

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Geológica

“ESTUDIO ESTRATIGRÁFICO PARA DETERMINAR EL PROCESO DIAGENÉTICO DE ARENAS EN EL GRUPO GOYLLARISQUIZGA AFLORANDO EN LA ZONA GAVILÁN – CAJAMARCA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Geólogo

Autores:

Elias Miguel Huaman Ramirez
María José Ucañán Rodríguez

Asesor:

Ing. Rafael Napoleón Ocas Boñón

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

A Dios por permitirnos llegar a este punto y brindarnos salud para así lograr nuestros objetivos, a nuestros padres por su apoyo en nuestra carrera profesional, familiares y docentes por su participación directa e indirecta en la elaboración de esta tesis.

AGRADECIMIENTO

Damos infinitas gracias a Dios por darnos la vida, a nuestras familias por todo su apoyo incondicional y a los docentes de la escuela profesional de Geología de la UPN por brindarnos los conocimientos necesarios para nuestro desarrollo profesional.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	13
CAPÍTULO III. RESULTADOS	23
3.1. Clima y vegetación	23
3.2. Geología	25
3.3. Interpretación estratigráfica	30
3.4. Diagénesis	37
3.5. Periodo de formación del Grupo Goyllarisquizga	38
3.6. Reconocimiento de los procesos diagenéticos en campo.....	39
3.7. Reconstrucción histórica.....	43
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	46
REFERENCIAS.....	49
ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ubicación de la población de estudio en coordenadas UTM.....	16
Tabla 2: Vías de acceso al área de estudio	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de la zona de estudio.....	16
Figura 2: reconocimiento de la geomorfología en la zona estudiada.....	17
Figura 3: reconocimiento de las formaciones	18
Figura 4: toma de rumbos y buzamientos	19
Figura 5: reconocimiento de areniscas rojizas en la formación Carhuaz	20
Figura 6: reconocimiento de arenas y sedimentos	20
Figura 7: reconocimiento de fracturas	21
Figura 8: reconocimiento de arenas rojizas	21
Figura 9: reconocimiento de minerales (Goethita)	22
Figura 10: clima y vegetación de la zona el Gavilán	24
Figura 11: macizo rocoso de la formación Chimú.....	25
Figura 12: macizo rocoso de la formación Carhuaz.....	26
Figura 13: cantera en la formación Farrat	27
Figura 14: se puede observar a dos familias de diaclasas presentes en la formación Chimú.....	28
Figura 15: presencia de plegamientos en la formación Carhuaz.....	29
Figura 16: presencia de una falla local inversa en la formación Chimú	30
Figura 17: areniscas y cuarcitas	31
Figura 18: presencia de areniscas blancas intercaladas con carbón bituminoso.....	32
Figura 19: presencia de carbón bituminoso	32
Figura 20: intersección entre las formaciones Chimú y Carhuaz.....	33
Figura 21: presencia de areniscas rojizas	34
Figura 22: presencia de cuarcitas blancas	35
Figura 23: intersección entre las formaciones Carhuaz y Farrat	36
Figura 24: presencia de cuarcitas y areniscas blancas en una cantera	37

RESUMEN

La diagénesis incluye todos los cambios que se producen en las características y composición de los sedimentos (P y T más altas). Se consideran los distintos mecanismos que actúan de forma individual o conjunta sobre los componentes de las rocas sedimentarias durante dilatados periodos de tiempo y van lentamente transformándolas. Clásicamente se distinguen los siguientes: micritización compactación, disolución, cementación, neomorfismo, reemplazamiento. Es difícil estimar de manera cuantitativa el grado de compactación de una arenisca, pero si es cierto que existen síntomas texturales indicativos de un mayor o menor grado en este proceso. La presente tesis tiene como objetivo determinar el proceso diagenético de arenas presentes en el grupo goyllarisquizga que afloran en El Gavilán mediante un estudio estratigráfico. Toda la información indagada será de suma importancia para poder determinar su diagénesis, dicha información fue obtenida en base al cartografiado a detalle que se realizó en las diferentes salidas al campo con ayuda de planos topográfico y geológico, identificando estructuras, contactos e identificando las diferentes formaciones Chimú, Carhuaz y Farrat, al realizar la discusión y comparación con los Boletines 55 y 31, se puede afirmar que su diagénesis se dio en un ambiente epicontinental a borde de cuenca, por sus potencias delgadas de cada formación.

Palabras clave: Diagénesis, grado de compactación, ambiente epicontinental.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Mediante estudios estratigráficos se explicará el proceso diagenético de las arenas (rocas sedimentarias) del Grupo Goyllarisquizga que afloran en la zona del Gavilán. La diagénesis es la alteración física, química o biológica de los sedimentos, que se convierten en rocas sedimentarias, a temperaturas y presiones relativamente bajas, puede producir cambios en la mineralogía y la textura original de la roca. El gran progreso que ha adquirido la diagénesis de areniscas en los últimos años se debe fundamentalmente a la aplicación de técnicas específicas de estudio. De todas formas, los numerosos trabajos existentes tienen enfoques muy diversos y no existen aún criterios comunes para abordar la historia diagenética de las areniscas. (Marfil & Caja, 2010). Una roca sedimentaria es aquella formada por la acumulación y consolidación de sedimentos, los cuales pueden ser: de origen clástico, de origen orgánico, originados por precipitación química, productos de actividad volcánica, productos residuales de procesos intensos de meteorización química. (Sandoval, 2000). Un factor importante y determinante en la diagénesis de las areniscas, se refiere al volumen y velocidad del flujo del fluido, ya que en parte controlara la cantidad y tipo de materiales a ser disueltos, transferidos y precipitados, a través del movimiento o migración de dichas soluciones acuosas o fluidos de poro en dichas areniscas, como también determinarán en parte la distribución espacial de los minerales reaccionantes y de sus productos. (Sandoval, 2000). Es obvio que existen diferencias muy claras entre una arena recién depositada y una arenisca más o menos antigua. En efecto, la primera aparece suelta o muy poco consolidada y tiene una elevada porosidad (hasta un 45%). Por el contrario,

las areniscas antiguas se presentan, en general, con un grado de litificación bien constatable. Habiéndose cementado sus granos constituyentes y reducido la porosidad en ocasiones hasta desaparecer por completo. De manera más precisa, podemos referir la diagénesis como el conjunto de procesos y mecanismos físicos y químicos que afectan al sedimento con posterioridad a su depósito sin llegar a la facies de metamorfismo de grado más bajo. (García, 1990). Que las areniscas antiguas estén fuertemente cementadas y las subactuales poco consolidadas es una norma general, pero no exenta de excepciones. En efecto, hay areniscas muy antiguas débilmente cementadas y que tienen muy poca cohesión. Ello quizás puede deberse a una ineffectividad de los procesos diagenéticos, que no llegaron a progresar en la medida suficiente, o bien a que otros procesos “desdiagenetizaron” la roca, haciéndola retroceder en su tendencia a consolidarse. Estas consideraciones permiten afirmar que la diagénesis no es un proceso uniforme ni regular; incluso areniscas con el mismo grado de litificación han podido tener historias diagenéticas bien diferentes. La porosidad suele tender a disminuir por los efectos de la compactación y la cementación, pero también es cierto que puede aumentar por procesos de disolución. (García, 1990). Las variaciones en las condiciones físicas y químicas del ambiente diagenético representan un papel importante en los cambios que tendrán lugar en los sedimentos durante el soterramiento; los principales factores de carácter químico son: pH, T y P. (Sandoval, 2000). Al hablar de procesos diagenéticos se consideran los distintos mecanismos que actúan de forma individual o conjunta sobre los componentes de las rocas sedimentarias durante dilatados periodos de tiempo y van lentamente transformándolas. Clásicamente se distinguen los siguientes: micritización, compactación, disolución, cementación, neomorfismo, reemplazamiento. (Alonso J.,

