

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería de Minas

“ANÁLISIS MINERALÓGICO PARA DETERMINAR EL POTENCIAL DE BENTONITA DE LA CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN, DISTRITO DE NAMORA PROVINCIA DE CAJAMARCA - 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autores:

Esperanza Kemberlyn Valdiviezo Naveda
Jean Paul Manuel Ambrocio Blas

Asesor:

Ing. Víctor Eduardo Álvarez León

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

A mi madre Jojanny por su confianza, amor y todo su esfuerzo durante estos años, para poder concluir mi carrera profesional.

A mis hermanas y hermano, por su apoyo cariño y aliento. A mi abuela Dora, que desde el cielo me cuida.

Esperanza K. Valdiviezo Naveda

A toda mi familia, con mucho cariño, quienes me brindaron su apoyo en todo momento. A mi madre por su apoyo incondicional todos estos años. A mis abuelos por sus consejos y aliento permanente. A todos ellos, quienes son mi razón de salir adelante día a día.

Jean Paul M. Ambrocio Blas

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme vida y salud diaria, a mi madre por su apoyo incondicional y a los docentes de la facultad de Ingeniería, en especial al ingeniero Víctor Álvarez por su orientación como asesor en el desarrollo de la presente investigación.

Esperanza Valdiviezo Naveda

A Dios por darnos sabiduría, esperanza y salud en estos tiempos, a mi familia por el apoyo constante, a todos mis docentes quienes me brindaron su apoyo y enseñanza en mis años de estudiante, al ingeniero Víctor Álvarez por su apoyo en el desarrollo de esta tesis y a todas las personas quienes brindaron su ayuda en la presente investigación.

Jean Paul Ambrocio Blas

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN.....	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	18
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	32
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	72
REFERENCIAS.....	79
ANEXOS.....	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Coordenadas de ubicación de cada vértice.....	32
Tabla N° 2. Muestra N° 1 de roca Marga.....	41
Tabla N° 3. Muestra N° 2 de roca arenisca.....	41
Tabla N° 4. Muestra N° 3 de roca Arenisca Ferruginosa.....	42
Tabla N° 5. Muestra N° 4 de Pirolusita.....	42
Tabla N° 6. Muestra N° 5 de limonita.....	43
Tabla N° 7. Muestra N° 6 de Goethita.....	43
Tabla N° 8. Muestra N° 7 de Jarosita.....	44
Tabla N° 9. Muestra N° 8 de Manganeso.....	45
Tabla N° 10. Resultados de la composición porcentual de los elementos presentes en las muestras analizadas en laboratorio.....	46
Tabla N° 11. Recursos mineros de bentonita.....	66
Tabla N° 12. Demanda Interna Aparente de la Bentonita en el Perú (T.M.).....	67
Tabla N° 13. Aplicaciones principales de la bentonita sódica.....	69
Tabla N° 14. Producción Nacional de Bentonita.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del depósito de bentonita en Cajamarca a través del Geocatmin.....	21
Figura 2. Cateo y prospección en la concesión San Jorge de Chuchun.....	22
Figura 3. Secado de las muestras obtenidas de la concesión San Jorge de Chuchun.....	23
Figura 4. Recorrido del dron en las 9 hectáreas de la concesión San Jorge de Chuchun.....	23
Figura 5. Cargando las secciones en el programa Leapfrog.....	24
Figura 6. Ubicación de los puntos con los markers para su geo referencia.....	25
Figura 7. Creación de las 3 secciones.....	25
Figura 8. Creación de las polilíneas de las 3 capas o superficies.....	26
Figura 9. Creación de las 3 capas existentes.....	26
Figura 10. Selección de la herramienta mesh.....	27
Figura 11. Llenado de datos del mesh “arenisca”.....	27
Figura 12. Sección arenisca.....	28
Figura 13. Creación del modelo geológico de cada mesh.....	28
Figura 14. Creación de litologías.....	29
Figura 15. Creación de una nueva intrusión a partir de una superficie.....	29
Figura 16. Nuevo contacto intrusivo.....	30
Figura 17. Modelo geológico creado para cada superficie.....	30
Figura 18. Obteniendo volumen de cada superficie.....	31

Figura 19. Plano de accesibilidad a la concesión San Jorge de Chuchun.....	33
Figura 20. Plano de ubicación de la Concesión San Jorge de Chuchun.....	34
Figura 21. Alteración argílica intermedia. Este: 794248, Norte: 9206419 y Cota: 2930m.....	35
Figura 22. Alteración argílica intermedia. Este: 794175, Norte: 9206567 y Cota: 2945m.....	36
Figura 23. Alteración argílica intermedia. Este: 794318, Norte: 9206522 y Cota: 2960m.....	36
Figura 24. Alteración argílica intermedia. Este: 794633, Norte: 9206572 y Cota: 2960m.....	37
Figura 25. Bentonita, con presencia de óxidos y manganeso. Este: 794133, Norte: 9206572 y Cota: 2940 m.....	37
Figura 26. Bentonita, arena, óxidos y manganeso. Este: 794356, Norte: 9206472 y Cota: 2910m.....	38
Figura 27. Suelo orgánico, arena, bentonita, óxidos y manganeso. Este: 794215, Norte: 9206478 y Cota: 2950 m.....	38
Figura 28. Suelo orgánico, bentonita y óxidos. Este: 794225, Norte: 9206410 y Cota: 2945m.....	39
Figura 29. Suelo orgánico, bentonita y óxidos. Este: 794053, Norte: 9206402 y Cota: 3000 m.....	39
Figura 30. Suelo orgánico, bentonita y óxidos. Este: 794189, Norte: 9206489 y Cota: 2920m.....	40

Figura 31. Composición porcentual de la muestra 1.....	47
Figura 32. Composición porcentual de la muestra 2.....	47
Figura 33. Composición porcentual de la muestra 3.....	48
Figura 34. Composición porcentual de la muestra 4.....	48
Figura 35. Composición porcentual de la muestra 5.....	49
Figura 36. Composición porcentual de la muestra 6.....	49
Figura 37. Composición porcentual de la muestra 7.....	50
Figura 38. Composición porcentual de la muestra 8.....	50
Figura 39. Composición porcentual de la muestra 9.....	51
Figura 40. Composición porcentual de la muestra 10.....	51
Figura 41. Porcentaje en peso promedio del contenido de bentonita cálcica, sódica y potásica de las muestras analizadas.....	52
Figura 42. Porcentaje en peso de contenido de bentonita cálcica, sódica y potásica del total de muestras analizadas.....	52
Figura 43. Plano topográfico de las 9 hectáreas de la concesión San Jorge de Chuchun.....	54
Figura 44. Imagen ortomosaico de las 9 hectáreas tomada como muestra.....	55
Figura 45. Plano de ubicación de las muestras recogidas.....	56
Figura 46. Plano geológico de la concesión San Jorge de Chuchun con rumbo y buzamiento.....	58
Figura 47. Plano geológico de la concesión San Jorge de Chuchun con líneas de sección.....	59

Figura 48. Vista del modelo geológico.....	60
Figura 49. Obtención del área y volumen de la bentonita.....	61
Figura 50. Plano de la sección A.....	62
Figura 51. Plano de la sección B.....	63
Figura 52. Plano de la sección C.....	64
Figura 53. Vista en planta de las 3 secciones.....	65
Figura 54. Demanda interna aparente de la bentonita en el Perú.....	67
Figura 55. Evolución de la Producción Nacional de Bentonita.....	71

RESUMEN

El propósito de la investigación es efectuar un análisis mineralógico para determinar el potencial de bentonita de la concesión San Jorge de Chuchun, distrito de Namora provincia de Cajamarca – 2021. La investigación es Aplicada, según su alcance es Descriptivo, según su diseño es No experimental de tipo Longitudinal, ya que se pretende describir las características mineralógicas de la bentonita a partir de 10 muestras representativas en lugares con presencia de alteración, cambios litológicos referido a diferentes mantos de mineralización mostrándose los cambios de fase y afloramientos, en dos periodos distintos. La población consistió en 9 hectáreas de la concesión minera San Jorge de Chuchun (060002118), del cual se obtuvo 10 muestras representativas, siendo esta última la muestra. De los resultados obtenidos se concluye que la alteración predominante es argílica intermedia y los minerales presentes en el yacimiento son: margas, areniscas, areniscas ferruginosas, pirolusitas, limonitas, goethitas, jarositas y manganeso. Respecto a la composición porcentual en peso, se concluye que el porcentaje de bentonita potásica es de 1.45%, bentonita cálcica es de 2.11% y bentonita sódica es de 2.74%, con estos resultados la bentonita en estudio es del tipo Wyoming. Los resultados del modelo geológico concluyen que el recurso tiene 3 capas principales las cuales se identifican Arenisca, Marga y Bentonita, concluyéndose que la estimación de recursos mineros en el área estudiada, ascienden a 13,366.4 TM.

Palabras clave: Análisis mineralógico, bentonita, modelamiento geológico

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Realizar diversas investigaciones en base a la bentonita es muy común en diversos países del mundo, en los cuales este recurso es aprovechado al máximo debido a sus diversas aplicaciones en los diferentes rubros económicos. A nivel mundial es preciso mencionar las investigaciones hechas en España.

Según Pelayo (2014) en su investigación titulada “Estudio del yacimiento de bentonita de morrón de mateo (Cabo de Gata, Almería) como análogo natural del comportamiento de la barrera de arcilla de un almacenamiento de residuos radiactivos”, se propuso determinar las características propias de las esmectitas generadas a partir de las distintas rocas madre: rocas piroclásticas ácidas (formación Tobas Blancas) y rocas epiclásticas intermedias (formación Mass Flow) principalmente. De esta manera, se concluyó que las esmectitas de las Tobas Blancas tienen una composición química bastante homogénea y corresponden a montmorillonitas-Al; mientras que las de la formación Mass Flow presentan una composición química más heterogénea y, en general, con un contenido mayor en hierro (Fe) y magnesio (Mg).

Asimismo, Pozo, Medina, Casas y Moreno (1993) en su investigación titulada “Variabilidad textural, mineralógica y geoquímica de la bentonita de Yuncos (Cuenca de Madrid), se plantearon como objetivo estudiar la variabilidad composicional y textural de la capa principal de bentonita (saponita) del depósito de Yuncos (Toledo), en el sector sur occidental de la cuenca de Madrid. De esta manera, se concluyó que mineralógicamente se observó una disminución progresiva en el contenido de minerales heredados (cuarzo, feldespatos, illita-mica) en la dirección A-C, que

coincide con un incremento en la proporción de fracción arcilla en las granulometrías.

La arcilla está constituida fundamentalmente por saponita, conillita abundante en la columna A y sepiolita mejor desarrollada en la zona transicional (columna B).

A nivel de Sudamérica países como Argentina, Colombia y Bolivia realizan investigación de sus depósitos de bentonita con diversos fines. Según (Panozo, 2015) en su investigación hecha en la paz, Bolivia y titulada “Estudio geológico y caracterización del depósito de bentonita y sus aplicaciones potenciales, en la localidad Putuni Condoroca, provincia Pacajes del departamento de La Paz”, se planteó como objetivo realizar un estudio geológico y la caracterización física, química y mineralógica, de los depósitos de bentonita de la localidad de Putuni Condoroca, buscando posibles aplicaciones industriales y/o artesanales. De esta manera, concluyó que el análisis realizado mediante Fluorescencia de rayos X determinó la presencia de bentonita sódica por su alto valor en sodio (Na^+).

Por otro lado, según Carriazo, Molina y Moreno (2007) en su investigación hecha en Colombia “Caracterización estructural y textural de una bentonita colombiana”, se planteó como objetivo caracterizar una arcilla-bentonita colombiana (Valle del Cauca), mediante difracción de rayos X, técnicas espectroscópicas (IR, RMN y EPR) y análisis textural. En tal sentido, se concluyó que sus resultados indicaban que el componente principal en aquel material natural es una esmectita dioctaédrica (aluminosa). Igualmente, los resultados de RMN de 29 silicio (Si) y de 27 aluminio (Al) revelan la substitución isomórfica de Al^{3+} por Si^{4+} en la capa tetraédrica.

Por otra parte, según Hidalgo, Senese, Cano y Sarquís (2016) en su investigación hecha en Argentina “Caracterizar física, química y mineralógicamente bentonitas provenientes de yacimientos de las provincias argentinas de San Juan y Rio Negro”,

se plantearon como objetivo caracterizar física, química y mineralógicamente bentonitas provenientes de yacimientos de las provincias argentinas de San Juan y Rio Negro. En tal sentido concluyó que el análisis de elementos mayoritarios indicó que la composición química de las muestras M1, M3 y M4 (San Juan) se obtienen valores promedios de: 59% de dióxido de silicio (SiO_2); 21 % de óxido aluminico (Al_2O_3); 3.9% de óxido férrico (Fe_2O_3); 1.5 % de óxido de calcio (CaO); 1.8 % de óxido sódico (Na_2O); 1.4 % de óxido de magnesio (MgO); 0.6% de óxido potásico (K_2O), ajustándose de esta manera a la composición química de bentonitas típicas del lugar. Asimismo, Según Impiccini y Vallés (2002) en su investigación hecha en Argentina y titulada “Los depósitos de bentonita de Barda Negra y cerro Bandera, departamento Zapala, provincia del Neuquén, Argentina”, se plantearon como objetivo estudiar dichos depósitos y realizar una descripción mineralógica y química. De esta manera, concluyeron que los minerales accesorios son cuarzo, feldespato, plagioclasa y cristobalita (ópalo-CT), y en menor proporción, ceolitas y yeso. El Na^+ es el ion intercambiable dominante, junto con calcio (Ca^{++}), Mg^{++} y potasio (K^+). El contenido en Fe_2O_3 fue muy alto.

Por otro lado, entrando a un marco nacional, en el Perú no se tiene gran cantidad de investigaciones relacionadas a la bentonita (Dammert y Molinelli, 2007). Fue esto lo que nos llevó hacer un análisis mineralógico para determinar el potencial de bentonita. Se realiza esto debido a que en los últimos años la explotación de este material en el Perú ha ido aumentando gradualmente. (Díaz, 2013).

A nivel nacional se ha hecho algunos estudios abocados a estudiar mineralógicamente algunos depósitos de bentonitas. (Según Arriola y Rojas, 2017) En su investigación

presentada en Huancayo, Perú y titulada “Síntesis y caracterización de nanoarcillas a partir de montmorillonita utilizando sales de amonio” se plantearon como objetivo principal sintetizar y caracterizar nanoarcillas a partir de montmorillonita utilizando sales de amonio. En tal sentido, analizaron muestras de esta arcilla de depósitos ubicados en Chongos Bajo Junín, llegando a la conclusión que Mediante el análisis mineralógico de Difracción de Rayos X (DRX) de la bentonita natural de Chongos Bajo se identifica el pico característico de la montmorillonita en $2\theta = 5, 84^\circ$, con su fórmula química, $(\text{Na}, \text{Ca})_{0.3}(\text{Al}, \text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Por otro lado, Vega, Verdeja, Sancho y García (1993) En su investigación aplicada en la región Grau, Perú y titulada “Caracterización y propiedades de las bentonitas de Amotape”, se propusieron evaluar en forma sistemática las características físico-químicas y mineralógicas del mineral procedente de cinco yacimientos de la zona de Amotape. En tal sentido, se concluyó que el yacimiento de Quebrada Gorda, presenta bentonitas más cálcicas que el resto de yacimientos. Asimismo, se observa que en este yacimiento el contenido medio de K_2O y anhídrido fosfórico (P_2O_5) es más alto -0.84% y 0.14% respectivamente que en los demás yacimientos. Por otro lado, el yacimiento Pituso Uno - Cinco, presenta bentonitas con mayor contenido de Al_2O_3 que el resto. En general, se puede decir que las bentonitas son fundamentales sódicas.

Según Díaz Ronquillo y Carrión (2015) existen pocas empresas a nivel nacional que aprovechan este recurso. En la región Cajamarca se tienen dos yacimientos de bentonita, según información proporcionada por el Geocatmin. Esta investigación estará basada en el yacimiento Namora, en la concesión San Jorge de Chuchun. Dicho depósito no cuenta con un estudio mineral en el que se pueda evidenciar la ocurrencia de bentonita. Asimismo, no se cuenta con un estudio de recursos mineros.

Por otra parte, para entender la investigación, es necesario desplegar y conocer términos importantes. Uno de los más importantes es la definición de bentonita, y es que este término fue propuesto por primera vez por el geólogo norteamericano Kinght en 1898 para un material arcilloso de propiedades jabonosas, gran plasticidad y altamente coloidal, proveniente de la formación cretácica “Benton Shale” en Wyoming Estados Unidos.

Dentro del grupo de las esmectitas, las del subgrupo de montmorillonitas (conocidas comercialmente como bentonitas) son las más difundidas en aplicaciones industriales, las cuales constituyen materiales de gran interés en nuestro país por su fácil disponibilidad y abundancia (Picasso y Sun Kou, 2008, p. 3).

Por otro lado, es conveniente entender que una composición mineralógica de una muestra indica el contenido relativo de los diferentes minerales (caolinita, feldespatos, cuarzo, etc.) y de la fracción amorfa (alúmina, sílice, óxido de hierro, etc.), presentes en ella. (Ovalle y Gómez, 1977). Dicho análisis se puede realizar aplicando diversos métodos, como el de calcinación para disminuir el volumen o cantidad de residuos y aprovechar la energía que contienen las muestras. En este proceso se opera con un exceso de aire para asegurar la combustión completa y permitir que la temperatura sea menor a 1100°C. (Ruíz y Becerra, 2016)

Por tal motivo, la finalidad de este proyecto de investigación es brindar nuevos conocimientos sobre el análisis mineralógico de la bentonita en el distrito de Namora, de tal manera que se pueda determinar su potencial, y que sirva de base para que otras investigaciones realicen el plan de minado, ya que esta investigación solo se centra en la caracterización mineralógica, para que este material sea comercializado, brindando sostenibilidad económica a la población de la zona.

1.2. Formulación del problema

¿A partir del análisis mineralógico es posible determinar el potencial de bentonita de la concesión San Jorge de Chuchun distrito de Namora provincia de Cajamarca - 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Efectuar un análisis mineralógico para determinar el potencial de bentonita de la concesión San Jorge de Chuchun, distrito de Namora provincia de Cajamarca - 2021

1.3.2. Objetivos específicos

Describir el tipo de alteraciones e identificar el contenido mineralógico de las muestras obtenidas en la concesión San Jorge de Chuchun.

Establecer el levantamiento topográfico de 9 hectáreas de la zona con potencial de bentonita.

Realizar el modelamiento geológico de la zona con potencial de bentonita en la concesión San Jorge de Chuchun.

Evaluar el mercado de la bentonita a nivel local y nacional para su posible comercialización.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

El análisis mineralógico permitirá determinar el potencial de bentonita en la concesión San Jorge de Chuchun, distrito de Namora provincia de Cajamarca – 2021

1.4.2. Hipótesis específicas

Obteniendo las muestras en la Concesión San Jorge de Chuchun se determinará el contenido mineralógico y se describirá el tipo de alteraciones

El potencial de bentonita se establecerá con el levantamiento topográfico de 9 hectáreas.

El potencial de bentonita en la concesión San Jorge de Chuchun se realizará mediante el modelamiento geológico.

Para su posible comercialización se evaluará el mercado de la bentonita a nivel local y nacional dirigiendo el producto a empresas dedicadas a perforación diamantina.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Según Hernández (2014) el presente trabajo de investigación es Aplicada porque se quiere resolver un problema que para este caso es determinar las características mineralógicas; según su alcance es Descriptivo, ya que se pretende describir y caracterizar la población de estudio: según su diseño es No experimental, debido a que no se manipulan ni modifican ninguna de las variables (análisis mineralógico y potencial de bentonita) y no se realizó ningún experimento; es de tipo Longitudinal, ya que se pretende describir las características mineralógicas de la bentonita a partir de 10 muestras representativas de lugares con presunto potencial de este material, además, dichas muestras se han recogido en tiempos progresivos. Dichos resultados pueden ser usados para una propuesta de explotación.

2.2. Población y muestra

Población

9 hectáreas de la concesión metálica San Jorge de Chuchun.

060002118 (código de la concesión minera)

Muestra

10 muestras representativas de las 9 hectáreas de la concesión metálica San Jorge de Chuchun. Anexo 3.

Dichas muestras fueron obtenidas de afloramientos, alteraciones, cambios litológicos referido a diferentes mantos de mineralización mostrándose los cambios de fase y excavaciones en las cuales se podía evidenciar mayor presencia de arcilla. Asimismo,

el muestreo fue del tipo aleatorio en función de la experiencia profesional del geólogo que nos asesora y el propietario de la concesión, esto nos permitió asignar un número aleatorio a la población, luego, a partir de este, escoger las muestras las cuales presentaban una gran probabilidad de contener el material buscado ya que el área de estudio presentaba cierta homogeneidad respecto a su composición mineralógica, asimismo permitiéndonos recoger pequeñas muestras de un área mayor.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1 Técnicas de recolección de datos

Las técnicas utilizadas fueron: la observación y el análisis documental.

La Observación

Se hizo una observación directa del depósito en una fase de prospección. En esta etapa, se apreció los afloramientos y algunos mantos en los cuales había presencia de arcilla. Asimismo, se evidenció la existencia de vetillas horizontales y sub horizontales con contenido de arcilla. De la misma manera, se encontró excavaciones hechas por el dueño de la concesión, en las cuales había presencia del tipo de arcilla estudiada.

Análisis Documental

Se utilizó esta técnica, ya que se investigó diversos estudios relacionados a la caracterización mineralógica de un depósito de bentonita. Dichas investigaciones fueron catalogadas como: artículos científicos, tesis, boletines informativos geológicos, etc. Dichos estudios fueron buscados en diversas plataformas virtuales como Alicia Concytec, Google Académico, Scielo, etc. filtrándose palabras claves como: análisis mineralógico y

bentonita a nivel mundial en los últimos 20 años. Asimismo, se revisó mapas geológicos dentro del Geocatmin.

Esta técnica también se aplicó en el resultado de los reportes de análisis fisicoquímico de la bentonita. De las 9 hectáreas, se obtuvo 10 muestras significativas en total. En tal sentido, estos resultados nos servirán para inferir en el cálculo de recursos mineros.

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos utilizados en la recolección de datos en campo fueron la ficha de caracterización general de minerales a nivel macroscópico, la cual se usó para recoger información importante respecto a las características y descripción de los minerales presentes en el área de estudio. Asimismo, se usó la ficha de análisis fisicoquímico de una muestra de bentonita mediante la cual se obtuvo información sobre el porcentaje en peso de los elementos presentes en cada muestra analizada en laboratorio. Por otro lado, los equipos de recolección de datos en campo fueron: Dron marca DJI versión PHANTOM 4 PRO V2.0, el cual se usó para recoger información de la topografía del área de estudio y el GPS para recolectar datos referidos a las coordenadas y ubicación exacta de la concesión y los puntos de muestreo.

2.3.2 Técnicas e instrumentos análisis de datos

Los datos referentes a la topografía fueron procesados en los softwares Civil 3D y ArcGIS. Para el modelo geológico y estimación de recursos mineros se usó el programa Leapfrog. Finalmente, para la tabulación de los resultados entregados por el laboratorio se usó el Excel 2019 para la ejecución de tablas

y gráficos estadísticos para tener una mejor interpretación de los resultados de la investigación.

2.4. Procedimiento

2.4.1. Etapa 1: Gabinete

Se realizó la revisión de la bibliografía referente al tema de investigación, tales como: antecedentes a nivel mundial, en latinoamérica y nacional. Asimismo, se hizo la revisión de mapas geológicos y ubicación de depósitos de bentonita en Cajamarca en el cuadrángulo 15-g-IV mediante el Geocatmin. Una vez ubicado el yacimiento, se procedió con la petición de permiso del dueño de la concesión donde estaba ubicado el depósito de bentonita en Namora.

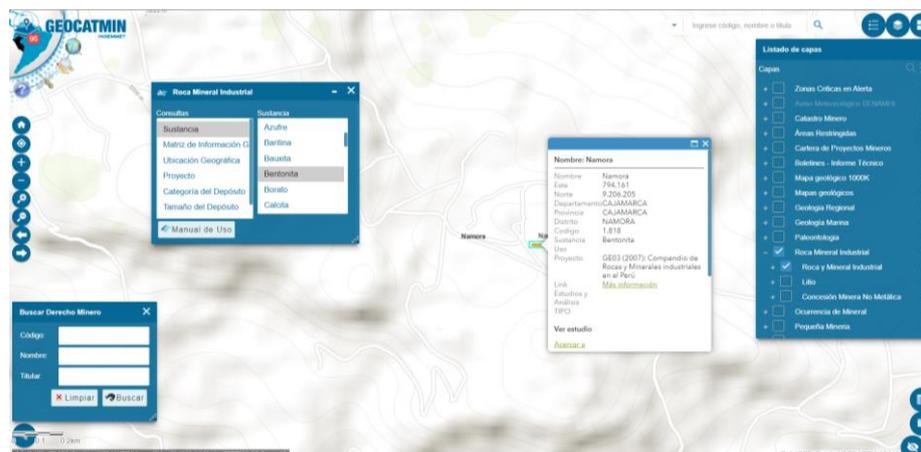


Figura 1. Localización del depósito de bentonita en Cajamarca a través del Geocatmin.

2.4.2. Etapa 2: Campo

Se hizo una visita a la concesión, para realizar una prospección de la zona y poder evidenciar la existencia de bentonita dentro de las coordenadas previamente obtenidas en gabinete. Asimismo, en esta fase se pudo obtener

muestras significativas para ser analizadas posteriormente. En un contexto geológicos dichas muestras fueron obtenidas de afloramientos, alteraciones y cambios litológicos, referido a diferentes mantos de mineralización mostrándose los cambios de fase, en las cuales se podía evidenciar mayor presencia de arcillas.



Figura 2. Cateo y prospección en la concesión San Jorge de Chuchun

2.4.3. Etapa 3: Secado de muestras

En esta etapa se procedió a enviar, para análisis, las 10 muestras obtenidas en campo. En dichas muestras se analizó el contenido de humedad, usando la norma ASMT D 4643 / D 2216



Figura 3. Secado de las muestras obtenidas de la concesión San Jorge de Chuchun

2.4.4. Etapa 4: Campo

Se regresó a la concesión para realizar el levantamiento topográfico de las 9 hectáreas que se está utilizando como muestra. El levantamiento topográfico se realizó mediante un dron marca DJI versión PHANTOM 4 PRO V2.0. Por otro lado, se obtuvo nuevas muestras para poder ser analizadas en laboratorio.



Figura 4. Recorrido del dron en las 9 hectáreas de la concesión San Jorge de Chuchun

2.4.5. Etapa 5: Envío de muestras a laboratorio

Las nuevas muestras fueron analizadas en el laboratorio Ingeconsult & Lab SRL en la ciudad de Cajamarca, a partir del cual se obtuvo el contenido de humedad, los elementos presentes y la pérdida por calcinación o ignición (LOI), ya que se utilizó el método de calcinación ATD-TG.

2.4.6. Etapa 6: Gabinete

En esta última etapa se procesó y analizó todos los datos obtenidos hasta el momento. Se realizó el modelamiento y estimación de recursos mineros; asimismo, se tabuló los datos entregados por laboratorio. Toda esta información ayudó a determinar el potencial de bentonita en la concesión San Jorge de Chuchun. Para la obtención de los resultados en términos de volumen y área, se realizó el siguiente procedimiento.

