



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica

Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica

**Comparativa de longitudes de onda de 217 nm y 283 nm en absorción atómica para la
cuantificación del plomo en minerales - 2025**

Trabajo de Suficiencia Profesional

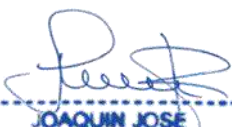
Para optar el Título Profesional de Ingeniero Metalúrgico

Autor

Emilio Enriquez Escobar

Asesor

Dr. Joaquin Jose Abarca Rodriguez



JOAQUIN JOSE
ABARCA RODRIGUEZ
INGENIERO METALURGICO
Reg. CIP Nº 108833

Huacho - Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

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

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Emilio Enriquez Escobar	48568856	06 – 05 - 2026
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Joaquín José Abarca Rodríguez	15740291	https://orcid.org/0000-0003-1004-3824
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Alberto Irhaam Sánchez Guzmán	15758117	https://orcid.org/0000-0003-1575-8466
Helen Anali Zapata Del Solar	44067559	https://orcid.org/0000-0002-5347-6155
José Alonso Toledo Sosa	80302533	https://orcid.org/0000-0002-8278-1538

Enriquez Escobar Emilio 2026-016420

Comparativa de longitudes de onda de 217 nm y 283 nm en absorción atómica para la cuantificación del plomo en minera...

UNIDAD DE INVESTIGACION FIQyM - PREGRADO-2026

Unidad de Investigación de la FIQyM - 2026

Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3541043101

Fecha de entrega

17 abr 2026, 12:06 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

17 abr 2026, 12:16 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

INFORME_EMILIO_ENRIQUEZ_24_02_2025.docx

Tamaño del archivo

12.6 MB

85 páginas

11.390 palabras

62.995 caracteres



Página 2 de 89 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:3541043101

11% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- ▶ N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 11% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 5% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A Dios por haber sido mi guía y por haberme llenado de vida y sabiduría y por darme fortaleza para seguir adelante.

A mi Madre por creer en mí, por su apoyo en todo momento, por su ejemplo de perseverancia y constancia, por sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

A la memoria de mi Padre que no está conmigo, pero este triunfo también es de él, lo quiero y recuerdo siempre, sé que desde el cielo celebra este triunfo.

A mis hermanos por sus palabras de ánimo y apoyo incondicional.

A mi hijo que llena mi vida de alegría y representa una de mis razones para seguir adelante en este camino de la vida.

Y a todas aquellas amistades que de alguna manera u otra estuvieron junto a mi durante los años de carrera de estudio y en esta etapa de trabajo.

AGRADECIMIENTO

A Dios primeramente por darme salud, fortaleza y perseverancia, quien me ha guiado a lo largo de esta carrera, desempeño laboral y en mi vida.

Mi más sincero agradecimiento al ing. Juan Salazar, por todo su apoyo y enseñanza para mi desarrollo profesional.

Mi más sincero agradecimiento al ing. Joaquin Jose Abarca Rodriguez, por todo su apoyo y orientación como asesor de este proyecto.

¡Gracias! A la universidad José Faustino Sánchez Carrión por haberme brindado la oportunidad de ser profesional.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTO	6
ÍNDICE GENERAL	7
ÍNDICE DE FIGURA.....	10
INDICE DE ANEXO.....	13
ABSTRACT.....	15
INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO I DESARROLLO	18
1.1 Empresa minera Colquisiri.....	18
1.1.1. Historia de la empresa minera Colquisiri.....	18
1.1.2. Ubicación	18
1.1.3. Datos generales de la empresa minera Colquisiri.	19
1.1.3.1. Nombre comercial de la empresa minera Colquisiri.	19
1.1.3.2. Organigrama de minera Colquisiri.	19
1.1.3.3. Tamaño de planta.....	21
1.1.3.4. producción.	21
1.2. Funciones del puesto de trabajo.	24
1.2.1. Puesto desempeño.	24
1.2.2. Funciones.	24

