



# **Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

Dirección General de Estudios de Posgrado

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica

Unidad de Posgrado

## **Determinación del potencial minero metálico para el desarrollo económico de la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte de Nicaragua**

### **TESIS**

Para optar el Grado Académico de Magíster en Geología con  
mención en Recursos Mineros

### **AUTOR**

Ezequiel Ernesto ALVARADO MARTÍNEZ

### **ASESOR**

Dr. Jorge Eduardo CHIRA FERNÁNDEZ

Lima, Perú

2022



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Alvarado, E. (2022). *Determinación del potencial minero metálico para el desarrollo económico de la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte de Nicaragua*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---

## Metadatos complementarios

<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	Ezequiel Ernesto Alvarado Martínez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	1021286003
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-6409-6767">https://orcid.org/0000-0001-6409-6767</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	Jorge Eduardo Chira Fernández
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	07342254
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-5194-9940">https://orcid.org/0000-0002-5194-9940</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	Alfonso Alberto Romero Baylon
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	31625834
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	Carlos del Valle Jurado
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10266187
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	Jaime Cesar Mayorga Rojas
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10369482
<b>Miembro del jurado 3</b>	



Nombres y apellidos	Jorge Eduardo Chira Fernández
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07342254
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	C.0.1.11. Recursos Mineros
Grupo de investigación	No Aplica
Agencia de financiamiento	Sin Financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Nicaragua Departamento: Región Autónoma Costa Caribe Norte de Nicaragua Latitud: 13.8394 Longitud: 83.9321  Se requieren coordenadas, no colocar enlaces. Puedes obtener las <b>coordenadas GD</b> de sitios como <a href="https://www.google.com.pe/maps/">https://www.google.com.pe/maps/</a> <a href="https://www.coordenadas-gps.com/">https://www.coordenadas-gps.com/</a> <a href="https://www.mapsdirections.info/">https://www.mapsdirections.info/</a>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Julio 2021 - abril 2022 2021 - 2022
URL de disciplinas OCDE	Geología <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.06">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.06</a>



## **ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

### SUSTENTACIÓN PÚBLICA

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima, a los veintiséis días del mes de agosto del año 2022, siendo las 10:00 horas, se reúnen los suscritos Miembros del Jurado Examinador de Tesis, nombrado mediante Dictamen N° 000374-2022-UPG-VDIP-FIGMMG/UNMSM del 21 de agosto del 2022, con la finalidad de evaluar la sustentación virtual al amparo de la Directiva de la UNMSM aprobada con Resolución Rectoral N°01357-R-20 de la siguiente tesis:

#### TÍTULO

### **«DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL MINERO METÁLICO PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO DE LA REGIÓN AUTÓNOMA DE LA COSTA CARIBE NORTE DE NICARAGUA»**

Que, presenta el Bach. **EZEQUIEL ERNESTO ALVARADO MARTÍNEZ**, para optar el **GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER EN GEOLOGIA CON MENCIÓN EN RECURSOS MINEROS**.

El Secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente digital N° UNMSM-20210078417 del 25 de octubre del 2021, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y cumplió con las etapas del trámite según el «Reglamento General de Estudios de Posgrado», aprobado con Resolución Rectoral N° 04790-R-18 del 08 de agosto del 2018.

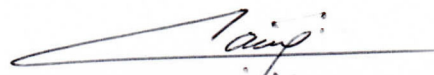
Luego de la Sustentación, se procede con la calificación de la Tesis, de acuerdo al procedimiento respectivo y se registra en el acta correspondiente en conformidad al Art. 100 del precitado Reglamento, correspondiéndole al graduando la siguiente calificación:


#### **BUENO (16)**

Habiendo sido aprobada la sustentación virtual de la Tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el **GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER EN GEOLOGIA CON MENCIÓN EN RECURSOS MINEROS** al Bach. **EZEQUIEL ERNESTO ALVARADO MARTÍNEZ**.

Siendo las 11:00 horas, se dio por concluido al acto académico.

  
DR. ALFONSO ALBERTO ROMERO BAYLÓN  
Presidente

  
DR. CARLOS DEL VALLE JURADO  
Secretario

  
DR. JAIME CESAR MAYORGA ROJAS  
Miembro

  
DR. JORGE EDUARDO CHIRA FERNÁNDEZ  
Asesor

## **DEDICATORIA**

Primeramente, a Dios por darme la fuerza en seguir adelante, a todos mis hermanos, asesor, maestros y amigos. A todos les quiero agradecer por acompañarme, apoyarme y ayudarme.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por todas sus bendiciones, por la vida que me ha dado, por ser el apoyo incondicional y fortaleza en aquellos momentos difíciles.

Gracias a los docentes por habernos enseñado y compartido sus conocimientos en todo el transcurso de nuestra preparación, en especial al Dr. Jorge Chira Fernández por ser mi guía y asesor.

Al Dr. Alfonso Romero y Carlos del Valle por darme sus consejos, orientaciones y asesorías para mejorar esta tesis.

De igual manera, quiero agradecer a la Lic. Nolvía Reyes Sánchez y al Ing. Sammy González Buezo quienes fueron las personas que me acompañaron en cada paso que di durante esta investigación, gracias por sus consejos, por su tiempo que me han dado.

## INDICE GENERAL

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Situación problemática.....	1
1.2 Formulación del Problema .....	3
1.2.1 Problema general.....	3
1.2.2 Problemas específicos .....	3
1.3 Justificación de la investigación .....	4
1.4 Objetivos de la investigación.....	5
1.4.1 Objetivos generales.....	5
1.4.2 Objetivos específicos .....	5
CAPTULO 2: MARCO TEORICO .....	6
2.1 Antecedentes del problema .....	6
2.2 Bases teóricas .....	10
2.2.1 Determinación del potencial minero.....	10
2.2.2 Desarrollo económico.....	13
2.3 Marco conceptual .....	17
CAPITULO 3: HIPOTESIS Y VARIABLES.....	20
3.1 Hipótesis.....	20
3.1.1 Hipótesis general.....	20
3.1.2 Hipótesis específicas .....	20
3.2 Identificación de variables .....	22
3.2.1 Independiente.....	22
3.2.2 Dependiente .....	22
3.3 Operacionalización de variables .....	23
3.4 Matriz de Consistencia .....	26
CAPITULO 4: METODOLOGÍA .....	28
4.1 Tipo y diseño de investigación.....	28
4.1.1 Tipo de investigación.....	28
4.1.2 Diseño de Investigación .....	29
4.2 Unidad de análisis .....	30

4.3 Población de estudio .....	31
4.4 Muestra de estudio .....	32
4.5 Técnicas de recolección de datos .....	33
4.6 Análisis e interpretación de datos .....	34
CAPITULO 5: MARCO TECTÓNICO Y GEOLOGÍA REGIONAL DE NICARAGUA .....	
5.1 Marco tectónico regional.....	36
5.2 Marco tectónico local .....	38
5.3 Geología regional de Nicaragua .....	40
5.3.1 Provincia de la costa del Pacifico .....	40
5.3.2 Provincia de la Depresión.....	41
5.3.3 Provincia de la región Central.....	42
5.3.4 Provincia del Norte .....	43
5.3.5 Provincia de los llanos de la Costa Atlántica .....	44
5.4 Potencial minero de Nicaragua.....	48
5.4.1 Distrito minero Siuna .....	49
5.4.2 Distrito minero Rosita .....	50
5.4.3 Distrito minero Bonanza .....	51
5.5 Actividad minera en Nicaragua .....	53
5.5.1 Minas en operación .....	54
5.5.2 Proyectos mineros en exploración avanzada .....	57
5.5.3 Proyectos mineros en exploración inicial .....	57
5.5.4 Áreas de potencial minero .....	58
CAPITULO 6 ESTIMACIÓN DE VENTAS Y BENEFICIO ECONÓMICO .59	
6.1 Estimación por elemento .....	59
6.1.1 Impacto de las matrices por elementos .....	62
6.1.2 Nivel de representación de los metales .....	65
6.2 Estimación por matrices .....	66
6.2.1 Hipótesis conservadora .....	67
6.3 Estimación económica y beneficio al estado en base a los proyectos en exploración inicial .....	70

6.4 Estimación económica y beneficio al estado en base a las áreas potenciales .....	73
6.5 Estimación por regiones .....	76
6.6 Áreas de reserva mineras vigentes.....	78
6.7 Mapa de aporte económico vs Mapa de pobreza .....	80
CAPITULO 7: CONCLUSIONES .....	82
CAPITULO 8: RECOMENDACIONES .....	83
CAPITULO 9: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	84
CAPITULO 10: ANEXOS.....	87

**LISTA DE FOTOS**

Foto 1. Plantel industrial Hemco. ....	55
Foto 2. Plantel industrial Vesmisa. ....	56
Foto 3. Plantel industrial La Curva. ....	56



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Beneficio al estado por cada matriz.....	34
Tabla 2. Distribución de la recaudación de las concesiones mineras . . .	355
Tabla 3. Ubicación de minas en operación. ....	54
Tabla 4. Estimación total del potencial metálico. ....	60
Tabla 5. Estimación del potencial de producción metálica detallada matriz: Minas en operación. ....	61
Tabla 6. Estimación del potencial de producción metálica detallada matriz: Proyectos en exploración avanzada con recursos inferidos, indicados y medidos.....	61
Tabla 7. Estimación del beneficio potencial que queda para el estado en (US\$).....	62
Tabla 8. Ventas netas acumuladas descontado los gastos de operación y otros e ingreso económico al estado en (US\$). ....	666
Tabla 9. Estimación total del potencial metálico. ....	688
Tabla 10. Estimación del beneficio potencial que queda para el estado en (US\$).....	688
Tabla 11. Valoración geológica.....	70
Tabla 12. Valoración por fallamiento .....	71
Tabla 13. Valoración por yacimientos con recursos.....	71
Tabla 14. Cantidad de impuesto a pagar por hectareas al estado.....	72
Tabla 15. Estimación del beneficio potencial que queda para el estado en (US\$): Matriz proyectos en exploración inicial .....	74
Tabla 16. Estimación del beneficio potencial que queda para el estado en (US\$): Matriz áreas de potencial .....	755
Tabla 17. Aporte y beneficio económico por cada municipio según su actividad minera. ....	777
Tabla 18. Porcentaje emitido por cada matriz según actividad minera ....	77
Tabla 19. Comparación de la incidencia de la pobreza y el aporte económico por municipio .....	80

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Operacionalización de variables. ....	25
Figura 2. Matriz de consistencia. ....	27
Figura 3. Mapa de América Central y del Caribe con límites de placas tectónicas y elementos estructurales. ....	37
Figura 4. Evolución tectónica del oeste de Nicaragua. Nótese las dos etapas diferenciadas del proceso de subducción y el cambio de régimen tectónico inherente al emplazamiento de la estructura de la depresión de Nicaragua.	39
Figura 5. Mapa de provincias geológicas de Nicaragua. ....	46
Figura 6. Mapa geológico de Nicaragua. ....	47
Figura 7. Mapa metalogénico de Nicaragua.....	51
Figura 8. Beneficio económico por oro (Au).....	63
Figura 9. Aporte económico por cobre (Cu).....	63
Figura 10. Contribución por plata (Ag).....	64
Figura 11. Distribución por zinc (Zn).....	64
Figura 12. Aporte económico por metal en ventas.....	65
Figura 13. Estimación en porcentaje según su etapa.....	67
Figura 14. Ventas en escenario conservador.....	69
Figura 15. Aporte estimado en % según etapas escenario conservador.....	69
Figura 16. Beneficio económico estimado por municipio .....	76
Figura 17. Comparación de la incidencia de pobreza y aporte económico por municipio .....	81

**LISTA DE ANEXOS**

Anexo A. Mapa de minas en operación hasta 2021 .....	88
Anexo B. Mapa de proyectos en exploración avanzada hasta el 2021 .....	89
Anexo C. Mapa de proyectos en exploración inicial hasta el 2021 .....	90
Anexo D. Mapa de concesiones mineras y áreas con potencial geológico. .	91
Anexo E. Mapa de áreas de reserva minera .....	92
Anexo F. Mapa de aporte económico por municipio .....	93
Anexo G. Mapa de incidencia de pobreza por municipio .....	94

## **CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Situación problemática**

La Costa Caribe Norte de Nicaragua (CCNN) cuenta con más de 100 años de historia minera, dadas sus condiciones geológicas ha permitido el emplazamiento de diferentes tipos de depósitos minerales, con un volumen de producción de más de 273 miles de onzas troy de Au en el 2020 y 701 miles de onzas troy de Ag. (Cámara Minera de Nicaragua [CAMINIC], 2020, P. 12).

En la actualidad el Atlántico Norte de Nicaragua no cuenta con un potencial minero que permita estimar el valor económico de los recursos mineros que existen en la región y por ende que puedan usarse en la planificación del desarrollo económico y social de su territorio.

El comportamiento sociopolítico del país ha sido uno de los principales factores por el cual no se tiene un potencial minero, las instituciones encargadas de administrar los recursos no muestran interés en generar esta información ya que generalmente no son dirigidas por profesionales de las ciencias de la tierra, y además no cuentan con la experiencia técnica suficiente para desarrollar estos datos.

La ausencia de estos conocimientos limita en alguna manera el desarrollo económico de la región autónoma de la Costa Caribe Norte la cual tiene el mayor índice de pobreza del país. (CAMINIC, 2020).

Los países desarrollados u otros en vías de desarrollo que cuentan con mejor planificación de sus recursos han realizado estudios que muestran su potencial minero, como el caso de Perú a través de **INGEMMET**

Este estudio cuenta con una metodología clara que por medio de matrices obtiene proyecciones a futuro del valor económico de los recursos mineros hasta el año 2050, esta metodología se está usando como referencia a seguir y aplicar en esta investigación.

Nicaragua cuenta con el estudio: **El Potencial Minero Metálico de Nicaragua**, realizado por **Hodgson (2004)**, este estudio brinda alguna información geológica y de mineralización, mostrando una compilación de los mapas geológicos existentes y una caracterización geológica breve de los distritos mineros, sin embargo, este estudio no brinda suficiente información y no muestra una secuencia metodológica que señale el potencial minero, dado que no brinda información y resultados sobre sus recursos y su valor económico validados por medio de una metodología apropiada.

## **1.2 Formulación del Problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿De qué manera va a influir la metodología aplicada en la determinación del potencial minero para el desarrollo económico del sitio de estudio?

### **1.2.2 Problemas específicos**

¿En qué medida influirán los recursos de las minas en operación al desarrollo económico del área de investigación?

¿De qué manera influirá la determinación de los proyectos mineros en exploración inicial en el desarrollo económico de la zona de estudio?

¿Cómo influyen los recursos mineros inferidos, indicados y medidos existentes en proyectos de exploración avanzados al desarrollo económico del terreno de trabajo?

¿Qué influencia existe en determinar las áreas potenciales con conocimiento geológico para el desarrollo económico de la Costa Caribe Norte?

### **1.3 Justificación de la investigación**

La Costa Caribe Norte de Nicaragua cuenta con menor grado de investigación geológica minera que la parte Pacífico y Central del país, sin embargo, presenta características geológicas favorables para el emplazamiento de depósitos y mineralización tipo pórfido skarn y epitermal de baja sulfuración.

Determinar el potencial minero de la Costa Caribe Norte de Nicaragua es de suma importancia debido que las autoridades locales regionales y nacionales pueden incluir los recursos mineros en la planeación estratégica de su comunidad para el desarrollo económico.

Actualmente el sector minero representa el principal rubro de exportación en Nicaragua y la región del Caribe Norte únicamente cuenta con una mina en producción de tipo industrial siendo una fuente importante de trabajo para mineros de tipo artesanal.

La actividad minera es una fuente importante para la generación de empleo y dado que la región del Caribe cuenta con limitadas fuentes de trabajo hace que la actividad minera cobre mayor importancia para el desarrollo de la región, esta investigación puede usarse como referencia para facilitar la inversión en este rubro.

## **1.4 Objetivos de la investigación**

### **1.4.1 Objetivos generales**

- Aplicar la metodología por medio de cuatro matrices para determinar la relación de influencia por el potencial minero de la región autónoma de la CCNN para su desarrollo económico.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Especificar la influencia de las minas en operación en el desarrollo económico en la CCNN.
- Identificar los proyectos mineros en exploración inicial en el desarrollo económico para la CCNN.
- Determinar los recursos mineros inferidos, indicados y medidos existentes en proyectos de exploración avanzados al desarrollo económico de CCNN.
- Identificar la existencia de áreas potenciales con conocimiento geológico en el desarrollo económico para CCNN.



## **CAPTULO 2: MARCO TEORICO**

### **2.1 Antecedentes del problema**

En la investigación análisis de la actividad minera en Nicaragua, CAMINIC (2020) abordó temas económicos y mineros relevantes de Nicaragua durante los años 2015-2020, como la producción de la minería metálica, índice mensual de actividad económica e inversiones extranjeras de manera directa.

La metodología empleada en este informe fue realizada en base a anuarios de estadísticas macroeconómicas actualizadas y algunas recopilaciones de reportes de empresas mineras para realizar tablas comparativas y diagramas estadísticos.

Los resultados de este estudio brindan información sobre la actividad de la explotación de minas durante el período 2015-2020, el ritmo de crecimiento promedio anual de la producción de oro en el orden de 2.4%, y plata de 3.9%.

El volumen de producción de oro se incrementó de 242 miles de onzas troy en 2015 a 273 miles de onzas troy en 2020. Por su parte, la producción de plata pasó desde 580 miles de onzas troy en 2015 a 701 miles de onzas troy en 2020, siendo este último año el máximo.

Así mismo se demuestra como la inversión extranjera en minería, particularmente la referida al oro (Au) y plata (Ag) alcanzó US\$483 millones, lo que representó un 7.5%, del total en el período 2015-2019.

(CAMINIC, 2016). Aborda los aspectos económicos de la industria minera en Nicaragua, 2006-2016, tales como las exportaciones, las transferencias de actividades mineras al gobierno y el estudio de la pobreza en 2014.

La metodología empleada en este informe fue realizada en base a anuarios de estadísticas macroeconómicas actualizadas y algunas recopilaciones de reportes de empresas mineras para realizar tablas comparativas y diagramas estadísticos.

El principal resultado de este informe es que las exportaciones de oro en 2016 se valoraron en un 17,5% menos que el máximo histórico en 2013, ya que el precio del oro fue de US\$1,641 la onza y de US\$1,248 en 2012.

En 2016, el valor total de las exportaciones de plata fue de US\$11 M y el de otros *commodities* de US\$3 M. Los productos minerales totalizaron US\$ 372 M, lo que representó el 16,7% de las exportaciones totales de mercancías del país en el mismo año.

Hodgson (2004) brindó alguna información geológica y características generales de mineralización de los diferentes distritos mineros por medio de algunos mapas geológicos existentes y tener una idea general del potencial minero de Nicaragua con datos de actividad minera de carácter exploratorio y de explotación de mineral de oro (Au).

Sin embargo, este estudio no cuenta con una metodología lógica ordenada y orientada que brinde información relevante que muestre el potencial minero dado que no brinda información y resultados claros validados por medio de una metodología adecuada o apropiada.

Los resultados de este estudio son mapas con actualización de los principales distritos mineros asociados a minas en producción y a proyectos en etapas de exploración inicial que dan ideas generales sobre el potencial minero de toda Nicaragua.

Darce (1993). Realizo una breve descripción de los recursos minerales de Nicaragua con énfasis en los principales depósitos de oro (Au), localización geográfica, ubicación geológica y conocimiento del estado de las reservas mineras de Nicaragua.

Este estudio no cuenta con una metodología adecuada, debido que es de carácter informativo, basado en varias compilaciones y resúmenes de trabajos previos de investigación.

Los resultados obtenidos en este trabajo se basan principalmente en un resumen de las características geológicas de cada uno de los principales depósitos de oro (Au) de Nicaragua, actualizada por medio de mapas que brindan información general de reservas industriales y producción de oro para el desarrollo económico de Nicaragua.

Con su estudio Estimación del potencial minero metálico del Perú y su contribución económica al estado acumulado al 2050 INGEMMET, (2018), determino el potencial minero metálico de Perú, con una proyección al 2050, estableciendo cifras sobre los montos que quedarían para estado, de llegarse a explotar los recursos minerales conocidos hasta la actualidad.

La metodología implementada incluye cinco matrices operativas, minas en operación, proyectos mineros en cartera, exploración con estudios ambientales semidetallados, recursos inferidos, y potencial minero para la estimación del beneficio económico para el estado peruano y se considera la explotación de recursos y reservas, obteniendo como resultado al 2050 que el cobre (Cu) es el metal que más aporta a la economía peruana representando el 69 % del potencial.

El trabajo realizado por Vargas (2014) tuvo como objetivo principal desarrollar un proceso que permita determinar el potencial de recursos metálicos y no metálicos a nivel regional y asegurar que los mapas sean lo suficientemente representativos para mostrar el impacto económico, importancia del área de estudio con base a variables debidamente ponderadas con información geológica minera evaluada.

La técnica empleada fue analizar las variables más relevantes por medio de una escala de valoración como depósitos minerales metálicos unidades geológicas concesiones mineras, geoquímica, fallas y sensores remotos, ponderación de estas para determinar el grado de importancia y obtener mapas de potencial minero y lograr una superficie probabilística.

Los resultados de esta investigación fueron obtener diferentes tipos de mapas de potencial minero por cada región y por cada variable correspondiente a diferentes escalas.

Henríquez (1980). desarrollo un programa de exploración efectivo para inducir un gran interés en encontrar formas de optimizar la asignación de recursos y evaluar las perspectivas económicas de un área.

La metodología de esta investigación fue realizada por métodos cuantitativos, modelos espaciales, modelos geo matemáticos, modelos de probabilidad subjetiva y opinión geológica para el funcionamiento de la exploración. Los principales resultados de este trabajo incluyen estimaciones preliminares de zonas con posibles potencial minero.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Determinación del potencial minero**

#### **2.2.1 1 Minas en operación**

Según la definición de Prado (1987), las minas en operación consisten en la explotación económica de los recursos minerales, estas tienen como objetivo principal la obtención de beneficios económicos, y requieren de gran inversión a comparación de otras actividades económicas.