1. Cargamos las secciones al Leapfrog, para ello seleccionamos “NEW CROSS SECTION FROM IMAGE”

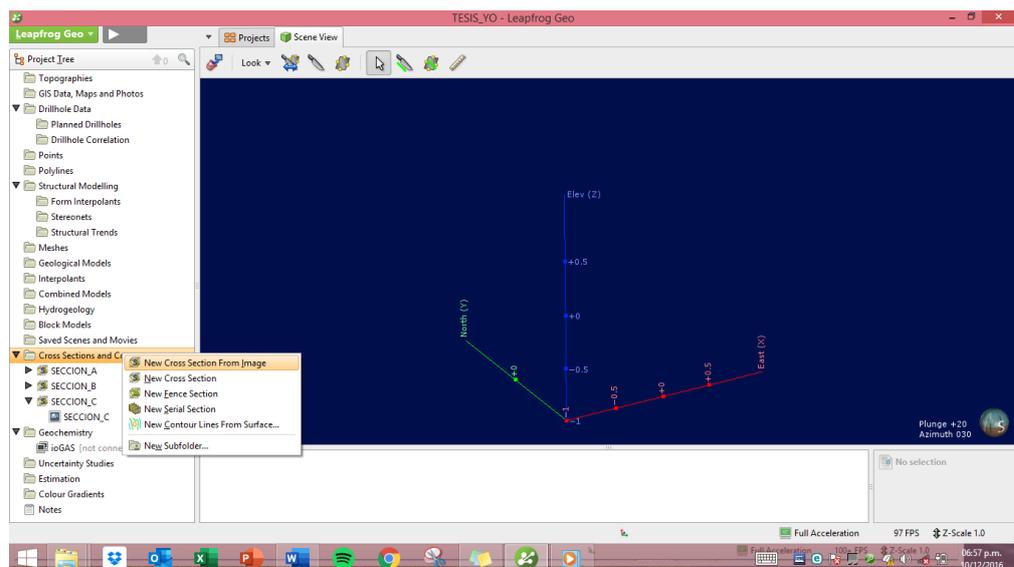


Figura 5. Cargando las secciones en el programa Leapfrog

- Ubicamos los puntos con los markers para su geo referenciación y luego seleccionamos en IMPORT.

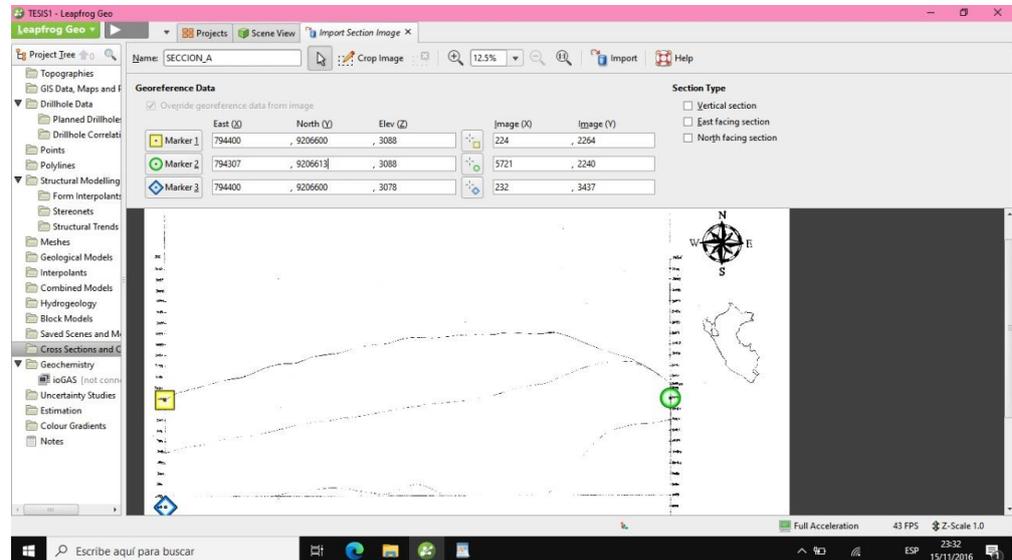


Figura 6. Ubicación de los puntos con los markers para su geo referenciación

- Se realiza lo mismo con cada sección y se selecciona VIEW OBJECT.

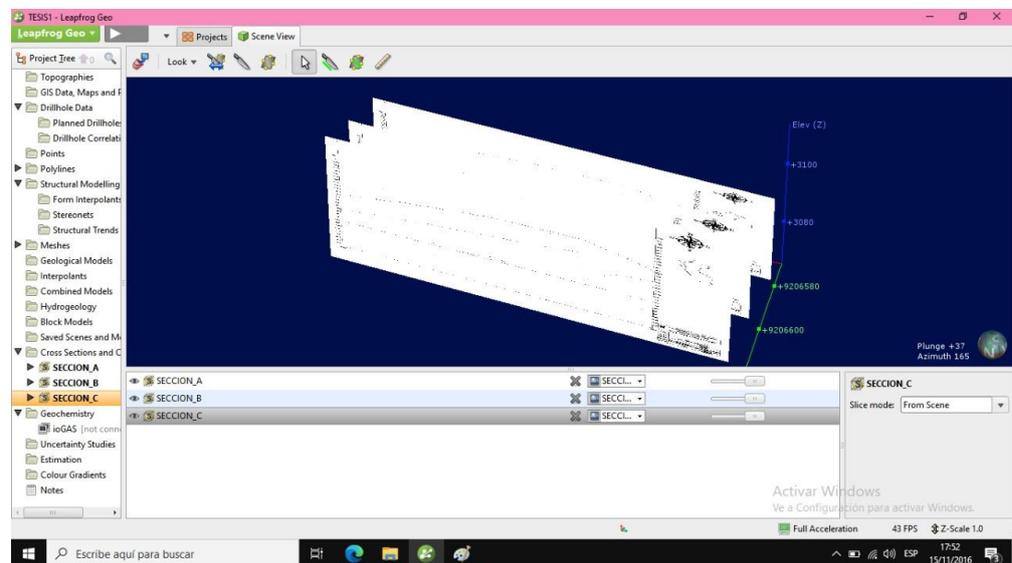


Figura 7. Creación de las 3 secciones

4. Se crean las polilíneas de las tres superficies (arenisca, bentonita y marga) en cada sección.

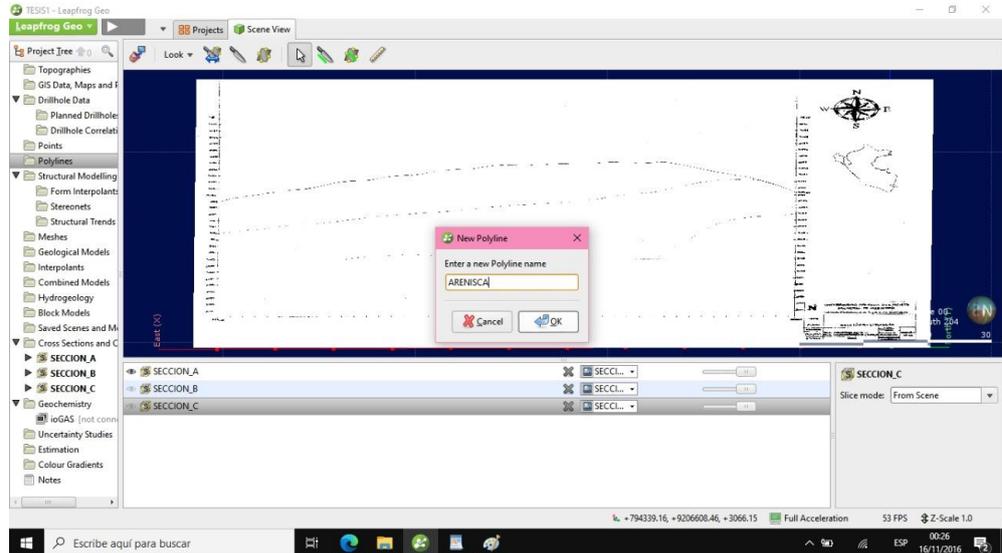


Figura 8. Creación de las polilíneas de las 3 capas o superficies

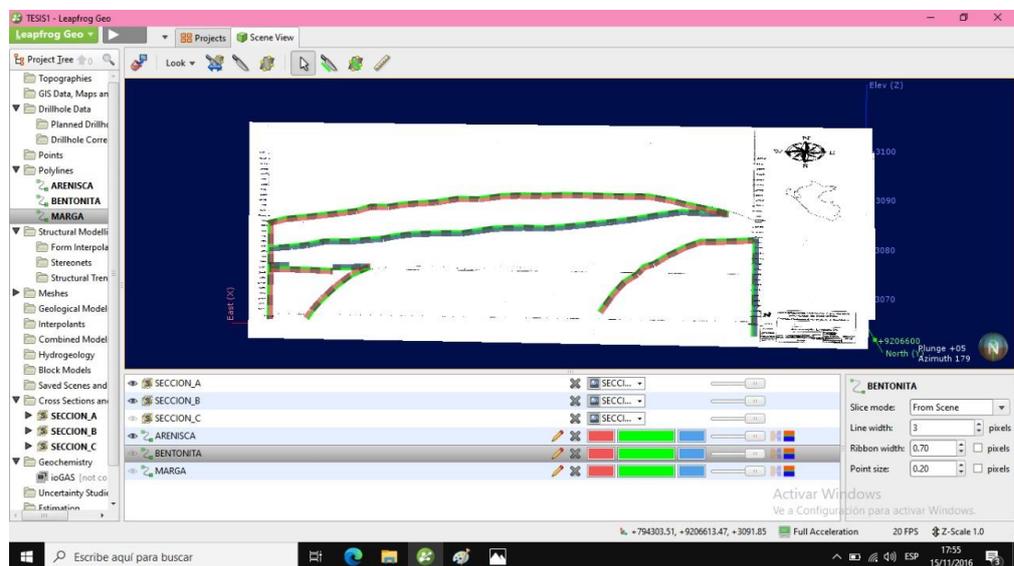


Figura 9. Creación de las 3 capas existentes

- Se crean los meshes usando las polilíneas de cada sección (arenisca, bentonita y marga)

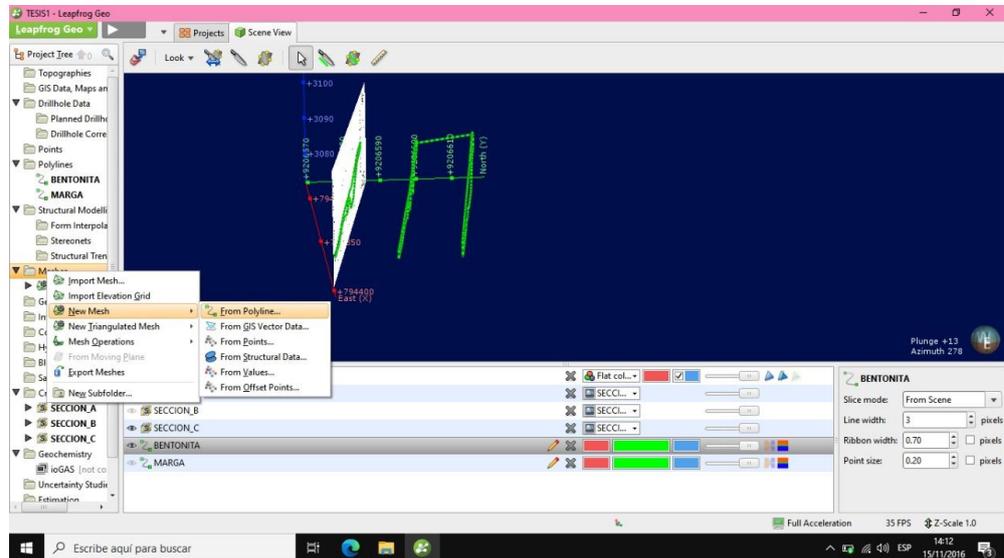


Figura 10. Selección de la herramienta mesh

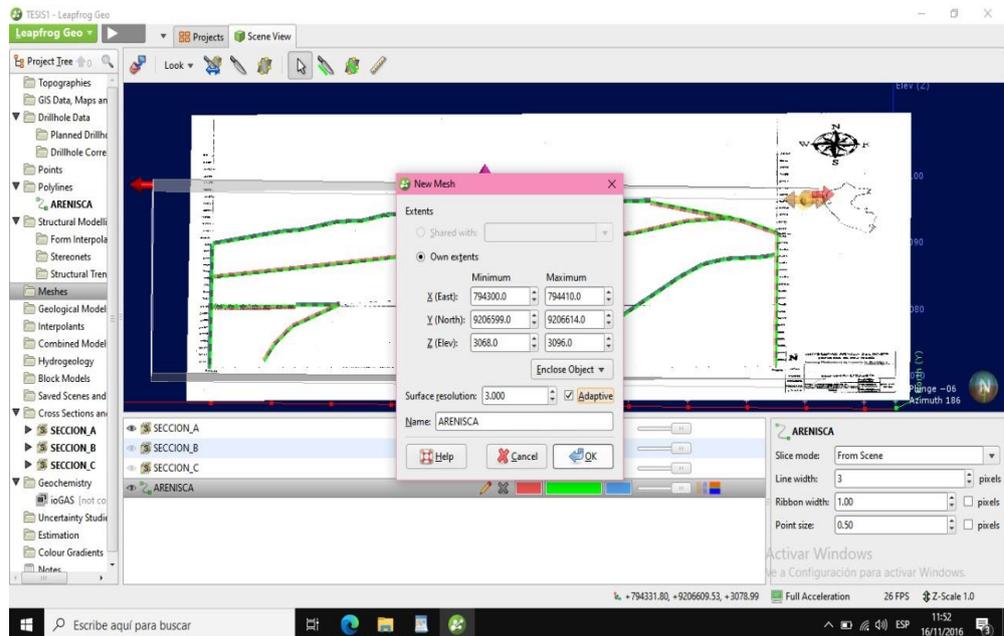


Figura 11. Llenado de datos del mesh “arenisca”

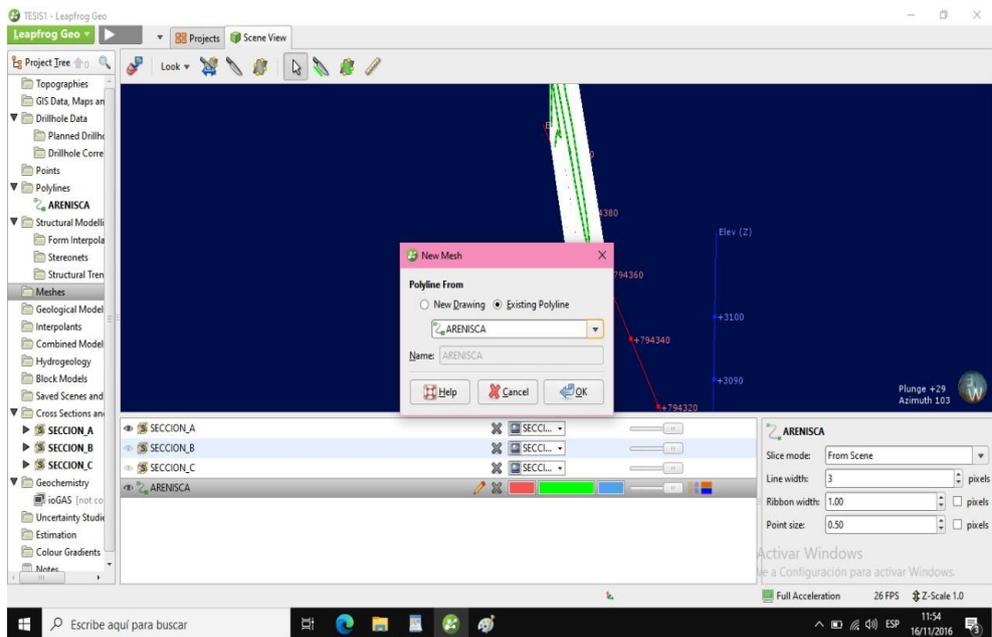


Figura 12. Sección arenisca

6. Se crea el modelo geológico de cada mesh seleccionando en GEOLOGICAL MODEL.

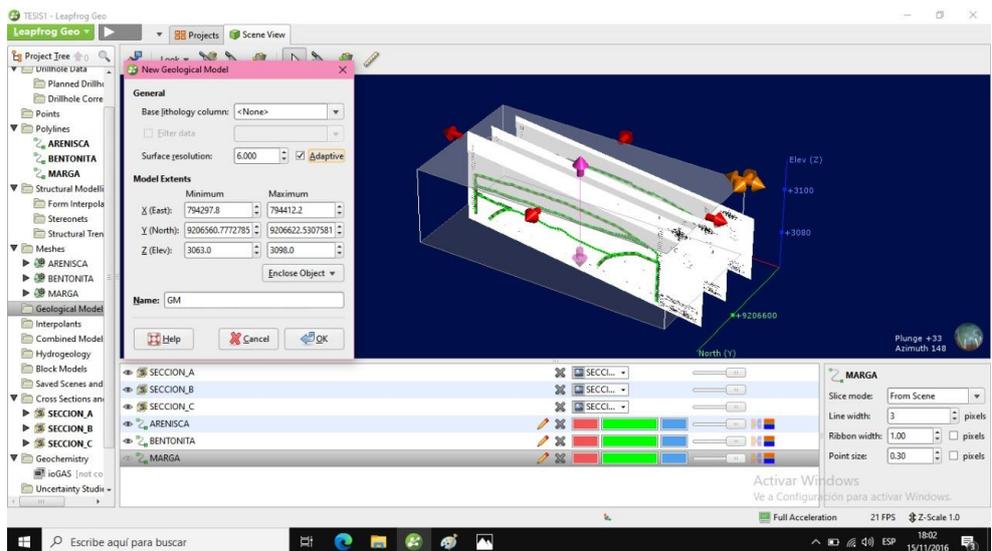


Figura 13. Creación del modelo geológico de cada mesh

7. Se crean las litologías y posteriormente se las ubica cronológicamente (arenisca, bentonita y marga)

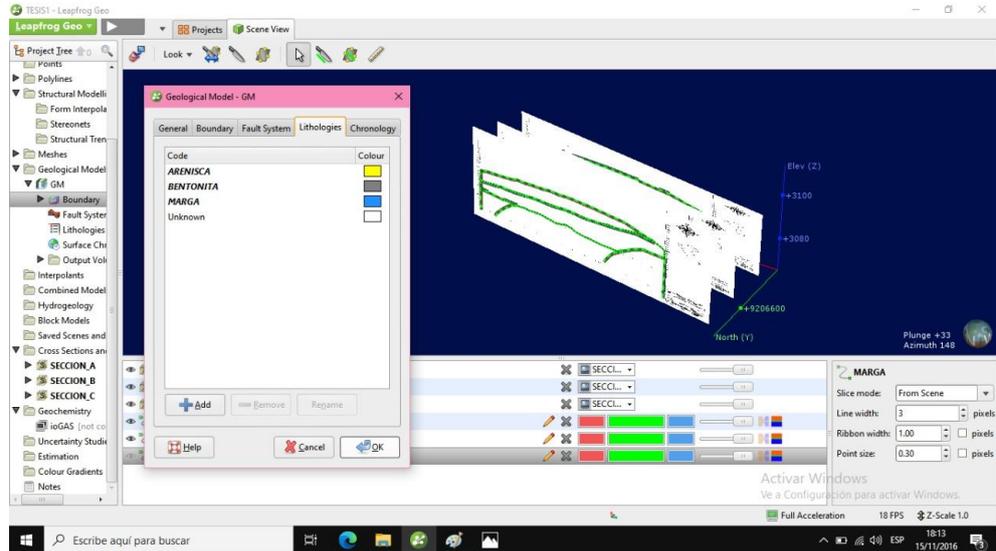


Figura 14. Creación de litologías

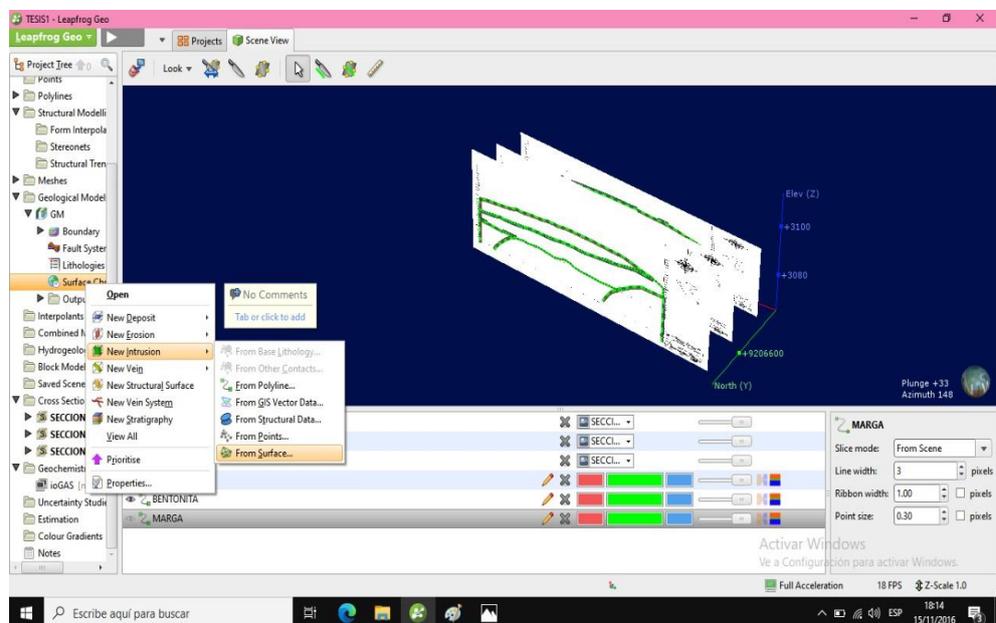


Figura 15. Creación de una nueva intrusión a partir de una superficie

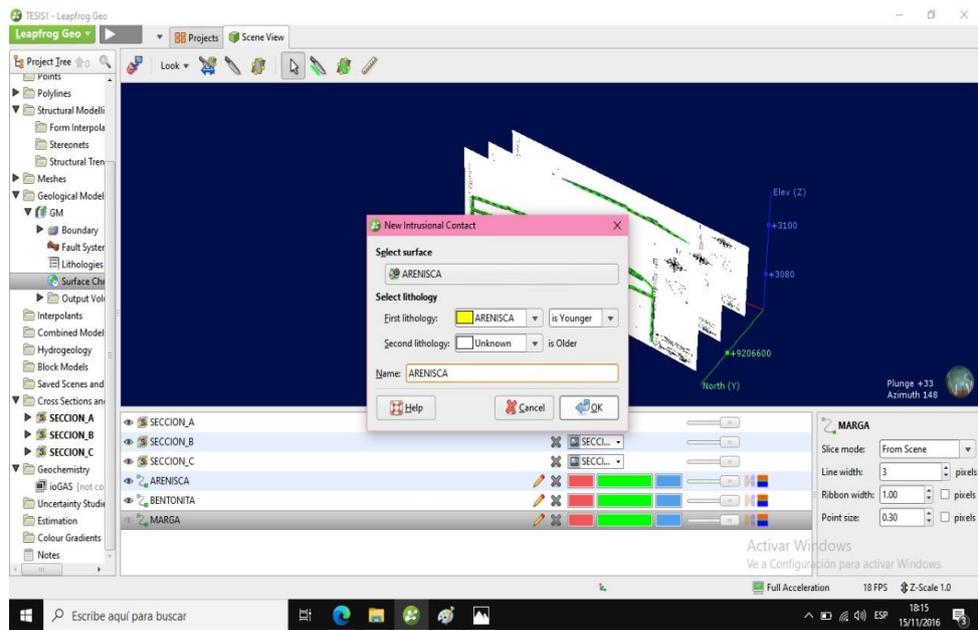


Figura 16. Nuevo contacto intrusivo

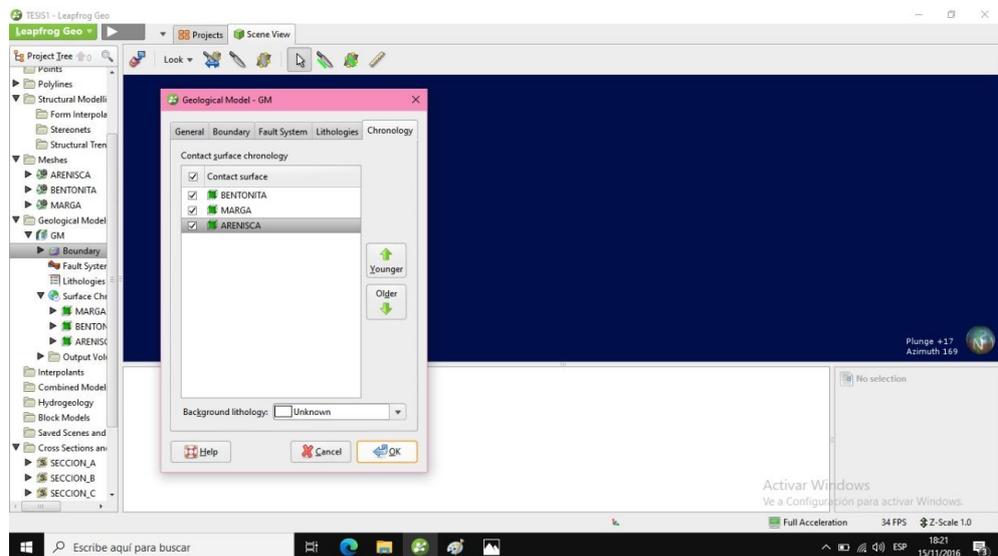


Figura 17. Modelo geológico creado para cada superficie

8. Generamos los volúmenes de las superficies (arenisca, bentonita y marga)

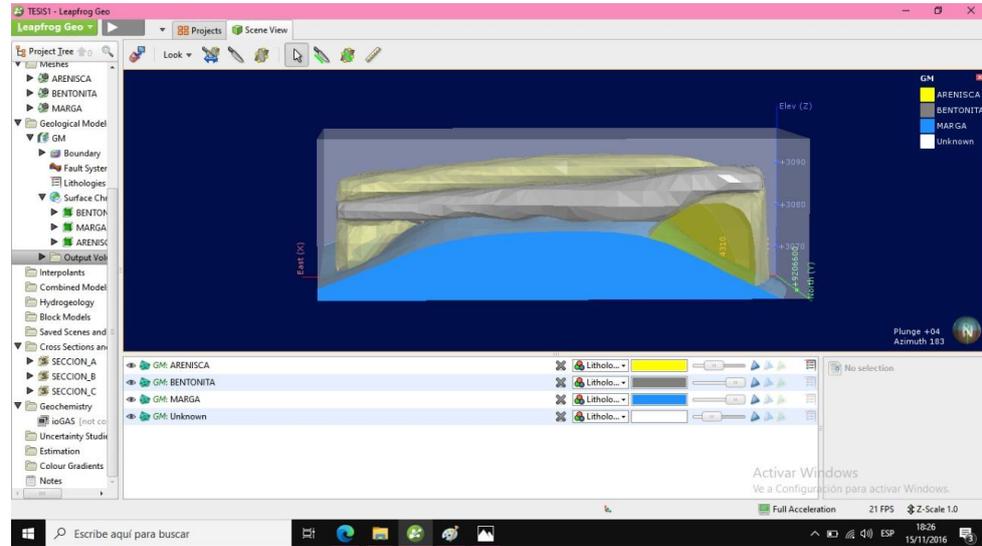


Figura 18. Obteniendo volumen de cada superficie

2.5. Aspectos éticos

Para la recolección de datos en campo no se ha tenido ningún conflicto social ni ambiental en la concesión no metálica de estudio. En las dos visitas a campo se respetó el cuidado del ambiente, asimismo, la relación con la comunidad fue óptima, ya que no se generó ningún tipo de inconveniente. En tal sentido, el aspecto ético fue abordado de la mejor manera en las visitas a campo, esto se podrá corroborar ya que toda la información que se obtenga será compartida con el dueño de la concesión.

