

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



**T E S I S**

**Perspectivas Geológicas preliminares en la explotación de carbón del  
prospecto Unidad Minera Reyna Cristina 4 - 2019**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Geólogo**

**Autor:**

**Bach. Franco Frank CARBAJAL RAYGAL**

**Asesor:**

**Mg. Vidal Víctor CALSINA COLQUI**

**Cerro de Pasco – Perú - 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



**T E S I S**

**Perspectivas Geológicas preliminares en la explotación de carbón del  
prospecto Unidad Minera Reyna Cristina 4 - 2019**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Mg. Luis Arturo LAZO PAGAN**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Javier LOPEZ ALVARADO**  
**MIEMBRO**

---

**Dr. Reynaldo MEJIA CACERES**  
**MIEMBRO**



**Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión**  
**Facultad de Ingeniería Unidad de Investigación**

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 126-2023-UNDAC/UIFI**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software Antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

**Tesis:**

**“Perspectivas geológicas preliminares en la explotación de carbón del prospecto de la Unidad Minera Reyna Cristina 4 - 2019”**

Apellidos y nombres de los tesistas:

**Bach. Carbajal Raygal, Franco Frank**

Apellidos y Nombre del Asesor:

**Mg. Vidal Victor CALSINA COLQUI**

Escuela de Formación Profesional

**Ingeniería Geológica**

**Índice de Similitud**

**27 %**

**APROBADO**

Se informa al decanato para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 21 de setiembre del 2023

  
UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
**Luis Villar Requies Carbajal**  
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

## **DEDICATORIA**

A mis queridos Padres por su gran aliento, a mi amada esposa y a mis hijos Frank,

Yliam y Nazli.

## **AGRADECIMIENTO**

Es necesario y oportuno extender mi más sincero agradecimiento a todos los que me han apoyado en la realización de este trabajo, fruto del trabajo y la constancia. Además, me gustaría agradecer a los profesores de la Escuela Profesional de Geología por sus comentarios durante la ejecución de este trabajo. De manera especial para representantes de empresa china JUNEFIELD GROUP S.A. a su Gerente General Teng Ye por permitirme elaborar el presente estudio y al Ing. Wilfredo Inche Arce por sus enseñanzas.

## RESUMEN

El trabajo de investigación ha consistido en realizar el trabajo de mapeo Subterráneo de los diferentes Niveles en las Concesión Reina Cristina 4, con la finalidad de realizar una evaluación geológica al detalle enfocado en determinar los mantos existentes trabajados y evaluar el potencial de sus reservas y su continuidad en profundidad y longitud de los mantos de carbón que podría ser de interés para LIMA JUNEFIELD PLAZA S. A. C. Se ha cubierto una longitud de 3,983.7 m lineales de labores subterráneas. Los Puntos topográficos han sido ubicados con GPS con aproximación de error +/- 5 m, las labores subterráneas han sido completadas con brújula y winchas, debiéndose en el futuro replantear la ubicación de los puntos topográficos y establecer con coordenadas absolutas. A fin de que nuestras estimaciones, proyecciones tengan el mínimo de error aceptable. La geología de la Mina subterránea evaluada está conformada por Cuarcitas potentes, areniscas y arcillitas con mantos de carbón de la Fm. Chimú, además se observó rocas intrusivas del tipo Diorita, Riodacita en forma de sills. Las distancias de separación entre los mantos son variables desde 3, 6, 15 y 45 m con espesores de 0.30 a 1.80 m. y en promedio 0.70 m. Estructuralmente, la región de fracturas y pliegues, una condición que interrumpe la continuidad del manto, obliga a la capa de carbón a dividirse en lentes o grumos y limita el desplazamiento y la apariencia del manto. Las áreas Mineras de Carbón visitadas en superficie son: Mina Cocabal al sur y al norte del río Ancos, Área o Zona Vizcaya. Las que fueron explotadas desde 1917 hasta 1990 encontrándose la mayoría de labores sectores colapsados; derrumbados y el sostenimiento de madera a punto de colapsar. Ya que las áreas explotadas no se encuentran rellenas con material cuaternario, el espacio que dejaron del carbón extraído se encuentra solo apuntaladas de madera, haciendo de estos con el paso del tiempo y el esfuerzo vertical del macizo rocoso a punto de quebrarse, por consiguiente,

las áreas antiguas son inseguras debiendo ser evaluadas y realizar el reforzamiento del sostenimiento para iniciar trabajos.

**Palabras clave:** Perspectivas geológicas, explotación de carbón, prospecto unidad minera Reyna Cristina 4, geología del carbón, reservas de carbón, viabilidad económica, impacto ambiental, métodos de explotación, análisis de riesgo, legislación minera

## ABSTRACT

The project has consisted of carrying out the Underground mapping work of the different Levels in the Reina Cristina 4 Concession in order to carry out a detailed geological evaluation focused on determining the existing beds worked and evaluating the potential of their reserves and their continuity in length depth of the coal beds that could be of interest to LIMA JUNEFIELD PLAZA S.A. A length of 3,983.7 linear meters of underground work has been covered. The topographic points have been located with GPS with an error approximation  $\pm 5$  m, the underground workings have been completed with a compass and winch, and the location of the topographic points must be reconsidered in the future and established with absolute coordinates. The geology of the evaluated underground Mine is made up of powerful quartzites, sandstones and clays with coal beds from the Fm. Chimú, In addition, intrusive rocks of the type Diorite, Riodacita in the form of sills. The separation distances between the mantles are variable from 3, 6, 15 and 45 m with thicknesses of 0.30 to 1.80 m and on average 0.70 m. Structurally, the area is faulty and folded, a situation that interrupts the continuity of the mantles, forcing the division of the coal mantle into lenses or blocks, having as limits the displacements and occurrence of contact and / or lithological-stratigraphic faults. The Coal Mining areas visited on the surface are: Cocabal mine to the south and north of the river Ancos Area or Vizcaya Zone. Those that were exploited from 1917 to 1990 finding most of the collapsed sectors; collapsed and the wooden support about to collapse. Since the exploited areas are not filled with quaternary material, the space left by the extracted coal is only supported by wood, making these with the passage of time and the vertical stress of the rocky massif about to break, consequently, the old areas are unsafe and must be evaluated and the reinforcement of the support must be carried out to start works.

**Keywords:** Geological perspectives, coal exploitation, Reyna Cristina 4 mining unit

prospect, coal geology, coal reserves, economic viability, environmental impact,  
exploitation methods, risk analysis, mining legislation

## INTRODUCCION

La mina Cocabal se encuentra dentro de la concesión Reyna Cristina 4, en esta mina ocurren 5 mantos de carbón del tipo antracítico con espesores de 0.30 a 1.40 metros, tienen direcciones entre 160 a 170 grados de rumbo, buzamiento de 70 grados hacia el Sur Oeste.

En el Nivel 0, que se encuentra en una cota de 1264 m.s.n.m. desde la bocamina se extiende 830 m. accesibles siguiendo una dirección de N180 grados, en este Nivel se puede distinguir 05 mantos de carbón.

Manto el Toro, Manto Angelica Luz, Manto Carito, Manto Carito 1 y Manto Carito 2. El carbón este contenido dentro de las limolitas intercaladas entre las cuarcitas con espesores de 1 a 3 m, a su vez estos están contenidos en areniscas- cuarcitas de la formación Chimú de 850 m de espesor.

La característica del carbón del tipo semi antracita - antracita con porcentajes de 5,020 k/cal, 52.96 % Carbón Fijo, Ceniza 40%, Materia Volátil 6.78%, Azufre 0.53 %  
Muestra N°504710

## **INDICE**

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION

INDICE

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

### **CAPITULO I**

#### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	2
1.3. Formulación del problema .....	2
1.3.1. Problema general .....	2
1.3.2. Problemas específicos .....	2
1.4. Formulación de los objetivos .....	2
1.4.1. Objetivo general .....	2
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Justificación de la investigación .....	3
1.6. Limitaciones de la investigación.....	4

### **CAPITULO II**

#### **MARCO TEORICO**

2.1. Antecedentes de estudio.....	5
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	5

2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	6
2.2. Bases teóricas – científicas .....	<b>10</b>
2.3. Definición de términos básicos .....	<b>34</b>
2.4. Formulación de hipótesis .....	<b>37</b>
2.4.1. Hipótesis general .....	37
2.4.2. Hipótesis específicas .....	37
2.5. Identificación de las variables .....	38
2.5.1. Variables Independientes.....	38
2.5.2. Variables Dependientes .....	38
2.6. Definición operacional de variables e indicadores .....	38

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1. Tipo de Investigación.....	39
3.2. Nivel de investigación.....	39
3.3. Métodos de la investigación.....	40
3.4. Diseño de investigación .....	40
3.5. Población y muestra .....	40
3.5.1. Población .....	41
3.5.2. Muestra .....	41
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
3.7. Selección validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación .....	42
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	42
3.9. Tratamiento estadístico .....	42

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo .....	43
4.1.1. Ubicación y acceso .....	43
4.1.2. Fisiografía.....	44
4.1.3. Hidrografía .....	45
4.1.4. Clima y vegetación .....	45
4.1.5. Geología local.....	45
4.1.6. Descripción de la columna estratigráfica generalizada .....	45
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	48
4.2.1. Mina cocabal .....	48
4.2.2. Mina mulata.....	55
4.2.3. Cocabal (área viscaya).....	57
4.3. Prueba de Hipótesis.....	60
4.3.1. Descripción del potencial geológico .....	60
4.3.2. Definición de recursos de carbón .....	63
4.4. Discusión de resultados.....	63
4.4.1. Resumen del potencial en el área de Reyna cristina y Reyna cristina 4... 63	
4.4.2. Resultados de muestras de carbón .....	65

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXOS

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 clasificación del carbón mineral según la norma ASTM D388 – 19A .....	12
Tabla N°2 características generales de los carbones en el Perú.....	19
Tabla N° 3 características generales de los carbones en el Perú.....	23
Tabla N°4 precios fob de exportaciones de carbón antracita en el Colombia 2007-2012 (us\$/t).....	25
Tabla N°5 precios fob de exportaciones de carbón antracita en el Perú 2010-2012 (us\$/t) .....	25
Tabla N°6 porcentaje de carbón fijo .....	32
Tabla N°7 clasificación del carbón mineral por calidad según astm. ....	33
Tabla N°8 matriz de operacionalización.....	38
Tabla N°9 accesibilidad .....	44
Tabla N°10 estimación de reservas en área de mina cocabal .....	52
Tabla N°11 estimación de reservas en área mina mulata. ....	56
Tabla N°12 resumen del potencial de carbón en el área de Reyna Cristina. ....	60
Tabla N°13 resumen del potencial.....	62
Tabla N°14 resultado de muestras de carbón.....	66

## INDICE DE FIGURAS

Figura N°1 Motivos para no usar carbón para la generación de energía eléctrica.....	18
Figura N°2 Proceso de producción y comercialización en colombia. ....	21
Figura N°3 Precio del carbón, 2001-2011 .....	24
Figura N°4 Teoría de formación de carbones según mackenzie-taylor.....	31
Figura N°5 Plano de ubicación del proyecto. ....	44
Figura 6 Estratigrafía regional (boletín n° 8, serie carta geológica nacional – ingemmet) .....	47

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

El presente trabajo tiene como finalidad determinar las perspectivas geológicas preliminares para realizar la explotación de Carbón de la mina Reyna Cristina 4.

La Unidad Minera Reina Cristina 4, para reiniciar sus operaciones de explotación, en forma sistemática y sostenida, necesita conocer el comportamiento geológico de los mantos de carbón existentes que le permita esbozar su desempeño con alta performance y eficiencia, para generar dividendos económicos al Grupo Junefield S.A.

Asimismo, se deben determinar estimaciones de recursos para estructuras del mineral de carbón reconocidas y así establecer su futura explotación, es necesario conocer las características geológicas que ayuden a determinar la continuidad del proceso de mineralización y sugieran trabajos de exploración a realizar para incrementar los recursos de la unidad minera.

La geología de la mina se presenta conformada por Cuarcitas potentes,

areniscas y arcillitas con mantos de carbón de la Fm. Chimú, Además se observa rocas intrusivas del tipo Diorita, Riodacita en forma de sillars. Las distancias de separación entre los mantos son variables desde 3, 6, 15 y 45 m con espesores de 0.30 a 1.80 m y en promedio 0.70 m.

Estructuralmente, la zona tiene muchas fracturas y pliegues, situación que rompe la continuidad del manto, y estos obliga a la capa de carbón a dividirse en lentes o bloques, donde limita los desplazamientos y aparición de los mantos, y sucesos de las fallas de contacto y/o litología-estratigrafía.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

La información geológica de la zona como las conclusiones extraídas en este estudio se aplica únicamente para las zonas investigadas.

## **1.3. Formulación del problema**

La fórmula del problema plantea las siguientes preguntas:

### **1.3.1. Problema general**

- ¿Las Perspectivas geológicas preliminares determinaran la explotación de Carbón del Prospecto Unidad Minera Reyna Cristina 4 – 2019?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- ¿Las características geológicas del yacimiento determinarán la explotación de Carbón del prospecto Unida Minera Reyna Cristina 4?
- ¿Los controles estructurales determinarán la explotación de Carbón del Prospecto Unidad minera Reyna Cristina 4?

## **1.4. Formulación de los objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

- Determinar las Perspectivas geológicas preliminares que permitirán

la explotación de Carbón del Prospecto Unidad minera Reyna Cristina 4.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Describir las características geológicas del yacimiento que contribuirán a la explotación de Carbón del prospecto Unida Minera Reyna Cristina 4.
- Determinar los controles estructurales que permitirán la explotación de Carbón del Prospecto Unidad minera Reyna Cristina 4.

#### **1.5. Justificación de la investigación**

Nuestro trabajo de justificación es porque, es necesario conocer el comportamiento geológico del carbón para explotarlo con beneficio económico y esto se logrará describiendo y realizando un análisis las características geológicas de la mina.

##### **Importancia y alcances de la investigación**

Es importante porque la actividad minera tiene como finalidad el beneficio económico que se logra con la explotación de los recursos minerales, pero estos tienen que estar en constante exploración con una inversión fuerte para reponer los recursos extraídos e incrementarlos para aumentar los años de vida del yacimiento.

El proceso de exploración es el reconocimiento de la mineralización en el yacimiento, para delimitar los blocks mineralizados, que posteriormente entran a la etapa de explotación. Con la finalidad de reponer e incrementar reservas de mineral para prolongar la vida de la mina, la inversión en este rubro es considerable y de acuerdo a la política de la empresa, esta puede ser agresiva o conservadora.

## **1.6. Limitaciones de la investigación**

La información geológica de la zona como las conclusiones extraídas en este estudio se aplica únicamente para las zonas investigadas.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

**Juan Manuel Barraza (2)**, Ingeniero Químico y Profesor de la Universidad del Valle, Colombia, Actualmente la OMS está desarrollando un proyecto de investigación para encontrar soluciones a los problemas derivados del uso de carbón con alto contenido de azufre como combustible. El principal foco de su investigación es la separación de materia orgánica del azufre y elementos inorgánicos mediante dos métodos.

**(Gass, 1980, p. 195)**. En su artículo Carbón y desarrollo en Colombia menciona la historia de la explotación carbonífera en el país de Colombia, llena de altibajos e inconsistencias, es mucho más profunda y compleja socialmente de lo que por lo general se plantea. En el presente artículo se hace referencia a esa historia, sin pretender que sea exhaustiva, con la idea de que la apropiación social del carbón en el país y la construcción de significado ayude a preguntarse sobre los asuntos de la política pública minera, su relación con las formas de desarrollo

e industrialización, la soberanía energética, las formas de vida de las comunidades mineras de carbón o el impacto social de las transformaciones en las estructuras productivas de la regiones mineras. Un esbozo superficial pero concreto de su corta y álgida historia podría ser útil para incidir en lo que está por venir.

(**Ospina, Manrique & Guío, 2010**) manifiestan en su investigación Minerías artesanales del carbón de Paipa, Colombia. Se encuentra que hay una directa relación entre la técnica minera de carbón y el riesgo laboral, con los estados de salud y probabilidades de enfermedades, frecuentemente por una alteración os Teo muscular, traumas y neumoconiosis. Cuyas conclusiones son: riesgos ocupacionales altos, vulnerable población, malas remuneraciones, falta de protecciones laborales. Nivel educativo bajo, trabajos infantiles, dietas inadecuadas, consumos de alcohol y ambientes inapropiados vienen a ser los factores que se encuentran de riesgo, los cuales se ven mayormente como traumatismos, lesión ocular, enfermedad respiratoria, alteración del sistema osteo muscular.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

Según el INGEMMET Boletín N°7 Los estudios sobre el Carbón en el Perú datan desde 1855 hasta hace algunos años, dentro de estos estudios se nombra a la Mina “Cocabal” que se encuentra dentro de la Cuenca Del Santa, como una de las más importantes de la zona, junto a otras como “La Galgada” y “La Limeña”.

En los primeros años del siglo pasado el carbón era la principal fuente energética y metalúrgica del Perú; la Cerro de Pasco Corporation explotó hulla en la mina Goyllarisquizga, para preparar el coque requerido por la fundición de la Oroya; el carbón antracitico se explotó de las mina de Cocabal y La Galgada para

abastecer los requerimientos de las siderúrgicas; la mina Callacuyán fue explotada parcialmente por la Northern Perú Corporation para cubrir sus necesidades.

La cuenca del Santa también ha sido subdividida en varios sectores: Galgada, Cocabal, Esperanza-Alianza, Caraz-Fray Martin, Sihuas-Pasacancha y Chavín Huallanca. Las capas se localizan tanto en la Formación Oyón como en la Formación Chimú. Los yacimientos más conocidos son Cocabal, Galgada y Rio Negro los cuales fueron explotadas en décadas pasadas.

**Elard F. León D. (19) en la Revista del Instituto de Investigaciones de la FIGMMG, habla sobre “La importancia del carbón mineral en el desarrollo industrial”** y El carbón tiene un enorme potencial y su extracción ofrece diversas oportunidades para los inversores. La conclusión señala que existen reservas suficientes de carbón antracita en las cuencas de Alto Chicama, Santa y Oyón. La antracita es de buena calidad (excepto por el mayor contenido de azufre) y la reducción de cenizas se puede lograr seleccionando tamaños mayores a 1 pulgada y limpiando tamaños más pequeños.

**Mauro Giraldo P. y Wilfredo Blas G (8), en su estudio “Minería actual del carbón en el norte del Perú”.** La introducción dice: La energía del carbón producida en el norte de mi país se utiliza en las siguientes industrias: plantas de cemento, plantas de acero, plantas de ladrillos, carbón para calefacción y uso doméstico.

**Juan M. Yáñez en 1918 lo denomina Mina “Vizcaya” o “Cocabal”** y hace mención que la Antracita fue explotada a pequeña escala entre los años 1943 y 1956, una de las tres minas más importantes y fuertemente explotada fue “Cocabal” ubicada en la Cuenca del Santa, su capacidad de producción alcanzó

las 250 Ton/día; casi la totalidad de su producción fue para la exportación al mercado Argentino y ocasionalmente a Francia.

Durante estos 14 años “Cocabal” produjo 402,051 Toneladas de carbón bruto según el INGEMMET (Carbón en el Perú. Octubre 2000).

La Concesión Reyna Cristina 4 dentro de la cual se encuentra la Mina “Cocabal”, según los documentos a los cuales se tiene acceso en principio estuvo concesionado a favor de Jorge Luis Arana Quezada, según la Resolución Jefatural con fecha 31 de mayo del 2002, que en un principio fue denominado “Cocabal Nro 1”, el cual comprendía 100 hectáreas de extensión, cuyos vértices se detallan en dicha Resolución. El certificado emitido por el Instituto Nacional de Concesiones y Catastro Minero (INACC), del sector Energía y Minas de fecha 29 de setiembre 2002 avala dicha posesión denominada “Cocabal Nro 1”.

Dentro de los documentos existentes se tiene la anotación de inscripción ante la Superintendencia Nacional de los Registros Públicos (SUNARP) a nombre de la Señora Jackeline Margot Trujillo López con fecha 06 de diciembre del 2006. En la misma Superintendencia y en la misma fecha se le expide la inscripción de propiedad inmueble en el libro de Derechos Mineros a favor de la misma señora como dueña del petitorio Reyna Cristina Nro 4.

Con fecha 16 de diciembre del 2008, el teniente gobernador del centro poblado menor de Ancos, distrito de Santa Rosa emite un certificado de Posesión a favor de la señora Jackeline Margot Trujillo Lopez como posesionaria y propietaria de la Concesión Minera Reyna Cristina Nro 4, con código registral Nro 03-00121-06. Igualmente, el alcalde del centro poblado de Ancos el 02 de mayo del 2007 emite un certificado con similar tenor al anterior en donde se indica que la señora Jackeline Trujillo posee dicha concesión desde el año 2002.

Debemos indicar que el Sur de la concesión Reyna Cristina Nro 4 estuvo concesionado hasta el año 2007 a Don Eleodoro Eusebio Jaimes Zuñiga según consta en la Resolución Jefatural del 29 de mayo del mismo año, al cual lo denomina “Niña Mulata 2007”, visto las coordenadas que se describen en el documento, a la actualidad abarcan parte de la Concesión Reyna Cristina Nro 4.

Dentro de los documentos existentes no encontramos la escritura de transferencia que el señor Jorge Luis Arana Quezada poseedor de “Cocabal Nro 1” ni de don Eleodoro Eusebio Jaimes Zuñiga poseedor de “Niña Mulata 2007” hacen a favor de la señora Jackeline Margot Trujillo López, tampoco encontramos documentos desde el 2008 a la fecha.

Respecto a la Concesión REYNA CRISTINA, inicialmente estuvo concesionada a favor de la señora Gloria María Arana Quezada según la Resolución Jefatural del INACC de fecha 31 de mayo del 2002 el cual comprendía 300 Has. de extensión con sus respectivas coordenadas.

La inscripción de propiedad inmueble en el libro de Derechos Mineros mediante el cual doña Gloria María Arana Quezada transfiere el 100% de acciones y derechos de REYNA CRISTINA a favor de Felipe Santiago Trujillo Murga se realiza el 17 de marzo del 2006 tal como consta en la SUNARP. En la misma fecha se hizo la anotación de inscripción; la señora Gloria Arana fue poseedora del petitorio desde el 13 de marzo del 2002 como lo indica el INACC cuyo petitorio lo solicitó formalmente el 23 de octubre del 2001. Actualmente estas concesiones pertenecen a Lima Junefield Plaza S.A.C. cuya transferencia se hizo el 06 de diciembre del 2012.

**Según Carrascal, Matos y Silva se han realizado diversos estudios sobre el Carbón en el Perú, M.E. De Rivero (1855)** entre otros estudiosos

peruanos y extranjeros, los más destacados son el Estudio Geológico-Estratigráfico (INGEMMET 1992) sobre la cuenca de la Santa.

**Sector La Galgada-Ancos:** Se localiza en el extremo noroeste de la cuenca del Santa. Los yacimientos se emplazan principalmente en la parte superior de la Formación Oyón y en la parte inferior de la Formación Chimú. las estructuras de carácter regional que controlan las capas de carbón son anticlinales y sinclinales cuyos ejes tienen orientación NO-SE. Las capas de carbón tienen un rumbo general NO-SE y N-S con buzamientos de 60°-75° al NE y SO. Algunas minas de este sector fueron explotadas en pequeña escala en décadas pasadas. las zonas más importantes son: la Galgada, San Jerónimo, Mano Poderosa, Eclipse.

En general, las capas de carbón tienen grosores inferiores a 1 m, excepcionalmente alcanzan de 3-4m (capas)

**Sector Chuquicara-Huallanca:** Corresponde a la parte central de la cuenca del Santa donde los afloramientos carboníferos están controlados por anticlinales y sinclinales regionales de rumbo NO-SE. Las minas de carbón se sitúan en las márgenes del río Santa, y las capas de carbón en las formaciones Oyón y Chimú.

Uno de los estudios puntuales es el publicado por el Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú “Los Yacimientos Carboníferos del Distrito de Llapo – Cuenca carbonífera de Ancos” en donde se hace mención a los carbones de “Cocabal” ó “El Peligro”.

## 2.2. Bases teóricas – científicas

**El carbón:** Es un combustible fósil, en forma de roca sedimentaria negra orgánica compuesta principalmente por restos de plantas fósiles, depositada originalmente en pantanos, lagunas o llanuras (Federación Nacional de

Empresarios de Minas de Carbón, 2012). El sedimento del que se produce el carbón es un material húmedo y poroso conocido como turba, "...consiste en la acumulación y fosilización de residuos vegetales en humedales conocidos como turberas" (Asociación de Productores de Turba Hortícola de Québec, 2012). Posteriormente, pasa por un proceso de diagénesis: «... el conjunto de procesos que actúan para modificar a los sedimentos luego de su depósito» (Spalleti & Poiré, 2007), debido a la superposición gradual progresión gradual de los sedimentos por la existencia de la cuenca y por la presencia de actividad tectónica en el sitio, provocando cambios en su textura y composición, convirtiéndose en una roca de origen Orgánica. El carbón, desde que se dio a conocer, ha sido denominado de dos formas: carbón vegetal y negro de humo.

**Origen:** Para que se formen los depósitos del carbón es necesario que en apropiada área continental exista vegetación abundante y condiciones para la preservación, acumulación y carbonización de sus restos. La presencia de abundante agua dulce junto con la luz solar y rangos de temperaturas adecuadas son el prerrequisito para el crecimiento de las plantas. Los restos de estas plantas solo pueden preservarse de oxidación cuando están separados del oxígeno libre del aire por un medio reductor o inerte. El medio más común para este propósito es el agua estancada cuyo oxígeno disuelto ha sido consumido para los vegetales en descomposición. Para el agua estancada se necesitan reservorios que son normalmente depresiones en los cuales pueden acumularse los restos. Estas condiciones cumplen los pantanos. Para la carbonización la materia orgánica debe perder el agua y los compuestos de nitrógeno y oxígeno.

Este proceso se desarrolla en el subsuelo sin acceso del aire con la participación de bacterias anaeróbicas y es acelerado a mayor profundidad con

aumento del grado geotérmico. Para que esto ocurra los restos vegetales deben estar cubiertos por materiales más recientes que los separen del aire y tectónicamente llevados a mayores profundidades esto es soterradas por procesos de subsidencia.