2003). Desde el punto de vista de su actuación sobre la textura original, primaria o deposicional de la roca, pueden clasificarse en procesos constructivos: cuando conservan, afianzan y consolidan dicha textura, y procesos destructivos cuando la destruyen y transforman. (Alonso J., 2003). La quimioestratigrafía constituye una herramienta importante para caracterizar químicamente las rocas sedimentarias, lo cual es útil para establecer una correlación entre las secuencias sedimentarias basado en la caracterización química de estas. (Sánchez & Rodríguez, 2016). En el análisis realizado en la cordillera oriental (Perú), se logró definir cuatro quimiofacies, las cuales están asociadas a diferentes unidades litoestratigráficas del Cretáceo, después de realizar un análisis e interpretación de los resultados quimioestratigráficos se establece que las quimiofacies tienen un mismo patrón de variedad geográfica en relación con las asociaciones litológicas. (Sánchez & Rodríguez, 2016). Se considera que la litogeoquímica de las rocas sedimentarias o geoquímica sedimentaria, está en función de la naturaleza de las rocas de aporte, intensidad, duración de la meteorización, características climáticas, reciclado sedimentario, selección física y la diagénesis actuante, estos procesos modifican química y físicamente a los sedimentos, lo cual hace difícil establecer la procedencia. (Sánchez & Rodríguez, 2016). En un estudio realizado en Baños del Inca y Llacanora – Cajamarca, sobre las características petromineralógicas de las areniscas en la Formación Farrat, una de las formaciones del Grupo Goyllarisquizga; varía desde areniscas con feldespatos y líticos en la base, areniscas cuarzosas en la parte central y con incremento de matriz y limos en el techo, con intercalaciones de granos medio a grueso y fino dependiendo de las condiciones en que se depositaron en un ambiente regresivo. La posible procedencia de los sedimentos que conforman las areniscas de esta Formación podría ser un Cratón.

(Prado, 2018). También nos menciona que la Formación Farrat representa el nivel superior de la secuencia clástica del Cretáceo inferior en el Perú, consta de areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, debido a su alto contenido de cuarzo y alto grado de madurez (lo que indica múltiples depositaciones y grandes distancias de transporte), se piensa que posiblemente provendrían de un bloque continental de bajo relieve conocido como cratón interior. (Prado, 2018). Con los antecedentes ya mencionados anteriormente, nos planteamos la siguiente pregunta: ¿Cuál es el proceso diagenético de las arenas en el Grupo Goyllarisquizga según el estudio estratigráfico de la zona El Gavilán – Cajamarca?; para así dar solución a nuestro problema.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el proceso diagenético de las arenas en el Grupo Goyllarisquizga según el estudio estratigráfico de la zona El Gavilán – Cajamarca?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Realizar el estudio estratigráfico para determinar el proceso diagenético de arenas en el grupo goyllarisquizga aflorando en la zona El Gavilán – Cajamarca.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el periodo de formación del grupo goyllarisquizga de la zona El Gavilán.
- Reconocer los procesos diagenéticos en campo en la zona El Gavilán.
- Realizar la reconstrucción histórica de la zona El Gavilán.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

De acuerdo a la evaluación hecha en campo se determina que el proceso diagenético de arenas presente en la Zona de El Gavilán se plasmó de manera epicontinental, por presentar sus potencias delgadas de cada formación.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Según su propósito

Aplicada; porque encuentra mecanismos o estrategias que permiten lograr un objetivo.

Según su profundidad

Descriptivo; ya que tiene como objetivo describir el comportamiento de una o más variables dependientes.

Según la naturaleza de datos

Cualitativa; se enfoca en la obtención de datos en principio no cuantificables, basados en observación.

Según su manipulación variable

No experimental; por trabajar con hechos de experiencia directa no manipulados, basándose fundamentalmente en la observación.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

Población

El grupo Goyllarisquizga.

Muestra

El grupo Goyllarisquizga aflorando en la zona el Gavilán, específicamente las formaciones Chimú, Carhuaz y Farrat.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Técnicas

Para ejecutar la recolección de datos principalmente se tendrá que hacer una detenida observación del fenómeno a estudiar, con esto se podrá tener una mayor recopilación de datos y tener la información necesaria que será registrada, para después ser analizada e interpretada.

Como principal instrumento y herramienta de análisis se hace uso de los boletines 55 y 31 para corroborar información encontrada en campo y tener mayor facilidad en la recolección de datos, lo cual finalmente nos llevara a realizar una Columna Estratigráfica de las formaciones que presentan arenas en el Grupo Goyllarisquizga.

Instrumentos

- Brújula
- GPS
- Wincha
- Regla
- Escalímetro
- Planos (topográfico, geológico y satelital)
- Picota o martillo de geólogo
- Libreta de campo
- Lupa
- Rayador

2.4. Procedimiento

Para realizar el estudio estratigráfico del proceso diagenético de las arenas presentes en el Grupo Goyllarisquizga principalmente se realizará un Cartografiado General para priorizar puntos exactos que necesitarían una mejor examinación a la misma vez el estudio se desarrolló en distintas etapas detalladas a continuación.

Etapa de pre campo: Definimos el área a estudiar, revisión de estudios anteriores del área y reconocimiento de los boletines 55 y 31 para la recolección de datos

Etapa de campo: Reconocimiento y observación a detalle del área de estudio, uso de planos y cartografiado general, recolección de datos extras y toma de muestras.

- **Ubicación:**

- **Ubicación Política**

La zona de estudio se encuentra ubicada en:

DEPARTAMENTO: Cajamarca

PROVINCIA: Cajamarca

DISTRITO: La Paccha

ZONA: El Gavilán

- **Ubicación Geográfica**

El área en estudio se encuentra enclavada en la cordillera occidental de los Andes específicamente la zona de estudio se encuentra ubicada a 18 km aproximadamente. Las coordenadas que la delimitan son las siguientes:

Tabla 1:

Ubicación de la población de estudio en coordenadas UTM

UTM	NORTE	ESTE
P1	9199750	777310
P2	9200400	778110
P3	9198900	780100
P4	9198250	779300
Área total aproximada	2500000 m ²	



Figura 1: Ubicación de la zona de estudio

Fuente: Google Earth

- **Accesibilidad**

El acceso al área de estudio se realiza vía terrestre con la ruta Cajamarca – El Gavilán. La distancia y tiempo se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 2:

Vías de acceso al área de estudio

TRAMO	DISTANCIA	TIPO DE CAMINO	TIEMPO
Cajamarca – El Gavilán	18 km	Carretera asfaltada	20 min

Fuente: Datos tomados de Google Maps

Reconocimiento de la zona estudiada: en una primera salida a campo general se realizó para poder observar a detalle su geomorfología, accesibilidad y delimitar la zona.

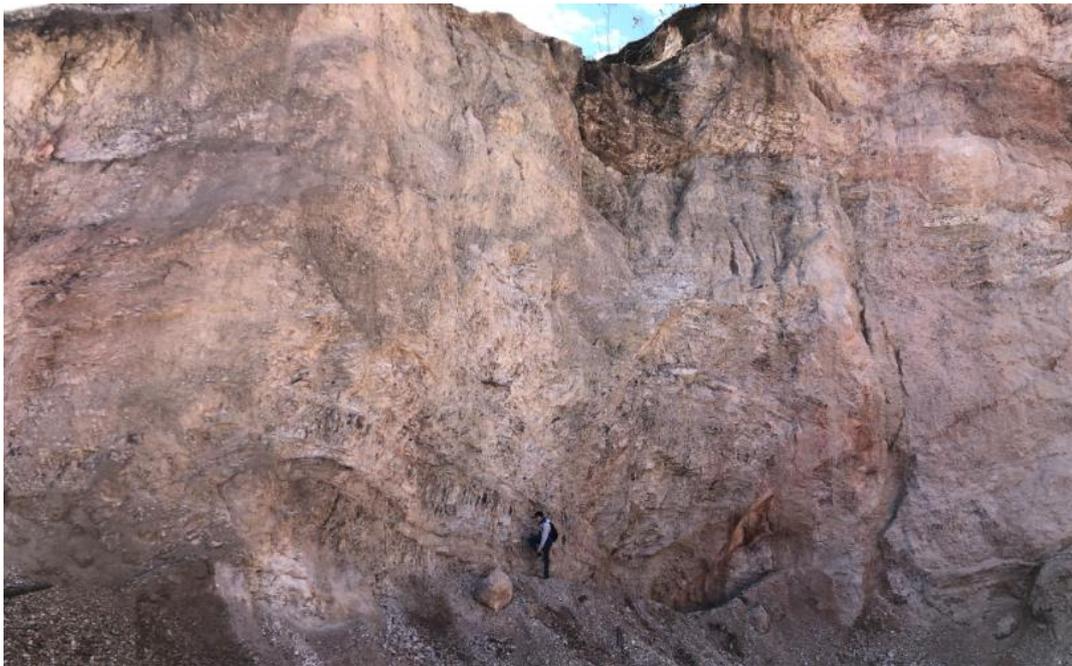


Figura 2: *reconocimiento de la geomorfología en la zona estudiada*



Figura 3: reconocimiento de las formaciones

Toma y recolección de datos: se realizó una segunda salida a campo para tomar rumbos y buzamientos de las formaciones que se encuentran aflorando con ayuda de una brújula:



