

## 1 Conversiones

Los geólogos en exploración que trabajan a nivel internacional siempre tienen que convertir medidas, pesos y precios a diferentes unidades. En este capítulo se revisan las conversiones y los factores de conversión más importantes principalmente relacionados al sistema inglés de mediciones, comunes en el campo Anglo-Americano. Aunque muchos países, como Canadá o Australia, han adoptado el sistema métrico, los geólogos en exploración se encontrarán nuevamente con las unidades no métricas en los textos antiguos.

Se usan prefijos para unidades indicando potencias de 10, tales como "kilo" ( $10^3$ ), "mega" ( $10^6$ ), etc. El volumen de los depósitos, por ejemplo, es a menudo indicado en "mega litros" ( $10^3 \text{m}^3$ ). La Tabla 1 del Apéndice lista estos prefijos.

Cuando se van a hacer conversiones, debe observarse el siguiente principio:

*La exactitud de la cantidad convertida no es más grande que la de la cantidad original.*

115 pies por ejemplo, son iguales a 35m. y no a 35.05m. o a 35.052m. Esto fuera correcto si el valor original dado fuera 115 pies, 0 pulgadas. (ó 115'0", como se ve en el capítulo 1.1.1)

*Ejemplo.* Las muestras tomadas de un depósito aluvial de Estaño 30 años atrás dan los resultados que se encuentran en la figura 1a, con las unidades de masa siendo relacionadas a un volumen de 1 yarda<sup>2</sup>. ¿Cuál es la exactitud del muestreo? ¿A qué exactitud se pueden convertir los valores a unidades métricas?

Los factores exactos de la conversión son:

1 pie=0.3048m (Véase en el Capítulo 1.1.1)

1 yarda=0.9144m (Véase en el Capítulo 1.1.1)

1 libra=0.454Kg (Véase en el Capítulo 1.1.1)

1 onza=28.3g (Véase en el Capítulo 1.1.1)

Obviamente, la exactitud de la muestra es  $\frac{1}{4}$  de onza, por ejemplo  $\frac{28.3 \text{ gr}}{4 \text{ yd}^3}$ .

Convertido a  $\text{m}^3$  que es  $\frac{9.3\text{gr}}{\text{m}^3}$ . De acuerdo a la exactitud anterior, todas las unidades de masa por  $\text{m}^3$  deben ser redondeadas hacia los 10g más cercanos. Un perfil de barrenación debería verse como el que se muestra en la figura 1b.

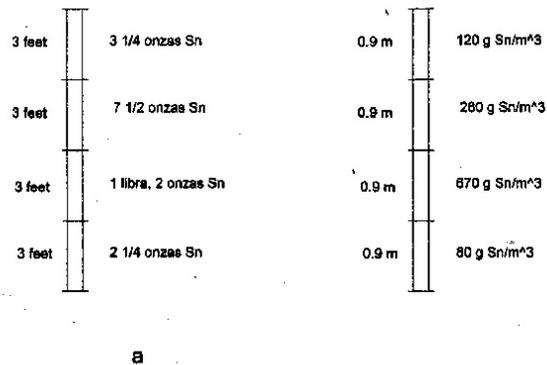


Figura 1. a. Ejemplo de un depósito aluvial de Estaño con unidades Inglesas. b. Mismo ejemplo que el anterior pero convertido a unidades métricas.

## 1.1 Conversión de unidades

### 1.1.1 Medidas de longitud

**Milla.** (Abreviación EE.UU.: mi; 1 milla=1.6093Km)

Una milla son 5280 pies o 1760 yardas u 80 cadenas.

Un diagrama de conversión entre millas y kilómetros se da en el Apéndice A, diagrama 1.

Esta es la milla comúnmente utilizada en países Anglo-Americanos, y no debe ser confundida con la milla náutica (1.852Km). Para distinguirla de la milla náutica, se le llama también "milla terrestre".

Una regla práctica para los cálculos rápidos reduce la conversión a no más que doblar la cantidad y sustraer otra. El número de millas es multiplicado por 2 y se le sustrae el 20% al resultado.

Ejemplo. 65 millas:  $2 \times 65 \rightarrow 130 - 20\% \rightarrow 130 - 26 = 104\text{Km}$ .

El valor más preciso es 104.6Km, un error de menos de 1%.

**Cadena.** (Chain) (Abreviación EE.UU.: ch; 1 cadena=20.1168m; 1 cadena=22 yardas)

La unidad de cadena fue comúnmente usada como una escala de mapeo en la topografía de denuncios mineros.

