

Estudio geológico de las areniscas del Grupo Goyllarisquizga para su utilización como materiales de construcción, Provincia Celendín

Geological study of the sandstones of the Goyllarisquizga Group for their use as construction materials, Celendín Province

Irma Mostacero^{1*}, Alejandro Lagos¹, Eduardo Rodríguez¹

¹Facultad de Educación, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1050, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

*Autor de correspondencia: imostacero@unc.edu.pe

Resumen

La industria de la minería de los no metálicos es de suma importancia en el desarrollo económico e industrial del Perú. En Cajamarca existen mucha demanda de arenas para el uso de materiales de construcción. En la ciudad de Celendín ubicada al NE de la ciudad de Cajamarca se observan extensos afloramientos de areniscas del Grupo Goyllarisquizga de edad cretácico inferior y que, por los resultados químicos y macroscópicos obtenidos, indican que poseen condiciones favorables para ser explotadas por arenas. Por otro lado, la cercanía de estos afloramientos a la carretera principal haría reducir los costos de transporte del material extraído, llevado a los centros de almacenamientos y posterior venta.

Palabras clave: Grupo Goyllarisquizga, areniscas, materiales de construcción

Abstract

The non-metallic mining industry is of utmost importance in the economic and industrial development of Peru. In Cajamarca there is a lot of demand for sand for the use of construction materials. In the city of Celendín located NE of the city of Cajamarca, extensive outcrops of sandstones from the Goyllarisquizga Group of lower Cretaceous age are observed and which, due to the chemical and macroscopic results obtained, indicate that they have favorable conditions to be exploited for sand. On the other hand, the proximity of these outcrops to the main road would reduce the transportation costs of the extracted material, taken to storage centers and subsequent sale.

Key words: Goyllarisquizga Group, sandstones, construction materials

Introducción

La zona de estudio, se ubica al Noreste de la ciudad de Cajamarca y abarca la ciudad de Celendín y sus alrededores. Al noreste de esta localidad afloran rocas silíceas de coloración blanquecinas pertenecientes al Grupo Goyllarisquizga del Cretácico Inferior. Estas areniscas poseen un alto contenido de óxido de silíceo (SiO₂) por lo que son consideradas aptas para materiales agregados de construcción.

El presente informe tiene la finalidad de realizar el estudio geológico en la ciudad de Celendín y sus alrededores con el objetivo de identificar y delimitar los afloramientos de las areniscas del Grupo Goyllarisquizga. Esta zona de estudio abarca un área aproximada de 16 Km².



Figura 1. Imagen Satelital de la zona de estudio

Materiales y métodos

Ubicación geográfica

El área de investigación está ubicada al noroeste de la ciudad de Celendín, en el cuadrángulo de Celendín (carta 14-G, zona 17S), delimitada por las coordenadas del sistema UTM con Datum WGS-84. Los vértices que definen esta área son específicos y se encuentran dentro de esta zona geográfica. La investigación tiene como objetivo principal evaluar si las areniscas del Grupo Goyllarisquizga son adecuadas para la producción de agregados para materiales de construcción, dado que estos materiales tienen una alta demanda en la región de Cajamarca.

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo en una zona situada al noroeste de las localidades de Cajamarca y Celendín, con foco en el afloramiento de la secuencia Goyllarisquizga. Esta secuencia está compuesta principalmente por arenitas de cuarzo de color gris claro, con capas densas y de alta resistencia a la erosión. La resistencia es atribuida al elevado contenido de óxido de silicio (SiO₂) en las rocas. El espesor de esta secuencia es de 600 metros, y se encuentra datada entre el Berresiano y el Valanginiano.

Para llevar a cabo el análisis, se elaboraron mapas geológicos y satelitales detallados, los cuales fueron fundamentales para la preparación del informe final. Estos documentos permitieron obtener conclusiones y recomendaciones precisas sobre la viabilidad de las areniscas del Grupo Goyllarisquizga como material apto para la producción de agregados en la industria de la construcción en la región.

Tabla 1. Vías de acceso a la zona de estudio

TRAMO	TIPOS DE VÍA	LONGITUD	TIEMPO
Plaza de Armas Celendín – Zona de Estudio	Asfaltada	5 km	15 min. aprox.
	Trocha	700 m	20 min aprox.

El área de estudio se dividió en ocho ubicaciones para recolectar datos de arenisca y tomar muestras para el análisis apropiado.