La preservación de oxidación y carbonización de los restos vegetales acumulados sólo es posible en las cuencas subsidentes próximas a áreas elevadas de las cuales puede venir la cubierta protectora.

### **Clasificación del carbón**

En este estudio se utilizó la clasificación más utilizada en el mundo a nivel industrial, la cual corresponde a la American Society for Testing and Materials (ASTM International) en los Estados Unidos (EE.UU.). La agencia es uno de los mayores contribuyentes técnicos de ISO y mantiene una posición de liderazgo casi monopólica en la definición de materiales y métodos de prueba en la mayoría de las industrias. Ver Tabla 1.

**Tabla N° 1**

*Clasificación del carbón mineral según la norma ASTM D388 – 19A*

<b>Tipo de Carbón</b>	<b>Grupo</b>
Antracita	Meta-antracita
	Antracita
	Semi-antracita
Bituminoso	Bituminoso de bajo volátil
	Bituminoso de volátil intermedio
	Bituminoso A de alto volátil
	Bituminoso B de alto volátil
	Bituminoso C de alto volátil
Sub-bituminoso	Sub-bituminoso A
	Sub-bituminoso B
	Sub-bituminoso C
Lignito	Lignito A
	Lignito B

*Nota.* Clasificación de los Carbones Minerales según Poder Calorífico. Ref. Norma ASTM. 3 8 8.

### **Turbas**

Se distinguen tallos, hojas, raíces y cortezas con pocas alteraciones químicas. Gel de características ácidas.

- Genera un coque negro y polvoriento. Escaso interés industrial.

### **Lignitos**

- Color pardo.
- Alto porcentaje de productos volátiles. Reacción ácida con el agua.
- Sin la elasticidad de la turba. Genera un coque menos negro.
- Bituminosos:
- Color negro y brillante.
- Genera un coque aglomerado de alta calidad. Alto interés industrial.
- Antracitas:
- Color negro y brillante.
- Baja proporción de volátiles. Alto contenido en carbono.

### **Constituyentes del carbón**

- **Químicamente** están formados, principalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre:

El carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno proceden de los vegetales originales.

El azufre puede ser de origen orgánico o inorgánico (proveniente de minerales que han impurificado el lecho de carbón durante su formación).

- **Macroscópicamente;** los carbones son de dos tipos: Humítico y Sapropélico.  
El carbón Humítico; es el más abundante y se origina a partir de

acumulaciones de restos vegetales de plantas superiores su aspecto es heterogéneo y bandeado debido tanto a la distribución de los diferentes restos vegetales y fluctuaciones de las condiciones existentes durante su depósito.

El carbón Sapropélico; presenta un aspecto masivo sin embargo en él se diferencian los carbones de algas (boghead coals) y los carbones constituidos por esporas (cannel coals).

Las bandas que, al nivel macroscópico, presentan los carbones Humíticos se denominan litotipos del carbón (ICCP, 1975) se pueden diferenciar 4 litotipos básicos:

- Vitrita: bandas brillantes.
- Dureno: bandas mate, poco fusible Fuseno: bandas fibrosas y fusible
- Ciaren o: bandas semi brillantes.

#### **Análisis inmediato de los carbones**

Comprende la medida del contenido en humedad, volátiles, Cenizas y carbono fijo; es la forma más simple y generalizada de caracterizar un carbón debido a que se puede realizar con un equipo básico de laboratorio, aunque hoy en día existen equipos totalmente automáticos más complejos.

- **Humedad**

Se presenta como humedad total, inherente o de equilibrio, superficial, agua de hidratación o agua de descomposición. Tiene importancia en contratos de compra y venta, en evaluación y control de procesos industriales y en el manejo y pulverización del carbón.

- **Volátiles**

Productos de descomposición de las sustancias orgánicas (2-45%) que se desprenden como gases o vapores al calentar el carbón en ausencia de aire

(Consiste de hidrocarburos y otros gases resultantes de la destilación y descomposición, incluye al metano y otros hidrocarburos, hidrógeno, monóxido de Carbono y otros gases no combustibles tales como el dióxido de carbono y nitrógeno). El residuo que queda se denomina coque.

- **Cenizas**

Residuo inorgánico (3-15%) que permanece tras la combustión del carbón en presencia de oxígeno bajo unas condiciones específicas. Es una determinación importante ya que: Es un parámetro a considerar en el precio compraventa.

Producen polución y corrosión de los quemadores (fusibilidad de las cenizas). Esta es una impureza que, como la humedad, incrementa los costos de embarque y manipuleo. La remoción de las cenizas y la disposición final de la misma requieren más equipo y gasto.

- **Carbón fijo**

Es el residuo del combustible dejado después de liberar la materia volátil. En general. El carbono fijo representa la porción del combustible que debe ser quemado en estado sólido o como partículas en el combustible pulverizado. El método estándar para determinar el carbono fijo consiste en restar de 100. La suma de los porcentajes de humedad, materia volátil y cenizas que da el análisis inmediato.

Calorías producidas en la combustión de 1 g de carbón. Su valor es directamente proporcional al contenido en carbono e hidrógeno e inversamente proporcional al contenido en oxígeno.

- **Azufre**

El azufre es determinado de forma separada, y la cantidad es útil para juzgar

el carácter corrosivo y la contaminación posibles de los productos de combustión. La combustión del azufre forma óxidos, los cuales si combinan con el agua para formar ácidos que se precipitan cuando los gases de escape son enfriados bajo su temperatura de rocío. El uso de carbón con bajo contenido de azufre es la respuesta a las regulaciones de contaminación del aire.

Además de los valores de análisis inmediato observamos 3 parámetros diferentes como son:

**a) Hardgrave Grindability Index (HGI)**

Representa una propiedad mecánica del carbón, que representa las dificultades o facilidades de algunos tipos de carbón mineral; para la pulverización, y cuanto mayor es el valor del HGI más fácil resulta la trituración del carbón mineral examinado; se asignan valores de 1 a 100 y para este ensayo se utiliza la máquina Hardgrove (ASTM D 409) Free-Swelling Index (FSI)

Índice de Hinchamiento (FSI), Es una propiedad Plástica del carbón; que representa la capacidad que tiene un carbón molido de pasar por un estado plástico hasta formar coque, cuando se le somete a un calentamiento. Por consiguiente, mide la tendencia del carbón a inflarse cuando se quema o gasifica en un lecho fijo o fluidizado.

Por lo común, se puede esperar que los carbones con un índice elevado de hinchamiento libre (>4) provoquen dificultades en esos lechos. En la Cuenca del Santa, el 70% del carbón es antracita (Cuadro 1), un mineral muy rico en carbono (95% a 98%) que brinda alto poder calorífico y además posee propiedades fisico-químicas que lo hacen atractivo para el

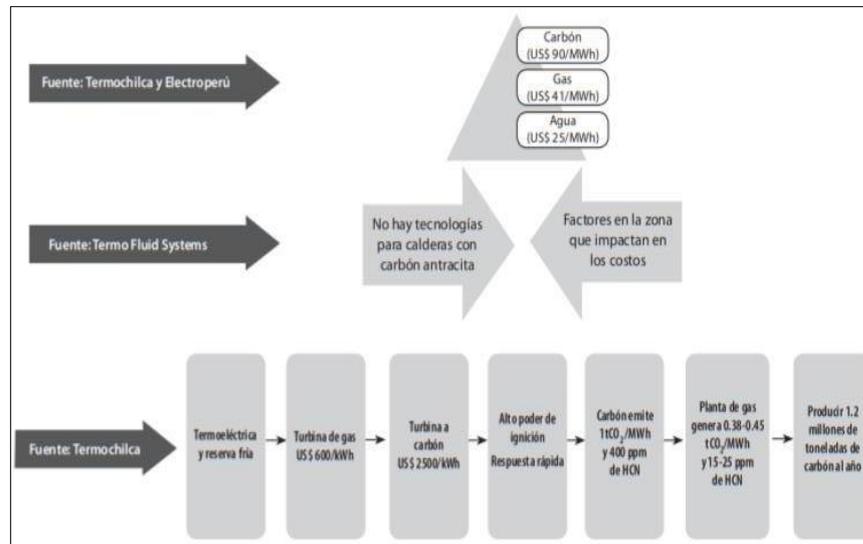
mercado.

Considere también el uso de antracita en Perú, principalmente en dos industrias en crecimiento: hierro y acero (incluida la siderurgia) y cemento. Este tipo de carbón, a diferencia del carbón bituminoso, no se puede utilizar para producir electricidad porque la producción de un megavatio hora (MWh) el costo del carbón es de unos \$90, que es muy superior a la de la electricidad con gas (\$41) o agua ( \$25), que son sus primordiales competidores. Por otra parte, en el Perú aún no existe una tecnología adecuada para la producción de calderas para carbón antracita. Para que la generación de energía con carbón sea rentable, se necesita una producción de alrededor de 1,2 millones de toneladas/año; Sin embargo, en 2011, la producción total de antracita se estima en 77.000 toneladas. Si se desarrolla un proyecto de almacenamiento en frío, tampoco será factible debido a que las propiedades del carbón antracita no lo permitirán, ya que requerirá un carbón con una alta inflamabilidad ya que cualquier reacción será requerida rápidamente.

Mientras que la antracita tiene baja inflamabilidad. Para ser parte de la reserva de enfriamiento, el costo instalado por kilovatio-hora (kWh) es mayor (\$2.500 por kWh) que otras fuentes como las turbinas de gas (\$600 por kWh). Por otro lado, una central eléctrica a carbón genera 1 tonelada de CO<sub>2</sub>/MWh, mientras que una central eléctrica a gas genera de 0,38 a 0,45 toneladas de CO<sub>2</sub>/MWh. Lo anterior es un resumen de los comentarios extraídos de las entrevistas realizadas para este estudio (Fig. 1).

**Figura N° 1**

Motivos para no usar carbón para la generación de energía eléctrica.



El factor de área afecta el costo sin tecnología para la caldera de carbón de antracita energía térmica y almacenamiento en frío Turbina de gas USD 600/kWh Turbina de carbón USD 2500/kWh alta potencia de ignición respuesta rápida donde el carbón emite 1 tCO<sub>2</sub>/MWh y 400 ppm de HCN la planta genera 0,38 -0,45 tCO<sub>2</sub>/MWh y 15-25 ppm de HCN Produce 1,2 millones de toneladas de carbón al año.

### **Tipos del carbón en el Perú y sus características:**

La Tabla 2 detalla la distribución y características del carbón por cuencas encontradas.

La clasificación se realiza de acuerdo con la norma ASTM D 388-92, la más utilizada por la industria. La cuenca del río Santa está ubicada en la parte norte del país, es una zona típica para la explotación del carbón antracita, ya que la mayoría de sus minas contienen carbón antracita de alto poder calorífico, no inflamable y hasta un 12% de volátiles. Hasta el momento, no ha sido explotado a gran escala. Aquí se pueden ver protuberancias de una capa de carbón de 1 a 4

metros de espesor. El precio de venta fluctúa entre S/. 90 y S/. 120 por tonelada, puesto en la mina.

La tabla 2 presenta las reservas de carbón por industria y por clasificación económico-técnica.

**Tabla N° 2**

*Características generales de los carbones en el Perú*

Características	Cuenca del Alto Chicama	Cuenca del Santa	Cuenca de Oyón-Gazuna		Cuenca de Goyllarisquizga y Jatunhuasi		Yacimientos de Piñapata y Tuco	Yacimiento de Tumbes
			Oyón	Gazuna	Goyllarisquizga	Jatunhuasi		
Tipo de Carbón (ASTM)	Antracita	Antracita-Meta antracita	Semi bituminoso	Antracita-Semi antracita	Bituminoso y Sub bituminoso		Antracita	Lignito
Humedad (%)	4.0 - 12.0	4.0 - 6.0	6.0	6.0		6.0 - 10.0	4.0 - 4.5	9.0 - 18.0
Materia Volátil (%)	2.5 - 12.0	3.0 - 6.0	16.0 - 22.0	6.0 - 14.0	23.4	32.0 - 38.0	4.0 - 8.0	27.0 - 32.0
Cenizas (%)	8.0 - 10.0	7.0 - 12.0	6.0 - 12.0	5.0 - 10.0	54	6.0 - 20.0	6.0 - 35.0	20.0 - 36.0
Azufre (%)	1.0 - 2.5	0.5 - 1.0			12.1	0.60 - 2.0	0.6 - 1.2	4.0 - 5.0
Carbón Fijo (%)	80 - 85	80 - 85	65 - 75	70 - 80	22.6	40 - 60	52 - 85	20.0 - 30.0
Poder Calorífico (Kcal/Kg)	7,000 - 7,500	6,000 - 7,500	7,000 - 7,600	6,500 - 7,500		5,000 - 7,000	6,400 - 7,600	2,700 - 4,300
Densidad (t/m <sup>3</sup> )	1.6	1.3						

*Nota.* Fuente. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (Ingemmet), citado en Giraldo & Blas, 2008.

**Producción nacional**

Tal como lo informó el Departamento de Fomento Minero del Ministerio de Energía y Minería (MEM) en su informe anual 2011, la producción de carbón en Perú ese año fue de 164.392 toneladas. Toda esta producción pertenece a las unidades mineras localizadas en los departamentos de Lima, La Libertad, Ancash y Cajamarca, de las cuales 16 son pequeños mineros, 2 son productores informales y 2 en modalidad de régimen general (MEM, 2012). Del total de

producción de carbón, más de 77.000 toneladas son de antracita y 87.000 toneladas de carbón bituminoso. El segundo fue tomado del distrito de Oyón, provincia del mismo nombre, departamento de Lima (MEM, 2011). El Cuadro 1.5 muestra el detalle de la producción.

El carbón desde 2002 hasta 2011. En cuanto a toda la producción de la Cuenca del Santa, esta ascendió a 54.438 toneladas de carbón tipo antracita, producción correspondiente a la pequeña minería (Productores informales). No hay datos sobre productores no oficiales.

### **La industria del carbón**

La pequeña minería dedicada a la minería del carbón en el norte del Perú es manejada en gran parte por trabajadores informales que brindan a los recolectores el transporte del carbón a las ciudades. Las condiciones de funcionamiento son muy peligrosas y no se respeta el medio ambiente. La figura 2 muestra las etapas de desarrollo de la mina de carbón, tomando como referencia el sistema de valores de producción y comercialización del carbón en Colombia, ya que en el Perú no existe una minería de carbón desarrollada.

Las etapas de producción y comercialización del carbón se detallan a continuación:

- **Investigación preliminar:** Se realizan prospección y estudios geológicos previos a la presentación de la solicitud de licencia minera y averiguaciones posteriores.
- **Exploración y estudio de la factibilidad:** Esta es la definición de una mina de carbón cuyas condiciones geológicas, como el potencial y calidad, son valoradas en el mercado actual. La exploración está relacionada con las tendencias económicas en torno al momento en que se encontró el mineral;

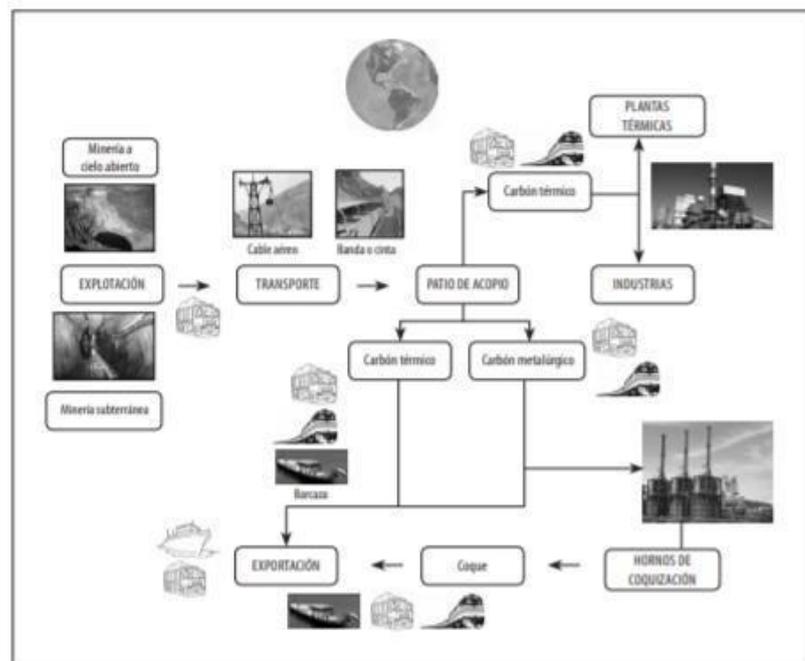
Esto explica por qué cuando suben los precios internacionales, la gente busca iniciar oficialmente la minería, y en este punto también se realizan estudios de impacto ambiental antes de que el proyecto pueda continuar.

- **Desarrollo y explotación:** Durante la fase de desarrollo, se localizaron las instalaciones como campamentos mineros, zonas de acopio, el movimiento de tierra para construir la entrada a la mina y la reubicación de personas en nuevas áreas residenciales. Luego comienza la fase de minado, es decir, cuando se inicia el minado y se empieza a producir el mineral de acuerdo a las condiciones que presenta la mina de carbón.

Mejora de la condición física (beneficio): Son todas las actividades que se realizan para mejorar la condición física del carbón y trasladar el carbón al mercado.

**Figura N° 2**

*Proceso de producción y comercialización en Colombia.*



- **Transformación:** Estos son los procesos fisicoquímicos o metalúrgicos a través de los cuales se debe llevar el carbón al mercado. Mediante la destilación se puede obtener: coque, brea, amoníaco, gas, etc.
- **Transporte y comercialización:** Incluye el transporte del mineral desde el área de minado hasta el punto de venta. Esto se realiza mediante volquetes con una capacidad de 30 toneladas que son transportados a almacenes, plantas procesadoras y consumidores internos.

El carbón producido en el área de Cocabal abastece al mercado interno, utilizándolo para la producción de energía primaria y como insumo. El carbón de antracita se vende principalmente a plantas de cemento y acerías, además, también se utiliza para fábricas de ladrillos, fundiciones y fábricas de papel, pero la producción es baja y requiere más inversión. Según el Instituto de Geológico y Metalúrgico (Ingemmet), la prospección, cateo y comercialización son libres, mientras que la exploración, extracción, abastecimiento y transporte requieren concesión.

### **Precio del carbón antracita**

El precio del carbón antracita para el mercado interno se determina en función de la calidad de la materia prima y de la distancia entre el lugar de depósito y el lugar de consumo. El precio por tonelada tiene un rango interno actual que fluctúa entre S/. 90 y S/.120 puesto en mina (EXW).

Estos precios están influenciados por la naturaleza informal de esta actividad en el país y son demasiado bajos para ser lo suficientemente competitivos para desarrollar una empresa minera de tamaño mediano a grande que venda en el mercado local. Para los precios vigentes en el mercado internacional, es necesario mencionar las variables importantes de su elasticidad:

el crecimiento del mercado internacional y la estabilidad económica de los países importadores. De 2011 a 2012.

China superó a Japón como el mayor importador de carbón del mundo debido al aumento de la demanda de energía y la producción nacional insuficiente. Cabe señalar que China es el mayor consumidor de energía del mundo y depende del carbón.

Los precios mundiales del carbón fluctúan según la influencia de los diferentes mercados internacionales y pueden variar significativamente de un mes a otro. A continuación, se analiza el comportamiento de los precios internacionales del carbón determinados por diversos indicadores globales en los mercados de materias primas. (Tabla 3 y figura 3).

**Tabla N° 3**

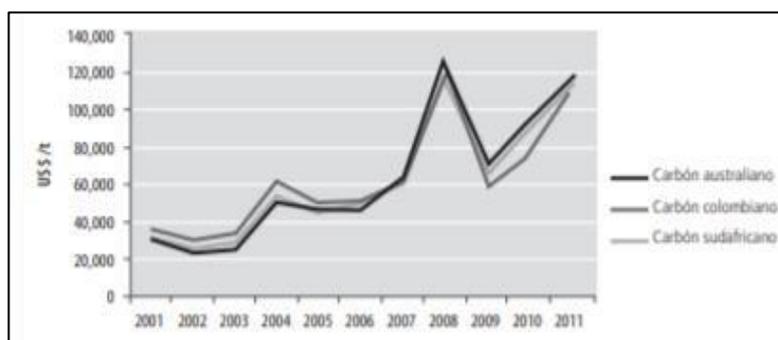
*Características generales de los carbones en el Perú*

<b>Año</b>	<b>Índice Australia (US\$/t)</b>	<b>Índice Colombia (US\$/t)</b>	<b>Índice Sudáfrica (US\$/t)</b>
2001	32.32	36.39	33.87
2002	25.29	28.60	26.01
2003	26.10	33.90	30.23
2004	52.89	60.70	54.67
2005	47.59	51.10	46.21
2006	49.10	52.32	50.68
2007	65.68	63.69	62.64
2008	127.20	122.40	120.61
2009	71.96	59.39	64.67
2010	98.88	77.89	91.61
2011	120.96	11.65	116.4

*Nota.* Fuente: Banco Mundial, 2012.

**Figura N° 3**

*Precio del carbón, 2001-2011*



De las observaciones anteriores, los precios internacionales del carbón tienen una tendencia positiva, con una disminución significativa en 2009, principalmente debido al impacto de la crisis internacional.

Cabe señalarlos precios corresponden al carbón térmico (bituminoso), ya que no existe un índice internacional o bolsa de materias primas para la antracita. Los precios promedio internacionales se establecen con base en la información recopilada sobre las exportaciones producidas en el Perú durante los últimos tres años. Los precios internacionales del carbón antracita se presentan en el Tabla 4, que junto con el Tabala 5 comparan los precios de exportación del carbón antracita a Perú y Colombia, las industrias estándar de este mineral. En el caso de Perú, se consideró únicamente la aduana de Salavery, que es el puerto más cercano a la zona de estudio.

**Tabla N° 4**

*Precios FOB de exportaciones de carbón antracita en Colombia, 2007-2012 (US\$/t)*

Tipo	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Carbón antracita</b>	116.60	121.60	108.55	159.92	261.80	319.40
<b>carbón térmico (bituminoso)</b>	48.39	74.30	76.86	77.42	96.69	96.30

*Nota.* Fuente: DANE; Ministerio de Minas y Energía de Colombia.

**Tabla N° 5***Precios FOB de exportaciones de carbón antracita en el Perú 2010-2012 (US\$/t)*

<b>Año</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>
<b>2010</b>	128.25					134.30
<b>2011</b>	113.65		117.10	178.11	117.25	
<b>2012</b>			117.10			120.26

<b>Año</b>	<b>julio</b>	<b>agosto</b>	<b>setiembre</b>	<b>octubre</b>	<b>noviembre</b>	<b>diciembre</b>
<b>2010</b>		112.23	213.77		112.54	112.84
<b>2011</b>		117.54		102.45	135.65	
<b>2012</b>						

*Nota.* Fuente: SUNAT- Aduanas

Como se puede observar, el precio de exportación en Perú es bastante bajo en comparación con Colombia. Esta dinámica se puede explicar por las siguientes razones: en el Perú no existe una industria carbonífera desarrollada, por lo que no se garantiza el suministro continuo, lo que dificulta la negociación de mejores precios con otros países; el carbón exportado se considera en bruto porque no existe una fábrica técnica para procesar los productos y generar valor agregado, lo que incrementará los costos; y de acuerdo a los resultados de la encuesta, existe una sola empresa de almacenaje en el país con un centro no técnico lucrativo que separa el carbón de acuerdo a las características de la empresa, esa es la única empresa que empezó a exportar carbón antracita en pequeña escala desde el año 2009.

### **Marco conceptual**

#### **Origen del carbón**

La formación de los carbones en el Perú se debe a las diversas etapas tectónicas ocurridas desde el pre cambriano con la orogenia grenviliana hasta el cenozoico con la tectónica andina y el desplazamiento del Batolito andino en el Terciario.

Desde la separación de Gondwana en Laurentia y Gondwana hace 830 Ma.

a fines del pre cambriano (Cawood, 2005), además de estos grandes continentes había bloques menores que tenían libertad de movimiento a los cuales se les denomina terranes.

Uno de estos terranes el Macizo de Arequipa fue incorporado en Gondwana, chocando al cratón de la Amazonia, lo que resultó muy importante para la formación de la cuenca donde se depositaron los carbones Paleozoicos provenientes de la erosión de las montañas eohercinianas en el famenniano al toumaisiano; donde hubo una importante vegetación y una importante aportación de sedimentos. Es en estas cuencas donde se depositó el Grupo Ambo donde la de poca importancia económica, son carbones antrasíticos con bastante contenido de ceniza entre 17-56% y sus potencias son de 30- 50 cm. En forma lenticular y reducida (Zapata et al. 2004).

La génesis de carbones mesozoicos peruanos está íntimamente relacionada con la desintegración de Pangea. Esta desintegración comenzó, según Veevers, (1989) en el Triásico durante transición entre Ladiniano y Camiano hace unos 230Ma o a 60 Ma después de la completa integración.

Uno de los indicios de desintegración al nivel mundial es el vulcanismo tipo "traps" que se manifiesta en el Jurásico con la efusión de enormes cantidades de basaltos en distintos continentes.

Estos volcánicos provenían de la parte baja de la corteza continental y según Sempere et al (2002) causaron su adelgazamiento y subsidencia en las áreas sobre yacentes. Siguiendo estas ideas el vulcanismo pudo ser el causante de las fallas transcurrentes (rumbo paralelas al borde. A lo largo del borde continental de la margen andina que ha sido anteriormente de Pangea, se han emplazado varias fallas transcurrentes que han generado cuencas distales, estas fallas

no lograron separar el bloque de la corteza continental de América convirtiéndolo en terran; la particularidad las dos fallas transcurrentes peruanas es que han producido el descenso del bloque más cercano a la costa con respecto al resto de Sur- América (Sempere et al. 2000). Este descenso tuvo una gran importancia para la geología y geomorfología posterior del Perú y particularmente para la formación de las cuencas carboníferas mesozoicas donde se depositó distintas formaciones una de ellas el grupo Goyllarisquizga.

Los carbones Cenozoicos están relacionados al tercer y cuarto movimiento andino de naturaleza complexional y Epiro génica la cual originó cuencas favorables para la deposición de carbones los cuales se encuentran registrados en el mioceno representado por los carbones ligníticos de la formación Pebas.

