

**ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE LA  
IMPORTANCIA DEL MUESTREO EN  
LA INDUSTRIA MINERA**

**¿QUE ES MUESTREO?**

- **MUESTREO ES A LA VEZ UNA CIENCIA (TDM) Y UNA TECNICA (COMO)**

- **MUESTREO ES FUNDAMENTALMENTE UNA REDUCCION DE MASA QUE SE LOGRA POR MEDIOS TECNICOS ADECUADOS.**

- EL PROCESO DE MUESTREO DEBE RESPETAR LA COMPOSICION DEL LOTE A MUESTREAR DE LA MEJOR MANERA POSIBLE.

- NO EXISTE EL MUESTREO PERFECTO. EL MUESTREO GENERA **ERRORES** , ESTOS ERRORES DEBEN **CONTROLARSE**







- **LAS OPERACIONES INCORRECTAS DE MUESTREO PUEDEN GENERAR PERDIDAS ECONOMICAS ENORMES A LA INDUSTRIA MINERA. (OCULTAS)**
- **POR EL CONTRARIO CUANDO LA TEORIA DE MUESTREO SE APLICA CORRECTAMENTE EN LA PRACTICA UNA CANTIDAD APRECIABLE DE VALOR PUEDE SER AGREGADO.**

# DEFINICIONES FUNDAMENTALES

- **MUESTREO NO PROBABILISTICO; CUANDO CIERTOS CONSTITUYENTES DEL LOTE TIENEN UNA PROBABILIDAD CERO DE SER ELEGIDOS. (ESPECIMENES)**
- **MUESTREO PROBABILISTICO; CUANDO TODOS LOS CONSTITUYENTES DEL LOTE TIENEN UNA PROBABILIDAD NO NULA DE SER ELEGIDOS EN LA FORMACION DE LA MUESTRA.**

# **UNA SELECCIÓN PROBABILISTICA PUEDE SER:**

## **CORRECTA:**

**a) TODOS LOS CONSTITUYENTES DEL  
LOTE TIENEN IGUAL PROBABILIDAD DE  
SER SELECCIONADOS.**

**b) LA INTEGRIDAD DE LOS  
CONSTITUYENTES SELECCIONADOS  
(INCREMENTOS, MUESTRA) ES  
RESPETADA.**

# UNA SELECCIÓN PROBABILISTICA TAMBIEN PUEDE SER:

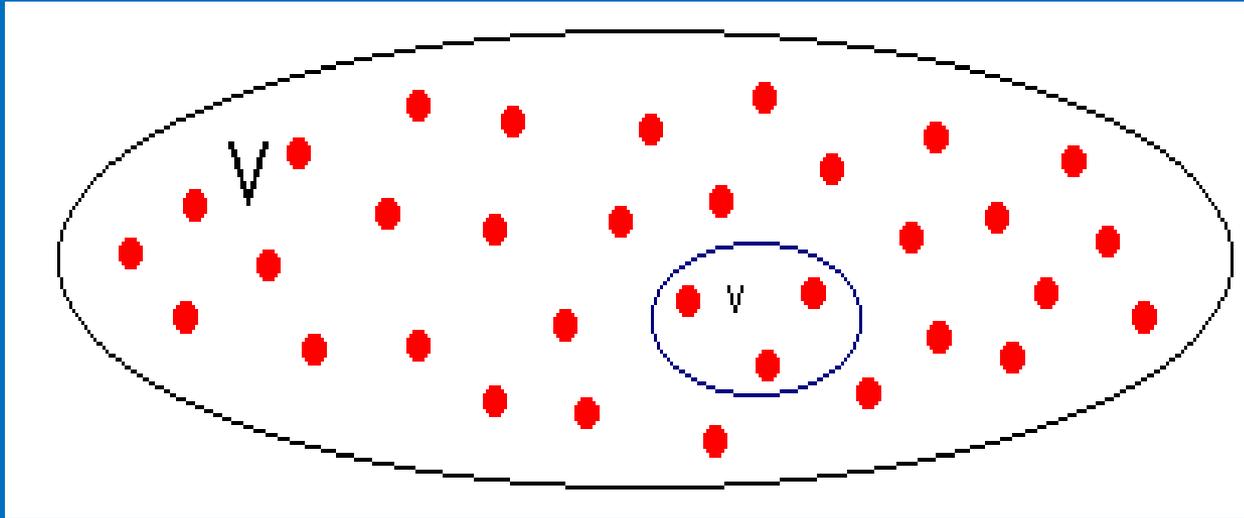
**INCORRECTA** 

CUANDO AL MENOS UNA DE LAS  
CONDICIONES ANTERIORES NO SE CUMPLE.  
LA PROBABILIDAD DE SELECCIÓN NO ES  
UNIFORME, ES UNA FUNCION DE LAS  
PROPIEDADES FISICAS DEL LOTE (DENSIDAD,  
DISTRIBUCION GRANULOMETRICA,  
FORMA, ETC.)