Resultados y discusión

Primera estación

En esta estación, los afloramientos de areniscas se muestran con una orientación NO- SE, poseen un buzamiento aparente de 30° en promedio.

Este afloramiento está conformado por estratos bien definidos de areniscas, todo el afloramiento muestra una coloración gris amarillenta que resalta a bastante distancia. La presencia de horizontes de arcillitas está en la base del afloramiento. A continuación, observamos el análisis fisicoquímico de la muestra de esta estación.

I. ANÁLISIS QUÍMICO	
DETERMINACIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)
Oxido de silicio (SiO ₂)	92.01
Oxido férrico (Fe ₂ O ₃)	1.31
Oxido de potasio (K ₂ O)	0.08
Oxido de titanio (T i O ₂)	0.03
Oxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	0.59
Oxido de sodio (Na ₂ O)	0.21

Nota: la muestra fue alcanzada al laboratorio por el interesado para su respectivo análisis.

Figura 2. Análisis químico de las areniscas de la muestra CHI-01

Tabla 2. Estudio macroscópico de la muestra de la Estación CHI-01

Muestra CHI-01	
Color superficial	Gris amarillento
Color de muestra fresca	Gris blanquecino
Dureza	Alta
Componente principal	SiO ₂
Arcillas	0.5%
Fractura	Irregular
Grado de alteración	Baja Alteración
Reacción al HCl	No reacciona
Aspecto superficial	Dispuesta en estrato
Descripción: En la muestra de arenisca se observan granos de cuarzo. Esta muestra ha sido extraída de un afloramiento bastante conspicuo, Las areniscas en dicho afloramiento están en estratificación de contacto recto. La muestra se ha denominado cuarzo arenita.	



arenisca cuarzosa

Segunda estación

En esta estación, los afloramientos de areniscas se muestran con una orientación NO- SE, poseen un buzamiento aparente de 250° en promedio.

Este afloramiento está conformado por estratos bien definidos de areniscas, todo el afloramiento muestra una coloración gris anaranjada. La presencia de horizontes de arcillitas está en la base del afloramiento. A continuación, observamos los resultados del análisis fisicoquímico y también los resultados del estudio macroscópica de la muestra de esta estación.

II. ANÁLISIS QUÍMICO	
DETERMINACIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)
Oxido de silicio (SiO ₂)	94.06
Oxido férrico (Fe ₂ O ₃)	1.04
Oxido de potasio (K ₂ O)	0.05
Oxido de titanio (T i O ₂)	0.06
Oxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	0.67
Oxido de sodio (Na ₂ O)	0.13

Nota: la muestra fue alcanzada al laboratorio por el interesado para su respectivo análisis.

Figura 3. Análisis químico de las areniscas de la muestra CHI-02

Tabla 3. Estudio macroscópico de la muestra de la Estación CHI-02

Muestra CHI- 02	
Color superficial	Gris Claro
Color de muestra fresca	Gris blanquecino
Dureza	Alta
Componente principal	SiO ₂
Arcillas	0.4%
Fractura	Irregular
Grado de alteración	Baja Alteración
Reacción al HCL	No reacciona
Aspecto superficial	Estructura Sedimentaria (Estrato)
Descripción: En la muestra de arenisca se observan predominancia de granos de cuarzo. La forma de sus granos son subredondeados. Se observa una fuerte cementación por la abundancia de sílice	
	
Arenisca	

Tercera estación

Los afloramientos de areniscas se muestran con una orientación NO- SE, el cual poseen un buzamiento al de 30° en promedio.

Este afloramiento está conformado por estratos bien definidos de areniscas, todo el afloramiento muestra una coloración gris anaranjada en superficie. Se observan esporádicos lentes conglomerádicos. A continuación, observamos los resultados del análisis fisicoquímico y también los resultados del estudio macroscópica de la muestra de esta estación.

III. ANÁLISIS QUÍMICO	
DETERMINACIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)
Oxido de silicio (SiO ₂)	91.03
Oxido férrico (Fe ₂ O ₃)	1.01
Oxido de potasio (K ₂ O)	0.05
Oxido de titanio (Ti O ₂)	0.07
Oxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	0.51
Oxido de sodio (Na ₂ O)	0.07

Nota: la muestra fue alcanzada al laboratorio por el interesado para su respectivo análisis.

