Auditorias de proyectos: Buenas practicas y errores típicos

Presentador: Jorge Saa

octal Ingeniería

MAGRI CONSULTORES

4 de Agosto del 2015

Índice

- ¿Porque auditar?
- ¿Cuales son los temas mas comunes que se revisan en una auditoria?
- Aspectos críticos a auditar

MAGRI CONSULTORES

octal

¿Porque es necesario auditar?

- Mayor confianza en los modelos generados
- Permite una retro alimentación a los procesos de construcción del modelo
- Mejorar los aspectos que son deficientes
- Es requerimiento de NI43-101, JORC para documentos bancables, etc.
- Grandes empresas como Codelco, BHP, Anglo, etc. requieren “Peer Reviews” antes de grandes inversiones en diferentes etapas de los proyectos.

MAGRI CONSULTORES

octal

¿Cuál es el sueño de un auditor?

- Disponibilidad y claridad de la información
- Protocolos de procesos claramente establecidos
- Informes en detalle con la metodología utilizada
- Orden y organización en terreno causan buena impresión a auditores
- **Todos los procesos son reproducibles**

MAGRI CONSULTORES

octal

Revisiones Comunes

- Coordenadas de collares (Terreno) vs GPS manual
- Revisión de carpetas de sondajes (5%)
- QA-QC
- Modelo geológico y definición de unidades de estimación
- Análisis de contactos
- Tratamiento de valores anómalos.
- Variografía
- Estimación y validación
- Categorización
- Modelo de densidades
- Reconciliación

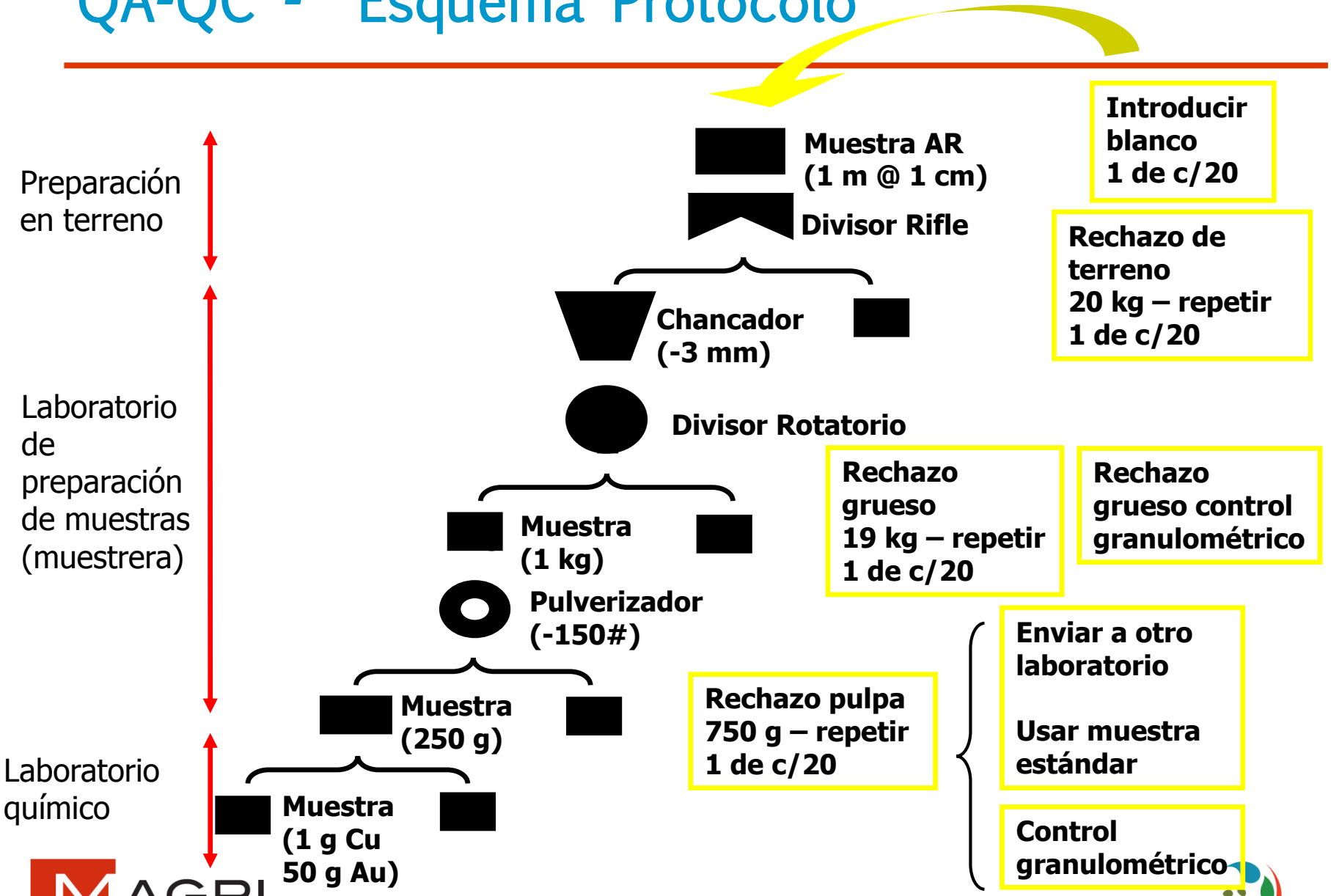
Revisiones Comunes

- Coordenadas de collares (Terreno) vs GPS manual
- Revisión de carpetas de sondajes (5%)
- QA-QC
- Modelo geológico y definición de unidades de estimación
- Análisis de contactos
- Tratamiento de valores anómalos.
- Variografía
- Estimación y validación
- Categorización
- Modelo de densidades
- Reconciliación

