



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO
ACADÉMICO DE INGENIERA GEÓLOGA**

TEMA:

**IDENTIFICACIÓN E INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE LOS
AFLORAMIENTOS UBICADOS EN EL ISLOTE LOS AHORCADOS,
DE LA RESERVA MARINA CANTAGALLO-MACHALILLA,
PROVINCIA DE MANABÍ**

Autor: Pamela Analy Minchala Jiménez.

Tutor: César Fuentes Campuzano M.Sc.

GUAYAQUIL, ABRIL 2019

© Derechos de autor
Pamela Analy Minchala Jiménez
2019

CERTIFICACIÓN

En calidad de Tutor de Trabajo de Titulación certifico que el presente trabajo ha sido elaborado por la Señorita Pamela Analy Minchala Jiménez, por lo que autorizo su presentación.



Ing. CÉSAR OSWALDO FUENTES CAMPUZANO M.Sc.

TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

C.I. 0907591937





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 4

Guayaquil, 25 de febrero de 2019

Señor Ingeniero

Richard Banda Gavilanes, Ph.D.

DIRECTOR DE LA CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA

FACULTAD CIENCIAS NATURALES

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Ciudad.-

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación “IDENTIFICACIÓN E INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE LOS AFLORAMIENTOS UBICADOS EN EL ISLOTE LOS AHORCADOS, DE LA RESERVA MARINA CANTAGALLO-MACHALILLA, PROVINCIA DE MANABÍ”, de la estudiante PAMELA ANALY MINCHALA JIMÉNEZ, indicando ha (n) cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que la estudiante está apta para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

CÉSAR OSWALDO FUENTES CAMPUZANO

C.I. 0907591937





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 5

RÚBRICA DE EVALUACIÓN TRABAJO DE TITULACIÓN

Título del Trabajo “IDENTIFICACIÓN E INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE LOS AFLORAMIENTOS UBICADOS EN EL ISLOTE LOS AHORCADOS, DE LA RESERVA MARINA CANTAGALLO-MACHALILLA, PROVINCIA DE MANABÍ”

Autor(s): PAMELA ANALY MINCHALA JIMÉNEZ

ASPECTOS EVALUADOS	PUNTAJE MÁXIMO	CALF.
ESTRUCTURA ACADÉMICA Y PEDAGÓGICA	4.5	4.5
Propuesta integrada a Dominios, Misión y Visión de la Universidad de Guayaquil.	0.3	0.3
Relación de pertinencia con las líneas y sublíneas de investigación Universidad / Facultad/ Carrera	0.4	0.4
Base conceptual que cumple con las fases de comprensión, interpretación, explicación y sistematización en la resolución de un problema.	1	1
Coherencia en relación a los modelos de actuación profesional, problemática, tensiones y tendencias de la profesión, problemas a encarar, prevenir o solucionar de acuerdo al PND-BV	1	1
Evidencia el logro de capacidades cognitivas relacionadas al modelo educativo como resultados de aprendizaje que fortalecen el perfil de la profesión	1	1
Responde como propuesta innovadora de investigación al desarrollo social o tecnológico.	0.4	0.4
Responde a un proceso de investigación – acción, como parte de la propia experiencia educativa y de los aprendizajes adquiridos durante la carrera.	0.4	0.4
RIGOR CIENTÍFICO	4.5	4.5
El título identifica de forma correcta los objetivos de la investigación	1	1
El trabajo expresa los antecedentes del tema, su importancia dentro del contexto general, del conocimiento y de la sociedad, así como del campo al que pertenece, aportando significativamente a la investigación.	1	1
El objetivo general, los objetivos específicos y el marco metodológico están en correspondencia.	1	1
El análisis de la información se relaciona con datos obtenidos y permite expresar las conclusiones en correspondencia a los objetivos específicos.	0.8	0.8
Actualización y correspondencia con el tema, de las citas y referencia bibliográfica	0.7	0.7
PERTINENCIA E IMPACTO SOCIAL	1	4.5
Pertinencia de la investigación	0.5	1
Innovación de la propuesta proponiendo una solución a un problema relacionado con el perfil de egreso profesional	0.5	1
CALIFICACIÓN TOTAL *		10
10		
* El resultado será promediado con la calificación del Tutor Revisor y con la calificación de obtenida en la Sustentación oral.		

CÉSAR OSWALDO FUENTES CAMPUZANO
No. C.I. 0907591937

fecha: 25 de febrero de 2019





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 6

CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado CÉSAR OSWALDO FUENTES CAMPUZANO, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por PAMELA ANALY MINCHALA JIMÉNEZ, C.C.: 0930371661, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO GEÓLOGO.

Se informa que el trabajo de titulación: "IDENTIFICACIÓN E INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE LOS AFLORAMIENTOS UBICADOS EN EL ISLOTE LOS AHORCADOS, DE LA RESERVA MARINA CANTAGALLO-MACHALILLA, PROVINCIA DE MANABÍ", ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio URKUND quedando el 0 % de coincidencia.

<https://secure.orkund.com/view/47366322-207711-68254#q1bKLVayio7VUSrOTM/LTMtMTsxLTIWYmQgFAA==>

CÉSAR OSWALDO FUENTES CAMPUZANO

C.I.: 0907591937





Universidad de Guayaquil

ANEXO 7

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA
Unidad de Titulación

Guayaquil, 15 de Marzo 2019

Sr. Ing. RICHARD BANDA, Ph.D
DIRECTOR DE LA CARRERA (E)
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad.-

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la **REVISIÓN FINAL** del Trabajo de Titulación IDENTIFICACIÓN E INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE LOS AFLORAMIENTOS UBICADOS EN EL ISLOTE LOS AHORCADOS, DE LA RESERVA MARINA CANTAGALLO-MACHALILLA, PROVINCIA DE MANABÍ, de la estudiante MINCHALA JIMENEZ PAMELA ANALY. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

- El título tiene un máximo de 22 palabras.
- La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.
- El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.
- La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.
- Los soportes teóricos son de máximo 4 años.
- La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que la estudiante MINCHALA JIMENEZ PAMELA ANALY está apta para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicó a usted para el fin pertinente.

Atentamente,

Ing. Kathy Fernanda López Escobar Ph. D.
DOCENTE TUTOR REVISOR
C.I. 0913804845





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 10



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ABRIL 2019

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	IDENTIFICACIÓN E INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE LOS AFLORAMIENTOS UBICADOS EN EL ISLOTE LOS AHORCADOS, DE LA RESERVA MARINA CANTAGALLO-MACHALILLA, PROVINCIA DE MANABÍ.		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	MINCHALA JIMENEZ PAMELA ANALY		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	LÓPEZ ESCOBAR KATTHY FERNANDA/ FUENTES CAMPUZANO CÉSAR OSWALDO		
INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL		
UNIDAD/FACULTAD:	CIENCIAS NATURALES		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD			
GRADO OBTENIDO:	INGENIERA GEÓLOGA		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	ABRIL 2019	No. DE PÁGINAS:	62
ÁREAS TEMÁTICAS:	CIENCIAS GEOLÓGICAS		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Islote Los Ahorcados; Conglomerado Polimíctico; Formación San Mateo. / Los Ahorcados Islet; Polymictic Conglomerate; San Mateo Formation.		

RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):

RESUMEN

El Islote Los Ahorcados, ubicado a una milla náutica del perfil costero de la zona sur de la provincia de Manabí – Ecuador y geopatrimonio de la Reserva Marina Cantagallo Machalilla, representa un rasgo geológico marino costero emergido de relevancia geológica, ecosistémica y socio económica. Sin embargo, la investigación geológica es incipiente. Este estudio tiene como propósito contribuir información científica base desde la identificación e interpretación de rocas sedimentarias basada en su textura y composición, dando como resultado que el islote consiste en un ortoconglomerado polimíctico de matriz soportada, con



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA
UNIDAD DE TITULACIÓN



intercalaciones de lentes de arenisca de grano medio a grueso y microconglomerado y estratos truncados de intercalaciones laminares de arenisca de grano medio a fino y lutitas. Además, la identificación de estructuras sedimentarias y correlación bibliográfica de estudios en continente, sugiere su asociación con la Formación San Mateo y consecuentemente su ambiente de depositación corresponde a una cuenca de fosa de talud.

ABSTRACT

The islet Los Ahorcados, located at one nautical mile from the coastal profile of the southern area of the Manabí province - Ecuador and geoheritage of the Cantagallo Machalilla Marine Reserve, represents a coastal marine geological feature emerged with exhaustive relevance from the geological, ecosystemic and socioeconomic aspects. But, geological research is incipient. The purpose of this study is to contribute basic scientific information from the identification and interpretation of sedimentary rocks based on their texture and composition, getting that the islet consisting of a supported matrix polymictic orthoconglomerate, with intercalations of medium to coarse-grained sandstone lenses. and microconglomerate and truncated strata of lamellar intercalations of medium to fine-grained sandstone and shales. In addition, the identification of sedimentary structures and bibliographic correlation of studies in continent, suggests their association with the San Mateo Formation and consequently their deposition environment corresponds to a slope pit basin.

ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593980125657	E-mail: p.minchala@hotmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES	
	Teléfono: (04) 3080777	
	E-mail: info@fccnnugye.com	





Universidad de Guayaquil

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA
Unidad de Titulación

ANEXO 11

Guayaquil, 15 de Marzo de 2019

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR REVISOR

Habiendo sido nombrado KATTHY FERNANDA LÓPEZ ESCOBAR, tutor revisor del trabajo de titulación IDENTIFICACIÓN E INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE LOS AFLORAMIENTOS UBICADOS EN EL ISLOTE LOS AHORCADOS, DE LA RESERVA MARINA CANTAGALLO-MACHALILLA, PROVINCIA DE MANABÍ, certifico que el presente trabajo de titulación, elaborado por MINCHALA JIMENEZ PAMELA ANALY, con C.I. No. 0930371661, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniera Geóloga, en la Facultad de Ciencias Naturales, ha sido **REVISADO Y APROBADO** en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.


Ing. Katthy López Escobar, Ph.D.
DOCENTE TUTOR REVISOR
C.I. No. 0913804845





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERIA GEOLÓGICA
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 12

**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL
USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES ACADÉMICOS**

Yo, **PAMELA ANALY MINCHALA JIMENEZ** con C.I. No. **0930371661**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **“IDENTIFICACIÓN E INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE LOS AFLORAMIENTOS UBICADOS EN EL ISLOTE LOS AHORCADOS, DE LA RESERVA MARINA CANTAGALLO-MACHALILLA, PROVINCIA DE MANABÍ.”** son de mi absoluta propiedad y responsabilidad Y SEGÚN EL Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo el uso de una licencia gratuita intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la presente obra con fines académicos, en favor de la Universidad de Guayaquil, para que haga uso del mismo, como fuera pertinente


PAMELA ANALY MINCHALA JIMENEZ
C.I. No. 0930371661



*CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n. 899 - Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos, u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines

DEDICATORIA

A MOI.

A MIS HERMANOS, YADIRA Y ERNESTO MINCHALA.

A JACQUELINE MINCHALA (+).

AGRADECIMIENTOS

A MOI.

A mis hermanos y padres, Mónica y Carlos.

A la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil, sus docentes que contribuyeron a mi formación profesional.

A mis amigas de la vida, Dorys, Daniela, Consu.

A mis amigos de la facultad, Lucho, Lisseccc, Tuti, Ximena, Erwin Larreta.

CONTENIDO

CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRAC.....	xi
CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Ubicación del área de estudio.....	3
1.4 Antecedentes	6
1.5 Marco geológico regional.....	7
1.5.1 Contexto geodinámico regional	7
1.5.2 Contexto geológico regional	8
CAPÍTULO II	14
2. METODOLOGÍA.....	14
2.1 Etapa de gabinete	14
2.2 Etapa de campo.....	14
2.3 Etapa de laboratorio.....	15
CAPÍTULO III	16
3. RESULTADOS	16
3.1 Descripción geológica de los afloramientos.....	17
3.1.1 Psefitas	20
3.1.2 Psamitas	22
3.1.3 Pelitas	23
3.2 Descripción petrográfica de láminas delgadas.....	24
3.2.1 Muestra de roca No. 1651-M3I.....	24
3.2.2 Muestra de roca No. 1654 – M4 A	28
3.2.3 Muestra de roca No. 1651 - M2-2.....	30
3.2.4 Muestra de roca No. 1652 - M2A.....	34
3.3 Estructuras sedimentarias.....	37
3.4 Analogía con formaciones en el continente.....	39

CAPÍTULO IV	40
4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	40
4.1 Características petrológicas de los afloramientos	40
4.2 Ambiente de formación	41
CAPÍTULO V	42
5. CONCLUSIONES	42
6. RECOMENDACIONES	42
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
8. ANEXO	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 COORDENADAS WGS 84 DEL ÁREA DE ESTUDIO. ELABORADO POR P. MINCHALA, 20184	
Tabla 2 . Porcentaje aproximado de minerales y clastos en la muestra de roca No. 16.51-M3I en el Islote Los Ahorcados.....	25
Tabla 3 Porcentaje aproximado de minerales y clastos en la Muestra de roca nó. 1654 – M4 A	28
Tabla 4 Porcentaje aproximado de minerales y clastos en la Muestra de roca nó. 1651 - M2-2.	31
Tabla 5 Porcentaje aproximado de minerales y clastos en la Muestra de roca no. 1652 - M2A.34	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1 Mapa de ubicación del área de estudio. Islote Los Ahorcados. Elaborado por: Pamela Minchala J. 2018.....	5
Figura. 2 Configuración tectónica del margen continental ecuatoriano, con datos estructurares de movimientos de las placas oceánicas y continentales. Modificado de (Gutscher et al., 1999).	8
Figura. 3 Columna litoestratigráfica de la Cordillera Costera elaborada apartir de la Tabla Cronoestratigráfica Internacional por la Comisión Internacional de Estratigrafía. Tomado de (Enríquez y Espinosa, 2018).	9
Figura. 4 . Mapa geológico regional. Aproximación al Islote Los Ahorcados en base a las Cartas Geológicas Oficiales Nacionales “Manglaralto” y “Jipijjapa”. Elaborado por: Pamela Minchala J., 2018.....	10
Figura. 5 Mapa geológico local del Islote Los Ahorcados. Elaborado por Pamela Minchala J., 2019.....	17
Figura. 6 Clasificación textural para sedimentos epiclásticos (Folk et al., 1970).	17
Figura. 7 Estrato “E” de la columna estratigráfica N. 1 . Psefita con clastos redondeados mal sorteados.....	18
Figura. 8 Columna estratigráfica N. 1	19
Figura. 9 Columna estratigráfica N. 2	20
Figura. 10 Conglomerado del estrato “I” de la columna -N.1,	21
Figura. 11 Modelo de clasificación de psefitas basado en la textura de la matriz, composición de los clastos y fábrica. C= cuarzo + chert + cuarcitas, G= granitos + gneises + feldespatos y L= fragmentos líticos restantes; M= Muestra de roca representativa del afloramiento. (Modificado de Scasso, R.A. y C.O. Limarino, 1996).	22
Figura. 12 Estratos I, J, K de la Columna N.1. representan de piso a techo la disposición secuencial de una psefita, psamita y pelita.	23
Figura. 13 Estrato de limo, espesor 159 centímetros.	24
Figura. 14 Fotografía de la muestra de roca No. 16.51-M3I en el Islote Los Ahorcados.	25
Figura. 15 Microfotografía en luz polarizada (A); Microfotografía en luz natural (B) de la Muestra No. 16.51-M3I. Magnificación X20.	27
Figura. 16 Muestra de clasto del conglomerado.	28
Figura. 17 Microfotografía en luz polarizada (A); Microfotografía en Luz natural (B) de la muestra No. 1654 – M4 A. Magnificación X20.....	30
Figura. 18 Muestra de clasto del conglomerado.....	31
Figura. 19 Microfotografía en luz polarizada (A); Microfotografía en Luz natural (B) de la muestra de de roca No. 1651 - M2-2. Magnificación X20.	33
Figura. 20 Muestra de clasto del conglomerado.....	34
Figura. 21 Microfotografía en luz polarizada (A); Microfotografía en Luz natural (B) de la muestra de roca no. 1652 - M2A. Magnificación X20.....	37
Figura. 22 Estructuras sedimentarias lenticulares	38
Figura. 23 Estratificación cruzada.	38
Figura. 24 Esquema de la secuencia estratigráfica de la Fm. San Mateo desarrollada desde soledad” hasta “las Peñas” sobre el Río Julcuy. Tomado de (Eguez, 1985).....	39

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Mapa de Ubicación del Islote los Ahorcados.	47
Anexo 2 Mapa geológico local del Islote Los Ahorcados	48
Anexo 3. Columna estratigráfica N.1 (518138E/9614593N)	49
Anexo 4 Columna estratigráfica N.2 (518140 E/9614574N)	50
Anexo 5 Mapa geológico local del Islote Los Ahorcados	51



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA **INGENIERIA AMBIENTAL**
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 13

IDENTIFICACIÓN E INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE LOS AFLORAMIENTOS
UBICADOS EN EL ISLOTE LOS AHORCADOS, DE LA RESERVA MARINA
CANTAGALLO-MACHALILLA, PROVINCIA DE MANABÍ

Autor: Pamela Analy Minchala Jiménez.

