{1 \text{ Gramo}}{\text{Ton.Min.}} \times \frac{0.1175 \text{ US\$}}{\text{Gramo}} = \frac{0.1175 \text{ US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

#### \*.- Descuentos

El procedimiento de valorizar los descuentos involucrados es similar al caso indicado anteriormente, haciendo la salvedad que en esta ocasión los finos a considerar corresponden a la tonelada de 1 Gramo.

#### Recuperación metalúrgica

Para su valorización se considera el precio del Gramo con el cual se obtuvo el valor de la tonelada de mineral expresado en US\$ / Gramo y la pérdida metalúrgica expresada en Gramos por Tonelada de mineral.

La pérdida del proceso es de 10 % y es equivalente a decir que se pierden 0.1 Gramo por tonelada de mineral. Esta cifra de calcula de acuerdo a la siguiente expresión :

Para valorizar los Finos no Recuperados se aplica la expresión general ya señalada y que para este caso es:

$$\text{Valor Gramos no Recuperados.} = \text{Gramos Perdidos} \times \text{Valor Gramo}$$

Por lo tanto, la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = \frac{0.1 \text{ Gramos}}{\text{Ton.Min.}} \times \frac{0.1175 \text{ US\$}}{\text{Gramo}} = \frac{0.01175 \text{ US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

**Valor Escala Subida y Bajada**

Finalmente el valor de la Escala de Subida y Bajada será:

Valor del mineral 1 Gr/Ton Ag	= + 0.1175 US\$/Ton Min.
Pérdidas del Proceso	= - 0.01175US\$/Ton Min.
Valor Escala 1 Gr/Ton Ag.	= 0.1057 US\$/Ton Min.

**c.- Resumen de los procedimientos antes descritos.**

Los procedimientos se resumen en las siguientes fórmulas.

**c.1.- Para Concentrados de Plata**

$$\text{TARIFA} = \frac{1}{F_c} \times (\text{LM} - \text{CR}) \times (\text{LC}) \times \left(1 - \frac{\text{PM}}{100}\right) - \text{CF}$$

$$\text{ESCALA} = \frac{1}{F_c} \times (\text{LME} - \text{CR})$$

**c.2.- Para Minerales de Plata Destino Flotación**

$$\text{TARIFA} = \left[ \frac{1}{F_c} \times (\text{LM} - \text{CR}) \times (\text{LC}) \times \left(1 - \frac{\text{PM}}{100}\right) - \text{CF} \right] \times \frac{\text{LM}}{\text{LC}} \times \frac{\text{REC}}{100} - \text{CB}$$

$$\text{ESCALA} = \left[ \frac{1}{F_c} \times (\text{LME} - \text{CR}) \times (\text{LC}) \times \left(1 - \frac{\text{PM}}{100}\right) - \text{CF} \right] \times \frac{1}{\text{LC}} \times \frac{\text{REC}}{100}$$

**c.3.- Variables y Unidades**

Fc	= Factor de conversión, para llevar US\$/Onza a US\$/Gramo. 31.103.
LC	= Ley del concentrado, expresada en Gr./Ton.
LM	= Ley base del mineral, expresada en Gr./Ton.
PM	= Pérdida metalúrgica por fusión, expresada en porcentaje.
LM	= Precio del metal, expresado en US\$/Onza.
CR	= Cargo por refinación, expresado en US\$/Onza.
CF	= Cargo por fusión, expresado US\$/TM.
REC	= Recuperación en la etapa de concentración, expresada en porcentaje
CB	= Cargo por flotación, expresado en US\$/TMS.

## 5.- PROCEDIMIENTOS PARA DETERMINACION DE TARIFAS DE MINERALES DE COBRE FUNDICION DIRECTA

### a. Fundición Directa

#### Procedimiento de Cálculo

El procedimiento comienza valorizando en términos monetarios una tonelada de mineral de alta ley de cobre, y los procesos posteriores que se le aplican para la obtención del producto final, es decir, el cátodo.

La metodología explicará cada uno de los parámetros que participan en la determinación del valor de la tonelada.

Por otra parte, la valorización debe ser consistente entre sí, para lo cual se requiere que todas las cifras monetarias asociadas a los diversos procesos, se expresen en la misma unidad de medida, que en este caso es dólares por tonelada de mineral (US\$/Ton.Min.).

#### a.1.- Valor de la Tonelada de Mineral de alta ley.

Para valorar la tonelada de mineral es necesario, por una parte, determinar el cobre fino que ella contiene para lo cual se debe conocer su ley de cobre y, por otra, el precio del cobre al cual será comercializado

#### \*.- Precio del Cobre

Para el desarrollo del tema se considera un precio del cobre de 100 C/Lb.

Tal como se indicara inicialmente, la valorización del producto se expresará en US\$/Ton Min., por lo cual el precio del metal considerado debe ser transformado a US\$/Ton Fino. Para ello se utiliza la equivalencia 2.204,6 Lb/Ton y 100 c US\$/US\$, o bien, se multiplica el precio expresado en C/Lb por 22.046. En consecuencia, el valor del precio del metal expresado en US\$/Ton. Fino de Cu, es:

$$\text{Precio del Cobre} = \text{Precio en C/Lb} \times 22.046 = \frac{\text{US\$}}{\text{Ton. Fino Cu}}$$

$$\text{Precio del Cobre} = 100 \times 22.04 = 2204.6 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton Fino Cu.}}$$

#### \*.- Finos Contenidos en una Tonelada de Mineral

Así, para este caso se asigna una tonelada de mineral de ley 15 % Cu. Por lo tanto, dicha tonelada de producto contiene 0,15 ton de cobre fino.

La fórmula metalúrgica que determina el fino contenido en un producto mineral es:

$$\text{Fino} = \frac{\text{Peso Producto} \times \text{Ley en Porcentaje}}{100}$$

$$\text{Fino} = \frac{1 \text{ ton} \times 15 \%}{100} = \frac{0.15 \text{ Ton Cu Fino}}{\text{Ton. Min.}}$$

#### \*.- Valorización de la Tonelada de Mineral

La ecuación general que rige la valorización de cualquier producto es:

$$\text{Valor} = \text{Cantidad} \times \text{Valor Unitario}$$

Para este caso , la expresión es la siguiente:

$$\text{Valor Ton. Min.} = \text{Fino Contenido} \times \text{Valor del Fino}$$

Por lo tanto, el valor de la tonelada de mineral es:

$$\text{Valor Ton. Min.} = \frac{0,15 \text{ Ton.Fino}}{\text{Ton.Min.}} \times \frac{2.204,6 \text{ US\$}}{\text{Ton.Fino}} = \frac{330.69 \text{ US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