Figura 4. Análisis químico de las areniscas de la muestra CHI-03

Tabla 4. Estudio macroscópico de la muestra de la Estación CHI-03

Muestra CHI- 03	
Color superficial	Gris Claro
Color de muestra fresca	Gris blanquecino
Dureza	Media
Componente principal	SiO ₂
Arcillas	1.0%
Fractura	Irregular
Grado de alteración	Poco alterado
Reacción al HCl	No reacciona
Aspecto superficial	Forma parte de un estrato
Descripción: En la muestra de arenisca se observan predominancia de granos de cuarzo, los cuales están bien a medianamente clasificadas. Las estratificaciones de las areniscas de la Formación Chimú se muestran en estratos gruesos y macizos.	
	
Arenisca cuarzosa	

Cuarta estación

Los afloramientos de areniscas se muestran con una orientación NO- SE, el cual poseen un buzamiento aparente de 30° en promedio. Este afloramiento está conformado por estratos bien definidos de areniscas, todo el afloramiento muestra una coloración gris anaranjada en superficie. Se observan esporádicos lentes conglomerádicos.

A continuación, observamos los resultados del análisis fisicoquímico y también los resultados del estudio macroscópica de la muestra de esta estación.

IV. ANÁLISIS QUÍMICO	
DETERMINACIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)
Oxido de silicio (SiO ₂)	94.44
Oxido férrico (Fe ₂ O ₃)	1.21
Oxido de potasio (K ₂ O)	0.06
Oxido de titanio (T i O ₂)	0.04
Oxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	0.72
Oxido de sodio (Na ₂ O)	0.11

Nota: la muestra fue alcanzada al laboratorio por el interesado para su respectivo análisis.

Figura 5. Análisis químico de las areniscas de la muestra CHI-04

Tabla 5. Estudio macroscópico de la muestra de la Estación CHI-04

Muestra CHI- 04	
Color superficial	Gris Claro
Color de muestra fresca	Gris blanquecino
Dureza	Alta
Componente principal	SiO ₂
Arcillas	0.5%
Fractura	Irregular
Grado de alteración	Baja
Reacción al HCL	No reacciona
Aspecto superficial	Estructura Sedimentaria (Estrato)
<p>Descripción: En la muestra de arenisca se observan granos medios a gruesos, predominando los granos de cuarzo. La forma de sus granos son subredondeados. Se observa una fuerte cementación por la abundancia de sílice</p>	



Arenisca cuarzosa

Quinta estación

En esta estación los afloramientos de areniscas tienen una orientación NO -SE, el cual poseen un buzamiento aparente de 28° en promedio. Este afloramiento está conformado por estratos de areniscas, muestra una coloración gris blanquecina.

A continuación, observamos los resultados del análisis fisicoquímico y también los resultados del estudio macroscópica de la muestra de esta estación.

V. ANÁLISIS QUÍMICO	
DETERMINACIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)
Oxido de silicio (SiO ₂)	85.52
Oxido férrico (Fe ₂ O ₃)	1.30
Oxido de potasio (K ₂ O)	0.08
Oxido de titanio (T i O ₂)	0.04
Oxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	0.56
Oxido de sodio (Na ₂ O)	0.21

Nota: la muestra fue alcanzada al laboratorio por el interesado para su respectivo análisis.

Figura 6. Análisis químico de las areniscas de la muestra FAR-01

Tabla 6. Estudio macroscópico de la muestra de la Estación FAR-01

Muestra FAR- 01	
Color superficial	Gris anaranjada
Color de muestra fresca	Gris blanquecino
Dureza	Media
Componente principal	SiO ₂
Arcillas	0.35%
Fractura	Irregular
Grado de alteración	Baja Alteración
Reacción al HCL	No reacciona
Aspecto superficial	Estructura Sedimentaria (Estrato)
Descripción: En la muestra de arenisca se observan predominancia de granos de cuarzo. Los afloramientos son muy conspicuos. Las estratificaciones de las areniscas de la Formación Chimú se muestran en estratos gruesos y masivos	



Arenisca cuarzosa

Sexta estación

En esta estación los afloramientos de areniscas tienen una orientación NW-SE con un buzamiento aparente de 40° en promedio. Las areniscas en esta estación están dispuestas en estratos gruesos. Posee una coloración gris blanquecina. Poseen un intenso fracturamiento. Los afloramientos están formando cerros más o menos elevados. A continuación, observamos los resultados del análisis fisicoquímico y también los resultados del estudio macroscópica de la muestra de esta estación.


