

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



**TESIS**

**CARACTERIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA Y PALEOAMBIENTAL DE LAS  
SECUENCIAS SEDIMENTARIAS DEL CRETÁCICO SUPERIOR ENTRE LOS  
CASERÍOS DE CHETILLA Y LAGUNA CHAMIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓLOGO**

**Autor:**

**Bach. Díaz Ortiz Félix Amstrong Gerson**

**Asesor:**

**Dr. Ing. Lagos Manrique Alejandro Claudio**

**CAJAMARCA- PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, hermano y amigos, por su apoyo constante para hacer realidad este trabajo de investigación.

***AMSTRONG***

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad Nacional de Cajamarca, a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería por la formación que me dio como profesional y a todos mis docentes por haberme inculcado todo este tiempo no solo conocimiento sino también valores.

A mi asesor Dr. Ing. Alejandro Claudio Lagos Manrique por su gran ayuda en el desarrollo de esta investigación. A mi familia por el apoyo incondicional para realizar esta tesis.

***AMSTRONG***

# ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ABREVIATURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II.....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	3
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	3
2.1.3. Antecedentes Locales.....	4
2.2. BASES TEÓRICAS.....	5
2.2.1. Estratigrafía.....	5
2.2.2. Ambiente carbonatado.....	5
2.2.3 Principios fundamentales de la estratigrafía.....	6
2.2.4 Tipos de Estratificación.....	8
2.2.5. Tasa de sedimentación.....	10
2.2.6. Paleoambiente.....	13
2.2.7. Formación.....	13
2.2.8. Facies.....	13
2.2.9. Columnas estratigráficas.....	13
2.2.10. La ley o regla de Walther.....	14
2.2.11. Estratigrafía secuencial.....	14
2.2.12. Correlación estratigráfica.....	15
2.2.13. Bioestratigrafía.....	16
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	17

	Pág.
CAPÍTULO III.....	19
MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
3.1.1. Ubicación Política.....	19
3.1.2. Ubicación Geográfica.....	19
3.1.3. Accesibilidad.....	19
3.1.4. Clima.....	22
3.1.5. Vegetación.....	22
3.2. PROCEDIMIENTOS.....	25
3.2.1. Etapa Preliminar de Gabinete.....	25
3.2.2. Etapa de Campo.....	26
3.2.3. Etapa de Análisis e Interpretación.....	26
3.3. TIPO, NIVEL, DISEÑO Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	26
3.3.4. Población de Estudio.....	27
3.3.5. Muestra.....	27
3.3.6. Unidad de Análisis.....	27
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	27
3.4.1. Técnicas.....	27
3.4.2. Instrumentos y equipos.....	27
CAPÍTULO IV.....	29
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	29
4.1. GEOLOGÍA LOCAL.....	29
4.1.1. Grupo Pulluicana (Ks- pu).....	31
4.1.1.1. Formación Yumagual (Ks- yu).....	31
4.1.2. Grupo Quilquiñan (Ks- q).....	32
4.1.3. Formación Cajamarca (Ks- c).....	33
4.2. DESCRIPCIÓN DE LA FORMACIÓN YUMAGUAL.....	34
4.2.1. Características litológicas.....	34
4.2.2. Características estratigráficas.....	35
4.2.3. Estructuras sedimentarias.....	35
4.2.4. Edad y correlación.....	36
4.2.5. Ambiente de sedimentación.....	37
4.2.6. Estudio Paleontológico de los fósiles hallados.....	37

	Pág.
4.2.7. Profundidad de hábitat de los fósiles .....	41
4.2.8. Temperatura de las aguas de mar .....	41
4.2.9. Caracterización Paleoambiental de la Formación Yumagual .....	41
4.2.10. Estudio Petrológico.....	47
4.3. DESCRIPCIÓN DEL GRUPO QUILQUIÑAN: FORMACIÓN ROMIRÓN Y FORMACIÓN COÑOR.....	49
4.3.1. Características litológicas .....	49
4.3.2. Características estratigráficas.....	49
4.3.3. Edad y correlación.....	50
4.3.4. Ambiente de sedimentación .....	50
4.3.5. Estudio paleontológico .....	50
4.3.6. Profundidad .....	52
4.3.7. Temperatura .....	52
4.3.8. Caracterización Paleoambiental del Grupo Quilquiñán.....	52
4.3.9. Estudio Petrológico.....	56
4.4. DESCRIPCIÓN DE LA FORMACIÓN CAJAMARCA .....	58
4.4.1. Características litológicas .....	58
4.4.2. Características estratigráficas.....	58
4.4.3. Edad.....	58
4.4.4. Ambiente de sedimentación marino.....	59
4.4.5. Columna estratigráfica de la Formación Cajamarca .....	59
4.4.6. Block diagrama del ambiente de depositación.....	61
4.4.7. Estudio Petrológico .....	64
4.5. DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE DEPOSITACIÓN .....	66
4.6. ANÁLISIS DE LAS CUENCAS DEL CRETÁCICO SUPERIOR.....	67
4.6.1. Ubicación del depocentro de la Formación Yumagual .....	67
4.6.2. Ubicación del depocentro del Grupo Quilquiñán.....	68
4.6.3. Ubicación del depocentro de la Formación Cajamarca.....	69
4.6.4. Comportamiento del depocentro durante el Cretácico superior .....	69
4.6.5. Ambiente de depositación de las secuencias del Cretácico superior .....	70
4.6.5.1. Ambiente de depositación de la Formación Yumagual .....	70
4.6.5.2. Ambiente de depositación de la Formación Yumagual .....	71
4.6.5.3. Ambiente de depositación de la Formación Cajamarca .....	72

	Pág.
4.7. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	72
CAPÍTULO V.....	73
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
5.1. CONCLUSIONES.....	73
5.2. RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
ANEXOS.....	77

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Coordenadas geográficas.....	19
Tabla 2. Resumen de tramos.....	22
Tabla 3. Superficie y Porcentaje por Rangos de Pendiente.....	23
Tabla 4. Fósiles recolectados en la Formación Yumagual.....	37
Tabla 5. Coordenadas de EstaciónN°01 (COL-1).....	42
Tabla 6. Rocas recolectadas en la Formación Yumagual.....	47
Tabla 7. Relación de fósiles estudiados.....	50
Tabla 8. Coordenadas de EstaciónN°02 (COL-2).....	53
Tabla 9. Rocas recolectadas en el Grupo Quilquiñán.....	56
Tabla 10. Coordenadas de EstaciónN°03 (COL-3).....	59
Tabla 11. Rocas recolectadas en la Formación Cajamarca.....	64
Tabla 12. Interpretación de la profundidad de depositación de las rocas calcáreas del Cretácico superior.....	66
Tabla 13. Representación del porcentaje de sedimentos arcillosos de las unidades del Cretácico superior.....	67



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Tipos más simples de geometrías de estratos de acuerdo con su continuidad, forma de las superficies de estratificación y variación lateral de espesor..	9
Figura 2. Factores que controlan la sedimentación (litología y tasa de sedimentación) de cada área concreta del medio receptor.....	11
Figura 3. Ley de Walter. Una secuencia vertical de facies corresponde al registro a través del tiempo de su sucesión lateral.....	14
Figura 4. Las diferencias entre apareamiento y correlación: A. Apareamiento de estratos aparentemente similares; B. Correlación verdadera.....	16
Figura 5. Ubicación política.....	20
Figura 6. Accesibilidad a la zona de investigación.....	21
Figura 7. Eucaliptos que se observan cerca de Laguna Chamis.....	22
Figura 8. Ladera con presencia de pinos cerca de la Laguna Chamis.....	23
Figura 9. Lomada donde se pueden apreciar algunos cultivos de maíz. Foto tomada cerca de la Laguna Chamis.....	24
Figura 10. Planicie casi horizontal de uso recreativo para la población. Foto tomada cerca al Centro Poblado de Cushunga.....	24
Figura 11. Plano geológico.....	30
Figura 12. Se observan los tres Miembros de la Formación Yumagual. Foto tomada cerca al Caserío de Laguna Chamis.....	32
Figura 13. Afloramientos de la Formación Chulec, Formación Pariatambo y Formación Yumagual. Foto tomada en Urubamba.....	32
Figura 14. Afloramiento del Grupo Quilquiñán que se observa al pie de la carretera que conduce al Centro Poblado Chetilla.....	33
Figura 15. Afloramientos de calizas macizas de la Formación Cajamarca. Nótese la coloración homogénea de las calizas. Foto tomada en el Centro Poblado Colpayoc...	34
Figura 16. Horizonte de arcillitas dentro de la Formación Yumagual, que es persistente a nivel regional. Foto tomada cerca al Centro Poblado Laguna Chamis....	35
Figura 17. Nódulos calcáreos en el miembro medio de la Formación Yumagual. Foto tomada cerca al Centro Poblado Laguna Chamis.....	36
Figura 18. Nódulos calcáreos extraídos del miembro medio de la Formación Yumagual. Foto tomada cerca al Centro Poblado Laguna Chamis.....	36
Figura 17. Descripción del fósil venus sp encontrado en el Miembro Inferior de la Formación Yumagual ubicado cerca al Centro Poblado Laguna Chamis.....	38
Figura 20. Descripción del género Lopha sp encontrado en el Miembro Superior de la Formación Yumagual. Muestra obtenida cerca al Centro Poblado de Laguna Chamis.	39
Figura 21. Descripción del género Natica sp encontrado en el Miembro Medio de la Formación Yumagual.....	40

	Pág.
Figura 22. Descripción paleontológica de <i>Nicaiolophia Nicaisei</i> .....	41
Figura 23. Medición de estratos de la Formación Yumagual. Foto tomada cerca al Centro Poblado Laguna Chamis.....	43
Figura 24. Medición de estratos del Miembro Superior de la Formación Yumagual.....	44
Figura 25. Columna estratigráfica de la Formación Yumagual. Su ubicación se encuentra en el plano N° 11.....	45
Figura 26. Representación del ambiente de depositación y paleoambiental de la Formación Yumagual.....	46
Figura 27. Descripción de marga wackstone encontrado en el Miembro Medio de la Formación Yumagual.....	47
Figura 28. Descripción de caliza packstone encontrado en el Miembro Superior de la Formación Yumagual.....	48
Figura 29. Nivel de estratos delgados del Grupo Quilquiñán. Ubicado cerca al Centro Poblado de Chetilla.....	49
Figura 30. Descripción paleontológica de la especie <i>Exogyra ponderosa</i> encontrada en la parte inferior del Grupo Quilquiñán. Espécimen ubicado cerca al Centro Poblado de Chetilla.....	51
Figura 31. Biozona de <i>Exogyra ponderosa</i> dentro del Grupo Quilquiñán hallado cerca de la localidad de Chetilla.....	51
Figura 32. Descripción paleontológica de <i>Nicaiolophia Nicaisei</i> .....	52
Figura 33. Medición de estratos de calizas grises del Grupo Quilquiñán.....	53
Figura 34. Columna estratigráfica del Grupo Quilquiñán. Su ubicación se encuentra en el plano N° 11.....	54
Figura 35. Representación del ambiente de depositación y paleoambiental del Grupo Quilquiñán.....	55
Figura 36. Descripción de caliza packstone encontrado en el Grupo Quilquiñán.....	56
Figura 37. Descripción de caliza packstone encontrado en Grupo Quilquiñán.....	57
Figura 38. Lapiaz muy característicos en las calizas de la Formación Cajamarca. Foto tomada en el Centro Poblado Chetilla.....	58
Figura 39. Medición de estratos de calizas del Miembro Superior de la Formación Cajamarca.....	60
Figura 40. Medición de estrato grueso de caliza gris del Miembro Medio de la Formación Cajamarca.....	60
Figura 41. Columna estratigráfica de la Formación Cajamarca. Su ubicación se encuentra en el plano N° 11.....	62
Figura 42. Representación del ambiente de depositación y paleoambiental de la Formación Cajamarca.....	63
Figura 43. Descripción de caliza mudstone encontrado en el Miembro Inferior de la Formación Cajamarca.....	64

	Pág.
Figura 44. Descripción de caliza mudstone encontrado en el Miembro Superior de la Formación Cajamarca.....	65
Figura 45. Ubicación del depocentro para la depositación de la Formación Yumagual.....	68
Figura 46. Ubicación del depocentro para la depositación del Grupo Quilquiñán.....	68
Figura 47. Ubicación del depocentro para la depositación de la Formación Cajamarca.....	69
Figura 48. Comportamiento de los depocentros de las cuencas del Cretácico superior.....	70
Figura 49. Ambiente de depositación de las Formación Yumagual.....	71
Figura 50. Ambiente de depositación del Grupo Quilquiñán.....	71
Figura 51. Ambiente de depositación de la Formación Cajamarca.....	72

## LISTA DE ABREVIATURAS

°C	:	Grados Celsius.
cm	:	Centímetro.
E	:	Este.
EAPIG	:	Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica.
Fm.	:	Formación.
GPS	:	Global Positioning System.
HCl	:	Ácido clorhídrico.
INGEMMET	:	Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico
Ka	:	Mil años.
km <sup>2</sup>	:	Kilómetro cuadrado.
Ks	:	Cretácico Superior
Ks-c	:	Cretácico Superior – Formación Cajamarca.
Ks-q	:	Cretácico Superior – Grupo Quilquiñán.
Ks-pu	:	Cretácico Superior – Grupo Pulluicana.
Ks-yu	:	Cretácico Superior – Formación Yumagual.
Ki-pa	:	Cretácico Inferior – Formación Pariatambo.
Ki-chu	:	Cretácico Inferior – Formación Chulec.
Ki-in	:	Cretácico Inferior – Formación Inca.
Ki-f	:	Cretácico Inferior – Formación Farrat.
Ki-ca	:	Cretácico Inferior – Formación Carhuaz.
Ki-sa	:	Cretácico Inferior – Formación Santa.
Ki-chim	:	Cretácico Inferior – Formación Chimu.
mm	:	Milímetros
Ma	:	Millón de años
m	:	Metro
msnm	:	Metros sobre el nivel del mar.
N	:	Norte.

Nm-vp	:	Paleógeno Neógeno – Volcánico Porculla.
NO	:	Noroeste.
NE	:	Noreste.
Nº	:	Número.
O	:	Oeste.
Pág.	:	Página.
Q-al	:	Cuaternario aluvial.
Q-fl	:	Cuaternario fluvial.
S	:	Sur.
Sp	:	Sin precisar.
SO	:	Suroeste.
SE	:	Sureste
etc	:	Etcétera.
UTM	:	Universal Transverse Mercator.
WGS 84	:	World Geodetic System 1984.

## RESUMEN

La investigación se ubica entre los Caseríos de Laguna Chamis y Chetilla. El estudio consistió en determinar la caracterización estratigráfica de las Formaciones del Cretácico superior como son la Formación Yumagual, Grupo Quilquiñán y Formación Cajamarca. Para ello realizó salidas al campo para identificar la litología, medir el grosor de los estratos, recolectar fósiles y muestras de roca para su análisis posterior. Se elaboró columnas estratigráficas de cada unidad. Dentro de los objetivos son caracterizar la estratigrafía y el paleoambiente a las Formaciones del Cretácico superior. Se concluye que la Formación Yumagual está constituida por calizas mudstone, wackstone y grainstone intercalado con calizas arcillosas y limoarcillitas calcáreas, identificándose un nivel limoarcillítico de coloración gris amarillenta. Esta unidad se ha depositado en un ambiente marino de aguas agitadas con abundante contenido de arcillas (provenientes de las zonas de aporte). El Grupo Quilquiñán está conformado por estratos crecientes de centímetros a métricos. Litológicamente está constituida por calizas mudstone, wackstone calizas arcillosas y limoarcillitas calcáreas. La coloración persistente es gris oscuro. El análisis de cuencas indica que esta unidad se depositó en un ambiente marino poco profundo y cuyo depocentro está un poco más alejado de la zona de aporte con respecto a la Formación Yumagual. La Formación Cajamarca está constituida por calizas mudstone, wackstone. Esta muestra un poco porcentaje de sedimentos arcillosos lo que indica una depositación en un ambiente marino profundo y cuyo depocentro se ubicaba muy alejado de la zona de aporte lo cual explica el poco contenido de sedimentos terrígenos. Estratigráficamente consiste de una secuencia estratodecreciente.

**Palabras claves:** Estratocreciente, depocentro, depositación

## ABSTRACT

The investigation is located between the Caseríos de Laguna Chamis and Chetilla. The study consisted of determining the stratigraphic characterization of the Upper Cretaceous Formations such as the Yumagual Formation, the Quilquiñán Group and the Cajamarca Formation. To do this, he made trips to the field to identify the lithology, measure the thickness of the strata, collect fossils and rock samples for later analysis. Stratigraphic columns of each unit were drawn up. Among the objectives are to characterize the stratigraphy and paleoenvironment of the Upper Cretaceous Formations. It is concluded that the Yumagual Formation is made up of mudstone, wackstone and grainstone limestone interspersed with argillaceous limestone and calcareous silt-claystones, identifying a gray-yellowish silt-clay level. This unit has been deposited in a marine environment of agitated waters with abundant clay content (from the supply areas). The Quilquiñán Group is made up of strata increasing from centimeters to metric. Lithologically, it is made up of mudstone limestone, wackstone, argillaceous limestone, and calcareous siltstone. The persistent coloration is dark gray. The basin analysis indicates that this unit was deposited in a shallow marine environment and whose depocenter is a little further from the contribution zone with respect to the Yumagual Formation. The Cajamarca Formation is made up of mudstone and wackstone limestone. This shows a small percentage of clayey sediments, which indicates a deposit in a deep marine environment and whose depocenter was located very far from the contribution zone, which explains the low content of terrigenous sediments. Stratigraphically it consists of a stratodecreasing sequence.

Keywords: Stratocent, depocenter, deposition

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

El Cretácico superior en la localidad de Cajamarca está representado por la Formación Yumagual, Grupo Quilquiñan y la Formación Cajamarca. Entre la Laguna Chamis y Chetilla ubicados en la provincia de Cajamarca afloran estas formaciones en forma extensa. Se encuentran formado ambos flancos del sinclinal Urubamba cuyo eje posee una orientación NO - SE, estando la Formación Cajamarca en el núcleo del sinclinal. Por las características litológicas, contenido fosilífero y contenido de sedimentos arcillosos de estas tres formaciones geológicas indican que estas se depositaron en un ambiente marino de aguas poco profundas a excepción de la Formación Cajamarca que se depositó a una mayor profundidad.

Para la realización de la presente investigación se tuvieron que confeccionar columnas estratigráficas de las tres unidades geológicas, recolectar fósiles y rocas para posteriormente ser estudiados analizados e interpretados, de esta forma se determinó la caracterización estratigráfica y paleoambiental. El análisis de las columnas estratigráficas ha permitido evaluar la variación vertical y horizontal.

El problema principal es ¿Cuál es la Caracterización Estratigráfica y Paleoambiental de la secuencia sedimentaria del Cretácico Superior en los caseríos de Chetilla y Laguna Chamis?, ¿Cuáles son las variaciones laterales y verticales de facies de las secuencias sedimentarias?, ¿Cuál es la paleogeografía del ambiente de depositación?

Para lo cual se tiene la siguiente hipótesis: La caracterización Estratigráfica y Paleoambiental de las Formaciones Geológicas del Cretácico Superior en los caseríos de Chetilla y Laguna Chamis se determinan por las características litológicas, de texturas, de ambiente de sedimentación, estructuras, tiempo cronoestratigráfico.

La justificación de este estudio es proporcionar conocimientos acerca de la estratigrafía y bioestratigrafía que se puedan utilizar en la interpretación



acerca del modo de la depositación, de la variación lateral y vertical de facies de las secuencias sedimentarias del Cretácico Superior.

El estudio consistirá en la recolección de fósiles y muestras de rocas y la elaboración de tres columnas estratigráficas, una para cada unidad para su interpretación.

Dentro del objetivo principal es el de determinar la caracterización estratigráfica y paleoambiental de las secuencias sedimentaria del Cretácico superior.

El capítulo I se refiere a la parte introductoria, en donde se hace una introducción de la investigación en forma general. En el capítulo II, se tiene el Marco Teórico donde están los antecedentes teóricos de la investigación internacionales, nacionales y locales, también están las bases teóricas en que se basó la investigación y finalmente se tiene definición de los términos básicos.

El capítulo III trata de la sección de materiales y métodos donde se explican los métodos utilizados, procedimientos de investigación, identificación de variables, técnicas, instrumentos y equipos utilizados y también se describen los resultados del estudio.

El capítulo IV comprende al análisis y discusión de los resultados, incluyendo la contrastación de hipótesis. El capítulo V corresponde a las conclusiones y recomendaciones. Y en la última parte se encuentran la bibliografía y anexos.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

**Carvajal (2015).** Estratigrafía Secuencial del Cretácico Superior (Formaciones Toro Toro y el Molino) en los sinclinales del Río Caine y Toro Toro. Departamento de Potosí. La Paz Bolivia. El autor llega a las siguientes conclusiones: El Cretácico Superior está representado por las Formaciones Toro Toro y El Molino y son concordantes, pero litoestratigráficamente diferentes; la sección Quebrada Cuchirawaycko es más espesa y representativa que la sección Puente La Viña, por lo que se la tomó como guía y modelo para la interpretación general del estudio; el estudio de estratigrafía secuencial permitió identificar sucesiones, paleoambientes y secuencias para definir características dentro de la unidad estudiada.

**Casal et al. (2015).** Análisis Estratigráfico y Paleontológico del Cretácico Superior en la Cuenca del Golfo San Jorge. Estos autores llegan a las siguientes conclusiones: Las características litológicas, estratigráficas y paleontológicas del registro más moderno del Grupo Chubut permitieron proponer una nueva unidad litoestratigráfica dentro del grupo; el contenido paleontológico de restos de dinosaurios permitió definir una edad comprendida entre el Coniaciano- Maastrichtiano.

##### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

**Jacay (2005),** Análisis de la Sedimentación del Sistema Cretáceo de Los Andes del Perú Central. Nos indica que del Cretáceo Superior tiene registro de dos ciclos de regresivos, la regresión del Albiano Superior - Cenomaniano Medio y la regresión del Santoniano - Campaniano, asociados con los ciclos transgresivos del Cenomaniano Medio-Superior y del Coniaciano.

### 2.1.3. Antecedentes Locales

**Lagos y Quispe (2007)**, Aportes al análisis de Cuencas Sedimentarias en los alrededores de las localidades de los Baños del Inca, Cruz Blanca, Otuzco, Distrito de Cajamarca. Trabajo presentado al XII Congreso Peruano de Geología. En esta investigación los autores realizan el análisis del comportamiento de la cuenca, durante el proceso de relleno sedimentario durante el Cretáceo Inferior y el Superior. Concluyen que las características estratigráficas de las unidades del Cretácico Superior se mantienen casi constantes a lo largo de estas localidades.

**Medina (2014)**, Estratigrafía Secuencial de la Formación Yumagual en el Distrito Minero de Hualgayoc- Cajamarca. La autora realiza un estudio detallado de la Estratigrafía Secuencial de la Formación Yumagual del Cretácico Superior. Llega a las siguientes conclusiones: La Formación Yumagual posee tres secuencias estratigráficas bien definidas, la primera constituida por calizas nodulosas, seguida de calizas fosilíferas intercaladas con arcillitas y por último por margas y calizas grises gruesas poco marmolizadas; todas estas unidades se habrían depositado en un mar de poca profundidad.

**López (2021)**, Estudio Lito y Bioestratigráfico del grupo Crisnejas entre las localidades de Pampa de La Culebra y Polloc - La Encañada. Nos indica que la columna Lito-Bioestratigráfica del Grupo Crisnejas posee un espesor de 384 m. y en la parte inferior la Formación Chúlec su espesor es de 204 m. mientras que la parte superior la Formación Pariatambo posee un espesor de 180 m. y que el fósil *Oxitropidoceras carbonarium*, que fue identificado en la Formación Pariatambo, le indicó un ambiente marino y una edad relativa de 109.0 - 99.6 millones de años de antigüedad que corresponde al piso Albiense – Cenomaniense.

**Rodríguez (2022)**, Caracterización Estratigráfica y Sedimentológica del Cretácico en el Distrito La Encañada. Nos dice que la Formación Yumagual presenta pocos niveles fosilíferos reconocibles lo que indica una

transgresión marina, las calizas packstone - wackestone con bioclastos desgastados y fragmentados aluden una inversión textural; las partículas dominantes con alta energía descendieron por pendientes locales a emplazamientos de baja energía.

**Terrones (2014)**, Caracterización Litológica y Paleontológica de la Formación Yumagual en el Distrito de Cajamarca. Realiza un análisis macroscópico de la litología y paleontología de la Formación Yumagual (Albiano superior – Cenomaniano inferior), en el distrito de Cajamarca (en los caseríos de Puyllucana, Ronquillo y Choropunta). Concluye que los fósiles presentes en estas tres zonas son perfectamente correlacionables con la Formación Yumagual.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. Estratigrafía**

La estratigrafía es la ciencia del estudio de los estratos, que incluye las relaciones cronológicas entre los estratos, la secuencia de los estratos, la correlación de estratos de manera local y global, la secuencia estratigráfica y la secuencia cronológica. La estratigrafía tiene una aplicación especial en el estudio de la reconstrucción de los movimientos de las placas (tectónica de placas) y en la revelación de la compleja historia de los movimientos de la línea de costa, tanto hacia tierra como hacia el mar (transgresión y regresión; subida y bajada del nivel del mar a lo largo del tiempo). Esto es gracias a los recientes desarrollos en sismología y paleomagnetismo. (Blandón, 2002).

### **2.2.2. Ambiente carbonatado**

En gran parte del mundo se encuentra inmensas secuencias de carbonatos. Una de las rocas más importantes que podríamos encontrar en cualquier sector de la tierra firme. El ambiente de los carbonatos se puede caracterizar de baja hasta mediana profundidad - con aguas tibias.

Generalmente las plataformas continentales - significa la mayoría de las calizas se formaban en un ambiente geotectónico continental - pero claro que la caliza es una formación marina. Una razón de las altas cantidades de calizas en la tierra es justamente la inmediata cercanía de su ambiente de formación a la tierra firme. Como muchos no pertenecen al "original" fondo marino es relativamente fácil que se quedan para siempre como roca a la tierra firme. Los ambientes del mar profundo no corren la misma suerte: Casi su totalidad desaparece en una u otra zona de subducción (Griem, 2020).

### **2.2.3 Principios fundamentales de la estratigrafía**

#### **2.2.3.1 Principio de la horizontalidad original y continuidad lateral de los estratos**

Emitido por Steno, establece que en el momento de depositarse los estratos eran horizontales y paralelos a la superficie (horizontalidad original) y que están delimitados por dos planos que muestran continuidad lateral. Recientes estudios de geometría de los estratos en esta área, especialmente usando técnicas de subsuelo, nos han dado conocimiento de excepciones a este principio donde los estratos se alinean paralelos a la superficie depositacional, pero no necesariamente horizontales, sino con una ligera inclinación inicial. La aplicación de este principio ha llevado a la opinión actual de que las superficies de estratificación se consideran isócronas. (Vera, 1994).

#### **2.2.3.2 Principio de la superposición**

Propuesto por primera vez por Steno y desarrollado por Lehmann, establece que, en una serie de estratos, el más bajo es la más antiguo y el más alto el más moderno. Este principio es la base para la sucesión temporal de estratos (o conjunto de estos) casi horizontales y se puede aplicar a materiales estratificados donde la deformación tectónica posdeposicional no implica inversión estratigráfica. Hay algunas

excepciones a este principio, que siempre están asociadas con hiatos que indican etapas anteriores de erosión material, como la deposición de nuevos sedimentos en cavidades excavadas en otros sedimentos (como cuevas). Este principio es ampliamente utilizado en la actualidad, aunque también se apoya en el criterio de polaridad vertical, y es la base de los estudios de perfiles estratigráficos, técnica imprescindible en cualquier estudio estratigráfico (Vera, 1994).