Asimismo, se ha utilizado los formatos de tesis de la universidad y se ha redactado siguiendo los protocolos evitándose el plagio de los documentos originales mostrados en internet.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

La accesibilidad a la concesión San Jorge de Chuchun en base al Google Earth es mediante la carretera asfaltada Baños del Inca – Namora. Se toma un desvío en el cruce que tiene las siguientes coordenadas; Este 790903.53 y Norte 9209840.85. A Partir de ese punto el camino es de herradura hasta llegar a la concesión que está delimitado por las siguientes coordenadas:

Tabla 1

Coordenadas de ubicación de cada vértice

Vértice	Este	Norte
1	795,000.00	9,207,000.00
2	795,000.00	9,206,000.00
3	794,000.00	9,206,000.00
4	794,000.00	9,207,000.00

Tabla donde se muestra las coordenadas de cada vértice de la concesión San Jorge de Chuchun

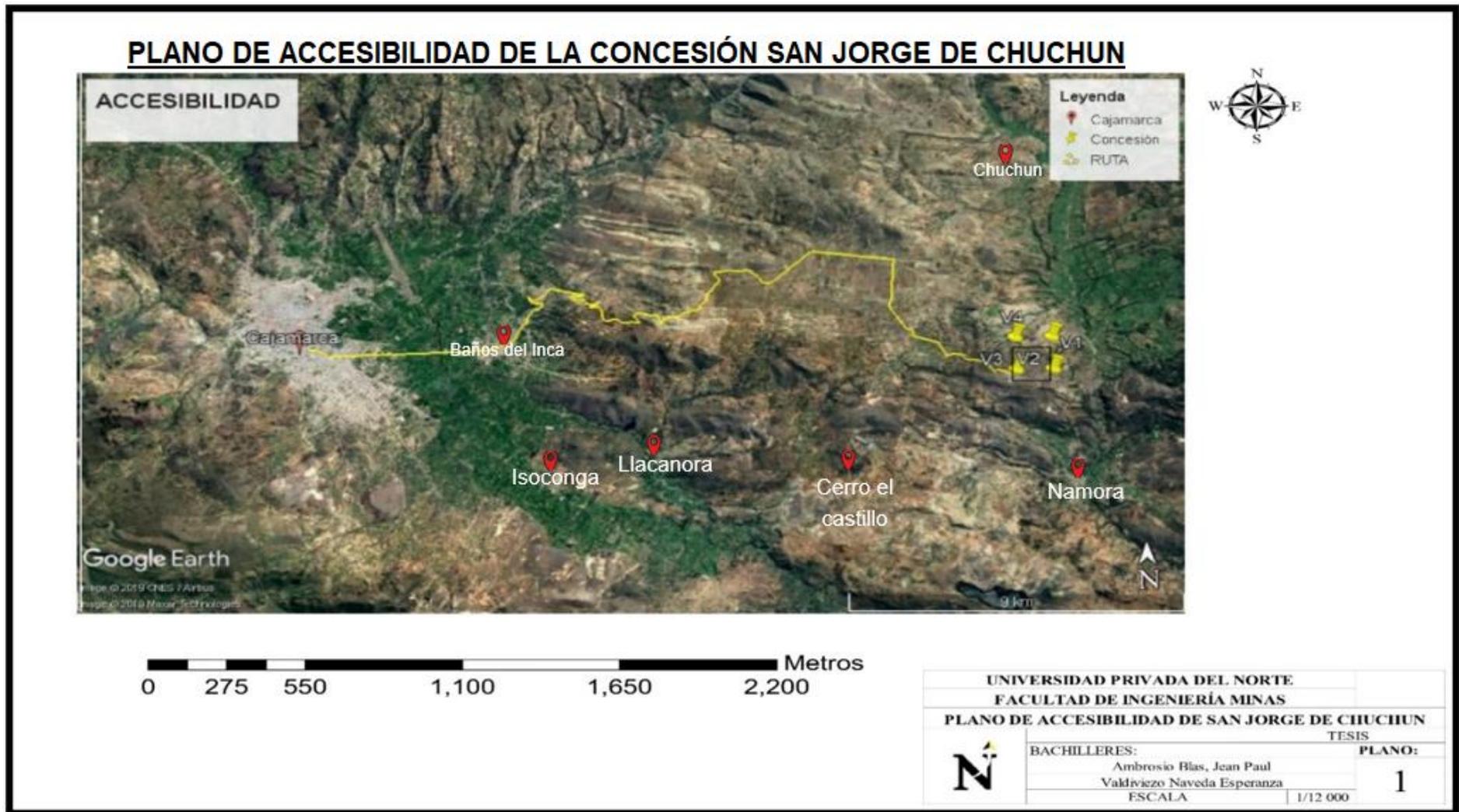


Figura 19. Plano de accesibilidad a la concesión San Jorge de Chuchun

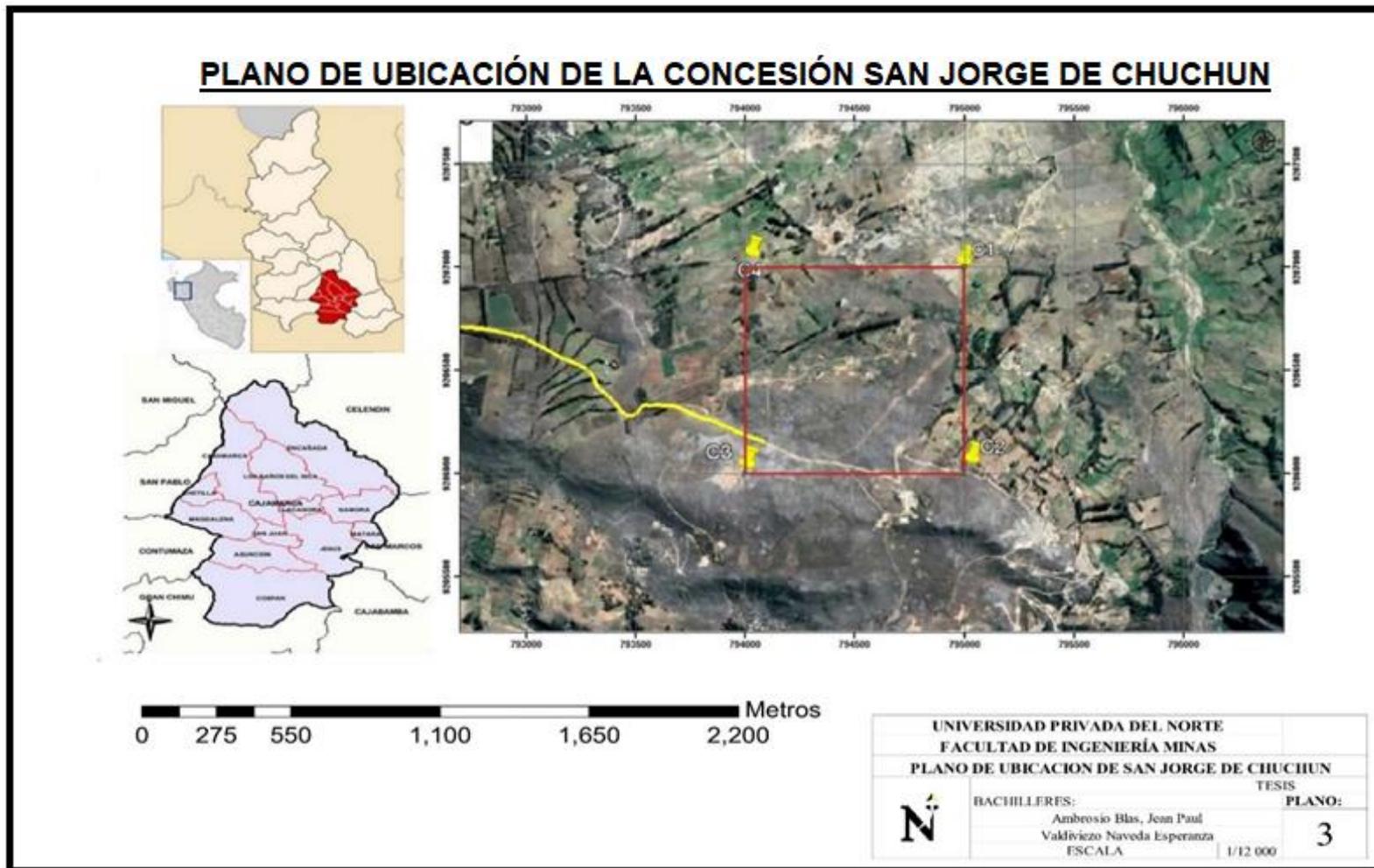


Figura 20. Plano de ubicación de la Concesión San Jorge de Chuchun

3.1. Tipo de alteraciones y descripción del contenido mineralógico de las muestras obtenidas en la concesión San Jorge de Chuchun

En la concesión San Jorge de Chuchun el factor de intemperismo y meteorización, se encontraron en la alteración de los materiales rocosos expuestos al aire, a la humedad y al efecto de la materia orgánica; puede ser intemperismo mecánico o de desintegración, y químico o de descomposición, pero ambos procesos, por regla general interactuaron. Las variaciones de humedad y temperatura incidieron en ambas formas de intemperismo todas las veces que afectaron la roca desde el punto de vista mecánico, al igual que el agua y el calor favorecieron las reacciones químicas que la alteran.

Por ejemplo, entre los metales, el hierro se oxida más rápidamente y entre los silicatos, el cuarzo resiste más que los otros de la serie. Además de las diferentes formas de intemperismo químico en el área de estudio predominó la oxidación, aquí los componentes de las rocas reaccionaron con el oxígeno que se halló disuelto en el agua y ocurre frecuentemente en los compuestos de hierro donde fue más visible por los colores rojizos y amarillentos del óxido e hidróxido férrico, respectivamente. Asimismo, la roca marga fue producto de la alteración que ocurre en la roca caliza.



Figura 21. Alteración argílica intermedia. Este: 794248, Norte: 9206419 y Cota 2930m.



Figura 22. Alteración argílica intermedia. Este: 794175, Norte: 9206567 y Cota: 2945m.



Figura 23. Alteración argílica intermedia. Este: 794318, Norte: 9206522 y Cota: 2960m.



Figura 24. Alteración argílica intermedia. Este: 794633, Norte: 9206572 y Cota: 2960 m.



Figura 25. Bentonita, con presencia de óxidos y manganeso. Este: 794133, Norte: 9206572 y Cota: 2940 m.



Figura 26. Bentonita, arena, óxidos y manganeso. Este: 794356, Norte: 9206472 y Cota: 2910 m.



Figura 27. Suelo orgánico, arena, bentonita, óxidos y manganeso. Este: 794215, Norte: 9206478 y Cota: 2950 m.



Figura 28. Suelo orgánico, bentonita y óxidos. Este: 794225, Norte: 9206410 y Cota: 2945 m.



Figura 29. Suelo orgánico, bentonita y óxidos. Este: 794053, Norte: 9206402 y Cota: 3000 m.



Figura 30. Suelo orgánico, bentonita y óxidos. Este: 794189, Norte: 9206489 y Cota: 2920 m.

Por otro lado, el contenido mineralógico del depósito de bentonita en la concesión San Jorge de Chuchun se realizó a nivel macroscópico. La descripción de las rocas presentes se describe en las siguientes tablas.

Tabla 2

Muestra N°1 de roca Marga

Característica	Descripción	Fotografía
Nombre de la roca	Marga	
Clase	Roca sedimentaria	
Sub clase	Intermedia carbonatada	
Color	Blanco, grisáceo o amarillento	
Brillo	Opaco	
Dureza	3	
Raya	Blanca	
Reacción con HCL	Si	
Textura	Mudstone	
Tamaño de grano	De grano fino	
Minerales	Minerales arcillosos y carbonato cálcico (CaCO ₃)	

Tabla donde se muestra las características generales de la marga, la cual se encuentra presente en el depósito de bentonita de la concesión San Jorge de Chuchun.

Tabla 3

Muestra N°2 de roca arenisca.

Característica	Descripción	Fotografía
Nombre de la roca	Arenisca	
Clase	Roca sedimentaria	
Sub clase	Detrítica siliciclastica.	
Color	Blancas, amarillas y grisáceas compactadas por sílice o carbonato.	
Brillo	Vítreo	
Dureza	6-7	
Raya	Blanca	
Reacción con HCL	No	
Textura	Clástica	
Tamaño de grano	De grano medio a grueso.	
Minerales	De fragmentos de cuarzo, mica y feldespatos, entre otras rocas y minerales del tamaño de la arena.	

Tabla donde se muestra las características generales de la arenisca, la cual se encuentra presente en el depósito de bentonita de la concesión San Jorge de Chuchun.

Tabla 4

Muestra N°3 de roca Arenisca Ferruginosa.

Característica	Descripción	Fotografía
Nombre de la roca	Arenisca Ferruginosa	
Clase	Roca Sedimentaria	
Sub clase	Detrítica siliciclastica.	
Color	Café, o rojizas	
Brillo	Sedoso	
Dureza	3	
Raya	Rojo	
Reacción con HCL	No	
Textura	Clástica	
Tamaño de grano	Medio a grueso.	
Minerales	Cuarzo, óxidos.	

Tabla donde se muestra las características generales de la arenisca ferruginosa, la cual se encuentra presente en el depósito de bentonita de la concesión San Jorge de Chuchun.

Tabla 5

Muestra N°4 de Pirolusita.

Característica	Descripción	Fotografía
Nombre del Mineral	Pirolusita	
Formula Química	MnO ₂	
Color	Negro a gris oscuro.	
Brillo	Metálico	
Dureza	6-6.5	
Raya	Negro azulado	
Identificación	Soluble en ácido clorhídrico	
Habito	Dendrítico	
Transparencia	Opaco	
Sistema de Cristalización	Tetragonal	
Ambiente	Lacustres, depósitos marinos superficiales y zonas pantanosas, en la zona de oxidación de los yacimientos de manganeso o bien en depósitos formados por la circulación de agua de precipitaciones.	

Tabla donde se muestra las características generales de la pirolusita, la cual se encuentra presente en el depósito de bentonita de la concesión San Jorge de Chuchun.

Tabla 6

Muestra N° 5 de limonita.

Característica	Descripción	Fotografía
Nombre de la Roca	Limonita	
Formula Química	$\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$	
Color	Pardo, pardo claro, pardo amarillento	
Brillo	Metálico	
Dureza	5-5,5	
Raya	Pardo amarillento a rojo	
Identificación	Antaño se extraía el tinte amarillo de este mineral, el llamado ocre	
Transparencia	Opaca	
Ambiente	Es un material muy común en zonas oxidadas con depósitos con minerales de hierro.	

Tabla donde se muestra las características generales de la limonita, la cual se encuentra presente en el depósito de bentonita de la concesión San Jorge de Chuchun.

Tabla 7

Muestra N°6 de Goethita

Característica	Descripción	Fotografía
Nombre del Mineral	Goethita	
Formula Química	$\alpha\text{-Fe}^{3+}\text{O}(\text{OH})$.	
Color	Pardo rojizo o negruzco, pardo amarillento	
Brillo	Adamantino	
Dureza	5-5.5	
Raya	Pardo amarillento	
Identificación	Puede convertirse en limonita.	
Habito	Botroidal	
Transparencia	Opaco	
Sistema de Cristalización	Ortorrómico	
Ambiente	Se forma por oxidación de depósitos ricos en hierro	

Tabla donde se muestra las características generales de la goethita, la cual se encuentra presente en el depósito de bentonita de la concesión San Jorge de Chuchun.

Tabla 8

Muestra N°7 de Jarosita

Característica	Descripción	Fotografía
Nombre del Mineral	Jarosita	
Formula Química	$KFe^{3+}3(SO_4)2(OH)_6$	
Color	Amarillo pardo; rojo óxido (al cristalizar)	
Brillo	Mate cuando es compacta o pulverulenta; subadamantino en cristales	
Dureza	2,5 a 3,5	
Raya	Amarilla	
Identificación	La jarosita es un mineral, sulfato de potasio y hierro con hidroxilos.	
Habito	Terroso, compacto, microcristales romboédricos	
Sistema de Cristalización	Trigonal	
Ambiente	La jarosita es el análogo de la alunita con Fe^{3+} en lugar de Al^{3+} . Se encuentra en forma de masas terrosas, compactas o como microcristales, en todos los casos con colores que van desde el amarillo al marrón anaranjado.	

Tabla donde se muestra las características generales de la jarosita, la cual se encuentra presente en el depósito de bentonita de la concesión San Jorge de Chuchun.

Tabla 9

Muestra N°8 de Manganeso.

Característica	Descripción	Fotografía
Nombre del Mineral	Manganeso	
Formula Química	Mn	
Color	Gris plateado; los colores que presenta según el estado de oxidación: +2: rosa, +3: rojo, +4: marrón, +5: azul, +6: verde, +7: violeta	
Brillo	Metálico o metaloide	
Dureza	Para las variedades mullidas y terrosas: 2, para las cristalinas: dureza hasta 5 – 6.	
Raya	negra	
Sistema de Cristalización	Cubico	
Ambiente	Nunca se encuentra en la naturaleza en estado nativo. Debido a su gran afinidad por el oxígeno generalmente se presenta en forma de óxidos y también en la de silicatos y carbonatos.	

Tabla donde se muestra las características generales del manganeso, el cual se encuentra presente en el depósito de bentonita de la concesión San Jorge de Chuchun.

Los resultados generales del análisis físico químico de las muestras obtenidas en campo se resumen en la tabla 1. En dicha tabla se observa el porcentaje de humedad de cada muestra, los óxidos, la pérdida por calcinación y el total en peso de cada muestra.

El contenido de humedad se realizó mediante la norma ASTM D 4643 / D 2216. La composición porcentual se realizó mediante el método de calcinación. La pérdida por calcinación o Perdida por Ignición (LOI) está asociada a la “perdida por ignición a 1000 °C”

Tabla 10

Resultados de la composición porcentual de los elementos presentes en las muestras analizadas en laboratorio

MUESTRA DE BENTONITA	Humedad (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	PPC (Pérdida por calcificación)	TOTAL
M - 1	7.30	55.70	18.80	4.06	1.50	1.78	3.20	1.24	12.20	98.48
M - 2	7.80	54.90	17.90	4.40	2.80	1.80	2.36	1.30	12.80	98.26
M - 3	6.95	55.10	17.40	3.99	2.00	1.83	3.00	1.40	13.61	98.33
M - 4	7.10	55.50	18.74	4.18	2.60	1.69	2.10	1.32	12.10	98.23
M - 5	7.20	56.30	17.60	3.80	1.80	1.72	2.70	1.50	12.60	98.02
M - 6	7.00	54.80	18.10	4.10	2.40	1.86	3.10	1.61	12.40	98.37
M - 7	7.50	56.00	17.10	3.92	1.52	1.77	2.74	1.76	13.40	98.21
M - 8	7.65	55.40	18.95	3.90	3.20	1.70	2.68	1.40	12.90	98.13
M - 9	7.20	56.00	18.80	3.92	1.52	1.80	2.10	1.32	13.40	98.21
M - 10	7.65	55.40	18.95	3.99	1.50	1.70	3.00	1.40	12.90	98.33

Nota. Tabla donde se muestra la composición química de las 10 muestras analizadas en laboratorio. El método de análisis fue el de calcinación.

Fuente: Ingeconsult & Lab SRL

Los resultados mostrados en la tabla 10 se refiere a la composición porcentual (peso/peso), los cuales sumados a la pérdida por calcinación se obtiene el total de peso de cada muestra.

Los resultados de la composición porcentual de cada elemento presente en cada muestra analizada se pueden observar en los siguientes gráficos de barras. En cada uno de ellos se observa el porcentaje en peso de los elementos encontrados.

