

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Motivación del trabajo.....	1
1.2.	Objetivos.....	2
1.2.1	Objetivo Principal:.....	2
1.2.2	Objetivos Secundarios:.....	2
1.3.	Alcances del estudio.....	2
1.4.	Innovación y aporte al estado del arte.....	3
2.	ANTECEDENTES.....	4
2.1.	Antecedentes generales sobre geoestadística.....	4
2.2.	Predicción de variables regionalizadas.....	4
2.2.1	Estudio Exploratorio.....	4
2.2.2	Estudio variográfico.....	5
2.2.3	Métodos de predicción espacial.....	7
2.2.4	Validación cruzada.....	10
2.3	Hidrometalurgia de minerales de cobre sulfurados.....	11
2.3.1	Clasificación minerales de cobre.....	11
2.3.2	Minerales de cobre sulfurados.....	12
2.3.3	Agentes lixiviantes.....	13
2.3.4	Química de la Lixiviación de sulfuros.....	13
2.4	Cálculo de la concentración de los minerales de cobre sulfurado en la muestra.....	15
3.	METODOLOGÍA.....	16
3.1.	Predicción conjunta de leyes y/o minerales considerando la técnica de cokriging.....	16
3.1.1	Estudio exploratorio y preparación de datos disponibles.....	16
3.1.2	Definición de unidades geológicas y análisis de contacto.....	16
3.1.3	Predicción de leyes y minerales por cokriging.....	17
3.1.4	Validación cruzada, procesamiento y análisis de resultados.....	17
4.	CASO DE ESTUDIO: YACIMIENTO DE COBRE.....	19
4.1	Análisis Exploratorio de Datos.....	19
4.1.1	Eliminación de datos outliers.....	20
4.2	Test de lixiviación y Solubilidad.....	22
4.2.1	Test de lixiviación a minerales de cobre.....	22
4.3	Cálculo de la concentración de los minerales de cobre sulfurado en la muestra.....	23
4.4	Análisis espacial.....	28
4.4.1	Mapas de variables categóricas y continuas.....	28
4.5	Variables Geometalúrgicas correlacionadas con la ley de Cobre (total y Solubles).....	29

4.6	Regresiones lineales para Cusol1, Cusol2, Cusol3 y CuT.....	30
4.6.1	Regresión Múltiple – Cobre Total.....	30
4.6.2	Regresión Múltiple – Cobre soluble por ácido sulfúrico.....	30
4.6.3	Regresión Múltiple - Cobre soluble por sulfato férrico.....	30
4.6.4	Regresión Múltiple - Cobre soluble por cianuro de sodio.....	30
5.	UNIDADES GEOLÓGICAS.....	32
5.1	Descripción de unidades geológicas (Subconjuntos).....	32
5.2	Análisis de componentes principales (PCA).....	35
5.3	Unidades de estimación por zona mineral de cobre.....	37
5.4	Zona de contacto.....	38
5.4.1	Zona de contacto UG1 v/s UG2.....	38
5.4.2	Zona de contacto UG1 v/s UG3.....	39
5.4.3	Zona de contacto UG2 v/s UG3.....	39
6.	UNIDAD GEOLÓGICA 1 (UG1).....	41
6.1	Análisis exploratorio de datos de UG1.....	41
6.2	Desagrupamiento de datos.....	42
6.3	Medias condicionales o derivas de cobre total (%).....	43
6.4	Proporcionalidad de medias.....	44
6.5	Análisis espacial unidad geológica 1.....	46
6.5.1	Mapas leyes UG1.....	46
6.5.2	Mapas de los tipos de roca de la UG1.....	51
6.5.3	Mapas de solubilidad de la UG1.....	52
6.5.4	Mapas de minerales de cobre de la UG1.....	55
7.	ANÁLISIS VARIOGRÁFICO.....	58
7.1	Mapas Variográficos.....	58
7.2	Variogramas experimentales.....	59
7.2.1	Variogramas experimentales para Leyes.....	59
7.2.2	Variogramas experimentales para leyes y minerales.....	61
7.2.3	Variogramas experimentales para minerales.....	63
7.3	Variograma modelado.....	64
7.3.1	Variogramas modelados para leyes.....	65
7.3.2	Variogramas modelados para leyes y minerales.....	66
7.3.3	Variogramas modelados para minerales.....	68
8.	PREDICCIÓN POR COKRIGING Y VALIDACIÓN CRUZADA PARA LEYES Y/O MINERALES.....	70
8.1	Predicción y validación cruzada para leyes.....	70
8.1.1	Predicción y Validación cruzada para leyes vía cokriging simple puntual.....	70

8.1.2	Predicción y Validación cruzada para leyes vía cokriging ordinario puntual y de bloques.....	73
8.2	Predicción y validación cruzada para leyes y minerales.....	78
8.2.1	Predicción y Validación cruzada para leyes y minerales vía cokriging simple puntual.	78
8.2.2	Predicción y validación cruzada para leyes y minerales vía cokriging ordinario puntual y de bloques.....	83
8.3	Predicción y validación cruzada para minerales.	91
8.3.1	Predicción y validación cruzada para minerales vía cokriging simple puntual.	91
8.3.2	Predicción y validación cruzada para minerales vía cokriging ordinario puntual y de bloques..	94
8.4	Predicción y validación cruzada de leyes a partir de minerales vía CKO puntual.	99
8.4.1	Predicción y validación cruzada de cobre total a partir de minerales.	99
8.4.2	Predicción y validación cruzada de cobre soluble cianurado a partir de minerales.	103
8.4.3	Predicción y validación cruzada de cobre soluble disuelto por sulfato férrico a partir de minerales.....	106
9.	DISCUSIONES Y CONCLUSIONES.....	114
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	116
11.	ANEXOS.....	117
	Anexo A. Mapas de leyes globales.....	117
	Anexo B. Mapas de variables categóricas.....	121
	Anexo C. Mapas de minerales	124
	Anexo D. Mapas de solubilidad.	127