



ANEXO 1

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU

1. Título del proyecto

Análisis de Eventos metamórficos en los micaesquistos de la zona de San Gabán Carabaya Puno

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Análisis de eventos metamórficos en los micaesquistos	Geología regional	Análisis en microscopio de muestras de rocas

3. Duración del proyecto (meses)

12 meses del 01 de enero de 2022 al 30 de enero de 2023

4. Tipo de proyecto

<u>Individual</u>	<input type="radio"/>
<u>Multidisciplinario</u>	<input checked="" type="radio"/>
<u>Director de tesis pregrado</u>	<input type="radio"/>

4. Datos de los integrantes del proyecto

Nº	Apellidos y nombres	Programa académico	Celular	Correo electrónico
1	Machacca Hanco, Ernesto Samuel	Ingeniería Geológica	951850100	smachca@hotmail.com
2	Olivera Chura, Andrés	Ingeniería Geológica	996668157	aolivera2003@hotmail.com
3	Gonzales Aliaga, Roger	Ingeniería Geológica	951798367	algoro6@hotmail.com
4	Rodrigo Martínez, Jaime César	Ingeniería Geológica	940286980	rodrigomar777@gmail.com
5	Ortiz Gallegos, Luis Vicente	Ingeniería Geológica	986742142	luviortiz@hotmail.com



- I. **Análisis de Eventos metamórficos en los micaesquistos de la zona de San Gabán Carabaya Puno**
- II. **Resumen del proyecto de Investigación**

Resumen

El afloramiento de rocas metamórficas en la faja subandina de la zona de San Gabán de la cordillera oriental del sur del Perú; son formaciones geológicas que datan edades desde el Precámbrico, hasta el periodo de Pérmico superior a Triásico inferior. El presente trabajo de investigación consiste en el análisis e identificación de los diferentes eventos de deformación metamórficos en los micaesquistos de la zona de San Gabán. El objetivo principal consiste en la identificación de tres periodos de deformación dinámica en los micaesquistos y la recrystalización de minerales indicadores de fases metamórficas en la zona de estudios. La técnica de identificación de las evidencias de los eventos de deformación; es determinada por el análisis ternario en tres fases, con el apoyo de un microscopio petrográfico digital de luz transmitida; según modal del contenido de la composición de los minerales recrystalizados en los micaesquistos de la central hidroeléctrica de San Gabán II y III; ubicados en la cuenca del río San Gabán. La faja subandina compuesto de estratos de esquisto, micaesquistos, gneis, pizarras, filitas, cuarcitas y corneadas, que son clasificados en diferentes periodos geológicos que datan desde el periodo precámbrico hasta Pérmico superior a Triásico inferior. Por lo general a nivel regional se considera actualmente el resultado de la superposición de tres eventos principales de deformación dinámica; tales evidencias muestran, la deformación de milonitas de biotitas en tres direcciones diferentes; que guardan una fase tardía o posterior con respecto a cada una de las fases, de un metamorfismo regional de alto grado. Es probable que la primera fase de deformación dinámica en los estratos evidencia estructuras de crenulación y plegamiento en los metasedimentos plásticos; que posteriormente en la segunda y tercera fase de deformación está asociada a cizallamiento tensional, según la orientación de las micas.

- III. **Palabras claves;** eventos de deformación, fases, metamorfismo, mica esquisto.