VI. ANÁLISIS QUÍMICO	
DETERMINACIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)
Oxido de silicio (SiO ₂)	87.09
Oxido férrico (Fe ₂ O ₃)	1.30
Oxido de potasio (K ₂ O)	0.08
Oxido de titanio (T i O ₂)	0.04
Oxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	0.53
1	0.11

Nota: la muestra fue alcanzada al laboratorio por el interesado para su respectivo análisis.

Figura 7. Análisis químico de las areniscas de la muestra FAR-02

Tabla 7. Estudio macroscópico de la muestra de la Estación FAR-02

Muestra FAR- 02	
Color superficial	Gris anaranjado
Color de muestra fresca	Gris amarillento
Dureza	Media
Componente principal	SiO ₂
Arcillas	0.35%
Fractura	Irregular
Grado de alteración	Baja Alteración
Reacción al HCL	No reacciona
Aspecto superficial	Estructura Sedimentaria (Estrato)
Descripción: En la muestra de arenisca se observan predominancia de granos de cuarzo. Se observa una fuerte dureza por la presencia de solidificación.	



Arenisca

Séptima estación

Los afloramientos de esta estación presentan areniscas con una orientación NW-SE con un buzamiento aparente de 35° en promedio. Presentando estratos gruesos y medianos y que hacia la parte superior posee un estilo estrato decreciente para entrar en contacto con la Formación Inca. Presentando una coloración grisácea blanquecina en muestra fresca.

A continuación, observamos los resultados del análisis fisicoquímico y también los resultados del estudio macroscópica de la muestra de esta estación.

VII. ANÁLISIS QUÍMICO	
DETERMINACIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)
Oxido de silicio (SiO ₂)	88.01
Oxido férrico (Fe ₂ O ₃)	1.30
Oxido de potasio (K ₂ O)	0.08
Oxido de titanio (T i O ₂)	0.02
Oxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	0.48
Oxido de sodio (Na ₂ O)	0.28

Nota: la muestra fue alcanzada al laboratorio por el interesado para su respectivo análisis.

Figura 8. Análisis químico de las areniscas de la muestra FAR-03

Tabla 8. Estudio macroscópico de la muestra de la Estación FAR-03

Muestra FAR- 03	
Color superficial	Gris anaranjado
Color de muestra fresca	Gris amarillento
Dureza	Media
Componente principal	SiO ₂
Arcillas	0.3%
Fractura	Irregular
Grado de alteración	Baja Alteración
Reacción al HCL	No reacciona
Aspecto superficial	Estructura Sedimentaria (Estrato)
Descripción: En la muestra de arena se observan granos medios a gruesos, predominando los granos de cuarzo. La forma de sus granos va de redondeados a subredondeados. Esta muestra se obtuvo de un afloramiento constituido de estratos gruesos.	
	
Arenisca cuarzosa	

Octava estación

En esta estación se observa afloramientos de estratos de areniscas con una orientación NW-SE y buzamiento aparente de 40° en promedio. Este afloramiento está conformado por estratos de areniscas, muestra una coloración gris amarillenta a gris blanquecina. Los estratos son gruesos y medianos y que hacia la parte superior posee un estilo estrato decreciente para entrar en contacto con la Formación Inca.

A continuación, observamos los resultados del análisis fisicoquímico y también los resultados del estudio macroscópica de la muestra de esta estación.

VIII. ANÁLISIS QUÍMICO	
DETERMINACIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)
Oxido de silicio (SiO ₂)	85.01
Oxido férrico (Fe ₂ O ₃)	1.30
Oxido de potasio (K ₂ O)	0.06
Oxido de titanio (Ti O ₂)	0.02
Oxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	0.52
Oxido de sodio (Na ₂ O)	0.33

Nota: la muestra fue alcanzada al laboratorio por el interesado para su respectivo análisis.