MAGRI CONSULTORES

octal

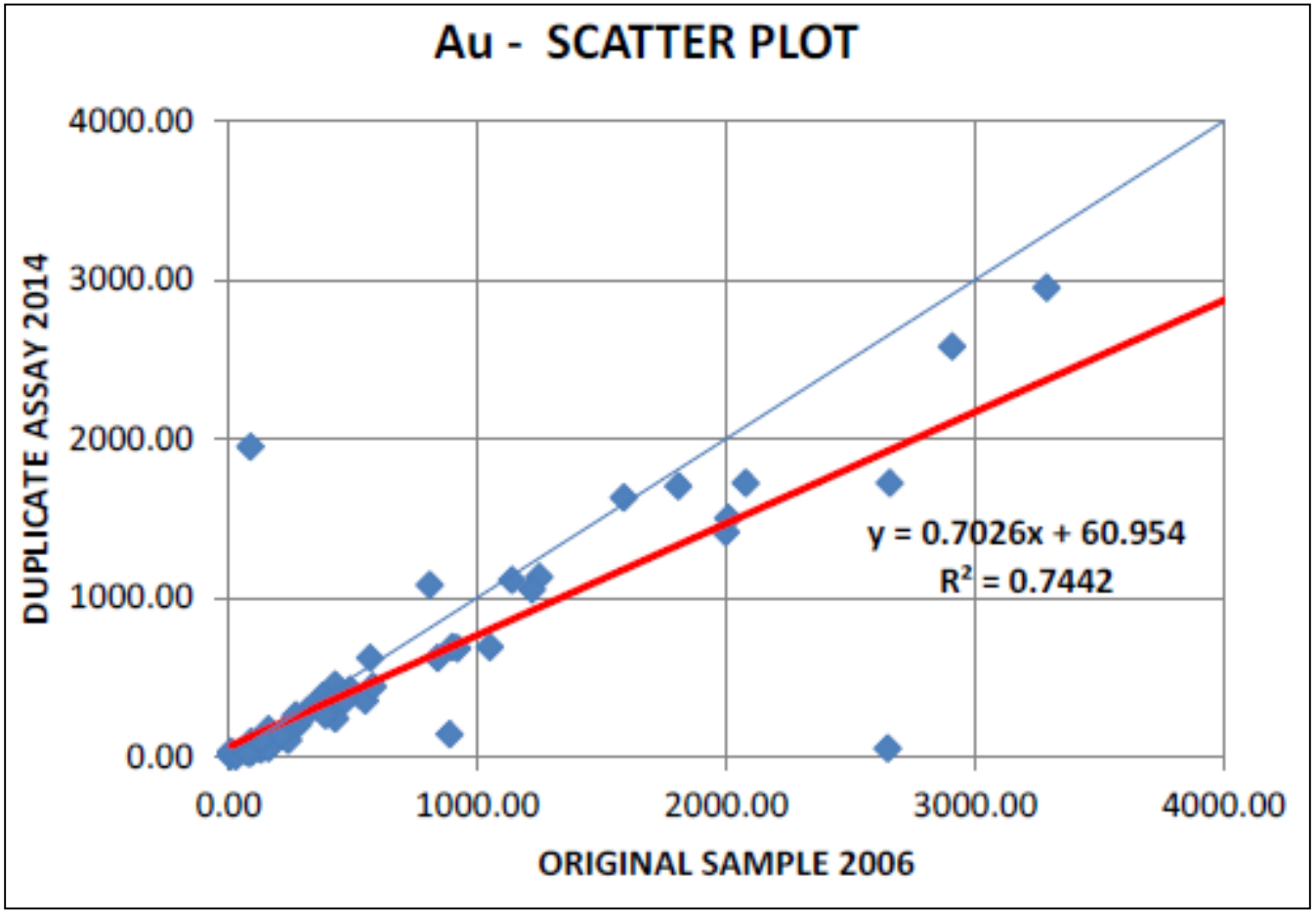
QA-QC - Esquema Protocolo



MAGRI CONSULTORES

octal

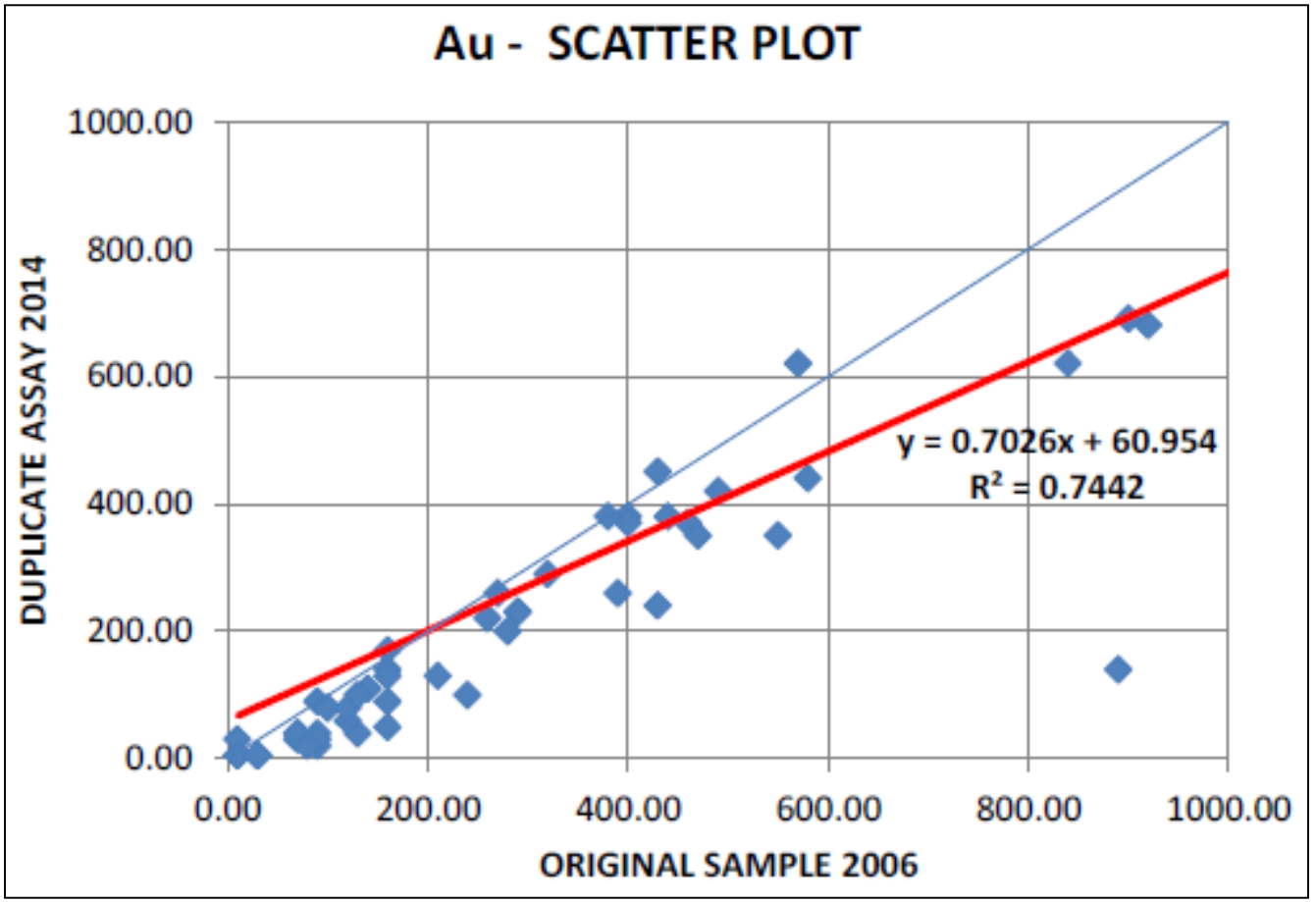
Ejemplo



MAGRI CONSULTORES

octal

Ejemplo



MAGRI CONSULTORES

octal

QA-QC - Recomendaciones

En general, para todo tipo de yacimientos se recomienda:

- El QAQC debería realizarse preferentemente sobre muestras de mineral (media o alta ley), efectuar estos análisis en muestras estériles puede conducir a resultados mejores de los reales y son, en general, una perdida de dinero y tiempo.

- Para obtener resultados coherentes, todos los duplicados (de terreno, de preparación y de análisis) deberían ser realizados sobre los mismos tramos de sondaje.

- Si se va a utilizar todo el tramo de sondaje en el análisis, se recomienda fotografiar el tramo para conservar alguna evidencia de este.

QA-QC - Recomendaciones

En general, para todo tipo de yacimientos se recomienda:

- No utilizar los protocolos y procedimientos de otras faenas/ unidades geológicas para la caracterización de otra.

- Realizar tests de heterogeneidad si la variabilidad del yacimiento o variable es desconocida y establecer protocolos apropiados para cada yacimiento y variable en particular.

- Los análisis de QAQC deben ser realizados en la medida en que se toman las muestras, los resultados deben ser usados como una medida de control para detectar fallas y solucionar los problemas de manera oportuna. De nada hacer el QAQC después de varios meses de tomadas las muestras.

Revisiones Comunes

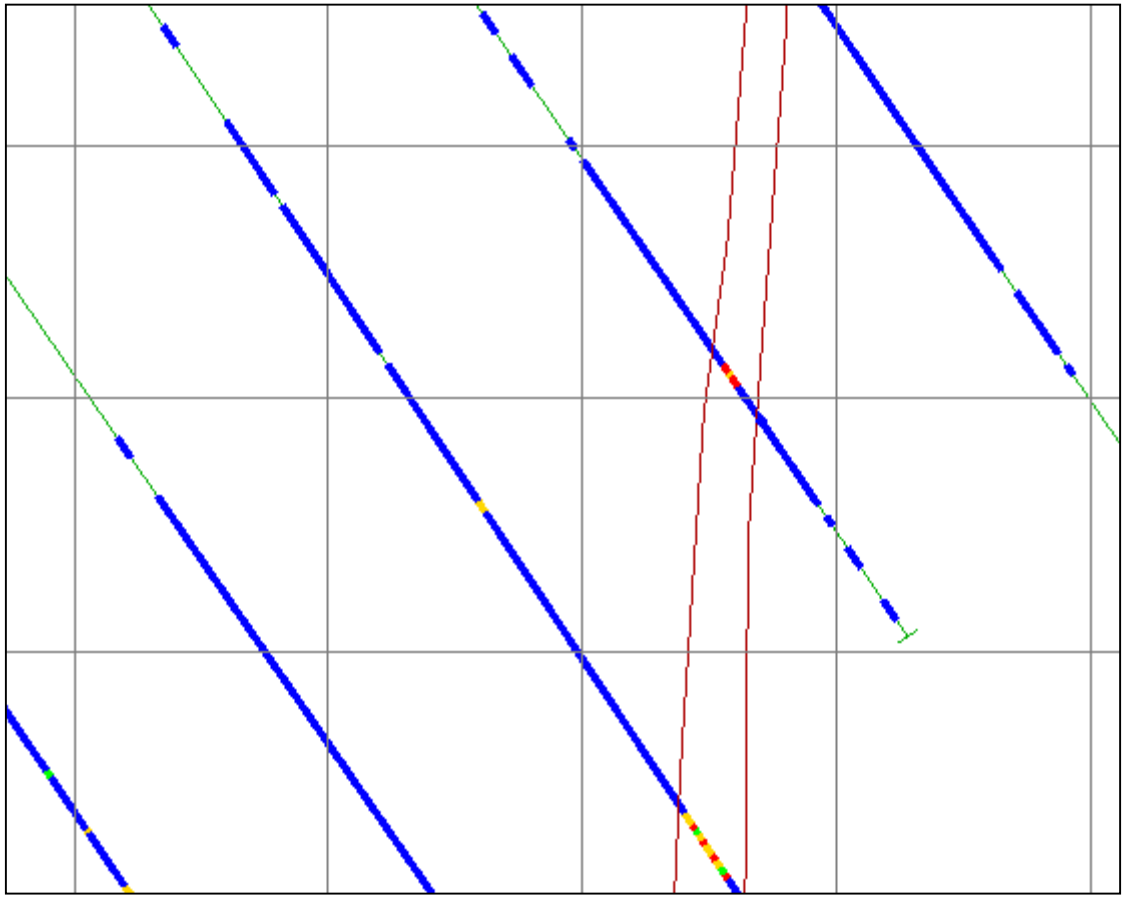
- Coordenadas de collares (Terreno) vs GPS manual
- Revisión de carpetas de sondajes (5%)
- QA-QC
- Modelo geológico y definición de unidades de estimación
- Análisis de contactos
- Tratamiento de valores anómalos.
- Variografía
- Estimación y validación
- Categorización
- Modelo de densidades
- Reconciliación

MAGRI CONSULTORES

octal

Modelo Geológico

La idea principal es comparar modelo geológico 3D con la información de los sondajes.