IV. Abstract

The outcrop of metamorphic rocks in the sub-Andean belt of the San Gaban area of the eastern mountain range of southern Peru; They are geological formations dating from the Precambrian, to the Upper Permian to Lower Triassic period. The present research work consists of the analysis and identification of the different metamorphic deformation events in the mica schists of the San Gaban area. The main objective consists in the identification of three periods of dynamic deformation in the mica shale and the recrystalization of indicator minerals of metamorphic phases in the study area. The technique of identifying the evidence of deformation events; it is determined by the ternary analysis in three phases, with the support of a digital petrographic transmitted light microscope; according to the modality of the content of the composition of the recrystalized minerals in the mica schist of the hydroelectric power station of San Gaban II and III; located in the San Gaban river basin. The sub-Andean belt is made up of strata of shale, mica schist, gneiss, slates, phyllites, quartzites, and hornfels, which are classified into different geological periods dating from the Precambrian to Upper Permian to Lower Triassic periods. In general, at the regional level, the result of the superposition of three main events of dynamic deformation is currently considered; such evidences show, the deformation of mylonites of biotite in three different directions; that keep a late or later phase with respect to each of the phases, of a high-grade regional metamorphism. It is probable that the first phase of dynamic deformation in the strata shows crenulation and folding structures in the plastic meta sediments; that later in the second and third phase of deformation is associated with tensile shear, according to the ellipsoidal orientation of the micas.

Keyword; deformation events, metamorphism, mica schist, phases.

V. Justificación del proyecto

Los diferentes eventos de deformación de rocas metamórficas; en las formaciones geológicas que datan desde el Precámbrico hasta el periodo Triásico inferior; compuestos por los esquistos, micaesquistos, gneis, pizarras, corneanas, no están identificadas con claridad; si son solamente estructuras geológicas que se encuentran mapeados como un metamorfismo regional de alta grado o que están asociados a eventos de una actividad dinámica activa dominante en la región de la faja subandina del sur del Perú, afectados en los diferentes manifestaciones tectónicas, que han sufrido las formaciones del Paleozoico inferior de la faja subandina del sur del Perú. Para identificar los tres eventos de deformación dinámica, se ha realizar la preparación de secciones delgadas de muestras de rocas específicas, que determinen, el posible evaluación y magnitud de deformación en los esquistos y micaesquistos que constituyen la zona de estudios. Durante la identificación de los tres periodos de deformación de rocas metamórficas es posible determinar el evento de distensión asociado a fase de plegamiento y crenulación en las formas elipsoidales de los minerales constituyentes de esquistos, micaesquistos y gneis que se consideran las más antiguas de las formaciones geológicas de la zona de San Gabán.

VI. Antecedentes del proyecto de investigación

El reporte de investigación en eventos de deformación metamórfica se da lugar en base al análisis micro tectónico y al estudio microscópico de sus rocas cuatro fases de deformación. Las cuales habrían dado lugar a un metamorfismo intenso acompañado de macro y micro plegamiento, con una foliación importante a la que se sobreponen después las deformaciones Caledoniana, Herciniana y Andina (Dalmayrac, 1986; Dalmayrac et al. 1988).

La unidad de esquistos micáceos se encuentra en ambos lados del núcleo metamórfico que conforman los esquistos y gneises, que también afloran en la hoja de Lonya Grande. La unidad inferior de metasedimentitas de bajo grado aflora en las hojas de Chachapoyas y Leimebamba. En conjunto muestran aún remanentes de la estratificación donde se intercalan pizarras, esquistos micáceos, filitas, cuarcitas, mármoles y en algunas partes han sido cortadas por vetas de cuarzo lechoso. Sánchez (1995).

Por su naturaleza estas rocas metamórficas son correlacionadas con el Complejo Basal de la Costa que han descrito (Bellido & Narváez 1960) y con las rocas metamórficas polideformadas que se han descrito en el Perú Central por Mégard (1979), Dalmayrac et al. (1980), Dalmayrac (1986), Dalmayrac et al. (1988), Cardona (2004), se han obtenido edades U/Pb entre 630 y 610 millones de años en el gneis que se encuentran al Este de la ciudad de Huánuco; indicadores que corresponden a las unidades sedimentarias de la faja subandina del sur del Perú.

Toussaint y Restrepo (1982), proponen un polimetamorfismo para las rocas de la Cordillera Central del intervalo Precámbrico-Cretácico. Un primer evento metamórfico debió tener lugar en el Precámbrico, representado en las anfibolitas granatíferas y el geis de La Miel. En el intervalo Devónico - Carbonífero se produce el segundo evento metamórfico, el cual estuvo acompañado por la intrusión sin tectónica de granito y aportes de fluidos corticales por efectos de anatexia. Edades K/Ar evidencian un evento tectónica-metamórfico Pérmico -Triásico, producto de las orogenias Tardi caledonianas en el Devónico - Carbonífero y Tardi herciniana en el Pérmico-Triásico.

