

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN**  
**Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**  
**Departamento de Geología**

Trabajo de Grado

**SOSTENIBILIDAD DE LA EX CANTERA  
DE YPACARAÍ COMO ÁREA PROTEGIDA**

**KHATYA SAMIR FRANCO LÓPEZ.**

Trabajo de Grado presentado a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del Título de Grado de Licenciatura en Ciencias-Mención Geología.

SAN LORENZO – PARAGUAY

Diciembre – 2021



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
ASUNCIÓN**  
**Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**  
**Departamento de Geología**

Trabajo de Grado

**SOSTENIBILIDAD DE LA EX CANTERA DE  
YPACARAÍ COMO ÁREA PROTEGIDA**

**KHATYA SAMIR FRANCO LÓPEZ.**

**Orientadora:** Prof. Dra. ANA MARÍA CASTILLO CLERICI.  
Co-orientadores: MSc. Néstor Salinas Franco y Lic. Romina  
Mariel Celabe Gaona

Trabajo de Grado presentado a la Facultad de Ciencias Exactas y  
Naturales, Universidad Nacional de Asunción, como requisito  
para la obtención del Título de Grado de Licenciatura en  
Ciencias-Mención Geología.

**SAN LORENZO – PARAGUAY**

Diciembre – 2021

# SOSTENIBILIDAD DE LA EX CANTERA DE YPACARAÍ COMO ÁREA PROTEGIDA

Autora: KHATYA SAMIR FRANCO LÓPEZ

Orientadora: Prof. Dra. ANA MARÍA CASTILLO CLERICI

Co-orientadores: MSc. Néstor Salinas Franco y Lic. Romina Mariel Celabe Gaona

Trabajo de Grado presentado a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,  
Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del Título  
de Grado de la Licenciatura en Ciencias-Mención Geología.

## MIEMBROS DE LA MESA EXAMINADORA DE TRABAJO DE GRADO

MIEMBROS:

**Prof. Dra. Ana Maria Castillo Clerici** .....

*Universidad Nacional de Asunción, Paraguay*

**Prof. MSc. Sonia Mabel Molinas Ruíz Díaz** .....

*Universidad Nacional de Asunción, Paraguay*

**Prof. MSc. Narciso Cubas Villalba** .....

*Universidad Nacional de Asunción, Paraguay*

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado a Dios ya que gracias a Él he logrado concluir la carrera

A mis padres, Samuel Franco y Gavina López de Franco por brindarme su apoyo incondicional en todo sentido.

A mis hermanas Liz y Giannina por sus palabras de aliento y compañía en todo momento.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar dar las gracias a Dios, sin Él no hubiera sido posible llegar hasta aquí.

A toda mi familia por el acompañamiento en todo este proceso, en especial a mis padres que son pilares de mi vida, mi abuela Catalina Franco por el cariño y ejemplo de superación, mis hermanas y cuñados, mi sobrina Valentina, prima Nahomi que forman parte de mi vida cotidiana y mi tía Viviana que a pesar de la distancia me acompañó con palabras de aliento durante este tiempo.

A la Dra. Ana María Valentina Castillo Clerici por su valiosa orientación para la elaboración de este trabajo.

A la Lic. Romina Mariel Celabe Gaona por su paciencia, sugerencias y ayuda constante en esta investigación.

Al MSc. Nestor Damian Salinas Franco por las sugerencias, acompañamiento y brindarme su tiempo para las visitas al campo.

A la Lic. Clara Viviana Velázquez y su esposo por acompañarme en las visitas al campo y su predisposición en todo momento.

A mi amiga y compañera que me dio la casa de estudios la Lic. Adriana García Mereles y su querida familia por abrirme su casa y brindarme su apoyo en la etapa universitaria.

A la Dirección de Servicio Geográfico Militar (DISERGEMIL), y al Cnel. DCEM Fermin Lezcano Dávalos, Director del Servicio Geográfico Militar por proveer las fotografías aéreas y ortofotocartas necesarias para la realización del trabajo.

Al Cap. Ing. Albert David Martínez Da Silva por tomarse el tiempo de realizar las gestiones correspondientes para lograr los objetivos del trabajo.

A la Lic. Yennifer Sarubbi por las sugerencias y brindarme su tiempo para la elaboración de la lámina delgada.

Al Prof. MSc. Narciso Cubas Villalba por el valioso aporte geológico y su ayuda en la descripción macro y microscópica.

Al Lic. Federico Arguello, por ayudarme en la elaboración de los mapas.

Al Lic. Víctor Franco por brindarme su colaboración y aporte en esta investigación.

A los encargados de la empresa Aventura Xtrema quienes también contribuyeron grandemente para lograr mis objetivos.

A mi amiga y hermana Rocio Barreto por acompañarme en una de mis gestiones y brindarme su apoyo en todo este tiempo.

A todos los profesores, compañeros y amigos que me brindaron su apoyo en este proceso.

# **SOSTENIBILIDAD DE LA EX CANTERA DE YPACARAÍ COMO ÁREA PROTEGIDA**

Autora: KHATYA SAMIR FRANCO LÓPEZ

Orientadora: Prof. Dra. ANA MARÍA CASTILLO CLERICI

Co-orientadores: MSc. Néstor Salinas Franco y Lic. Romina Mariel Celabe Gaona

## **RESUMEN**

La ex cantera Ypacaraí lleva el nombre de dicha ciudad donde se encuentra ubicada, dentro del Departamento Central, la actividad extractiva destinadas a diversos fines se llevó a cabo por más de 40 años aproximadamente, la explotación se detuvo debido a que ya se había afectado el nivel freático, lo que hacía imposible continuar con la actividad de extracción, y esto a su vez y con el paso de tiempo dio lugar a la formación de una laguna artificial que permanece hasta la fecha. Dicha laguna presenta unas dimensiones que abarca unos 10.039 metros cuadrados de área y con una profundidad aproximada de 35 metros. La ex Cantera se constituyó como atractivo turístico, sin embargo debido a los trágicos sucesos ocurridos en el sitio se encuentra totalmente cerrada a todo tipo de actividades ya sea de carácter extractivo o recreativo, esta determinación fue dada por las autoridades del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. El objetivo general de la investigación es el de categorizar la ex Cantera de Ypacaraí como un área protegida, que según los resultados obtenidos mediante el análisis de sus características físicas, la categoría sugerida que puede ser aplicada para su preservación correspondería a “Paisajes Protegidos”, otorgada por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, de la Secretaría del Medio Ambiente, actual Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Palabras claves: Sostenibilidad, Cantera, Ypacaraí.

# **SUSTAINABILITY OF THE FORMER YPACARAÍ QUARRY AS A PROTECTED AREA**

Author: KHATYA SAMIR FRANCO LÓPEZ

Advisor: Prof. Dra. ANA MARÍA CASTILLO CLERICI

Co-avidsor: MSc. Néstor Salinas Franco y Lic. Romina Mariel Celabe Gaona

## **SUMMARY**

The former Ypacaraí quarry bears the name of said city where it is located, within the Central Department, the extractive activity for various purposes was carried out for more than 40 years approximately, the exploitation was stopped because the water table, which made it impossible to continue with the extraction activity, and this in turn and with the passage of time gave rise to the formation of an artificial lagoon that remains to this day. This lagoon has dimensions that cover about 10,039 square meters in area and with an approximate depth of 35 meters. The former Quarry was established as a tourist attraction, however due to the tragic events that occurred on the site it is completely closed to all kinds of activities, be it extractive or recreational, this determination was given by the authorities of the Ministry of Public Works and Communications. The general objective of the research is to categorize the former Ypacaraí Quarry as a protected area, which according to the results obtained through the analysis of its physical characteristics, the suggested category that can be applied for its preservation would correspond to "Protected Landscapes", granted by the National System of Protected Areas, of the Secretariat of the Environment, current Ministry of the Environment and Sustainable Development.

Keywords: Sustainability, Quarry, Ypacaraí.

## INDICE

## Página

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Justificación... ..	1
1.3. Objetivos .....	2
1.3.1. Objetivo General... ..	2
1.3.2. Objetivos Específicos .....	2
1.4. Hipótesis.....	2
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
2.1. Antecedentes... ..	3
2.2. Evaluación Ambiental.....	5
2.3. Impacto Ambiental.....	5
2.4. Geología .....	6
2.5. Estratigrafía .....	6
2.5.2. Grupo Paso Pindó (Pz).....	7
2.5.2.1 Suite Magmática Caapucú... ..	7
2.5.2.2. Riolita.....	8
2.6. Características físico-químicas del agua .....	8
2.6.1. Color... ..	8
2.6.2. Turbidez .....	9
2.6.3. Conductividad... ..	9
2.6.4. Sólidos Totales Disueltos .....	9
2.6.5. Materiales inorgánicos... ..	9
2.6.6. Potencial de hidrogeno (pH)... ..	10
2.6.7. Metales pesados... ..	10
2.6.8. Cromo (Cr).....	11
2.6.9. Coliformes fecales... ..	11
2.6.10. Materia Orgánica .....	11
2.7. Marco Legal .....	11
2.7.1. LEY N° 294/93 “Evaluación de impacto ambiental” .....	12
2.7.2. Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SINASIP) .....	13
2.7.2.1. Equivalencias de categorías de manejo.....	13
2.7.3. LEY N° 3180 “De minería” .....	19
<b>3. METODOLOGIA... ..</b>	<b>20</b>
3.1. Características generales del área de estudio... ..	20
3.1.1. Localización... ..	21
3.1.2. Aspecto físico.....	21
3.1.3. Orografía .....	21
3.1.4. Hidrografía.....	22
3.1.5. Clima.....	22
3.1.6. Vegetación... ..	22
3.2. Materiales.....	22
3.2.1. Materiales utilizados para el trabajo de Gabinete .....	22



3.2.2. Materiales utilizados para el trabajo de Campo.....	22
3.3. Métodos.....	22
3.3.1. Etapa 1. Planificación de recolección de datos.....	22
3.3.2. Etapa 2. Realización de análisis.....	23
3.3.3. Elaboración de mapas.....	23
3.3.4. Análisis de la encuesta realizada.....	26
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>27</b>
4.1. Resultados.....	27
4.1.1. Análisis fisicoquímico del agua de la laguna.....	27
4.1.2. Descripción macroscópica .....	32
4.1.3. Descripción microscópica.....	33
4.1.4. Encuestas realizadas.....	34
4.1.5. Análisis multitemporal.....	41
4.2. Discusión.....	43
<b>5. Conclusión.....</b>	<b>45</b>
<b>6. Recomendaciones.....</b>	<b>46</b>
<b>7. Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>47</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Equivalencia de Categorías de Manejo según la SINASIP .....	14
<b>Tabla 2.</b> Puntos de muestreo de la Laguna .....	25
<b>Tabla 3.</b> Resultados de los análisis fisicoquímicos de la laguna artificial de la ex Cantera Ypacaraí .....	27

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Ortofotocarta del año 1965 del área de estudio.....	3
<b>Figura 2.</b> Mapa de localización del área de estudio.....	21
<b>Figura 3.</b> Mapa de delimitación del área de estudio.....	24
<b>Figura 4.</b> Mapa de los puntos de muestreo.....	25
<b>Figura 5.</b> Gráfico de valores del pH en el agua.....	28
<b>Figura 6.</b> Gráfico de valores de la conductividad del agua.....	29
<b>Figura 7.</b> Gráfico de valores del STD en agua.....	30
<b>Figura 8.</b> Gráfico de valores de MO en agua.....	30
<b>Figura 9.</b> Gráficos de valores de coliformes fecales en agua.....	31
<b>Figura 10.</b> Gráficos de valores de cromo en agua.....	32
<b>Figura 11.</b> A y B Rocas, muestras de mano C. Mineral pirita.....	32
<b>Figura 12.</b> A. Mineral clorita; B. Borde de reacción; C. Mineral pirita en roca	33
<b>Figura 13.</b> D. Borde de reacción con granito; E. Fragmentos piroclastos.....	33
<b>Figura 14.</b> F. Feldespato potásico.....	34
<b>Figura 15.</b> Resultados de la pregunta 1 de la encuesta realizada.....	35
<b>Figura 16.</b> Resultados de la pregunta 2 de la encuesta realizada.....	35
<b>Figura 17.</b> Resultados de la pregunta 3 de la encuesta realizada.....	36
<b>Figura 18.</b> Resultados de la pregunta 4 de la encuesta realizada.....	36
<b>Figura 19.</b> Resultados de la pregunta 5 de la encuesta realizada.....	37
<b>Figura 20.</b> Resultados de la pregunta 6 de la encuesta realizada.....	37

<b>Figura 21.</b> Resultados de la pregunta 7 de la encuesta realizada .....	38
<b>Figura 22.</b> Resultados de la pregunta 8 de la encuesta realizada .....	38
<b>Figura 23.</b> Resultados de la pregunta 9 de la encuesta realizada .....	39
<b>Figura 24.</b> Resultados de la pregunta 10 de la encuesta realizada .....	39
<b>Figura 25.</b> Resultados de la pregunta 11 de la encuesta realizada .....	40
<b>Figura 26.</b> Resultados de la pregunta 12 de la encuesta realizada .....	40
<b>Figura 27.</b> Ortofotocarta de la ex Cantera Ypacaraí año 1965 .....	41
<b>Figura 28.</b> Imagen satelital de la ex Cantera Ypacaraí año 2006 .....	42
<b>Figura 29:</b> Imagen satelital de la ex Cantera Ypacaraí año 2017 .....	42
<b>Figura 30:</b> Imagen satelital de la ex Cantera Ypacaraí año 2021 .....	43



## **LISTA DE ANEXOS**

	<b>Página</b>
<b>Anexo A. Trabajo de Campo .....</b>	<b>49</b>
<b>A1.</b> Recorrido en canoa para la toma de muestra .....	49
<b>A2.</b> Porción de roca muy alterad.....	49
<b>A3.</b> Vista de la laguna y parte de la cantera, desde la orilla .....	50
<b>A4.</b> Paredones con diferencia de alteración .....	50
<b>A5:</b> Afloramiento de roca con abundante falla.....	51
<b>A6:</b> Afloramiento cerca de la laguna .....	51
<b>Anexo B. Publicaciones Periódísticas .....</b>	<b>52</b>
<b>B1.</b> Vista de la laguna, desde una parte de la Cantera .....	52
<b>B2.</b> Parte de la vista de la cantera y la laguna.....	52
<b>B3:</b> Turistas bañándose en la laguna de la Cantera Ypacaraí estando ya restringida el acceso.....	53
<b>Anexo C. Informes de Ensayos y Resolución.....</b>	<b>54</b>

## LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

**DIA** Declaración de impacto ambiental

**DISERGEMIL** Dirección del Servicio Geográfico Militar.

**DOC** Carbono Orgánico Disuelto

**GPS** Sistema de Posicionamiento Global

**m** metros

**M. S. N. M:** Metros sobre el nivel del Mar.

**MADES** Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible

**mm** milímetros

**MOPC** Ministerio de Obras Públicas

**NOM** materia orgánica natural

**pH** Potencial de Hidrogeno

**Ppm** Parte por millón

**SEAM** Secretaria del Ambiente

**SINASIP** Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas

**ST** Solidos Totales

**STD** Sólidos totales disueltos

**UICN** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Planteamiento del problema**

La cantera Ypacarai fue explotado durante muchos años como materia prima para la construcción del asfalto de gran parte de la ruta N° 2 hasta las cercanías de Coronel Oviedo. La misma está localizada a cuatro kilómetros del centro de la ciudad de Ypacaraí sobre la ruta que conecta a la ciudad de Pirayú.

Luego de cuarenta y cinco años aproximadamente, la explotación se detuvo debido a que ya se había afectado el nivel freático, lo que hacía imposible continuar con la actividad de extracción, y esto a su vez y con el paso de tiempo dio lugar a la formación de una laguna artificial que permanece hasta la fecha.

Actualmente, la ex Cantera se encuentra totalmente cerrada a todo tipo de actividades ya sea de carácter extractivo o recreativo, esta determinación fue dada por las Autoridades teniendo en cuenta el peligro existente tras los desafortunados sucesos que tuvieron en el sitio tales como accidentes e incluso fallecidos por ahogamiento.

El presente estudio de investigación se basa en la evaluación del impacto socio-ambiental generado por la explotación de la Cantera, en vista de que en cercanías del mismo residen una gran cantidad de habitantes que pudieron quedar con las consecuencias negativas desde el punto de vista social y ambiental.

## **1.2. Justificación**

A lo largo del tiempo la explotación de las canteras han sido una actividad bastante desarrollada a nivel mundial, constituyéndose como un potencial económico al aportar materia prima para distintos usos como por ejemplo obras viales, usos ornamentales entre otros. La minería se caracteriza por generar un impacto mayormente negativo al ambiente y por ende también a la sociedad.

Esta investigación se realiza con el fin de conocer la situación actual desde el punto de vista social y ambiental de la Cantera de Ypacarai, ya que se trata de un sitio abandonado desde hace varios años, de modo que con los datos obtenidos se pueda proporcionar información geológica, ambiental y social requerida para una caracterización adecuada y posteriormente, proponer una categorización adecuada de acuerdo a lo utilizado por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (MADES) o municipal.



### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Categorizar la ex Cantera de Ypacaraí como un área protegida

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el estado actual y temporal de las características físicas y de su impacto socio-ambiental de la ex cantera de Ypacaraí.
- Sugerir una categoría de manejo de acuerdo a los parámetros establecidos por la SINASIP para la puesta en valor de la ex Cantera Ypacaraí.

### **1.4. Hipótesis**

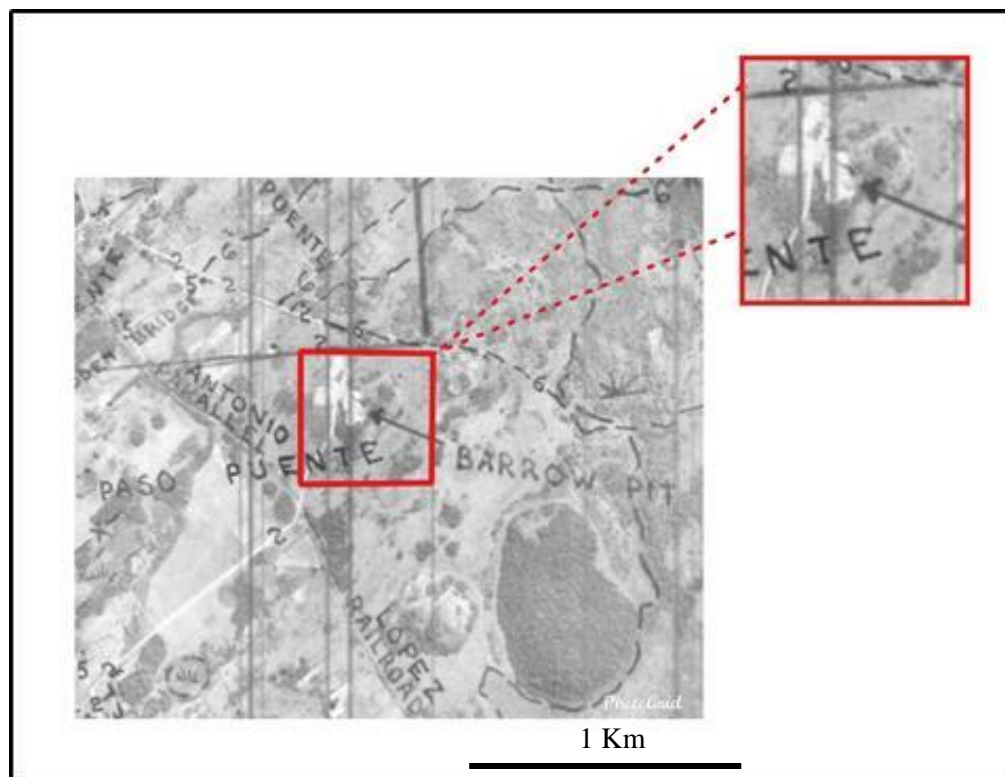
**Hi:** Existe un impacto socio-ambiental negativo generado por la explotación de la Cantera y la falta de recuperación del área

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

Los datos referentes a la explotación propiamente dicha son muy escasos, en cambio en conversación con el Lic. Víctor Franco (ex jefe del Departamento de Canteras de la Dirección de Recursos Minerales del MOPC) se obtuvieron informaciones relacionadas a tal actividad. El mismo manifestó que el periodo en que se llevó a cabo la explotación es un poco difícil de precisar de manera exacta, pero se puede estimar desde 1.940 hasta mediados de 1.985, más o menos.

Mencionó además que desconoce trabajos específicos realizados sobre la cantera, pero que varios geólogos extranjeros realizaron las primeras investigaciones geológicas, entre estos menciona los escritos de Horacio Harrington, Putzer.