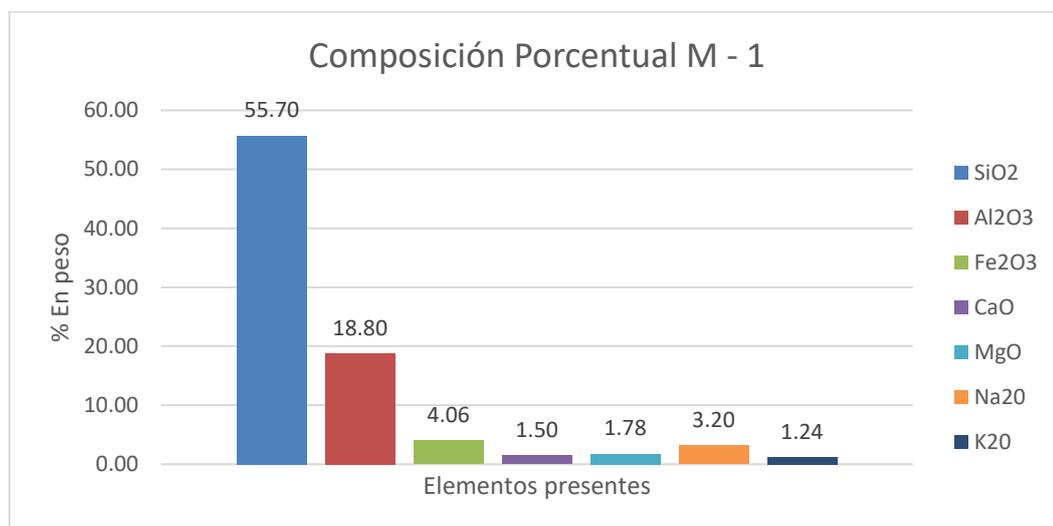


Figura 31. Composición porcentual de la muestra 1

Fuente. Ingeconsult & Lab SRL

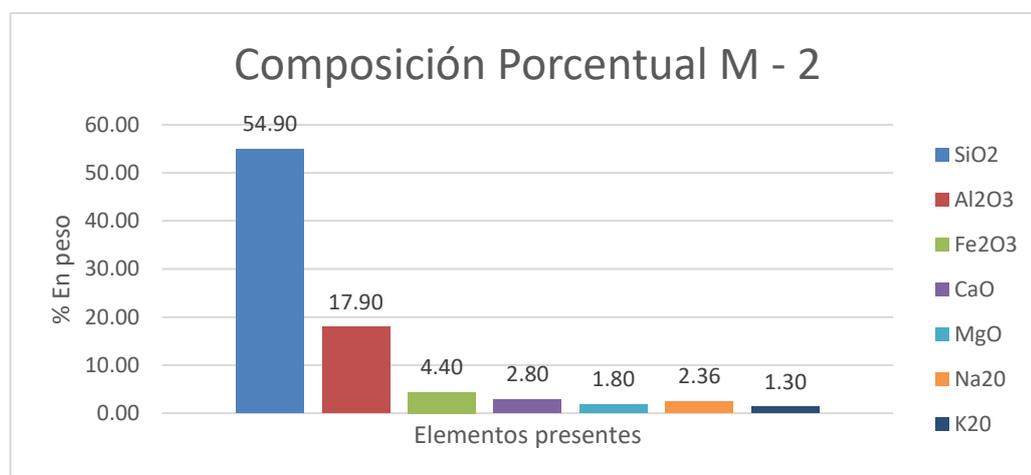


Figura 32. Composición porcentual de la muestra 2

Fuente. Ingeconsult & Lab SRL

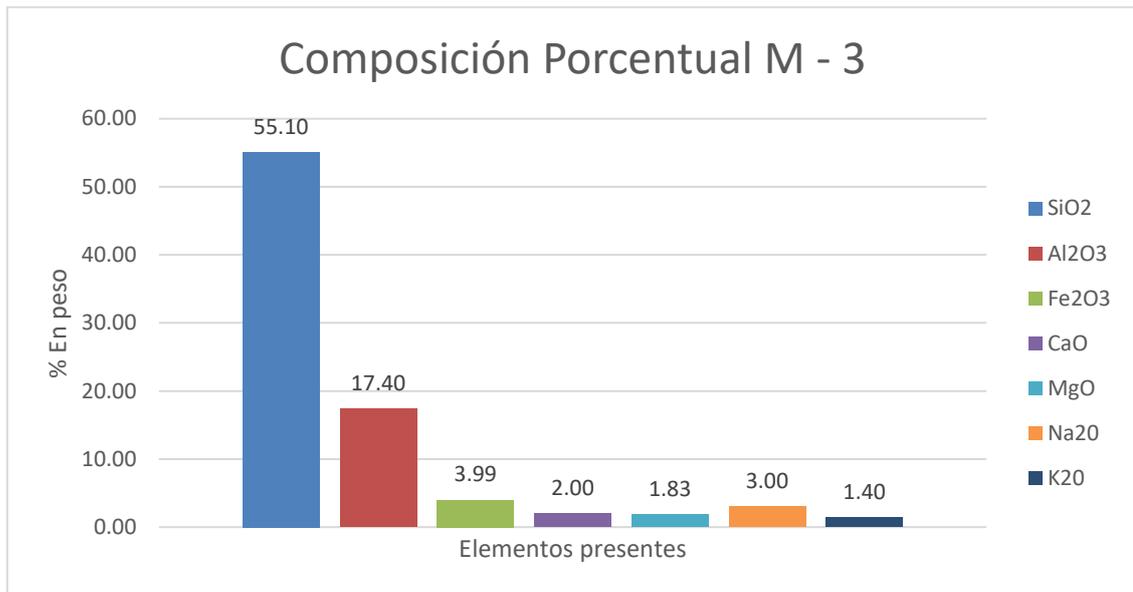


Figura 33. Composición porcentual de la muestra 3

Fuente. Ingeconsult & Lab SRL

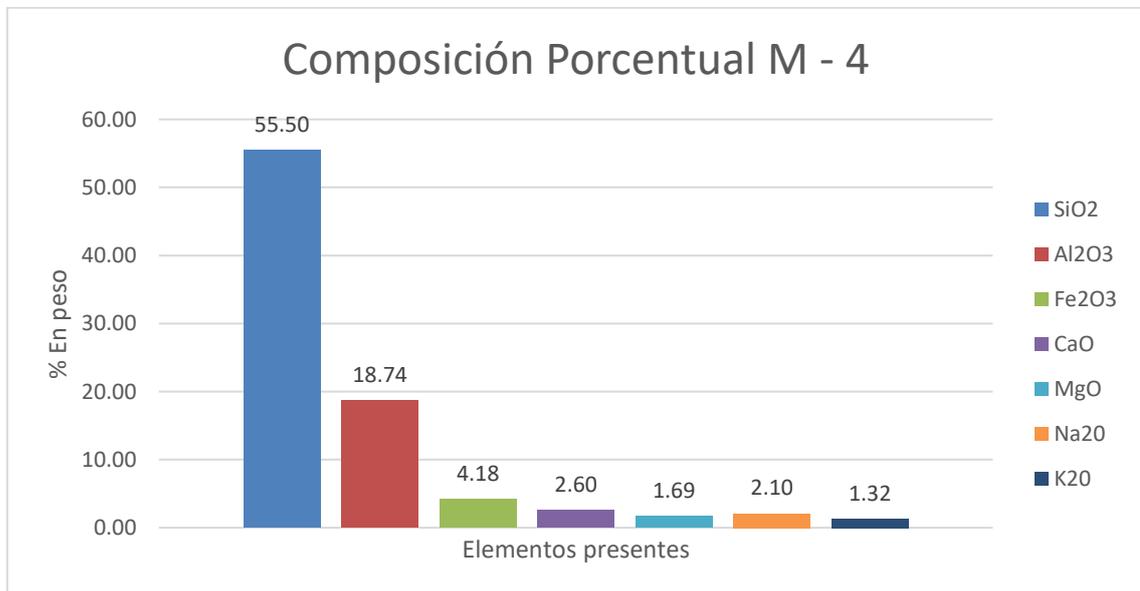


Figura 34. Composición porcentual de la muestra 4

Fuente. Ingeconsult & Lab SRL

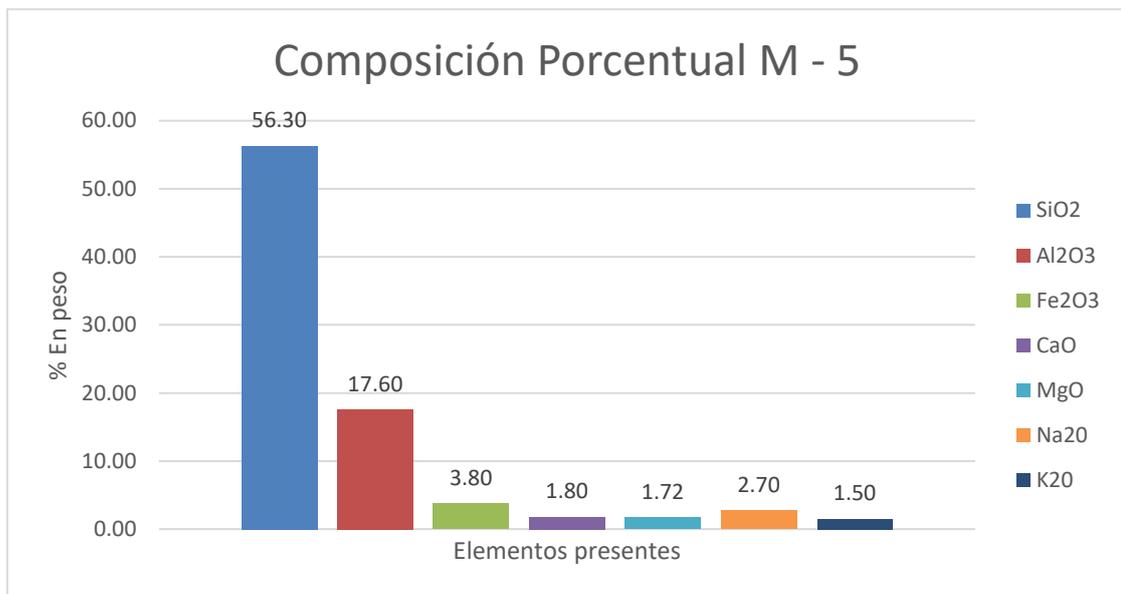


Figura 35. Composición porcentual de la muestra 5

Fuente. Ingeconsult & Lab SRL

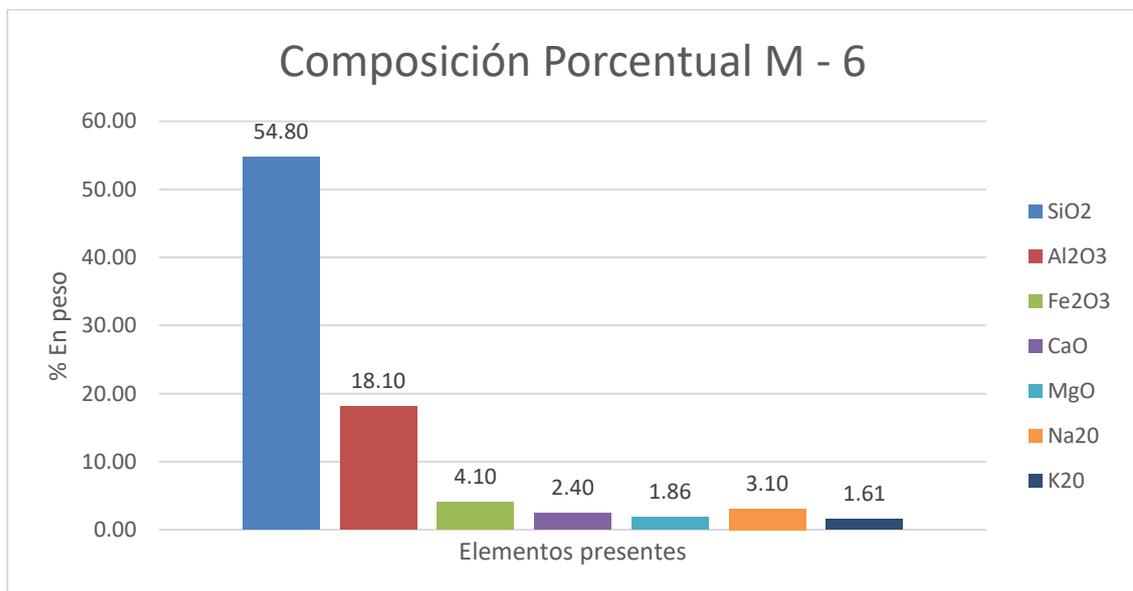


Figura 36. Composición porcentual de la muestra 6

Fuente. Ingeconsult & Lab SRL

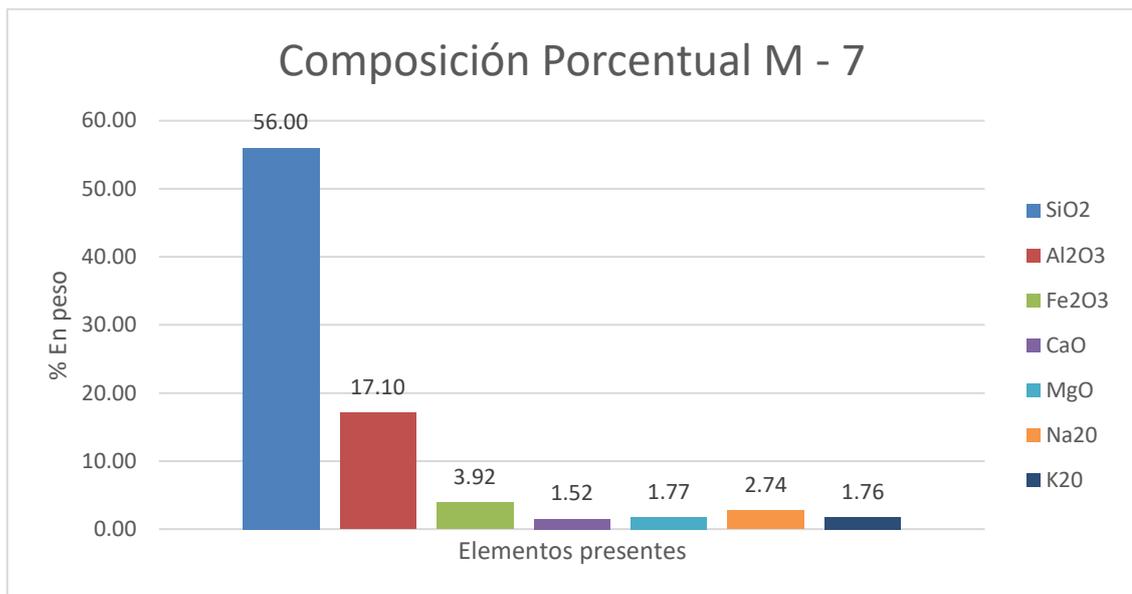


Figura 37. Composición porcentual de la muestra 7

Fuente. Ingeconsult & Lab SRL

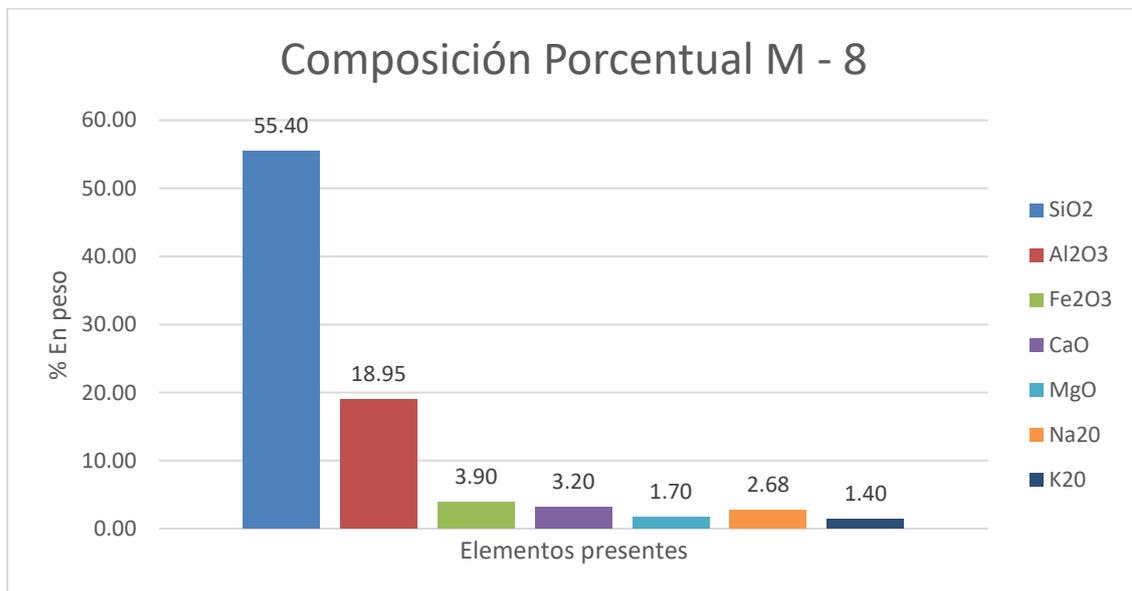


Figura 38. Composición porcentual de la muestra 8

Fuente. Ingeconsult & Lab SRL

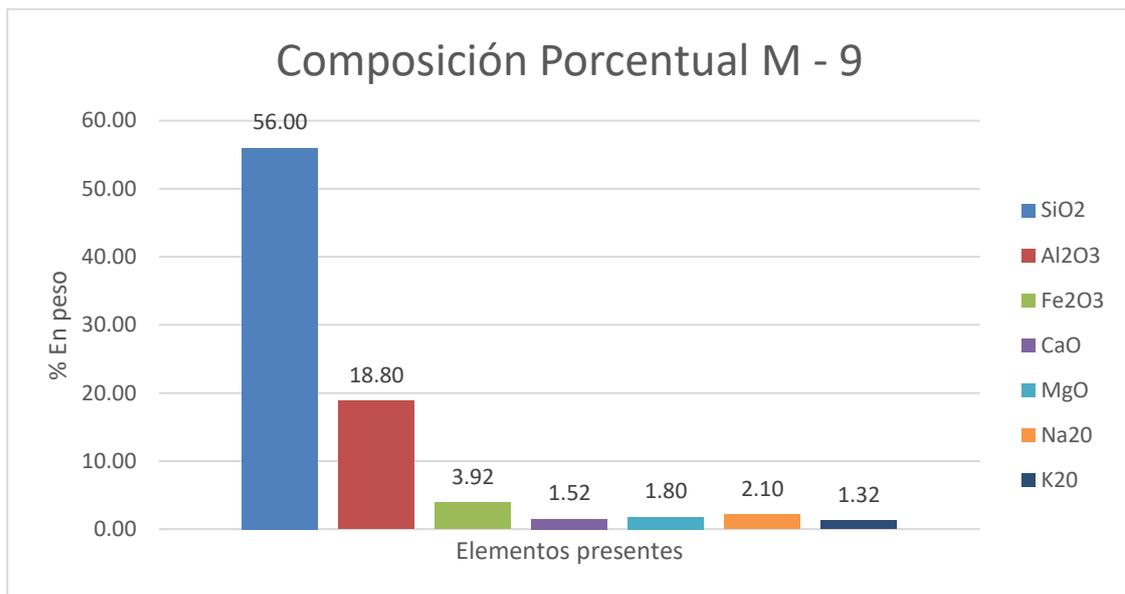


Figura 39. Composición porcentual de la muestra 9

Fuente. Ingeconsult & Lab SRL

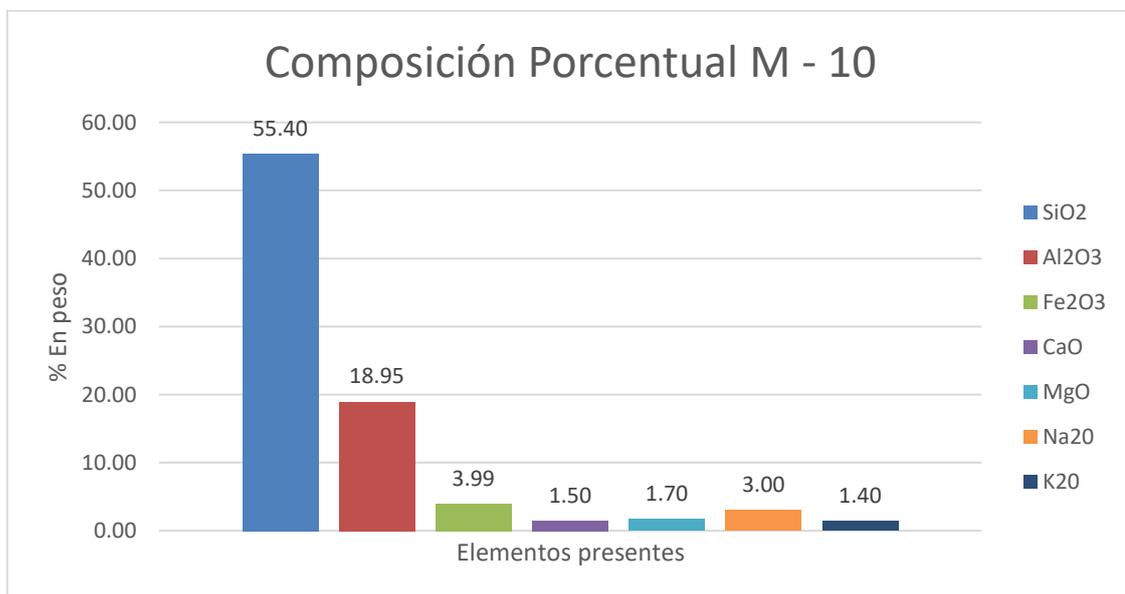


Figura 40. Composición porcentual de la muestra 10

Fuente. Ingeconsult & Lab SRL

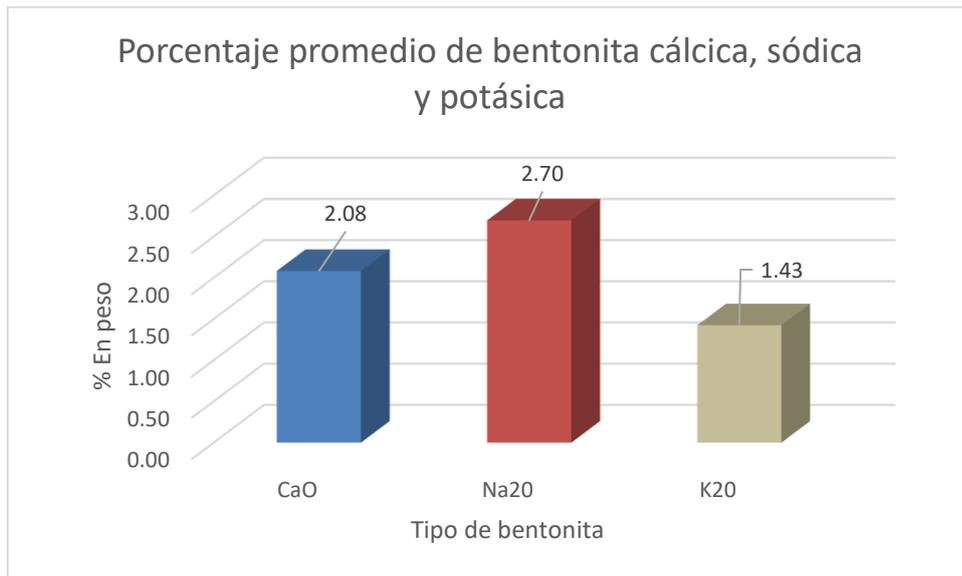


Figura 41. Porcentaje en peso promedio del contenido de bentonita cálcica, sódica y potásica de las muestras analizadas

Fuente. Ingeconsult & Lab SRL

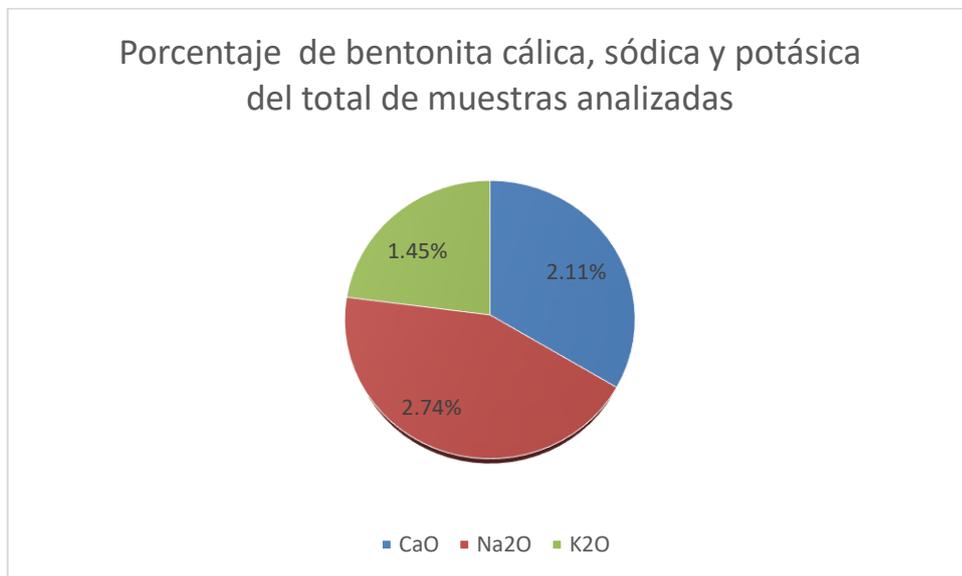


Figura 42. Porcentaje en peso de contenido de bentonita cálcica, sódica y potásica del total de muestras analizadas.

Fuente. Ingeconsult & Lab SRL

3.2. Levantamiento topográfico de la zona con potencial de bentonita.

Se realizó el levantamiento topográfico mediante un dron en las 9 hectáreas tomadas como muestra, en la concesión San Jorge de Chuchun. Los resultados obtenidos se visualizan en las siguientes imágenes, en donde se puede observar el plano topográfico y la imagen ortomosaico. Asimismo, se evidencia el plano topográfico con las muestras obtenidas, ubicadas de acuerdo a sus coordenadas.

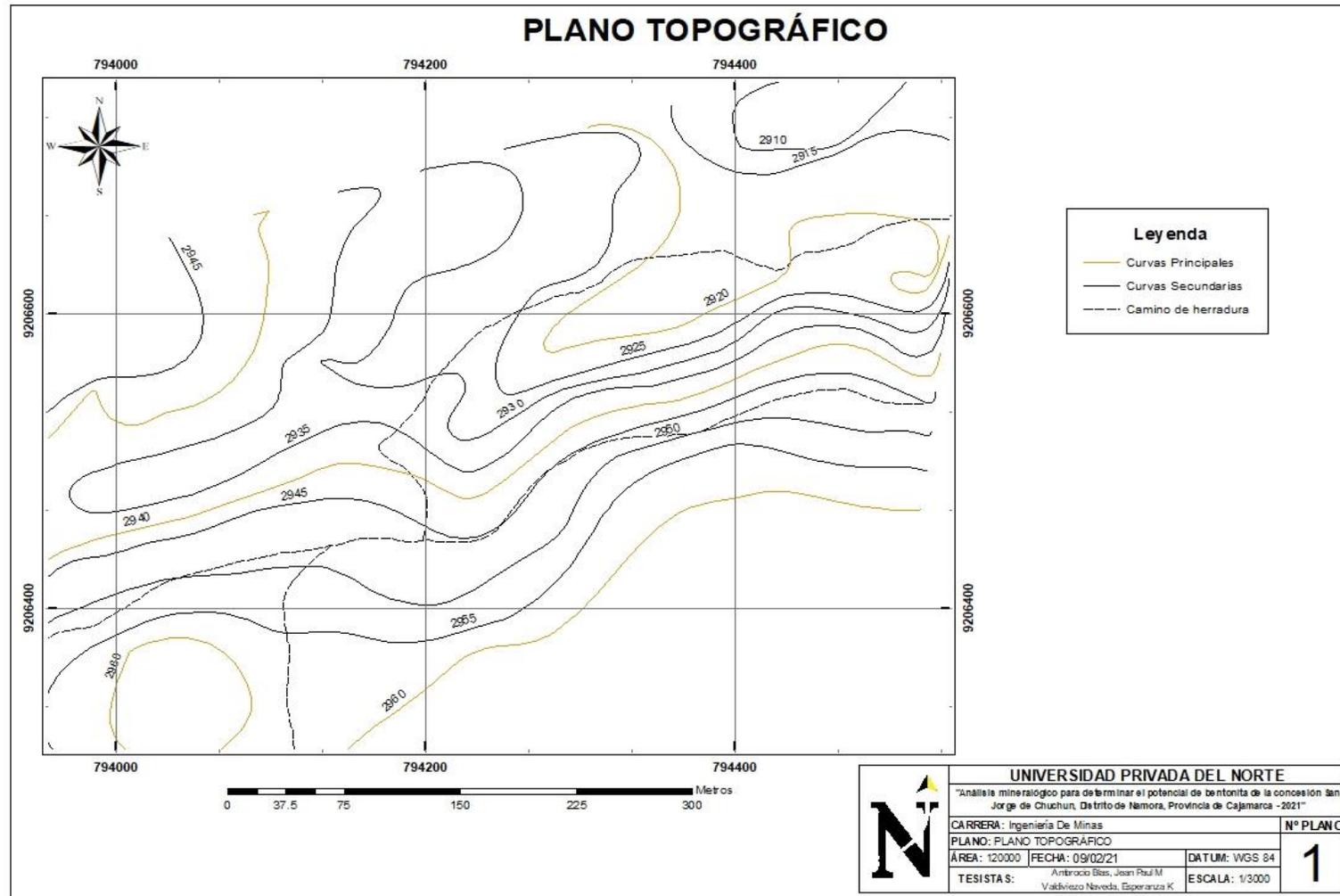


Figura 43. Plano topográfico de las 9 hectáreas de la concesión San Jorge de Chuchun

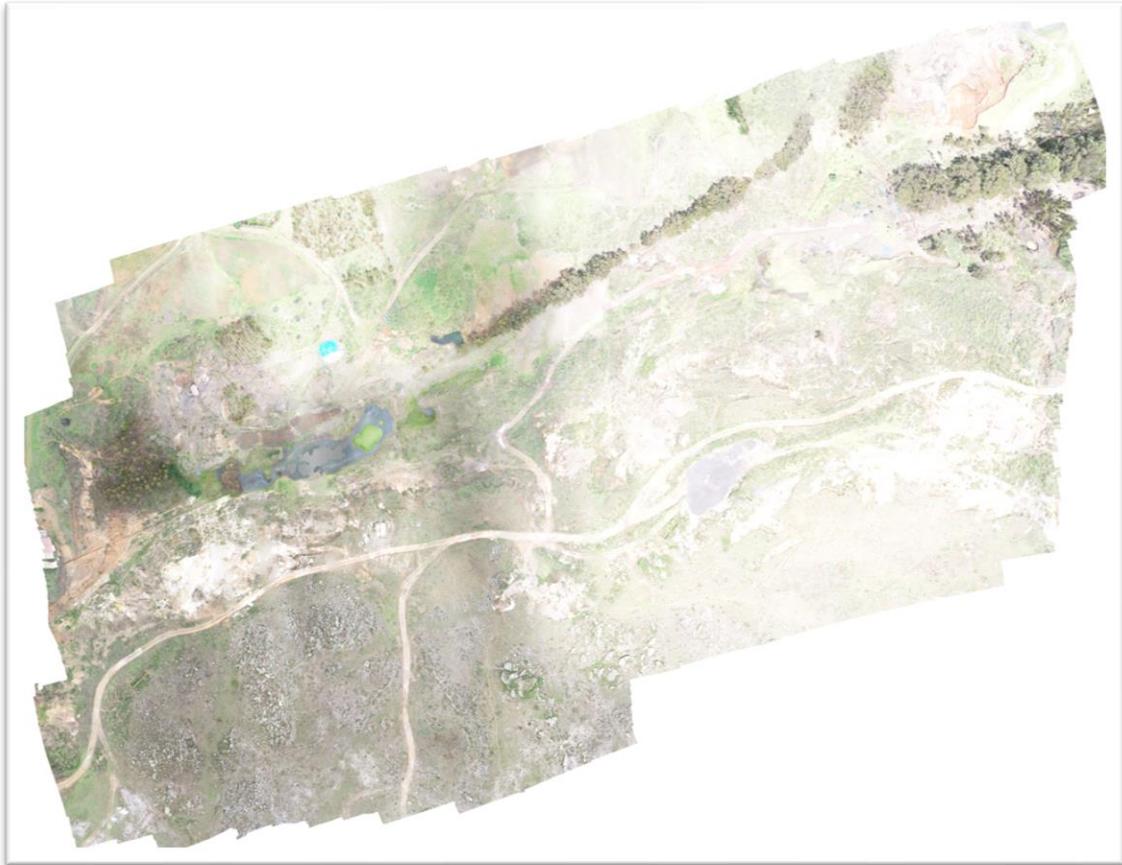


Figura 44. Imagen ortomosaico de las 9 hectáreas

Fuente: Levantamiento Topográfico por Dron

La imagen muestra el área que se ha tomado como muestra siendo 9 hectáreas dentro de la concesión San Jorge de Chuchun. Toda la investigación está basada solo en esta área.

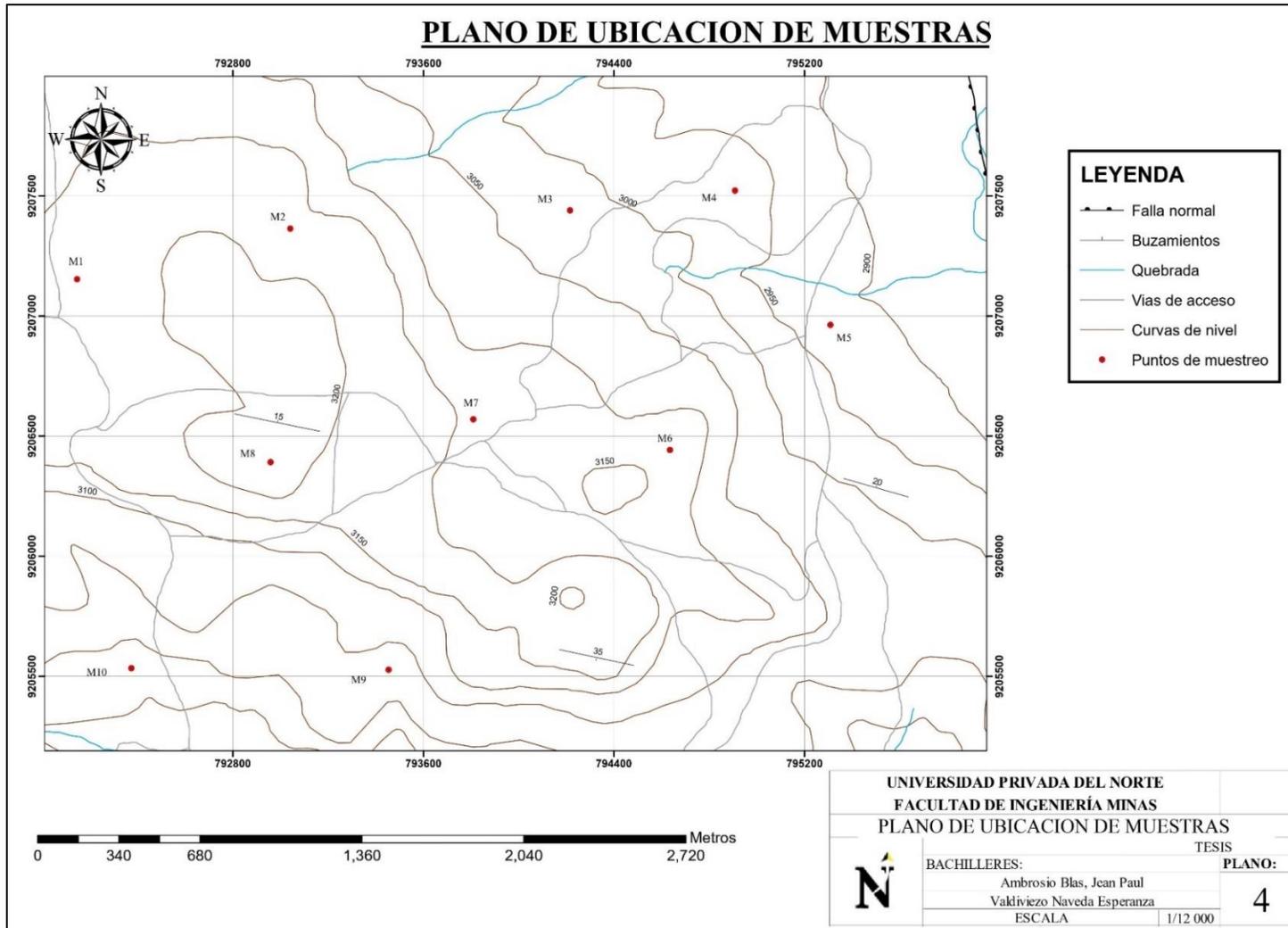


Figura 45. Plano de ubicación de las muestras recogidas

3.3. Modelamiento geológico de la zona con potencial de bentonita en la concesión San

Jorge de Chuchun

Para el modelamiento geológico se trabajó inicialmente con el plano geológico de la concesión San Jorge de Chuchun. El cuadrángulo revisado de los mapas geológicos es el 15-g-IV dentro del Geocatmin. Tal como muestra el rectángulo de color rojo en la figura 46 y 47 se puede observar que la zona de estudio está dentro del Cretácico Inferior en la Formación Farrat (Ki-fa) con coloración verde claro. Dicha formación presenta areniscas cuarzosas con algunas intercalaciones de lutitas y areniscas blancas de grano medio a grueso, tiene una potencia promedio de 500 m.