En consecuencia, en el Perú hubo solo tres periodos relativamente cortos durante los cuales se cumplían las condiciones requeridas necesarias para la formación de los depósitos de carbón. Estos periodos fueron muy importantes para la geología histórica del Perú. Se trata de:

Misisipiano inferior hace unos 330 Ma. (Visseano.)

- Cretáceo de 140 a 130 Ma. (del Beriasiano a Valangianiano Inferior)

Neógeno (principalmente mioceno) y Cuaternario durante los últimos 30 Ma.

Dichos periodos corresponden a las etapas tardías de los procesos tectónicos que crearon condiciones favorables para su génesis.

El carbón ahora se considera de origen vegetal, los procesos geológicos en épocas anteriores han creado yacimientos que aún están activas para formar nuevos depósitos, y se extraen diferentes tipos de carbón. La extracción actual es el resultado de diversos grados de cambio del material original. La formación de

carbón representa la etapa final de los esfuerzos acumulativos de los organismos, la erosión, la deposición de limo y 7 movimientos de la corteza terrestre.

El carbón, desde el punto de vista de la composición elemental, está formado por carbono, hidrógeno y oxígeno, también contiene nitrógeno y azufre en menor proporción, la proporción de estos elementos variará de acuerdo a la composición del carbón el nivel de evolución alcanzado por el carbón. La parte orgánica del carbón suele estar asociada en diferentes proporciones con la parte inorgánica (materia mineral).

Esta materia puede ser singenésica (primaria) o epigenética (secundaria). La acumulación de materia orgánica y su posterior conservación requiere no sólo de un alto rendimiento orgánico, sino también de la existencia de unas condiciones específicas dentro del propio medio sedimentario en cuanto a potencial redox, nivel del agua, salinidad y clima del medio.

Así, ciénaga, medios pantanosos, deltas, planicie, y en general todos los ambientes de área restringida de subsidencia baja pero continua, son generalmente los que combinan estas condiciones, las mejores condiciones para la conservación de materia orgánica y posterior formación de carbón. En general, el carbón se deriva de facies deltaicas bajo la influencia de agua dulce y agua salobre, dentro de una gran planicie cuyo material proviene de la línea geográfica del Maraón y en menor medida de los escudos de Brasil y Guayana. Todos los carbones peruanos son de origen húmico y son autos plastificantes (insitu) o alóctonos (transportados).

Están formados principalmente por el grupo maceral (componente orgánico del carbono) de la vitrinita, seguido de la liptinita y los inertes, procedentes de cadáveres de plantas terrestres. El grupo de lípidos incluye virales

de las partes químicamente resistentes de las plantas. Los macerales de esta partida se clasifican según el origen de determinadas partes de plantas o de sus productos: alginita, esporinita, cutinita, suberinita, resinita, fluorinita, exudatinita, bituminita y lipodetrinita.

El grupo inerte representa un conjunto de virales derivados de restos vegetales, que han sido degradados y descompuestos en condiciones oxidantes antes de la deposición o en las primeras etapas de formación de turba, por procesos como la combustión, la oxidación y el ataque bacteriano. El material vegetal de partida se compone de los mismos componentes de los que se forman los grupos de vitrinita y liptinita. En el carbón peruano se han reconocido vitrinitas (telinita, desmocolinita, telocolonita, gelocolonita, corpocolonita), liptinita e inertes (fusinita, semi fusinita, micrinita, marrinita, esclerotinita, inerttodestrinita). Los carbones paleozoicos y mesozoicos han alcanzado un alto nivel de evolución de bituminoso a meta antracita, mientras que el carbón del Cenozoico varía de lignito a sub-bituminoso. El carbón húmico es el más abundante y proveniente de la acumulación de restos vegetativos de plantas superiores. Su ocurrencia es heterogénea y bandeada debido tanto a la distribución de los diferentes restos vegetales como a la variabilidad en las condiciones que existían cuando se acrecentó.

El carbón sapropélico tiene una apariencia grande, sin embargo, difiere entre los carbones de algas (carbones de cabeza de pantano) y los carbones de esporas (carbones de canela). La carbonización es el proceso por el cual los residuos vegetales en la turba se convierten gradualmente en lignito, carbón y antracita. En el cual, el cambio de todas las propiedades físicas y químicas de la planta muerta ocurre bajo la influencia de los factores de temperatura, tiempo y

presión, y enriquecimiento de carbono. La carbonización puede ser tanto bioquímica como geoquímica.

La bioquímica que ocurre en el período primordial ocurre en la superficie de la turba, causando meteorización biológica, física y química. Durante la carbonización geoquímica, la temperatura y la presión interfieren durante mucho tiempo, al igual que los cambios fisicoquímicos que ocurren durante las sucesivas transiciones del carbón entre las etapas de lignito y carbón y antracita. Este proceso incluye las etapas de diagénesis, cata génesis y meta génesis.

La clasificación del carbón se basa principalmente en el grado del carbón (grado), el nivel de pureza y el tamaño de las partículas. Los más importantes están ordenados por rangos, que vienen determinados por las propiedades naturales que les son inherentes y estos son: 9 Turba, lignito y hulla (semi bituminoso).

- Antracita (meta-antracita). En el Perú predominan los carbones antracíticos y meta- antracíticos, y en menor medida el bituminoso (Hulla) y el lignito.

Según Hickling:

Existe una continuidad en la formación y las diferencias se basan al tiempo que ha durado el proceso de carbonización: ·

**Madera** → **turba** → **lignito** → **hulla antracita**

Según Hill:

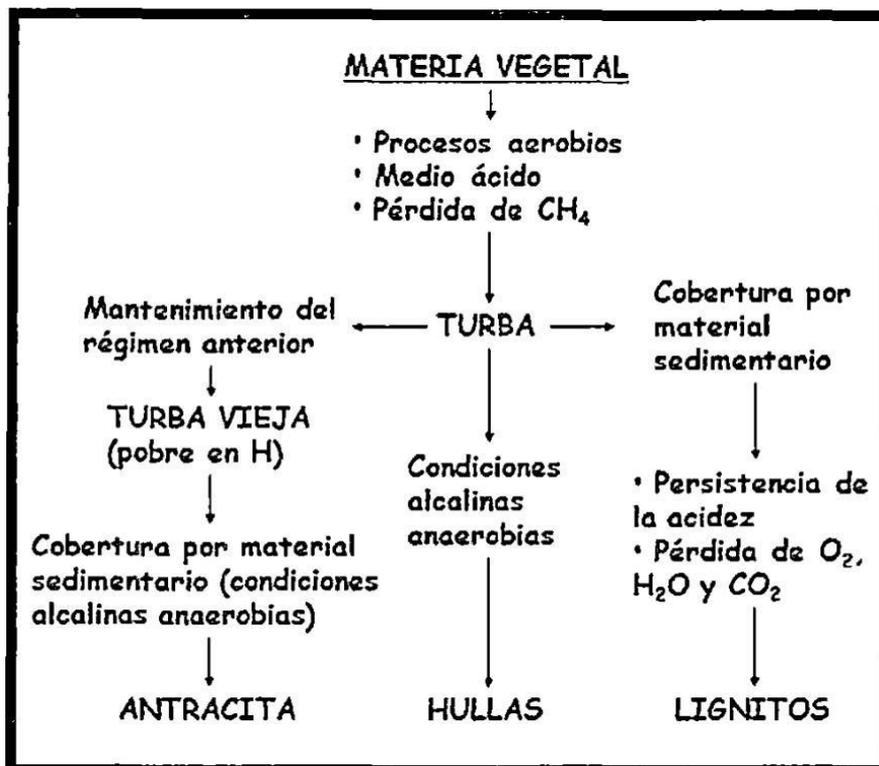
- La carbonización se acentúa con la profundidad debido a los efectos de la presión y temperatura.

Según Mackenzie-Taylor:

- Cada tipo de carbón es el final de un proceso diferente según las condiciones de carbonización.

Figura N° 4

*Teoría de Formación de Carbones Según Mackenzie-Taylor*



### Clasificación del carbón

El carbón se conoce casi desde los albores del hombre, en forma de carbón vegetal y carbón negro. Los egipcios procesaban el carbón con el mismo método que hoy en día.

El carbono en su estado natural tiene dos formas dependiendo de su pureza: el carbono puro se cristaliza en forma de diamante o grafito (Babor & Ibarz, 1963), mientras que el resto es amorfo en forma de carbón de piedra. El diamante es el carbono puro por excelencia, el material más duro y valioso que se conoce en el universo. El grafito es una forma modificada de cristal, en el que las escamas y las láminas se adhieren entre sí, deslizándose fácilmente de una capa a otra. Es un excelente conductor de la electricidad, resistente al calor y a muchos reactivos químicos, y por sus propiedades es indispensables en la

fabricación de crisoles, electrodos y en electro plásticos. Durante la investigación, este carbón fue encontrado en la mina Cocabal en la provincia del Pallasca en Ancash.

El carbón vegetal es un material vegetal fósil que creció en el período Carbonífero y fue enterrado bajo los sedimentos para evitar su descomposición. Inicialmente se produce la descomposición, transformando el material vegetal en TURBA (etapa temprana del metamorfismo), liberando CO<sub>2</sub>, metano (CH<sub>4</sub>) y vapor de agua.

Cuando el sedimento quedó completamente enterrado, se cortó el acceso al aire, dejando los gases de escape atrapados en el carbón, los mismos gases que ahora son una causa potencial de explosiones de gas grisú. El carbón luego sufre diferentes grados de metamorfismo, aumentando el contenido de carbono fijo, ver tabla 6:

**Tabla N° 6**

*Porcentaje de carbón fijo*

<b>PORCENTAJE DE CARBÓN FIJO</b>	
Madera original	40 %
Turba	60 %
Lignito	70 %
Carbón bituminoso	78 %
Semi bituminoso	83 %
Antracita	90 %
Meta antracita	98 %
Grafito	≈100%
Diamante	100 %

La clasificación del carbón en todos los países se basa principalmente en el contenido de materia volátil (hidrógeno, monóxido de carbono, metano, vapor de alquitrán y algunos gases no inflamables como el CO<sub>2</sub> y el vapor de agua).

Según la Sociedad Estadounidense de Materiales de Prueba (ASTM), la clasificación del carbón se da en la Tabla 1 (Joseph W. Leonard, 1991).

**Tabla N° 7**

*Clasificación del carbón mineral por calidad según ASTM.*

TIPO DE CARBÓN	GRUPO	LÍMITE DE CARBÓN FIJO, % (en base seca)	LÍMITES DE MATERIA VOLÁTIL, % (en base)	LÍMITES DE PODER CALORÍFICO Kcal/Kg		IGUAL O SUPERIOR A	INFERIOR A
		IGUAL O SUPERIOR A	INFERIOR A	SUPERIOR A	INFERIOR A		
Antracita	Metaantracita	98			2		
	Antracita	92	98	2	8		
	Semiantracita	86	92	8	14		
Bituminoso	Bituminoso de bajo volátil	78	86	14	22		
	Bituminoso de volátil intermedio	69	78	22	31		
	Bituminoso A de alto volátil		69	31		7778	
	Bituminoso B de alto volátil					7222	7778
	Bituminoso C de alto volátil					6390	7222
Sub-bituminoso	Subbituminoso A					5830	6390
	Subbituminoso B					5280	5830
	Subbituminoso C					4600	5280
Lignito	Lignito A					3500	4600
	Lignito B						3 500

El carbón que contiene menos del 8% de materia volátil es antracita. Este es el carbón más abundante en nuestro país, por lo que es fácil encontrarlo en la mayoría de las minas consideradas. Un tipo específico de antracita, que contiene menos del 2% de volátiles, se llama meta antracita o grafito de carbono. El carbón que contiene de 8% a 14% de materia volátil se llama carbón semi antracita o semi-bituminoso (Joseph W. Leonard).

Para efectos de este estudio, se obtuvieron muestras de este carbón de la

mina La Galgada, ubicada en la margen Izquierda del río Tablachaca, provincia de Pallasca. El grado convencional contiene 14%-22% de materia volátil y su designación varía de estado a estado, por ejemplo: EE.UU.:

- Bituminoso de baja volatilidad
- Gran Bretaña: Carbón con baja volatilidad de vapor.
- Alemania: Escolé.
- Francia: venta de hierba

Se denomina carbón bituminoso semivolátil o coque a un grupo de carbones que contienen entre un 22% y un 31% de materia volátil.

### **2.3. Definición de términos básicos**

#### **Perforación diamantina**

Esta perforación se realiza con broca diamantada para perforar la roca tomando el testigo, el cual se extrae, registra y coloca en cajas porta testigos para su debida protección y almacenamiento en la sala de testigos. (Coreshak).

#### **Los sondajes**

Se trata de pozos que permiten el estudio y análisis por parte de los geólogos de muestras extraídas de estas zonas a profundidades de hasta 1.200 m. Las técnicas más utilizadas en la actualidad son la recuperación de núcleos o la recuperación de diamantina y escombros (detritos) o la perforación con aire reverso.

#### **Prospección minera**

Desde un punto de vista geológico, este es el período en el que buscamos minerales que se puedan extraer en un área en particular. Las técnicas utilizadas se basan en estudios geológicos o técnicas basadas en geofísica, geoquímica, etc.

#### **Exploración minera**

Esta es la primera etapa de las operaciones mineras, y consiste en identificar

áreas con yacimientos minerales que luego serán explotados -dependiendo de su tamaño y composición- en un proyecto minero.

### **Muestreo – (Ángel Lambert B, 2006)**

El muestreo es la operación que consiste en sacar una parte del material, cuyo valor se desea conocer, dándole el nombre de muestra y tiene un valor representativo o lo más aproximado del que realmente tiene el total. Importancia del muestreo - (Ángel Lambert b, 2006)

Para determinar la importancia del muestreo se entregan las siguientes consideraciones:

- Los resultados del muestreo en la exploración permiten definir o no, la existencia de un yacimiento; Los resultados de los reconocimientos permiten delimitar la parte explotable comercial del yacimiento. **Errores en el muestreo - (Ángel Lambert b, 2006)**

Es normal utilizar varios tipos de categorías para determinar las fracciones que se obtienen de un lote de acuerdo a la forma en que se van originando. Así se denomina incremento a la cantidad de material extraído del lote en un solo movimiento del aparato de muestreo. Submuestra es una cantidad de material formada por varios incrementos. Una muestra compuesta global es la cantidad formada por todos los incrementos o submuestras tomadas desde un lote. La muestra final para medición es la cantidad de material que finalmente ha sido seleccionada luego de completar los métodos estándares de chancado y división de muestras y sobre la cual se determinara el valor de un atributo o característica. En el caso de análisis químico, la muestra la forma en que se van generando cada una de las muestras definidas. Cada una de las operaciones que se utiliza introduce un error y una dispersión. El error asociado al valor final que se obtenga corresponderá a la

suma de los errores parciales, es decir:

- Error Final: Error en la selección de muestra + Error en la preparación + Error en el análisis.

#### **Muestreo aleatorio (no sistemático) - (Ángel Lambert b, 2006)**

Este método de muestreo se define como aquel realizado en forma irregular y dirigido a aquellos sectores que presenten características favorables, por lo que tampoco al azar. Aunque este método es usado habitualmente a través de toda la vida del proyecto, su uso principal se restringe a los niveles iniciales de exploración, donde tiene por finalidad obtener una base de datos suficiente como para poner el área en una escala de prioridades. A medida que progresa la exploración y, por ende, el conocimiento del área, los muestreos no sistemáticos van progresivamente siendo menos necesarios, limitándose a ocasiones especiales en que se necesita información puntual. Los tipos de muestras más usados en los muestreos no sistemáticos son: “chips sample”, “chips channel”, “rock sample” y “grab sample”.

#### **Muestreos sistemáticos - (Ángel Lambert b, 2006)**

El muestreo sistemático se define como aquel destinado a obtener una muestra de cualquier tipo a un cierto intervalo regular constante. Sin perjuicio de lo anterior, se entiende por muestreo sistemático aquel dirigido a muestrear solo una característica geológica, pudiendo, en este caso, alcanzar dimensiones distritales.

En el primer caso, se diseña una grilla de muestreo, obteniéndose una muestra de algunos de los tipos posteriormente descritos en cada punto programado.

Para el segundo caso, las muestras se obtienen no necesariamente a

intervalos regulares, pero deben corresponder a la misma característica geológica, ya sea esta un cierto tipo litológico, de alteración, veta o vetilla, etc.

### **Muestreo de superficie - (Ángel Lambert b, 2006)**

Una vez detectada el área de interés, se procede al reconocimiento superficial a través de un adecuado plan de mapeo y muestreo. Donde posterior se hace una evaluación para el tipo de muestra y cuál es el método que se va a realizar.

### **Muestreo por trinchera**

Este método es usado para reconocimientos en afloramientos de vetas, o depósitos superficiales. Consiste en cavar zanjas o trincheras de tamaño adecuado., se realiza el escarpe y limpieza de terreno dejando el afloramiento expuesto en superficie de roca fresca.

El muestreo de trincheras se realiza sistemáticamente en tramos o intervalos equidistantes entre sí, cada dos metros o cada cinco metros de pendiendo del área.

### **Muestras de suelo**

Estas muestras se toman en áreas con extensa cubierta regolítica, Las muestras se obtienen a partir del horizonte “B”. La profundidad del horizonte “B” va a funcionar a la naturaleza particular del suelo donde son 0.1mts hasta 1.5mts.

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

- Las Perspectivas geológicas preliminares determinaran la explotación de Carbón del Prospecto Unidad minera Reyna Cristina 4 – 2019.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- Las propiedades geológicas del yacimiento determinarán la

explotación de Carbón del prospecto Unida Minera Reyna Cristina 4.

- Los controles estructurales determinarán la explotación de Carbón del Prospecto Unidad minera Reyna Cristina 4.

## 2.5. Identificación de las variables

### 2.5.1. Variables Independientes

- Las Perspectivas geológicas preliminares.

### 2.5.2. Variables Dependientes

- Explotación de Carbón del Prospecto Unidad minera Reyna Cristina 4.

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

**Tabla N° 8**

*Matriz de operacionalización*

Matriz de consistencia						
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA	TECNICAS	INSTRUMENTOS
<b>VARIABLES INDEPENDIENTES</b> Las Perspectivas geológicas preliminares	Conjunto de actividades que comprenden la investigación del subsuelo, los análisis e interpretación geológica del todo el yacimiento dentro de una área definida.	Proceso de exploración mediante mapeo geológico interior mina de labores subterráneas.	Interpretación Geológico	Tonelada cubica	Mapeo geológico	Brujula, flexometro, spray, cordel, etc.
			Calidad de muestras		levantamiento Topográfico	Estación Total
					QA/QC de muestras	Equipos de analisis geoquimico.
					Cuantificación de mineral	Estimación de Recursos
<b>VARIABLES DEPENDIENTES</b> Explotación de Carbón del Prospecto Unidad minera Reyna Cristina 4.	Uribe E. y Zapana E. (2014).: Es la programación en el tiempo de las actividades a realizarse.	Extración de minerales economicos presentes en las rocas encajonantes.	Delimitación de zonas mineralizadas rentables	Variedad de muestras	Tipo de minerales presentes en la estructura mineralizada para la explotación.	Equipos de Explotación Minero

**Nota. Fuente: Elaboración propia.**

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

De acuerdo a su carácter aplicativo la investigación que se lleva a cabo es del tipo exploratorio-deductivo.

Con este tipo de investigación buscamos aprender a hacer, actuar, construir y modificar. También porque se necesita un marco teórico. Los resultados de este estudio aplicado se utilizan inmediatamente.

#### **3.2. Nivel de investigación**

De acuerdo a los objetivos planteados, el estudio es explicativo porque los temas investigados son poco conocidos y descriptivos porque busca identificar variables que interfieren en el proceso de selección de variantes del método y por su naturaleza investigativa y nos permitirá cuantificar los sistemas de producción.

- a) Revisar información bibliográfica sobre métodos de extracción del carbón.
- b) Consultar la información bibliográfica relacionada con "Metodología de evaluación de impacto ambiental en el ámbito de la investigación": checklist, sistema de evaluación ambiental y modelos de simulación.

- c) Elaborar una matriz para identificar impactos y medidas de mitigación relacionadas.
- d) Hacer las matrices de rango de impacto.
- e) Establecer matrices de evaluación de impacto.

### **3.3. Métodos de la investigación**

Para el trabajo de investigación actual, es necesario obtener una evaluación geológica e histórica detallada de la mina, que nos brinde una guía sobre las operaciones de carbón del proyecto., la parte más importante consistió en determinar los recursos de carbón.

La realización de estudios geológicos, geológicos estructurales y minerales nos ayudará a determinar la propuesta de exploración para incrementar los recursos minerales de la mina.

Análisis técnico e interpretación de toda la información obtenida durante las distintas etapas de trabajo.

### **3.4. Diseño de investigación**

Este estudio se adaptó como un estudio no experimental porque las variables independientes no fueron manipuladas y el estudio fue causal, se puede decir transversal, porque la información se recolectó en un momento específico, en un momento específico y de una manera específica

### **3.5. Población y muestra**

La población está representada por los afloramientos de carbón del distrito minero. La muestra son las rocas del proyecto Cristina 4.

### **3.5.1. Población**

La población lo representa todo el recurso mineralógico que se encuentra en la formación chimú dentro de la concesión de Reina Cristina 4- Mina Cocabal.

### **3.5.2. Muestra**

La muestra es todo el mineral no metálico del carbón ubicados dentro de nuestra zona de estudio.

## **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Los mapas geológicos existentes se usan para identificar áreas de interés donde se llevarán a cabo mapeos detallados, selección, recopilación de datos y muestreo.

- Se crearán columnas estratificadas para distinguir entre elementos rocosos y minerales.
- Grabación y cifrado de datos.
- Para seleccionar diferentes datos y muestras, se tomarán muestras de rocas, tanto en superficie como subterráneas.
- Teniendo como referencia al mapeo geológico interior mina ya realizado con anterioridad ya existente, pasaremos a analizar e identificar las zonas de con mayor potencial en mineral donde se realizará un análisis detallado.
- Realizaremos correlaciones geológicas para establecer la correspondencia entre las zonas.
- Recojo de la información existente (propiedades físicas del carbón) de investigaciones relevantes sobre (geología).
- Comunicaciones frecuentes con los Geólogos superiores, cuya experiencia sirvió para reforzar mis conocimientos sobre los diferentes tipos de

yacimientos dentro de esta investigación.

### **3.7. Selección validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación**

<b>EXPERTO</b>	<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>CARGO E INSTITUCIÓN</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
WILFREDO INCHE ARCE	INGENIERO GEOLOGO	Geólogo Senior - Junefield Group S.A.	APLICABLE

### **3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Utilizamos técnicas de análisis y deducción de la indagación geológica obtenidos en diferentes etapas de esta investigación.

- Plan para la recolección de datos
- Verificación del mapeo geológico
- Analizamos los datos
- Procesamos los datos

### **3.9. Tratamiento estadístico**

Esta etapa se ocupa de datos dispersos y desorganizados recopilados de la población de investigación objetivo durante el trabajo de campo.

El procesamiento de datos utiliza estadística descriptiva para recopilar, describir, visualizar y resumir datos obtenidos del fenómeno en estudio.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

##### **4.1.1. Ubicación y acceso**

Las concesiones Reyna Cristina y Reyna Cristina N° 4 se encuentran contiguas una de la otra, separadas por la quebrada del río Ancos, 15 km aproximadamente al Oeste del centro poblado de Ancos. En el km. 98 de la carretera asfaltada que conduce a la ciudad de Cabana se ubica el antiguo campamento de lo que fue la Mina “Cocabal”; desde este punto hacia el Sur extendiéndose unos 5 km y abarcando gran parte de la quebrada Mina Mulata se ubica la Concesión Reyna Cristina N° 4. De la Mina “Cocabal” hacia el Norte extendiéndose 3 km se ubica la Concesión Reyna Cristina, cuyo extremo Norte colinda con lo que fue la antigua Mina de “La Galgada”.



ambas concesiones presentan pendientes de moderada a fuertemente pronunciadas con laderas abruptas.

#### **4.1.3. Hidrografía**

Los recursos hídricos en las áreas de las dos concesiones son solo temporales, solo aparecen en periodos de alta inundación, es decir, entre diciembre y marzo.

#### **4.1.4. Clima y vegetación**

En ambas concesiones el clima es cálido por ser una zona casi desértica, tiene una variación de acuerdo a las estaciones del año, es seco en la época de estiaje (mayo a diciembre), y lluvioso lo que resta del año la actividad agrícola se desarrolla principalmente en las zonas próximas al río Ancos, en cuyos bordes se siembran gran variedad de productos agrícolas.

#### **4.1.5. Geología local**

Se hace una descripción de la geología de acuerdo a su distribución espacial de lo observado en campo. Emergen rocas del cuaternario fresco hasta el Jurásico superior (Titoniana).

#### **4.1.6. Descripción de la columna estratigráfica generalizada**

##### **Depósitos Cuaternarios**

Se extienden desde las partes bajas de las quebradas hasta las laderas y los lechos de los ríos formando pequeñas terrazas.

En la propiedad Reyna Cristina estos cubren aproximadamente 15% de los suelos, y en la Propiedad Reyna Cristina N° 4 un 20%.

Formaciones Santa y Carhuaz.

### **Formación Carhuaz**

Estas formaciones, a diferencia de Chicama, no contienen lutitas ni carbón, se erosionan fácilmente y forman suelos amarillos y ocre. Es importante en la formación de minerales porque cuando aparecen niveles de carbonato es una excelente roca huésped para la mineralización y en su ausencia actúa como agente sellador para soluciones hidrotermales que mineralizan a la Fm. Chimú.

### **Formación Santa**

Suprayaciendo a las cuarcitas de la Formación Chimú sobre el flanco izquierdo de la quebrada de Mina Mulata (Reyna Cristina N° 4), se encuentra la formación Santa y Carhuaz, formada básicamente por areniscas grises, y en algunos casos lutitas grises, los cuales se encuentran intercalados con franjas no muy potentes de Yeso; también afloran franjas pequeñas y bien alteradas de calizas que tienen un lineamiento (Norte-Sur) casi paralelo a los mantos de Yeso.