**Figura 1. Ortofotocarta del año 1965 del área de estudio.**

Fuente: Modificado del Instituto Geográfico Militar

Sin embargo, en base a las investigaciones periodísticas publicadas se tiene conocimiento de

algunos eventos tales como se menciona en las notas a continuación:

Según el Diario ABC (publicado el 12 de septiembre del 2014) desde hace décadas, la cantera de Ypacaraí es uno de los sitios más visitados de la ciudad, por sus limpias aguas, relieves y el paisaje. Sin embargo, esta naciente tiene en su haber al menos 20 fallecidos.

Su historia comienza en los años 60 (Fig. 1), cuando el sitio era explotado para la extracción de piedras destinadas a diversos fines. Con el tiempo, la grieta generada por la máquina pesada alcanzó el nivel freático. A principios de 1980, según cuentan los pobladores, fue imposible seguir trabajando en la cantera, pues se había convertido en un pequeño lago. Con el correr de los años, las aguas transparentes y frías, sumadas al paisaje, convirtieron a esta vieja zona de obras en un punto atractivo para los vecinos y turísticas de todo el país. Se trata de una cantera que según se cree, cuenta con unos 35 metros de profundidad en algunos puntos. Prueba de la peligrosidad de esta naciente se plasma en los registros de fallecidos por ahogamiento, que llegan a las 20 a lo largo de la historia de este sitio.

Para ingresar a la cantera no se paga nada ni tampoco existe un sistema de seguridad ni mucho menos iluminación. ¿Pero por qué un lugar tan concurrido está tan descuidado? Es porque el dueño del inmueble, el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), que en los 80 expropió el terreno y se olvidó de este atractivo pero peligroso lugar.

De acuerdo con Gregorio Cabrera, secretario general de la Municipalidad de Ypacaraí, durante varias administraciones pidieron a la cantera de Obras que les transfiriera el inmueble a fin de introducir mejoras a la cantera, estos pedidos quedaron en la nada.

*“Nosotros, desde la municipalidad, habíamos solicitado al MOPC, no solo a la actual administración, sino a las otras también, tener la administración de la cantera para poder poner letreros, guardias, para invertir en él”, precisó el funcionario municipal.*

Y el Diario ÚLTIMA HORA (publicado el 8 de enero del 2015) En cuanto al acceso a la cantera en esta nota se publica que el Ministerio de Obras Públicas (MOPC) decidió prohibir el ingreso a la cantera de Ypacaraí tras los casos de ahogamientos registrados en el lugar. El sitio se convirtió en un sitio turístico en los últimos años.

El exministro de Obras, Ramón Jiménez Gaona, firmó una resolución en la que se establece la prohibición del acceso al inmueble donde está ubicada la cantera de Ypacaraí, y su uso por personas extrañas a la institución. El documento explica que el sitio es propiedad de la cartera de Estado y su acceso no estaba restringido. En esta época del año se utiliza como lugar de recreación de personas, sin ningún tipo de vigilancia y medios de prevención para cualquier tipo de urgencias.

Por último el Diario HOY (publicado el 12 de enero del 2015) Según esta publicación los titulares en aquel entonces del MOPC y la SENATUR, Ramón Jiménez Gaona y Marcela Bacigalupo respectivamente, revelaron que harán de la cantera de Ypacaraí un lugar turístico, seguro y con todas las comodidades y servicios para los visitantes.

El primer paso es formar una mesa de trabajo, luego se trabajará la parte jurídica y técnica, y por último se llamará a licitación. El proyecto se desarrollaría bajo la modalidad de concesión. El proyecto presentando por la Secretaría Nacional de Turismo propone generar

fuentes de trabajo para la comunidad local, aumentar la seguridad y control de los visitantes, acondicionamiento y limpieza del fondo de la laguna y fomentar el turismo a nivel regional.

## **2.2 Evaluación ambiental**

La evaluación ambiental resulta indispensable para la protección del medio ambiente y a través de la evaluación de proyectos, garantiza una adecuada prevención de los impactos ambientales concretos que se puedan generar, al tiempo que establece mecanismos eficaces de corrección o compensación. La evaluación ambiental es un instrumento plenamente consolidado que acompaña al desarrollo, asegurando que éste sea sostenible e integrador. (Gómez, 2016)

## **2.3 Impacto Ambiental**

Según Espinoza, (2007) existen en la literatura abundantes definiciones respecto al concepto de “impacto ambiental”. Algunos lo definen como los cambios espaciales y temporales de un parámetro ambiental como resultado de la interacción de una acción humana en particular, en comparación con lo que hubiese ocurrido si la situación no se hubiese dado. Otros definen los impactos como las alteraciones significativas, de carácter negativo o beneficioso, que se producen en el ambiente como resultado de una actividad humana. En ambos casos debe tenerse claridad sobre los umbrales de aceptabilidad respecto al deterioro ambiental y los elementos del ambiente que deben ser protegidos.

Cabe recordar acá la diferencia entre efecto e impacto. El primero se refiere a cualquier variación o modificación de los factores ambientales por la acción de un proyecto. El segundo vincula la valoración del grado de significancia positiva o negativa producida sobre la calidad ambiental. La caracterización de un impacto se realiza sobre la base de diversos aspectos. Entre ellos: carácter, magnitud, significado, duración, etc.

Un enfoque lógico y sistemático permite asegurar que todos los impactos, sus causas y las interacciones entre ellos puedan ser adecuadamente cubiertos por la metodología. Los métodos se basan en la experiencia colectiva acumulada y su selección correcta elimina errores e incertezas en los análisis. Muchos de ellos han sido ajustados para incrementar su eficiencia y exactitud. Las metodologías corresponden a enfoques que desarrollan la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales de un proyecto. Los impactos pueden ser establecidos cuantitativamente con indicadores, o cualitativamente según criterios de valoración preestablecidos. La serie de estimaciones previstas por las metodologías conforman una proyección de las consecuencias de la propuesta sobre el ambiente. Esto constituye el marco de análisis para tomar una decisión conjunta con otras variables del desarrollo.

Cabe mencionar que, además de los impactos directos identificados en la Evaluación de Impacto Ambiental, también existen otra clase de impactos:

- **Impactos Indirectos:** Impactos secundarios o adicionales que podrían ocurrir sobre el ambiente como resultado de una acción humana
- **Impactos Acumulativos:** Impactos que resultan de una acción propuesta, y que se incrementan al añadir los impactos colectivos o individuales producidos por otras acciones;

- Impactos Sinérgicos: Impactos producidos como consecuencia de varias acciones y cuya incidencia final es mayor a la suma de las incidencias parciales de las modificaciones causadas por cada una de las acciones que las genera.

## 2.4. Geología

Conforme a lo mencionado por Harrington (1950) al noreste de Mbocayaty, en el borde mismo del pueblo y casi sobre el camino corretero, se ha abierto una cantera bastante grande en un cerrillo que tiene apenas 20 metros de altura y 200 metros de diámetro en la base. Se trata de otro *neck* formado por dos tipos distintos de rocas que se encuentran juntas en la cantera mencionada. Una es un basalto olivínico de color gris oscuro, con pasta afanítica y fenocristales de plagioclasa, anfíbol y olivina. La otra es una roca granosa, fanero cristalina, formada por los mismos minerales más biotita, y que podría ser gabro de color también gris oscuro. Ambas tocas están poco meteorizadas y poco diaclasadas, presentándose directamente en contacto a lo largo de un plano casi vertical pero ondulado.

Frente a estas rocas, mayormente básicas o mesosilíceas, existe, no lejos de San Bernardino, aún otro tipo por completo distinto, que aflora en un cerrillo cónico similar a los descriptos.

Se trata de un asomo, aislado entre depósitos aluviales recientes, que aparece casi en la línea media de la depresión de Ypacarai, a unos dos kilómetros al sur del pueblo homónimo. Las rocas forman un cerrillo cónico de escasa altura, en cuyo flanco septentrional se ha abierto una cantera importante de donde se extrae gran parte de la roca utilizada en la construcción de la nueva red de caminos paraguayos.

En el corte fresco de la cantera se observa que la roca es una riolita de color gris obscuro casi negro, con pequeños fenocristales euhedrales de cuarzo y muy escasos de ortosa (o sanidina) y con pasta afanítica o microfelsítica. Tiene el aspecto de una riolita extrusiva y parece, al menos microscópicamente, muy distinta de los pórfidos cuarcíferos o riolitas precámbricas de las Misiones.

## 2.5. Estratigrafía

### 2.5.1. Grupo Paso Pindó (PZ)

Harrington (1950; 1956) fue el primer autor en mencionar la presencia de metasedimentos de los alrededores del Cerro Cristo Redentor, describió la presencia de areniscas lutíticas que subyacen a varvitas, atribuyéndoles una edad Pérmica.

Eckel (1959), emplea por primera vez la denominación “Grupo Paso Pindó” para señalar el paquete de rocas metasedimentarias que afloran al nordeste de la ciudad de Villa Florida en las cercanías de la Estancia Paso Pindó. Más tarde Putzer (1962) descubrió la secuencia como pizarras oscuras, finamente estratificadas, algo arenosas y cuarcitas claras infrayacentes, asignándoles una edad precámbrica inferior.

Orué (1996) interpretó la unidad como perteneciente a una secuencia vulcanosedimentaria, basándose en estudios petrográficos. El Grupo Paso Pindó (pz) aparece en el área del mapa geológico de Caacupe, constituido por sedimentos de granulometría fina a muy fina y se halla expuesto en la base de la Serranía de los Altos, en una localidad ubicada entre las compañías Cerro Vera y Costa Jhú. Otra localidad de afloramiento importante se halla en las

proximidades del pueblo de Pirayú, en donde se observa el contacto del grupo con las riolitas de la Suite Magmática Caapucú.

Las rocas del Grupo Paso Pindó consistente de sedimentos moderadamente metamorfizados y altamente tectonizados (plegados y fallados), asociados al Ciclo Tectónico Brasileño (580 a 590 ma; Soller et. Al 1987 en Englan, 1991). Los mismos se depositan en la fase sedimentaria inicial del ciclo y son estructurados y metamorfizados durante la etapa de apogeo del ciclo. Los metasedimentos de este grupo en la Hoja Caacupé pertenecen a la Formación Cristo Redentor, definida en la Hoja Paraguari.

En base a la petrografía las rocas corresponden a siltitas finas, microlaminadas, afectadas por moderado metamorfismo, que en la lámina presenta minerales de sericita y agregados de cuarzo feldespático. La sericita se halla dispuesta paralela a la esquistosidad, encontrándose laminaciones ricas en limolita, asociadas con granos gruesos y acompañados con pequeñas placas de micas claras (muscovita), de aproximadamente 0,03mm. Esta laminación en partes presenta granulación y es atravesada por fracturas verticales a la esquistosidad, producidos por tectonismo posteriores.

## **2.5.2. Suite Magmática Caapucú**

Inicialmente las rocas magmáticas de esta unidad han sido divididas por Kanzler (1987) en cuatro diferentes tipos: (Granitos Barrerito, Jhú, Casualidad y Charara).

En concordancia con Kanzler (1987) la mayor parte de estas denominaciones ha sido mantenida por el equipo de mapeo de la Hoja Villa Florida (Cubas et al, 1997), ya que se han individualizado los mismos tipos de rocas en función a sus características petrográficas y/o ocurrencias de campo.

Las características petrográficas de las rocas de la Suite Magmática Caapucú son debido a los diferentes niveles de emplazamiento (batolito, stoks, diques, y capas de lavas), en los cuales las intrusiones y extrusiones de magma ocurrieron más o menos al mismo tiempo, pero en diferentes pulsos, al final del Proterozoico superior e inicios del Cámbrico.

### **2.5.2.1. Porfido de Granito (Tipo Fanego)**

En la localidad de San Bernardino, en contacto discordante con conglomerado suprayacentes del Grupo Caacupé, afloran rocas subintrusivas hipoabisales, de color rosado a gris, de textura porfirítica, normalmente en estado de alteración.

Petrografía: Este material se presenta al microscopio como roca cristalina de textura porfirítica, con fenocristales de cuarzo, plagioclasa y biotita. La plagioclasa se encuentra alterada y presenta una pigmentación oscura, en parte rica en sericita y clorita. La biotita ocurre en granos aislados y generalmente esta reemplazada por clorita.

La matriz es de grano fino, xenomórfica, compuesta por pequeños granos de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa. Como minerales accesorios ocurren epidota y fluorita, este última de color violeta.

### **2.5.2.2. Riolita**

En la localidad de Pirayú se hallan expuestas rocas riolíticas, de color generalmente gris oscuro, marrón rojizo y rosado. Estas poseen texturas porfirítica, con gran predominancia de la matriz sobre los fenocristales de cuarzo y feldespato. Dicha matriz es afanítica compuesta de minerales micro-criptocristalinos de cuarzo y feldespato.

Petrografía: Esta roca presenta textura piroclástica, con fenocristales de feldespato, cuarzo y fragmentos líticos. Los feldespatos son subhedrales a anhedrales se encuentran alterados a sericita y minerales arcillosos, algunos fenocristales presentan crecimiento gráfico con cuarzo. El cuarzo se presenta en forma anhedral con bordes corroídos, a veces totalmente fragmentado, como así también el feldespato. Entre los fragmentos líticos se encuentran: metasiltitas, posiblemente arenisca y dacita (?). Las metasiltitas presentan clivaje y están compuestas por cuarzo, muscovita y clorita. Las areniscas contienen granos irregulares de cuarzo, epidota y minerales opacos. Los fragmentos de dacita (?) presentan minerales de feldespato (plagioclasa) y ferromagnesianos alterados. Como minerales secundarios se observan carbonato, biotita y clorita, además de circón como accesorio. Todos estos componentes se encuentran incluidos en un matriz con arreglo esferulítico (compuesto por finos agregados cuarzo-feldespático con disposición radial), polvo vítreo, cuarzo astilloso y material micáceo muy fino diseminado. La matriz exhibe en partes estructura fluidal con porciones microgranulares, compuesto por cuarzo recristalizado. De acuerdo a su composición se clasifica como una Toba riolítica.

## **2.6. Características físico-químicas del agua**

Lapeña (1989) menciona que las aguas naturales siempre contienen impurezas, a pesar de que provengan de un agua de lluvia teóricamente pura. En el ciclo hidrológico la evaporación del agua hacia las nubes constituye un proceso de contaminación cuyo resultado final dependerá de las condiciones atmosféricas y climáticas de la región en que caiga, de las características geológicas del terreno y de su distribución como aguas superficiales o subterráneas. El nivel natural de calidad del agua podrá ser modificado, además, como consecuencia de las actividades humanas.

Según el mismo autor, el agua de lluvia está saturada de oxígeno, nitrógeno, y dióxido de carbono y, en general, es ligeramente ácida con un pH inferior a 6. La acidez puede verse incrementada por contaminantes atmosféricos, principalmente óxidos de azufre y nitrógeno. Cuanto más ácida se el agua de lluvia, más fácilmente reaccionará con los materiales geológicos con los que entre en contacto.

### **2.6.1. Color**

El color es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible. No se puede atribuir a ningún constituyente en exclusiva, aunque ciertos colores en aguas naturales son indicativos de la presencia de ciertos contaminantes. El agua pura solo es azulada en grandes espesores. En general el presenta colores inducidos por materiales orgánicos de los suelos vegetales, como el color amarillento debido a los ácidos húmicos. La presencia de hierro puede darle color rojizo, y la del magnesio un color negro. Según el origen del color los principales tratamientos de eliminación pueden ser la coagulación y filtración, la cloración, o la absorción en carbón activo (Lapeña, 1989).

### **2.6.2. Turbidez**

De acuerdo a lo mencionado por Lapeña (1989) la turbidez es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloides o muy finos, que se presentan principalmente en aguas superficiales. Son difíciles de decantar y filtrar, y puede dar lugar a la formación de depósitos en las conducciones de agua, equipos de procesos, etc. Además interfiere con la mayoría de proceso a que se pueda destinar el agua.

Las aguas subterráneas suelen tener valores inferiores a 1 ppm de sílice, pero las superficies pueden alcanzar varias decenas. Las aguas con 1 ppm son muy transparentes y permiten ver a través hasta profundidades de 4 o 5 m. Con 10 ppm, que sería el máximo deseable para una buena operación de los filtros. Por encima de 100 ppm la transparencia está por debajo de los 10 cm y los filtros se obstruyen rápidamente. La turbidez se elimina mediante procesos de coagulación, decantación y filtración (Lapeña, 1989).

### **2.6.3. Conductividad**

La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad. Es indicativa de la materia ionizable total presente en el agua. El agua pura constituye mínimamente a la conductividad, y en casi su totalidad es el resultado del movimiento de los iones de las impurezas presentes (Lapeña, 1989).

### **2.6.4. Sólidos totales disueltos**

La concentración total de minerales disueltos en el agua es un índice general de la adaptabilidad del agua para diversos usos. Los términos “sólidos totales”, (ST), sólidos disueltos totales o sólidos disueltos, se usan más o menos como sinónimos. Los sólidos totales disueltos se pueden determinar a partir del residuo seco que queda de una muestra de agua que se haya dejado evaporar. También se puede calcular sumando las concentraciones determinadas por separado de todos los iones presentes en el agua. Los sólidos disueltos calculados serán por lo general ligeramente menores que el residuo dejado por la evaporación. La diferencia puede alcanzar de 10 a 20 ppm en aquellas aguas que contengan 100 a 500 ppm de sólidos disueltos, y que puede ser mayor en el caso de aguas altamente mineralizadas (Johnson 1997, citado en Valdez, 2019).

El agua que contiene mucha materia mineral disuelta no es satisfactoria para ciertos usos. Si el agua contiene menos de 500 ppm de sólidos disueltos, es por lo general adecuada para uso doméstico y para varios propósitos industriales. Aquellas aguas con más de 1000 ppm de sólidos disueltos, contiene por lo general minerales que le imprimen un sabor desagradable o la hacen inapropiada en otros aspectos (Johnson 1997, citado en Valdez, 2019).

### **2.6.5. Materiales inorgánicos**

Raudel Ramos *et al*, (2002) alegan que existe una gran variedad de componentes inorgánicos en aguas residuales importantes para establecer calidad de los efluentes o descargas de este tipo de agua. La concentración de sustancias inorgánicas en el agua se ve incrementada por la actividad geológica y por las descargas de agua residual tratada o sin tratar. Generalmente las aguas naturales disuelven gran cantidad de rocas y minerales con los que está en contacto, a diferencia de las aguas residuales que contienen materiales debido de ciclo de utilización o tratamiento al que han sido sometidos. Otro factor que incrementa la cantidad de materia



inorgánica es la evaporación natural de los efluentes. Es necesario determinar el tipo y concentración de los materiales inorgánicos presentes en el agua para poder establecer su calidad, ya sea para ser descargada a los sistemas de alcantarillado público. Dentro de las determinaciones principales para evaluar esta calidad tenemos el potencial hidrogeno (pH), alcalinidad, nitrógeno y sus formas, fósforo, azufre, metales pesados, compuestos inorgánicos tóxicos, gases como oxígeno disuelto, metano y ácido sulfúrico.

#### **2.6.6. Potencial de hidrogeno (pH)**

La concentración del ion hidrógeno es importante tanto en agua naturales como residuales. El intervalo de concentraciones para que no se alteren las características biológicas de un cuerpo de agua en relación con este parámetro es limitado y crítico a la vez. Si la concentración de ion hidrógeno o es la adecuada, esto es pH ácido o básico, es difícil tratar por medios biológicos un agua residual, también si no es ajustada después de tratar la descarga, pueden afectarse los cuerpos de agua que reciban estos efluentes. El pH es importante en todas las fases de la ingeniería sanitaria. En el campo de abastecimiento de agua, es un factor que debe ser considerado si se van a realizar tratamientos como coagulación química, desinfección, ablandamiento, control de corrosión, etcétera. En el tratamiento de aguas residuales y desechos industriales en los que se emplean procesos biológicos, el pH debe ser controlado dentro de un intervalo favorable a la acción de los microorganismos. Entorno de la afectación ecológica, un pH elevado o bajo puede ser perjudicial, ocasionando la muerte de peces y la estabilidad general en corrientes naturales, e inactivando los microorganismos esenciales en los procesos de tratamiento de agua residuales. Los efluentes o residuos de bajo pH son corrosivos para las estructuras de acero y concreto en los sistemas de vías acuáticas o alcantarillados. Afortunadamente, los valores extremos de pH en aguas residuales son controlables por neutralización. Los procesos químicos utilizados para coagular aguas residuales o desechos industriales, para secar lodo o para oxidar ciertas sustancias, requieren que el pH sea controlado dentro del límite muy estrecho (Lapeña, 1989).