Tutor: MsC. César Fuentes Campuzano.

Resumen

El Islote Los Ahorcados, ubicado a una milla náutica del perfil costero de la zona sur de la provincia de Manabí – Ecuador y geopatrimonio de la Reserva Marina Cantagallo Machalilla, representa un rasgo geológico marino costero emergido de relevancia geológica, ecosistémica y socio económica. Sin embargo, la investigación geológica es incipiente. Este estudio tiene como propósito contribuir información científica base desde la identificación e interpretación de rocas sedimentarias basada en su textura y composición, dando como resultado que el islote consiste en un ortoconglomerado polimíctico de matriz soportada, con intercalaciones de lentes de arenisca de grano medio a grueso y microconglomerado y estratos truncados de intercalaciones laminares de arenisca de grano medio a fino y lutitas. Además, la identificación de estructuras sedimentarias y correlación bibliográfica de estudios en continente, sugiere su asociación con la Formación San Mateo y consecuentemente su ambiente de depositación corresponde a una cuenca de fosa de talud.

Palabras Claves: Islote Los Ahorcados; Conglomerado Polimíctico; Formación San Mateo.



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA **INGENIERIA GEOLÓGICA**
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 14

IDENTIFICATION AND GEOLOGICAL INTERPRETATION OF THE OUTCROP
LOCATED IN THE LOS AHORCADOS ISLOTE, OF THE CANTAGALLO-
MACHALILLA MARINE RESERVE, PROVINCE OF MANABI

Author: Pamela Analy Minchala Jiménez.

Advisor: MsC. César Fuentes Campuzano.

Abstract

The islet Los Ahorcados, located at one nautical mile from the coastal profile of the southern area of the Manabí province - Ecuador and geoheritage of the Cantagallo Machalilla Marine Reserve, represents a coastal marine geological feature emerged with exhaustive relevance from the geological, ecosystemic and socioeconomic aspects. But, geological research is incipient. The purpose of this study is to contribute basic scientific information from the identification and interpretation of sedimentary rocks based on their texture and composition, getting that the islet consisting of a supported matrix polymictic orthoconglomerate, with intercalations of medium to coarse-grained sandstone lenses. and microconglomerate and truncated strata of lamellar intercalations of medium to fine-grained sandstone and shales. In addition, the identification of sedimentary structures and bibliographic correlation of studies in continent, suggest their association with the San Mateo Formation and consequently their deposition environment corresponds to a slope pit basin.

Key words: Los Ahorcados Islet; Polymictic Conglomerate; San Mateo Formation.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de titulación busca contribuir al conocimiento científico y geológico del geopatrimonio de la Reserva Marina Cantagallo-Machalilla, específicamente la zona emergida del Islote Los Ahorcados ubicado frente la costa al Sur de la provincia de Manabí.

Cabe mencionar que el Islote Los Ahorcados es parte de la Reserva Marina Cantagallo Machalilla, declarada mediante el Acuerdo Ministerial No. 008 del 15 de enero del 2015 y publicado en el Registro Oficial No. 503 el 19 de mayo del mismo año, siendo parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP). Si bien, en Ecuador, las áreas protegidas se basan principalmente en los valores de conservación de carácter biológico, y por ende el conocimiento, difusión y desarrollo de estrategias se vinculan a este componente sobre cualquier otro (Palacio Prieto *et al.*, 2016), la geodiversidad es un componente intrínseco y dominante en las áreas marino costeras y necesita ser estudiado.

Debido a la incipiente investigación geológica del islote en mención, se recurre a los principios fundamentales de petrografía, sedimentación y estratigrafía; con el fin de determinar el tipo roca que existe en el afloramiento, basado en su textura y composición e identificación de estructuras sedimentarias en el mismo.

En la cartografía geológica oficial del Ecuador se reconoce al islote (Carta Geológica Manglaralto – Hoja 4), sin embargo, no es asignada a él ninguna formación. Por el contrario, hacia el perfil costero continental y territorio terrestre frente al islote, si se aprecia la caracterización de las formaciones geológicas, lo cual permite proponer un contexto geológico del área de estudio. Bajo esta premisa, fue necesario revisar la bibliografía existente referente a estratigrafía y litología de las formaciones identificadas en las carta geológica Manglaralto y su adyacente Jipijapa.

La cordillera costera posee relieves bastante fuertes y macizos formados sobre el complejo volcánico cretácico (basaltos, diabasas, andesitas, pyoxenitas), suprayaciendo a este, rocas de carácter vulcano-sedimentario (Conglomerados, areniscas, grauvacas, pillows lavas, arcillas silicificadas) fuertemente tectonizadas y con buzamiento fuerte (Winckfl, 1982).

Los resultados de esta investigación se podrán utilizar como base para el desarrollo de investigaciones complementarias que potencien la caracterización de estos importantes rasgos geomorfológicos marino costeros.

1.1 Objetivo general

Identificar e interpretar la geología del Islote Los Ahorcados, por medio de clasificación de rocas sedimentarias basada en su textura y composición e identificación de estructuras sedimentarias con la finalidad de interpretar el ambiente de depositación y los procesos geológicos relacionados, como aporte a la investigación científica y conocimiento del geopatrimonio de la Reserva Marina Cantagallo-Machalilla.

1.2 Objetivos específicos

- a) Realizar columnas estratigráficas y toma de muestras de roca para su posterior análisis macroscópico y petrográfico.
- b) Describir, clasificar y nombrar las rocas sedimentarias en base a su textura y composición.
- c) Identificar y describir estructuras sedimentarias de los afloramientos rocosos.
- d) Interpretar los procesos y sucesos geológicos que han condicionado el afloramiento de roca sedimentaria del Islote, en base a la descripción sistemática de las texturas, composiciones y estructuras sedimentarias identificadas.

- e) Establecer analogías mediante la correlación litológica con afloramientos en el continente.

1.3 Ubicación del área de estudio

El área de estudio corresponde a la zona emergida del Islote Los Ahorcados, afloramiento rocoso ubicado a una milla náutica hacia el Oeste de la playa Ayampe, parroquia Salango, cantón Puerto López, provincia de Manabí, en la zona central de la región Costa del Ecuador. (Fig. 1).

Este Islote se encuentra dentro de los límites de la Reserva Marina Cantagallo – Machalilla, creada en enero del 2015 por medio del acuerdo ministerial No. 008 y publicado en el Registro Oficial No. 503 del 19 de mayo del 2015. Corresponde al único rasgo geológico sobre el nivel del mar en las 142 mil hectáreas de territorio marino que abarca la Reserva.

El afloramiento rocoso, objeto de estudio, tiene una superficie aproximada de 1.5 hectáreas. Su acceso es vía marítima, en kayak o embarcaciones de tipo fibra de vidrio que zarpan principalmente desde la población de Salango, las cuales logran aproximarse al islote, mas no encallar. Tampoco existe alguna infraestructura artificial para desembarque, debido al medio marino adverso circundante. La población de Salango se encuentra a 200 kilómetros desde la ciudad de Guayaquil, aproximadamente tres horas de recorrido vial tomando la ruta Spondylus o vía Guayaquil – Jipijapa.

El Islote posee una forma irregular debido a su naturaleza y exposición a agentes erosivos marino costeros, no obstante, se ha enmarcado el área de estudio en las coordenadas indicadas en la Tabla 1:

Tabla 1 COORDENADAS WGS 84 DEL ÁREA DE ESTUDIO. ELABORADO POR P. MINCHALA, 2018

Referido al Datum: World Geodetic System 1984				
Punto	Coordenadas UTM		Coordenadas geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	518050.36	9814779.19	1° 40' 32.66" S	80° 50' 15.78" W
2	518378.21	9814779.19	1° 40' 32.66" S	80° 50' 5.17" W
3	518378.21	9814451.34	1° 40' 43.34" S	80° 50' 5.17" W
4	518050.36	9814451.34	1° 40' 43.34" S	80° 50' 15.78" W

Desde el punto de vista cartográfico, el área de estudio se ubica en la Carta Geológica “Manglaralto” a escala 1:100000, hoja topográfica “Puerto Lopez” (M IV-C3) a escala 1:50000 y Carta Náutica I.O.A. 1053 “Aproximación a Ayampe” a escala 1:25000.

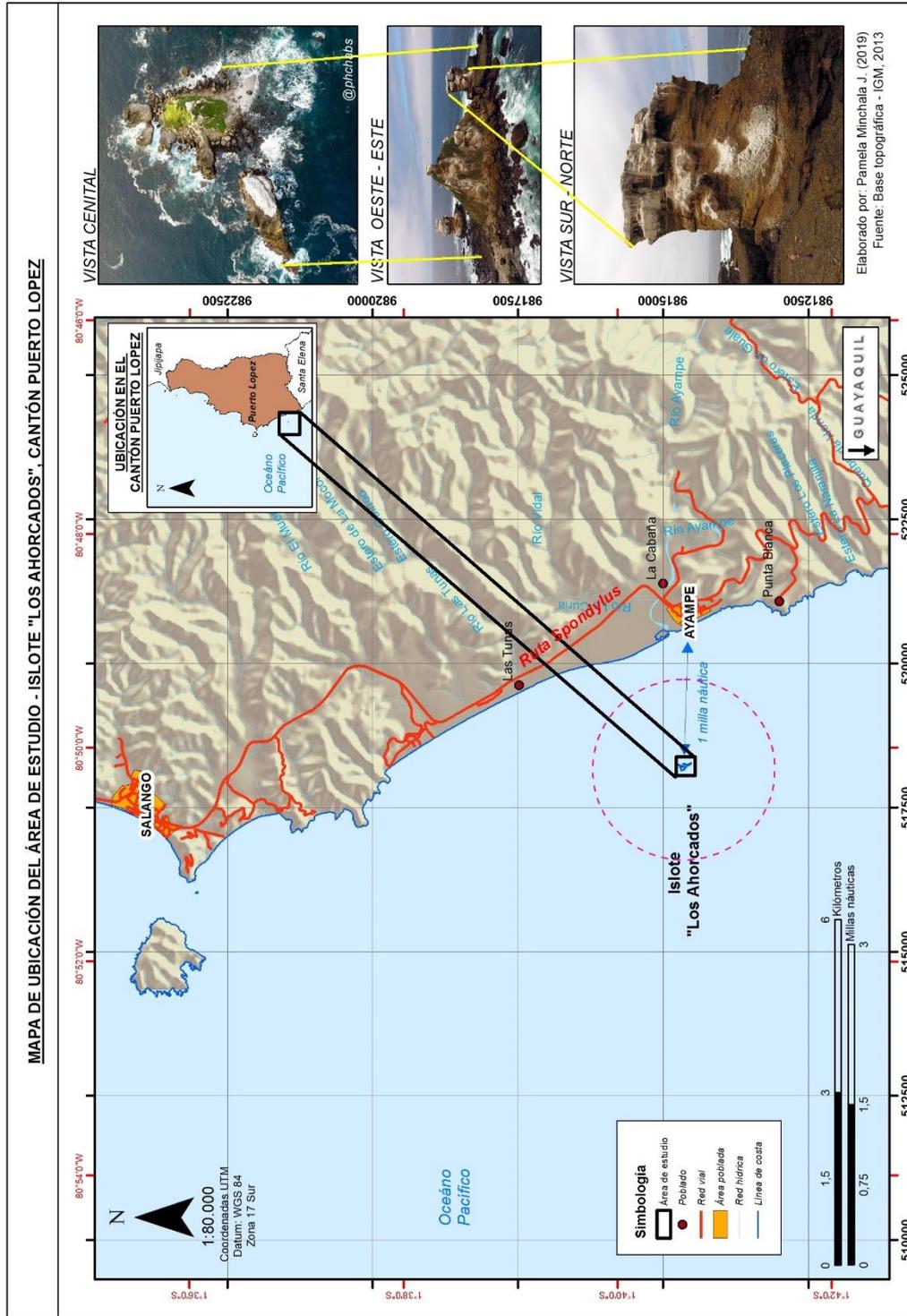


Figura. 1 Mapa de ubicación del área de estudio. Islote Los Ahorcados. Elaborado por: Pamela Minchala J. 2018

1.4 Antecedentes

Los procesos geológicos, tectónicos, condiciones climáticas, ubicación geográfica del Ecuador, entre otros factores, han permitido el desarrollo de una configuración geomorfológica del perfil costero continental nacional bastante diverso.

En el perfil costero de la provincia de Manabí, se pueden identificar fácilmente algunos rasgos geomorfológicos como, playas rocosas, playas arenosas, acantilados, cabos, penínsulas, islas e islotes, etc.

El Islote Los Ahorcados, objeto de este estudio, es un afloramiento rocoso ubicado en la zona sur de la provincia de Manabí a una milla de la línea de costa, el cual se ha caracterizado por su importancia ecológica, socio económica y paisajística (Portés *et al.*, 2011), sin embargo, las investigaciones de carácter geológico son escasas.

De acuerdo a su ubicación, la cartografía geológica oficial nacional a escala 1:100.000 identifica este islote en la carta geológica Manglaralto, no obstante, debido a las dimensiones del islote y escala de la carta no se asigna ninguna formación geológica. Por lo tanto, se ha considerado pertinente explorar las formaciones circundantes al islote en continente, presentes en las cartas Manglaralto y Jipijapa, siendo estas: Formación Piñón, Formación Cayo y Formación San Mateo.

El presente trabajo de investigación aporta información geológica, específicamente la descripción litológica, que permite interpretar el ambiente de depositación y los procesos geológicos relacionados además de establecer analogías mediante la correlación litológica con afloramientos en el continente.

1.5 Marco geológico regional

1.5.1 Contexto geodinámico regional

El Ecuador continental se ubica al noroeste del continente Sudamericano y al Sudeste del Océano Pacífico, bajo el dominio del margen convergente activo entre la placa oceánica de Nazca que se subduce debajo de la placa continental Sudamericana, dando como resultado una región con intensa deformación de la corteza (Gutscher et al., 1999).

Entre las latitudes 1°N y 2°S de esta región, se distribuye en sentido E-W la Cordillera asísmica de Carnegie sobre la placa oceánica de Nazca y la zona sur de la Cordillera Costera en del margen continental del Ecuador sobre la placa Sudamericana (Fig. 2).

La placa oceánica de Nazca se desplaza en dirección N 83° E hacia la placa Sudamericana a una velocidad de 58 mm/a (Kendrick et al., 2003). En consecuencia a este desplazamiento y debido a la presencia de la Cordillera de Carnegie, se produce el levantamiento costero reciente evidenciado por los terrenos marinos del Plioceno (Tablazos) expuestos a 200–300 m de altitud (Devries, 1988).