Figura 4: toma de rumbos y buzamientos

En la segunda salida a campo también; se identificó las diferentes formaciones haciendo énfasis en el reconocimiento de las arenas y de los diferentes sedimentos mencionados en el boletín 31; así como la estructura y el reconocimiento mineralógico de la zona estudiada:



Figura 5: reconocimiento de areniscas rojizas en la formación Carhuaz



Figura 6: reconocimiento de arenas y sedimentos



Figura 7: reconocimiento de fracturas



Figura 8: reconocimiento de arenas rojizas



Figura 9: reconocimiento de minerales (Goethita)

Etapa de post campo: Reconocido el terreno e identificadas las formaciones presentes se determina como se dio el proceso diagenético de arenas en el Grupo Goyllarisquizga.

En segundo lugar, se realiza columna estratigráfica para tener un mejor y mayor reconocimiento de las formaciones y el contenido de cada una.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Clima y vegetación

a) Clima

La zona presenta dos estaciones características: una lluviosa de diciembre a marzo y otra seca de abril a noviembre con sus respectivas etapas transicionales. La diversidad de las alturas hace que el clima sea diferente según los lugares.

b) Vegetación

En la zona de El Gavilán se puede observar como vegetación a muchos eucaliptos, es una especie de árbol de la familia de las mirtáceas. Son plantas medicinales de porte recto, que pueden llegar a medir más de 60 m de altura, en la actualidad se encuentran distribuidos por gran parte del mundo, debido a su rápido crecimiento, se emplean para la industria papelera, maderera o para obtención de productos químicos.



Figura 10: clima y vegetación de la zona el Gavilán

Fuente: propia

3.2. Geología

3.2.1. Geología Local

Formación Chimú (Ki – Chim)

La formación Chimú aflora yaciendo mayormente en forma concordante, sobre la formación Chicama, e infrayaciendo con igual carácter a la formación Santa. Consiste en una alternancia de areniscas, cuarcitas y lutitas.



Figura 11: macizo rocoso de la formación Chimú

Fuente: Propia

Formación Carhuaz (Ki – Ca)

Consta de una alternancia de areniscas con lutitas grises, las primeras con matices rojizos, violetas y verdosos. Hacia la parte superior contiene bandos de cuarcitas blancas que se intercalan con lutitas y areniscas. Tiene aproximadamente un grosor de 500 metros.



Figura 12: macizo rocoso de la formación Carhuaz

Fuente: Propia

Formación Farrat (Ki – F)

Consta de areniscas cuarzosas blancas, con un grosor promedio de 500 metros.

Suprayace con aparente concordancia a la Formación Carhuaz y subyace a la formación Inca.



Figura 13: cantera en la formación Farrat

Fuente: Propia

3.2.2. Geología estructural

Diaclasas

Son planos de ruptura que dividen el cuerpo de roca, sin que se verifique en dichos planos movimiento entre las partes resultantes. (Varela, 2014)

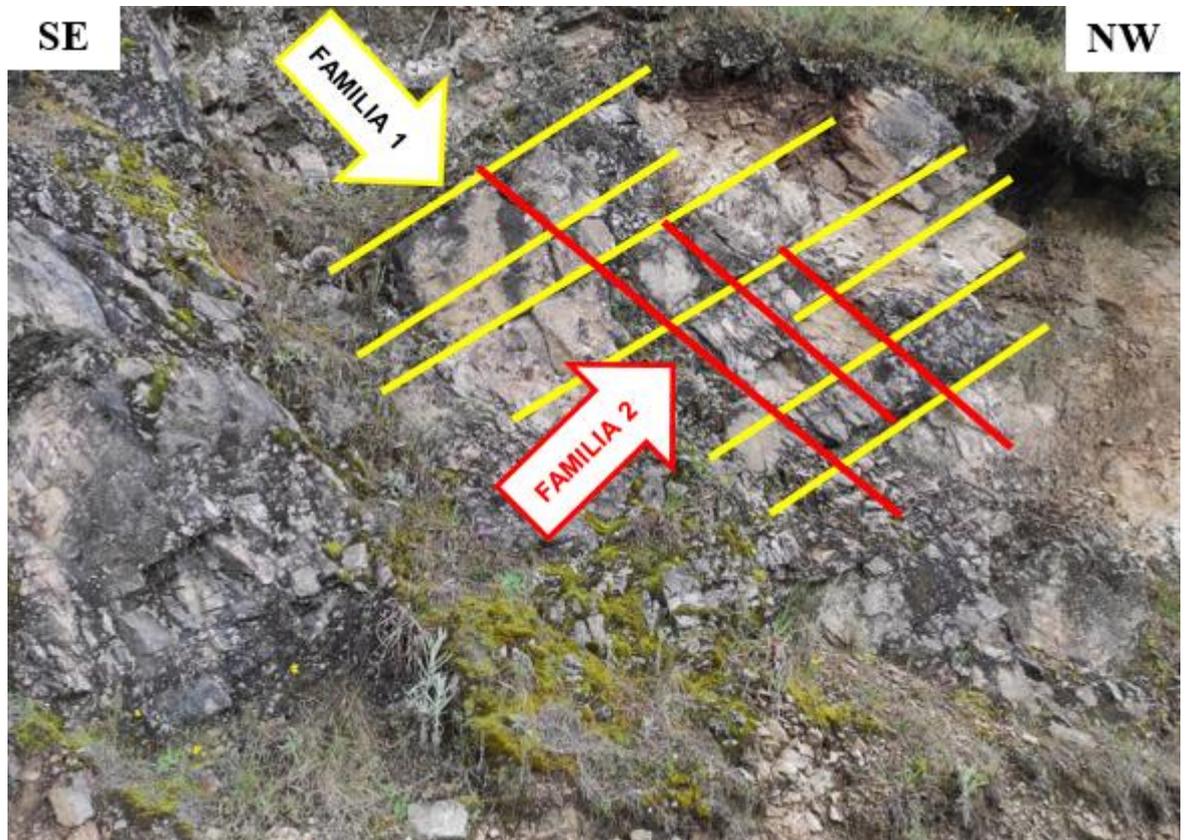


Figura 14: se puede observar a dos familias de diaclasas presentes en la formación Chimú

Fuente: Propia

Pliegues

Ante esfuerzos compresivos y previo a la ruptura, las rocas pueden responder formando ondulaciones, denominadas pliegues. (Varela, 2014)



Figura 15: presencia de plegamientos en la formación Carhuaz

Fuente: Propia

Fallas

Se denomina falla a la ruptura de un cuerpo de roca por un plano, denominado plano de falla, con desplazamiento de las dos partes resultantes. (Varela, 2014)