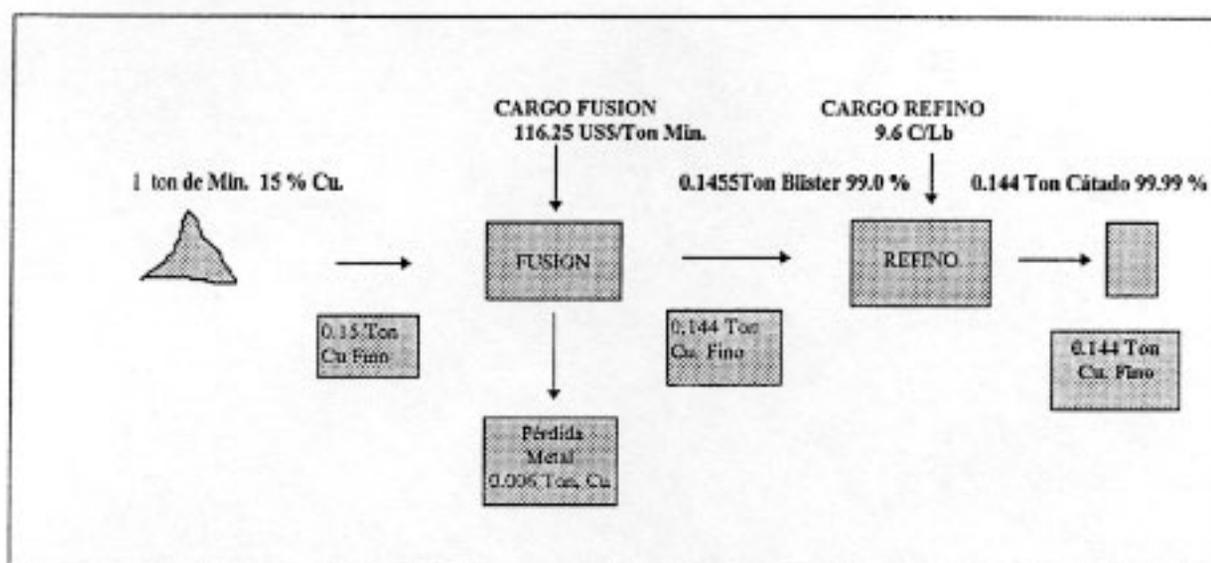
#### a.2.- Descuentos Aplicados

Conocido el valor de la tonelada de mineral, sin ningún tipo de procesamiento, luego entonces es necesario descontar todos los costos de los procesos a que será sometido para extraer casi la totalidad del cobre fino contenido; el cual en forma de cátodos de alta ley es comercializado en los mercados internacionales. Dichos costos corresponden a la fusión y refinación. También, se debe descontar la pérdida metalúrgica, que es el cobre fino no recuperado en el proceso de fusión. Gráficamente:

En consecuencia , los descuentos son los siguientes:

##### a.2.1.- Descuento por Fusión

**-Cargo de fusión.** Por lo general, este cargo se expresa en US\$/Ton de mineral. Para este caso se usará 116.25 US\$/Ton de mineral. Dado que la unidad de medida de este cargo es consecuente con la del valor de la tonelada de mineral ya obtenido, no requiere nungún tipo de transformación.



### a.2.2.- Descuento por Pérdida Metalúrgica

**-Pérdida metalúrgica.** La pérdida que se utiliza en esta ocasión también será del 4%, expresada en términos de recuperación. La pérdida debe descontarse ya que la tonelada valorada al comienzo refleja el cobre fino contenido y no el realmente obtenido, que es el que finalmente se comercializa en los mercados. Por lo tanto, el precio considerado en la valoración de este descuento es el mismo utilizado en la valoración de la tonelada de mineral.

La valorización debe expresarse en término de dólares por ton de mineral, (US\$/Ton.Min.) y en su determinación participan el precio del metal en US\$ / Ton Fino y la pérdida metalúrgica en Ton. de Fino.

La pérdida metalúrgica de 4.0 % equivale a decir que se pierden 0.006 ton de fino por tonelada de mineral. Esta cifra se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Finos Perdidos} = \frac{\text{Finos Contenidos} \times \text{Pérd. Metalúrgica \%}}{100}$$

$$\text{Finos Perdidos} = \frac{0.15 \text{ Ton.} \times 4\%}{100} = \frac{0.006 \text{ Ton. Fino}}{\text{Ton. Min.}}$$

Por otro lado, el precio del metal medido en C/Lb se debe expresar en US\$/Ton. Fino, cuya transformación ya se explicó.

$$\text{Precio del Cobre} = 100 \times 22.04 = \frac{2204.6 \text{ US\$}}{\text{Ton Fino Cu.}}$$

Para valorizar la pérdida metalúrgica se aplica la expresión general antes indicada y que para este caso es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = \text{Finos Perdidos} \times \text{Precio Metal}$$

Por lo tanto, la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = 0.006 \frac{\text{Ton.Fino}}{\text{Ton.Min.}} \times 2204.6 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Fino}} = 13.23 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

### a.2.3.- Descuento por Refinación

**-Cargo de Refinación.** En general, este cargo se expresa en C/Lb y se aplica sobre el cobre fino recuperado solamente. El cargo aplicado para este ejemplo será de 9.6 c/Lb.

En la valorización del cargo de refinación, expresado en US\$/Ton. Min., se utilizan el costo que origina dicho proceso y las cantidades de fino a refinar.

Así, el cargo de refinación expresado en C/Lb se debe transformar a US\$/Ton. Fino, para lo cual se utilizan los factores de conversión ya indicados. En consecuencia, 9.6 C/Lb equivalen a 211.64 US\$/Ton. Fino.

Por otro lado, el cobre fino a refinar corresponde al recuperado en el proceso de fusión y que se determina de la siguiente manera, cuando la pérdida se expresa en términos de recuperación:

$$\text{Finos Recuperados} = \text{Finos Contenidos} \times \left(1 - \frac{\text{Pm} \%}{100}\right)$$

$$\text{Fino Recup.} = 0.15 \frac{\text{Ton Fino}}{\text{Ton Min.}} \times \left(1 - \frac{4}{100}\right) = 0.144 \frac{\text{Ton Fino}}{\text{Ton.Min.}}$$

Pm = Pérdida metalúrgica

Finalmente, el valor de este descuento es:

$$\text{Valor Refino} = \text{Fino Recuperado} \times \text{Costo del Refino}$$

Por lo tanto,:

$$\text{Valor Cargo Refino} = 0.144 \frac{\text{Ton.Fino}}{\text{Ton.Min.}} \times 211.64 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Fino}} = 30.48 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

### a.3.- Valor Final de la Tonelada de Concentrado

Finalmente, la tonelada de mineral de 15 % Cu tiene un valor de:

+ Valor del mineral	+ 330.69	US\$/Ton mineral
- Cargo fusión	- 116.25	US\$/Ton mineral
- Pérdida metalúrgica	- 13.23	US\$/Ton mineral
- Cargo refino	- 30.48	US\$/Ton mineral
Valor de la tonelada de mineral de 15 % Cu.	170.73	US\$/Ton mineral

#### a.4.- Escala de Subida y Bajada

Para determinar la Escala de Subida y Bajada, se valoriza la tonelada de mineral para una ley de 1% de Cu. En esta ocasión, no se aplica el cargo de fusión, ya que éste corresponde a un cargo fijo por tonelada de mineral y que no depende de la ley cobre. No obstante, si se aplican los cargos de refinación y la pérdida metalúrgica, ya que estos dependen de los finos que contenga la tonelada de producto. Por lo tanto, la Escala se obtiene de la siguiente forma: Primero se valoriza la tonelada de mineral de 1 % de Cu. y luego se descuentan los cargos antes indicados.