La formación Farrat se extiende con el mismo nombre hacia el norte del Perú, y a las regiones de Sihuas, Pomabamba, etc. al sur. Se correlaciona con la parte superior de la formación Llacanora

PLANO GEOLÓGICO DE LA CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN

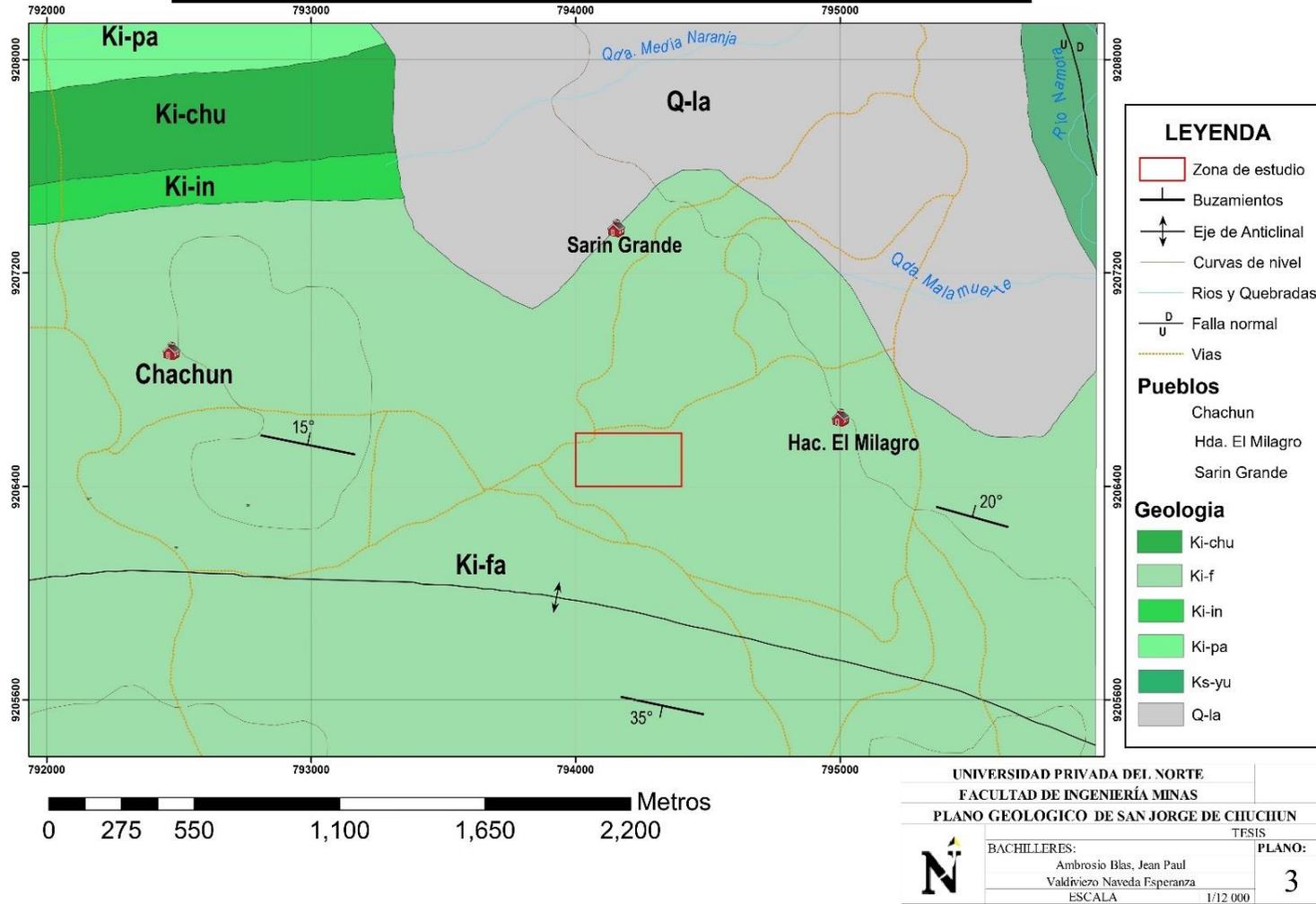


Figura 46. Plano geológico de la concesión San Jorge de Chuchun con rumbo y buzamiento.

PLANO GEOLÓGICO CON SECCIONES DE LA CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN

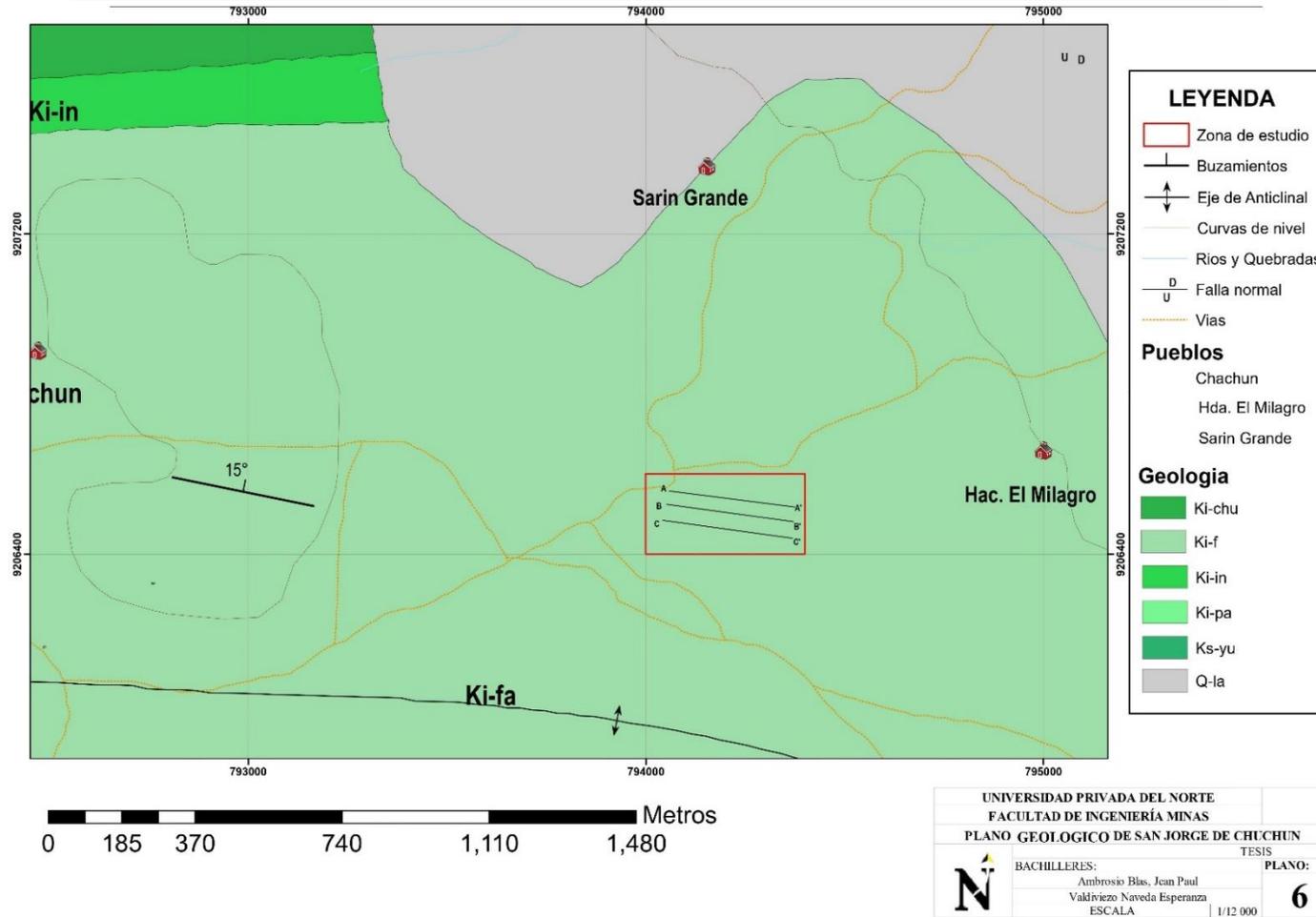


Figura 47. Plano geológico de la concesión San Jorge de Chuchun con líneas de sección.

Se realizó el modelo geológico y partir de éste se obtuvo el área y volumen, así como los planos de las tres secciones A, B y C y la vista de planta de dichas secciones.

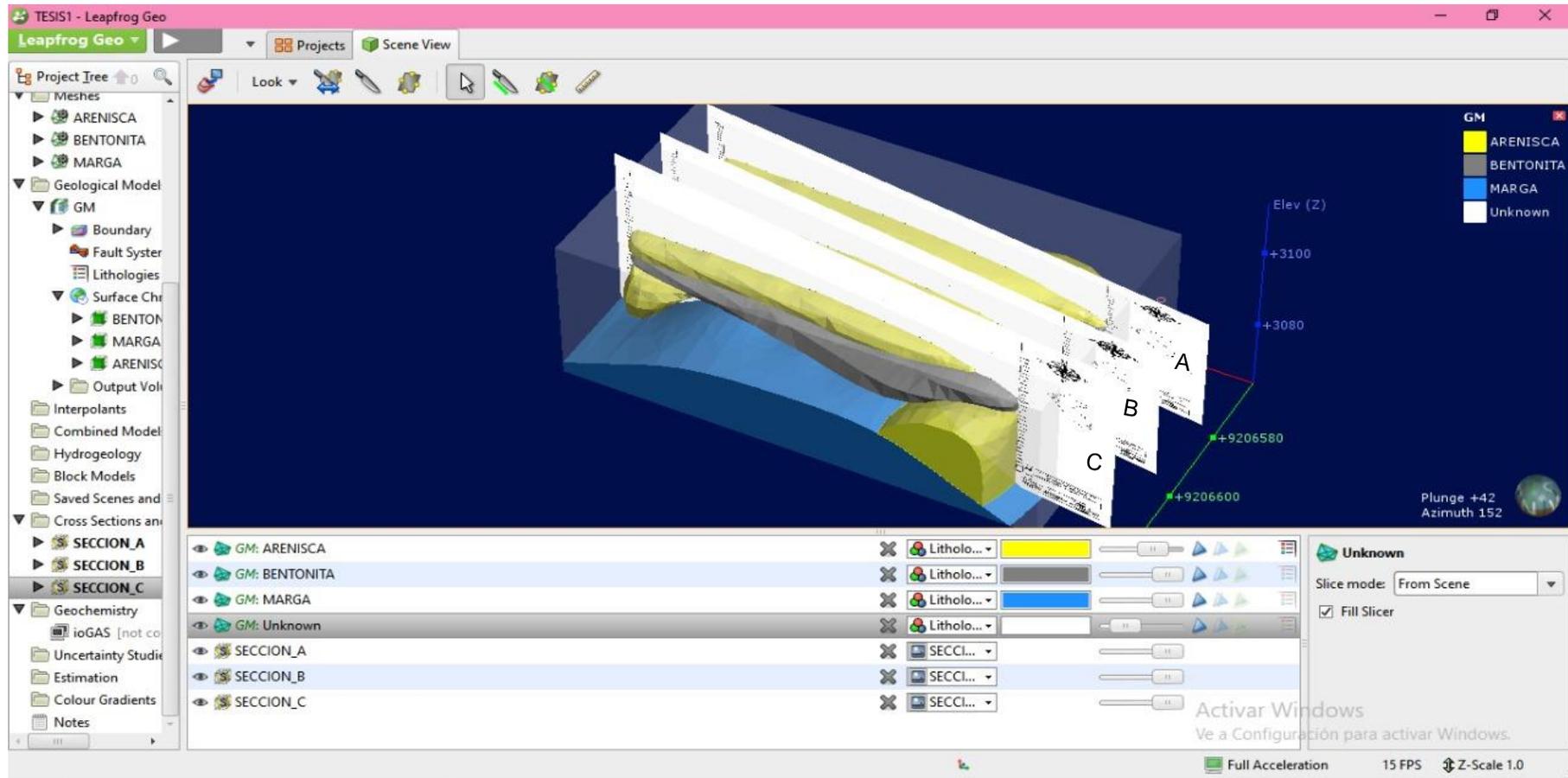


Figura 48. Vista del modelo geológico

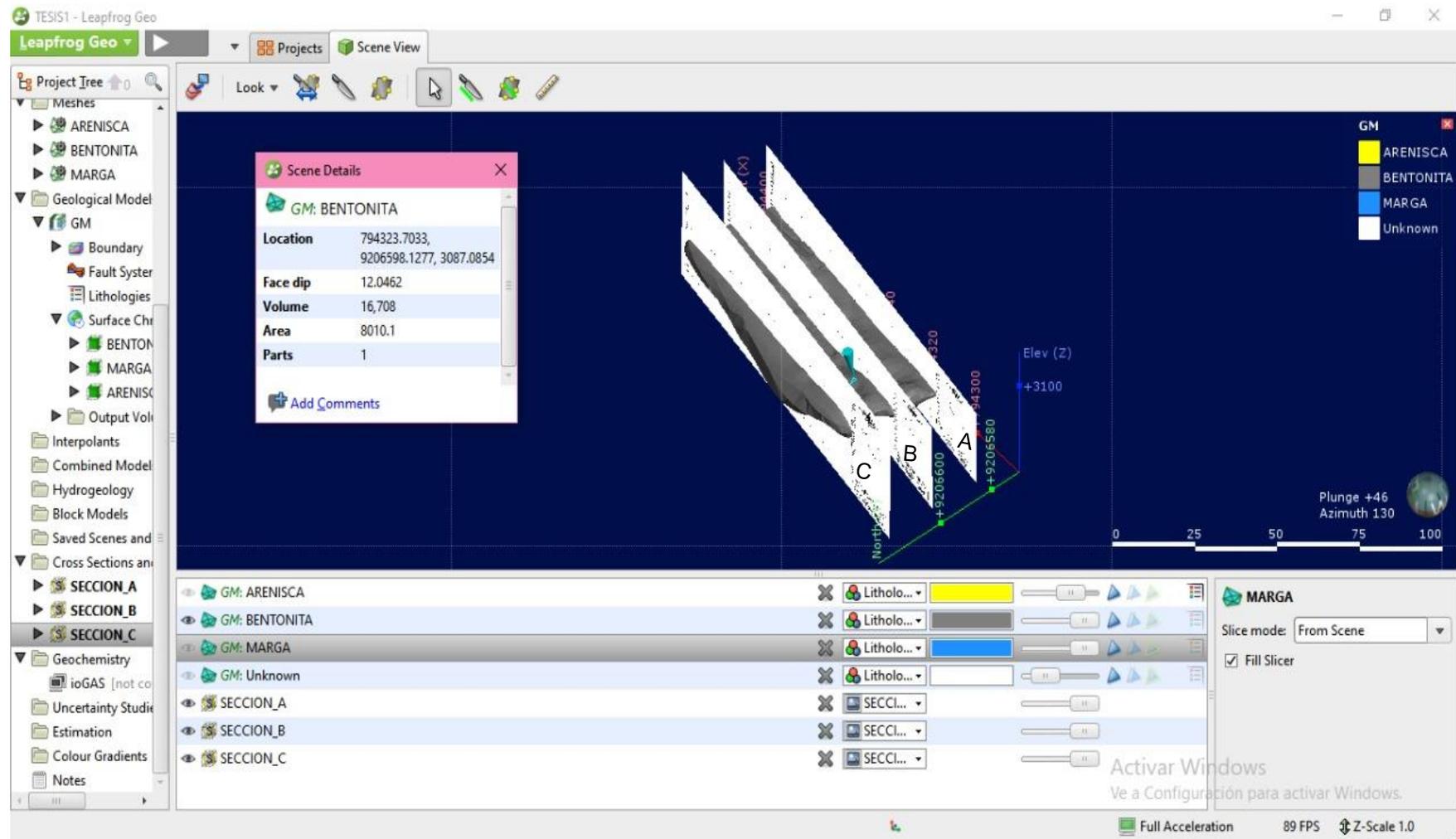


Figura 49. Obtención del área y volumen de la bentonita

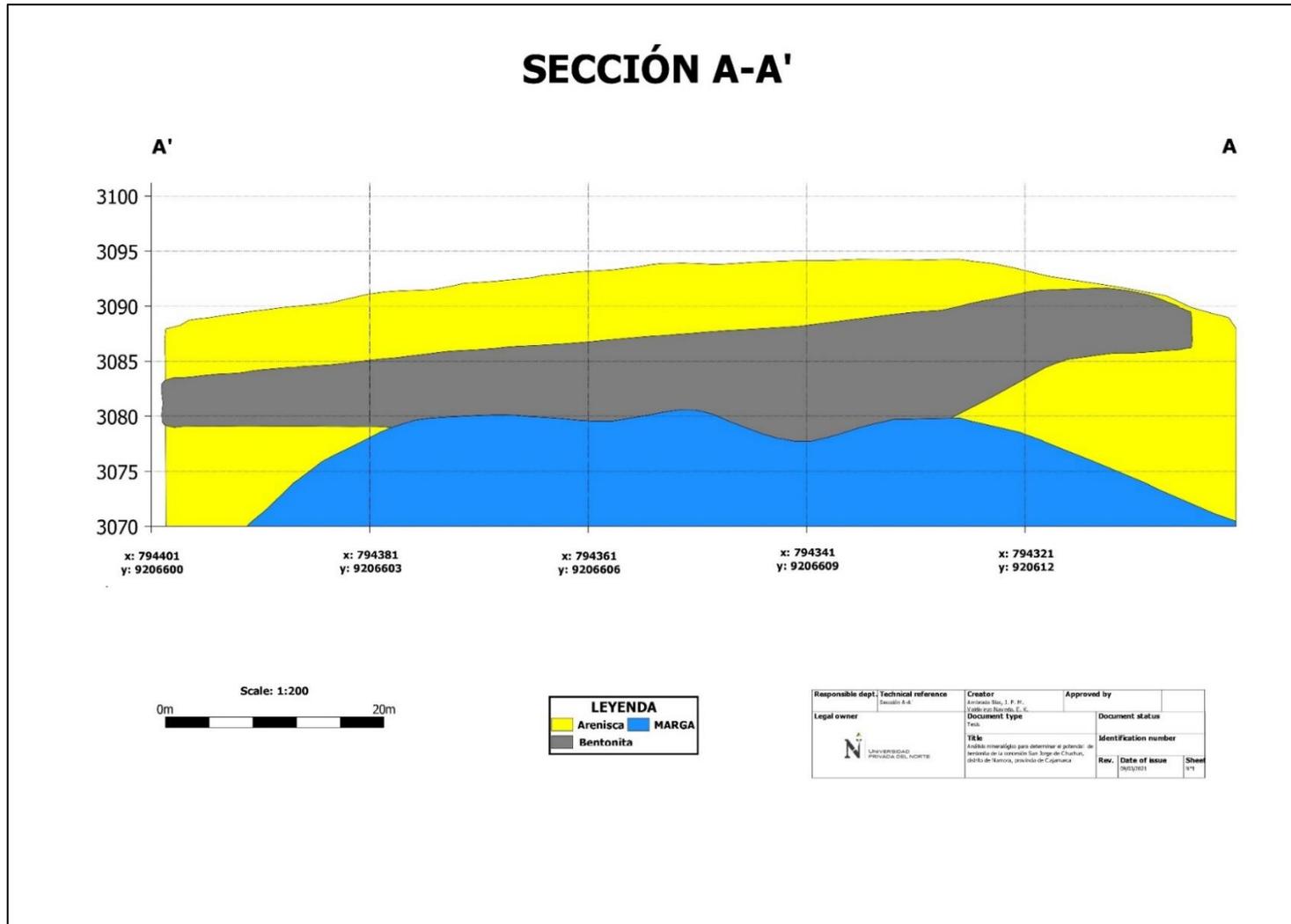


Figura 50. Plano de la sección A

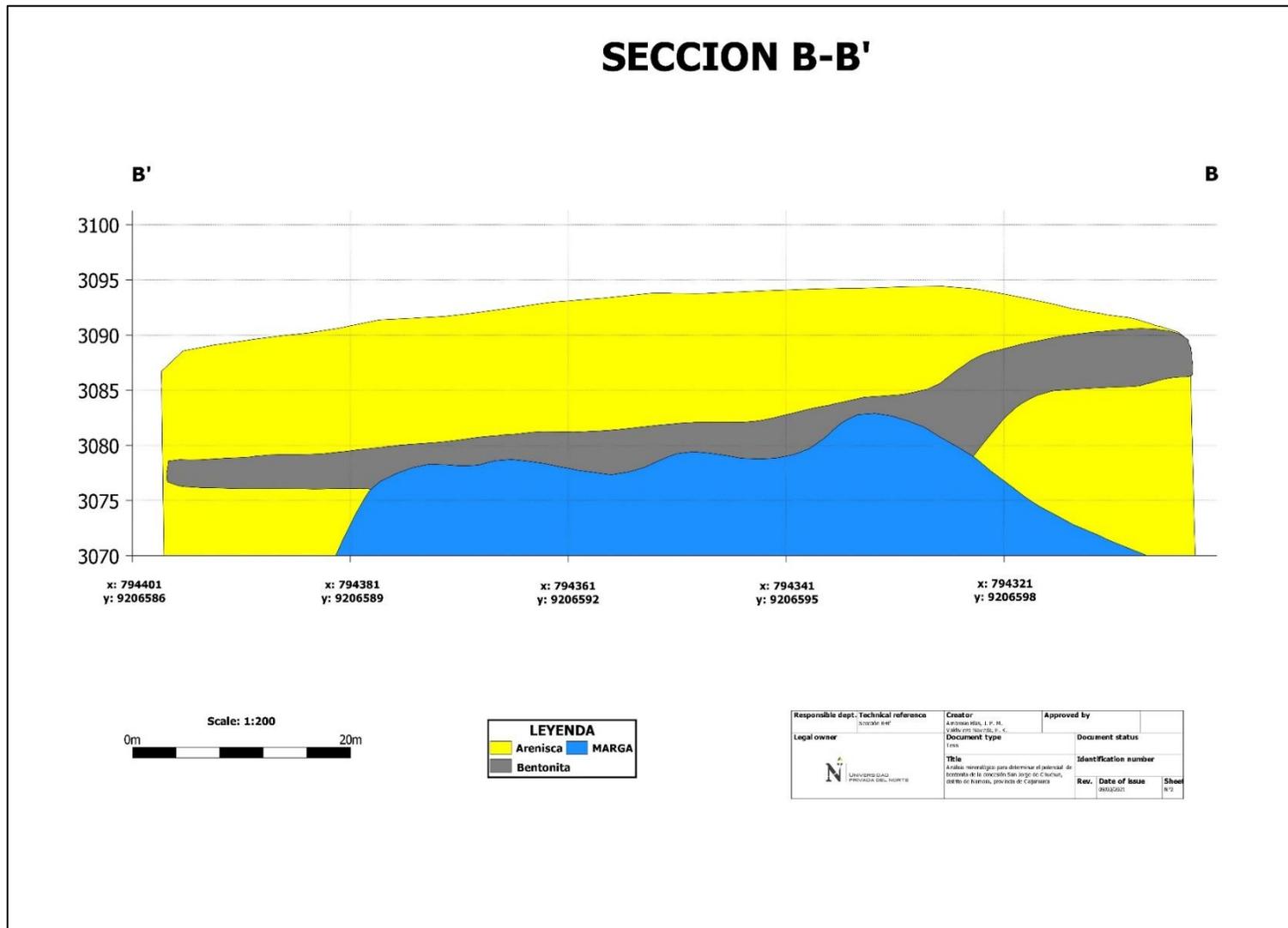


Figura 51. Plano de la sección B

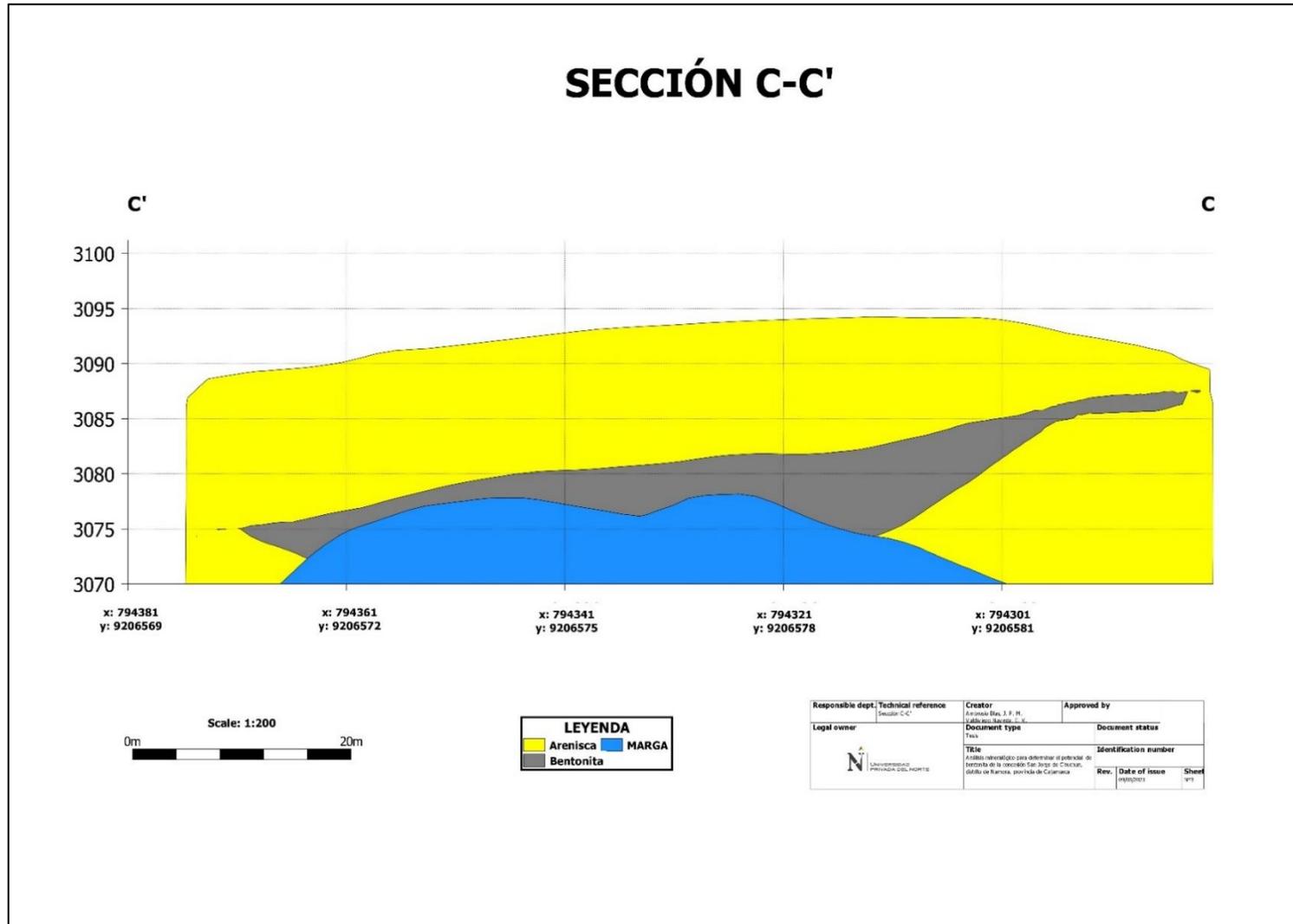


Figura 52. Plano de la sección C

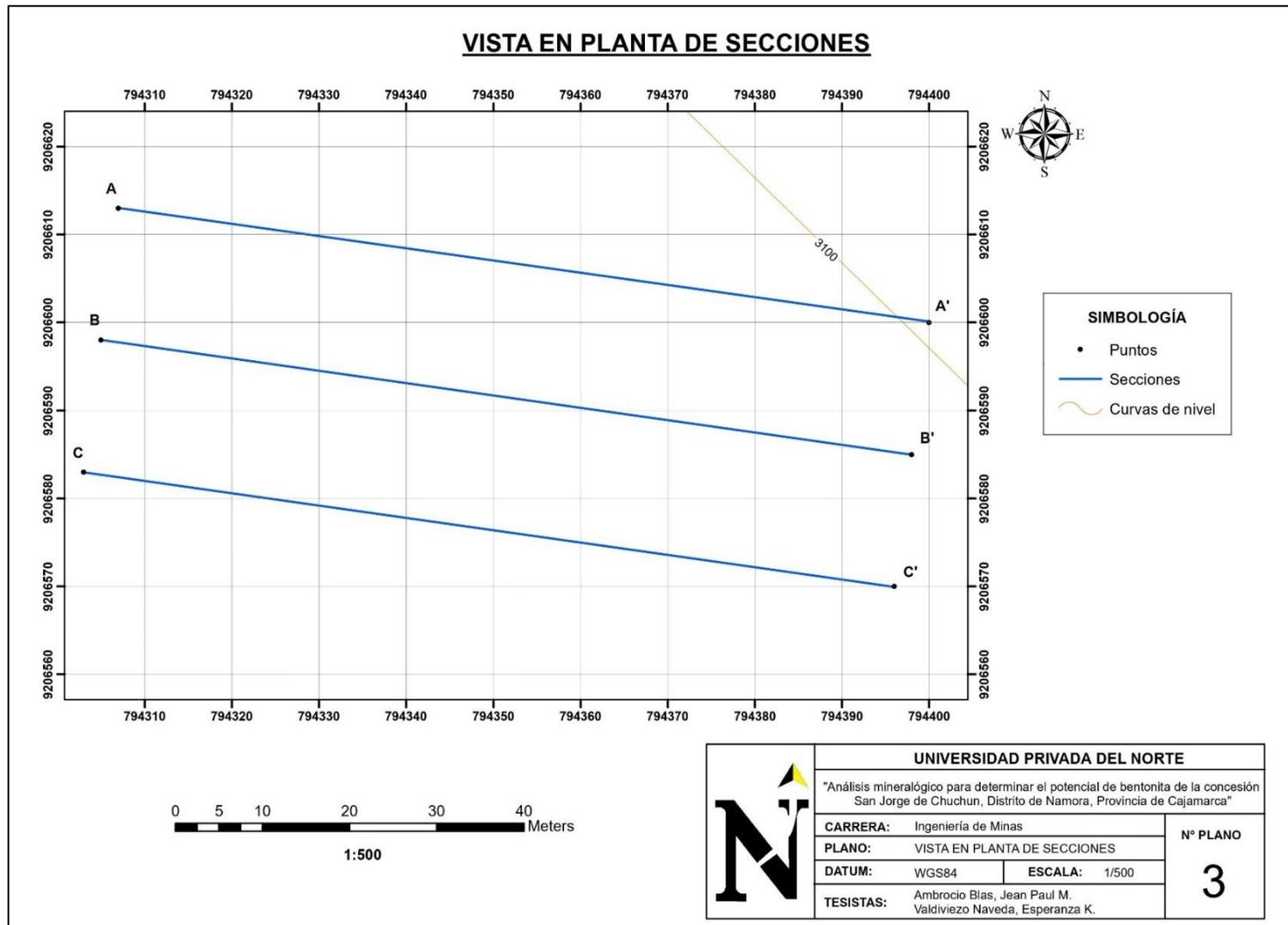


Figura 53. Vista en planta de las 3 secciones

Se puede evidenciar que el área total de bentonita del área tomada como muestra es de 8,010.1 m² y el volumen asciende a 16,708 m³. Asimismo, la densidad de la bentonita sódica es de 0.8 TM/m³

A partir de esto se puede calcular el tonelaje a partir de la fórmula

$$\text{Tonelaje} = \text{Volumen} \times \text{Densidad}$$

$$\text{Tonelaje} = 16,708 \text{ m}^3 \times 0.8 \text{ TM/m}^3$$

$$\text{Tonelaje} = 13,366.4 \text{ TM}$$

Por lo tanto, los resultados finales serían:

Tabla 11.