# MUESTREO INCORRECTO

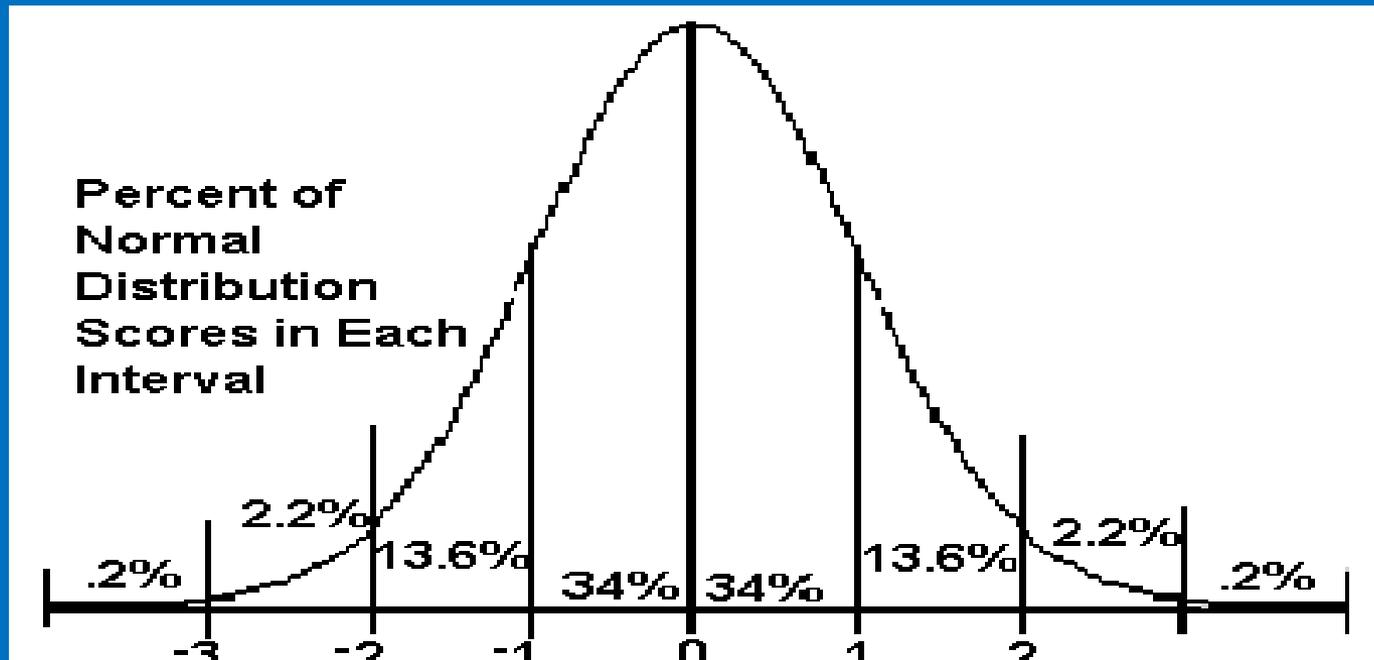
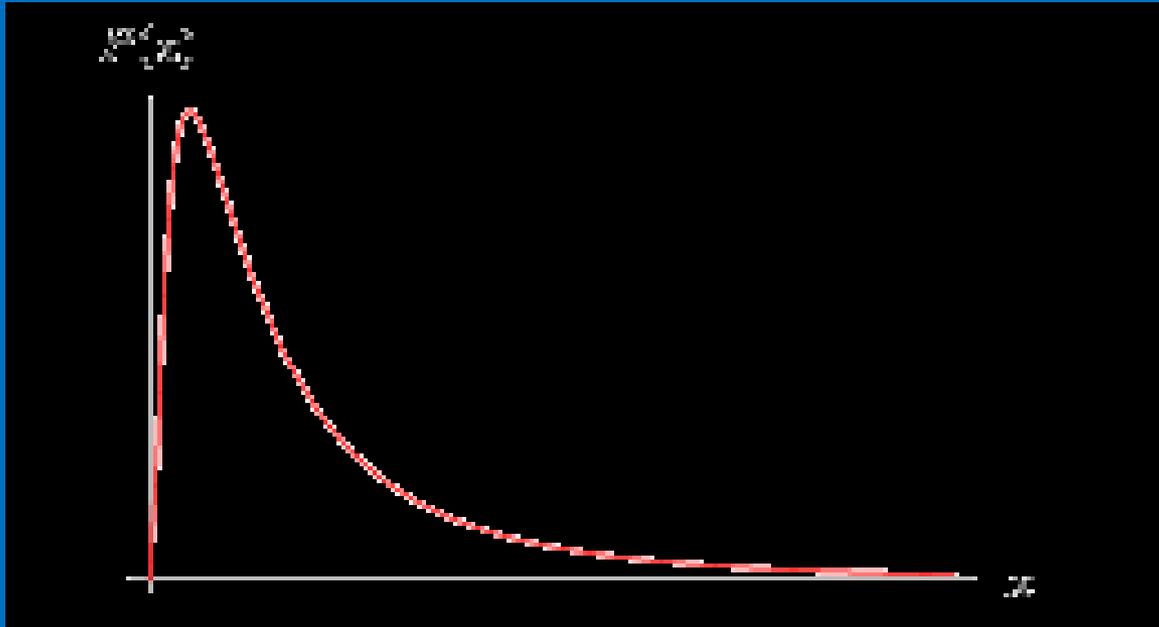
1. CUANDO ES NO PROBABILISTICO O PROBABILISTICO INCORRECTO.
2. SOLO EL MUESTREO CORRECTO PUEDE ENTREGAR **MUESTRAS CONFIABLES.**
3. EL MUESTREO INCORRECTO SOLO ENTREGA **ESPECIMENES.**

# LOS ERRORES DE MUESTREO



$$e = (Z_v^* - Z_v)$$

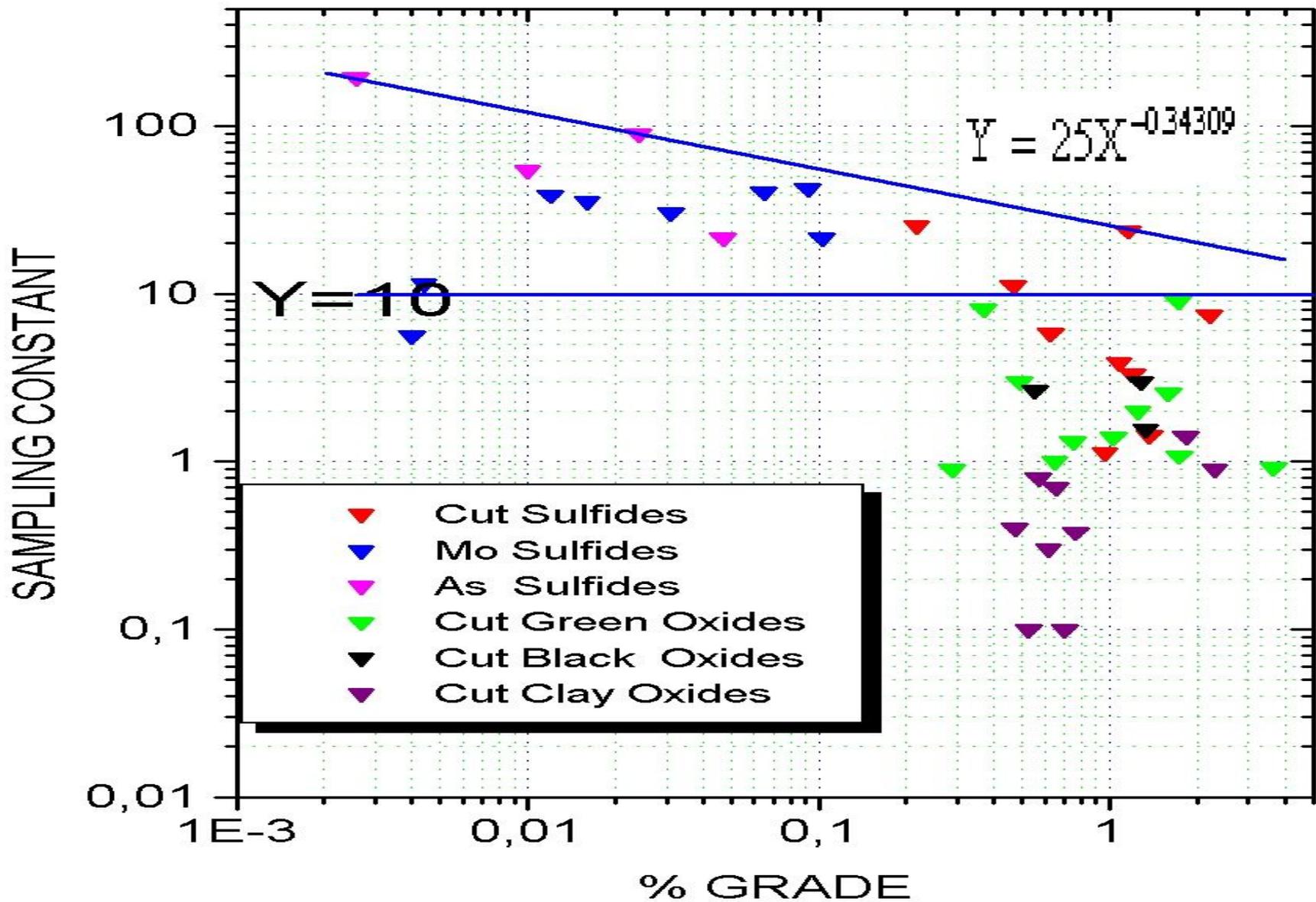
**ESTE ERROR SE DENOMINA ERROR FUNDAMENTAL**