#### \*.- Valor de la Ton de 1 % Cu.

Para determinar el valor de la tonelada de mineral de 1% Cu, se utiliza el precio del metal expresado en US\$/Ton. Fino y la cantidad fino contenido en dicha tonelada. Es decir,

$$\text{Precio del Cobre} = 100 \times 22.04 = 2204.6 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Fino Cu}}$$

$$\text{Fino Cobre en Ton 1 \%} = 1 \text{ Ton.} \times \frac{1 \%}{100} = 0.01 \frac{\text{Ton. Fino}}{\text{Ton. Min.}}$$

Por lo tanto, el valor de la tonelada de 1% es:

$$\text{Valor Ton 1 \% Cu.} = \text{Fino Contenido} \times \text{Valor del Fino}$$

$$\text{Valor Ton 1 \% Cu.} = 0.01 \frac{\text{Ton.Fino}}{\text{Ton.Min.}} \times 2204.6 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Fino}} = 22.046 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

#### \*.- Descuento por Pérdida Metalúrgica

La valorización debe expresarse en término de dólares por ton de mineral, ( US\$/Ton.Min.) y en su determinación participan el precio del metal en US\$ / Ton Fino y la pérdida metalúrgica en Ton. de Fino.

Para el caso de una tonelada de mineral de ley 1 %, la merma metalúrgica de 4.0 % equivale a decir que se pierden 0.0004 ton de fino por tonelada de mineral. Esta cifra se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Finos Perdidos} = \frac{\text{Finos Contenidos} \times \text{Pérd. Metalúrgica \%}}{100}$$

$$\text{Finos Perdidos} = \frac{0.01 \text{ Ton.Fino} \times 4\%}{\text{Ton.Min. } 100} = \frac{0.0004 \text{ Ton. Fino}}{\text{Ton.Min.}}$$

Por otro lado, el precio del metal medido en C/Lb se debe expresar en US\$/Ton. Fino, cuya transformación ya se explicó.

$$\text{Precio del Cobre} = \frac{100 \times 22.046}{\text{Ton Fino Cu.}} = 2204.6 \text{ US\$}$$

Para valorizar la pérdida metalúrgica se aplica la expresión general antes indicada y que para este caso es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = \text{Finos Perdidos} \times \text{Precio Metal}$$

Por lo tanto la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = \frac{0.0004 \text{ Ton.Fino}}{\text{Ton.Min.}} \times \frac{2204.6 \text{ US\$}}{\text{Ton.Fino}} = \frac{0.88 \text{ US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

#### \*.- Descuento por Refinación

Este cargo se calcula de la misma forma que ya se explicó, es decir, aplicando el cargo de refinación, expresado en US\$/Ton. Fino, a la cantidad de finos recuperados solamente, correspondientes a la tonelada de 1% de ley.

En consecuencia, el cargo de refinación expresado en términos de finos es:

$$\text{Cargo Refinación} = \frac{9.6 \times 22.046}{\text{Ton.Fino Cu.}} = 211.64 \text{ US\$}$$

por otro lado los finos recuperados son :

$$\text{Finos Cont. en Ton 1 \%} = \frac{1 \text{ Ton.} \times 1\%}{100} = \frac{0.01 \text{ Ton. Fino}}{\text{Ton. Min.}}$$

$$\text{Finos Recuperados} = \frac{\text{Finos Contenidos} \times (1 - \text{Pm \%})}{100}$$

$$\text{Fino Recup.} = \frac{0.01 \text{ Ton Fino} \times (1 - 4)}{\text{Ton.Min. } 100} = \frac{0.0096 \text{ Ton Fino}}{\text{Ton.Min.}}$$

Pm = Pérdida metalúrgica

Finalmente, el valor de este descuento es:

$$\text{Valor Refino} = \text{Fino Recuperado} \times \text{Costo del Refino}$$

$$\text{Cargo Refino} = 0,0096 \times 211,64 = 2,032 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

#### ^.- Valor Escala de Subida y Bajada

Por lo tanto la Escala de Subida y Bajada es:

Valor de la tonelada 1%	= + 22.04	US\$ /Ton min.
Pérdida metalúrgica	= - 0.88	US\$ /Ton min.
Cargo de refino	= - 2.032	US\$ /Ton min.
Escala Subida / Bajada	19.13	US\$/Ton por 1%

#### c.- Resumen de los procedimientos antes descritos.

Los procedimientos se resumen en las siguientes fórmulas.

##### c.1.- Para Minerales de Cobre destino Fundición Directa

$$\text{TARIFA} = F_c \times (\text{LME} - \text{CR}) \times \frac{(\text{LM})}{100} \times \left(1 - \frac{\text{PM}}{100}\right) - \text{CF}$$

$$\text{ESCALA} = F_c \times (\text{LME} - \text{CR}) \times \frac{(1)}{100} \times \left(1 - \frac{\text{PM}}{100}\right)$$

##### c.3.- Variables y Unidades

Fc	= Factor de conversión, para llevar US¢/Lb a US\$/TM. 22,046223.
LM	= Ley del mineral, expresada en porcentaje.
PM	= Pérdida metalúrgica por fusión, expresada en porcentaje.
LME	= Precio del metal, expresado en US¢/Lb.
CR	= Cargo por refinación, expresado en US¢/Lb.
CF	= Cargo por fusión, expresado US\$/TM.

## 6.- PROCEDIMIENTOS PARA DETERMINACION DE TARIFAS DE MINERALES DE ORO DESTINO FUNDICION DIRECTA

### a.- Minerales de Oro Fundición Directa

#### Procedimiento de Cálculo

El procedimiento comienza valorizando en términos monetarios una tonelada de mineral de oro, de una determinada ley , y los procesos posteriores que se le aplican para la obtención del producto final, es decir, barras oro metálico .

La metodología explicará cada uno de los parámetros que participan en la determinación del valor de la tonelada de mineral de oro.

Por otra parte, la valorización debe ser consistente entre si, para lo cual se requiere que todas las cifras monetarias asociadas a los diversos procesos, se expresen en la misma unidad de medida, que en este caso es dólares por tonelada de mineral de oro (US\$/Ton.Min. Au).