El área de estudio se encuentra dentro de la primera franja metalogenética de oro, en

rocas metasedimentarias del Ordovícico y Silúrico – Devónico. Podemos decir que a principios del Paleozoico inferior se originaron procesos extensionales (rifting) y adelgazamiento cortical, en donde actualmente se encuentra en el flanco Este de la Cordillera Oriental, formando una extensa cuenca sedimentaria marina (cuenca paleozoica: Grupo San José, Fm. Sandia, Fm. Ananea), posteriormente eventos tectónicos compresivos y transgresivos en el margen de la placa convergente ocasionaron una orogénesis colisional y agresional, donde estos eventos ocasionaron la mineralización del oro con la re-movilización de eventos termales (Valencia et al., 2013).

Los micaesquistos están afectadas por una tectónica polifásica generadora de tres fases de esquistosidades, según BARD (1974), el estudio de las relaciones entre cristalización y deformación en estos micaesquistos, muestran que; las biotitas forman fenoblastos elipsoidales sobre una esquistosidad primaria; anterior a la segunda fase de esquistosidad de flujo. Los cristales de granates y andalucitas son sincrónicos de la segunda fase de deformación tectónica dinámica, que han continuado en la fase de recrystalización asociados a cuarzo III. Durante la tercera fase de deformación las condiciones de temperatura y presión eran bastante elevadas para la recrystalización de la moscovita en los elipsoides poligonales (Gorehco, 2016).

VII. Hipótesis del trabajo

La deformación de las rocas metamórficas, como micaesquisto, esquistos, pizarras, gneis y cuarcitas se considera a tres periodos de deformación metamórfico dinámico de dislocación, que son identificables.

VIII. Objetivo general

Realizar, la identificación del tipo de metamorfismo, que han sido afectados en los tres periodos de deformación dinámica, según los minerales indicadores en los micaesquistos de la zona de San Gabán.

IX. Objetivos específicos

Entre los principales que intervienen en el trabajo de investigación es;

- Identificar el tipo de metamorfismo que han sufrido los micaesquistos de la zona de San Gabán.
- Identificar los tres eventos de deformación dinámica en los micaesquistos de la zona de San Gabán
- Analizar la formación de los minerales indicadores, en el proceso de recrystalización en los eventos de deformación dinámica.

X. Metodología de investigación

La metodología del trabajo de investigación en la identificación de los eventos de deformación dinámica activa en los micaesquistos; es descriptivo, analítico, cualitativo e interpretativo; en las formaciones geológicas de la faja subandina, en la cordillera oriental, en la zona de San Gabán. Se consideran los siguientes ítems:

1. Ámbito de estudio

El presente trabajo de investigación se encuentra ubicada en el distrito de San provincia de Carabaya, Región de Puno.

2. Población y muestra

Para la propuesta de investigación de eventos de deformación dinámica, ocurridos en la zona de San Gabán, se ha considerado la preparación de quince (10) secciones

delgadas, seleccionados en los diferentes afloramientos de roca en un área de un Km², ubicadas con sus respectivas coordenadas UTM.

3. Descripción de métodos por objetivos

a) Toma de datos

La toma de datos in situ, se inicia en el mes de enero a marzo de 2022; en los diferentes afloramientos de roca en el entorno de los esquistos y micaesquistos. Las muestras de rocas son preparadas, para elaborar las secciones delgadas a partir del mes de abril 2022 a julio del 2022.