### **2.2.3.3 Principio del uniformismo o actualismo**

Publicado por Hutton y desarrollado posteriormente por Lyell, establece que los procesos que han ocurrido a lo largo de la historia de la Tierra son uniformes (uniformismo) y similares a los procesos actuales (actualismo). Como resultado del desarrollo inicial de la teoría, se utilizó correctamente como método de trabajo con algunas modificaciones menores. En primer lugar, se debe tener en cuenta que el proceso no es completamente homogéneo, sino que cambia de ritmo e intensidad, y contiene factores no repetibles, por ejemplo, organismos cambiantes lineales (no cíclica) de acuerdo con las pautas establecidas por la teoría. acerca de la evolución.

La interpretación del material sedimentario antiguo en comparación con el material sedimentario actual es una de las aplicaciones básicas de este principio. El principio de actualismo es la base en muchas interpretaciones estratigráficas, toma un intervalo de tiempo largo como referencia "actual" (por ejemplo, Cuaternario) (Vera, 1994).

### **2.2.3.4 Principio de la sucesión faunística o de la correlación**

Publicado por Smith y desarrollado por Cuvier, forma la base para la datación relativa de materiales estratificados. Implica el reconocimiento de que en cada intervalo de la historia geológica (representada por una formación o conjunto de formaciones), los organismos que existieron y por lo tanto podrían fosilizarse son diferentes y no repetibles. Este principio permite establecer correlaciones (comparaciones en el tiempo) entre

materiales de la misma edad de ambientes geográficos muy distantes, ya que muchos organismos tienen extensiones horizontales prácticamente mundiales (Vera, 1994).

#### **2.2.3.5 Principio de la simultaneidad de eventos**

Este nos indica que los fenómenos comunes que vemos hoy han ocurrido en la naturaleza en el pasado, y que otros fenómenos raros y eventuales (eventos) coinciden su mayoría con grandes catástrofes. Estos eventos (por ejemplo, cambios climáticos, cambios en el nivel del mar, cambios en el campo magnético terrestre, grandes terremotos, erupciones volcánicas.) pueden reflejarse en formaciones en lugares muy diferentes y son un excelente criterio de correlación, a veces incluso a escala global (Vera, 1994).

#### **2.2.4 Tipos de Estratificación**

Se basa en dos aspectos fundamentales: la geometría de los estratos individuales y los rasgos distintivos de las asociaciones de estratos sucesivos.

##### **2.2.4.1 Por la geometría de los estratos**

**a. Estratos tabulares:** Cuando las dos superficies de estratificación (techo y muro) son planas y paralelas entre sí.

**b. Estratos irregulares, con muro erosivo:** Son estratos con gran extensión lateral, con un muro irregular y un techo plano, por lo que su espesor varía.

**c. Estratos acanalados:** Con escasa extensión lateral y espesor muy variable, con una geometría interna semejante a la de la sección de un canal.

**d. Estratos en forma de cuña:** Se trata de estratos limitados por superficies planas no paralelas entre sí, que terminan lateralmente por pérdida progresiva de espesor.

**e. Estratos lenticulares:** Son discontinuos con el muro plano y el techo convexo. Una variante de estos son los estratos con forma biconvexa.

**f. Estratos ondulados:** Se caracterizan por ser continuos con muro plano y techo ondulado, con estructuras de ripples de corrientes o de olas.

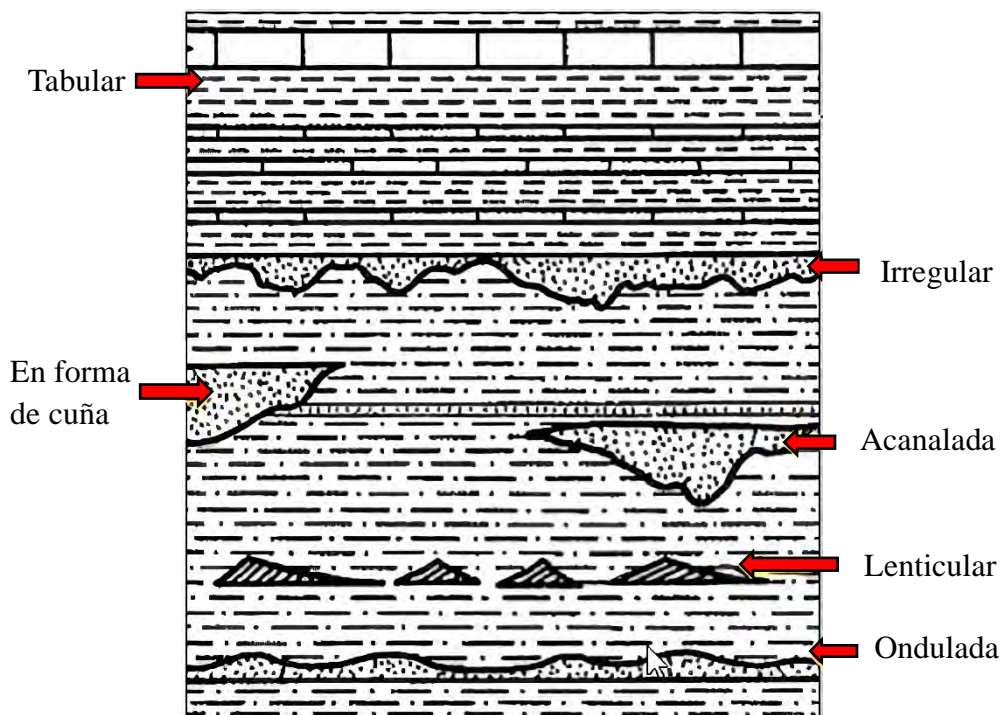


Figura 1. Tipos más simples de geometrías de estratos de acuerdo con su continuidad, forma de las superficies de estratificación y variación lateral de espesor.

Fuente: Tomado de Vera, (1994).

#### 2.2.4.2 Asociación de estratos

Cuando se analizan conjuntos de estratos superpuestos se puede realizar diversas clasificaciones basadas en criterios de tipo descriptivo, que en gran parte representan diferentes tipos genéticos.



**a. Uniforme:** Los espesores de los estratos sucesivos tienen todos ellos unos valores análogos, con un valor real muy cercano a la media estadística de todos los espesores.

**b. Aleatoria o de espesor variable:** Los espesores de los diferentes estratos superpuestos son muy variables y no presentan ninguna ordenación definida.

**c. Estratocreciente:** Los espesores tienen una ordenación en lotes de estratos con valores de espesores crecientes hacia el techo, dentro de cada lote. Este tipo de ordenamiento también se le conoce con el nombre de secuencia negativa.

**d. Estratodecreciente:** Es el contrario del anterior, o sea, con disminución de los espesores de los estratos hacia el techo en cada lote. Este tipo de ordenamiento también se le conoce con el nombre de secuencia positiva.

**e. En haces:** Los espesores de los estratos se distribuyen por lotes de estratos de espesores uniformes dentro de cada lote y diferentes entre lotes.

Un segundo tipo de clasificación estaría basado en la litología de los estratos que se superponen. Se pueden diferenciar los siguientes tipos: homogénea cuando los estratos sucesivos tienen la misma naturaleza, heterogénea cuando estos cambian de manera desordenada, rítmica cuando alternan ordenadamente dos tipos de litología y cíclica cuando el módulo que se repite es de más de dos litologías (Vera, 1994).

### **2.2.5. Tasa de sedimentación**

La tasa de sedimentación correspondiente de un intervalo estratigráfico concreto es la relación entre su espesor y la duración de su intervalo temporal de formación. Por tanto, para poder medir la tasa de sedimentación necesitamos dos magnitudes: el espesor del intervalo estratigráfico seleccionado y la diferencia de tiempo entre los niveles

superior e inferior. En medios sedimentarios actuales se estudian los sedimentos más recientes, en especial hasta donde la técnica del carbono-14 puede ser aplicada. En ellos el espesor se obtiene por medida directa, especialmente mediante sondeos, y la diferencia de tiempo por radiometría (Vera, 1994).

Varios factores controlan la sedimentación en cada área concreta del medio receptor. La interacción de estos factores regula la litología de los sedimentos y la tasa de sedimentación. Estos factores son: aportes, subsidencia (y movimientos tectónicos) y los cambios del nivel del mar. Antes de describir el papel de cada uno de ellos conviene definir el concepto de capacidad de recepción de sedimentos de un medio.

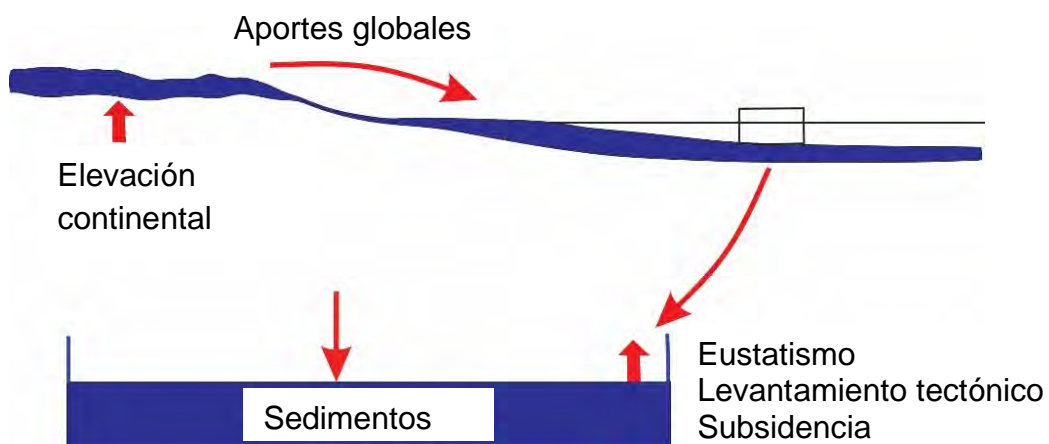


Figura 2. Factores que controlan la sedimentación (litología y tasa de sedimentación) de cada área concreta del medio receptor.

Fuente: Tomado de Blandon, (2002).

### a. Aportes

Se denominan aportes al conjunto de materiales que llegan al medio receptor procedentes del medio generador y que, por tanto, pueden ser depositados. La naturaleza de los aportes depende de la composición de las rocas que afloran en el medio generador, de las condiciones climáticas en las que tuvo lugar la destrucción de las mismas y de la naturaleza e intensidad del transporte.

## **b. Subsistencia y movimientos tectónicos verticales**

Con el nombre de subsidencia se denomina al proceso tectónico de hundimiento del fondo de una cuenca sedimentaria simultáneo al depósito durante un largo periodo de tiempo. La subsidencia puede medirse valorando el hundimiento por unidad de tiempo (tasa de subsidencia) y sus valores se expresan en las mismas unidades que la tasa de sedimentación (Bubnoff, mm/ka, o m/Ma). El término "tasa de subsidencia" se refiere al hundimiento medio de una cuenca durante un intervalo de tiempo y no a los valores puntuales de dicho.

## **c. Cambios del nivel del mar y eustatismo**

Se llama "nivel relativo del mar" a la distancia entre la superficie del agua y el fondo. Este nivel cambia frecuentemente a lo largo del tiempo por los siguientes factores:

**d. Relación aportes/subsidencia.** Los aportes tienden a rellenar la cuenca y con ello a descender el nivel relativo del mar, mientras que la subsidencia tiene el efecto contrario y, por tanto, tiende a elevar el nivel relativo del mar. En los intervalos de tiempo en los que los aportes superen en volumen al vacío dejado por la subsidencia el nivel relativo del mar descenderá, mientras que en los episodios en los que la subsidencia sea más importante que los aportes el nivel relativo del mar se elevará.

**e. Levantamiento tectónico.** Cuando el fondo de una cuenca sedimentaria está sometido a un levantamiento tectónico el nivel relativo del mar desciende. Si el levantamiento supera en magnitud a la batimetría se llega a la emersión.

**f. Cambios eustáticos.** Con este nombre se denominan a los cambios del nivel del mar que afecten amplios sectores de la Tierra (o a su totalidad). Los cambios eustáticos modifican el "nivel absoluto del mar", o sea, el nivel medio de los océanos a lo largo del tiempo.

### **2.2.6. Paleoambiente**

Es un ambiente o medio sedimentarios antiguo. Su estudio es de mucha importancia pues permite reconstruir la historia pasada de los procesos geológicos (Vera, 1994).

### **2.2.7. Formación**

Es una secuencia de rocas generalmente de características semejantes en cuanto a litología, fósiles y edad. Por lo tanto, poseen unas facies semejantes y cercanas y fuentes de aportes de materiales también semejantes. Representa la unidad litogenética fundamental en la clasificación local y regional de las rocas. determina también la ubicación exacta en la columna geológica de la región y por lo tanto la edad de las rocas. Algunas formaciones tienen alcance regional y territorial (Dávila,1999).

### **2.2.8. Facies**

Es el conjunto de características litológicas (composición, textura y estructuras sedimentarias) y paleontológicas que definen a una roca y que permite su diferenciación de las demás. El concepto de asociación de facies es fundamental para definir mecanismos de formación de los depósitos sedimentarios, así como proponer modelos sobre sistemas y ambientes de depósito en una cuenca sedimentaria (Vera, 1994).

### **2.2.9. Columnas estratigráficas**

Se define como una representación vertical de la superposición de distintos fenómenos físicos presentes en la naturaleza los cuales, a lo largo del tiempo geológico se depositan los diferentes estratos y que se encuentran presentes en la actualidad. La interpretación de estos fenómenos y los ambientes donde éstos se producen (continentales y/o marinos) es clave para determinar la evolución de los distintos cambios que se han producido a lo largo de la formación de la Tierra (Navarrete, 2014).

### 2.2.10. La ley o regla de Walther

Walter 1880-1890 lo que hizo fue integrar la litología, los fósiles y el tiempo. Los conceptos desarrollados por Gressly desde sus observaciones litológicas y paleontológicas son conocidos como la ley de Walter. En efecto, Walter dio una perfecta descripción de cómo el tiempo es registrado como rocas o superficies, justo como es puesto ahora en práctica por la estratigrafía genética, también resaltó la importancia de integrar no solamente los datos paleontológicos sino también el balance de masa de sedimentos (en volumen) con el fin de seguir la línea del tiempo (Blandon, 2002).

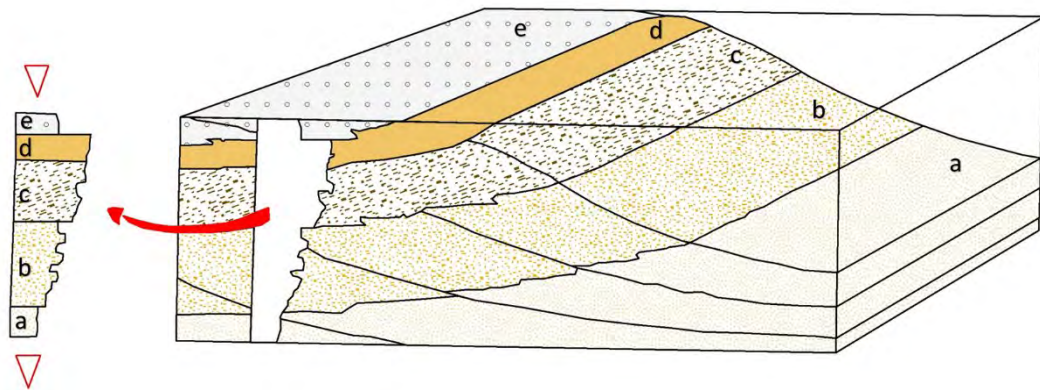


Figura 3. Ley de Walther. Una secuencia vertical de facies corresponde al registro a través del tiempo de su sucesión lateral.

Fuente: Modificado de Blandon, (2002).

### 2.2.11. Estratigrafía secuencial

La estratigrafía secuencial es el paradigma más reciente y, tal vez, el más revolucionario en geología sedimentaria. Ha renovado los métodos del análisis estratigráfico. A la diferencia de los otros tipos más convencionales de análisis estratigráficos, tales como la bioestratigrafía, la litoestratigrafía o la magneto-estratigrafía que consisten esencialmente en la colección de datos, la estratigrafía secuencial se construye tomando en cuenta:

La reconstrucción de los parámetros de controles alógenos al momento de la sedimentación y, la predicción de las arquitecturas de facies en las zonas no todavía estudiadas.

El primer aspecto suscitó (y sigue suscitando) un gran debate entre los partidarios del control eustático vs los del control tectónico de la sedimentación. El segundo aspecto proporciona a la industria petrolera una excelente herramienta de correlación para la exploración y el análisis de las cuencas.

Sin embargo, esto no quiere decir que la estratigrafía secuencial es el triunfo de la interpretación sobre los datos, o que la estratigrafía secuencial se ha desarrollado independientemente de las otras disciplinas de la geología. De hecho, la estratigrafía secuencial se construye a partir de los datos existentes; ella necesita un buen conocimiento de la sedimentología y del análisis de las facies. La estratigrafía secuencial establece las relaciones entre la sedimentología, el análisis de las cuencas y los diferentes tipos de análisis estratigráficos convencionales (Marocco, 2009).

#### **2.2.12. Correlación estratigráfica**

En el sentido más simple correlación estratigráfica es la demostración de equivalencia de unidades estratigráficas. Dos cuerpos de roca se pueden correlacionar como pertenecientes a la misma unidad litoestratigráfica o bioestratigráfica aún si esas unidades son de diferentes edades (Blandon, 2002).

**Apareamiento.** Correspondencia de datos seriados sin registro de unidades estratigráficas ejemplo: Dos unidades de roca identificadas en secciones estratigráficas en diferentes localidades teniendo en cuenta litología idéntica (dos lutitas negras pueden ser apareadas teniendo en cuenta la litología; esas unidades pueden tener equivalencia en tiempo o equivalencia litoestratigráfica).

**Correlación directa.** Puede ser establecida físicamente e inequívocamente. El trazado físico de unidades estratigráficas continuas es el método inequívoco de mostrar correspondencia de una unidad de una localidad a otra.

**Correlación indirecta.** Se puede establecer por numerosos métodos tales como comparación visual de registros de pozos, registros de polaridad inversa o semejanzas fósiles, tales comparaciones tienen diferentes grados de realidad y nunca pueden ser totalmente inequívocas.

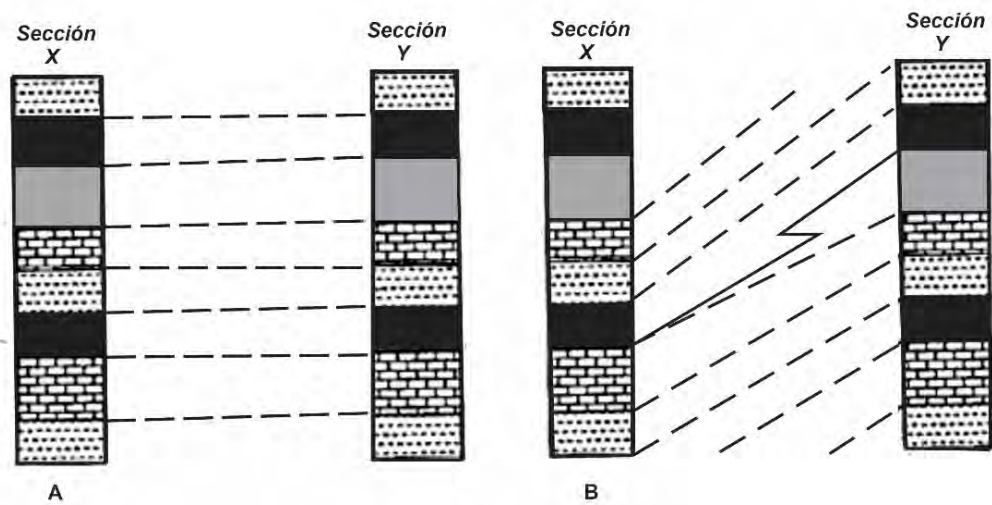


Figura 4. Las diferencias entre apareamiento y correlación: A. Apareamiento de estratos aparentemente similares; B. Correlación verdadera.

Fuente: Tomado de Blandon, (2002).

### 2.2.13. Bioestratigrafía.

La Bioestratigrafía es la parte de la Estratigrafía que se ocupa del estudio de los restos de la vida pasada conservados en los estratos y de la organización de éstos en unidades definidas con su contenido fósil. También se puede definir, como la disciplina geológica que utiliza los fósiles como una herramienta útil para poder definir las edades relativas de los estratos y poder correlacionarlos a nivel local, regional o intercontinental (Navarrete, 2014).

### 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

**Bioestratigrafía:** Se denomina Bioestratigrafía a la datación geológica que se basa en el estudio de los fósiles que se encuentran en los estratos (Dávila, 2011).

**Caliza:** Se denomina caliza a la roca sedimentarias de origen químico que está compuesta esencialmente de carbonato de calcio (Dávila, 2011).

**Facies sedimentarias:** Se denomina facies sedimentarias al conjunto de características litológicas y fosilífera de una unidad estratigráficas que es de mucha utilidad para distinguirla de las otras facies adyacentes (Reguant, 2001).

**Correlación estratigráfica:** Es la demostración de la correspondencia en carácter y/o en posición estratigráficas (Reguant, 2001).

**Litoestratigrafía:** Es la parte de la estratigrafía que se ocupa de la descripción y nomenclatura de las rocas, basándose en su litología y sus relaciones estratigráficas (Reguant, 2001).

**Unidades litoestratigráficas:** Se denominan unidades litoestratigráficas al conjunto de estratos en los que predomina una determinada de litologías o una combinación de litologías que se diferencia de las unidades adyacentes (Navarrete, 2014).

**Unidades cronoestratigráficas:** Se denominan unidades cronoestratigráficas a aquellas unidades constituidas por el conjunto de estratos formados durante un tiempo determinado (Navarrete, 2014).

**Medio sedimentario:** El concepto de medio sedimentario se refiere a un intervalo de tiempo concreto y se trata de un área de la superficie terrestre definida por sus características sedimentarias (no tectónicas) (Vera, 1994).

**Cuenca sedimentaria:** Las cuencas sedimentarias son las áreas de la superficie terrestre en las que se han podido acumular grandes espesores de sedimentos durante un largo intervalo de tiempo. De acuerdo con el esquema del ciclo geológico expuesto anteriormente la existencia de



cuencas sedimentarias, donde se acumulan importantes volúmenes de sedimentos, implica la existencia simultánea de sectores de la corteza sometidos a denudación y erosión (Vera,1994).

**Fósiles guía:** Nombre que reciben los restos de plantas o animales prehistóricos que aportan información sobre el estrato rocoso en que se encuentran. Los fósiles guía pueden utilizarse para determinar la edad de los sedimentos que forman las rocas o el medio ambiente en el que se depositaron tales sedimentos (ECURED, 2021).

## CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1.1. Ubicación Política

Se encuentra ubicada en la Región Cajamarca, Provincia de Cajamarca, en los caseríos de Chetilla y Laguna Chamis.

#### 3.1.2. Ubicación Geográfica

Se localiza en la Cordillera Occidental de los andes del Norte peruano en la Región Cajamarca, a una cota superior a 2700 msnm. Geográficamente el área de estudio se encuentra en la Región de Cajamarca, a 15 km aproximadamente. Se ubica con coordenadas geográficas, DATUM WGS-84.

Tabla 1. Coordenadas geográficas.

LONGITUD	LATITUD
768484	9212527
768484	9207527
760484	9207527
760484	9212527

#### 3.1.3. Accesibilidad

Para acceder se tiene la carretera que va desde el puente Huánuco, Laguna Chamis. La otra carretera es la que va de Cajamarca hacia Cumbemayo- Chetilla.

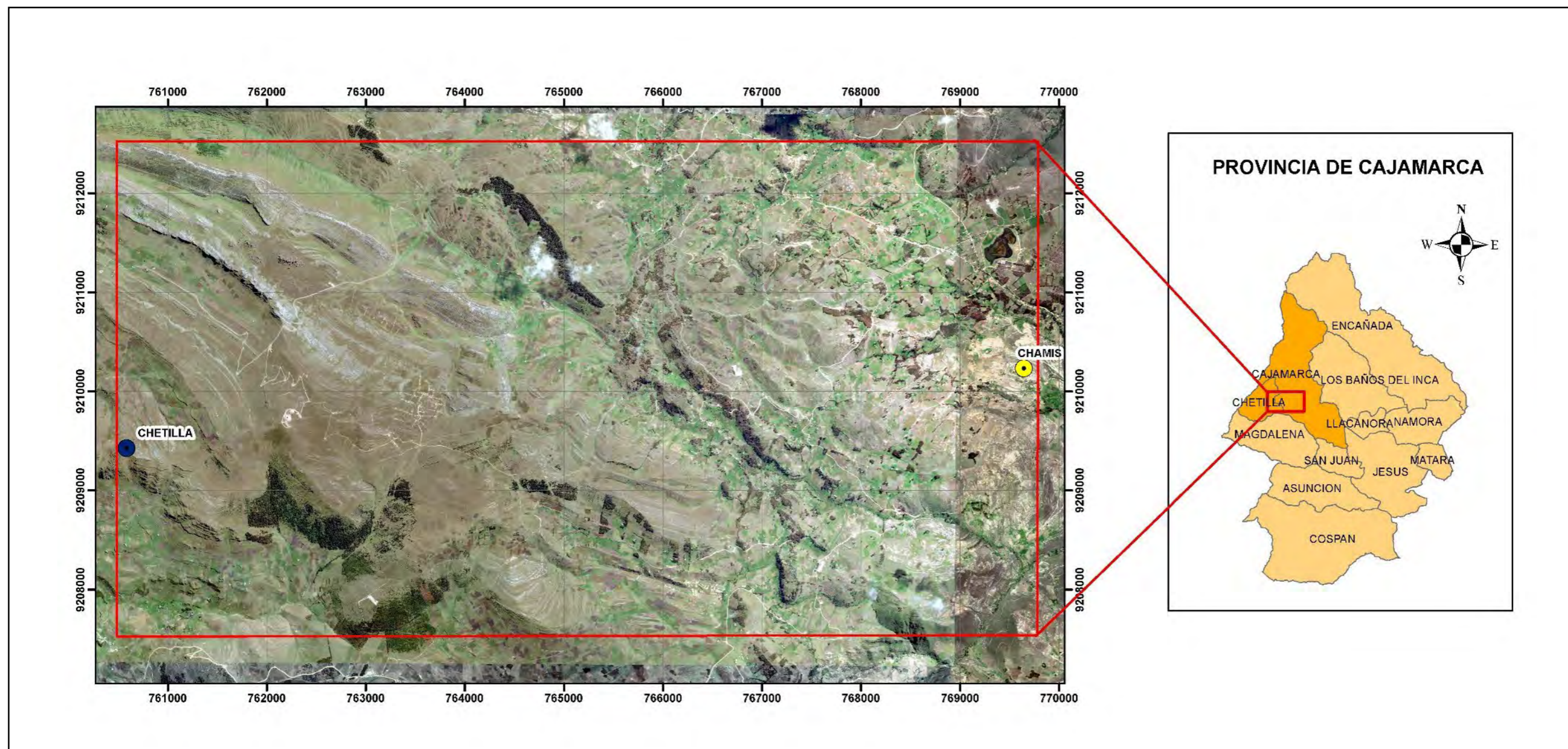


Figura 5. Ubicación política.

Fuente: Adaptado de Google Earth 2022.