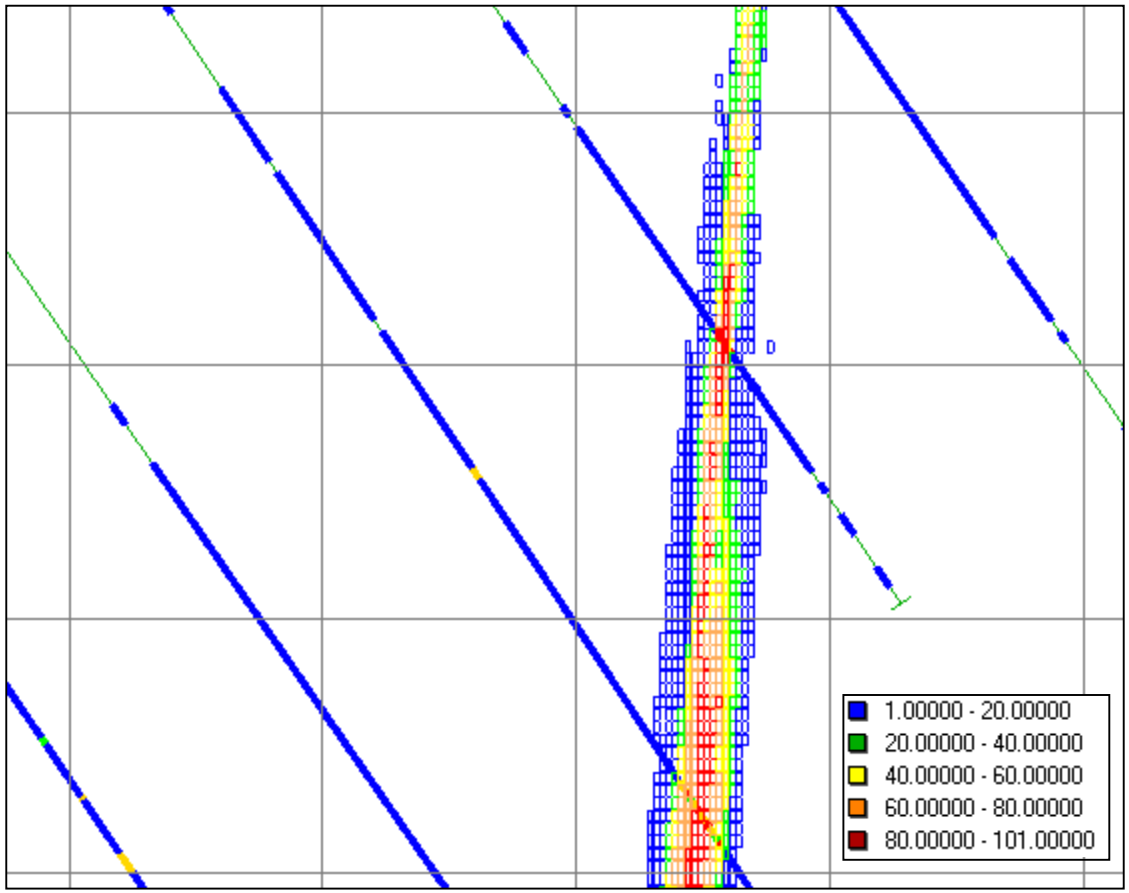


MAGRI CONSULTORES

octal

Modelo Geológico

En este caso se realizo una estimación por kriging de indicadores para evaluar el volumen asociado a una ley de corte.