También cabe mencionar que las minas en operación pueden pasar a ser subterráneas mediante túneles o laboríos y minas a cielo abierto, comúnmente conocidas como *open pit*, dependiendo de las características del yacimiento en el que se extrae el mineral, por lo general es la fase más larga de todas las etapas.

En las minas en operación existen actividades propias como la ejecución de obras sociales tales como construcción de carreteras, canales de irrigación, centrales hidroeléctricas, escuelas, hospitales y centros poblados. (Prado,1987). Cabe recalcar que hoy en día estas actividades están administradas por el área de relaciones comunitarias, quienes son las encargadas de mantener una relación entre empresa y sector social.

Sin embargo, de acuerdo con Morales (2021), las minas en operación tienen la capacidad de extracción racional, definida mediante estudios de factibilidad y planificación para extraer mineral a gran escala de forma mecanizada y con mayor tecnología.

Esto con lleva a que depósitos minerales considerados de baja ley, pero con alto tonelaje puedan extraerse con todos los avances tecnológicos.

### ***2.2.1.2 Proyectos mineros en exploración inicial***

Un proyecto minero en exploración inicial es el que está lleno de incertidumbres es decir tendrá una probabilidad tanto de tener éxito como de no tenerlo. (Lozada, 2020).

Según (Lozada, 2020) estos proyectos mineros en etapa inicial al igual que otros se derivan de dos fuentes principales, la disponibilidad de datos y sucesos futuros desconocidos. En el caso de la primera fuente son los datos que brinda el yacimiento (geología, rumbos y buzamientos de estructuras mineralizadas entre otros) algunas veces son escasos.

En la segunda fuente hay que considerar un estudio financiero con proyecciones a futuro, como el comportamiento del precio de los metales y la tasa de interés (TIR) que dependen de eventos desconocidos.

Un proyecto minero es como una empresa de tiempo limitado (inicio-final) que requiere una combinación de: Recursos humanos, mecánicos, técnicos y financieros para lograr un propósito específico, para que un proyecto minero se ejecute se necesita de la gestión de proyecto. (Lozada, 2020).

Para iniciar un proyecto en exploración inicial primero se inicia con las tareas de prospección geológica que según la ley minera de cada lugar esta puede tener mapeo de campo, muestras de suelo y de sedimento y una fase de exploración geológica que contempla lo anterior pero además mapeo de trincheras perforación DDH y RC. (Lozada, 2020).

### **2.2.1.3. Recursos mineros inferidos, indicados y medidos**

Durante la exploración geológica de un metal o *commodities* el énfasis principal se pone en su geología aplicando programas de muestreo en superficie, en suelos, excavación de zanjas (comúnmente conocido en el ámbito minero como trincheras), perforación RC y diamantina DDH.

Según (Moon et al., 2006) el propósito de la exploración es proporcionar recursos, en el caso de llegar a ser minerales comerciales, pueden generar beneficios económicos, sin embargo, la seguridad geológica es importantes ya que estos se dividen en orden crecientes de categorías inferidos, indicados y medidos.

Un recurso mineral Inferido es aquel en donde la confianza y la evidencia geológica son limitadas, estos pueden pasar a la siguiente categoría siempre y cuando los trabajos de exploración sean continuos y más detallados. (Moon et al., 2006). Sin embargo, para (País, 2021) las evidencias y certezas geológicas son suficiente y capaces, pero no verificar geología y grado o calidad.

Un recurso mineral indicado se define cuando los parámetros y detalles geológicos son estimados con suficiente confianza, tomando en cuenta factores modificadores. (Moon et al., 2006).

Esta categoría se caracteriza por tener un horizonte de confianza más alto que el recurso inferido y más bajo que un recurso mineral medido y se puede convertir en una reserva mineral probable. (País, 2021).

Un recurso medido es económicamente extraíble su confianza es alta que permite tomar en consideración todos los factores modificadores como procesos metalúrgicos, tramites financieros y comercialización. (Moon et al., 2006). Según (País, 2021) esta categoría puede ser elevada a reserva probada o probable.

#### **2.2.1.4. Áreas de potencial minero**

Las áreas potenciales mineras se identifican con información contenida en documentos geológicos y mapas que se enfocan por zonas declaradas o consideradas estratégicas para el país. Sin embargo, para (Hernández, 2018) las áreas potenciales son los contextos de desarrollo que permiten un crecimiento, ya sea cultural, económico, político o social.

Las áreas de potencial minero es la estimación del valor de la actividad minera que existe o pueda existir en una determinada región. (Rodríguez, 2012).

Según (Rodríguez, 2012), el grado de desarrollo en las áreas potenciales que puede alcanzar la actividad minera está en función de las características metalogénicas de una zona tomando en cuenta los criterios geológicos.

### **2.2.2 Desarrollo económico**

#### **2.2.2.1 Estimación por elemento**

Varela (2014), los elementos químicos están formados por átomos, que en sus núcleos contienen partículas de masa significativa y carga eléctrica positiva, denominadas protones, los núcleos atómicos están rodeados por electrones, (carga eléctrica negativa y estos a su vez están en movimiento alrededor de los núcleos.



Entre los principales elementos nativos metálicos distribuidos como mineralización y que contribuyen al desarrollo económico de una región son: Oro (Au), Plata (Ag) y Cobre (Cu), donde esencialmente solo un elemento existe en la estructura. Soria et al. (2013).

El oro es un metal que se explota conjuntamente con otros elementos o *commodities* como cobre (Cu), zinc (Zn), plomo (Pb), níquel (Ni), antimonio (A) y plata (Ag), esta cantidad de oro explotada conjuntamente con otros metales es tan solo un 7% ya que el valor de este elemento ha variado por influencia de la oferta y la demanda a nivel mundial. Vasallo (2008).

Este metal nativo se presenta en forma diseminada asociado con mineral de cuarzo, aunque no necesariamente donde hay cuarzo hay oro, sin embargo, el cuarzo es una guía para la exploración de este elemento, que puede estar en diferentes yacimientos como hidrotermales, skarn y tipo pórfidos.

Otro elemento metálico de importancia industrial es la plata (Ag), algunas veces se puede observar en rocas como elemento nativo y la mayoría de las veces se le puede reconocer en campo asociada con mineral de argentita color gris claro a veces gris oscuro por algún grado de impureza o diferencias de temperaturas a la que se formó.

Sin embargo, para (Vasallo, 2008), la plata se distribuye uniformemente en los magmas básicos y félsicos y no forma concentraciones industriales durante la etapa magmática porque se concentra en los productos móviles post magmáticos que fluyen en forma de tiosulfatos y cloruros, formando depósitos hidrotermales. En condiciones exógenas, en agua ácida sulfatada, característica de una zona de oxidación de los depósitos de sulfuros, la plata en forma de sulfato o tiosulfato se disuelve y se deposita en el fondo en forma natural. A veces, solo una pequeña fracción de la plata primaria se encuentra en los placeres aluviales.

El cobre (Cu) es un elemento químico de tonalidad rojiza, que tiene la conductividad eléctrica más alta, por debajo del oro (Au) y la plata (Ag). (Soria et al., 2013).

Es de importancia económica e industrial y se presenta en diferentes menas, siendo la calcopirita la mena principal para su extracción, sin embargo, existen otros minerales asociados como la malaquita, azurita y cuprita. Ha jugado un papel importante en el mercado mundial tan así que en la actualidad los nuevos métodos metalúrgicos permiten que toneladas de baja ley y factores modificadores sean rentables para su extracción.

Según Vasallo (2008) el cobre está asociado a depósitos magmáticos, tipo skarn, hidrotermales, plutonogénicos, vulcánogénicos, sulfuros masivos, estratiformes y tipo pórfidos.

#### ***2.2.2.2 Estimación por etapa***

En una estimación por etapas se aplican procesos para encontrar una aproximación sobre una medida, lo que se ha de valorar con algún propósito, es utilizable incluso si los datos de entrada pueden estar incompletos, incierto, o inestables ejemplos de estos pueden ser las ventas netas producidas en miles de millones y que estos a su vez tendrán un aporte en miles de millones a una nación o sector en particular. (Westreicher, 2020).

Dentro del método de inferencia estadística está la estimación puntual, que según Miller et al. (1992) se refiere a la elección de un estadístico, es decir un número calculado a partir de datos muestrales y quizás de más información respecto al cual se tiene alguna seguridad de que este razonablemente cerca del parámetro que ha de estimar.

En la estimación por intervalo no se puede esperar que las estimaciones puntuales realmente coincidan con las cantidades que intentan estimar, algunas veces es preferible reemplazarlas con estimaciones por intervalos, esto es con intervalos en los cuales podemos esperar con grado razonable de certeza que contengan al parámetro en cuestión. Miller et al. (1992).

### ***2.2.2.3 Análisis conservador***

Un análisis es un método de un trabajo de investigación donde se aplica observaciones y se estudia un tema en específico, como señala (López, 2002), Hay una forma secuencial, se expone el concepto de análisis, al momento de investigar se analizan las incógnitas de la fuente a todo tipo de documentos.

En un criterio conservador no necesariamente se debe tener desconfianza a los resultados de un análisis de investigación, más bien hay que tomar en consideración la seguridad y asumir el menor riesgo posible, sin embargo, en (López, 2002), para llevar a cabo un trabajo de investigación, el desarrollo de métodos es necesario para lograr plenamente los objetivos propuestos y para hacer preguntas claras, concretas y precisas.

## 2.3 Marco conceptual

- **Depósitos minerales:** Depósito mineral en una concentración o grupo de minerales, que se encuentran en sus alrededores con material rocoso denominado roca de caja (material estéril) o ganga y es importante, ya que determina la manera de cómo se puede extraer el cuerpo del mineral (mena). INGEMMET (2016).
- **Desarrollo económico:** Es el contenido de capital que ingresa a los países o zonas para establecer patrimonio con el objetivo de conservar la prosperidad, la tranquilidad y el bienestar económico social de sus individuos. (CAMINIC, 2016).
- **Distritos mineros:** es una subregión entre cuyas principales actividades productivas figura la explotación de uno o más productos mineros. (Ministerio de Energía Y minas [MEM], 2020).
- **Exploración geológica:** tiene como rasgo característico la insuficiencia del número de observaciones directas de las propiedades de los objetos geológicos y el carácter directo de dichas observaciones, durante esta etapa se realizan trabajos de mapeo geológico, análisis de informes, excavaciones de trincheras y si existe suficientes recursos económicos se puede llegar hasta perforar. (Lepin et al., 1986).
- **Índice de pobreza:** El índice de pobreza se refiere al nivel de vida, es decir, cuántos individuos no pueden satisfacer ciertas necesidades predeterminadas de consumo diario y la necesidad de un amplio acceso a bienes públicos como servicios básicos de salud, educación y vivienda. (Ravallion, 2003). En algunos casos la misma pobreza y la falta de empleo tienden a fomentar el grado de clasismo entre las personas.

- **Mapa geológico:** mapas que generan información de índole geológica, la cual debe ser precisa dentro de ciertos límites útiles predeterminados para satisfacer los siguientes parámetros como escala horizontal, curvas de nivel, norte verdadero, datos estructurales como rumbo y buzamiento, sobre todo cronología de unidades de rocas. (Comptom, 1983).
- **Recurso mineral:** Son todos los materiales provenientes de la naturaleza que sirven al hombre para desarrollar su bienestar. Los recursos minerales se clasifican en metálicos y no metálicos. Entre los metálicos en orden económico se tiene, el oro, plata, cobre, plomo, platino y mercurio, etc. Entre los no metálicos se tienen los siguientes: caolín, arenas, rocas en general, etc, que estos a su vez tienen una importancia en el ámbito de la construcción y ornamentación. INGEMMET (2016).
- **Reserva:** Es la parte de un recurso identificado este puede ser indicado o medido, que cumple con los criterios físicos y químicos especificados relacionados con las prácticas actuales de extracción y producción, incluidas las de ley, calidad, espesor y profundidad que podría extraerse o producirse económicamente al momento de la determinación. (Rajzman, 2021).
- **Valor económico:** Es la cantidad máxima de dinero que un consumidor está dispuesto a pagar por adquirir un bien o disfrutar de un servicio en una economía de libre competencia. (Oyarzun, 2018).
- **Yacimiento mineral:** es una parte de la corteza terrestre, en la cual, debido a procesos geológicos, ha habido una acumulación de materia mineral, la cual por sus características de cantidad, calidad y condiciones de depósito es provechosa su explotación. Vasallo (2008).

- **Yacimiento tipo skarn:** Yacimientos de reemplazo metasomático en rocas con fuerte contenido en carbonato de calcio (formaciones geológicas calcáreas), los cuales se han introducido cantidades de Si, Al y Fe, las rocas se caracterizan por contener minerales calcosilicatados de Ca, Fe, Mg y Mn; como granate, estos pueden ser de diferentes colores desde amarillo, rojos, rosados, verdes y café según la temperatura de formación, así mismo estos depósitos se han definido como cuerpos irregulares por su grado de complejidad. (Townley, 2001).
- **Tratamiento mineralúrgico:** El estudio mineralúrgico determina paso a paso el detalle por el cual los minerales puede ser recuperado y estos puedan ser vendidos. Se presume que no existe una recuperación del cien por ciento, pero este tratamiento ha venido mejorando en la actualidad gracias a los avances tecnológicos en la industria minera y la fuerte relación existente entre los geólogos, ingenieros de minas y mineralurgistas. Arteaga et al. (1991).

## **CAPITULO 3: HIPOTESIS Y VARIABLES**

### **3.1 Hipótesis**

#### ***3.1.1 Hipótesis general***

Aplicando la metodología por medio de cuatro matrices se podrá determinar el potencial minero para el desarrollo económico del área de investigación.

#### ***3.1.2 Hipótesis específicas***

Con la influencia de las minas en operación se podrá alcanzar el desarrollo económico del Caribe Norte de Nicaragua.

Identificando los proyectos mineros en exploración inicial se logrará determinar el desarrollo económico en el sitio de estudio.

Con los recursos mineros inferidos, indicados y medidos existentes en proyectos de exploración avanzados se alcanzará el desarrollo económico en la CCNN.

Identificando las áreas potenciales de conocimiento geológico se obtendrá el desarrollo económico en el Atlántico Norte de Nicaragua.



## **3.2 Identificación de variables**

### ***3.2.1 Independiente***

X: Determinación del Potencial Minero

### ***3.2.2 Dependiente***

Y: Desarrollo Económico

### **3.3 Operacionalización de variables**

En la figura 1 se aprecia de manera lógica la definición conceptual y operacional de las variables dependiente e independiente con su dimensiones e indicadores para su evaluación cuantitativa.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
<b>V. Independiente:</b> Determinación del potencial minero.	Es la evaluación y estimación, que tiene una zona en cuanto a sus posibilidades para desarrollar actividad minera; basándose en características geológicas, estructurales, anomalías geoquímicas y ocurrencias de minerales. Vargas (2014).	Se procederá con la revisión y análisis de documentos informativos, New Realise sobre las minas en operación proyectos en exploración y proyectos mineros con buen avance en sus recursos.	Minas en operación	(Años) de vida de operaciones mineras y su (%) de sus áreas con tonelaje y leyes (g/t) de reservas probables y probadas.
			Recursos inferidos, medidos e indicados	Cantidad de proyectos con recursos, tonelaje y leyes (g/t) de estos.
			Proyectos en exploración inicial	Flujo de caja de las empresas mineras, superficie en hectáreas (Ha), años en exploración y acciones de las compañías mineras.
			Áreas de potencial geológico	(%) de información geológica, cantidad de concesiones, superficie en hectáreas (Ha) de estas y cercanías a depósitos con reservas y recursos.
<b>V. Dependiente</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
Desarrollo económico	Es la capacidad de los ingresos de los países o regiones o bienestar económico y social de sus habitantes. CAMINIC (2016).	Datos de ingresos económicos al estado de Nicaragua y el porcentaje estimado a cada región según la producción de los metales y el valor de las ventas netas considerando un escenario conservador.	Estimación por elemento	Producción metálica de cada elemento en tonelaje según sea su tipo (minas en operación, proyectos en exploración avanzada, proyectos en etapa inicial áreas de potencial geológico).
			Estimación por etapa	% de ventas netas y los ingresos netos en millones de dólares a la nación según sea su tipo (minas en operación, proyectos en exploración avanzada, proyectos en etapa inicial áreas de potencial geológico).
			Hipótesis conservadora	Estimación del % de reducción por cada etapa tomando en consideración etapa conservadora según su tipo (minas en operación, proyectos en exploración avanzada, proyectos en etapa inicial áreas de potencial geológico).

Figura 1. Operacionalización de variables

### **3.4 Matriz de Consistencia**

En la figura 2 se muestra la matriz de consistencia de esta tesis conformada por filas horizontales y columnas, que muestran de manera resumida los elementos básicos del proyecto de investigación, para comprender y evaluar la coherencia y conexión lógica entre el problema, los objetivos y la hipótesis de esta investigación.

<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>	<b>Variables</b>	<b>Metodología</b>
¿De qué manera va a influir la metodología aplicada en la determinación del potencial minero para el desarrollo económico del sitio de estudio?	Aplicar la metodología por medio de cuatro matrices para determinar la relación de influencia por el potencial minero de la región autónoma de la CCNN.	Aplicando la metodología por medio de cuatro matrices se podrá determinar el potencial minero para el desarrollo económico del área de investigación.	<b>V. Independiente:</b> Determinación del Potencial minero	<b>Tipo y nivel de la investigación</b>
				No experimental
				<b>Diseño</b>
Transversal				
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Especificas</b>	<b>V. Dependiente</b>	<b>Unidad de análisis</b>
¿En qué medida influirán los recursos de las minas en operación al desarrollo económico del área de investigación?	Especificar la influencia de las minas en operación en el desarrollo económico en la CCNN.	Con la influencia de las minas en operación se podrá alcanzar el desarrollo económico del Caribe Norte de Nicaragua.	Desarrollo económico	Proyectos mineros en operación con recursos y reservas en el sitio de estudio.
¿De qué manera influirá la determinación de los proyectos mineros en exploración con recursos en el desarrollo económico de la zona de estudio?	Identificar los proyectos mineros en exploración inicial en el desarrollo económico de CCNN.	Identificando los Proyectos mineros en exploración Inicial se logrará determinar el desarrollo económico en el sitio de estudio.		<b>Población y muestra</b>
¿Cómo influyen los recursos mineros inferidos, indicados y medidos existentes en proyectos de exploración avanzados en el desarrollo económico del terreno de trabajo?	Determinar los recursos mineros inferidos, indicados y medidos existentes en proyectos de exploración avanzados en el desarrollo económico de CCNN.	Con los recursos mineros inferidos, indicados y medidos existentes en proyectos de exploración avanzados se alcanzará el desarrollo económico en la CCNN.		Población igual a la muestra debido a que se ocuparán los mismos datos
¿Qué influencia existe en la determinación de áreas potenciales de conocimiento geológico en el desarrollo económico de la región autónoma de la Costa Caribe Norte?	Identificar la existencia de las áreas potenciales de conocimiento geológico en el desarrollo económico para CCNN.	Identificando las áreas potenciales de conocimiento geológico se obtendrá el desarrollo económico en el Atlántico Norte de Nicaragua.		<b>Técnicas e Instrumentos de recolección de datos</b>
				Informes trimestrales y anuales sobre recursos y reservas de todas las minas en operación, datos de trabajo de exploración que demuestren los recursos existentes, estudios técnicos económicos, estudios geo científicos que han servido de base para sustentar áreas con posible potencial que han dado lugar a la elaboración de diferentes mapas geológicos a diferentes escalas.

Figura 2. Matriz de Matriz de consistencia

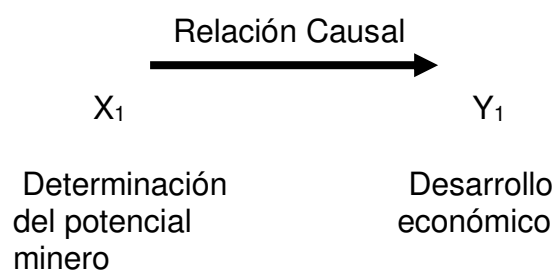
## CAPITULO 4: METODOLOGÍA

### 4.1 Tipo y diseño de investigación

#### 4.1.1 Tipo de investigación

El presente trabajo de tesis está orientado como una investigación no experimental en la cual se utilizó datos geológicos asociados a la estimación de recursos y reservas existentes de minas en operación, proyectos de exploración avanzada e inicial y de áreas con posibles potenciales favorables para futuras exploraciones.

Con los datos obtenidos se procedió a realizar su análisis por medio de una metodología para determinar su potencial minero y ver de qué manera influye en el desarrollo económico de la CCNN.



#### **4.1.2 *Diseño de Investigación***

El diseño de esta investigación es de tipo transversal, ya que se recolectaron datos para describirlos y realizar una correlación en un momento dado para determinar el potencial minero y su relación con el desarrollo económico.

## **4.2 Unidad de análisis**

Esta investigación da un enfoque cuantitativo, pretende establecer una relación entre las dos variables la dependiente y la independiente de los resultados obtenidos en la muestra a la población.

Nuestra unidad de análisis abarca un escenario estimado, probabilístico y estadístico con datos de tonelaje y leyes de proyectos con minas en operación, proyectos mineros con recursos en etapa avanzada, proyectos en etapa inicial junto con las áreas potenciales para futuras exploraciones.



### **4.3 Población de estudio**

La población está dada por datos de toneladas (Kt), leyes en (g/t) y (%) asociadas a dos proyectos con minas en operación, catorce proyectos con recursos en etapa avanzada, cuarenta y nueve proyectos en etapa inicial y veintisiete proyectos considerados como áreas potenciales, principalmente asociados a depósitos epitermales de baja sulfuración, skarn y pórfidos.