#### a.1.- Valor de la Tonelada de Mineral de oro.

Para valorar la tonelada de mineral es necesario, por una parte, determinar el oro que ella contiene para lo cual se debe conocer su ley y, por otra, el precio del oro al cual será comercializado

#### \*.- Precio del Oro

Para el desarrollo del tema se considera un precio del oro de 390 US\$/Onza.

Tal como se indicara inicialmente, la valorización del producto se expresará en US\$/Ton Min. de Oro, por lo cual el precio del metal considerado debe ser transformado a US\$/Gramo. Para ello se utiliza la equivalencia 1 Onza es 31.103 Gramos, o bien, se divide el precio expresado en US\$/Onza por 31.103. En consecuencia, el valor del precio del metal expresado en US\$/Gramo de Oro, es:

$$\text{Precio del Oro} = \text{Precio en US\$/Onza} / 31.103 = \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}}$$

$$\text{Precio del Oro} = 390 / 31.103 = 12.54 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}}$$

**\*.- Finos de oro Contenidos en una Tonelada de Mineral**

Así, para este caso se asigna una tonelada de mineral de ley 40 Gr/Ton. Por lo tanto, dicha tonelada de producto contiene 40 Gramos oro.

La fórmula metalúrgica que determina el fino contenido, en gramos, en un producto mineral de oro es:

$$\text{Gramos} = \text{Peso Producto} \times \text{Ley en Gramos}$$

$$\text{Gramos} = 1 \text{ ton} \times 40 \text{ Gr} = \frac{40,0 \text{ Gr. Oro}}{\text{Ton. Min.}}$$

**\*.- Valorización de la Tonelada de Mineral**

La ecuación general que rige la valorización de cualquier producto es:

$$\text{Valor} = \text{Cantidad} \times \text{Valor Unitario}$$

Para este caso, la expresión es la siguiente:

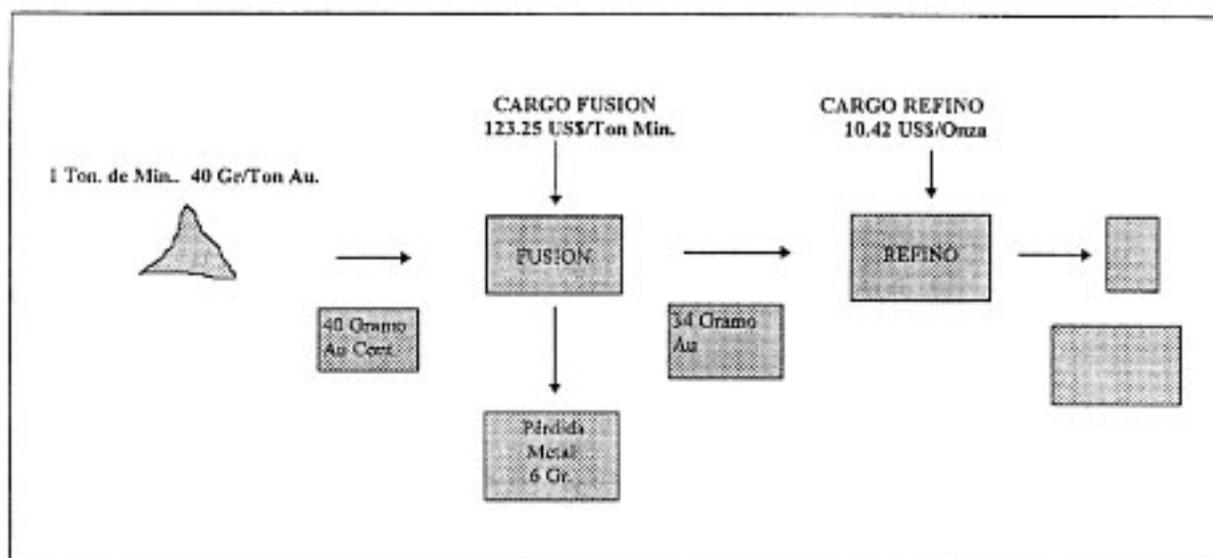
$$\text{Valor Ton.Min.} = \text{Gramos Contenido} \times \text{Valor del gramo}$$

Por lo tanto, el valor de la tonelada de mineral es:

$$\text{Valor Ton. Min.} = \frac{40 \text{ Gramos}}{\text{Ton.Min.}} \times \frac{12,54 \text{ USS}}{\text{Gramo}} = \frac{501,6 \text{ USS}}{\text{Ton.Min.}}$$

## a.2.- Descuentos Aplicados

Conocido el valor de la tonelada de mineral de oro, sin ningún tipo de procesamiento, luego entonces es necesario descontar todos los costos de los procesos a que será sometido para extraer casi la totalidad del oro contenido; el cual en forma de barras de alta ley es comercializado en los mercados internacionales. Dichos costos corresponden a la fusión y refinación. También, se debe descontar la pérdida metalúrgica, que es el oro no recuperado en el proceso de fusión. Gráficamente:



En consecuencia , los descuentos son los siguientes:

### a.2.1.- Descuento por Fusión

**-Cargo de fusión.** Por lo general, este cargo se expresa en US\$/Ton de mineral. Para este caso se usará 123.25 US\$/Ton de mineral. Dado que la unidad de medida de este cargo es consecuente con la del valor de la tonelada de mineral ya obtenido, no requiere nungún tipo de transformación.

### a.2.2.- Descuento por Pérdida Metalúrgica

**-Pérdida metalúrgica.** La pérdida que normalmente se utiliza en el proceso de fusión es de 15 % de recuperación, de los finos contenidos. Esto es equivalente a decir que se pierden 6 Gramos de Oro. La pérdida debe descontarse ya que la tonelada valorada al comienzo refleja el oro contenido y no el realmente obtenido, que es el que finalmente se comercializa en los mercados. Por lo tanto, el precio considerado en la valoración de este descuento es el mismo utilizado en la valoración de la tonelada de concentrado.

La valorización debe expresarse en término de dólares por ton de mineral, ( US\$/Ton.Min.) y en su determinación participan el precio del metal en US\$/Gramo y la pérdida metalúrgica en Gramos de oro no recuperados.

La pérdida metalúrgica de 15 % equivale a decir que se pierden 6 Gramos por tonelada de mineral. Esta cifra se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Gramos Contenidos} = \text{Peso Producto} \times \text{Ley en Gramos}$$

$$\text{Gramos Perdidos} = \frac{\text{Gr. Contenidos} \times \text{Pérdida Met.}}{100}$$

$$\text{Gramos Perdidos} = \frac{40 \text{ Gr} \times 15 \%}{100} = 6 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton. Min.}}$$

Por otro lado, el precio del metal medido en US\$/Onza se debe expresar en US\$/Gramo, cuya transformación ya se explicó.

$$\text{Precio del Oro} = \frac{390}{31.103} = 12.54 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}}$$

Para valorizar la pérdida metalúrgica se aplica la expresión general antes indicada y que para este caso es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = \text{Gramos Perdidos} \times \text{Precio Metal}$$

Por lo tanto la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = \frac{6 \text{ Gramos}}{\text{Ton. Min.}} \times \frac{12.5 \text{ US\$}}{\text{Gramo}} = 75.0 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton. Min.}}$$

### a.2.3.- Descuento por Refinación

**-Cargo de Refinación.** En general, este cargo se expresa en US\$/Onza y se aplica sobre el oro recuperado solamente. El cargo aplicado para este ejemplo será de 10.42 US\$/Onza.