**Yarda.** (Yard) (Abreviación EE.UU.: yd; 1 yarda = 0.9144m; 1 yarda=3 pies)

**Pie.** (Foot, plural feet) (Abreviación: ft o ' ; 3 pies=3ft o 3' ; 1 pie=0.3048m; 1pie=12 pulgadas)

Un

Nota: Por simplicidad, el factor 0.3 es a menudo usado en la práctica el cual resulta en un error de casi 2%. Si uno divide entre 3, sin embargo, el error resultante incrementa a 10%. Mientras este error pueda todavía ser aceptable para medidas de longitud en el campo, esto se vuelve totalmente inaceptable en cálculos de volumen (estimación de reservas) debido a la elevación a la potencia 3, resultando en un error de 32%.

**Pulgada.** (Inch)(Abreviación: in o" 4 pulgadas=4" o 4in o 4 pulg.; 1 pulgada=25.40mm)

La subdivisión de la unidad "pulgada" esta basada en el sistema de base 8, es decir divisiones de 8 como n/8, n/16, n/32, etc. En las siguientes etapas estas subdivisiones son importantes para los diámetros de barrenación usados a nivel mundial, los cuales están basados en el sistema de pulgadas. Las medidas más comunes están listadas en la Tabla 2 del Apéndice.

**Brazada (como una medida especial de longitud).** (Fathom) (1 brazada=1.829 m; 1 brazada=2 yardas o 6 pies respectivamente.)

La brazada es una unidad náutica. Sin embargo, es también usada en el minado aluvial, por ejemplo en el minado del oro en capas basálticas de Australia (las capas basálticas son viejos depósitos aluviales cubiertos por los más nuevos en su mayoría estériles o flujos de basaltos). Subsecuentemente el espesor de estas capas fluctúa considerablemente, el valor de los metales fueron expresados en términos de intensidad promedio: cantidad de Oro en peso, por unidad de área. Diez pennyweights por brazada, que quiere decir 10 pennyweights por brazada cuadrada. Por consiguiente 10 pennyweights igual a 15.55 gramos (véase Capítulo 1.1.4) esto debería ser igual a  $15.55/(1.829)^2 = 4.65 \text{ g/m}^2$ .

### 1.1.2 Medidas cuadráticas

Además de las medidas cuadráticas derivadas de las medidas de longitud anteriores (por ejemplo; 1 pie cuadrado =  $(0.3048\text{m})^2 = 0.929\text{m}^2$ ), el acre es de suma importancia: 1 acre =  $4047\text{m}^2$ ; redondeado, 2.5 acres = 1 hectárea (ha).

Existen dos medidas adicionales algo antiguas las cuales todavía se usan en el Reino Unido: 1 rood =  $1011.712\text{m}^2$  y 1 perch =  $25.2929\text{m}^2$ .

### 1.1.3 Medidas cúbicas

Entre las medidas cúbicas derivadas de las medidas estándar de longitud anteriores, la yarda<sup>3</sup> (yarda cúbica) es todavía de mayor importancia en la actualidad, por ejemplo, en la estimación de reservas para depósitos aluviales o en los volúmenes de las capacidades de las palas de cargado: [1 yarda<sup>3</sup>=

$(0.9144\text{m})^3 = 0.7646\text{m}^3$ ]. En el Inglés coloquial en ocasiones se omite la palabra "cúbica" en yarda cúbica, como en "un cubo de 10 yardas". Nótese que en el Inglés Anglo-Americano metro cúbico es algunas veces abreviado "cm" (como si fuese un centímetro, por la traducción "cubic meter"). Otra abreviatura común usada en relación a depósitos aluviales es "lcm"= metro cúbico de pérdida (loose cubic meter), por ejemplo, una medición cúbica no in situ después de minado. Para los volúmenes in situ se usa la expresión metro cúbico en banco, que se abrevia "bcm" o "BCM" (Bank Cubic Meter).

**Galón.** (Gallon) Los líquidos como el agua y combustibles son medidos en galones. Hay que distinguir dos clases de galones:

- a) 1 galón EE.UU. = 3.785 Litros
- b) 1 galón Inglés = 4.546 Litros

El galón Inglés es o fue usado en Gran Bretaña, Canadá y Australia, entre otros países. Ambos el galón Americano y el Inglés son subdivididos en Cuartos y Pintas: 1 galón = 4 Cuartos, 1 Cuarto = 2 Pintas.