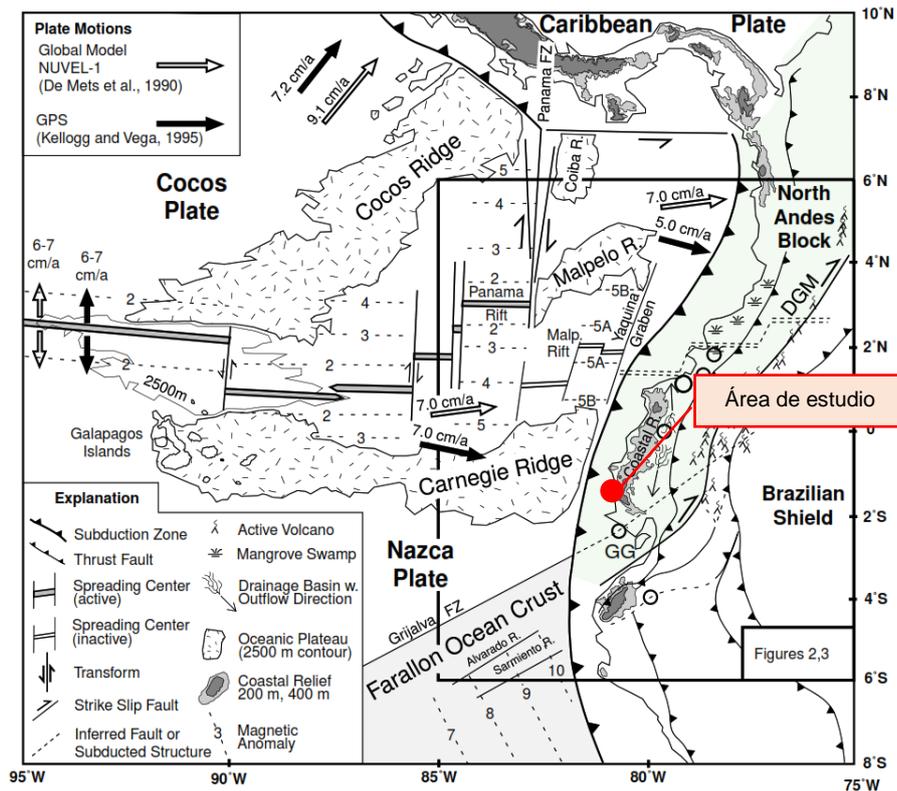


Figura. 2 Configuración tectónica del margen continental ecuatoriano, con datos estructurales de movimientos de las placas oceánicas y continentales. Modificado de (Gutscher et al., 1999).

1.5.2 Contexto geológico regional

La zona costera del Ecuador, está conformada por varias secuencias de antearco limitadas al Este por la Cordillera Occidental. Ambas son subyacidas por un basamento de origen oceánico de edad Cretácica acrecionando al paleomargen continental a fines del Mesozoico (Lappierre et al., 2000).

(Benitez, 1995), divide al Ecuador en cinco provincias morfotectónicas mayores, de Oeste a Este, Placa oceánica Nazca, la fosa y plano de Benioff, la pared interna de la fosa, el alto externo, las cuencas antearco internas, el arco magmático y la zona trasarco. Bajo esta zonificación, el área de estudio y su área circundante en continente recae en la parte interna de la fosa, la cual comprende una zona sumergida y otra emergida, es decir, la cordillera costera (Fig. 3).

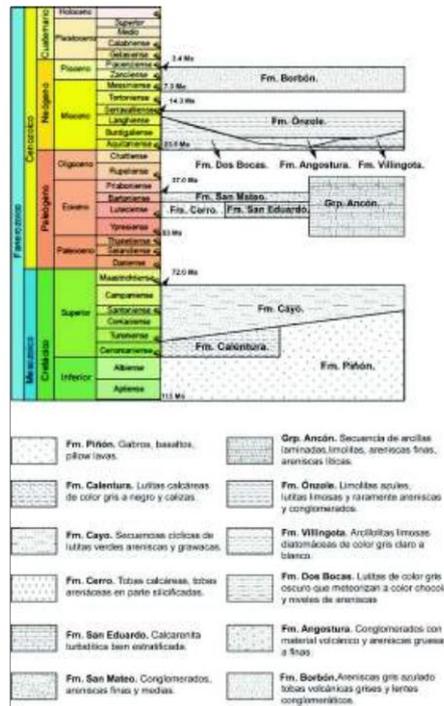


Figura. 3 Columna litoestratigráfica de la Cordillera Costera elaborada apartir de la Tabla Cronoestratigráfica Internacional por la Comisión Internacional de Estratigrafía. Tomado de (Enríquez y Espinosa, 2018).

Tomando de referencia la distribución de las formaciones según las cartas geológicas Jipijapa y Manglaralto (Fig.4), se describen a continuación cuatro formaciones que son: Fm San Mateo, Fm Cayo, Fm Piñón y depósitos aluviales. Estas formaciones forman parte además de la zona sur de la cordillera costera, circundante al área de interés para este estudio.

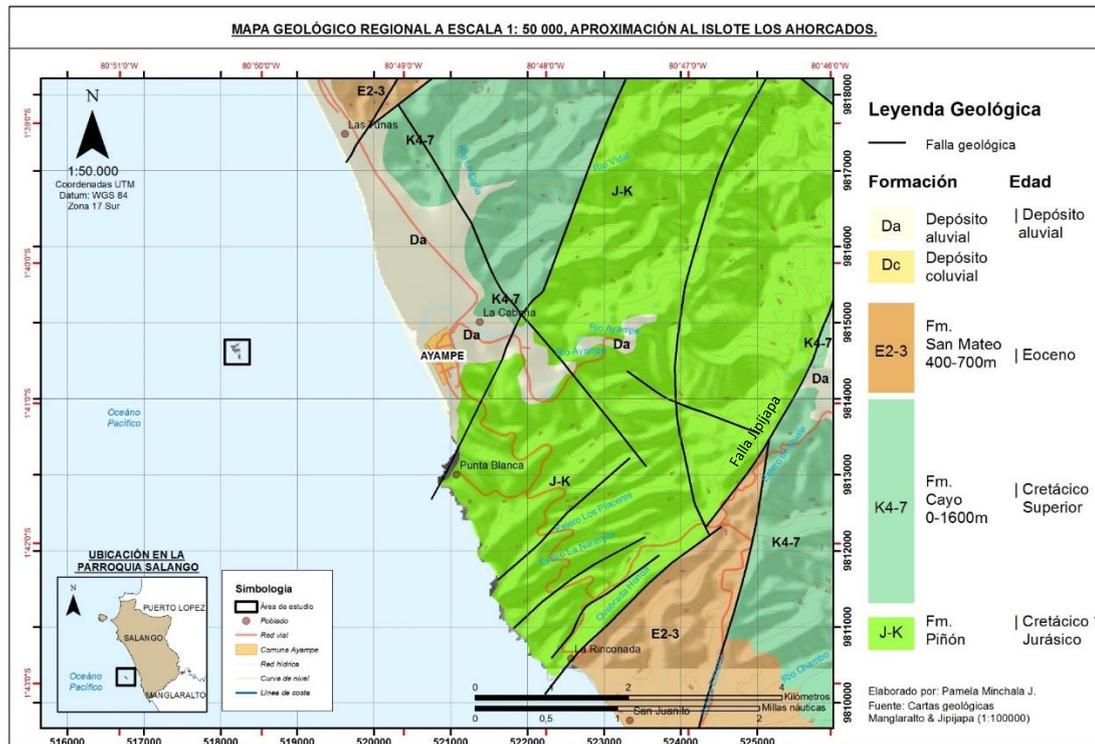


Figura. 4 . Mapa geológico regional. Aproximación al Islote Los Ahorcados en base a las Cartas Geológicas Oficiales Nacionales “Manglaralto” y “Jipijapa”. Elaborado por: Pamela Minchala J., 2018

1.5.2.1 Formación San Mateo

Litología:

En las cartas geológicas Jipijapa y Manglaralto, menciona que esta formación está constituida por conglomerados y por una facies de areniscas medias poco cementadas, pasando en partes a unas facies similares a las de la base de la Tosagua, lo que dificulta identificar el contacto entre Tosagua y San Mateo. El espesor varía entre 400 y 700 metros en la zona.

(Ordoñez et al., 2006), hace referencia que esta Fm. consiste de lutitas rojizas y areniscas finas con intercalaciones de conglomerados, que descansan sobre las formaciones Piñón, San Eduardo o Cerro. Se presenta con un espesor promedio de 500 a 800 metros.

(Eguez, 1985), menciona que la formación San Mateo se encuentra dividida en dos unidades litológicas, la unidad basal que consiste en lutitas tobaceas finas y la unidad conglomerática con gran potencia y característico de cañones submarinos por la presencia de flujos de granos y flujos de detritos.

Edad asignada:

(Ordoñez et al., 2006), el base al análisis micropaleontológico de la base de la Fm San Mateo en su localidad tipo, se asigna a la edad Eoceno Medio - Superior, Zona de Podocyrtilis amplia.

Ambiente de Formación:

(Eguez, 1985), describe que el ambiente de emplazamiento de la formación es marino profundo, ocurriendo la depositación de la unidad superior en pequeñas y sincrónicas cuencas de talud de fosa, formadas por fallas de empuje y dispuestas a distintas profundidades sobre el talud.

1.5.2.2 Formación Cayo

Litología:

En las cartas Geológicas Jipijapa y Manglaralto, menciona que esta formación está representada por una alternancia de areniscas y grauvacas medias a gruesas, en bancos métricos con grano-clasificación vertical, abundantes elementos de rocas volcánicas básicas con matriz arcillosa y arcillas grises o verdes silicificadas; estas arcillas se presentan en bancos decimétricos o centimétricos. Estos dos componentes pueden alternar en bancos o constituir secuencias de veinte a cincuenta metros. La parte detrítica de la formación proviene de la destrucción del complejo ígneo basal o de las coladas sincrónicas de la sedimentación. Para este sector se estima un espesor promedio de 1600 metros.

(Ordoñez et al., 2006), describe litológicamente a esta formación en pizarras tobáceas, grauvacas, grauvacas conglomerádicas y brechas volcanoclásticas con frecuencia silicificadas y con escasas intercalaciones de rocas volcánicas. Estima un espesor de 2000 a 3000 metros.

Edad asignada:

(Ordoñez et al., 2006), acorde a las investigaciones de datación de la Fm Cayo, determinan que corresponde al Campaniano medio, es decir, Cretácico Superior, también Zona de *Amphipyndax pseudoconulus*, donde la base está definida por la primera aparición morfológica del marcador zonal, y en los eventos están las primeras apariciones de *Theocampe apicata* y *Alievium gallowayi*, así como el rango estratigráfico completo de *Pseudoaulophacus lenticulatus* y la última ocurrencia de *Theocampe tina*.

Ambiente de formación:

La Formación Cayo se depositó en una cuenca oceánica, que estuvo localizada al pie de un relieve volcánico en curso de erosión (Jaillard et al., 1998), como lo demuestra la presencia frecuente de radiolarios nassellarios y la asociación de foraminíferos bentónicos (Ordoñez et al., 2006).

1.5.2.3 Formación Piñón (Complejo ígneo volcánico)

Litología:

En las cartas Geológicas Jipijapa y Manglaralto, se reconoce como un complejo ígneo que abarca rocas de composición variada (basaltos y doleritas en forma de coladas, pillow lavas y diques). La potencia se estima en más de 2000 metros.

(Ordoñez et al., 2006), Formación Piñón. Según Jaillard y otros (1993) las rocas más antiguas de la Costa ecuatoriana son las rocas volcánicas nombradas Fm Piñón, consistentes en basaltos toleíticos y andesitas basálticas, a menudo en almohadas, de espesor desconocido.

Edad asignada:

Se ha asignado edad con un rango de cristalización entre Jurásico y Albiano (Jaillard et al., 1995), basándose en edades radiométricas de K / Ar y correlaciones bioestratigráficas.

Ambiente de formación:

(Ordoñez et al., 2006), determinan para esta formación un paleoambiente marino de plataforma externa a talud superior de aguas cálidas por medio de la asociación de foraminíferos bentónicos y la frecuencia de foraminíferos planctónicos y nanofósiles calcáreo.

1.5.2.4 Depósitos aluviales

En las cartas Geológicas Jipijapa y Manglaralto, se define esta unidad cuaternaria como material con componentes son muy variables de acuerdo a las zonas de aporte; arcillas, arenas y rodados considerables provenientes de la formación Cayo (San Vicente, Puerto Lopez y Puerto Cayo); arenas sueltas y arcillas removidas ligadas a las formaciones San Mateo y Tosagua.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente trabajo de titulación se consideraron los fundamentos básicos de petrografía sedimentaria durante las cuatro etapas que se describen a continuación:

2.1 Etapa de gabinete

La primera etapa, consistió en la recopilación, revisión y análisis de bibliografía de investigaciones realizadas en el área de estudio y áreas aledañas tomando como base de referencia las cartas geológicas oficiales “Manglaralto” y “Jipijapa”, para conocer la geología regional.

Se identificaron las formaciones geológicas próximas al afloramiento rocoso, objeto de estudio, y posterior a ello se buscó bibliografía referente a su descripción litológica, edad asignada y ambiente de formación, con el fin de proponer analogías entre las formaciones del continente y el Islote Los Ahorcados.

Se realizó una planificación de inspecciones de campo tanto en continente como en el Islote, elaborando un mapa de campo preliminar.

2.2 Etapa de campo

La segunda etapa, consistió en el levantamiento de campo, previo a la determinación de posibles puntos de análisis en el Islote y en el continente. Se realizó la descripción de dos frentes del afloramiento rocoso en el Islote, uno en el flanco NW y el segundo en el flanco SE, además de levantamientos puntuales en continente corroborando la presencia y descripción litológica de las formaciones sedimentarias acorde a la bibliografía recopilada.

Se tomó muestras de los diferentes niveles y muestras de clastos del conglomerado del Islote.

Se identificó macroscópicamente los componentes litológicos, espesores, distribución, direcciones y estructuras sedimentarias en las dos columnas levantadas.

Se dibujaron las columnas estratigráficas en libreta de campo, tomando los datos litológicos, estructurales y dimensionales a nivel macroscópico.

2.3 Etapa de laboratorio

La tercera etapa, consistió en el análisis petrográfico macroscópico y microscópico de las muestras de roca mediante láminas delgadas. Esta etapa se realizó con el fin de clasificar las rocas mediante la aplicación del método de (Folk, 1970), que otorga la nomenclatura para las rocas epiclásticas.

Para determinar el tipo de conglomerados se utilizó la clasificación propuesta por Limarino (Scasso y Limarino, 1996), la cual divide a las rocas psefíticas en base a tres parámetros principales: tipo de fábrica, textura y composición de los clastos.

Adicionalmente, se interpretó las estructuras sedimentarias identificadas en la segunda etapa, las cuales son características en rocas sedimentarias generadas por una variedad de procesos sedimentarios, como el flujo de fluidos, el flujo de gravedad del sedimento, la deformación del sedimento blando y la actividad biogénica. Estas estructuras sedimentarias, reflejaron las condiciones ambientales que prevalecieron durante, o muy poco después, del momento de la deposición (Sam Boggs, 1987).

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS

La zona emergida del islote Los Ahorcados, área de estudio, corresponde a un afloramiento rocoso de 28 m.s.n.m. aproximadamente, conformado por tres cuerpos. Para este estudio se eligió el cuerpo ubicado al SE, ya que es representativo del Islote y presenta condiciones óptimas para el levantamiento de columnas estratigráficas, a diferencia de los otros cuerpos que poseen un mayor grado de alteración y fraccionamiento.

En el afloramiento seleccionado, se realizaron dos secciones; en el flanco SW se levantó la columna estratigráfica N.1 y en el flanco NE se levantó la columna estratigráfica N.2. Las columnas se han dividido en estratos de acuerdo a la predominancia litológica, que consistieron en conglomerados, areniscas de grano medio a grueso y lutitas con espesores desde 70 centímetros a > 5 metros (Fig. 5).

Se tomaron muestras de roca representativas del afloramiento, de las cuales se realizaron láminas delgadas de cuatro de ellas para su posterior análisis macroscópico y petrográfico.

Se identificó y describieron estructuras sedimentarias y se revisó información bibliográfica en continente para proponer una analogía mediante la correlación litológica.