En la valorización del cargo de refinación, expresado en US\$/Ton. Min., se utilizan el costo que origina dicho proceso y la cantidad de gramos de oro a refinar.

Así, el cargo de refinación expresado en USS/Onza se debe transformar a US\$/Gramo, para lo cual se utilizan los factores de conversión ya indicados. En consecuencia, 10.42 US\$/Onza equivalen a 0.335 US\$/Gramo.

Por otro lado, el oro a refinar corresponde al recuperado en el proceso de fusión y que se determina de la siguiente manera:

$$\text{Gramos Recuperados} = \text{Gramos Contenidos} \times \left(1 - \frac{\text{PM}}{100}\right)$$

donde PM es la pérdida metalúrgica, expresada en %.

$$\text{Gramos Recuperados.} = 40 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton.Min.}} \times \left(1 - \frac{15}{100}\right) = 34.0 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton.Min.}}$$

Finalmente, el valor de este descuento es:

$$\text{Valor Refino} = \text{Gramos Involucrado} \times \text{Costo Refino}$$

Por lo tanto,:

$$\text{Valor Cargo Refino} = 34.0 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton.Min.}} \times 0.335 \frac{\text{USS}}{\text{Gramo}} = 11.39 \frac{\text{USS}}{\text{Ton.Min.}}$$

### a.3.- Valor Final de la Tonelada de Mineral de Oro Fundición Directa

Finalmente, la tonelada de mineral de oro de 40 Gr/Ton tiene un valor de:

+ Valor del mineral	+ 501.60	USS/Ton mineral
- Cargo fusión	- 123.25	USS/Ton mineral
- Pérdida metalúrgica	- 75.00	USS/Ton mineral
- Cargo refino	- 11.39	USS/Ton mineral
Valor de la tonelada de mineral de 40 Gr/Ton Au.	291.71	USS/Ton mineral

#### a.4.- Escala de Subida y Bajada

Para determinar la Escala de Subida y Bajada, se valoriza la tonelada de mineral para una ley de 1 Gr/Ton de Au. En esta ocasión, no se aplica el cargo de fusión, ya que éste corresponden a un cargo fijo por tonelada de mineral y que no depende de la ley oro. Sin embargo, se aplica el descuento metalúrgico, que depende de la ley del producto. En efecto, si sube o baja la ley del mineral la pérdida de finos varía. También se considera el cargo de refinación, ya que el costo por este concepto dependerá de la cantidad a refinar. Por lo tanto, la Escala se obtiene de la siguiente forma: Primero se valoriza la tonelada de mineral de 1 Gr/Ton de Au. y luego se descuentan los cargos indicados.

##### \*.- Valor de la Ton de 1 Gr/Ton de Au.

Para determinar el valor de la tonelada de mineral de 1 Gr/Ton de Au, se utiliza el precio del metal expresado en US\$/Gramo y la cantidad de gramos contenido en dicha tonelada. Es decir,

$$\text{Precio del Oro} = 390 / 31.103 = 12.54 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo Au}}$$

$$\text{Gramos Oro en Ton } 1 \frac{\text{Gr}}{\text{Ton}} = 1 \text{ Ton.} \times 1 \frac{\text{Gr}}{\text{Ton}} = 1.0 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton. Min.}}$$

Por lo tanto, el valor de la tonelada de 1 Gr/ton es:

$$\text{Valor Ton } 1 \frac{\text{Gr}}{\text{Ton}} \text{ Au} = \text{Grs. Contenidos} \times \text{Valor del Gr.}$$

$$\text{Valor Ton } 1 \frac{\text{Gr}}{\text{Ton}} = 1.0 \frac{\text{Gramo}}{\text{Ton.Min.}} \times 12.54 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}} = 12.54 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

##### \*.- Descuento por Pérdida Metalúrgica

-**Pérdida metalúrgica.** Este descuento se determina tal como se indicó anteriormente. La pérdida debe descontarse ya que la tonelada valorada de 1 Gr/ton. refleja el oro contenido y no el realmente obtenido, que es el que finalmente se comercializa en los mercados.

La pérdida metalúrgica de 15% equivale a decir que se pierden 0.15 Gramos por tonelada de mineral. Esta cifra se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Gramos Contenidos} = \text{Peso Producto} \times \text{Ley en Gramos}$$

$$\text{Gramos Perdidos} = \frac{\text{Gr. Contend.} \times \text{Pérdida Met.}}{100}$$

$$\text{Gramos Perdidos} = 1 \text{ Gr} \times \frac{15\%}{100} = 0.15 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton.Min.}}$$

Por otro lado, el precio del metal medido en US\$/Onza se debe expresar en US\$/Gramo, cuya transformación ya se explicó.

$$\text{Precio del Oro} = 390 / 31.103 = 12.54 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}}$$

Para valorizar la pérdida metalúrgica se aplica la expresión general antes indicada y que para este caso es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = \text{Gramos Perdidos} \times \text{Precio Metal}$$

Por lo tanto la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = 0.15 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton.Min.}} \times 12.5 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}} = 1.875 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

#### \*.- Descuento por Refinación

Este cargo se calcula de la misma forma que ya se explicó, es decir, aplicando el cargo de refinación expresado en US\$/Gramo y la cantidad de gramos de oro correspondientes a la tonelada de mineral de 1 Gr/Ton. considerada. Este descuento se aplica a los gramos recuperados solamente.

$$\text{Cargo Refinación} = 10.42 / 31.103 = 0.335 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}}$$

**C.- Resumen de los procedimientos antes descritos.****c.1.- Para Minerales de Oro Fundición Directa.**

$$\text{TARIFA} = \frac{1}{F_c} \times (\text{LME} - \text{CR}) \times (\text{LM}) \times \left(1 - \frac{\text{PM}}{100}\right) - \text{CF}$$

$$\text{ESCALA} = \frac{1}{F_c} \times (\text{LME} - \text{CR})$$

**c.3.- Variables y Unidades**

Fc	= Factor de conversión, para llevar US\$/Onza a US\$/Gramo. 31.103.
LM	= Ley del mineral, expresada en Gr/Ton.
PM	= Pérdida metalúrgica por fusión, expresada en porcentaje.
LME	= Precio del metal, expresado en US\$/Onza.
CR	= Cargo por refinación, expresado en US\$/Onza.
CF	= Cargo por fusión, expresado US\$/TM.