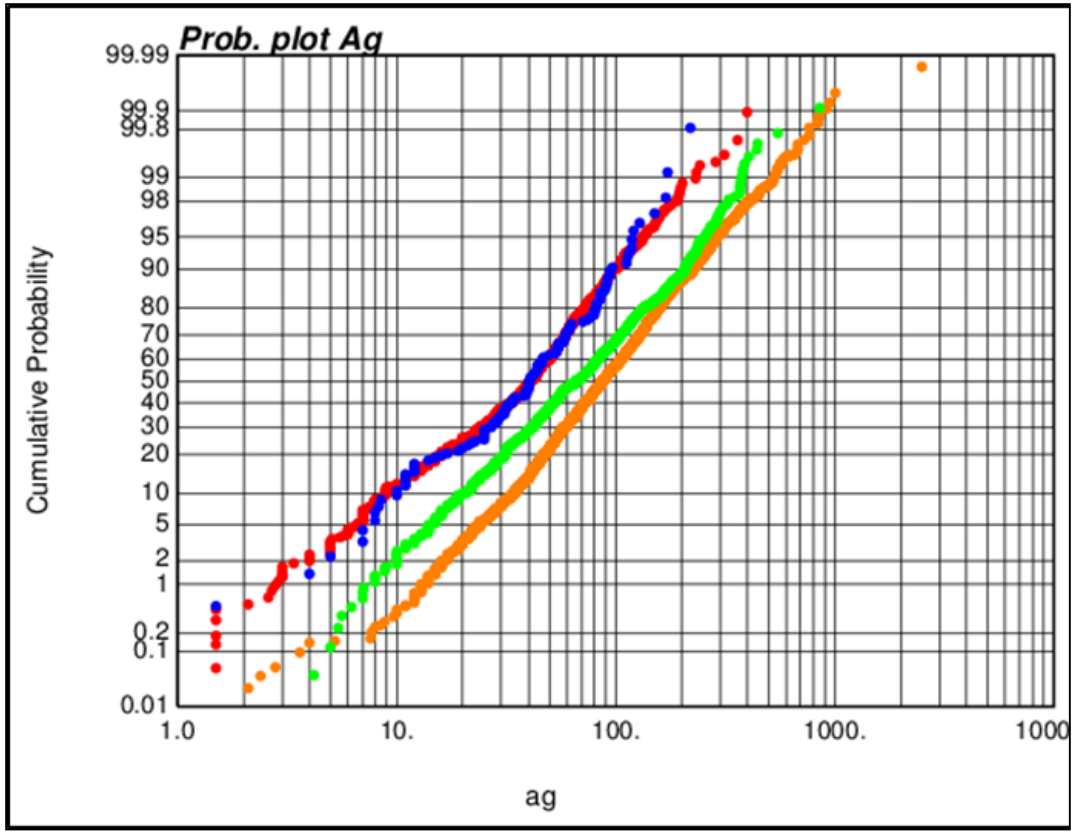


MAGRI CONSULTORES

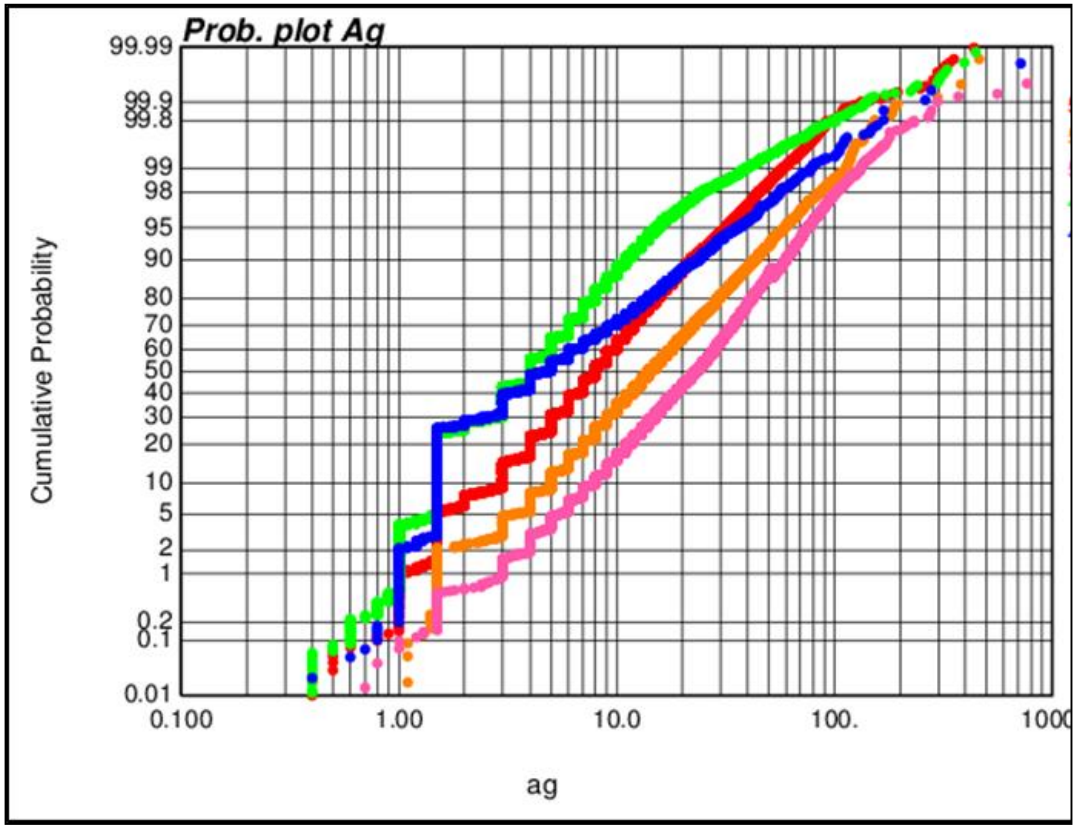
octal

Unidades de Estimación

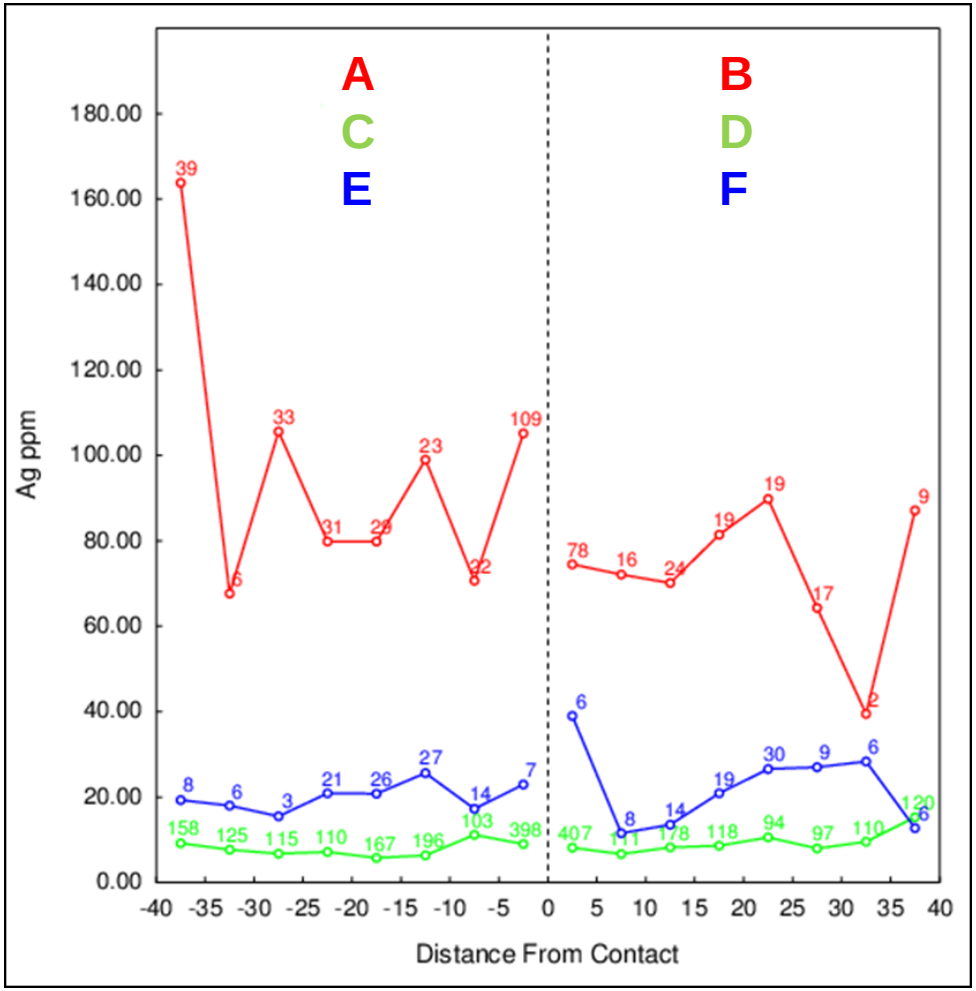
En este caso el objetivo es verificar que las unidades de estimación son diferentes y que no exista una mezcla de poblaciones muy diferente.



Unidades de Estimación



Unidades de Estimación - Contactos



Revisiones Comunes

- Coordenadas de collares (Terreno) vs GPS manual
- Revisión de carpetas de sondajes (5%)
- QA-QC
- Modelo geológico y definición de unidades de estimación
- Análisis de contactos
- Tratamiento de valores anómalos.
- Variografía
- Estimación y validación
- Categorización
- Modelo de densidades
- Reconciliación

MAGRI CONSULTORES

octal

Tratamiento de valores anómalos

Es especialmente importante en yacimientos de metales preciosos, ya que gran parte del mineral se sustenta en pocas muestras de alta ley y la influencia de una muestra puede ser muy significativa. Las metodologías mas usadas para lidiar con estos valores anómalos son:

- Usar un “topcut” en la distribución, es decir, un valor máximo, para cada una de las UE.
- Usar un “high yield” para restringir la influencia en la estimación de los valores anómalos, usualmente se permite la influencia solo a los bloques vecinos a la muestra.

El problema principal es definir a partir de que ley se considera un valor como “extremo” o “anómalo”.

MAGRI CONSULTORES

octal

Tratamiento de valores anómalos

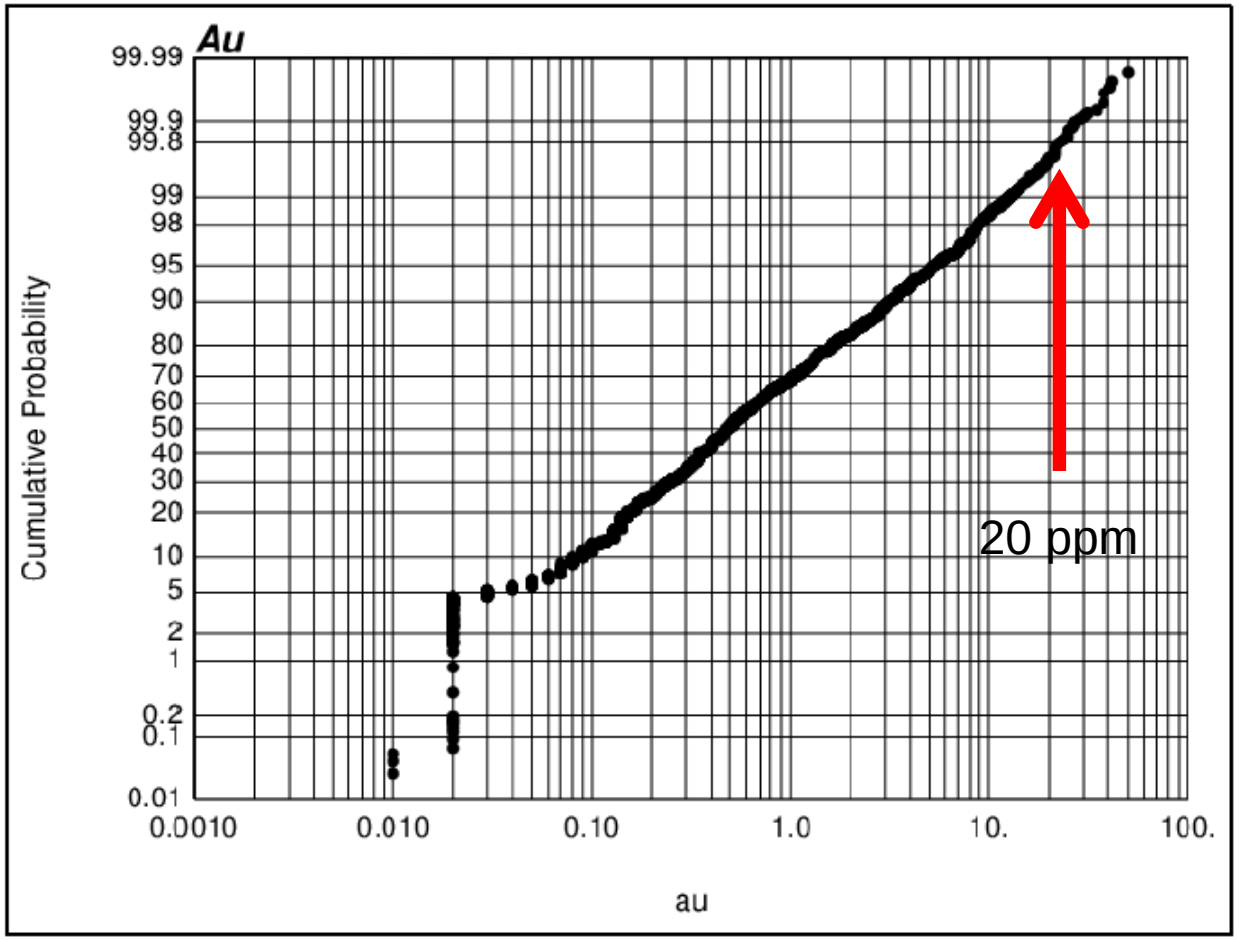
Existen varias herramientas para evaluar este valor limite:

- Histogramas
- Gráficos de probabilidad
- Gráficos de indicador
- Análisis por percentiles y decíles
- Metal at risk
- Otros

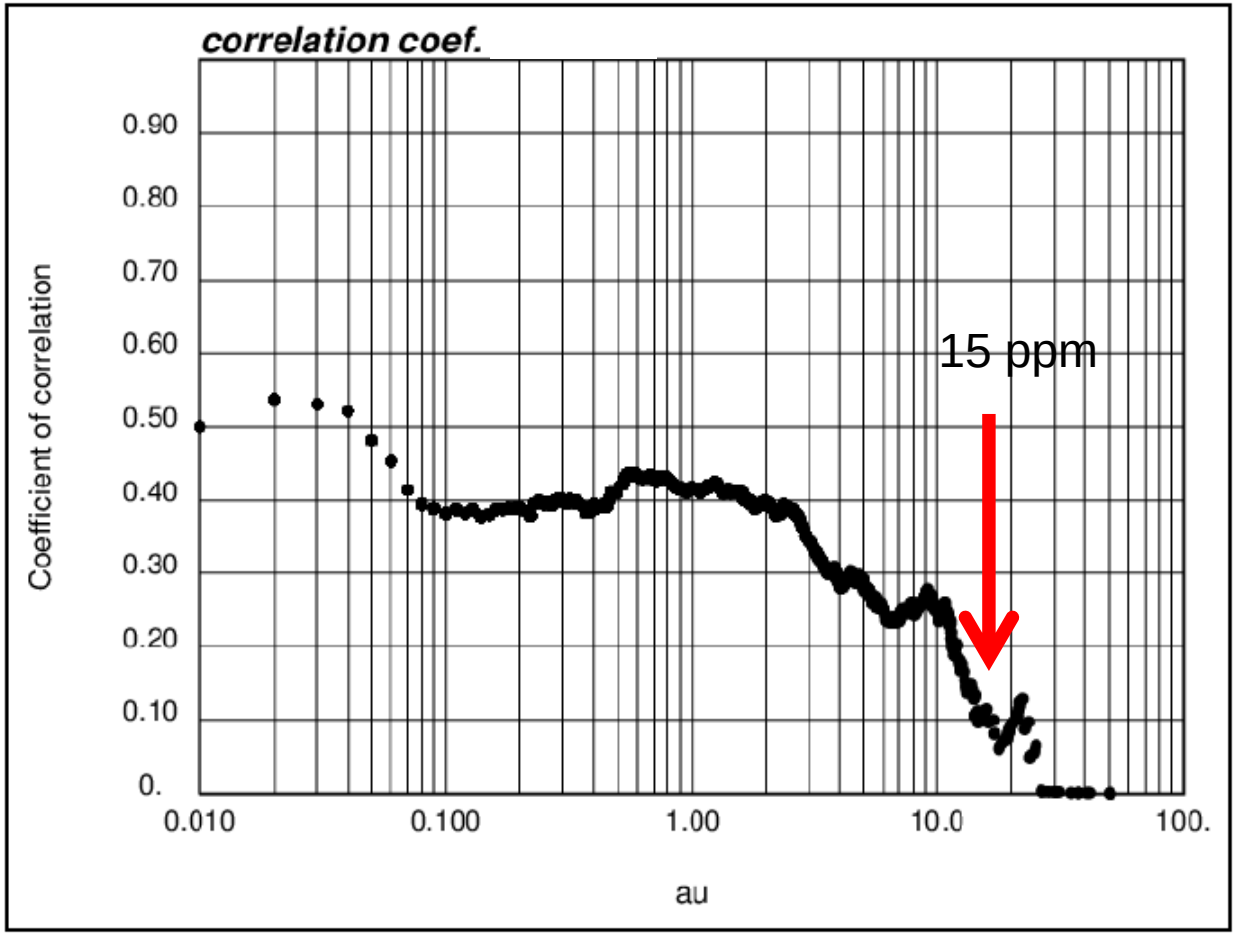
El mas utilizado por lejos es el grafico de probabilidad, sin embargo, se recomienda utilizar todas las herramientas posibles para tomar una decisión mas informada y evitar decisiones subjetivas

.

Tratamiento de valores anómalos



Tratamiento de valores anómalos



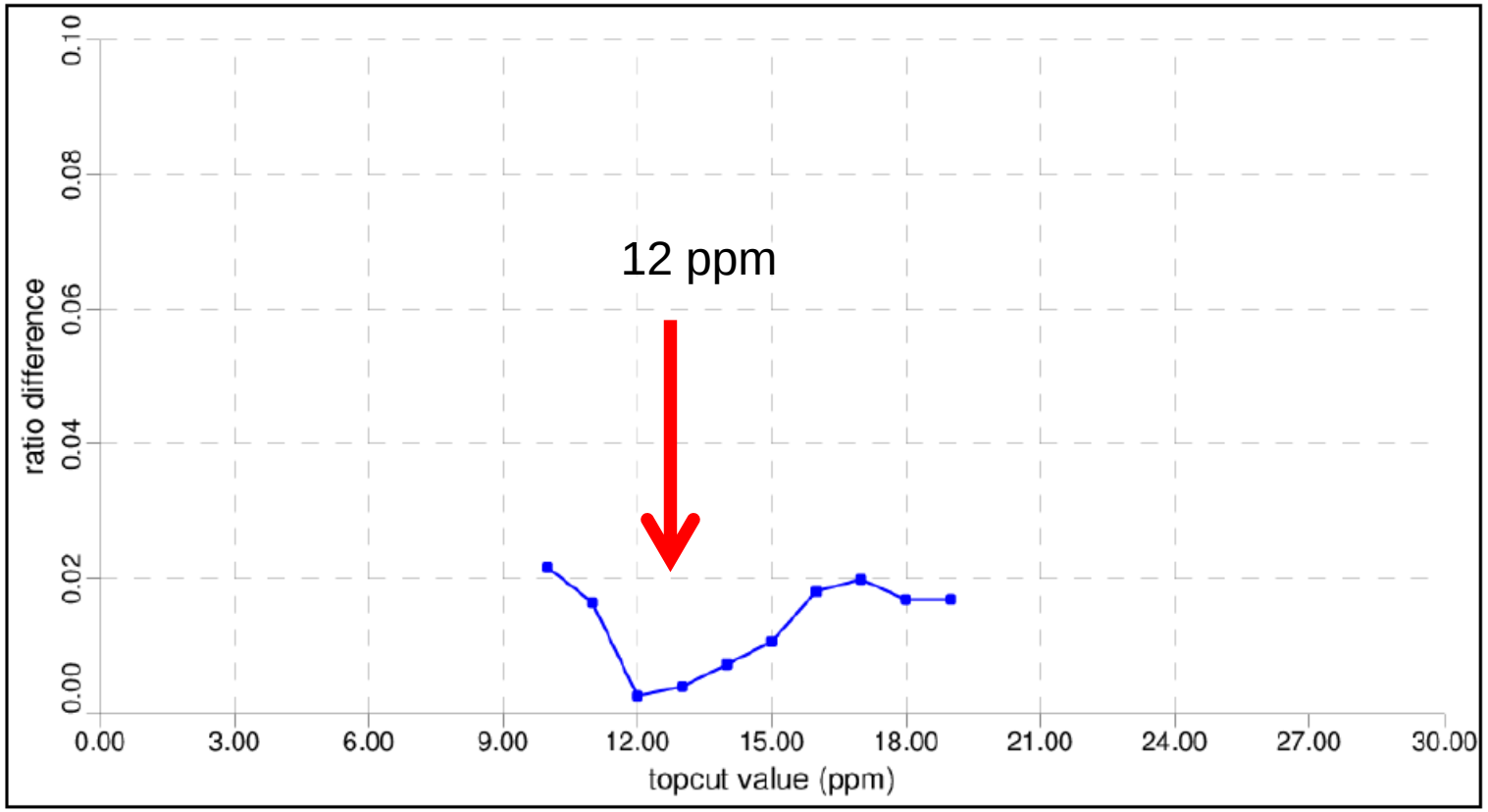
Tratamiento de valores anómalos

decile	# Samples	Mean	Min	Max	Contained Metal
90-91	90	3.34	3.16	3.52	2.3
91-92	60	3.60	3.52	3.80	2.7
92-93	57	3.99	3.80	4.13	3.0
93-94	93	4.43	4.13	4.72	3.4
94-95	67	5.02	4.72	5.30	3.8
95-96	83	5.80	5.30	6.43	4.3
96-97	80	7.09	6.45	7.77	5.3
97-98	43	8.29	7.81	8.84	6.2
98-99	99	10.43	8.85	12.57	7.9
99-100	82	19.74	12.65	50.68	14.7

MAGRI CONSULTORES

octal

Tratamiento de valores anómalos



Tratamiento de valores anómalos

Al final se puede hacer una tabla resumen con los resultados de cada método

- Histogramas = 9 ppm
- Gráficos de probabilidad = 20 ppm
- Gráficos de indicador = 15 ppm
- Análisis por percentiles y decíles = 13 ppm
- Metal at risk = 12 ppm
- **Decisión final** **= 13 ppm**

Independiente de el valor seleccionado y el metodo para aplicarlo en la estimación de recursos (topcut o high yield) lo mas importante es validar este valor comparando la predicción del modelo con la realidad.