### **Formación Chimú**

Secuencia Estratigráfica Portador de Carbón. Infrayaciendo a la Formación Santa y Carhuaz, las cuarcitas de la Formación Chimú destacan por ser resistentes a la erosión, formando abruptas pendientes, anticlinales, etc.

En el extremo Norte de la Concesión Reyna Cristina afloran paquetes de cuarcitas intercaladas con areniscas grises a gris verdosas, intruidos en algunos puntos por diques volcánicos de Andesitas, Granodioritas, Dioritas y Riodacitas.



## **4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados**

En el flanco derecho de esta concesión cerca de Cocabal se encuentran las labores de Carbón que se encuentran dentro de la Formación Chimú en la Concesión Reyna Cristina 4 se ubican los mantos de mayor importancia conocidos como “Cocabal” que se describen a continuación:

### **4.2.1. Mina cocabal**

Se encuentra dentro de la concesión Reyna Cristina 4, en esta mina ocurren 5 mantos de carbón del tipo antracítico con espesores de 0.30 a 1.40 metros, tienen direcciones entre 160 a 170 grados de rumbo, buzamiento de 70 grados hacia el Sur Oeste.

#### **a) Nivel 0**

COTA 1264 m.s.n.m. desde la bocamina se extiende 830 m. accesibles siguiendo una dirección de N180 grados, en este Nivel se puede distinguir 05 mantos de carbón:

#### **Manto el toro**

Se interceptó desde los 354 m a partir del inicio de la cortada, por referencias de trabajadores antiguos mencionan que se ha desarrollado sobre el manto aproximadamente 200 m de longitud, se pudo apreciar en terreno solo 10 metros de galería ya que se encuentra colapsado y en el subnivel desarrollado sobre la galería el cual se encuentra sin acceso (colapsado). El manto está buzando de 44 a 74° SW, con potencias o espesores de 0.30 a 0.65 m con promedio de 0.48 m, con presencia de zona estéril de 0.10m, que a la vez forma parte de una falla que causó el desplazamiento y separación vertical del mismo manto.

El carbón esta contenido dentro de las limolitas intercaladas entre las cuarcitas con espesores de 1 a 3 m, a su vez estos están contenidos en areniscas-cuarcitas de la formación Chimú de 850 m de espesor

La característica del carbón del tipo semi antracítico - antracita con valores de 5,020 k/cal, 52.96 % Carbón Fijo, Ceniza 40%, Materia Volátil 6.78%, Azufre 0.53 %

**Muestra N°504710.**

Es probable que este manto solo ha sido explotado en este nivel, pues en superficie no hay indicios de trabajos en los niveles superiores.

**Manto luz alica.**

Se intercepto a los 334 m a partir del inicio de la cortada, el cual se ha desarrollado una galería de 30 metros. Solo se ha reconocido o explorado no se ha extraído con subniveles superiores. Este manto dista a 6 metros del piso del manto EL TORO.

El manto Luz Angélica está buzando de 68 a 74° SW, con espesor de 0.30 a 0.40 y de promedio 0.35 m.

La característica del carbón del tipo semi antracítico - antracita con valores de 7,204 k/cal, 75.34 % Carbón Fijo, Ceniza 16.76%, Materia Volatil 7.90%, Azufre 0.12 %. **Muestra 504711..**

Se está proyectando continuar con galería este manto a fin de explorar la continuidad y calidad del carbón, a los 170 m realizar una ventana con azimuth de 210° a fin de investigar el manto EL TORO y la situación de la labor si continúa colapsada, de persistir el colapso, continuar la galería en Luz Angélica y a los 200 m realizar otra ventana, hasta interceptar.

El manto el Toro y poder explorar y dimensionar los bloques a fin de explotarlo.

### **Manto carito**

Se intercepto a los 165 m del inicio de la cortada por el cual se desarrolló la Galería Principal, iniciándose la preparación por subniveles y posterior explotación, aquí se observa un primer lente de 80 m. causado por falla de contacto- litológico produciendo un desplazamiento de 85 m. en horizontal respecto a la galería.

El manto Carito buza de 47 a 84 ° SW, con espesor de 0.50 a 0.70 de promedio de 0.60 m, en el (primer tramo o lente de 85 m) que fue explotado hasta el nivel superior.

La característica del carbón del tipo semi antracítico - antracita con valores de 6,201 k/cal, 68.29 % Carbón Fijo, Ceniza 23.66%, Materia Volátil 8.05%, Azufre 0.22 %. Muestra 504712

A los 300 se intercepto nuevamente este manto pero con menor potencia de 0.30 el cual no trabajaron presumiblemente por la poca potencia del manto, continuando la cortada para interceptar el manto Carito 1 y Carito 2.

En esta zona el manto Carito se encuentra a una distancia de 47 m del piso de manto Luz Angélica.

### **Manto carito 1**

Se intercepto a los 310 m del inicio de la cortada, en la cara norte del crucero el manto interceptado se encuentra solo como guía de carbón de 0.05 m, en la cara sur el que iniciaron la galería presenta un espesor de 0.90 a 1.10 m en el que desarrollaron la galería extensa de más de 1700 m.

El manto carito 1 se encuentra a una distancia de 6 m del piso del manto Carito. Es accesible hasta los 800 m. Horizontal desde el inicio de la cortada hasta la zona colapsada. Explotada en su totalidad 1200 m hasta la zona de Mina Mulata en Proyección Vertical en el nivel cero (Niv 0).

El manto tiene un buzamiento de 77° como promedio, de 59° a 86° SW, el espesor del manto es continua ya que la labor ha sido explotada integralmente con potencia de 0.90 – 1.10 – 1.40 m.

La característica del carbón del tipo semi antracítico a antracita según resultados de **Muestra 504713** con valores de 4,830 kcal/Kg, 51.09 % Carbón Fijo, Ceniza 42.66%, Materia Volatil 6.25%, Azufre 0.48 % y la **muestra 504690** tomada a 830 m en el tope antes del área colapsada dan valores 7,510 kcal/kg, 0.33 %S, 87.02% Carbón Fijo, 12.33% ceniza, 3.65% de materia Volátil.

### **Manto carito 2.**

Se intercepto a los 330 m desde el inicio de la cortada, la galería desarrollada y explotada hasta los niveles superiores, desarrollada en una extensión de 480 m, hasta los 285 m es continua, a partir de este punto se observa más compacta por el intrusivo diorítico en forma de sill el que recristalizo al carbón aún más siendo un carbón antracítico.

El manto carito 2 se encuentra a una distancia de 15 m del piso del manto Carito 1 en horizontal. El manto está buzando de 40 a 87° SW, con espesor de 0.30 a 1.25 y de promedio 0.71 m. La característica del carbón del tipo antracita con valores según **Muestra 504691** de 8,110 kcal/Kg, 90.59 % Carbón Fijo, Ceniza 6.06%. Materia Volatil 3.35%, Azufre 0.09%.

En el tope de la labor la potencia es menor de 0.30 a 0.40 m. Se está proyectando continuar con galería este manto a fin de explorar la continuidad y

calidad del carbón, a los 100 m realizar una ventana con azimuth de 230° a fin de investigar el manto CARITO 1 y la situación de la labor si continúa colapsada, de persistir el colapso, continuar la galería en CARITO 2 y a los 200 m realizar otra ventana, hasta interceptar el manto CARITO 1 y poder explorar y dimensionar los bloques a fin de explotarlo.

a) **Nivel 1**

COTA 1340 m.s.n.m. labor desarrollada hasta 380m., la bocamina inicia con una dirección de N140 grados aprox. Inicialmente es de depósitos cuaternarios, a los 125 metros aparece una pequeña guía de carbón de 20 cm de ancho, en el tramo 175 se ubica el crucero 01 contigua a una chimenea que comunica con el nivel inferior, este Crucero será descrito detalladamente por la importancia que representa.

A los 204 metros se visualiza el manto con 0.40m de ancho, correlacionando con el manto Carito hacia el nivel 0 (inferior). Los mantos cortados por estos cruceros estarían correlacionando con el manto Carito 1 en el nivel 0, el manto más alejado estaría correlacionando con el manto Carito 2, que es el manto que se sigue en el crucero 01 que lo describimos a continuación.

**GALERIA 01:** Esta Galería correlaciona con el manto Carito 2, tal vez esta sea la labor importante por el ancho que representa el manto de carbón, este manto corre pegado al flanco derecho, tomando un rumbo promedio de 160 grados y buzamiento de 75 grados aproximadamente, el ancho promedio 0.90 metros, en el tope de la labor el manto tiene 1.10 metros de ancho, el manto todavía puede ser explotado.

## **Nivel 2**

COTA 1376 m.s.n.m. Se han desarrollado 02 Galerías con longitud de labor 124m (nivel 2A), y el nivel 2B, longitud 64m en este tramo esta derrumbado.

### **Nivel 2a**

Desarrollado en el manto carito 2. Este nivel tiene una dirección inicial de N155 grados, siguiendo el mismo lineamiento casi en todo su trayecto, no presenta guías de carbón en los tramos iniciales, hasta los 85 metros donde se aprecia un pequeño manto de 0.20 metros de ancho, este espesor se observa hasta el final de la labor 123.7 metros.

### **Nivel 2b**

Desarrollado en el manto carito 1, Longitud 64m. Esta labor no presenta ninguna evidencia de carbón, tal vez fue el motivo por el que no se continuó con el desarrollo de la labor, las estructuras presentan un rumbo de 155 grados y buzamiento entre 65° a 70° SW aproximadamente.

## **Nivel 3**

COTA1413 m.s.n.m. Rb N140 grados, buzando 80 Sur Oeste, solo consta de un manto que se extiende casi 80m. aprox. En este punto se encuentra derrumbado.

Inicia la labor con dirección N155 grados en depósitos cuaternarios. en los 8.5 metros se observa una pequeña guía de carbón de 0.20m de ancho.

**Tabla N° 10**

*Estimación de Reservas en Área de mina Cocabal*

<b>ESTIMACION DE RECURSO POTENCIAL SECTOR DE COCABAL</b>									
Mantos	Tipo	Recurso	Longitud	Area	Potencia	Densidad Ton/m3	Factor Certeza	Factor Seguridad 10%	Total Toneladas
Manto 1	Conservador	Potencial	sobre Niv 0	266093	0.48	1.3	0.75	0.9	112,078.4
EL TORO	Optimista	Potencial	sobre Niv 0	266093	0.65	1.3	0.75	0.9	151,772.8
	Conservador	Potencial	Bajo Niv 0	430149	0.48	1.3	0.75	0.9	181,178.8
	Conservador	Inferido	Bajo Niv 0	463216	0.48	1.3	0.75	0.9	195,106.6
Manto 2	Conservador	Potencial	sobre Niv 0	261907	0.35	1.3	0.75	0.9	80,438.2
LUZ	Optimista	Potencial	sobre Niv 0	261907	0.4	1.3	0.75	0.9	91,929.4
ANGELIC	Conservador								
A	Conservador	Potencial	Bajo Niv 0	430149	0.35	1.3	0.75	0.9	132,109.5
		Inferido	Bajo Niv 0	463216	0.35	1.3	0.75	0.9	142,265.2
Manto 3	Conservador	Potencial	sobre Niv 0	261907	0.6	1.3	0.75	0.9	137,894.0
CARITO	Optimista	Potencial	sobre Niv 0	261907	0.7	1.3	0.75	0.9	160,876.4
	Conservador								
	Conservador	Potencial	Sobre Niv 0	539408	0.6	1.3	0.75	0.9	283,998.3
		Potencial	Bajo Niv 0	430149	0.6	1.3	0.75	0.9	226,473.4
		Inferido	Bajo Niv 0	463216	0.6	1.3	0.75	0.9	243,883.2
Manto 4	Conservador	Potencial	Sobre Niv	539408	0.9	1.3	0.75	0.9	425,997.5



**Muestra 504709** con valores de 5,206 kcal/Kg 50.46% Carbón Fijo, 35.93 % Ceniza, 13.61% Volátil, 0.41% de Azufre, intercalado con material estéril de pizarras y lutitas, con azimut N 157 grados, buzando 70 Suroeste. El carbón corresponde al tipo semi antracítico.

La extensión de los mantos hacia el Sur es de 1200 metros aprox. En este trayecto solo se divisan guías en forma puntual, correlacionando con los mantos provenientes de Cocabal probablemente sean Carito 1 y Carito, la cobertura de material cuaternario hace que no se visualice plenamente todos los mantos, las reservas prospectivas del tipo conservador calculadas se estiman en 210,600 toneladas aprox.

**Tabla N° 11**

*Estimación de Reservas en Área Mina Mulata.*

ESTIMACION DE RECURSO POTENCIAL MINA MULATA MANTO CARITO 1								
Tipo	Recurso	Longitud	Altura/Profundidad	Potencia	Densidad Ton/m <sup>3</sup>	Factor Certeza	Factor Seguridad 10%	Total Toneladas
Conservador	Potencial	1000	200	0.4	1.3	0.75	0.9	70,200.0
Optimista	Potencial	1200	230	0.4	1.3	0.75	0.9	96,876.0
ESTIMACION DE RECURSO POTENCIAL MINA MULATA MANTO CARITO								
Tipo	Recurso	Longitud	Altura/Profundidad	Potencia	Densidad Ton/m <sup>3</sup>	Factor Certeza	Factor Seguridad 10%	Total Toneladas
Conservador	Potencial	1000	200	0.8	1.3	0.75	0.9	140,400.0
Optimista	Potencial	1200	230	1	1.3	0.75	0.9	242,190.0
						Conservador Total		210,600.0
						Optimista Total		339,066.0

#### 4.2.3. Cocabal (área viscaya)

Ubicado dentro de la concesión Reyna Cristina se observó 05 niveles:

##### A. Nivel 0

COTA 1280 m.s.n.m. Rb. N166, buzamiento 63 Suroeste. La Galería del Nivel 0 desarrollada en el manto Carito, que en su oportunidad fue la principal labor de extracción de carbón. A los 8m se encuentra colapsada por lo cual no fue evaluada.

##### B. Nivel 1

COTA 1294 m.s.n.m. Rb N167, buzamiento 64 Suroeste. Longitud 470 m. En este nivel se han trabajado 03 mantos de carbón: **Manto Carito**. Se pudo determinar mediante una ventana realizada a los 40 m. Presenta una Azimuth 172° y buzamiento de 66° SW, aquí no ha sido explotado debido al espejo de falla que se observa con muy poco carbón.

En este nivel a lo largo de la Galería desarrollada en el manto Carito se observó 9 ventanas en la actualidad tapadas por relleno de rocas del frente de avance de la galería del Nivel 1, estas ventanas han sido utilizadas para acceso, extracción y ventilación de las galerías.

El manto presenta un espesor promedio de 0.94 m con un mínimo de 0.20 y un espesor máximo de 1.50 En los niveles superiores se observa este espesor un máximo de 1.50 m.

##### **Manto Carito 1**

El Nivel 1 fue desarrollado íntegramente en el manto Carito. A 40 m del inicio de la Galería se inicia el primer lente de carbón de 20 m de longitud cortado por falla y contacto litológico produjo un desplazamiento de 20 m iniciándose un nuevo lente que termina en el tope de la galería a 470 m el que

fue explotado íntegramente hasta los niveles superiores. El manto presenta un espesor promedio de 0.52 m con un mínimo de 0.40 y un espesor máximo de 1.40 con un azimuth promedio de 168°. En el Nivel 2 y 3 se observó zonas con mayor potencia llegando a tener un espesor de 1.40 m disminuyendo en el Nivel superior 4 con espesor máximo de 0.85 m. Esto prueba que los mantos de carbón forman lentes, en sentido horizontal y vertical.

### **Manto Carito 2**

Este manto de ha desarrollado muy poco debido a que su potencia máxima llega a los 0.66 y su mínima a 0.15, se observó que este manto en altura hacia el techo y/o superficie se muerde (se adelgaza) visto como máximo altura 4 metros al tope de los subniveles, este manto solo se ha reconocido en el nivel 1 Este y Oeste en una longitud de 70 m. en el tope se encuentra cortado por una falla, el que se sugiere continuar explorando a fin de verificar su continuidad y calidad del carbón.

### **C. Nivel 2**

Cota 1311 m.s.n.m. Rb. N171, buzamiento 67 Suroeste. Esta galería desarrollada en el manto Reina 1 con una longitud de 464.7 m. En este Nivel el **Manto Carito** explotado mediante ventanas o cruceros a partir de 144 m del inicio de la labor hasta una longitud de 453 m longitud trabajada 289m, se pudo medir las siguientes potencias; promedio 0.20 y máximo 1.40 rumbos con orientación promedio 170°, 70° SW. En su mayor parte la galería es desarrollada en el manto Carito se encuentran colapsadas. Se ha tomado muestra para su análisis 504723 se espera resultados.

**El Manto Carito 1**, gran parte explotado mediante galerías las cuales están colapsadas, debido a esto se emplearon los BYPASS, una labor paralela a las

galerías en roca buena (roca competente, dura) sin empleo de sostenimiento en longitud aproximada de 140 m.

En este nivel el manto Carito presenta espesor promedio de 0.73 m, mínimo de 0.15 y máximo de 1.40 m de rumbo similar al nivel inferior  $170^{\circ} 65^{\circ}$  SW. Se ha tomado Muestra N° 504722 para su análisis respectivo.

#### **D. Nivel 3**

COTA 1402 m.s.n.m. Rb. N173, buzamiento 59 Suroeste. Desarrollada en el manto Carito 1 Longitud 439 m

De similares características los mantos Carito y Carito 1 y fueron explotados mediante galerías y cruceros (ventanas). Carito presenta potencia promedio de 1.33 m, mínimo 1.0 m, máximo de 1.50 m.

Carito 1 presenta potencia promedio de 0.55 m, mínimo de 0.20 y máximo de 1.10 m.

#### **Nivel 4**

COTA 1435 m.s.n.m. Rb. N173, buzamiento 59 Suroeste. Longitud 420 m.

De igual forma de similares características los mantos Carito y Carito 1 fueron explotados mediante galerías y cruceros (ventanas).

Carito presenta potencia promedio de 0.88 m, mínimo 0.46 m, máximo de 1.50 m. Carito 1 presenta potencia promedio de 0.59 m, mínimo de 0.50 y máximo de 0.70 m

Los recursos de carbón en esta área han sido explotados en su totalidad hacia la parte superior (del Nv 0 hacia superficie), y los recursos potenciales prospectivos se encontrarían continuando los mantos hasta los límites de la concesión y hacia profundidad por debajo del nivel Cero, con similares características en cuanto a espesor.

### 4.3. Prueba de Hipótesis

#### 4.3.1. Descripción del potencial geológico

Aquí solo son basaremos en las 5 vetas que se tiene en nuestra de trabajo y en la tabla N°12 y tabla N°13 se observa cada área de estudio y donde nos indica sus propiedades físicas de las estructuras mineralizadas así como longitud, potencia, altura, densidad y al final colocamos un porcentaje de factor de seguridad.

**Tabla N° 12**

*Resumen del potencial de carbón en el área de Reyna Cristina.*

ESTIMACION DE RECURSO POTENCIAL AREA VISCAYA - MANTO CARITO								
Tipo	Recurso	LOCATIO N	Area	Potencia	Dens Ton/m3	Factor Certeza	Factor Seguridad 10%	Total Toneladas
	Probado	Sobre Nv 0	3,535	0.8	1.3	0.75	0.9	2,481.6
Conservador	Potencial	Sobre Nv 0	136,132	0.9	1.3	0.75	0.9	107,510.2
Optimista	Potencial	Sobre Nv 0	136,132	1.5	1.3	0.75	0.9	179,183.7
Conservador	Potencial	Bajo Nv 0	43865	0.9	1.3	0.75	0.9	34,642.4
Optimista	Potencial	Bajo Nv 0	43865	1.5	1.3	0.75	0.9	57,737.3
Conservador	Inferido	Bajo Nv 0	97868	0.9	1.3	0.75	0.9	77,291.3
ESTIMACION DE RECURSO POTENCIAL AREA VISCAYA - CARITO 1								
Tipo	Recurso	LOCATIO N	Area	Potencia	Dens Ton/m3	Factor Certeza	Factor Seguridad 10%	Total Toneladas
	Probado		3,535	0.59	1.3	0.75	0.9	1,830.2
Conservador	Potencial		136,132	0.52	1.3	0.75	0.9	62,117.0

Optimista	Potencial		136,132	1.4	1.3	0.75	0.9	167,238.2
Conservador	Potencial	Bajo Nv 0	43865	0.52	1.3	0.75	0.9	20,015.6
Optimista	Inferido	Bajo Nv 0	43865	1.4	1.3	0.75	0.9	53,888.2
Conservador	Inferido	Bajo Nv 0	97868	0.52	1.3	0.75	0.9	44,657.2
<b>ESTIMACION DE RECURSO POTENCIAL AREA VISCAYA - MANTO CARITO 2</b>								
Tipo	Recurso		Area	Potencia	Dens Ton/m3	Factor Certeza	Factor Seguridad 10%	Total Toneladas
Conservador	Potencial		87,223	0.6	1.3	0.75	0.9	45,922.9
Optimista	Potencial		87,223	0.75	1.3	0.75	0.9	57,403.6
Conservador	Inferido	Sobre Nv 0	136,132	0.6	1.3	0.75	0.9	71,673.5
Conservador	Potencial	Bajo Nv 0	43,865	0.6	1.3	0.75	0.9	23,094.9
Conservador	Inferido	Bajo Nv 0	97,868	0.6	1.3	0.75	0.9	51,527.5
					Probado Carito, Carito1		4,311.7	
					Conservador		Sobre Nv 0	215,550.2
					Optimista		Sobre Nv 0	403,825.5
					Inferido Sobre Nv 0		71,673.5	
					Conservador Bajo Nv 0		77,752.9	
					Optimista Bajo Nv 0		111,625.5	
					Inferido Bajo Nv 0		173,475.9	
Total Potencial conservador + Inferido								538,452.5

Se ha tomado las siguientes consideraciones:

En la sección realizada longitudinalmente se ha procedido a realizar la clasificación por bloques de acuerdo a su dimensión entre chimeneas echaderos de carbón, obtenidos en interior mina para el cálculo de Recursos se ha optado calcular con el espesor promedio como CONSERVADOR, máximo, como OPTIMISTA.

**Tabla N° 13**

*Resumen del Potencial.*

RESUMEN DE CARBON		POTENCIAL		INFERIDO	PROBADO
MINA	MANTO	CONSERVADOR	OPTIMISTA		
	Manto 1 EL TORO	12,078.4	151,772.8		
	EL TORO Bajo Nv 0	181,178.8		195,106.6	
	LUZ ANGELICA	80,438.2	91,929.4		
	LUZ ANGELICA B Nv 0	132,109.5		142,265.2	
	CARITO	137,894.0	160,876.4	283,998.3	
	CARITO Bajo Nv 0	226,473.4		243,883.2	
	CARITO 1	425,997.5	662,662.7		
	CARITO 1 Bajo Nv 0	339,710.2		365,824.8	
	CARITO 2	97,367.2	173,870.0		
	Carito 2 Sobre Nv 0			331,331.4	
	Carito 2 Bajo Nv 0	264,219.0		284,530.4	
	<b>TOTAL COCABAL</b>	<b>1,997,466.2</b>	<b>1,241,111.3</b>	<b>1,846,940.0</b>	
	Sobre Nivel 0	853,775.3	1,241,111.3	331,331.4	
	Bajo Nivel 0	1,143,690.9		1,231,610.3	
MULATA	Manto 1 Carito 1	70,200.0	96,876.0		
MULATA	Manto 2 Carito	140,400.0	242,190.0		
	<b>TOTAL MULATA</b>	<b>210,600.0</b>	<b>339,066.0</b>		
	Carito	107,510.2	179,183.7		2,481.6
	Carito Bajo Nv 0	34,642.4	57,737.3	77,291.3	
	Carito 1	62,117.0	167,238.2		1,830.2
	Carito 1 Bajo Nv 0	20,015.6	53,888.2	44,657.2	
	Carito 2	45,922.9	57,403.6		
	Carito 2 sobre Nv 0			71,673.5	
	Carito 2 Bajo Nv 0	23,094.9		51,527.5	
	<b>TOTAL VIZCAYA</b>	<b>293,303.1</b>	<b>515,451.0</b>	<b>245,149.4</b>	<b>4,311.7</b>
	Sub Total Sobre Nv 0	215,550.2	403,825.5		4,311.7
	Sub Total Bajo Nv 0	77,752.9	111,625.5	173,475.9	
	<b>GRAN TOTAL</b>	<b>2,501,369.3</b>	<b>2,095,628.3</b>	<b>2,092,089.4</b>	<b>4,311.7</b>
<b>TOTAL POTENCIAL CONSERVADOR + INFERIDO</b>					<b>4,593,458.7</b>

#### **4.3.2. Definición de recursos de carbón**

Un “**Recurso de Carbón**”, es una concentración u ocurrencia de interés económico intrínseco dentro o fuera de la corteza terrestre

Un “**Recurso de Carbón Inferido**” es aquella parte de un yacimiento mineral para la cual se puede estimar el tonelaje y contenido metálico **con un bajo nivel de confianza.**

Un “**Recurso de Carbón Indicado**” es aquella parte de un yacimiento mineral para la cual se puede estimar el tonelaje, peso específico del mineral, la forma, las características físicas y el contenido metálico, con un razonable nivel de confianza.

Un “**Recurso de Carbón medido**” es aquella parte de un yacimiento mineral, para la cual se puede estimar el tonelaje, peso específico del mineral, la forma, las características físicas y el contenido metálico con un alto nivel de confianza.

#### **4.4. Discusión de resultados**

##### **4.4.1. Resumen del potencial en el área de Reyna cristina y Reyna cristina**

###### **4**

Para la estimación de Reservas Probados-Probables, se tomó en consideración lo siguiente: Comparación de resultados de análisis geoquímicos, laboratorio UNI.

En el Área Vizcaya, se han estimado reservas en 03 mantos de Carbon: Carito, Carito 1, Carito 2; siendo la más importante Carito, por ser la estructura donde se han concentrado los trabajos de exploración y explotación, además se ha estimado la mayor reserva mineral.

- En el Área de Cocabal se han estimado reservas en 05 mantos de Carbón:

Carito, Carito 1, Carito 2; Luz Angelica y El Toro

- Carito 1, Carito 2; Luz Angelica y El Toro; siendo la más importante Carito 1 y Carito 2 y el Toro, por ser la estructura donde se han concentrado los trabajos de exploración y explotación, además se ha estimado la mayor reserva mineral.