Como una regla práctica, 1 Cuarto = 1 Litro (un error de 6 o 12% para las medidas Americanas e Inglesas, respectivamente).

**Barril.** (Barrel) Los líquidos como petróleo crudo son medidos en Barriles (Barriles EE.UU. o barriles de petróleo): 1 Barril = 158.99 Litros.

#### 1.1.4 Unidades de masa

(También erróneamente designadas como unidades de peso en el Inglés coloquial)

**Tonelada.** Hay tres clases de Toneladas que deben ser distinguidas:

- a) *Tonelada métrica* (Metric Ton) (Abreviatura, t) 1 Tonelada = 1000 Kg.

En el Inglés Anglo-Americano se usan las abreviaciones "m.t." para Toneladas métricas o T mayúscula. Desafortunadamente, la manera de escribir el Inglés es inconsistente: "Tonelada" es siempre una Tonelada métrica en lugar de Tonelada (Corta) o Tonelada (Larga). Sin embargo, la versión "Tonelada métrica" se usa de igual manera con la especificación "métrica" añadida.

- b) *Tonelada Corta* (Short Ton) (Abreviatura, sh tn; 1 Tonelada Corta = 907.185 Kg)

Una Tonelada Corta tiene 2000 Libras.

Esta unidad es predominantemente usada en Norte-América (EE.UU. y Canadá). A menudo la palabra "Corta" en "Tonelada Corta" es omitida, pero no sucede lo mismo en "Toneladas Largas". (Una excepción es la época del minado del Oro en Nevada y California cuando "Tonelada" se uso para referirse a "Tonelada Larga"). En la literatura antigua de EE.UU. o de Canadá, siempre que se use el termino, por ejemplo de "3.5 Millones de Toneladas", estas se refieren a Toneladas Cortas.

c) **Tonelada Larga (Long Ton)** (Abreviatura, l tn; 1 Tonelada Larga = 1016.0470 Kg.)

Una Tonelada Larga contiene 2240 Libras.

La unidad es predominantemente usada en Gran Bretaña y países bajo la influencia minera fuera de Norte América, por ejemplo Australia y Nueva Zelanda. Sin embargo, a principios del siglo XX esta unidad fue usada también en Norte América. Los países comúnmente usan el termino Tonelada Larga omitiendo a menudo el termino "Larga". Sin embargo la antigua literatura Australiana se refiere a las reservas, por ejemplo "3.5 Millones de Toneladas", como Toneladas Largas. Las Toneladas Cortas se usaron solamente en minas propiedad de EE.UU.

Internacionalmente, esta unidad es todavía usada para los minerales a granel, como el mineral de fierro y carbón. Por 1970, las cotizaciones en la Casa de Intercambio de Metales de Londres (London Metal Exchange-LME) se refirieron a Toneladas Largas. Después estas fueron convertidas a Toneladas Métricas.

Nota: La identificación de Toneladas Cortas o Largas es absolutamente esencial cuando se convierte a leyes absolutas, como en los metales preciosos. (Véase Capítulo 1.2.3).

**Quintal.** (Hundredweight) (Abreviación: cwt; 1 Quintal = 50.80 Kg.)

Un Quintal contiene 112 Libras.

Esta unidad es usada para ser aplicada en áreas pequeñas de minado selectivo en Gran Bretaña y Australia, como por ejemplo en el minado de Oro.

**Libra.** (Pound) (Abreviación: lb., plural, lbs; 1 Libra = 0.4536 Kg)

La unidad libra es también importante internacionalmente, ya que los precios de los metales en Norte América son cotizados en Libras. (Véase Capítulo 1.2.7)

En Capítulos posteriores los precios de los metales en \$-EE.UU./lb tendrán que ser convertidos en precio de metales por 1%, por ejemplo 10 Kg (Véase en Capítulo 1.1.4). El factor de conversión

para esto es:

$$\frac{10}{0.4536} = 22.046$$

**Onza.** (Ounce) (Abreviación: oz.; 1 Onza = 28.35 g)

El peso normal de una Onza esta basado en 1/16 de una Libra, debe distinguirse de la Onza de los metales preciosos o conocida como "Onza Troy" que pesa 31.103 g, aproximadamente 10% más (Véase abajo). Aunque el termino Onza es comúnmente usado también para los metales preciosos, la forma correcta de decir es "Onza Troy", a 31.103g. Con otros artículos, la designación es simplemente "Onza" o más correctamente "Onza-Peso" (Avoirdupois-Ounce), a 28.35 g. El contenido de metal es relacionado a las yardas cúbicas en los depósitos aluviales, por ejemplo en el estaño aluvial, es algunas veces indicado en Libras y Onzas (Véase ejemplo al inicio del Capítulo 1).

