

1. Tabla de contenido

1.	Introducción	1
2.	Objetivos y alcances	3
2.1	Objetivo General	3
2.2	Objetivos Secundarios	3
2.3	Alcances	3
3.	Estado del arte y Marco Teórico	4
3.1	Estado del arte	4
3.2	Marco Teórico	6
3.2.1	Variable Regionalizada	6
3.2.2	Noción de soporte	7
3.2.3	Estacionaridad/ Continuidad Espacial	8
3.2.4	Desagrupamiento	9
3.2.5	Variograma Experimental	11
3.2.6	Variograma Modelado	14
3.2.7	Kriging	19
3.2.8	Simulación	30
3.2.9	Simulación Multigaussiana Condicional	33
3.2.10	Simulación multigaussiana de las distancias al Contacto	37
4.	Compañía Minera Cerro Colorado	40
4.1	Ubicación y Clima	40
4.2	Marco Geológico	40
4.2.1	Geología Regional	41
4.2.2	Estructural	43

4.2.3	Litologías	43
4.2.4	Alteraciones	46
4.3	Mineralogía.....	47
4.3.1	Mineralización y zonas minerales.....	47
4.4	Proceso Grade Control.....	49
4.5	Presentación de base de datos	51
5.	Metodología.....	54
5.1	Global.....	54
5.2	Generalidades de las simulaciones	56
5.3	Análisis de la incertidumbre y sensibilización del caso base	57
5.3.1	Imputación geoestadística de datos.....	57
5.3.2	Simulación Geológica:	58
5.3.3	Simulación CuT	63
5.3.4	Simulación en cascada 4 fuentes de incertidumbre	65
5.4	Fuentes de incertidumbre.....	67
5.4.1	Base de datos y modelo de bloques representativos	67
5.4.2	Simulación en cascada 3 fuentes de incertidumbre	68
5.4.3	Simulación en cascada 2 fuentes de incertidumbre	69
5.4.4	Simulación 1 fuente de incertidumbre	70
6.	Resultados	72
6.1	Validación de las simulaciones.....	72
6.1.1	Imputación Geoestadística	72
6.1.2	Simulación Geológica.....	78
6.1.3	Simulación CuT	84
6.2	Análisis de Incertidumbre.....	91

6.3	Análisis de sensibilidad del caso base	96
6.4	Peso de las fuentes de incertidumbre	103
7.	Discusión.....	106
7.1	Validación de las simulaciones	106
7.2	Análisis Incertidumbre.....	113
7.3	Análisis de sensibilidad del caso base	116
7.4	Peso de las fuentes de incertidumbre	119
8.	Conclusiones.....	122
9.	Recomendaciones.....	124
10.	Anexos.....	126
11.	Bibliografía.....	171

2. Índice de Figuras

Figura 3-1.- Análisis de contacto entre 2 unidades de estimación. Extraída de Rossi & Deutsch, 2014.	6
Figura 3-2.- Ejemplo de distribuciones de una variable en un volumen dado a menor soporte (a) y a mayor soporte (b). Extraído y modificado de Rossi & Deutsch, 2014.	7
Figura 3-3.- Ejemplo del método de las celdas y ponderadores para distintas densidades de muestras. Extraído de Rossi & Deutsch, 2014.	9
Figura 3-4.-Ejemplo del método de los polígonos. Extraído de Rossi & Deutsch, 2014. .	10
Figura 3-5.- Ejemplo de pesos de Kriging Ordinario. Extraído y modificado de Isaaks & Srivastava, 1989.	10
Figura 3-6.- Ejemplo de mapa variográfico del Cobre Soluble en CMCC.	12
Figura 3-7.- Esquema de parámetros de variograma experimental, en el eje X-Y.....	12
Figura 3-8.- Esquema de parámetros de variograma experimental, en el eje X-Z.	13