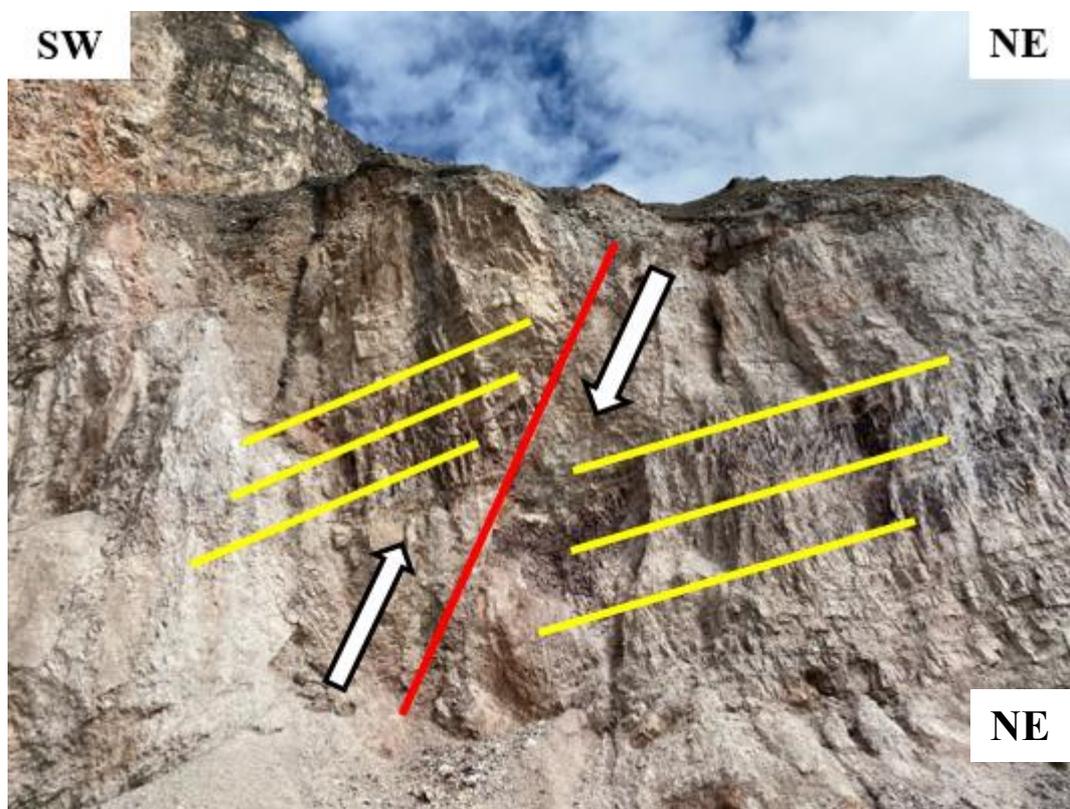


Figura 16: presencia de una falla local inversa en la formación Chimú

Fuente: Propia

ESTE	NORTE	COTA	AZIMUT	DIP
779420	9198378	3234	N 110	72 SW

3.3. Interpretación estratigráfica

Formación Chimú (Ki – Chim)

En la imagen podemos observar areniscas rojizas y blanquecinas; también se puede observar cuarcitas y algunas areniscas con presencia de óxidos de hierro (Goethita y Hematita), con una meteorización química, y carbón bituminoso en algunos bancos. Su grano es mediano a grueso; lo que corrobora con el Boletín 31.



Figura 17: areniscas y cuarcitas

Fuente: Propia

ESTE	NORTE	COTA	AZIMUT	DIP
779500	9199080	3205	N 192	N 55 W



Figura 18: presencia de areniscas blancas intercaladas con carbón bituminoso.

Fuente: Propia



Figura 19: presencia de carbón bituminoso

Fuente: Propia

ESTE	NORTE	COTA	AZIMUT	DIP
779424	9198844	3267	N 195	S 72 E

Contacto entre Ki – Chim y Ki – Ca

En la imagen se puede observar el contacto entre las formaciones Chimú y Carhuaz; a la izquierda se observa a la formación Chimú con presencia de areniscas blancas y grises intercaladas con lutitas grises; y a la derecha se observa a la formación Carhuaz con presencia de areniscas rojizas. Se puede apreciar óxidos (Goethita), musgos y ambas formaciones presentan una meteorización biológica.

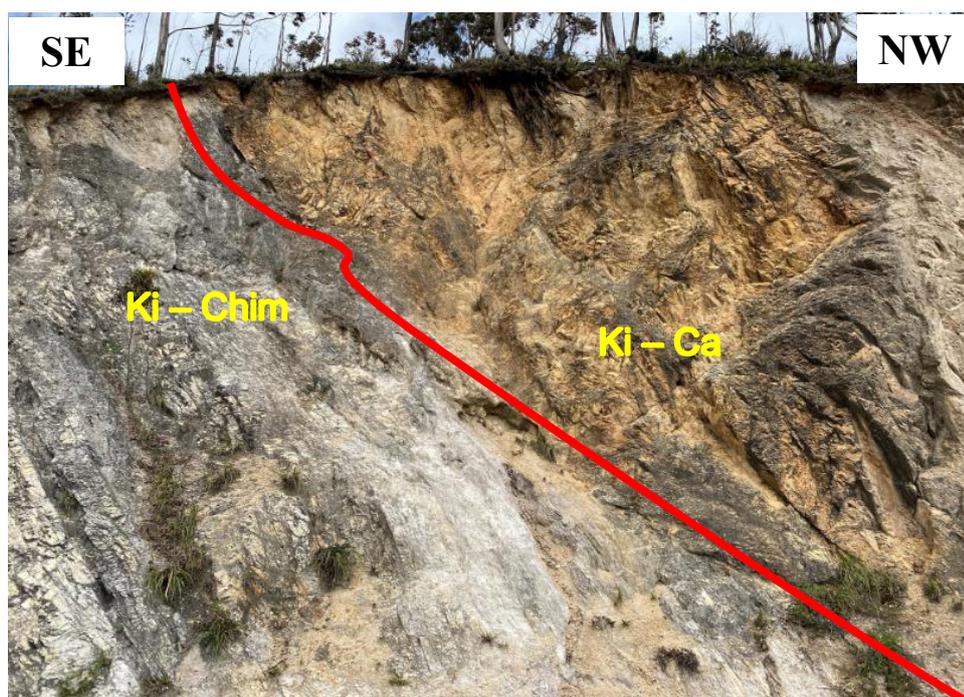


Figura 20: intersección entre las formaciones Chimú y Carhuaz

Fuente: Propia

ESTE	NORTE	COTA	AZIMUT	DIP
779072	9199192	3184	N 223	N 55 W

Formación Carhuaz (Ki – Ca)

En las imágenes se puede observar las areniscas rojizas, blancas y cuarcitas blancas, ambas meteorizadas. Presencia de óxidos (Goethita y Hematita), meteorización biológica, su grano es fino a mediano; lo cual si corrobora con el Boletín 31.



Figura 21: presencia de areniscas rojizas

Fuente: Propia

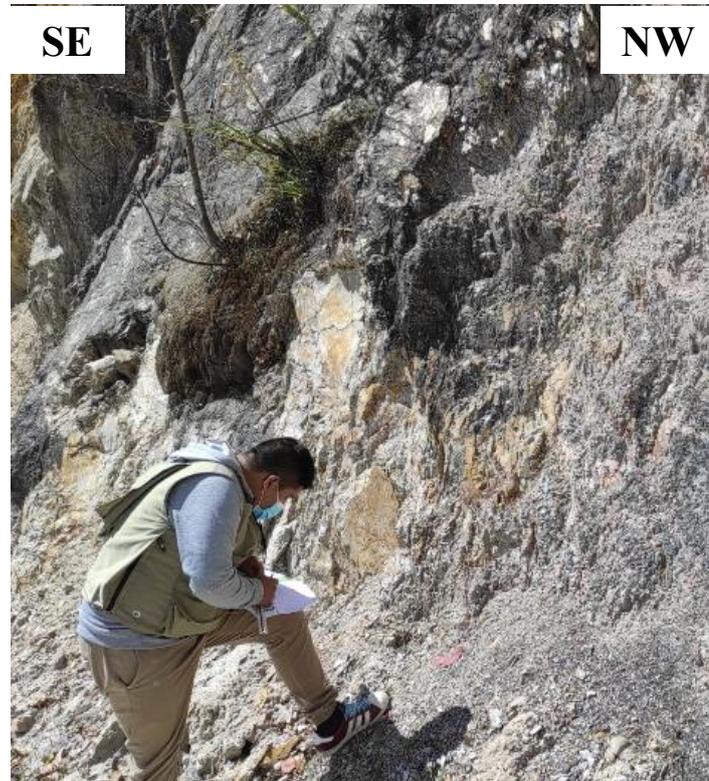


Figura 22: presencia de cuarcitas blancas

Fuente: Propia

ESTE	NORTE	COTA	AZIMUT	DIP
778915	9199250	3203	N 217	N 61 W

Contacto entre Ki – Ca y Ki – F

En la imagen podemos observar el contacto entre las formaciones Carhuaz y Farrat; a la izquierda se observa a la formación Carhuaz con presencia de areniscas rojas, óxidos (Goethita y muy poca Hematita) y a la derecha se observa a la formación Farrat con presencia de areniscas blancas, limos y lutitas; esto corrobora con lo mencionado en el Boletín 31.