**Unidades de metales preciosos.**

a) Los metales preciosos son pesados en Onzas (oz.), más correctamente llamada "Onza Troy":

1 Onza Troy = 31.103 g;

1 Onza es subdividida en 20 pennyweights (Abreviatura, dwt);

1 pennyweight = 1.555 g;

1 pennyweight es subdividido en 24 Granos (Abreviatura, gr);

1 Grano = 0.0648 g.

En cambio a los pennyweights, la literatura antigua a menudo solamente los refiere como weights, por ejemplo "el Oro dio 3 weights por Tonelada". Esto debería leerse "el Oro dio 3 pennyweights por Tonelada Larga". En términos métricos esto debería ser 4.6 g/t.

Nota: Hay dos errores comunes al convertir valores de metales preciosos:

-La Onza de los metales preciosos (Onza Troy de 31.103g) es confundida con la Onza común de 28.350 g.

-La abreviación gr para Grano es fácilmente confundida con la g de Gramo, resultando en un aberrante error de 15.4 veces el valor del Grano en relación al Grano.

b) Para el Oro con mas fineza, es usada la unidad Carat, 24 Carats equivalen a Oro de 100% o una fineza de 1000. De acuerdo a esto, 12 Carats equivalen a Oro de 50% o una fineza de 500.

**"Unidad" en concentrados.**

Una unidad que nosotros frecuentemente usamos cuando se evalúan depósitos es 1 Unidad en concentrados. Una "Unidad" (Abreviada 1 u) es siempre 1% del metal contenido en el concentrado. Hoy en día la mayoría de los precios están referidos a Toneladas métricas, por ejemplo 1 Unidad = 10 Kg. Sin embargo, son a menudo usadas para referirse a Toneladas Largas: 1 Unidad = 22.4 Libras = 10.16 Kg. En el caso de las Toneladas Cortas: 1 Unidad = 20 Libras = 9.07 Kg. La abreviación para 1 Unidad de Tonelada métrica es "m.t.u." o "u.t.m."

**Unidades especiales de masa.**

a) La unidad "Carat" se utiliza también en gemas, pero en un sentido diferente que con los metales preciosos (Véase Capítulo 1.1.4.5) porque esta es una unidad absoluta:

1 Carat = 0.2 g.

b) El Mercurio se vende en "frascos", 1 Frasco = 34.473 Kg.

Un Frasco contiene 76 Libras.

c) El Precio del Estaño de Malasia, el cual es de importancia internacional, fue recientemente cotizado en precio por "Picul".

1 Picul = 60.47899 Kg.

### 1.1.5 Otras unidades

**Unidades de energía.** Para el minado de carbón el valor de calor específico es de importancia. Países con medidas Inglésas usan unidades de temperatura Británicas (Abreviado, Btu/lb), mientras que la unidad métrica comúnmente usada es Caloría/Kg (Abreviado, cal/kg). Siendo 1 Btu = 252.2 cal y 1 lb = 0.4536 kg (Véase Capítulo 1.1.4)

$$\text{Btu/lb} = \frac{252.2}{0.4536} = 556 \text{ cal/kg} = 0.556 \text{ kcal/kg}$$

Como una regla práctica, uno puede dividir el valor en Btu/lb entre 2 y sumarle 10% para obtener el valor en Kcal/Kg.

Ejemplo:  $12000 \text{ Btu/lb} = 12000/2 \rightarrow 6000 + 10\% \rightarrow 6000 + 600 = 6600 \text{ kcal/Kg}$ .

El valor exacto es 6672 Kcal./Kg. el cual es un error de solo 1%.

Se debe aclarar que en el Sistema Internacional de Unidades (S.I.) la unidad para cantidad de calor es 1 Joule (j). 1 Kjoule (kj) es aproximadamente 1 Btu (1 Btu = 1.055 kj).

**Unidades de cribado (Tamaños de mallas).** Una tabla de conversión para la unidad malla (número de aperturas por pulgada lineal) en milímetros de apertura de las mallas es mostrada en la Tabla 3 del Apéndice.