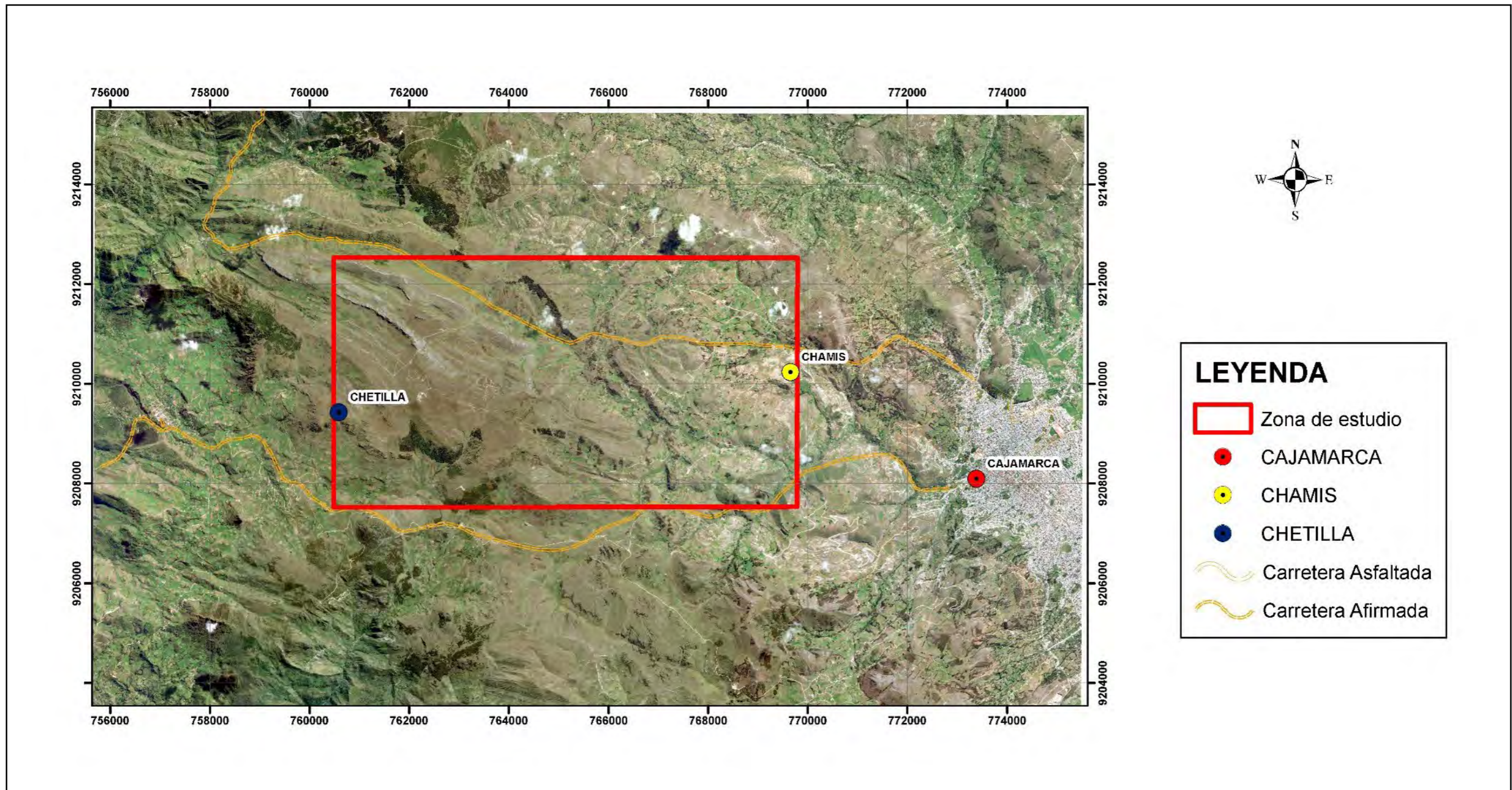


Figura 6. Accesibilidad a la zona de investigación.

Fuente: Adaptado de Google Earth 2022.

Tabla 2. Resumen de tramos.

TRAMO	TIPO DE VÍA	DISTANCIA	TIEMPO
Cajamarca- Chetilla	Afirmada	20 km	1 hora
Cajamarca- Chamis	Afirmada	10 km	40 minutos

### 3.1.4. Clima

Su clima es templado, seco; soleado durante el día, pero frío durante la noche. Su temperatura media anual es 15.6 °C, siendo época de lluvias de diciembre a marzo (SENAMHI, 2022).

### 3.1.5. Vegetación

Abundan los ichus que son propios de zonas frías y de altura. Se observan abundantes plantaciones de pinos, eucaliptos. Se observan muchos terrenos cultivados en suelos que se formaron por la meteorización de las calizas y areniscas.



Figura 7. Eucaliptos que se observan cerca de Laguna Chamis.

### 3.1.6. Geomorfología

Morfogenéticamente, se ha clasificado según el grado de pendientes de la clasificación de Rodríguez (2016).

Tabla 3. Superficie y Porcentaje por Rangos de Pendiente.

Rango de pendientes	
Tipo	Porcentaje
Planicie	0-8 %
Lomada	8-20%
Ladera	20-50%
Escarpe	> 50%

Fuente: Tomado de Rodríguez 2016.

### 3.1.6.1. Ladera

Geoforma cuya inclinación se encuentra entre los 20° a 50° de pendiente.



Figura 8. Ladera con presencia de pinos cerca de la Laguna Chamis

### 3.1.6.2. Lomada

Estas geoformas son elevaciones del terreno de similar altura que las colinas, pero con cimas más amplias, redondeadas y alargadas, y cuyas pendientes están entre 8° y 20 °.



Figura 9. Lomada donde se pueden apreciar algunos cultivos de maíz. Foto tomada cerca de la Laguna Chamis.

### 3.1.6.3. Planicie

Corresponde a zonas cuya superficie presentan ligeras ondulaciones, las mismas que se localizan ocupando algunas partes. La pendiente dominante fluctúa entre el rango de  $0^\circ$  a  $8^\circ$ .



Figura 10. Planicie casi horizontal de uso recreativo para la población. Foto tomada cerca al Centro Poblado de Cushunga.

### **3.1.7. Drenaje**

Predomina el drenaje de tipo dendrítico, en las zonas cercanas es común encontrar drenajes en formación de cárcavas y quebradas que ayudan a drenar el curso del agua en época de lluvias. Predomina la erosión de fondo que provoca deslizamientos y desplomes de algunas zonas frágiles, dando lugar a patrones ya establecidos como dendríticos y paralelos dependiendo de la litología del lugar.

**Río Manzano:** Tiene sus nacientes al norte del cerro Chamis, su cauce tiene forma de v, en este predomina la erosión en fondo sobre la lateral, siendo su patrón de drenaje dendrítico por la misma topografía de la zona.

**Río Balconcillo:** Nace al NE del cerro Secsemayo, su patrón de drenaje es dendrítico.

**Río Cushunga:** Es el más grande de la zona de estudio, su recorrido lo hace diagonalmente (NO– SE), en sus inicios predomina la erosión de fondo y mientras avanza, incrementa su ancho.

**Río Tres Ríos:** Su nombre se debe a que lo forman los 3 anteriores, esta es la más importante de todas, pues sirve como recolector común en su trayecto se puede observar terrazas que son utilizados por la población aledaña para realizar sus cultivos. Se caracteriza por ser de pendiente suave y junto con el río Urubamba dan origen al río el Ronquillo donde sus aguas son utilizadas para consumo humano (agua potable). La laguna Chamis es considerado un atractivo turístico.

## **3.2. PROCEDIMIENTOS**

### **3.2.1. Etapa Preliminar de Gabinete**

Esta etapa consistió en la recopilación bibliográfica existente sobre los trabajos anteriores acerca de la zona de estudio referente a la estratigrafía, sedimentología, paleontología.



### **3.2.2. Etapa de Campo**

En esta etapa se realizó el análisis litológico de las Formaciones: Yumagual, Grupo Pulluicana, Grupo Quilquiñan y Cajamarca.

El reconocimiento de las texturas de las calizas es considerando la clasificación de Dunham (1962).

Se procedió al reconocimiento de estructuras de ordenamiento internos tales como: laminación paralela u ondulada, granoclasificación, estructura flaser y presencia de nódulos en calizas.

Los fósiles fueron recolectados para un estudio detallado en gabinete tomando en consideración el Boletín N°17 Fauna y Flora Fósil del Perú publicado por el INGEMMET en el año 1995.

Medición de espesor de los estratos: Con la ayuda de un flexómetro se realizó la medición directa del espesor de los estratos de las unidades a través de cálculos trigonométricos.

### **3.2.3. Etapa de Análisis e Interpretación**

La información obtenida en campo será analizada e interpretada en gabinete. Para elaborar los planos geológicos se hará uso del software ArcGis 10.5, y con las medidas de las secuencias sedimentarias y los fósiles recolectados se realizarán las columnas estratigráficas. Se realizó la descripción macroscópica de algunos fósiles y rocas.

## **3.3. TIPO, NIVEL, DISEÑO Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

### **3.3.1. Tipo de investigación**

De carácter exploratorio pues se recopila información preliminar para realizar la caracterización estratigráfica y paleoambiental de las secuencias sedimentarias.

### **3.3.2. Nivel de investigación**

De carácter cualitativo debido a que describe sucesos complejos en su medio natural, con información cualitativa como las características de las rocas (textura,color, estructura).

### **3.3.3. Diseño de investigación**

De sección transversal pues se estudia en un momento determinado de tiempo y método de investigación de carácter descriptivo y explicativo.

### **3.3.4. Población de Estudio**

Todos los tipos de rocas sedimentarias y fósiles de las secuencias sedimentarias del Cretácico Superior en los caseríos de Chetilla y Chamis en un área de  $\pm 10 \text{ km}^2$ .

### **3.3.5. Muestra**

Se analizaron la litología y estratigrafía, se recolectaron muestras de fósiles y de rocas.

### **3.3.6. Unidad de Análisis**

La unidad de análisis está conformada por la medida del espesor, textura, estructuras y paleoambiente marino.

## **3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **3.4.1. Técnicas**

Esta investigación se realizará considerando en su parte inicial de una recopilación bibliográfica consistente en estudios anteriores. Posteriormente, se procederá con salidas al campo en donde se recolectarán las muestras de rocas, de fósiles en forma sistemática, se harán también mediciones de los estratos aplicando técnicas establecidas, para luego elaborar los mapas geológicos, columnas estratigráficas y finalmente analizar y procesar los datos para su interpretación de las columnas estratigráficas.

### **3.4.2. Instrumentos y equipos**

GPS Navegatorio: para realizar la lectura de las coordenadas de las estaciones.

Brújula tipo Brunton: se utiliza para realizar la toma de rumbos y buzamientos de estructuras.

Picota del geólogo: se utiliza para obtener las muestras de rocas y fósiles.

HCl diluido: sirve para determinar la presencia de carbonato de calcio.

Protactor a escala 1/20000: sirve para realizar apuntes en los planos.

Flexómetro de 3-5 m: sirve para la medición de estratos.

Wincha 20 m: sirve para la medición de estratos.

Libreta de campo: se utiliza para realizar las anotaciones de las salidas a campo.

Lupa 30X (30 aumentos): para revisar las muestras de rocas.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1. GEOLOGÍA LOCAL**

En la zona de estudio afloran rocas del Cretácico inferior, Cretácico superior Paleógeno- Neógeno y Cuaternario. La presente investigación se centró en estudiar las formaciones del Cretácico superior: Formación Yumagual perteneciente al Grupo Pullucana, Grupo Quilquiñán y Formación Cajamarca (Reyes 1980, actualizado por López, 2021). En la zona no aflora la Formación Celendín. Figura 11.

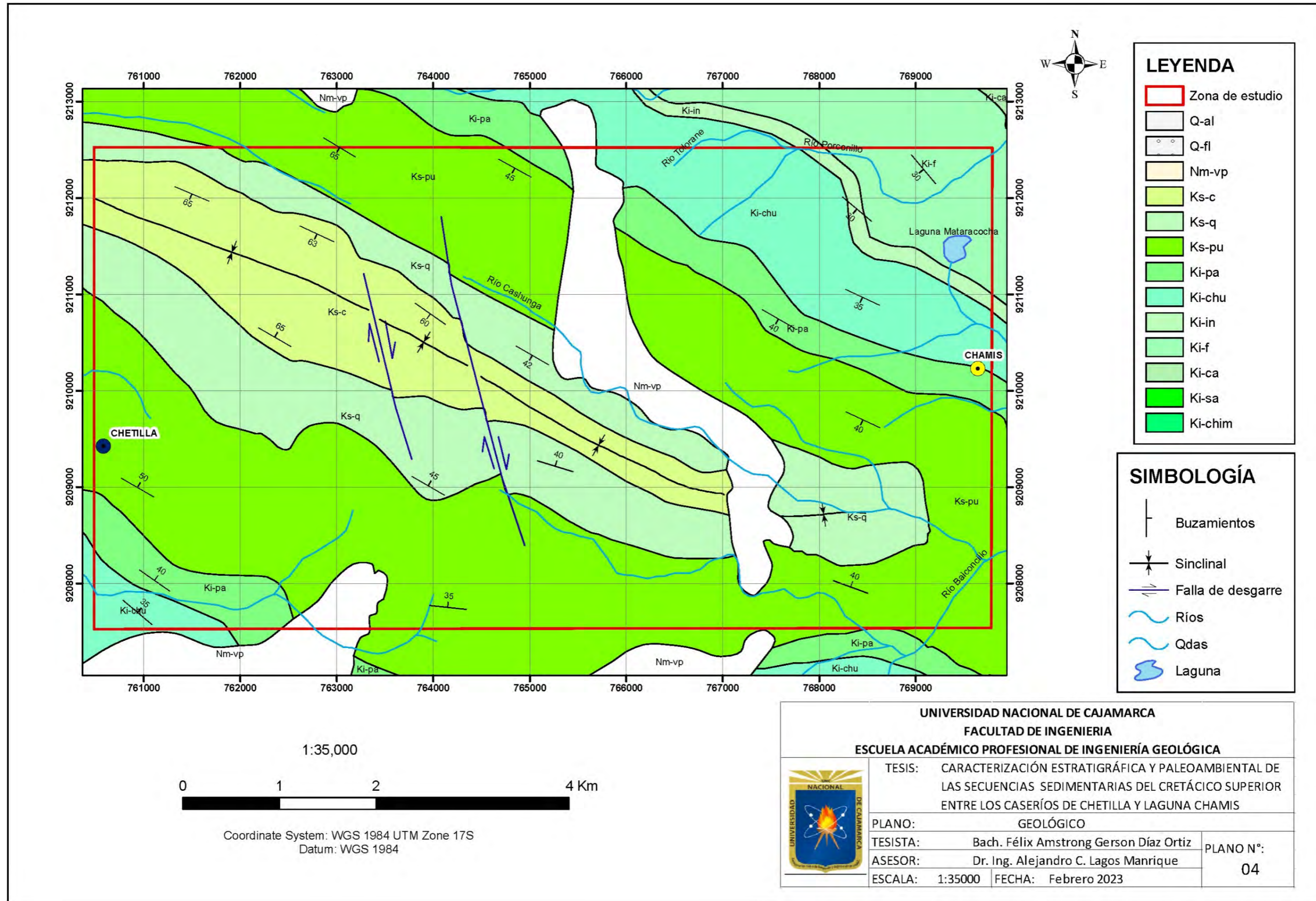


Figura 11. Plano geológico.

Fuente: Adaptado de INGEMMET 2022.

#### **4.1.1. Grupo Pulluicana (Ks- pu)**

Este Grupo está conformado por las Formaciones Yumagual y Mujarrúm. En este trabajo solamente se ha estudiado a la Formación Yumagual no habiéndose podido diferenciar a la Formación Mujarrúm, tal como lo sugiere Reyes en 1980 (actualizado por López, 2021).

##### **4.1.1.1. Formación Yumagual (Ks- yu)**

Los afloramientos de la Formación Yumagual se encuentran formando parte de ambos flancos del Sinclinal Colpayoc con inclinaciones de 30 a 35° al SO. Estratigráficamente la sucesión estratigráfica comienza con estratos gruesos en la base, hacia el tope los estratos disminuyen de espesor y también disminuyen los sedimentos arcillosos. Los fragmentos de fósiles y fragmentos de calizas es un indicativo que esta secuencia sedimentaria se depositó en un ambiente marino de aguas agitadas, por lo tanto, de alta energía. Se observan además laminaciones internas.

##### **Miembro Inferior**

Litológicamente está conformada por estratos gruesos de calizas mudstone, wackstone, packstone los que descansan en forma transicional a las calizas bituminosas de la Formación Pariatambo del cretácico inferior. Es común encontrar ammonites como *oxitropidoceras carbonarium* en la base de este miembro. (Reyes 1980, actualizado por López, 2021). Posee un espesor de 150 m.

##### **Miembro Medio**

Se caracteriza por estar compuestas por calizas margosas gris amarillentas intercalada con estratos delgados de calizas gris oscuras. Posee un horizonte de arcillita calcáreas de 10 m de una coloración gris amarillenta y que es persistente a nivel regional el cual está compuesta (Reyes 1980, actualizado por López, 2021). Posee un espesor de 100m.

##### **Miembro Superior**

Está formado por una intercalación de calizas macizas gris marrones con margas con nódulos. Los estratos son delgados que aumentan su espesor hacia la parte superior de esta unidad. Posee un espesor de 150m.

El análisis químico efectuado a una muestra representativa de la Formación Yumagual arroja 28.8% de sedimentos arcillosos lo que indica una depositación en un ambiente marino de poca profundidad y cuyo depocentro estuvo cerca de la zona de aporte.



Figura 12. Se observan los tres Miembros de la Formación Yumagual. Foto tomada cerca al Caserío de Laguna Chamis.

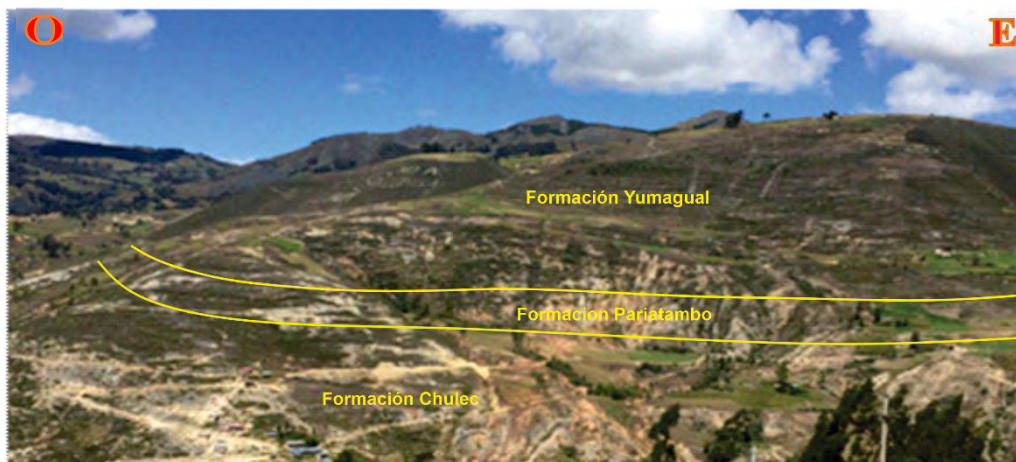


Figura 13. Afloramientos de la Formación Chulec, Formación Pariatambo y Formación Yumagual. Foto tomada en Urubamba.

#### 4.1.2. Grupo Quilquiñan (Ks- q)

El Grupo Quilquiñan está conformada por las Formaciones Romirón y Coñor. (Reyes 1980, actualizado por López, 2021). En esta investigación se ha agrupado a estas dos Formaciones como Grupo Quilquiñan. Sus afloramientos se encuentran formando parte de ambos flancos del sinclinal

Colpayoc con una orientación NO- SE. Litológicamente está compuesta por calizas gris oscuras mudstone, wackstone, grainstone, limoarcillitas calcáreas, gradando hacia el tope a calizas mudstone. Estratigráficamente se observa una intercalación de estratos gruesos en el base intercalado con estratos delgados. Hacia el tope el espesor de los estratos aumenta para entrar en contacto agradacional a la Formación Cajamarca indicando de esta manera un estilo estratocreciente.



Figura 14. Afloramiento del Grupo Quilquiñán que se observa al pie de la carretera que conduce al Centro Poblado Chetilla.

#### 4.1.3. Formación Cajamarca (Ks- c)

Esta unidad geológica se encuentra formando el núcleo del sinclinal Colpayoc. Sus afloramientos poseen una orientación NO- SE. Muestran una coloración gris oscura muy homogénea en todo el afloramiento lo cual es muy notorio en campo y en imagen satelital. Esta característica, de su coloración homogénea, se debe a que estas calizas poseen gran contenido de carbonato de calcio (Reyes 1980, actualizado por López, 2021). Litológicamente están compuestas por calizas mudstone en base a la clasificación visual de Dunham mencionado en las figuras 41 y 42. El análisis macroscópico de estas calizas indica un poco contenido de sedimentos arcillosos lo cual se interpreta que se depositó en un ambiente marino de mayor profundidad que las formaciones



anteriormente descritas. Además, el depocentro estuvo alejado de la zona de aporte. Estratigráficamente se aprecia en la base estratos delgados que gradan a estratos gruesos hacia el tope indicando un claro estilo estrato creciente.



Figura 15. Afloramientos de calizas macizas de la Formación Cajamarca. Nótese la coloración homogénea de las calizas. Foto tomada en el Centro Poblado Colpayoc.

## 4.2. DESCRIPCIÓN DE LA FORMACIÓN YUMAGUAL

### 4.2.1. Características litológicas

Consiste en una secuencia de calizas, arcillitas calcáreas, de coloración gris amarillentas, están dispuestas en estratos gruesos. Es persistente la presencia de un nivel arcilloso cerca de la parte media de esta unidad que constituye un horizonte guía de esta unidad. Este horizonte se puede observar cerca de la laguna Chamis al costado de la carretera que conduce al caserío de Carhuquero. Esta unidad sobreyace en aparente concordancia a la Formación Pariatambo e infrayace en igual relación al Grupo Quilquiñán. Esta unidad muestra las siguientes características: Calizas mudstone en la base, margas, en el miembro medio presenta un horizonte de arcillitas calcáreas de color gris amarillentas a gris claras (Reyes 1980, actualizado por López,

2021). Se observa a menudo una gran cantidad de restos de fósiles lo que indica alta energía.



Figura 16. Horizonte de arcillitas dentro de la Formación Yumagual, que es persistente a nivel regional. Foto tomada cerca al Centro Poblado Laguna Chamis

#### 4.2.2. Características estratigráficas

Posee estratos gruesos en la base con olor fétido y estratos delgados al tope. Contactos rectos. Estrato creciente. Pasa al Grupo Quilquiñán- Mujarrúm en forma transicional.

#### 4.2.3. Estructuras sedimentarias

Presencia de nódulos calcáreos en el miembro medio de la Formación Yumagual. Abundantes fósiles fragmentados se observan en el margen derecho de la carretera que conduce a Chetilla. Presencia de niveles de Chert en el nivel inferior, esto se observa al SO de Chamis cerca al contacto con la Formación Pariatambo (Reyes 1980, actualizado por López, 2021).



Figura 17. Nódulos calcáreos en el miembro medio de la Formación Yumagual. Foto tomada cerca al Centro Poblado Laguna Chamis



Figura 18. Nódulos calcáreos extraídos del miembro medio de la Formación Yumagual. Foto tomada cerca al Centro Poblado Laguna Chamis.

#### 4.2.4. Edad y correlación

Esta unidad se caracteriza por tener un nivel intermedio arcillosos de color gris amarillento muy fosilífero de extensión regional. Es común encontrar en la

base pequeñas Oxitropidoceras, hallándose además Ostrea Sciphax, Lophaspis sp., Liopistha. (Reyes, 1980).

#### 4.2.5. Ambiente de sedimentación

Esta unidad se depositó en un ambiente marino de poca profundidad con respecto a las calizas de la Formación Pariatambo.

Los fósiles determinados son *Oscillophax cyphax* (*Ostrea scyphax*), *Oscillophax* sp. y *Liopistha* sp. Estos moluscos poseen una amplia distribución regional e incluso mundial. Las zonas donde habitaron fueron de climas templados de aguas poco profundas. Además, prefieren las aguas más ricas en nutrientes, ya que estas, les proveerán de todo lo que necesitan para mantenerse sanas y poder producir el material que necesitan para su caparazón. (Aldana, 2008).

#### 4.2.6. Estudio Paleontológico de los fósiles hallados

Para la presente investigación se han recolectado muestras de fósiles de cuatro (04) especies los mismos que serán estudiados:


Tabla 4. Fósiles recolectados en la Formación Yumagual.

Unidad geológica	Nombre del fósil	Código	Coordenadas	
			Norte	Este
Formación Yumagual	Venus sp	FOS-01	767154	9210542
	Lopha sp	FOS-02	766683	9210655
	Nática sp	FOS-03	766872	9210391
	Núcula	FOS-04	764497	9210838

Fuente: Adaptado de Reyes 1980.

Se ha realizado un estudio paleontológico de los fósiles encontrados dentro de la Formación Yumagual, los cuales están representados en las siguientes figuras:

Estudio paleontológico N°01	
Código	FOS-01
Phylum	Mollusca
Clase	Bivalvia
Orden	Veneroida
Familia	Veneroidae
Genero	Venus
Especie	Venus sp
Tamaño del espécimen	
Lateral	3.0 cm
Largo	5.0 cm
Ancho	4.0 cm
Descripción: Fósil con líneas de crecimiento concéntricas en forma bastante definidas.	



Venus sp





Figura 19. Descripción del fósil venus sp encontrado en el Miembro Inferior de la Formación Yumagual ubicado cerca al Centro Poblado Laguna Chamis.

Fuente: Adaptado de Reyes 1980.

Estudio paleontológico N°02	
Código	FOS-02
Phylum	Mollusca
Clase	Bivalvia
Orden	Ostreoida
Familia	Veneroidae
Genero	Ostreidae
Especie	Lopa sp
Dimensiones	
Lateral	3.5cm
Largo	9.5cm
Ancho	4.5cm
Descripción: Fósil de tamaño mediano, con costillas bastante definidas.	



Lopha sp




Figura 20. Descripción del género *Lopha* sp encontrado en el Miembro Superior de la Formación Yumagual. Muestra obtenida cerca al Centro Poblado de Laguna Chamis.

Fuente: Adaptado de Reyes 1980.

<b>Estudio paleontológico N°03</b>	
Código	FOS- 03
Phylum	Mollusca
Clase	Gasteropoda
Orden	Caenogastropoda
Familia	Naticidae
Genero	Natica
Especie	Natica sp
Dimensiones	
Lateral	5.0 cm
Ancho	5.0 cm
Largo	12 cm
Descripción: Fósil de tamaño mediano, posee un crecimiento elicoidal dextrógiro (a la derecha). Estas especies vivieron en aguas poco profundas, mayormente adheridas a las rocas.	



Natica sp.



Figura 21. Descripción del género *Natica* sp encontrado en el Miembro Medio de la Formación Yumagual.

Fuente: Adaptado de Reyes 1980.

Estudio paleontológico N°04	
Código	FOS- 04
Phylum	Mollusca
Clase	Bivalvia
Orden	Caenogastropoda
Familia	Nuculoidea
Genero	Núcula
Especie	Pectinata
Dimensiones	
Lateral	8.0 cm
Ancho	2.5 cm
Largo	2.5 cm
Descripción: Fósil de tamaño pequeño, bien conservado.	



Núcula



Figura 22. Descripción paleontológica de *Nicaiolopha Nicaisei*.

Fuente: Adaptado de Reyes 1980.