1.2.3.	Actividades llevadas a cabo en el puesto de trabajo.	25
1.2.3.1.	Descripción del proceso de análisis químicos.	25
1.2.3.2.	Procedimiento de elaboración técnica de espécimen de roca o mineral.....	26
1.2.3.3.	Preparación mecánica de muestras de planta concentradora.....	28
1.2.3.4.	Pesado de muestras.....	30
1.2.3.5.	Análisis por vía seca para la determinación de Plata y Oro	31
1.2.3.6.	Análisis por vía húmeda para la determinación de cobre, plomo y zinc.	36
1.2.3.7.	Análisis por absorción atómica para la determinación de los analitos	44
1.3.	Bases teóricas	47
1.3.1.	Antecedentes	47
1.3.2.	Longitud de onda de 217 nm y 283.3 nm en absorción atómica para la cuantificación de plomo en minerales	48
1.3.3.	Lectura de longitud de 217nm y 283.3nm	50
1.4.	Dificultades para desempeñar el puesto.	70
1.5.	Contribuciones de la formación académica en el desempeño del puesto	70
1.6.	Metas personales y formativas alcanzadas durante el desempeño del puesto.....	71
1.7.	Otros.....	73
CAPITULO II CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		76
2.1.	Conclusiones.	76
2.2.	Recomendaciones.....	77

CAPITULO III REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
3.1. Referencias bibliográficas.	78
ANEXOS	80

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Organigrama de minera colquisiri	20
Figura 2 Área de laboratorio químico colquisiri.....	23
Figura 3 Organigrama del Laboratorio Químico	24
Figura 4 Mapa de procesos laboratorio colquisiri.....	25
Figura 5 Área de preparación de muestras geología	27
Figura 6 Secado de muestras de geología.	28
Figura 7 Sala de filtros de prensa.....	29
Figura 8 Cajones del Courier.	30
Figura 9 Pesado de muestra.	31
Figura 10 Diagrama de flujo gravimetría de plata.	34
Figura 11 Diagrama de flujo determinación de oro por absorción atómica.	35
Figura 12 Implementos de seguridad fundición de muestra.	36
Figura 13 Digestión de muestras para volumetría.	37
Figura 14 Diagrama de flujo volumetría de cobre-muestra	38
Figura 15 Diagrama de flujo volumetría de cobre-electrolítico.....	39
Figura 16 Diagrama de flujo volumetría de zinc- muestra	40
Figura 17 Diagrama de flujo volumetría de zinc- electrolítico.....	41
Figura 18 Diagrama de flujo volumetría de plomo- muestra.....	42
Figura 19 Diagrama de flujo volumetría de plomo- electrolítico.	43
Figura 20 Volumetría de plomo- titulación	44
Figura 21 Equipo de absorción atómica Agilent 280FS AA	45
Figura 22 Equipo de absorción atómica FIMS-100 (Perkin Elmer).....	45

Figura 23 Lectura por absorción atómica.	46
Figura 25 Gráfica de probabilidad de longitud de onda 217nm	55
Figura 26 Gráfico de valores atípicos de longitud de onda 217nm	56
Figura 27 Gráfica de probabilidad de longitud de onda 283.3nm	58
Figura 28 Gráfico de valores atípicos de longitud de onda 283.3nm	59
Figura 29 Gráfica de series de tiempo de sgs; longitud de onda 217nm; longitud de onda 283.3nm	61
Figura 30 Gráfica de probabilidad de longitud de onda 217nm	62
Figura 31 Gráfico de valores atípicos de longitud de onda 217nm	63
Figura 32 Gráfica de probabilidad de longitud de onda 217nm""	64
Figura 33 Gráfica de valores atípicos de longitud de onda 217nm""	65
Figura 34 Gráfica de probabilidad de longitud de onda 283.3nm	66
Figura 35 Gráfica de valores atípicos de longitud de onda 283.3nm.....	68
Figura 36 Gráfica de series de tiempo de longitud de onda 217nm; longitud de onda 283.3nm; SGS	69