#### **4.4 Muestra de estudio**

En esta investigación los datos de la muestra serán igual a los datos de la población.

#### 4.5 Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos que se emplearon en esta investigación son: recopilación de información geológica en físico y en formato digital (*Shapefile*) asociados a trabajos de exploración minera, estudios técnicos asociados al desarrollo económico, memorias e informes anuales y trimestrales con resultados elaborados por las empresas mineras sobre los recursos y reservas de los proyectos mineros que demuestren los recursos que existen en el área de trabajo.

Otra data importante que se tomó en cuenta fueron los *New Realse* y la información de sitios web seguros donde las empresas que están ligadas a la bolsa de valores muestran datos reales sobre sus avances acreditados por códigos y estándares internacionales (NI-43101), así mismos datos geológicos para sustentar áreas con posible potencial, datos en mapas físicos y digitales en formato (*Shapefile*), datos de tablas, cuadros, diagramas en Excel y base de datos en formato Access.

Se ha obtenido estudios técnicos efectuados por entidades estatales, que han servido de base para las exploraciones mineras como: mapas geológicos, sin embargo, esta información es de carácter regional.

## 4.6 Análisis e interpretación de datos

Los datos analizados e interpretados en esta tesis, se basan en estimaciones numéricas de recursos inferidos, indicados, medidos y reservas con sus correspondientes pronósticos en años y su relación entre los intereses económicos del estado de Nicaragua y el Caribe Norte.

Con este énfasis se ha seguido una metodología que consta de cuatro matrices, la cual ha identificado yacimientos metálicos, commodities y beneficio al estado. Ver tabla 1.

**Tabla 1.**  
**Beneficio al estado por cada matriz**

<b>Matrices</b>	<b>No. de yacimientos</b>	<b>Commodities</b>	<b>Beneficio al estado US\$</b>
Minas en operación	2	Au	118,811,414.00
Proyectos avanzados	14	Au, Ag, Cu, Zn	2,778,346,963.00
Proyectos en etapa inicial	49	Au, Ag, Cu	34,770,508.00
Áreas potenciales	27	Au, Ag, Cu	2,933,518,627.00

Los datos de la tabla 1, muestran el comportamiento económico según cada matriz y la relación existente entre los metales y la cantidad de yacimientos.

En la matriz minas en operación el beneficio económico calculado está dado con datos de recursos inferidos, indicados, medidos y reservas, sin embargo, para la matriz con proyectos avanzados, solamente se tomó información de recursos inferidos, indicados y medidos.

En relación a las matrices proyectos en etapa inicial y áreas potenciales, estas no cuentan con datos de recursos ni reservas por lo que su interpretación está dada por características geológicas, ambiente metalogénico, información geológica existente y depósitos minerales cercanos, todo en un contexto geológico favorable.

Todo lo anterior esta complementado mediante gráficos, tablas y mapas que muestran niveles comparativos y económicos según la interpretación de la matriz utilizada en este trabajo.

La contribución económica que queda para el estado está determinada según las leyes gubernamentales y estas se resumen de la siguiente manera. Ver Tabla 2.

**Tabla 2**  
**Distribución de la recaudación de las concesiones mineras.**

<b>Distribución</b>	<b>Porcentaje</b>
Transferencia Consejos Regionales	9%
Transferencia Alcaldías	35%
Transferencia al Ministerio de Hacienda y Crédito Público	31%
Transferencia al Fondo de Desarrollo y Promoción Minera	15%
Transferencia al Fondo de Vigilancia y Supervisión Minera	10%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Fuente: Ministerio de Energía y Minas MEM (2020).

El precio de los metales está dado hasta (octubre del año 2021) oro: 1,757.10 US\$ /oz (<https://www.kitco.com/>), plata: 22.66 US\$ /oz (<https://www.kitco.com/>), cobre: 4.089 US\$ /lb (<https://www.kitco.com/>) y zinc: 1.562 US\$ /lb (<https://www.kitco.com/>).

## **CAPITULO 5: MARCO TECTÓNICO Y GEOLOGÍA REGIONAL DE NICARAGUA**

### **5.1 Marco tectónico regional**

El istmo centroamericano se define por su geografía física como el área terrestre y de plataforma continental que se extiende desde el istmo de Tehuantepec en México, hacia el este y sureste, hasta las tierras bajas del Atrato en Colombia (Dengo, 1973).

Centroamérica se ubica en un entorno tectónico activo entre la placa de Norteamérica, Suramérica, Cocos y Caribe en un ambiente geológico complejo (Hodgson, 2000).

En la figura 3 se muestra la configuración tectónica de Nicaragua sobre todo el límite oeste el cual está definido por la fosa mesoamericana donde está ocurriendo la subducción activa de la placa Cocos por debajo de la placa Caribe, generando sismos, terremotos y un vulcanismo activo.

Según Hodgson (2000), el límite norte de la placa Caribe está definido por el sistema de falla transfórmate Motaguas y en Centroamérica está dividida en dos elementos estructurales el bloque Chortis y el bloque Chorotega, sin embargo, se ha postulado que el escarpe de Hess rumbo noreste marca el límite entre los dos bloques dentro del mar Caribe.

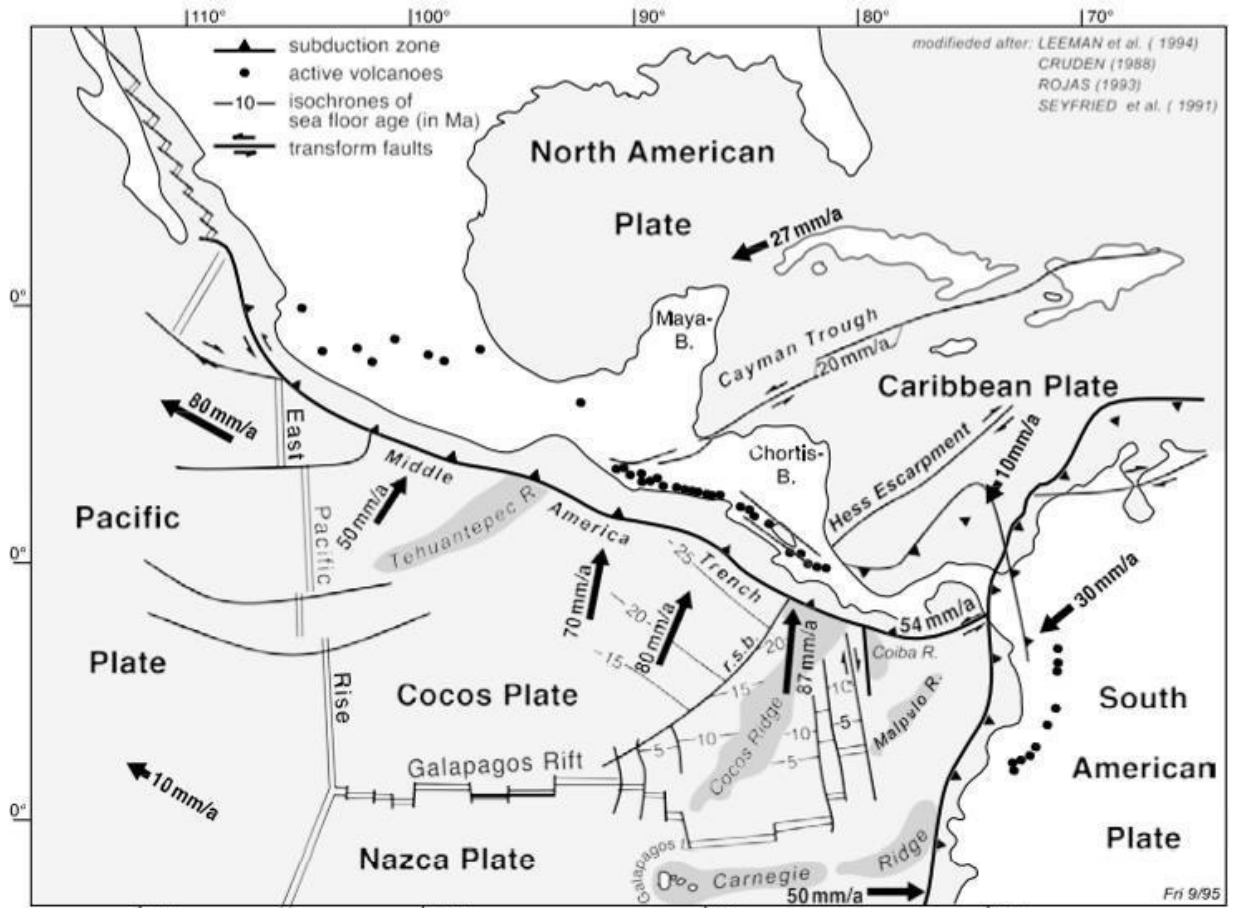


Figura 3. Mapa de América Central y del Caribe con límites de placas tectónicas y elementos estructurales

Fuente: Modificado de Weiberg 1992 y Sundblad et al 1991.

## 5.2 Marco tectónico local

Nicaragua tiene un arreglo tectónico entre la placa Cocos de naturaleza oceánica, misma que se subduce por debajo de la placa del Caribe de origen continental generando una zona de subducción de intensa actividad sísmica y volcánica en un régimen compresivo o margen destructivo. (Martínez,1993). En la figura 4 se muestra la evolución tectónica de Nicaragua, a partir del modelo de dos etapas de subducción.

Este modelo geotectónico indica la subducción de la placa de Cocos en el Mioceno Medio al Tardío y hace posible entender la naturaleza del terreno geológico de la depresión de Nicaragua y por qué Nicaragua es diferente al resto de Centroamérica, lo cual se refleja en rasgos como el menor espesor de la corteza, el bajo contenido de sílice en las lavas máficas y la menor elevación de los volcanes.

En la evolución de este modelo geotectónico es importante tener en cuenta la siguiente secuencia de eventos, subducción de la dorsal de Cocos, aumento en el ángulo de inclinación de la placa Cocos, migración hacia la fosa mesoamericana del vulcanismo Terciario, cambio del régimen de deformación de la placa Caribe predominantemente compresional a extensional, formación del nuevo terreno de la depresión de Nicaragua a partir de la ruptura de la litosfera continental, emplazamiento dentro de la depresión y posterior segmentación del actual frente volcánico. (Martínez, 1993).



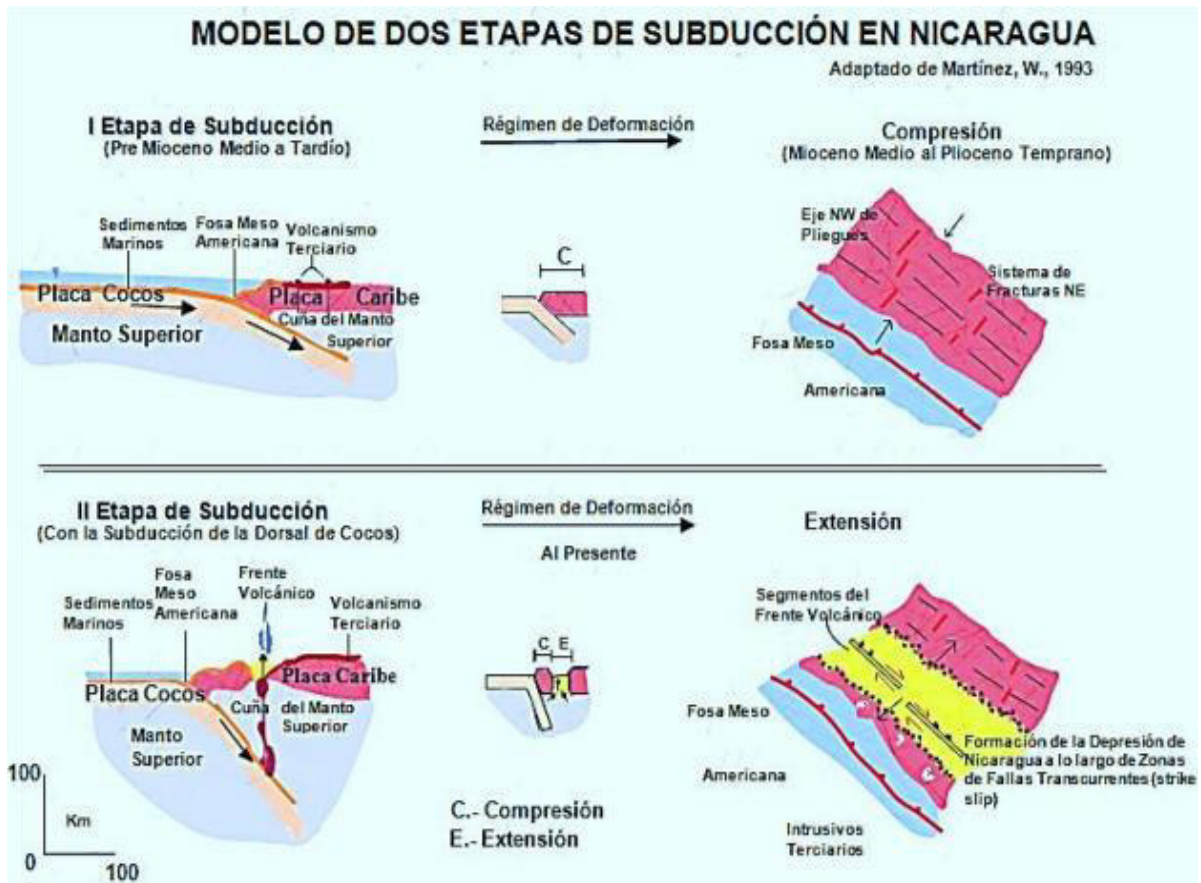


Figura 4. Evolución tectónica del oeste de Nicaragua. Nótese las dos etapas diferenciadas del proceso de subducción y el cambio de régimen tectónico inherente al emplazamiento de la estructura de la depresión de Nicaragua

Fuente: (Martínez, 1993).

### **5.3 Geología regional de Nicaragua**

La estructura geológica de Nicaragua se originó en el Paleozoico y culminó con una intensa actividad volcánica en el Cuaternario temprano, período en el que la región de Nicaragua se vio afectada por una serie de fenómenos muy característicos, pero estos eventos asociados a una geodinámica activa no fueron los mismos en toda la región (Hodgson, 2000).

Los resultados de estos eventos geológicos produjeron las principales características que dividen al país en provincias geológicas, las cuales son: Provincia de la Costa del Pacífico, Provincia de la Depresión, Provincia Central, Provincia del Norte y Provincia de los Llanos de la Costa Atlántica. Ver figura 5 y 6.

#### ***5.3.1 Provincia de la costa del Pacífico***

Se localiza en la zona costera del Pacífico de Nicaragua cubriendo un área de 4,448 Km<sup>2</sup> comprende un relieve moderado, cerros en forma de cresta y pequeñas colinas con inclinación en dirección preferencial al mar.

Lo anterior se puede observar en los alrededores y a lo largo de la carretera Diriamba Casares, también se puede ver numerosas cuestas y colinas de baja elevación.

Según (Hodgson, 2000), en esta provincia se depositaron grandes espesores de rocas sedimentarias desde el Cretáceo hasta el Terciario Superior representadas por calizas, areniscas, lutitas, limolitas y conglomerados las cuales fueron intruidas por la deposición de materiales volcánicos de composición básica y están asociadas a seis formaciones geológicas comúnmente conocidas como las formaciones sedimentarias del Pacífico.

Estas unidades geológicas se caracterizan por un régimen dúctil frágil, ya que se vieron afectadas por eventos geológicos estructurales como anticlinales, sinclinales, flexuras, fallamientos y fracturamiento al final del Mioceno que según McBirney and William (1966) no afectaron las formaciones geológicas del Plioceno y Pleistoceno.

La provincia se inserta sobre la placa del Caribe frente a la zona de subducción, por consiguiente, está sometida a constantes eventos tectónicos ocasionando sismos y terremotos.

Hodgson (2000) argumenta que las estructuras relacionadas con pliegues y la litología de naturaleza sedimentaria constituyen una de las condiciones geológicas más favorables para la acumulación y búsqueda de petróleo en la provincia, pero el interés en la exploración ha sido bajo en la actualidad.

### ***5.3.2 Provincia de la Depresión***

Los terrenos geológicos de la depresión de Nicaragua se extienden desde el Golfo de Fonseca hasta el extremo sureste de Nicaragua, con una longitud de 400 km y un ancho promedio de 50 km, contiene la cadena volcánica activa, los lagos Xolotlán, Cocibolca y el Graben de Nicaragua, motivo por el cual los terrenos geológicos de la Depresión reciben su nombre.

Esta provincia geológica, se caracteriza principalmente por rocas volcánicas del Pleistoceno al Holoceno y sedimentos de naturaleza volcánica, asociados con aluvionales de edad reciente, que se encuentran rellenando la depresión. (Hodgson, 2000).

Según McBirney and William (1966), indican que la depresión de Nicaragua empezó a formarse poco después de las grandes erupciones de ignimbritas que marcaron la fase final del vulcanismo del Terciario Superior.

La provincia de la depresión alberga El Graben de Nicaragua, una estructura tectónica que limita por fallas geológicas orientadas noroeste - sureste, paralelo a la fosa mesoamericana. (Dengo,1973.)

Lo antes mencionado conlleva, que estos terrenos sean considerados como los más afectados por grandes movimientos sísmicos y por consiguiente dispuestos a sufrir constantes terremotos y actividades volcánicas.

### ***5.3.3 Provincia de la región Central***

Abarca gran parte del límite sur de la provincia del norte y al oeste con la provincia de la Depresión donde inician las mesetas volcánicas de edad Terciaria, es la provincia geológica mas grande de Nicaragua, cubriendo una superficie aproximadamente de 48,873 Km<sup>2</sup>.

Comprende un relieve abrupto a moderado típico de rocas ignimbritas y lava en forma de cúpulas características de rocas riolíticas en forma de conos asociadas a rocas andesitas, el drenaje es predominantemente dendrítico y localmente es rectangular controlado por sistemas de fallas y fracturas.

Según (Hodgson, 2000), la provincia desarrolló un intenso vulcanismo durante el Mesozoico y la mayor parte en el Terciario, las evidencias se reflejan en los remanentes de estructuras circulares con morfología de cráter parcialmente erosionado y se consideran ser los centros de erupciones.

Esta provincia abarca principalmente dos grupos: el Grupo Matagalpa y el Grupo Coyol que estos grupos a su vez se subdividen en una serie de formaciones geológicas que incluyen las rocas volcánicas de edad Terciaria de Nicaragua.

Los eventos geológicos ocurridos en estas tierras fueron favorables para la deposición de minerales, por lo que (Hodgson, 2000) aduce que es la provincia geológica más mineralizada debido a la presencia de numerosas estructuras circulares, zonas de alteración hidrotermal y extensos sistemas de fallas que se extienden hacia el noreste y noroeste perpendicular y paralelos a la zona de subducción.

Sin embargo, en la actualidad los únicos distritos mineros activos que se localizan en esta región son la mina el Limón, La Libertad y Bonanza.

#### ***5.3.4 Provincia del Norte***

Geológicamente llamada complejo metamórfico Paleozoico, se trata de rocas metamórficas como: Esquistos, y gneises con bajo grado en metamorfismo, facies de esquistos verdes conocidos por esquistos de Nueva Segovia. Estos terrenos geológicos se consideran como los más antiguos en Nicaragua, dataciones han dado resultados a 102 millones de años. (Darce, 2017).

Dentro del complejo metamórfico Paleozoico de Nicaragua, se presentan varios cuerpos intrusivos, siendo el más representativo el batolito de Dipilto del Cretáceo Superior y otros intrusivos de tamaño pequeño en forma de stocks. El batolito de Dipilto, afecto al complejo de rocas metamórficas del norte de Nicaragua emplazándose en dichas rocas, se extiende como una franja de este a oeste, de unos 65 km de largo, 16 Km de ancho y gran parte se encuentra en Nicaragua y el resto en Honduras. (Hodgson, 2000).

El batolito de Dipilto, geológicamente está constituido por rocas intrusivas ácidas que se clasifican como granito, granodiorita monzogranitos y tonalitas, el cual se encuentran en contacto en ciertas zonas con el esquito verde que constituye la roca metamórfica regional del área.

El relieve de estos terrenos se considera semi montañosos, con rasgos geomorfológicos comunes de cerros en formas elongadas, lomas redondeadas con moderadas a fuertes pendientes, suelos residuales arcillosos de poco espesor considerando un sistema de drenaje dendrítico a nivel regional.

El control estructural en escala regional y semi regional es controlado por sistemas de fallas y fracturas en dirección preferencial noroeste-sureste, siendo estas las más predominantes y otro patrón estructural de importancia son en dirección noreste-suroeste, las cuales fueron interpretadas por geólogos del Servicio Geológico Checo. (Hradecký et al, 2005).

### ***5.3.5 Provincia de los llanos de la Costa Atlántica***

Tiene una superficie de 38.316 km<sup>2</sup> y se ubica en la zona costera del atlántico de Nicaragua, limitando al noroeste y sureste con la Provincia Geológica Central, y según (Hodgson, 2000), gran parte de esta superficie ha sido inundada. por sus características topográficas.

La geomorfología de la provincia se caracteriza por un área relativamente baja, parcialmente ondulada y cubierta por depósitos aluvionales recientes, presentan una serie de barreras costeras en forma de depósitos en dunas bien calibradas que actúan como barreras encerrando gran parte del mar en forma de lagunas y pantanos las cuales sugieren que los llanos de la costa han sufrido una emersión, los ríos que drenan los llanos fluyen en una dirección de sureste con enormes y extensos ramales que demuestran que son ríos consecuentes fluyendo en terrenos llanos inclinados hacia el sureste.

Además, es considerada como una zona de baja amenaza sísmica, lo antes mencionado indica que fenómenos geológicos recientes que normalmente provocan movimientos sísmicos, generalmente no se presentan en esta zona, por lo tanto, se puede considerar esta zona de poca actividad sísmica.