Una regla práctica conveniente es:

$$\frac{15000}{\text{número de malla}} \approx \text{Apertura en micrones}$$

En el minado aluvial se usan expresiones cualitativas como "Grueso" (Coarse) o "Fino" (Fine), por ejemplo Estaño grueso u Oro fino. "Fino" es normalmente usado para describir el tamaño del fragmento el cual es difícil de recuperar por métodos gravimétricos normales. Debido a las técnicas mejoradas de recuperación, la definición de "Fino" es más y más aplicada a granos cada vez más pequeños. Los tamaños de los fragmentos descritos por estos términos cualitativos también varían ampliamente de un lugar a otro.

**Unidades de presión.** En países Anglo-Americanos, la unidad de presión es "libra por pulgada cuadrada" (abreviada como psi):  
1 psi = 0.70 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Unidades de temperatura.** En países de habla Inglésa, la escala Fahrenheit (°F) es todavía frecuentemente usada. El punto de congelamiento del agua en esta escala es de 32° F, el punto de ebullición es de 212° F, por ejemplo 100 grados en centígrados corresponden a 212 grados en Fahrenheit. La conversión esta de acuerdo con:

$y^{\circ}\text{C} = \frac{x^{\circ}\text{F} - 32}{1.8}$ , por ejemplo  $\frac{90^{\circ}\text{F} - 32}{1.8} = 32^{\circ}\text{C}$ , por lo tanto 90° F es lo mismo que 32°

C.

Una regla práctica es:  $^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) * 0.5 + 10\%$ .

Las dos escalas de temperatura se intersectan a  $-40^{\circ}$ . Debe señalarse que en Europa no se leen  $^{\circ}\text{C}$  como "grados centígrados", sino como "grados Celsius". Sin embargo, no hay diferencia entre estas unidades.

**Pureza de Metales.** Para describir la pureza de los metales se usa el acuerdo de contar los primeros nueve en el porcentaje de leyes. La designación para 99.95% Cu por consiguiente quedaría como "tres nueves de cobre" o 3 N de cobre. El dígito después del último nueve no es de importancia. Otro ejemplo: 4 N de zinc igual a 99.99x% de zinc, en donde la x puede ser un número del 0 al 8. (El acuerdo de describir la pureza o fineza de los metales preciosos ha sido descrito en el Capítulo 1.1.4)

## 1.2 Conversión de cantidades derivadas

### 1.2.1 Escalas de mapas (en bases de Millas, Cadenas, Pies)

Hoy en día las escalas métricas de mapas son ampliamente usadas en los países Anglo-Americanos. Las escalas comunes formalmente utilizadas para mapas geológicos incluyen:

a) Cuarto de Milla, en mapas de media y una Milla.

Por ejemplo, 1 Pulgada = 0.25 Millas o 1 Pulgada = 0.5 Millas o 1 Pulgada = 1 Milla, respectivamente.

Usando su conversión, esto nos da que para el mapa de Cuarto de Milla como un ejemplo sería:

1 in = 0.25 mi;

2.54 cm = 0.25 x 1609.3 m;

1 cm = 158.4 m = 15840 cm;

Ejemplo: 1:15840(o redondeado a 1:16000) en el sistema métrico.

Y si dijéramos que, 1 pulgada = 1 milla, entonces sería cuatro veces más pequeño, por ejemplo, 1:63358 o redondeado a 1:63000.

b) Mapa de cuatro millas

La escala de 1 pulgada = 4 millas, frecuentemente usada para el mapeo de estudio, casi corresponde a 1:250000 (exactamente 1:253433).

c) Escalas con Cadenas

Ya que 80 Cadenas es igual a 1 milla (Ver Capítulo 1.1.1), la escala de, por ejemplo 1 pulgada = 20 Cadenas corresponde a un mapa de cuarto de milla.

## d) Escalas con pies

Los mapas geológicos detallados tienen escalas como 1 pulgada = 100 pies (Abreviando, 1"=1') o múltiplos de esto:

1 pulgada = 100 pies equivalentes a 1:1200 en el sistema métrico.

En los países Anglo-Americanos, las escalas de planos de niveles de minas o secciones transversales usadas en cálculos de reservas son, por lo general, dados en pies.

## 1.2.2 Conversiones de densidad

**1.2.2.1 Factor de Densidad / tonelaje.** Mientras el sistema métrico requiere de multiplicaciones de volumen por densidad para obtener el tonelaje, el sistema Inglés usa el "factor de tonelaje". El factor de tonelaje es el número de pies cúbicos de mena que corresponden a 1 tonelada Corta (o tonelada Larga).

