# LÍNEA BASE PALEONTOLÓGICA

## Proyecto “Distrito Norte”

Elaborado para:




Dr. Christian Salazar Soto, Geólogo – Paleontólogo Senior
Francisco Zúñiga Molina, Geólogo de Proyectos
Javiera Concha Parkes, Geóloga
Francesca Del Río Lagunas, Geóloga

Mayo, 2020

Santiago

# ÍNDICE

1. Patrimonio paleontológico ..... 2
1.1 Introducción ..... 2
1.2 Objetivos ..... 3
1.2.1 Objetivos generales ..... 3
1.2.2 Objetivos específicos ..... 3
2. Área de influencia ..... 3
3. Metodología ..... 4
3.1 Antecedentes geológicos y paleontológicos ..... 4
3.2 Inspección visual ..... 4
3.3 Clasificación del potencial paleontológico ..... 5
3.4 Perfil profesional ..... 6
4. Resultados ..... 6
4.1 Antecedentes bibliográficos ..... 6
4.1.1 Marco Geológico ..... 7
4.1.2 Antecedentes Paleontológicos ..... 9
4.2 Antecedentes de terreno ..... 10
4.2.1 Inspección visual en superficie ..... 10
4.3 Potencial Paleontológico ..... 13
5. Conclusiones ..... 14
6. Referencias ..... 16
7. Anexo I: Puntos de inspección Paleontológica ..... 17
8. Anexo II: Registros fotográficos de Puntos de Inspección ..... 20

# 1. Patrimonio paleontológico

## 1.1 Introducción

El presente informe corresponde a la inspección visual paleontológica en superficie del área de influencia del Proyecto "Distrito Norte, sometido a evaluación ambiental, a través de la presente Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

El Proyecto se ubica a 148 Km al sur de la ciudad de Antofagasta y a 20 Km del norte de la ciudad de Tocopilla, comuna de Tocopilla, región de Antofagasta. Contempla la explotación mediante el sistema de "Rajo Abierto y Subterráneo" de minerales de cobre de los yacimientos ubicados en el área denominada "Distrito Norte".

El presente informe expone los resultados del análisis bibliográfico y de la inspección paleontológica superficial realizada en el área de influencia del proyecto.

Las normas chilenas que legislan la conservación y protección del patrimonio cultural son la Ley Nº 17.288 sobre Monumentos Nacionales (1970) y su Reglamento sobre Excavaciones y/o Prospecciones Arqueológicas, Antropológicas y Paleontológicas (D.S. Nº 484, de 1990), del Ministerio de Educación.

Dentro de la Ley Nº 17.288, en el artículo 1º, se declara que: "*Son monumentos nacionales y quedan bajo la tuición y protección del Estado, los lugares, ruinas, construcciones u objetos de carácter histórico o artístico; los enterratorios o cementerios u otros restos de los aborígenes, las piezas u objetos antropo-arqueológicos, paleontológicos o de formación natural, que existan bajo o sobre la superficie del territorio nacional o en la plataforma submarina de sus aguas jurisdiccionales y cuya conservación interesa a la historia, al arte o a la ciencia; los santuarios de la naturaleza; los monumentos, estatuas, columnas, pirámides, fuentes, placas, coronas, inscripciones y, en general, los objetos que estén destinados a permanecer en un sitio público, con carácter conmemorativo. Su tuición y protección se ejercerá por medio del Consejo de Monumentos Nacionales, en la forma que determina la presente ley". De acuerdo con el artículo 11º se determina que: "Los Monumentos Históricos quedan bajo el control y la supervigilancia del Consejo de Monumentos Nacionales y todo trabajo de conservación, reparación o restauración de ellos, estará sujeto a su autorización previa. Los objetos que formen parte o pertenezcan a un Monumento Histórico no podrán ser removidos sin autorización del Consejo, el cual indicará la forma en que se debe proceder en cada caso*".

En tanto, con respecto al material paleontológico, la Ley Nº 17.288, señala en su artículo 31º, Título VII "*De los santuarios de la Naturaleza e Investigaciones*

*científicas”,* que: *“Son santuarios de la naturaleza todos aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado*”.

Con respecto a lo anterior, es necesario señalar que para el presente trabajo los términos “material paleontológico” y/o “fósil”, corresponden a cualquier resto o evidencia de vida del pasado geológico, que presente una estructura orgánica o biológica, ya sean restos vegetales, de invertebrados, vertebrados, pisadas o rastros, entre otros.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivos generales

Ejecutar la línea de base para la componente paleontológica en el área de influencia del Proyecto “Distrito Norte”, que permita realizar su posterior evaluación ambiental.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Recopilación de los antecedentes paleontológicos y geológicos de las unidades correspondientes al área de influencia del proyecto.
- Inspección paleontológica superficial de las unidades geológicas presentes en el área de influencia del proyecto.
- Determinación del potencial fosilífero de las unidades geológicas presentes en el área del proyecto.

# 2. Área de influencia

El área de influencia para el componente Patrimonio Natural Paleontológico, está determinado por la acción de las obras físicas que contemplan la implementación y desarrollo del Proyecto.

En el caso de este Proyecto, el área antes mencionada incluye a aquellas zonas en las que se llevaran a cabo las obras y/o acciones del Proyecto, lo que involucra todas las excavaciones y movimientos de tierra masivos (superficiales o excavaciones como tal) que intervengan unidades geológicas, caracterizadas en el presente informe, a las cuales les ha asignado un potencial paleontológico en base a sus características litológicas. El área de influencia corresponde a un área de 791 hectáreas, indicándose  Fuente: Geosalazar, 2020.  .

La determinación de Área de Influencia se basó en los criterios estipulados en la Guía para la Descripción del Área de Influencia del Servicio de Evaluación Ambiental[1].

# 3. Metodología

## 3.1 Antecedentes geológicos y paleontológicos

Se contextualizó el área de influencia desde una perspectiva geológica y paleontológica analizando la carta geológica del área del proyecto “Carta Tocopilla – María Elena” (Medina *et al.,* 2012), en donde el área de influencia se proyecta en esta carta geológica y se describen las distintas unidades litológicas que pudiesen ser afectadas durante la fase de construcción del Proyecto.