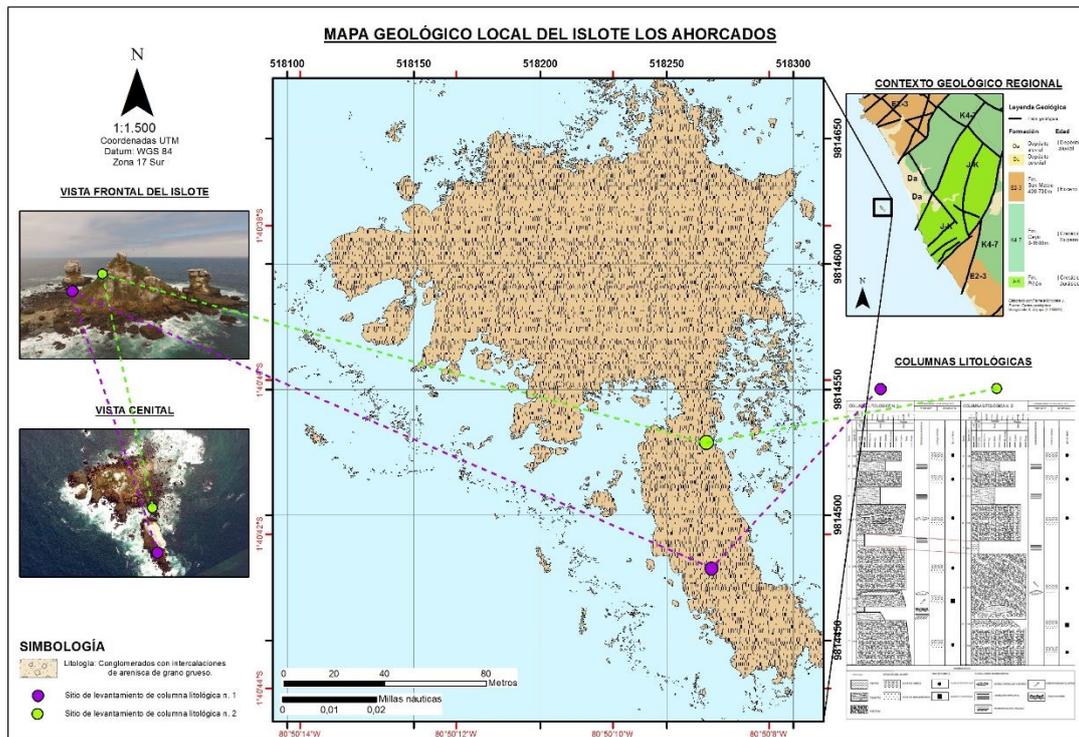


Figura. 5 Mapa geológico local del Islote Los Ahorcados. Elaborado por Pamela Minchala J., 2019.

3.1 Descripción geológica de los afloramientos

En primera instancia para la clasificación textural de las rocas sedimentarias epiclásticas del Islote, basada en el tamaño de los granos, se utiliza el diagrama ternario propuesto por (Folk et al., 1970).

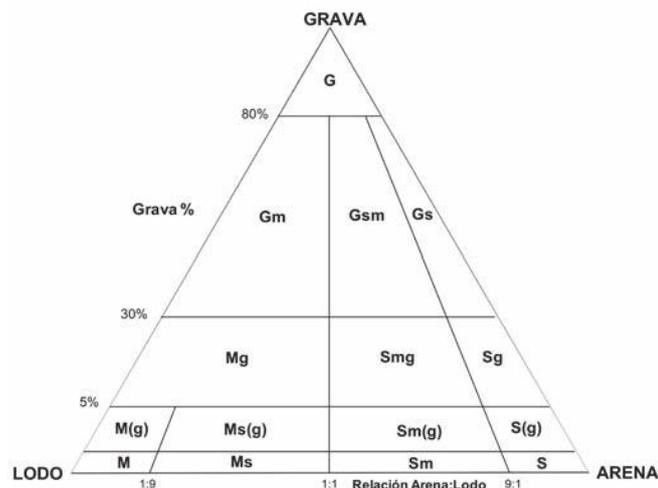


Figura. 6 Clasificación textural para sedimentos epiclásticos (Folk et al., 1970).

Aplicado a las dos columnas estratigráficas se distinguen tres tipos de estratos; 1) Psefitas, donde los clastos poseen un diámetro desde 2 milímetros a > 256 milímetros. 2) Psamitas de grano medio a muy grueso y 3) En menor presencia, Pelitas.

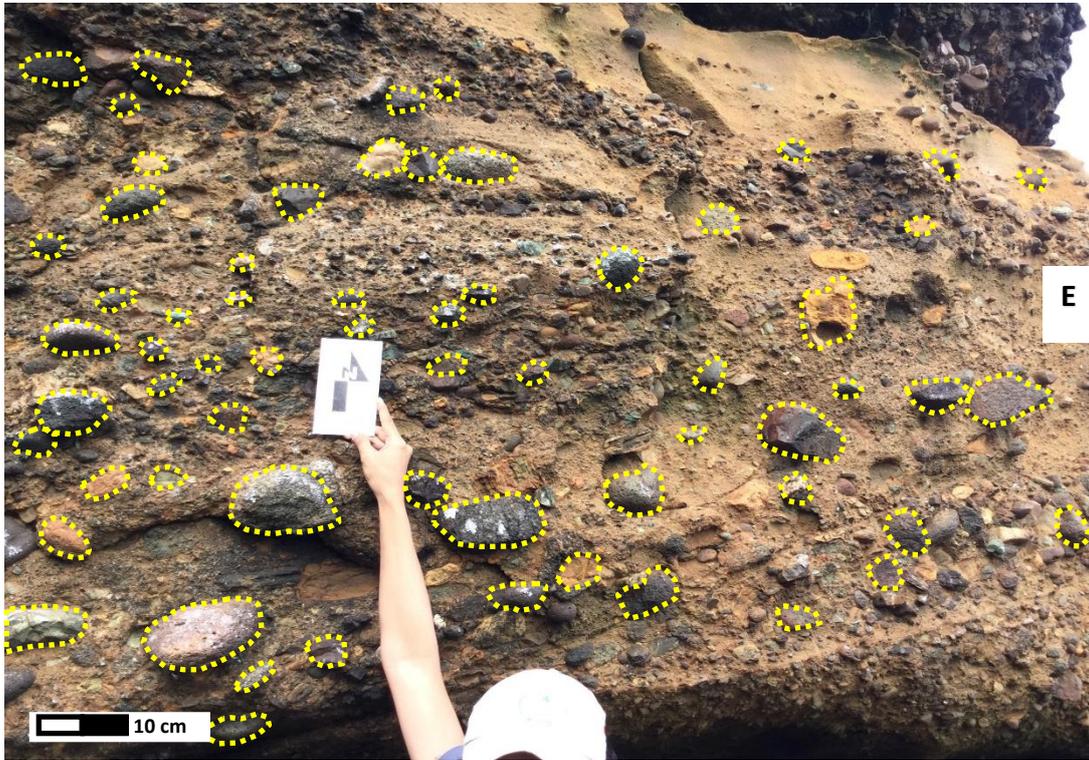


Figura. 7 Estrato “E” de la columna estratigráfica N. 1 . Psefita con clastos redondeados mal sorteados.

El levantamiento de la primera columna se realizó en el punto (518138 E/ 9614593 N). Desde la base de la columna hasta la parte superior se diferencian once estratos (Fig. 8).

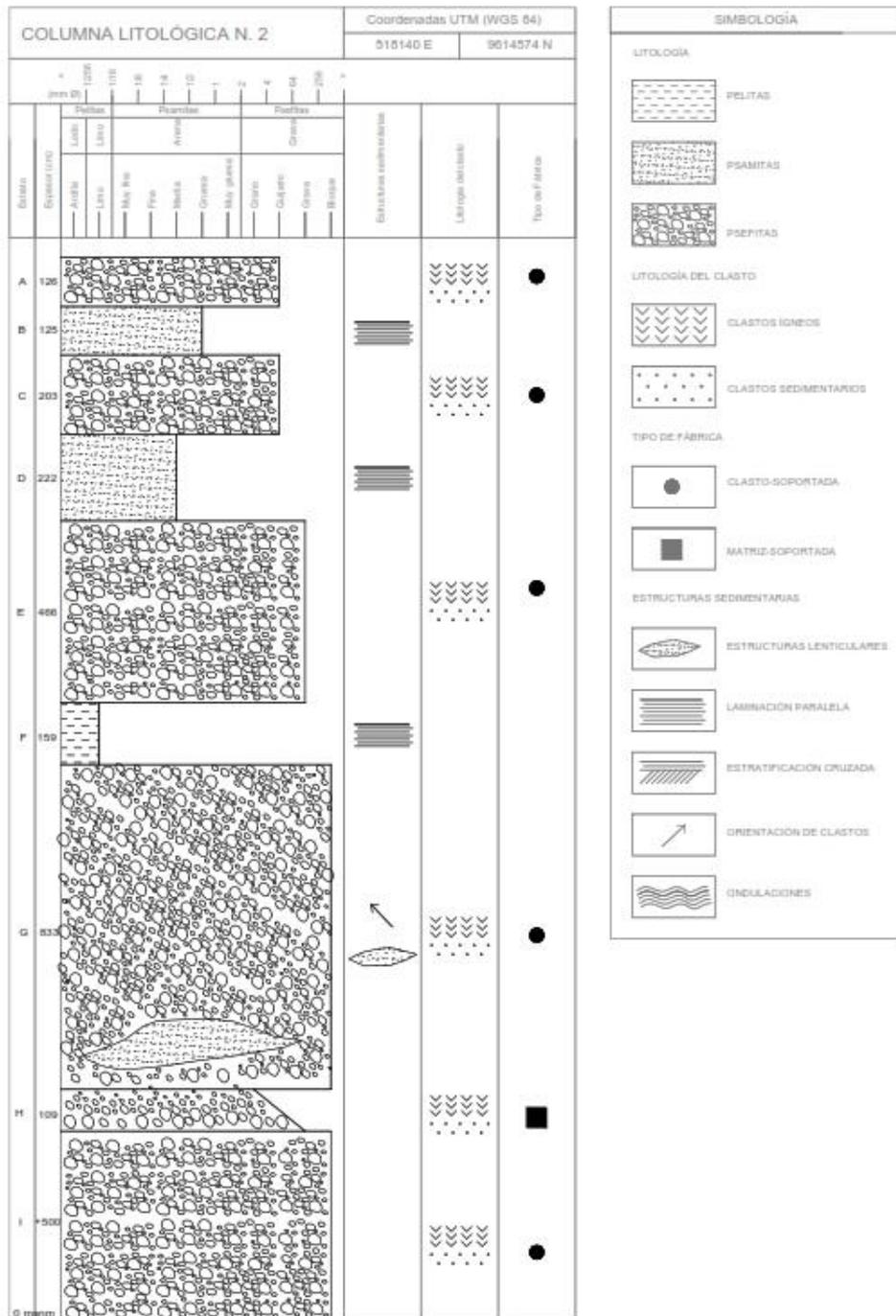


Figura. 9 Columna estratigráfica N. 2

3.1.1 Psefitas

Los estratos A, C, E, G, H, y K de la Columna N.1 y estratos A, C, E, G, I de la Columna N.2 se caracterizan por estar conformados por clastos con tamaño

desde grano (2mm) a bloques (> 256) según la clasificación de Udden Wentworth, 1922.

En roca fresca es de color naranja amarillento pálido (10YR 8/6), y en superficie de alteración es de color marrón amarillento moderado (10YR 6/6) según la escala geológica de color de rocas de (Munsell, 2009).

La morfología de los clastos corresponde a redondeados a muy redondeados, como se puede apreciar en la Figura 10.

La naturaleza de los clastos es 80% de origen ígneo, en su mayoría basalto, y 20 % de origen sedimentario.

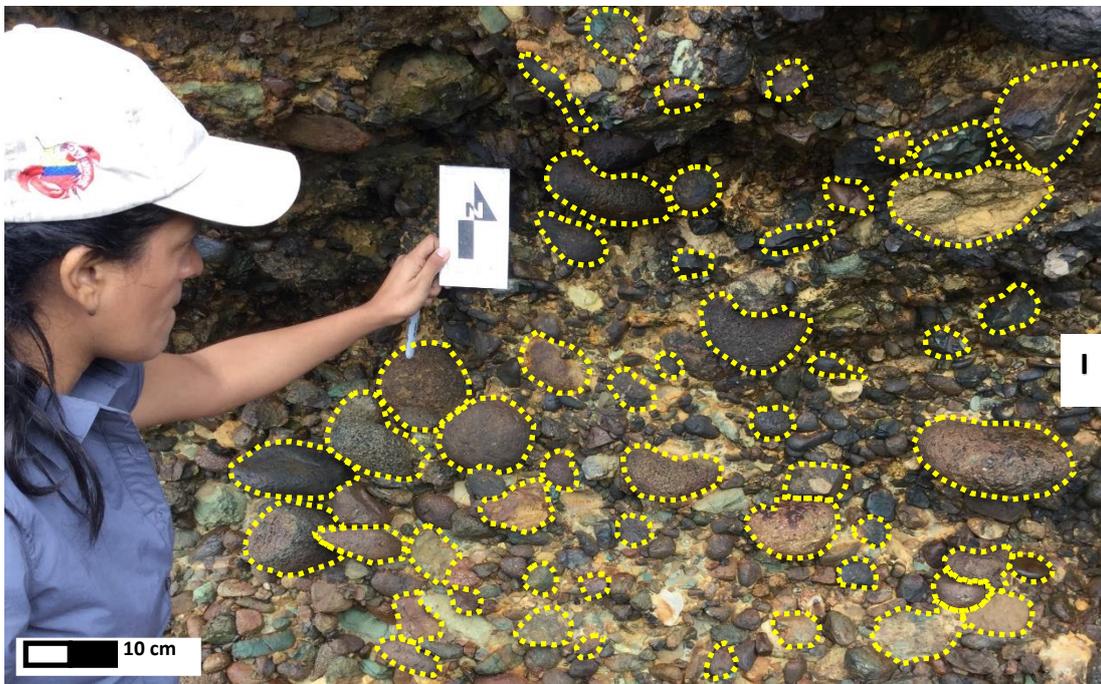


Figura. 10 Conglomerado del estrato "I" de la columna -N.1,

Para realizar la clasificación del conglomerado, se utilizó la clasificación propuesta por (Scasso y Limarino, 1996), que consiste en tres fundamentos, el tipo de fábrica, la textura de la matriz y la composición de los clastos.

El tipo de fábrica y textura permiten interpretar el mecanismo de transporte y depositación. En el caso de la composición de los clastos indica el origen del material y la madurez composicional.

En base a estos parámetros fundamentales, se puede ubicar a la muestra de conglomerado representativa del islote, en el diagrama de clasificación de psefitas (Fig. 11), teniendo como resultado que corresponde a un ortoconglomerado de matriz soportada de composición polimíctica.