Un ejemplo. El factor de tonelaje de 10 equivale a 10 pies cúbicos  $\cong$  1 tonelada Corta

$10 \cdot (0.3048 \text{ m})^3 \cong 907.2 \text{ Kg}$        $1 \text{ m}^3 \cong 3.2037 \text{ t}$   
 $0.2832 \text{ m}^3 \cong 0.9072 \text{ t}$       por ejemplo; una densidad de  $3.2 \text{ g/cm}^3$ .

Una tabla comparativa de densidad y el factor de tonelaje se muestra en la Tabla 4 del Apéndice.

Nota:

- a) O se multiplican por la densidad, o se dividen por el factor de tonelaje.
- b) El factor de tonelaje solo puede ser usado si el volumen ha sido calculado en Pies.

En las etapas iniciales de la exploración, mientras no se tengan los datos exactos, se usan los valores aproximados.

**1.2.2.2 Densidad en seco/Densidad en húmedo.** En el caso de depósitos de roca dura consolidada de tipo normal, la escasa humedad natural de la roca es ignorada y las reservas son calculadas usando la densidad determinada por los núcleos de barrenación. En las etapas iniciales, los valores aproximados pueden ser utilizados con seguridad. Si el depósito tiene un alto nivel de porosidad y de contenido de humedad (como en rocas no consolidadas), esta debe ser tomada en cuenta. Los valores relativos como los resultados de ensayos (porcentajes, ppm, etc.) siempre están referidos a sustancias secas. (Para determinar estimaciones de leyes en rocas consolidadas, ver Capítulo 1.2.3)

*Ejemplo.* Se requiere una estimación de reservas para un proyecto de reprocesamiento de colas. La densidad del material húmedo (densidad in situ) es  $1.5 \text{ g/cm}^3$ , y el contenido de agua del 20%.

¿Cual es la densidad en seco de este material?

Se asume un volumen de  $1 \text{ m}^3$ . Este cubo tiene una masa de 1500 Kg con una densidad de  $1.5 \text{ g/cm}^3$  y multiplicada por 20% de contenido de agua, obtenemos 300 Kg. La masa de la sustancia en seco es de 1200 Kg. Expresado con una fórmula general:

$$\text{Masa húmeda} - \text{Masa húmeda} \times \text{Contenido relativo de H}_2\text{O} = \text{Masa seca}$$

Al dividir entre el volumen obtenemos las siguientes proporciones de densidades:

$$\frac{\text{Masa en húmedo}}{\text{volumen}} (1 - \text{Contenido relativo de H}_2\text{O}) = \frac{\text{Masa en seco}}{\text{volumen}}$$

$$\circ \quad \frac{\text{Masa en seco}}{\text{Masa en húmedo}} = \frac{1 - \text{Contenido relativo de H}_2\text{O}}{1}$$

o expresado en porcentaje:

$$\frac{\text{Masa en seco}}{\text{Masa en húmedo}} = \frac{100 - \text{Contenido de H}_2\text{O}}{100}$$

En el ejemplo anterior la densidad en seco podría ser:

$$\text{Densidad en seco} = 1.5 \cdot \frac{100 - 20}{100} = 1.5 \cdot 0.8 = 1.20 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

### 1.2.3 Leyes.

El porcentaje es un concepto relativo, ya que no importa si se refiere a toneladas, ya sean métricas, largas o cortas. En circunstancias especiales, sin embargo, se dan las cantidades absolutas.

- a) Hoy en día, las leyes de metales preciosos son indicadas en g/tonelada métrica. Para el uso Anglo-Americano se acostumbra emplear "onzas/tonelada corta":

$$1 \text{ onza/tonelada corta} = 31.103 \text{ g}/0.907 \text{ t} = 34.29 \text{ g/t};$$

$$1 \text{ onza/tonelada larga} = 31.103 \text{ g}/1.0164 \text{ t} = 30.61 \text{ g/t}.$$

Desafortunadamente, muchos textos solamente mencionan "oz/ton", sin especificar si son toneladas largas o cortas. En Australia, oz/ton siempre significa toneladas largas (excepto para unas cuantas minas de pertenencia Americana), en Norte América casi siempre son toneladas cortas (solamente en la literatura anterior a 1900 podrían ser mencionadas como toneladas largas). Es importante que esa confusión sea aclarada. Desde que estamos tratando con leyes absolutas, una confusión de toneladas cortas y largas podría resultar en un error del 12%.