#### 4.2.7. Profundidad de hábitat de los fósiles

Los fósiles estudiados habitaron en un ambiente marino dentro de la zona litoral a sublitoral (Aldana, 2008).

#### 4.2.8. Temperatura de las aguas de mar

La temperatura de las aguas donde habitaron estos especímenes fue de aguas cálidas de ambiente turbulento (Aldana, 2008).

#### 4.2.9. Caracterización Paleoambiental de la Formación Yumagual

Las características litológicas, estratigráficas y estructuras sedimentarias analizadas. Así como el resultado del análisis químico realizado a la muestra CHAM- 01 arroja un 28.8% de sedimentos arcillosos indican que esta unidad



se ha depositado en un ambiente marino poco profundo cuyo depocentro se ubicaba muy cercano a la línea de costa.

Se ha medido la columna estratigráfica de la Formación Yumagual en la EstaciónN°01 (COL-1), con un total de 400 m de espesor donde están representadas los Miembros: inferior, medio y superior. El Miembro Inferior tiene un espesor de 150 m, conformada por estratos gruesos de calizas mudstone, wackstone, packstone que descansan en forma transicional a las calizas bituminosas de la Formación Pariatambo del cretácico inferior. El Miembro Medio tiene un espesor de 100 m, conformado por calizas margosas gris amarillentas intercalada con estratos delgados de calizas gris oscuras. Posee un horizonte de arcillitas calcáreas de 10 m de una coloración gris amarillenta y que es persistente a nivel regional. El Miembro Superior tiene un espesor de 150 m y está formado por una intercalación de calizas macizas gris marrones con margas con nódulos. Los estratos son delgados que aumentan su espesor hacia la parte superior.

Tabla 5. Coordenadas de EstaciónN°01 (COL-1).

<b>Norte</b>	<b>Este</b>
767154	9210674



Figura 23. Medición de estratos de la Formación Yumagual. Foto tomada cerca al Centro Poblado Laguna Chamis.



Figura 24. Medición de estratos del Miembro Superior de la Formación Yumagual.

En la figura 26 se representa el ambiente marino donde se depositó la Formación Yumagual, las flechas rojas representan el leve levantamiento que experimento el fondo marino lo que ocasionó la agitación de las aguas. (Reyes, 1980).

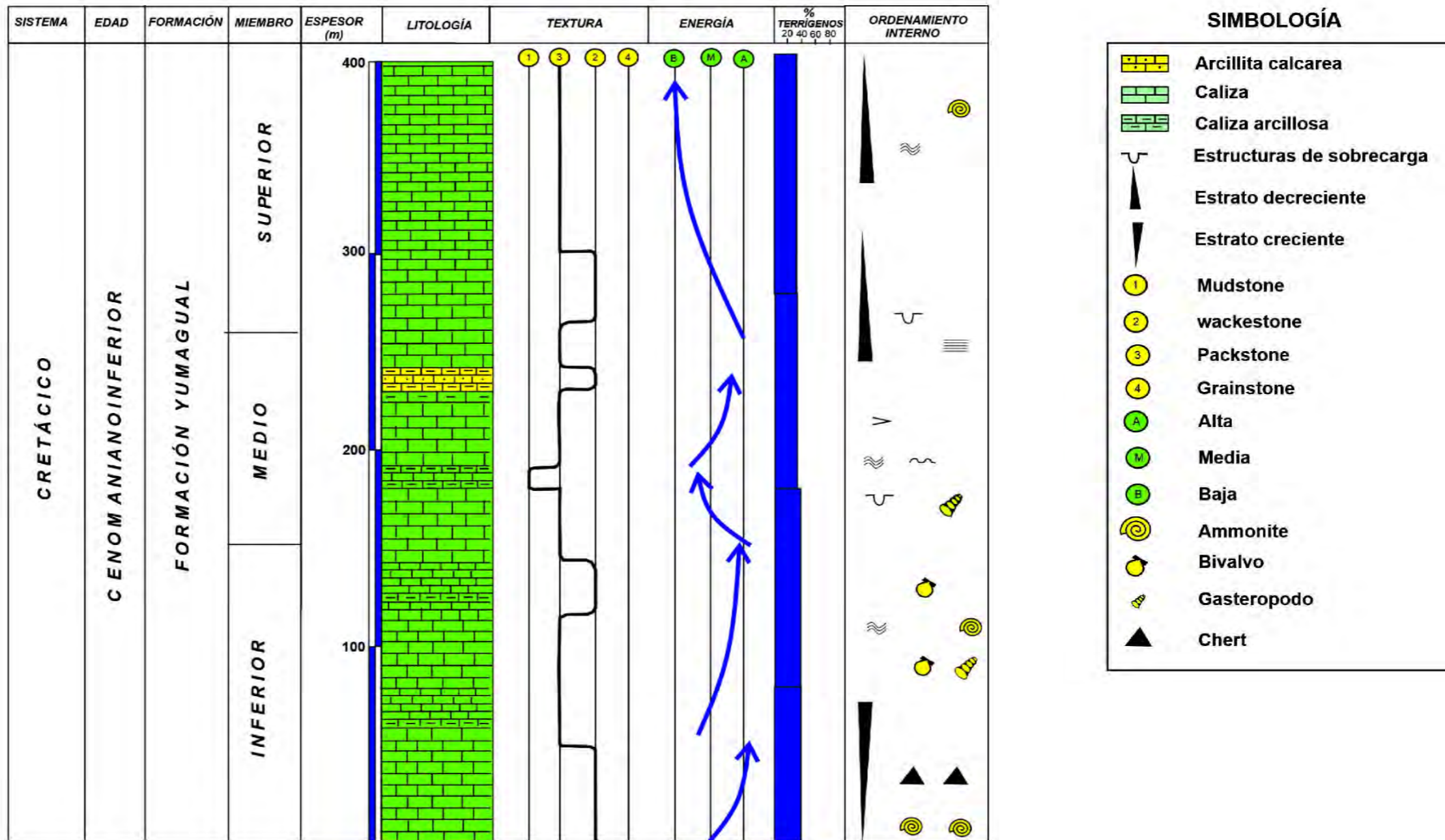


Figura 25. Columna estratigráfica de la Formación Yumagual. Su ubicación se encuentra en el plano N° 11.

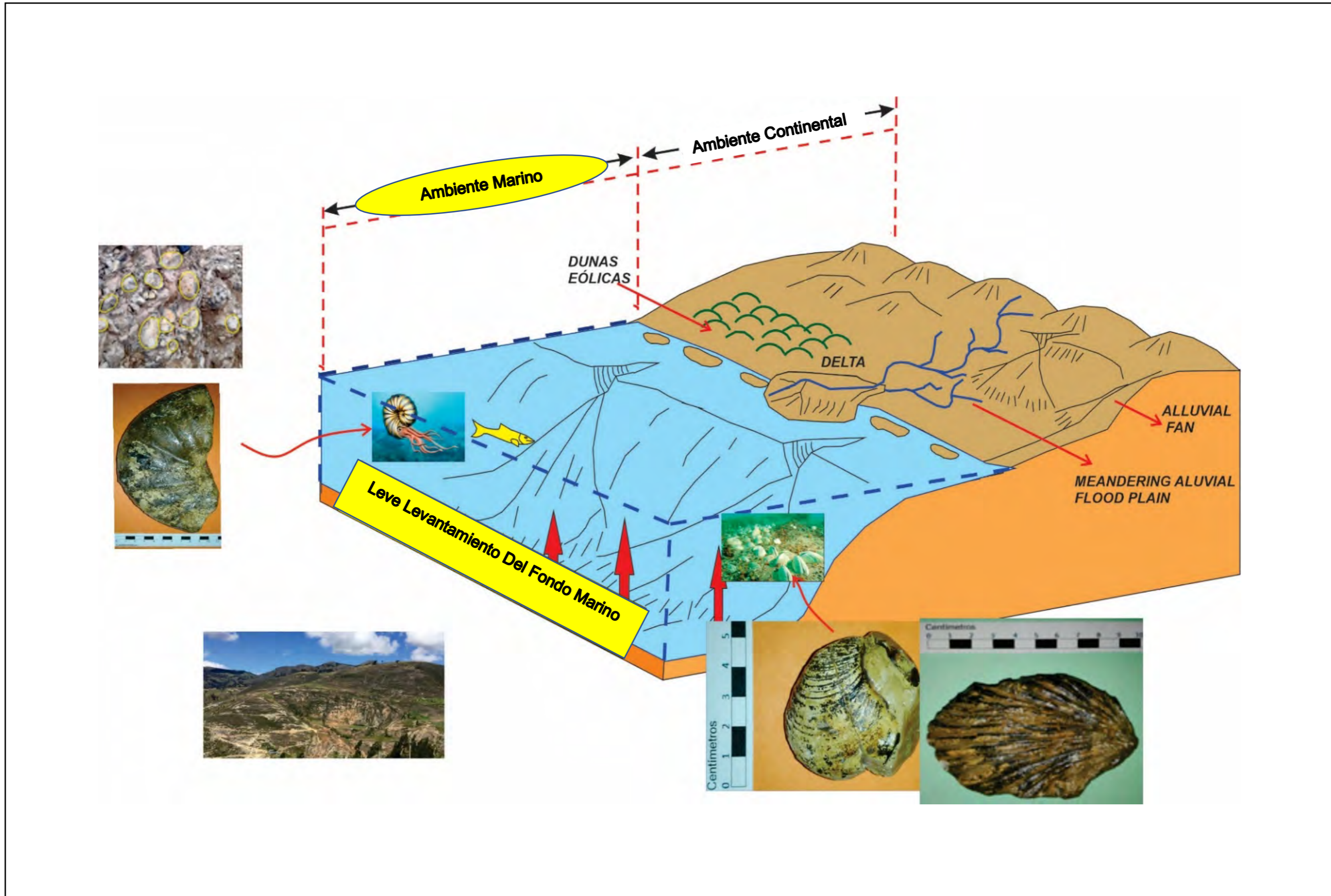


Figura 26. Representación del ambiente de depositación y paleoambiental de la Formación Yumagual.

Fuente: Modificado de Blandon 2002.

#### 4.2.10. Estudio Petrológico

Para la presente investigación se han recolectado 2 muestras de rocas los mismos que serán estudiados:

Tabla 6. Rocas recolectadas en la Formación Yumagual.

Unidad geológica	Roca	Código	Coordenadas	
			Norte	Este
Formación Yumagual	Marga wackstone	YUM-01	767005	9210584
	Caliza packstone	YUM-02	766494	9210503

Fuente: Adaptado de Dunham 1962.

Se ha realizado un estudio petrográfico de las rocas recolectadas de la Formación Yumagual, los cuales están representados en las siguientes figuras:

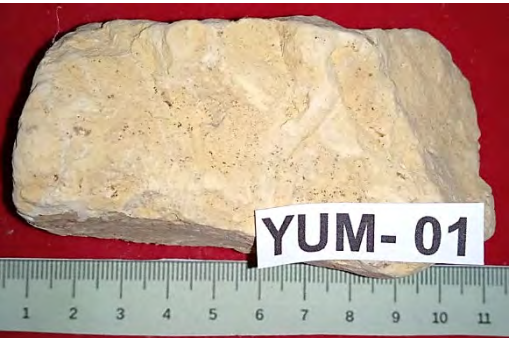

Estudio petrológico N°01	
<b>Características</b>	
Color externo	Gris anaranjado
Color roca fresca	Gris anaranjado
Dureza	Muy baja
Fractura	Irregular
Reacción al HCl	Regular efervescencia
Brillo	Opaco
Patina	No se observa
Fosiles	No se observan
Origen	Ambiente marino
Clasificación	Marga wackstone
Descripción:	
Roca muy deleznable, se rompe fácilmente, bajo peso específico. Se observan abundantes sedimentos arcillosos en muestra de mano.	
	Marga wackstone (según Dunham)

Figura 27. Descripción de marga wackstone encontrado en el Miembro Medio de la Formación Yumagual.

Fuente: Adaptado de Dunham 1962.

<b>Estudio petrológico YUM-02</b>	
<b>Características</b>	
Color externo	Gris anaranjado
Color roca fresca	Gris marrón
Dureza	Media
Fractura	Irregular
Reacción al HCl	Regular efervescencia
Brillo	Opaco
Patina	No se observa
Fosiles	Pequeños fragmentos
Origen	Ambiente marino
Clasificación	Caliza packstone
Descripción: Roca regularmente dura, se puede observar la presencia de sedimentos arcillosos.	



Packstone (según Dunham)

Figura 28. Descripción de caliza packstone encontrado en el Miembro Superior de la Formación Yumagual.  
 Fuente: Adaptado de Dunham 1962.

### 4.3. DESCRIPCIÓN DEL GRUPO QUILQUIÑÁN: FORMACIÓN ROMIRÓN Y FORMACIÓN COÑOR

El Grupo Quilquiñán Consiste en una gruesa secuencia de calizas margosas, gris marrones, intercalada por calizas arcillosas muy fosilífera. Sobreyace en forma transicional a la Formación Yumagual e infrayace en la misma posición a la Formación Cajamarca. Se aprecia claramente una secuencia de estratos crecientes al tope y decrecientes en la base.

#### 4.3.1. Características litológicas

Esta unidad muestra las siguientes características:

Calizas mudstone, wackstone, grainstone, margas, arcillitas calcáreas de color gris amarillentas a gris claras.



Figura 29. Nivel de estratos delgados del Grupo Quilquiñán. Ubicado cerca al Centro Poblado de Chetilla.

#### 4.3.2. Características estratigráficas

Muestra una intercalación de estratos de 10 cm en la parte intermedia, estratos de 1cm. Intercalación de estratos delgados y gruesos en la base, en la parte intermedia estratos delgados de calizas arcillosas muy calcáreas



muy fosilífera. Hacia el contacto con la Formación Cajamarca el tope el grosor de los estratos aumenta pasando a la Formación Cajamarca en forma transicional. Se ha determinado una biozona de exogyra poderosa (Reyes 1980) cerca al Centro Poblado de Chetilla.

#### 4.3.3. Edad y correlación

Esta unidad es muy fosilífera. Los fósiles estudiados por Reyes (1980) tales como: Acanthoceras sp, Cilopoceras Jenksi, Pseudoaspidoceras sp, Exogira ponderosa, Exogira africana, Exogira, Duplex, Pecten (Neithea), Plicatula cf, Plicatula pecten sp, Ortopsis sp, Natica sp, ubican a esta unidad entre el Cenomaniano medio y el Turoniano Inferior.

#### 4.3.4. Ambiente de sedimentación

Por las características litológicas y los fósiles estudiados por Reyes (1980), sugieren que se depositó en un mar más profundo que la Formación Yumagual.

#### 4.3.5. Estudio paleontológico


Se han recolectado una serie de fósiles de los cuales existen dos (02) especies, los cuales serán estudiados tomando como referencia el estudio de Aldana (2008).

Tabla 7. Relación de fósiles estudiados

Unidad geológica	Nombre del fósil	Código	Coordenadas	
			Norte	Este
Grupo Quilquiñán	Exogyra ponderosa	FO-05	764773	9210700
	Nicaiolopa nicaisei	FO-06	762776	9210096
	Biozona de exogyras	BIO-01	764948	9210564

Fuente: Adaptado de Reyes 1980.

Estudio paleontológico N°05	
Phylum	Mollusca
Clase	Bivalvia
Orden	Ostreidae
Familia	Gryphaeidae
Genero	Exogyra
Especie	Exogyra ponderosa
Dimensiones	
Largo	12 cm
Ancho	50 cm
Descripción: Fósil bien conservado, con costillas bastante definidos. Representa un fósil importante para identificar al Grupo Quilquiñán.	



**Exogyra ponderosa**




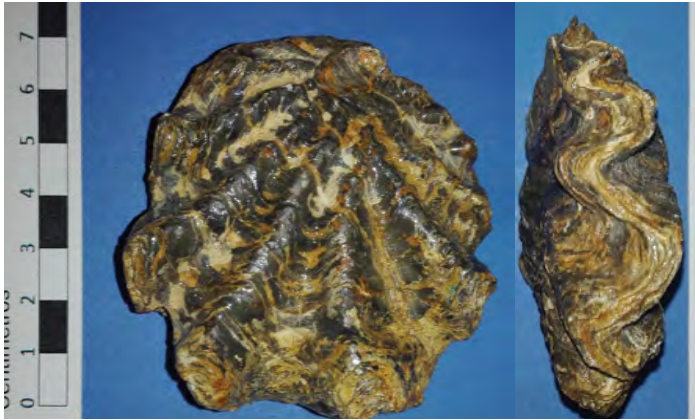
Figura 30. Descripción paleontológica de la especie *exogyra ponderosa* encontrada en la parte inferior del Grupo Quilquiñán. Espécimen ubicado cerca al Centro Poblado de Chetilla.

Fuente: Adaptado de Reyes 1980.



Figura 31. Biozona de *Exogyra ponderosa* dentro del Grupo Quilquiñán hallado cerca de la localidad de Chetilla.

Estudio paleontológico N°06	
Código	FOS- 06
Phylum	Mollusca
Clase	Bivalvia
Orden	Ostreoidae
Familia	Ostreidae
Genero	Ostrea
Especie	Nicaisolopha Nicaisei
Dimensiones	
Largo	70
Ancho	50
Lateral	30
Descripción: Fósil bien conservado, con costillas bastante definidos. Representa un fósil importante para identificar al Grupo Quilquiñán.	



**Nicaisolopha Nicaisei**




Figura 32. Descripción paleontológica de *Nicaisolopha Nicaisei*.

Fuente: Adaptado de Reyes 1980.

#### 4.3.6. Profundidad

Zona litoral a sublitoral, alrededor de 40 m. de profundidad, supuesto a partir de las condiciones en las que vivían los fósiles (Aldana, 2008).

#### 4.3.7. Temperatura

Aguas marinas cálidas de zonas tropicales (Aldana, 2008).

#### 4.3.8. Caracterización Paleoambiental del Grupo Quilquiñán

Las características litológicas, estratigráficas y estructuras sedimentarias analizadas. Así como el resultado del análisis químico realizado a las muestras arrojan un 19.7% y 19.8% de sedimentos arcillosos indican que

esta unidad se ha depositado en un ambiente marino más profundo que la Formación Yumagual y sudepocentro se ubicaba un poco alejado a la línea de costa.

Se ha medido la columna estratigráfica del Grupo Quilquiñán en la EstaciónN°02 (COL-2) con un total de 440 m donde están representadas las Formaciones: Romirón y Coñor. Presenta estratos gruesos de calizas gris oscuras en la base, intercalado con estratos delgados. Hacia el tope el espesor de los estratos aumenta para entrar en contacto agradacional a la Formación Cajamarca indicando de esta manera un estilo estratocreciente.

Tabla 8. Coordenadas de EstaciónN°02 (COL-2).

<b>Norte</b>	<b>Este</b>
764575	9210808

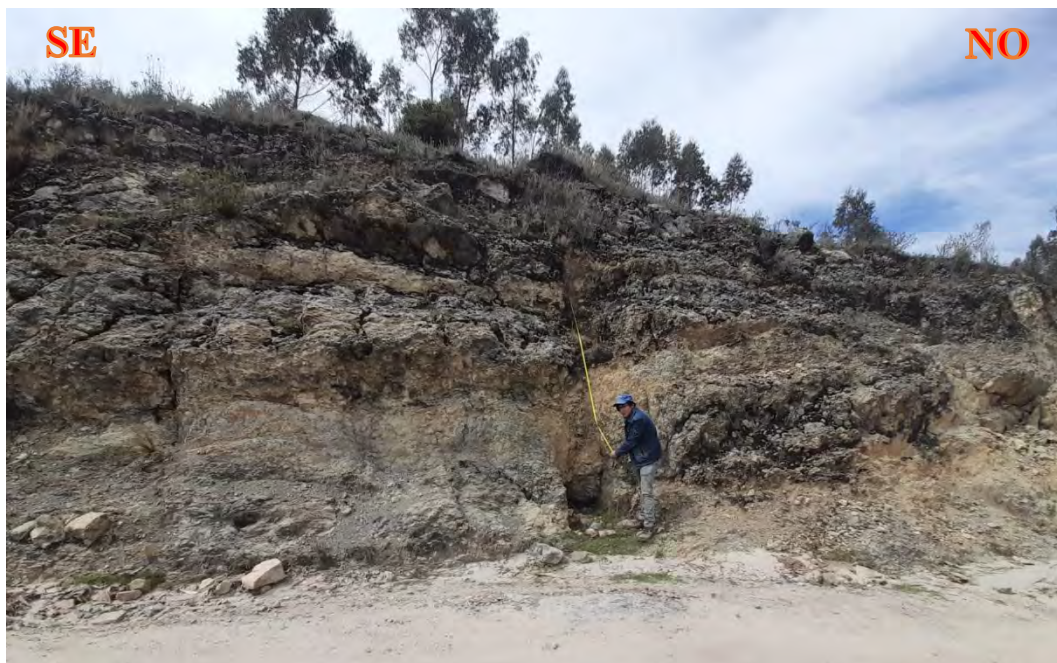


Figura 33. Medición de estratos de calizas grises del Grupo Quilquiñán.

En la figura 35 se representa el ambiente marino donde se depositó el Grupo Quilquiñán, las flechas rojas representan el hundimiento que experimento el fondo marino. (Reyes, 1980)

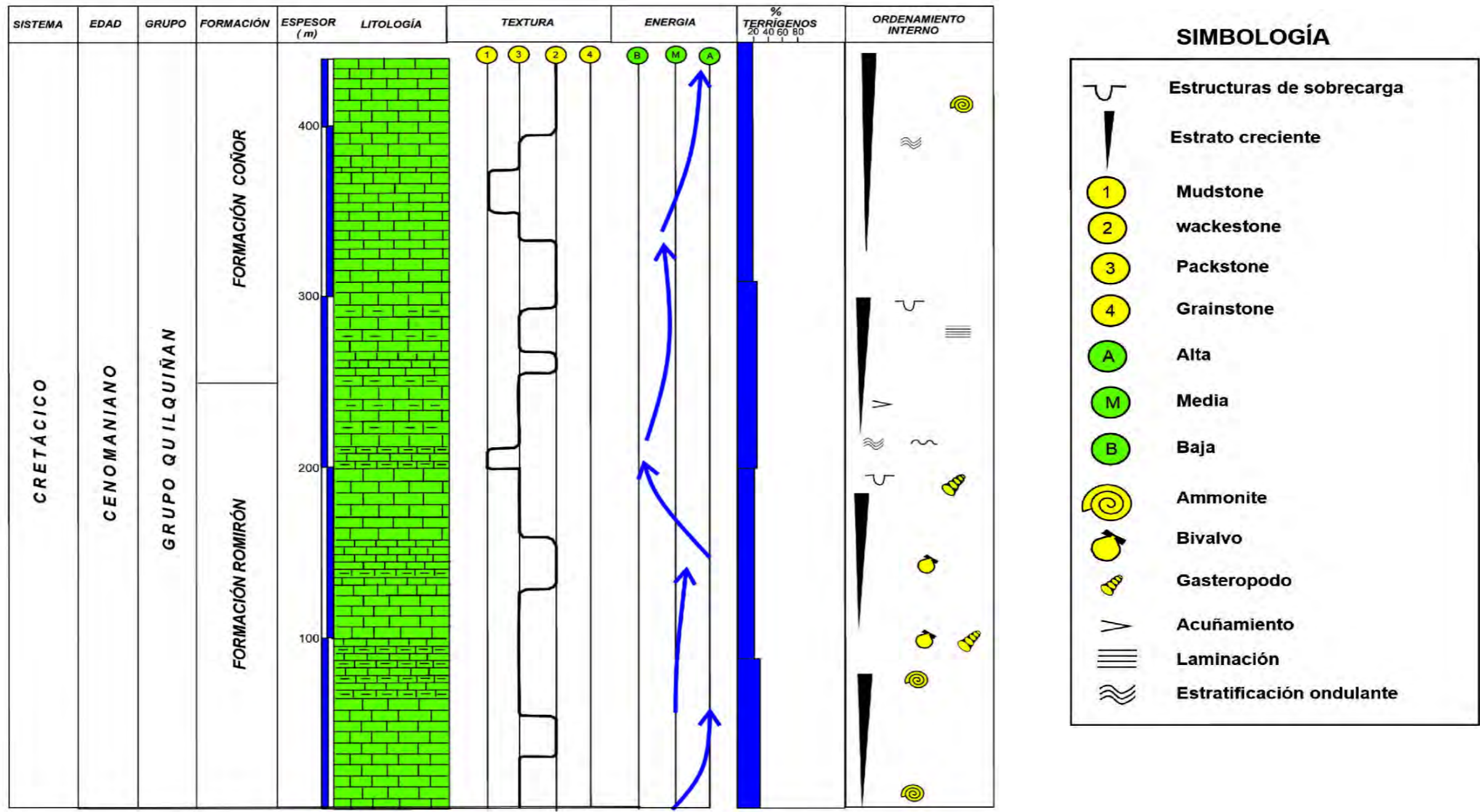


Figura 34. Columna estratigráfica del Grupo Quilquiñán. Su ubicación se encuentra en el plano N° 11.

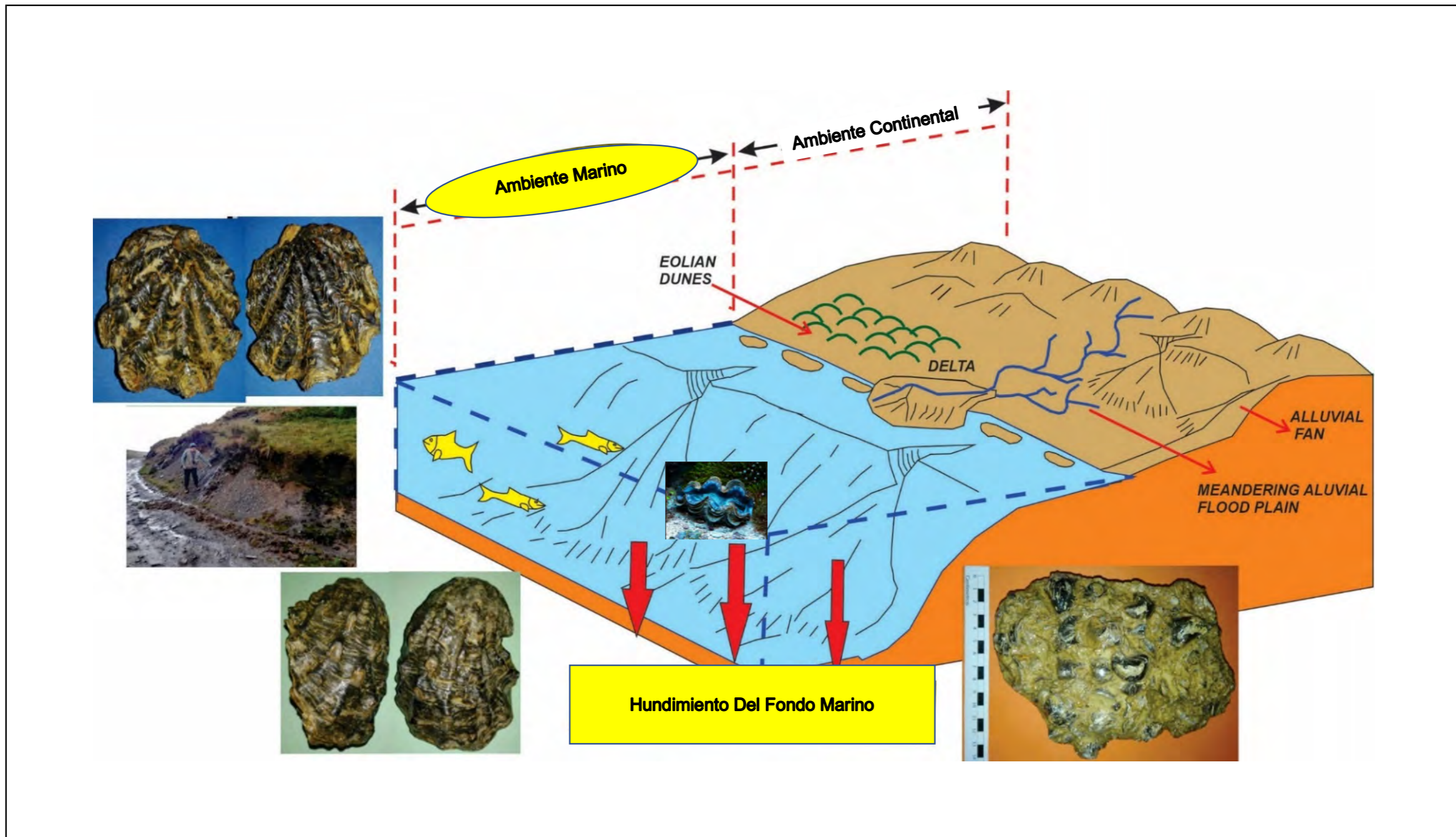


Figura 35. Representación del ambiente de depositación y paleoambiental del Grupo Quilquiñán.

