

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Geológica

“ESTUDIO GEOLÓGICO Y POTENCIAL DE
CARBONATO DE CALCIO EN EL YACIMIENTO
APAN ALTO HUALGAYOC EN EL AÑO 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO GEÓLOGO



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

Autores:

Rosa Dany Galvez Llanos

Anali Vasquez Delgado

Asesor:

Mg. Ing. Miguel Ricardo Portilla Castañeda

Cajamarca - Perú

2020

Tabla de contenidos

	Pág.
DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Realidad problemática.....	11
1.2. Formulación del problema.....	14
1.3. Objetivos	14
1.3.1. Objetivo general.....	14
1.3.2. Objetivos específicos	14
1.4. Hipótesis.....	14
1.4.1. Hipótesis general.....	14
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	15
2.1. Tipo de investigación	15
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos).....	15
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	15
2.4. Procedimiento	16
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	24
3.1. Aspectos generales.....	24
3.1.1. Ubicación.....	24

3.1.2. Accesibilidad	25
3.1.3. Clima y Vegetación.....	26
3.2. Geología	27
3.2.1. Geomorfología	27
3.2.2. Estratigrafía	28
3.3. Hidrología.....	34
3.4. Geotecnia.....	36
3.5. Análisis Petrográfico	37
3.6. Análisis químico	42
3.7. Cálculo de reservas	46
3.8. Diseño de talud para la explotación	46
3.8.1. Clasificación geomecánica	46
3.8.2. Análisis mediante el software Dips.....	47
3.8.3. Análisis de estabilidad.....	52
3.8.4. Análisis de factor de seguridad.....	54
3.8.5. Diseño de banco.....	58
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	59
4.1. Discusión	59
4.2. Conclusiones.....	61
REFERENCIAS.....	63
ANEXOS	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos de revisión bibliográfica	16
Tabla 2 Vértices de la zona de estudio.....	24
Tabla 3 Ruta a la zona de estudio	25
Tabla 4 Precipitaciones entre el año 2017 al 2020 cercanas a la zona en estudio.....	35
Tabla 5 Coordenadas de toma de muestras de roca caliza	37
Tabla 6 Clasificación Petrográfica Muestra N°1 de caliza	38
Tabla 7 Clasificación Petrográfica Muestra N°2 de caliza	39
Tabla 8 Clasificación Petrográfica Muestra N°3 de caliza	40
Tabla 9 Clasificación Petrográfica Muestra N°4 de caliza	41
Tabla 10 Muestra N°1: Composición química de roca caliza del yacimiento Apan Alto	42
Tabla 11 Muestra N°2: Composición química de roca caliza del yacimiento Apan Alto	42
Tabla 12 Muestra N°3: Composición química de roca caliza del yacimiento Apan Alto	43
Tabla 13 Muestra N°4: Composición química de roca caliza del yacimiento Apan Alto	44
Tabla 14 Composición química promedio de roca caliza del yacimiento Apan Alto	44
Tabla 15 Cálculos mediante el geoprocesamiento de data.....	46
Tabla 16 Propiedades geomecánicas de la formación Cajamarca	47
Tabla 17 Datos de campo	48
Tabla 18 Coordenadas de ubicación del talud del Yacimiento Apan Alto.	54
Tabla 19 Resultado de factores de seguridad método Spencer.	57
Tabla 20 Ficha de observación de campo	78
Tabla 21 Ficha de observación de análisis petrográfico.	79
Tabla 22 Procesamiento de datos de laboratorio	79
Tabla 23 Cuadro de estimación de la constante m_i de las rocas.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. TIN en la que los colores muestran un rango de 09 classes.	20
Figura 2. Interpolación Raster que genera 04 rango de colores, el color blanco son los valores de Carbonato de Calcio mayores a 90%	21
Figura 3. Imagen Raster con campo de valores reclasificados.	22
Figura 4. Shapefile del tipo polígono que solo muestra los valores Carbonato de calcio mayores a 90%.	22
Figura 5. Cálculo de volumen teniendo en cuenta una superficie por encima de la cota base 3124 m.s.n.m.	23
Figura 6. Ubicación de la zona de estudio	25
Figura 7. Vegetación en la zona de estudio.	26
Figura 8. Lomada presente al lado derecho del yacimiento de calizas	27
Figura 9. Planicie formada en la zona de estudio.	28
Figura 10. Columna estratigráfica de la región Cajamarca. (Vásquez, 2011).	29
Figura 11. Areniscas calcáreas formación Inca.	30
Figura 12. Calizas nodulares de la formación Chulec.	31
Figura 13. Calizas y lutitas calcáreas de la formación Pariatambo.	31
Figura 14. Caliza del grupo Pulluicana.	32
Figura 15. Calizas, lutitas arenosas y margas del grupo Quilquiñan.	33
Figura 16. Calizas de la formación Cajamarca.	34
Figura 17. Datos de precipitaciones tomado de la Estación Meteorológica Bambamarca - SENAMHI (2017-2020).	36
Figura 18. Muestra N°1: Composición química de roca caliza del yacimiento Apan Alto. .	42
Figura 19. Muestra N°2: Composición química de roca caliza del yacimiento Apan Alto. .	43
Figura 20. Muestra N°3: Composición química de roca caliza del yacimiento Apan Alto. .	43
Figura 21. Muestra N°4: Composición química de roca caliza del yacimiento Apan Alto. .	44
Figura 22. Porcentaje promedio de carbonato de calcio -Yacimiento Apan Alto.	45
Figura 23. Porcentaje promedio de carbonato de calcio -Yacimiento Apan Alto.	45
Figura 24. Macizo rocoso con 03 Familias de discontinuidades.	47
Figura 25. Grafica de análisis estereográfico, falla planar.	49
Figura 26. Valores de ángulo de fricción y del talud, con probabilidad de 0% de deslizamiento planar.	50