Figura 9. Análisis químico de las areniscas de la muestra FAR-04

Tabla 9. Estudio macroscópico de la muestra de la Estación FAR-04

ESTUDIO MACROSCÓPICO DE ARENISCA ESTACIÓN FAR- 04	
Color superficial	Gris Amarillenta
Color de muestra fresca	Gris Clara
Dureza	Media
Componente principal	SiO ₂
Arcillas	0.4%
Fractura	Irregular
Grado de alteración	Media Alteración
Reacción al HCL	No reacciona
Aspecto superficial	Estructura Sedimentaria (Estrato)
<p>Descripción:</p> <p>En la muestra de arenisca se observan predominancia de granos de cuarzo. Los afloramientos son muy conspicuos.</p> <p>Las estratificaciones de las areniscas de la Formación Chimú se muestran en estratos gruesos y masivos</p>	
	
Cuarzo arenita	

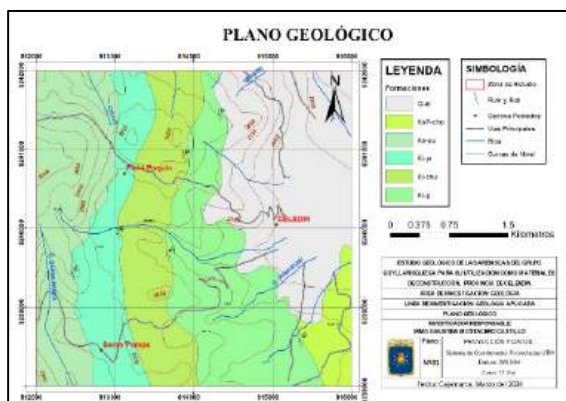


Figura 10. Plano geológico del área de estudio

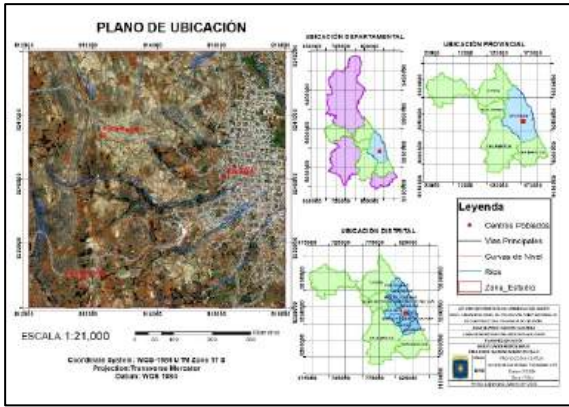


Figura 11. Plano de ubicación del área de estudio

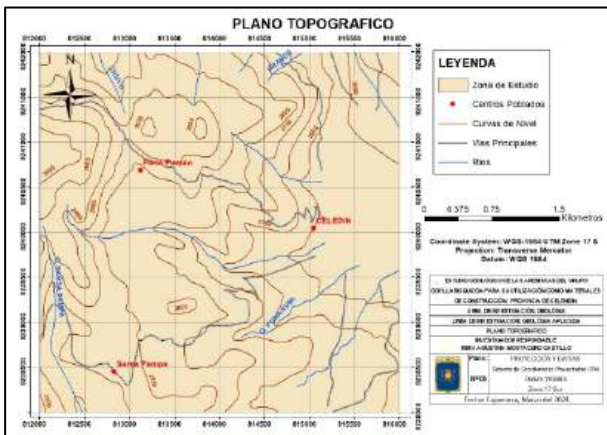


Figura 12. Plano topográfico del área de estudio

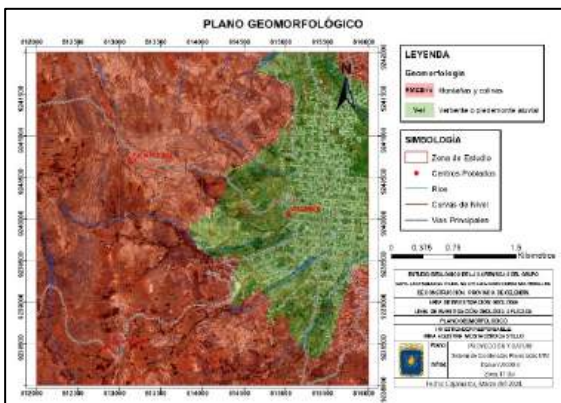


Figura 13. Plano geomorfológico del área de estudio

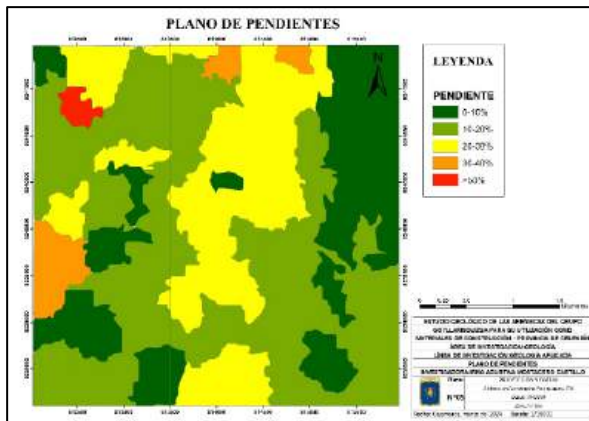


Figura 14. Plano de pendientes del área de estudio

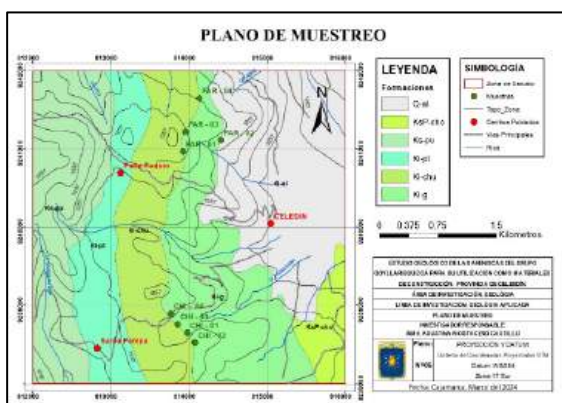


Figura 15. Plano de muestreo del área de estudio

Conclusiones

En la ciudad de Celendín, hacia el suroeste, se encuentran afloramientos extensos de la Formación Chimú, caracterizados por estratos gruesos de areniscas blanquecinas, altamente resistentes a la erosión, con una orientación NO-SE. Los análisis químicos realizados por el laboratorio INGEOCONSULT & LAB S.R.L revelan altos contenidos de óxido de silicio (SiO_2), con valores de 85 %, 90 % y 93 %, lo que demuestra que estas areniscas son aptas para su uso en materiales de construcción. Los estudios petrográficos macroscópicos también confirman que las areniscas tienen un color blanquecino, fractura irregular, alta dureza, bajo contenido de arcillas y poca alteración.