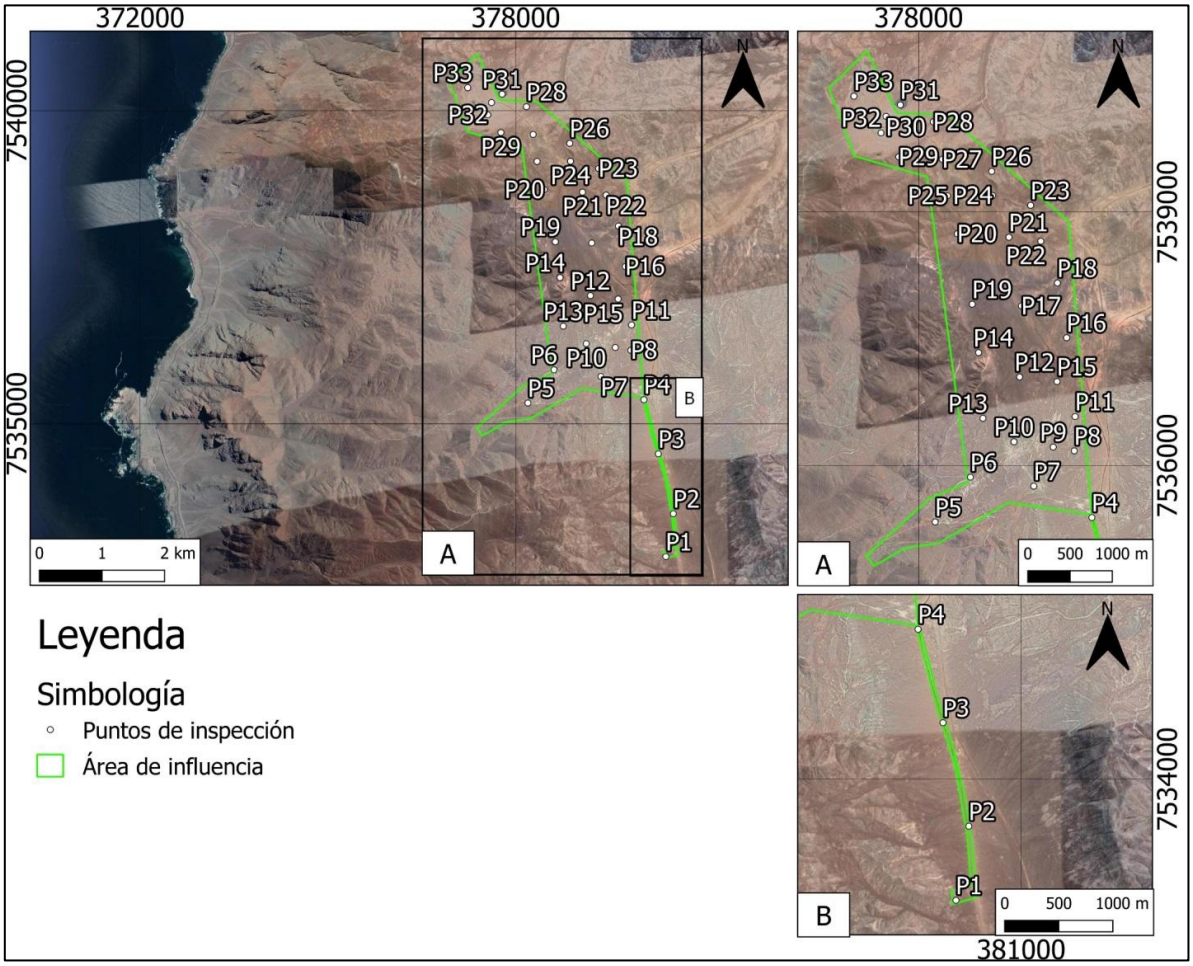
Además, se realizó una revisión bibliográfica complementaria de la región de Antofagasta, de acuerdo a los proyectos cercanos que han sido sometidos a procesos de evaluación ambiental, recopilando la información disponible en la plataforma del SEIA y/o artículos científicos.

## 3.2 Inspección visual

Durante el día 23 de abril de 2020, se realizó una inspección geológica - paleontológica en superficie, en la cual se recorrió el área de influencia registrando 33 puntos de inspección (Apéndice 1), los cuales fueron establecidos en los puntos de mejor exposición y/o más representativos de cada unidad geológica y, en caso de no encontrarse afloramientos, los puntos de inspección fueron establecidos cada cierta distancia con el objetivo de conseguir una distribución uniforme, homogénea y representativa ( Fuente: Geosalazar, 2020. ). Los puntos de inspección fueron georreferenciados por medio de un GPS Garmin eTrex 30 (Datum WGS 84, Huso 19 Sur, UTM). El registro visual se realizó con una cámara fotográfica profesional (Sony $\alpha$58).

[1] Guía para la Descripción del Área de Influencia en el SEIA, Resolución Exenta N°0423/2017.

**Figura 1. Ubicación del Proyecto junto a puntos de control.**




Fuente: Geosalazar, 2020.

### 3.3 Clasificación del potencial paleontológico

A partir de la información recopilada en terreno, la cual fue complementada con bibliografía, se determina la presencia o ausencia de material paleontológico para cada una de las distintas unidades geológicas ubicadas en el área de influencia del Proyecto, estableciendo los respectivos potenciales paleontológicos para cada unidad.

Lo anterior, se realiza a partir de lo estipulado en la “Guía de Informes Paleontológicos” (CMN, 2016), en la cual se sugiere que las unidades geológicas sean categorizadas en los siguientes términos:

- Estéril (potencial paleontológico bajo a nulo): unidades correspondientes a cuerpos intrusivos y productos volcánicos de alta temperatura y energía.
- Susceptible (potencial paleontológico bajo a medio): unidades sedimentarias y volcanosedimentarias con facies en las que existe posibilidad de contener fósiles, aun cuando carecen de antecedentes

paleontológicos bibliográficos. Desde el punto de vista sedimentológico, se trata de facies que por el ambiente sedimentario que representan, podrían albergar restos paleontológicos. También se incluyen en esta categoría unidades geológicas que han sido cartografiadas con una escala de poco detalle, y no permite localizar dónde se encuentran los niveles susceptibles y/o fosilíferos.

- Fosilífera (potencial paleontológico medio a alto): aquellas unidades sedimentarias y volcanosedimentarias, en las cuales previamente se ha reportado su contenido fosilífero, tanto en la literatura (artículos y resúmenes científicos, SEIA, etc.) como durante la inspección visual en terreno.