Figura 27 .Grafica de análisis estereográfico, falla cuña.	50
Figura 28 .Valores de ángulo de fricción y del talud, con probabilidad de 6.67% de deslizamiento en cuña.	51
Figura 29.Grafica de análisis estereográfico, falla vuelco.	51
Figura 30.Valores de ángulo de fricción y del talud, con probabilidad de 0 % de deslizamiento por vuelco.	52
Figura31.Zonas sísmicas del Perú. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016).	53
Figura 32.Análisis del Factor de Seguridad en la primera etapa de explotación.....	55
Figura 33.Análisis del Factor de Seguridad en la segunda etapa de explotación.	56
Figura 34.Análisis del Factor de Seguridad en la tercera etapa de explotación.	57
Figura35.Etapas de explotación de caliza a cielo abierto	58
Figura 36.Toma de muestras del Yacimiento de calizas Apan Alto.....	66
Figura37.Identificación de formaciones presentes en el área de trabajo.	66
Figura 38.Determinación de carbonato de calcio en laboratorio.	67
Figura 39.Toma de datos de resultados en laboratorio.	67
Figura. 40 Clasificación textural de rocas carbonáticas propuesta por folk(1962).(Méndez,2009).....	80
Figura 41 Clasificación textural de rocas carbonáticas propuesta por Dunham (1962). (Méndez, 2009)	81
Figura 42. Cuadro de puntuación GSI. (Hoek & Brown, 2002).....	83
Figura 43 .Cuadro del factor de perturbación D. (Hoek & Brown,2002)	85

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo de volumen.	46
Ecuación 2 Cálculo de coeficiente de sismicidad.....	54

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el Yacimiento Apan Alto Hualgayoc, con el objetivo de realizar un estudio geológico y el potencial de carbonato de calcio. Para poder lograr el objetivo planteado se realizó: la descripción de las características geológicas de la zona de estudio, caracterización petrográfica y análisis químico de las muestras, cálculo de potencial de carbonato de calcio y el diseño de talud para explotación. Al desarrollar la investigación se llegó a las conclusiones siguientes: de acuerdo a las características geológicas sólo se evidencia la formación Cajamarca en el Yacimiento Apan Alto compuesta por calizas grises y gris claro; de acorde a la caracterización petrográfica las muestras son calizas que están compuestas por matriz micrítica y son de tipo Mudstone; de acuerdo al análisis químico la roca caliza presenta un potencial de carbonato de calcio con un valor mínimo de 96.50%, un valor máximo de 97.90% y en promedio de 97.1% de CaCO_3 ; al realizarse el cálculo del potencial de carbonato de calcio contenidas en la roca caliza del yacimiento se determinó 439045.8 Toneladas métricas; finalmente del diseño del talud para la explotación, se tiene que de acuerdo a la orientación de las discontinuidades en el talud no se presentó falla planar, cuña y vuelco, se determinó que el talud es estable con factor de seguridad promedio 2.063, acorde a ello la explotación de la caliza se realizará por el método de tajo abierto tipo cantera utilizando tres etapas con bancos de explotación de acuerdo a la topografía original del área de trabajo.