Figura 3-9.- Esquema de variograma pepitico.....	15
Figura 3-10.- Representación de modelos elementales. (1) Modelos: Esférico, exponencial y gaussiano, (2) Modelo potencia. Extraído de Goovaerts, 1997.....	16
Figura 3-11.- Ejemplo de variograma anidado. Extraído de Goovaerts, 1997.....	17
Figura 3-12.- Esquema de anisotropía geométrica	18
Figura 3-13.- Esquema de anisotropía zonal.	19
Figura 3-14.- Comparación de un modelo estimado con respecto a modelos simulados. Extraído de Rossi & Deutsch, 2014.....	32
Figura 3-15.- Ejemplo de anamorfosis del CuT en óxidos en CMCC.....	33
Figura 3-16.- Ejemplo de simulación de contactos, mostrando distancias gaussianas simuladas (arriba) y realizaciones categóricas (abajo). Extraído de Cáceres et al., 2011.	39
Figura 4-1.- Mapa de localización de la faena Cerro Colorado.....	40
Figura 4-2.- Franja metalogénica del Paleoceno - Eoceno Inferior. Extraída de Maeksaev, 2001.	41
Figura 4-3.- Mapa geológico del área de Cerro Colorado. Extraída de Bouzari & Clark, 2002.	42
Figura 4-4.- Esquema de sistemas estructuras presentes en CMCC.....	43
Figura 4-5.- Esquema de las zonas minerales (minty) presentes en CMCC.	48
Figura 4-6.- Leyenda Minty.....	51
Figura 4-7.- Vistas de la base de datos de pozo y tronadura utilizadas, leyenda por minty. 1. Vista en planta general, 2. Vista de Perfil general, 3. Vista en planta 2.315 m de elevación, 4. Vista en planta 2415 m de elevación, 5. Vista de perfil en 83.500 m al Norte, 6. Vista en perfil a 83.000 m al Norte.	52
Figura 4-8.- Histograma y diagrama circular de la frecuencia de Mintype en la base de datos filtrada de Grade Control.....	53
Figura 5-1.- Diagrama de flujo general de simulación con 4 fuentes de incertidumbre....	54
Figura 5-2.- Esquema conceptual de los datos de entrada y de salida de la imputación geoestadística de datos.....	57
Figura 5-3.- Esquema conceptual de la metodología de la simulación geológica aplicada a la tesis.	58

Figura 5-4.- Ejemplificación de la entrega de datos de simulaciones parte de sgsim.exe o backtr.exe de gslib.	62
Figura 5-5.- Esquema conceptual de la metodología de la simulación CuT aplicada a la tesis.	63
Figura 5-6.- Esquema de simulaciones en cascada con 4 fuentes de incertidumbre.	65
Figura 5-7.- Diagrama de flujo de la simulación en cascada con 4 fuentes de incertidumbre.	66
Figura 5-8.- Esquema de simulaciones en cascada con 3 fuentes de incertidumbre.	68
Figura 5-9.- Diagrama de flujo de la simulación en cascada con 3 fuentes de incertidumbre.	69
Figura 5-10.- Esquema de simulaciones en cascada con 2 fuentes de incertidumbre.	69
Figura 5-11.- Esquema de simulaciones en cascada con 2 fuentes de incertidumbre	70
Figura 5-12.- Esquema de simulación 1 fuente de incertidumbre.	71
Figura 5-13.- Esquema de simulaciones en cascada con 1 fuente de incertidumbre.	71
Figura 6-1.- Normal probability plot de la ley de CuT de la base de datos original a imputar.	72
Figura 6-2.- Q-Q plot de la ley CuT original con respecto a sus duplicados gruesos.	73
Figura 6-3.- Q-Q plot del CuT imputado de la simulación 1 versus CuT original.	74
Figura 6-4.- Q-Q plot del CuT imputado de la simulación 50 versus CuT original.	74
Figura 6-5.- Q-Q plot del CuT imputado de la simulación 100 versus CuT original.	75
Figura 6-6.- Validación espacial del CuT de las BDD imputadas. Azimuth = 0° y Dip = 90°.	76
Figura 6-7.- Validación espacial del CuT de las BDD imputadas. Azimuth = 0° y Dip = 0°.	76
Figura 6-8.- Validación espacial del CuT de las BDD imputadas. Azimuth = 90° y Dip = 0°.	77
Figura 6-9.- Nube de correlación diferida para el indicador 1. (a) Distancias de 10 m en promedio. (b) Distancias de 100 m en promedio.	78
Figura 6-10.- Comparación del variograma experimental de las distancias con respecto al madograma y rodograma de los datos.	79