### 3.4 Perfil profesional

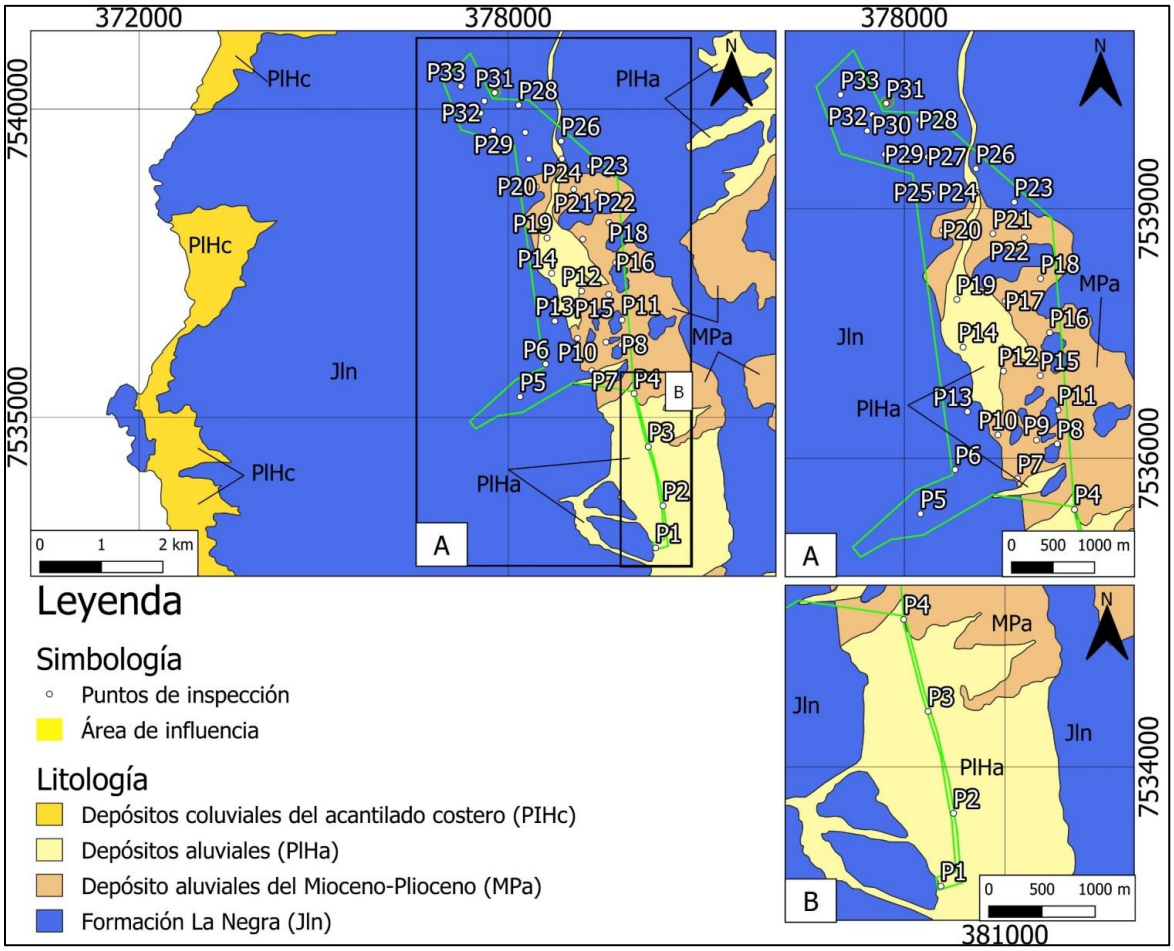
Los profesionales geólogos – paleontólogos responsables del presente estudio son el Dr. Christian Salazar Soto y Francisco Zúñiga Molina, quienes cumplen con el perfil establecido por el Consejo de Monumentos (CMN) según lo consignado en punto N°344 del Acta de Sesión del CMN del 10.12.2014.

## 4. Resultados

### 4.1 Antecedentes bibliográficos

En el área de estudio se exponen unidades geológicas que presentan edades desde el período Jurásico hasta el Cuaternario. Estas unidades corresponden a Formación La Negra (Jurásico Inferior – Jurásico Superior), Depósitos Aluviales y Coluviales antiguos (Mioceno - Plioceno), Depósitos Aluviales (Pleistoceno - Holoceno) y Depósitos coluviales del Acantilado (Pleistoceno – Holoceno). A continuación, se describen estas unidades geológicas ( )

**Figura 2. Mapa geológico del área de estudio, adaptado de Medina *et al*. (2012).**




Fuente: Geosalazar, 2020, basado en cartografía geológica de Medina *et al.* (2012).

### 4.1.1 Marco Geológico

**<u>Jurásico</u>**

**- Formación La Negra Jln**

Definida por García (1967), y comprende de coladas de lavas y sedimento clástico-volcánico intercalados. Esta sucesión alcanza varios miles de metros de espesor que afloran en la Cordillera de la Costa entre Arica y Chañaral (Ferraris; y Base 1978). La Formación La Negra ha sido considerada como el producto de la actividad de un arco volcánico jurásico bordeado al este por una cuenca de tras arco (cuenca de Tarapacá, Mpodozis y Ramos 1990, Mpodozisc, *et al.*2014)

Litológicamente corresponde en esta zona a una sucesión de lavas andesíticas afaníticas y porfídicas con una menor medida de unidades sedimentarias tales como areniscas, conglomerados, lutitas y calizas con fósiles marinos hacia la base. Las lavas se caracterizan por poseer facies brechizadas hacia el techo y base, mientras que la sección media se presenta masiva además de presentar un

desarrollo no menor de vesículas las cuales aumentan en cantidad hacia el techo de la colada (Greiner, 1982; Palacios *et al*., 2010). Cabe destacar que la Formación La Negra se encuentran intruida por diques, filones-manto y pequeños stocks subvolcánicos, de amplia composición; basálticos, andesíticos, dioríticos y gábricos (Boric *et al*. 1990; Palacios *et al.* 2010).

## Mioceno – Plioceno

**- Depósitos aluviales y coluviales antiguos MPa**

Descrito por Basso (2007), y está compuesto por gravas y arenas de color pardo de origen aluvial y coluvial, semiconsolidadas y, excepcionalmente, con intercalaciones de arenas eólicas. Las arenas son de grano grueso, de regular selección y pobremente estratificadas; en algunos sectores se reconocen arenas gravosas. Las gravas son tanto matriz soportadas como clastosoportadas, con clastos angulosos a subangulosos, presentan mala selección y matriz compuesta principalmente por arenas gruesas. Los clastos están constituidos principalmente por fragmentos de rocas volcánicas de la Formación La Negra (Jln) y, subordinadamente, por fragmentos de granitoides, según la ubicación geográfica del depósito (Falcón *et al*., 2014).

Estos depósitos sobreyacen a los depósitos de gravas antiguas (Mg) y al sustrato rocoso y se encuentran localmente cubiertos por los depósitos aluviales (PlHa), coluviales (PlHc), eólicos activos (He) y marinos (PlHm) (Falcón *et al*., 2014).

## Pleistoceno – Holoceno

**- Depósitos Aluviales PlHa**

Gravas, arenas y limos que se observan en los cauces de las quebradas actuales y en forma de abanicos en el borde occidental de la Cordillera de la Costa y en la franja costera. Las gravas presentan mala selección, con clastos de lavas andesíticas y fragmentos ígneos, subangulosos a subredondeados, de mala esfericidad, mayoritariamente monomícticos, en los sectores norte y sur del área de estudio. La matriz está compuesta, mayoritariamente, por arena, en sectores cementada por sales. Las potencias de estos depósitos son variables entre 50 cm y 15 m, de modo que en la franja costera y en el interior de las quebradas, presentan potencias, en general, menores a 5 m, y solo en los ápices de los abanicos se observan potencias mayores, las que pueden alcanzar los 10 o 15 m (Falcón *et al*., 2014).

Estos depósitos sobreyacen a depósitos aluviales y coluviales antiguos (MPa), a depósitos eólicos antiguos (Ple), o al sustrato rocoso representado por la Formación la Negra en gran parte del área de estudio (Falcón *et al*., 2014).

**- Depósitos coluviales del Acantilado PlHc**

Gravas y arenas ubicadas, principalmente, en las laderas de pendientes fuertes de la Cordillera de la Costa. Las gravas están compuestas por clastos angulosos a subangulosos, presentan mala selección y son clasto y matriz soportada. Contienen bloques angulosos, con tamaños que alcanzan hasta 1 m de diámetro, y, en general, se encuentran en una matriz de arena gruesa, en depósitos pobremente estratificados. Las arenas son de tamaño medio a grueso, con regular a buena selección y regular redondeamiento. Tanto las gravas como los bloques que estas contienen, así como los granos de las arenas, son producto de la erosión y meteorización de las rocas cercanas, por lo que, en general, son monomícticas, con predominio de composición andesíticas en la mayor parte del área de estudio, derivados de la Formación La Negra (Falcón *et al*., 2014).