#### **2.6.7. Metales pesados**

Cantidades trazas de algunos metales (como níquel, manganeso, plomo, cromo, cadmio, zinc, cobre, hierro y mercurio) son constituyentes importantes de la mayoría de las aguas. Algunos de estos metales son necesarios para el desarrollo biológico de algunas especies en el agua (plantas, animales), las cuales podrán verse limitadas en su crecimiento por la ausencia o insuficiencia de alguno de ellos. La presencia de cualquiera de estos metales en cantidades excesivas infiere con los usos benéficos de cualquier agua debido a sus características tóxicas, ya que son altamente persistentes y no biodegradables. La mayoría de estos metales son bioacumulables en los tejidos de los organismos vivos manteniéndose por largos periodos de tiempo, transformándose en venenos potenciales. La mayoría de los metales pesados están presentes en la corteza terrestre y son arrastrados en solución o en suspensión por escurrimientos hacia ríos, estuarios o mares. Las actividades humanas también contribuyen en forma directa o indirecta, con la eliminación directa de estos metales en el medio ambiente. El uso de plaguicidas, industrias de neumáticos, platinado, refinerías, circuitos electrónicos, son algunas de las fuentes generadoras de este tipo de contaminantes, ocasionando que los sedimentos formados en aguas residuales estén cargados con gran cantidad de metales (Lapeña, 1989).

### **2.6.8. Cromo (Cr)**

El cromo se considera un metal esencial en organismos cuando se encuentra a bajas concentraciones, al aumentar éstas, el cromo VI es muy tóxico por su solubilidad y fácil penetración al interior de las células, mientras que el cromo III es insoluble y de difícil ingreso (National Academy of Sciences 1974, Villalobos Pietrini 1979, Rosas et al. 1989). En los ríos y océanos, está constituyendo complejos, principalmente hidróxidos en concentraciones que van de 1 a 1.5 pg/l. En aguas marinas existe el ion  $CrO_4^{2-}$  formando parte de los nódulos de manganeso (Riley y Chester 1971). En los sedimentos costeros las concentraciones decrecen en zonas oceánicas profundas, siendo de 80 pg/g para el Atlántico y de 77 pg/g para el Pacífico (Riley y Chester 1971). En ambientes costeros están íntimamente asociadas a desechos industriales, de minería, tenería y galvanoplastia, así como a la industria de fertilizantes (Villanueva & Botello, 1992 citado en Martínez 2020)

### **2.6.9. Coliformes fecales**

El agua actúa como vehículo para la diseminación de enfermedades. Todas las aguas contaminadas por drenaje son potencialmente peligrosas. La presencia de organismos coliformes en el agua es considerada evidencia de contaminación fecal, debido a que su origen es el tubo gastrointestinal de los humanos y otros animales de sangre caliente. También son encontrados en el suelo y el agua que ha estado sujeta a contaminación por polvo, insectos, pájaros, animales pequeños y grandes. Los coliformes fecales, no representan un riesgo grave para el agua de consumo, como algún día lo fueron, pero aún se utilizan como indicadores de contaminación (Lapeña, 1989).

### **2.6.10 Materia orgánica**

Según Rodríguez (2003), las aguas naturales contienen concentraciones variables de numerosos compuestos orgánicos; incluso el agua de lluvia contiene materia orgánica en concentraciones en torno a 1 mg/l. La mayor parte del material orgánico está presente en forma disuelta (Carbono Orgánico Disuelto; DOC), mientras que una mínima parte (generalmente en torno al 10%) está en forma coloidal o particulada, la diferenciación entre ambas fracciones se hace mediante filtrado (0,45 $\mu$ m).

De acuerdo al mismo autor, la concentración de materia orgánica es usualmente baja en aguas subterráneas y en aguas marinas (en estas últimas en torno a 1 mg/l), variable en aguas superficiales (en torno a unos pocos mg/l, con una media en el rango de 5-6 mg/l) y puede llegar a ser bastante alta en algunos casos concretos, como en largos eutrofizados (30 mg/l y valores superiores)

Esta materia orgánica natural (NOM) del agua proviene principalmente del arrastre de materia orgánica de los suelos circundantes y de reacciones biológicas, químicas y fotoquímicas que sufren los subproductos orgánicos derivados de la descomposición de plantas y animales en el medio acuoso (Rodríguez, 2003).

## **2.7. Marco legal**

Es de suma importancia tener en cuenta el marco legal a fin de determinar cuando sea necesario la acción correctiva necesaria, y de ser el caso, el tipo de acción definitiva que deba tomarse. Es por ello que la propuesta del presente trabajo está amparada por las siguientes leyes:

### **2.7.1. LEY N° 294/93 “Evaluación de impacto ambiental”**

**Artículo 1°.-** Declárase obligatoria la Evaluación de Impacto Ambiental. Se entenderá por Impacto Ambiental, a los efectos legales, toda modificación del medio ambiente provocada por obras o actividades humanas que tengan, como consecuencia positiva o negativa, directa o indirecta, afectar la vida en general, la biodiversidad, la calidad o una cantidad significativa de los recursos naturales o ambientales y su aprovechamiento, el bienestar, la salud, la seguridad personal, los hábitos y costumbres, el patrimonio cultural o los medios de vida legítimos.

**Artículo 2°.-** Se entenderá por Evaluación de Impacto Ambiental, a los efectos legales, el estudio científico que permita identificar, prever y estimar impactos ambientales, en toda obra o actividad proyectada o en ejecución.

**Artículo 3°.-** Toda Evaluación de Impacto Ambiental deberá contener, como mínimo:

- a) Una descripción del tipo de obra o naturaleza de la actividad proyectada, con mención de sus propietarios y responsables; su localización; sus magnitudes; su proceso de instalación, operación y mantenimiento; tipos de materia prima e insumos a utilizar; las etapas y el cronograma de ejecución; número y caracterización de la fuerza de trabajo a emplear;
- b) Una estimación de la significación socioeconómica del proyecto, su vinculación con las políticas gubernamentales, municipales y departamentales y su adecuación a una política de desarrollo sustentable, así como a las regulaciones territoriales, urbanísticas y técnicas;
- c) Los límites del área geográfica a ser afectada, con una descripción física, biológica, socioeconómica y cultural, detallada tanto cuantitativa como cualitativamente, del área de influencia directa de las obras o actividades y un inventario ambiental de la misma, de tal modo a caracterizar su estado previo a las transformaciones proyectadas, con especial atención en la determinación de las cuencas hidrográficas;
- d) Los análisis indispensables para determinar los posibles impactos y los riesgos de las obras o actividades durante cada etapa de su ejecución y luego de finalizada; sus efectos positivos y negativos, directos e indirectos, permanentes o temporales, reversibles o irreversibles, continuos o discontinuos, regulares o irregulares, acumulativos o sinérgicos, de corto, mediano o largo plazo;
- e) Un Plan de Gestión Ambiental que contendrá la descripción de las medidas protectoras, correctoras o de mitigación de impactos negativos que se prevén en el proyecto; de las compensaciones e indemnizaciones previstas; de los métodos e instrumentos de vigilancia, monitoreo y control que se utilizarán, así como las demás previsiones que se agreguen en las reglamentaciones;
- f) Una relación de las alternativas técnicas del proyecto y de las de su localización, así como una estimación de las circunstancias que se darían si el mismo no se realizase; y,

g) Un relatorio en el cual se resumirá la información detallada de la Evaluación de Impacto Ambiental y las conclusiones del documento. El Relatorio deberá redactarse en términos fácilmente comprensibles, con empleo de medios de comunicación visual y otras técnicas didácticas y no deberá exceder de la quinta parte del Estudio de Impacto Ambiental.

**Artículo 4°.-** La Evaluación de Impacto Ambiental y sus Relatorios, así como sus ampliaciones y modificaciones, deberán ser realizados por las personas, empresas u organismos especializados que estén debidamente autorizados e inscriptos para el efecto y deberán ser costeados por los responsables del proyecto, quienes los suscribirán en tantos ejemplares como exija cada reglamentación.

**Artículo 5°.** Toda Declaración de Impacto Ambiental (DIA) será presentada por su o sus responsables ante la Autoridad Administrativa junto con el proyecto de obra o actividad y los demás requisitos que ésta determine.

**Artículo 6°.-** La Autoridad Administrativa con facultad para examinar y dictaminar acerca de la Evaluación de Impacto Ambiental y sus Relatorios será el Ministerio de Agricultura y Ganadería, a través de la Dirección de Ordenamiento Ambiental, o de los organismos que pudieran sucederle. La reglamentación de esta Ley y la aplicación de sus prescripciones estarán a cargo de la Autoridad Administrativa.

## **2.7.2. Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SINASIP)**

El SINASIP es creado en el marco de la Ley N° 352/94 de Áreas Protegidas, de relevancia ecológica y social, a nivel internacional, nacional y local, bajo un manejo ordenado y dirigido que permita cumplir con los objetivos y políticas de conservación establecidas por la Nación.

### **2.7.2.1. Equivalencias de categorías de manejo**

Se presenta un cuadro de equivalencias entre las categorías de manejo de áreas protegidas del país y las seis categorías impulsadas por la UICN como se puede observar en la tabla 1.

**Tabla 1. Equivalencia de Categorías de Manejo según la SINASIP**

<b>UICN</b>	<b>SINASIP</b>	<b>Definición de la Categoría</b>	<b>Características de la Categoría</b>
<b>Categoría I</b>	Reserva Científica	Son aquellas áreas naturales con ecosistemas que contienen rasgos geomorfológicos destacados, como así mismo especies de fauna y flora, y que bajo protección integral y estricta son destinados a la investigación científica y el monitoreo ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En lo posible no poseen ningún asentamiento humano o en todo caso el área se encuentra en proceso de despoblamiento.</li> <li>• La Investigación Científica será la única actividad permitida.</li> <li>• El inmueble sobre el que se asienta el área es propiedad pública.</li> <li>• La Administración es exclusiva de la Autoridad de Aplicación.</li> </ul>
<b>Categoría II</b>	Parque Nacional	Son aquellas áreas naturales con ecosistemas que contienen rasgos geomorfológicos destacados, como así mismo especies representativas de una región natural y que bajo protección son destinadas a la investigación, la educación y el turismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El uso público controlado, que incluye actividades de recreación, turismo e investigación científica.</li> <li>• La realización de actividades tendientes al mantenimiento de Servicios Ambientales.</li> <li>• El inmueble sobre el que se asienta el área es de propiedad pública.</li> <li>• La Administración es exclusiva de la Autoridad de Aplicación.</li> </ul>

<b>Categoría III</b>	Monumento Natural	Son aquellas áreas que contienen características o rasgos naturales o culturales únicos y de valor cultural destacado y que bajo protección son destinadas a la investigación científica y la recreación cuando las condiciones lo permitan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permitir la realización de actividades tendientes a la conservación de aspectos paisajísticos específ. como Cataratas, Cavernas, Elementos extrazonales, Cráteres, Dunas, Especies de Flora y Fauna.</li> <li>• En lo posible no poseerán ningún tipo de asentamiento humano o en todo caso el área se encontrará en proceso de despoblamiento.</li> <li>• Se permitirá la investigación científica y las actividades de educación siempre y cuando el recurso protegido así lo permita.</li> <li>• El inmueble sobre el que se asienta el área es propiedad pública.</li> <li>• La utilización de la categoría es exclusiva de la Autoridad de Aplicación.</li> <li>• La Administración puede no ser exclusiva de la Autoridad de Aplicación, a través de un co-manejo.</li> </ul>
----------------------	-------------------	--	--

---

<b>CategoríaIV</b>	Refugio de Vida Silvestre	Son aquellas áreas preferentemente naturales destinadas a la conservación de especies y ecosistemas a través del manejo activo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poseer intervención humana activa para el manejo de las especies y los hábitats incluidos en el área.</li> <li>• Debe contener poblaciones de especies de vida silvestre susceptibles de ser sometida a manejo.</li> <li>• El grado de alteración de los recursos debe ser mínimo. En los casos de ecosistemas o hábitats los mismos deben estar en el mejor estado de conservación posible.</li> <li>• Una mínima presencia de asentamientos humanos y cuyas actividades se encuadrarán en el Plan de Manejo respectivo.</li> <li>• La realización de actividades tendientes al mantenimiento de servicios ambientales, a la investigación científica y a la educación. La administración del área puede ser ejercida por la Autoridad de Aplicación o por terceros.</li> </ul>
--------------------	---------------------------	---	---

---

<b>Categoría V</b>	Paisajes Protegidos	Son aquellas áreas naturales destinadas a la protección de paisajes terrestres y la recreación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La posesión de elementos naturales de importante belleza escénica.</li> <li>• La realización de actividades tendientes a la conservación de paisajes y la recreación.</li> <li>• Se permite la existencia de asentamientos humanos.</li> <li>• El grado de alteración de los recursos paisajísticos protegidos debe ser mínimo.</li> <li>• La realización de actividades tendientes al mantenimiento de servicios ambientales, de estilos de vida o formas productivas tradicionales y de turismo.</li> <li>• El o los inmuebles sobre los que se asienta el área pueden ser de propiedad privada o pública, incluyendo las de dominio público municipal.</li> <li>• La administración del área puede ser ejercida por la Autoridad de Aplicación o por terceros, bajo fiscalización de la misma.</li> </ul>
<b>Categoría VI</b>	Reserva de Recursos Manejados	Son aquellas áreas que permitan conjugar el mantenimiento de la diversidad biológica con la utilización sostenible de los ecosistemas y sus componentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poseer como mínimo 50% de la superficie con mínimas alteraciones antrópicas, o en condiciones naturales.</li> <li>• Se permiten asentamientos humanos. La producción debe ser a través de sistemas ambientalmente compatibles, fomentando la producción sostenible.</li> <li>• La realización de actividades tendientes al mantenimiento de Servicios Ambientales.</li> <li>• El o los inmuebles sobre los que se asienta el área puede ser propiedad privada o pública, o de patrimonio de dominio público municipal.</li> <li>• La administración del área puede ser ejercida por la Autoridad de Aplicación o por terceros, bajo fiscalización de la misma.</li> </ul>



<b>Categoría Especial</b>	Reserva Ecológica	Son aquellas áreas naturales que reúnen las características de una reserva científica de un parque nacional, pero que por motivos diversos, como ser entre otros, el tamaño, la tenencia de la tierra, la forma y el grado de alteración no califican para ser incluidas dentro de las categorías citadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No persigue la producción, pero pueden realizarse ciertas actividades productivas en concordancia con las particularidades y características del área.</li> <li>• La realización de actividades tendientes al mantenimiento de Servicios Ambientales.</li> <li>• La realización de actividades tendientes a la restauración de ecosistemas.</li> <li>• Puede tener asentamientos humanos.</li> <li>• El o los inmuebles sobre los que se asienta el área puede ser propiedad privada, pública o de patrimonio de dominio público municipal.</li> <li>• La administración del área puede ser ejercida por la Autoridad de Aplicación o por terceros, bajo fiscalización de la misma.</li> </ul>
<b>Categoría Especial</b>	Reserva Natural	Son aquellas áreas naturales que asentadas sobre inmuebles de propiedad privada cuentan con muestras de ecosistemas considerados de importancia para la conservación de la biodiversidad y que al mismo tiempo sean apropiados para la realización de actividades de producción de manera sostenible.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su establecimiento se realiza a instancia e iniciativa de su propietario y su reconocimiento lo realiza la Autoridad de Aplicación.</li> <li>• La realización de actividades productivas en concordancia con las potencialidades de los recursos naturales del área.</li> <li>• La realización de actividades tendientes al mantenimiento de Servicios Ambientales.</li> <li>• La realización de actividades tendientes a la restauración de ecosistemas.</li> <li>• La posibilidad de presencia de asentamientos humanos.</li> <li>• El inmueble sobre el que se asienta el área es propiedad privada, perteneciente a personas físicas o jurídicas.</li> </ul>

<b>Categoría Especial</b>	Reserva de Biósfera	Son aquellas áreas que permitan construir una unidad de uso flexible y permitir la coexistencia armoniosa de diferentes modalidades de aprovechamiento y conservación, que incluyen otras categorías de manejo a su interior.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El o los inmuebles sobre los que se asienta el área puede ser propiedad privada, pública o de patrimonio de dominio público municipal.</li> <li>• La producción debe realizarse a través de sistemas ambientalmente compatibles, fomentando la producción sustentable.</li> <li>• Poseer como mínimo 50% de la superficie con mínimas alteraciones antrópicas, o en condiciones naturales.</li> <li>• La administración del área será ejercida por la Autoridad de Aplicación.</li> <li>• La realización de actividades tendientes a la restauración.</li> </ul>
---------------------------	---------------------	---	---

---

Fuente: Extraído del Informe Nacional Áreas Silvestres Protegidas del Paraguay. 2007.

### 2.7.3. LEY N° 3180 “De minería”

#### **TÍTULO IV. Sustancias Pétreas, Terrosas y Calcáreas. CAPÍTULO I. De las sustancias pétreas, terrosas y calcáreas.**

**Artículo 36.-** La actividad minera con relación a las sustancias pétreas, terrosas y calcáreas no está sujeta a concesión por Ley, pero sí al permiso, control y fiscalización por parte del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) , conforme a lo establecido en la presente Ley y a la legislación ambiental vigente. Corresponderá al Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) interpretar cuál es una sustancia, pétreo, terrosa o calcárea.

**Artículo 41.-** Los permisionarios/concesionarios están obligados a:

e) cumplir con la legislación ambiental respetando los plazos establecidos por la autoridad de aplicación.

**Artículo 50.-** Los permisionarios o concesionarios deberán cumplir la legislación sobre Protección del Medio Ambiente. En caso de incumplimiento de las citadas disposiciones, el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) podrá participar a la autoridad de aplicación ambiental e impondrá las sanciones correspondientes, sin perjuicio de lo previsto en esta Ley y sus reglamentaciones.

### **3. METODOLOGÍA**

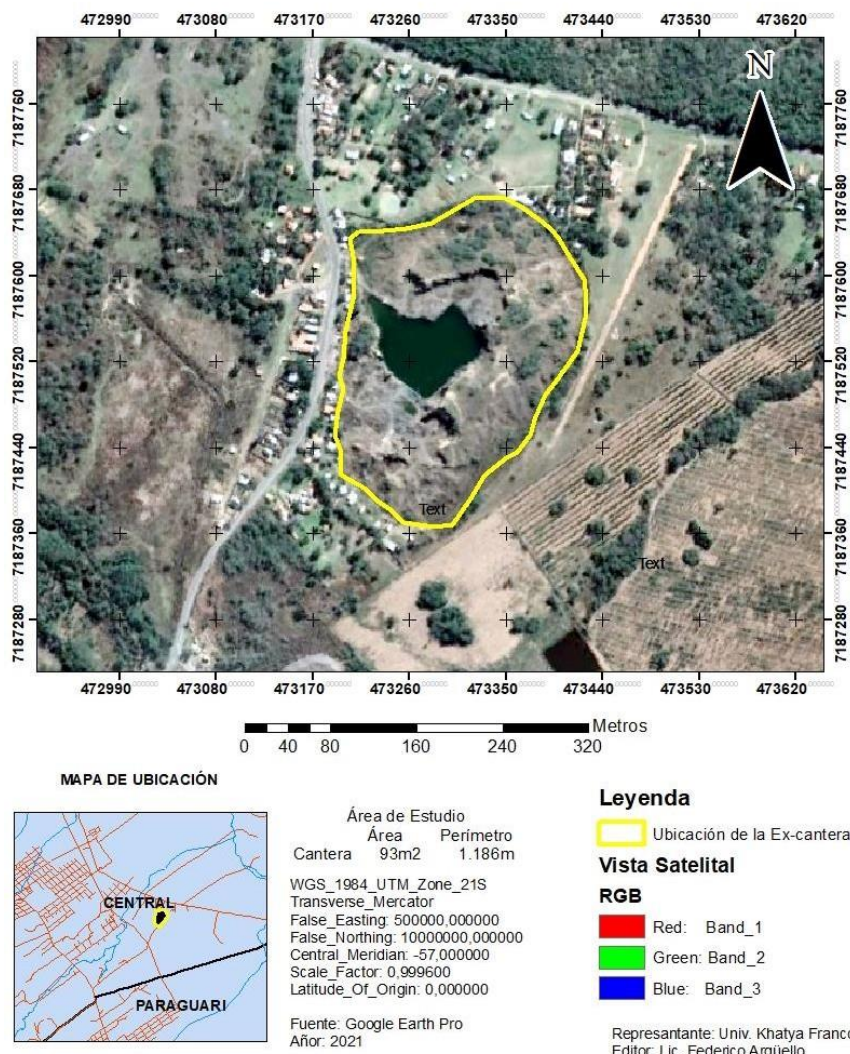
#### **3.1 Características generales del área de estudio**

##### **3.1.1 Localización**

El Departamento Central está ubicado en el área centro-occidental de la región Oriental. Limita al norte con Presidente Hayes, separado por el río Paraguay, al noreste con Cordillera, al este con Paraguairí, y al sur con Ñeembucú; al oeste el río Paraguay lo aparta de la República Argentina (Atlas Censal del Paraguay, 2002).