# FORMULA DE LA VARIANZA DE ERROR FUNDAMENTAL

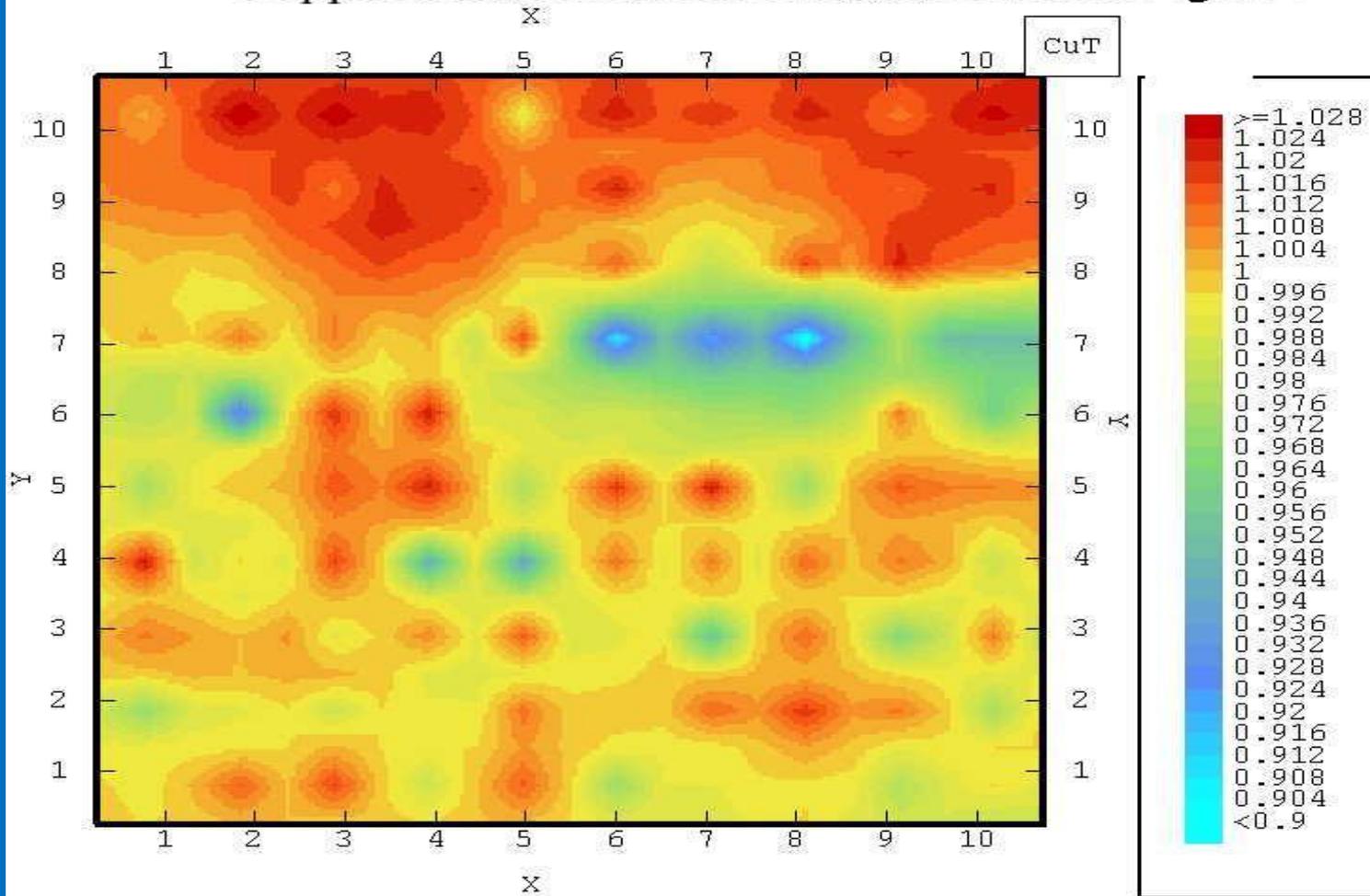
$$S_{FE}^2 = \left( \frac{1}{M_S} + \frac{1}{M_L} \right) C d^3$$