Palabras clave: estudio geológico de caliza, potencial, carbonato de calcio, yacimiento.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Alfaro León, W., Guillen Palma, T., & Valdivieso Vera, L. (2011). Caliza agrícola fortificada. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Facultad Ingeniería Química.
- Atencio Guerrero, M., & Britto López, Y. (2019). Caracterización composicional y de resistencia a las calizas explotadas en las minas del Municipio de Bosconia, en el Departamento del Cesar. Ingenierías USBmed , 2-3.
- Castellanos, E. R. (2017). “Determinación de la composición química y mineralógica, de 5 tipos de calizas y la relación con su grado de quemabilidad en la producción de óxido de calcio, en el bloque sur de la cantera de carbonatos, Planta San Miguel, Cementos Progreso”. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Castillo Rudas , V., & Chunque Cerquín , J. (2016). “Evaluación de calidad de las calizas con fines industriales en la concesión minera tres pirámides, distrito de Magdalena – Cajamarca 2016”. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Cruz, J. O. (2018). Guía De Investigación Científica 2018 V (2). Guía De Investigación Científica 2018 V (2), 30-33.
- Fitará, M., & Santos, D. (2014). Diseño de planta de cal. Bogotá.
- Gonzales Sacsí, S., Ticona Cansaya, & Katherine Alejandra. (2016). “Evaluación De La Influencia De La Granulometría De La Granulometría De Piedra Caliza, Concentración De Carbonato De Calcio, Tiempo De Residencia Y Temperatura De Calcinación Para Mejorar El Rendimiento De La Obtención De Óxido De Calcio (Cal Viva)”. Arequipa-Perú: Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa.
- Guevara Vásquez , C. E., & Orrilla Acuña , Y. d. (2019). “Influencia Del Tipo De Calizas De La Calera Bendición De Dios E.I.R.L En La Calidad Del Óxido De Calcio, Cajamarca – 2019” . Cajamarca: Universidad Privada Del Norte.
- Hernández Sampiere, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). Metodología de la investigación cuarta Edición. México.
- Linares, D. E. (2017). Metodología para el cálculo de reservas en minas a cielo abierto utilizando drones. México.: Universidad Nacional Autónoma De México.
- Matheron, G. (1963). Principles of Geostatistical. Economic Geology 58, 1246-1266.

- Mendez, J. (2009). Carbonatos. Origen Y Sedimentación. Caracas, Venezuela.: Universidad Central De Venezuela.
- Miñano, L. J. (2016). “Propuesta De Mejora En La Producción De Cal Viva Para Reducir Costos Operativos En La Empresa Phuyu Yuraq Ii – Cajamarca” . Trujillo: Universidad Privada Del Norte.
- Ribera, L. R. (1980). Geología De Los Cuadrangulos De Cajamarca, San Marcos Y Cajabamaba. Boletín N°31.Serie A.Carta Geológica Nacional, 25-31.
- Romero, M. A. (2017). “Influencia De La Calidad De Las Calizas Para La Producción De Cal Viva En La Calera La Conga Del Caserío De Sogorón Alto Distrito De La Encañada, Cajamarca 2017”. Cajamarca: Universidad Privada Del Norte.
- Salas, O. S. (2018). “Incidencia Del Cálculo De Reservas En La Viabilidad De Explotación De La Concesión San Juan, Empresa Calinor S.A.C, Cajamarca, 2018” . Cajamarca-Perú.: Universidad Privada Del Norte.
- Vargas, V. F. (2016). “Estimación De Reservas Minerales Y Propuesta De Diseño Preliminar De Explotación Del Bloque 2 Del Sector “X7” Mina Las Paralelas Utilizando Herramientas Informáticas”. Guayaquil - Ecuador.: Escuela Superior Politécnica Del Litora.
- Vásquez, G. C. (2011). Estudio De Geología. Cajamarca: Gerencia Regional De Planeamiento, Presupuesto Y Acondicionamiento Territorial.
- BOYTON Robert S. Chemistry and Technology of lime and Limestone.John Willey & Sons, Inc. Second Edition 1990.