La cantera está ubicada en el Departamento Central a cuatro kilómetros del centro de la ciudad de Ypacaraí, sobre la ruta que conecta a la ciudad de Pirayú, departamento de Paraguairí, y su posición geográfica está dada por los paralelos 25° 25' 45,20 latitud Sur y los meridianos 57° 45' y 57° 10' de longitud oeste como es observable en la figura 2.

## Mapa de Ubicación Ex-cantera Ypacaraí



**Figura 2: Mapa de ubicación del área de estudio**

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.2 Aspecto físico

Según el Atlas Censal del Paraguay (2002), la mayor parte del territorio presenta terrenos ondulados, relativamente altos, regados por numerosos arroyos, afluentes del río Paraguay. El sureste posee terrenos más bajos, con esteros y áreas boscosas en las proximidades del lago Ypoá, aunque éstas se han reducido marcadamente. Actualmente las áreas boscosas sólo existen en las serranías y márgenes de los cursos de agua.

### 3.1.3 Orografía

La sierra del Yvytypané cruza el departamento, teniendo su origen en la Cordillera de los Altos, desde donde se dirige al sudoeste, formando los cerros de Pirayú, Yaguarón, Cerrito y Ñemby, y concluye en los cerros Lambaré y Tacumbú, donde se crean los valles de Pirayú, Ypacaraí y Areguá. (Atlas Censal del Paraguay, 2002)

### **3.1.4 Hidrografía**

De acuerdo al Atlas Censal del Paraguay (2002), el principal curso de agua es el río Paraguay, y son afluentes que riegan la zona el río Salado, el lago Ypacaraí, y los arroyos Itay, Ytororó, Avay y Paray. Se ubican también en este departamento el lago Ypoá y la laguna Cabral. Vierten sus aguas en el lago Ypacaraí el arroyo Yuquyry, el Caañabé y sus afluentes. Los arroyos Yyquyty y el Ñanduá confluyen en los esteros del Ypoá.

### **3.1.5 Clima**

Conforme a mediciones llevadas a cabo en el 2002, la temperatura media anual fue 24°C, mientras que la temperatura máxima media llegó a 29°C y la mínima media a 19°C. El régimen de lluvias durante el citado año fue de 1.420 mm, siendo más frecuentes las precipitaciones en noviembre y menos abundantes en septiembre (Atlas Censal del Paraguay, 2002).

### **3.1.6. Vegetación**

De acuerdo a Dionisi (1999), las zonas elevadas de la región desarrollan una vegetación arbórea a arbustiva, siendo un poco más densa cerca de los pulsos de agua desarrollando una vegetación en galería.

## **3.2 Materiales**

### **3.2.1 Materiales utilizados para el Trabajo de Gabinete**

Las herramientas informáticas utilizadas en esta investigación fueron *Software Qgis* y *Google Earth* para la elaboración de los mapas que se encuentran en este trabajo, además de *Microsoft Excel* para la elaboración de los gráficos de los resultados estadísticos.

### **3.2.2 Materiales utilizados para el Trabajo de Campo**

En esta investigación fueron utilizados materiales como, *GPS* portátil Garmin para la localización del área de estudio y la ubicación de los puntos de muestreo, brújula, libreta de campo, cámaras para la toma de fotografías, martillo, bolsas de plástico para la recolección de muestras de roca, botellas de plástico de 2 litros para las muestras de agua, marcadores indelebles, chalecos salvavidas, canoa para el desplazamiento por la laguna artificial.

## **3.3. Métodos**

En el estudio de investigación se utiliza una metodología mixta, se recurre a un análisis de datos cuantitativos y cualitativos del tipo descriptivo, este trabajo está dividido en varias etapas:

### **3.3.1. Etapa 1: Planificación de recolección de datos**

Esta etapa fue de nuevo dividida en dos grupos; En el primer grupo: los enfoques de la Investigación se basaron en entrevistas, encuestas y observaciones. Como métodos de

contacto se llevaron a cabo visitas al campo y realización de preguntas. El plan de muestreo fue del tipo intencional, tanto de rocas como de agua. La instrumentación de investigación consistió en instrumentos mecánicos y materiales para la recolección de muestras (agua y roca). El segundo grupo: se llevó a cabo un trabajo descriptivo a partir de lo realizado en el primer grupo, específicamente se realizaron revisión de datos y recopilación de toda la documentación obtenida en las instituciones responsables Departamento de Patrimonio perteneciente al Ministerio de Obras Públicas, Viceministerio de Minas y Energías y la Dirección del Servicio Geográfico Militar (DISERGEMIL).

### **3.3.2. Etapa 2: Realización de análisis**

De manera exploratoria se realizó una salida al campo para el reconocimiento y observación general de la zona de estudio, para el acceso fue necesario una conversación previa con los encargados de la empresa Aventura Xtrema quienes cuentan con un permiso especial para ingresar a la ex Cantera.

Para la toma de muestras de agua se seleccionaron los puntos en el campo según accesibilidad y seguridad, fueron recolectadas en botellas de 2 litros, lavados previamente 2 veces con agua de canilla y la tercera con agua destilada, fueron recogidas directamente metiendo las botellas al agua, primeramente enjuagados con el agua del sitio, posteriormente se etiquetó con el código y número de muestra, una vez terminadas fueron transportados inmediatamente al Laboratorio de Calidad de Agua de la FACEN-UNA.

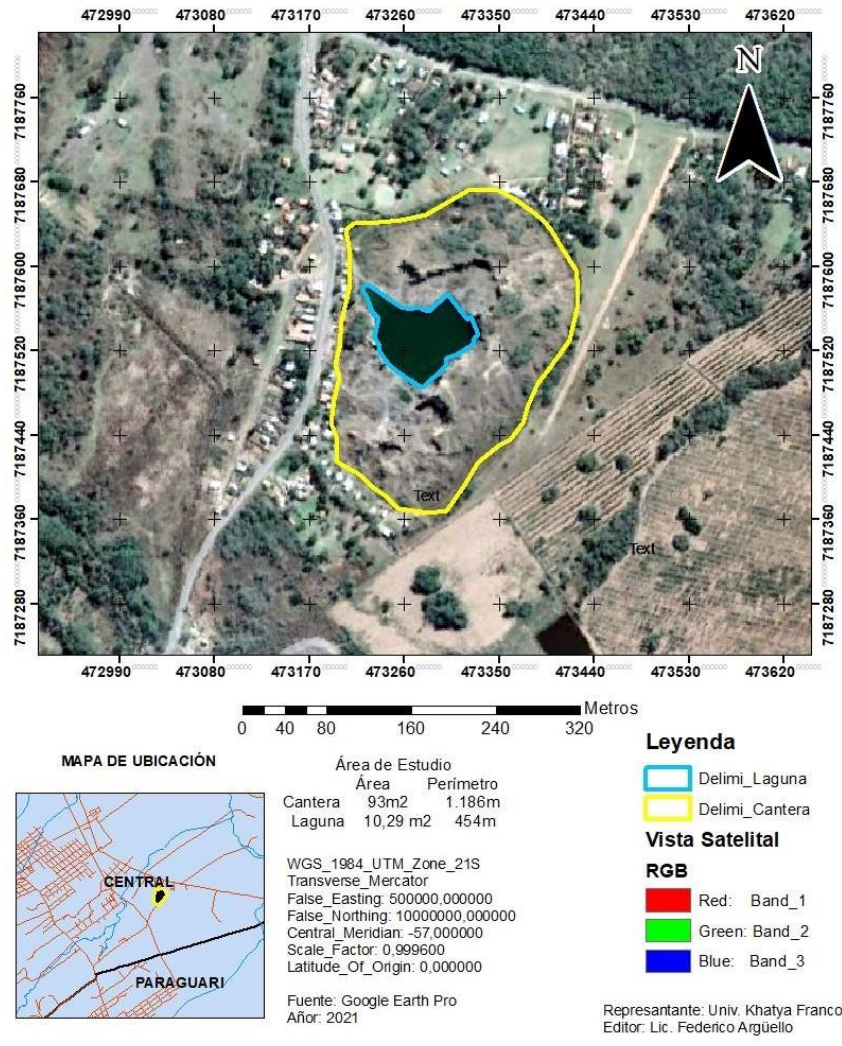
Por otro lado las rocas recolectadas cuya posición geográfica está dada por las siguientes coordenadas 473.382m E y 7.781.508m S, fueron puestas en bolsas hermáticas previamente etiquetadas con código y número de muestra, luego fueron llevadas al Laboratorio de Paleontología para la confección de lámina delgada y posterior descripción microscópica y macroscópica en el Laboratorio de Petrología y Petrografía del Departamento de Geología con el fin de enriquecer la investigación y además de dejarlo como un aporte para la comunidad científica e interesados en general.

Laboratorios pertenecientes a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FACEN - UNA).

### **3.3.3. Etapa 3: Elaboración de mapas**

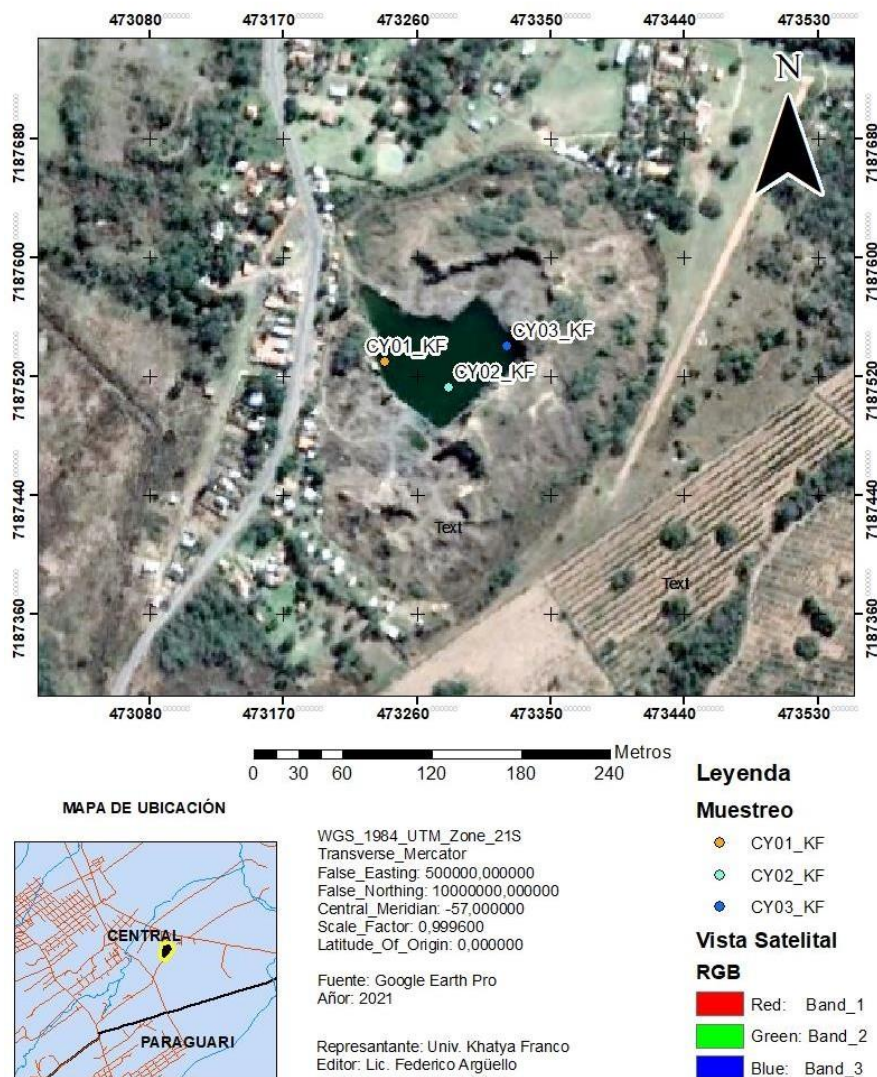
En esta etapa llevó a cabo la elaboración de mapas ilustrativos utilizando las herramientas de *Google earth* y el *Software Qgis*. (Figuras 3 y 4)

### Mapa de Delimitación del Área de Estudio



**Figura 3: Mapa de delimitación del área de estudio**  
 Fuente: Elaboración propia

## Mapa de Recolección de Muestreo



**Figura 4: Mapa de los puntos de muestreo**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2: Puntos de muestreo de la Laguna**

Puntos de muestreo		Coordenadas UTM21J		Cota en m.s.n.m.	Fecha de muestreo
		X	Y		
Laguna	CY01	473.314	7.187.485	98	20/10/-2021
	CY02	473.385	7.187.441	96	20/10/-2021
	CY03	473.426	7.187.460	94	20/10/-2021

Fuente: Elaboración propia.



### 3.3.4. Etapa 4: Análisis de la encuesta realizada

Por último se analizaron cada una de las preguntas realizadas en la encuesta para expresar las respuestas en gráficos ilustrativos, las preguntas fueron hechas a un total de 25 personas, para tener conocimiento de su percepción acerca del tema abordado.

La encuesta consta de 12 preguntas:

1. ¿Hace cuántos años vive en el lugar?
2. ¿A qué se dedica?
3. ¿Hace cuánto tiempo se dedica a la venta del material?
4. ¿Algún miembro de la familia había trabajado con la venta del material sacando el sustento de cantera?
5. ¿Qué representó la extracción de las rocas para su economía?
6. ¿Usted cree que representa algún tipo de peligro el abandono de la cantera?
7. ¿El cierre de la cantera afecta a los pobladores económicamente?
8. ¿Cree que la explotación de la cantera puede afectar el medio ambiente?
9. ¿Piensa que las autoridades (MOPC) se preocupan por cuidar el sitio?
10. ¿El acceso restringido a la cantera resulta de manera negativa para la población?
11. ¿Les gustaría la reapertura del sitio como un centro recreativo?
12. ¿Cree que la venida de turistas sería una fuente económica importante para los habitantes?

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

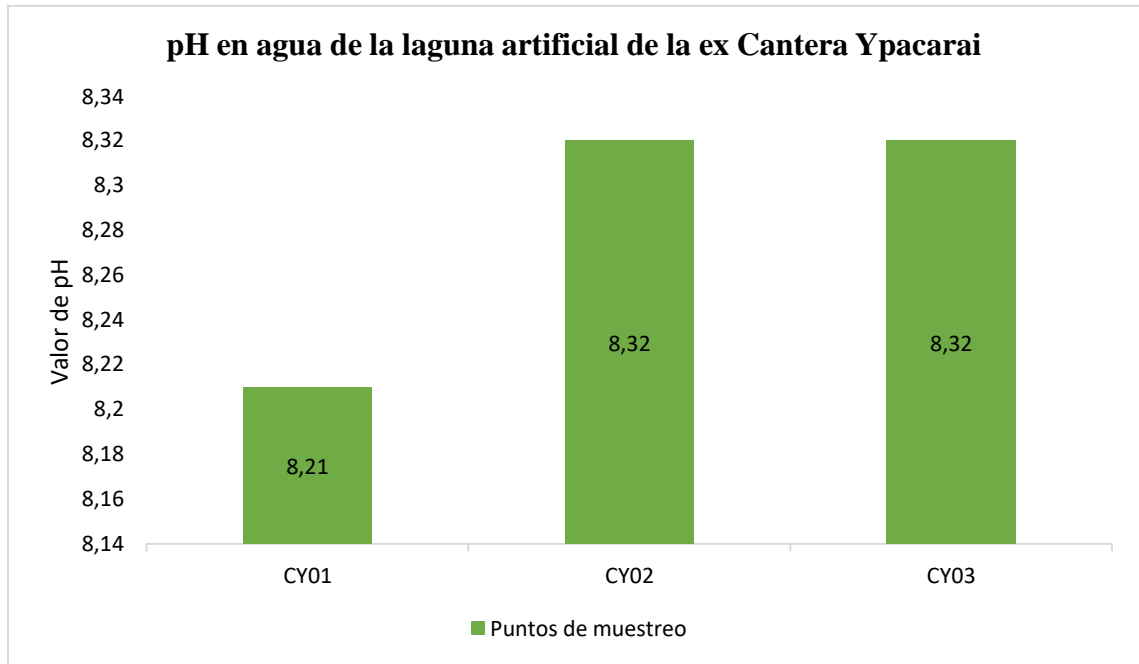
### 4.1. Resultados

#### 4.1.1. Análisis fisicoquímico del agua de la laguna

**Tabla 3. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la laguna artificial de la ex Cantera Ypacarái**

Determinaciones	Unidad	Valores máximos Admisibles <small>(Res.222/02)</small>	Puntos de Muestreo		
			CY01	CY02	CY03
pH	UpH	6,0 a 9,0	8,21	8,32	8,32
Conductividad	μS/cm	SR	146,1	146,1	146,2
Sólidos T. Disueltos a 180 °C	mg/L	500	101,0	92,0	82,0
Materia Orgánica (como O <sub>2</sub> )	mg/L	SR	1,09	4,85	1,39
Coliformes Fecales, 100mL	UFC	200*	176	173	280
Cromo (Cr) Total	mg/L	0,5	0,001	<0,001	<0,001

Fuente: Elaboración propia

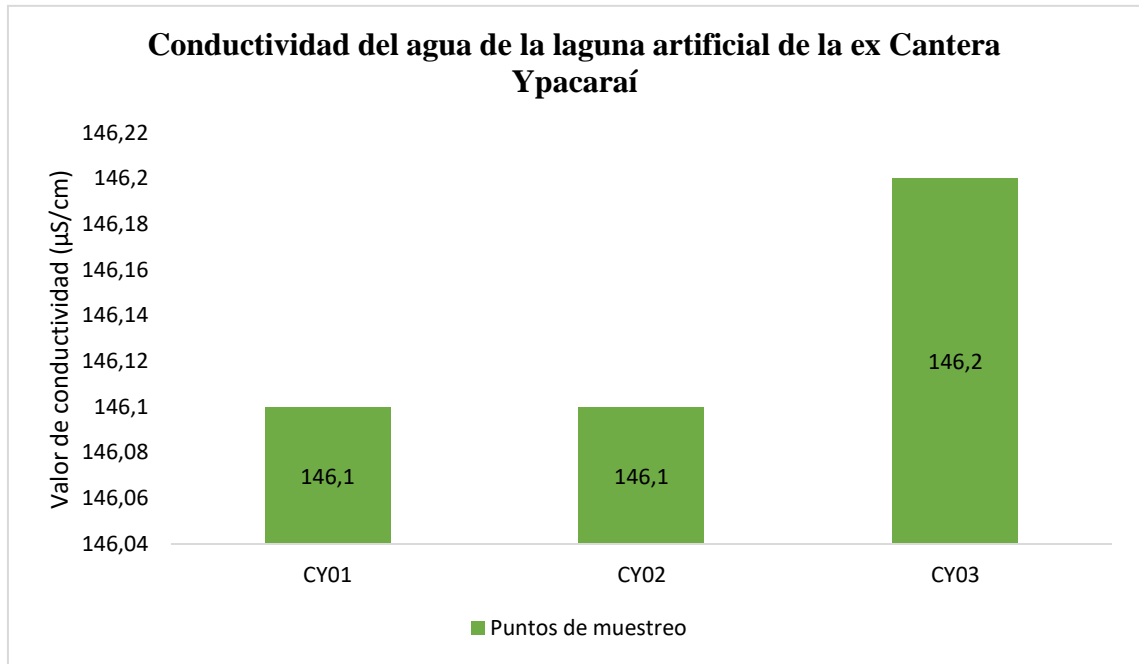


**Figura 5: Grafico de valores del pH en agua**

Fuente: Elaboración propia

Para los resultados de los valores de pH, se utilizó el valor de referencia admisible de 6 a 5, teniendo en cuenta la resolución 222/02 de la SEAM (actualmente MADES), valores representados en el histograma de la figura 9, dando como resultado el mismo valor en los puntos CY02 y CY03, con 8,32 pH, valor de pH neutro a ligeramente básica o alcalina, esto podría deberse a una alta actividad fotosintética que sobresatura de oxígeno al sistema acuático, provocando agotamiento de dióxido de carbono y aumento del pH en el agua (Roldan & Ramírez, 2008)

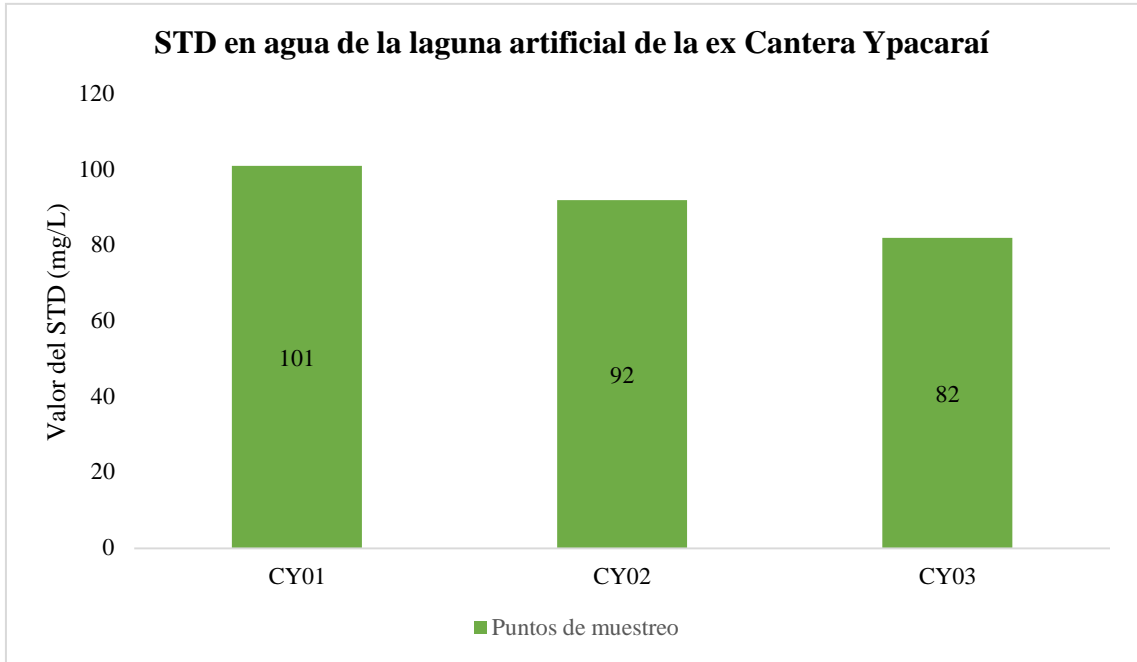
De acuerdo al mismo autor, las aguas con crecimiento elevado de algas pueden mostrar un cambio diurno en el pH. Cuando las algas crecen y se reproducen usan CO<sub>2</sub>. Esta reducción hace que el pH aumente. Por lo tanto, si las condiciones son favorables para el crecimiento de algas cuando la luz del sol entibia la temperatura, el agua será más alcalina. El pH máximo ocurre generalmente por la tarde, el pH desciende por la noche. Puesto que el crecimiento de las algas está sujeto a la luz que penetra en las zonas, el pH puede variar en función de la profundidad en lagos, estuarios, agua de bahías y océanos. Los desperdicios sintéticos arrojados al agua reducen el pH como la lluvia ácida que proviene de desechos industriales, automotrices y drenajes mineros. Los nutrientes pueden afectar indirectamente al pH y estimular el crecimiento de las algas.