Las formaciones geológicas que integran los terrenos geológicos de la planicie costera del Atlántico son de la más reciente a la más antigua las siguientes: Formación Bragmans Bluff, Formación Bluefields, Formación Cukra, Formación Martínez, Formación Mosquitia Miembro Kamanon, Formación Punta Gorda y Formación Tuoche. (Hodgson, 2000).



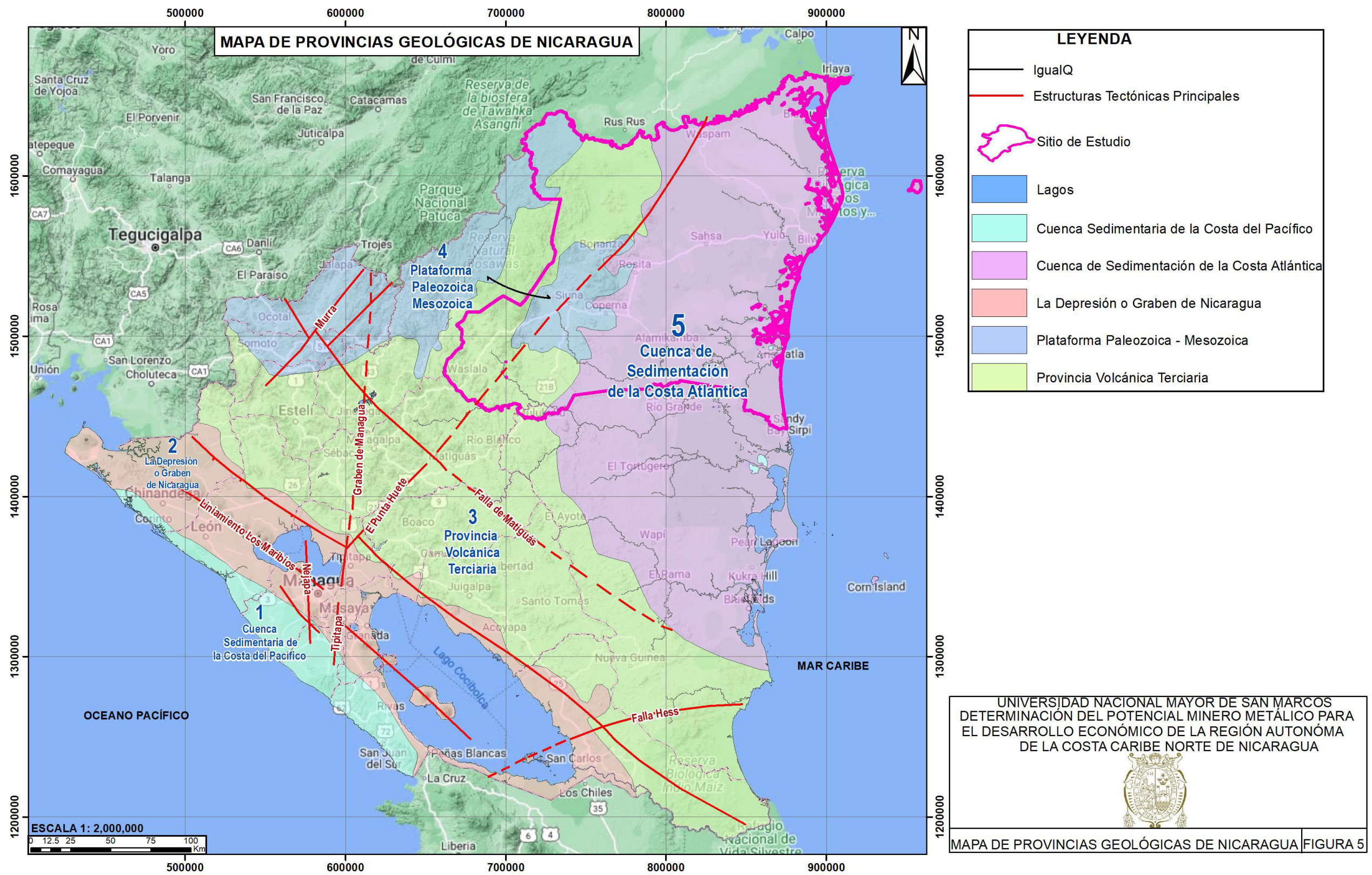
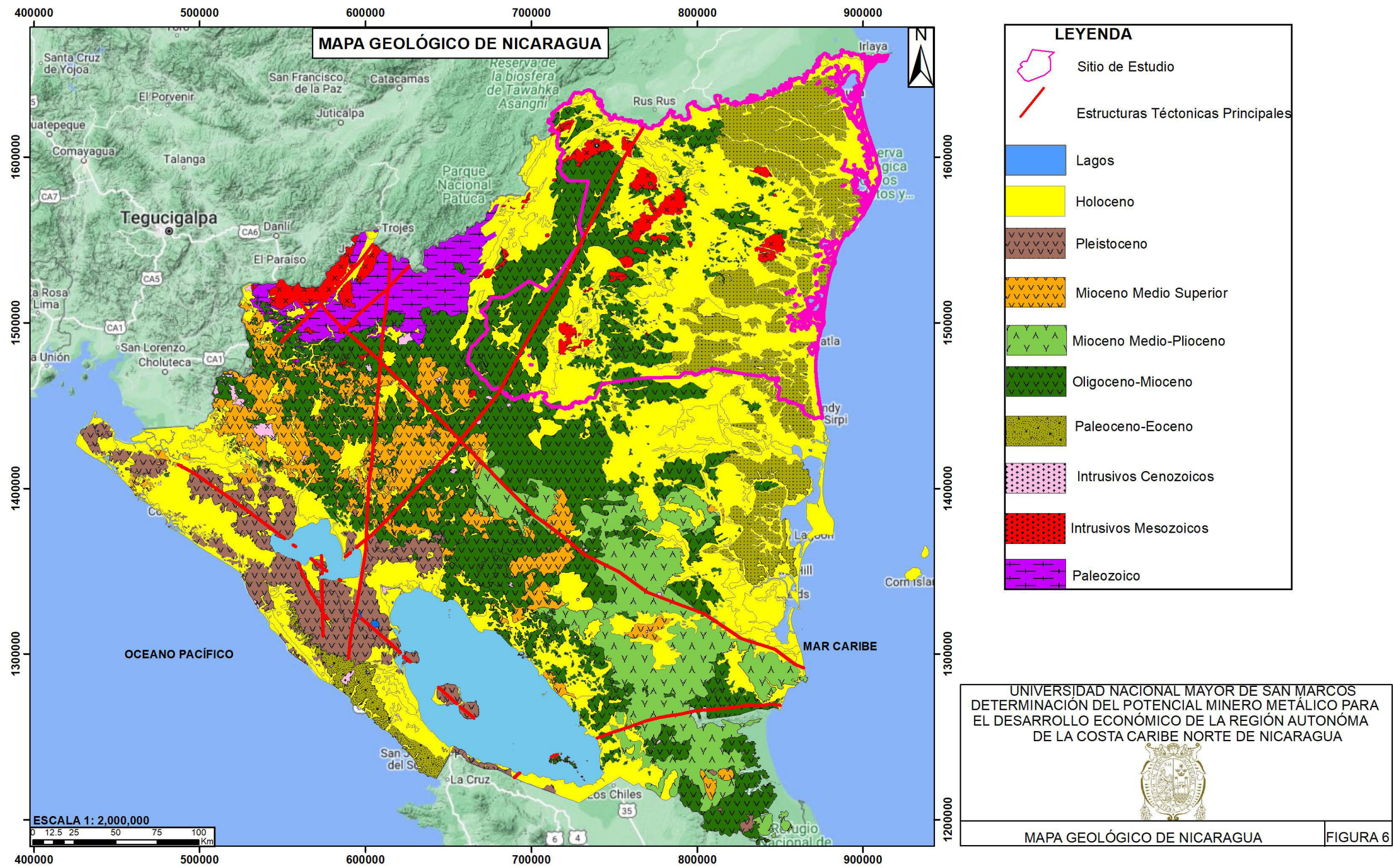


Figura 5. Mapa de provincias geológicas de Nicaragua  
 Fuente: (Hodgson, 1977).





**Figura 6. Mapa geológico de Nicaragua**  
 Fuente: (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales [INETER], 1995).



## 5.4 Potencial minero de Nicaragua

Nicaragua es considerado el país con mayor producción de oro a nivel centroamericano, con más de 100 años de historia minera, la evolución geológica de este a oeste ha reflejado el tipo de corteza subyacente y la interacción de esta con el arco volcánico. Ver figura 7.

El sitio de estudio se localiza al noreste de Nicaragua dentro de la extensión oriental de la provincia geomorfológica de las tierras altas del interior del norte.

Exposiciones limitadas de las rocas ultramáficas indican que porciones de la región están sustentadas por la corteza oceánica postulada de edad mesozoica. Estas rocas están superpuestas y en contacto con fallas con una secuencia entrelazada de caliza, lutitas tobas gris y marga del Cretácico temprano asociados a la formación Todos Santos (Guatemala). Las rocas sedimentarias están localmente entrelazadas con tobas y flujos andesíticos, y en lugares instruidos por diques sub volcánicos de andesita, también del Cretácico o quizás más bajos de edad Terciaria y posteriores a estos intrusivos que incluyen diorita, cuarzo diorita, granodiorita, cuarzo monzonita y granito. (Rosita Mining, 2016).

Grandes acumulaciones de flujos, brechas y tobas en gran medida andesíticos, comúnmente mapeado como formación Matagalpa de edad Terciaria, cubre gran parte del este de Nicaragua, comúnmente ocultando estas litologías más antiguas.

La compleja interacción entre los elementos estructurales tectónicos ha dado como resultado varios eventos de compresión y eventos extensionales con tendencia anticlinales y sinclinales formados en las rocas sedimentarias de edad Cretácico, lo cual indican que este plegamiento, así como el emplazamiento de mineralización ocurrieron en el Cretáceo superior. (Rosita Mining, 2016).

También están presentes los lineamientos hacia el noreste lo cual parecen ser más antiguos y compensados por otras tendencias importantes hacia el noroeste, algunas fallas y lineamientos fueron interpretados de imágenes satelitales y datos aeromagnéticos. Colectivamente los patrones de falla y fractura noreste y noroeste definen un sistema de estructuras conjugadas. Además de estos lineamientos hay una serie de características circulares y semicirculares en la región que varían de 1 a 25 km de diámetro. Estas características se interpretan como calderas y estructuras circulares que se relacionan con la intrusión volcánica. (Rosita Mining, 2016).

#### **5.4.1 Distrito minero Siuna**

El distrito minero de Siuna se desarrolló inicialmente a partir de un tajo abierto (*open pit*) y luego bajo tierra por medio de 7 niveles a una profundidad aproximada de 440 m con una producción reportada de 2,3 millones de onzas de oro. Las leyes de oro disminuyen hacia la base del cuerpo del mineral y se pierde hacia el noroeste. (CALIBRE MINING CORP, 2009).

En el área de Siuna, la secuencia sedimentaria-volcánica intercalada de la formación Todos Santos forma sinclinales de ejes de pliegue con tendencia norte-noroeste. A nivel local la secuencia está intercalada por varios conjuntos de fallas.

La mineralización en el distrito minero de Siuna está alojada por una secuencia de sedimentos asociados a la formación Todos Santos, que comprende caliza, lutita calcárea, grauvaca, brecha, arcosa, cuarcita y conglomerado junto con tobas menores y volcánicos de andesita. Estas unidades han originado un skarn de sílice-granate y localmente por epidota skarn. (CALIBRE MINING CORP, 2009).

### **5.4.2 Distrito minero Rosita**

El distrito minero de Rosita se sitúa al noreste de Nicaragua a 380 km de la capital Managua, sus fuertes operaciones y extracción de mineral de cobre fueron principalmente en la década de los años sesenta, su decadencia a finales de los setenta, asociada a factores socio políticos y a la caída del precio de los metales.

La mina Rosita es un depósito tipo skarn relacionado con la formación geológica del Cretácico Todos Santos de Guatemala, en Nicaragua parte de esta ha sido parcialmente erosionada, sin embargo, cuerpos intrusivos de composición intermedia a félsica de diorita, cuarzo diorita, granodiorita, cuarzo monzonitas y granitos de edad más reciente han cortado al vulcanismo que yace sobre esta formación dando como resultado el desarrollo de zonas de skarn cobre oro y plata y rocas alteradas hidrotermalmente.

La mineralización principal en este depósito se encuentra en el sur originando zonas favorables de epidota skarn y skarn silíceo asociada a sulfuros en skarn bien fracturados o brechados, comúnmente hay más calcopirita que pirita. (Rosita Mining, 2016).

Actualmente se han realizado diferentes tipos de trabajos en exploración que han permitido junto con factores modificadores un VAN positivo con recursos inferidos e indicados con valores de cobre 0.5 % y oro 0.4 g/t, importante mencionar que la producción de estos recursos aún no ha empezado a pesar que existen estudios de pre factibilidad y factibilidad.

### **5.4.3 Distrito minero Bonanza**

El distrito de Bonanza se sustenta en dos amplias secuencias paralelas de tendencia noreste de rocas volcánicas andesíticas a ambos lados de una secuencia central de piroclásticos de andesita a dacita flujos y aglomerados. Hacia el noreste, estos piroclastos se vuelven más félsicos en composición. Estas unidades más félsicas también se encuentran adyacentes a los volcánicos de andesita a lo largo del contacto noroeste de la secuencia norte.

Esta zona está en contacto con un intrusivo félsico lo cual da origen a tres grupos de vetas mineralizadas, con tendencia noreste y generalmente noroeste incluyen el Grupo Panamá, Grupo Pioneer y Grupo Constancia. (Mineros S.A, 2020).

El Grupo de Panamá y gran parte del Grupo Pioneer están alojados en la secuencia de aglomerados y el Grupo Constancia está alojado tanto en aglomerados de andesita como en pórfidos volcánicos. Las vetas Porvenir y Siempre Viva del Grupo Constancia son volcánicas y las vetas San Antonio y San Joaquín están aglomeradas. En conjunto, los tres grupos definen un corredor mineralizado de 20 km de largo. (Mineros S.A, 2020).

El Grupo Panamá comprende 70 vetas principales o segmentos de vetas, tienen una tendencia predominante noreste inclinado al noroeste, aunque varias vetas como Washington y Atlas tienen una inclinación al sureste. Las vetas orientadas al noroeste son verticales y varían en ancho de 0.3 m a mayor de 24 m (Elefante Blanco). (Mineros S.A, 2020).

El Grupo Panamá limita al norte con la falla de Tunkey Bin que golpea de este a oeste y al sur por el este-oeste interceptando la falla Mulera. Ambas fallas delimitadoras son posteriores a la mineralización. Otras fallas posteriores a la mineralización incluyen fallas laterales derechas con tendencia noroeste con varios m de desplazamiento. (Mineros S.A, 2020).

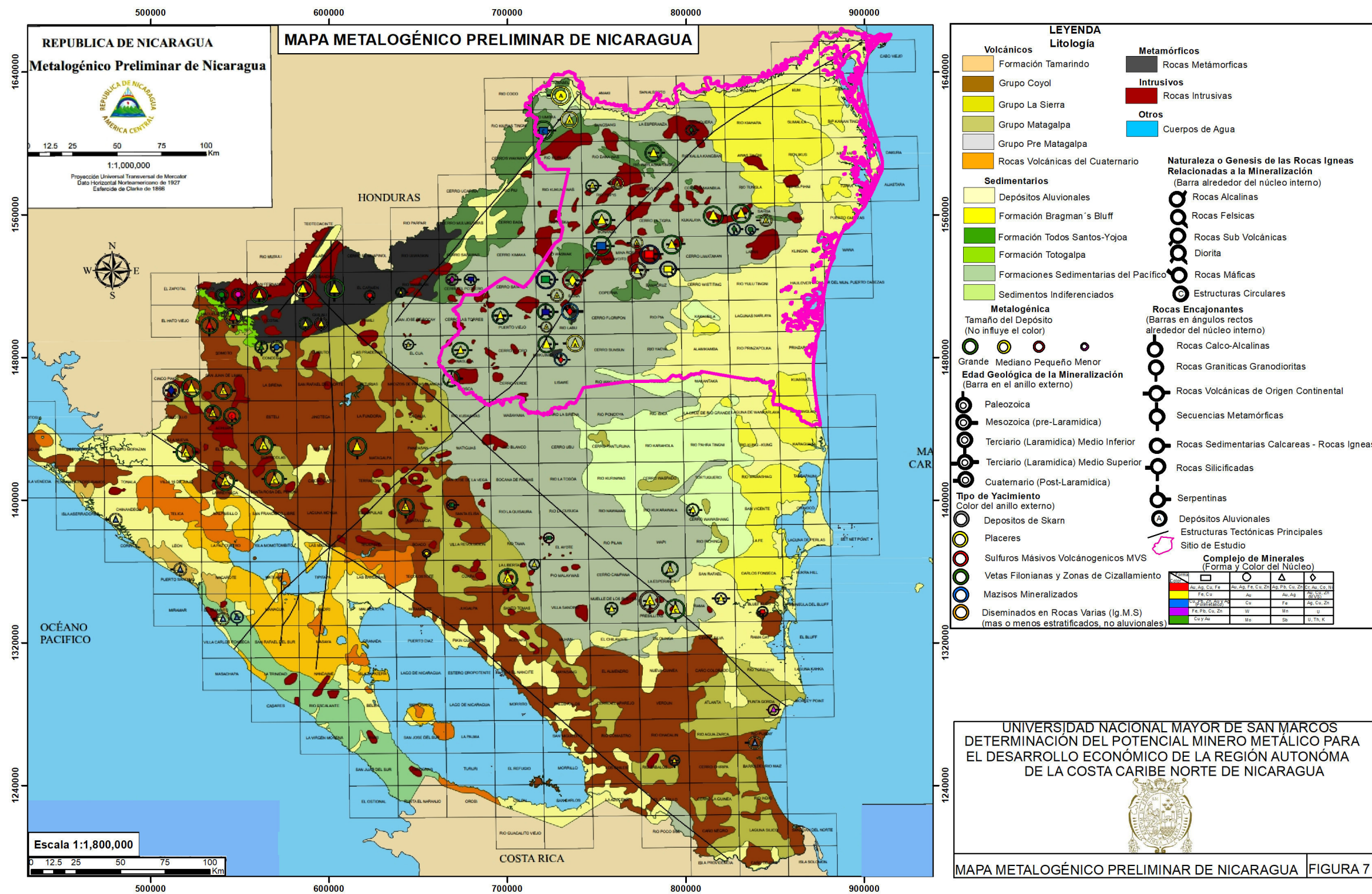


Figura 7. Mapa metalogénico de Nicaragua  
Fuente: MEM (2015).

## 5.5 Actividad minera en Nicaragua

A finales de los años setenta Nicaragua se encontraba inmersa en una guerra civil, motivo por el cual empresas mineras extranjeras abandonaron las operaciones y trabajos de exploración.

En la década de los ochenta, el estado nacionalizó todos los distritos y áreas mineras, sin embargo, no fue capaz de administrar adecuadamente los recursos y reservas existentes, tanto que algunas minas en operación, como la mina Rosita y Siuna, fueron cerradas.

A principios de la década de los noventa, la inversión extranjera comenzó a tomar auge en la industria minera, y se comenzaron a retomar los trabajos de prospección y exploración, principalmente en el noreste del país, y también se comenzaron a otorgar concesiones mineras a diferentes empresas trasnacionales.

El crecimiento económico del sector minero durante esos años fue lento, pero ha ido creciendo según CAMINIC (2020) en el período 2015-2020, la producción de oro ha crecido en un promedio anual de 2.4%.

Hay que tomar en cuenta que el precio de los *commodities* juega un papel fundamental en el mercado dando lugar a que la actividad minera contribuya en el 2.13 % al Producto Interno Bruto (PIB) del 2020. CAMINIC (2020).

Recientemente la actividad minera de los metales oro y plata, y petróleo, totalizó US\$483 millones, equivalente al 7.5% de los US\$6,435 millones de ingresos totales por IED. El valor de las exportaciones de oro fue del orden de US\$665 millones en 2020, primer rubro de exportación del país y 33.6% mayor que el valor de US\$497 millones observado en 2019. CAMINIC (2020).



### 5.5.1 Minas en operación

Nicaragua es un país con más de cien años de historia minera y es considerado accesible en trámites administrativos para la obtención y otorgamiento de concesiones mineras. En el **anexo A** se muestra el área de estudio y las minas en operaciones.

El sitio de estudio cuenta con solo una mina en producción (Hemco Nicaragua S. A) de tipo industrial y esta a su vez se subdivide en tres planteles (Vesmisa minería artesanal, La Curva minería artesanal y Bonanza minería del subterráneo y artesanal), en la Tabla 3 se muestran algunos datos de estas.