Recursos mineros de bentonita

Recursos (TM)	Expansión de Recursos (m²)
13,366.4	8,010.1

3.4.Evaluación del mercado de la bentonita a nivel local y nacional para su posible comercialización

Con los resultados que se obtuvo en laboratorio, y al tratarse de una bentonita sódica, se procedió a buscar cómo se podría comercializar dicho material. Cabe mencionar que en el Perú hay pocas empresas dedicadas a procesar bentonita, por esta razón se ha tomado a toda empresa que está interesada en este material.

La demanda de este material en el Perú es considerable, ya que las importaciones y exportaciones en los años pasados muestran números bastantes altos. A partir de esto es importante pensar en la comercialización de la bentonita encontrada en la concesión San Jorge de Chuchun y sus alrededores.

Tabla 12

Demanda Interna Aparente de la Bentonita en el Perú (T.M.)

Año	Importación	Exportación	Producción Nacional	Demanda Interna Aparente
2006	3,279.80	1,597.60	26,536.00	28,218.20
2007	3,580.85	1,890.00	21,451.00	23,141.85
2008	3,812.22	3,434.39	31,565.86	31,943.69
2009	1,532.68	1,633.86	119,452.47	119,351.29
2010	5,408.46	1,777.44	44,265.75	47,896.77
2011	6,624.42	2,256.90	27,533.72	31,901.24
2012	9,988.87	1,915.86	22,976.58	31,049.60
2013	9,125.80	1,869.40	47,744.09	55,000.49
2014	4,724.10	1,655.03	37,374.97	40,444.04

Nota. Tabla donde se muestra la demanda interna de la bentonita en el Perú desde el 2006 hasta el 2014.

Dicha demanda está basada en todos los rubros comerciales.

Fuente. INGEMMET, (2009) & Veritrade, (2015)

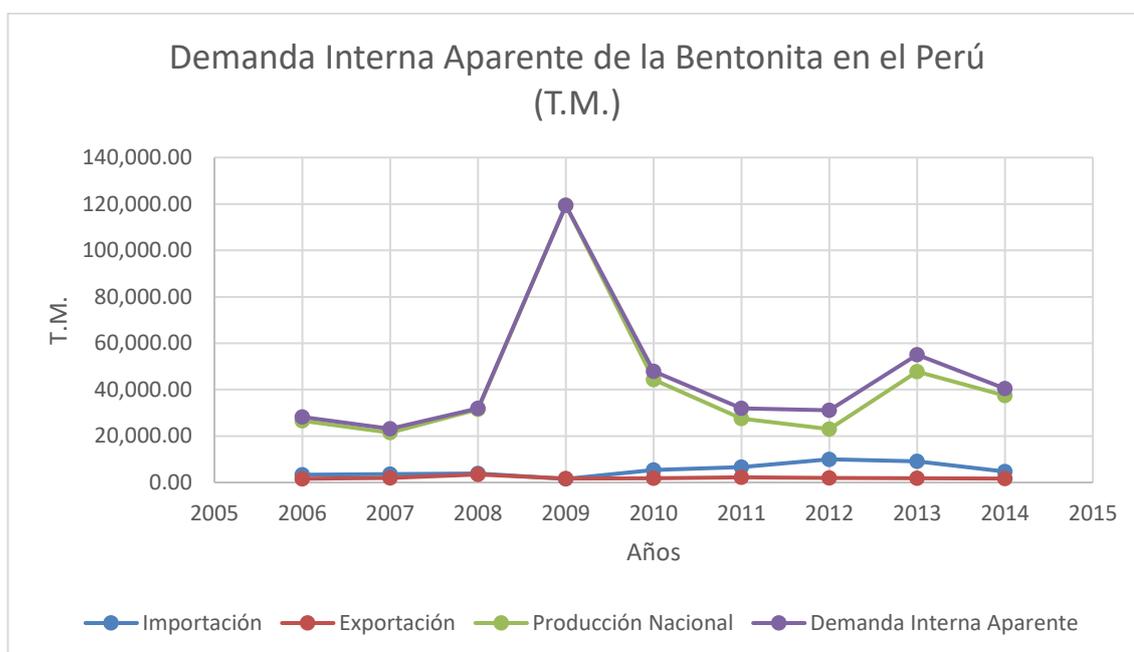


Figura 54. Demanda interna aparente de la bentonita en el Perú.

Fuente. INGEMMET, (2009) & Veritrade, (2015)

Como es de conocimiento general, la bentonita sódica tiene aplicaciones inmediatas a lodos de perforación. Asimismo, la bentonita en mezcla con el agua ayuda a mantener lubricada (reduciendo así la fricción) y lo más fría posible la broca de perforación. Por otro lado, puede ser utilizada para otros rubros como, construcción, productos estéticos y productos para el hogar.

Tabla 13

Aplicaciones principales de la bentonita sódica

Aplicación	Generalidades
Arenas de Moldeo	Usado en la fabricación de moldes para fundición.
Lodos de Perforación	Su utilización se basa en el incremento de la viscosidad del lodo, que garantiza una efectiva extracción a la superficie de los escombros.
Paletización	Se usa como agente aglutinante en la producción de pellets del material previamente pulverizado durante las tareas de separación y concentración.
Absorbentes	Se emplea en decoloración y clarificación de aceites, vinos, sidras, cervezas, etc. por sus propiedades de absorción y adsorción.
Material de Sellado	Se puede utilizar como material de sellado en depósitos de residuos tanto tóxicos y peligrosos, como radiactivos de baja, media y alta actividad.
Catálisis	Se utiliza en reacciones de desulfuración de gasolina, isomerización de terpenos, polimerización de olefinas, cracking de petróleo, etc.
Fabricación de Cremas	La bentonita sódica constituye una carga muy interesante para las cremas, por su poder emulsionante o por su afinidad por las partículas carbonadas 30 al efecto detergente.
Industria Farmacéutica	Por lo que no pueden ser absorbidas por el cuerpo humano, se utilizan para la elaboración de preparaciones tanto de uso tópico como oral, como adsorbente, estabilizante, espesante, agente suspensor, cicatrizante, regenerativo y como modificador de la viscosidad.

Nota. La Tabla muestra las aplicaciones principales de la bentonita sódica, cabe mencionar que estas no son las únicas aplicaciones, pero sí las más importantes.

Fuente. Panozo, (2015)

En un primer instante se puede pensar en empresas mineras que están ubicadas en la región Cajamarca, empresas que realizan pozos de perforación como parte de su ciclo de producción. En tal sentido, se puede mencionar a empresas como Yanacocha, Gold

Fields, La Zanja, Southern Copper Corporation, Pan American Silver, etc. Estas grandes empresas podrían ser los interesados directos en la bentonita cálcica a nivel local.

Asimismo, entrando a un marco nacional, según Hernández y Rosadio (2016) los principales interesados en bentonitas son Compañía Minera Agregados Calcáreos S.A. (COMACSA). Una empresa con años de experiencia en el mercado de las arcillas, incluye la bentonita en su mezcla de productos, destinada primordialmente al sector construcción. Produce para diversos mercados, desde cerámicos, hasta construcción y metalurgia. Su yacimiento de bentonita y planta está localizado en Piura, provincia de Paita.

Asimismo, es preciso mencionar a Minera Doña Herminia S.A. la cual cuenta con cifras de producción bastante altas contando con yacimientos en el departamento de Junín, provincia de Chupaca y otro en el mismo departamento en la provincia de Jauja.

De la misma manera, la minera de capitales chinos, Shougang Hierro Perú S.A.A., produce bentonita mayormente para sus propios proyectos para las dos primeras etapas de exploración y perforación.

Tabla 14

Producción Nacional de Bentonita TM

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
COMPAÑIA MINERA AGREGADOS CALCAREOS S.A.	964	727	1,467	1,283	871	1,652	1,218	972	1,107
MINERA DOÑA HERMINIA S.A.	13,632	13,779	26,751	30,102	38,790	25,483	21,705	46,771	35,667
S.M.R.L. HANS-I SHOUGANG HIERRO PERU S.A.A.	0	0	25	0	180	287	54	0	0
INKABOR S.A.C.	0	0	0	84,845	0	0	0	0	0
Total general	26536	21451	31567	119453	44266	27534	22977	47744	36775

Nota. La Tabla muestra la producción anual nacional de 5 empresas principales en la producción de bentonita.

Fuente. Ministerio de Energía y Minas, (2015)

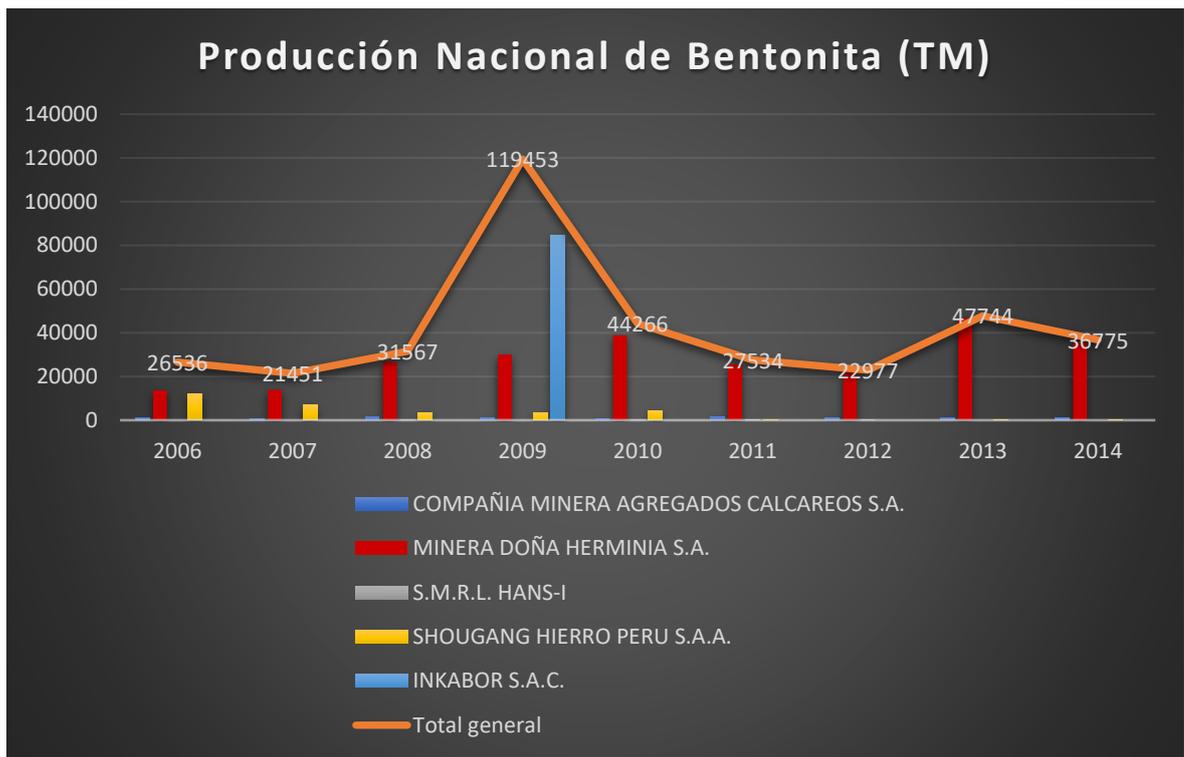


Figura 55. Evolución de la Producción Nacional de Bentonita

Fuente. Ministerio de Energía y Minas, (2015)

Por otro lado, es posible que el material obtenido sea de interés para empresas con rubros distintos a la minería. System Gel es una empresa especializada en la venta de productos para pozo a tierra y redes de electrificación. Como parte de sus productos que ofrece, tiene a la bentonita sódica aplicada para pozos a tierra. Está ubicada en Puente Piedra, Lima. Por otra parte, se tiene a Clariant S.A. con sus productos de arena para gatos, ubicada en Lima.

Inkabor S.A.C. es una organización que se dedica a la explotación, transformación y comercialización de productos bóricos para la aplicación industriales y agrícolas. Dicha empresa está ubicada en Arequipa, Perú.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Las rocas presentes fueron, margas, areniscas, arenisca ferruginosa, pirolusita, limonita, goethita, jarosita y manganeso. Estas características son propias y pueden variar en cada tipo de yacimiento. En tal sentido, si se compara con la investigación realizada por Hidalgo, Senese, Cano y Sarquís (2016) estos autores concluyeron que en su yacimiento de estudio hubo presencia de muscovita, saponita, biotita, nontronita, yeso y pirofilita. Por otro lado, Fernández, Pelayo, Villar y Rivas (2000) concluyeron que en el depósito de estudio hubo presencia de cuarzo, feldespato, plagioclasa, cristobalita, tridimita y calcita.

Por otro lado, respecto a la composición porcentual en peso, se puede evidenciar que el porcentaje de bentonita potásica es de 1.45%, bentonita cálcica es de 2.11% y bentonita sódica es de 2.74%. En comparación con la investigación realizada por Hidalgo et al. (2016) dichos autores concluyeron que el porcentaje de tipo de bentonitas en los yacimientos de San Juan y Rio Negro en Argentina son 0.6 % de bentonita potásica, 1.5% de bentonita cálcica y 1.8% de bentonita sódica. Asimismo, Ovalle y Gómez (1977) en su investigación realizada en la Sabana de Bogotá concluyeron que el porcentaje de bentonita potásica fue de 0.27%, bentonita cálcica fue menor que 0.01% y bentonita sódica 0.84%. Por otro lado, Pozo, Martín y Rodríguez (2011) en su investigación de bentonitas españolas, Madrid, concluyeron que el porcentaje de bentonita potásica fue de 1.41%, bentonita cálcica fue de 2.26% y bentonita sódica fue de 0.54%. Finalmente, Vega, Verdeja, Sancho y García (1993) en su investigación de las propiedades de las bentonitas de Amotape (Región Grau – Perú), concluyen que el porcentaje promedio de bentonita potásica es de

0.37%, bentonita cálcica es de 0.43% y bentonita sódica es de 1.84%. De esta manera, haciendo una comparación con los autores citados, se puede afirmar que el contenido de los 3 tipos de bentonitas encontradas en el yacimiento San Jorge de Chuchun son significativas, superando al contenido promedio de los demás yacimientos. Asimismo, al encontrarse mayor contenido de bentonita sódica en las muestras, se afirma que la bentonita predominante es de tipo Wyoming. Respecto a la humedad el valor máximo fue de 7.80% el cual se encuentra dentro del margen permitido que según la norma API debe ser menor a 10%. Por otro lado, el valor mínimo es de 6.95% el cual es un valor aceptable ya que como lo menciona Hidalgo et al. (2016) valores menores a 6% y mayores a 15% no son convenientes por razones económicas ya que se necesita mayor consumo de energía para el secado y rehidratación. En la concesión San Jorge de Chuchun interactuaron intemperismo mecánico y químico, debido a las variaciones de humedad y temperatura. Respecto al intemperismo químico predominó la oxidación, lo cual se puede evidenciar por los colores rojizos y amarillentos. Respecto a esto se puede afirmar que se trata de una alteración argílica intermedia.

Para determinar el potencial de bentonita en la concesión San Jorge de Chuchun en términos de tonelaje, el levantamiento topográfico se plasmó en un plano topográfico en donde se puede visualizar que el relieve no es muy abrupto, ya que la cota mínima es de 2910 m.s.n.m. y la máxima es de 3200 m.s.n.m. Asimismo, se ubicó el lugar para la extracción de las 10 muestras obtenidas dentro de las 9 hectáreas en la concesión, utilizándose un muestreo aleatorio en base a criterios del dueño de la concesión y del geólogo que nos acompañó en la visita de campo. La recolección de datos para el levantamiento topográfico fue obtenida a partir de una topografía

mediante dron. Respecto a esto, Soto y Chávez (2016) coinciden que para determinar los recursos mineros de un depósito mineral es necesario contar con curvas de nivel los cuales ayudan a calcular el área y volumen mediante algún software. Sin embargo, estos autores no realizan un levantamiento topográfico propio mediante un dron, sino utilizaron curvas de nivel tomadas de un ráster para posteriormente analizarlo en el ArcGIS. Por otro lado, Chiquilín & Intor (2018) se contraponen a esto, dichos autores afirman que para determinar el potencial de algún mineral en, términos de recursos mineros, solo es necesario utilizar el método de Inverso al cuadrado a la distancia, previamente es necesario contar con el total de extensión, potencias y peso específico. De esta manera, se calcula la ley de block, finalmente se realiza el cálculo de tonelaje multiplicando la ley del block y el volumen. Como se puede evidenciar a partir de los autores citados, existen más de una manera para determinar las reservas de un mineral, sin embargo, se optó por realizar el levantamiento topográfico con el fin de obtener un trabajo con datos más exactos y no solo aproximados.

Respecto al modelo geológico se pudo evidenciar 3 capas principales las cuales representan Arenisca, Marga y Bentonita (Figura 50, 51 y 52); el estudio de recursos mineros solo se aplicó a la capa de bentonita. Como se puede evidenciar la estimación de recursos mineros de bentonita en el área tomada como muestra en la concesión San Jorge de Chuchun asciende a 13,366.4 TM (Tabla 11). De acuerdo a estos resultados, Hernández y Rosadio (2016) en su investigación afirman que los recursos mineros potenciales de bentonita en el yacimiento “Mi vecino” es de 145,080 TM, en “Pituso Uno–Cinco” 450,000 TM, en “Chapica 2-14” es de 340,000 TM, en “Pituso N° 4” es de 520,000 TM y en “Quebrada Gorda” es de 1,179,000 TM. Estos

yacimientos son los más importantes en Amotape región Grau. Por otro lado, en base al resumen ejecutivo de La Sociedad Minera de Responsabilidad Limitada Cerro Mocho SRL en Piura, sus reservas ascienden a un total de 14,5800 TM. De acuerdo a la información antes mencionada, se puede afirmar que los recursos mineros de bentonita en la concesión San Jorge de Chuchun es muy inferior, sin embargo, es necesario recalcar que el estudio se ha realizado únicamente dentro de 9 hectáreas de la concesión, no se descarta que en los alrededores se extienda los recursos mineros de bentonita. Asimismo, de acuerdo a los autores anteriormente citados y basados en información del INGEMMET, la ocurrencia de bentonita por regiones en el Perú es de 2% en Tumbes, 2% en Cajamarca, 20% en Junín, 34% en Ica y 42% en Piura. En base a esta información, es posible entender porque el tonelaje de bentonita solo dentro de la concesión San Jorge de Chuchun es inferior a los demás yacimientos mencionados. Sin embargo, aunque la cantidad no es la óptima, la calidad si lo es, como ya se ha visto anteriormente.

Respecto a la evaluación del mercado para una posible comercialización, se determinó que la demanda de bentonita en nuestro país es muy alta. La producción para el año 2014 fue de 37,374.97 T.M. Respecto a la información antes mencionada, Luna (2019) catedrático de la PUCP y de acuerdo al Ministerio de Energía y Minas, afirma que la producción de bentonita para el año 2018 y 2019 fue de 2,383 y 46,887 TM respectivamente. Como se puede evidenciar las cifras son muy atractivas para pensar en la comercialización de este material. Por otro lado, existen diversas empresas las cuales pueden estar interesadas en este tipo de mineral no metálico. El tipo de bentonita encontrada en la concesión San Jorge de Chuchun es de tipo Wyoming (Bentonita Sódica). De acuerdo a esto, la aplicación de este material está

relacionado al rubro minero y otros. De esta manera, empresas como Compañía Minera Agregados Calcáreos S.A. (COMACSA), Minera Doña Herminia S.A., Shougang Hierro Perú S.A.A., Inkabor S.A.C. y System Gel serian algunas de las muchas interesadas en este material debido a su calidad. En tal sentido, Hernández y Rosadio (2016) quienes realizaron un estudio de pre factibilidad para instalar una planta de procesamiento de bentonita, estudiaron el mercado y llegaron a la conclusión que los mayores consumidores de bentonita sódica serían las grandes mineras quienes realizan pozos de perforación como parte de su proceso de producción, asimismo, coinciden que empresas como COMACSA, Minera Doña Herminia S.A., Shougang Hierro Perú S.A.A. e Inkabor S.A.C. serían los compradores potenciales si se piensa en comercializar bentonita sódica.

Se valida en su totalidad la hipótesis general planteada, ya que el análisis mineralógico permitió determinar el potencial de bentonita en la concesión San Jorge de Chuchun en términos de tonelaje. En base a esto, la hipótesis planteada inicialmente es válida. Asimismo, se valida las hipótesis específicas ya que se obtuvo las muestras en la Concesión San Jorge de Chuchun mediante las cuales se determinó el contenido mineralógico y se describió el tipo de alteraciones. El potencial de bentonita se estableció con el levantamiento topográfico de 9 hectáreas. El potencial de bentonita en la concesión San Jorge de Chuchun se realizó mediante el modelamiento geológico. Para su posible comercialización se evaluó el mercado de la bentonita a nivel local y nacional dirigiendo el producto a empresas dedicadas a perforación diamantina.

Por otro lado, respecto a las limitaciones se tiene que mencionar que la principal fue la pandemia, ya que la entrada a muchas regiones estaba cerrada debido a la

cuarentena, por otro lado, la poca existencia de estudios referidos a la bentonita representó otro de los obstáculos, ya que al no contar con información basta hizo que se tenga que improvisar en algunas partes del proceso de investigación.

4.2 Conclusiones

Se identificó el tipo de alteración existente en la concesión San Jorge de Chuchun, concluyéndose que predomina una alteración argílica intermedia; asimismo se describió el contenido mineralógico de las muestras obtenidas y se determinó la presencia de marga, arenisca, arenisca ferruginosa, pirolusita, limonita, goethita, jarosita, y manganeso. De la misma manera, los elementos presentes en porcentaje en peso indican que el tipo de bentonita existente es la sódica o de tipo Wyoming. Asimismo, el contenido de humedad está dentro del rango permisible mayor a 6% y menor al 10%.

Se realizó el levantamiento topográfico de la zona en estudio, la cual consistió en 9 hectáreas, con el apoyo de un dron. Se concluye que el relieve topográfico no es muy accidentado, ya que la cota mínima es de 2910 m.s.n.m. y la máxima es de 3200 m.s.n.m.

Se realizó el modelamiento geológico de la zona con potencial de bentonita en la concesión San Jorge de Chuchun realizando 3 secciones A, B y C las cuales van en sentido Norte - Sur y se concluye que hay 3 capas principales: arenisca, marga y bentonita. Asimismo, se concluye que esta área es de 8,010.1 m² y que el volumen es de 16,708 m³, estimándose recursos mineros que ascienden a 13,366.4 TM.

Se evaluó el mercado de la bentonita a nivel local y nacional para su posible comercialización. Al tratarse de una bentonita sódica se concluye que las

aplicaciones inmediatas de este material consisten en la utilización de arenas de moldeo, lodos de perforación, etc. Asimismo, según Luna (2019) quien brinda una ponencia del Ministerio de Energía y Minas, en el año 2019, indica que la producción de bentonita fue de 46,887 TM. Con estos antecedentes, se concluye que los clientes potenciales interesados en este material son Compañía Minera Agregados Calcáreos S.A. (COMACSA), Minera Doña Herminia S.A., Shougang Hierro Perú S.A.A., Inkabor S.A.C. y System Gel.

REFERENCIAS

- Arriola, M., y Rojas, P.** (2017). *Síntesis y caracterización de nanoarcillas a partir de montmorillonita utilizando sales de amonio*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3791>
- Carrizo, J., Molina, R., y Moreno, S.** (2007). Caracterización estructural y textural de una bentonita colombiana. *Revista Colombiana de Química*, 36(2), 213-225. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcolquim/article/view/879>
- Chuquilín, E. M. e Intor, M.** (2018). *Análisis económico para el inicio de producción de óxido de calcio en la concesión Juan de Dios I, Cajamarca, 2018*. (Tesis de grado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14182>
- Córdova Fernández, I., García Chávez E., Garzon Perez, J. & Sanchez Gastromonte, C.** (2013). Bentonita [en línea]. Recuperado de <https://es.slideshare.net/rtamara2/bentonita-exposicionfinal>
- Fernández, A., Pelayo, M., Villar, M., y Rivas, P.** (2000). Estudio del yacimiento de bentonita de el cortijo de Archidona (Almería). Recuperado de <http://documenta.ciemat.es/handle/123456789/1077>

Hernández, J., y Rosadio, P. (2016). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta procesadora de bentonita para perforaciones industriales.* (Tesis de pregrado). Universidad de Lima, Perú.