SAMPLING CONSTANT (d=1cm) vs GRADE  
CHILEAN PORPHYRY ORES. Figure 2

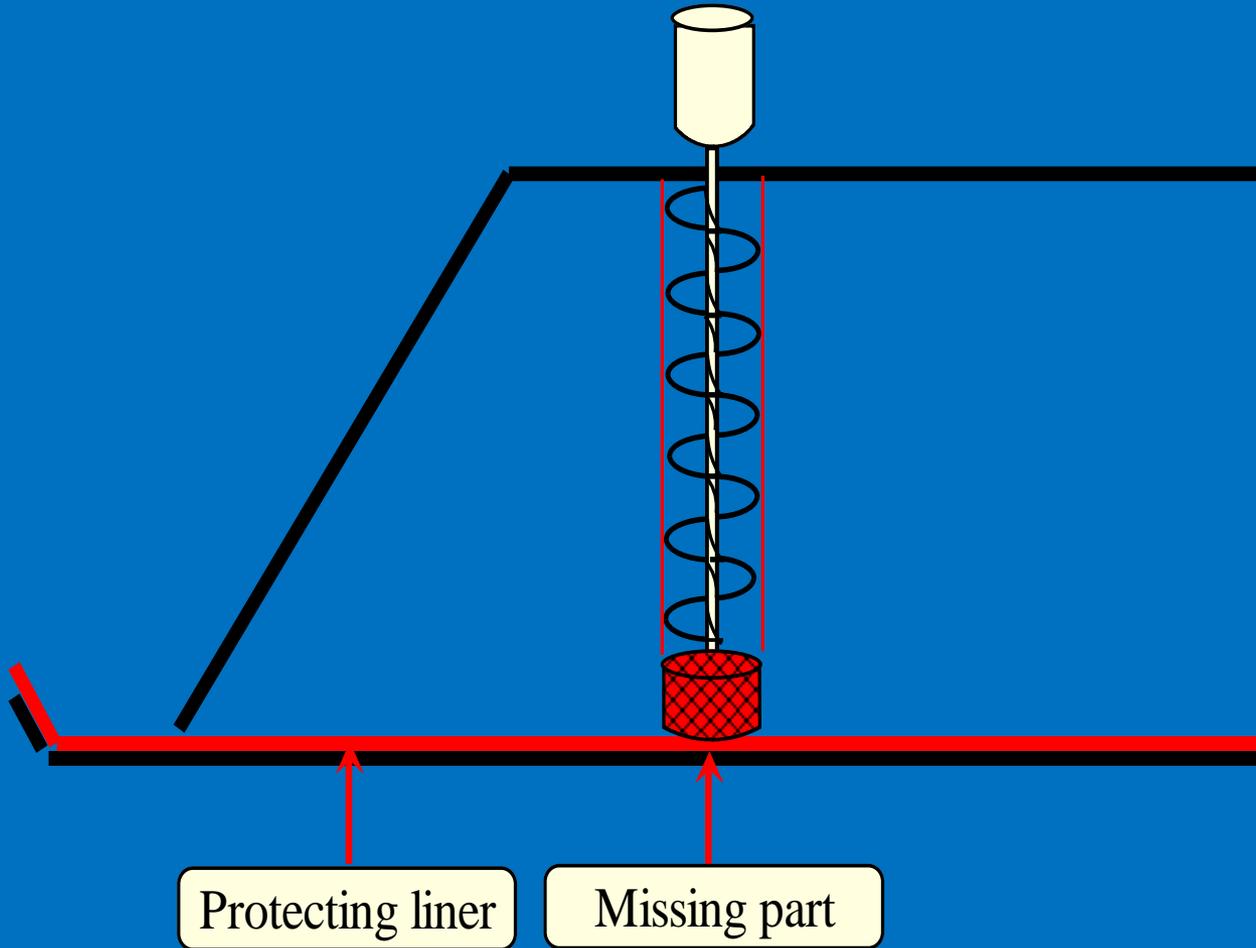


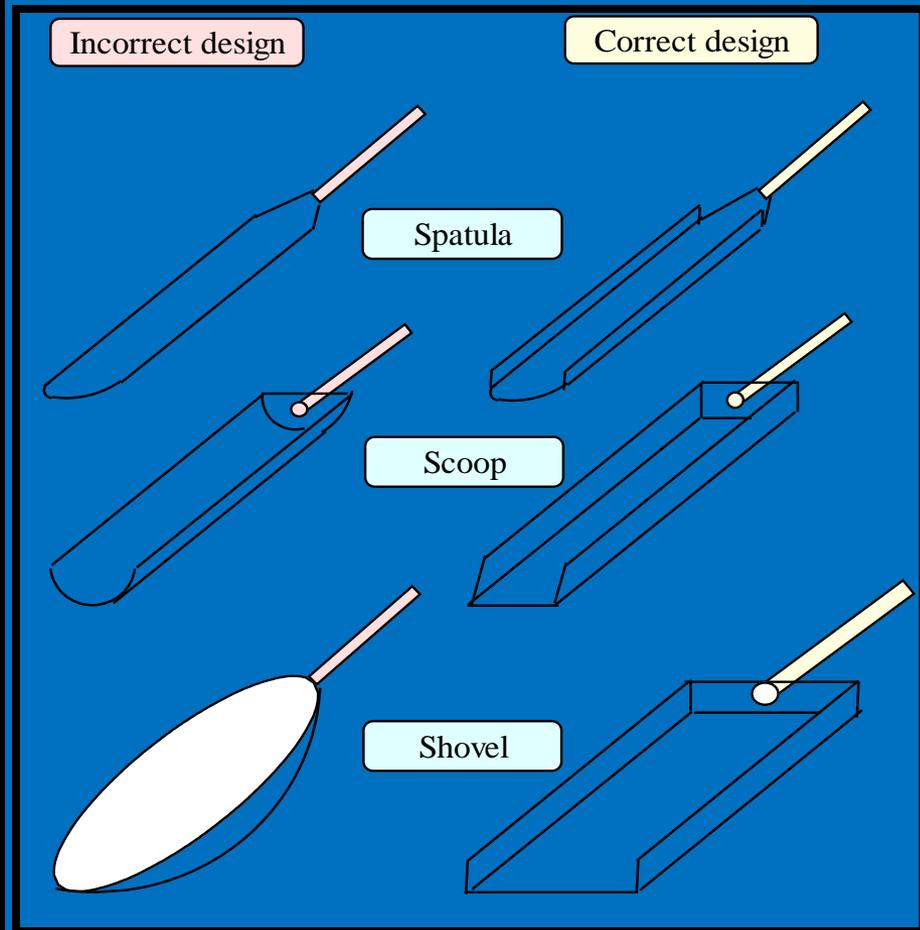
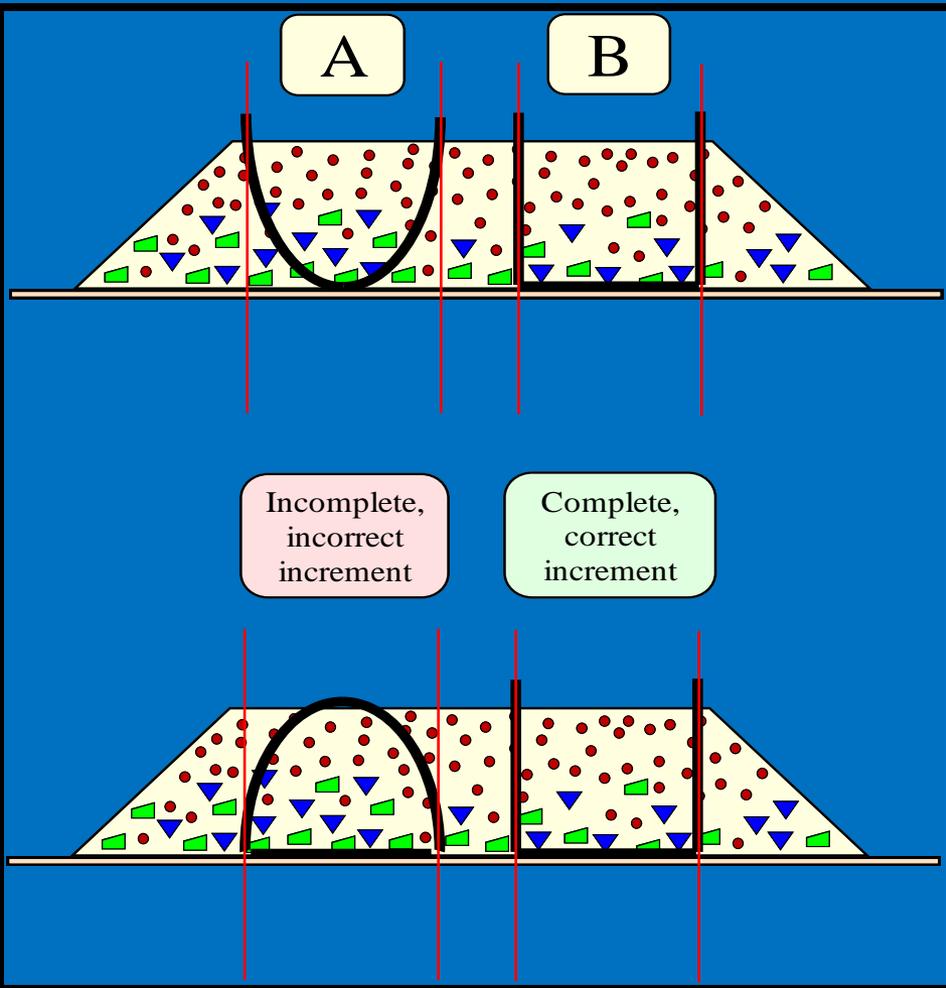
# ERROR DE SEGREGACION Y AGRUPAMIENTO