MAGRI CONSULTORES

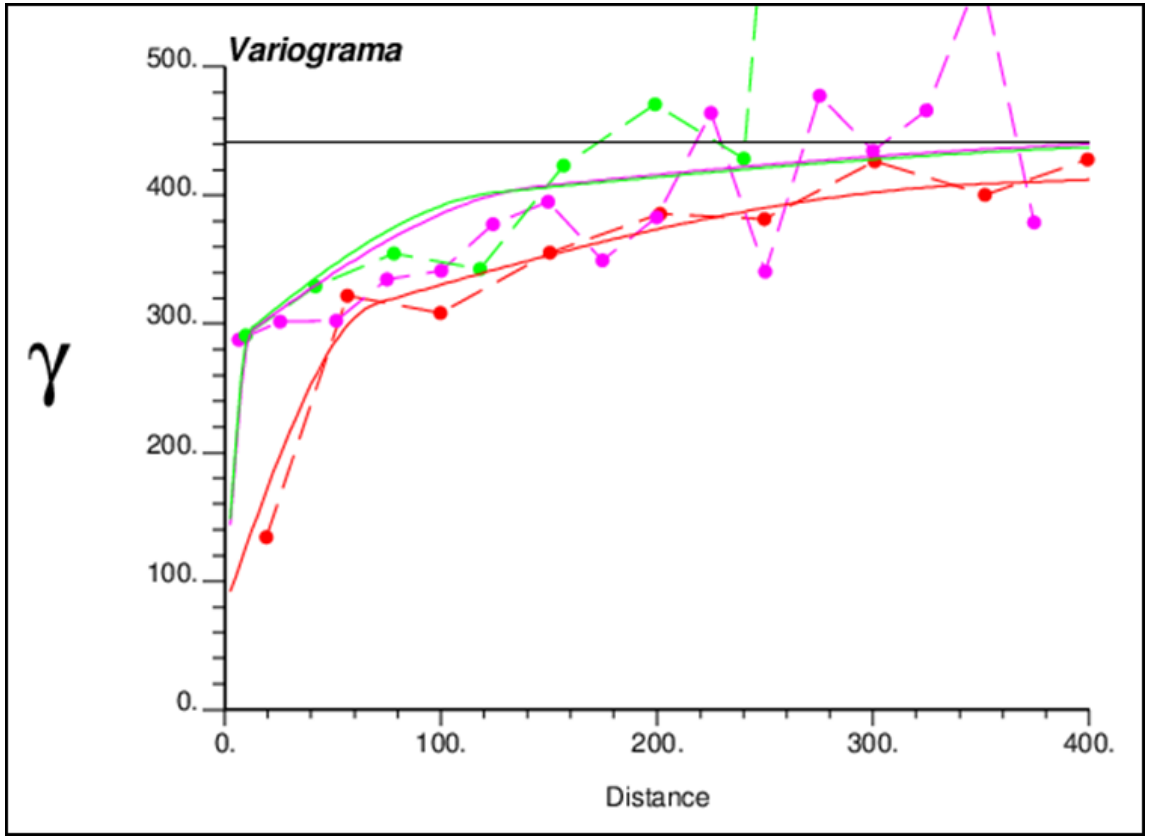
octal

Revisiones Comunes

- Coordenadas de collares (Terreno) vs GPS manual
- Revisión de carpetas de sondajes (5%)
- QA-QC
- Modelo geológico y definición de unidades de estimación
- Análisis de contactos
- Tratamiento de valores anómalos.
- Variografía
- Estimación y validación
- Categorización
- Modelo de densidades
- Reconciliación

Estimación - Variogramas

- Verificar variogramas usados en la estimación calculando nuevos variogramas experimentales, verificar direcciones de continuidad..



MAGRI CONSULTORES

octal

Estimación – Planes de estimación

Unidad de Estimación																
Pasada 1, Radio X	54	54	70	70	80	60	54	48	48	48	48	54	40	40	54	40
Pasada 1, Radio Y	90	90	80	100	120	100	90	80	80	80	80	90	70	80	90	80
Pasada 1, Radio Z	68	68	35	50	60	80	68	80	80	80	80	68	60	56	68	56
Pasada 2, Radio X	72	72	90	90	90	100	72	90	90	90	90	72	80	100	72	100
Pasada 2, Radio Y	120	120	200	200	240	200	120	200	200	200	200	120	140	150	120	150
Pasada 2, Radio Z	90	90	100	100	150	160	90	100	100	100	100	90	120	135	90	135
Pasada 3, Radio X	420	420	150	150	150	200	420	150	150	150	150	420	160	200	420	200
Pasada 3, Radio Y	700	700	300	300	350	300	700	300	300	300	300	700	300	300	700	300
Pasada 3, Radio Z	520	520	150	150	150	200	520	150	150	150	150	520	240	220	520	220
Mínimo Muestras Pasada 1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
N° Octantes Pasada 1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Max Muestras por Sondaje por Octante Pasada 1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Óptimo por Octante Pasada 1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Split Hz	N	N	N	Y	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Mínimo Muestras Pasada 2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
N° Octantes Pasada 2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Max Muestras por Sondaje por Octante Pasada 2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Óptimo por Octante Pasada 2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Split Hz	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Mínimo Muestras Pasada 3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
N° Octantes Pasada 3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Max Muestras por Sondaje por Octante Pasada 3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Óptimo por Octante Pasada 3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Split Hz	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Rotación Respecto a Z (mano derecha)	0	-30	-30	-30	-20	-20	-10	-10	-10	-10	-10	20	20	30	0	-20
Rotación Respecto a X (mano derecha)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rotación Respecto a Y(mano derecha)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cut Off High Yield	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Umbral	100.00	0.70	2.00	1.40	2.00	2.00	0.80	1.20	2.80	2.10	1.00	1.00	2.30	2.00	1.00	2.00
Distancia High Yield	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

