

# INDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1	Descripción del problema.....	3
1.2	Solución propuesta .....	3
1.3	Objetivos .....	3
1.3.1	Objetivo general .....	3
1.3.2	Objetivos específicos.....	3
1.4	Alcances .....	4
1.5	Metodologías y herramientas utilizadas .....	4
1.5.1	Preprocesamiento de datos .....	5
1.5.2	Diferenciación litológica .....	5
1.5.3	Detección y estimación de porcentaje de vetas .....	5
1.5.4	Predicción en datos de Prueba.....	5
1.6	Resultados esperados.....	6
1.7	Organización del documento.....	6
2.	Desarrollo.....	7
2.1	Marco teórico .....	7
2.1.1	exploración de yacimientos .....	7
2.1.2	Evaluación de yacimientos.....	11
2.1.3	Inteligencia artificial .....	13

2.1.4	Softwares y herramientas .....	21
2.2	Caso de estudio.....	22
2.2.1	Contexto geológico .....	23
2.2.2	Análisis de datos.....	26
2.3	Procedimiento experimental.....	27
2.3.1	Pretratamiento de datos .....	27
2.3.2	Confección de los modelos para la clasificación litológica.....	28
2.3.3	Confección de modelos para la detección y estimación de vetillas.....	30
2.3.4	Predicción en sondajes de prueba.....	31
3.	Resultados y Análisis de resultados .....	33
3.1	Predicción de litología.....	33
3.1.1	Etiqueta multi litología (modelo 1.1) .....	33
3.1.2	Etiqueta binaria (modelo 1.2).....	34
3.1.3	Etiqueta binaria según estado geotécnico.....	34
3.2	Detección y estimación de vetas .....	35
3.2.1	Detección de vetas (modelo 2) .....	35
3.2.2	Cálculo de porcentaje de vetas (modelo 3) .....	36
3.3	Reanálisis de la base de datos .....	36
3.4	Resultado final.....	38
4.	CONCLUSIONES .....	40
4.1	Clasificación litológica.....	40

4.2	Detección y estimación de vetas .....	41
5.	REFERENCIAS .....	43

<i>Tabla 1 Ejemplo de la predicción de litología y vetas .....</i>	<i>6</i>
<i>Tabla 2 Litologías presentes dentro de los sondeos utilizados dentro de este trabajo. ....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 3 Alteraciones presentes dentro de la litología marga.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 4 Tipos de mineralizaciones presentes dentro de la litología marga.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 5 Resumen de los resultados obtenidos de los tres tipos de entrenamientos realizados para la clasificación de litología marga.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 6 Resumen de los resultados obtenidos por cada modelo entrenado según un estado geotécnico .....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 7 Resumen de los resultados obtenidos en la diferenciación de variaciones dentro de la litología marga .....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 8 Ejemplo del resultado final obtenido después de unir el resultado de la predicción geotécnica, litológica, variación de litología y segmentación de vetas.....</i>	<i>38</i>

<i>Figura 1 Curva de riesgo de un proyecto minero (Leddy, 2014)</i> .....	1
<i>Figura 2 Esquema de las clasificaciones de recursos y su correlato en reservas. Fuente: Instituto de Ingenieros de Minas de Perú</i> .....	12
<i>Figura 3 Esquema del campo de estudio de la inteligencia artificial y sus subáreas. Recuperado de: TerryTaewoongUm, Deep-learning-machine-learning-tutorial-for-beginners</i> .....	13
<i>Figura 4 Flujo de trabajo estándar para el entrenamiento supervisado de modelos de machine learning (J. Cracknell, 2014)</i> .....	15
<i>Figura 5 Diagrama de funcionamiento de una red neuronal adversaria (Martinez J. , 2020)</i> .....	18
<i>Figura 6 Diagrama de funcionamiento de una red neuronal condicional adversaria (Martinez J. , 2020)</i> ...	19
<i>Figura 7 Ejemplo de matriz de confusión con 3 etiquetas (Garcia, 2018)</i> .....	19
<i>Figura 8 Matriz de casos posibles dentro de cada categoría. Recuperado de: <a href="https://rpubs.com/chzelada/275494">https://rpubs.com/chzelada/275494</a></i> .....	20
<i>Figura 9 Recorte del mismo sitio de la caja de sondajes en fotografías con distinta tonalidad de luz</i> .....	27
<i>Figura 10 Fotografía de referencia con etiquetas de dos tipos de litologías diferentes (Elaboración propia)</i> .....	28
<i>Figura 11 Fotografía de referencia con etiquetas de dos tipos de litologías separadas en cuadrados uniformes</i> .....	28
<i>Figura 12 Ejemplos de las categorías del elemento geotécnico presente en la roca</i> .....	29
<i>Figura 13 Posibles variaciones dentro de la roca marga</i> .....	30
<i>Figura 14 Segmentación manual de la veta presente dentro de un recorte de roca marga</i> .....	31
<i>Figura 15 Frecuencia de la confianza de las predicciones de la categoría marga</i> .....	38