INDICE DE TABLA

Tabla 1 Condiciones de pesado de muestra planta concentradora.....	30
Tabla 2 Condiciones de pesada geología.	31
Tabla 3 Lectura a longitud de onda 217nm de muestras MRI-E-02 6-7 a 3-8	50
Tabla 4 Lectura a longitud de onda 217nm de muestras MRI-E-02 4-8 a 14-8	51
Tabla 5 Lectura a longitud de onda 283.3nm de muestras MRI-E-02.....	52
Tabla 6 Lectura longitud de onda 217nm de muestras MRI-D-02.	53
Tabla 7 Lectura longitud de onda 283.3nm de muestras MRI-D-02.	54
Tabla 8 Valores verificados por SGS.....	54

INDICE DE ANEXO

Anexo 1 Muestreo y muestra de mineral - concentrado	81
Anexo 2 Muestra, digestión y solución.....	81
Anexo 3 Equipo de trabajo y pesado	82
Anexo 4 Registro de muestras	82
Anexo 5 Resultado de análisis de muestras	83
Anexo 6 Informe de ensayo de laboratorio geología (geo-blending)	83
Anexo 7 Reporte de ensayo de laboratorio geología (geo-diamantina).....	84
Anexo 8 Ubicación del laboratorio Minera Colquisire S.A.....	85
Anexo 9 Plano del laboratorio Minera Colquisire S.A	86
Anexo 10 Mapa de riesgo Minera Colquisire S.A	87

RESUMEN

El presente trabajo se enfoca en la modificación y optimización del procedimiento para la determinación de la longitud de onda de trabajo más adecuada en espectroscopía de absorción atómica, aplicada al análisis de plomo (Pb), con el objetivo de obtener resultados analíticos más precisos, sensibles y reproducibles. Se realizó un análisis estadístico de una población de muestras procesadas a longitudes de onda de 273 nm y 283 nm mediante espectroscopía de absorción atómica. Con el objetivo de garantizar la fiabilidad de los resultados, estos fueron evaluados utilizando un material de referencia interno (MRI), cuyo valor acreditado fue proporcionado por la empresa Société Générale de Surveillance (SGS). Para lograrlo, se hicieron cambios en los pasos estándar usados en el laboratorio químico de Colquisiri, ajustando los criterios de análisis a las condiciones particulares que se necesitaban para este estudio. El objetivo de estas modificaciones es optimizar la determinación de la longitud de onda más adecuada para el análisis del plomo y garantizar la calidad y fiabilidad de los resultados. Para procesar y evaluar la información generada, se usará el software estadístico Minitab. Así, se podrá analizar en profundidad los datos y confirmar que los resultados del estudio sobre la longitud de onda más adecuada para el análisis químico del plomo (Pb) son válidos.

Palabras Claves: Precisión, estabilidad, sensibilidad, reproducibilidad.

ABSTRACT

This work focuses on the modification and optimization of the procedure for determining the most appropriate working wavelength in atomic absorption spectroscopy, applied to the analysis of lead (Pb), with the aim of obtaining more precise, sensitive and reproducible analytical results. A statistical analysis was performed on a population of samples processed at wavelengths of 273 nm and 283 nm using atomic absorption spectroscopy. To ensure the reliability of the results, they were evaluated using an internal reference material (IRM), the accredited value of which was provided by Société Générale de Surveillance (SGS). To this end, modifications were made to the standard procedures used in the Colquisiri chemical laboratory, adapting the analytical parameters to the specific conditions required for this study. The modifications made are intended to optimize the choice of the most appropriate wavelength for lead analysis, thus ensuring the quality and reliability of the results obtained. The processing and evaluation of the information generated will be carried out using Minitab statistical software in order to perform a rigorous analysis of the data and thus support the validity of the results obtained in the study to determine the optimal wavelength for lead (Pb) analysis.