Para el bloqueo de las reservas, se han usado los mismos conceptos básicos estandarizados. El valor del Peso Específico para el cálculo de las reservas, se ha considerado 1.3 gr/centímetro cúbico para el carbón.

El ancho promedio de cada block se ha obtenido aritméticamente.

#### **Carbón probado – probable (potencial)**

Es mineral Probado, cuando es reconocido por lo menos en una labor y el riesgo de la continuidad de la estructura es mínima. A estas reservas se las ha castigado con el 10% del peso, por probables pérdidas de minerales en la explotación. Y 25% por irregularidades de continuidad del manto de carbón.

Las Reservas Probables, son aquellos blocks adyacentes en la parte inferior ó superior de los blocks probados y se les ha castigado con un 25% por las posibles irregularidades de la mineralización, efectos de muestreo y de explotación; como referencia se toma la ley de los blocks probados.

#### **Carbón prospectivo - inferido (potencial)**

En base a ciertas consideraciones geológicas, nos permite asumir la posible continuidad de la mineralización en profundidad, inclusive fuera de los límites del carbón prospectivos. Denominamos Carbón Prospectivo a la continuación superior i/o inferior de los blocks Probables con un castigo del 50%, como grado de certeza dentro del factor de riesgo; se le da como referencia las

leyes de los blocks Probables encima de ellos: Criterios a considerar en el cálculo de Reservas.

En la sección realizada longitudinalmente se ha procedido a realizar la clasificación por bloques de acuerdo a su dimensión entre chimeneas y/o echaderos de carbón, obtenidos en interior mina.

Los bloques de cubicación se han elaborado de las secciones longitudinales con mediciones obtenidas en el levantamiento subterráneo, se ha empleado el software ARCGIS, de tal forma que los bloques son simples formas de polígonos obteniéndose su área y realizando el cálculo con parámetros del carbón obtenidos en interior mina, para obtener el tonelaje final.

Para el cálculo de Recursos se ha optado calcular con el espesor promedio como CONSERVADOR, máximo, como OPTIMISTA.

Para mejor observación de los tonelajes obtenidos se ver en el Tabla 13, aquí están los cálculos de las reservas de cada manto que se encontró, esto se realizó tomando en cuentas las características físicas y geológicas de cada afloramiento del carbón en centrados en cada labor minera.

#### **Otros minerales**

Solo se observó Yeso en las proximidades del Cerro Songoruro, en la Formación Santa. Por su inaccesibilidad y baja calidad del yeso no son económicos por ahora.

#### **4.4.2. Resultados de muestras de carbón**

Según los resultados del laboratorio de espectrometría de la UNI, se trata de carbón semi-antracita-antracita.

**Tabla N° 14**

*Resultado de Muestras de Carbón.*

GEOCHEM COAL QUEEN CHRISTINA AREA							
AREA	SAMPLE	% HUMEDAD	% CENIZA	% MATERIA VOLATIL	% CARBON FIJO	% S	PODER CALORIFIC O Kcal/Kg
Cocabal underground + 800m CARITO 2	504690	3.61	12.3 3	3.65	87.02	0.33	7,510
Cocabal underground + 800m CARITO 1	504691	3.59	6.06	3.35	90.59	0.09	8,110
MINA MULATA CARITO 1	504708	4.34	8.00	13.82	78.18	0.07	8,206
MINA MULATA CARITO	504709	3.28	35.93	13.61	50.46	0.41	5,769
COCABAL MANTO +/- 300 m EL TORO	504710	3.13	40.26	6.78	52.96	0.53	5,020
COCABAL MANTO +/- 300 m LUZ ANGELICA	504711	2.13	16.76	7.90	75.34	0.12	7,204
COCABAL MANTO +/- 300 m CARITO	504712	3.31	23.66	8.05	68.29	0.22	6,201
COCABAL MANTO +/- 300 m CARITO 1	504713	3.47	42.66	6.25	51.09	0.48	4,830
EXTENSION MULATA MINE	504714	6.42	22.8	15	62.2	0.2	6,213
EXTENSION MULATA MINE	504715	4.38	22.66	11.7	65.64	0.3	6,776
EAST VISCAAYA AREA	502451	1.65	91.5	5.37	2.83	0.4	230
EAST VIZCAYA AREA	502454	2.3	90	6.96	3.04	0.5	270

## CONCLUSIONES

- a) En la zona de Cocabal Concesión Reina Cristina N°4, se han trabajado con mayor intensidad los mantos Carito 1, Carito 2, el manto El Toro ha sido trabajado solo 200 m, con espesor promedio de 0.48 m, el manto Luz Angélica ha sido solo explorada en 30 m con espesor promedio de 0.35 m.

El carbón es de características y tipo semi antracítico a antracita.

Las labores subterráneas actuales son inseguras, ya que se han trabajado por más de 50 años.

El sostenimiento en varias zonas requiere de una evaluación y reforzamiento antes de iniciar diferentes trabajos.

- b) La longitud de ocurrencia de los mantos de carbón en superficie de las minas trabajadas alcanza aproximadamente de 2500 m en nuestra concesión extendiéndose al norte del Área de Vizcaya 500 m y al sur en el Área de Cocabal reina Cristina N° 4, 1,200 m dentro de nuestra concesión.
- c) La cubicación estimada se realizó mediante bloques elaborados en el software Arc Gis Map, en las secciones longitudinales de la forma simple de polígonos con medidas obtenidas en el levantamiento subterráneo.
- d) El potencial estimado en el área es de 2, 501, 369.3 Tn. considerado como conservador y 3,785,302.2 Tn, considerado como optimista.
- e) El potencial Conservador probable e inferido es la siguiente. 4,593,458.7 toneladas de carbón.

## RECOMENDACIONES

- a) Replantear los puntos topográficos de la boca minas (entradas de los túneles) con coordenadas absolutas.

Los Puntos topográficos han sido ubicados con GPS con aproximación de error +/- 5 m, las labores subterráneas han sido completadas con brújula y wincha al trabajo de Hugo Díaz y compañía, debiéndose en el futuro replantear la ubicación de los puntos topográficos y establecer con coordenadas absolutas. A fin de que nuestras estimaciones, proyecciones tengan el mínimo de error aceptable.

- b) Realizar Galerías de exploración de 500 a 1000 m. con sus respectivas Chimeneas de exploración y ventilación.

Considerar programa exploratorio de continuidad de labores y posible perforación diamantina tipo Pack Sack, con el objetivo de interceptar la continuidad de los mantos Carito, Luz Angélica y El Toro.

- c) Se recomienda Minar en la Zona de Cocabal, por la infraestructura de tolvas para almacenar el carbón. El que requiere instalación de rieles y mejorar zonas de sostenimiento en varios tramos del túnel a lo largo de 800 m de extensión del túnel. El manto a trabajar inmediatamente es Carito 2, continuar la Galería, explorando, preparando para explotar, recorrer paralelamente 50 a 100 m realizar ventanas para investigar la situación de la labor del manto Carito 1, ver en qué condiciones de seguridad operacional se encuentra para trabajar; si continua colapsada, continuar la galería de Carito 2 y a los 100 m realizar otra ventana y ver nuevamente las condiciones de la labor (seguridad-operacional) de Carito1, hasta comprobar que se puede trabajar en forma segura y productiva iniciando la explotación.

El segundo manto a trabajar es el manto Luz Angélica, continuar la galería y cada 50 m realizar una ventana para ver las condiciones de seguridad- operacional en el

manto El Toro y ver si es operativa, de lo contrario continuar con la galería en Luz Angélica, a los 50 m realizar otra ventana y ver nuevamente las condiciones de la labor(seguridad-operacional) de El Toro, hasta comprobar que se puede trabajar en forma segura, productiva y poder iniciar la explotación del Carbón.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AYALA Y E.A.T, 1975, Influencia de las características geo mecánicas de los hastiales en los tajos “IGME”
2. CUADRA. L. 1974, Laboreo de minas, Edit Litoprint, Madrid.
3. ECHEVARRIA, 1980, Investigación de una rozadora, Jornadas mineras de Barcelona.
4. GARCIA. I. 1978, Jornadas técnicas del carbón–tomo II.
5. KINDELAN, 1984, Explotación de lignito en tajos largos (Long Wall).
6. MANRRIQUE Y MORALES, 1984, Arranque en capas verticales con rozadora, Jornadas mineras de Barcelona.
7. Boletín N° 8, Serie Carta Geológica Nacional – INGEMMET
8. Juan M. Yáñez en 1918. el Carbón en el Perú, M.E.
9. INGEMMET (Carbón en el Perú. Octubre 2000).
10. Carrascas M., Matos A. y Silva C. (2000) serie B Geología Económica " CARBÓN EN EL PERÚ". INGEMMET BOLETÍN No 07. Pág. 23, 25, 34, 42,76, 99.
11. Duni-Borkowski Estanislao, Jacay Javier, Sánchez Izquierdo José (2007) Génesis del carbón peruano en el marco de la tectónica global. UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS pág. 9-21
12. Lambert, A. (2006). Manual de muestreo para exploración. Minera subterránea y tajo abierto.

## ANEXOS

### Anexo N°1: Instrumentos de recolección de datos

VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Evaluación geológica	Zonas mineralizadas	Mapeo geológico
	Rumbo/Buzamientos	Técnicas geológicas
	Estimación de recursos	Software
Identificación estratigráfica	Recolección de datos	Columna estratigráfica
Identificación Estructural	Rumbo/Buzamientos	Técnicas geológicas
Muestreo	Toma de muestras	Técnicas de muestreo
Zonas prospectivas	Zonas mineralizadas de gran interés	Interpretaciones geológicas
Planos geológicos	Secciones geológicas	Interpretaciones geológicas

## FOTOGRAFIAS



**Foto1.- Panorama del área de trabajo de Cocabal Área Vizcaya Obsérvese los 5 niveles de Galerías de extracción realizadas en los mantos, al este se tiene otra ocurrencia paralela con trabajo menos intenso.**



**Foto 2. Chimenea de ventilación en zona de Vizcaya, muestra de trabajos realizados hasta superficie a lo largo del manto de Carbón Carito 1.**



**Foto 3 Panorama del Área de Cocabal (Área San Antonio), Obsérvese los 4 niveles de galerías de extracción de Carbón. El Nivel 0 que se encontraba trabajando por Felipe Trujillo.**



**Foto 4. Obsérvese área panorámica del área de Cocabal y Mulata.**

## FOTOS MINA REINA CRISTINA 4 – NIVEL 0,1, 2 Y 3



Foto 5 Manto Carito con 40 cm espesor, flanco derecho de la labor principal del nivel 0, en el tramo 210 km. Reina Cristina N 4. Foto mirando el techo.



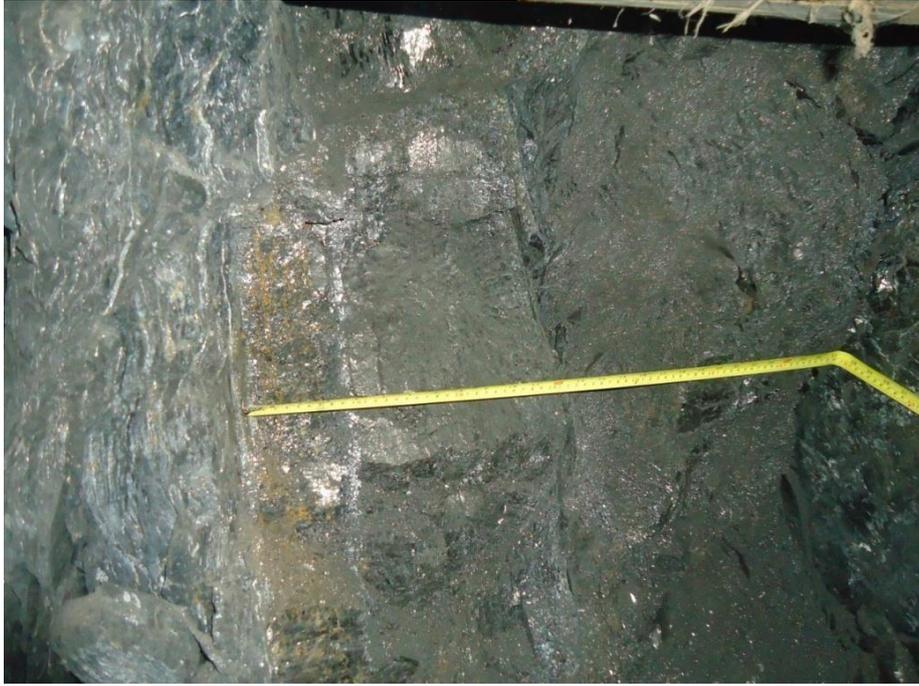
Foto 6. Sostenimiento en pésimo estado de conservación en el tramo 250 del nivel 0, en Reyna Cristina 4, el manto Carito tiene continuidad sobre el sostenimiento. Esta condición insegura de sostenimiento ocurre en todas las labores del área.



Foto 7. Manto Carito en el tramo 327 crucero X-503-E, del nivel 0 de reina Cristina, el manto continua con 40 cm. De ancho. Foto mirando el techo.



Foto 8. Manto Carito 2, de 0.50m espesor crucero 01, en el tramo 175 de la labor principal del nivel 0 de Reina Cristina 4, se observa el manto emplazado en la parte superior.



**FOTO 9: Nivel 0 RC4, Coal seam at 160m width:0.7 m contact:  
sandstone in the west, claystone in the east**



**FOTO 10: Nivel 0 RC4 Coal seam of Luz Angelica width:0.35m. contact:  
claystone**



FOTO 11: Nivel 0 RC4 Coal seam of El Toro, width:0.9m contact: sandstone in the west, claystone in the east.



FOTO 12: Nivel 0 RC4, Coal seam of Carito 1 at 770m width: 0.3m. contact: sandstone



FOTO 13: Nivel 0 RC4 Coal seam of Carito 2 at 780m width: 0.7 m.  
contact: claystone in the west, sandstone in the east.



FOTO 14: Nivel 0 RC4, manto Carito 2, Diorite in the coal seam at 630  
Width of diorite:0.5m



Foto 15. NIVEL 1, Reina Cristina 4, Tomado a los 24 metros del crucero 01, zona colapsada con sostenimiento en mal estado.



Foto 16. Nivel 1 Reina Cristina 4, A los 40 metros del crucero 01, se muestra el manto de carbón en toda su potencia, 1.30 metros de ancho pegado al flanco derecho de la labor. Foto mirando el techo.

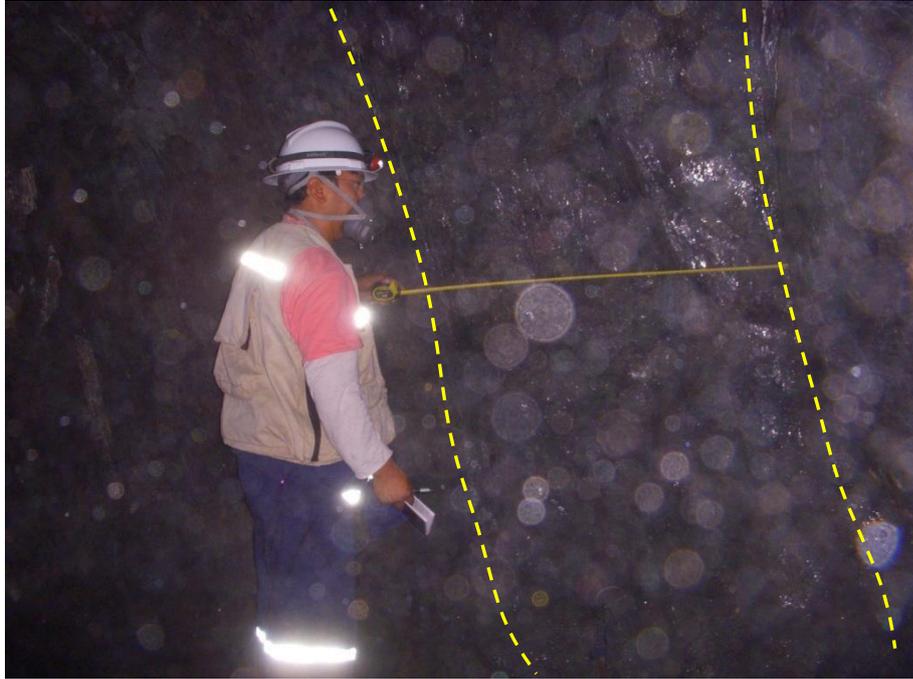


Foto 17. Nivel 1 Reina Cristina 4, Tomada en el tope de la labor del crucero 01, a los 85.3 metros, el ancho del manto en esta zona es de 1.10 metros pegado al flanco derecho de la labor.



Foto 18. Nivel 2(a) Reina Cristina 4. Tomada en el tope de la labor a los 123.7 metros, la guía del manto tiene 20 cm. De ancho aproximadamente.



Foto 19. Nivel 2(b) Reina Cristina 4, Se muestra el plegamiento que ocurre a los 47 metros, en esta labor no se han encontrado ni indicios de presencia de carbón, eso explica su corto desarrollo hasta los 64 metros.



Foto 20. Reina Cristina 4. Pequeño manto guía de carbón en el nivel 3. Se aprecia la intercalación de limolitas con areniscas con abundantes óxidos en las fracturas. Esta guía no tiene mayor desarrollo a lo largo de la labor, su máximo ancho es de 20 cm.

## RESULTADOS DE LAS MUESTRAS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica  
Laboratorio de Espectrometría

### ANALISIS DE 8 MUESTRAS DE CARBON

SOLICITADO POR : JUNEFIELD GROUP SA

RECEPCIÓN DE MUESTRAS : Lima, 17 de Octubre del 2012

### RESULTADO DEL ANALISIS DE 8 MUESTRAS DE CARBON

MUESTRAS	% Humedad	% Ceniza	% Materia volátil	% Carbono Fijo	% S	Poder Calorífico Kcal / Kg
504689	2,00	5,96	10,55	83,49	0,10	8120
504690	3,61	12,33	3,65	87,02	0,33	7510
504691	3,59	6,06	3,35	90,59	0,09	8110
504692	6,29	10,00	16,81	73,19	0,63	7890
504693	1,50	17,43	21,08	61,49	0,21	6185
504694	1,55	18,06	6,87	75,07	0,29	5964
504695	0,52	11,30	3,35	85,35	0,21	7680
504696	2,80	25,06	14,52	60,42	0,65	5030

Lima, 29 de Octubre del 2012



MSc. Atilio Mendoza A.  
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú  
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 386  
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica  
Laboratorio de Espectrometría

### ANALISIS DE 10 MUESTRAS DE CARBON

SOLICITADO POR : JUNEFIELD GROUP SA

RECEPCIÓN DE MUESTRAS : Lima, 15 de Febrero del 2013

### RESULTADO DEL ANALISIS DE 10 MUESTRAS DE CARBON

MUESTRAS	% Humedad	% Ceniza	% Materia volátil	% Carbono Fijo	% S	Poder Calorífico Kcal / Kg
504704	7,44	18,16	16,17	65,67	0,10	7283
504705	29,60	37,90	30,53	31,57	0,37	3500
504706	5,70	30,80	16,1	53,10	0,30	5856
504707	26,13	30,00	26,91	43,09	0,24	5200
504708	4,34	8,00	13,82	78,18	0,07	8206
504709	3,28	35,93	13,61	50,46	0,41	5769
504710	3,13	40,26	6,78	52,96	0,53	5020
504711	2,13	16,76	7,90	75,34	0,12	7204
504712	3,31	23,66	8,05	68,29	0,22	6201
504713	3,47	42,66	6,25	51,09	0,48	4830

Lima, 28 de Febrero del 2013



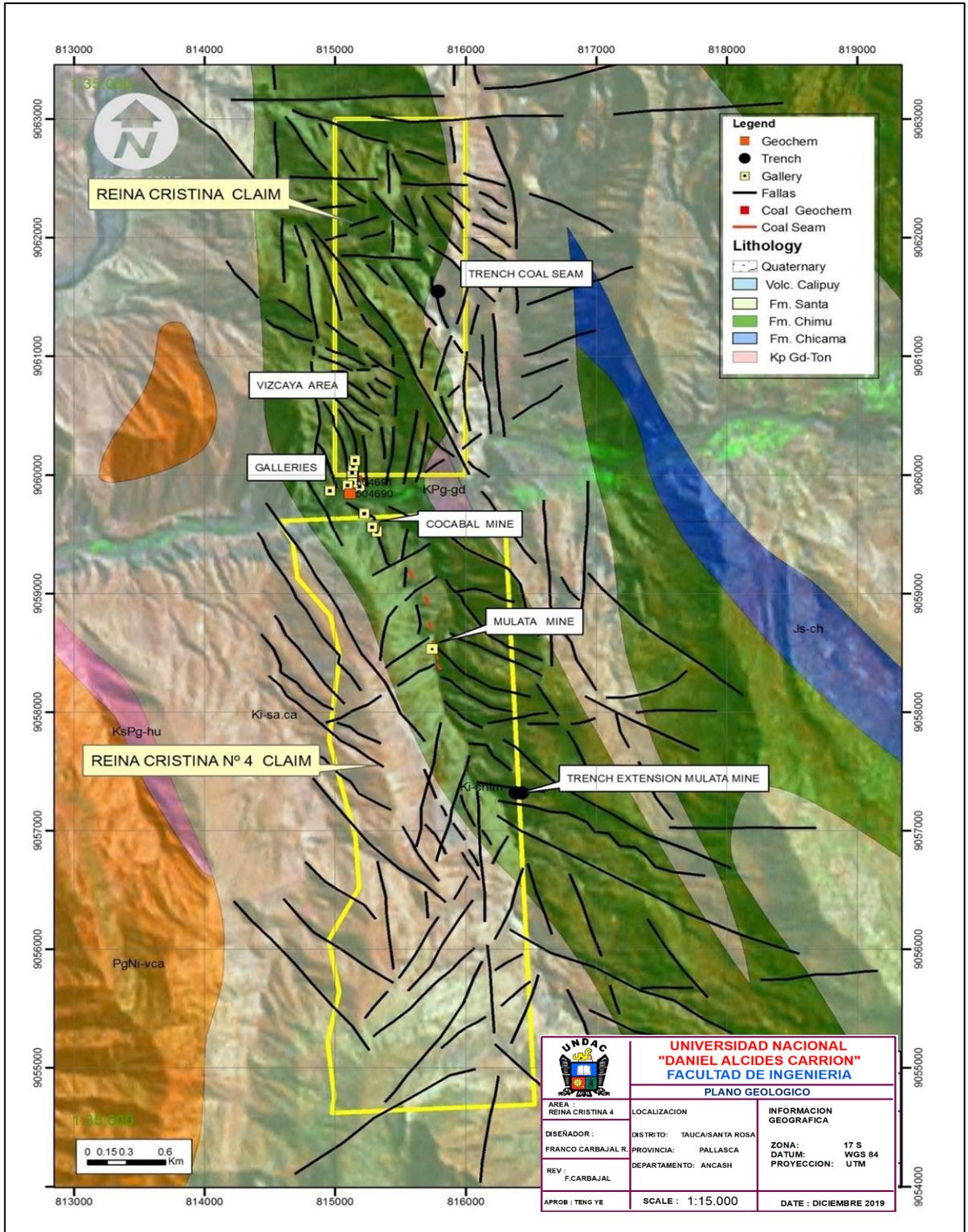
MSc. Atilio Mendoza A.  
Jefe Lab. Espectrometría

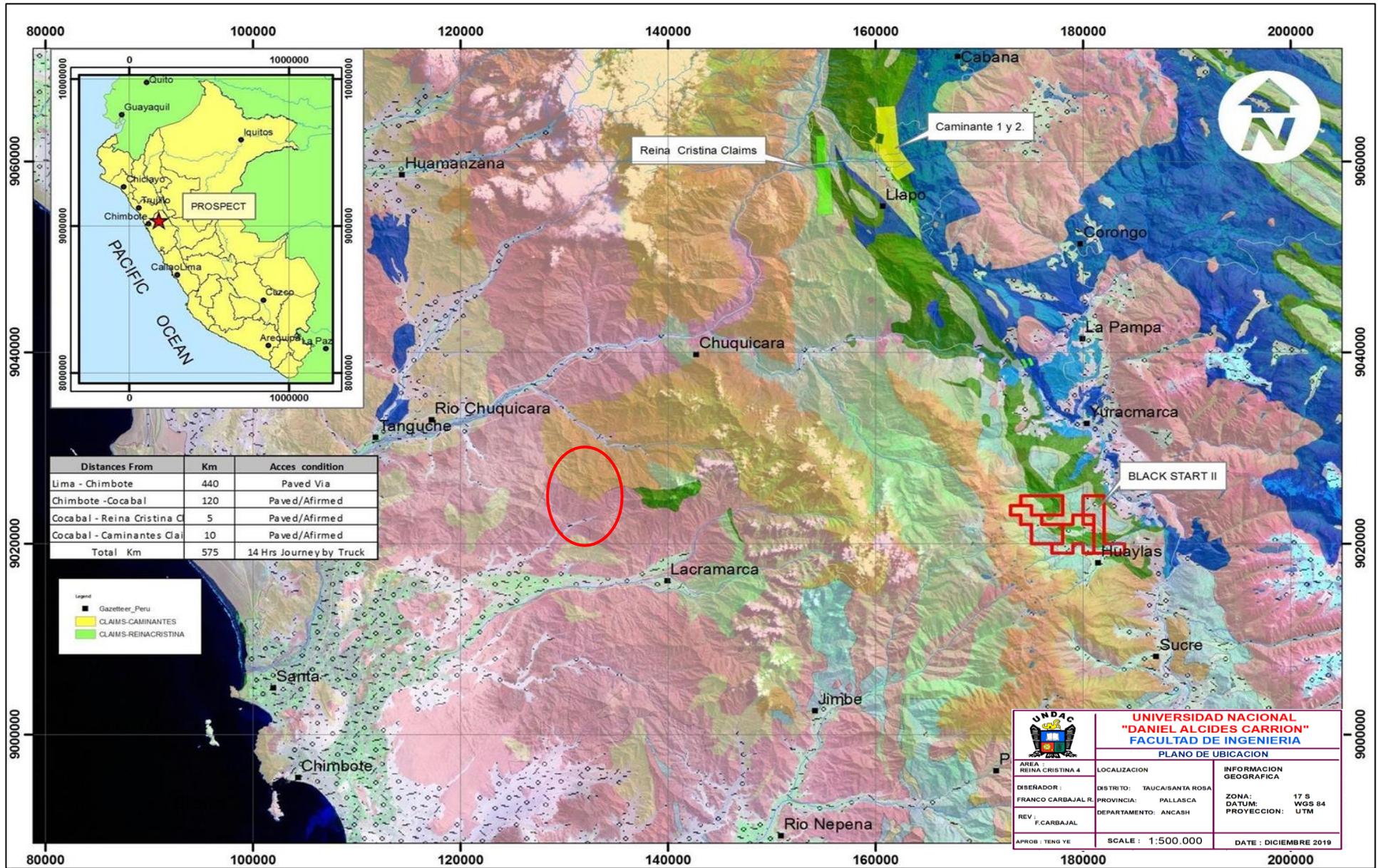
Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú  
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 386  
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