**Tabla 3**  
**Ubicación de minas en operación.**

<b>Minas en operación</b>	<b>Capacidad (Ton/día)</b>
Hemco Nicaragua S. A	1,750
Vesmisa	116
La Curva	100

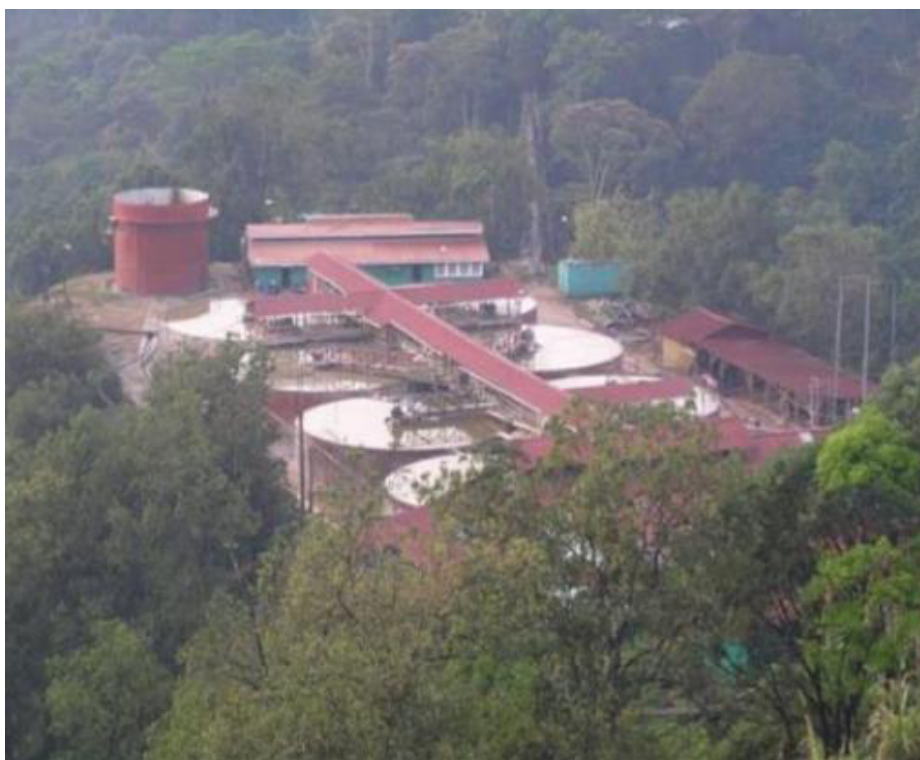
Fuente: MEM (2020).

Hemco Nicaragua S. A opera desde 1920, en la actualidad el 90% pertenece a la empresa extranjera Mineros S.A de nacionalidad colombiana y el 10% pertenece a antiguos socios de nacionalidad (nicaragüenses). La extracción del mineral es cianuración por agitación, procesando 1,750 ton/día de ley 6 gr/ton de oro, generando 1,486 empleos. MEN (2020). Ver foto1.



Vesmisa opera desde agosto 2010, subsidiada por Hemco, el método es cianuración por agitación y parte del mineral procesado es procedente de mineros artesanales y la capacidad de procesamiento es de 116 ton/ día. Ver foto 2.

La Curva opera desde el año 2012, es subsidiada por Hemco y parte del mineral procesado es de mineros artesanales con una capacidad de de100 ton/día. MEM (2020). Ver foto.3



**Foto 1. Plantel industrial Hemco.**

Fuente: MEM (2020).



**Foto 2. Plantel industrial Vesmisa.**  
Fuente: MEM (2020).



**Foto 3. Plantel industrial La Curva.**  
Fuente: MEM (2020).

### ***5.5.2 Proyectos mineros en exploración avanzada***

Los proyectos mineros en el terreno de investigación que hasta el momento cuentan con recursos inferidos, indicados y medidos son los que se han calculado y presentado de manera pública al estado de Nicaragua.

El área de trabajo cuenta con catorce proyectos en exploración avanzada, los cuales se han demostrado según Technical Report NI 43-101. En el **anexo B** se muestra la ubicación de cada uno de estos.

### ***5.5.3 Proyectos mineros en exploración inicial***

Durante los últimos 10 años el precio de los *commodities* ha tenido una mayor demanda en relación al precio de los metales, mismos que han originado que empresas extranjeras o trasnacionales recurran en la inversión de proyectos mineros en Nicaragua.

Nicaragua ha cambiado de manera positiva en las circunstancias, de leyes y formas de operar a favor de los inversionistas nacionales sobre todo para los extranjeros quienes desconocen algunos marcos legales. Estas medidas adoptadas ayudan a la actividad empresarial y por ende tiende a mejorar el desarrollo económico de algunas regiones del país.

La superficie de trabajo es de 3,221,261 Ha presenta en la actualidad cuarenta y nueve proyectos mineros en fases de exploración que por el momento no están en producción en el **anexo C** se muestra la ubicación de cada uno de estos.

Importante mencionar que cada uno de estos proyectos mineros en fases de exploración incluye algunos proyectos en etapa más avanzada que otros según la disponibilidad de trabajo que se han realizado hasta el momento.

#### ***5.5.4 Áreas de potencial minero***

Las concesiones con áreas potenciales de conocimiento geológico en proceso de otorgamiento han sido solicitadas con información compilada de datos geoquímicos que han dado resultados bajos en Au, pero con anomalías de Cu-Mo asociadas a depósitos de pórfidos.

Debido a esto las empresas muestran interés en áreas nuevas ya que donde existe una zona asociada con depósitos tipo pórfidos en los alrededores puede existir un campo de pórfidos.

El **anexo D** se muestra la ubicación del mapa de concesiones mineras de Nicaragua, con áreas potenciales de conocimiento geológico.

## CAPITULO 6 ESTIMACIÓN DE VENTAS Y BENEFICIO ECONÓMICO

### 6.1 Estimación por elemento

Siguiendo la metodología descrita en las matrices elaboradas: se estimó por año la producción metálica (Kt) de los principales metales que se producen en Nicaragua. Ver Tabla 4.

Para estimar la cantidad de años de los recursos existentes en las matrices de minas en operaciones y proyectos en exploración avanzada se utilizó el dato total de los recursos a procesar en (Kt) y la cantidad de recursos a procesar en (Kt) por año, tomando en cuenta la ley de corte (g/t) de los *commodities* principales de cada yacimiento.

El valor de las ventas es el precio de los *commodities* en (US\$) y la cantidad de (Koz) de cada elemento contenido en los yacimientos, es importante mencionar que los precios de los *commodities* pueden variar en el transcurso de los años.

El valor neto acumulado está dado en base al valor total de las ventas (US\$) el cual se le ha descontado un 15 % asociado al proceso de gastos operativos, tomando en cuenta que este porcentaje es un valor conservador, el cual puede ser menos de lo establecido.

El beneficio para el estado está representado en (US\$) y su administración está regulada por varias entidades gubernamentales las cuales reciben su porcentaje establecido.

Todo lo anterior esta detallado en la tabla 5 y 6 donde se demuestra cada una de las columnas con los valores mencionados, tomando en cuenta para la matriz en minas en operación un total de 2 yacimientos y para la matriz de yacimientos con exploración avanzada un total de 14 yacimientos.

Según sea la producción de los metales y tomando en cuenta el precio de los commodities hasta octubre 2021 se establecerá el valor estimado de las ventas y sobre estas se aplicará un 15 % por gastos de operación y al resultado se le asigna el 35 % para calcular el beneficio al estado. Ver tabla 7.

**Tabla 4**  
**Estimación total del potencial metálico.**

<b>Matrices</b>	<b>Au (Koz)</b>	<b>Ag (Koz)</b>	<b>Cu (Klb)</b>	<b>Zn (Klb)</b>	<b>Toneladas (Kt)</b>
Minas en operación	227				1,692
Proyectos en exploración avanzada	4,389	23,766	265,880	569	87,176
<b>Total</b>	<b>4,616</b>	<b>23,766</b>	<b>265,880</b>	<b>569</b>	<b>88,869</b>

**Tabla 5**  
Estimación del potencial de producción metálica detallada matriz: Minas en operación.

Nombre del Proyecto	Commodities	Tipo de deposito	Toneladas (Kt)	Metal contenido (Koz Au)	Ley de corte	Toneladas (Kt) a procesar por año	Años en operación	Precio Oz Au (US\$)	Valor en ventas (US\$)	Valor neto acumulado (-15%)	Beneficio para el estado (-35%)
Panamá	Au	Epitermal	1,361	169	3.95	657	2.1	1,757	297,108,700	252,542,395	88,389,838
Pionner	Au	Epitermal	331	58	4.32	657	0.5	1,757	102,257,400	86,918,790	30,421,576
<b>Total</b>			<b>1,692</b>	<b>227</b>					<b>399,366,100</b>	<b>339,461,185</b>	<b>118,811,414</b>

**Tabla 6**  
Estimación del potencial de producción metálica detallada matriz: Proyectos en exploración avanzada con recursos inferidos, indicados y medidos.

Nombre del Proyecto	Commodities	Tipo de deposito	Toneladas (Kt)	Metal contenido (Koz Au)	Metal contenido (Koz Ag)	Metal contenido (lb Cu)	Metal contenido (lb Zn)	Ley de corte	Toneladas (Kt) a procesar por año	Años en operación	Precio Oz Au (US\$)	Precio Oz Ag (US\$)	Precio lb Cu (US\$)	Precio lb Zn (US\$)	Valor en ventas (US\$)	Valor neto acumulado (-15%)	Beneficio para el estado (-35%)
Cerro Aeropuerto	Au, Ag	Skarn	6,052	757	3,144	N/A	N/A	3.64	730	8.3	1,757	22.66	N/A	N/A	1,401,303,370	1,191,107,864	416,887,752
Primavera	Cu, Au, Ag	Pórfido	44,974	811	1,094	140,040	N/A	0.70	1,825	24.6	1,757	22.66	4.089	N/A	1,450,070,706	1,232,560,100	431,396,035
Rosita <sup>1</sup>	Cu, Au, Ag	Skarn	11,853	182	3,085	125,840	N/A	0.50	657	10.0	1,757	22.66	4.089	N/A	390,031,500	331,526,775	116,034,371
Riscos de Oro	Au, Ag	Epitermal	1,184	258	4,046	N/A	N/A	5.73	365	3.2	1,757	22.66	N/A	N/A	544,988,360	463,240,106	162,134,037
Guapinol	Au, Ag	Epitermal	612	253	243	N/A	N/A	12.74	365	1.7	1,757	22.66	N/A	N/A	450,038,710	382,532,903	133,886,516
El Blag	Au, Ag	Epitermal	740	99	2,776	N/A	N/A	3.1	365	2.0	1,757	22.66	N/A	N/A	236,847,160	201,320,086	70,462,030
East Dome	Au, Ag	Epitermal	513	72	3,611	N/A	N/A	2.23	365	1.4	1,757	22.66	N/A	N/A	209,207,760	177,826,596	62,239,308
Vancouver	Au, Ag	Epitermal	170	47	82	N/A	N/A	8.54	365	0.5	1,757	22.66	N/A	N/A	85,315,620	72,518,277	25,381,396
La Luna	Au, Ag	Epitermal	4,418	145	1,143	N/A	N/A	1.98	365	12.1	1,757	22.66	N/A	N/A	281,733,176	239,473,199	83,815,619
Panamá	Au	Epitermal	3,588	462	N/A	N/A	N/A	2.49	657	5.0	1,757	N/A	N/A	N/A	812,085,400	690,272,590	241,595,406
Pionner	Au, Ag	Epitermal	1,832	261	755	N/A	N/A	3.82	657	5.0	1,757	22.66	N/A	N/A	475,870,064	404,489,554	141,571,344
El porvenir	Au, Ag, Zn	Epitermal	9,513	842	3,321	N/A	539.6	2.14	657	5.0	1,757	22.66	N/A	1.562	1,555,492,981	1,322,169,034	462,759,161
Leticia	Au, Ag, Zn	Epitermal	586	78	133	N/A	14.8	4.19	657	5.0	1,757	22.66	N/A	1.562	714,307,521	607,161,393	212,506,487
San Antonio	Au, Ag, Zn	Epitermal	1,139	119	330	N/A	14.9	3.26	657	5.0	1,757	22.66	N/A	1.562	731,689,061	621,935,702	217,677,495
<b>Total</b>			<b>87,176</b>	<b>4,389</b>	<b>23,766</b>	<b>265,880</b>	<b>569</b>								<b>9,338,981,390</b>	<b>7,938,134,181</b>	<b>2,778,346,963</b>

<sup>1</sup> Los recursos inferidos y medidos de Rosita están basados en los antiguos *stockpiles* y *tailling* de una antigua mina que con el precio actual de los *commodities* y los factores modificadores dan un VAN positivo para que este proyecto sea viable, según datos del estudio *Priliminary Economic Assessment* (PEA) no todos los recursos se van a extraer.

**Tabla 7**  
**Estimación del beneficio potencial que queda para el estado en (US\$)**

<b>Commodities</b>	<b>Au (US\$)</b>	<b>Ag (US\$)</b>	<b>Cu (US\$)</b>	<b>Zn (US\$)</b>	<b>Total (US\$)</b>
Ventas	4,481,723,974	297,552,017	600,669,687	491,308	5,380,436,988
Ingreso al estado	2,413,235,986	160,220,317	323,437,524	264,550	2,897,158,378

### **6.1.1 Impacto de las matrices por elementos**

El comportamiento en porcentaje del elemento oro en las matrices minas en operación y proyectos con recursos es de 95.07 % y el 4.93 % del total estimado. Ver figura 8.

En relación al cobre, plata y zinc es totalmente diferente ya que significaría un 100 % debido a que cada uno de estos *commodities* solamente están presente en la matriz de proyectos con exploración avanzada. Ver figura 9, 10 y 11.





Figura 8. Beneficio económico por oro (Au)



Figura 9. Aporte económico por cobre (Cu)



**Figura 10. Contribución por plata (Ag)**



**Figura 11. Distribución por zinc (Zn)**

### 6.1.2 Nivel de representación de los metales

Como se muestra en la figura 12, el oro representa el 83,2% del total, seguido del cobre con el 11,1%, la plata con el 5,1% y finalmente el zinc con el 0,6% esto es debido a que el oro es el único metal que esta presenta en ambas matrices.

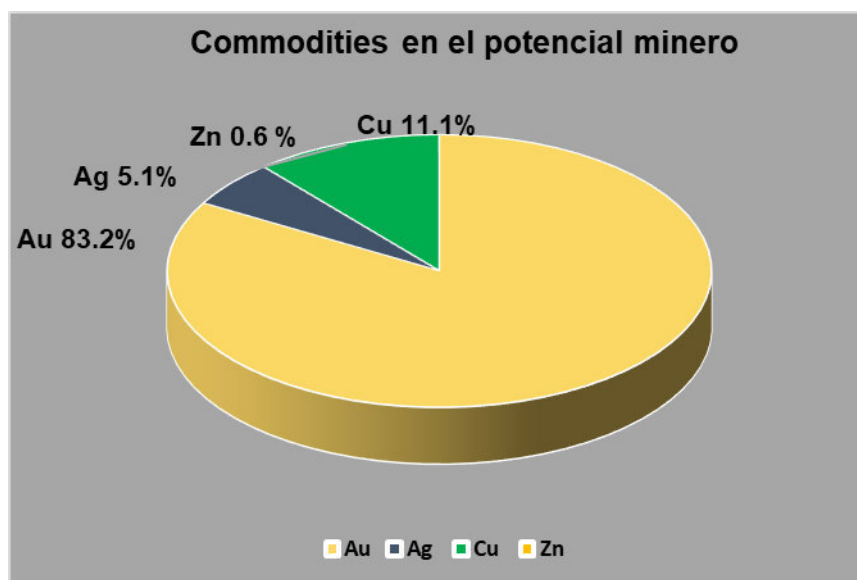


Figura 12. Aporte económico por metal en ventas

## 6.2 Estimación por matrices

La Tabla 8 representa el comportamiento económico que tienen ambas matrices en una relación por etapas, en donde claramente se ve el valor de las ventas que totaliza US\$ 5,380,436,988 dólares y en la otra columna se muestra el beneficio al estado aplicando el 35 % a las ventas que sería de US\$ 2,897,158,378, tomando en cuenta el precio de los *commodities* a octubre del año 2021.

**Tabla 8**  
**Ventas netas acumuladas descontado los gastos de operación e ingreso al estado en (US\$).**

<b>Matrices</b>	<b>Ventas netas en (US\$)</b>	<b>Ingreso al estado en (US\$)</b>
Minas en operación	220,649,770	118,811,414
Proyectos en exploración avanzada	5,159,787,218	2,778,346,963
<b>Total</b>	<b>5,380,436,988</b>	<b>2,897,158,378</b>

En términos porcentuales en la figura 13, se considera que las zonas con proyectos en exploración avanzada significarían el 95.9 % del beneficio potencial a la nación y 4.1 % corresponde a las minas en operaciones, lo cual demuestra que los proyectos en exploración avanzada podrían ser las próximas minas en producción.



Figura 13. Estimación en porcentaje según su etapa

### 6.2.1 Hipótesis conservadora

Siempre es importante considerar un criterio conservador, especialmente cuando se trata de estimaciones futuras, porque en este caso se estimó un insipiente ajuste en la producción de cada uno de los *commodities* que por ende afecta los ingresos al estado quedando de la siguiente manera: 5 % a las minas en operación y 10 % a los proyectos en exploración avanzada. Cabe mencionar que este criterio puede variar dependiendo del grado certeza de la información disponible. Ver tabla 9.

Según el criterio conservador antes mencionado en la tabla 10 se observa las cifras totales de ingresos al estado de US\$ 2,584,273,734 el principal aporte es el metal oro (84.2 %). Ver figura 14.

**Tabla 9**  
**Estimación total del potencial metálico.**

<b>Matrices</b>	<b>Au (Koz)</b>	<b>Ag (Koz)</b>	<b>Cu (Klb)</b>	<b>Zn (Klb)</b>	<b>Toneladas (Kt)</b>
Minas en operación	215				1,692
Proyectos en exploración avanzada	3,950	21,390	239,292	512	87,176
<b>Total</b>	<b>4,166</b>	<b>21,390</b>	<b>239,292</b>	<b>512</b>	<b>88,869</b>

**Tabla 10**  
**Estimación del beneficio potencial que queda para el estado en (US\$).**

<b>Commodities</b>	<b>Au (US\$)</b>	<b>Ag (US\$)</b>	<b>Cu (US\$)</b>	<b>Zn (US\$)</b>	<b>Total (US\$)</b>
Ventas	4,044,584,065	267,796,815	486,542,447	442,177	4,799,365,506
Ingreso al estado	2,177,825,958	144,198,285	261,984,394	238,095	2,584,273,734

Analizando los criterios de estimación de las figuras 14 y 15 se aprecian claramente las diferencias, con ligeras variaciones. La figura 14 detalla el cambio porcentual inicial para cada elemento, mientras que la figura 15 presenta la distribución en etapas que involucran los proyectos en exploración avanzada que van desde 95.9 % de reducción a 94.8 % de aporte y de las minas en operación de 4.1 % a 5.2 %.

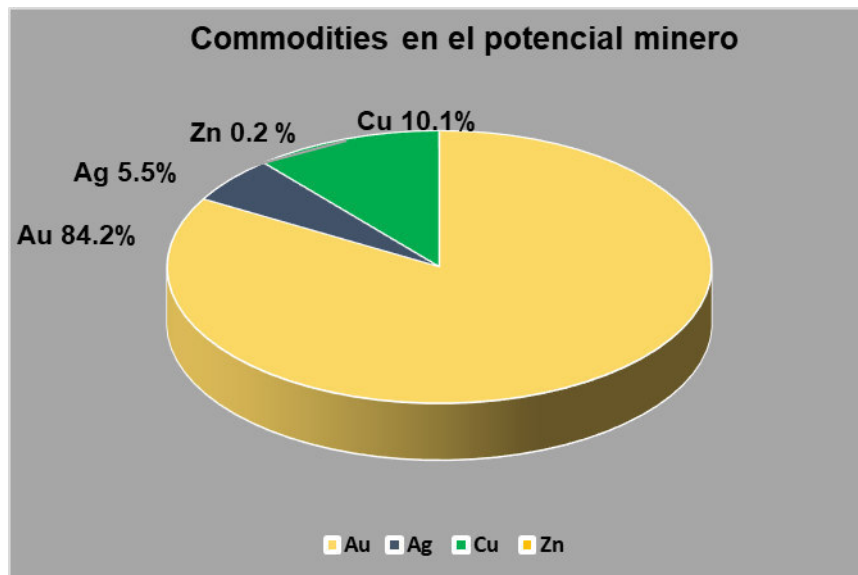


Figura 14. Ventas en escenario conservador



Figura 15. Aporte estimado en % según etapas escenario conservador

### 6.3 Estimación económica y beneficio al estado en base a los proyectos en exploración inicial

Para estimar el beneficio al estado en relación a los proyectos que contemplan una exploración inicial sin recursos inferidos, indicados y medidos se contó con un total de 49 proyectos ubicados en la CCNN, los cuales 23 están otorgados a la empresa minera Calibre Mining Corp, 21 a Mineros SA, 4 a Royal Road Mineral y 1 a Santa Rita Mining.

Teniendo en cuenta la cantidad de proyectos en exploración inicial por cada empresa minera, se tomó en cuenta la cantidad de acciones que tiene cada compañía minera regida a la bolsa de valores (TSX) Toronto Ontario Canadá y el valor de cada acción en (US\$) lo cual permitió obtener el valor de la empresa (US\$), sin embargo, para calcular en la matriz el valor total de la empresa fue necesario establecer el flujo de caja de cada empresa minera en (US\$).

Es importante mencionar que en esta matriz las variables de geología, fallamiento y yacimientos cercanos en exploración avanzada a cada uno de estos proyectos en exploración inicial fueron tomados en cuenta aplicando un Buffer de 10 km por cada proyecto en exploración inicial con un potencial de Muy Bajo, Bajo, Alto y Muy Alto según las características de cada proyecto. Ver tabla 11, 12 y 13.