### 4.1.2 Antecedentes Paleontológicos

En la Carta Tocopilla – María Elena (Medina *et. al*, 2012), carece de antecedentes paleontológicos asociados con las unidades de expuestas en el presente informe; sin embargo, se reconoce bibliográficamente la existencia de niveles fosilíferos en la Formación La Negra, asociados litológicamente a calizas (Naranjo y Puig, 1984). Estos niveles afloran fuera del área del Proyecto, en el sector de Cerro Blanco y Cerros buena Esperanza, al sureste de la ciudad de Antofagasta.

Adicionalmente, se recopiló la información disponible en la plataforma del SEIA, correspondiente a proyectos cercanos al área de influencia, sin embargo, estos carecen de antecedentes paleontológicos (Tabla 1).

**Tabla 1. Antecedentes paleontológicos del SEIA**.

| Proyecto | EIA/DIA | Estado | Año ingreso | Antecedentes paleontológicos |
|---|---|---|---|---|
| Central Térmoeléctrica Nueva Tocopilla Unidad 2 | EIA | Aprobado | 1997 | Sin registro paleontológico |
| Central Termoeléctrica Nueva Tocopilla | EIA | Aprobado | 1994 | Sin registro paleontológico |
| Central Termoeléctrica de Ciclo Combinado Tocopilla | EIA | Aprobado | 1998 | Sin registro paleontológico |
| Aumento de Potencia de Generación y Uso de Mezclas de Petcoke y Carbón en la Central Termoeléctrica Nueva Tocopilla | EIA | Aprobado | 1999 | Sin registro paleontológico |
| Uso de Mezcla de Carbón y Coque de Petróleo como Combustible Central Tocopilla | EIA | Aprobado | 1999 | Sin registro paleontológico |

Fuente: Geosalazar, 2020.

## 4.2 Antecedentes de terreno

### 4.2.1 Inspección visual en superficie

De acuerdo con los datos recopilados en terreno, en el área de estudio se exponen numerosos afloramientos rocosos atribuidos a la Formación La Negra (Jin), presentando composiciones que varían desde andesitas porfídicas ( ), andesitas “ocoíticas” (Figura 3) a andesitas pardas rojizas amigdaloidales (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Además, se identifican Depósitos Aluviales y Coluviales Antiguos y Depósitos Aluviales (MPa, PlHa), los cuales varían en su espesor desde afloramientos centimétricos a métricos (Figura 5 y Figura 6).

**Figura 3. Afloramiento de andesita mineralizada (P32)**



Fuente: Geosalazar, 2020.

**Figura 4. Detalle de afloramiento compuesto por Andesita de tipo "ocoita" (P18)**




Fuente: Geosalazar, 2020.

**Figura 5. Detalle de afloramiento compuesto por Andesita parda rojiza con amígdalas (P1)**



Fuente: Geosalazar, 2020.

**Figura 6. Depósitos aluviales y coluviales antiguos, sección en calicata (P1)**



Fuente: Geosalazar, 2020.

**Figura 7. Extensas áreas correspondientes principalmente a Depósitos Aluviales (P14)**

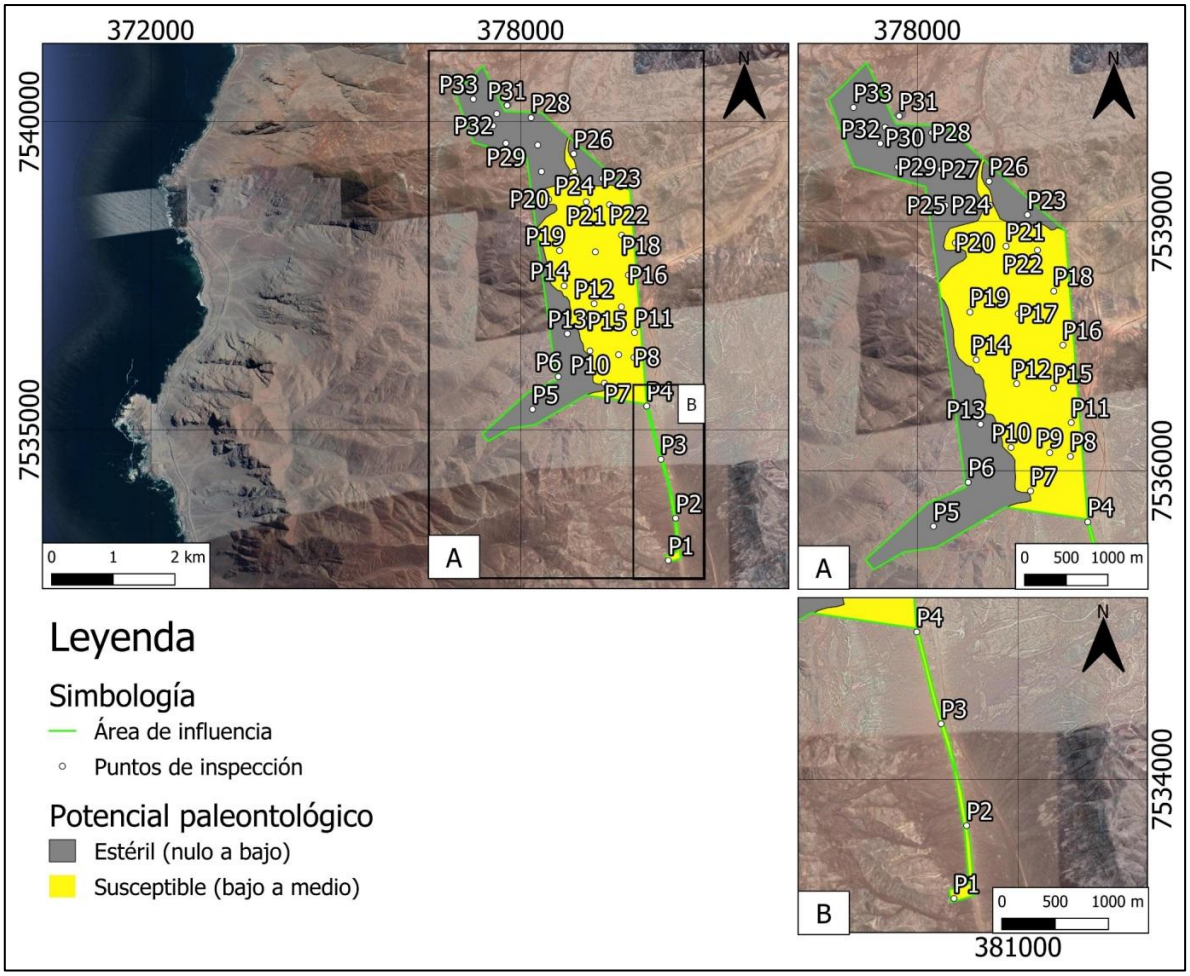


Fuente: Geosalazar, 2020.