Keywords: Accuracy, stability, sensitivity, reproducibility.

INTRODUCCIÓN

El laboratorio químico es una unidad fundamental dentro del recinto minero, donde se aplican diversos métodos analíticos utilizando reactivos químicos especializados con el objetivo de determinar la ley de los minerales. En la Minera Colquisiri, los analitos principales de interés son cobre, plomo, zinc y plata, mientras que, como analitos secundarios, se incluyen hierro, arsénico, mercurio y oro.

El principal propósito del presente análisis radica en esclarecer la naturaleza intrínseca del concepto de ley del mineral. Se ha decidido que es muy importante saber cómo se clasifican los minerales. Para eso, hay que saber mucho sobre análisis. También es imprescindible dominar el manejo de reactivos químicos y aplicar rigurosamente todos los procedimientos establecidos. La aplicación de estos componentes es fundamental para asegurar la obtención de resultados fiables. Los estudios son importantes para conseguir que la materia se concentre, y también son útiles en las etapas siguientes, como el tratamiento y la venta de los concentrados.

Tal y como se ha planteado previamente en el análisis de la situación, una de las técnicas de evaluación utilizadas en el laboratorio es la espectrometría de absorción atómica (AAS). Según los últimos estudios sobre el tema, se trata de una técnica que ofrece un alto grado de precisión, sensibilidad y calidad en los resultados. Desde el principio de la actividad del laboratorio, la determinación del plomo (Pb) se ha realizado mediante esta técnica, utilizando inicialmente una longitud de onda de 217 nm, correspondiente a una de las líneas características de absorción de este metal.

Este planteamiento metodológico dio resultados consistentes. Estos resultados se obtuvieron en las mediciones de plomo. Las mediciones se realizaron en muestras del proceso de planta. También se realizaron en muestras del área de geología. No obstante, en el contexto del

sistema de gestión de la calidad y la garantía de resultados, el laboratorio Colquisiri lleva a cabo un control externo (QA/QC) mensual, mediante el cual se envía una muestra a la empresa SGS, un laboratorio externo acreditado. La mencionada muestra, constituida por cinco especímenes de la planta concentradora y otros cinco del área geológica, se envía para ser evaluada y comparada con los estándares establecidos.

Se observó una tendencia sistemática en los análisis de plomo, a partir del cotejo de los resultados internos obtenidos y los certificados por la SGS. Los resultados de laboratorio de Colquisiri muestran valores que superan los promedios reportados por SGS. Esta discrepancia planteó preguntas sobre la precisión del método interno, lo que llevó a una revisión completa del proceso analítico, centrada en la longitud de onda utilizada para medir el plomo.

Tras un análisis técnico detallado, se determinó que la utilización de 217 nm, aunque es una línea apropiada para la detección de plomo, puede estar sujeta a interferencias espectrales o efectos de matriz en ciertas circunstancias. Se decidió ajustar la longitud de ondas operativa a 283.3 nm, otra frecuencia característica del plomo que se reconoce por su capacidad para ofrecer una relación señal-ruido más favorable en determinadas matrices minerales.

Este cambio en el enfoque resultó en una mejora significativa en la precisión y confiabilidad de sus resultados, acercándose más a los estándares certificados por SGS.

Esto consolidó la confianza respecto a los análisis efectuados por el laboratorio interno y aseguró la calidad de los datos empleados en las operaciones mineras.

El presente informe detalla este proceso de revisión, ajuste metodológico y los resultados obtenidos tras la implementación del nuevo parámetro analítico.

CAPÍTULO I

DESARROLLO

1.1 Empresa minera Colquisiri

1.1.1. Historia de la empresa minera Colquisiri

Colquisiri es una compañía minera fundada en 1984. Cuando un grupo de peruanos emprendedores decide explorar zonas poco exploradas en el país y logra desarrollar una de las pocas minas que existe en la costa peruana (colquisiri, 2025). Es así como nace Colquisiri, una compañía minera que hoy convive con empresas agroexportadoras, así como pobladores que se dedican a la actividad minera y agropecuaria.