Fuente: Modificado de Blandon 2002.

#### 4.3.9. Estudio Petroológico

Para la presente investigación se han recolectado 2 muestras de rocas los mismos que serán estudiados:

Tabla 9. Rocas recolectadas en el Grupo Quilquiñán.

Unidad geológica	Roca	Código	Coordenadas	
			Norte	Este
Grupo Quilquiñán	Caliza packstone	QUIL-01	764678	9210839
	Caliza packstone	QUIL-02	762942	9210059

Fuente: Adaptado de Dunham 1962.

Se ha realizado un estudio petrográfico de las rocas recolectadas del Grupo Quilquiñán, los cuales están representados en las siguientes figuras:


Estudio petroológico N°03	
Características	
Color externo	Gris marrón
Color roca fresca	Gris oscuro
Dureza	Media a alta
Fractura	Irregular
Reacción al HCl	Regular efervescencia
Brillo	Opaco
Patina	Manchas de color oscuro
Fosiles	Pequeños fragmentos
Origen	Ambiente marino
Clasificación	Caliza packstone
Unidad geológica	Grupo Quilquiñán
Descripción: Roca dura, muestra laminación interna. Muestra extraída cerca al contacto con la Formación Cajamarca.	
	
Packstone (según Dunham)	

Figura 36. Descripción de caliza packstone encontrado en el Grupo Quilquiñán.

Fuente: Adaptado de Dunham 1962.

<b>Estudio petrológico N°04</b>	
<b>Características</b>	
Color externo	Gris marrón
Color roca fresca	Gris marrón
Dureza	Media a alta
Fractura	Irregular
Reacción al HCl	Fuerte efervescencia
Brillo	Opaco
Patina	Manchas de color anaranjada
Fosiles	Pequeños fragmentos
Origen	Ambiente marino
Clasificación	Caliza packstone
Unidad Geológica	Grupo Quilquiñán
Descripción: Roca dura, se observan sedimentos arcillosos	



Packstone (según Dunham)

Figura 37. Descripción de caliza packstone encontrado en Grupo Quilquiñán.

Fuente: Adaptado de Dunham 1962.



#### **4.4. DESCRIPCIÓN DE LA FORMACIÓN CAJAMARCA**

La Formación Cajamarca está conformada por una secuencia monótona de calizas gris oscuras. Estratos gruesos y que se muestran bastante resistentes a la erosión. Se destaca en campo por su homogeneidad litológica. Esta unidad sobreyace en forma concordante sobre el Grupo Quilquiñán.

##### **4.4.1. Características litológicas**

Esta unidad muestra las siguientes características:

Calizas mudstone, packstone, grainstone, en estratos macizos con alto porcentaje de carbonato de calcio (90%)

Escaso contenido de material arcilloso.

Estratos gruesos (+ 40cm) con fragmento de fósiles.

##### **4.4.2. Características estratigráficas**

Estratos gruesos en la base y estratos delgados al tope.

Los estratos de calizas se muestran muy replegados.

Estrato creciente en la base y decreciente al tope.

##### **4.4.3. Edad**

Reyes (1980) reporta los siguientes fósiles: *Coilopoceras newelli*, *Inoceramus* sp, *Ostrea (Lopha)* sp., *Hemiaster furnelli* y *Cardium*, sp. lo que indica una edad del Turoniano Superior.



Figura 38. Lapiaz muy característicos en las calizas de la Formación Cajamarca. Foto tomada en el Centro Poblado Chetilla.

#### **4.4.4. Ambiente de sedimentación marino**

La Formación Cajamarca se depositó en aguas más profundas que el Grupo Quilquiñan evidenciado por el bajo contenido de sedimentos arcillosos. Los fósiles como: Coilopoceras Newels, Inoceramus sp y Cardium sp fueron reportados por Reyes (1980) indican que vivieron en aguas marinas de aguas cálidas (Aldana, 2008).

#### **4.4.5. Columna estratigráfica de la Formación Cajamarca**

Se ha confeccionado la columna estratigrafica de la Formacion Cajamarca en la EstaciónN°03 (COL-3) con un espesor total de 450 m en donde se ha podido diferenciar tres Miembros: inferior, medio y superior. (Figura 41). El Miembro inferior tiene 190 m de espesor y está conformado por calizas macizas de coloración gris oscuras dispuestas en estratos gruesos con abundantes vetillas de calcita. El Miembro medio tiene un espesor de 110 m de espesor y está constituido por una intercalación de calizas de 80cm a 20cm. El Miembro superior tiene 150 m y está formado por calizas de 20 cm con abundantes restos de bivalvos.

Tabla 10. Coordenadas de EstaciónN°03 (COL-3).

<b>Norte</b>	<b>Este</b>
762982	9211454



Figura 39. Medición de estratos de calizas del Miembro Superior de la Formación Cajamarca.



Figura 40. Medición de estrato grueso de caliza gris del Miembro Medio de la Formación Cajamarca.

#### **4.5.6. Block diagrama del ambiente de depositación**

En la figura 42 se representa el block diagrama de la depositación de la Formación Cajamarca, en donde las flechas rojas indican un hundimiento del fondo marino lo que condiciona que las calizas tengan mayor contenido de carbonato de calcio con respecto al contenido de sedimentos arcillosos.

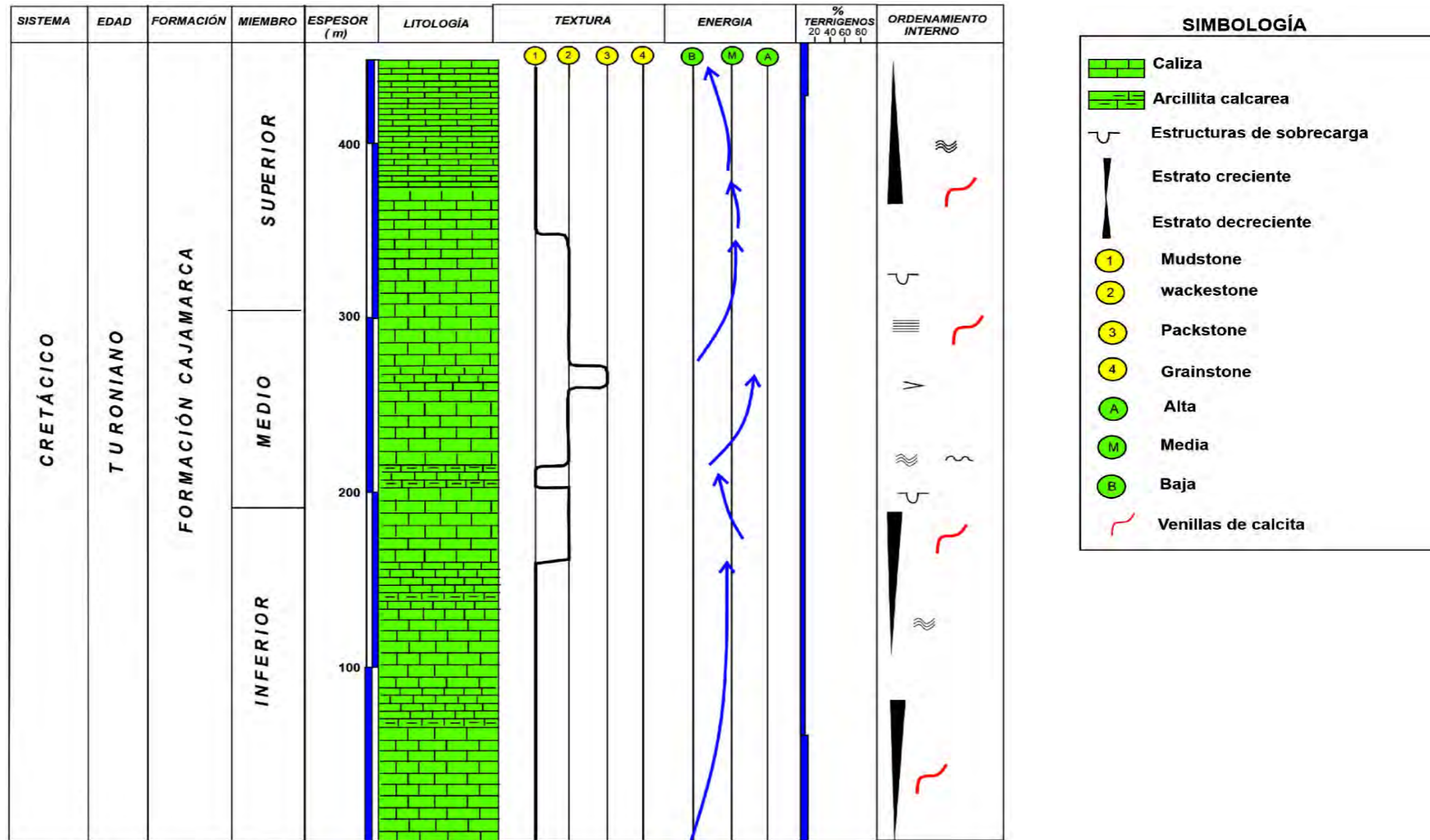


Figura 41. Columna estratigráfica de la Formación Cajamarca. Su ubicación se encuentra en el plano N° 11.

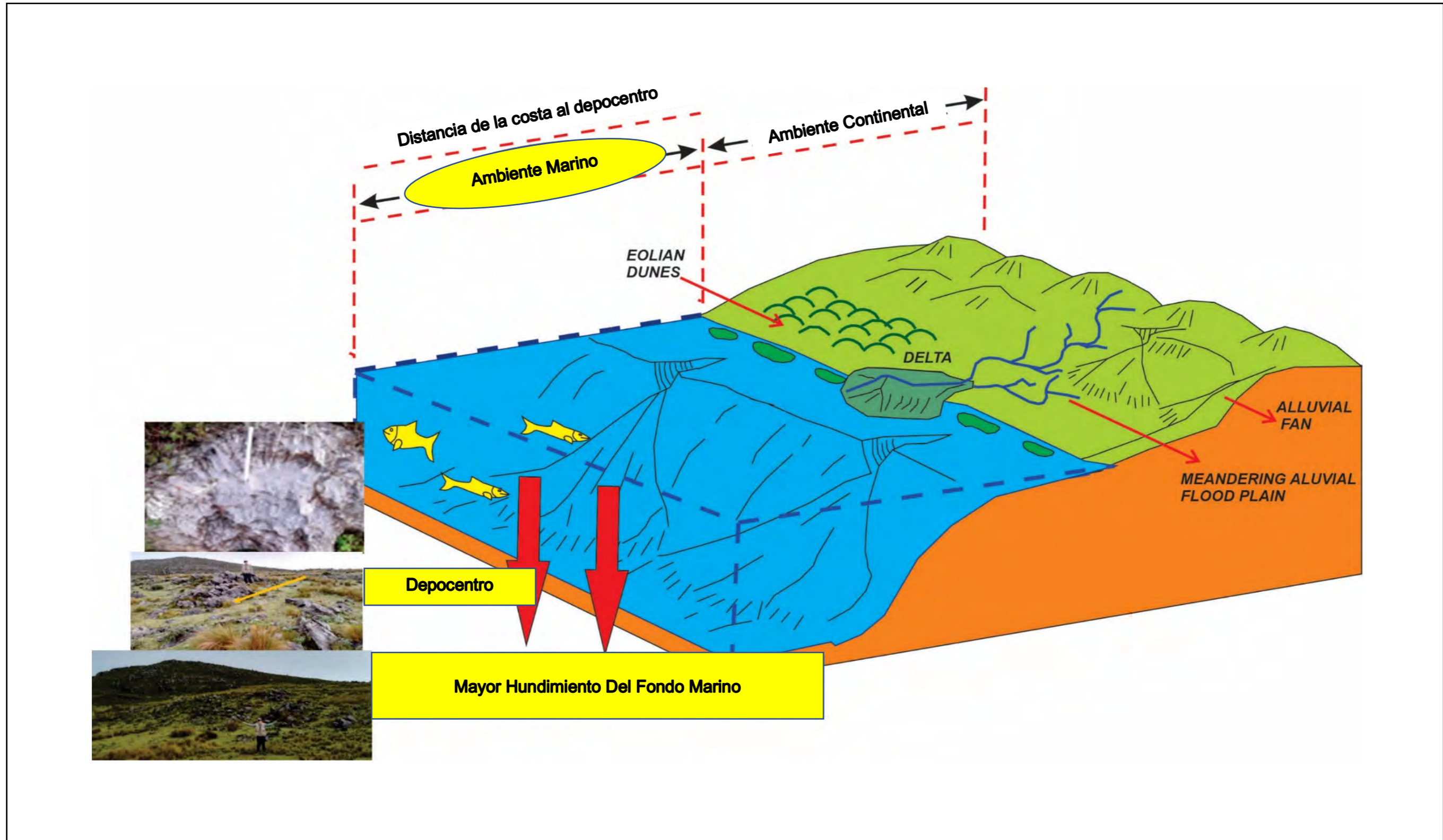


Figura 42. Representación del ambiente de depositación y paleoambiental de la Formación Cajamarca.

Fuente: Modificado de Blandon 2002.

#### 4.5.7. Estudio Petrológico

Para la presente investigación se han recolectado 2 muestras de rocas los mismos que serán estudiados:

Tabla 11. Rocas recolectadas en la Formación Cajamarca.

Unidad geológica	Roca	Código	Coordenadas	
			Norte	Este
Formación Cajamarca	Caliza mudstone	CAJ-01	762807	9211552
	Caliza mudstone	CAJ-02	762148	9211202

Fuente: Adaptado de Dunham 1962.

Se ha realizado un estudio petrográfico de las rocas recolectadas en la Formación Cajamarca, los cuales están representados en las siguientes figuras:

Estudio petrológico N°05	
<b>Características</b>	
Color externo	Gris claro
Color roca fresca	Gris oscuro
Dureza	Muy alta
Fractura	Irregular a concoidea
Reacción al HCl	Alta efervescencia
Brillo	Opaco
Patina	Manchas de color gris claro
Fosiles	Pequeños fragmentos
Origen	Ambiente marino
Clasificación	Caliza mudstone
Unidad geológica	Formación Cajamarca
Descripción: Roca muy dura. Se muestra muy resistente a la erosión. Su superficie posee huellas de disolución (lapias). Abundantes vetillas de calcita. No se observan sedimentos arcillosos en muestra de mano.	



Mudstone (según Dunham)

Figura 43. Descripción de caliza mudstone encontrado en el Miembro Inferior de la Formación Cajamarca.

Fuente: Adaptado de Dunham 1962.

<b>Estudio petrológico N°-06</b>	
<b>Características</b>	
Color externo	Gris claro
Color roca fresca	Gris oscuro
Dureza	Muy alta
Fractura	Irregular
Reacción al HCl	Alta efervescencia
Brillo	Opaco
Patina	Manchas de color gris claro
Fosiles	Pequeños fragmentos
Origen	Ambiente marino
Clasificación	Caliza mudstone
Unidad geológica	Formación Cajamarca
Descripción: Roca muy dura. Se muestra muy resistente a la erosión. Su superficie posee huellas de disolución (lapias). No se observan sedimentos arcillosos en muestra de mano.	



Mudstone (según Dunham)

Figura 44. Descripción de caliza mudstone encontrado en el Miembro Superior de la Formación Cajamarca.

Fuente: Adaptado de Dunham 1962.



#### 4.5. DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE DEPOSITACIÓN

Las Formaciones de Cretácico superior poseen fósiles tales como: Venus sp, Lophya y Natica sp, cuyos estudios indican que, estos, han habitado en aguas poco profundas y bien oxigenadas en donde existía abundante alimentación. (Aldana 2008). Se interpreta que la Formación Yumagual se depositó en un ambiente marino poco profundo y cuyo depocentro estuvo cerca de la fuente de aportes. El Grupo Quilquiñan tuvo su depocentro un poco alejado de su área fuente y la Formación Cajamarca se ha depositado en un ambiente marino de plataforma carbonatada y su depocentro estuvo muy alejado de las zonas de aporte, esto explica el gran porcentaje de carbonato de calcio cercano al 90% en esta formación. Durante el cenomaniano se produce un leve levantamiento del fondo marino reportado en varios lugares del país. En la tabla 12 se representa la profundidad de depositación de las unidades del Cretácico superior tomando como referencia el estudio paleontológico efectuado por Aldana en el año 2008. La tabla 13 fue realizada en base a los resultados obtenidos del porcentaje de sedimentos arcillosos de los análisis químicos de INGEOCONSULT LAB en el año 2023.

Tabla 12. Interpretación de la profundidad de depositación de las rocas calcáreas del Cretácico superior.

SERIE	SISTEMA	FAUNA	PROFUNDIDAD DE HABITAT DEL ORGANISMO METROS (m)	AMBIENTE	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS
			40 80 120 160 200 240		
CRETÁCICO SUPERIOR	TURONIANO INFERIOR	COLLOPOCERAS NEWELLI MACASTER FOUNELI FASCIOLARIA BLEICHERI  PLICATULA FERRIL NICAILOPHA NICAISEI NAMMITES NODOSIDES COILOPOCERAS JENNSY PSEUDO ASPIDOCERAS		MARINO MUY PROFUNDO	FORMACIÓN CAJAMARCA
	CENOMANIANO MEDIO- TURONIANO	ACANTHOCERAS SP NEYTHEA TENOCOLENSIS NEITHEA SP. EXOXYRA PONDEROSA LLIMATOGYRA AFRICANA		MARINO PROFUNDO	GRUPO QUILQUIÑAN
	CENOMANIANO ALBIANO	OSSCILLOPHA SP OSTRA SCYPHAX COQU .LOPHA SP .LIPISTHA SP .VENUS SP		MARINO POCO PROFUNDO	FORMACIÓN YUMAGUAL

Fuente: Tomado de Aldana 2008.

Tabla 13. Representación del porcentaje de sedimentos arcillosos de las unidades del Cretácico superior.

SERIE	SISTEMA	SEDIMENTOS TERRÍGENO (%)					AMBIENTE	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS
		00	20	40	60	100		
CRETÁCICO SUPERIOR	TURONIANO SUPERIOR	0	0	0	0	0	MARINO MUY PROFUNDO	FORMACIÓN CAJAMARCA
	CENOMANIANO MEDIO- TURONIANO	0	0	0	0	0	MARINO PROFUNDO	GRUPO QUILQUIÑÁN
	CENOMANIANO ALBIANO	0	0	0	0	0	MARINO POCO PROFUNDO	FORMACIÓN YUMAGUAL

#### 4.6. ANÁLISIS DE LAS CUENCAS DEL CRETÁCICO SUPERIOR

En base al análisis de la columna estratigráfica, tipos de fósiles y rocas se ha realizado una interpretación de la evolución de la cuenca del Cretácico superior: en las figuras 45, 46 y 47 se representan las distancias del depocentro con respecto a las zonas de aportes. En dichas figuras se puede observar que cerca de la costa hay sedimentos arcillosos (terrígenos) en abundancia. Mientras que cuando el depocentro se encuentra alejado de las costas hay ausencia de sedimentos arcillosos (Vera, 1984).

##### 4.6.1. Ubicación del depocentro de la Formación Yumagual

Por el contenido de sedimentos arcillosos (28.8%) determinado mediante análisis químico, de las rocas calizas de la Formación Yumagual se sugiere que el depocentro de la cuenca marina estuvo ubicado cerca de la zona de aporte alrededor de 100 km de distancia. (Figura 45).

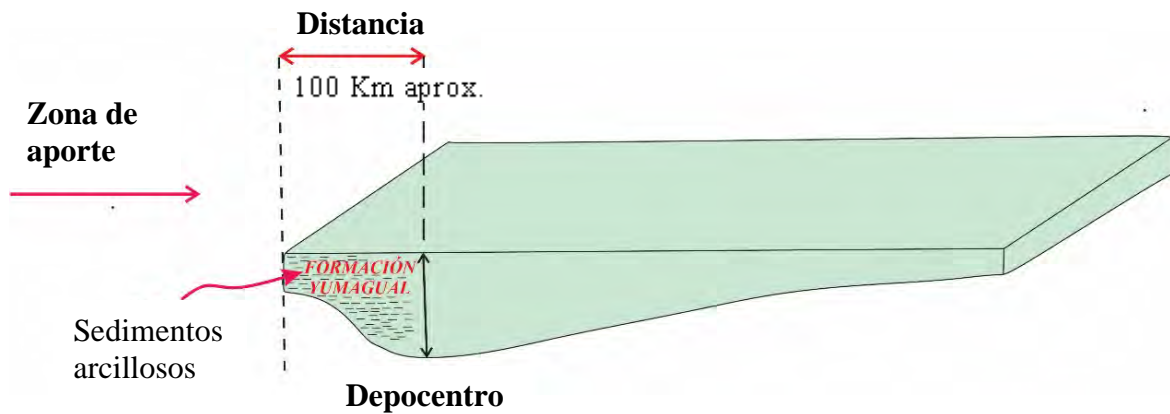


Figura 45. Ubicación del depocentro para la depositación de la Formación Yumagual.

Fuente: Adaptado de Vera 1984.

#### 4.6.2. Ubicación del depocentro del Grupo Quilquiñán

Por el contenido de sedimentos arcillosos (19.7% y 19.8%) determinado mediante el análisis químico de las rocas calizas del Grupo Quilquiñán, se interpreta de que el depocentro de la cuenca estuvo probablemente un poco alejado de la zona de aporte (alrededor de 120 km) en comparación a la depositación de la Formación Yumagual. (Figura 46).

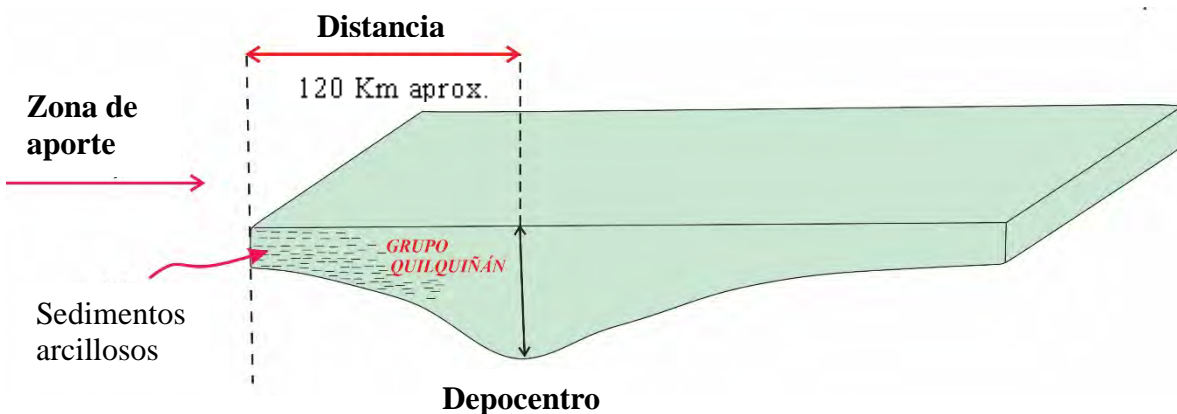


Figura 46. Ubicación del depocentro para la depositación del Grupo Quilquiñán.

Fuente: Adaptado de Vera 1984.

#### 4.6.3. Ubicación del depocentro de la Formación Cajamarca

El contenido de sedimentos arcillosos (8 a 8.1%) determinado mediante el análisis químico de las rocas calizas de la Formación Cajamarca se sugiere que el depocentro de la cuenca estuvo muy alejado de la zona de aporte (alrededor de 150 km. (Figura 47).

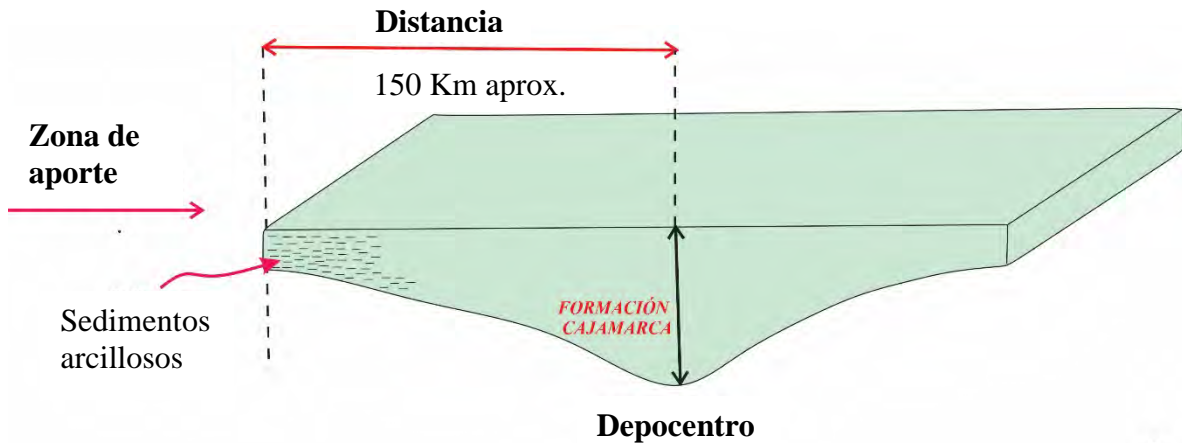


Figura 47. Ubicación del depocentro para la depositación de la Formación Cajamarca.

Fuente: Adaptado de Vera 1984.

#### 4.6.4. Comportamiento del depocentro durante el Cretácico superior

Los porcentajes (%) de los sedimentos arcillosos de las tres unidades del Cretácico superior muestra una disminución desde la Formación Yumagual hasta la Formación Cajamarca, por lo que se interpreta que los depocentro se iban alejando paulatinamente de la zona de aporte (Figura 48).