**Anexo N°2: Matriz de consistencia**

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA</b>	<b>TECNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
<b>VARIABLES INDEPENDIENTES</b> Las Perspectivas geológicas preliminares	Conjunto de actividades que comprenden la investigación del subsuelo, los análisis e interpretación geológica del todo el yacimiento dentro de un área definida.	Proceso de exploración mediante mapeo geológico interior mina de labores subterráneas.	Interpretación Geológico	Tonelada cubica	Mapeo geológico	Brújula, flexómetro, spray, cordel, etc.
			Calidad de muestras		QA/QC de muestras	Estación Total
			Cuantificación de mineral		Estimación de Recursos	Equipos de análisis geoquímico.
						Laptop, software de estimación
<b>VARIABLES DEPENDIENTES</b> Explotación de Carbón del Prospecto Unidad minera Reyna Cristina 4.	Uribe E. y Zapana E. (2014).: Es la programación en el tiempo de las actividades a realizarse.	Extracción de minerales económicos presentes en las rocas encajonantes.	Delimitación de zonas mineralizadas rentables	Variedad de muestras	Tipo de minerales presentes en la estructura mineralizada para la explotación.	Equipos de Explotación Minero

### ANEXOS N°3: Mapas y Secciones

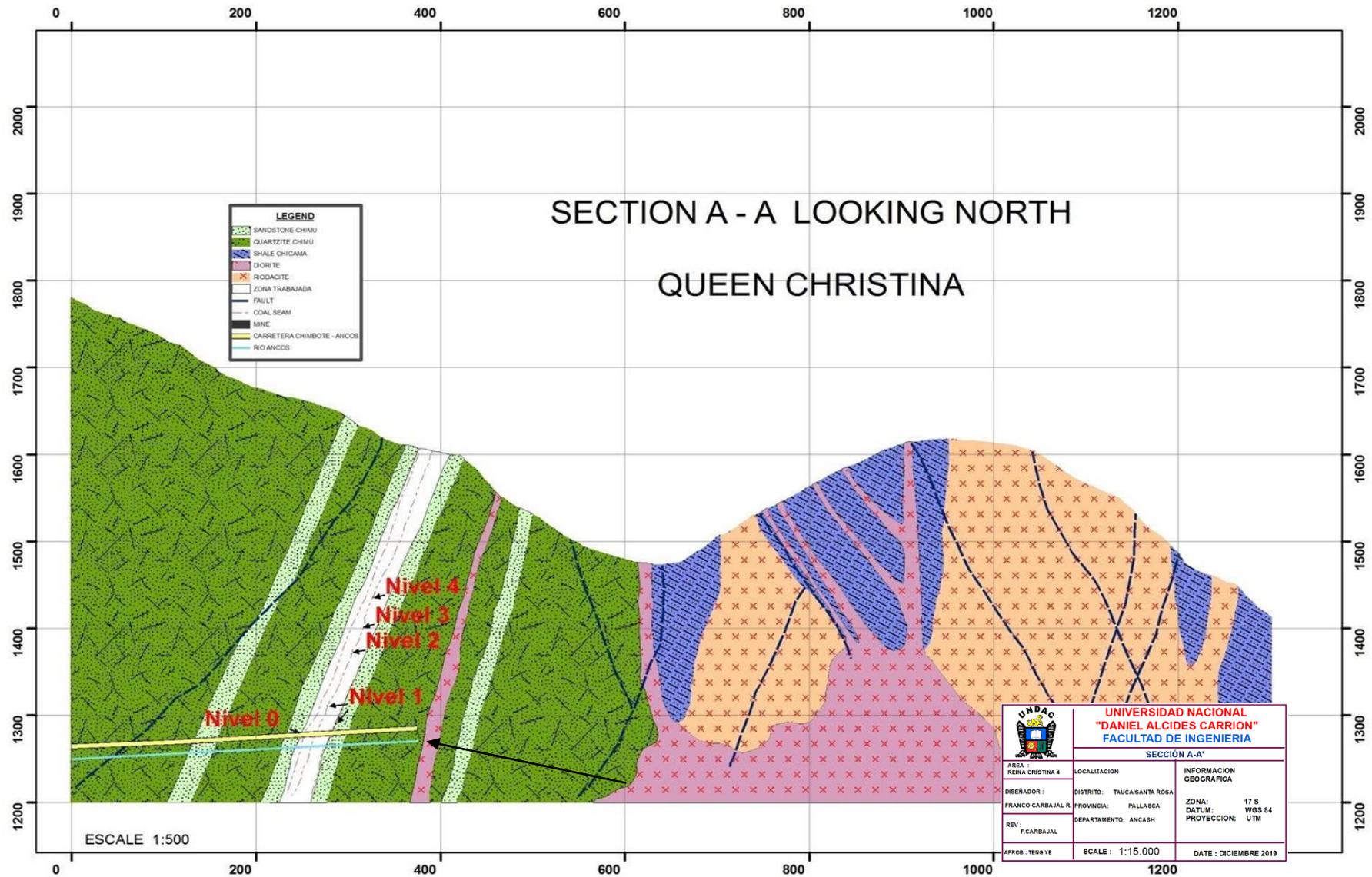


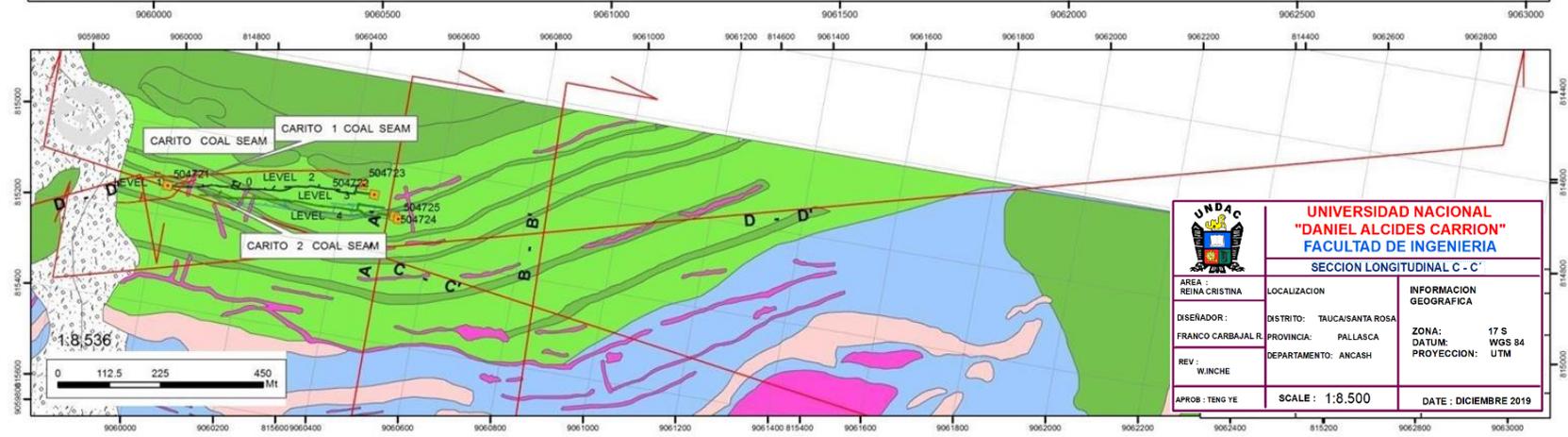
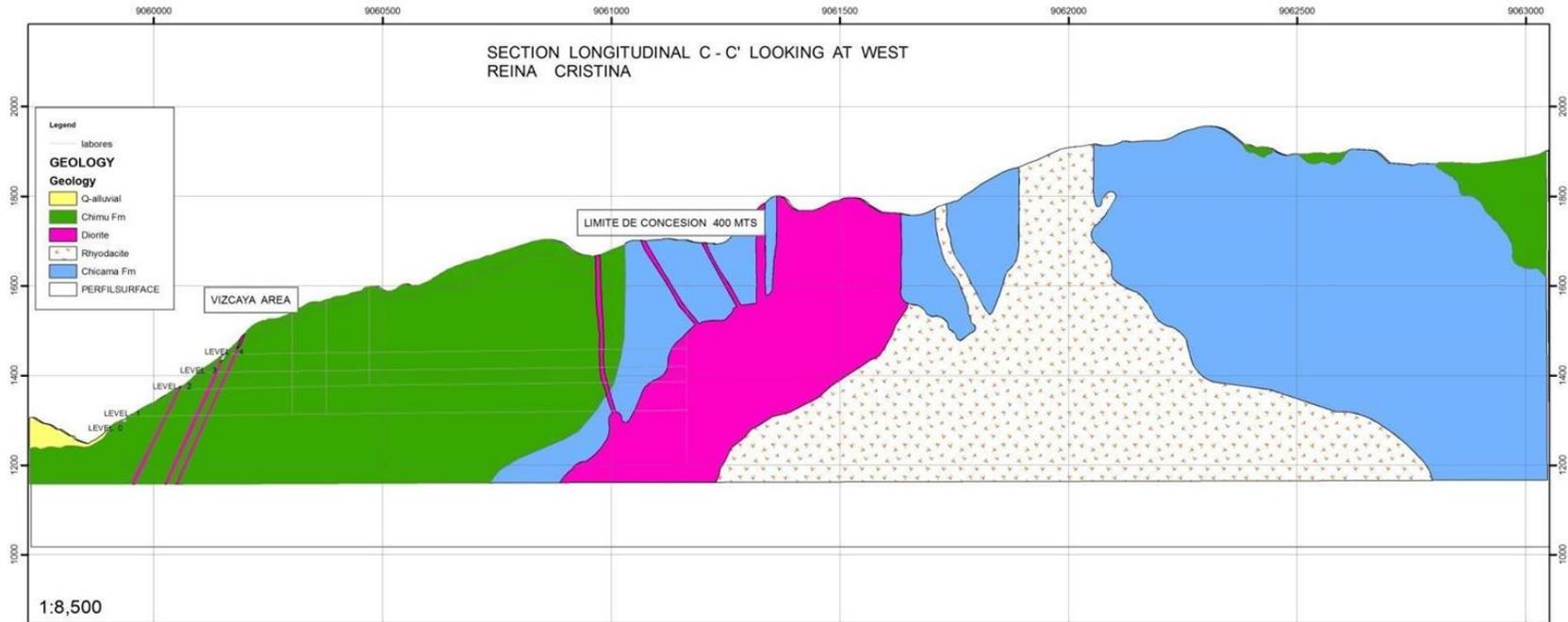


Distances From	Km	Acces condition
Lima - Chimbote	440	Paved Via
Chimbote -Cocabal	120	Paved/Afirmed
Cocabal - Reina Cristina C	5	Paved/Afirmed
Cocabal - Caminantes Clai	10	Paved/Afirmed
Total Km	575	14 Hrs Journey by Truck

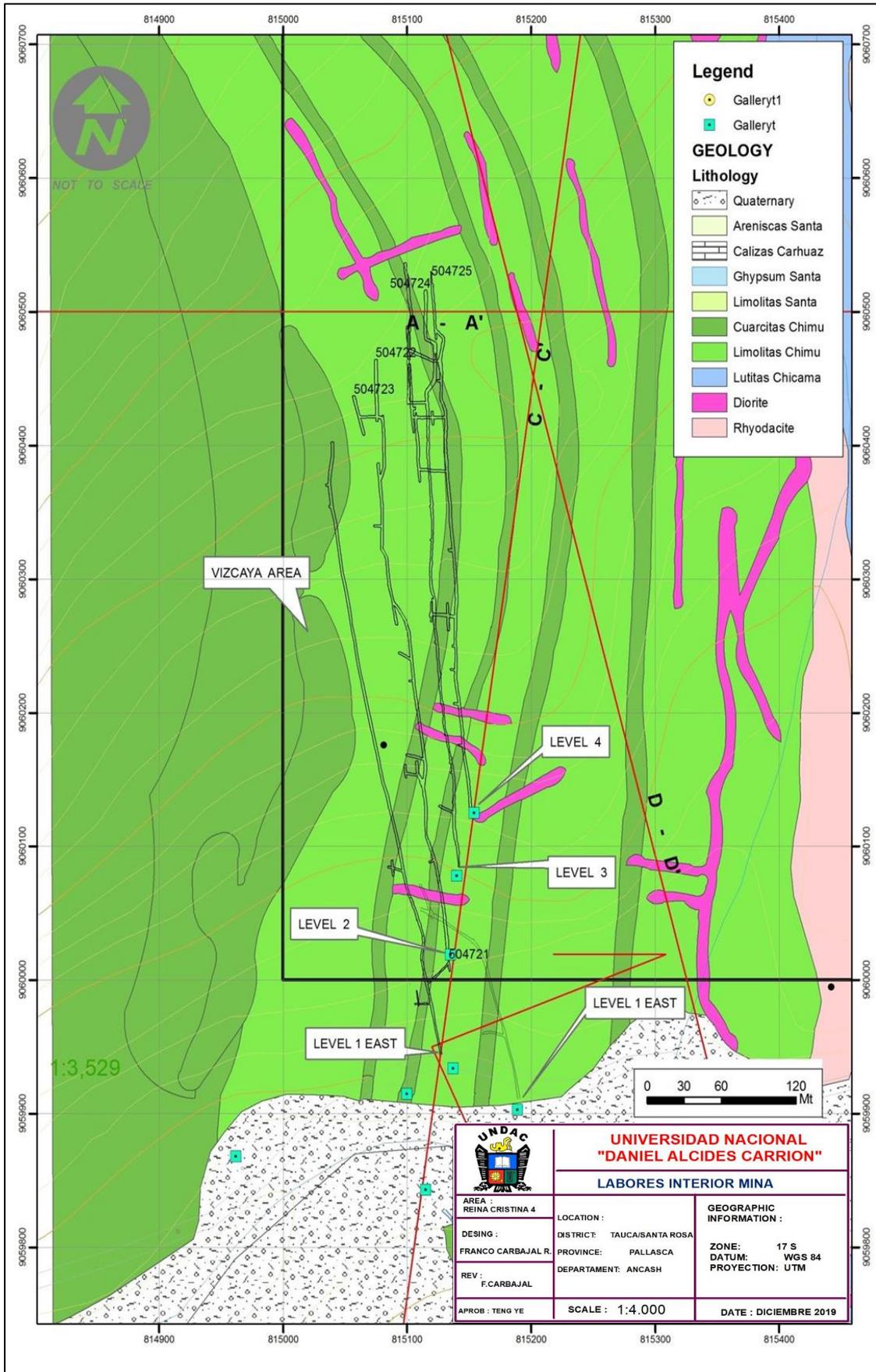
Legend	
■	Gazetteer_Peru
■	CLAIMS-CAMINANTES
■	CLAIMS-REINACRISTINA

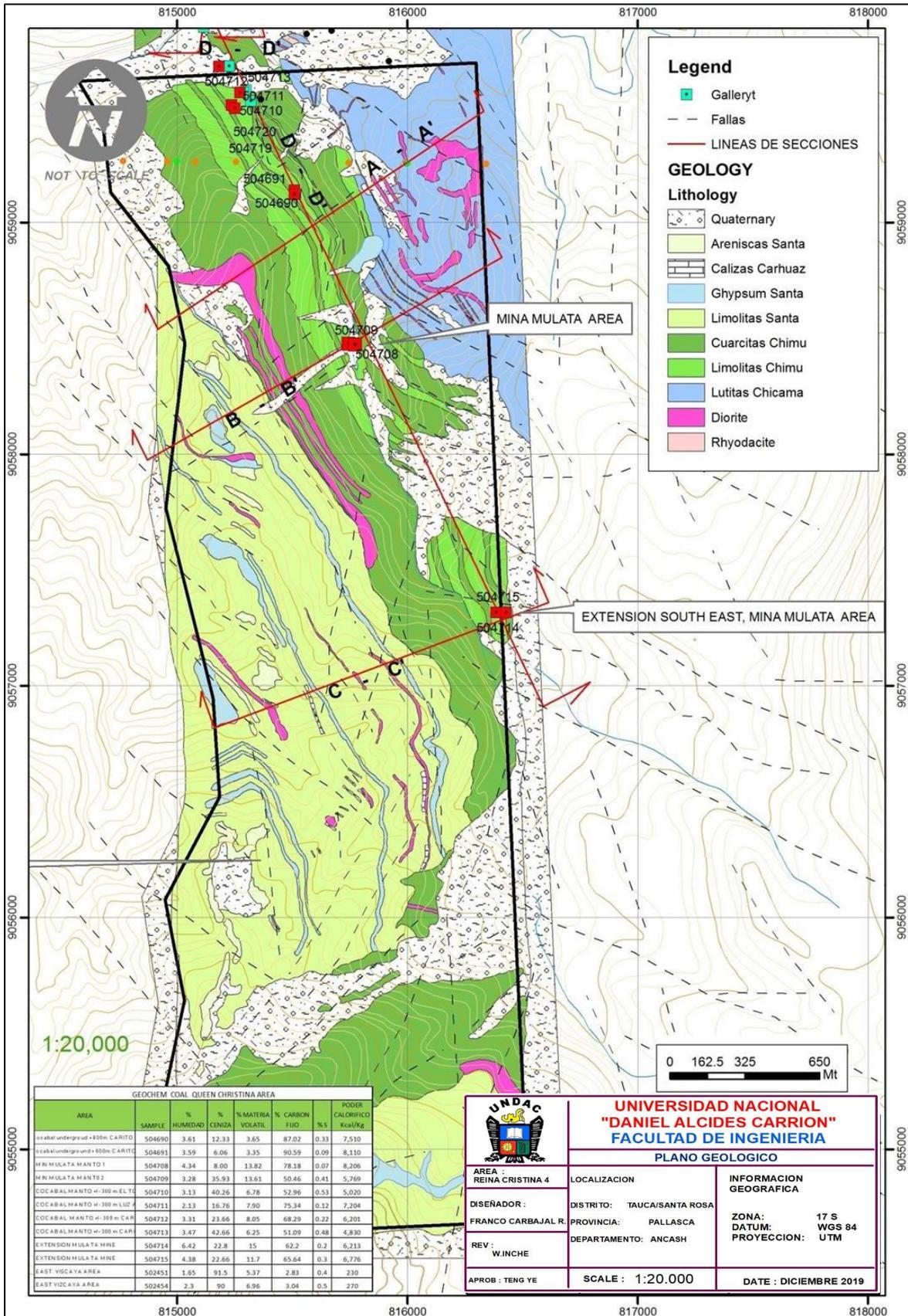
UNDA C		
UNIVERSIDAD NACIONAL "DANIEL ALCIDES CARRION" FACULTAD DE INGENIERIA		
PLANO DE UBICACION		
AREA : REINA CRISTINA 4	LOCALIZACION	INFORMACION GEOGRAFICA
DISEÑADOR : FRANCO CARBAJAL R.	DISTRITO : TAUCA/SANTA ROSA	ZONA : 17 S
REV : F. CARBAJAL	PROVINCIA : PALLASCA	DATUM : WGS 84
APROB : TENG YE	DEPARTAMENTO : ANCASH	PROYECCION : UTM
	SCALE : 1:500.000	DATE : DICIEMBRE 2019





 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL "DANIEL ALCIDES CARRION" FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>SECCION LONGITUDINAL C - C'</b>		
<b>AREA :</b> REINA CRISTINA	<b>LOCALIZACION</b>	<b>INFORMACION GEOGRAFICA</b>
<b>DISEÑADOR :</b> FRANCO CARBAJAL R	<b>DISTRITO :</b> TAUCA/SANTA ROSA <b>PROVINCIA :</b> PALLASCA <b>DEPARTAMENTO :</b> ANCASH	<b>ZONA :</b> 17 S <b>DATUM :</b> WGS 84 <b>PROYECCION :</b> UTM
<b>REV :</b> WINCHE	<b>APROB :</b> TENG YE	<b>SCALE :</b> 1:8.500 <b>DATE :</b> DICIEMBRE 2019





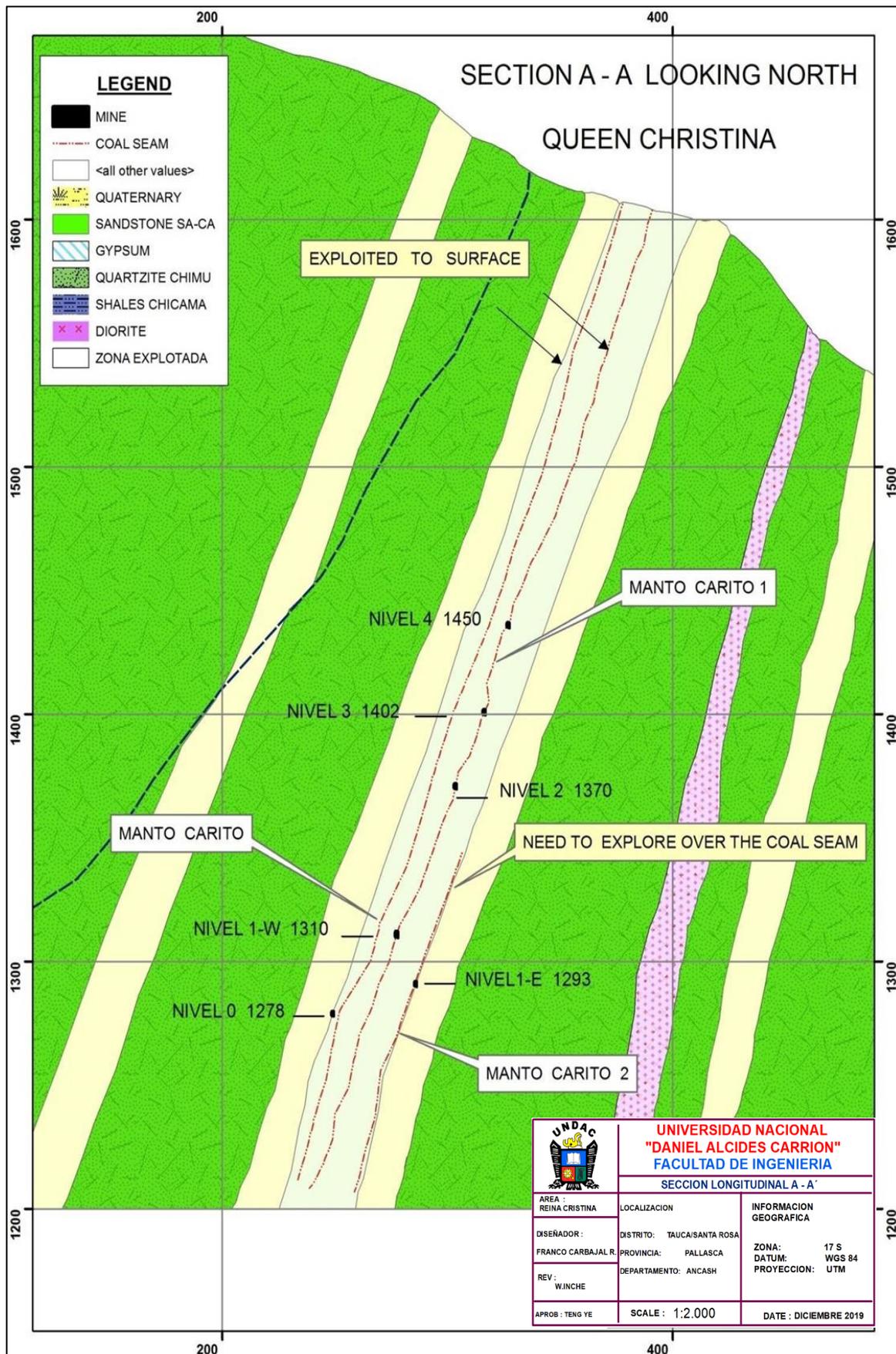
1:20,000

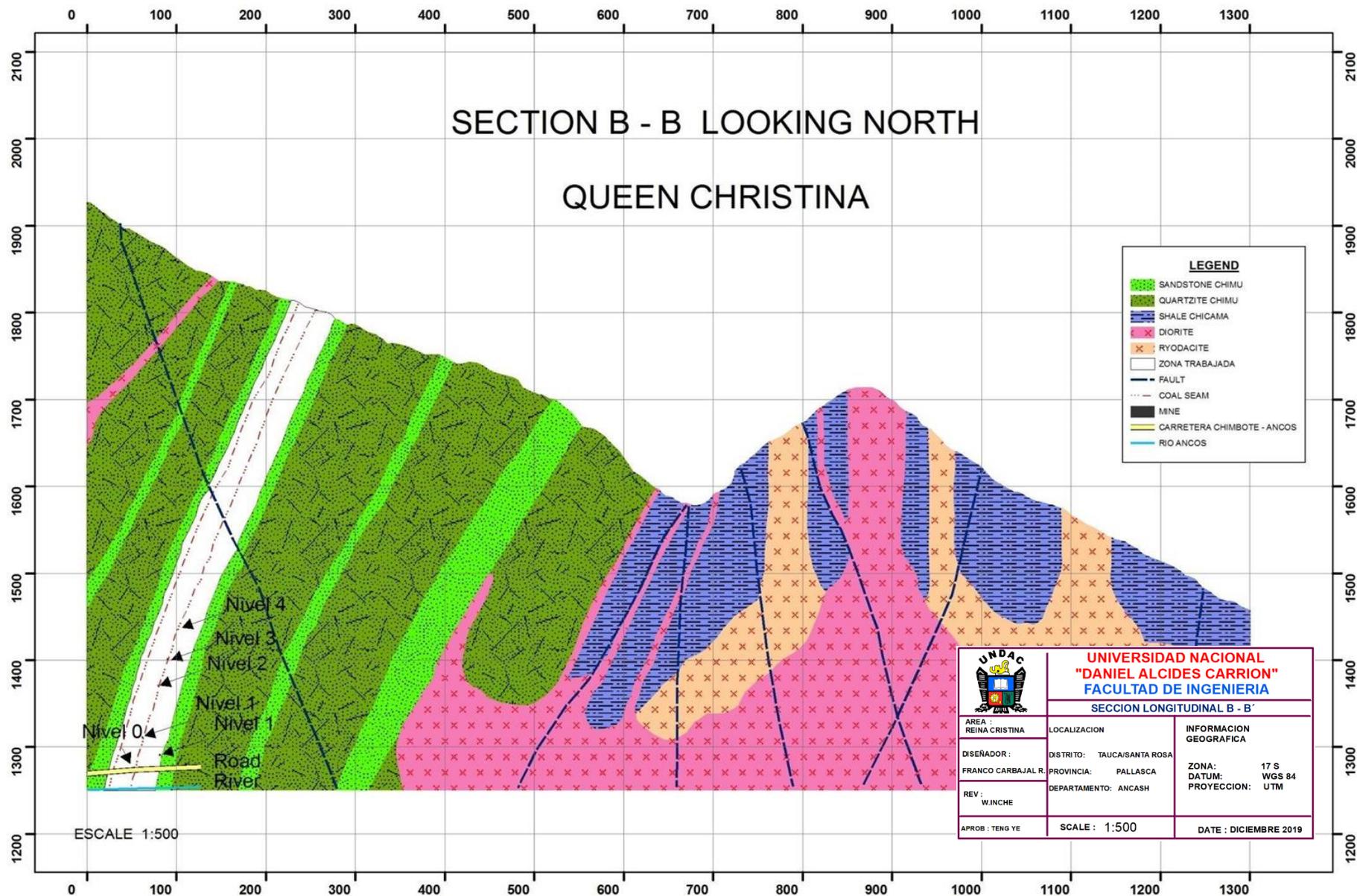
GEOCHEM COAL QUEEN CHRISTINA AREA						
AREA	SAMPLE	% HUMEDAD	% CENIZA	% MATERIA VOLATIL	% CARBON FIJO	PODER CALORIFICO Kcal/Kg
cabal underground + 850m CARITO	504690	3.61	12.33	3.65	87.02	0.33 7,510
cabal underground + 850m CARITO	504691	3.59	6.06	3.35	90.59	0.09 8,110
MIN MULATA MANTO 1	504708	4.34	8.00	13.82	78.18	0.07 8,206
MIN MULATA MANTO 2	504709	3.28	35.93	13.61	50.46	0.41 5,769
COABAL MANTO + 300 m EL TO	504710	3.13	40.26	6.78	52.96	0.53 5,020
COABAL MANTO + 300 m EL TO	504711	2.13	16.76	7.90	75.34	0.12 7,204
COABAL MANTO + 389 m CAR	504712	3.31	23.66	8.05	68.29	0.22 6,201
COABAL MANTO + 300 m CAR	504713	3.47	42.66	6.25	51.09	0.48 4,830
EXTENSION MULATA MINE	504714	6.42	22.8	15	62.2	0.2 6,213
EXTENSION MULATA MINE	504715	4.38	22.66	11.7	65.64	0.3 6,776
EAST VICAYA AREA	502451	1.65	91.5	5.37	2.83	0.4 230
EAST VICAYA AREA	502454	2.3	90	6.96	3.04	0.5 270