<https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/5274>

Hidalgo, N., Senese, A., Cano, E. & Sarquís, P. (2016). Caracterización y evaluación de la calidad de bentonitas provenientes de las provincias de San Juan y Río Negro (Argentina) para uso en industria petrolera y cerámica: *Boletín Geológico y Minero*, 127 (4), 791-806.

DOI: 10.21701/bolgeomin.127.4.003

Ovalle, Y., y Gómez, C. (1977). Estudio y adaptación de los métodos de análisis químicos de materiales arcillosos. *Revista Colombiana de Química*, 7(1), 9-26. Recuperado de

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcolquim/article/view/16143>

Panozo, Y. (2015). *Estudio geológico y caracterización del depósito de bentonita y sus aplicaciones potenciales, en la localidad Putuni Condoroca, Provincia Pacajes del Departamento de La Paz.* Universidad mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/20556>

Pelayo, M. (2014). *Estudio del yacimiento de bentonita de morrón de mateo (Cabo de Gata, Almería) como análogo natural del comportamiento de la barrera de arcilla de un almacenamiento de residuos radiactivos.* (Tesis doctoral). Universidad Complutense De Madrid, Madrid, España. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=99134>

Pozo, E., Martín, J.A., y Pozo, M. (2011). Caracterización de bentonitas, arcillas fibrosas y arcillas caoliníferas para su empleo en peloterapia. *Boletín Geológico y Minero*, 122(3), 401-412. Recuperado de http://www.igme.es/boletin/2011/122_3/10-Articulo%208.pdf

Ruiz, H., y Becerra, F. (2016). *Evaluación fisicoquímica del método de calcinación como alternativa ambiental de reducción del volumen de lodos de aguas residuales de una industria de curtido de San Benito*. (Tesis de pregrado). Universidad De La Salle, Bogotá, Colombia. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/15/

Secretaría de Economía. (2012). Perfil de mercado de la bentonita [en línea]. Recuperado de https://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/minero/mineria_estadisticas_300513/estadisticas_perfiles_bentonita_0513.pdf

Soto, M. A. y Chávez, M. A. (2017). *Estudio de factibilidad técnica económica de explotación de mármol, para optimizar la rentabilidad económica en la concesión minera cantera San Rita 2010, Cajamarca 2016*. (Tesis de grado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10693>

Vega, J.L., Verdeja, L., Sancho, J., y García, J. (1993). Caracterización y propiedades de las bentonitas de Amotape (Región Grau-Perú). *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 32(6), 377-383. Recuperado de <https://digital.csic.es/bitstream/10261/67119/1/bsecv-21-02-2013.pdf>

ANEXOS

ANEXO N° 1. Análisis Físicoquímico de una muestra de bentonita



Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
PROYECTOS – ASesorÍA y CONSULTORÍA
RPM: *696826 CELULAR: 976026950 TELÉFONO: 364793

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE BENTONITA

(Método por Calcinción)

SOLICITA : JEAN PAUL MANUEL AMBROCIO BLAS
ESPERANZA KEMBERLYN VALDIVIEZO NAVEDA
TESIS : “ANÁLISIS MINERALÓGICO PARA DETERMINAR EL POTENCIAL DE BENTONITA DE LA CONCESIÓN SAN JORGE CHUCHUN, DISTRITO DE NAMORA, PROVINCIA DE CAJAMARCA”
MUESTRA : Muestra de Bentonita (Mx)
FECHA : 12/02/2021

COMPOSICIÓN QUÍMICA

MUESTRA DE BENTONITA (Mx)	RESULTADOS EN % EN PESO									
	Humedad (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	PPC (Pérdida por calcinción)	TOTAL
M-1	7.30	55.70	18.80	4.06	1.50	1.78	3.20	1.24	12.20	98.48
M-2	7.80	54.90	17.90	4.40	2.80	1.80	2.36	1.30	12.80	98.26
M-3	6.95	55.10	17.40	3.99	2.00	1.83	3.00	1.40	13.61	98.33
M-4	7.10	55.50	18.74	4.18	2.60	1.69	2.10	1.32	12.10	98.23
M-5	7.20	56.30	17.60	3.80	1.80	1.72	2.70	1.50	12.60	98.02
M-6	7.00	54.80	18.10	4.10	2.40	1.86	3.10	1.61	12.40	98.37
M-7	7.50	56.00	17.10	3.92	1.52	1.77	2.74	1.76	13.40	98.21
M-8	7.65	55.40	18.95	3.90	3.20	1.70	2.68	1.40	12.90	98.13
M-9	7.20	56.00	18.80	3.92	1.52	1.80	2.10	1.32	13.40	98.21
M-10	7.65	55.40	18.95	3.99	1.50	1.70	3.00	1.40	12.90	98.33

NOTA : La muestra fue alcanzada a este laboratorio por el interesado, al que luego se procedió a hacer el análisis respectivo.


Ing. MSc. Hugo Mosquito Estrover
JEFE DE LABORATORIO
C.I.P. 27664

ANEXO N° 2. Análisis del contenido de humedad

SETMING S.R.L.		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS, ENSAYOS FÍSICOS, QUÍMICO, MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCIÓN: 018207 - 2016/DSD	
Título: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4643 / D 2216		Código de control Nro. EMS-NJV8-77-2021	
Nro de revisión: 1	Fecha de revisión de formato: 28/01/21		Página 1 de 1
Proyecto:	"Análisis mineralógico para determinar el potencial de bentonita de la concesión San Jorge de Chuchun, distrito de Namora, provincia de Cajamarca"		Fecha muestreo: 04/01/2021
Descripción:	M - 01		Capa:
Muestreado por:	EL SOLICITANTE		Curva No.
Solicitado por:	ESPERANZA KEMBERLYN VALDIVIEZO NAVEDA y JEAN PAUL MANUEL AMBROCIO BLAS		
Condiciones de Secado: 60°C / 110°C <input checked="" type="checkbox"/>		Método: Horno (O) <input checked="" type="checkbox"/> Microonda (M)	
M - 01			
Muestra No.			
Ubicación	E =	N =	Z =
Profundidad			
Muestra o ensayo	1	2	3
RECIPIENTE No	S - 17		
Pr + Ph	A	431.0	
Pr + Ps	B	410.5	
Pr	C	37.8	
P. AGUA	D = A - B	20.5	
Ps	E = B - C	372.7	
% DE HUMEDAD (D/E) * 100	5.5	Promedio = 5.5	
OBSERVACIONES: CONTENIDO DE HUMEDAD DE TODA LA MUESTRA Las muestras fueron ingresadas por el solicitante.			
M - 01			
Muestra No.			
Ubicación	E =	N =	Z =
Profundidad			
Muestra o ensayo	5	6	7
RECIPIENTE No			
Pr + Ph	A		
Pr + Ps	B		
Pr	C		
P. AGUA	D = A - B		
Ps	E = B - C		
% DE HUMEDAD (D/E) * 100			
OBSERVACIONES			
PR= PESO DEL RECIPIENTE PH= PESO HUMEDO PS= PESO SECO			
EJECUTÓ		APROBÓ	
		 Rafael Napoleón Ocas Boñón Gerente General	
		<input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA	

 SETMING S.R.L. <small>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FÍSICOS, QUÍMICO, MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCIÓN: 018207 - 2015/DSD</small>		
Título: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4643 / D 2216		Código de control Nro. EMS-NJVB-78-2021
Nro de revisión: 1	Fecha de revisión de formato: 28/01/21	Página 1 de 1
Proyecto: "Análisis mineralógico para determinar el potencial de bentonita de la concesión San Jorge de Chuchun, distrito de Namora, provincia de Cajamarca"		
Descripción: M - 02		Fecha muestreo: 04/01/2021
Muestreado por: EL SOLICITANTE		Capa:
Solicitado por: ESPERANZA KEMBERLYN VALDIVIEZO NAVEDA y JEAN PAUL MANUEL AMBROCIO BLAS		Curva No.:
Condiciones de Secado: 60°C / 110°C <input checked="" type="checkbox"/>		
Método: Homo (O) <input checked="" type="checkbox"/>		
Microonda (M)		
Muestra No. M - 02		
Ubicación E = - N = Z =		
Profundidad		
Muestra o ensayo 1 2 3 4		
RECIPIENTE No D - 06		
Pr + Ph A 402.9		
Pr + Ps B 349.8		
Pr C 38.7		
P. AGUA D = A - B 53.2		
Ps E = B - C 311.1		
% DE HUMEDAD (DE) * 100 17.1 Promedio = 17.1		
OBSERVACIONES: CONTENIDO DE HUMEDAD DE TODA LA MUESTRA. Las muestras fueron ingresadas por el solicitante.		
Muestra No. M - 02		
Ubicación E = - N = Z =		
Profundidad		
Muestra o ensayo 5 6 7 8		
RECIPIENTE No		
Pr + Ph A		
Pr + Ps B		
Pr C		
P. AGUA D = A - B		
Ps E = B - C		
% DE HUMEDAD (DE) * 100		
OBSERVACIONES		
PR= PESO DEL RECIPIENTE PH= PESO HUMEDO PS= PESO SECO		
EJECUTÓ		APROBÓ
		 Rafael Napoleón Ocas Boñán Gerente General
		<input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA

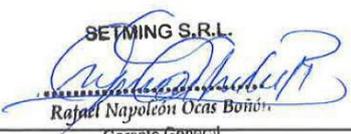
SETMING S.R.L			
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FÍSICOS, QUÍMICO, MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCIÓN: 018207 - 2016/DSD			
Título: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4643 / D 2216		Código de control Nro. EMS-NJVB-77-2021	
Nro de revisión: 1	Fecha de revisión de formato: 28/01/21	Página 1 de 1	
Proyecto: "Análisis mineralógico para determinar el potencial de bentonita de la concesión San Jorge de Chuchun, distrito de Namora, provincia de Cajamarca"		Fecha muestreo: 04/01/2021	Capa:
Descripción: M - 03		Curva No.	
Muestreado por: EL SOLICITANTE			
Solicitado por: ESPERANZA KEMBERLYN VALDIVIEZO NAVEDA y JEAN PAUL MANUEL AMBROCIO BLAS			
Condiciones de Secado: 60°C / 110°C <input checked="" type="checkbox"/>		Método: Horno (O) <input checked="" type="checkbox"/>	Microonda (M)
Muestra No. M - 03			
Ubicación	E =	N =	Z =
Profundidad			
Muestra o ensayo	1	2	3
RECIPIENTE No	A - 58		
Pr + Ph	A	104.7	
Pr + Ps	B	95.1	
Pr	C	43.8	
P. AGUA	D = A - B	9.6	
Ps	E = B - C	51.3	
% DE HUMEDAD (DE) * 100		18.7	Promedio = 18.7
OBSERVACIONES: CONTENIDO DE HUMEDAD DE TODA LA MUESTRA Las muestras fueron ingresadas por el solicitante.			
Muestra No. M - 03			
Ubicación	E =	N =	Z =
Profundidad			
Muestra o ensayo	5	6	7
RECIPIENTE No			
Pr + Ph	A		
Pr + Ps	B		
Pr	C		
P. AGUA	D = A - B		
Ps	E = B - C		
% DE HUMEDAD (DE) * 100			
OBSERVACIONES			
PR= PESO DEL RECIPIENTE PH= PESO HUMEDO PS= PESO SECO			
EJECUTÓ	APROBÓ		RESULTADO
	 Rafael Napoleón Ocas Boza Gerente General		<input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA

 SETMING S.R.L <small>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FÍSICOS, QUÍMICO, MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCIÓN: 018207 - 2016/DSD</small>			
Título: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4643 / D 2216		Código de control Nro. EMS-NJVB-77-2021	
Nro de revisión: 1	Fecha de revisión de formato: 28/01/21	Página 1 de 1	
Proyecto: "Análisis mineralógico para determinar el potencial de bentonita de la concesión San Jorge de Chuchun, distrito de Namora, provincia de Cajamarca"			
Descripción: CALICATA Nº 01		Fecha muestreo: 04/01/2021	
Muestreado por: M - 04		Capa:	
Solicitado por: ESPERANZA KEMBERLYN VALDIVIEZO NAVEDA y JEAN PAUL MANUEL AMBROCIO BLAS		Curva No.	
Condiciones de Secado: 60°C / 110°C <input checked="" type="checkbox"/>			
Método: Horno (O) <input checked="" type="checkbox"/> Microonda (M)			
M - 04			
Muestra No.	E =	N =	Z =
Ubicación			
Profundidad			
Muestra o ensayo	1	2	3
RECIPIENTE No	X - 91		
Pr + Ph	A 650.1		
Pr + Ps	B 517.2		
Pr	C 91.5		
P. AGUA	D = A - B 132.9		
Ps	E = B - C 425.7		
% DE HUMEDAD (D/E) * 100	31.2		Promedio = 31.2
OBSERVACIONES: CONTENIDO DE HUMEDAD DE TODA LA MUESTRA Las muestras fueron ingresadas por el solicitante.			
M - 04			
Muestra No.	E =	N =	Z =
Ubicación			
Profundidad			
Muestra o ensayo	5	6	7
RECIPIENTE No			
Pr + Ph	A		
Pr + Ps	B		
Pr	C		
P. AGUA	D = A - B		
Ps	E = B - C		
% DE HUMEDAD (D/E) * 100			
OBSERVACIONES			
PR= PESO DEL RECIPIENTE PH= PESO HUMEDO PS= PESO SECO			
EJECUTÓ		APROBÓ	
		 Rafael Napoleón Ocas Bonon Gerente General	
		<input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA	

SETMING S.R.L.		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FÍSICOS, QUÍMICO, MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCIÓN: 018207 - 2016/DSD	
Título: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4843 / D 2216		Código de control Nro EMS-NJV8-77-2021	
Nro de revisión:	1	Fecha de revisión de formato:	28/01/21
Página		1 de 1	
Proyecto: "Análisis mineralógico para determinar el potencial de bentonita de la concesión San Jorge de Chuchun, distrito de Namora, provincia de Cajamarca"		Fecha muestreo: 04/01/2021	Capa:
Descripción:	M - 05	Curva No.	
Muestreado por:	EL SOLICITANTE		
Solicitado por:	ESPERANZA KEMBERLYN VALDIVIEZO NAVEDA y JEAN PAUL MANUEL AMBROCIO BLAS		
Condiciones de Secado: 60°C / 110°C <input checked="" type="checkbox"/>		Método: Homo (O) <input checked="" type="checkbox"/>	Microonda (M)
Muestra No.	M - 05		
Ubicación	E =	N =	Z =
Profundidad			
Muestra o ensayo	1	2	3
RECIPIENTE No	G - 34		
Pr + Ph	A	142.0	
Pr + Ps	B	103.2	
Pr	C	27.8	
P. AGUA	D = A - B	38.8	
Ps	E = B - C	75.4	
% DE HUMEDAD (D/E) * 100	51.4		Promedio = 51.4
OBSERVACIONES: CONTENIDO DE HUMEDAD DE TODA LA MUESTRA. Las muestras fueron ingresadas por el solicitante.			
Muestra No.	M - 05		
Ubicación	E =	N =	Z =
Profundidad			
Muestra o ensayo	5	6	7
RECIPIENTE No			
Pr + Ph	A		
Pr + Ps	B		
Pr	C		
P. AGUA	D = A - B		
Ps	E = B - C		
% DE HUMEDAD (D/E) * 100			
OBSERVACIONES			
PR= PESO DEL RECIPIENTE PH= PESO HUMEDO PS= PESO SECO			
EJECUTÓ	APROBÓ		RESULTADO
	 SETMING S.R.L. Rafael Napoleón Ocas Bonón		<input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA

SETMING S.R.L.			
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FÍSICOS, QUÍMICO, MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCIÓN: 018207 - 2016/DSD			
Título: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4643 / D 2216		Código de control Nro. EMS-NJV8-77-2021	
Nro de revisión: 1	Fecha de revisión de formato: 28/01/21	Página 1 de 1	
Proyecto: "Análisis mineralógico para determinar el potencial de bentonita de la concesión San Jorge de Chuchun, distrito de Namora, provincia de Cajamarca"		Fecha muestreo: 04/01/2021	Cepa: _____
Descripción: M - 06		Curva No. _____	
Muestreado por: EL SOLICITANTE		_____	
Solicitado por: ESPERANZA KEMBERLYN VALDIVIEZO NAVEDA y JEAN PAUL MANUEL AMBROCIO BLAS			
Condiciones de Secado: 60°C / 110°C <input checked="" type="checkbox"/>		Método: Horno (O) <input checked="" type="checkbox"/>	Microonda (M) _____
Muestra No. M - 06			
Ubicación	E = -	N = -	Z = -
Profundidad			
Muestra o ensayo	1	2	3
RECIPIENTE No	A - 55		
Pr + Ph	A 121.0		
Pr + Ps	B 104.4		
Pr	C 48.0		
P. AGUA	D = A - B 16.6		
Ps	E = B - C 56.4		
% DE HUMEDAD (D/E) * 100	29.5		Promedio = 29.5
OBSERVACIONES: CONTENIDO DE HUMEDAD DE TODA LA MUESTRA Las muestras fueron ingresadas por el solicitante.			
Muestra No. M - 06			
Ubicación	E = -	N = -	Z = -
Profundidad			
Muestra o ensayo	5	6	7
RECIPIENTE No			
Pr + Ph	A		
Pr + Ps	B		
Pr	C		
P. AGUA	D = A - B		
Ps	E = B - C		
% DE HUMEDAD (D/E) * 100			
OBSERVACIONES			
PR= PESO DEL RECIPIENTE PH= PESO HUMEDO PS= PESO SECO			
EJECUTÓ		APROBÓ	
		 SETMING S.R.L. Rafael Napoleón Ocas Bojón Gerente General	
		<input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA	

SETMING S.R.L			
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FÍSICOS, QUÍMICO, MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCIÓN: 018207 - 2016/DSD			
Título: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4843 / D 2216		Código de control Nro. EMS-NJV8-77-2021	
Nro de revisión: 1	Fecha de revisión de formato: 28/01/21	Página 1 de 1	
Proyecto: "Análisis mineralógico para determinar el potencial de bentonita de la concesión San Jorge de Chuchun, distrito de Namora, provincia de Cajamarca"		Fecha muestreo: 04/01/2021	Capa:
Descripción: M - 07		Curva No.	
Muestreado por: EL SOLICITANTE			
Solicitado por: ESPERANZA KEMBERLYN VALDIVIEZO NAVEDA y JEAN PAUL MANUEL AMBROCIO BLAS			
Condiciones de Secado: 80°C / 110°C <input checked="" type="checkbox"/>		Método: Horno (O) <input checked="" type="checkbox"/>	Microonda (M)
Muestra No.	M - 07		
Ubicación	E = -	N = -	Z = -
Profundidad			
Muestra o ensayo	1	2	3 4
RECIPIENTE No	A - 82		
Pr + Ph A	121.8		
Pr + Ps B	115.4		
Pr C	49.8		
P. AGUA D = A - B	6.4		
Ps E = B - C	65.6		
% DE HUMEDAD (DE) * 100	9.7		Promedio = 9.7
OBSERVACIONES: CONTENIDO DE HUMEDAD DE TODA LA MUESTRA Las muestras fueron ingresadas por el solicitante			
Muestra No.	M - 07		
Ubicación	E = -	N = -	Z = -
Profundidad			
Muestra o ensayo	5	6	7 8
RECIPIENTE No			
Pr + Ph A			
Pr + Ps B			
Pr C			
P. AGUA D = A - B			
Ps E = B - C			
% DE HUMEDAD (DE) * 100			
OBSERVACIONES			
PR= PESO DEL RECIPIENTE PH= PESO HUMEDO PS= PESO SECO			
EJECUTÓ	APROBÓ		RESULTADO
	 SETMING S.R.L. Rafael Napelón Ocas Blas Gerente General		<input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA

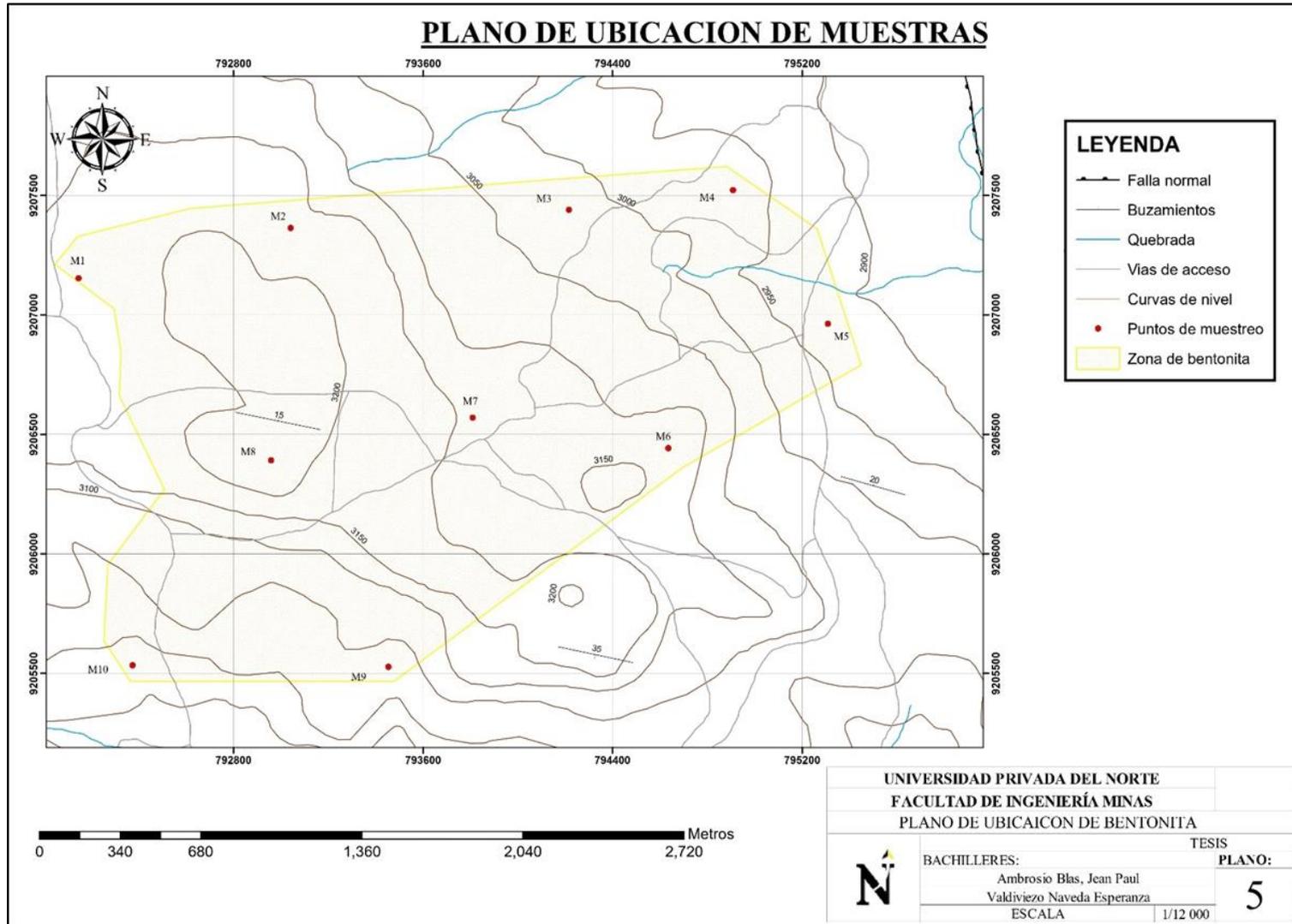
 SETMING S.R.L. <small>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FÍSICOS, QUÍMICO, MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCIÓN: 018207 - 2016/DSD</small>			
Título: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4843 / D 2216		Código de control Nro. EMS-NJVB-77-2021	
Nro de revisión: 1	Fecha de revisión de formato: 28/01/21	Página 1 de 1	
Proyecto: "Análisis mineralógico para determinar el potencial de bentonita de la concesión San Jorge de Chuchun, distrito de Namora, provincia de Cajamarca"			
Fecha muestreo: 04/01/2021			
Capa:			
Descripción: M - 08			
Curva No.:			
Muestreado por: EL SOLICITANTE			
Solicitado por: ESPERANZA KEMBERLYN VALDIVIEZO NAVEDA y JEAN PAUL MANUEL AMBROCIO BLAS			
Condiciones de Secado: 60°C / 110°C <input checked="" type="checkbox"/>			
Método: Horno (O) <input checked="" type="checkbox"/>			
Microonda (M)			
Muestra No. M - 08			
Ubicación E = - N = Z =			
Profundidad			
Muestra o ensayo 1 2 3 4			
RECIPIENTE No A - 56			
Pr + Ph A 123.6			
Pr + Ps B 107.6			
Pr C 47.6			
P. AGUA D = A - B 16.0			
Ps E = B - C 60.0			
% DE HUMEDAD (D/E) * 100 26.7 Promedio = 26.7			
OBSERVACIONES: CONTENIDO DE HUMEDAD DE TODA LA MUESTRA. Las muestras fueron ingresadas por el solicitante.			
<hr/>			
Muestra No. M - 08			
Ubicación E = - N = Z =			
Profundidad			
Muestra o ensayo 5 6 7 8			
RECIPIENTE No			
Pr + Ph A			
Pr + Ps B			
Pr C			
P. AGUA D = A - B			
Ps E = B - C			
% DE HUMEDAD (D/E) * 100			
OBSERVACIONES			
PR= PESO DEL RECIPIENTE PH= PESO HUMEDO PS= PESO SECO			
EJECUTÓ		APROBÓ	RESULTADO
		 SETMING S.R.L. Rafael Napoleón Ocas Bonón Gerente General	<input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA

SETMING S.R.L.		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FÍSICOS, QUÍMICO, MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCIÓN: 018207 - 2016/DSD	
Título: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4843 / D 2216		Código de control Nro. EMS-NJV8-77-2021	
Nro de revisión:	1	Fecha de revisión de formato:	28/01/21
Página		1	de 1
Proyecto: "Análisis mineralógico para determinar el potencial de bentonita de la concesión San Jorge de Chuchun, distrito de Namora, provincia de Cajamarca"		Fecha muestreo: 04/01/2021	Capa:
Descripción:	M - 09	Curva No.	
Muestreado por:	EL SOLICITANTE		
Solicitado por:	ESPERANZA KEMBERLYN VALDIVIEZO NAVEDA y JEAN PAUL MANUEL AMBROCIO BLAS		
Condiciones de Secado: 60°C / 110°C <input checked="" type="checkbox"/>		Método: Horno (O) <input checked="" type="checkbox"/>	Microonda (M)
Muestra No.	M - 09		
Ubicación	E =	N =	Z =
Profundidad			
Muestra o ensayo	1	2	3
RECIPIENTE No	B - 36		
Pr + Ph	A	160.9	
Pr + Ps	B	144.0	
Pr	C	27.9	
P. AGUA	D = A - B	16.9	
Ps	E = B - C	116.2	
% DE HUMEDAD (DE) * 100		14.5	Promedio = 14.5
OBSERVACIONES: CONTENIDO DE HUMEDAD DE TODA LA MUESTRA. Las muestras fueron ingresadas por el solicitante.			
Muestra No.	M - 09		
Ubicación	E =	N =	Z =
Profundidad			
Muestra o ensayo	5	6	7
RECIPIENTE No			
Pr + Ph	A		
Pr + Ps	B		
Pr	C		
P. AGUA	D = A - B		
Ps	E = B - C		
% DE HUMEDAD (DE) * 100			
OBSERVACIONES			
PR= PESO DEL RECIPIENTE PH= PESO HUMEDO PS= PESO SECO			
EJECUTÓ	APROBÓ		RESULTADO
	 SETMING S.R.L. Rafael Napoleón Ocas Boñón Gerente General		<input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA

SETMING S.R.L.		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FÍSICOS, QUÍMICO, MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCIÓN: 018207 - 2015/DSD	
Título: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4643 / D 2216		Código de control Nro. EMS-NJVB-77-2021	
Nro de revisión:	1	Fecha de revisión de formato:	28/01/21
Página		1 de 1	
Proyecto: "Análisis mineralógico para determinar el potencial de bentonita de la concesión San Jorge de Chuchun, distrito de Namora, provincia de Cajamarca"		Fecha muestreo:	04/01/2021
Descripción: M - 10		Capa:	
Muestreado por: EL SOLICITANTE		Curva No.	
Solicitado por: ESPERANZA KEMBERLYN VALDIVIEZO NAVEDA y JEAN PAUL MANUEL AMBROCIO BLAS			
Condiciones de Secado: 60°C / 110°C <input checked="" type="checkbox"/>		Método: Horno (O) <input checked="" type="checkbox"/> Microonda (M)	
Muestra No. M - 10			
Ubicación	E =	N =	Z =
Profundidad			
Muestra o ensayo	1	2	3
RECIPIENTE No	F - 26		
Pr + Ph	A	125.4	
Pr + Ps	B	97.2	
Pr	C	21.1	
P AGUA	D = A - B	29.2	
Ps	E = B - C	76.2	
% DE HUMEDAD (D/E) * 100		37.0	Promedio = 37.0
OBSERVACIONES: CONTENIDO DE HUMEDAD DE TODA LA MUESTRA. Las muestras fueron ingresadas por el solicitante.			
Muestra No. M - 10			
Ubicación	E =	N =	Z =
Profundidad			
Muestra o ensayo	5	6	7
RECIPIENTE No			
Pr + Ph	A		
Pr + Ps	B		
Pr	C		
P AGUA	D = A - B		
Ps	E = B - C		
% DE HUMEDAD (D/E) * 100			
OBSERVACIONES			
PR= PESO DEL RECIPIENTE PH= PESO HUMEDO PS= PESO SECO			
EJECUTÓ	APROBÓ		RESULTADO
	 SETMING S.R.L. Rafael Napoleón Ocas Boñón Gerente General		<input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA

 SETMING S.R.L. <small>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FÍSICOS, QUÍMICO, MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCIÓN: 018207 - 2015/DSD</small>																																																										
Título: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4643 / D 2216		Código de control Nro. EMS-NJVB-77-2021																																																								
Nro de revisión: 1	Fecha de revisión de formato: 28/01/21	Página 1 de 1																																																								
Proyecto: "Análisis mineralógico para determinar el potencial de bentonita de la concesión San Jorge de Chuchun, distrito de Namora, provincia de Cajamarca"																																																										
Descripción: M - SD		Fecha muestreo: 04/01/2021																																																								
Muestreado por: EL SOLICITANTE		Capa:																																																								
Solicitado por: ESPERANZA KEMBERLYN VALDIVIEZO NAVEDA y JEAN PAUL MANUEL AMBROCIO BLAS		Curva No.																																																								
Condiciones de Secado: 60°C / 110°C <input checked="" type="checkbox"/>																																																										
Método: Horno (O) <input checked="" type="checkbox"/>																																																										
Microonda (M)																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Muestra No.</th> <th colspan="4">M - SD</th> </tr> <tr> <th>Ubicación</th> <th>E =</th> <th>N =</th> <th>Z =</th> <th></th> </tr> <tr> <th>Profundidad</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> <tr> <th>Muestra o ensayo</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RECIPIENTE No</td> <td>T - 84</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pr + Ph</td> <td>A</td> <td>236.9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pr + Ps</td> <td>B</td> <td>235.2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pr</td> <td>C</td> <td>50.2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P. AGUA</td> <td>D = A - B</td> <td>1.7</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ps</td> <td>E = B - C</td> <td>185.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>% DE HUMEDAD (D/E) * 100</td> <td>0.9</td> <td></td> <td></td> <td>Promedio = 0.9</td> </tr> </tbody> </table>				Muestra No.	M - SD				Ubicación	E =	N =	Z =		Profundidad					Muestra o ensayo	1	2	3	4	RECIPIENTE No	T - 84				Pr + Ph	A	236.9			Pr + Ps	B	235.2			Pr	C	50.2			P. AGUA	D = A - B	1.7			Ps	E = B - C	185.0			% DE HUMEDAD (D/E) * 100	0.9			Promedio = 0.9
Muestra No.	M - SD																																																									
Ubicación	E =	N =	Z =																																																							
Profundidad																																																										
Muestra o ensayo	1	2	3	4																																																						
RECIPIENTE No	T - 84																																																									
Pr + Ph	A	236.9																																																								
Pr + Ps	B	235.2																																																								
Pr	C	50.2																																																								
P. AGUA	D = A - B	1.7																																																								
Ps	E = B - C	185.0																																																								
% DE HUMEDAD (D/E) * 100	0.9			Promedio = 0.9																																																						
OBSERVACIONES: CONTENIDO DE HUMEDAD DE TODA LA MUESTRA Las muestras fueron ingresadas por el solicitante.																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Muestra No.</th> <th colspan="4">M - SD</th> </tr> <tr> <th>Ubicación</th> <th>E =</th> <th>N =</th> <th>Z =</th> <th></th> </tr> <tr> <th>Profundidad</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> <tr> <th>Muestra o ensayo</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RECIPIENTE No</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pr + Ph</td> <td>A</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pr + Ps</td> <td>B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pr</td> <td>C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P. AGUA</td> <td>D = A - B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ps</td> <td>E = B - C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>% DE HUMEDAD (D/E) * 100</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Muestra No.	M - SD				Ubicación	E =	N =	Z =		Profundidad					Muestra o ensayo	5	6	7	8	RECIPIENTE No					Pr + Ph	A				Pr + Ps	B				Pr	C				P. AGUA	D = A - B				Ps	E = B - C				% DE HUMEDAD (D/E) * 100				
Muestra No.	M - SD																																																									
Ubicación	E =	N =	Z =																																																							
Profundidad																																																										
Muestra o ensayo	5	6	7	8																																																						
RECIPIENTE No																																																										
Pr + Ph	A																																																									
Pr + Ps	B																																																									
Pr	C																																																									
P. AGUA	D = A - B																																																									
Ps	E = B - C																																																									
% DE HUMEDAD (D/E) * 100																																																										
OBSERVACIONES																																																										
PR= PESO DEL RECIPIENTE PH= PESO HUMEDO PS= PESO SECO																																																										
EJECUTÓ		APROBÓ																																																								
		 Rafael Napoleón Ocas Bonifaz Gerente General																																																								
		<input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA																																																								

ANEXO N° 3. Plano de ubicación de muestras



ANEXO N° 4. Validación de Instrumentos por tres expertos

Informe de validación de instrumentos

1. Denominación de los instrumentos

Ficha de caracterización general de minerales a nivel macroscópico.

Ficha de análisis fisicoquímico de una muestra de bentonita.

2. Variable investigada en los instrumentos

Análisis mineralógico.

3. Nombres de los autores de los instrumentos

Esperanza Kemberlyn Valdiviezo Naveda

Jean Paul Manuel Ambrocio Blas

4. Datos del experto que validan los instrumentos

Experto (a) 1

Apellidos y nombres: **Malca López Kevin Eduardo**

Grado académico: **INGENIERO GEOLÓGO**

Plantilla de validación de instrumentos

Validación de ficha de caracterización general de minerales a nivel macroscópico y ficha de análisis fisicoquímico de una muestra de bentonita.

La presente plantilla tiene por objetivo aportar información para identificar el nivel de validación de los instrumentos, por él experto:

Gracias por su colaboración

Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
1.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
1.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.3.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.4.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
2.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
2.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
3.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
3.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
4.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
5.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
5.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.3.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
6.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
6.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.3.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
7.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
7.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.3.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Experto (a) N° : **1**

Apellidos y nombres del (a) experto (a) : **Malca López Kevin Eduardo**

Grado académico/ Universidad : **INGENIERO GEOLÓGO/ UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**

Institución donde actualmente labora : **Instituto Superior Hno. “VEG”**

Firma, Sello y DNI del (a) experto (a) :



KEVIN EDUARDO MALCA LOPEZ
Ingeniero Geólogo
Reg. CIP N° 253376

Firma y Huella del experto

Apellidos y nombres: Malca López Kevin Eduardo

DNI: 72210924

Cajamarca, 25 de mayo del 2021

Tabla de validación

Indicador	Cuestionario	De manera adecuada por completo	En su gran mayoría	De ninguna manera
Congruencia /relevancia	Los ítems de los instrumentos representan el dominio o universo de contenido de la propiedad (variable) que se desea medir	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los instrumentos responden al propósito de la investigación (planteamiento del problema)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los instrumentos responden a la variable de estudio	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Las dimensiones consideradas representan a la variable de estudio	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los indicadores definidos representan a la variable de estudio	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los ítems especificados corresponden a los indicadores planteados	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Indicador	Cuestionario	De manera adecuada por completo	En su gran mayoría	De ninguna manera
Claridad en la redacción	Los ítems están formuladas con un lenguaje apropiado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los ítems están redactados en forma precisa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los ítems están redactados en forma clara	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los ítems se presentan de forma lógica	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	La estructura que presenta el instrumento facilita la opción de respuesta	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Las indicaciones son entendibles	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sugerencias

Anotaciones, críticas o recomendaciones para mejorar el instrumento:

Resultado de la validación

Mediante el presente documento doy fe que he analizado los instrumentos y cumple adecuadamente con producir un rango de respuestas que representan los universos respectivos de cada constructo mental o conceptual a ser medido según los objetivos propuestos y el proceso de operacionalización de las variables, éste último desde la definición conceptual de las variables, su definición operacional, y finalmente la elaboración de sus indicadores.

Expido el presente documento para los fines pertinentes.



KEVIN EDUARDO MALCA LOPEZ
Ingeniero Geólogo
Reg. CIP N° 253376

Firma y Huella del experto

Apellidos y nombres: Malca López Kevin Eduardo

DNI: 72210924

Informe de validación de instrumentos

1. Denominación de los instrumentos

Ficha de caracterización general de minerales a nivel macroscópico.
Ficha de análisis fisicoquímico de una muestra de bentonita.

2. Variable investigada en los instrumentos

Análisis mineralógico.

3. Nombres de los autores de los instrumentos

Esperanza Kemberlyn Valdiviezo Naveda
Jean Paul Manuel Ambrocio Blas

4. Datos de la experta que validan los instrumentos

Experto (a) 2

Apellidos y nombres: **Quispe Arones Yuling Indira**

Grado académico: **Maestro En Ciencias/Ingeniería Geotécnica**

Plantilla de validación de instrumentos

Validación de ficha de caracterización general de minerales a nivel macroscópico y ficha de análisis fisicoquímico de una muestra de bentonita.

La presente plantilla tiene por objetivo aportar información para identificar el nivel de validación de los instrumentos, por la experta:

Gracias por su colaboración

Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
1.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
1.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.3.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.4.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
2.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
2.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
3.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
3.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
4.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
5.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
5.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.3.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
6.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
6.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.3.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
7.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
7.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.3.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

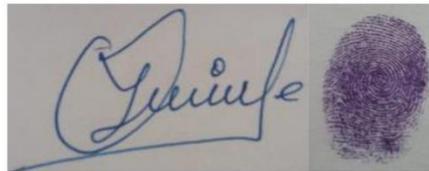
Experto (a) N° : **2**

Apellidos y nombres del (a) experto (a) : **Quispe Arones Yuling Indira**

Grado académico/ Universidad : **Maestro En Ciencias (Ingeniería Geotécnica) / UNI**

Institución donde actualmente labora : **Universidad Privada Del Norte**

Firma, Sello y DNI del (a) experto (a) :



Firma y Huella del experto

Apellidos y nombres: Quispe Arones Yuling Indira

DNI: 28296669

Cajamarca, 26 de mayo del 2021

Tabla de validación

Indicador	Cuestionario	De manera adecuada por completo	En su gran mayoría	De ninguna manera
Congruencia /relevancia	Los ítems de los instrumentos representan el dominio o universo de contenido de la propiedad (variable) que se desea medir	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los instrumentos responden al propósito de la investigación (planteamiento del problema)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los instrumentos responden a la variable de estudio	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Las dimensiones consideradas representan a la variable de estudio	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los indicadores definidos representan a la variable de estudio	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los ítems especificados corresponden a los indicadores planteados	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Indicador	Cuestionario	De manera adecuada por completo	En su gran mayoría	De ninguna manera
Claridad en la redacción	Los ítems están formuladas con un lenguaje apropiado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los ítems están redactados en forma precisa	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los ítems están redactados en forma clara	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los ítems se presentan de forma lógica	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	La estructura que presenta los instrumentos facilita la opción de respuesta	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Las indicaciones son entendibles	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sugerencias

Anotaciones, críticas o recomendaciones para mejorar el instrumento:

Resultado de la validación

Mediante el presente documento doy fe que he analizado los instrumentos y cumplen adecuadamente con producir un rango de respuestas que representan los universos respectivos de cada constructo mental o conceptual a ser medido según los objetivos propuestos y el proceso de operacionalización de las variables, éste último desde la definición conceptual de las variables, su definición operacional, y finalmente la elaboración de sus indicadores.

Expido el presente documento para los fines pertinentes.



Firma y Huella del experto

Apellidos y nombres: Quispe Arones Yuling Indira

DNI: 28296669



Informe de validación de instrumentos

1. Denominación de los instrumentos

Ficha de caracterización general de minerales a nivel macroscópico.
Ficha de análisis fisicoquímico de una muestra de bentonita.

2. Variable investigada en los instrumentos

Análisis mineralógico.

3. Nombres de los autores de los instrumentos

Esperanza Kemberlyn Valdiviezo Naveda
Jean Paul Manuel Ambrocio Blas

4. Datos del experto que validan los instrumentos

Experto (a) 3

Apellidos y nombres: Ocas Boñón Rafael Napoleón
Grado académico: Docente


RAFAEL NAPOLEÓN OCAS BOÑÓN
INGENIERO GEÓLOGO
REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 158642 

Plantilla de validación de instrumentos

Validación de ficha de caracterización general de minerales a nivel macroscópico y ficha de análisis fisicoquímico de una muestra de bentonita.

La presente plantilla tiene por objetivo aportar información para identificar el nivel de validación de los instrumentos, por él experto:

Gracias por su colaboración.

Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
1.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Ninguna
1.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
1.3.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
1.4.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
2.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Ninguna
2.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
3.1.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ninguna
3.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
4.1.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Ninguna
Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
5.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Ninguna
5.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5.3.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	



RAFAEL NAPOLEÓN OCAS BONÓN
INGENIERO GEÓLOGO
REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ Nº 15564

Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
6.1.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6.3.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ninguna

Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
7.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7.2.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7.3.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Ninguna

Experto (a) N° : **3**

Apellidos y nombres del (a) experto (a) : Ocas Boñón Rafael Napoleón

Grado académico/ Universidad : Docente

Institución donde actualmente labora : Universidad Privada Del Norte

Firma, Sello y DNI del (a) experto (a) :




RAFAEL NAPOLEÓN OCAS BOÑÓN
INGENIERO GEÓLOGO
REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 15864

Firma, huella y sello del experto

Apellidos y nombres: Ocas Boñón Rafael Napoleón

DNI: 42811302

Cajamarca, 26 de mayo del 2021

Tabla de validación

Indicador	Cuestionario	De manera adecuada por completo	En su gran mayoría	De ninguna manera
Congruencia /relevancia	Los ítems de los instrumentos representan el dominio o universo de contenido de la propiedad (variable) que se desea medir	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los instrumentos responden al propósito de la investigación (planteamiento del problema)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los instrumentos responden a la variable de estudio	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Las dimensiones consideradas representan a la variable de estudio	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los indicadores definidos representan a la variable de estudio	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los ítems especificados corresponden a los indicadores planteados	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Indicador	Cuestionario	De manera adecuada por completo	En su gran mayoría	De ninguna manera
Claridad en la redacción	Los ítems están formulados con un lenguaje apropiado	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los ítems están redactados en forma precisa	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los ítems están redactados en forma clara	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los ítems se presentan de forma lógica	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	La estructura que presenta el instrumento facilita la opción de respuesta	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Las indicaciones son entendibles	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sugerencias

Anotaciones, críticas o recomendaciones para mejorar el instrumento:

Los instrumentos son aptos y concordantes a la investigación desarrollada.



RAFAEL NAPOLEÓN OCAS BÓNON
INGENIERO GEÓLOGO
REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ Nº 16864



Resultado de la validación

Mediante el presente documento doy fe que he analizado los instrumentos y cumple adecuadamente con producir un rango de respuestas que representan los universos respectivos de cada constructo mental o conceptual a ser medido según los objetivos propuestos y el proceso de operacionalización de las variables, éste último desde la definición conceptual de las variables, su definición operacional, y finalmente la elaboración de sus indicadores.

Expido el presente documento para los fines pertinentes.



RAFAEL NAPOLEÓN OCAS BOÑÓN
INGENIERO GEÓLOGO
REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Nº 155648

Firma, huella y sello del experto

Apellidos y nombres: Ocas Boñón Rafael Napoleón

DNI: 42811302

ANEXO N° 5. Imagen del Dron, control manual y ficha técnica utilizados para el levantamiento topográfico.



Dron DJI utilizado para el levantamiento topográfico



Control manual del Dron DJI

ANEXO N° 6. Hoja técnica del dron empleado en el levantamiento topográfico

Especificaciones

Aeronave

Peso (batería y hélices incluidas)	1388 g
Tamaño diagonal (sin incluir hélices)	350 mm
Velocidad de ascenso máx.	Modo Sport: 6 m/s (19,7 pies/s); Modo GPS: 5 m/s (16,4 pies/s)
Velocidad de descenso máx.	Modo Sport: 4 m/s (13,1 pies/s); Modo GPS: 3 m/s (9,8 pies/s)
Velocidad máxima	72 km/h (45 mph) (modo S); 58 km/h (36 mph) (modo A); 50 km/h (31 mph) (modo P)
Ángulo de inclinación máximo	42° (modo Sport); 35° (modo Attitude); 25° (modo GPS)
Velocidad angular máxima	250°/s (modo Sport); 150°/s (modo Attitude)
Altitud de vuelo máx. por encima del nivel del mar	6000 m (19 685 pies)
Resistencia máx. al viento	10 m/s (32,8 pies/s)
Tiempo de vuelo máx.	30 minutos aprox.
Intervalo de temperaturas de funcionamiento	de 0 a 40 °C (de 32 a 104 °F)
Sistemas de posicionamiento por satélite	GPS/GLONASS
Precisión de vuelo estacionario	Vertical: ±0,1 m (con Posicionamiento visual); ±0,5 m (con posicionamiento por GPS) Horizontal: ±0,3 m (con posicionamiento visual); ±1,5 m (con posicionamiento por GPS)

Apéndice

Estabilizador

Estabilización	3 ejes (cabeceo, alabeo, guiñada)
Intervalo controlable	Inclinación: - 90° a + 30°
Velocidad angular máxima controlable	Inclinación: 90°/s
Precisión de control angular	±0,02°

Sistema de visión

Intervalo de velocidad	≤50 km/h (31 mph) a 2 m (6,6 pies) sobre el suelo
Intervalo de altitud	de 0 a 10 m (de 0 a 33 pies)
Intervalo de funcionamiento	de 0 a 10 m (de 0 a 33 pies)
Rango de detección de obstáculos	de 0,7 a 30 m (de 2 a 98 pies)
Campo de visión (FOV)	Frontal/Trasero: 60° (horizontal), ±27° (vertical) Inferior: 70° (de frente y hacia atrás), 50° (a izquierda y derecha)
Frecuencia de medición	Frontal/Trasero: 10 Hz Inferior: 20 Hz
Entorno de funcionamiento	Superficie con patrón claro e iluminación adecuada (lux > 15)

Sistema de detección por infrarrojos

Rango de detección de obstáculos	0,2 - 7 m (0,6 - 23 pies)
Campo de visión (FOV)	70°(horizontal), ±10°(vertical)
Frecuencia de medición	10 Hz
Entorno de funcionamiento	Superficies con materiales de reflexión difusa y reflectividad > 8 % (como muros, árboles, personas, etc.)

Phantom 4 Pro / Pro+ Manual del usuario

Cámara	
Sensor	CMOS de 1"; píxeles efectivos: 20 M
Objetivo	FOV (campo de visión) 84°, 8,8 mm (equivalente a formato de 35 mm: 24 mm), f/2.8 - f/11, enfoque automático a 1 m - ∞
Intervalo de ISO	Vídeo: 100 - 3200 (Auto); 100 - 6400 (Manual) Foto: 100 - 3200 (Auto); 100 - 12800 (Manual)
Obturador mecánico	8 - 1/2000 s
Obturador electrónico	8 - 1/8000 s
Tamaño de imagen	Relación de aspecto 3:2: 5472×3648 Relación de aspecto 4:3: 4864×3648 Relación de aspecto 16:9: 5472×3078
Tamaño de imagen PIV	4096×2160 (4096×2160 24/25/30/48/50p) 3840×2160 (3840×2160 24/25/30/48/50/60p) 2720×1530 (2720×1530 24/25/30/48/50/60p) 1920×1080 (1920×1080 24/25/30/48/50/60/120p) 1280×720 (1280×720 24/25/30/48/50/60/120p)
Modos de fotografía	Un disparo Disparo en ráfagas: 3/5/7/10/14 fotogramas Horquilla de exposición automática (AEB): 3/5 fotogramas en horquilla de exposición a 0.7EV Bias Intervalo: 2/3/5/7/10/15/20/30/60 s
Modos de grabación de vídeo	H.265 <ul style="list-style-type: none"> • C4K: 4096×2160 24/25/30p a 100 Mbps • 4K: 3840×2160 24/25/30p a 100 Mbps • 2,7K: 2720×1530 24/25/30p a 65 Mbps 2720×1530 48/50/60p a 80 Mbps • FHD: 1920×1080 24/25/30p a 50 Mbps 1920×1080 48/50/60p a 65 Mbps 1920×1080 120p a 100 Mbps • HD: 1280×720 24/25/30p a 25 Mbps 1280×720 48/50/60p a 35 Mbps 1280×720 120p a 60 Mbps H.264 <ul style="list-style-type: none"> • C4K: 4096×2160 24/25/30/48/50/60p a 100 Mbps • 4K: 3840×2160 24/25/30/48/50/60p a 100 Mbps • 2,7K: 2720×1530 24/25/30p a 80 Mbps 2720×1530 48/50/60p a 100 Mbps • FHD: 1920×1080 24/25/30p a 60 Mbps 1920×1080 48/50/60p a 80 Mbps 1920×1080 120p a 100 Mbps • HD: 1280×720 24/25/30p a 30 Mbps 1280×720 48/50/60p a 45 Mbps 1280×720 120p a 60 Mbps
Tasa de bits de vídeo máx.	100 Mbps
Sistemas de archivo admitidos	FAT32 (≤ 32 GB); exFAT (> 32 GB)
Fotografía	JPEG, DNG (RAW), JPEG + DNG
Vídeo	MP4/MOV (AVC/H.264; HEVC/H.265)
Tarjetas SD admitidas	MicroSD, Capacidad máxima: 128 GB. Velocidad de escritura ≥15 MB/s; se necesita clasificación clase 10 o UHS-1
Intervalo de temperatura de funcionamiento	de 0 a 40 °C (de 32 a 104 °F)

Phantom 4 Pro / Pro+ Manual del usuario

Control remoto	
Frecuencia de funcionamiento	2,400 - 2,483 GHz y 5,725 - 5,825 GHz
Distancia de transmisión máx.	2,400 - 2,483 GHz (sin obstáculos, libre de interferencias) FCC: 7 km (4,3 mi); CE: 3,5 km (2,2 mi); SRRC: 4 km (2,5 mi)
	5,725 - 5,825 GHz (sin obstáculos, libre de interferencias) FCC: 7 km (4,3 mi); CE: 2 km (1,2 mi); SRRC: 5 km (3,1 mi)
Temperatura de funcionamiento	de 0 a 40 °C (de 32 a 104 °F)
Batería	6000 mAh LiPo 2S
Potencia de transmisión (EIRP)	2,400 - 2,483 GHz: FCC: 26 dBm; CE: 17 dBm; SRRC: 20 dBm
	5,725 - 5,825 GHz: FCC: 28 dBm; CE: 14 dBm; SRRC: 20 dBm
Corriente de funcionamiento	1,2 A a 7,4 V
Puerto de salida de vídeo	GL300E: HDMI
	GL300F: USB
Soporte para dispositivo móvil	GL300E: Dispositivo de visualización integrado (pantalla de 5,5 pulgadas, 1920x1080, 1000 cd/m ² , sistema Android, 4G RAM+16G ROM)
	GL300F: Tabletas y teléfonos inteligentes
Cargador*	
Voltaje	17,5 V
Potencia nominal	100 W
Batería de Vuelo Inteligente (PH4-5870mAh-15.2V)*	
Capacidad	5870 mAh
Voltaje	15,2 V
Tipo de batería	LiPo 4S
Energía	89,2 Wh
Peso neto	468 g
Temperatura de carga	De 5 a 40 °C (de 41 a 104 °F)
Potencia de carga máx.	100 W

* Las Baterías de Vuelo Inteligente y los cargadores de la serie Phantom 4 pueden utilizarse indistintamente.

ANEXO N° 7. Derecho Minero San Jorge de Chuchun.

RESUMEN DEL DERECHO MINERO

Datos Generales			
Código	060002118	Nombre	SAN JORGE DE CHUCHUN
Fecha de Formulación	24/05/2018	Situación	VIGENTE
Procedimiento	TITULADO(CONCESION)	Tipo	PETITORIO (D.LEG. 708)
Has. Formuladas	100.00	Sustancia	METALICA
Has. Rectificadas		Has. Formadas	
Has. Reducidas		Has. Disponibles	
Ubicación	ARCHIVO CENTRAL desde el 11/05/2021		

Titular Referencial

Tipo	Nombre de Razón Social	Dirección	% Participación
NATURAL	PEDRO ALBERTO PAJARES ABANTO	PASAJE BETA C-11 URB.DOCENTES UNC CAJAMARCA/CAJAMARCA/CAJAMARCA	100

Demarcaciones

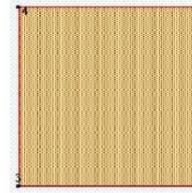
Departamento	Provincia	Distrito
CAJAMARCA	CAJAMARCA	NAMORA

Cartas

Código	Descripción	Zona UTM
15-G	SAN MARCOS	17

Coordenadas WGS84

Vertice	Norte	Este
1	9,207,000.00	795,000.00
2	9,206,000.00	795,000.00
3	9,206,000.00	794,000.00
4	9,207,000.00	794,000.00



Pagos

Nro. Recibo	Monto	Fecha Pago	Nro. Cuenta	Banco	Concepto
05348600700959	S/ 415.00	23/05/2018	000282707	LA NACION	Tramite
6320500700019	US \$/ 300.00	23/05/2018	070362957784	SCOTIABANK PERÚ S.A.A.	Vigencia

Resoluciones

Nro. Resolución	Fec. Resolución	Decisión	Plazo
002612-2019-DCM	14/08/2019	CONCESION MINERA	15 días
DCM	07/01/2019	EXPIDASE LOS CARTELES	30 días
DCM	14/11/2018	PONGASE EN CONOCIMIENTO DEL INTERESADO LO RESUELTO	

Fecha de emisión: jueves 13 de mayo del 2021

Escritos

<u>Escrito</u>	<u>Sede</u>	<u>Trámite</u>	<u>F. Presentación</u>	<u>Contenido</u>	<u>Razon Social</u>
0100443719T	LIMA	TRAMITE P.O.M.	28/05/2019	OFICIO REMITE OPINION	MINISTERIO DE
0600000419T	CAJAMARC	TRAMITE P.O.M.	07/02/2019	ADJ. PUBLICACION: EL PERUANO Y DIARIO LOCAL	PEDRO ALBERTO
0600003318T	CAJAMARC	TRAMITE P.O.M.	23/11/2018	SUBSANACION DE REQUERIMIENTOS (CAMBIO DE NOMBRE, RUC, ESTADO CIVIL, DATOS CÓNYUGE)	PEDRO ALBERTO

COPIA INFORMATIVA
Emitida a través de consultas por internet. No tiene validez para trámites administrativos, judiciales u otros.

Fecha de emisión: jueves 13 de mayo del 2021

ANEXO N° 8 Galería de fotos de prospección y recolección de muestras en campo.



Identificando zonas con presencia de bentonita



Obteniendo muestras significativas de bentonita



Zona con presencia de bentonita



Extrayendo muestras dentro de la concesión San Jorge de Chuchun.