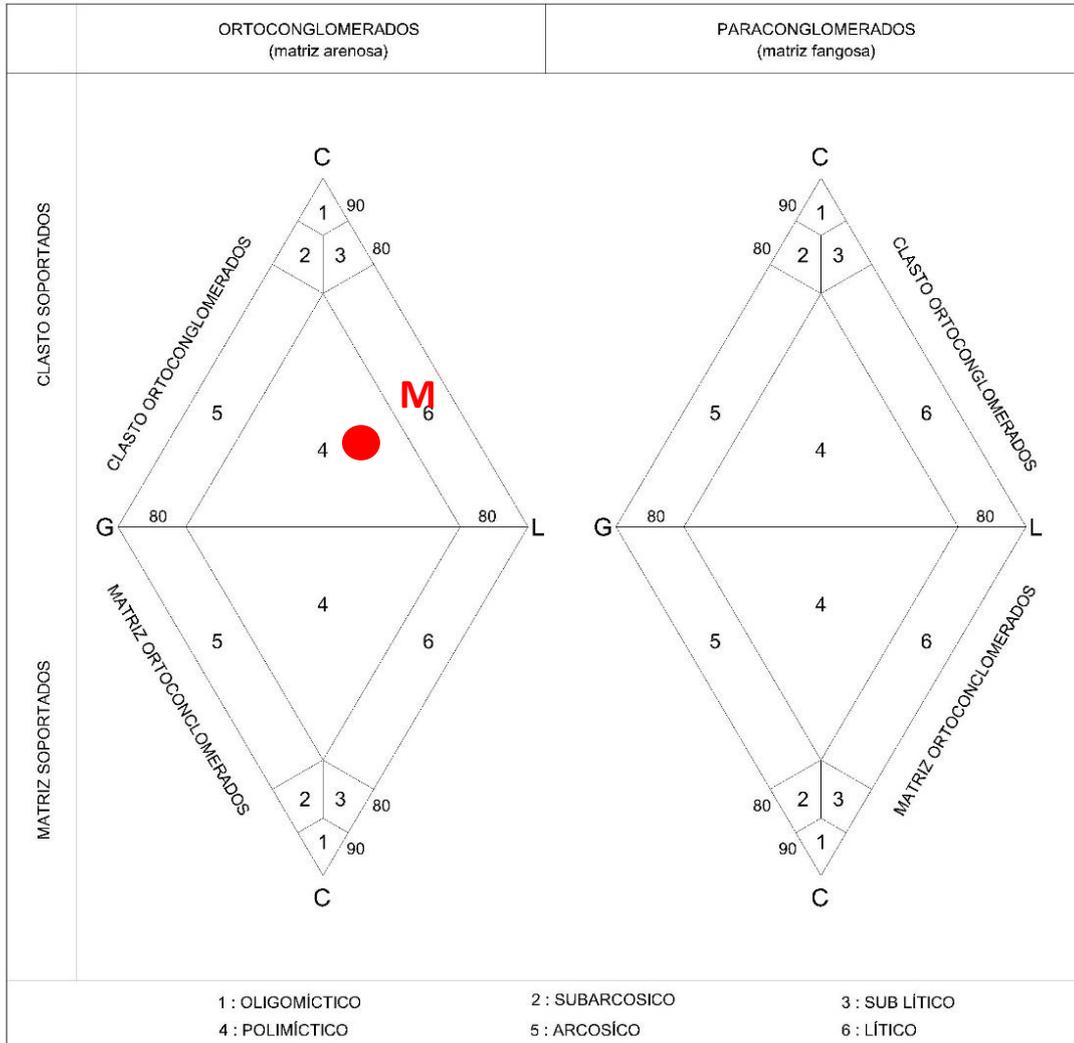


Figura. 11 Modelo de clasificación de psefitas basado en la textura de la matriz, composición de los clastos y fábrica. C= cuarzo + chert + cuarcitas, G= granitos + gneises + feldespatos y L= fragmentos líticos restantes; M= Muestra de roca representativa del afloramiento. (Modificado de Scasso, R.A. y C.O. Limarino, 1996).

3.1.2 Psamitas

El material psamítico constituye la matriz (Muestra No. 1651-M3I) de los conglomerados antes descritos, los estratos B, D y J (Fig. 12) de la Columna N.1 y B y D de la Columna N.2; además constituyen el material de las

estructuras lenticulares presentes en los estratos E y H de la primera columna y estrato G de la segunda columna.

Son color marrón, amarillenta, tonalidades claras blanca - amarillenta, en secciones clastos verdes de hasta 9mm, poco compacta, textura clástica, los detritos tienen formas variables subredondeadas a redondeadas, tamaños desde milimétricos a 1 centímetro, la roca tiene características de mal sorteo, con características de arenisca muy gruesa.



Figura. 12 Estratos I, J, K de la Columna N.1. representan de piso a techo la disposición secuencial de una psefita, psamita y pelita.

3.1.3 Pelitas

El afloramiento tiene un estrato de 159 centímetros (Fig. 13) en su zona céntrica, constituido por material de granulometría tipo limo. También es parte del material constituyente de lente ubicado en el estrato E de la columna N.1.

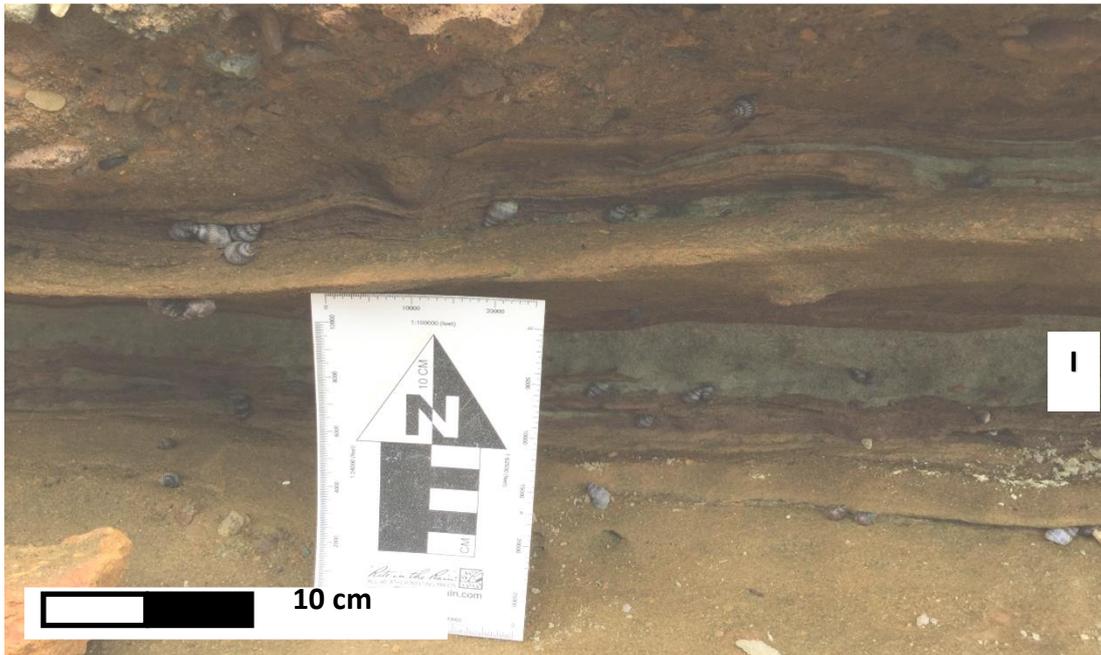


Figura. 13 Estrato de limo, espesor 159 centímetros.

3.2 Descripción petrográfica de láminas delgadas

El afloramiento sedimentario consiste en su mayoría en conglomerados con clastos de dimensiones centimétricas a decimétricas y matriz de arenisca de grano medio a grueso con intercalaciones de lentes de areniscas de espesores desde 2 centímetros a 1 metro. Por lo tanto, la muestra no. 16.51-M3I, corresponde a una muestra representativa de la matriz de todo el afloramiento. Las muestras no 1654 – M4 A; 1651 - M2-2; 1652 - M2A, corresponden a los clastos con mayor presencia en la matriz conglomerática.

3.2.1 Muestra de roca No. 1651-M3I

Nombre de la roca: Arenisca gruesa.



Figura. 14 Fotografía de la muestra de roca No. 16.51-M3I en el Islote Los Ahorcados.

Descripción general:

Textura clástica, con detritos de diferente forma y tamaño, en algunas zonas se observan concentraciones de clastos angulosos alterados con sericita, algunos cristales son de plagioclasas por su forma y maclado, la matriz es fino granular conformada por limos y arcillas en bajo porcentaje y cuarzo secundario, se observa clastos de rocas volcánicas con ferromagnesianos cloritizados.

Tabla 2 . Porcentaje aproximado de minerales y clastos en la muestra de roca No. 16.51-M3I en el Islote Los Ahorcados.

Fenocristales/clastos	75%
Cuarzo	9%
Plagioclasas	3 %
Micas	15%
Clastos de otras rocas	48 %
Matriz	25%
Cuarzo	15%

Minerales de alteración	4 %
Minerales arcillosos	4%
Opacos	2 %
TOTAL	100 %

Descripción de los minerales:

Cuarzo: Se identifica en pequeñas concentraciones de microcristales y son de formas cristalinas, se observa cristales sueltos en espacios, masivos, algunos son redondeados, se ha identificado por tener extinción paralela y relieve bajo, que gran parte de los fenocristales presentan sus bordes limpios, en la matriz se observa fino-granulares, asociados a limos y arcillas. Las plagioclasas son de formas angulosas, presentan maclado polisintético característico.

Clastos de otras rocas: Son micro detritos de andesitas cloritizadas, meteorizadas y sedimentarias con cuarzo, otros de rocas sedimentarias en menor porcentaje.

Minerales de alteración: Gran parte de los microcristales no tienen formas cristalinas bien desarrollados, por su meteorización leve en sus bordes, tienen características de cloritas de tinte verdoso, en luz natural, tienen relieve moderado - alto, y la mayoría de los cristales con su exfoliación poco definido, y se encuentran en rocas volcánicas.

Análisis de lámina delgada:

La roca tiene componentes silíceos (cuarzo) gran parte de estos clastos/minerales están cristalizados y en su mayoría conforman buena parte de la roca.

La roca es poco compacta, los cristales de cuarzo, en sus bordes es fácilmente disgregables, por estar limonitizado, presenta minerales de alteración como sericita, arcillas y poco de clorita. Existe más clastos de rocas volcánicas que sedimentarios.

Se identifica en la lámina un porcentaje importante de cuarzo secundario como fenocristales y en la matriz, están asociados con la sericita.

En la Microfotografía en luz polarizada se puede observar clastos de diferente forma y tamaño, en secciones se observa ferromagnesianos y material arcilloso por su color de birrefringencia, los componentes clásticos tienen características de volcánicos alterados y meteorizados y rocas sedimentarias, además se observa cuarzo y plagioclasas como clastos subangulosos a subredondeados, los opacos se observan relleno de pequeños espacios, trazas de ferro-magnesianos cloritizados se observan en la matriz.

En la Microfotografía en Luz natural, se reconoce como incoloras y con relieve moderado corresponde a plagioclasas y cuarzo y los ferro-magnesianos en los volcánicos tienen tintes verdosos están cloritizados en los clastos parte central de la fotografía.

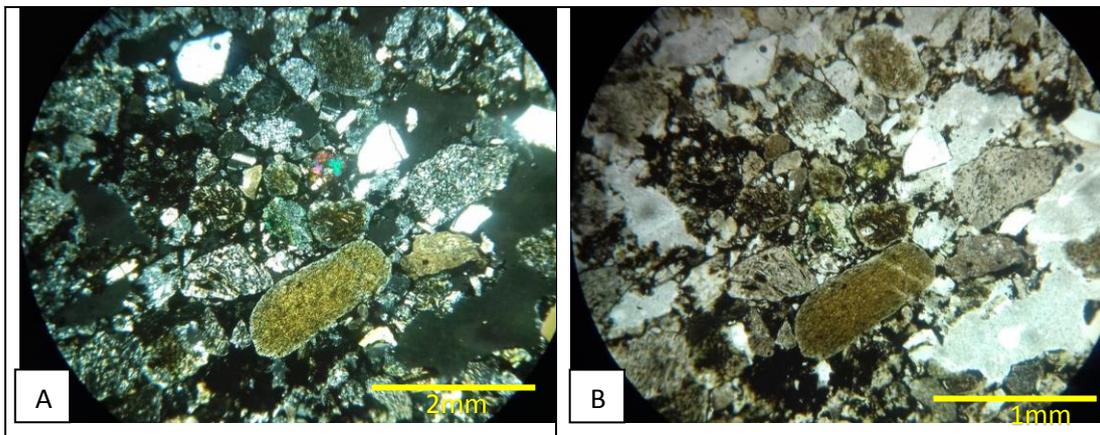


Figura. 15 Microfotografía en luz polarizada (A); Microfotografía en luz natural (B) de la Muestra No. 16.51-M3I. Magnificación X20.

3.2.2 Muestra de roca No. 1654 – M4 A

Nombre de la roca: Cuarcita.

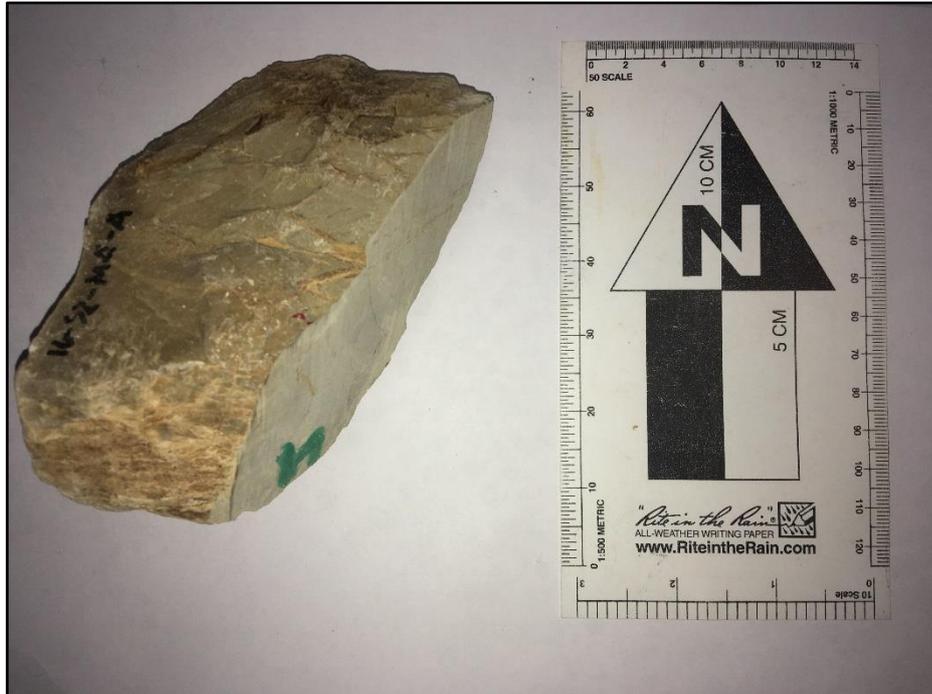


Figura. 16 Muestra de clasto del conglomerado.

Descripción general:

Textura clástica, con cristales y detritos de tamaño microcristalino, en zonas se observa vetillas en dos direcciones rellenas con sílice secundaria y carbonato.

Tabla 3 Porcentaje aproximado de minerales y clastos en la Muestra de roca nó. 1654 – M4 A

Clastos	80%
Cuarzo	70 %
Feldespatos	10 %
Matriz	20%

Minerales de alteración	4 %
Minerales arcillosos	15%
Opacos	1 %
TOTAL	100 %

Descripción de los minerales:

Cuarzo: Son de formas redondeadas a subredondeadas, de tamaños similares llegando hasta los tamaños de areniscas, algunos presentan fracturas, se ha identificado por tener relieve muy bajo y colores de primer orden, gran parte de los clastos presentan sus bordes limpios, en la matriz se observa fino-granulares dispersos y asociados a material arcilloso limonitizados. El ángulo extinción es paralelo.

Minerales de alteración: Se observó rellenando vetillas paralelas rellenas por sílice secundaria, en algunos carbonatos y trazas de sericitas.

Análisis de lámina delgada:

La roca tiene componentes clásticos de sílice (cuarzo) pocos se presentan ligeramente meteorizados y en su mayoría conforman la matriz material arcilloso.

Se identifica en la lámina un porcentaje importante de cuarzo y poco feldespato, minerales de alteración limonitas (tonos amarillentos) y cuarzo secundario con carbonatos. En la matriz se identifica materiales arcillosos por su tamaño.

En Microfotografía en luz polarizada, se observó dispersos clastos de cuarzo y feldespato, en la parte central se identifica vetillas de cuarzo en dos direcciones.

En Microfotografía en Luz natural, los minerales incoloros - blancos y con relieve moderado corresponde a cuarzo y a los feldespatos tonalidad amarillento corresponde a limonitas producto de meteorización de minerales de hierro.