MAGRI CONSULTORES

octal

Estimación – Planes de estimación

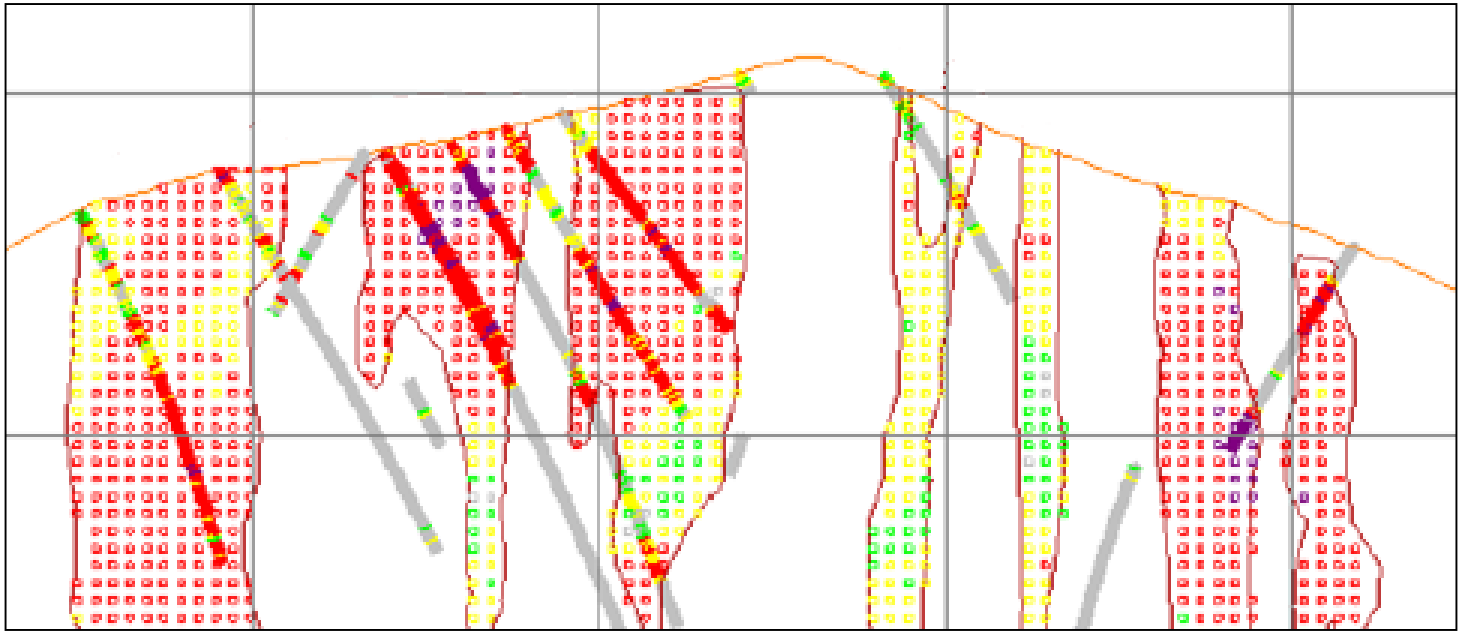
Unidad de Estimación																
Pasada 1, Radio X	54	54	70	70	80	60	54	48	48	48	48	54	40	40	54	40
Pasada 1, Radio Y	90	90	80	100	120	100	90	80	80	80	80	90	70	80	90	80
Pasada 1, Radio Z	68	68	35	50	60	80	68	80	80	80	80	68	60	56	68	56
Pasada 2, Radio X	72	72	90	90	90	100	72	90	90	90	90	72	80	100	72	100
Pasada 2, Radio Y	120	120	200	200	240	200	120	200	200	200	200	120	140	150	120	150
Pasada 2, Radio Z	90	90	100	100	150	160	90	100	100	100	100	90	120	135	90	135
Pasada 3, Radio X	420	420	150	150	150	200	420	150	150	150	150	420	160	200	420	200
Pasada 3, Radio Y	700	700	300	300	350	300	700	300	300	300	300	700	300	300	700	300
Pasada 3, Radio Z	520	520	150	150	150	200	520	150	150	150	150	520	240	220	520	220
Mínimo Muestras Pasada 1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Nº Octantes Pasada 1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Max Muestras por Sondaje por Octante Pasada 1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Óptimo por Octante Pasada 1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
Split Hz	N	N	N	Y	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
Mínimo Muestras Pasada 2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Nº Octantes Pasada 2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Max Muestras por Sondaje por Octante Pasada 2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Óptimo por Octante Pasada 2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
Split Hz	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
Mínimo Muestras Pasada 3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Nº Octantes Pasada 3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Max Muestras por Sondaje por Octante Pasada 3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Óptimo por Octante Pasada 3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
Split Hz	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Rotación Respecto a Z (mano derecha)	0	-30	-30	-30	-20	-20	-10	-10	-10	-10	-10	20	20	30	0	-20
Rotación Respecto a X (mano derecha)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rotación Respecto a Y(mano derecha)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cut Off High Yield	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Umbral	100.00	0.70	2.00	1.40	2.00	2.00	0.80	1.20	2.80	2.10	1.00	1.00	2.30	2.00	1.00	2.00
Distancia High Yield	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

MAGRI CONSULTORES

octal

Validación visual

- Verificar estimación en plantas y secciones

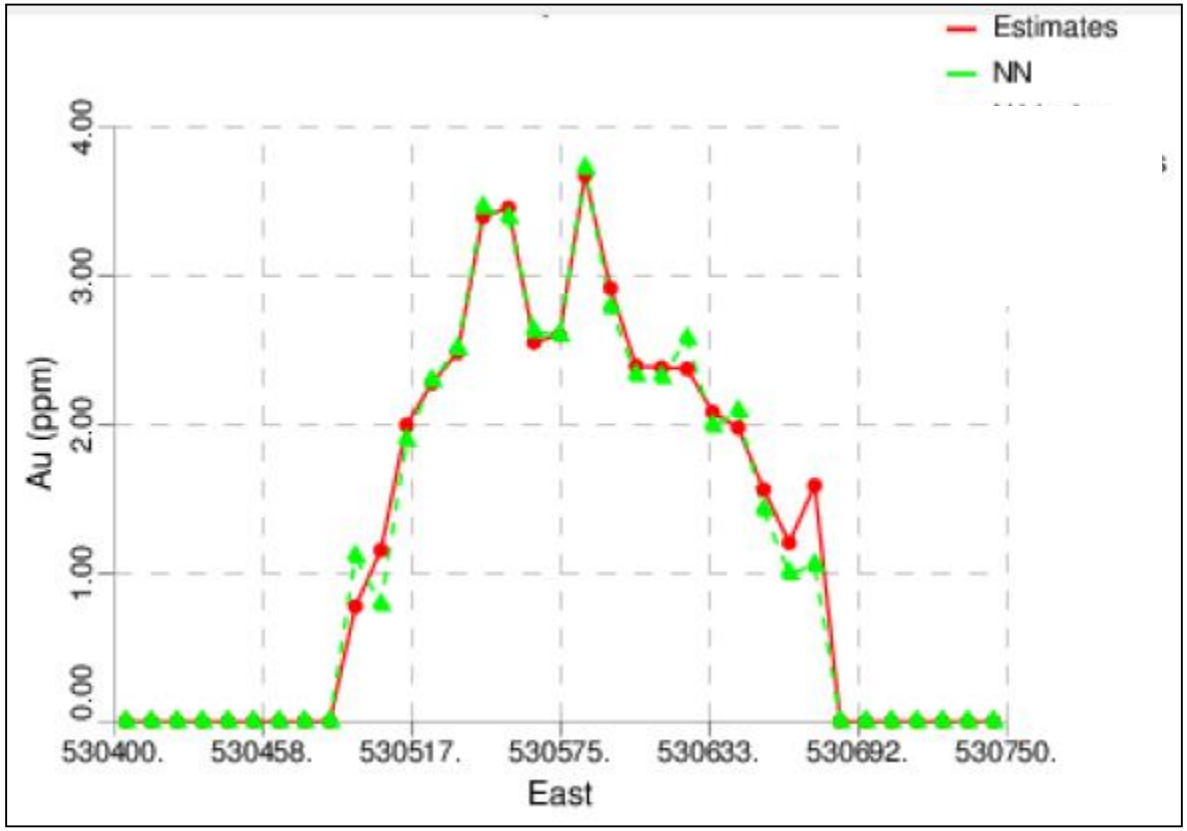


MAGRI CONSULTORES

octal

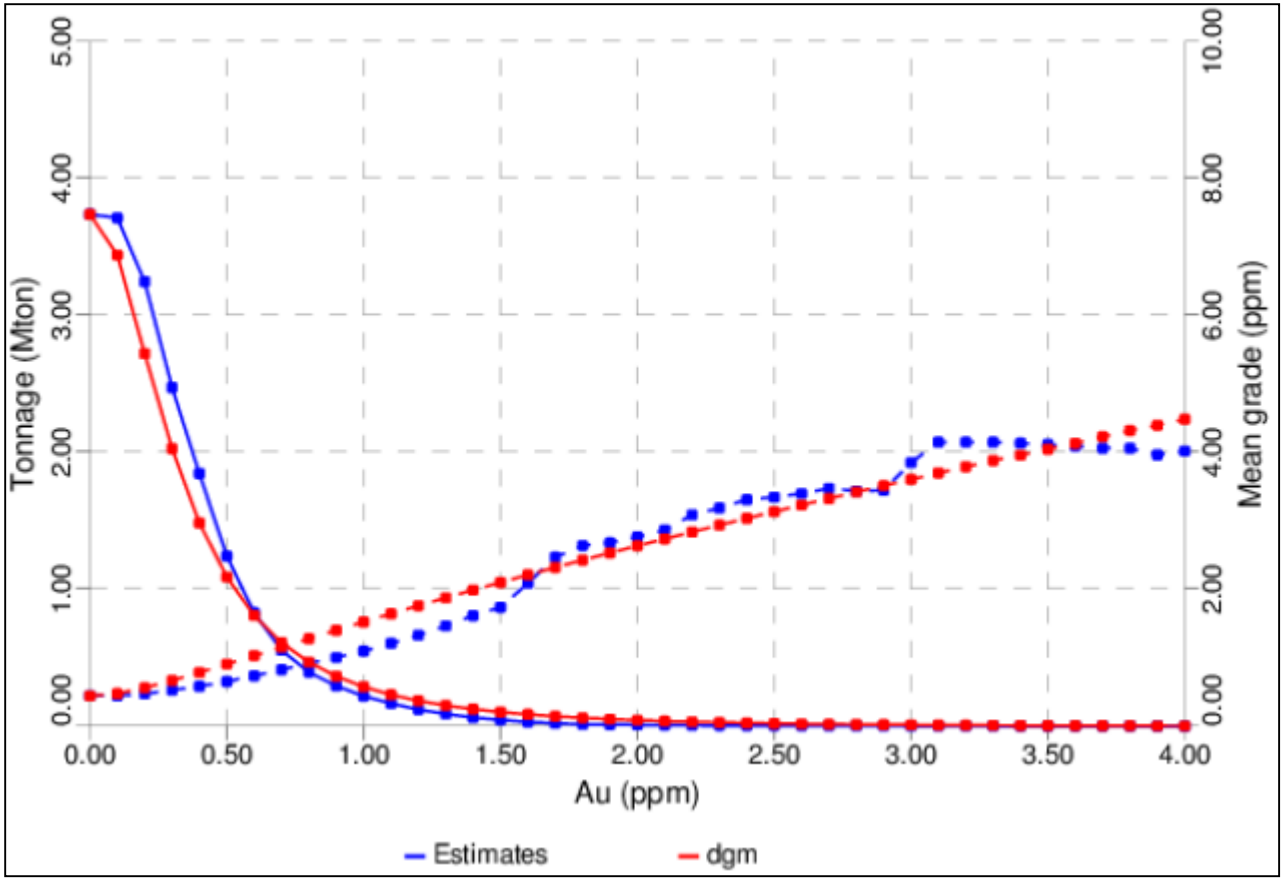
Validación - Derivas

- Derivas para comparar la ley estimada y la ley de compósitos desagrupada.