**Figura 6: Grafico de valores de la conductividad del agua**  
Fuente: Elaboración propia

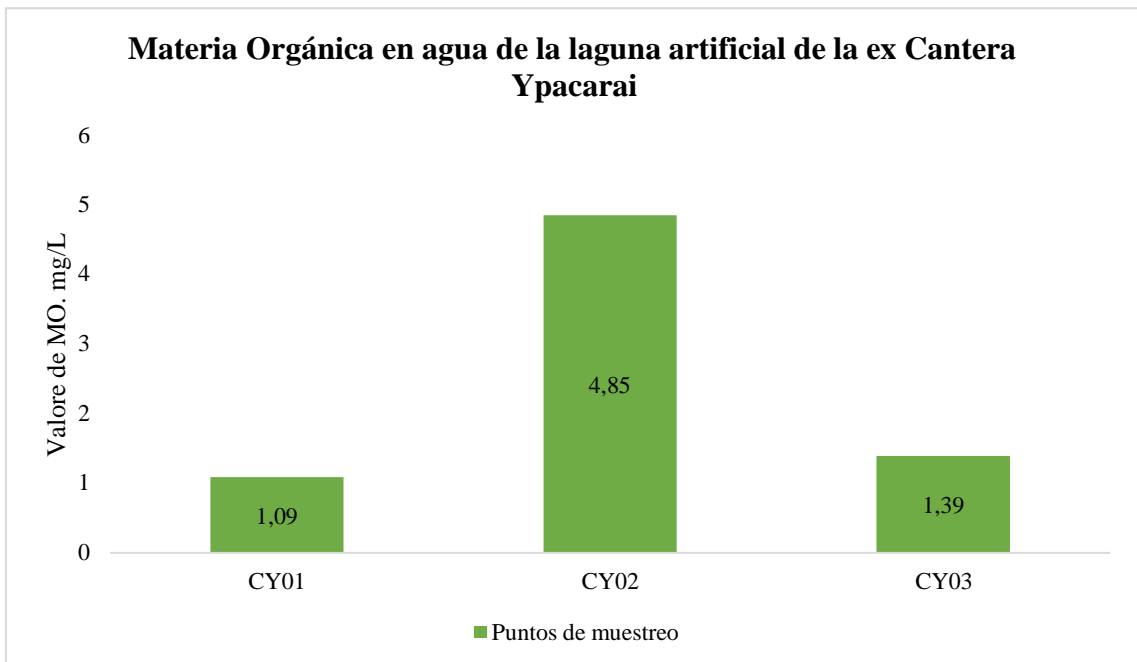
De acuerdo a los resultados visualizados en la figura 6, el punto CY03 es el de mayor valor en cuanto a conductividad eléctrica, la misma no posee valor de referencia según Resol 222/02 de la SEAM.

El agua químicamente pura ostenta una conductividad eléctrica muy baja, significando esto que es un buen aislante. Sin embargo, con la adición de una pequeñísima cantidad de minerales disueltos, el agua se vuelve conductiva. Esto tiene lugar cuando el material disuelto se separa en iones que llevan sus cargas negativas y positivas. Cuanto mayor la cantidad de iones, mayor será la conductividad de la solución (Johnson 1997, citado en Valdez, 2019).



**Figura 7: Gráfico de valores del STD en agua**  
Fuente: Elaboración propia

En la figura 7, se observa que los valores en los tres puntos de muestreo están por debajo de lo admitido por la SEAM, cuyo valor máximo admisible es de 500 (mg/L)



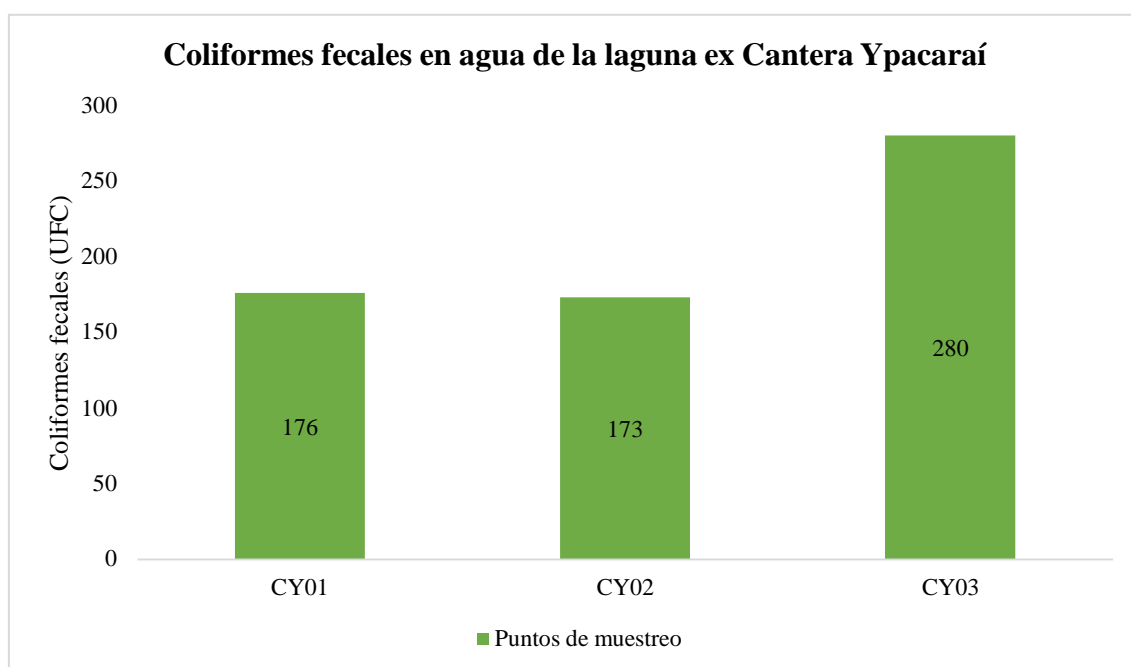
**Figura 8: Gráfico de valores de MO en agua**  
Fuente: Elaboración propia

En el análisis de agua de la laguna de la ex Cantera Ypacaraí, en el punto CY02 se obtuvo

como resultado 4,85 mg/L es el de mayor valor en comparación a los puntos CY01 Y CY03.

La concentración de materia orgánica en el agua se determina directamente con la medida del carbono orgánico total (COT) e, indirectamente, midiendo la capacidad reductora del carbono existente con la determinación de la demanda química de oxígeno (DQO) y la demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Sin embargo, no es posible obtener un resultado exacto del tipo de compuestos que se encuentra en ella. La contaminación del agua por materia orgánica puede generarse por vertidos urbanos, actividades ganaderas, así como por escurrimientos agrícolas e industriales. La materia orgánica consiste en millares de componentes, como partículas macroscópicas, coloides o macromoléculas disueltas que pueden causar color, olor, sabor, el desarrollo de microorganismos patógenos o implicar la presencia de materia no biodegradable (USEPA 2004).

La materia orgánica disuelta (MOD) es una compleja mezcla heterogénea de macromoléculas, cuyos principales componentes en las aguas dulces son sustancias húmicas, carbohidratos y aminoácidos (Steinberg y Münster 1985, Volk *et al.* 1997, Baker 2001, Engelhaupt y Bianchi 2001, Baker y Spencer 2004). La MOD en las aguas naturales puede ser originada por la descomposición del material biológico procedente de animales, plantas y microorganismos (Spence *et al.* 2011).

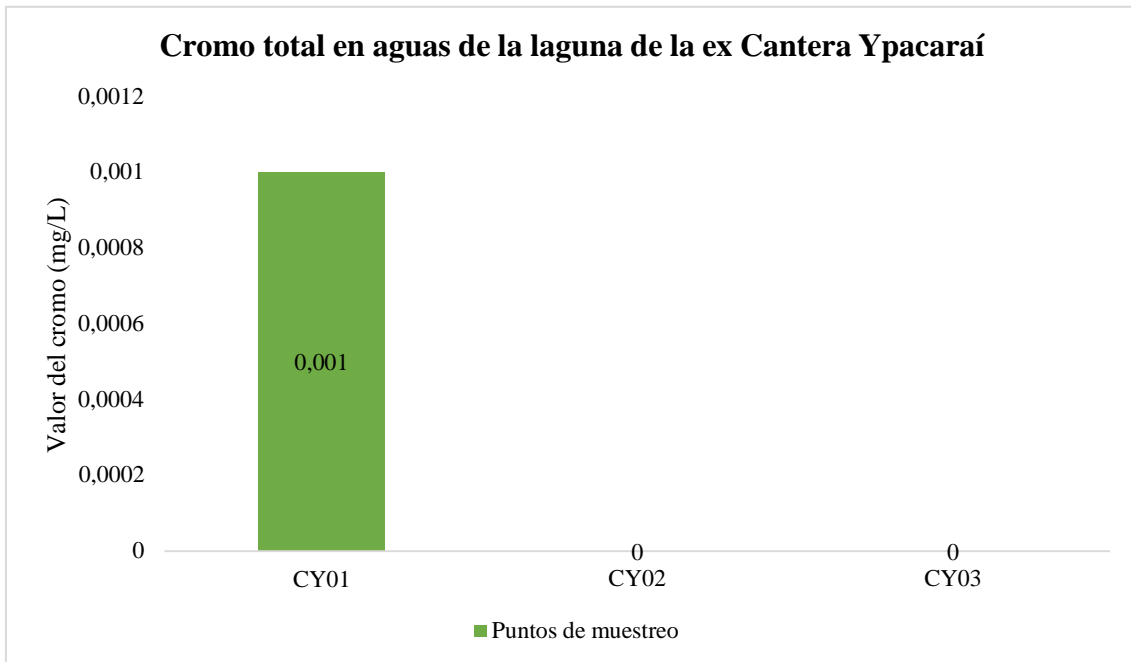


**Figura 9: Gráficos de valores de coliformes fecales en agua**

Fuente: Elaboración propia

Para los resultados de los valores de coliformes fecales, se utilizó el valor de referencia admisible de 200 UFC, teniendo en cuenta la resolución 222/02 de la SEAM (actualmente MADES), valores representados en el histograma de la figura 9, arrojando parámetros bajos, el valor superior es en el punto CY03, con 280 UFC. La causante de un alto nivel de

coliforme fecal podría deberse a la filtración de pozo ciego proveniente de las viviendas que se encuentran alrededor de la ex Cantera.

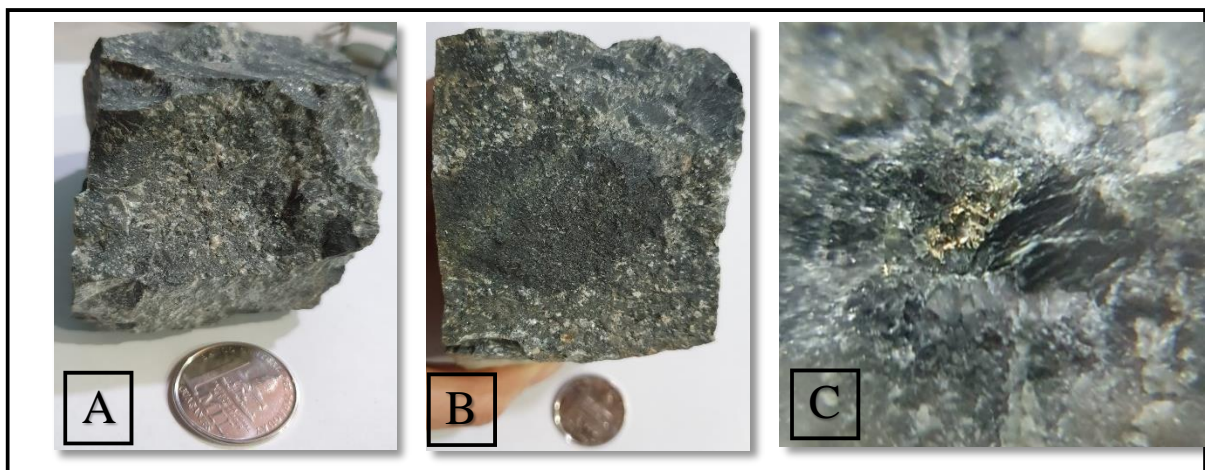


**Figura 10: Gráficos de valores de cromo en agua**

Fuente: Elaboración propia

Los resultados en el histograma de la figura 10 muestra que el valor del cromo para los 3 puntos está por debajo del valor de referencia máximo admisible de 0,5mg/L por lo tanto están dentro del parámetro ideal del MADES.

#### 4.1.2. Descripción macroscópica



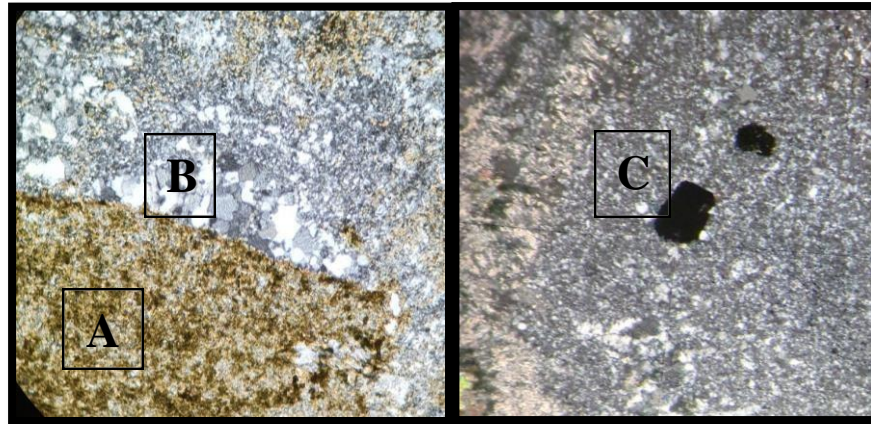
**Figura 11: A y B Muestras de mano pórfido de Riolita con piroclastos Rocas C. Mineralización de pirita en la muestra de roca**

Fuente: Elaboración propia

Hay porciones de comportamiento de lava y porciones de rocas más piroclásticas, el color

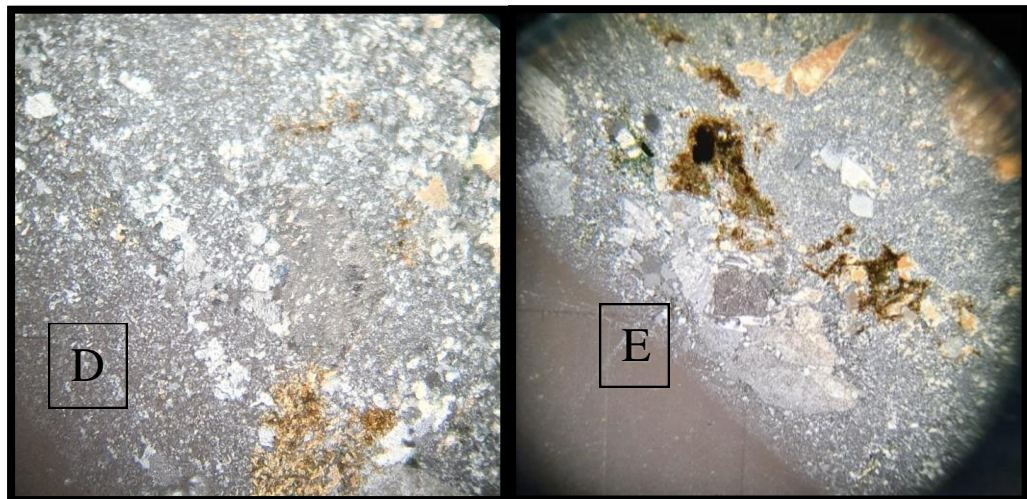
y la textura es muy cambiante y los minerales que se pueden observar son feldespato potásico, plagioclasas, cuarzo y cantidades menores de opacos como pirita. Fragmentos piroclásticos de metalutita y granito. La matriz es micro a criptocristalina con porciones de recristalización y al estar cargada de sílice generalmente reacciona con lo fenocristales.

#### 4.1.3. Descripción microscópica



**Figura 12: Pórfido riolítico A. Piroclasto de metalutita formado por minerales de clorita; B. Borde de reacción; C. Mineralización de pirita**

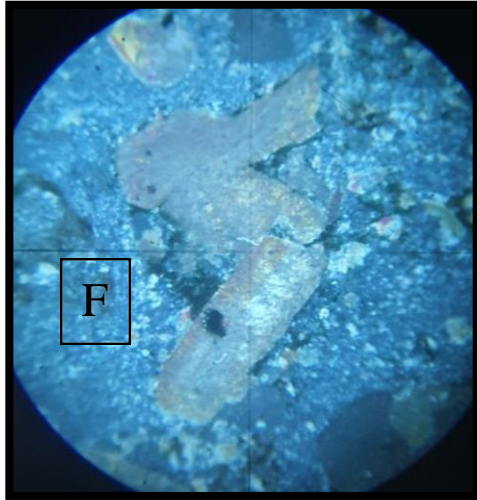
Fuente: Elaboración propia



**Figura 13: D. Recristalización de la matriz en minerales de cuarzo alineados, E Borde de reacción en fragmentos de granito con la lava.**

Fuente: Elaboración propia





**Figura 14. F. Minerales de plagioclasa con maclas de *Carlsbad*, alterados**  
Fuente: Elaboración propia

Mediante la observación en el microscópico petrográfico se pudo confirmar la presencia de plagioclasas (prismática) alteradas y con macla de *Carlsbad*, aunque por la alteración ya no se puede apreciar del todo, de ahí que es factible clasificarle como riodacita porque hay cantidades iguales de feldespato potásico y plagioclasas (Fig. 14 F). Puede considerarse como una metalutita muy fina y alterada con minerales verdes, clorita (Fig.12 A).