- b) Las leyes de metales preciosos y elementos traza se indican a menudo en ppm: ppm = partes por millón. Como 1 tonelada contiene  $10^6$  g; 1 ppm es igual a 1 g/t (pero solo en el sistema métrico, no para toneladas largas o cortas).
- c) Desde 1971, el precio del Oro permanecía firme durante muchos años, se había vuelto común el convertir la ley de Oro directamente a \$/ton. Por lo tanto, siempre debe establecerse a que precio del Oro se refiere cada relación \$-ley. A un precio de \$45/oz (o \$45/31.103g), una declaración como "la ley del valor del Oro estuvo a \$21 por tonelada" debería traducirse a:

$$\frac{21.00}{45.00} \cdot \frac{31.103}{0.907} = 16.0 \text{ g/tonelada metrica.}$$

En los países de la comunidad de naciones Británicas, el precio del Oro en libras esterlinas Inglesas (£) acostumbra tener un rol importante. Algunas veces las minas directamente informaran sus leyes de mineral como valores monetarios.

Estos datos están basados en el viejo sistema de libras no decimal:

1 £ = 20 chelines (20 s);

1 s = 12 centavos o peniques (12d).

Ejemplos de abreviaciones:

£1-5s-0d o

£1/5/0 que significa: 1 libra, 5 chelines, 0 centavos o peniques o

3s/4d o  $\frac{3}{4}$  que significa: 3 chelines, 4 centavos o peniques.

*Ejemplo.* Una mina reporta una ley de Oro de 1/9/4. ¿Cuál es el equivalente en gramos de Oro por tonelada (g Au/ton) asumiendo que el precio del Oro de £4-5s-0d por onza (precio del Oro en la Primera Guerra Mundial)? La mina se encontraba localizada en Australia, y usaban toneladas largas.

Primer paso: Las unidades de dinero, deben ser reducidas a los mas comunes denominadores, ejemplo, 1 libra=240 peniques o centavos, 1 chelin = 20 peniques o centavos. Por lo tanto, el precio del Oro de £4-5s-0d es equivalente a 1020 d/oz.

La ley de la mina de £1/9/4 es igual a 352 d. Así que la ley de Oro por tonelada larga es:

$$\frac{352}{1020} = 0.35 \text{ oz/1 ton}$$

Ya que 1 onza es igual a 31.103 g (vease en el Capítulo 1.1.4), este valor es equivalente a 10.7 g/1 tn.

Segundo paso: Ya que 1 ton larga es igual a 1.016 t (Véase en el Capítulo 1.1.4), convertido a toneladas métricas esto equivale a:

$$\frac{10.7}{1.016} = 10.6 \text{ g Au/t.}$$

d) En depósitos aluviales el peso de los metales preciosos se refiere a medidas de volumen, como oz/yarda o g/m<sup>3</sup>. De acuerdo a esto, la medida de g/yarda cúbica es:

$$1 \text{ g/yarda cubica} = 1 \text{ g}/(0.9144)^3 = 1 \text{ g}/0.7646 = 1.31 \text{ g/m}^3.$$

Las leyes en muestras de roca dura siempre se refieren a valores absolutos determinados analíticamente y la dilución tiene que ser tomada en cuenta cuando se calculan leyes minables. Para depósitos aluviales, por otra parte, usualmente solo las leyes recuperables son dadas debido a los diferentes métodos de muestreo peculiares a estos depósitos. Por consiguiente, es esencial distinguir entre *global*, *leyes aluviales contenidas* y *leyes recuperables*, y siempre se debe establecer que unidad se uso para el volumen (ft<sup>3</sup> o m<sup>3</sup>), y si las medidas están referidas al material in situ (en el lugar o banco) o material suelto después del minado. Si los ensayos se expresan en por ciento de peso, entonces 1.7 g/cm<sup>3</sup> puede usarse a menudo para la densidad de material aluvial.

*Ejemplo.* 300 g/t de Sn (o 300 ppm) son por lo tanto 510 g/m<sup>3</sup>. Estos son "m<sup>3</sup> sueltos". Si esto va a ser reconvertido a volumen in situ, se puede aplicar un factor de abundamiento de 1.25, para este ejemplo el resultado sería de 638 g/m<sup>3</sup> (in situ).