Figura 6-11.- Variograma de indicadores de las distancias gaussianas, indicador 1.....	79
Figura 6-12.- Comparación de proporciones de minty entre la BDD imputada y los nodos simulados. (a) BDD y simulación 1, (b) BDD y simulación 50, (c) BDD y simulación 100.	80
Figura 6-13.- Validación espacial de la simulación geológica, indicador 1. Azimuth =0° y Dip = 0°.	81
Figura 6-14.- Validación espacial de la simulación geológica, indicador 1. Azimuth =90° y Dip = 0°.	82
Figura 6-15.- Validación local de la simulación de distancias para el indicador 1 en la simulación 1. Medias condicionales: (a) dirección este, (b) dirección norte, (c) en profundidad. Variograma modelado y experimental de las distancias gaussianas: (d) azimuth: 0° - dip: 0°, (e) azimuth: 90° y dip. 0°. (f) Gráfico de dispersión muestras vs bloques de las distancias reales. ...	83
Figura 6-16.- Nube de correlación diferida para la minty 1. (a) Distancias de 10 m en promedio. (b) Distancias de 100 m en promedio.....	84
Figura 6-17.- Comparación del variograma experimental del CuT respecto al madograma y rodograma de los datos.	85
Figura 6-18.- Variograma de indicadores del CuT, minty 1.....	85
Figura 6-19.- Comparación de proporciones de CuT entre la BDD imputada y los nodos simulados. (a) BDD y simulación 1, (b) BDD y simulación 50, (c) BDD y simulación 100.	86
Figura 6-20.- Validación espacial de la simulación geoestadística, minty 2. Azimuth =0° y Dip = 0°.	87
Figura 6-21.- Validación espacial de la simulación geoestadística, minty 2. Azimuth =90° y Dip = 0°.	88
Figura 6-22.-Validación local de la simulación de CuT para el minty 2 en la simulación 1. Medias condicionales: (a) dirección este, (b) dirección norte, (c) en profundidad. Variograma modelado y experimental de las distancias gaussianas: (d) azimuth: 0° - dip: 0°, (e) azimuth: 90° y dip. 0°. (f) Gráfico de dispersión muestras vs bloques de las distancias reales.	89
Figura 6-23.- Distribución de los bloques en los polvorazos pertenecientes a las fases representativas.	92
Figura 6-24.- Distribución global de las distancias del bloque simulado a las muestras. .	92
Figura 6-25.- Distribución de la desviación estándar del Cu Fino (ton) en los bloques....	93
Figura 6-26.- Distribución del coeficiente de variación del Cu Fino. (a) Soporte bloques, (b) soporte polvorazo.....	93

Figura 6-27.- Distribución de la desviación estándar del Cu Fino (ton) en los bloques por minty.....	94
Figura 6-28.- Diagrama de dispersión de la desviación estándar vs promedio del Cu Fino, soporte polvorazos.....	95
Figura 6-29.- Diagrama de dispersión del coeficiente de variación vs promedio del Cu Fino, soporte polvorazos.....	95
Figura 6-30.- Distribución de la ley media de CuT (a) y Cu Fino (b) en el soporte polvorazos.....	96
Figura 6-31.- Gráficos de dispersión entre la media del CuT simulado vs la estimación de Grade Control.	97
Figura 6-32.- Diagrama de dispersión del coeficiente de variación vs promedio del Cu Fino. Filtro de CuT > 0.2.	98
Figura 6-33.- Distribución del coeficiente de variación del Cu Fino en polvorazos. Filtro de CuT > 0.2.....	98
Figura 6-34.- Análisis de sensibilidad mineral-estéril para polvorazos con incertidumbre baja en la simulación.	99
Figura 6-35.- Predicción destino de bloques para polvorazos con incertidumbre baja. ...	100
Figura 6-36.- Análisis de sensibilidad mineral-estéril para polvorazos con incertidumbre media en la simulación.	100
Figura 6-37.- Predicción destino de bloques para polvorazos con incertidumbre media.	100
Figura 6-38.- Análisis de sensibilidad mineral-estéril para polvorazos con incertidumbre alta en la simulación.	101
Figura 6-39.- Predicción destino de bloques para polvorazos con incertidumbre alta. ...	101
Figura 6-40.- Distribución del AMPRD entre la estimación de G.C y la media de las simulaciones de SC4, en bloques para los distintos escenarios de incertidumbre en los polvorazos. Incertidumbre (a) baja (b) media (c) alta.....	102
Figura 6-41.- Probability normal plot del aporte de las fuentes de incertidumbre en la incertidumbre total.....	103
Figura 6-42.- Probability normal plot del aporte de las fuentes de incertidumbre en la incertidumbre total por minty. (a) minty 0, (b) minty 1.	104
Figura 6-43.- Probability normal plot del aporte de las fuentes de incertidumbre en la incertidumbre total por minty. (a) minty 2, (b) minty 3, (c) minty 4.	105