b) Materiales y equipos usados

- Una cortadora de muestras de roca (petrótopo)
- Una desbastadora (strues labapol 1); para reducir el espesor de sección delgada
- Agrasivos de diferentes tamaños (consisten limaduras de acero)
- Portaobjetos de 50 x 30 mm (lamina de vidrio uso exclusivo para microscopia)
- Cubreobjetos de 40 x 30 mm (lamina de vidrio uso exclusivo para microscopia)
- Pegamento o resina especial para pegado de muestras preparada en portaobjetos
- Bálsamo de Canadá con índice de refracción conocido
- Microscopio petrográfico de polarización y de investigación

c) Variables a ser analizadas

Se consideran a las siguientes variables a identificar y analizar

Variables a ser analizadas	Observaciones
Esquistos, micaesquistos	Tipo de metamorfismo
Milonitas	Recristalización de minerales principales
Texturas	Granoblastos, porfidoblastos
Habito y forma	Idiomorfos, formas geométricas
Tamaño de grano	En micras
Eventos metamórficos	En milonitas elipsoidales

d) Pruebas, estadísticas, que se utilizan para probar la hipótesis

La evaluación estadística que se utiliza el análisis modal de tres fases; el análisis ternario en tres fases, tipo de rocas metamórficas.

XI. Referencias bibliográficas

- Carlotto, V., Quispe, J., Acosta H., Rodríguez, R., Romero D., Cerpa, L., Mamani, M., Díaz, E., Navarro, P., Jaimes F., Velarde, K., Lu, S., Cueva, E. (2009). Dominios Geotectónicos y Metalogénesis del Perú. Sociedad Geológica del Perú. Boletín, n. 103, 1-89 pp.
- Carlier, G. & Lorand, J.P., (1997). First occurrence of diopside sanidine phlogopite lamproites in the Andean Cordillera: The Huacancha and Morojarja dikes, southern Peru. Canadian Journal of Earth Sciences, 34, 1118-1127.
- Carlier y Carlotto, (1990); Carlier et al., en prep. (2005). Magmatismo y estructuras cenozoicas en el altiplano sur peruano: implicaciones geodinámicas. Ed. Sociedad Geológica del Perú.



- Castroviejo BB.R. (1998) Fundamentos de Petrografía. Red. Alemyna (América Latina – Europa Minería y Medio Ambiente) Madrid España.
- ESCUELA DE POST GRADO. INST. DE INVT.U.N.A. (2004). Revista de Investigaciones. Impreso en U.N.A. Puno. Vol. II No 2. Puno, Perú.
- Dalmayrac B. 1986. Estudio Geológico de la Cordillera Oriental, Región de Huánuco, 1986., 150 p., 1 mapa
- Dalmayrac B., Laubacher G. & Marocco R., 1983. Caracteres Generales de la Evolución Geológica de los Andes Peruanos, 313 p., 2 perfs.
-
- Heinrich, E. W., (1970). Identificación Microscópica de los Minerales. Ed. Urmo, Bilbao.
- Mackenzic W, S y C. Guiford (1992). Atlas de Petrografía. Ed. Masson S.A. Barcelona España.
- Melgarejo J, (1999), Atlas de Asociaciones Minerales en Láminas Delgada. Fundación Folch, Ediciones Universitaria de Barcelona, España.
- Mamani, M. (2023). Controles de la mineralización en los Andes Peruanos: Evolución cortical y tipos de magmas asociados. Ed. INGEMMET.
- Mamani, M. Ibarra, I. Carlier & Formari M. (2004). Petrología y geoquímica del magmatismo alcalino de la zona noroeste del altiplano peruano (departamento de Puno). Edición especial SGP.
- Muñoz et al., (2012). Sistema de fallas Yauri, Ocuvi, Cuta – Pilinco, Madrigal y Cailloma. Ed. Sociedad Geológica del Perú.
- Perkins, D; Henke, K. (2002). Minerales en Lámina Delgada. Edit. Pearson Ed. S.A., Masris. España. 239 pp.
- Rojas M. C. (2002). Manual de investigación y redacción científica. Book Xpress.
- Sandeman, H. S. & Clark, A. H., (2004). Commingling and mixing of S-type peraluminous, ultrapotassic and basaltic magmas in the Cayconi volcanic field, Cordillera de Carabaya, SE Peru. Lithos, 73, 187-213.
- Reynolds, T.J., and Beane, R.E., 1985. Evolution of hydrothermal fluid characteristics at the Santa Rita, New Mexico, porphyry copper deposit. Economic Geology, Agosto 1985.
- Thouret et al., 2002). Erupción del volcán Huaynaputina. Ed. Sociedad Geológica del Perú.
- Torres, Cerpa, Muñoz. (2011). Controles tectónicos y magmáticos en el sur del Perú. Ed. Sociedad Geológica del Perú.