**Tabla 11**  
**Valoración geológica**

<b>Geología favorable</b>	<b>Valor en la matriz</b>	<b>Potencial</b>	<b>Buffer</b>
Cerca de intrusivos	3	Muy Alto	10 km
Datos geofísicos y geoquímicos	2.5	Alto	10 km
Litología antigua	2	Bajo	10 km
Litología reciente	1.5	Muy Bajo	10 km



**Tabla 12**  
**Valoración por fallamiento**

<b>Longitud de la falla</b>	<b>Valor en la matriz</b>	<b>Potencial</b>	<b>Buffer</b>
> 50 Km	3	Muy Alto	10 km
> de 10 a 50 Km	2.5	Alto	10 km
de 5 a 10 km	2	Bajo	10 km
< de 5 Km	1.5	Muy bajo	10 km

**Tabla 13**  
**Valoración por yacimientos con recursos**

<b>Cercanía del Yacimiento</b>	<b>Valor en la matriz</b>	<b>Potencial</b>	<b>Buffer</b>
< de 2 Km	3	Muy Alto	10 km
> de 2 Km a 4 Km	2.5	Alto	10 km
> de 4 Km a 6 Km	2	Bajo	10 km
> de 6 Km	1.5	Muy bajo	10 km

La cantidad de años fue dada tomando en cuenta los años que llevan cada empresa minera explorando en el Caribe norte, las hectáreas de cada concesión donde se ubican todos los proyectos mineros en exploración inicial son otorgadas por El Ministerio de Energía y Minas (MEM) lo cual establece en el capítulo IX artículo 70 lo siguiente: **DE LOS PAGOS A QUE ESTÁN AFECTOS LOS CONCESIONARIOS.**

Lo anterior se resume en la tabla 14 todos los pagos serán aplicados según la cantidad de superficie solicitada en hectárea (Ha) para realizar los trabajos de exploración y estos serán incrementados según el año que corresponda desde el otorgamiento de la concesión en adelante. Estos pagos se realizarán de manera anticipada cada seis meses al Ministerio de Energía y Minas (MEM).

**Tabla 14.**  
**Cantidad de impuesto a pagar por hectárea al estado**

<b>Años</b>	<b>Cantidad \$</b>	<b>Superficie</b>	<b>Institución</b>
1	0.25	por Ha	MEM
2	0.75		
3 y 4	1.5		
5 y 6	3		
7 y 8	4		
9 y 10	8		
> a 10	12		

En base a lo anterior y aplicando la ley al sector minero permitió calcular el beneficio económico que recibirá el estado en relación a los proyectos en exploración inicial tomando en cuenta la cantidad de años establecida en esta matriz. Ver tabla 15.

Algo que se consideró es el factor adverso que puede tener cada uno de los proyectos en exploración inicial tomando en cuenta el hecho que no todos estos proyectos tendrán recursos inferidos, indicados y medidos mucho menos llegarán hacer minas.

## **6.4 Estimación económica y beneficio al estado en base a las áreas potenciales**

Para estimar el beneficio al estado en relación a las áreas potenciales se contó con un total de 27 concesiones, los cuales ninguna de estas áreas está otorgada a las empresas mineras.

Teniendo en cuenta la cantidad de áreas libres, se aplicó la misma metodología de la matriz en exploración inicial en donde las variables de geología, fallamiento y yacimientos cercanos a cada una de estas áreas libre fueron tomadas en cuenta aplicando un Buffer de 10 km con un potencial de Muy Bajo, Bajo, Alto y Muy Alto según las características de cada área.

La cantidad de años fue aplicada de manera general para todas las concesiones por un periodo de 2 años, ya que son áreas que hasta el momento no representan beneficio, sin embargo, se establece un escenario estimado de lo que podría llegar a obtenerse en un lapso de 2 años una vez que cualquier empresa tenga interés en alguna de estas. Ver tabla 16

Tabla 15

Estimación del beneficio potencial que queda para el estado en (US\$): Matriz proyectos en exploración inicial.

Nombre del proyecto	Nombre de la empresa	Tipo de depósito	Acciones de las empresas TSX	Valor de cada acción (US\$)	Valor de la empresa (US\$)	Flujo de caja (US\$)	Valor total de la empresa (US\$)	Años en exploración	Hectarias	Beneficio económico (US\$)	Posibilidad de llegar a hacer mina	Factor adverso
Cerro Aeropuerto	Calibre Mining	Epitermal	330,897,085.00	1.63	539,362,248.55	73,000,000.00	612,362,248.55	11	1,200.00708	158,400.93	Alto	Social
La Luz		Skarn										Social
Casa Blanca		Skarn						11	5,200.03069	686,404.05	Bajo	N/A
Cerro Asa		Pórfido										N/A
La Virgen		Skarn										N/A
Montes de Oro		Skarn						11	8,000.04686	1,056,006.19	Bajo	N/A
Rosklete		Skarn										N/A
El Avion		Epitermal						11	7,734.29507	1,020,926.95	Muy Bajo	N/A
Pimavera		Pórfido						11	15,854.53999	2,092,799.28	Alto	N/A
Santa Maria		Epitermal										Social
Minnesota		Pórfido										N/A
Monte Carmelo		Skarn										Social
La Sorpresa		Epitermal						11	5,700.03265	752,404.31	Alto	Social
San Cristobal		Epitermal										Social
Pueblo Santo		Pórfido										Social
California		Epitermal										Social
Guapinol		Epitermal										Social
Vancouver		Epitermal						11	600.00336	79,200.44	Muy Alto	Social
El Blag		Epitermal										Social
East Dome		Epitermal						11	7,750.04708	1,023,006.21	Muy Alto	N/A
Carpato		Pórfido										N/A
Riscos de Oro		Epitermal						11	400.00231	52,800.30	Muy Alto	Social
La Luna		Epitermal						11	800.00438	105,600.58	Muy Alto	N/A
Andromeda	Mineros S.A	Epitermal	261,687,402.00	3.95	1,033,665,237.90	44,725.43	1,033,709,963.33	15	16,184.70500	2,913,246.90	Muy Alto	N/A
Silva		Epitermal						15	24,684.75570	4,443,256.03	Muy Alto	N/A
Nueva América		Pórfido										N/A
Kukalaya		Epitermal						15	9,749.99991	1,754,999.98	Bajo	N/A
Okonwas		Epitermal										N/A
Bambarita		Skarn						15	103.99996	18,719.99	Alto	N/A
Hemco Siuna III		Epitermal						15	15,925.00012	2,866,500.02	Alto	N/A
El Mayo		Epitermal						15	78.00000	14,040.00	Muy Alto	N/A
Hemco Bonanza II		Epitermal						15	5,105.42977	918,977.36	Alto	N/A
Hemco Bonanza VI		Epitermal						15	7,737.03421	1,392,666.16	Alto	N/A
Hemco Bonanza V		Epitermal						15	2,996.50012	539,370.02	Alto	N/A
Matusalen		Epitermal						15	7,200.00000	1,296,000.00	Bajo	N/A
HB-V		Epitermal						15	2,800.00011	504,000.02	Bajo	N/A
HB-VI		Epitermal						15	299.99995	53,999.99	Bajo	N/A
RB II		Epitermal						15	6,699.99993	1,205,999.99	Bajo	N/A
Hemco Rosita I		Epitermal						15	9,749.99991	1,754,999.98	Bajo	N/A
RB I		Epitermal						15	10,271.46399	1,848,864.49	Bajo	N/A
Hemco Bonanza IV		Epitermal						15	6,121.69653	1,101,905.38	Bajo	N/A
Hemco Bonanza III		Epitermal						15	2,624.99996	472,499.99	Bajo	N/A
Hemco Rosita IV		Epitermal						15	8,299.99989	1,493,999.98	Bajo	N/A
Hemco Rosita VII		Epitermal						15	14,063.09759	2,531,357.57	Bajo	N/A
Caribe	Royal Road Minerals	Skarn	265,000,800.00	0.34	90,100,272.00	6,641,788.27	96,742,060.27	5	2,999.99993	45,000.00	Alto	Social
Luna Roja		Skarn						5	154.65000	2,319.75	Alto	Social
Yuoya		Epitermal						5	10,056.12129	150,841.82	Alto	Social
Oro Fino		Epitermal						5	10,056.12129	150,841.82	Alto	Social
Rosita	Santa Rita Mining	Skarn						10	3,356.89962	268,551.97	Muy Alto	Social
<b>Total</b>										<b>34,770,508.46</b>		

1 Calibre Mining Corp (CXB), es una empresa minera que opera en Nicaragua desde el 2009 de origen canadiense.

2 Mineros S.A opera desde el 2013 y es de origen colombiana.

3 Royal Road Mineral opera desde el 2018 y es de origen colombiana.

4 Santa Rita Mining opera desde el 2011 y no se tienen datos del precio de sus acciones y flujo de caja actualmente está bajo administración China.

5 Los factores adversos son de tipo sociales políticos y culturales que pueden afectar labores de exploración en una zona.

Notas: El valor de las acciones están sujetas según la bolsa de valores TSX Toronto Ontario Canadá.

El impuesto a pagar por cada concesión según sus hectáreas está establecido por la Ley Minera.

El flujo de caja está determinado según los estados financieros de cada empresa minera por cada trimestre, los de Calibre mining fueron tomados del tercer trimestre 2021, los de Mineros S.A. segundo trimestre 2021 y Royal Road Mineral del primer trimestre 2021.

El valor de la empresa se calculó en base a los datos de las acciones sin considerar a las opciones y warraen.

Tabla 16

Estimación del beneficio potencial que queda para el estado en (US\$): Matriz áreas de potencial

Nombre del proyecto	Municipio	Tipo de deposito	Años en exploración	Hectarias	Beneficio económico (US\$)	Posibilidad de llegar hacer mina	Factor adverso
Orquídea	Waslala	Pórfidos	2	43,109.55	64,664.33	Muy Bajo	N/A
Girasol	Mulukuku	Epitermal	2	49,049.48	73,574.22	Muy Bajo	N/A
Loma Verde		Epitermal	2	2,000.00	3,000.00	Muy Bajo	N/A
Ágata		Pórfidos	2	45,739.78	68,609.67	Muy Bajo	N/A
Tamagas	Prinzapolka	Pórfidos	2	41,127.41	61,691.12	Muy Bajo	N/A
Casiopea		Epitermal	2	49,864.30	74,796.45	Muy Bajo	N/A
Begonia		Pórfidos	2	49,169.08	73,753.62	Muy Bajo	N/A
Atlas		Pórfidos	2	49,777.00	74,665.50	Muy Bajo	N/A
Epidota		Pórfidos	2	49,726.74	74,590.11	Muy Bajo	N/A
Geranio		Epitermal	2	49,774.95	74,662.42	Muy Bajo	N/A
Kisauri		Epitermal	2	43,483.09	65,224.63	Muy Bajo	N/A
Margarita		Pórfidos	2	48,622.76	72,934.14	Muy Bajo	N/A
Polaris		Epitermal	2	49,630.68	74,446.02	Muy Bajo	N/A
Pegaso		Epitermal	2	49,394.58	74,091.87	Muy Bajo	N/A
Santa Isabel	Siuna	Pórfidos	2	3,000.00	4,500.00	Muy Bajo	N/A
Veracruz		Epitermal	2	1,300.00	1,950.00	Muy Bajo	N/A
Centauro		Pórfidos	2	47,786.67	71,680.00	Muy Bajo	N/A
Anix		Pórfidos	2	24,065.91	36,098.87	Muy Bajo	N/A
Marsella	Rosita	Pórfidos	2	1,000.00	1,500.00	Muy Bajo	N/A
Camelia		Epitermal	2	49,304.00	73,956.00	Muy Bajo	N/A
Minerva		Pórfidos	2	49,061.96	73,592.94	Muy Bajo	N/A
Jade	Bonanza	Pórfidos	2	26,205.75	39,308.63	Muy Bajo	N/A
Walpa Tara	Puerto Cabezas	Pórfidos	2	49,284.00	73,926.00	Muy Bajo	N/A
Azurita		Epitermal	2	49,677.46	74,516.19	Muy Bajo	N/A
Tangni	Waspan	Pórfidos	2	41,325.32	61,987.98	Muy Bajo	N/A
Yalam		Epitermal	2	49,977.00	74,965.50	Muy Bajo	N/A
Kakau		Epitermal	2	47,369.59	71,054.38	Muy Bajo	N/A
<b>Total</b>					<b>1,589,740.59</b>		

Nota: En esta matriz no se incluyen las áreas de reservas mineras.

## 6.5 Estimación por regiones

La zona de estudio políticamente está dividida por ocho municipios: Waslala, Mulukuku, Prinzapolka, Siuna, Rosita, Bonanza, Puerto Cabezas y Waspan. Del ingreso total disponible para el estado son tres municipios los que tienen mayor aporte al estado y por ende serían los tres municipios que obtendrían mayor beneficio económico (Bonanza, Rosita y Siuna). Ver tabla 17.

De las cuatro matrices evaluadas minas en operación, proyectos con recursos, proyectos en exploración inicial y áreas potenciales, el municipio de Bonanza tiene el mayor aporte económico de (US\$) 1,409,857,682 seguido de Rosita quien aporta (US\$) 1,093,542,631 y Siuna que aporta (US\$) 427,535,159 el resto de municipios tiene un aporte significativo que sumados todos ellos alcanza (US\$) 2,583,154.

En la tabla 18 se muestra como los proyectos con recursos aportan el 94.7 % seguido de las minas en operación con 4.05 %, los proyectos en exploración inicial 1.1 % y las áreas de potencial con 0.05 %. La figura 16 refleja la dinámica económica de cada municipio según su actividad minera.



**Figura 16. Beneficio económico estimado por municipio**

**Tabla 17**  
Aporte y beneficio económico por cada municipio según su actividad minera.

Municipio	Minas en operación (US\$)	Proyectos con recursos (US\$)	Proyectos en exploración inicial (US\$)	Áreas potenciales (US\$)	Beneficio al estado (US\$)	Transferencia por municipio (US\$)
Waslala				64,664	64,664	22,632
Mulukuku				145,183	145,183	50,814
Prinzapolka				720,855	720,855	252,299
Siuna		416,887,752	10,533,177	114,228	427,535,159	149,637,305
Rosita		1,085,349,315	8,044,267	149,048	1,093,542,631	382,739,920
Bonanza	118,811,414	1,276,109,895	14,897,063	39,308	1,409,857,682	493,450,188
Puerto Cabezas				148,442	148,442	51,954
Waspan			1,296,000	208,007	1,504,007	526,402
<b>Total</b>	<b>118,811,414</b>	<b>2,778,346,963</b>	<b>34,770,508</b>	<b>1,589,740</b>	<b>2,933,518,627</b>	<b>1,026,731,519</b>

**Tabla 18**  
Porcentaje emitido por cada matriz según actividad minera.

Minas en operación (%)	Proyectos con recursos (%)	Proyectos en exploración inicial (%)	Áreas potenciales (%)	Total (%)
4.05	94.7	1.19	0.05	100

## 6.6 Áreas de reserva mineras vigentes

Las áreas de reserva minera fueron declaradas por el estado como aptas para la minería y la promoción de la minería en general con énfasis en la minería artesanal y pequeña minería.

La visión general sobre estas áreas es operar y asociarse en alianzas estratégicas para el desarrollo de las mismas y poder organizar de manera general la minería artesanal, a través de capacitaciones en seguridad ocupacional, técnicas extracción y recuperación del mineral que sea amigable con el medio ambiente.

Lo anterior debe de permitir una mejor orientación sobre todo a los pequeños mineros hacia zonas más rentables para la extracción, a través de estudios geológicos en el área, sobre todo erradicar el uso del mercurio en la minería artesanal, como una de las prácticas de seguridad física y ambiental.

Esto permitirá promover alianzas con sectores privados para el desarrollo de nuevas concesiones o concesiones vigentes, y facilitar estudios de los recursos mineros de las áreas de reserva del país, levantar inventario de los mismos y realizar por si o través de terceras labores de exploración para determinar el potencial de tales recursos.

Según la ley 387 Ley Especial sobre la Exploración y Explotación de Minas, el artículo 75, expresa que del total del recaudo el 15% será dado a ENIMINAS.

En este trabajo investigativo las áreas de reserva mineras no fueron tomadas en cuenta en el proceso de evaluación de cada matriz, ya que se desconocen datos de ingresos, alianzas con terceros e información geológica sobre estas áreas.



En la actualidad existe 14,980 km<sup>2</sup> de territorio disponible para poder realizar trabajos de prospección y exploración geológica y se desconoce cuál es su potencial, en el **anexo E** se muestra las áreas de reservas localizadas en el sitio de estudio.

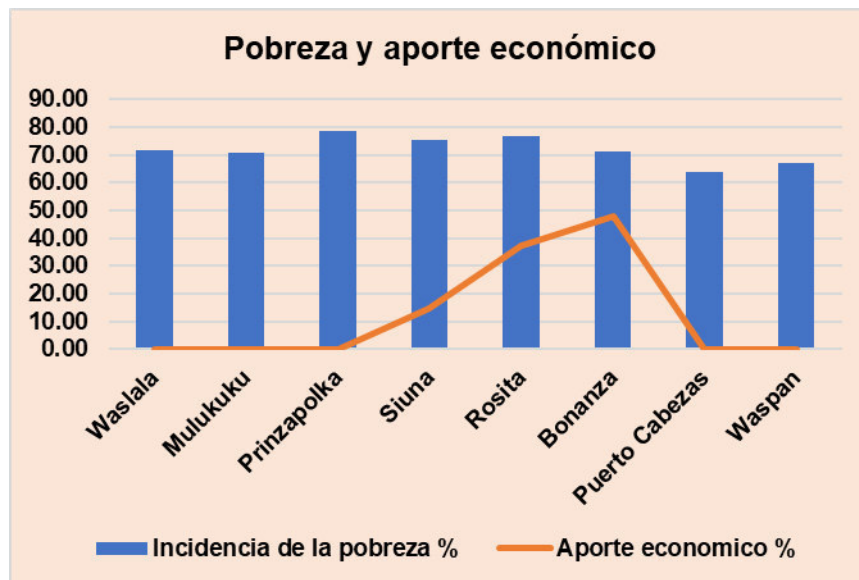
## 6.7 Mapa de aporte económico vs Mapa de pobreza

De acuerdo a los resultados geológicos mineros se elaboró el mapa de aporte económico del área de trabajo, el cual da a conocer su aporte y beneficio económico que queda para el estado basado según las cuatro matrices elaboradas, minas en operación, proyectos avanzados con recursos, proyectos en exploración inicial y áreas de potencial. **Ver anexo F.**

En la tabla 19 y **anexo G** se refleja el porcentaje estimado de los posibles aportes económicos por cada municipio, al mismo tiempo permite una comparación con el mapa de pobreza del sitio de trabajo, preparado por Instituto Desarrollo Nacional (2008), donde se refleja la incidencia de la pobreza que tiene cada municipio. Ver figura 17.

**Tabla 19**  
**Comparación de la incidencia de la pobreza y el aporte económico por municipio.**

<b>No.</b>	<b>Municipio</b>	<b>Incidencia de la pobreza %</b>	<b>Aporte económico %</b>
1	Waslala	71.70	0.002
2	Mulukuku	70.90	0.005
3	Prinzapolka	78.70	0.025
4	Siuna	75.50	14.574
5	Rosita	77.00	37.278
6	Bonanza	71.20	48.060
7	Puerto Cabezas	63.90	0.005
8	Waspan	67.10	0.051



**Figura 17. Comparación de la incidencia de pobreza y aporte económico por municipio**

Los municipios que mayor aporte económico tienen son Bonanza, Rosita y Siuna por sus condiciones geológicas las cuales permiten que la actividad minera se desarrolle con mayor auge en estos municipios, sin embargo, toda la región investigada está clasificada como pobreza extrema.

Los municipios que menos aportes económicos brindan por la ausencia o poca actividad geológica y minera son los que menos incidencia de pobreza tienen como el caso de Mulukuku, Waspan y Puerto Cabeza.

## CAPITULO 7: CONCLUSIONES

- Las 4 matrices que forman parte de la metodología aplicada determinó el potencial minero de la CCNN, el *commodities* de mayor aporte económico es oro con 83.2 %, seguido del cobre con 11.1%, plata 5.1 % y el zinc con 0.6 %. Se estima el potencial minero en un escenario conservador de 4.166 Moz de Au, 21.39 Moz de Ag, 239.292 Mlb de Cu y 512 Klb de Zn, siendo el beneficio económico para el estado de (US\$) 2,897,158,378 en una hipótesis conservadora el beneficio sería de (US\$) 2,584,273,734.
- La contribución de las minas en operación al desarrollo económico del sitio de estudio es de 4,05%, equivalente a un aporte económico de US\$ 118,811,414.
- Los proyectos de exploración avanzada con recursos mineros inferidos, indicados y medidos son los que más contribuyen al desarrollo económico de la región investigada en un 94,71% equivalente a un beneficio económico de (US\$) 2,778,346,963.
- Los proyectos en exploración inicial influyen en el desarrollo económico del terreno de estudio en 1.19 % equivalente a (US\$) 34,770,508.
- Las áreas potenciales de conocimiento geológico contribuirán al desarrollo económico de la zona de estudio en un 0.05 % equivalente a (US\$) 2,933,518,627.

## **CAPITULO 8: RECOMENDACIONES**

- Desarrollar esta metodología del potencial minero con datos actualizados para que las autoridades locales y regionales puedan incorporar los recursos mineros de su área en los planes estratégicos de desarrollo económico en sus comunidades y permita una visión general de los beneficios económicos de la minería, lo cual tiende a incentivar mayores niveles de inversión e incluir proyectos del sector minero.
- Desarrollar los proyectos en exploración avanzada ya que son los próximos en ser minas en operación, y la minería es el principal rubro de exportación de Nicaragua, y el Atlántico norte solo tiene una mina en operación.
- Actualizar la información geológica minera de áreas con recursos inferidos, indicados y medidos.
- Dar seguridad a la inversión extranjera, permitiendo trabajos de investigación en exploración inicial, ya que la actividad minera es una fuente importante de generación de empleo y existen fuentes de trabajo limitadas en la región autónoma de la Costa Caribe Norte de Nicaragua, esto hace que las actividades mineras en la región sean aún más importantes.
- Realizar más investigación geológica minera a través de la prospección y exploración en la región autónoma de la Costa Caribe Norte de Nicaragua, por ser esta zona una de las menos estudiadas del país que presenta características favorables para el emplazamiento de yacimientos minerales.