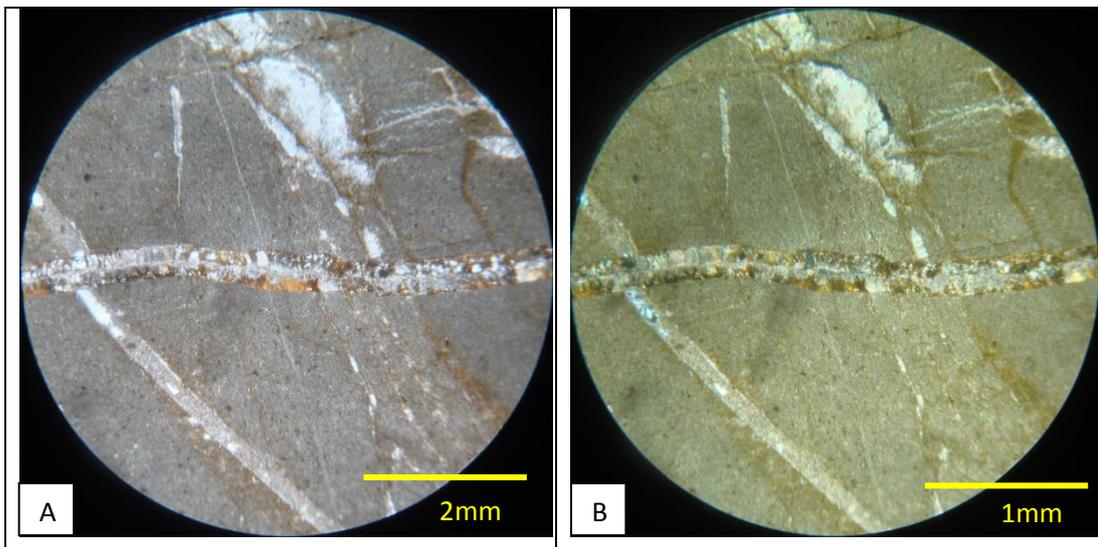


Figura. 17 Microfotografía en luz polarizada (A); Microfotografía en Luz natural (B) de la muestra No. 1654 – M4 A. Magnificación X20.

3.2.3 Muestra de roca No. 1651 - M2-2

Nombre de la roca: Cuarcita.

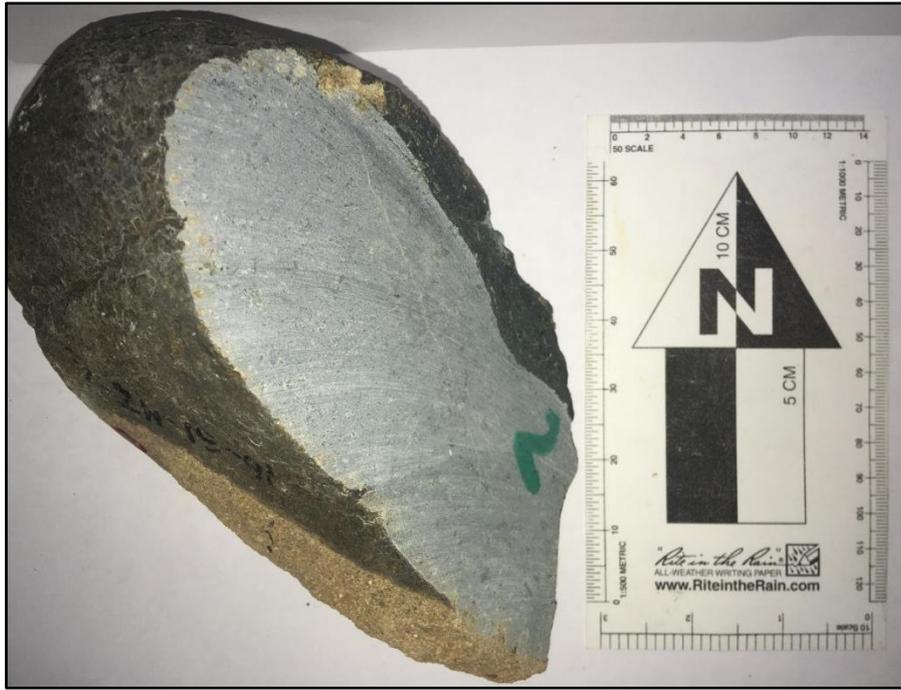


Figura. 18 Muestra de clasto del conglomerado.

Descripción general:

Textura porfírica, con cristales de diferente tamaño, en zonas se observa ferromagnesianos aislados, algunos fenocristales de plagioclasas son zonados y otros presentan maclas polisintéticas, los anfíboles(hornblendas) de forma alargada y concentraciones de augitas están poco corroídos sus bordes, las hornblendas forman aureolas de cloritas.

Tabla 4 Porcentaje aproximado de minerales y clastos en la Muestra de roca nó. 1651 - M2-2.

Fenocristales	60%
Plagioclasas	45%
Hornblendas	10 %
Augitas	5%

Matriz	40%
Plagioclasas	25%
Hornblendas	10%
Augitas	2%
Cuarzo	2 %
Opacos	1 %
TOTAL	100 %

Descripción de los minerales:

Plagioclasas: Son de formas alargadas de diferentes tamaños llegando hasta los 1 mm formando maclas, algunos presentan fracturas, se ha identificado por tener maclados polisintéticos desarrollados, gran parte de los fenocristales presentan sus bordes limpios, en la matriz se observa fino-granulares dispersos y asociados a los ferro-magnesianos. El relieve de estos minerales es moderado, algunos cristales tienen un ángulo extinción inclinado. Se observa fenocristales de plagioclasas zonadas característico de rocas extrusivas. Algunas plagioclasas tienen características de Andesina.

Ferro magnesianos: Gran parte de los fenocristales tienen formas cristalinas poco desarrollados, por su meteorización leve en sus bordes se observa de tonalidad verdosa y amarillenta, los piroxenos(augitas) por sus propiedades ópticas presenta maclas y colores de birrefringencia de segundo orden (colores fuertes) y los anfíboles (hornblendas) tienen su clivaje característico bajo el microscopio, son de color café claro y verdoso en luz natural, tienen relieve moderado a alto, y la mayoría de los cristales con su exfoliación poco definido, algunos conservan sus formas bien definidas. Los anfíboles presentan aureolas de alteración a cloritas.

Análisis de lámina delgada:

La roca tiene componentes ferro-magnesianos (hornblendas y augitas) pocos se presentan ligeramente meteorizados y en su mayoría conforman la matriz

de la roca. La roca es de composición intermedia a basáltica, presenta pocos minerales nocivos y que pueden provocar reactividad como la clorita.

Se identifica en la lámina un porcentaje importante de plagioclasas como fenocristales y en la matriz, están asociados con los ferro-magnesianos. En la matriz las plagioclasas en zonas están ligeramente orientadas debido a la fluidez del magma, se identifica hornblenda con tinte verdoso y poco cuarzo.

En microfotografía en luz polarizada, la parte central se identifica fenocristales de anfíboles (hornblendas) euhédricos a subhedrales con sus bordes alterados junto a trazas de opacos, la mayoría de microcristales alargados son plagioclasas y zonadas (inferior izquierda) diseminados y pocos anfíboles, trazas de opacos de formas cuadradas como inclusiones en ferro-magnesianos. Con tinte marrón en la matriz son característicos de ferro-magnesianos ligeramente meteorizados.

En microfotografía en Luz natural, los minerales incoloros - blancos y con relieve moderado corresponde a las plagioclasas y los ferro-magnesianos con relieve bien marcado, tonalidad marrón y verdoso, clivaje característico. De color negro en las dos imágenes y diseminados corresponde a los opacos (sulfuros). El tamaño de plagioclasas en este campo varía entre 0.1 a 1 mm, mientras que de los ferro-magnesianos 0,1 a 1,2 mm.

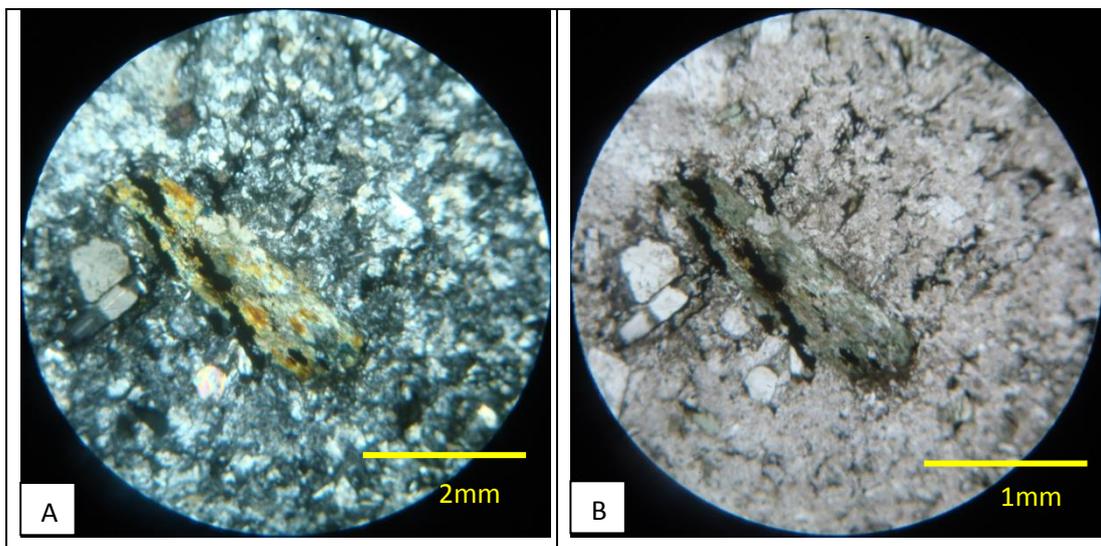


Figura. 19 Microfotografía en luz polarizada (A); Microfotografía en Luz natural (B) de la muestra de de roca No. 1651 - M2-2. Magnificación X20.

3.2.4 Muestra de roca No. 1652 - M2A

Nombre de la roca: Andesita con hornblenda.

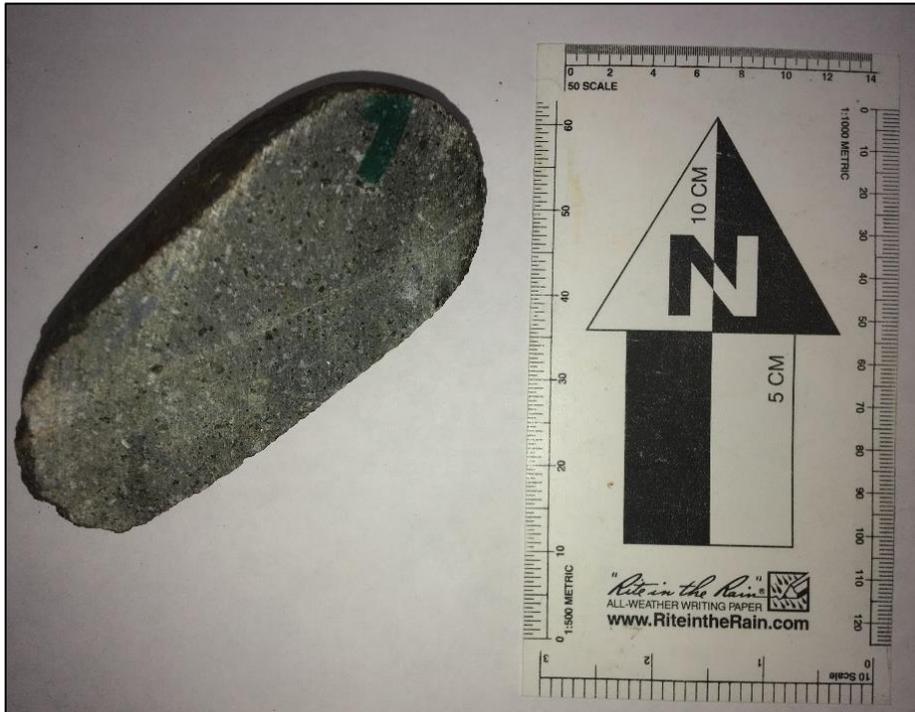


Figura. 20 Muestra de clasto del conglomero.

Descripción general:

Textura porfírica, con cristales de diferente tamaño, se observa ferro magnesianos dispersos y en pequeñas concentraciones, algunos fenocristales de plagioclasas son zonadas y otros presentan maclas polisintéticas, los anfíboles son poco alargados y las augitas están corroídos y cloritizadas en sus bordes.

Tabla 5 Porcentaje aproximado de minerales y clastos en la Muestra de roca no. 1652 - M2A.

Fenocristales	35%
----------------------	------------

Plagioclasas	24%
Hornblendas	10 %
Augitas	1%
Matriz	65%
Plagioclasas	45%
Hornblendas	10%
Augitas	2%
Minerales de alteración	8 %
TOTAL	100 %

Descripción de los minerales:

Plagioclasas: Son de formas alargadas de diferentes tamaños forman maclas y llegando hasta los 2 mm, sus bordes bien desarrollados y de formas euhedrales, con maclados polisintéticos característicos de andesinas - oligoclasas, gran parte de los fenocristales presentan sus bordes limpios, en la matriz se observa fino-granulares dispersos y asociados a los ferro-magnesianos y en algunos campos orientados. El relieve de estos minerales es moderado, algunos cristales tienen un ángulo extinción inclinado. Se observa fenocristales de plagioclasas zonadas característico de rocas extrusivas.

Ferro magnesianos: Gran parte de los microcristales no tienen formas cristalinas poco desarrollados, por su meteorización leve en sus bordes, los piroxenos(augitas) tienen como propiedades ópticas colores de birrefringencia de segundo orden (colores fuertes) doble clivaje, los anfíboles (hornblendas) tienen su clivaje característico bajo el microscopio, son de color café claro y verdoso en luz natural, tienen relieve moderado - alto, y la mayoría de los cristales con su exfoliación poco definido, algunos cristales conservan sus formas bien desarrolladas.

Minerales de alteración: Se observa junto a los ferro-magnesianos cloritas de tono verdosos en luz natural, en finas vetillas discontinuas se identifica cuarzo secundario.

Análisis de lámina delgada:

Las plagioclasas identificadas en la roca tienen características de oligoclasas y andesinas, presentan maclas polisintéticas y zonadas bien desarrollados. La roca tiene componentes ferro-magnesianos (hornblendas y trazas de augitas).

La roca contiene cristales bien desarrollados en secciones dando la forma de pórfidos andesíticos, es compacta y dura, es de composición intermedia.

Se identifica en la lámina un porcentaje importante de plagioclasas con fenocristales y en la matriz, están asociados con los ferro-magnesianos. En la matriz las plagioclasas están ligeramente orientadas debido a la fluidez del magma, se identifica hornblenda con tinte verdoso y poco vidrio volcánico.

En microfotografía en luz polarizada se puede observar en la parte central fenocristales de plagioclasas macladas y zonadas bien desarrolladas, formas euhedrales, sus bordes limpios, pocos anfíboles de forma sub-hedrales ligeramente meteorizados y alterados parte superior izquierda, en la matriz la mayoría de cristales son de plagioclasas dispersos, pocos anfíboles y trazas de piroxenos, pocos opacos son visibles de formas cuadradas como inclusiones en ferromagnesianos. Con tinte marrón en la matriz son característicos de ferro-magnesianos ligeramente meteorizados, plagioclasas (Fig. 10 A)

En microfotografía en Luz natural, los minerales incoloros y con relieve moderado corresponde a las plagioclasas y los ferro-magnesianos con relieve bien marcado y tonalidad marrón, la matriz lo conforma vidrio volcánico de color marrón. El tamaño de plagioclasas en este campo varía entre 0.1 a 2 mm, mientras que de los ferro-magnesianos 0,1 a 0,5 mm (Fig. 10 B)

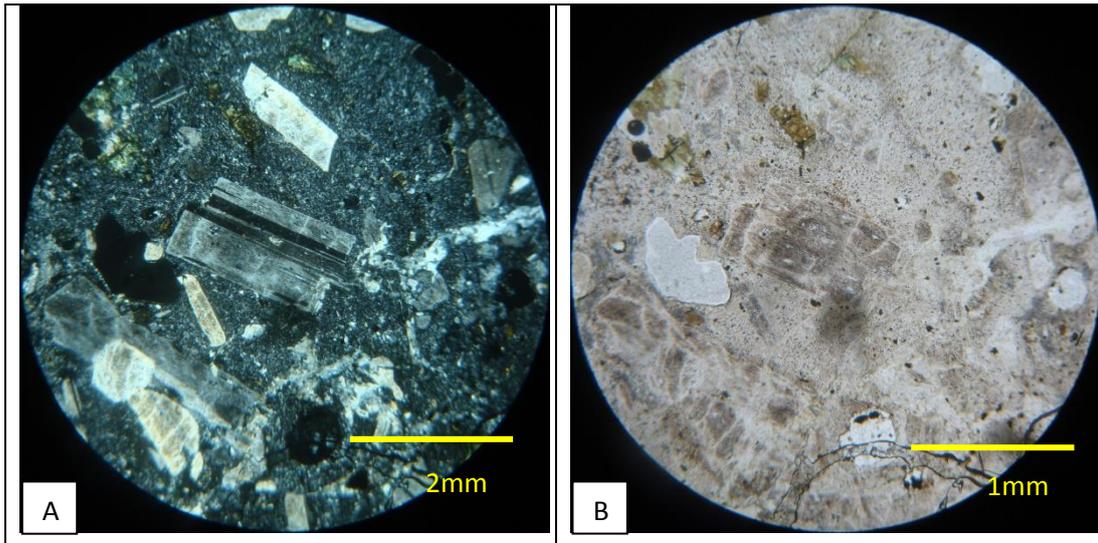


Figura. 21 Microfotografía en luz polarizada (A); Microfotografía en Luz natural (B) de la muestra de roca no. 1652 - M2A. Magnificación X20.