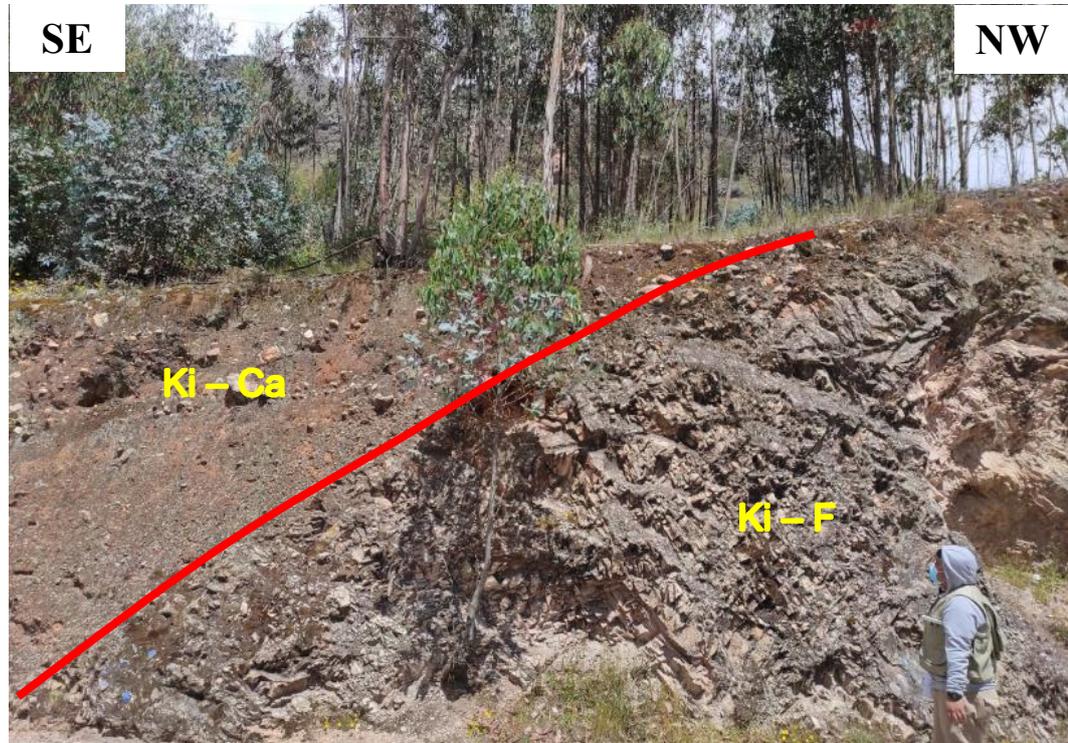


Figura 23: intersección entre las formaciones Carhuaz y Farrat

Fuente: Propia

ESTE	NORTE	COTA	AZIMUT	DIP
778370	9199215	3183	N 190	N 76 W

Formación Farrat (Ki – F)

En la imagen se puede observar a una cantera, la cual nos muestra una mejor visión acerca de dicha formación; donde se puede apreciar las cuarcitas y areniscas blancas presencia de óxidos (Goethita, Hematita), presentan una erosión eólica y arcillas ferruginosas en la parte superior. Su grano es fino a medio; que corroboran con la información que nos brinda el Boletín 31.



Figura 24: presencia de cuarcitas y areniscas blancas en una cantera

Fuente: Propia

ESTE	NORTE	COTA	AZIMUT	DIP
778185	9199510	3184	N 183	N 71 W

3.4. Diagénesis

La diagénesis incluye todos los cambios que se producen en las características y composición de los sedimentos (P y T más altas). Aproximadamente hasta 300 °C, P= 1 bar y 1 Kbar y Prof= 10-15 km. En definitiva, la diagénesis tiene lugar bajo condiciones de P y T características de la corteza externa de la Tierra y de su superficie. (Alonso, Martín, & Martín, 2010)

Es difícil estimar de manera cuantitativa el grado de compactación de una arenisca, pero si es cierto que existen síntomas texturales indicativos de un mayor o menor grado en este proceso. El tipo de contacto entre los granos constituyentes de la

arenisca es quizás el rasgo que mejor caracteriza la magnitud de la compactación sufrida por la roca. Así, los contactos entre los granos de la trama evolucionan desde puntuales y tangenciales hasta longitudinales y suturados. El resultado global de los procesos de compactación es la pérdida generalizada de la porosidad y el incremento de la densidad de la roca como consecuencia del reajuste de posiciones de los granos de la trama. De este modo, los granos pueden rotar, desplazarse, fracturarse e, incluso, sufrir deformaciones plásticas y fracturación. Además, no todos los granos de una arenisca ofrecen la misma resistencia a los esfuerzos de compactación. (García, 1990).

3.5. Periodo de formación del Grupo Goyllarisquizga

El periodo en el cual se encuentra el grupo Goyllarisquizga de la región Cajamarca (El Gavilán), es el Cretácico Inferior perteneciente a la Era Mesozoica.

Perteneciente al primer periodo de relleno que abarca desde el Triásico medio hasta el Cretácico superior, caracterizándose por una sedimentación marina, continental; pero solo a partir del Cretácico inferior recibe una sedimentación epicontinental. Sobre este proceso ya relacionado con Cajamarca solo se puede afirmar que tiene una formación de ambiente epicontinental, por las delgadas potencias que son representadas por las formaciones y la falta de carbonatos.

En el norte y centro de la cordillera occidental (donde pertenece Cajamarca), está representado por sedimentos arenosos del grupo goyllarisquizga que yace sobre la formación Chicama, e infrayace a las calizas albianas de la formación Inca.

Se menciona a una transgresión situada en el cretácico inferior; pero esta se encuentra aflorando en la formación Pariatambo; la cual no afecta al grupo Goyllarisquizga.

3.6. Reconocimiento de los procesos diagenéticos en campo

Procesos diagenéticos

Se consideran los distintos mecanismos que actúan de forma individual o conjunta sobre los componentes de las rocas sedimentarias durante dilatados periodos de tiempo y van lentamente transformándolas. Clásicamente se distinguen los siguientes: micritización compactación, disolución, cementación, neomorfismo, reemplazamiento. (Alonso J. , 2003)

Desde el punto de vista de su actuación sobre la textura original, primaria o deposicional de la roca, pueden clasificarse en procesos constructivos: cuando conservan, afianzan y consolidan dicha textura, y procesos destructivos cuando la destruyen y transforman. (Alonso J. , 2003)

De acuerdo a las muestras tomadas en campo de las formaciones pertenecientes al Grupo Goyllarisquizga, para ver su tipo de grano y porosidad; tenemos los siguientes datos:

➤ **Formación Chimú**

En la siguiente imagen se observa una cuarcita blanca con presencia de carbón bituminoso. A la izquierda el peso de la muestra recién sacada de campo con 197gr., y a la derecha el peso de la muestra ya seca con 196 gr.; lo que nos asegura que la muestra está saturada, indicando el poco contenido de humedad que contiene por la diferencia de pesos (1gr), con un tipo de grano mediano a grueso.



➤ **Formación Carhuaz**

En la siguiente imagen se observar una arenisca cuarzosa blanca. A la izquierda, el peso de la muestra recién sacada de campo con 138gr., y a la derecha el peso de la muestra ya seca con 137 gr.; lo que también asegura que la muestra está saturada, indicando poco contenido de humedad por la diferencia de pesos (1gr), con un tipo de grano fino a mediano.



➤ **Formación Farrat**

En la siguiente imagen se observa una arenisca blanca. A la izquierda el peso de la muestra recién sacada de campo con 158gr., y a la derecha el peso de la muestra ya seca con 157 gr.; lo que nos asegura que la muestra está saturada, indicando el poco contenido de humedad que por la diferencia de pesos (1gr), con un tipo de grano fino a mediano.