## CAPITULO 9: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

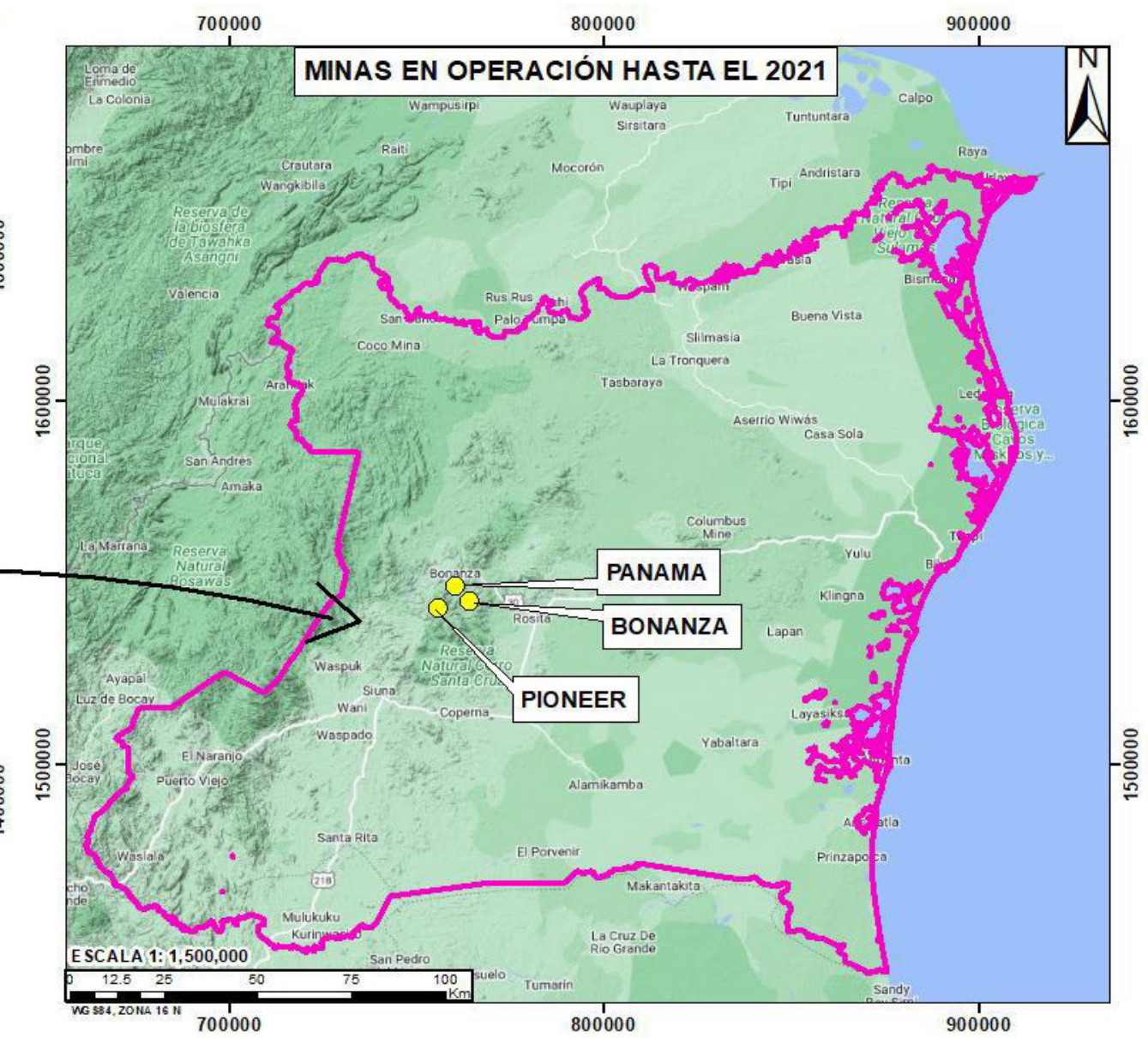
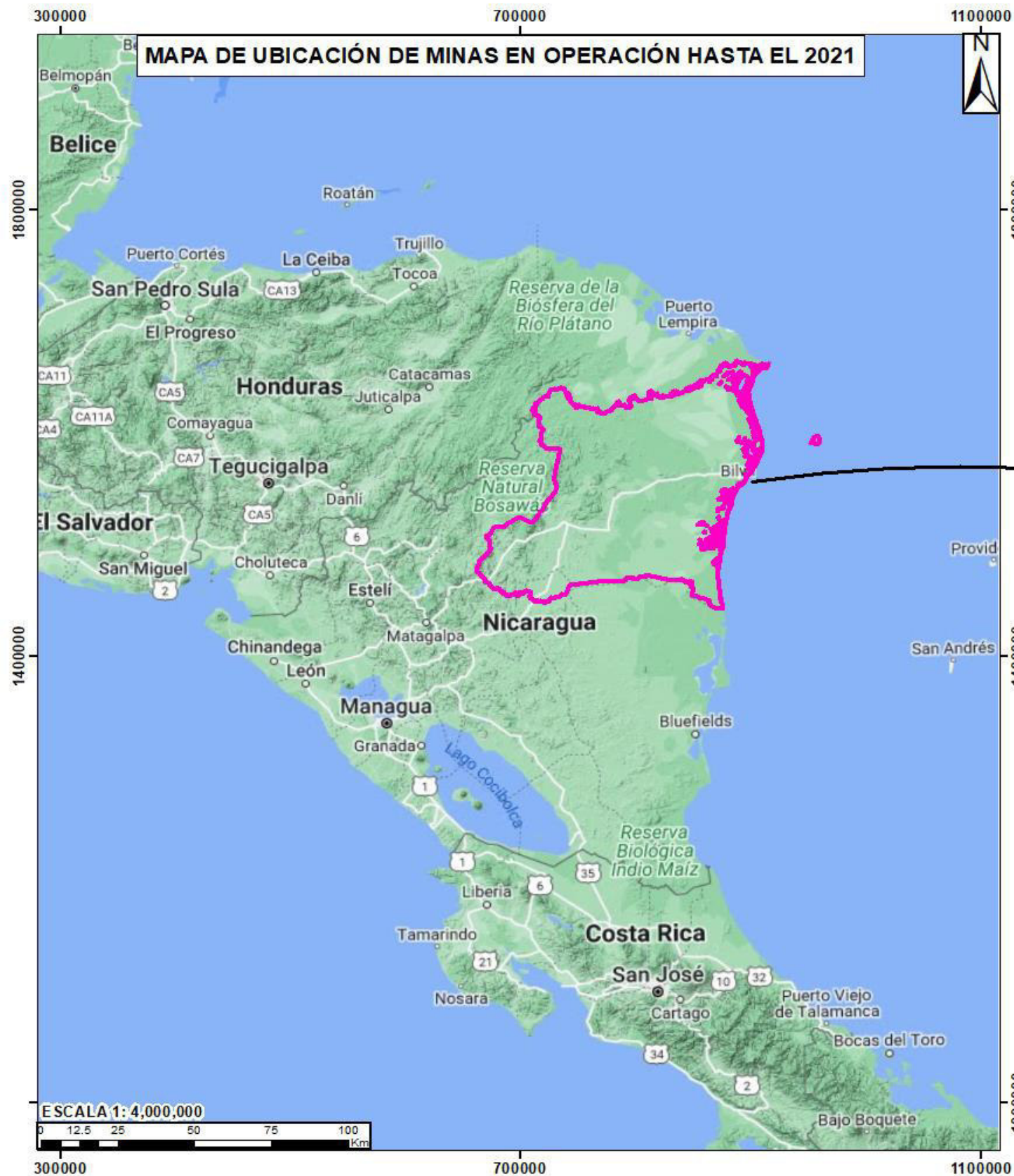
- Arteaga, R., López, C., Cámara, A., Fernández, L., Montes, J., Román, F., & Vega, R. (1991). *Manual de Evaluación Técnico - Económica de Proyectos Mineros de Inversión*.
- CAMINIC. (2020). Análisis de la Actividad Minera en Nicaragua.
- CAMINIC. (2016). Análisis de la Actividad Minera en Nicaragua.
- Comptom, R. (1983). *Geología de Campo*. PAX –MEXICO.
- CXB. (2009). *Technical Report on the Nen Property, Nicaragua*.
- Darce, M. (1993). Recursos Minerales en Nicaragua. *Revista Geológica América Central*, 15, 9.
- Darce, M. (2017). *Compilación de Artículos Geológicos de Nicaragua*. Universitaria Tutecotzimi.
- Dengo, G. (1973). *Estructura Geológica, Histórica Tectónica y Morfología de América Central*.
- Hradecký, P., Javlicek, P., Navarro, M., Novak, Z., Stanik, E., & Sebasta, J. (2005). *Estudio Geológico de Riesgo Natural en la Ciudad de Ocotal y Alrededores*.
- Hernández, P. (2018). *Áreas potenciales de desarrollo económico de México y la entidad como manifestación de la localización desde la perspectiva del desarrollo sostenible*.
- Henríquez, L. (1980). *Modelos de Estimación del Potencial Minero de una Región*.
- Hodgson, G. (2000). *Geología Histórica Regional e Historia Geológica Estructural Tectónica Simplificada de Nicaragua y América Central*.

- Hodgson, G. (2004). *El Potencial Minero Metálico de Nicaragua*.
- INGEMMET. (2018). *Estimación del potencial minero metálico del Perú y su contribución económica al Estado, acumulado al 2050*. (1ª ed). Franco E.I.R.L.
- INGEMMET. (2016). *Manual de Evaluación de Recursos y Potencial Minero*.
- Martínez, W. (1993). The interrelationship between volcanic and seismic activity to subduction-related tectonics in Western Nicaragua, Jour. Geol. Soc. Japan, 99.
- Mineros S.A. (2020). *Technical Report On The Hemco Property, Región Autónoma De La Costa Caribe Norte, Nicaragua Ni 43-101 Technical Report*.
- MEM. (2020). *Mapas de Distritos y Concesiones Mineras de Nicaragua*.
- Miller I., Freund J., Johnson R. (1992). *Probabilidad y Estadística para Ingenieros* (4ª ed).
- Moon, Ch. (Ed). (2006). *Introduction to Mineral Exploration* (2ª ed). Blackwell
- Morales, A. (2021). *Conceptos Generales Curso de Cierre de Minas*.
- Lepin, O. (1986). *Búsqueda, Exploración y Evaluación Geólogo-Económica de Yacimientos Minerales Solidos*.
- López, F. (2002). El Análisis de Contenido Método de Investigación. *Revista de Educación*, 4(2002):167-179.
- Lozada, D. (2021). *Conceptos Sobre Proyectos Mineros* [ Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería] [1library.co/document/y9gl4dj-q-evaluacion-potencial-geologico-segmento-challas-cordillera-oriental-libertad.html](https://1library.co/document/y9gl4dj-q-evaluacion-potencial-geologico-segmento-challas-cordillera-oriental-libertad.html).
- Oyarzun, D. (2018). *Fundamentos de Economía e Historia Económica*.

- País, G. (2021). Definición de un nuevo criterio de categorización de recursos minerales basado en simulaciones geo estadística [ Tesis de Magister, universidad de Chile]. Archivo digital.  
<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/181874/>
- Prado, F. (1987). *Operaciones Mineras*. San Marcos.
- Rajzman, N. (2021). *Oportunidades y Desafíos para la Minería en Argentina*.
- Ravallion, M. (2003) The debate on globalization, poverty and inequality: Why measurement matters, *International Affairs*, 79(4) [en línea]  
<https://doi.org/10.1111/1468-2346.00334>
- Rodríguez, I. (2012). *Evaluación del Potencial Minero para la ZEE – OT*.
- ROSITA MINING. (2016). *Ni 43-101 Preliminary Economic Assessment Study For The Santa Rita Project, Rosita, Nicaragua*.
- Soria, S. (2013). *Usos, Aplicaciones y Características de los Elementos*.
- Townley, (2001). *Metalogénesis Hidrotermalismo y Modelos de Yacimientos*.
- Vargas, L. (2014). *Manual de Evaluación de Recursos y Potencial Minero*.
- Varela, R. (2014). *Manual de Geología*.
- Vasallo, L. (2008). *Yacimientos Minerales Metálicos (4ª ed)*.
- Westreicher, G. (2020). *Usos de la Estimación*.
- McBirney and William. (1966). *Volcanic History of Nicaragua*. Geological Sciences volumen 55.



## **CAPITULO 10: ANEXOS**



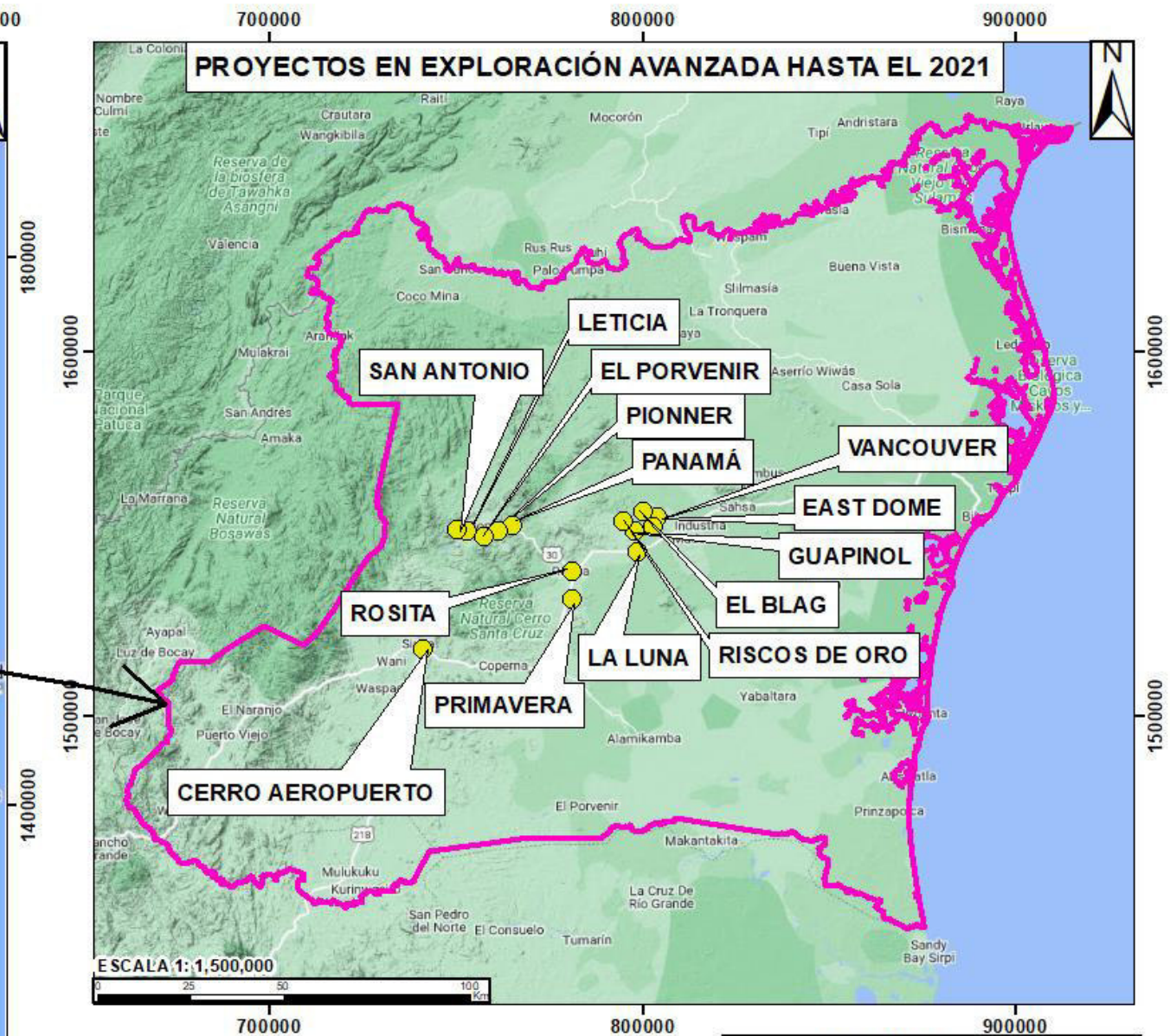
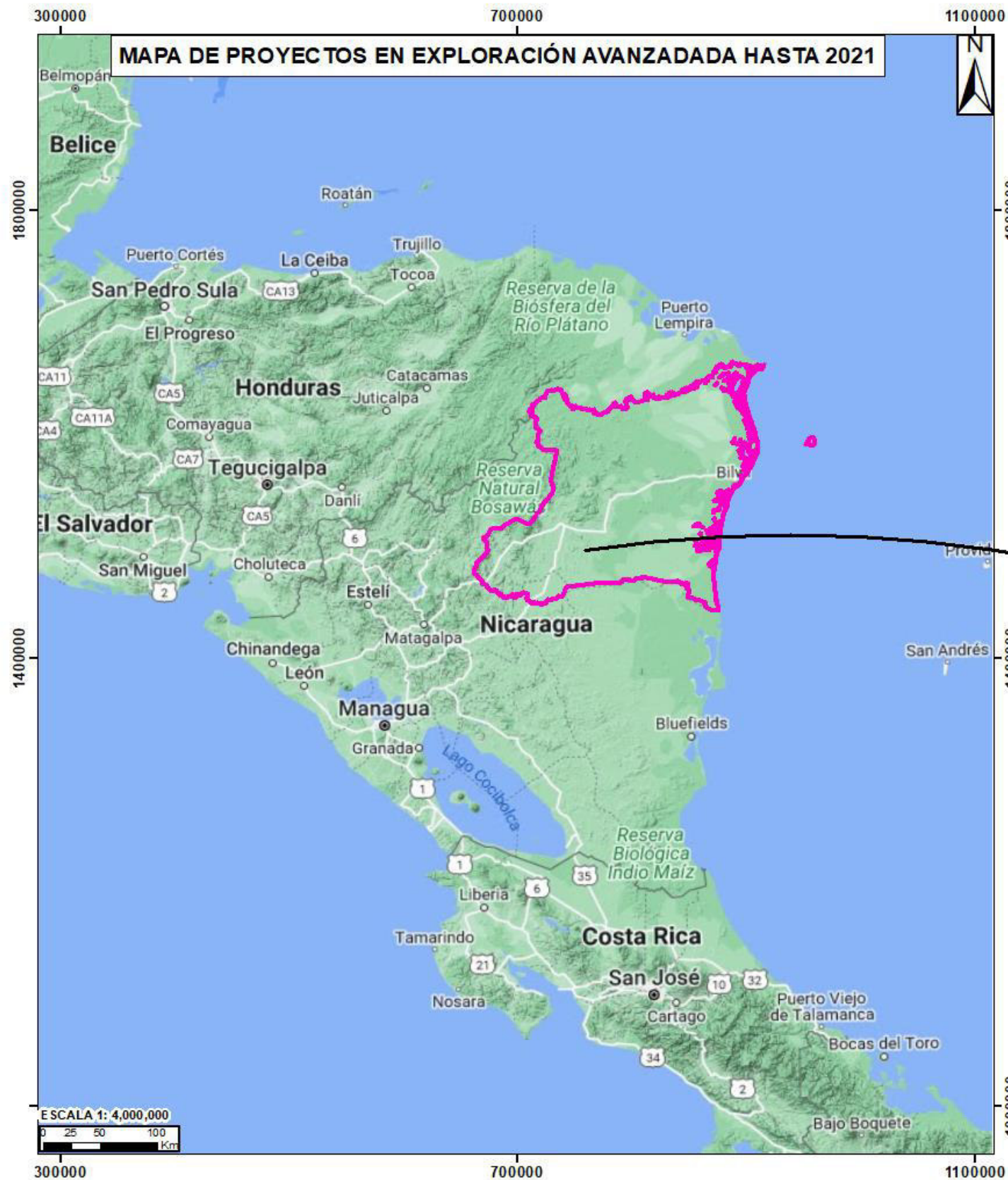
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL MINERO METÁLICO PARA  
EL DESARROLLO ECONÓMICO DE LA REGIÓN AUTÓNOMA  
DE LA COSTA CARIBE NORTE DE NICARAGUA



MAPA DE MINAS EN OPERACIÓN HASTA EL 2021 ANEXO A

Anexo A. Mapa de minas en operación hasta 2021





**LEYENDA**

- Proyectos en exploración avanzada
- ◊ Sitio de Estudio
- Carretera Pavimentada
- Lagos