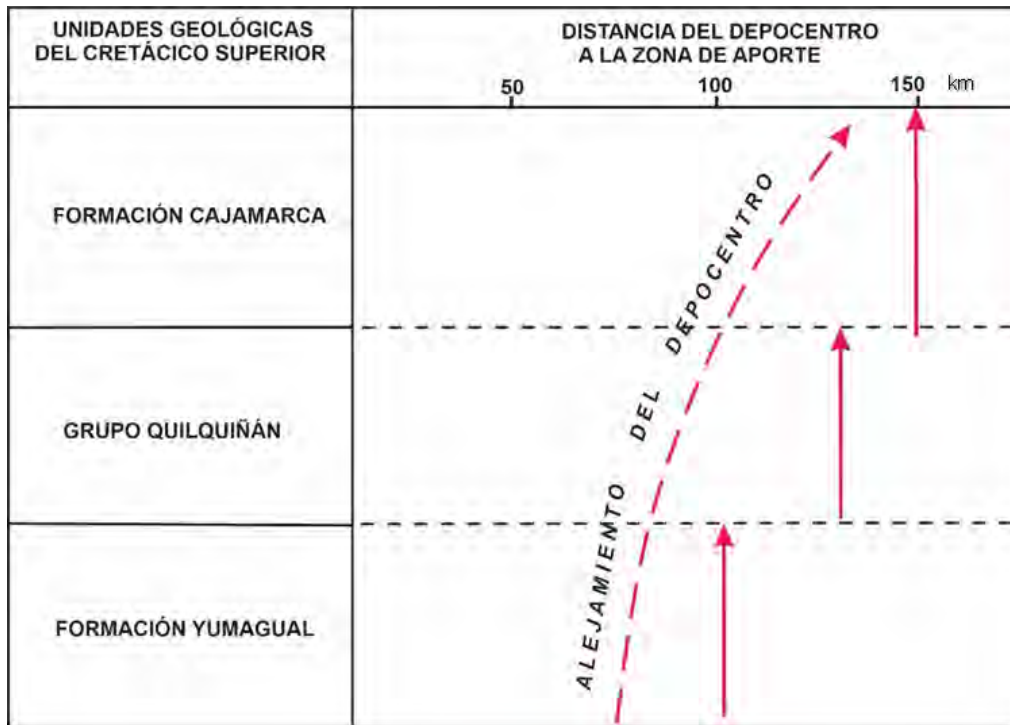


Figura 48. Comportamiento de los depocentros de las cuencas del Cretácico superior.

#### 4.6.5. Ambiente de depositación de las secuencias del Cretácico superior

En las figuras 49, 50 y 51 se representan los diferentes ambientes marinos para la depositación de las secuencias cretácicas:

##### 4.6.5.1. Ambiente de depositación de la Formación Yumagual

Por el alto contenido de sedimentos arcillosos (origen terrígeno) se interpreta que la Formación Yumagual se ha depositado en un ambiente marino hemipelágico. (Figura 49).

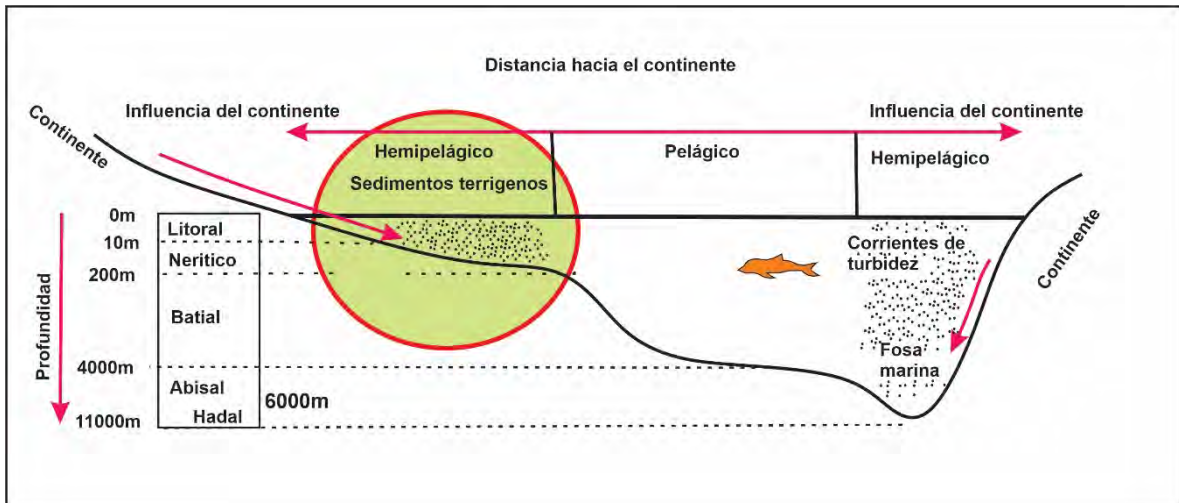


Figura 49. Ambiente de depositación de las Formación Yumagual.

Fuente: Modificado de Blandon 2002.

#### 4.6.5.2. Ambiente de depositación del Grupo Quilquiñán

Por el contenido de sedimentos arcillosos (origen terrígeno) se interpreta que el Grupo Quilquiñán se ha depositado en un ambiente marino hemipelágico- pelágico. (Figura 50).

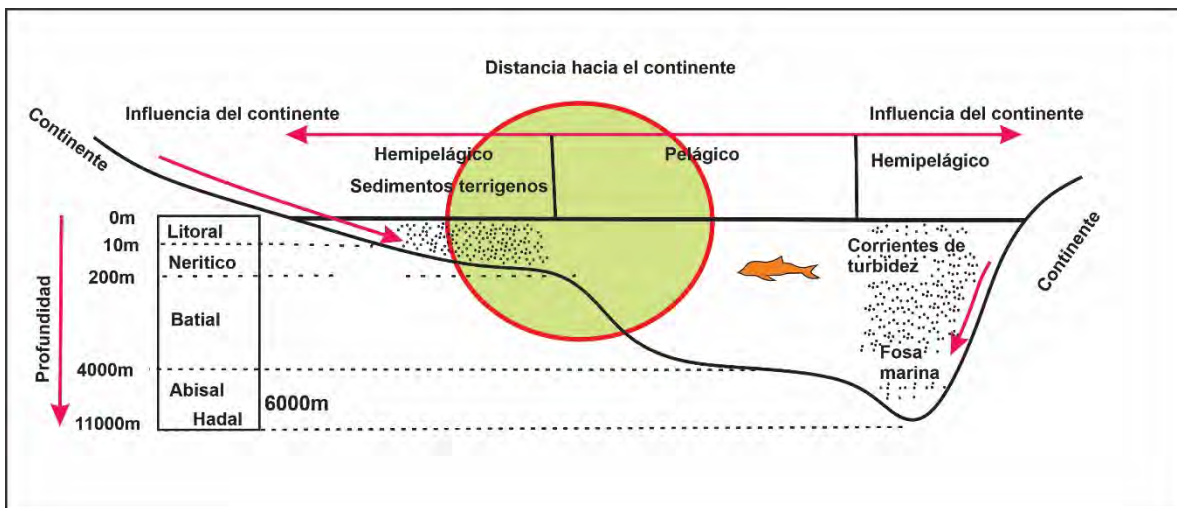


Figura 50. Ambiente de depositación del Grupo Quilquiñán.

Fuente: Modificado de Blandon 2002.

#### 4.6.5.3. Ambiente de deposición de la Formación Cajamarca

Por la casi ausencia de sedimentos arcillosos (origen terrígeno) se interpreta que la Formación Cajamarca se ha depositado en un ambiente marino pelágico (Figura 51).

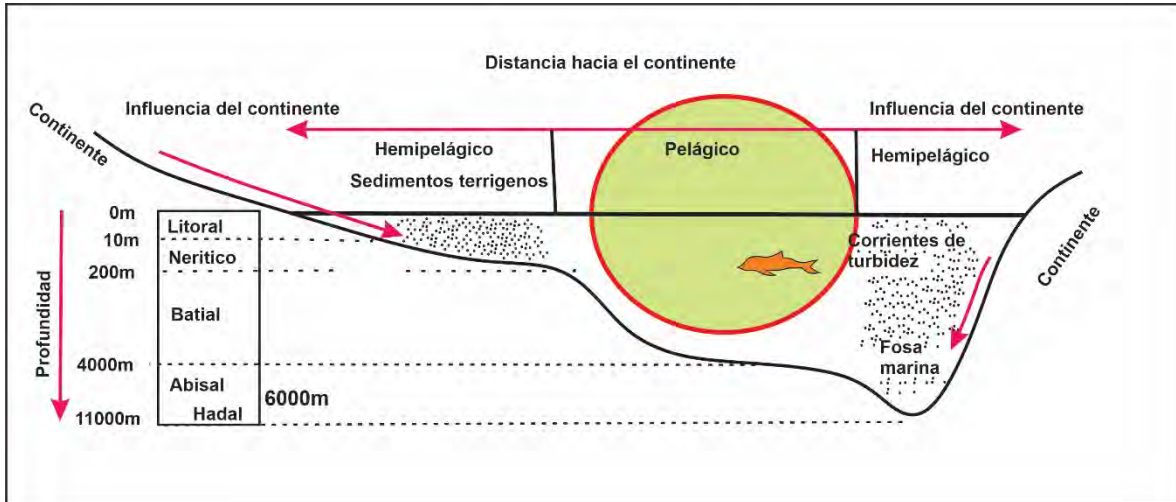


Figura 51. Ambiente de deposición de la Formación Cajamarca.  
Fuente: Modificado de Blandon 2002.

#### 4.7. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Después de realizar el análisis minucioso de las características litológicas, texturales y de ambiente de sedimentación de las secuencias sedimentarias del Cretácico superior que afloran en los Caseríos de Chetilla y Laguna Chamis se pudo determinar sus características estratigráficas y paleoambientales. Las características estratigráficas indican que se depositaron en forma continua y gradual desde la Formación Yumagual, Grupo Quilquiñán hasta la Formación Cajamarca. La disminución de sedimentos arcillosos desde la Formación Yumagual hasta la Formación Cajamarca indica que la cuenca se fue hundiendo a medida que se acumulaban los sedimentos y cuyo depocentro se iba alejando cada vez más de la zona de aporte, por esta razón las calizas de la Formación Cajamarca presentan poco porcentaje de sedimentos arcillosos y por lo que la hipótesis se contrasta positivamente.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

Las secuencias estratigráficas del Cretácico superior se caracterizan porque sus estratos muestran un paso transicional entre ellas evidenciando una depositación en forma continua.

La Formación Yumagual y el Grupo Quilquiñán se han depositado en un ambiente marinos poco profundo mientras que la Formación Cajamarca en un ambiente marino profundo.

La Formación Yumagual consta del Miembro inferior (calizas margosas gris amarillentas intercalada con estratos delgados de calizas gris oscuras), el Miembro medio (posee un horizonte de arcillita calcáreas de 10 m de espesor de coloración gris amarillenta) y el Miembro superior (intercalación de calizas macizas gris marrones con margas).

La Formación Cajamarca consta del Miembro inferior (calizas macizas de coloración gris oscuras dispuestas en estratos gruesos con abundantes vetillas de calcita), el Miembro medio (intercalación de estratos de calizas de 80 cm a 20 cm) y el Miembro superior (estratos gruesos de calizas en la base y estratos delgados al tope).

El análisis de la paleogeografía indica que la cuenca Cretácica donde se depositó la Formación Yumagual tuvo su depocentro ubicado muy cerca de la Costa, el Grupo Quilquiñán se aleja un poco más de la zona de aporte y la Formación Cajamarca tiene su depocentro muy alejado de la zona de aporte.

El porcentaje de sedimentos terrígenos es mayor en la Formación Yumagual (28.8%) disminuye en las rocas del Grupo Quilquiñán (19.7-19.8%) para casi desaparecer en la Formación Cajamarca (8-8.1%); esta disminución del porcentaje guarda una estrecha relación con el comportamiento de los depocentros.



## **5.2. RECOMENDACIONES**

A la EAPIG que se debe realizar estudios microscópicos de las rocas de la secuencia del Cretácico superior con la finalidad de conocer su área de procedencia de los sedimentos.

Realizar estudios de biofacies de las secuencias del Cretácico en el distrito de Cajamarca para conocer su comportamiento local y regional.

Realizar un estudio bioestratigráfico de las secuencias del Cretácico en el distrito de Cajamarca para complementar el estudio realizado.

Hacer conocer la importancia del estudio de la caracterización estratigráfica del Cretácico superior para realizar la correlación con otras zonas adyacentes.

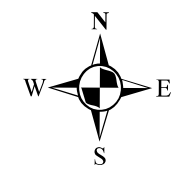
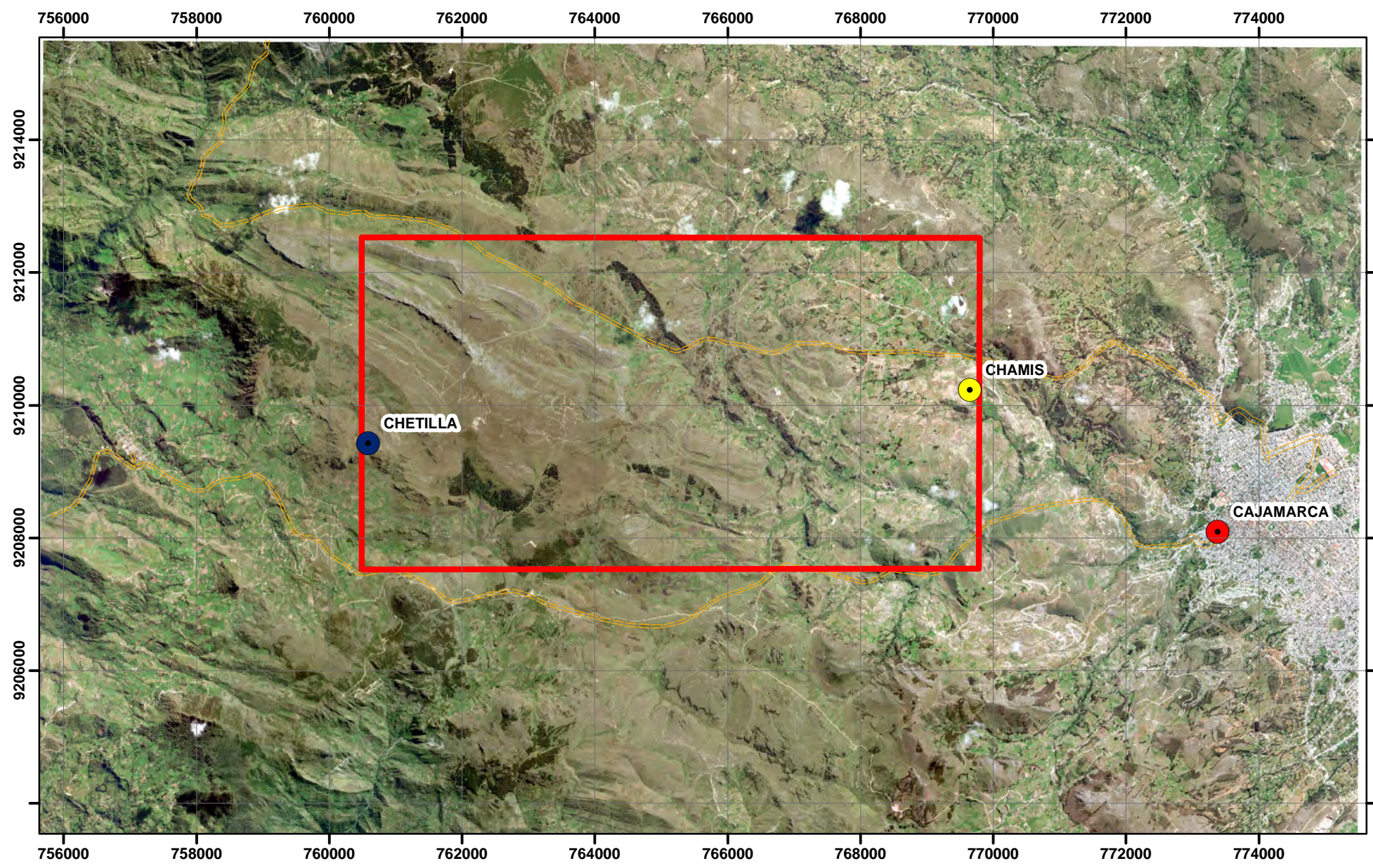
## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldana, M. 2008. Informe Paleontológico Macro 3. INGEMMET. Lima- Perú.
- Blandón, A. 2002. Principios de estratigrafía. Universidad Nacional de Colombia: Facultad de Minas.
- Jacay, J. 2005. Análisis de la Sedimentación del Sistema Cretáceo de Los Andes del Perú Central. Revista del Instituto de Investigación FIGMMG. Vol. 8, N° 15.
- Carbajal, N. 2015. Estratigrafía Secuencial del Cretácico Superior (Formaciones Toro Toro y El Molino) en los sinclinales del Río Caine y Toro Toro, Departamento de Potosí. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Ciencias Geológicas. Carrera de Ingeniera Geológica. Potosí- Bolivia.
- Casal, G., Allard, J. & Foix, N. 2015. Análisis Estratigráfico y Paleontológico del Cretácico Superior en la Cuenca del Golfo San Jorge: Nueva Unidad Litoestratigráfica para el Grupo Chubut. Revista Geológica Argentina. Vol 72, N° 1.
- Dávila, J. 1999. Diccionario Geológico. Lima- Perú.
- Dunham, R. 1962. Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture.
- ECURED. 2021. Fósil Guía. Cuba.
- Griem, W. 2020. Apuntes Geología. Colombia
- Romero, L.; Aldana, M.; Rangel, C; Villavicencio, E.; Ramírez, J. 1995. Fauna y Flora Fósil del Perú. Boletín N° 17. Serie D. Estudios Especiales. INGEMMET. Impreso: Talleres Gráficos Full Graphic SRL. Lima- Perú.
- Krumbein, W. & Sloss, L. 1963. Estratigrafía Y Sedimentología. Departamento de Geología, Universidad Northwestern. Primera Edición en español. Unión Tipográfica Editorial, Hispano América. México.

- Lagos, A. & Quispe, Z. 2007. Aportes al análisis de Cuencas Sedimentarias en los Alrededores de las localidades de los Baños del Inca, Cruz Blanca, Otuzco. Distrito de Cajamarca.
- López, O. 2021. Estudio Lito y Bioestratigráfico del grupo Crisnejas entre las localidades de Pampa de La Culebra y Polloc - La Encañada. Tesis para obtener el título de Geólogo. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Medina, S. 2014. Estratigrafía Secuencial de la Formación Yumagual en el distrito Minero de Hualgayoc- Cajamarca. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geólogo. EAPIG- Universidad Nacional de Cajamarca.
- Navarrete, E. 2014. Apuntes de estratigrafía y sedimentación. Guayaquil – Ecuador
- San Boggs, J. 2006. Principles of Sedimentology and Stratigraphy Fourth Edition
- Terrones, L. 2014. Estudio Litológico y Paleontológico de la Formación Yumagual en el Distrito de Cajamarca. Tesis para obtener el título de Geólogo. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Reguant, S. 2001. Guía Estratigráfica Internacional. Revista de la Sociedad Geológica de España, vol. 14, (3-4).
- Reyes, L. 1980. Geología de los cuadrángulos de Cajamarca (15-f), San Marcos (15-g) y Cajabamba (16-g). Boletín N°31 INGEMMET.
- Rodríguez, A. 2022. Caracterización Estratigráfica y Sedimentológica del Cretácico en el Distrito La Encañada. Tesis para obtener el título de Geólogo. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Rodríguez, R. 2016. Método de investigación geológico-geotécnico para el análisis de inestabilidad de laderas por deslizamientos zona Ronquillo – Corisorgona Cajamarca - Perú
- Vera, J. 1984 Estratigrafía. Principio y Métodos. Editorial Rueda. Madrid- España. 829p.

# ANEXOS

1. PLANO DE ACCESIBILIDAD
2. PLANO DE UBICACIÓN
3. PLANO TOPOGRÁFICO
4. PLANO GEOLÓGICO
5. PLANO ALTITUDINAL
6. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN YUMAGUAL
7. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DEL GRUPO QUILQUIÑÁN
8. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN CAJAMARCA
9. PLANO DE RECOLECCIÓN DE FÓSILES
10. PLANO DE RECOLECCIÓN DE ROCAS
11. PLANO DE ESTACIONES ESTRATIGRÁFICAS
12. FICHA DE RECOLECCIÓN DE FÓSILES
13. FICHA DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE ROCA
14. ANÁLISIS QUÍMICOS DE LAS MUESTRAS



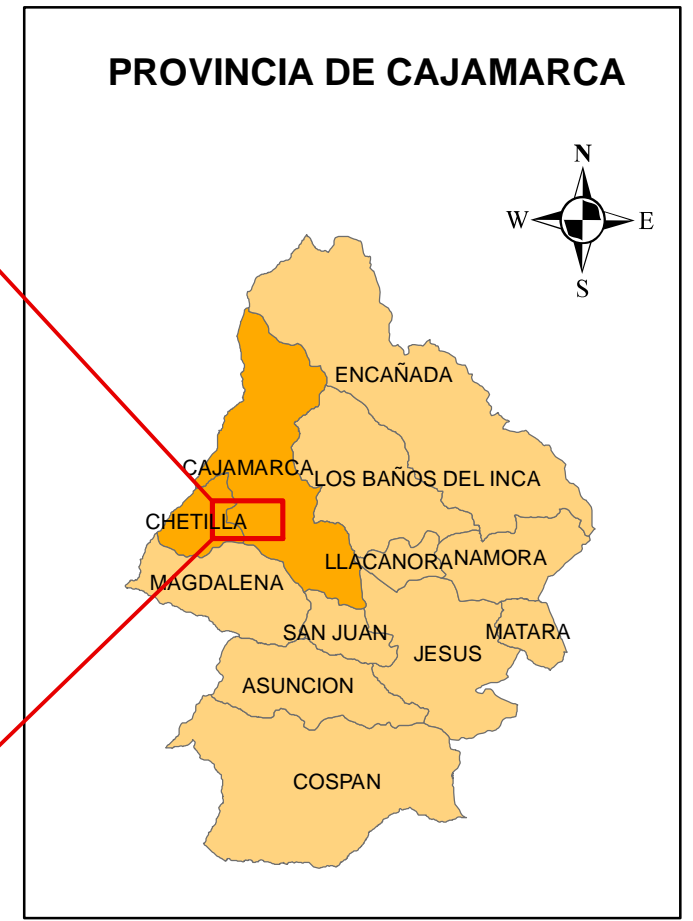
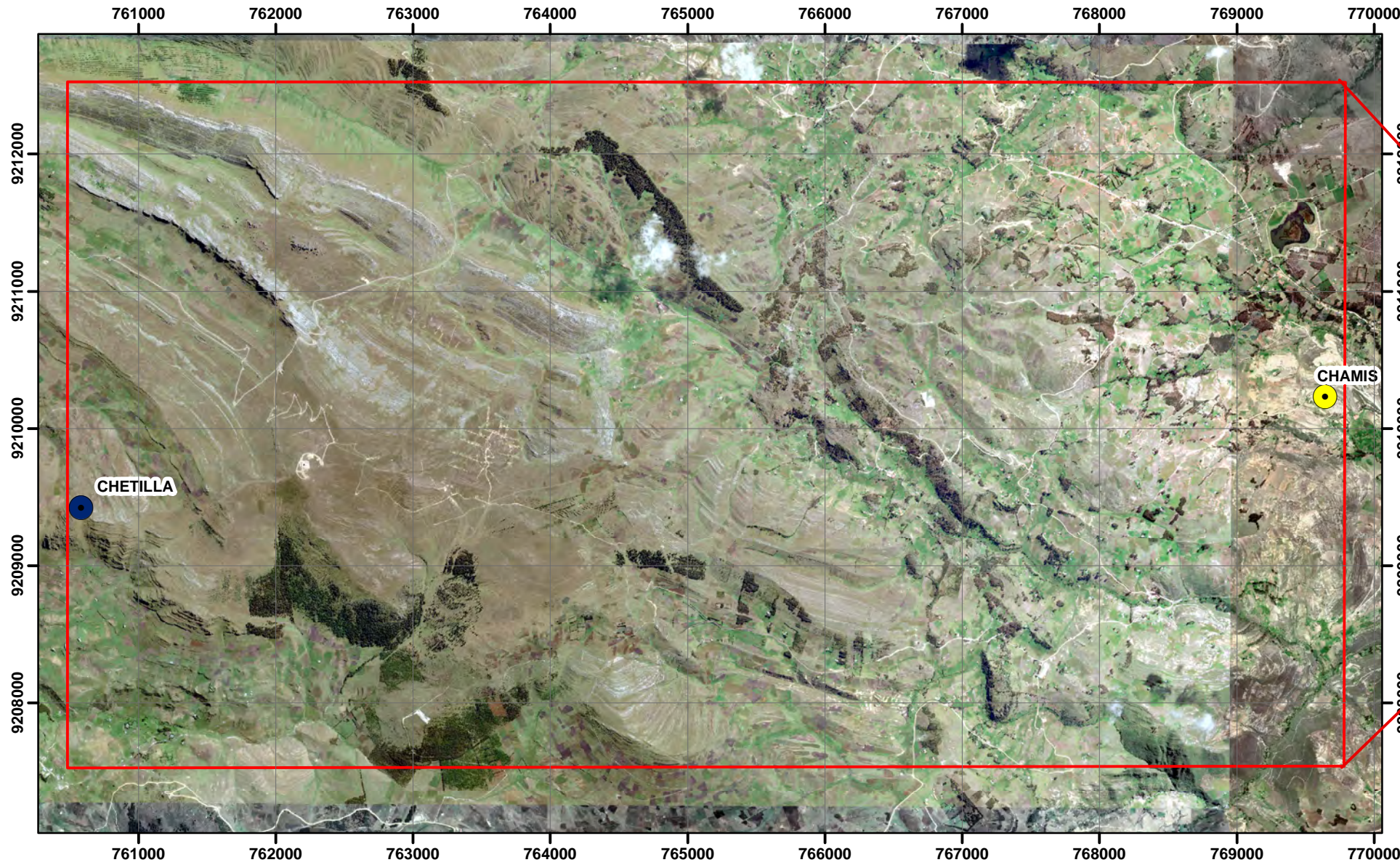
**LEYENDA**

- Zona de estudio
- CAJAMARCA
- CHAMIS
- CHETILLA
- ~ Carretera Asfaltada
- ~ Carretera Afirmada



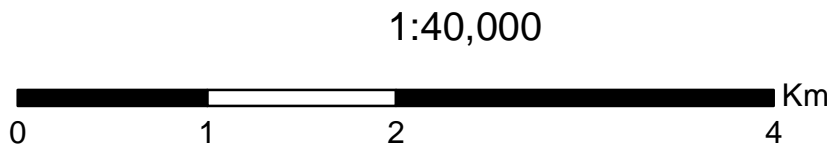
Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S  
Datum: WGS 1984

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b>	
<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
<b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA</b>	
	TESIS: CARACTERIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA Y PALEOAMBIENTAL DE LAS SECUENCIAS SEDIMENTARIAS DEL CRETÁCICO SUPERIOR ENTRE LOS CASERÍOS DE CHETILLA Y LAGUNA CHAMIS
	PLANO: ACCESIBILIDAD
	TESISTA: Bach. Félix Amstrong Gerson Díaz Ortiz
	ASESOR: Dr. Ing. Alejandro C. Lagos Manrique
	ESCALA: 1:80000   FECHA: Febrero 2023
	PLANO N°: <b>01</b>