Figura 10-1.- Ejemplos de aplicación de modelamiento implícito de contactos: (a) datos de sondeos; (b) distancias calculadas en muestras y distancias interpoladas; (c) modelo geológico final. Extraído de Cáceres et al., (2011).	126
Figura 10-2.- Unidades de cobertura en el yacimiento. (a) Relleno Artificial, (b) Gravas, (c) Ignimbrita Superior, (d) Vitrófiro.....	126
Figura 10-3.- Unidades de cobertura en el yacimiento. (e) Ignimbrita Inferior, (f) Toba, (g) Tefra, (h) Ceniza Volcánica (i) Arena, (j) Ferricreta.....	127
Figura 10-4.- Unidades de rocas en el yacimiento. (a) Granito, (b) Andesita con alteración potásica, (c) Brecha Volcánica con alteración potásica, (d) Pórfido Tonalítico Temprano.....	127
Figura 10-5.- Unidades de roca en el yacimiento. (e) Pórfido Tonalítico Tardío, (f) Pórfido Cuarzífero, (g) Brecha hidrotermal Tardía, (h) Dique Diorítico con matriz cristalina.	127
Figura 10-6.- Imágenes de alteraciones tardimagnéticas e hidrotermales en CMCC. (a) Alteración Potásica de Biotita, (b) Alteración SCC (sericite, chlorite and clay), (c) Alteración Fílica.	128
Figura 10-7.- Imágenes de las zonas minerales en CMCC. (a) Lixiviado, (b) Óxidos Colorados, (c) Óxidos Verdes, (d) Sulfuros, (e) MSH.	128
Figura 10-8 Esquema de los datos de pozo de tronadura eliminados para realizar simulaciones que representen la estimación en Grade Control.	129
Figura 10-9.- Ejemplo de 6 variogramas experimentales (línea punteada roja) para sulfuros en la simulación multigaussiana condicional en SC4 para distintas azimuth y dip, cada uno de estos tiene una diferencia de 30°. Los variogramas modelados (línea azul) fueron realizados por auto-fit.	129
Figura 10-10.- Normal probability plot del CuS de la base de datos original a imputar.	130
Figura 10-11.- Normal probability plot del CuFe de la base de datos original a imputar.	130
Figura 10-12.- Q-Q plot del CuS original con respecto a sus duplicados gruesos.	131
Figura 10-13.- Q-Q plot del CuFe original con respecto a sus duplicados gruesos.	131
Figura 10-14.- Q-Q plot del CuS imputado de la simulación 1 versus CuS original.	132
Figura 10-15.- Q-Q plot del CuS imputado de la simulación 50 versus CuS original. ...	132
Figura 10-16.- Q-Q plot del CuS imputado de la simulación 100 versus CuS original. .	133
Figura 10-17.- Q-Q plot del CuFe imputado de la simulación 1 versus CuFe original. .	133