### 4.3 Potencial Paleontológico

El proyecto Distrito Norte, se emplaza en las unidades geológicas estratificadas correspondientes a Formación La Negra, Depósitos Aluviales y Coluviales antiguos (MPa) y Depósitos Aluviales (PlHa). A partir de los antecedentes planteados, se ha determinado que las unidades volcánicas correspondientes a la Formación La Negra presentan un **potencial paleontológico estéril (Bajo a Nulo)**, dado a que las unidades fosilíferas descritas bibliográficamente para ésta, afloran fuera del área de influencia del Proyecto. Adicionalmente, los Depósitos Aluviales y Coluviales Antiguos (MPa), y los Depósitos Aluviales y Coluviales Modernos (PlHa), presentan un **potencial paleontológico susceptible (Bajo a Medio)**, debido a que sus características litológicas sedimentarias no permiten descartar en un 100% la inexistencia de fósiles (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

**Figura 8. Mapa de Potencial fosilífero del área de estudio.**




Fuente: Geosalazar, 2020.

Según lo prospectado no se evidencian hallazgos o posibilidades de hallazgos paleontológicos en las unidades descritas. La información descrita para los potenciales paleontológicos se resume en la Tabla 2.

**Tabla 2. Potencial Paleontológico de las unidades expuestas en el área de influencia**

| Unidad | Litología | Antecedentes paleontológicos bibliográficos | Registro paleontológico en terreno | Potencial Paleontológico |
|---|---|---|---|---|
| Formación La Negra | Andesitas | No posee | No Registra | Estéril<br>Bajo a Nulo |
| Depósitos Aluviales y Coluviales Antiguos (MPla) | Bloques, cantos, gravas, arena de grano medio a fino. | No Posee | No Registra | Susceptible<br>Bajo a medio |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Depósitos Aluviales y Coluviales Modernos (PIHa) | Gravas y arena de grano medio a fino. | No Posee | No Registra | Susceptible Bajo a medio |

Fuente: Geosalazar, 2020.

## 5. Conclusiones

En el área de influencia del Proyecto “Distrito Norte” se vislumbran afloramientos correspondientes a unidades estratificadas de origen volcánico asociado a la Formación La Negra, los cuales en terreno corresponden a andesitas con variaciones texturales; y sedimentos semi a no consolidados respectivos a los Depósitos Aluviales y Coluviales Antiguos (MPa) y Depósitos Aluviales (PIHa), descritos texturalmente como bloques, cantos, gravas y arena media a fina, con clastos de rocas volcánicas e intrusivas. Debido a las características volcánicas determinadas para los afloramientos asignados a la Formación La Negra, se ha descartado la totalidad de existencia de fósiles, por lo que, se asignó un potencial paleontológico Estéril (bajo a nulo). Mientras que, para Depósitos Aluviales y Coluviales Antiguos (MPa) y Depósitos Aluviales (PIHa), debido a sus características sedimentarias, no es posible determinar en su totalidad la inexistencia de fósiles bajo la superficie, por lo que, se les asignó un potencial paleontológico susceptible (medio a bajo).

Teniendo en cuenta los potenciales paleontológicos determinados y el tipo de obra a desarrollar, se recomienda especial atención con las unidades sedimentarias con potencial paleontológico susceptible (MPa y PIHa). Como medida de mitigación se recomienda realizar charlas de inducción paleontológicas a los trabajadores del proyecto y la confección de un protocolo en caso de hallazgos paleontológicos imprevistos, el cual deberá ser expuesto durante las charlas de inducción.

## 6. Referencias

**Boric, R., Diaz, F., y Maksaev, V. 1990**. Geología y yacimientos metálicos de la II Región, Antofagasta. Servicio Nacional de Geología y Minería, Boletín Nº40, 246 p.

**Consejo de Monumentos Nacionales. 2016**. Guía de informes Paleontológicos. Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, 8 p.

**Falcón, F., Arenas, M., Carrasco, R., Fernández, J., Gajardo, A., Huerta, S., Marín, M., Merino, A., Mourgues, F., Pérez, Y., Vaccaro, H. 2014.** Geología para el ordenamiento territorial: área de Antofagasta, Región de Antofagasta. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Ambiental 19. 6 mapas escala 1:50.000. Santiago. 20,23 p.

**Ferraris, F. y Di Base, F. 1978.** Hoja Antofagasta, Región de Antofagasta. Instituto de Investigaciones Geológicas, Carta Geológica de Chile, No. 30, 48 p.

**García, F. 1967.** Geología del Norte Grande de Chile. In Simposium sobre el Geosinclinal Andino. Sociedad Geológica de Chile. No. 3, Santiago, 1962, 138 p.

**Greiner, G. 1982.** Geología Económica del Yacimiento Cuprífero Mantos de la Luna. Memoria de Título. Departamento de Geología, Universidad de Chile, Santiago.

**Palacios, C. 2010.** Geoquímica en suelos salinos en el Distrito minero Mantos de la Luna; Utilización en Exploración Minera. Memoria de Título. Departamento de Geología, Universidad de Chile, Santiago. 16 p.

**Mpodozis, C., Cornejo, P., y Mora, R. 2014.** Geología Regional y Evolución Tectónica de la Cordillera de las Costa entre Tocopilla y Antofagasta. 10 p.

**Naranjo, J. & Puig, A. (1984**). Hojas Taltal y Chañaral (Regiones Antofagasta y Atacama). Carta geológica de Chile Escala 1:250.000: Servicio Nacional de Geología y Minería, No. 62-63, 140 p.