Copper Head Flotation. Andina Division **Figure 7**

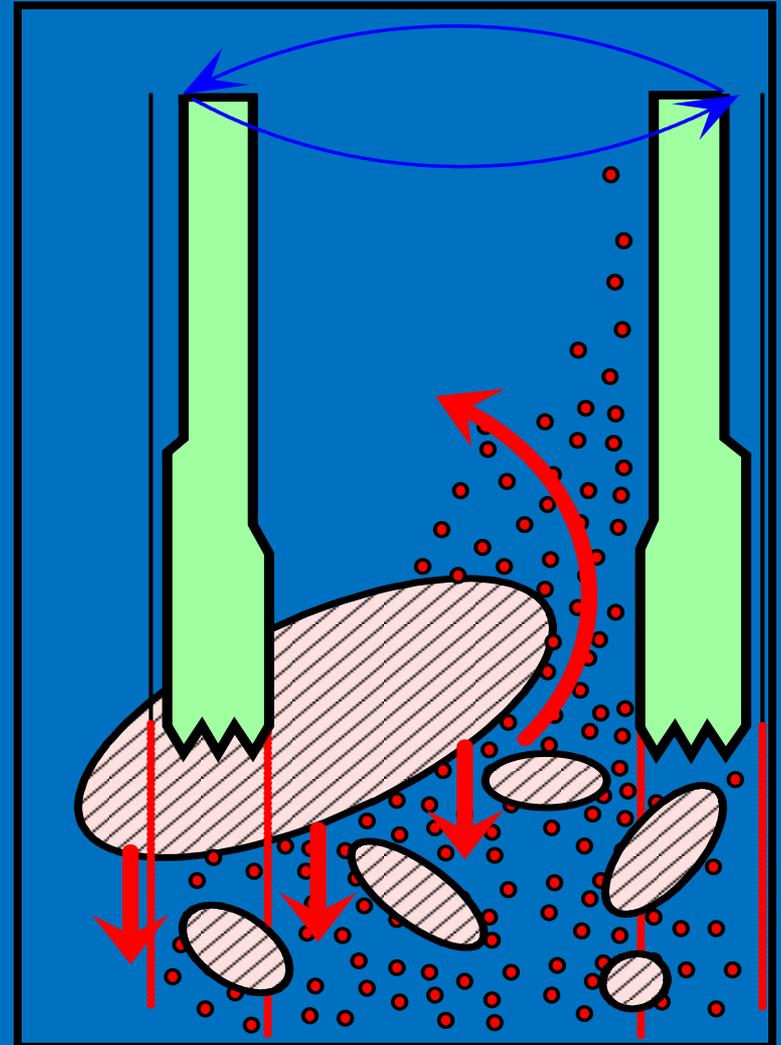
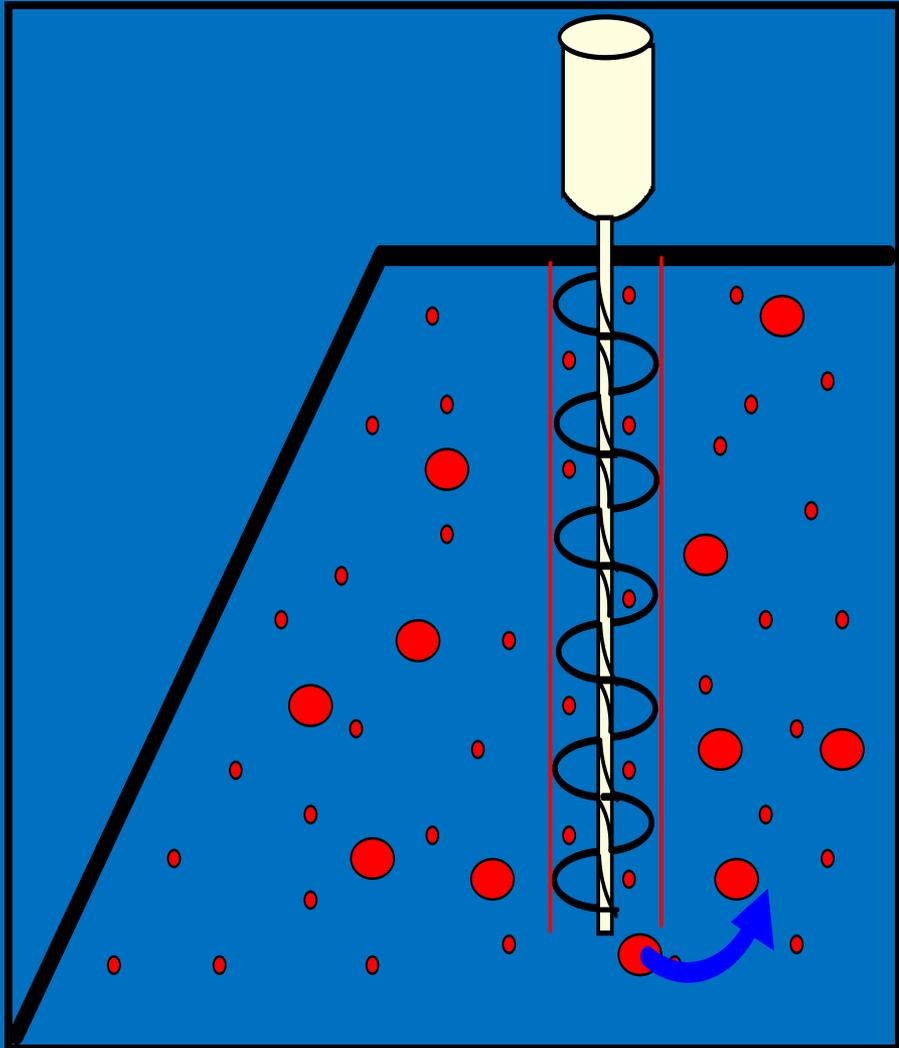