Diagénesis de las areniscas

Es obvio que existen diferencias muy claras entre una arena recién depositada y una arenisca más o menos antigua. En efecto, la primera aparece suelta o muy poco consolidada y tiene una elevada porosidad (hasta un 45%). Por el contrario, las areniscas antiguas se presentan, en general, con un grado de litificación bien constatable. Habiéndose cementado sus granos constituyentes y reducido la porosidad en ocasiones hasta desaparecer por completo. De manera más precisa, podemos referir la diagénesis como el conjunto de procesos y mecanismos físicos y químicos que afectan al sedimento con posterioridad a su depósito sin llegar a la facies de metamorfismo de grado más bajo. (García, 1990)

Que las areniscas antiguas estén fuertemente cementadas y las subactuales poco consolidadas es una norma general, pero no exenta de excepciones. En efecto, hay

areniscas muy anti- guas débilmente cementadas y que tienen muy poca cohesión. Ello quizás puede deberse a una ineffectividad de los procesos diagenéticos, que no llegaron a progresar en la medida suficiente, o bien a que otros procesos “desdiagenetizaron” la roca, haciéndola retroceder en su tendencia a consolidarse. Estas consideraciones permiten afirmar que la diagénesis no es un proceso uniforme ni regular; incluso areniscas con el mismo grado de litificación han podido tener historias diagenéticas bien diferentes. La porosidad suele tender a disminuir por los efectos de la compactación y la cementación, pero también es cierto que puede aumentar por procesos de disolución. (García, 1990)

3.7. Reconstrucción histórica

El grupo Goyllarisquizga de la región Cajamarca (El Gavilán), se encuentra en el periodo del Cretácico Inferior perteneciente a la Era Mesozoica.

El Boletín 55 hace mención que entre el Mesozoico y Cenozoico se desarrolló un Ciclo Andino comenzando con una depresión geosinclinal y terminando con un gran levantamiento, que elevó las rocas deformadas del geosinclinal a su posición actual. (INGEMMET, 1995).

El intervalo entre estos eventos limita dos periodos mayores, uno de relleno del geosinclinal y otro de deformación posterior, los mismos que muestran una considerable superposición de eventos sedimentarios y tectónicos. (INGEMMET, 1995).

El primer periodo abraza desde el Triásico medio hasta el Cretácico superior con una duración de 100 M.A., caracterizándose por una sedimentación marina, continental o vulcano – sedimentaria, según las épocas y los lugares; teniendo lugar a una cuenca

marina subdividida en varias subcuencas, donde se depositaron sedimentos marinos; pero sólo a partir del Cretácico inferior recibe una sedimentación epicontinental. (INGEMMET, 1995).

La sedimentación cretácica tiene lugar en cuencas y cubetas controladas por movimiento oscilatorios verticales a lo largo de fallamientos longitudinales heredados de la tectónica hercínica. Durante el cretácico inferior los mares fueron someros, desde el margen Oeste hasta la Cordillera Oriental, a lo largo del mar interior en la parte Occidental se formaron varias cuencas separadas por paleorelieves, en las que transgresiones y regresiones dieron lugar a cambios de facies horizontales y los movimientos oscilatorios a cambios verticales. (INGEMMET, 1995).

El Boletín 55 menciona que en la parte Norte y Centro de la Cordillera Occidental, está representado por sedimentos arenosos del Grupo Goyllarisquizga que yace sobre la Formación Chicama, e infrayace a las calizas albianas de la Formación Inca, que se sitúa al Norte y Noroeste Departamento de Cajamarca, este grupo se adelgaza presentando una facie de plataforma. (INGEMMET, 1995).

El Boletín 55 habla sobre una transgresión aflorando principalmente en la Formación Pariatambo; pero, esta no afecta en nada al Grupo Goyllarisquizga. (INGEMMET, 1995)

Se puede afirmar que la diagénesis de las arenas del Grupo Goyllarisquizga, tienen lugar en un ambiente epicontinental a margen de cuenca, por las delgadas potencias presentadas en cada formación; así mismo, no se encontró presencia de carbonatos en dicha zona, lo que descarta la intervención de una transgresión, mencionada en el

“Estudio Estratigráfico Para Determinar El
Proceso Diagenético De Arenas En El Grupo
Goyllarisquizga Aflorando En La Zona Gavilán –
Cajamarca”

boletín 55; aseverando así que esta solo interviene a partir de la formación
Pariatambo.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Estudiar los procesos diagenéticos de las arenas es importante en nuestra región Cajamarca; ya que mediante ellos se va a detallar el tipo de arenas presentes en la zona, para las numerosas canteras existentes. Con respecto a los boletines 31 y 55, pertenecientes a la geología del Perú y Cajamarca respectivamente, se precisa que las formaciones presentes que afloran en el grupo Goyllarisquizga son Chimú, Carhuaz y Farrat, en dicha zona de estudio.

En la zona estudiada se observó los diferentes tipos de areniscas, cuarcitas, lutitas de las formaciones, para ello se corroboró con el boletín 31 perteneciente a Cajamarca, dando credibilidad a dicha teoría.

De acuerdo al boletín 55; se pudo determinar que Cajamarca se encuentra en la Cordillera Occidental, donde se encuentra la Fase Geosinclinal Mesozoica, que abraza dos periodos, estando el Grupo Goyllarisquizga en el primer periodo que se dio esencialmente por hundimiento y solo interrumpido ocasionalmente por levantamiento y deformación comprensiva, con una duración de 100 M.A.; también se encuentra una cuenca marina; pero el Cretácico Inferior recibió una sedimentación epicontinental.

La sedimentación cretácica tiene lugar en cuencas controladas por movimientos oscilatorios verticales heredados de la tectónica hercínica.

La estratigrafía del cretácico inferior, menciona que fue afectada por una transgresión, pero esta solo es evidenciada a partir de la formación Pariatambo, la cual no afecta al Grupo Goyllarisquizga; por lo tanto, las arenas de dicho grupo que afloran en la zona El Gavilán

no son de origen marino, ya que carecen de material calcáreo, no hay presencia o marcas de oleaje y no se encuentran carbonatos; por ende, podemos decir que las arenas del Grupo Goyllarisquizga son de origen epicontinental o de mares someros a margen de cuenca; ya que las potencias de las formaciones son delgadas, característico de sedimentaciones epicontinentales; esto también corrobora que solo se encontró tres formaciones de las cuatro, (Chimú, Carhuaz y Farrat); la ausencia de la Formación Santa se debe al ambiente en que se desarrolló en la Zona El Gavilán, ambiente epicontinental, ya que al darse potencias delgadas y rápidas; no dio lugar a la depositación de la Formación Santa.

Al no encontrar evidencia de transgresiones y regresiones, materiales calcáreos y carbonatos, se puede afirmar que el mar sufrió un proceso de transición, se retiró por eso encontramos potencias delgadas, y solo estratificación de arenas.

Con ayuda de los boletines 31 y 55 y los datos encontrados en campo se prueba la hipótesis donde el proceso diagenético de las arenas presentes en la zona se plasman de manera epicontinental, por presentar potencias delgadas de cada formación y la falta de carbonatos.

Al realizar la investigación se presentaron limitaciones como accesibilidad a los terrenos, algunos por ser propiedad privada y otros por presentar vegetación y accesibilidad a canteras, por ser propiedad privada y otras por estar en horario de trabajo. Lo cual perjudico con el tiempo.

Como recomendación para futuras investigaciones se podría complementar la tesis, la realización de sondeos electrónicos verticales y así tener una mejor interpretación de la geología.