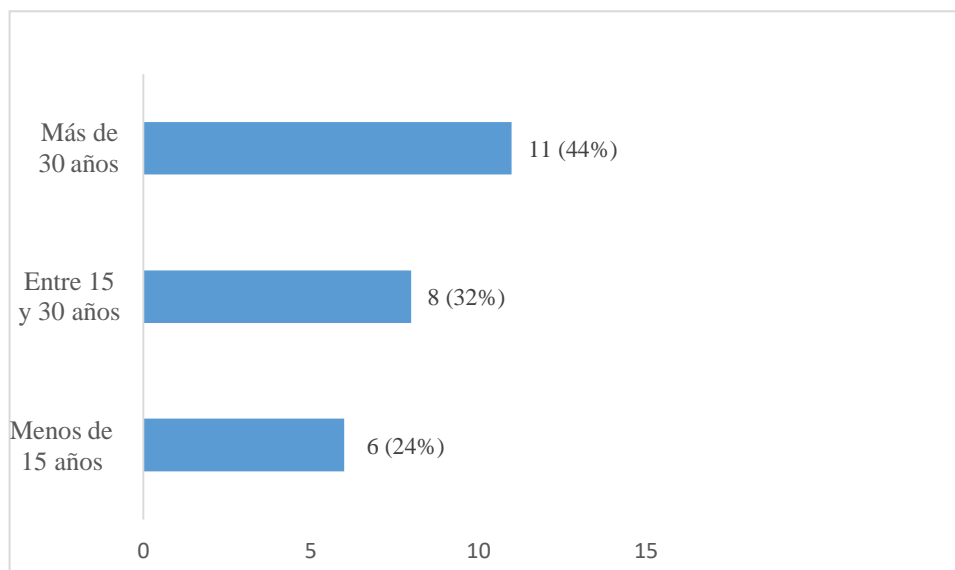
Al ser una fase muy efusiva se observa bastante sílice e hidrotermalismo, los cuarzos presentes tienen señales de corrosión magmática. El borde de reacción (matriz con el fragmento piroclástico) indica que es un magma con poder de reacción muy inestable, como se puede apreciar en la figura 12 B. También se puede observar fragmentos de rocas tamaño lapilli constituida por granitos y metalutita, fenocristales como cuarzo, feldespato y plagioclasa.

#### **4.1.4. Encuestas realizadas**

Se realizó una encuesta cuya muestra corresponde a 25 (veinticinco) personas que residen alrededor de la ex Cantera, sobre la ruta que une Ypacaraí y Pirayu, que son los más próximos a la Cantera abandonada, con el fin de conocer la percepción de los mismos en cuanto la condición, datos históricos y de la preocupación de las autoridades en mantener el cuidado del sitio.

Las personas a encuestar fueron elegidas al azar y mediante la predisposición de los mismos a responder las preguntas planteadas. Los resultados obtenidos son como sigue:

1. ¿Hace cuántos años vive en el lugar?

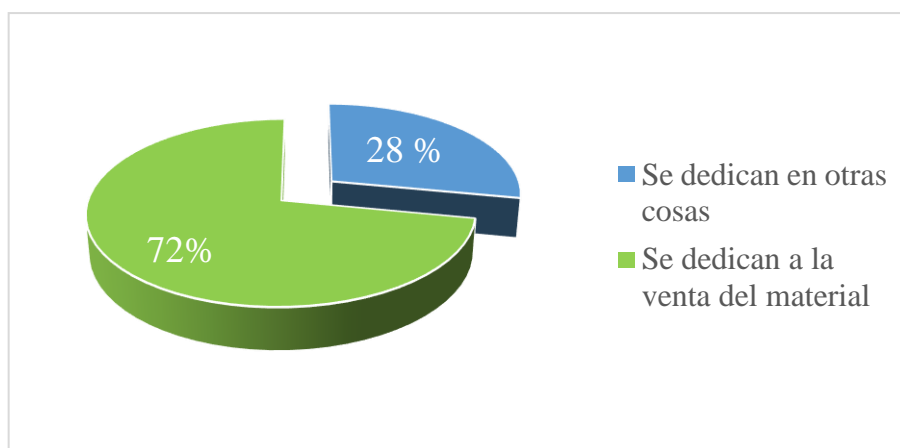


**Figura 15: Resultados de la pregunta 1 de la encuesta realizada.**

Fuente: Elaboración propia

En la figura 15, considerando las veinticinco personas encuestadas, el 44% manifestó que nacieron en la ciudad de Ypacaraí y residen en el lugar ya más de 30 años; en contrapartida el 24% manifestó que solo se mudaron allí por motivos laborales o porque se casaron con un oriundo de la ciudad.

## 2. ¿A qué se dedica?

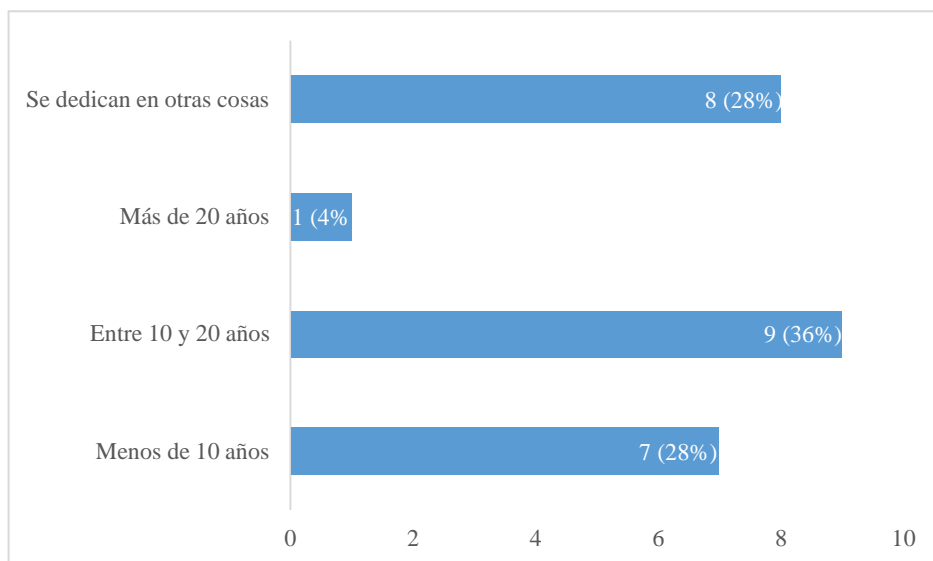


**Figura 16: Resultados de la pregunta 2 de la encuesta realizada.**

Fuente: Elaboración propia

Como se logra apreciar en la figura 16, el 72% de los encuestados se dedican a la venta del material en la zona y solo el 28% trabajan en otros distintos rubros tanto como dentro o fuera de la ciudad.

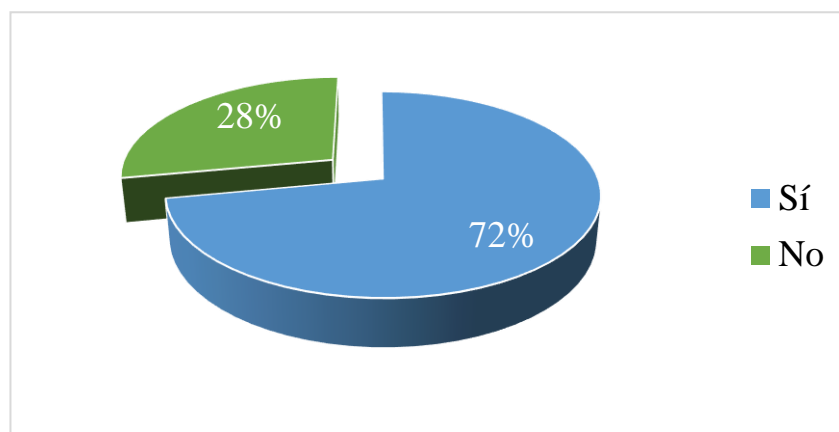
## 3. ¿Hace cuánto tiempo se dedica a la venta del material?



**Figura 17: Resultados de la pregunta 3 de la encuesta realizada.**  
Fuente: Elaboración propia

Con relación a aquellas personas que han respondido afirmativamente la pregunta anterior, en la figura 17 se observa que el 36% de los encuestados han estado trabajando en un rango entre 10 y 20 años en la venta del material, estas personas representan los adultos con mayor edad dentro de las familias, mientras que el 28% corresponde a las personas más jóvenes que hace menos tiempo se dedican a la venta.

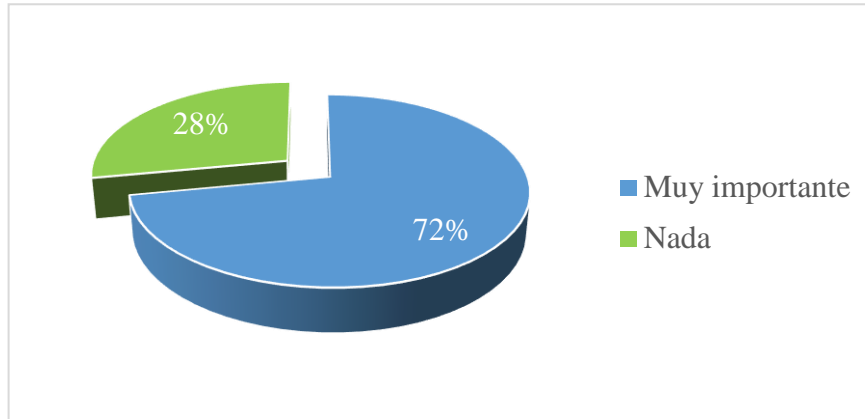
4. ¿Algún miembro de la familia había trabajado con la venta del material sacando el sustento de cantera?



**Figura 18: Resultados de la pregunta 4 de la encuesta realizada.**  
Fuente: Elaboración propia

En la figura 18, el 72% manifestó que dicho trabajo se viene llevando a cabo de generación en generación, así también han mencionado que el mismo prácticamente era el principal ingreso familiar.

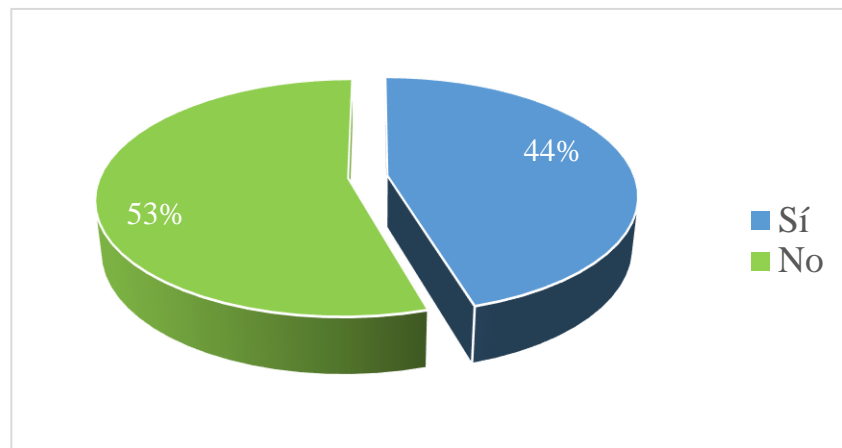
5. ¿Qué representó la extracción de las rocas para su economía?



**Figura 19: Resultados de la pregunta 5 de la encuesta realizada.**  
Fuente: Elaboración propia

En la figura 19 nuevamente el 72% de los encuestados consideran que la extracción de las rocas representó una actividad muy importante ya el sustento dependía totalmente de ello, mientras que el 28% manifestó que no representa tener relevancia alguna ya que no están involucrados en dicha actividad.

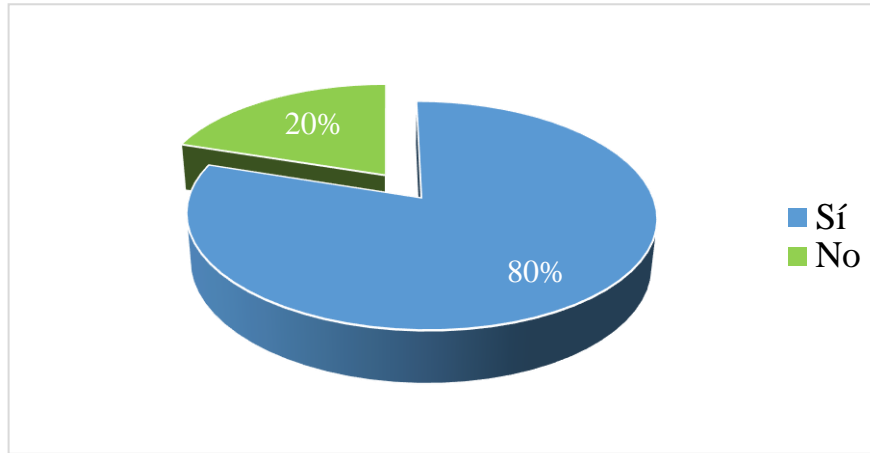
**6. ¿Usted cree que representa algún tipo de peligro el abandono de la cantera?**



**Figura 20: Resultados de la pregunta 6 de la encuesta realizada.**  
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 20, para el 53% de los encuestados el abandono de la cantera no representa peligro alguno, caso contrario para el 44% quienes manifiestan que sí constituye un peligro debido a los accidentes ocurridos anteriormente.

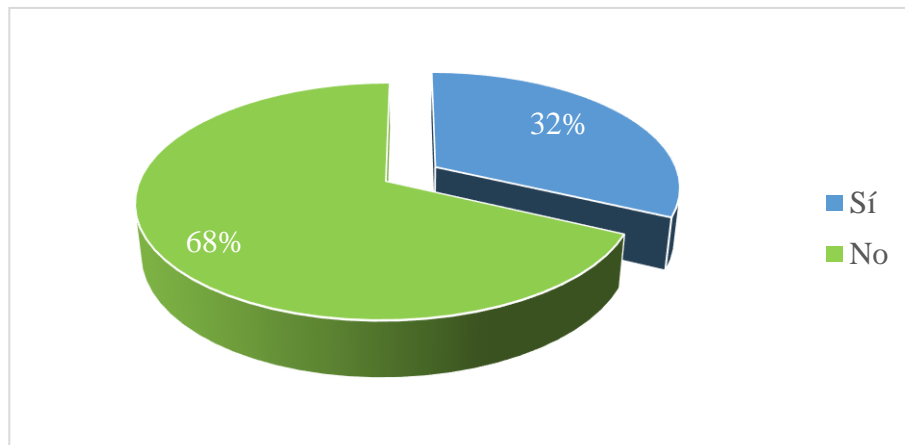
**7. ¿El cierre de la cantera afecta a los pobladores económicamente?**



**Figura 21: Resultados de la pregunta 7 de la encuesta realizada.**  
Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la figura 21, el 80% de los encuestados manifestaron que son profundamente afectados económicamente porque ellos dependían totalmente de esa actividad y solo el 20% contestó que no fueron afectados.

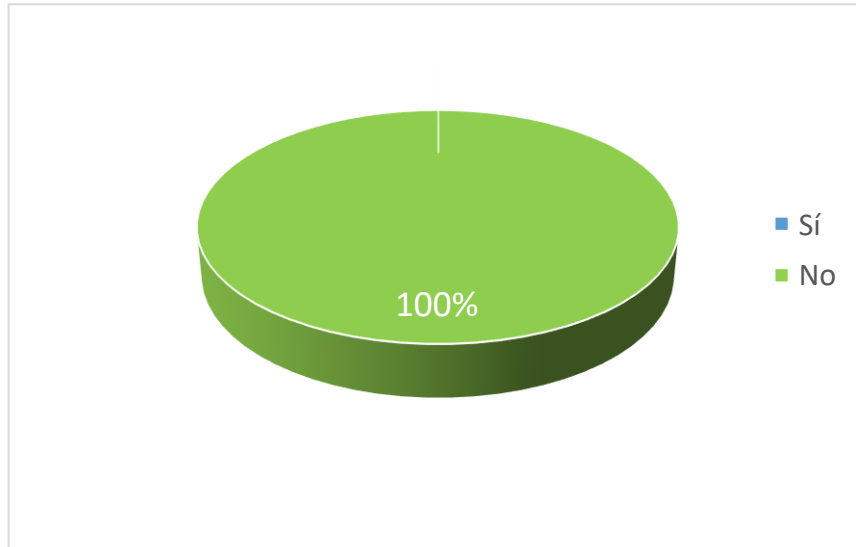
**8. ¿Cree que la explotación de la cantera puede afectar el medio ambiente?**



**Figura 22: Resultados de la pregunta 8 de la encuesta realizada.**  
Fuente: Elaboración propia

En la figura 22 se observa que el 68% de los encuestados respondieron que la explotación de la cantera no afecta al medio ambiente, mientras que el 32% consideran que si afecta al mismo y que sufren con la polución sonora, pequeñas vibraciones que se pueden percibir en sus hogares, además de enfermedades respiratorias por el polvo que aspiran producto de la explotación.

**9. ¿Piensa que las autoridades (MOPC) se preocupan por cuidar el sitio?**

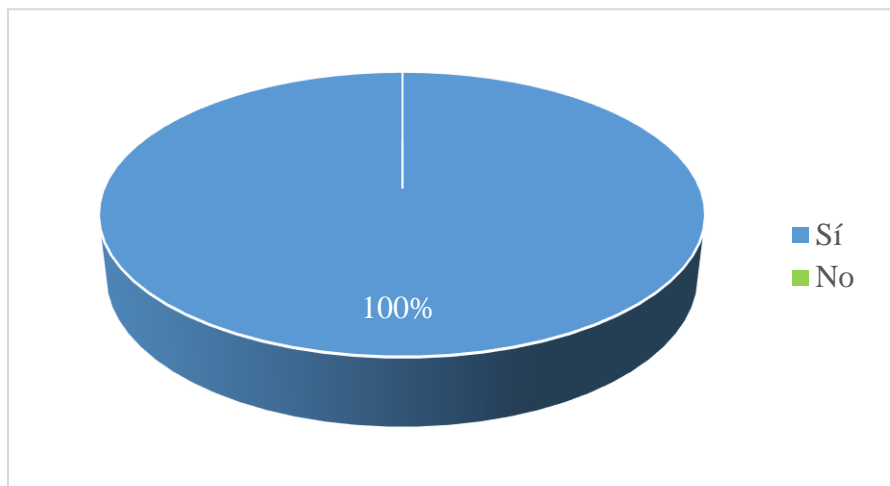


**Figura 23: Resultados de la pregunta 9 de la encuesta realizada.**

Fuente: Elaboración propia

Como claramente se puede ver en el gráfico de la figura 23, el total de los encuestados manifestaron que no ha habido ningún tipo de interés de parte de las autoridades por el cuidado de dicho sitio.

**10. ¿El acceso restringido a la cantera resulta de manera negativa para la población?**

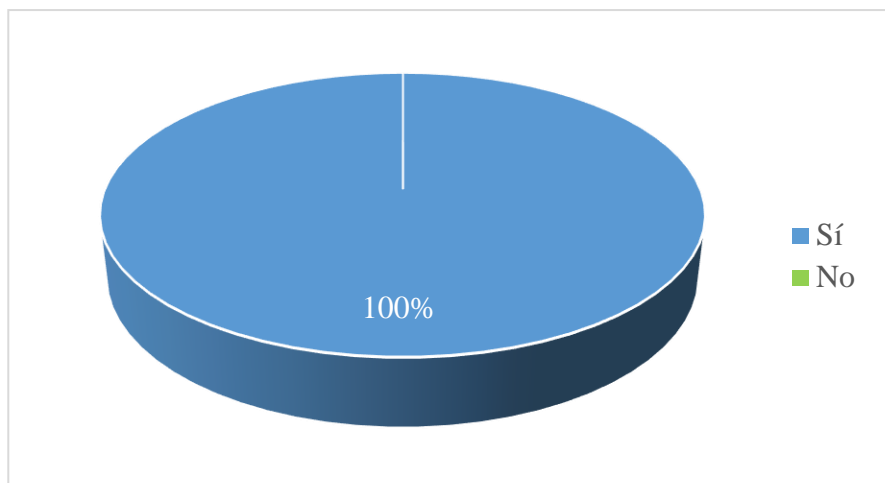


**Figura 24: Resultados de la pregunta 10 de la encuesta realizada.**

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la figura 24 que la totalidad de los encuestados se vieron afectados por el restringido acceso a la cantera ya que se veían beneficiados del lugar ya sea económica o turísticamente del sitio.