Con el paso del tiempo, Colquisiri, fue creciendo y decidió apostar por una política interna de tecnología que le permita cumplir por encima de las normas de manera constante para que ambas actividades puedan convivir.

Hoy se ha convertido en un modelo de convivencia agro-minería, con el objetivo de engrandecer el desarrollo minero y llevar más actividad productiva a la zona de Huaral (colquisiri, 2025).

1.1.2. Ubicación

Ubicación, acceso y clima La Mina María Teresa se encuentra ubicada al Norte de la ciudad de Lima a 8 km al Oeste de la ciudad de Huaral, en el distrito y provincia de Huaral, departamento de Lima (Mateo, Asencios, & Oré, 2019). El área principal de las instalaciones de la mina se encuentra en las siguientes coordenadas UTM:

- Norte: 8728380.12
- Este: 252152.83
- Zona: 18

- Hemisferio: S

Coordenadas geográficas:

- Latitud: -11.49434457015342
- Longitud: -77.27207062231086

La altitud promedio es de 150 msnm.

El acceso es a través de la carretera Panamericana Norte, desde la ciudad de Lima 82 km hasta la ciudad de Huaral, y de esta a la mina es a través de una carretera afirmada de 11 km. El clima es cálido con temperaturas elevadas durante el verano, en el invierno se presentan precipitaciones reducidas con un incremento de la humedad, durante el año el promedio de la humedad relativa es de 93 % (AccuWeather, 2025).

1.1.3. Datos generales de la empresa minera Colquisiri.

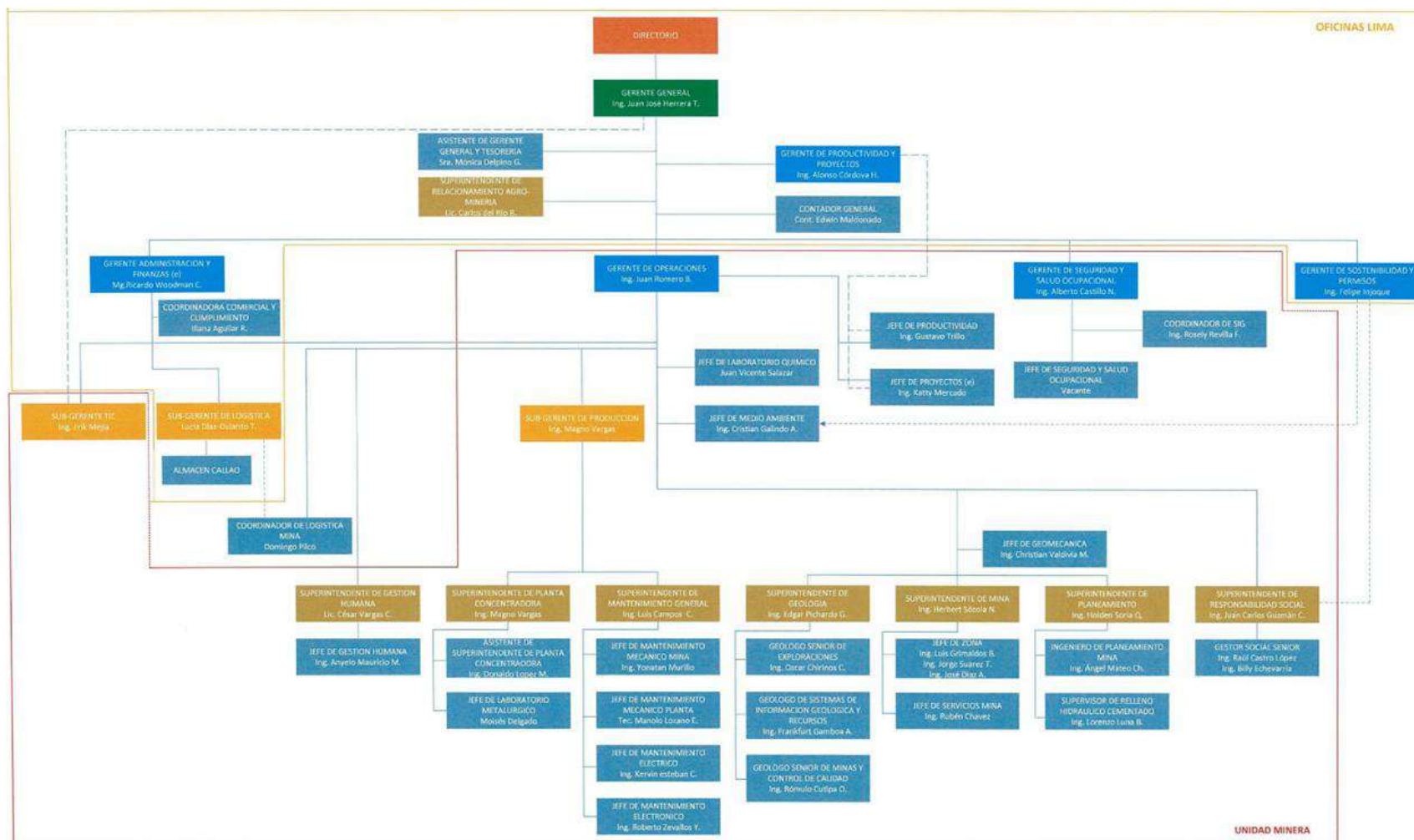
1.1.3.1. Nombre comercial de la empresa minera Colquisiri.