#### 1.2.4 Valores de acumulación/Factores de intensidad.

En cálculos de reserva se tiene que determinar un valor de acumulación: el producto espesor por ley, también llamada "producto ley-espesor" o factor GT (Grade-Thickness) (Véase Capítulo 4.1). Ocasionalmente, este factor es usado en exploración geoquímica, como de PB-Zn del tipo del valle de Mississippi, y es entonces llamado factor de intensidad:

$$1\% * \text{ft} = 0.348\% * \text{m}$$

En la minería de Oro de Sudáfrica el valor de pulgadas pennyweight (abreviado, inch dwt) es de gran importancia:

$$1 \text{ pulgada} \cdot \text{dwt} = 2.54 \text{ cm} \cdot 1.555 \text{ g} = 3.95 \text{ g} \cdot \text{cm}.$$

### 1.2.5 Producción.

- a) En países Anglo-Americanos, el flujo de agua es indicado en "galones por minuto" (GPM). Relacionado a los "Galones EE.UU.", esto significa: 1 galón /minuto = 3.785 litros/min (L/min) o 0.227 m<sup>3</sup>/h. Expresado en "galones Ingleses"; 1 galón/minuto = 4.546 litros/min o 0.273 m<sup>3</sup>/hr.
- b) La producción de petróleo en países Anglo-Americanos es indicado en barriles/día, en Alemania en toneladas/año, por ejemplo, los Anglo-Americanos usan un volumen, los Alemanes una masa por unidad de tiempo. Una regla práctica aplicada es que 1 m<sup>3</sup> (1000 L) de petróleo crudo pesa 0.86 t y de acuerdo con esto, 1 barril/día es igual a 50 t/año.
- c) La producción de gas en países Anglo-Americanos es expresada en 1000 pies cúbicos/día, en países del continente Europeo en m<sup>3</sup>/año. 1 pie cúbico/día = (0.3048 m)<sup>3</sup>·365 = 10.34 m<sup>3</sup>/año.

### 1.2.6 Relación Tepetate Mineral.

Hay dos clases principales de relaciones tepetate mineral o relaciones de descapote:

- a) En depósitos en capas (lignitos en Alemania, carbón duro en EE.UU., Canadá, Australia, Sudáfrica, etc., arenas impregnadas de brea) la relación tepetate mineral es indicada como m<sup>3</sup> por tonelada de mineral bruto. Una razón de esto es que la maquinaria usada para remover tepetate, como excavadoras de ruedas en minado de lignito, o dragas en depósitos de carbón, están diseñadas para mover grandes volúmenes de material mientras que se emplean otras maquinarias en la excavación selectiva del carbón.
- b) En minado a cielo abierto para minerales metálicos, la relación tepetate mineral es normalmente expresada como tonelada de tepetate por tonelada de mineral.

Para estar en condiciones de comparar dos relaciones diferentes, la relación bajo a) tiene que ser multiplicada por la densidad.

En el Capítulo 9.3.2.3 se describe un método simple para determinar la relación tepetate mineral.

### 1.2.7 Precios específicos de los metales.

Los siguientes precios de metales son de importancia internacional:

- a) Precios Americanos son dados en EE.UU.-Dólares/libra (EE.UU.-\$/lb);
- b) Precios de Intercambio de Metales de Londres (LME) están formalmente dados en £/ton larga y desde 1970 en £/ton métrica.

### 1.3 Conversión de componentes químicos.

Mientras las leyes o precios de algunos metales como Cu, Fe, Zn son siempre relacionados al elemento, para otros materiales la composición puede variar considerablemente. En el caso del tungsteno, las leyes algunas veces se refieren al elemento W, algunas veces a  $WO_3$ . La unidad  $WO_3$  es la base para la cual se dan los precios del concentrado.

El Molibdeno o antimonio algunas veces designados como sulfitos  $MoS_2$  o  $Sb_2S_3$ , respectivamente, algunas veces simplificando como elemento Mo o Sb. Para propósitos de comparación esto debe ser calculado que tanto Molibdeno esta contenido en el  $MoS_2$ .

La conversión es hecha para usar pesos atómicos.

Ejemplo. Encuentre el factor para convertir un valor en porcentaje de  $MoS_2$  en un valor de porcentaje de Mo:

$$\begin{array}{r} \text{Peso atómico de Mo} \qquad \qquad \qquad 95.95 + \\ \text{Peso atómico S} = 32.06 \text{ y el de } S_2 \quad \underline{\qquad 64.12} \\ \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad 160.07 \end{array}$$

el porcentaje de Mo es  $95.95/160.07 = 0.60$

Así el factor de conversión para  $MoS_2$  en Mo es de 0.60.

Los factores de conversión de Mo en  $MoS_2$ , es  $1/0.60 = 1.67$ .

Nota: Algunas conversiones se muestran en el Apéndice, aplicando el software Convert, para conversión de unidades.