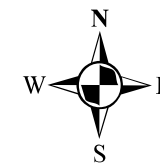
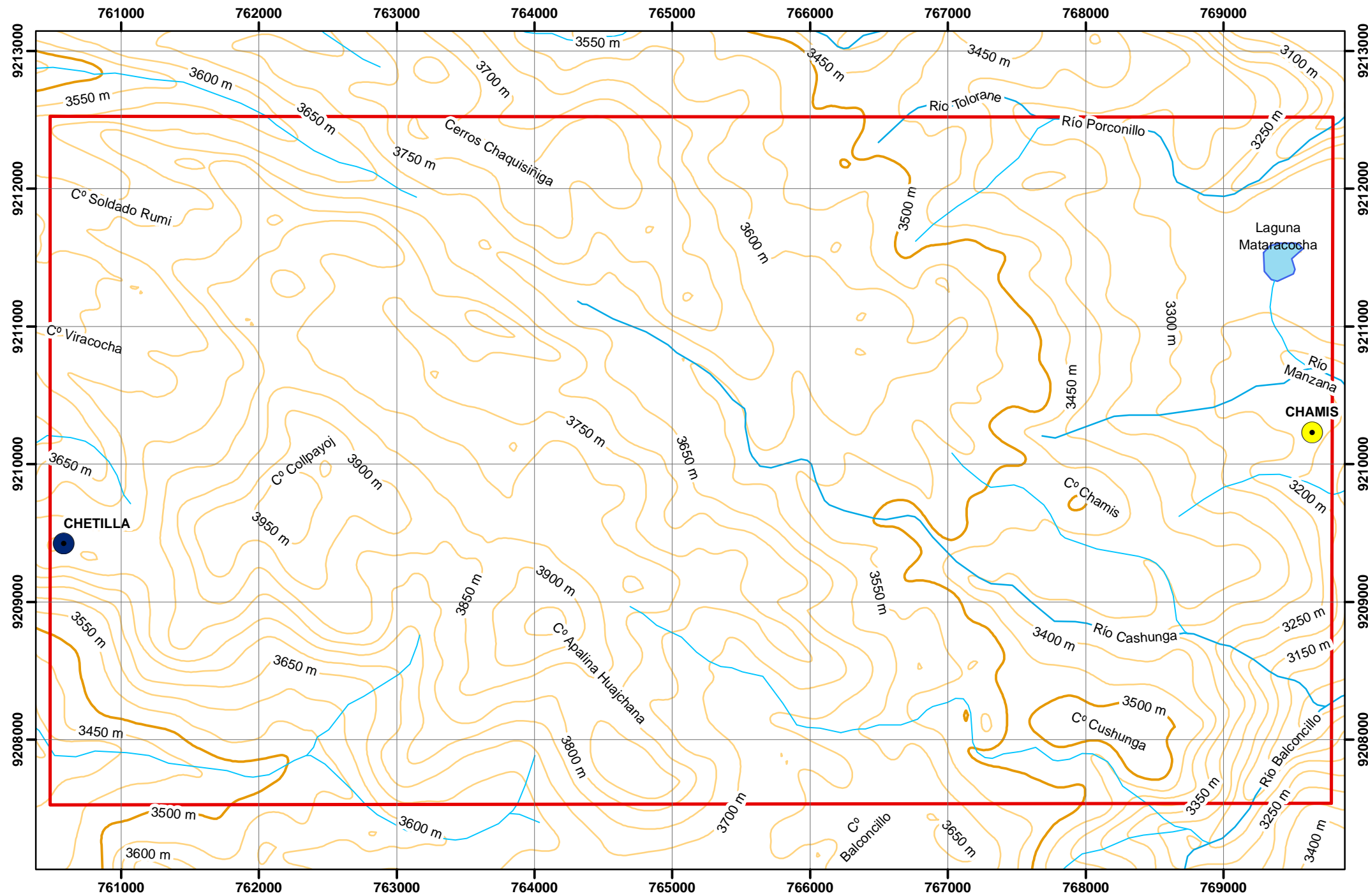
**LEYENDA**

Zona de estudio




Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S  
Datum: WGS 1984




<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b>	
<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
<b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA</b>	
	<p>TESIS: CARACTERIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA Y PALEOAMBIENTAL DE LAS SECUENCIAS SEDIMENTARIAS DEL CRETÁCICO SUPERIOR ENTRE LOS CASERÍOS DE CHETILLA Y LAGUNA CHAMIS</p>
	<p>PLANO: UBICACIÓN</p>
<p>TESISTA: Bach. Félix Amstrong Gerson Díaz Ortiz</p>	<p>PLANO N°: <b>02</b></p>
<p>ASESOR: Dr. Ing. Alejandro C. Lagos Manrique</p>	
<p>ESCALA: 1:40000</p>	<p>FECHA: Febrero 2023</p>



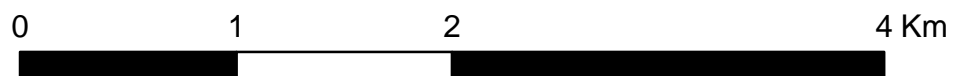
### LEYENDA

 Zona de estudio

### SIMBOLOGÍA

-  Qda
-  Río
-  Laguna
-  Curvas menores
-  Curvas mayores

1:35,000



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S  
Datum: WGS 1984

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

TESIS: CARACTERIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA Y PALEOAMBIENTAL DE LAS SECUENCIAS SEDIMENTARIAS DEL CRETÁCICO SUPERIOR ENTRE LOS CASERÍOS DE CHETILLA Y LAGUNA CHAMIS

PLANO: TOPOGRÁFICO

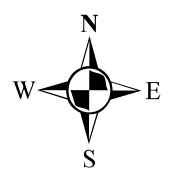
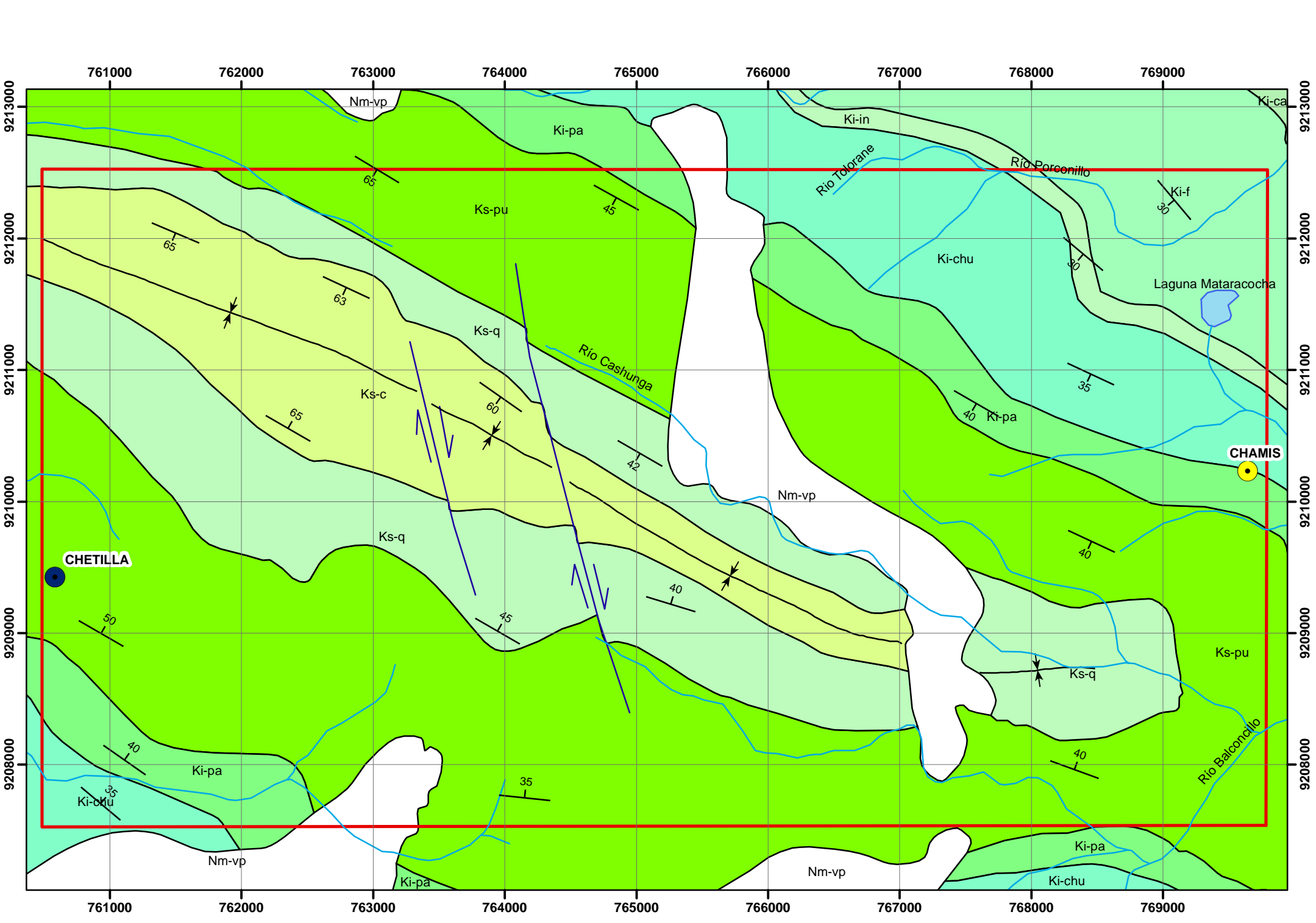
TESISTA: Bach. Félix Amstron Gerson Díaz Ortiz

ASESOR: Dr. Ing. Alejandro C. Lagos Manrique

ESCALA: 1:35000 FECHA: Febrero 2023

PLANO N°:  
03





### LEYENDA

- Zona de estudio
- Q-al
- Q-fl
- Nm-vp
- Ks-c
- Ks-q
- Ks-pu
- Ki-pa
- Ki-chu
- Ki-in
- Ki-f
- Ki-ca
- Ki-sa
- Ki-chim

### SIMBOLOGÍA

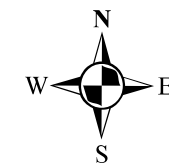
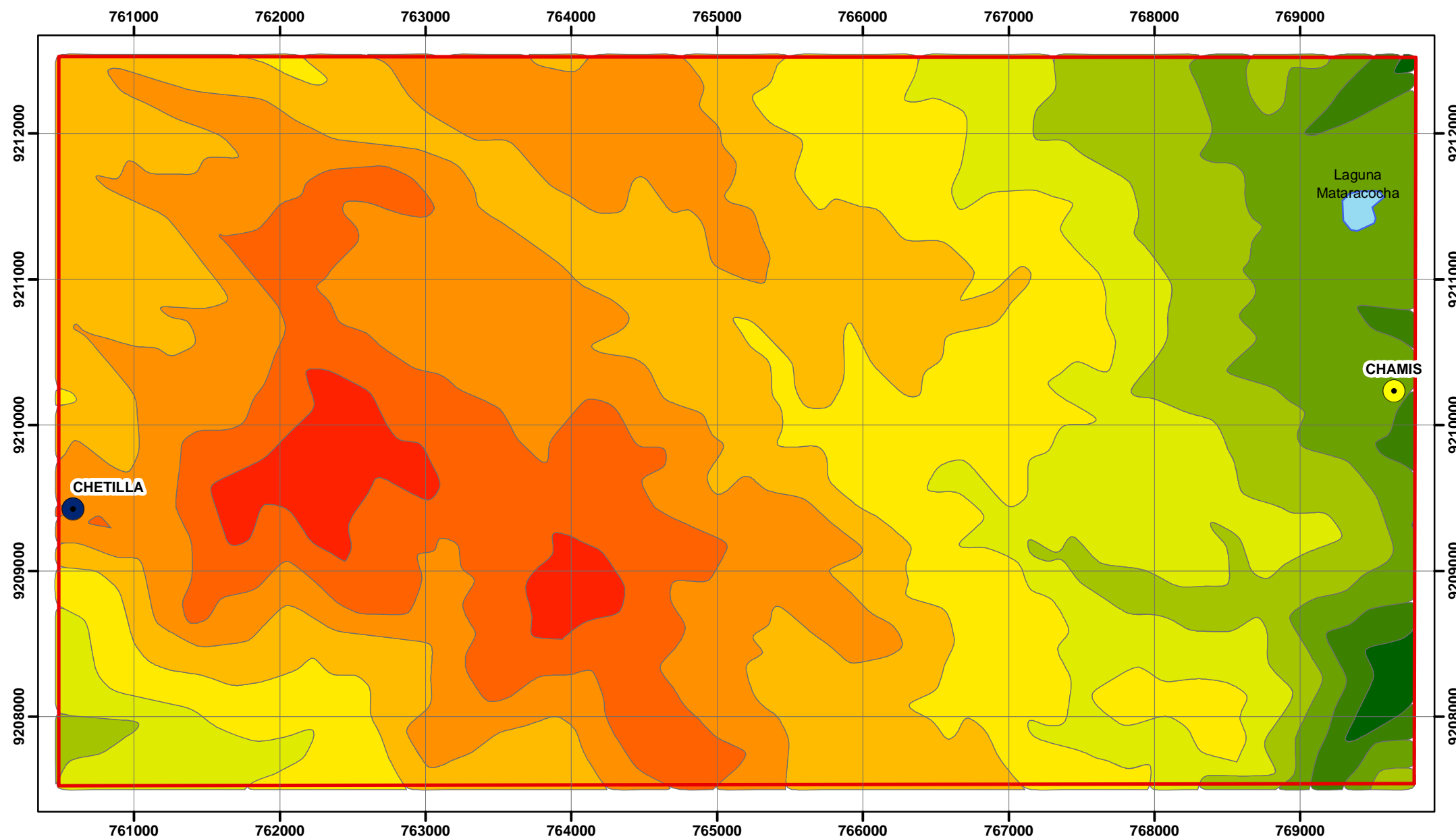
- Buzamientos
- Sinclinal
- Falla de desgarre
- Ríos
- Qdas
- Laguna



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S  
Datum: WGS 1984

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b>	
<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
<b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA</b>	
	TESIS: CARACTERIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA Y PALEOAMBIENTAL DE LAS SECUENCIAS SEDIMENTARIAS DEL CRETÁCICO SUPERIOR ENTRE LOS CASERÍOS DE CHETILLA Y LAGUNA CHAMIS
PLANO: <b>GEOLÓGICO</b>	
TESISTA: Bach. Félix Amstron Gerson Díaz Ortiz	PLANO N°: <b>04</b>
ASESOR: Dr. Ing. Alejandro C. Lagos Manrique	
ESCALA: 1:35000	FECHA: Febrero 2023

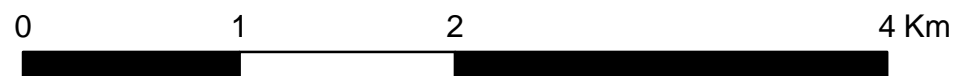




### LEYENDA

- Zona de estudio
- 3000 - 3100
- 3101 - 3200
- 3201 - 3300
- 3301 - 3400
- 3401 - 3500
- 3501 - 3600
- 3601 - 3700
- 3701 - 3800
- 3801 - 3900
- 3901 - 4000

1:35,000



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S  
Datum: WGS 1984

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



TESIS: CARACTERIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA Y PALEOAMBIENTAL DE LAS SECUENCIAS SEDIMENTARIAS DEL CRETÁCICO SUPERIOR ENTRE LOS CASERÍOS DE CHETILLA Y LAGUNA CHAMIS

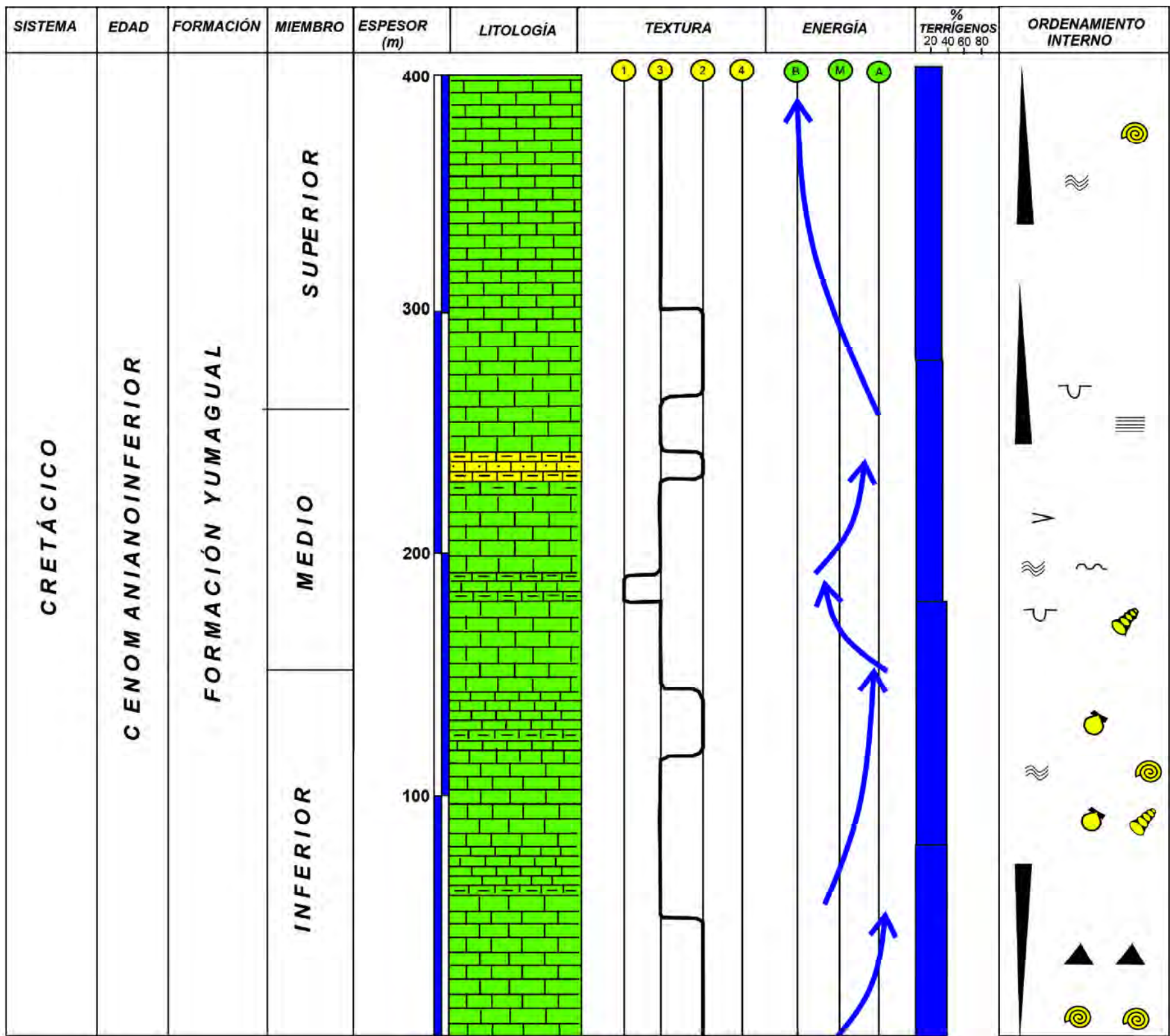
PLANO: ALTITUDINAL

TESISTA: Bach. Félix Amstrong Gerson Díaz Ortiz

ASESOR: Dr. Ing. Alejandro C. Lagos Manrique

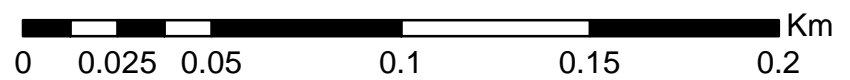
ESCALA: 1:35000 | FECHA: Febrero 2023

PLANO N°:  
05

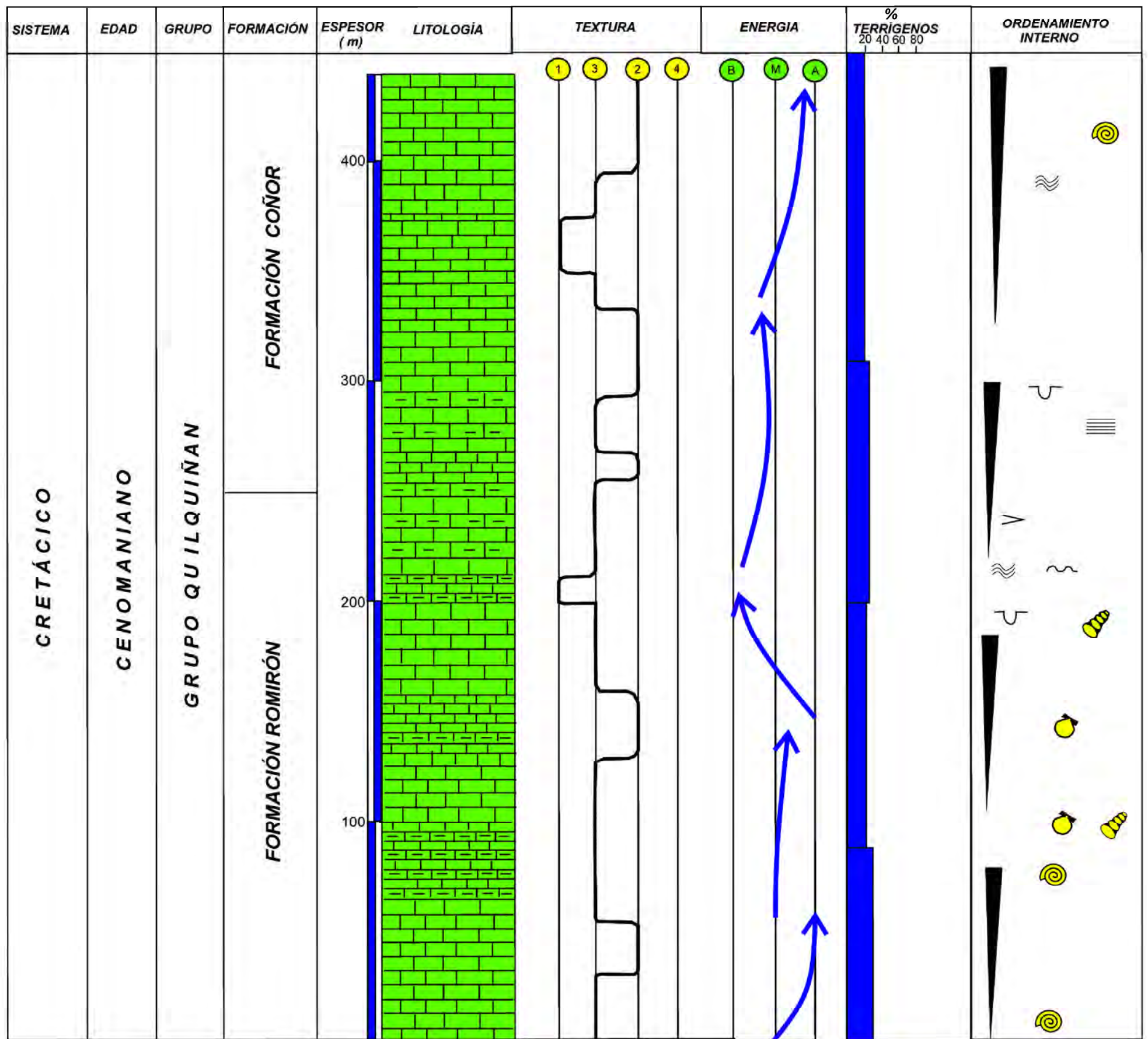


**SIMBOLOGÍA**

[Symbol]	Arcillita calcarea
[Symbol]	Caliza
[Symbol]	Caliza arcillosa
[Symbol]	Estructuras de sobrecarga
[Symbol]	Estrato decreciente
[Symbol]	Estrato creciente
[Symbol]	Mudstone
[Symbol]	wackestone
[Symbol]	Packstone
[Symbol]	Grainstone
[Symbol]	Alta
[Symbol]	Media
[Symbol]	Baja
[Symbol]	Ammonite
[Symbol]	Bivalvo
[Symbol]	Gasteropodo
[Symbol]	Chert

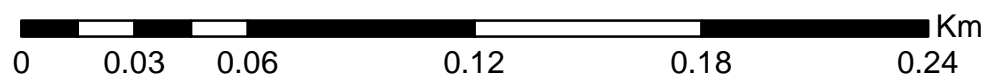


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA		
	TESIS:	CARACTERIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA Y PALEOAMBIENTAL DE LAS SECUENCIAS SEDIMENTARIAS DEL CRETÁCICO SUPERIOR ENTRE LOS CASERÍOS DE CHETILLA Y LAGUNA CHAMIS
	PLANO:	COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN YUMAGUAL
	TESISTA:	Bach. Félix Amstrong Gerson Díaz Ortiz
	ASESOR:	Dr. Ing. Alejandro C. Lagos Manrique
ESCALA:	1:2000	FECHA: Febrero 2023
		PLANO N°: 06

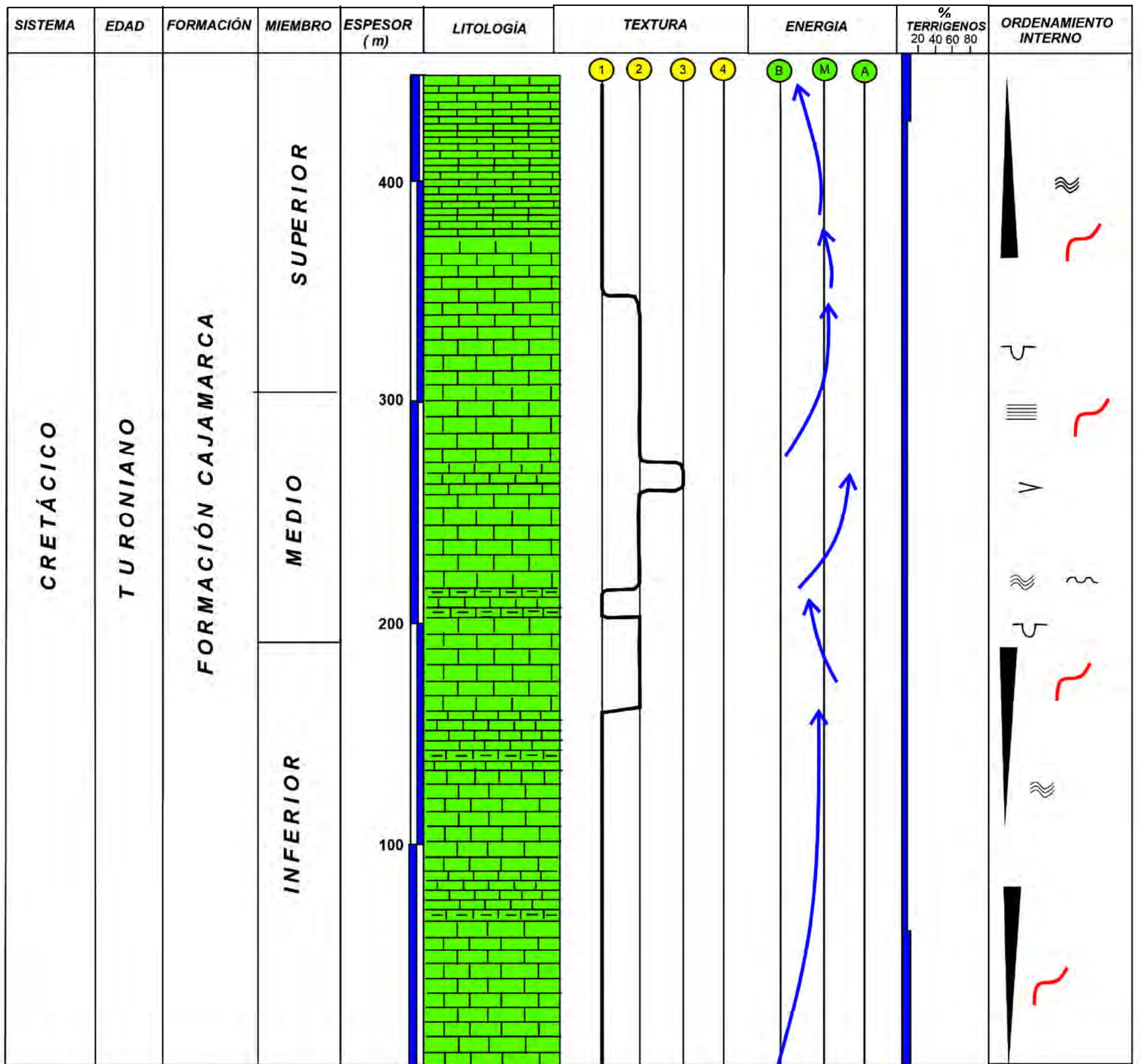


**SIMBOLOGÍA**

	Estructuras de sobrecarga
	Estrato creciente
	Mudstone
	wackestone
	Packstone
	Grainstone
	Alta
	Media
	Baja
	Ammonite
	Bivalvo
	Gasteropodo
	Acuñaamiento
	Laminación
	Estratificación ondulante