XII. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto

El resultado de las investigaciones es utilizado en las futuras trabajos de exploración de recursos naturales; como litio, uranio, oro y elementos de tierras raras; que se encuentran en formaciones geológicas de la faja subandina de la cordillera oriental del sur del Perú.

XIII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

La realización de este tipo de trabajos de investigación; sobre los acontecimientos de eventos de deformación dinámica, en formaciones geológicas; se crea más ciencia con la identificación de minerales indicadores de hace más 660 millones de años, en afloramientos de rocas.

ii. Impactos económicos

Todo trabajo de investigación, demanda de recursos económicos; para el logro de satisfacción en el descubrimiento de nuevos depósitos de recursos naturales. Se puede señalar que el personal de la zona estudios logre mejorar su nivel de vida.

iii. Impactos sociales

Es importante la participación de un equipo multidisciplinario en el trabajo de investigación en la búsqueda de recursos naturales, con el apoyo del personal, que conoce las vías de acceso, en la ubicación de estos depósitos.

iv. Impactos ambientales

El trabajo de exploración, que se realiza, en la búsqueda de respuestas; en la identificación de los tres eventos de deformación dinámica en rocas metamórficas, no genera ningún impacto ambiental negativo; más por el contrario favorece al desarrollo sostenible de la comunidad en general.

XIV. Recursos necesarios

Para el proceso de investigación en la zona de San Gabán; en la descripción, identificación, análisis y evaluación de los eventos de deformación dinámica en las rocas metamórficas, se tiene lo siguiente materiales y instrumentos.

- Una cortadora de muestras de roca (petrótomo)
- Una desbastadora (strues labapol 1); para reducir el espesor de sección delgada
- Abrasivos de diferentes tamaños (consisten limaduras de acero)
- Portaobjetos de 50 x 30 mm (lamina de vidrio uso exclusivo para microscopia)
- Cubreobjetos de 40 x 30 mm (lamina de vidrio uso exclusivo para microscopia)
- Pegamento o resina especial para pegado de muestras preparada en portaobjetos
- Bálsamo de Canadá con índice de refracción conocido
- Microscopio petrográfico de polarización y de investigación
- Una camioneta, para las exploraciones y toma de datos in situ
- Una computadora, para el análisis y presentación del trabajo de investigación.
- GPS, para la ubicación de los puntos y las coordenadas en cada uno de los afloramientos de rocas metamórficas.

XV. Localización del proyecto

El presente trabajo de investigación se encuentra ubicada en el distrito de San Gabán provincia de Carabaya, Región de Puno.

XVI. Cronograma de actividades

Actividad	Meses												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Preparación de actividades preliminares	X												
Toma de datos, de muestras típicas, en campo	X	X	X										
Elaboración de secciones delgadas			X	X	X	X							
Análisis ternario de secciones delgadas							X	X	X	X			
Informe final del trabajo de investigación											X	X	

XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Mapeo de unidades litológicas	unidad	10000	1	10,000.00
Cortadora de roca	Unidad	500	2	1,000.00
Preparación de láminas delgadas	Unidad	200	10	2,000.00
Microscopio petrográfico de polarización	Unidad	200	10	2,000.00
Laptop, para el procesamiento de datos	Unidad	200	10	2,000.00
Alquiler de camioneta, para toma de muestras	Unidad	400	10	4,000.00
Toma de datos con GPS, portátil	Unidad	100	10	1,000.00
Personal de apoyo en la toma de muestras	Unidad	200	10	2,000.00
Costo total del trabajo de investigación S/.				24,000.00