## 7.- PROCEDIMIENTOS PARA DETERMINACION DE TARIFAS DE MINERALES DE PLATA DESTINO FUNDICION DIRECTA

### a.- Minerales de Plata Fundición Directa

#### Procedimiento de Cálculo

El procedimiento comienza valorizando en términos monetarios una tonelada de mineral de plata, de una determinada ley , y los procesos posteriores que se le aplican para la obtención del producto final, es decir, barras de plata metálica .

La metodología explicará cada uno de los parámetros que participan en la determinación del valor de la tonelada de mineral de alta ley de plata.

Por otra parte, la valorización debe ser consistente entre si, para lo cual se requiere que todas las cifras monetarias asociadas a los diversos procesos, se expresen en la misma unidad de medida, que en este caso es dólares por tonelada de mineral de plata (US\$/Ton.Min. Ag).

#### a.1.- Valor de la Tonelada de Mineral de plata.

Para valorar la tonelada de mineral es necesario, por una parte, determinar la plata que ella contiene para lo cual se debe conocer su ley y, por otra, el precio de la plata a la cual será comercializado

#### \*.- Precio de la Plata

Para el desarrollo del tema se considera un precio del metal de 5.5 US\$/Onza.

Tal como se indicara inicialmente, la valorización del producto se expresará en US\$/Ton Min. de Plata, por lo cual el precio del metal considerado debe ser transformado a US\$/Gramo. Para ello se utiliza la equivalencia 1 Onza es 31.103 Gramos, o bien, se divide el precio expresado en US\$/Onza por 31.103. En consecuencia, el valor del precio del metal expresado en US\$/Gramo de Plata, es:

$$\text{Precio de la Plata} = \text{Precio en US\$/Onza} / 31.103 = \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}}$$

$$\text{Precio de la Plata} = 5.5 / 31.103 = 0.177 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}}$$

**\*.- Finos de plata Contenidos en una Tonelada de Mineral**

Así, para este caso se asigna una tonelada de mineral de ley 2000 Gr/Ton. Por lo tanto, dicha tonelada de producto contiene 2000 Gramos de plata.

La fórmula metalúrgica que determina el fino contenido, en gramos, en un producto mineral de plata es:

$$\text{Gramos} = \text{Peso Producto} \times \text{Ley en Gramos}$$

$$\text{Gramos} = 1 \text{ Ton} \times 2000 \text{ Gr} = 2000 \frac{\text{Gr. Plata}}{\text{Ton. Min.}}$$

**\*.- Valorización de la Tonelada de Mineral**

La ecuación general que rige la valorización de cualquier producto es:

$$\text{Valor} = \text{Cantidad} \times \text{Valor Unitario}$$

Para este caso, la expresión es la siguiente:

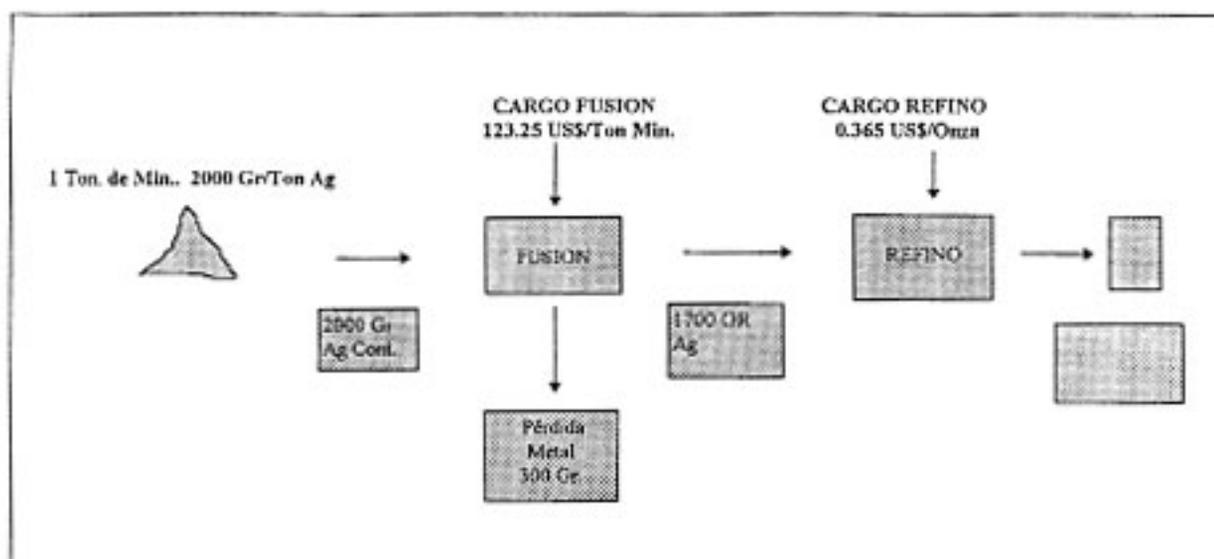
$$\text{Valor Ton.Min.} = \text{Gramos Contenido} \times \text{Valor del gramo}$$

Por lo tanto, el valor de la tonelada de mineral es:

$$\text{Valor Ton. Min.} = 2000 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton.Min.}} \times 0.177 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}} = 354 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

## a.2.- Descuentos Aplicados

Conocido el valor de la tonelada de mineral de plata, sin ningún tipo de procesamiento, luego entonces es necesario descontar todos los costos de los procesos a que será sometido para extraer casi la totalidad de la plata contenida; el cual en forma de barras de alta ley es comercializado en los mercados internacionales. Dichos costos corresponden a la fusión y refinación. También, se debe descontar la pérdida metalúrgica, que es la plata no recuperado en el proceso de fusión. Gráficamente:



En consecuencia , los descuentos son los siguientes:

### a.2.1.- Descuento por Fusión

**-Cargo de fusión.** Por lo general, este cargo se expresa en US\$/Ton de mineral. Para este caso se usará 123.25 US\$/Ton de mineral. Dado que la unidad de medida de este cargo es consecuente con la del valor de la tonelada de mineral ya obtenido, no requiere ningún tipo de transformación.

### a.2.2.- Descuento por Pérdida Metalúrgica

**-Pérdida metalúrgica.** La pérdida que normalmente se utiliza en el proceso de fusión es de 15 % de recuperación, de los finos contenidos. Esto es equivalente a decir que se pierden 300 Gramos de Plata. La pérdida debe descontarse ya que la tonelada valorada al comienzo refleja el metal contenido y no el realmente obtenido, que es el que finalmente se comercializa en los mercados. Por lo tanto, el precio considerado en la valoración de este descuento es el mismo utilizado en la valoración de la tonelada de mineral.

La valorización debe expresarse en término de dólares por ton de mineral, ( US\$/Ton.Min.) y en su determinación participan el precio del metal en US\$ / Gramo y la pérdida metalúrgica en Gramos de plata no recuperados.