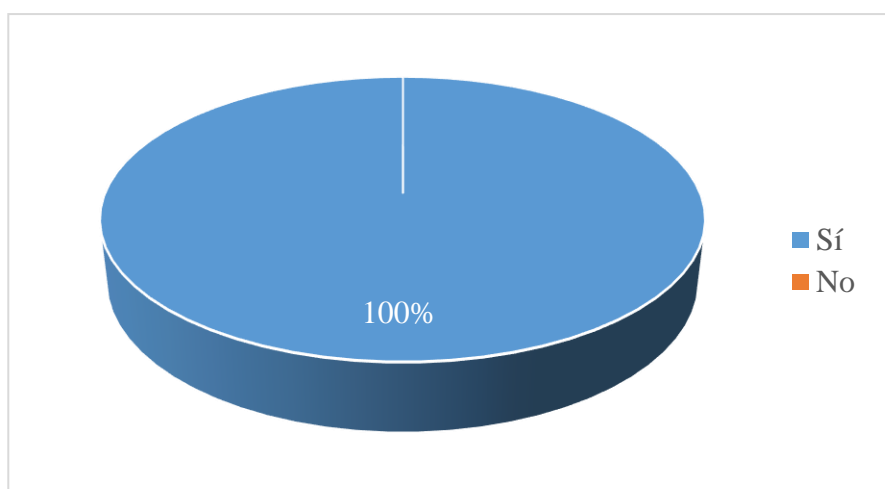
11. ¿Les gustaría la reapertura del sitio como un centro recreativo?



**Figura 25: Resultados de la pregunta 11 de la encuesta realizada.**  
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al gráfico de la figura 25, se puede señalar que el 100% de los encuestados manifiestan estar de acuerdo con la reapertura del sitio ya que el paisaje del lugar puede ser explotado turísticamente.

12. ¿Cree que la venida de turistas sería una fuente económica importante para los habitantes?



**Figura 26: Resultados de la pregunta 12 de la encuesta realizada.**  
Fuente: Elaboración propia

Por último la respuesta a la pregunta 12, en la figura 26 se puede observar que los encuestados opinaron que es beneficiosa la llegada de los turistas a la zona, cabe destacar que ninguno de los encuestados consideró una alternativa negativa a esta pregunta.

#### 4.1.5. Análisis multitemporal

La teledetección es una herramienta importante para el seguimiento de cambios del medio natural, pero es necesario el uso de técnicas para la monitorización y la medición cuantitativa de estos cambios. Una de las mejores técnicas para realizar esto es la clasificación digital de imágenes de satélites ya que nos permite clasificar grandes extensiones de terreno, en diferentes años y con un menor esfuerzo que con la clásica clasificación mediante análisis visual. (Martínez, 2013)

Según el mismo autor menciona que en cuanto a las imágenes de satélites, a pesar del gran aumento de resolución espacial o espectral de algunos productos o imágenes de satélite, las imágenes Landsat siguen siendo muy valiosas y aptas para este tipo de estudios, ya que ofrecen la información necesaria para los objetos generales propuestos. El análisis multitemporal o diacrónico realizado, permite estudiar las pautas evolutivas que han seguido las diferentes cubiertas y de forma global, el territorio, en un determinado tiempo y como resultado se puede ver los cambios de elementos que compone el paisaje.



**Figura 27: Ortofotocarta de la ex Cantera Ypacaraí año 1965**

Fuente: Elaboración propia





**Figura 28: Imagen satelital de la ex Cantera Ypacaraí año 2006**  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 29: Imagen satelital de la ex Cantera Ypacaraí año 2017**  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 30: Imagen satelital de la ex Cantera Ypacaraí año 2021**

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis multitemporal se utilizaron fotografías de la zona de la ex Cantera Ypacaraí del año 1965 proveídas por la Dirección del Servicio Geográfico Militar con imágenes satelitales de *Google Earth* de los años 2006, 2017 y 2021 donde a través de la misma se puede visualizar un aumento referente las viviendas alrededor de la cantera, también el aumento de actividad antrópica en la zona relacionados a la existencia de campo de cultivos correspondientes a la imagen del 2021.

## **4.2. Discusión**

Con relación a los resultados obtenidos mediante el análisis de agua y haciendo comparación con el valor de referencia admisible según la resolución 222/2, el valor del pH podría deberse a una alta actividad fotosintética que sobresaure de oxígeno al sistema acuático, provocando agotamiento de dióxido de carbono y aumento del pH en el agua. Las aguas con crecimiento elevado de algas pueden mostrar un cambio diurno en el pH. Cuando las algas crecen y se reproducen usan  $\text{CO}_2$ . Esta reducción hace que el pH aumente. Por lo tanto, si las condiciones son favorables para el crecimiento de algas cuando la luz del sol aumenta la temperatura, el agua será más alcalina. El pH máximo ocurre generalmente por la tarde, el mismo desciende por la noche. Puesto que el crecimiento de las algas está sujeto a la luz que penetra en las zonas, el pH puede variar en función de la profundidad en lagos, estuarios, agua de bahías y océanos. Los desperdicios sintéticos arrojados al agua reducen el pH como la lluvia ácida que proviene de desechos industriales, automotrices y drenajes mineros. Los nutrientes pueden afectar indirectamente al pH y estimular el crecimiento de las algas (Roldan & Ramírez, 2008).

Además, la causante de un alto nivel de coliforme fecal podría deberse a la filtración de pozo ciego proveniente de las viviendas que se encuentran alrededor de la ex Cantera.

De acuerdo a las encuestas realizadas, los pobladores consideran altamente beneficioso y necesario la reapertura del sitio ya que representa un importante ingreso económico para ellos, alegando que está ubicado en un lugar estratégico de fácil acceso, aunque faltaría un mejor cuidado de la ex cantera por parte de la autoridad competente, el cual es en este caso el MOPC, además de un manejo más adecuado por parte de un ente regulador, que es el MADES a través de la SINASIP, que aparte de preservar, sancione a los que incumplan lo establecido.

Con respecto a los resultados obtenidos mediante los análisis de las imágenes satelitales, en las mismas no se observan con claridad un deterioro paisajístico en áreas visualmente valiosas, en el análisis multitemporal se pudo observar el aumento de la población en los últimos años alrededor de la ex cantera. El análisis de las imágenes satelitales dejó en claro, el importante valor paisajístico y ecológico, alterado levemente por la explotación. Según establece la legislación vigente, una vez que la actividad minera haya concluido, se debe realizar una restauración ecológica de manera a obtener, en la medida de lo posible, los sistemas naturales originales, que por el momento no se ha cumplido en el caso de la ex Cantera Ypacaraí.

Geológicamente mediante la descripción macro y microscópica, la ex Cantera Ypacaraí corresponde al Precámbrico, específicamente a la Suite Magmática Caapucú del Tipo Charara denominación que ha sido mantenida por el equipo de mapeo de la Hoja Caacupé (Cubas et al, 1997)

Según todos los resultados encontrados como de los análisis laboratoriales de agua y de las muestras de roca, el análisis multitemporal de las imágenes satélites y las respuestas de la encuesta se pudieron identificar la categoría de área protegida por medio de la proposición de la Categoría de Manejo utilizada por la SEAM (actual MADES), la ex cantera de Ypacaraí correspondería a “Paisajes Protegidos” ya que la misma cumple con las condiciones dadas, destacando los elementos naturales de importante belleza escénica apropiados para la realización de actividades de producción de manera sostenible.

## **5. CONCLUSIÓN**

En la investigación realizada y conforme a los resultados obtenidos se evaluó el estado actual y temporal de las características físicas que por medio del análisis multitemporal se puede observar que el cambio hasta el día de hoy principalmente se basa en el aumento de la población en las cercanías de la ex Cantera.

En cuanto a la problemática del impacto socio-ambiental que ha generado el cierre de la ex Cantera ha afectado de manera directa sobre las personas que habitan en el área de la ex Cantera Ypacaraí y la percepción social desfavorable de los mismos se han demostrado por medio de los resultados obtenidos de la encuesta realizada en el área de estudio.

En vista de los resultados obtenidos mediante el análisis de agua y el valor científico con respecto a la geología de la zona que corresponde al Precámbrico y por ende a una de las rocas más antiguas, se sugiere para la puesta en valor y protección de la ex Cantera, que según todos los resultados encontrados se pudo identificar la categoría de área protegida por medio de la proposición de la Categoría de Manejo utilizada por la SEAM (actual MADES), la ex cantera de Ypacaraí debería corresponder a “Paisajes Protegidos” por las condiciones tanto abióticas como bióticas que presenta.

## **6. RECOMENDACIONES**

El lugar estudiado representa una zona con mucho potencial, tanto turístico como científico. Desde el punto de vista del turismo, es necesario mejorar la infraestructura del lugar; con mejores medidas de seguridad para los visitantes, como barandas de seguridad, indicadores de advertencia entre otros. En referencia a lo científico el área es muy interesante, ya que este trabajo solo representa un punto de partida para descubrimientos futuros en diversos campos.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOGARÍN GALARZA, Y. 2019. Recursos físicos y biológicos como instrumento de protección del cerro Perõ, compañía san isidro del distrito de paso Yobái, Paraguay (Tesis de Grado). San Lorenzo: Universidad Nacional de Asunción.
- CELABE GAONA, R. 2018. Geoturismo en el Cerro Yaguaron, Ciudad de Yaguaron, Departamento de Paraguarí (Tesis de grado). San Lorenzo: Universidad Nacional de Asunción.
- EDUERNE MARTÍNEZ DEL CASTILLO, 2013. Análisis Multitemporal de la Cubierta Forestal del Moncayo mediante la teledetección e índices de Ecología del paisaje. Editan, España.
- ESPINOZA, G. 2007. Gestión y fundamentos de evaluación ambiental, Santiago-Chile. Francisco Javier Rodríguez Vidal, 2003, Procesos de potabilización del agua e influencia del tratamiento de ozonización. Madrid-España, Edición Díaz de Santos S.A.
- GÓMEZ, ISABEL (2016) Propuesta metodológica para la evaluación del impacto ambiental en la explotación a cielo abierto “Cantera Begoña” Facultad de Ciencias Experimentales Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente
- HARRINGTON, H. J. 1950. Geología del Paraguay Oriental. Buenos Aires.
- Hoja Caacupé – Texto explicativo (1999)
- JOHNSON DIVISION UOP INC.1997. El agua subterránea y los pozos. 1era Ed. Saint Paul, Minnesota 55165. USA
- LAPEÑA, M. R. (1989). Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales (Vol. 27). Marcombo.
- MARTÍNEZ, A. (2020). Estudio del impacto socio-ambiental de la ex-cantera generada por la explotación pétreo del Cerro Tacumbú (Tesis de Grado). San Lorenzo: Universidad Nacional de Asunción.
- PAR83/005.1986. Mapa Geológico de la República del Paraguay. Escala 1:1.000.000.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Ministerio de Defensa Nacional. Asunción, Paraguay
- Raudel Ramos Olmos, Rubén Sepúlveda Marqués y Francisco Villalobos Moreno, Agua en

el ambiente: muestreo y análisis, California 2002, Editorial: Plaza y Valdés

SEAM (Actual MADES). CMAP (Comisión Mundial de Áreas Silvestres Protegidas). UICN (Unión Mundial para la Naturaleza). Informe Nacional Áreas Silvestres Protegidas del Paraguay. 2007. Paraguay. 84 p.

Spence A., Simpson A.J., McNally D.J., Moran B.W., Mc-Caul M.V., Hart K., Paull B. y Kelleher B.P. (2011). The degradation characteristics of microbial biomass in soil. *Geochim. Cosmochim. Acta* 75, 2571-2581.

USEPA (2004.) EPA-822R04005. Drinking water standards and health advisories. National Primary Drinking Water Standards. United States Environmental Protection Agency. Washington, D.C., EUA, 20 pp. [en línea] <http://water.epa.gov/drink/standardsrisk-management.cfm>.

VALDEZ, S. (2019). Riesgo a la salud debido al consumo del agua subterránea del acuífero Patiño en el distrito de Limpio, con enfoque a los niveles de salinidad presentes (Tesis de Grado). San Lorenzo: Universidad Nacional de Asunción.

VILLANUEVA, S., BOTELLO, A., (1992). Metales pesados en la zona costera del Golfo de México y Caribe Mexicano: una revisión. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 8(1), 47-61.

## ANEXO

### Anexo A. Trabajo de Campo



**A1: Recorrido en canoa para la toma de muestra de agua**

Fuente: Elaboración propia



**A2: Porción de roca muy alterada**

Fuente: Elaboración propia





**A3: Vista de la laguna y parte de la cantera, desde la orilla**  
Fuente: Elaboración propia



**A4: Paredones con diferencia de alteración**  
Fuente: Elaboración propia

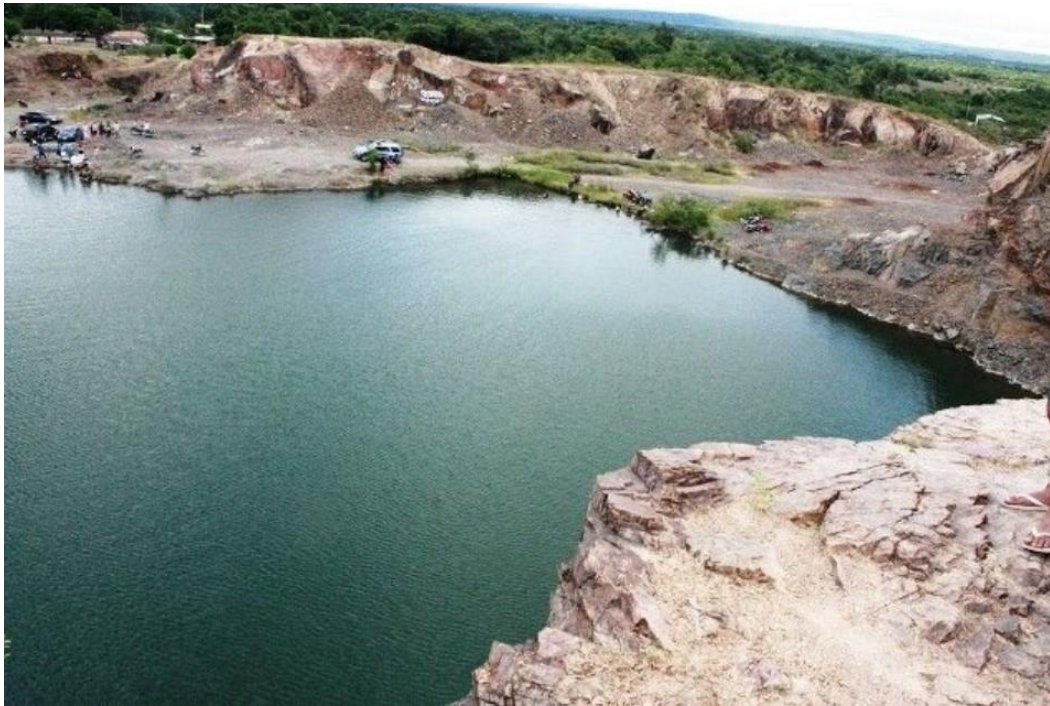


**A5: Afloramiento de roca con abundante falla**  
Fuente: Elaboración propia



**A6: Afloramiento cerca de la laguna**  
Fuente: Elaboración propia

## Anexo B. Publicaciones Periódicas



**B1: Vista de la laguna, desde una parte de la Cantera**

Fuente: Publicación del diario abc – 12/09/2014



**B2: Parte de la vista de la cantera y la laguna.**

Fuente: Publicación del diario HOY, nacionales – 12/01/2015



**B3: Turistas bañándose en la laguna de la Cantera Ypacaraí estando ya restringida el acceso.**

Fuente: Publicación del diario ÚLTIMA HORA - 12 de enero de 2015

## Anexo C. Informes de Ensayos y Resolución



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Laboratorio de Calidad de Agua

### INFORME DE ENSAYO

INF.1204/2021

Solicitante: KHATYA FRANCO		Solicitud de trabajo Nº: 615/2021		
Dirección: Capiatá		Código de ítem: 1156		
Descripción de ítem: Datos declarados por el cliente; Agua de ex Cantera Ypacarai – P1. Fecha de muestreo: 20/10/2021				
Fecha de recepción: 20/10/2021	Fecha de ejecución del ensayo: 20/10/2021	Fecha del informe: 28/10/2021		
Determinaciones	Métodos	Resultados	Unidad	Referencia – Resol. Nº 222/02 SEAM - valores máximos admisibles
pH	PRO.ME 002-Rev.04/SM 4500-H <sup>+</sup> B	8,21	UpH	6,0 a 9,0
Conductividad	SM 2510 B	146,1	µS/cm	SR
Materia Orgánica (como O <sub>2</sub> )	Reducción del Permanganato - NN	1,09	mg/L	SR
Sólidos Totales Disueltos a 180 °C	SM 2540 C	101,0	mg/L	500
Cromo (Cr) Total	SM 3500-Cr D	0,001	mg/L	0,5
Coliformes Fecales, en 100 mL	SM 9222 D	176	UFC	200*

**Abreviaturas:** UpH = unidad de pH, mg/L = miligramos por litro, D.Q.O. = Demanda Química de Oxígeno, mgO<sub>2</sub>/L = miligramos de Oxígeno por litro, mL = mililitros, UFC = Unidades Formadoras de Colonias, SR = sin referencia, Resol. = resolución, SM = Método Estándar – Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, edición Nº 17 (APHA-AWWA-WPCF). SEAM = Secretaría del Ambiente (Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADES).

Ítem: muestra ensayada

**Notas:**

- Valores de referencia establecidos para agua de Clase 1 por la mencionada resolución del MADES.
- (\*) expresado en NMP (numero más probable), según la resolución 222/02 de la SEAM.
- Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del Laboratorio.
- El(Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) únicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s) y suministrada(s) por el solicitante.

- Nombre del contacto: khatya Franco

Telefono: 0985 693 622



*[Firma]*  
Prof. Lic. Estanislao Agosta Morales  
Jefe, Laboratorio de Calidad de Agua

Fin del informe

Pag. 1/1

REG 063.06



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Laboratorio de Calidad de Agua

INFORME DE ENSAYO

INF.1205/2021

Solicitante: KHATYA FRANCO	Solicitud de trabajo Nº: 615/2021
Dirección: Caplatá	Código de ítem: 1157
Descripción de ítem: Datos declarados por el cliente; Agua de ex Cantera Ypacará P – 2.	
Fecha de muestreo: 20/10/2021	

Fecha de recepción: 20/10/2021	Fecha de ejecución del ensayo: 20/10/2021	Fecha del informe: 28/10/2021
--------------------------------	---	-------------------------------

Determinaciones	Métodos	Resultados	Unidad	Referencia – Resol. Nº 222/02 SEAM - valores máximos admisibles
pH	PRO.ME 002-Rev.04/SM 4500-H <sup>+</sup> B	8,32	UpH	6,0 a 9,0
Conductividad	SM 2510 B	146,1	µS/cm	SR
Materia Orgánica (como O <sub>2</sub> )	Reducción del Permanganato - NN	4,85	mg/L	SR
Sólidos Totales Disueltos a 180 °C	SM 2540 C	92,0	mg/L	500
Cromo (Cr) Total	SM 3500-Cr D	<0,001	mg/L	0,5
Coliformes Fecales, en 100 ml.	SM 9222 D	173	UFC	200*

Abreviaturas: UpH = unidad de pH, mg/L = miligramos por litro, D.Q.O. = Demanda Química de Oxígeno, mgO<sub>2</sub>/L = miligramos de Oxígeno por litro, mL = mililitros, UFC = Unidades Formadoras de Colonias, < = menor que, SR = sin referencia, Resol. = resolución, SM = Método Estándar – Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, edición Nº 17 (APHA-AWWA-WPCF), SEAM = Secretaría del Ambiente (Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADES).

Ítem: muestra ensayada

Notas:

- Valores de referencia establecidos para agua de Clase 1 por la mencionada resolución del MADES.
- (\*) expresado en NMP (numero más probable), según la resolución 222/02 de la SEAM.
- Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del Laboratorio.
- El(Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) únicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s) y suministrada(s) por el solicitante.

- Nombre del contacto: khatya franco

Telefono: 0985 693 622



  
Prof. Lic. Estanislao Acosta Morales  
Jefe, Laboratorio de Calidad de Agua

Fin del informe

Pag. 1/1

REG 063.06



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Laboratorio de Calidad de Agua  
INFORME DE ENSAYO

INF.1217/2021

Solicitante: KHATYA FRANCO		Solicitud de trabajo N°: 615/2021		
Dirección: Capiatá		Código de ítem: 1158		
Descripción de ítem: Datos declarados por el cliente; Agua de ex Cantera Ypacarai P – 3.				
Fecha de muestreo: 20/10/2021				
Fecha de recepción: 20/10/2021		Fecha de ejecución del ensayo: 20/10/2021		Fecha del informe: 28/10/2021
Determinaciones	Métodos	Resultados	Unidad	Referencia – Resol. N° 222/02 SEAM - valores máximos admisibles
pH	PRO.ME 002-Rev.04/SM 4500-H* B	8,32	U <sub>pH</sub>	6,0 a 9,0
Conductividad	SM 2510 B	146,2	µS/cm	SR
Materia Orgánica (como O <sub>2</sub> )	Reducción del Permanganato - NN	1,39	mg/L	SR
Sólidos Totales Disueltos a 180 °C	SM 2540 C	82,0	mg/L	500
Cromo (Cr) Total	SM 3500-Cr D	<0,001	mg/L	0,5
Coliformes Fecales, en 100 mL	SM 9222 D	280	UFC	200*

**Abreviaturas:** U<sub>pH</sub> = unidad de pH, mg/L = miligramos por litro, D.Q.O. = Demanda Química de Oxígeno, mgO<sub>2</sub>/L = miligramos de Oxígeno por litro, mL = mililitros, UFC = Unidades Formadoras de Colonias, < = menor que, SR = sin referencia, Resol. = resolución, SM = Método Estándar – Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, edición N° 17 (APHA-AWWA-WPCF). SEAM = Secretaría del Ambiente (Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADES).