La razón social: Minera Colquisiri S.A., con RUC: 20107290177 con página web: <http://www.colquisiri.com.pe>, actividad comercial extracción de minerales metálicos no ferrosos, con dirección legal Av. del Parque Norte Nro. 724, urbanización Corpac, distrito de San Isidro, provincia de Lima, departamento de Lima Perú, fecha de inicio de actividades 09 de Abril del 1981 (universidadperu, 2025).

1.1.3.2. Organigrama de minera Colquisiri.

La minera Colquisiri cuenta con la siguiente estructura.

Figura 1
Organigrama de minera colquisiri



1.1.3.3. *Tamaño de planta.*

La operación de Minera Colquisiri S.A. Es un yacimiento del tipo sulfuros masivos volcanogénicos (SMV), donde predomina cuerpos de mineral lenticulares, predomina el tipo de roca IIIB, a IIIA. Actualmente viene explotando el cuerpo Sofía D como principal cuerpo mineralizado, con una producción diaria de 1600MT, la cual es procesada en la planta concentradora de minerales polimetálicos. Cuenta con un depósito de Relaves operación y recircula el agua del proceso de sus operaciones en su totalidad. (Ingemmet.gob.pe, 2023).

1.1.3.4. *producción.*

La minera Colquisiri se dedica a la comercialización de concentrados de cobre, plomo y zinc, siendo este último el de mayor volumen de producción.

1.1.4. *Laboratorio químico Colquisiri.*

En el año 2024, la minera Colquisiri puso en marcha su propio laboratorio químico, el cual inició operaciones a mediados del año. Este laboratorio fue concebido como una unidad de soporte estratégico para atender los requerimientos analíticos de diversas áreas operativas, tales como la planta concentradora, geología, entre otras.

La implementación del laboratorio ha permitido optimizar significativamente los tiempos de respuesta en la elaboración de reportes analíticos, contribuyendo así a una mayor eficiencia operativa y a una toma de decisiones más oportuna y precisa.