# ERROR DE DELIMITACION





# ERROR DE EXTRACCION



# **ERROR DE PREPARACION (PRESERVAR LA INTEGRIDAD DE LA MUESTRA**

**TODOS LOS ESTADOS NO SELECTIVOS SE LLAMAN ESTADOS DE PREPARACION:**

- 1. Transferencia de incrementos o muestras .**
- 2. Estados de conminucion**
- 3. Tamizaje**
- 4. Secado de solidos**
- 5. Filtrado de pulpas**
- 6. Estados de homogenizacion.**

**En un estado de preparacion el peso de la muestra no debe cambiar, tampoco las características físicas ni químicas deben cambiar.**

# TIPOS DE ERRORES DE PREPARACION

1. Error por Contaminacion
2. Error por Perdidas
3. Error por cambio en la composicion quimica
4. Error por cambio en la composicion fisica
5. Error generado por mala rotulacion
6. Error resultante de fraude y sabotaje

# MUESTRA REPRESENTATIVA

$$r^2 [TE] < m_0^2 [TE] + s_0^2 [TE]$$

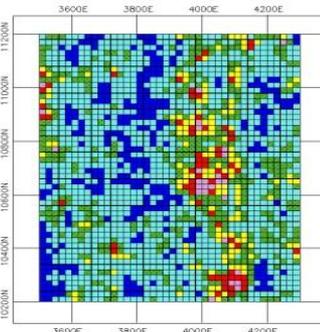
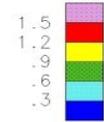


ESTANDAR DE  
EXACTITUD

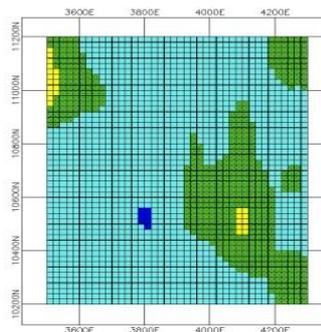
ESTANDAR DE  
PRECISION

# CONSECUENCIAS ECONOMICAS

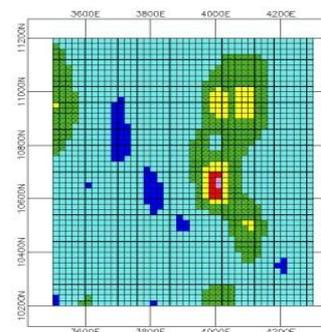
## IMPACTO DE LA DENSIDAD DE INFORMACION EN LA ESTIMACION DE LEYES



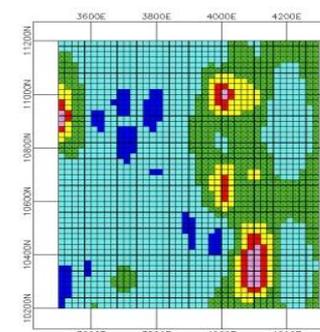
SIMULACION CONDICIONAL  
DE LEYES



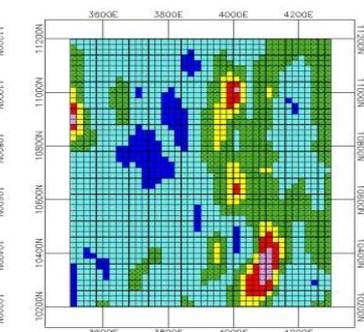
150\*150



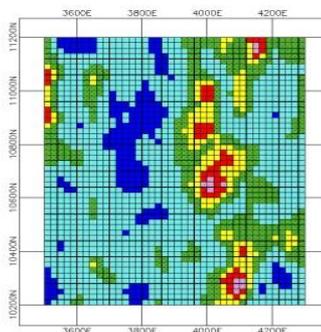
150\*100



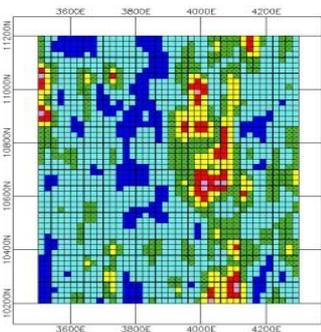
100\*100



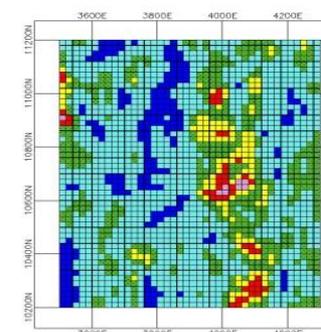
100\*50



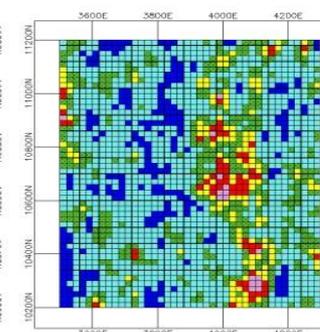
50\*50



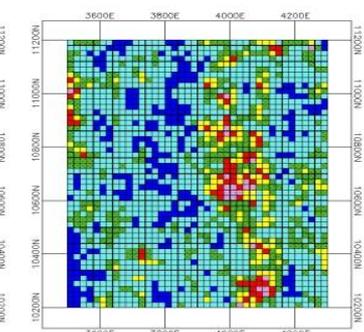
50\*25



25\*25



20\*10



10\*5

Drill Pattern	Mean Grade	Variance	Tonnage	NPV
(m*m)	(% Cu)	(% Cu)**2	(Mton)	(MUS\$)