Validación – Suavizamiento

- Comparar distribución de bloques estimadas y distribución teórica



MAGRI CONSULTORES

octal

Revisiones Comunes

- Coordenadas de collares (Terreno) vs GPS manual
- Revisión de carpetas de sondajes (5%)
- QA-QC
- Modelo geológico y definición de unidades de estimación
- Análisis de contactos
- Tratamiento de valores anómalos.
- Variografía
- Estimación y validación
- Categorización
- Modelo de densidades
- Reconciliación

MAGRI CONSULTORES

octal

Categorización de Recursos

Table I

Analysis of classification methods used in NI 43-101 technical reports published in Canada in 2012 (120 reports were considered)

Type	% of reports	Regular drilling (%)	Irregular drilling (%)
SN	50	3	97
DHS	30	75	25
SN + DHS	3	42	58
SN + KV	3	0	100
KV	3	0	100
Other	10	8	92

SN = Search Neighbourhood
DHS = Drill-hole Spacing
KV = Kriging Variance

* Silva, D; J, Boisvert (2014)

MAGRI CONSULTORES

octal

Categorización de Recursos

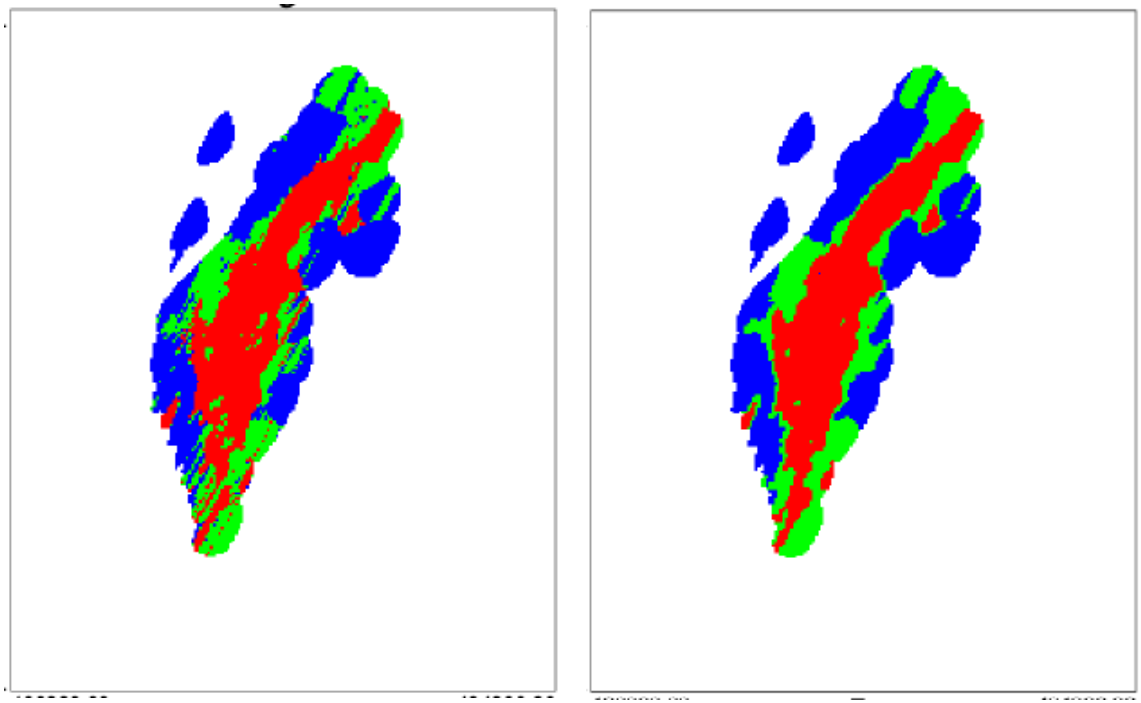
Measured resource are such as to leave no reasonable doubt, in the opinion of the competent person, ***that the tonnage and grade of the mineralization can be estimated to within close limits****, and that any variation from the estimate would be unlikely to significantly affect potential economic viability.*

JORC

MAGRI CONSULTORES

octal

Categorización de Recursos



Recurso	Ley		Error
	Estimada	Real	
Medido	1.5	1.3	-15%
Indicado	1.7	1.4	-21%

Categorizar → Suavizar → Validar

MAGRI CONSULTORES

octal

Categorización de Recursos

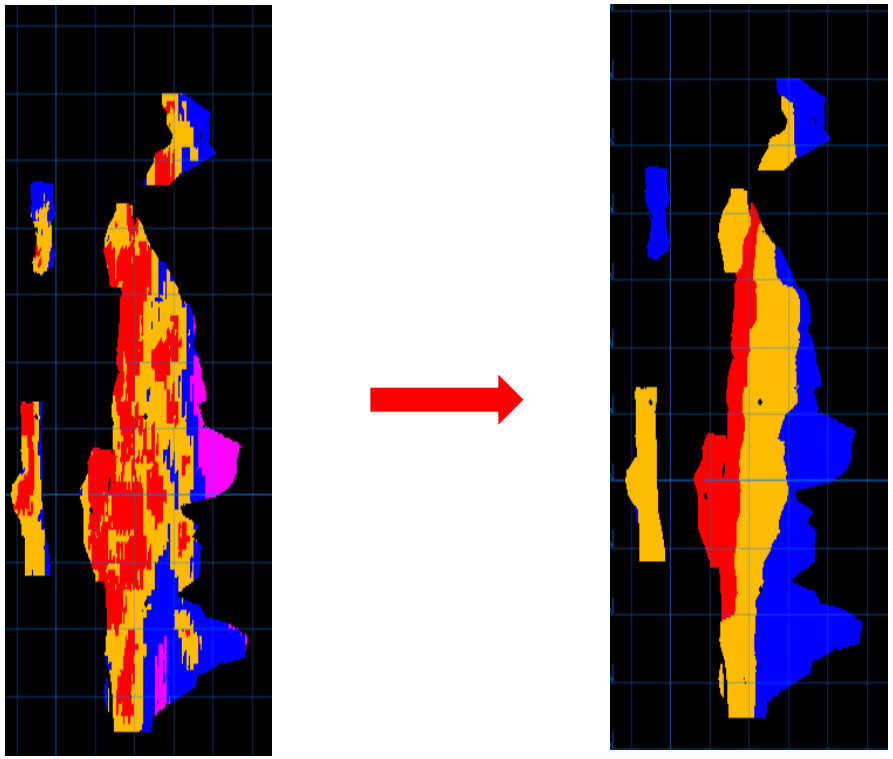
Si los recursos (medidos o indicados) no cumplen con los estándares de la empresa...¿ Se debe hacer mas restrictiva la categorización?

A menudo las empresas son reticentes a reconocer de manera publica una caída en la cantidad y calidad de los recursos.

Al hacer mas restrictiva la clasificación de recursos, la única forma de elevar la categoría es generar mas información, es decir, una forma es organizar y financiar una campaña de sondajes.

Categorización de Recursos

Ejemplo de suavizamiento excesivo



Además las proporciones de cada categoría no se mantienen

MAGRI CONSULTORES

octal

Conclusiones

- Documentar cada decisión en cada una de las etapas que generar el modelo de recursos, desde el muestreo a las validaciones y reconciliaciones del modelo.

- Automatizar todos los procesos de manera que se puedan reproducir fácilmente, para que lo que se discuta sea la asertividad de las decisiones sin gastar mucho tiempo en intentar replicar los procedimientos.

- Entre las cosas en as que hay que estar mas atento por el posible impacto de malas practicas están: el muestreo, los outliers, el modelo geológico-UE y la clasificación de recursos.

Fin de la presentación

Gracias