## 7. Anexo I: Puntos de inspección Paleontológica

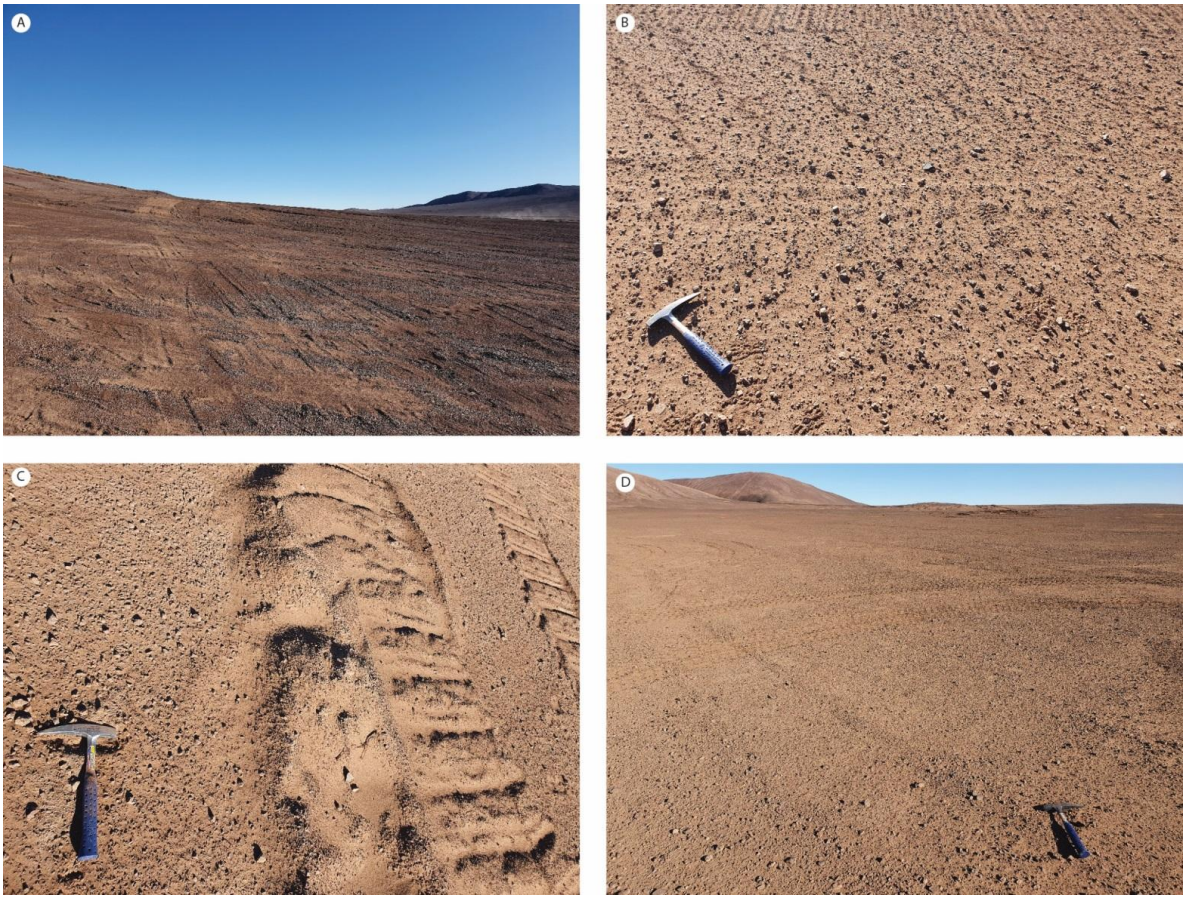
| Punto de inspección | Coordenadas UTM WGS 84 19 S | | Unidad | Litología | Potencial Paleontológico | Fotografía |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Norte | Este | | | | |
| P1 | 7.532.879 | 380.396 | PIHa | Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media. | Susceptible (Bajo a medio) | **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.A |
| P2 | 7.533.565 | 380.515 | PIHa | Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media. | Susceptible (Bajo a medio) | **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.B |
| P3 | 7.534.521 | 380.271 | PIHa | Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media. | Susceptible (Bajo a medio) | **¡Error! No se encuentra el origen de la** |

| Punto de inspección | Coordenadas UTM WGS 84 19 S | | Unidad | Litología | Potencial Paleontológico | Fotografía |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Norte | Este | | | | |
| | | | | | | **referencia.**.C |
| P4 | 7.535.375 | 380.039 | MPa | Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media. | Susceptible (Bajo a medio) | **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.D |
| P5 | 7.535.334 | 379.183 | Jln | Afloramiento de Andesita parda rojiza con cristales de plagioclasa alterados a zeolita. | Estéril (Bajo a Nulo) | Fotografía 2.A |
| P6 | 7.535.863 | 378.610 | Jln | Afloramiento de Andesita parda rojiza con cristales de plagioclasa alterados a zeolita. | Estéril (Bajo a Nulo) | Fotografía 2.B |
| P7 | 7.535.881 | 379.310 | MPa | Afloramiento de Andesita parda rojiza con cristales de plagioclasa alterados a zeolita. | Susceptible (Bajo a medio) | Fotografía 2.C |
| P8 | 7.536.174 | 374.839 | Jln | Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media a fina. | Estéril (Bajo a Nulo) | Fotografía 2.D |
| P9 | 7.536.219 | 379.589 | MPa | Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media a fina. | Susceptible (Bajo a medio) | Fotografía 2.E |
| P10 | 7.536.281 | 379.125 | MPa | Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media, de origen volcánico. | Susceptible (Bajo a medio) | Fotografía 2.F |
| P11 | 7.536.580 | 379.849 | Jln | Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media. | Estéril (Bajo a Nulo) | Fotografía 3.A |
| P12 | 7.537.048 | 379.192 | MPa | Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media, de origen volcánico. | Susceptible (Bajo a medio) | Fotografía 3.B |
| P13 | 7.536.560 | 378.758 | Jln | Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media, de origen volcánico. | Estéril (Bajo a Nulo) | Fotografía 3.C |
| P14 | 7.537.336 | 378.706 | PIHa | Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de | Susceptible (Bajo | Fotografía 3.D |

| Punto de inspección | Coordenadas UTM WGS 84 19 S | | Unidad | Litología | Potencial Paleontológico | Fotografía |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Norte | Este | | | | |
| | | | | granulometría media. | a medio) | |
| P15 | 7.536.995 | 379.634 | MPa | Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media. | Susceptible (Bajo a medio) | Fotografía 3.E |
| P16 | 7.537.512 | 379.748 | MPa | Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media. | Susceptible (Bajo a medio) | Fotografía 3.F |
| P17 | 7.537.889 | 379.213 | MPa | Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media. | Susceptible (Bajo a medio) | Fotografía 4.A |
| P18 | 7.538.160 | 379.638 | MPa | Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media, de Andesita "ocoítica" | Susceptible (Bajo a medio) | Fotografía 4.B |
| P19 | 7.537.910 | 378.631 | PIHa | Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media, de origen volcánico. | Susceptible (Bajo a medio) | Fotografía 4.C |
| P20 | 7.538.742 | 378.456 | MPa | Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media, de origen volcánico. | Susceptible (Bajo a medio) | Fotografía 4.D |
| P21 | 7.538.701 | 379.065 | MPa | Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media, de origen volcánico. | Susceptible (Bajo a medio) | Fotografía 4.E |
| P22 | 7.538.654 | 379.442 | MPa | Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media, de Andesita "ocoítica" | Susceptible (Bajo a medio) | Fotografía 4.F |
| P23 | 7.539.080 | 379.323 | Jln | Afloramiento de Andesita | Estéril (Bajo a Nulo) | Fotografía 5.A |
| P24 | 7.539.195 | 378.874 | PIHa | Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media, de origen volcánico. | Susceptible (Bajo a medio) | Fotografía 5.B |

| Punto de inspección | Coordenadas UTM WGS 84 19 S | | Unidad | Litología | Potencial Paleontológico | Fotografía |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Norte | Este | | | | |
| P25 | 7.539.192 | 378.339 | Jln | Afloramiento de Andesita | Estéril (Bajo a Nulo) | Fotografía 5.C |
| P26 | 7.539.481 | 378.862 | Jln | Afloramiento de Andesita | Estéril (Bajo a Nulo) | Fotografía 5.D |
| P27 | 7.539.624 | 378.277 | Jln | Afloramiento de Andesita | Estéril (Bajo a Nulo) | Fotografía 5.E |
| P28 | 7.540.066 | 378.171 | Jin | Afloramiento de Andesita parda rojiza con cristales de plagioclasa alterados a zeolita | Estéril (Bajo a Nulo) | Fotografía 5.F |
| P29 | 7.539.653 | 377.762 | Jln | Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media, de Andesita | Estéril (Bajo a Nulo) | Fotografía 6.A |
| P30 | 7.540.133 | 377.613 | Jln | Afloramiento de Andesita parda rojiza con cristales de plagioclasa alterados a zeolita | Estéril (Bajo a Nulo) | Fotografía 6.B |
| P31 | 7.540.267 | 377.781 | Jln | Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media. | Estéril (Bajo a Nulo) | Fotografía 6.C |
| P32 | 7.539.977 | 377.577 | Jln | Afloramiento de Andesita parda rojiza con cristales de plagioclasa alterados a zeolita. | Estéril (Bajo a Nulo) | Fotografía 6.D |
| P33 | 7.540.256 | 377.237 | Jln | Material de relleno en botadero | Estéril (Bajo a Nulo) | Fotografía 6.E |