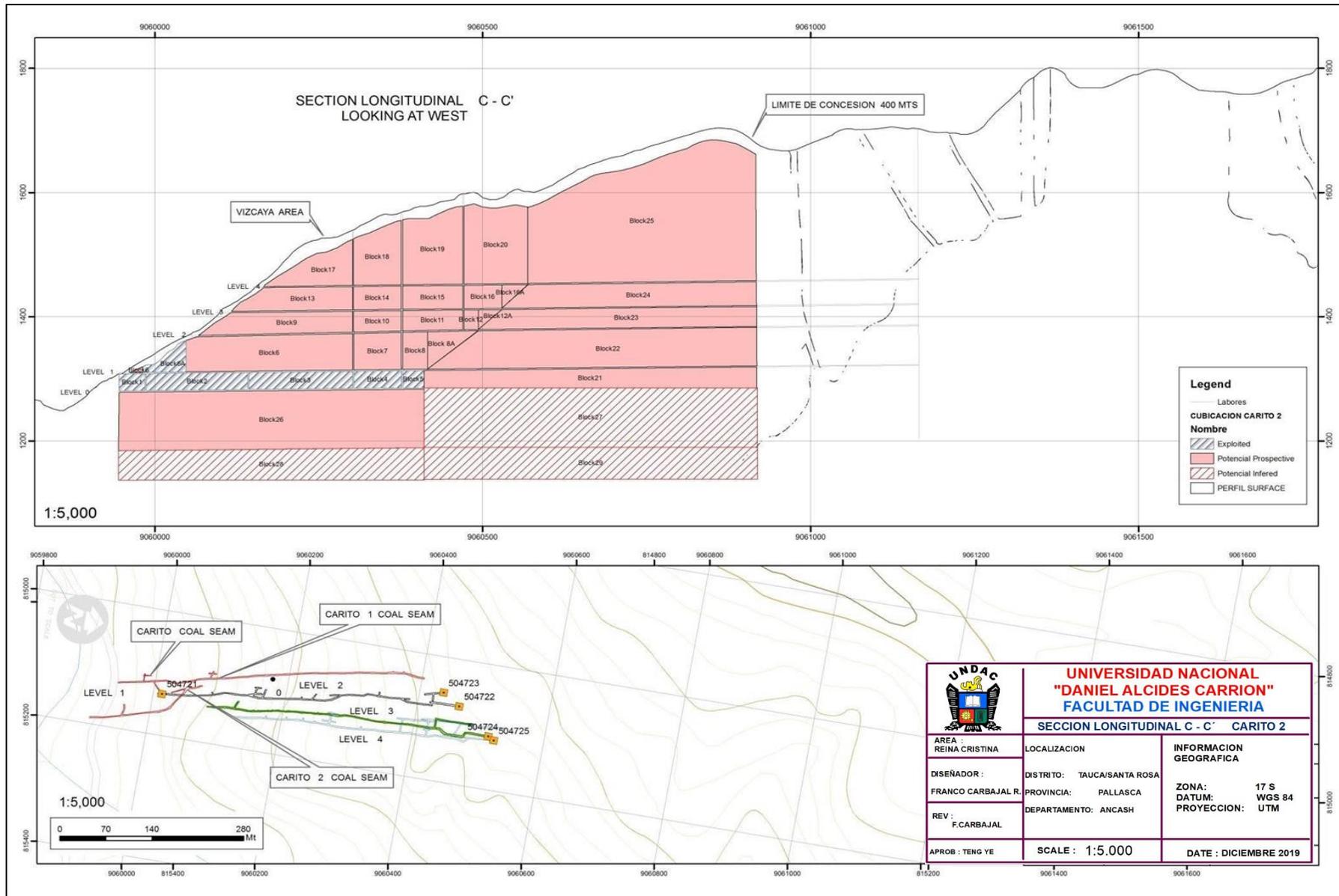
**UNDAC**  
UNIVERSIDAD NACIONAL "DANIEL ALCIDES CARRION" FACULTAD DE INGENIERIA

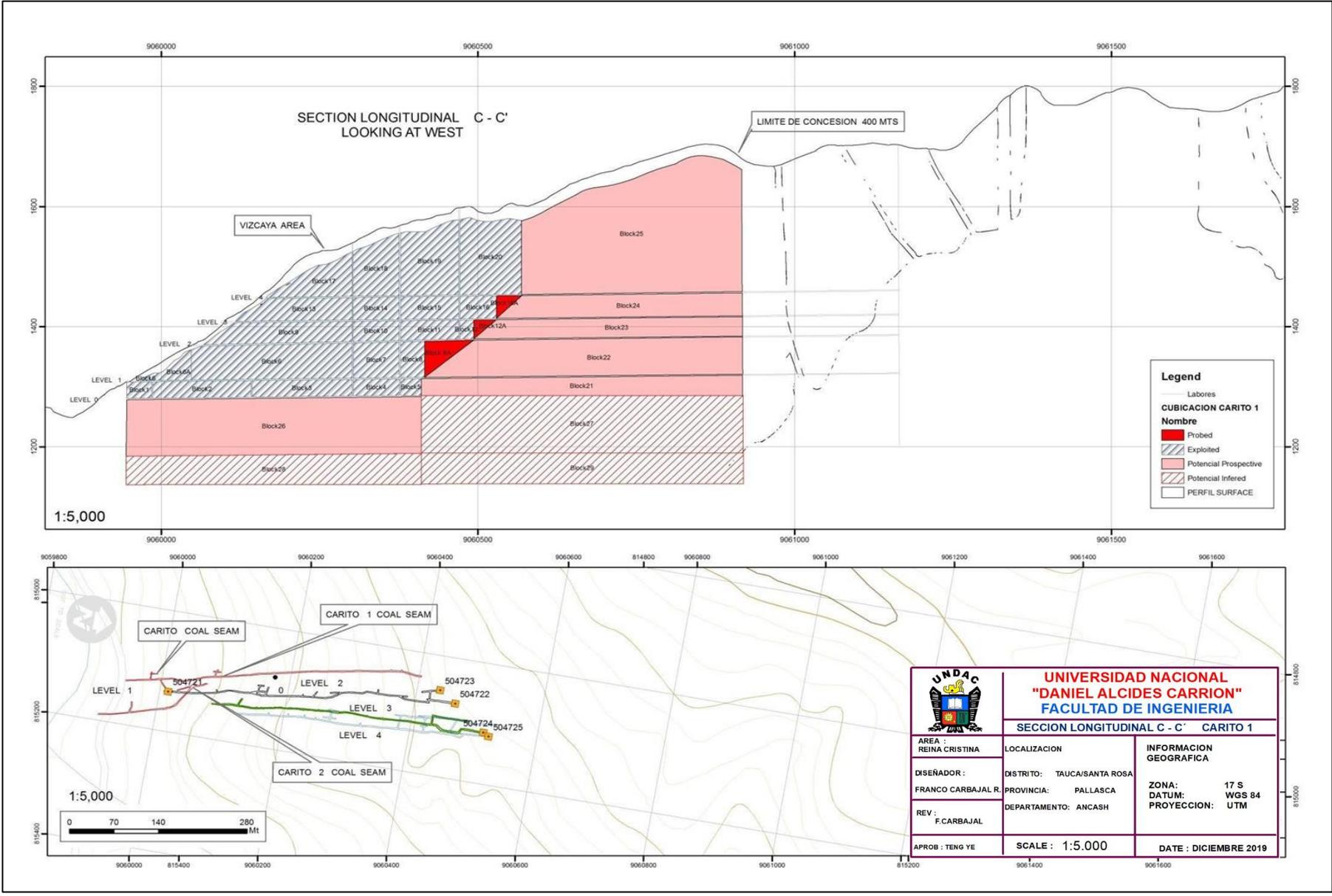
**PLANO GEOLOGICO**

AREA : REINA CRISTINA 4	LOCALIZACION	INFORMACION GEOGRAFICA
DISEÑADOR : FRANCO CARBAJAL R.	DISTRITO: TAUCA/SANTA ROSA	ZONA: 17 S
REV : W.INCHE	PROVINCIA: PALLASCA	DATUM: WGS 84
APROB : TENG YE	DEPARTAMENTO: ANCASH	PROYECCION: UTM
	SCALE : 1:20.000	DATE : DICIEMBRE 2019





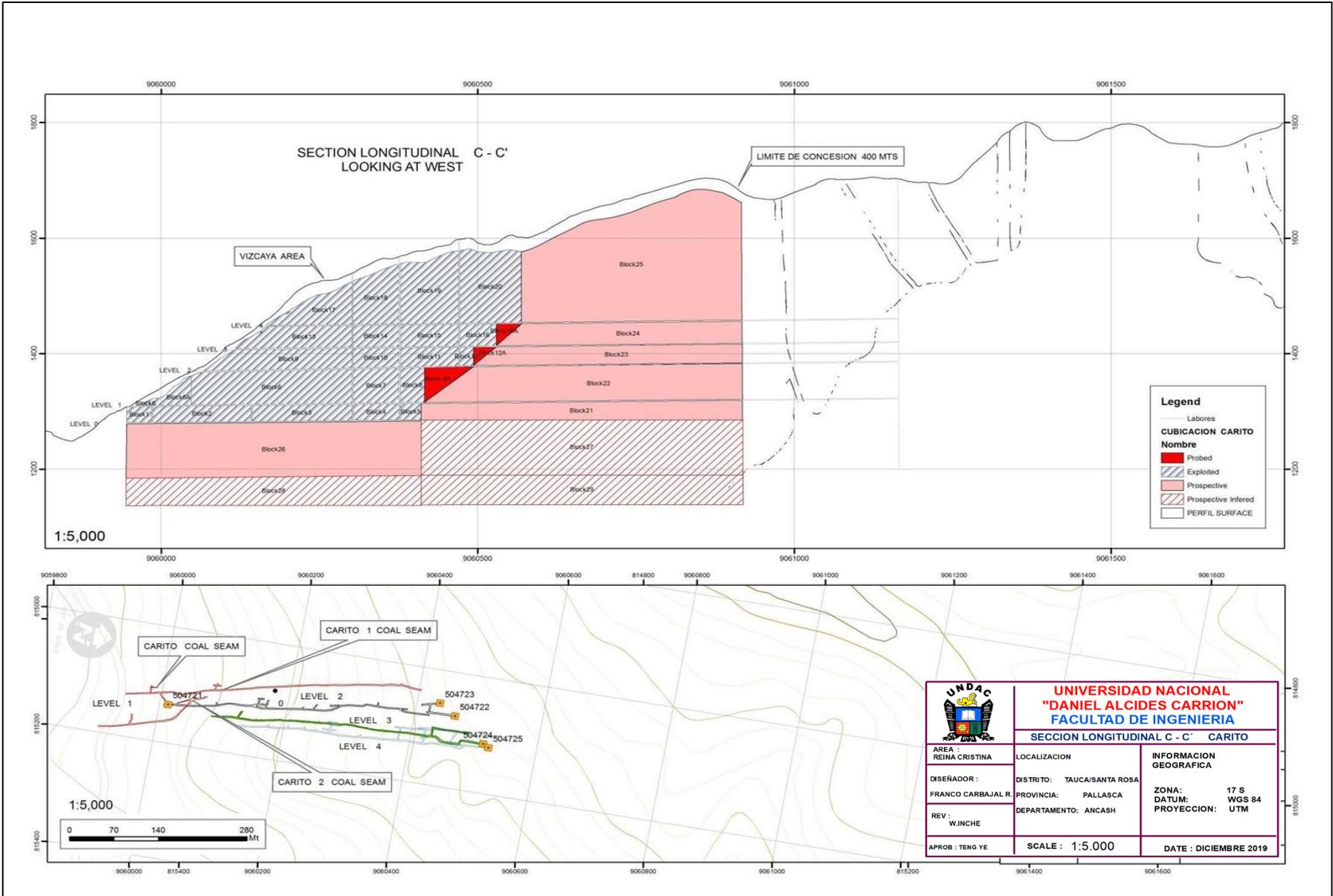


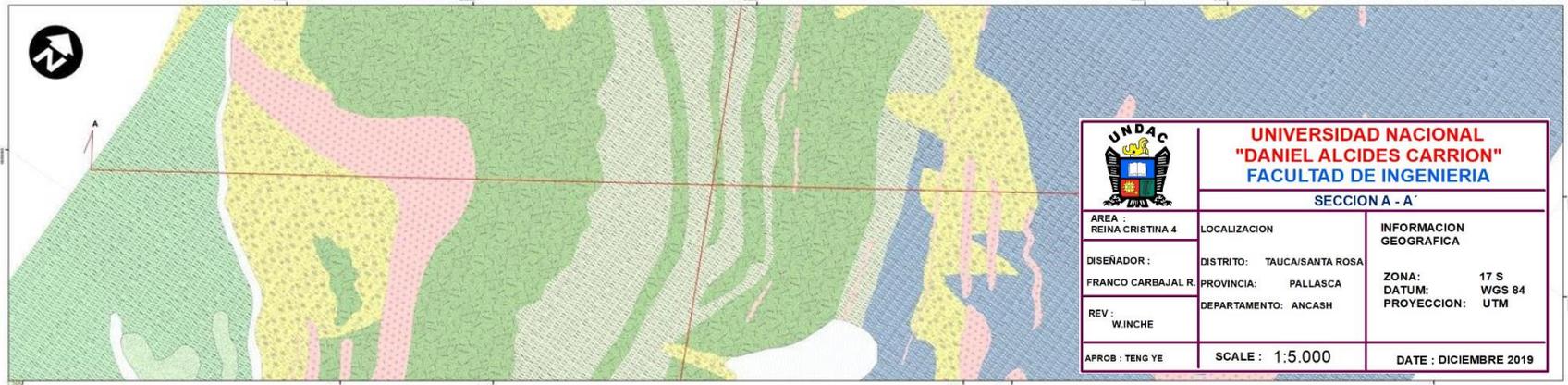
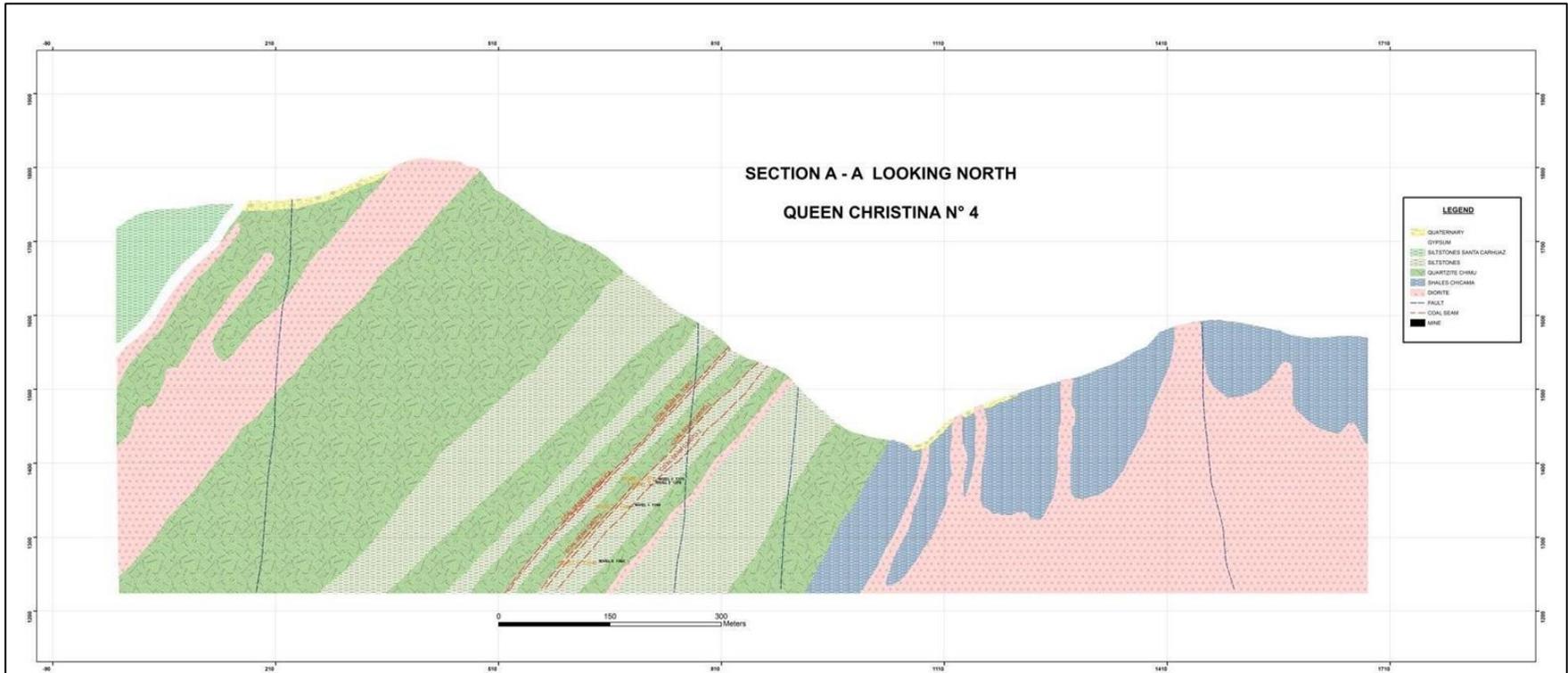


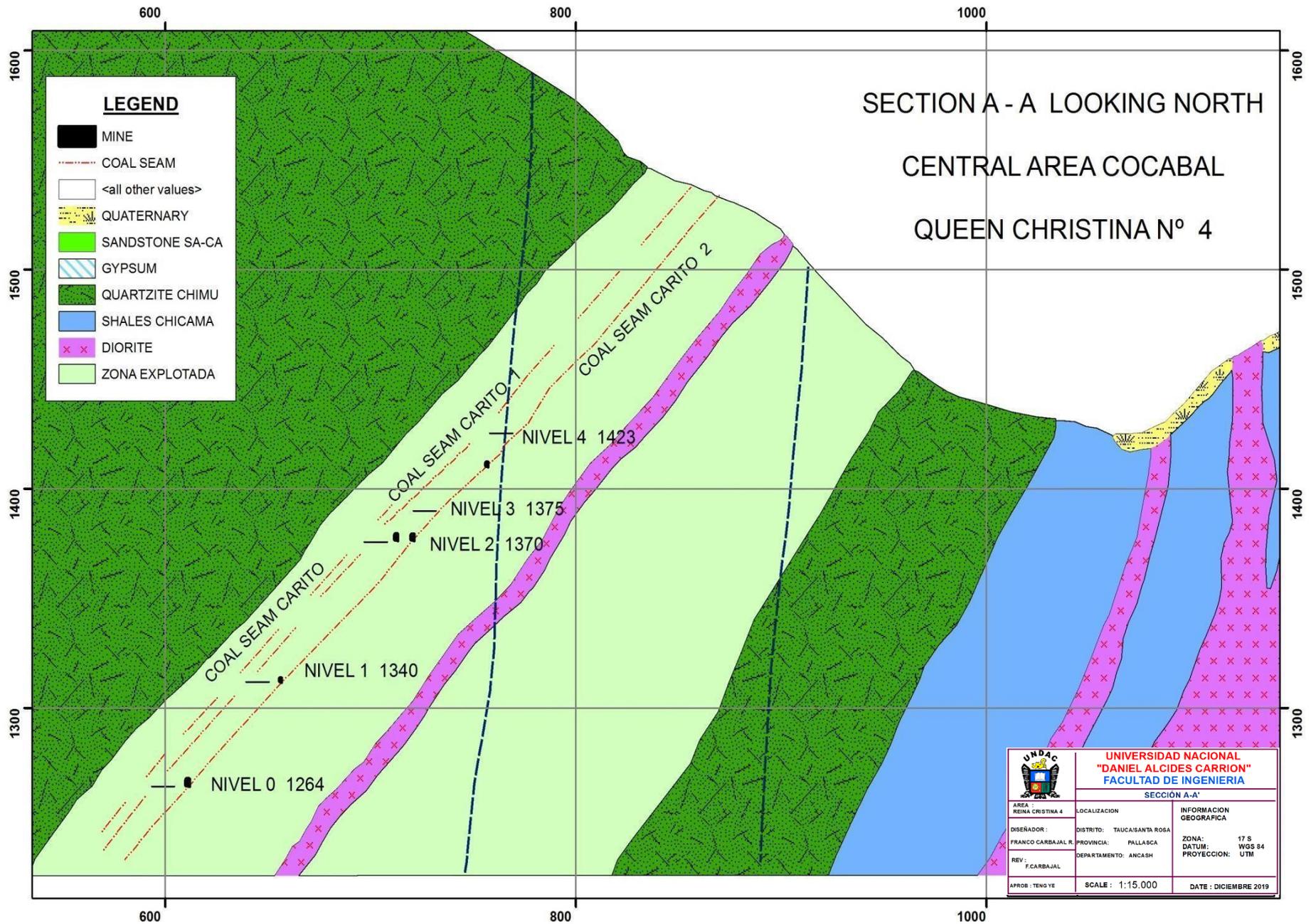
**Legend**

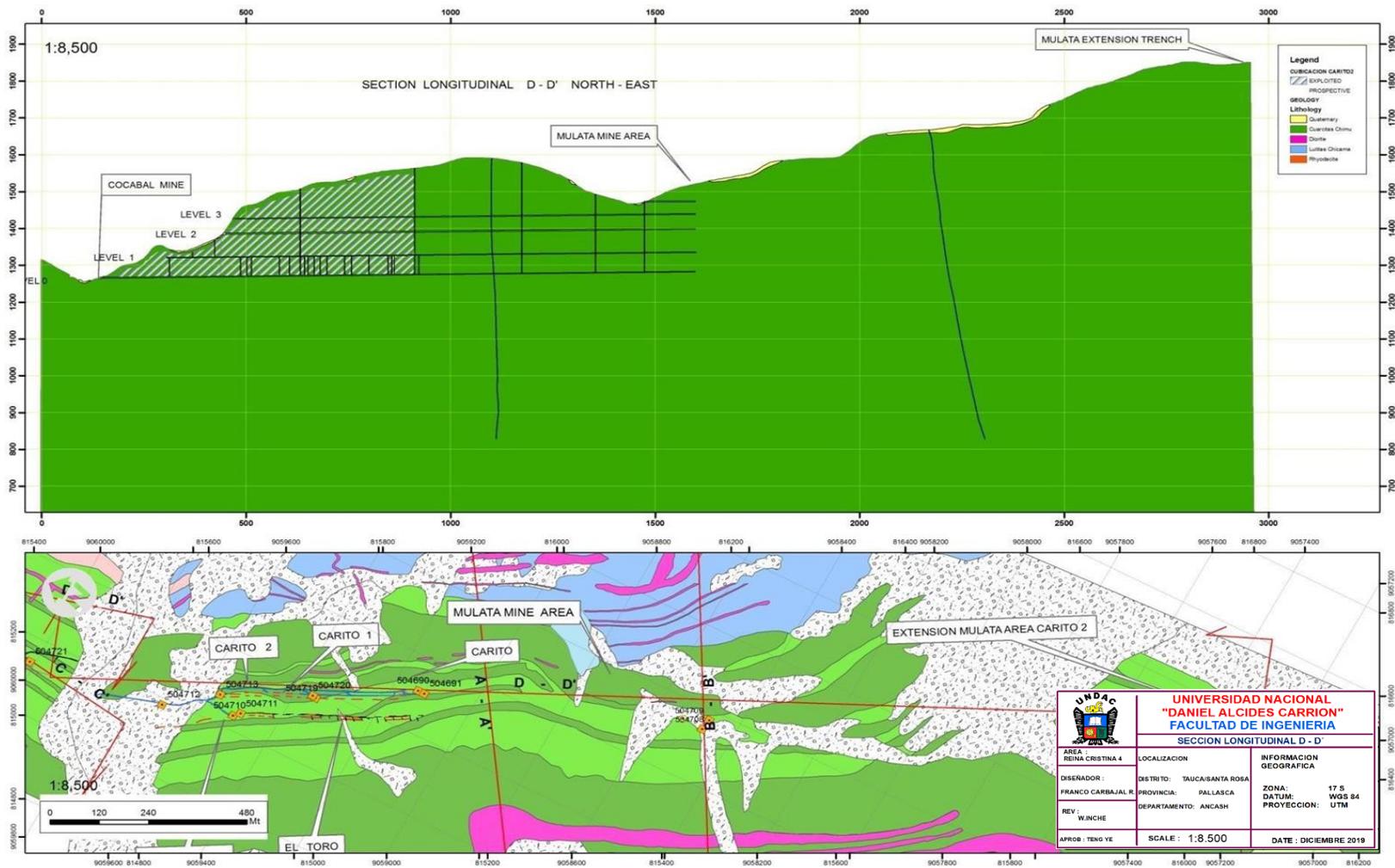
- Labores
- CUBICACION CARITO 1**
- Nombre**
- Probed
- ▨ Exploited
- ▨ Potential Prospective
- ▨ Potential Inferred
- PERFIL SURFACE