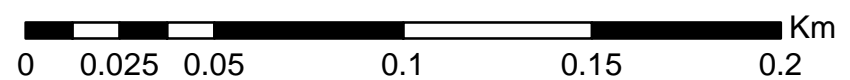


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA		
	TESIS: CARACTERIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA Y PALEOAMBIENTAL DE LAS SECUENCIAS SEDIMENTARIAS DEL CRETÁCICO SUPERIOR ENTRE LOS CASERÍOS DE CHETILLA Y LAGUNA CHAMIS	
	PLANO: COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DEL GRUPO QUILQUIÑAN	
	TESISTA: Bach. Félix Amstrong Gerson Díaz Ortiz	PLANO N°: 07
	ASESOR: Dr. Ing. Alejandro C. Lagos Manrique	
	ESCALA: 1:2000	FECHA: Febrero 2023

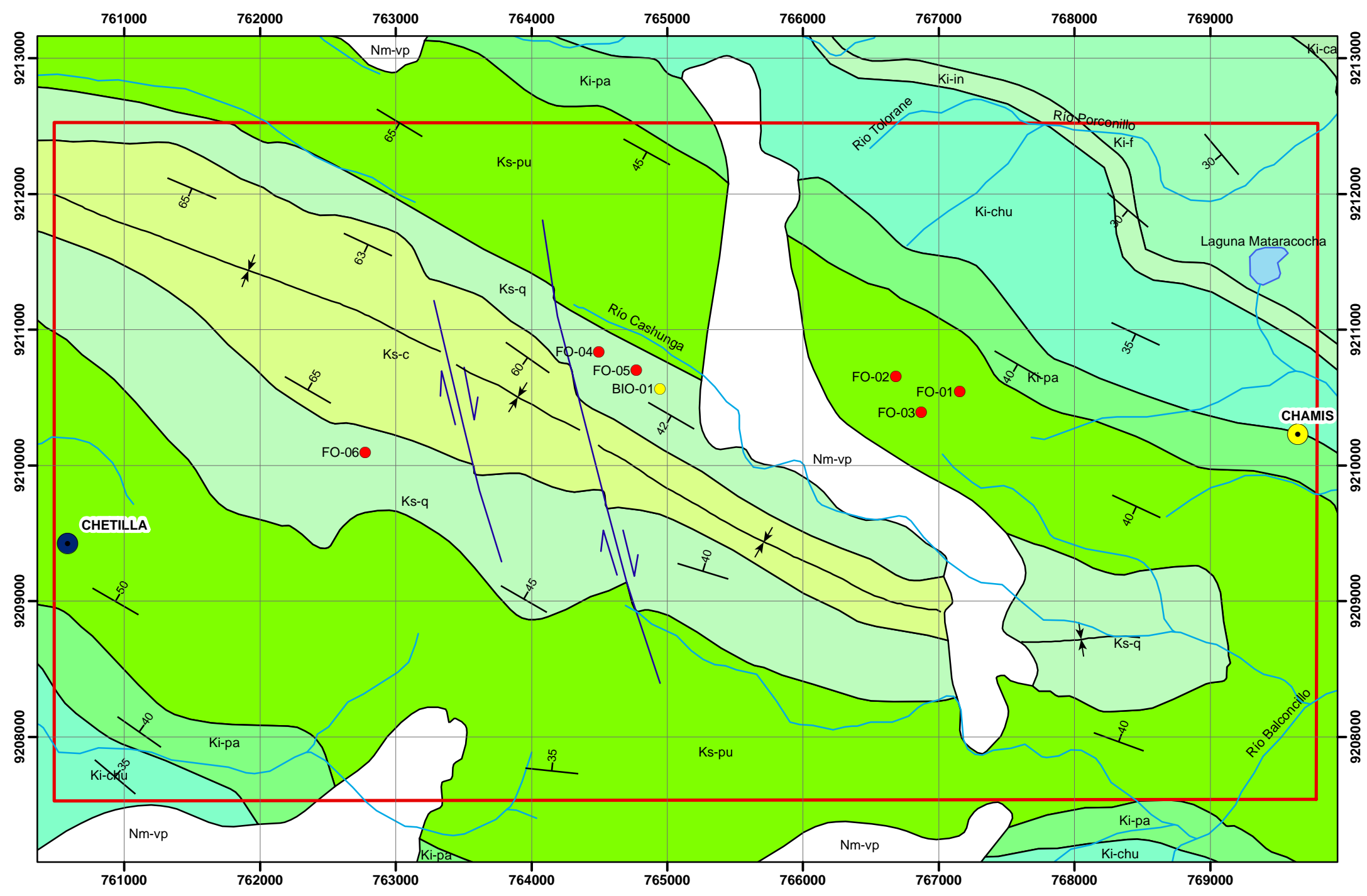


**SIMBOLOGÍA**

	Caliza
	Arcillita calcarea
	Estructuras de sobrecarga
	Estrato creciente
	Estrato decreciente
	Mudstone
	wackestone
	Packstone
	Grainstone
	Alta
	Media
	Baja
	Venillas de calcita



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA</b>	
	TESIS: CARACTERIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA Y PALEOAMBIENTAL DE LAS SECUENCIAS SEDIMENTARIAS DEL CRETÁCICO SUPERIOR ENTRE LOS CASERÍOS DE CHETILLA Y LAGUNA CHAMIS
	PLANO: COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN CAJAMARCA
	TESISTA: Bach. Félix Amstrong Gerson Díaz Ortiz ASESOR: Dr. Ing. Alejandro C. Lagos Manrique
	ESCALA: 1:2000   FECHA: Febrero 2023
PLANO N°: <b>08</b>	

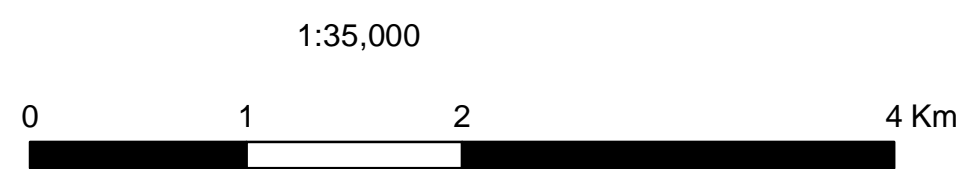


**LEYENDA**

	Zona de estudio
	Q-al
	Q-fl
	Nm-vp
	Ks-c
	Ks-q
	Ks-pu
	Ki-pa
	Ki-chu
	Ki-in
	Ki-f
	Ki-ca
	Ki-sa
	Ki-chim

**SIMBOLOGÍA**

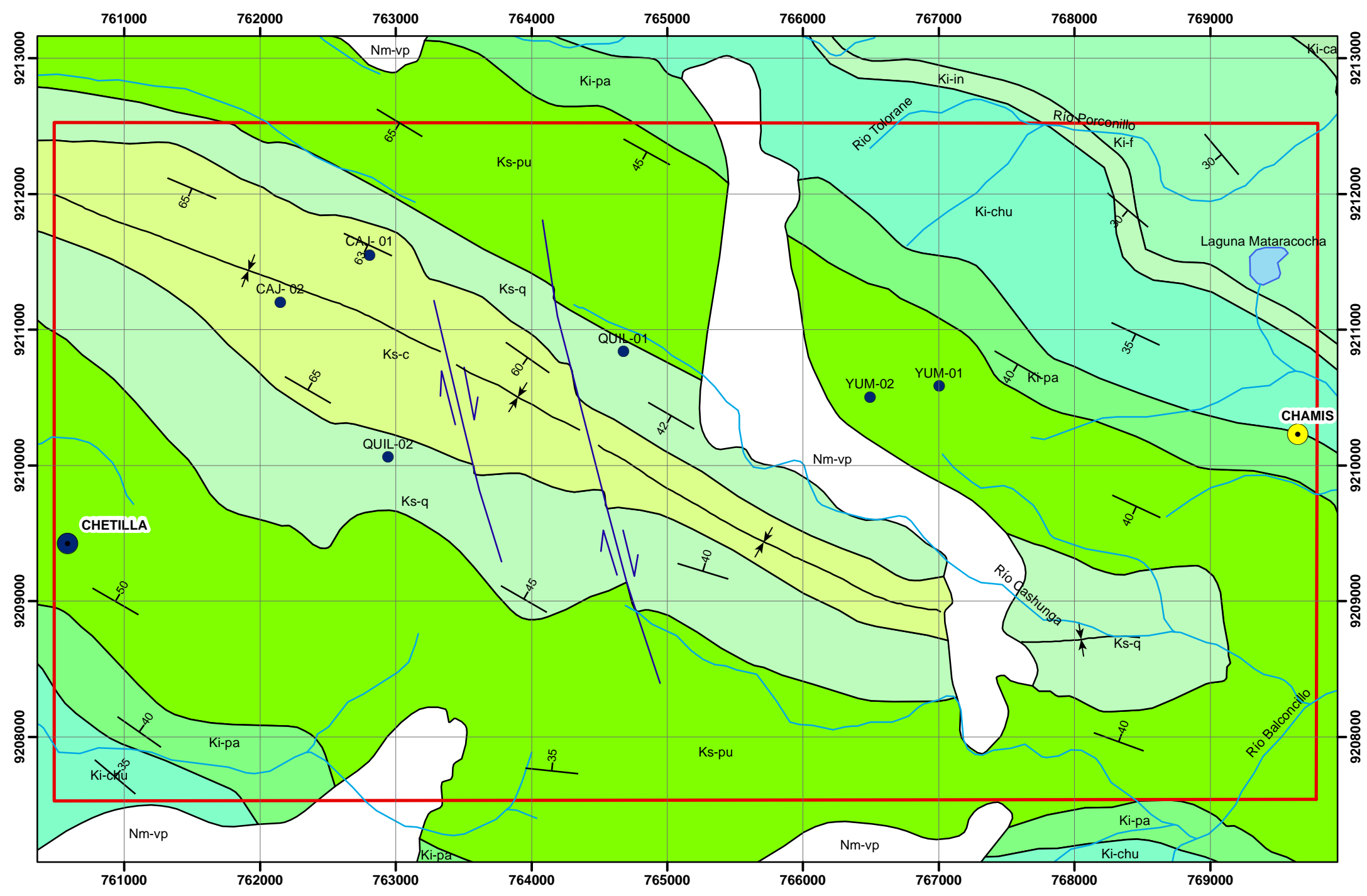
FO	MUESTRA DE FÓSIL
	MUESTRA DE FÓSIL
BIO	ZONA DE BIOFACES DE EXOGRAS
	ZONA DE BIOFACES DE EXOGRAS



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S  
Datum: WGS 1984

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**

	TESIS:	CARACTERIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA Y PALEOAMBIENTAL DE LAS SECUENCIAS SEDIMENTARIAS DEL CRETÁCICO SUPERIOR ENTRE LOS CASERÍOS DE CHETILLA Y LAGUNA CHAMIS
	PLANO:	RECOLECCIÓN DE FÓSILES
	TESISTA:	Bach. Félix Amstron Gerson Díaz Ortiz
	ASESOR:	Dr. Ing. Alejandro C. Lagos Manrique
ESCALA:	1:35000	FECHA: Febrero 2023
		PLANO N°: <b>09</b>



**LEYENDA**

	Zona de estudio
	Q-al
	Q-fl
	Nm-vp
	Ks-c
	Ks-q
	Ks-pu
	Ki-pa
	Ki-chu
	Ki-in
	Ki-f
	Ki-ca
	Ki-sa
	Ki-chim

**SIMBOLOGÍA**

	MUESTRA DE ROCA
--	-----------------



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S  
Datum: WGS 1984

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA</b>	
	TESIS: CARACTERIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA Y PALEOAMBIENTAL DE LAS SECUENCIAS SEDIMENTARIAS DEL CRETÁCICO SUPERIOR ENTRE LOS CASERÍOS DE CHETILLA Y LAGUNA CHAMIS
	PLANO: RECOLECCIÓN DE ROCAS
	TESISTA: Bach. Félix Amstrong Gerson Díaz Ortiz
	ASESOR: Dr. Ing. Alejandro C. Lagos Manrique
ESCALA: 1:35000   FECHA: Febrero 2023	<b>PLANO N°:</b> <b>10</b>

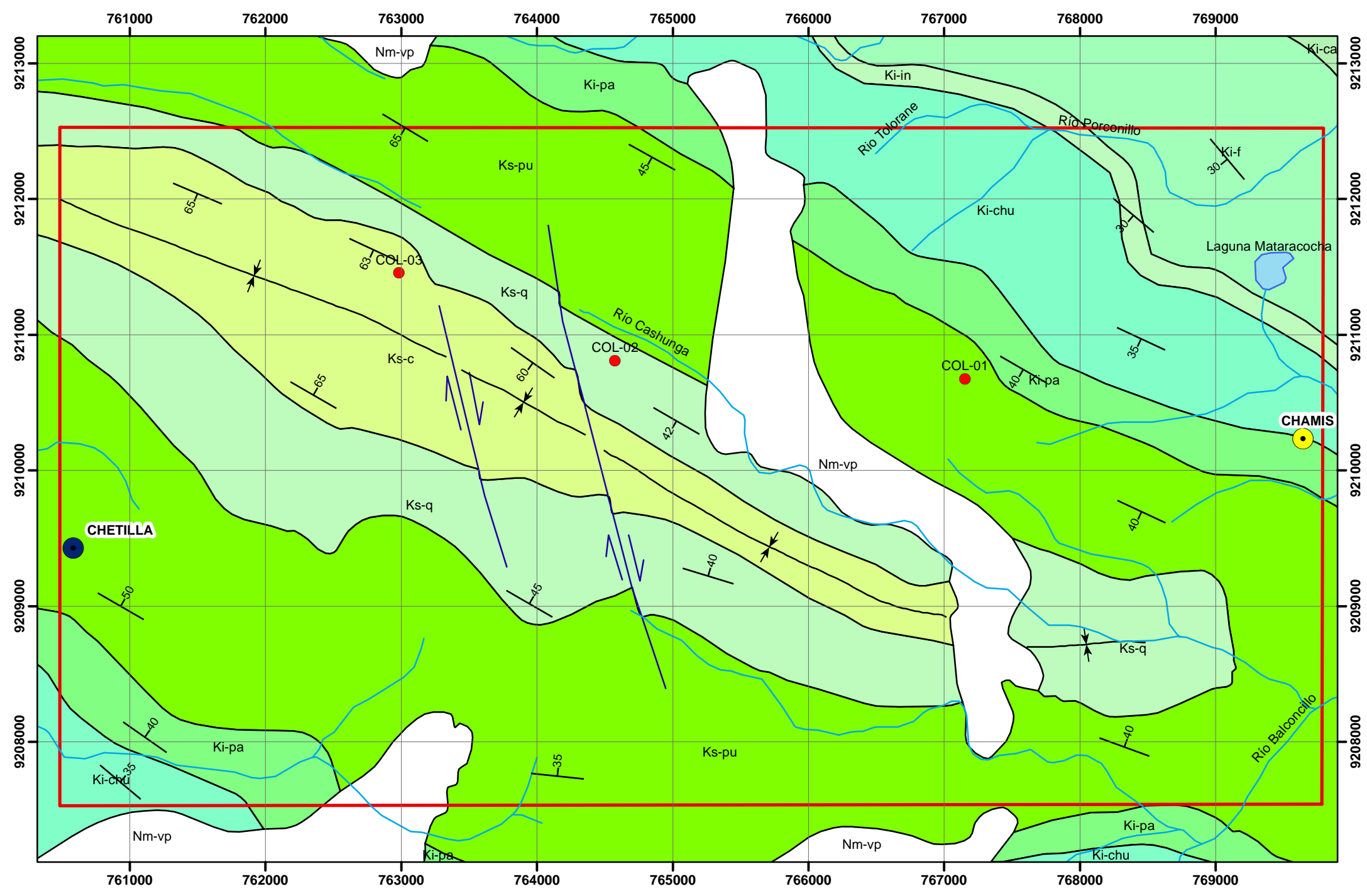


### LEYENDA

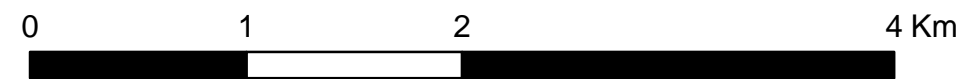
- Zona de estudio
- Q-al
- Q-fl
- Nm-vp
- Ks-c
- Ks-q
- Ks-pu
- Ki-pa
- Ki-chu
- Ki-in
- Ki-f
- Ki-ca
- Ki-sa
- Ki-chim

### SIMBOLOGÍA

- COL-03 COLUMNA DE LA Fm. CAJAMARCA
- COL-02 COLUMNA DE LA Fm. YUMAGUAL
- COL-01 COLUMNA DEL Gpo. QUILQUIÑAN



1:35,000



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S  
Datum: WGS 1984

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



TESIS: CARACTERIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA Y PALEOAMBIENTAL DE LAS SECUENCIAS SEDIMENTARIAS DEL CRETÁCICO SUPERIOR ENTRE LOS CASERÍOS DE CHETILLA Y LAGUNA CHAMIS

PLANO: ESTACIONES ESTRATIGRÁFICAS

TESISTA: Bach. Félix Amstron Gerson Díaz Ortiz

ASESOR: Dr. Ing. Alejandro C. Lagos Manrique

ESCALA: 1:35000 | FECHA: Febrero 2023

PLANO N°:  
**11**

### FICHA DE RECOLECCIÓN DE FÓSILES

Número	Especimen	Litología asociada	Coordenadas		Comentario
			Norte	Este	
01	Venus sp	Caliza	767154	9210542	FOS-01
02	Lopha sp	Caliza	766683	9210655	FOS-02
03	Nática sp	Caliza	766872	9210391	FOS-03
04	Núcula	Caliza	764497	9210838	FOS-04
05	Exogyra ponderosa	Caliza	764773	9210700	FOS-05
06	Nicaisolopa nicaisei	Caliza	762776	9210096	FOS-06
07	Biozona de exogyras	Caliza	764948	9210564	BIO-01

### FICHA DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE ROCAS

Número	Tipo de roca	Unidad geológica	Coordenadas		Comentario
			Norte	Este	
01	Marga	Ks-yu	767005	9210584	YUM-01
02	Caliza	Ks-yu	766494	9210503	YUM-02
03	Caliza	Ks-q	764678	9210839	QUIL-01
04	Caliza	Ks-q	762942	9210059	QUIL-02
05	Caliza	Ks-c	762807	9211552	CAJ-01
06	Caliza	Ks-c	762148	9211202	CAJ-02



Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,  
 Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.  
 Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.  
 Impacto ambiental, construcción de edificios, obras de Ingeniería Civil.  
**PROYECTOS- ASESORIA Y CONSULTORIA**  
 RPM: 696826 CELULAR976026950 TELEFONO:354793

### ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA CALIZA

**SOLICITA** : FELIX AMSTRONG GERSON DIAS ORTIZ  
**TESIS** : CARACTERIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA Y PALEOAMBIENTAL  
 DE LAS SECUENCIAS SEDIMENTARIAS DEL CRETÁCICO  
 SUPERIOR ENTRE LOS CASERIOS DE CHETILLA Y LAGUNA  
 CHAMIS.  
**PROCEDENCIA** : CASERIO DE CHAMIS  
**COORDENADAS** : 9210300, 767200  
**MUESTRA** : CHAM- 01  
**UNIDAD** : GRUPO PULLUICANA (FORMACIÓN YUMAGUAL)  
**EDAD** : CRETÁCICO SUPERIOR  
**FECHA** : 10/12/2022

#### I. ANÁLISIS QUÍMICO

Código	Unidad Geológica	% Sedimentos arcillosos	% CO <sub>3</sub> Ca	% Perdida por calcinación
CHAM- 01	Fm. Yumagual	28.80	70.02	2.28

#### II. ANÁLISIS FÍSICO

DETERMINACIÓN FÍSICA	RESULTADOS
Color	Gris amarillento
Dureza	Media
Grado de alteración	Poco alterada
Fractura	Irregular
Reacción al HCl	Alta reacción al HCl
Comentarios	Macroscópicamente se observan pequeños restos de fosiles.

NOMAS UTILIZADAS:  
 ASTM C25-96  
 NTP 334.131- 2008



Dr. Hugo Mosqueira Estrada  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP 27664

Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,  
 Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.  
 Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.  
 Impacto ambiental, construcción de edificios, obras de Ingeniería Civil.  
**PROYECTOS- ASESORIA Y CONSULTORIA**  
 RPM: 696826 CELULAR976026950 TELEFONO:354793

### ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DE LA CALIZA

**SOLICITA** : FELIX AMSTRONG GERSON DIAS ORTIZ  
**TESIS** : CARACTERIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA Y PALEOAMBIENTAL  
 DE LAS SECUENCIAS SEDIMENTARIAS DEL CRETÁCICO  
 SUPERIOR ENTRE LOS CASERIOS DE CHETILLA Y LAGUNA  
 CHAMIS.  
**PROCEDENCIA** : CASERIO DE CHAMIS  
**COORDENADAS** : 9210800, 764500  
**MUESTRA** : CHAM- 01  
**UNIDAD** : GRUPO QUILQUIÑAN  
**EDAD** : CRETÁCICO SUPERIOR  
**FECHA** : 10/12/2022


#### I. ANÁLISIS QUÍMICO

Código	Unidad Geológica	% Sedimentos arcillosos	% CO3Ca	% Perdida por calcinación
CHAM- 01	Grupo Quilquiñán	19.7	78.1	2.2

#### II. ANÁLISIS FÍSICO

DETERMINACIÓN FÍSICA	RESULTADOS
Color	Gris oscuro
Dureza	Media
Grado de alteración	Regularmente alterada
Fractura	Irregular
Reacción al HCl	Alta efervescencia al HCl
Comentarios	Macrocópicamente se observan pequeños restos de fosiles y pequeños nódulos calcáreos.

NOMAS UTILIZADAS:  
 ASTM C25-96  
 NTP 334.131- 2008



Dr. Hugo Mosquera Estraber  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP 27664

Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,  
 Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.  
 Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.  
 Impacto ambiental, construcción de edificios, obras de Ingeniería Civil.  
**PROYECTOS- ASESORIA Y CONSULTORIA**  
 RPM: 696826 CELULAR976026950 TELEFONO:354793

### ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA CALIZA

**SOLICITA** : FELIX AMSTRONG GERSON DIAS ORTIZ  
**TESIS** : CARACTERIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA Y PALEOAMBIENTAL  
 DE LAS SECUENCIAS SEDIMENTARIAS DEL CRETÁCICO  
 SUPERIOR ENTRE LOS CASERIOS DE CHETILLA Y LAGUNA  
 CHAMIS.  
**PROCEDENCIA** : CASERIO DE CHETILLA  
**COORDENADAS** : 9211200, 763200  
**MUESTRA** : CHET-01  
**UNIDAD** : FORMACIÓN CAJAMARCA  
**EDAD** : CRETÁCICO SUPERIOR  
**FECHA** : 10/12/2022

#### I. ANÁLISIS QUÍMICO

Código	Unidad Geológica	% Sedimentos arcillosos	% CO <sub>3</sub> Ca	%Perdida por calcinación
CHET-01	Fm. Cajamarca	8.1	90.8	2.1

#### II. ANÁLISIS FÍSICO

DETERMINACIÓN FÍSICA	RESULTADOS
Color	Gris oscuro
Dureza	Alta
Grado de alteración	Muestra de roca bien conservada
Fractura	Irregular a concoidea
Reacción al HCl	Muy alta reacciona al HCl
Comentarios	Macroscópicamente se observan delgadas vetillas de calcita. Muestra abundantes huellas de disolución.

NOMAS UTILIZADAS:  
 ASTM C25-96  
 NTP 334.131- 2008



Dr. Hugo Mosqueira Estraver  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP 27664

Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,  
 Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.  
 Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.  
 Impacto ambiental, construcción de edificios, obras de Ingeniería Civil.  
**PROYECTOS- ASESORIA Y CONSULTORIA**  
 RPM: 696826 CELULAR976026950 TELEFONO:354793

### ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA CALIZA

**SOLICITA** : FELIX AMSTRONG GERSON DIAS ORTIZ  
**TESIS** : CARACTERIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA Y PALEOAMBIENTAL  
 DE LAS SECUENCIAS SEDIMENTARIAS DEL CRETÁCICO  
 SUPERIOR ENTRE LOS CASERIOS DE CHETILLA Y LAGUNA  
 CHAMIS.  
**PROCEDENCIA** : CASERIO DE CHETILLA  
**COORDENADAS** : 9211100, 762100  
**MUESTRA** : CHET- 02  
**UNIDAD** : FORMACIÓN CAJAMARCA  
**EDAD** : CRETÁCICO SUPERIOR  
**FECHA** : 10/12/2022

#### I. ANÁLISIS QUÍMICO

Código	Unidad Geológica	% Sedimentos arcillosos	% CO3Ca	% Perdida por calcinación
CHET- 02	Fm. Cajamarca	8.00	88.70	3.30

#### II. ANÁLISIS FÍSICO

DETERMINACIÓN FÍSICA	RESULTADOS
Color	Gris oscuro
Dureza	Alta
Grado de alteración	Muestra bien conservada
Fractura	Irregular a concoidea
Reacción al HCl	Muy alta efervescencia al acido
Comentarios	Macroscópicamente se observan abundantes vetillas de calcita. Muestra superficie con abundantes huellas de disolución.

NOMAS UTILIZADAS:  
 ASTM C25-96  
 NTP 334.131- 2008



Dr. Hugo Mosquera Estraver  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP 27664

Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,  
Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.  
Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.  
Impacto ambiental, construcción de edificios, obras de Ingeniería Civil.  
PROYECTOS- ASESORIA Y CONSULTORIA  
RPM: 696826 CELULAR976026950 TELEFONO:354793

### ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA CALIZA

**SOLICITA** : FELIX AMSTRONG GERSON DIAS ORTIZ  
**TESIS** : CARACTERIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA Y PALEOAMBIENTAL DE LAS SECUENCIAS SEDIMENTARIAS DEL CRETÁCICO SUPERIOR ENTRE LOS CASERIOS DE CHETILLA Y LAGUNA CHAMIS.  
**PROCEDENCIA** : CASERIO DE CHETILLA  
**COORDENADAS** : 9210050, 763100  
**MUESTRA** : CHET- 02  
**UNIDAD** : GRUPO QUILQUIÑÁN  
**EDAD** : CRETÁCICO SUPERIOR  
**FECHA** : 10/12/2022

#### I. ANÁLISIS QUÍMICO

Código	Unidad Geológica	% Sedimentos arcillosos	% CO <sub>3</sub> Ca	% Perdida por calcinación
CHET- 02	Grupo Quilquiñán	19.8	78.8	2.4

#### II. ANÁLISIS FÍSICO

DETERMINACIÓN FÍSICA	RESULTADOS
Color	Gris oscuro
Dureza	Media
Grado de alteración	Regularmente alterada
Fractura	Irregular
Reacción al HCl	Alta reacción al HCl
Comentarios	Macroscópicamente se observan pequeños restos de fosiles y pequeños nódulos calcáreos.

NOMAS UTILIZADAS:  
ASTM C25-96  
NTP 334.131- 2008



Dr. Hugo Mosquera Estraver  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP 27664