3.3 Estructuras sedimentarias

Las estructuras sedimentarias identificadas en el islote, se basan en el dominio de la disposición y orientación de los clastos en distintos niveles.

Pudo observarse varios tipos de estratificación: estratificación gradada normal horizontal con contacto transicional, estratificación horizontal e inclinada; zonas sin estratificación y estratificación cruzada (Fig. 23).

Además de lentes de arena gruesa y microconglomerado con dimensiones de 10 centímetros a 1,5 metros, presentes en la base de la zona emergida del islote (Fig. 22).

Acorde a la clasificación de las estructuras sedimentarias basadas en su origen singenético o epigenético, con subdivisiones según su modo de origen ya sea, físico, químicas u orgánicas y haciendo referencia a su naturaleza externa e interna, planteada por (Krumbein y Sloss, 1963), las estructuras que se describen en la tabla 6, corresponden a estructuras internas principalmente físicas primarias.

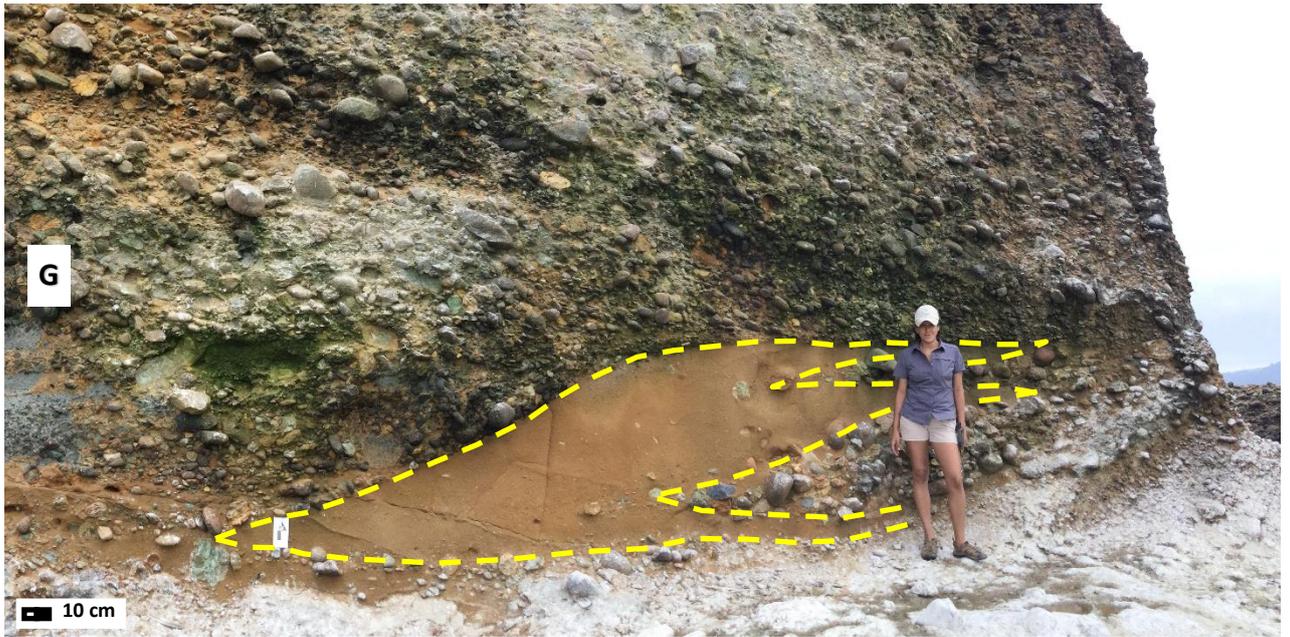


Figura. 22 Estructuras sedimentarias lenticulares



Figura. 23 Estratificación cruzada.

3.4 Analogía con formaciones en el continente

Eguez, en el año 1985, realiza la interpretación de la columna estratigráfica de la formación San Mateo, haciendo énfasis en dos unidades con las siguientes características (:

Una Unidad Basal compuesta predominantemente por bancos gruesos de lutitas tobáceas cremas, alternado en el top de la secuencia, con bancos de flujos de grano compuestos de areniscas de matriz gruesa brechoidea y tobácea, aglutinado clastos de chert, lutitas de formación Cato y rocas ígneas.

Luego, la segunda unidad, consiste de cuerpos conglomeráticos, mezcla de flujos de grano y flujos de detrito principalmente viscosos (Arcillosos) con clastos que en su mayoría son de rocas ígneas. La secuencia de estrato decreciente, terminando con depósitos débiles de areniscas tobáceas con presencia de vetillas de yeso secundario explotado artesanalmente por moradores del sector Carrizal. Los cuerpos sedimentario de esta unidad , presentan indicadores de paleocorrientes unidireccionales, con su sentido de aporte en los azimuts 330° y 360°.

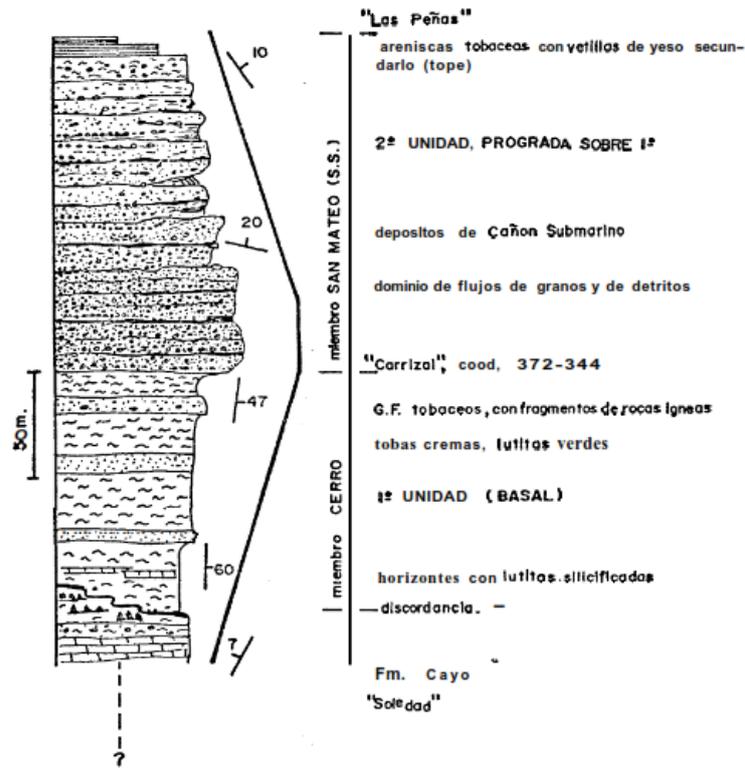


Figura. 24 Esquema de la secuencia estratigráfica de la Fm. San Mateo desarrollada desde Soledad hasta Las Peñas sobre el Río Julcuy. Tomado de (Eguez, 1985)

En relación a lo descrito en el afloramiento del islote Los Ahorcados, en cuanto a la disposición de sus estratos se sugiere la analogía de correlación con la Formación San Mateo descrita por Eguez.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Características petrológicas de los afloramientos

La descripción a detalle de la zona emergida del islote permitió identificar que la zona emergida corresponde a un ortoconglomerado polimíctico de matriz soportado, diferenciado en varios niveles en cuanto al tamaño, la disposición, clasificación, selección y orientación de los clastos. Así mismo, se observaron lentes de material desde arenisca de grano medio a grueso y microconglomerado. En la zona media se distingue un estrato de intercalaciones laminares de arenisca de grano medio a fino y lutitas con un espesor de 10 centímetros, como respuesta de flujos hipercocentrados.

En las láminas delgadas de las muestras de roca tomadas en el área de interés, no se encontraron muestras de fósiles ni microfósiles.

(Eguez, 1985), caracteriza a la Formación San Mateo en dos unidades, una unidad basal que consiste en lutitas tobáceas finas, en contacto transicional a la unidad conglomerática. La unidad conglomerática, en la localidad de Julcuy, consiste en cuerpo de conglomerados, mezcla de flujos de grano y flujos de detritos principalmente arcillosos con clastos en su mayoría de origen ígneo. Los cuerpos sedimentarios de esta unidad indican paleocorrientes unidireccionales.

Las características petrológicas del Islote Los Ahorcados descritos en el presente trabajo tienen características muy semejantes a las descritas en el trabajo de Eguez, 1985, tomando en consideración que el Islote en su zona emergida se encuentra expuesto a constantes y fuertes condiciones erosivas, y la descripción litológica de Eguez fue realizada en su localidad tipo; por lo tanto, bajo las características antes descritas es posible asignar al islote parte de la Formación San Mateo.

4.2 Ambiente de formación

De acuerdo a las características de las estructuras sedimentarias en la zona emergida del islote Los Ahorcados, caracterizadas por su disposición de clastos redondeados, mal clasificados y polimícticos; el material de arena gruesa como matriz de soporte para los clastos; la presencia de lentes de arenisca de grano medio a grueso y microconglomerados; y los estratos de material fino entre arenisca de granulometría media a fina con intercalaciones de lutita; nos refleja que existieron varios mecanismos de depositación en un mismo ambiente de depositación marino medio.

En el trabajo de sedimentación y estratigrafía de Eguez, se diferencia a la Formación San Mateo en dos facies, una de cañón submarino y otra de abanico submarino, y complementada con el estudio de paleocorrientes se determina que el modelo de depositación de la Formación San Mateo corresponde a cuencas de talud de fosa.

De acuerdo a sus similitudes y datos estructurales a detalle obtenidos en las localidades en continente de esta formación, es posible establecer la analogía de una cuenca de fosa de talud como medio de depositación asignada al islote.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

1. El afloramiento rocoso de la zona emergida del Islote Los Ahorcados, consiste en un ortoconglomerado polimíctico clasto soportado, con intercalaciones de lentes de arenisca de grano medio a grueso y pelitas y estratos truncados de intercalaciones laminares de arenisca de grano medio a fino y lutitas.
2. La fracción clástica está constituida en su mayoría por clastos de origen ígneo y en menoría de origen sedimentario, ambos de procedencia continental. En los niveles conglomeráticos se distinguen diferentes mecanismos y condiciones de depositación, reflejados en las diferentes estructuras sedimentarias.
3. La fracción de material fino, por lo general separa a los niveles conglomeráticos, presentando un grado de alteración mayor y erosión diferencial debido a su exposición y naturaleza.
4. Por las características del afloramiento y analogía con la Formación San Mateo en su localidad tipo en continente, en base al estudio de sedimentación y estratigrafía realizado por Eguez, corresponde a cuenca de fosa de talud.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda ampliar la investigación de caracterización litológica hacia la zona sumergida del Islote.

Realizar un análisis estructural del afloramiento, caracterizar fracturas y orientación de los clastos del conglomerado en todos sus niveles.

Realizar un modelo de reconstrucción geomorfológica temporal y espacial con las formaciones del continente.

Extender este tipo de estudios a los islotes del todo el perfil costero ecuatoriano, para lograr un análisis integral de las ocurrencias de la plataforma y talud continental.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benitez, S., 1995, Évolution géodynamique de la province côtière sud-équatorienne au Crétacé supérieur - Tertiaire.: *Géology Alpine*, v. 71, p. 3–163, doi: 1995\r95 gre1 0071.
- Devries, T.J., 1988, The geology of late Cenozoic marine terraces (tablazos) in northwestern Peru: *South American Earth Sciences*, v. 1, p. 121–136, doi: [https://doi.org/10.1016/0895-9811\(88\)90030-2](https://doi.org/10.1016/0895-9811(88)90030-2).
- Eguez, H., 1985, *Sedimentología y Estratigrafía de la Formación San Manteo, Provincia de Manabí-Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral*, 110 p.
- Enríquez, J., y Espinosa, M., 2018, Análisis tectono-estratigráfico de la Cordillera Costera entre las poblaciones de Jipijapa y la Rinconada: *Escuela Politécnica Nacional*, 147 p., doi: 10.1103/PhysRevX.7.041008.
- Folk, R.L., Andrews, P.B., y Lewis, D.W., 1970, Detrital sedimentary rock classification and nomenclature for use in New Zeland: *New Zeland Journal of Geology and Geophysics*, v. 13, p. 937–968.
- Gutscher, M.-A., Malavieille, J., Lallemand, S., y Collot, J.-Y., 1999, Tectonic segmentation of the North Andean margin: impact of the Carnegie Ridge collision: *Earth and Planetary Science Letters*, v. 168, p. 255–270, <http://www.gm.univ-montp2.fr/spip/IMG/pdf/Gutscher-EPSSL99-Andes.pdf> (accessed enero 2019).
- Jaillard et al., 1995, Basin Development in an Accretionary, Oceanic-Floored Fore-Arc Setting: Southern Coastal Ecuador During Late Cretaceous-Late Eocene Time in A. J. Tankard, R. Suárez S., and H. J. 1 Welsink, *Petroleum basins of South America: AAPG Memoir 62.*, p. 615–631, doi: -.
- Jaillard, E., Laubacher, G., Bengtson, P., Dhondt, A., Philip, J., Bulot, L.G., y Robert, E., 1998, Revisión estratigráfica del cretáceo superior del

- Noroeste Peruano y Suoeste Ecuatoriano. Datos Preliminares, consecuencias Tectónicas.: Baletín de la Sociedad Geológica del Perú, v. 88, p. 101–115.
- Kendrick, E., Bevis, M., Smalley, R., Brooks, B., Barriga, R., y Lauri, E., 2003, The Nazca – South America Euler vector and its rate of change: South American Earth Sciences, v. 16, p. 125–131, doi: 10.1016/S0895-9811(03)00028-2.
- Krumbein, W.C., y Sloss, L.L., 1963, Estratigrafía y sedimentación: Mexico, Departamento de Geología, Universidad Northwestern, 778 p.
- Lappierre, H., Bosch, D., Dupuis, V., Polvé, M., Maury, R., Hernandez, J., Monie, P., Yeghicheyan, Delphine Jaillard, E., Tardy, M., Mercier de Lépinay, B., Mamberti, M., Desmet, A., Keller, F., y Sénebier, F., 2000, Multiple plume events in the genesis of the peri-Caribbean Cretaceous oceanic plateau province: Journal of Geophysical Research, v. 105, p. 8403–8424.
- Munsell, 2009, Geological Rock-Color Chart: Geological Society of America, Munsell Color Chips,.
- Ordoñez, M., Jiménez, N., y Suárez, J., 2006, Micropaleontología ecuatoriana. Datos bioestratigráficos y paleoecológicos de las cuencas: Graben de Jambelí, Progreso, Manabí, Esmeraldas y Oriente; del levantamiento de la península de Santa Elena, y de las cordilleras Chongón Colonche, Costera y Occide: Guayaquil, Centro de Investigaciones Geológicas Guayaquil, 652 p.
- Palacio Prieto, J.L., Sanchez Cortez, J.L., y Schilling, M.E., 2016, Patrimonio geológico y su conservación en América Latina. Situación y perspectivas nacionales. (M. E. Schilling, Ed.): México, 302 p., doi: <http://dx.doi.org/10.14350/gsxii.li.18>.
- Portés, C.P., Litardo, L.I., y Morla, F.M., 2011, Caracterización Bio-Ecológica Y Propuesta De Manejo Como Sitio Para Buceo Del Islote “ Los Ahorcados ”, Provincia De Manabí: Escuela Superior Politécnica del

Litoral (ESPOL), 4 p.,

<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/19014>.