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL "DANIEL ALCIDES CARRION" FACULTAD DE INGENIERIA</b>		
<b>SECCION LONGITUDINAL C - C' CARITO 1</b>		
AREA : REINA CRISTINA	LOCALIZACION	INFORMACION GEOGRAFICA
DISEÑADOR : FRANCO CARBAJAL R.	DISTRITO: TAUCA/SANTA ROSA	ZONA: 17 S
REV : F. CARBAJAL	PROVINCIA: PALLASCA	DATUM: WGS 84
	DEPARTAMENTO: ANCASH	PROYECCION: UTM
APROB : TENG YE	SCALE : 1:5.000	DATE : DICIEMBRE 2019

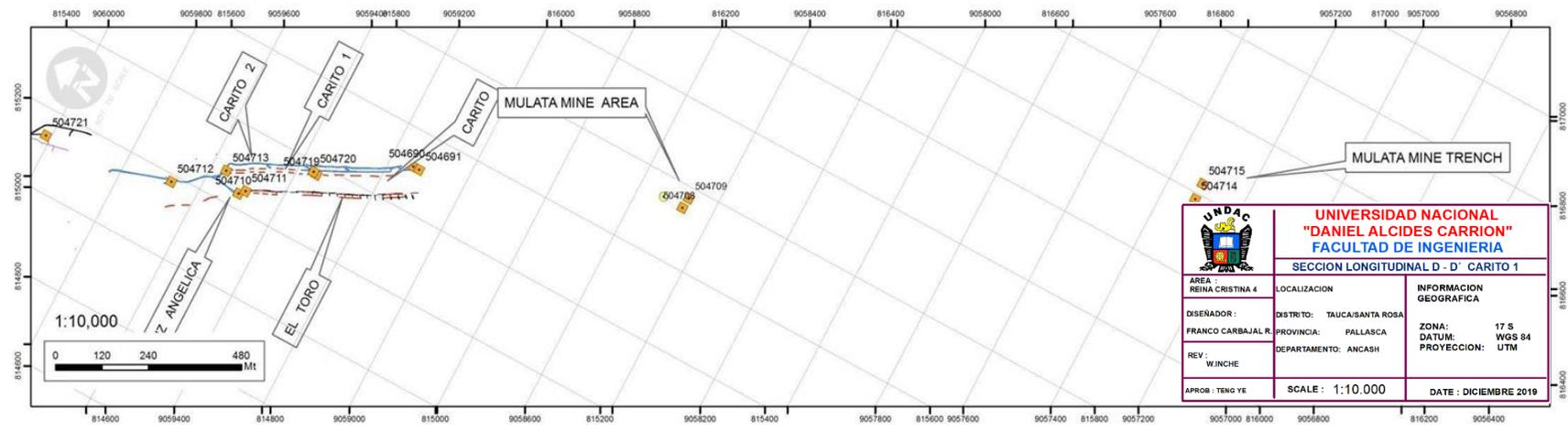
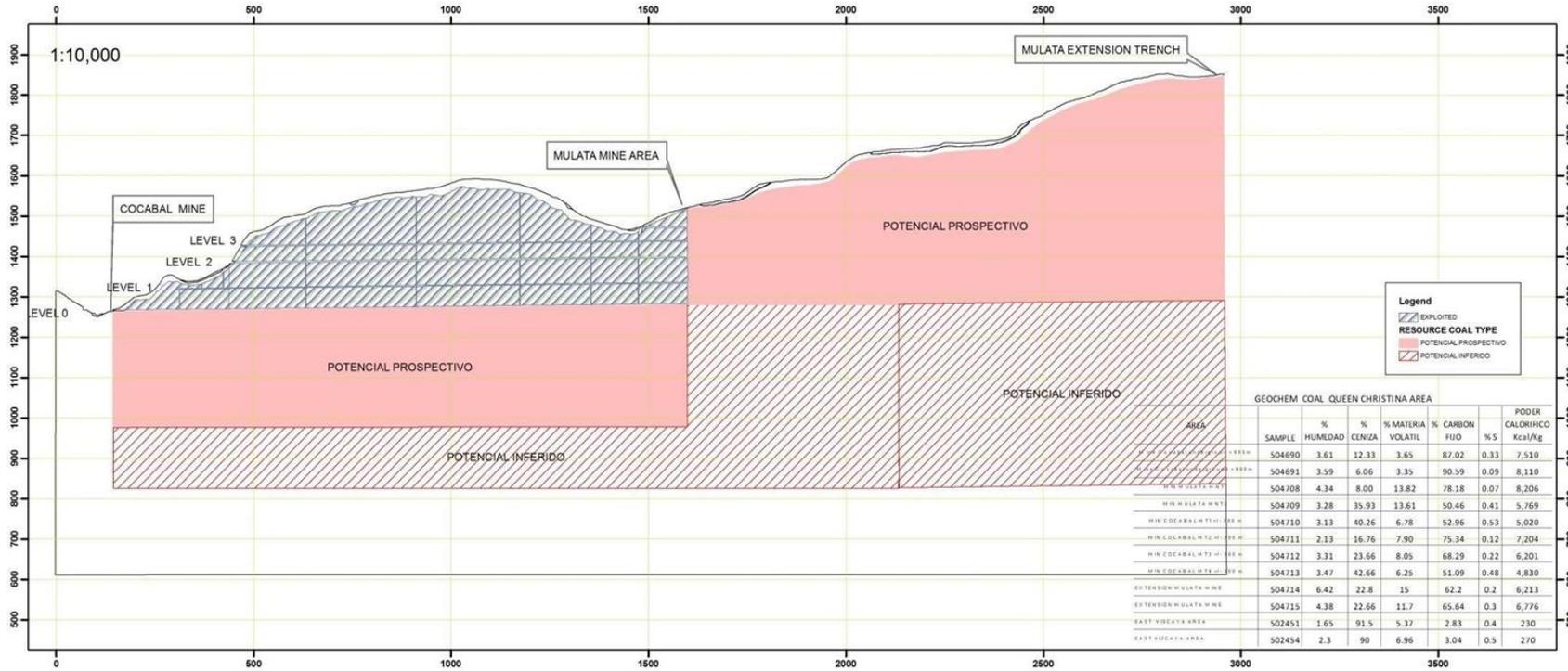




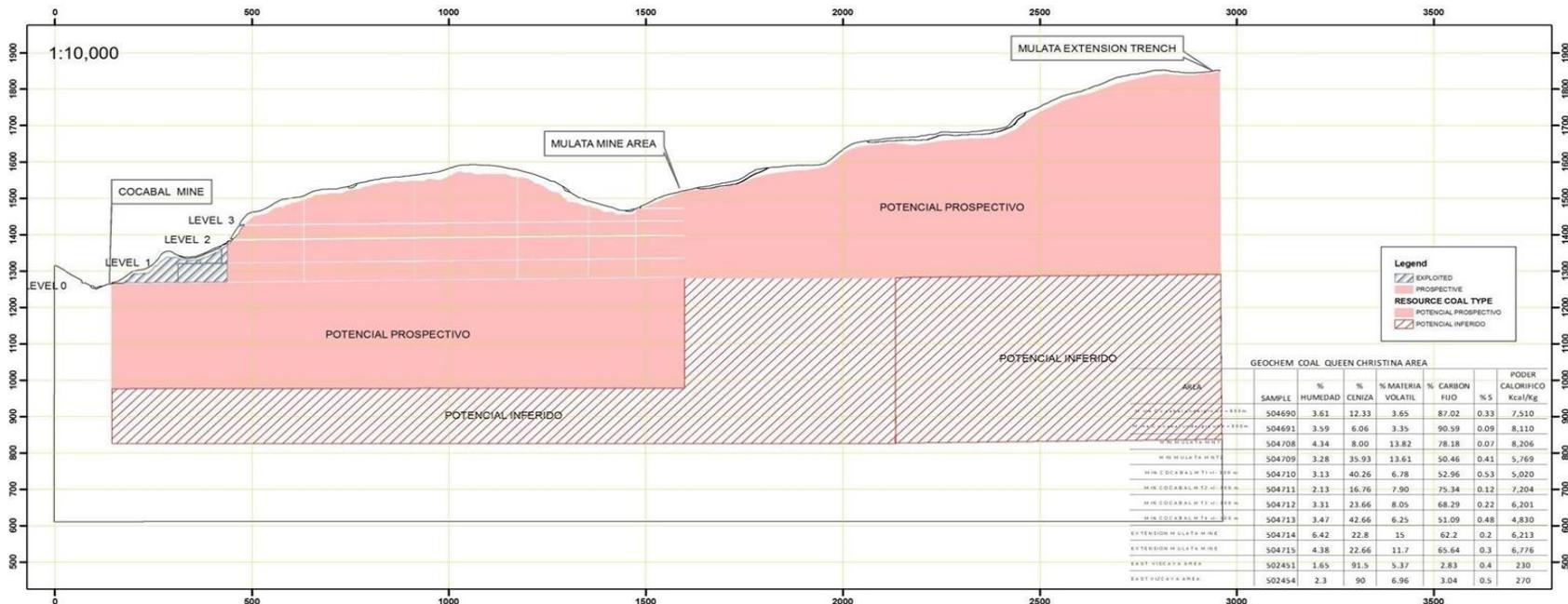




**El Nivel superior de la mina COBALO, Concesión de Reina Cristina N°4 se comunica con las galerías de la mina Mulata en un área de aproximadamente 1,000 m de longitud.**

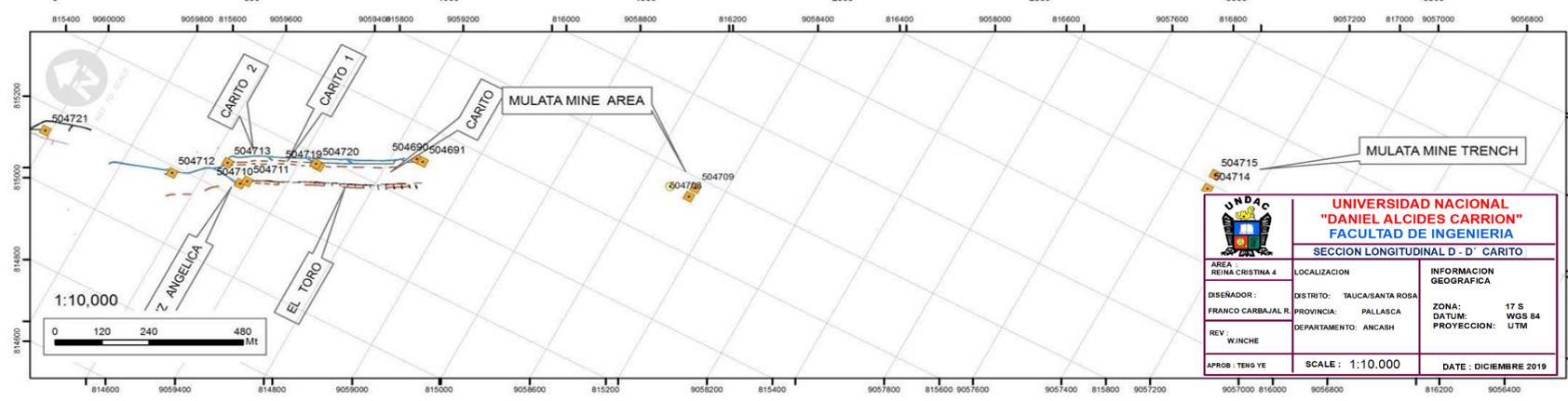


 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL "DANIEL ALCIDES CARRION" FACULTAD DE INGENIERIA</b>		
SECCION LONGITUDINAL D - D' CARITO 1		
AREA: REINA CRISTINA 4	LOCALIZACION	INFORMACION GEOGRAFICA
DISEÑADOR: FRANCO CARBAJAL R	DISTRITO: TAUCA/SANTA ROSA	ZONA: 17 S
REV: W.INCHE	PROVINCIA: PALLASCA	DATUM: WGS 84
APROB: TENG YE	DEPARTAMENTO: ANCASH	PROYECCION: UTM
SCALE: 1:10,000	DATE: DICIEMBRE 2019	



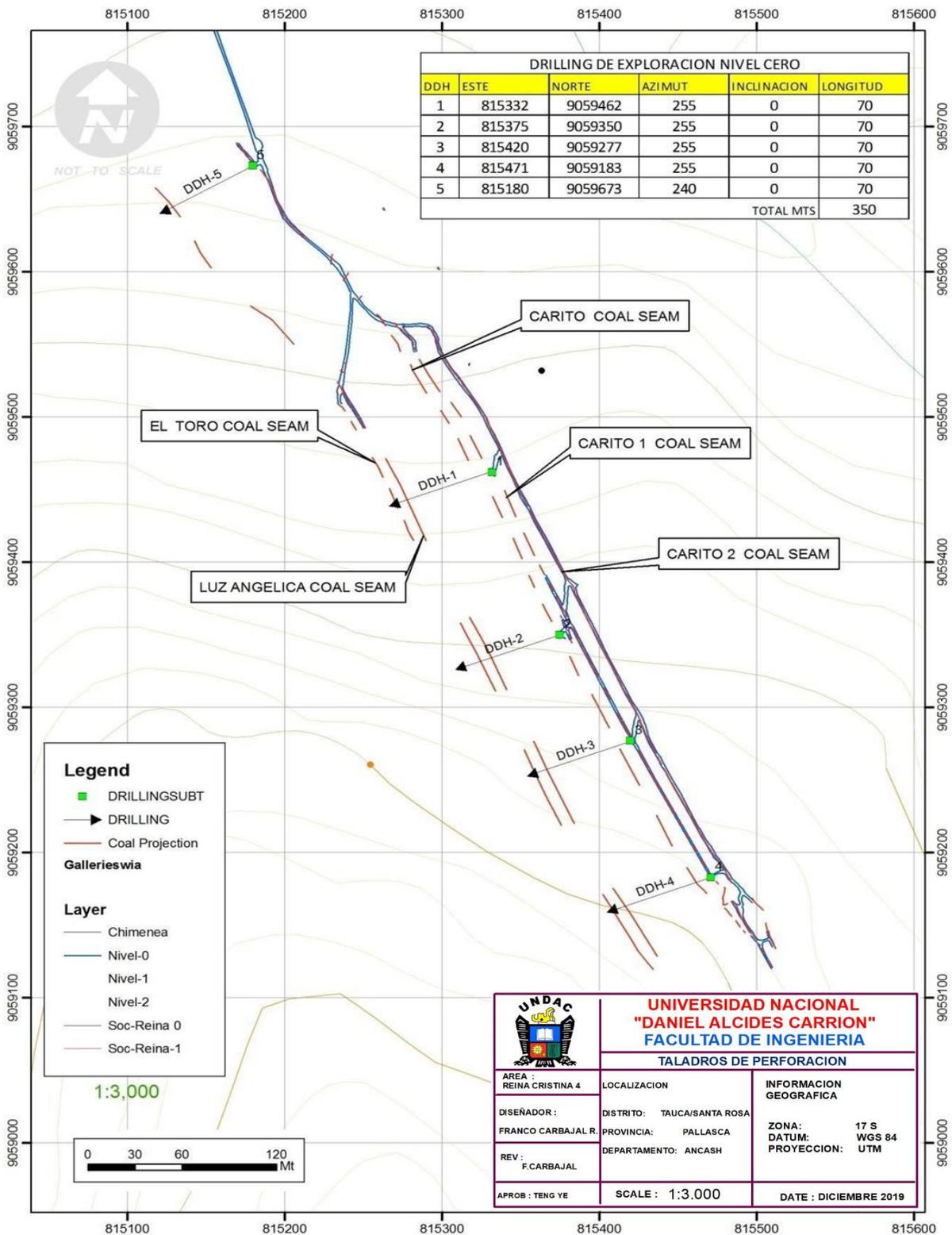
GEOCHEM COAL QUEEN CHRISTINA AREA

AREA	SAMPLE	HUMEDAD %	CENIZA %	VOLATIL %	% CARBON FIJO	% S	PODER CALORIFICO Kcal/Kg
MULATA MINE	504690	3.61	12.33	3.65	87.02	0.33	7,510
MULATA MINE	504691	3.59	6.06	3.35	90.59	0.09	8,110
MULATA MINE	504708	4.34	8.00	13.82	78.18	0.07	8,206
MULATA MINE	504709	3.28	35.93	13.61	50.46	0.41	5,769
MULATA MINE	504710	3.13	40.26	6.78	52.96	0.53	5,020
MULATA MINE	504711	2.13	16.76	7.90	75.34	0.12	7,204
MULATA MINE	504712	3.31	23.66	8.05	68.29	0.22	6,201
MULATA MINE	504713	3.47	42.66	6.25	51.09	0.48	4,830
MULATA MINE	504714	6.42	22.8	15	62.2	0.2	6,213
MULATA MINE	504715	4.38	22.66	11.7	65.64	0.3	6,776
MULATA MINE	502451	1.65	91.5	5.37	2.83	0.4	230
MULATA MINE	502454	2.3	90	6.96	3.04	0.5	270



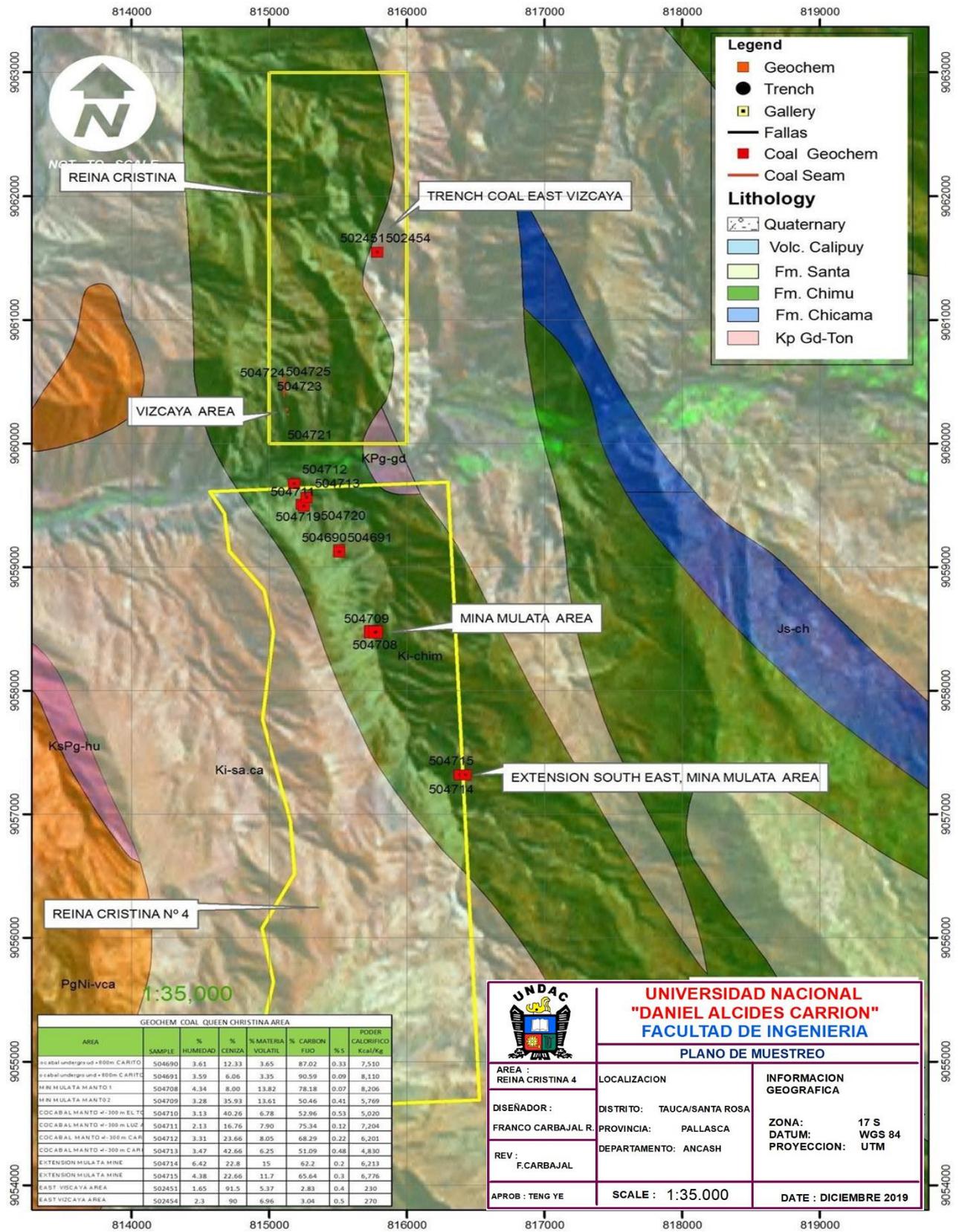
**UNIVERSIDAD NACIONAL "DANIEL ALCIDES CARRION" FACULTAD DE INGENIERIA**  
SECCION LONGITUDINAL D - D' CARITO

AREA: REINA CRISTINA 4	LOCALIZACION:	INFORMACION GEOGRAFICA
DISEÑADOR: FRANCO CARBAJAL R.	DISTRITO: TAUCA/SANTA ROSA	ZONA: 17 S
REV: W.INCHE	PROVINCIA: PALLASCA	DATUM: WGS 84
APROB: TENG YE	DEPARTAMENTO: ANCASSH	PROYECCION: UTM
SCALE: 1:10,000	DATE: DICIEMBRE 2019	



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL "DANIEL ALCIDES CARRION" FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
	<b>TALADROS DE PERFORACION</b>	
AREA : REINA CRISTINA 4	LOCALIZACION	INFORMACION GEOGRAFICA
DISEÑADOR : FRANCO CARBAJAL R.	DISTRITO : TAUCA/SANTA ROSA PROVINCIA : PALLASCA	ZONA : 17 S DATUM : WGS 84 PROYECCION : UTM
REV : F.CARBAJAL	DEPARTAMENTO : ANCASH	
APROB : TENG YE	SCALE : 1:3,000	DATE : DICIEMBRE 2019

# UBICACIÓN DE MUESTRAS



GEOCHEM COAL QUEEN CRISTINA AREA						
AREA	SAMPLE	% HUMEDAD	% CENIZA	% MATERIA VOLATIL	% CARBON FIDO	PODER CALORIFICO Kcal/Kg
300 m subterráneo + 800m CARITO	504690	3.61	12.33	3.65	87.02	0.33 7,510
300 m subterráneo + 800m CARITO	504691	3.59	6.06	3.35	90.59	0.09 8,110
MIN MULATA MANTO 1	504708	4.34	8.00	13.82	78.18	0.07 8,206
MIN MULATA MANTO 2	504709	3.28	35.93	13.61	50.46	0.41 5,769
COABAL MANTO # - 300 m EL TO	504710	3.13	40.26	6.78	52.96	0.53 5,020
COABAL MANTO # - 300 m LUZ	504711	2.13	16.76	7.90	75.34	0.12 7,204
COABAL MANTO # - 300 m CAR	504712	3.31	23.66	8.05	68.29	0.22 6,201
COABAL MANTO # - 300 m CAR	504713	3.47	42.66	6.25	51.09	0.48 4,830
EXTENSION MULATA MINE	504714	6.42	22.8	15	62.2	0.2 6,213
EXTENSION MULATA MINE	504715	4.38	22.66	11.7	65.64	0.3 6,776
EAST VIZCAYA AREA	502451	1.65	91.5	5.37	2.83	0.4 230
EAST VIZCAYA AREA	502454	2.3	90	6.96	3.04	0.5 270



**UNDA C**  
UNIVERSIDAD NACIONAL  
"DANIEL ALCIDES CARRION"  
FACULTAD DE INGENIERIA

**PLANO DE MUESTREO**

AREA : REINA CRISTINA 4	LOCALIZACION	INFORMACION GEOGRAFICA
DISEÑADOR : FRANCO CARBAJAL R.	DISTRITO : TAUCA/SANTA ROSA PROVINCIA : PALLASCA	ZONA : 17 S DATUM : WGS 84 PROYECCION : UTM
REV : F. CARBAJAL	DEPARTAMENTO : ANCASH	
APROB : TENG YE	SCALE : 1:35.000	DATE : DICIEMBRE 2019