150 by 150	<b>0.551</b>	<b>0.014</b>	<b>801</b>	<b>-49</b>
------------	--------------	--------------	------------	------------

100 by 100	<b>0.650</b>	<b>0.042</b>	<b>672</b>	<b>345</b>
------------	--------------	--------------	------------	------------

50 by 50	<b>0.667</b>	<b>0.064</b>	<b>613</b>	<b>389</b>
----------	--------------	--------------	------------	------------

20 by 10	<b>0.675</b>	<b>0.674</b>	<b>602</b>	<b>421</b>
----------	--------------	--------------	------------	------------

10 by 5	<b>0.685</b>	<b>0.690</b>	<b>585</b>	<b>450</b>
---------	--------------	--------------	------------	------------

## MUESTREO CORRECTO DE COLAS

La ley de cola se asignaba por balance metalurgico 0.15 % Cut.. Un muestreo correcto demostro que el valor era 0.2% Cut. VPN del sesgo en 20 años:

$$FA = \frac{96.000 \frac{\text{Ton}}{\text{year}} * 0.05\% * 365 \text{days}}{100\%} = 17520$$

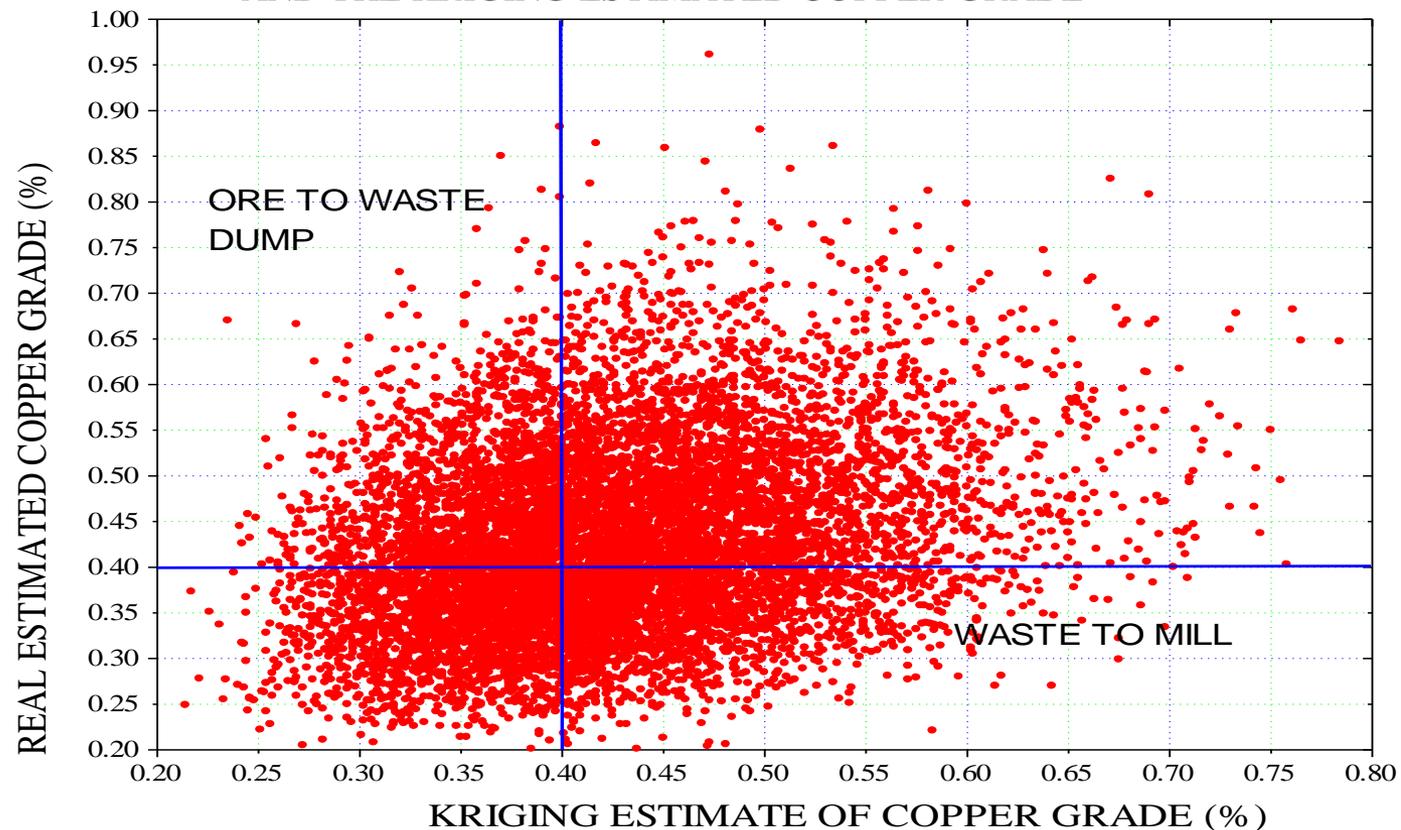
$$17520 * 2200 * 1 \approx 38.544 \text{MUS\$}$$

$$NPV = \left[ \frac{(1 + i)^n - 1}{i} \right] \bullet A$$

$$NPV = \left[ \left( \frac{(1 + 0.1)^{20} - 1}{0.1} \right) * 38.544 \text{MU\$} \right] \approx 2207 \text{MU\$!}$$

# UN SISTEMA DE CONTROL DE LEYES INEFICIENTE DEBIDO A MUESTREO IMPRECISO DE LOS POZOS DE TIRO.

FIGURE 2. JOINT PROBABILITY DENSITY FUNCTION OF THE  
ESTIMATED REAL COPPER GRADE  
AND THE KRIGING ESTIMATED COPPER GRADE