4.2 Conclusiones

- Se concluye que el periodo de formación del Grupo Goyllarisquizga se dio en el Cretácico inferior del Mesozoico, todo eso se contrasta con el boletín 55 donde hace referencia a grupo goyllarisquizga se depositó en un primer periodo de relleno.
- El proceso diagenético presente en el Grupo Goyllarisquizga de sedimentación, compactación y cementación, tienen un origen epicontinental a borde de cuenca, por las evidencias encontradas de cada formación (potencias delgadas) y la falta de carbonatos.
- Se logró la reconstrucción histórica del Grupo Goyllarisquizga considerando el periodo y su diagénesis de formación principalmente; para ello nos agenciamos de información obtenida del boletín 55 perteneciente a la geología del Perú y datos obtenidos en campo; donde se pudo corroborar que se dio en un ambiente epicontinental a margen de cuenca al contar con potencias delgadas y falta de carbonatos; también nos agenciamos boletín 31 perteneciente a la geología de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba para la comparación con las formaciones Chimú, Carhuaz y Farrat, con los datos obtenidos en campo.

REFERENCIAS

- Alonso, A., Martín, A., & Martín, R. (2010). *Petrología Sedimentaria*. Madrid. Recuperado de: https://eprints.ucm.es/id/eprint/12049/1/2_3_9_Alonso.pdf
- Alonso, J. (2003). *Petrología Sedimentaria*. Asturias. Recuperado de: https://eprints.ucm.es/id/eprint/30133/1/6_ARTICULO%205.pdf
- García, F. (1990). *Diagenesis de las Arenitas: Ejemplo del Cretácico, Terciario y Cuaternario de la Zona de Bilbao*. Bilbao. Recuperado de: https://www.bizkaia.eus/fitxategiak/04/ondarea/Kobie/PDF/3/Kobie_19_DIAGENESIS%20DE%20LAS%20ARENITAS_%20EJEMPLOS%20DEL%20CRETACICO.pdf?hash=424313c27a299a7b11ac0ff7ca14d158
- Geologyin. (09 de 2015). *Geologyin*. Obtenido de <http://www.geologyin.com/2015/09/how-to-identify-transgression-and.html>
- INGEMMET. (1980). *Boletín N° 31 Serie A. Carta Geológica Nacional "Geología de los Cuadrángulos Cajamarca, San Marcos y Cajabamba"*. Lima.
- INGEMMET. (1995). *Boletín N° 55 Serie A: Carta Geológica Nacional "GEOLOGÍA DEL PERÚ"*. Lima.
- Marfil, R., & Caja, M. (2010). *Diagénesis de Rocas Detríticas*. Madrid. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/233743262_Diagenesis_de_rocas_detriticas
- Prado, J. (2018). *Estudio Petromineralógico de las Areniscas de la Formación Farrat en la Zona de Baños del Inca y Llacanora - Cajamarca*. Cajamarca. Recuperado de:

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1843/ESTUDIO%20PETROMINERAL%20DE%20LAS%20ARENISCAS%20DE%20LA%20FORMACI%20N%20FARRAT%20EN%20LA%20ZONA%20DE%20BA%20%20%20DEL%20INCA%20Y%20LLACANORA%20%20CAJAMARCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sánchez, E., & Rodríguez, R. (2016). *Analisis Quimioestratigráfico de Rocas Siliciclásticas de Cretáceo a lo largo de la Cordillera Oriental y la Franja Subandina*. Madre de Dios. Recuperado de:

https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/1622/1/Sanchez-Analisis_quimioestratigrafico_de_rocas_siliciclasticas.pdf

Sánchez, E., & Rodríguez, R. (2016). *Utilidad de la Litogeoquímica en la definición de la Procedencia Sedimentaria y Ambientes de Sedimentación en las Secuencias Cretáceas de Norte del Perú*. Madre de Dios. Recuperado de:

https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/1623/1/Sanchez-Utilidad_litogeoquimica_en%20_la_definicion.pdf

Sandoval, M. (2000). *Diagénesis de Areniscas*. Caracas. Recuperado de:

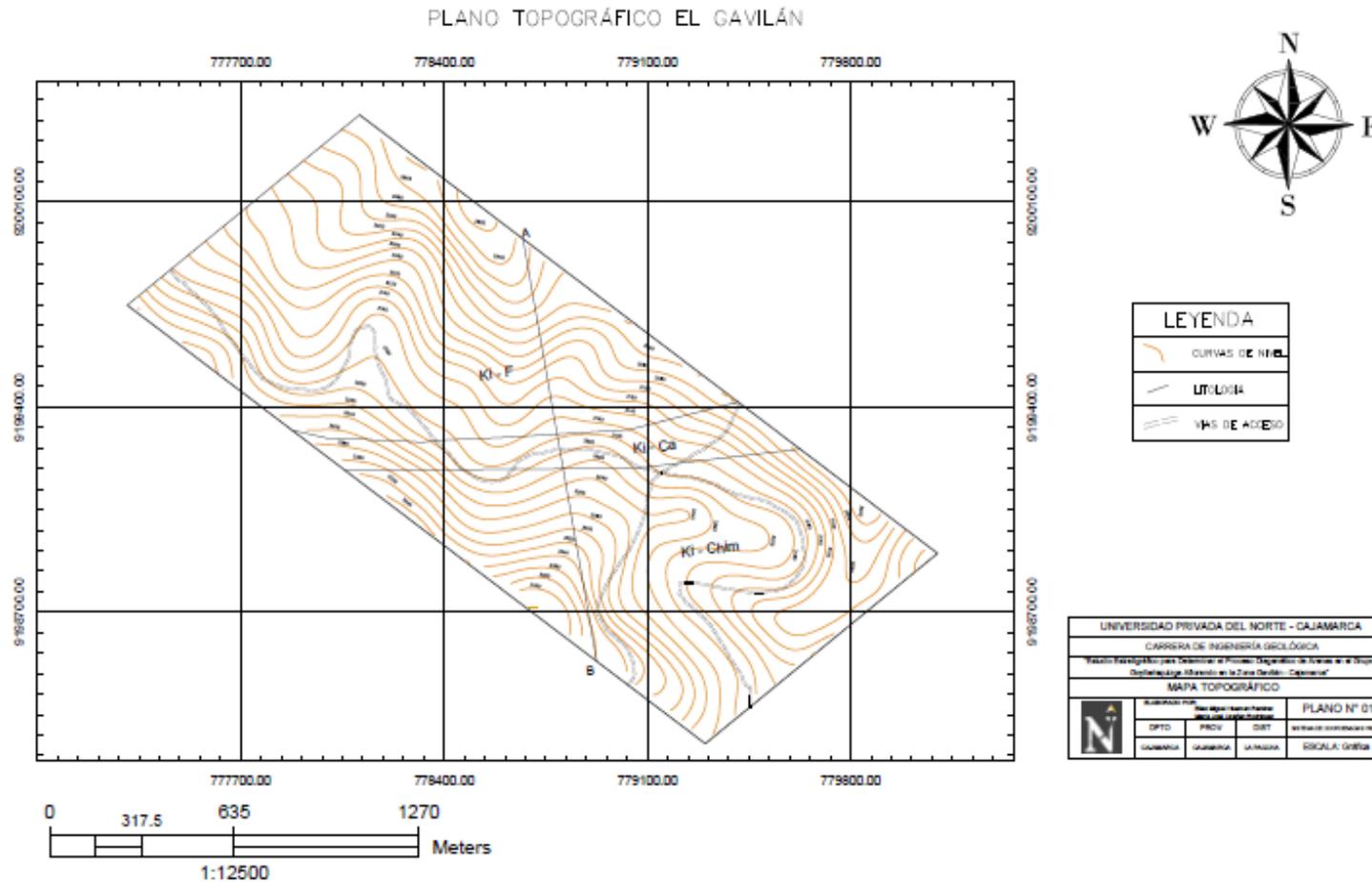
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=6Zu9hlzp9kcC&oi=fnd&pg=PA14&dq=diagenesis+de+las+rocas+sedimentarias&ots=saKlqW3gXm&sig=QMBLugxqyUr-FIE-kCKiL7cL9k#v=onepage&q&f=false>

Varela, R. (2014). *Manual de Geología*. La Plata. Recuperado de:

<http://insugeo.org.ar/publicaciones/docs/misc-21-01.pdf>

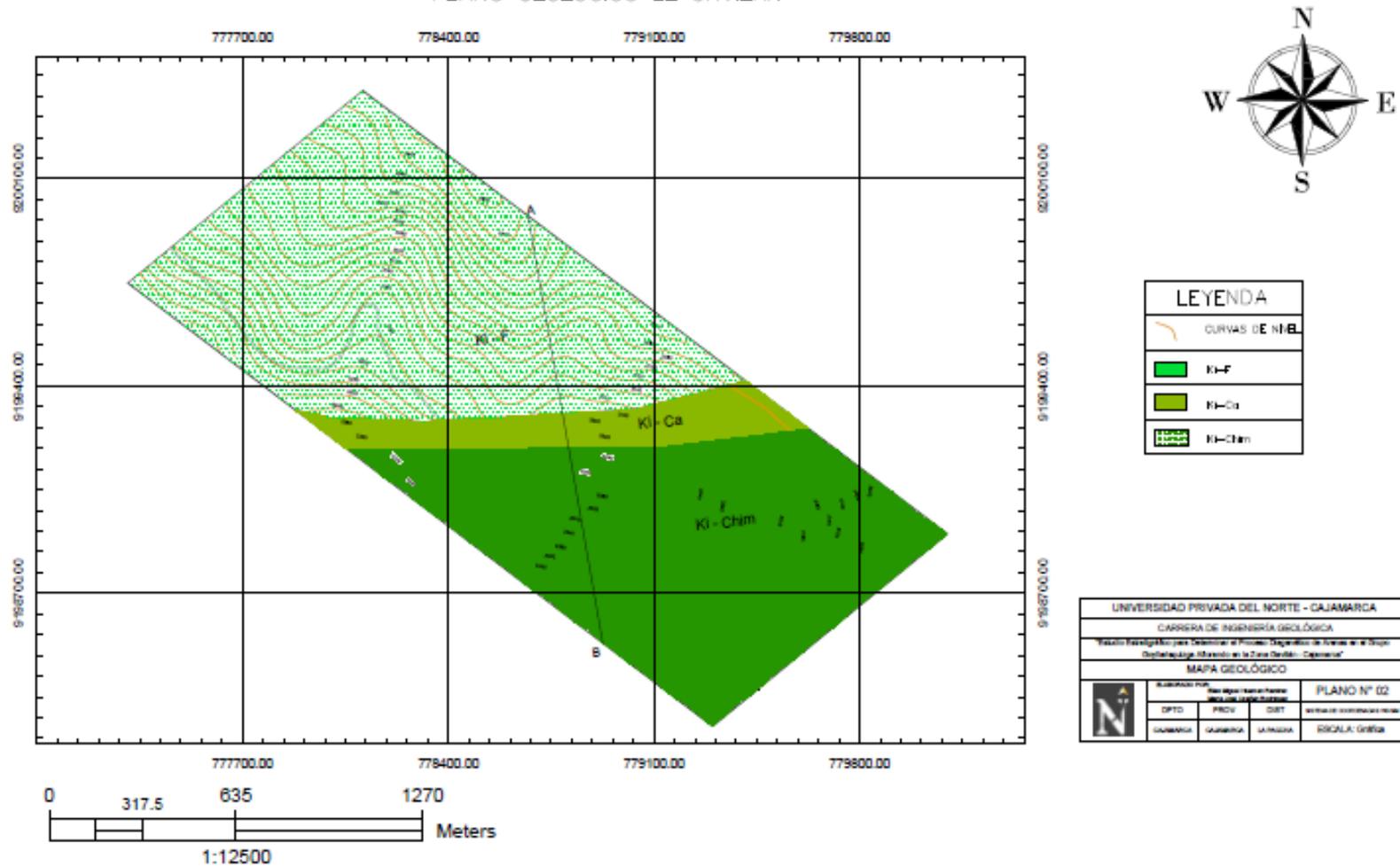
ANEXOS

ANEXO n.º 1. Planos Topográfico y Geológico.

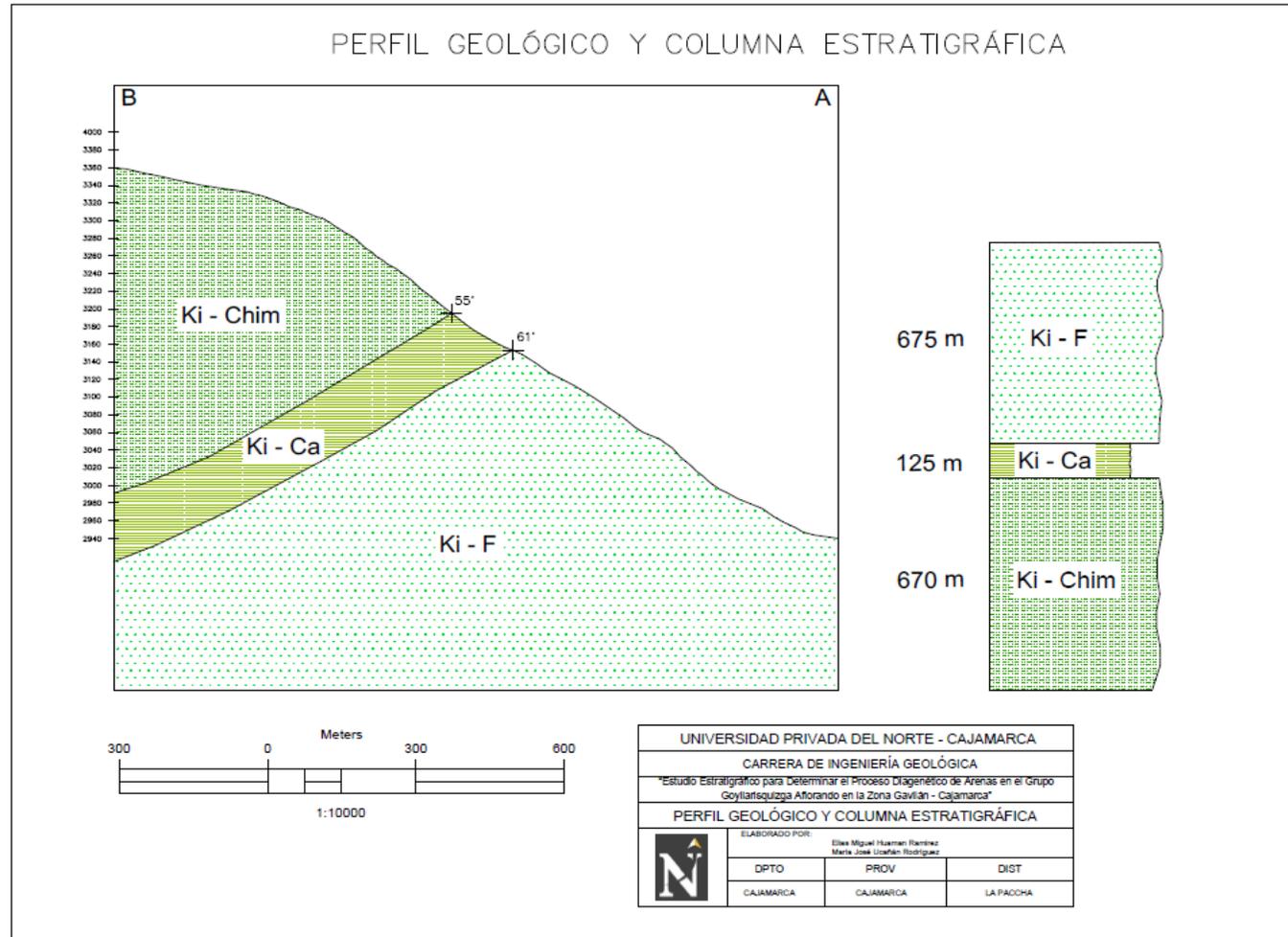


“Estudio Estratigráfico Para Determinar El Proceso Diagenético De Arenas En El Grupo Goyllarisquizga Aflorando En La Zona Gavilán – Cajamarca”

PLANO GEOLÓGICO EL GAVILÁN



ANEXO n.º 2. Perfil geológico y columna estratigráfica



ANEXO n.º 3. panel fotográfico



“Estudio Estratigráfico Para Determinar El
Proceso Diagenético De Arenas En El Grupo
Goyllarisquizga Aflorando En La Zona Gavilán –
Cajamarca”



“Estudio Estratigráfico Para Determinar El
Proceso Diagenético De Arenas En El Grupo
Goyllarisquizga Aflorando En La Zona Gavilán –
Cajamarca”