La pérdida metalúrgica de 15 % equivale a decir que se pierden 300 Gramos por tonelada de mineral. Esta cifra se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Gramos Contenidos} = \text{Peso Producto} \times \text{Ley en Gramos}$$

$$\text{Gramos Perdidos} = \frac{\text{Gr. Contenidos} \times \text{Pérdida Met.}}{100}$$

$$\text{Gramos Perdidos} = \frac{2000 \text{ Gr} \times 15 \%}{100} = 300 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton.Min.}}$$

Por otro lado, el precio del metal medido en US\$/Onza se debe expresar en US\$/Gramo, cuya transformación ya se explicó.

$$\text{Precio de la Plata} = \frac{5,5}{31,103} = 0,177 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}}$$

Para valorizar la pérdida metalúrgica se aplica la expresión general antes indicada y que para este caso es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = \text{Gramos Perdidos} \times \text{Precio Metal}$$

Por lo tanto la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = \frac{300 \text{ Gramos}}{\text{Ton. Min.}} \times \frac{0,177 \text{ US\$}}{\text{Gramo}} = 53,1 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

### a.2.3.- Descuento por Refinación

**-Cargo de Refinación.** En general, este cargo se expresa en US\$/Onza y se aplica sobre la plata recuperada solamente. El cargo aplicado para este ejemplo será de 0.365 US\$/Onza.

En la valorización del cargo de refinación, expresado en US\$/Ton. Min., se utilizan el costo que origina dicho proceso y las cantidades de gramos de plata a refinar.

Así, el cargo de refinación expresado en US\$/Onza se debe transformar a US\$/Gramo, para lo cual se utilizan los factores de conversión ya indicados. En consecuencia, 0.365 US\$/Onza equivalen a 0.0117 US\$/Gramo.

Por otro lado, el metal a refinar corresponde al recuperado en el proceso de fusión y que se determina de la siguiente manera:

$$\text{Gramos Recuperados} = \text{Gramos Contenidos} \times \frac{(1 - \text{PM})}{100}$$

donde PM es la pérdida metalúrgica, expresada en %.

$$\text{Gramos Recuperados} = \frac{2000 \text{ Gramos}}{\text{Ton.Min.}} \times \frac{(1 - 15)}{100} = \frac{1700 \text{ Gramos}}{\text{Ton.Min.}}$$

Finalmente, el valor de este descuento es:

$$\text{Valor Refino} = \text{Gramos Involucrado} \times \text{Costo Refino}$$

Por lo tanto,:

$$\text{Valor Cargo Refino} = \frac{1700 \text{ Gramos}}{\text{Ton.Min.}} \times \frac{0.0117 \text{ US\$}}{\text{Gramo}} = \frac{19.89 \text{ US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

### a.3.- Valor Final de la Tonelada de Mineral de Plata Fundición Directa

Finalmente, la tonelada de mineral de plata de 2000 Gr/Ton tiene un valor de:

+ Valor del mineral	+ 354.00 US\$/Ton mineral
- Cargo fusión	- 123.25 US\$/Ton mineral
- Pérdida metalúrgica	- 53.10 US\$/Ton mineral
- Cargo refino	- 19.89 US\$/Ton mineral
Valor de la tonelada de mineral de 2000 Gr/Ton Ag.	157.76 US\$/Ton mineral

#### a.4.- Escala de Subida y Bajada

Para determinar la Escala de Subida y Bajada, se valoriza la tonelada de mineral para una ley de 1 Gr/Ton de Ag. En esta ocasión, no se aplica el cargo de fusión, ya que éste corresponden a un cargo fijo por tonelada de concentrado y que no depende de la ley de plata. Sin embargo, se aplica el descuento metalúrgico, que depende de la ley del producto. En efecto, si sube o baja la ley del mineral la pérdida de finos varía. También se considera el cargo de refinación, ya que el costo por este concepto dependerá de la cantidad a refinar. Por lo tanto, la Escala se obtiene de la siguiente forma: Primero se valoriza la tonelada de mineral de 1 Gr/Ton de Ag. y luego se descuentan los cargos indicados.

##### \*.- Valor de la Ton de 1 Gr/Ton de Ag.

Para determinar el valor de la tonelada de mineral de 1 Gr/Ton de Ag, se utiliza el precio del metal expresado en US\$/Gramo y la cantidad de gramos contenido en dicha tonelada. Es decir,

$$\text{Precio de la plata} = 5.5 / 31.103 = 0.177 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo Ag}}$$

$$\text{Gramos Plata en Ton 1 Gr} = 1 \text{ Ton.} \times 1 \frac{\text{Gr}}{\text{Ton}} = 1.0 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton. Min.}}$$

Por lo tanto, el valor de la tonelada de 1 Gr/ton es:

$$\text{Valor Ton 1 Gr Au} = \text{Grs. Contenidos} \times \text{Valor del Gr.}$$

$$\text{Valor Ton 1 Gr.} = 1.0 \frac{\text{Gramo}}{\text{Ton.Min.}} \times 0.177 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}} = 0.177 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

##### \*.- Descuento por Pérdida Metalúrgica

-**Pérdida metalúrgica.** Este descuento se determina tal como se indicó anteriormente. La pérdida debe descontarse ya que la tonelada valorada de 1 Gr/ton. refleja el metal contenido y no el realmente obtenido, que es el que finalmente se comercializa en los mercados.

La pérdida metalúrgica de 15% equivale a decir que se pierden 0.15 Gramos por tonelada de mineral. Esta cifra se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Gramos Contenidos} = \text{Peso Producto} \times \text{Ley en Gramos}$$

$$\text{Gramos Perdidos} = \text{Gr. Contend.} \times \frac{\text{Pérdida Met.}}{100}$$

$$\text{Gramos Perdidos} = 1 \text{ Gr} \times \frac{15\%}{100} = 0.15 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton.Min.}}$$

Por otro lado, el precio del metal medido en US\$/Onza se debe expresar en US\$/Gramo, cuya transformación ya se explicó.

$$\text{Precio del Oro} = 5.5 / 31.103 = 0.177 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}}$$

Para valorizar la pérdida metalúrgica se aplica la expresión general antes indicada y que para este caso es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = \text{Gramos Perdidos} \times \text{Precio Metal}$$

Por lo tanto la pérdida valorizada es:

$$\text{Valor Pérdida Metal.} = 0.15 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton.Min.}} \times 0.177 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}} = 0.0266 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton.Min.}}$$

#### \*.- Descuento por Refinación

Este cargo se calcula de la misma forma que ya se explicó, es decir, aplicando el cargo de refinación expresado en US\$/Gramo y la cantidad de gramos de plata correspondientes a la tonelada de mineral de 1 Gr/Ton. considerada. Este descuento se aplica a los gramos recuperados solamente.