**Ítem:** muestra ensayada

**Notas:**

- Valores de referencia establecidos para agua de Clase 1 por la mencionada resolución del MADES.
- (\*) expresado en NMP (numero más probable), según la resolución 222/02 de la SEAM.
- Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del Laboratorio.
- El(Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) únicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s) y suministrada(s) por el solicitante.
- Nombre del contacto: khatya Franco      Teléfono: 0985 693 622



  
Prof. Lj. Estanislao Acosta Morales  
Jefe, Laboratorio de Calidad de Agua

Fin del informe  
Pag. 1/1

REG 063.06

## RESOLUCIÓN N° 13

**POR EL CUAL SE PROHIBE EL ACCESO AL INMUEBLE DONDE SE ENCUENTRA LA CANTERA “YPACARAÍ” PROPIEDAD DE ESTA CANTERA DE ESTADO, Y SU USO A PERSONAS EXTRAÑAS A ESTA INSTITUCION.**

**Asunción, 6 de enero de 2015**

**VISTO:** El memorándum DP N° 806/2014, por el cual el Departamento de Patrimonio de la Dirección de Bienes y Suministro de esta Institución, informa con relación a la cantera de Ypacaraí; y

**CONSIDERANDO:** Que en el citado informa manifiesta lo siguiente que: “...el acceso a la cantera no está restringido y que en el verano se utiliza como medio de expansión de las personas y no existe la vigilancia necesaria como así mismo los medios de prevención para cualquier tipo de acontecimiento que puedan producirse, se solicita los procedimientos que puedan resguardar la integridad de las personas que acuden al lugar y así mismo preservar la imagen del MOPC como institución titular de ese inmueble. La cantera también se encuentra invadida por personas que hace tiempo tienen viviendas en dicha fracción y hasta el momento no se han tomado las providencias correspondientes”.

Que según lo manifestado por el Departamento de Patrimonio el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones posee el título de propiedad correspondiente a la Cantera de Ypacaraí, inscripto en la Dirección de Registros Públicos como Finca N° 503, distrito de Individualizado con los Padrones Nros. 714, 650 y 978, Superficie: 34 has. 9854 m<sup>2</sup>. Que dentro de la cantera, propiedad de esta Institución se ha formado un lago al cual concurren mucha gente para y nadar y bucear.

Que por memorándum S.G N 208/2014 la Secretaria General dependiente de esta Cartera Ministerial, solicita “Los procedimientos que puedan resguardar la integridad de las personas que acuden al lugar y así mismo preservar la imagen del MOPC como institución titular de ese inmueble”.

Que en el Dictamen D.A.J. N° 1200/2014, la Dirección de Asuntos Jurídicos recomienda entre otros puntos: “La emisión de una Resolución que prohíba el acceso al inmueble y su uso a personas extrañas a la Institución”.

POR TANTO, en uso a sus atribuciones legales

**EL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES, RESUELVE:**

**Artículo 1°:** Prohibir el acceso al inmueble donde se encuentra la Cantera “Ypacaraí” propiedad de esta Cantera de Estado, y su uso a personas extrañas a esta institución.

**POR LA CUAL PROHÍBE EL ACCESO AL INMUEBLE DONDE SE ENCUENTRA LA CANTERA “YPACARAÍ” PROPIEDAD DE ESTA CANTERA DE ESTADO, Y SU USO A PERSONAS EXTRAÑAS A ESTA INSTITUCIÓN.**

**Artículo 2°:** Encargar al Departamento de Patrimonio dependiente de la Dirección de Bienes y Suministros a realizar las gestiones correspondientes para la obtención de los trabajos de cercado del inmueble y la instalación de señales carteles y otros que informen de lo dispuesto en el artículo anterior de la presente Resolución, a fin de deslindar la responsabilidad de esta Cartera Ministerial en caso de ser infringida.



**Artículo 3°:** Encargar al Departamento de Agrimensura y Geodesia de la Dirección de Obras Públicas de este Ministerio, la ejecución de una nueva mensura judicial, para determinar los límites del inmueble y corroborar así la ocupación o no del mismo, informando del trabajo realizado a la Unidad de Asuntos Internos (UDAI), dependencia encargada de proceder a los tramites conducentes al desalojo del inmueble.

**Artículo 4°:** Comunicar a quienes corresponda y cumplido, archivar.

### **Resolución N° 222/02**

#### **POR LA CUAL SE ESTABLECE EL PADRON DE CALIDAD DE LAS AGUAS EN EL TERRITORIO NACIONAL**

Asunción, 22 de abril de 2002

**VISTO:** La necesidad de establecer, un padrón de calidad de agua esencial para la defensa de los niveles de calidad basados en parámetros e indicadores específicos, demodo de asegurar sus usos preponderantes, y

**CONSIDERANDO:** Que, la salud es el bienestar del ser humano, bien como equilibrio ecológico, no debe ser afectado como consecuencia del deterioro de la calidad de las agua

Que, los costos del control de la polución pueden ser mejor adecuados, cuando los niveles de calidad exigidos para un determinado cuerpo de agua o sus diferentes trechos, están de acuerdo con los usos que se pretende dar a los mismos.

Que, la clasificación de los cuerpos de aguas debe ser compatible fundamentalmente, los niveles de calidad que deberían de poseer para atender las necesidades de la comunidad.

Que, la necesidad de crear instrumentos para evaluar la evolución de la calidad de las aguas, con relación a los niveles establecidos en la clasificación, de forma a facilitar los controles de metas fijando atender gradualmente los objetivos permanentes.

Que, el desarrollo industrial y usos de defensivos agrícolas que pueden encontrarse actualmente en el país.

Que la necesidad de reformular, periódicamente, el padrón de calidad de agua, de acuerdo con la evolución industrial y tecnológica bien como socioeconómica;

Que de conformidad al Art. 18 cinc. g) de la Ley 1561/00, es atribución del Secretario Ejecutivo dictar todas las Resoluciones que sean necesarias para la consecución de los fines de la Secretaria, pudiendo establecer los reglamentos internos necesarios para su funcionamiento.

POR TANTO, en uso de sus atribuciones

EL SECRETARIO EJECUTIVO DE LA SECRETARIA DEL AMBIENTE

RESUELVE

Art. 1º: Son clasificadas, según sus usos preponderantes, en 4 clases del Territorio Nacional.

1 Clase 1- Aguas destinadas:

- a) Los abastecimientos domésticos después del tratamiento simplificado;
- b) La protección de las comunidades acuáticas
- c) Las recreaciones de contacto primario (natación, esquí-acuático)
- d) La irrigación de hortalizas que son consumidas crudas, las frutas que crecen en los suelos y que sean ingeridas crudas sin la remoción de la película.
- e) La cría natural y/o intensiva (acuicultura), de especies destinadas para la alimentación humana.

2 Clase 2- Aguas destinadas:

- a) Para abastecimiento doméstico después de los tratamientos convencionales:
- b) Para protección de las comunidades acuáticas
- c) Para recreación de contacto primario (esquí acuático, natación)
- d) La irrigación de hortalizas que son consumidas crudas, las frutas que crecen en los suelos y que sean ingeridas crudas sin la remoción de la película.

e) La cría natural y/o intensiva (acuicultura), de especies destinadas para la alimentación humana.

### 3 Clase 3- Aguas destinadas

- a) En abastecimiento domestico, después del tratamiento especial
- b) Para irrigación arbórea, jardín y forrajearas.
- c) Para recreación de contacto secundario

### 4 Clase 4- Aguas destinadas

- a) Para la navegación
- b) Para la armonía paisajística
- c) Para los usos menos exigentes

### Parágrafo único

Los niveles de tratamiento que fueron indicados anteriormente, para abastecimiento público representan:

- I. Tratamiento simplificado, cloración y/o filtración
- II. Tratamiento convencional; coagulación, decantación, filtración ocloración.
- III. Tratamiento especial, tratamiento convencional + ozonización, aplicación de carbón activado y otros procesos para poder garantizar la calidad de las aguas para abastecimiento público.

Art. 2º: Para agua de Clase 1, son establecidos los límites y/o condiciones siguientes:

- a) Materias fluctuantes, inclusive espumas no naturales; virtualmente ausentes;
- b) Aceites y Grasas: virtualmente ausentes
- c) Sustancias que comuniquen sabor y olor
- d) Colorantes artificiales: virtualmente ausentes
- e) Sustancias que formen depósitos objetables: virtualmente ausentes
- f) Coliformes: Para el uso de recreación de contacto primario, se tendrá en cuenta lo establecido en el Art. 6 de esta resolución. Las aguas utilizadas para la irrigación de hortalizas o plantas fructíferas que se manejan en el suelo y que son consumidas crudas, sin remoción de las cáscaras o la película, no deben ser poluidas por excrementos humanos, atendiendo a la necesidad de una inspección sanitaria periódica.

Para los demás usos, no deberán ser excedidos en el límite de 200 coliformes fecales por 100 ml. En 80 % o más de por lo menos 5 muestras mensuales recolectando en cualquier mes:

- g) DBO: hasta 3 mg/l
- h) OD: en cualquier muestra, no inferior a 6 mg/l
- i) Turbidez: hasta 40 unidades nefelometría de turbidez (UNT)
- j) Color: hasta 15 mgPt/l

k) pH: 6,0-9,0

l) Sustancias potencialmente perjudiciales (tenores máximos permisibles):

**Inorgánicos (mg/l)**

Aluminio	0,2 Al
Amonio no ionizable	0,02 NH <sub>3</sub>
Cloratos	250 CL
Hierro Soluble	0, 3 Fe
Sólido disuelto total	0,025 P
Nitrógeno Total	0,30 N
Sulfatos	250 S <sub>04</sub>
Nitrato	10 N
Nitrito	1,0 N
Sodio	200 Na
Dureza	300 Ca
Selenio	0,01 Se
Manganeso	0,1 Mn
Bario	2, 0 Ba
Arsénico	0,01 As
Cianatos (como cianato libre)	0, 2 CN
Plomo	0, 01 Pb
Cadmio	0,001 Cd
Cobre	1,0 Cu
Cromo trivalente	0,5 Cr
Cromo hexavalente	0,05 Cr
Estaño	2,0 Sn
Mercurio inorgánico	0,002 Hg
Mercurio orgánico	cero
Niquel	0,025 Ni
Zinc	3,0 Zn

**Compuestos Orgánicos (mg/l)**

Diquat	0,02
Antracina	0,003
2,4 D	0, 03
Glifozato	0,7
Alaclor	cero
Trifluralina	0,02
Propanil	0,02
Picloran	0,5
Bentazón	0,03
Carbofuran	0,04
Endosulfan	0,056
Enithothion	0,003
DDVP (dicholorvos)	0,01
Diazion	0,005
Simazina	0,004

Chlordane	cero
DDT	0,002
Endrin	0,002
Heptaclor	cero
Lindano (BHC)	0,0002
Methoxyclor	0,04
Dioxina (2,3,7,8-TCDD)	cero
PCBs (bifenilpoliclorados)	cero
Benzo (a) pireno	0,0007
Etilbenzeno	cero
Tricloroetileno	cero
Trihalometano total (TTHMs)	0,1
Micocistina LR	0,001

Art. 3° Para las aguas de Clase 2, son establecidos los mismos limites en las condiciones de Clase 1, a exención de las siguientes condiciones

- a) No será permitida la presencia de colorantes artificiales que no sean removidos por procesos de coagulación, sedimentación y filtración convencional
- b) Coniformes para uso de recreación de contacto primario deberá ser cumplido con el Art. 6 de esta resolución. Para los demás usos, no deberá ser excedido en el límite de 1000 coliformespor 100 ml en 80 % o más de por lo menos 5 muestras mensuales,
- c) Color: hasta 75 Pt/l
- d) Turbidez: hasta 100 UNT
- e) DBO 5d 20° C hasta 5 mg/l
- f) OD, en cualquier muestra: no inferior a 5 mg/l O<sub>2</sub>
- g) Fosforo Total o Nitrógeno Total: respectivamente hasta 0,05 mg/l e 0,6 mg/l

Art. 4°: Para las aguas de Clase 3 son establecidos los límites en las siguientes condiciones.

- a) número de coniformes fecales: hasta 4000, por 100 ml en 80 % en las muestras
- b) DBO 5d e 20°C hasta 10 mg/l
- c) OD, en cualquier, no inferior a 4 mg/l
- d) Turbidez: hasta 100 UTN
- e) Color: hasta 75 mg/l
- f) pH: 6,0 a 9,0
- g) Substancias potencialmente perjudiciales (tenores máximos permisibles)

Aluminio	0,2 Al
Cloratos	250 CL
Hierro Soluble	0,3 Fe
Sólido disuelto total	500
Sulfatos	250 S04

Nitrato	10 N
Nitrito	10 N
Sodio	200 Na
Dureza	300 Ca
Selenio	0,01 Se
Manganeso	0,1 Mn
Bario	1, 0 Ba
Arsénico	0,05 As
Cianatos (como cianato libre)	0, 2 CN
Plomo	0, 03 Pb
Cadmio	0,001 Cd
Cobre	1,0 Cu
Cromo trivalente	0,5 Cr
Cromo hexavalente	0,05 Cr
Estaño	2,0 Sn
Mercurio inorgánico	0,002 Hg
Níquel	0,002 Ni
Zinc	3,0 Zn
Na	200 Na
<b>Compuestos Orgánicos (mg/l)</b>	
Dioxina (2,3,7,8 –TCDD)	cero
BifenilPoliclorados (PCBs)	cero
Benzo (a) pireno	0,0007
Tri-cloroetileno	cero
Etil- benzeno	cero

**Art. 5: Para aguas de Clase 4, son establecidos los límites en las condiciones siguientes**

- a) Materias fluctuantes, inclusive espumas no naturales: virtualmente ausentes
- b) Color y aspecto: no objetables
- c) Aceites y grasas; se toleran trazas
- d) Sustancias fácilmente sedimentables que contribuyan la colmatación e impidan la libre navegación : virtualmente ausentes
- e) Índice de fenoles; hasta 1 mg/l
- f) OD: superior a 2 mg/l
- g) pH 6-9

Art. 6° Las aguas destinadas a usos de recreación de contacto primario, serán encuadradas y tendrán su condición avaladas en Excelentes, Muy Buena, Satisfactoria, No apta de la siguiente forma.

- a) Excelente: Cuando en 80 % o más de un conjunto de muestras obtenidas en cada una de las 5 semanas, la presencia de coniformes fecales es nulo.
- b) Muy buena; Cuando en 80% o más de u conjunto de muestras obtenidas en cada una de las 5 semanas, hubiera, en un máximo de 250 coliformes fecales por 100 ml.

- c) Satisfactorias: Cuando en 80% o más de un conjunto de muestras en cada una de las 5 semanas, hubiera, en un máximo 1000 coliformes fecales por 100 ml.
- d) No Apta: Cuando ocurriera, cualquier de las circunstancias:
  - El padrón de ninguna de las categorías citadas anteriormente
  - Si ocurriera en la región incidencia relativamente elevada o anormal de enfermedades transmisibles por vía hídrica, a criterio de las autoridades.
  - Señales de polución por aguas negras y otros residuos, perceptibles organolepticamente.
  - Presencia en las aguas, de moluscos transmisores potenciales de equistomiasis
  - Presencia en las aguas, de parásitos e insectos vectores de dolencias transmisibles.

Art. 7° Los efluentes de cualquier fuente poluidora solamente podrán ser alcanzados, directa e indirectamente, en los cuerpos de las aguas obedeciendo las siguientes condiciones y los criterios establecidos en la clasificación del cuerpo receptor

- a) pH entre 5 a 9
- b) DBO 5d 20° C, inferior a 50 mg/l
- c) DQO, inferior a 150 mg/l
- d) Temperatura, inferior a 40° C, siendo que elevación de temperatura del cuerpo receptor no deberá exceder a 3 °C
- e) Materias sedimentables, hasta 1 ml/l en test de 1 hora como Imhoff
- f) régimen de lanzamiento con caudal máximo de hasta 1,5 veces a razón media del periodo crítico
- g) Aceites y grasas
  - aceites minerales hasta 20 mg/l
  - aceites vegetales e grasas animal hasta 50 mg/l
- h) ausencia de materias flotantes
- i) valores máximos admisibles en las siguientes sustancias (mg/l)

- Amonio	5,0 N
- Arsénico	0,5 As
- Bario	5,0 Ba
- Boro	5,0 Bo
- Cadmio	0,2 Cd
- Cianatos	0,2 CN
- Plomo	0,5 Pb
- Cobre	1,0
- Cromo Hexavalente	0,5 Cr
- Cromo Trivalente	2,0 Cr
- Estaño	4,0 Sn
- Índice de Fenoles	0,5 C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
- Hierro Soluble	15 mg/l Fe
- Manganeseo soluble	1,0 Mn
- Mercurio total	0,01 Hg
- Níquel	2,0 Ni

- Plata	0,1 Ag
- Selenio	0,05 S
- Sulfatos	0,05 Se
- Zinc	5,0 Zn
- Nitrógeno Total	40 N
- Fosforo total	4 P
- Coliformes fecales	4000 NMP/100ml

Compuestos xenobióticos que causan toxicidad según criterios de la SEAM: límites establecidos internacionalmente.

Art. 8° No será permitida la disolución de efluentes industriales con aguas no poluidas.

Art. 9° Los efluentes deberán adecuar prioritariamente en los términos de esta resolución con relación a la característica del cuerpo receptor.

Párrafo único: Resguardados los padrones de calidad del cuerpo receptor, demostrando por estudio de auto depuración realizado por la entidad responsable, la SEAM podrá autorizar el vertido por encima de los límites establecidos en el Art. 7 dependiendo del tipo de tratamiento y las condiciones adecuadas para la operación.

Art. 10° Los padrones de las aguas establecidas en esta resolución constituyen los límites individuales para cada sustancia. Eventuales acciones cinegéticas entre las mismas, deben ser evaluadas a través de bio-ensayos y otros procesos que son capaces de detectar los efectos de estas acciones, dependiendo de la necesidad de esclarecer.

Art. 11° En función a la recomendación de la OMS (Organización Mundial de la Salud- 1999) sugiere la realización de riguroso acompañamiento del lago eutrofizado para la protección y salud de usuarios (balneabilidad y abastecimiento público) cuando pase el número de células de cianobacteria 100.000 por ml.

Art. 12° Los límites de DBO, establecidos para clase 2 y 3, podrán ser elevados, en caso de que se presente el estudio de capacidad de auto depuración del cuerpo receptor y se demuestre que los tenores mínimos de Oxígeno disuelto OD, previstos, no serán cumplidos en ningún punto del mismo, en las condiciones críticas del caudal Q 7.10

Art. 13° Colectas de muestras de agua y sus respectivos análisis deberán ser efectuadas, según las metodologías internacionalmente reconocidas, como por ejemplo, normas publicadas por la ISO (Internacional Standartization Organization) y el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater- APHA-AWWA-WPCF de la última edición)



Art. 14° Después de la publicación de esta reglamentación, los laboratorios competentes deberán ser adecuados, para atender a pleno la ejecución de los análisis y exámenes constantes en los padrones

Art. 15° En las aguas de clase I no serán tolerados lanzamiento de aguas residuales de origen doméstico e industriales bien como cualquier sustancia potencialmente tóxica.

Art. 16° En base a los usos y calidad fijada en los padrones de esta Resolución, la SEAM efectuara la clasificación de todos los sistemas hídricos del Territorio Nacional.

Art. 17° A fin de efectuar la clasificación y preservación de la calidad del agua compatible con las respectivas clases, serán realizadas monitoramientos en puntos escogidos estratégicamente y los resultados obtenidos serán publicados.

Art. 18° El cuerpo de agua conforme a su clasificación, que presenten condiciones en desacuerdo al padrón establecido, será objeto de disposiciones con plazos determinados fijando su recuperación para atender usos preponderantes de este recurso hídrico.

Art. 19° Los parámetros de calidad de las aguas y sus límites permisibles adoptados en esta Resolución deberán ser revisados periódicamente,

Art. 20° Comuníquese a quienes corresponda y cumplida archívese

EDMUNDO ROLON OSNAGHI  
Secretario Ejecutivo, Ministro