## 8. Anexo II: Registros fotográficos de Puntos de Inspección



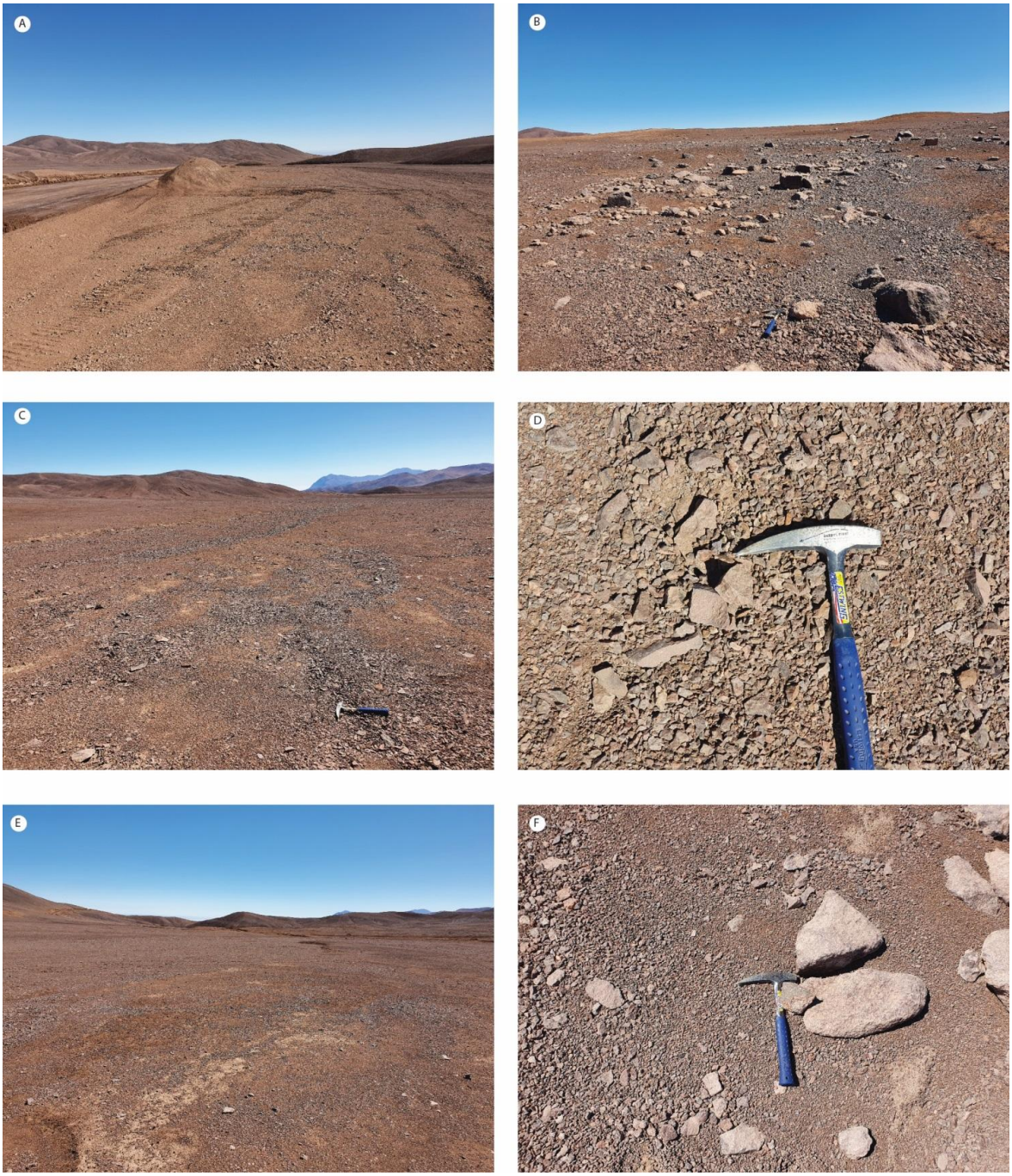

**Fotografía 1. A. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas (P1) B. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas (P2). C. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas finas (P3). D. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas (P4). Fuente: Geosalazar, 2020.**