Figura 10-18.- Q-Q plot del CuFe imputado de la simulación 50 versus CuFe original.	134
Figura 10-19.- Q-Q plot del CuFe imputado de la simulación 100 versus CuFe original.	134
Figura 10-20.- Validación espacial del CuS de las BDD imputadas. Azimuth = 0° y Dip = 90°.....	135
Figura 10-21.- Validación espacial del CuS de las BDD imputadas. Azimuth = 0° y Dip = 0°.....	135
Figura 10-22.- Validación espacial del CuS de las BDD imputadas. Azimuth = 90° y Dip = 0°.....	136
Figura 10-23.- Validación espacial del CuFe de las BDD imputadas. Azimuth = 0° y Dip = 90°.....	136
Figura 10-24.- Validación espacial del CuFe de las BDD imputadas. Azimuth = 0° y Dip = 0°.....	137
Figura 10-25.- Validación espacial del CuFe de las BDD imputadas. Azimuth = 90° y Dip = 0°.....	137
Figura 10-26.- Nube de correlación diferida para el indicador 2, 3 y 4. Distancias de 10 m en promedio (a, c y e). Distancias de 100 m en promedio (b, d y f).	138
Figura 10-27.- Comparación del variogramas experimentales de las distancias con respecto al madogramas y rodogramas. (a) Indicador 2 (b) Indicador 3 (c) Indicador 4.	139
Figura 10-28.- Variogramas de indicadores de las distancias gaussianas. (a) indicador 2, (b) indicador 3, (c) indicador 4.	139
Figura 10-29.- Validación espacial de la simulación geológica, indicador 2. (a) Azimuth =0° y Dip = 0°. (b) Azimuth =90° y Dip = 0°.....	140
Figura 10-30.- Validación espacial de la simulación geológica, indicador 3. (a) Azimuth =0° y Dip = 0°. (b) Azimuth =90° y Dip = 0°.....	140
Figura 10-31.- Validación espacial de la simulación geológica, indicador 4. (a) Azimuth =0° y Dip = 0°. (b) Azimuth =90° y Dip = 0°.....	141
Figura 10-32.- Validación local de la simulación de distancias para el indicador 1 en la simulación 50. Medias condicionales: (a) dirección este, (b) dirección norte, (c) en profundidad. Variograma modelado y experimental de las distancias gaussianas: (d) azimuth: 0° - dip: 0°, (e) azimuth: 90° y dip. 0°. (f) Gráfico de dispersión muestras vs bloques de las distancias reales. .	142
Figura 10-33.- Validación local de la simulación de distancias para el indicador 1 en la simulación 100. Medias condicionales: (a) dirección este, (b) dirección norte, (c) en profundidad.	

Variograma modelado y experimental de las distancias gaussianas: (d) azimuth: 0° - dip: 0° , (e) azimuth: 90° y dip. 0° . (f) Gráfico de dispersión muestras vs bloques de las distancias reales.. 143

Figura 10-34.- Validación local de la simulación de distancias para el indicador 2 en la simulación 1. Medias condicionales: (a) dirección este, (b) dirección norte, (c) en profundidad. Variograma modelado y experimental de las distancias gaussianas: (d) azimuth: 0° - dip: 0° , (e) azimuth: 90° y dip. 0° . (f) Gráfico de dispersión muestras vs bloques de las distancias reales.. 144

Figura 10-35.- Validación local de la simulación de distancias para el indicador 3 en la simulación 1. Medias condicionales: (a) dirección este, (b) dirección norte, (c) en profundidad. Variograma modelado y experimental de las distancias gaussianas: (d) azimuth: 0° - dip: 0° , (e) azimuth: 90° y dip. 0° . (f) Gráfico de dispersión muestras vs bloques de las distancias reales.. 145

Figura 10-36.- Validación local de la simulación de distancias para el indicador 4 en la simulación 1. Medias condicionales: (a) dirección este, (b) dirección norte, (c) en profundidad. Variograma modelado y experimental de las distancias gaussianas: (d) azimuth: 0° - dip: 0° , (e) azimuth: 90° y dip. 0° . (f) Gráfico de dispersión muestras vs bloques de las distancias reales.. 146