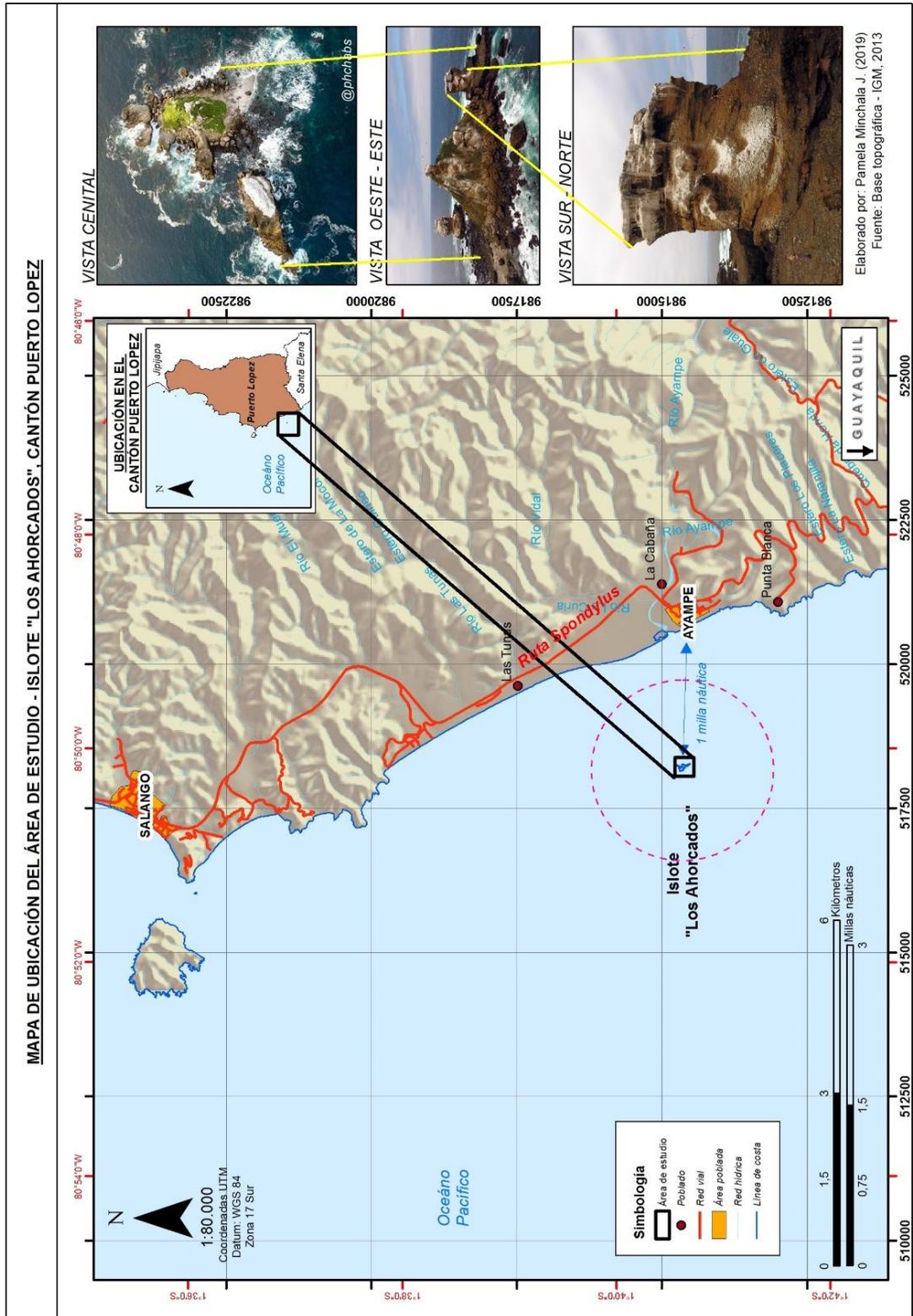
Sam Boggs, J., 1987, Principles of sedimentology and stratigraphy: Upper Saddle River, New Jersey, University of Oregon, 676 p.

Scasso, R.A., y Limarino, C.O., 1996, Petrología y Diagénesis de Rocas Clásticas.: Asociación Argentina de Sedimentología, 258 p.

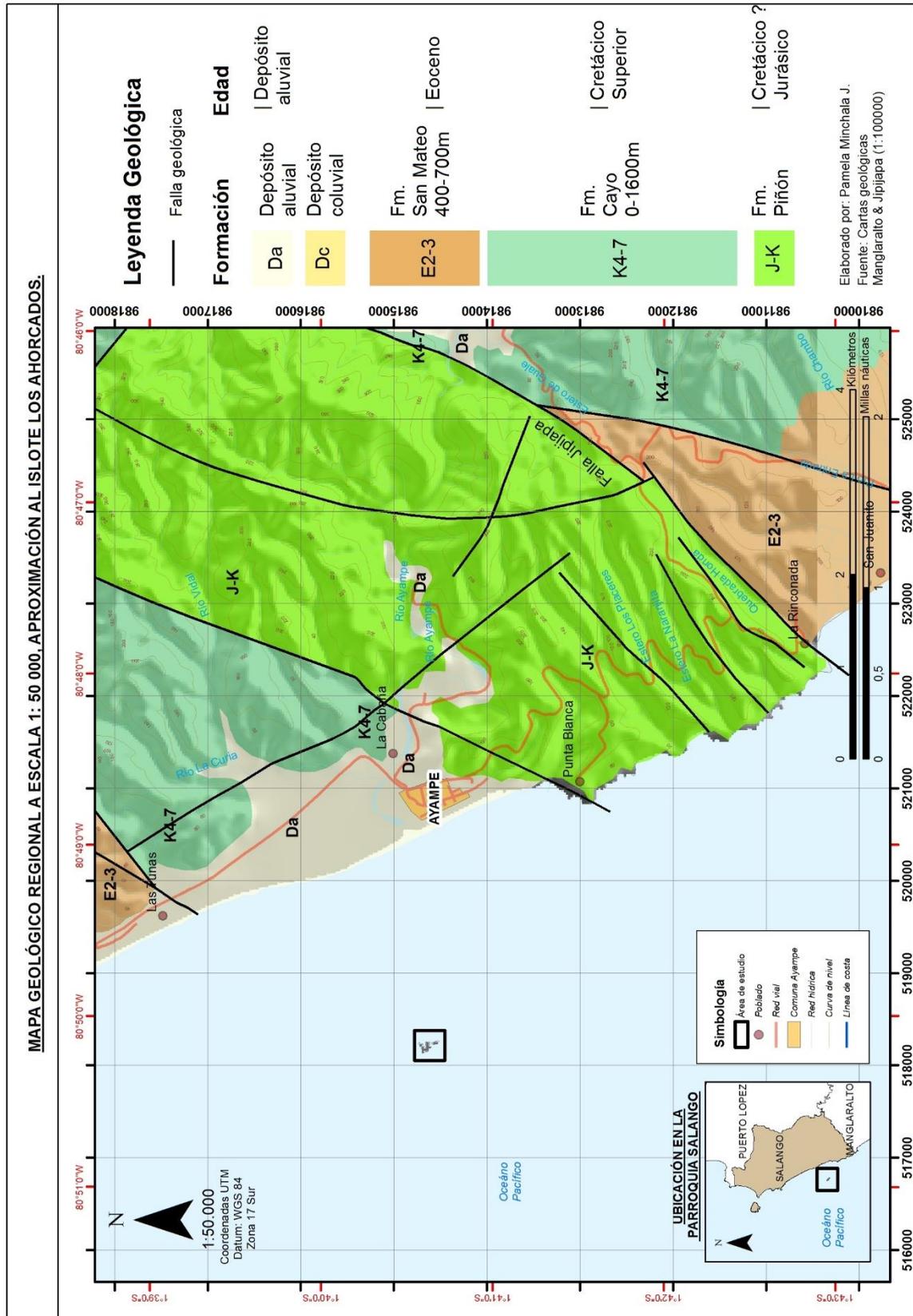
Winckfll, A., 1982, Relieve Y Geomorfologia del Ecuador, *en* GEOMORFOLOGÍA, Instituto Panamericano de Geografía e Historia - ORSTOM, p. 17.

8. ANEXO

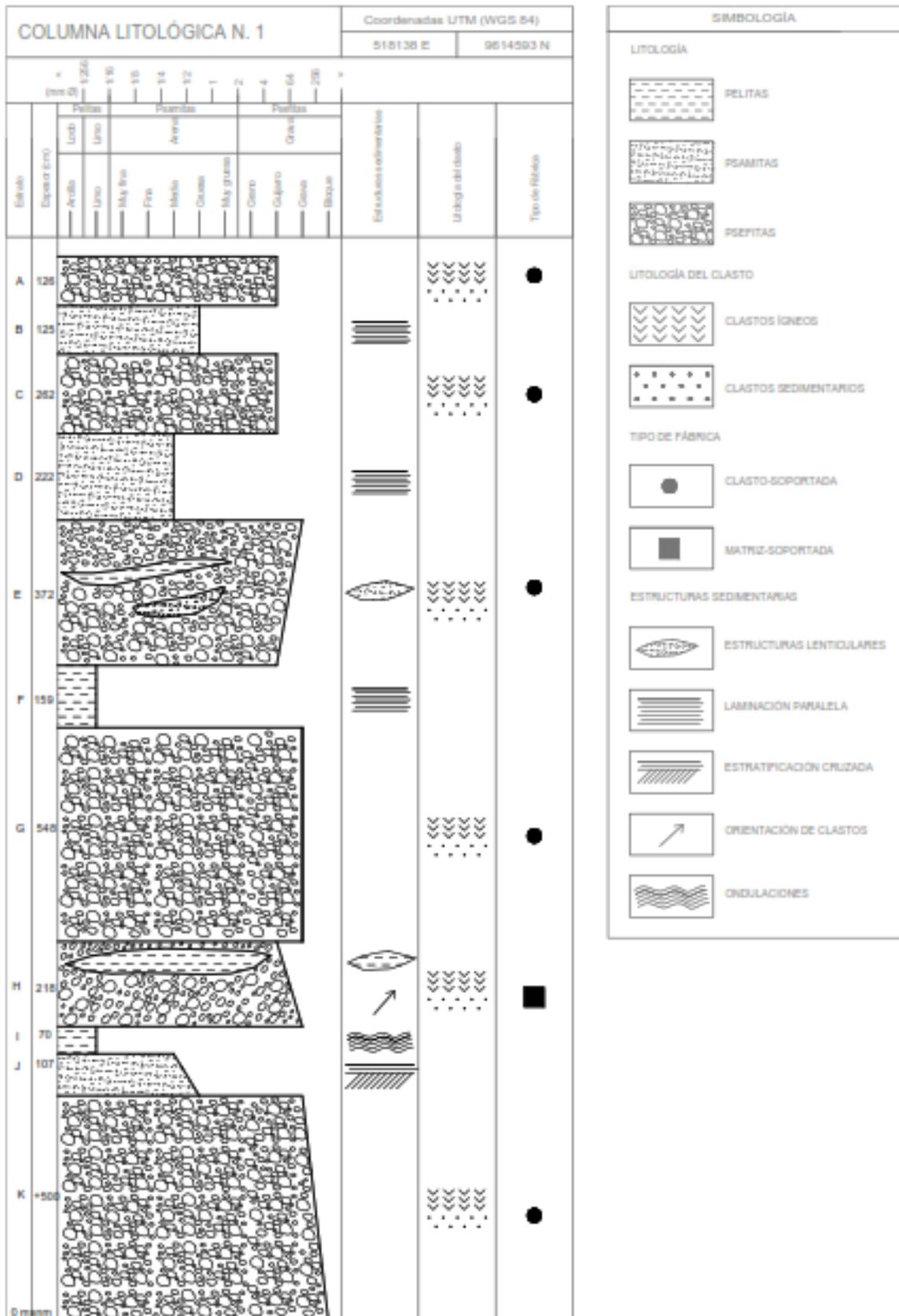
Anexo 1 Mapa de Ubicación del Islote los Ahorcados.



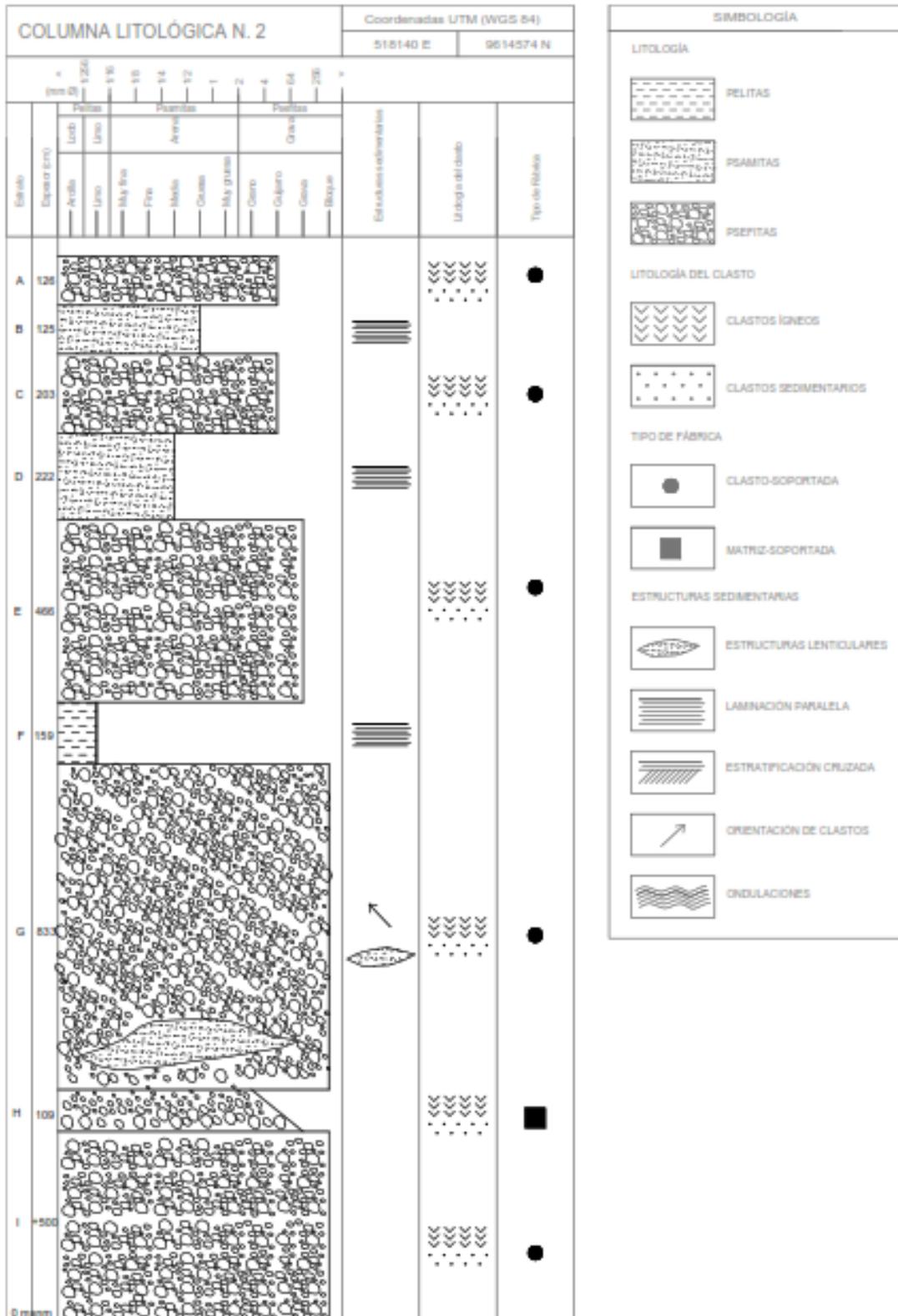
Anexo 2 Mapa geológico local del Islote Los Ahorcados



Anexo 3. Columna estratigráfica N.1 (518138E/9614593N)



Anexo 4 Columna estratigráfica N.2 (518140 E/9614574N)



Anexo 5 Mapa geológico local del Islote Los Ahorcados