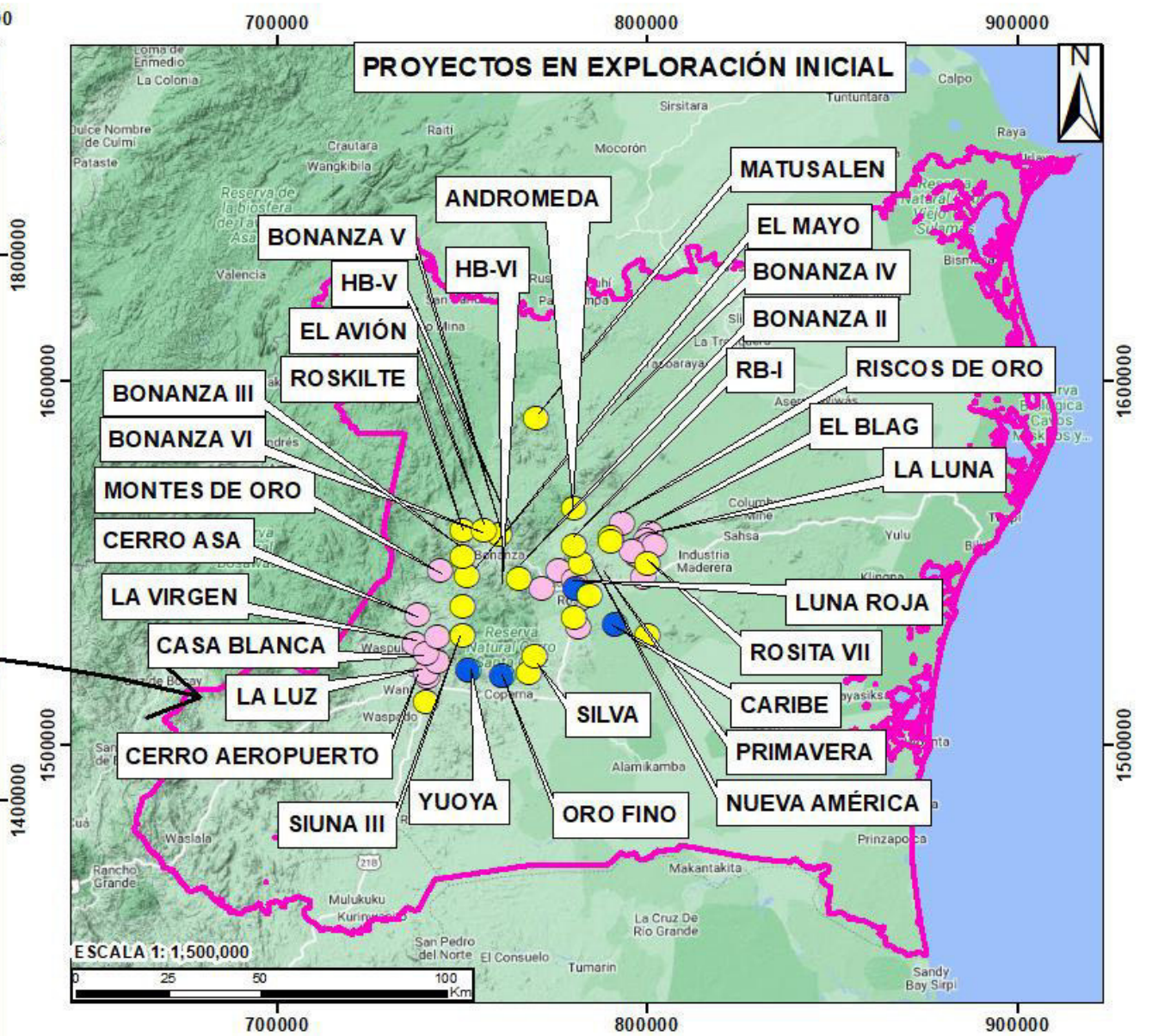
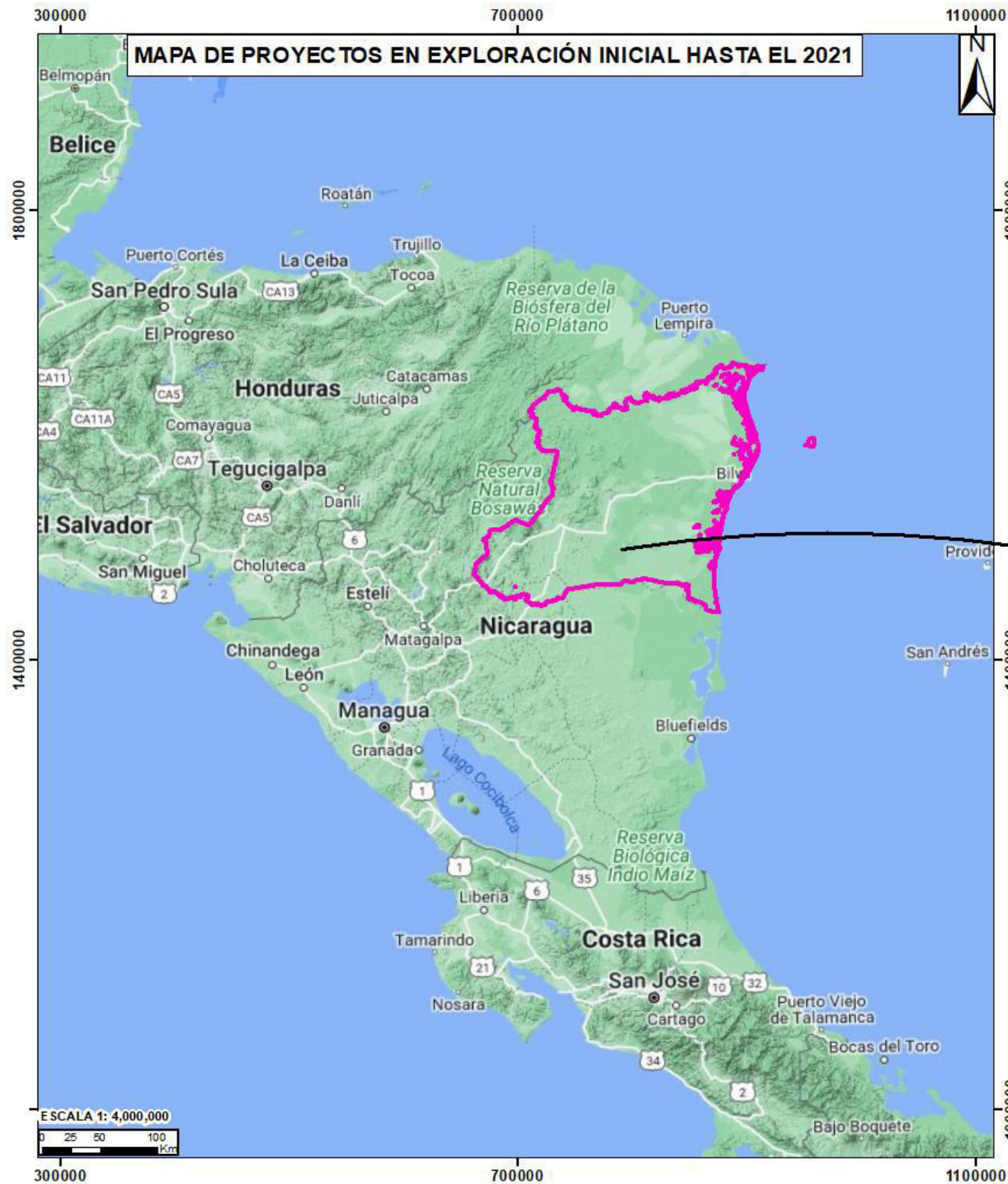
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL MINERO METÁLICO PARA  
EL DESARROLLO ECONÓMICO DE LA REGIÓN AUTÓNOMA  
DE LA COSTA CARIBE NORTE DE NICARAGUA



PROYECTOS EN EXPLORACIÓN AVANZADA HASTA EL 2021 ANEXO B

Anexo B. Mapa de proyectos en exploración avanzada hasta el 2021





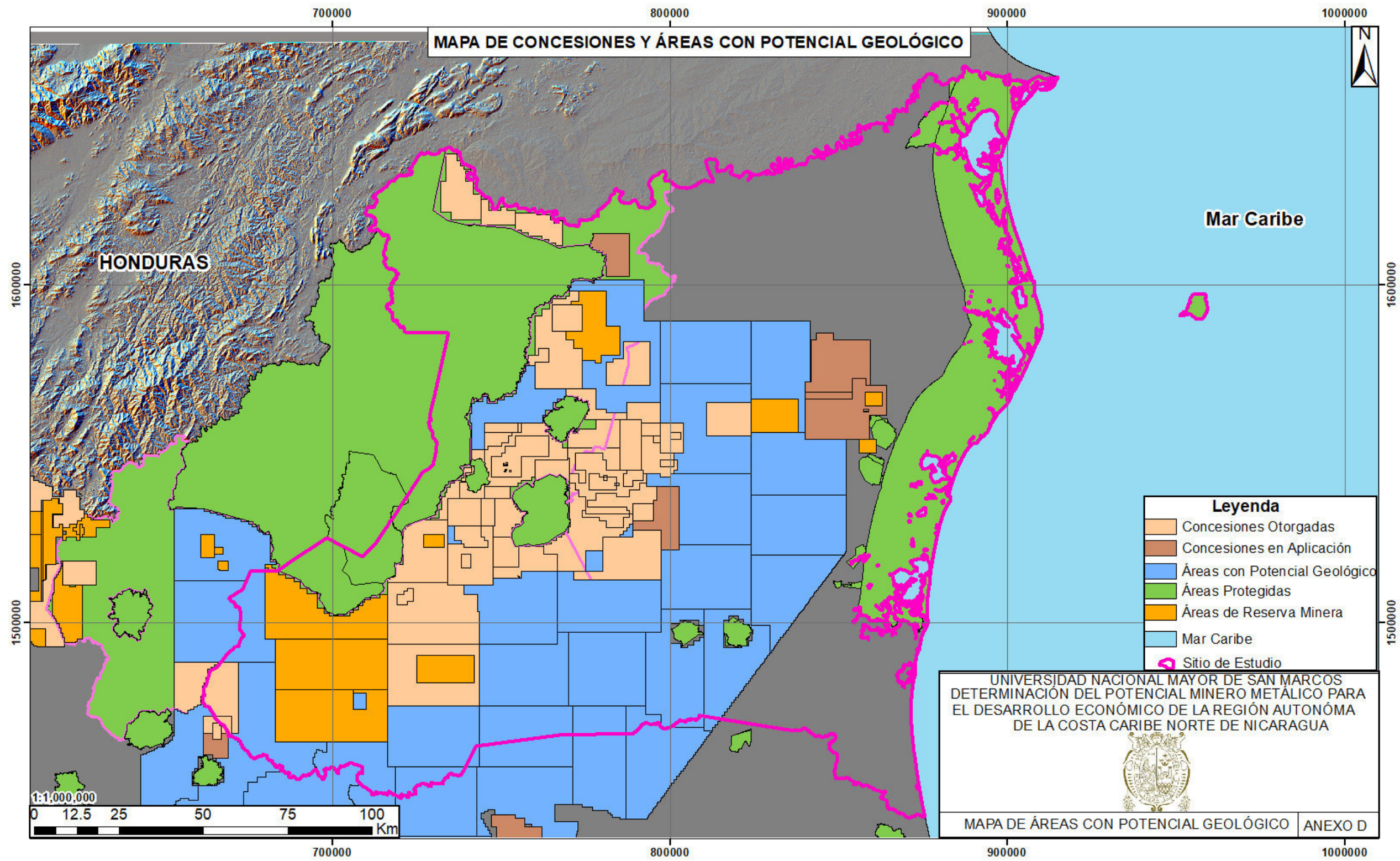
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
 DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL MINERO METÁLICO PARA  
 EL DESARROLLO ECONÓMICO DE LA REGIÓN AUTÓNOMA  
 DE LA COSTA CARIBE NORTE DE NICARAGUA



PROYECTOS EN EXPLORACIÓN INICIAL ANEXO C

Anexo C. Mapa de proyectos en exploración inicial hasta el 2021

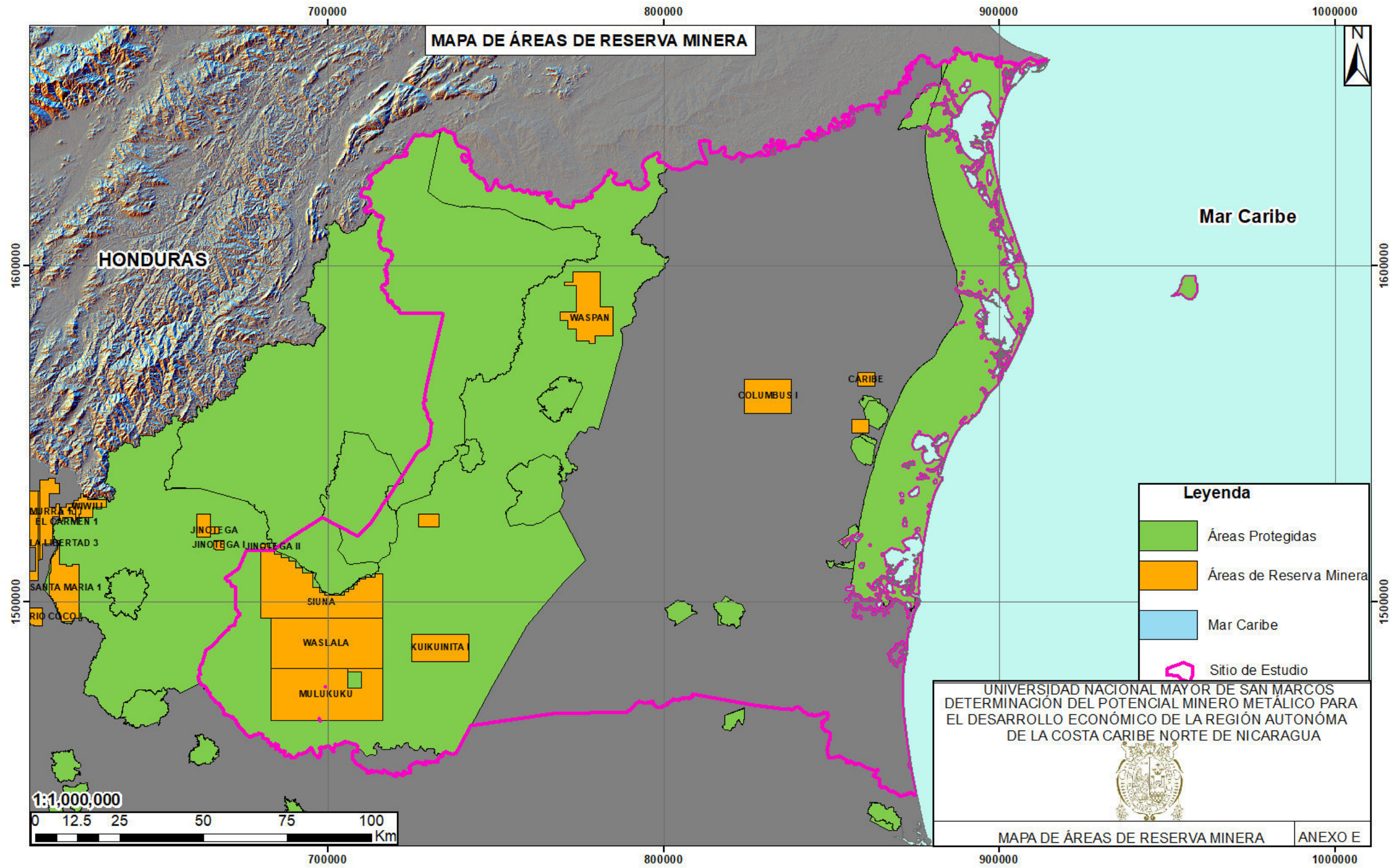




Anexo D. Mapa de concesiones mineras y áreas con potencial geológico.

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas [MEM] 2016).

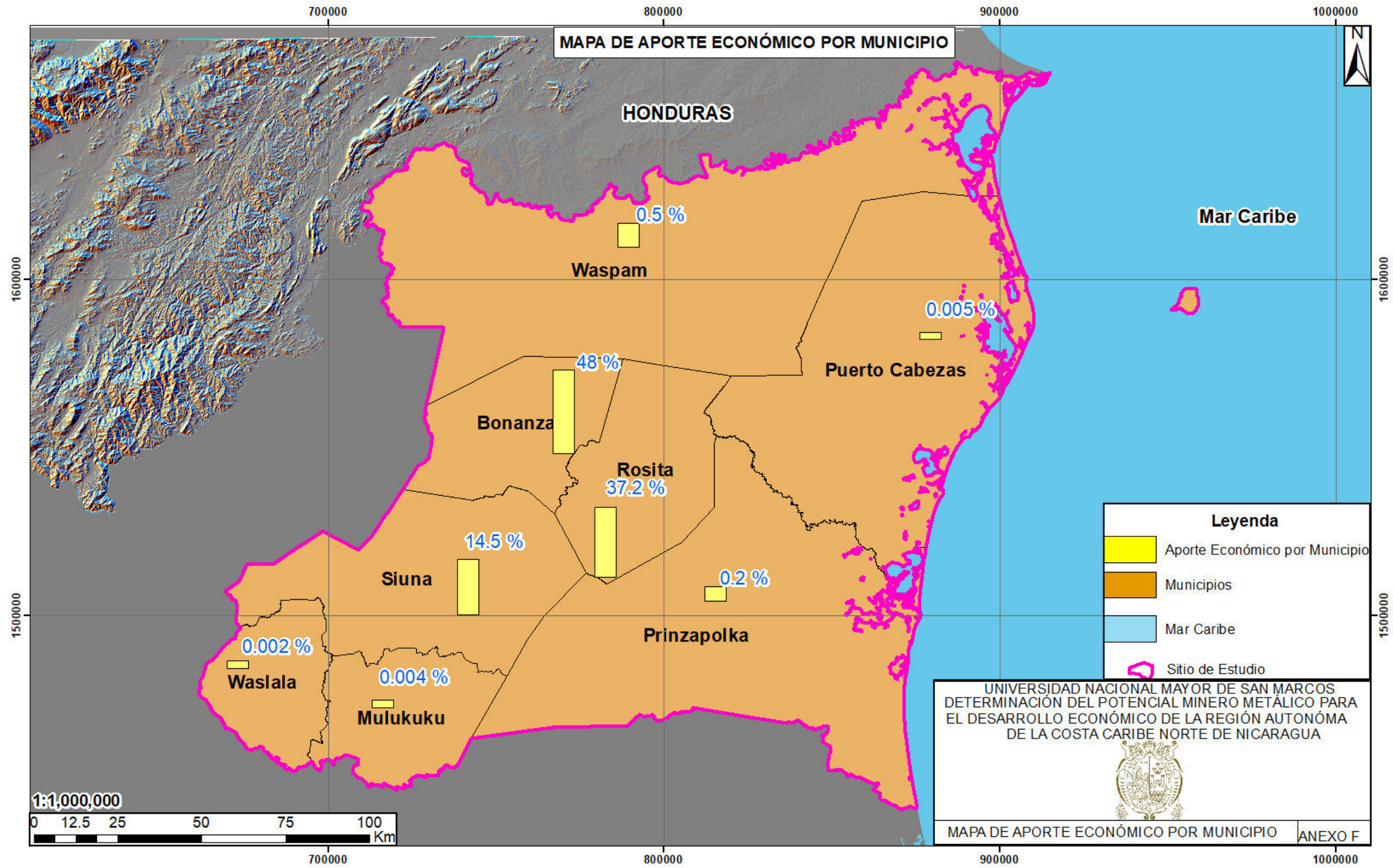




Anexo E. Mapa de áreas de reserva minera

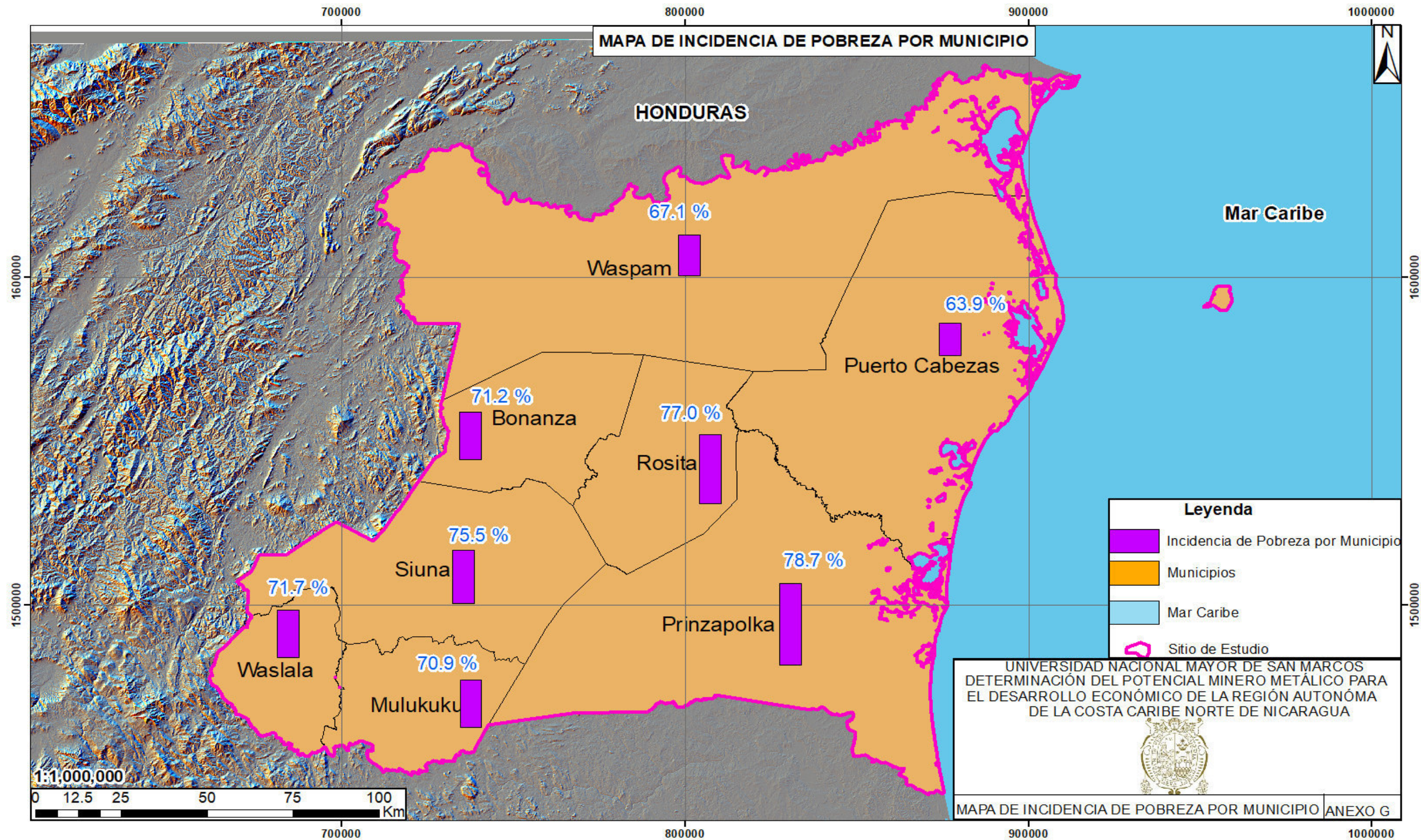
Fuente: (Ministerio de Energía y Minas [MEM] 2016).





Anexo F. Mapa de aporte económico por municipio





Anexo G. Mapa de incidencia de pobreza por municipio

Fuente: (Instituto de Desarrollo Nacional [INIDE] 2008).