Se recomienda a las empresas dedicadas a la explotación de areniscas que consideren realizar trabajos en esta localidad, ya que las características de las areniscas son adecuadas para la extracción de materiales para la construcción. Es fundamental que la explotación se lleve a cabo con el asesoramiento de un especialista geólogo, lo que permitirá elegir el método adecuado de extracción y optimizar la producción. Además, se sugiere realizar un estudio detallado y multidisciplinario, recopilando datos tanto directos como indirectos, con el objetivo de llevar a cabo una exploración geológica que respete el cuidado del medio ambiente.

Referencias

- Carmona Torres, D. G. (2014). Caracterización integrada de yacimientos petroleros. México. <http://132.248.9.195/ptd2014/octubre/0720134/Index.html>
- Gallegos, J. A. (2012). La clasificación de las rocas sedimentarias. Revista de la Asociación Catalana de Geólogos, ECT, 1-11. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/download/88246/114413/>
- Hernández, U. (2017). Manual de prácticas de laboratorio de petrología sedimentaria. Ciudad de México.
- Huang, W. (1991). Petrología. Limusa.
- Jabbour, J. (2009). Un modelo para la clasificación de areniscas. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. <https://www.redalyc.org/pdf/5075/507550786006.pdf>
- Maldonado, Y. (2021). Petrología de las rocas sedimentarias. <https://geologiaweb.com/rocas/areniscas/>
- Moreno, H., & Ibáñez, S. (n.d.). Rocas sedimentarias detríticas. Universidad Politécnica de Madrid.
- Tapia Guerra, F. I. (2016). Sedimentos y rocas sedimentarias clásticas terrígenas. https://www.academia.edu/download/57193483/COD1006_-_Apuntes_Sedimentos_y_rocas_sedimentarias_clasticas_terrigenas__Francisco_Tapia_2016.pdf
- Tucker, M. E. (2003). Rocas sedimentarias en el campo.
- Vázquez, G. (2010). Clasificación de las rocas sedimentarias. Universidad Nacional Autónoma de México. [https://usuarios.geofisica.unam.mx/gvazquez/estratiGAB/Zona%20desplegar/Clases/Clase%2007%20PEPS%20%20\(Rocas%20sedim\).pdf](https://usuarios.geofisica.unam.mx/gvazquez/estratiGAB/Zona%20desplegar/Clases/Clase%2007%20PEPS%20%20(Rocas%20sedim).pdf)
- Yauli, C. (2016). Areniscas del Cretácico Inferior: Una guía de exploración en el sur del Perú. Sociedad Geológica del Perú. [Enlace incompleto].