$$\text{Cargo Refinación} = 0.365 / 31.103 = 0.0117 \frac{\text{US\$}}{\text{Gramo}}$$

$$\text{Gramos Plata en Ton } \frac{1 \text{ Gr}}{\text{Ton}} = 1 \text{ Ton.} \times \frac{1 \text{ Gr}}{\text{Ton}} = 1.0 \frac{\text{Gramo}}{\text{Ton. Min.}}$$

$$\text{Gramos Recuperados} = \text{Gramos Contenidos} \times \frac{(1 - \text{PM})}{100}$$

donde PM es la pérdida metalúrgica, expresada en %.

$$\text{Gramos Recuperados.} = 1.0 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton.Min.}} \times \frac{(1 - 15)}{100} = 0.85 \frac{\text{Gramos}}{\text{Ton.Min.}}$$

por lo tanto el descuento por éste concepto es :

$$\text{Valor Refino} = \text{Gramos Involucrado} \times \text{Costo Refino}$$

$$\text{Cargo Refino} = 0.85 \times 0.0117 = 0.0099 \frac{\text{US\$}}{\text{Ton. Min.}}$$

#### \*.- Valor Escala de Subida y Bajada

Por lo tanto la Escala de Subida y Bajada es:

Valor de la tonelada 1 Gr/Ton	= +	0.177	US\$ /Ton min.
Pérdida Metalúrgica	= -	0.0266	US\$ /Ton min.
Cargo de Refino	= -	0.0099	US\$ /Ton min.
Escala Subida / Bajada por 1 Gr/Ton.	=	0.1405	US\$ /Ton min.

### C.- Resumen de los procedimientos antes descritos.

#### c.1.- Para Mineralosa de Plata de Fundición Directa.

$$\text{TARIFA} = \frac{1}{F_c} \times (\text{LME} - \text{CR}) \times (\text{LM}) \times \left(1 - \frac{\text{PM}}{100}\right) - \text{CF}$$

$$\text{ESCALA} = \frac{1}{F_c} \times (\text{LME} - \text{CR})$$

#### c.3.- Variables y Unidades

Fc	= Factor de conversión, para llevar US\$/Onza a US\$/Gramo. 31.103.
LM	= Ley del mineral, expresada en Gr/Ton.
PM	= Pérdida metalúrgica por fusión, expresada en porcentaje.
LME	= Precio del metal, expresado en US\$/Onza.
CR	= Cargo por refinación, expresado en US\$/Onza.
CF	= Cargo por fusión, expresado US\$/TM.

## ANEXOS

CARGOS Y PARAMETROS VIGENTES AÑO 1996

ORO	MINERALES FLOTACION	CONCENTRADOS	MINERALES FUNDICION DIRECTA
MAQUILA BENEFICIO	13		
RECUPERACION METALURGICA	65		
LEY CONCENTRADO	80	40	40
MAQUILA FUSION	109	115,2	123,25
DESCUENTO METALURGICO	4	4	15
MAQUILA REFINACION	10,42	10,42	10,42
LEY BASE	5		

US\$/TON MIN.  
%  
Gr/Ton  
US\$/TON Conc.  
%  
US\$/ONZA  
Gr/Ton

CARGOS Y PARAMETROS VIGENTES AÑO 1996

PLATA		MINERALES FLOTACION	CONCENTRADOS	MINERALES FUNDICION DIRECTA
MAQUILA BENEFICIO	US\$/TON MIN.	12		
RECUPERACION METALURGICA	%	60		
LEY CONCENTRADO	Gr/Ton	3000	3000	2000
MAQUILA FUSION	US\$/TON Conc.	109	115,2	123,25
DESCUENTO METALURGICO	%	4	4	15
MAQUILA REFINACION	US\$/ONZA	0,365	0,365	0,365
LEY BASE	Gr/Ton	400		

CARGOS Y PARAMETROS VIGENTES AÑO 1996

COBRE

	US\$/TON MIN.	MINERALES FLOTACION	CONCENTRADOS	MINERALES FUNDICION DIRECTA
MAQUILA BENEFICIO		13,89		
RECUPERACION METALURGICA	%	90,98		
LEY CONCENTRADO	%	26,21	20	12
MAQUILA FUSION	US\$/TON CONC.	112	112	112
DESCUENTO METALURGICO	% (1)	4	4	4
MAQUILA REFINACION	C/LB (2)	11,2	11,2	11,2
LEY BASE	%	2,5		

1 : EN RECUPERACION

2 : MAS PARTICIPACION DE PRECIOS

si el precio es mayor a 100 c/lb, al cargo de refino base, se le agrega el 10% de la diferencia entre el precio y 100 c/lb.

si el precio fluctúa entre los 80 y 100 c/lb, se aplica el cargo de refino base (11,2 c/lb).

si el precio es menor que 80 c/lb, al cargo de refino base, se le resta el 10% de la diferencia entre el precio y 80 c/lb.

Ejemplo : si el precio es 115 c/lb, el cargo de refino es  $11,2 + 1,5 = 12,7$ , donde 1,5 es el 10 % de diferencia entre 115 - 100 c/lb

Ejemplo : si el precio es 90 c/lb, el cargo de refino es 11,2

Ejemplo : si el precio es 75 c/lb, el cargo de refino es  $11,2 - 0,5 = 10,7$ , donde 0,5 es el 10 % de diferencia entre 80 - 75 c/lb

CARGOS Y PARAMETROS VIGENTES AÑO 1996

COBRE

	MINERALES LIXIVIACION	PRECIPITADOS	MINERALES FUNDICION DIRECTA
MAQUILA BENEFICIO	9,61		
RECUPERACION METALURGICA	77,68		
LEY PRECIPITADO	75,5	65	12
MAQUILA FUSION	117	117	112
DESCUENTO METALURGICO	4	4	4
MAQUILA REFINACION	11,2	11,2	11,2
FACTOR ACIDO	4,98		
PRECIO ACIDO	50		
FACTOR CHATARRA	1,21		
PRECIO CHATARRA	100		
LEY BASE MINERAL	2,5		

1 : EN RECUPERACION

2 : MAS PARTICIPACION DE PRECIOS

si el precio es mayor a 100 c/lb, al cargo de refino base, se le agrega el 10% de la diferencia entre el precio y 100 c/lb.

si el precio fluctúa entre los 80 y 100 c/lb, se aplica el cargo de refino base (11,2 c/lb).

si el precio es menor que 80 c/lb, al cargo de refino base, se le resta el 10% de la diferencia entre el precio y 80 c/lb.

Ejemplo : si el precio es 115 c/lb, el cargo de refino es  $11,2 + 1,5 = 12,7$ , donde 1,5 es el 10 % de diferencia entre 115 - 100 c/lb

Ejemplo : si el precio es 90 c/lb, el cargo de refino es 11,2

Ejemplo : si el precio es 75 c/lb, el cargo de refino es  $11,2 - 0,5 = 10,7$ , donde 0,5 es el 10 % de diferencia entre 80 - 75 c/lb