Figura 10-37.- Test de gaussianidad de las fluctuaciones ergódicas de la proporción de minty para el indicador..... 147

Figura 10-38.- Nube de correlación diferida para la minty 0 y 2. Distancias de 10 m en promedio (a y c). Distancias de 100 m en promedio (b y d). 147

Figura 10-39.- Nube de correlación diferida para la minty 3 y 4. Distancias de 10 m en promedio (a y c). Distancias de 100 m en promedio (b y d). 148

Figura 10-40.- Comparación del variogramas experimentales del CuT con respecto al madogramas y rodogramas. (a) Minty 0, (b) Minty 2, (c) Minty 3 y (d) Minty 4. 149

Figura 10-41.- Variogramas de indicadores del CuT gaussiano. (a) minty 0, (b) minty 2, (c) minty 3, (d) minty 4. 150

Figura 10-42.- Validación espacial de la simulación CuT, minty 0. (a) Azimuth = 0° y Dip = 0° . (b) Azimuth = 90° y Dip = 0° 151

Figura 10-43 .- Validación espacial de la simulación CuT, minty 1. (a) Azimuth = 0° y Dip = 0° . (b) Azimuth = 90° y Dip = 0° 151

Figura 10-44.- Validación espacial de la simulación CuT, minty 3. (a) Azimuth = 0° y Dip = 0° . (b) Azimuth = 90° y Dip = 0° 152

Figura 10-45.- Validación espacial de la simulación CuT, minty 4. (a) Azimuth = 0° y Dip = 0° . (b) Azimuth = 90° y Dip = 0° 152

Figura 10-46.-Validación local de la simulación de CuT para el minty 2 en la simulación 50. Medias condicionales: (a) dirección este, (b) dirección norte, (c) en profundidad. Variograma

modelado y experimental de las distancias gaussianas: (d) azimuth: 0° - dip: 0°, (e) azimuth: 90° y dip. 0°. (f) Gráfico de dispersión muestras vs bloques de las distancias reales. 153

Figura 10-47.- Validación local de la simulación de CuT para el minty 2 en la simulación 100. Medias condicionales: (a) dirección este, (b) dirección norte, (c) en profundidad. Variograma modelado y experimental de las distancias gaussianas: (d) azimuth: 0° - dip: 0°, (e) azimuth: 90° y dip. 0°. (f) Gráfico de dispersión muestras vs bloques de las distancias reales. 154

Figura 10-48.- Validación local de la simulación de CuT para el minty 0 en la simulación 1. Medias condicionales: (a) dirección este, (b) dirección norte, (c) en profundidad. Variograma modelado y experimental de las distancias gaussianas: (d) azimuth: 0° - dip: 0°, (e) azimuth: 90° y dip. 0°. (f) Gráfico de dispersión muestras vs bloques de las distancias reales. 155

Figura 10-49.- Validación local de la simulación de CuT para el minty 1 en la simulación 1. Medias condicionales: (a) dirección este, (b) dirección norte, (c) en profundidad. Variograma modelado y experimental de las distancias gaussianas: (d) azimuth: 0° - dip: 0°, (e) azimuth: 90° y dip. 0°. (f) Gráfico de dispersión muestras vs bloques de las distancias reales. 156

Figura 10-50.- Validación local de la simulación de CuT para el minty 3 en la simulación 1. Medias condicionales: (a) dirección este, (b) dirección norte, (c) en profundidad. Variograma modelado y experimental de las distancias gaussianas: (d) azimuth: 0° - dip: 0°, (e) azimuth: 90° y dip. 0°. (f) Gráfico de dispersión muestras vs bloques de las distancias reales. 157

Figura 10-51.- Validación local de la simulación de CuT para el minty 3 en la simulación 1. Medias condicionales: (a) dirección este, (b) dirección norte, (c) en profundidad. Variograma modelado y experimental de las distancias gaussianas: (d) azimuth: 0° - dip: 0°, (e) azimuth: 90° y dip. 0°. (f) Gráfico de dispersión muestras vs bloques de las distancias reales. 158

Figura 10-52.- Test de gaussianidad de las fluctuaciones ergódicas del CuT por minty. 159