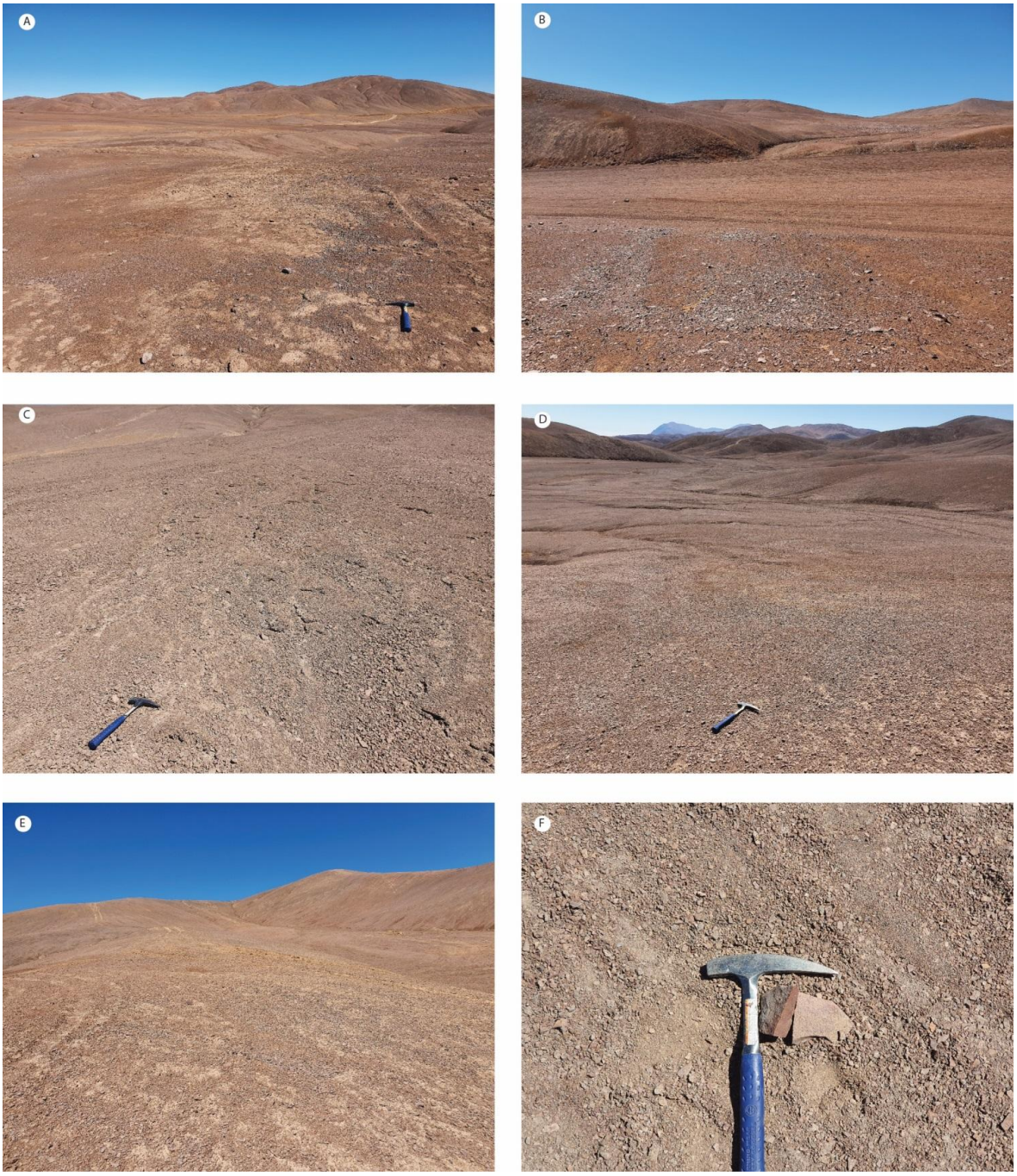

**Fotografía 2. A. Afloramiento de Andesita parda rojiza con cristales de plagioclasa alterados a zeolita. (P5) B. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas (P6). C. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas finas (P7). D. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas (P8). E. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas (P9). F. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media, de origen volcánico (P10). Fuente: Geosalazar, 2020.**



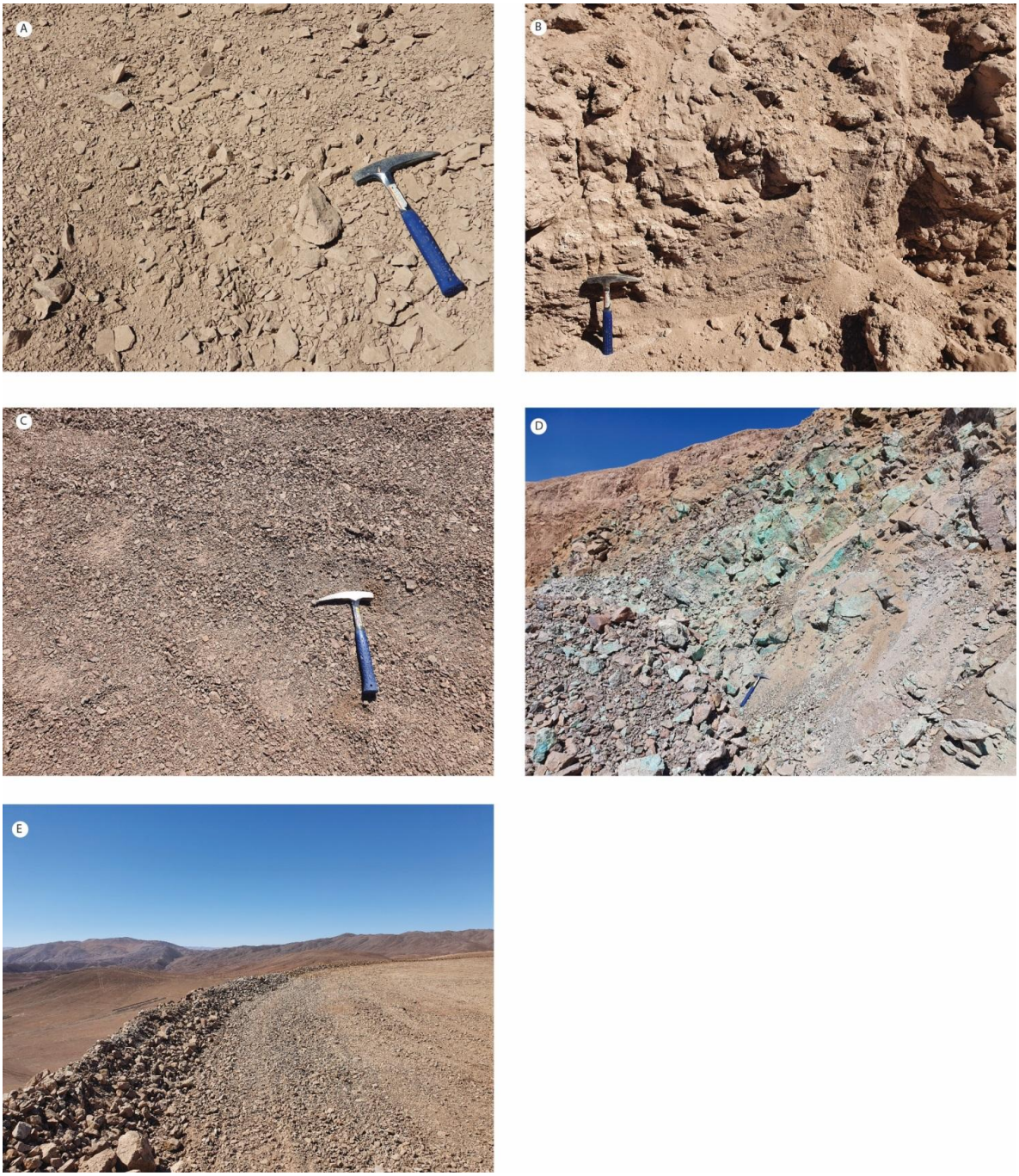

**Fotografía 3. A. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas (P11) B. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media, de origen volcánico. (P12). C. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media finas (P13). D. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media Sedimento (P14). E. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media, de origen volcánico (P15). F. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media (P16). Fuente: Geosalazar, 2020.**




**Fotografía 4. A. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas (P17). B. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media, de Andesita “ocoítica” (P18). C. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media, de origen volcánico (P19). D. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media, de origen volcánico. (P20). E. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media, de origen volcánico. (P21). F. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media, de Andesita “ocoítica” (P22). Fuente: Geosalazar, 2020.**




**Fotografía 5. A. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas (P23). B. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, grava de origen volcánica (P24). C. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media, de Andesita (P25). D. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media, de Andesita (P26): E. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media, de Andesita (P27). F. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media, de Andesita (P28). Fuente: Geosalazar, 2020.**




**Fotografía 6. A. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media (P29). B. Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media (P30). C Sedimento no consolidado, arenas medias a finas, con gravas de granulometría media (P31). D. Afloramiento de Andesita parda rojiza con cristales de plagioclasa alterados a zeolita (P32). E. Material de relleno en botadero (P33). Fuente: Geosalazar, 2020.**

**Este informe tiene carácter de inédito y exclusivo, y puede ser usado para los fines que el mandante considere pertinente en relación al proyecto “Distrito Norte”**



Dr. Christian Salazar

Geólogo - Paleontólogo



Francisco Zúñiga

Geólogo



Francesca Del Río

Geóloga



Javiera Concha

Geóloga