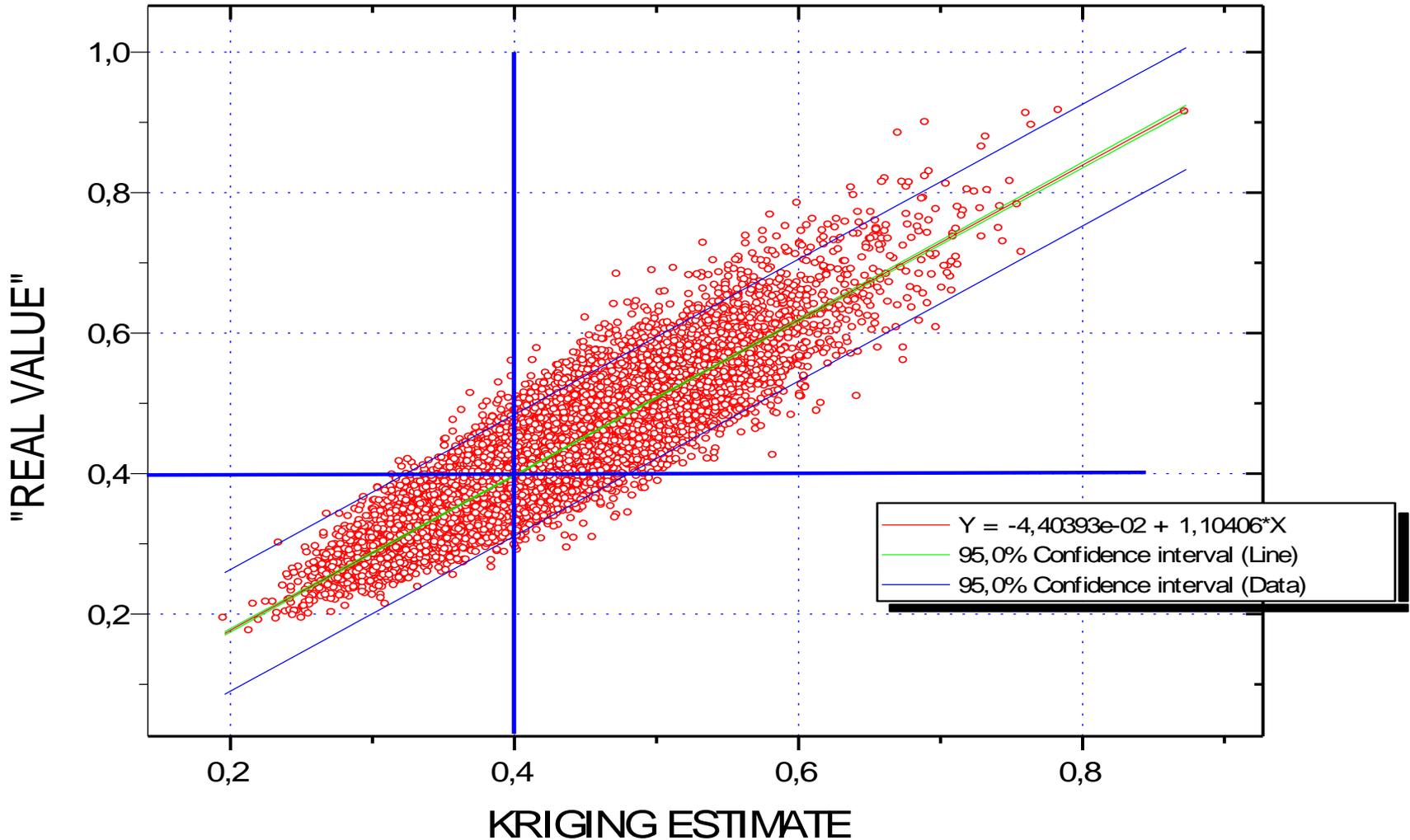


$$PV = B^+ - B^-$$

Donde  $B^+$  es el valor presente neto de enviar mineral al botadero y  $B^-$  es el valor presente neto de enviar esteril a la planta.

$$B^+ - B^- \approx 156 \text{MUS\$}$$

# CORRECT AND PRECISE SAMPLING



26-03-2009 13:00:55 EXPM UES.WST

**EN ESTE CASO LA PERDIDA SE REDUCE A 20 MU\$**

## REFLEXION FINAL

- DESPUES DE MAS DE 50 AÑOS DE LA TOS LA INDUSTRIA MINERA AUN NO LA INTERNALIZA.
- ESTO ES SORPRENDENTE PUES A LO LARGO DE LA CADENA DE VALOR MINERO , ROCA A CATODO, SE TOMAN MUCHAS DECISIONES RELEVANTES BASADAS EN EL MUESTREO.
- MUESTREOS Y ANALISIS INCORRECTOS PUEDEN CONDUCIR A PERDIDAS DE BILLONES DE DOLARES EN LA INDUSTRIA MINERA A NIVEL MUNDIAL. (DEBATE ETICO)
- **¿ES INTELIGENTE AHORRAR MILES DE DOLARES PARA DESPUES PERDER MILLONES?**
- **SIEMPRE RECUERDE QUE :**  
**SUS DECISIONES SON TAN BUENAS COMO SUS MUESTRAS Y SUS ESTIMACIONES.**

**OJO CON LA CIENCIA**

•MUESTREO INCORRECTO GENERA PERDIDAS OCULTAS QUE NO APARTECEN EN LOS LIBROOS DE CONTABILIDAD Y POR ENDE LOS **GERENTES TRADICIONALES NO LAS DETECTAN**

•LOS PROFESIONALES SE MUEVEN POR EFECTOS Y NO POR CAUSAS. ESTO GENERA PERDIDAS DE TIEMPO, DE DINERO, INJUSTICIAS, Y AL FINAL NO RESUELVE NADA.

•SI LOS PROFESIONALES Y LOS GERENTES NO ENTIENDEN DE MANERA PROFUNDA LAS FUENTES DE VARIABILIDAD DE LOS PROCESOS MINEROS NO TENEMOS NINGUNA OPORTUNIDAD DE PROGRESAR.

•LA INDUSTRIA MINERA TIENE BAJA SINERGIA. LOS ACTORES ESTAN PREOCUPADOS DE SU METRO CUADRADO, DE HEC HO NO ESTAN ALINEADOOS CON LOS FUNDAMENTOS DEL NEGOCIO, COMO CONSECUENCIA NO COLABORAN ENTRE SI Y NO CONVERSAN ENTRE SI Y NO SABEN DONDE A CADA CUAL LE APRIETA EL ZAPATO Y PORT ENDE NO SE PUEDEN AYUDAR

- UNA COMUNIDAD DE MUESTREO AISLADA INCAPAZ DE COMUNICAR LA IMPORTANCIA DE LA TOS EN TERMINOS DE NEGOCIO.
- CURSOS INEXISTENTES DE TOS EN LAS Ues DEL MUNDO. LA FORMACION DE LOS PROFESIONALES MINEROS ES **POBRE**.
- LA INICIACION EN TOS ES DIFICIL PUES LOS LIBROS HAN SIDO CRIPTICOS. EL DE PITARD ES OK.

**MUCHAS GRACIAS POR  
VUESTRA ATENCION**