Figura 10-53.- Vista en planta de Simulación 1 de CuT en SC4, cota de 2365 m. 159

Figura 10-54.- Vista en planta de Simulación 50 de CuT en SC4, cota de 2365 m. 160

Figura 10-55.- Vista en planta de Simulación 100 de CuT en SC4, cota de 2365 m. 160

Figura 10-56.- Vista en planta de la base de datos original de CuT, cota de 2365 m. 161

Figura 10-57.- Vista en planta de la base de datos representativa de CuT, cota de 2365 m.
..... 161

Figura 10-58.- Vista en planta de Simulación geológica 1 en SC4, cota de 2365 m. 162

Figura 10-59.- Vista en planta de Simulación geológica 50 en SC4, cota de 2365 m. 162

Figura 10-60.- Vista en planta de Simulación geológica 100 en SC4, cota de 2365 m. 163

Figura 10-61.- Vista en planta de la BDD original de la minty, cota de 2365 m. 163

Figura 10-62.- Vista en planta de la BDD representativa de la minty, cota de 2365 m. .	164
Figura 10-63.- Distribución de las distancias a la muestra de los bloques simulados por minty.....	165
Figura 10-64.- Distribución de la desviación estándar del Cu Fino (ton) en los bloques por fases.....	166
Figura 10-65.- Proporción de minty en bloques simulados de 10 x 10 x 10 m.....	166
Figura 10-66.- Cambio del promedio de la desviación estándar vs el número de bloques (simulaciones) por minty.....	167
Figura 10-67.- Scatter plot entre duplicados originales vs datos originales en CMCC...	167
Figura 10-68.- Vista en planta de Simulación 1 de CuT en SC4, cota de 2365 m.	168
Figura 10-69.- Vista en planta de Simulación 50 de CuT en SC4, cota de 2365 m.	168
Figura 10-70.- Vista en planta de Simulación 100 de CuT en SC4, cota de 2365 m.	169
Figura 10-71.- Vista en planta de Simulación geológica 1 en SC4, cota de 2365 m.....	169
Figura 10-72.- Vista en planta de Simulación geológica 50 en SC4, cota de 2365 m.....	170
Figura 10-73.- Vista en planta de Simulación geológica 100 en SC4, cota de 2365 m...	170

3. Índice de tablas

Tabla 4-1.- Distribución espacial de la data de pozos.....	52
Tabla 4-2.- Resumen estadísticas básicas de la base de datos original de CuT, CuS y CuFe.	53
Tabla 5-1.- Resumen de los parámetros generales a simular.....	56
Tabla 5-2.- Asignación de indicadores de acuerdo a la minty.....	59
Tabla 5-3.- Parámetros de entrada para variogramas experimentales y cálculo de variograma modelado para simulación geológica.....	60
Tabla 5-4.- Parámetros de entrada para variogramas experimentales y cálculo de variograma modelado para simulación de CuT.....	64

Tabla 6-1.- Media y desviación estándar de la distribución del error proporcional entre las BDD imputadas y las simulaciones geológicas..... 81

Tabla 6-2.- Media y desviación estándar de la distribución del error proporcional entre las BDD imputada de CuT y las simulaciones de CuT..... 87

Tabla 6-3.- Numero y porcentaje de bloques simulados en las fases de interés..... 91

4. Tabla de abreviaturas

CMCC	Compañía Minera Cerro Colorado
CuT	Cobre Total
Ind 1, 2, 3 y 4.	Indicador 1, 2, 3 y 4.
Minty	Zona Mineral
Polvorazo	Volumen tronado variable, punto de extracción de material
QA-QC	Quality Assurance and quality control
SC4	Simulación en cascada con 4 fuentes de incertidumbre
SC3	Simulación en cascada con 3 fuentes de incertidumbre
SC2	Simulación en cascada con 2 fuentes de incertidumbre
SC1	Simulación Multigaussiana Condicional del CuT
Simulación de Contactos	Simulación multigaussiana condicional de las distancias al contacto
I.D	Inverso a la distancia
K.O	Kriging Ordinario
K.I	Kriging Simple.