Actualmente, en el laboratorio se realizan análisis químicos de los siguientes elementos: plata (Ag), plomo (Pb), cobre (Cu), zinc (Zn), hierro (Fe), arsénico (As), mercurio (Hg) y oro (Au). El laboratorio está provisto de múltiples áreas especializadas que posibilitan un procedimiento de trabajo eficiente y metódico en el procesamiento y examen de especímenes:

- Área de Preparación Mecánica de Geología: En este laboratorio, las muestras geológicas son recibidas y sometidas a un proceso de secado, chancado, cuarteado, pulverizado y ensobrado, con el propósito de llevar a cabo su análisis químico.
- Área de Preparación de Muestras de Planta: El diseño de la máquina se ha llevado a cabo con el propósito específico de procesar muestras de pulpa. El proceso de elaboración de estos productos implica una serie de pasos cruciales, entre los cuales se incluyen la filtración, la deshidratación, la homogeneización, la pulverización y, por último, el envasado.
- Área de Pesado: Encargada del pesado exacto de las muestras, paso crítico previo a la aplicación de los diferentes métodos analíticos.
- Área de Fundición: Dedicada a la determinación de contenido de oro y plata mediante métodos de fusión.
- Área de Digestión: En esta área se realiza la disolución de las muestras utilizando diversos métodos químicos, como parte del proceso de preparación para el análisis instrumental.
- Área de Instrumentación: Equipado con tecnología avanzada, esta área cuenta con instrumentos de alta precisión, como:
 - Espectrofotómetro de Absorción Atómica Agilent 280 FSAA, utilizado para la determinación cuantitativa de metales.
 - Analizador de Mercurio FIMS-100, especializado en la medición precisa de trazas de mercurio.

El Laboratorio Químico de Colquisiri tiene como objetivo principal obtener la acreditación del Instituto Nacional de Calidad (INACAL), con el fin de demostrar el cumplimiento de estándares técnicos y de calidad reconocidos a nivel nacional e internacional. Esta acreditación

garantizará la confiabilidad y validez de los resultados emitidos por el laboratorio, en conformidad con la norma ISO 9001:2015 y los requisitos de la NTP-ISO/IEC 17025.

Figura 2

Área de laboratorio químico colquisiri



1.1.5. Organigrama del laboratorio químico Colquisiri.

El laboratorio químico es un área independiente a planta concentradora, reportando directa a la gerencia de operaciones, en la cual está organizado de la siguiente manera, el jefe de laboratorio químico, analistas químicos y operarios de laboratorio.

Figura 3
Organigrama del Laboratorio Químico



Nota: * Analista encargado de la supervisión

1.2. Funciones del puesto de trabajo.

1.2.1. Puesto desempeño.

Durante este período me he venido desempeñando como analista químico, asumiendo además funciones de supervisión, estando a cargo de la guardia de trabajo A, coordinando y asegurando el cumplimiento de los procedimientos analíticos y operativos del laboratorio.

1.2.2. Funciones.

A continuación, se exponen las responsabilidades que tengo en el laboratorio químico Colquisiri:

- Realizar trabajos de implementación de Sistemas de Gestión bajo la directriz de la NTP ISO/IEC 17025:2017 en Laboratorio de Ensayo.
- Elaborar y Revisar documentos Internos para la implementación del Sistema de Gestión.
- Supervisar el cumplimiento del Sistema de Gestión en las instalaciones de procesos.
- Responsable del sistema organizacional operativo para el desarrollo de las actividades de producción en Laboratorio.

- Responsable del cumplimiento y seguimiento de los mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos de Laboratorio Químico.
- Organizar y promover equipos de trabajo para el desarrollo de proyectos de mejora continua.
- Es imperativo actuar con responsabilidad y garantizar el cumplimiento estricto de los indicadores de gestión en materia de calidad de resultados, seguridad y proceso.
- Realizar el QAQC mensual para todos los análisis de nuestros clientes internos.
- Responsable del análisis y reporte de muestras
- Evaluar y reportar leyes a los clientes internos como: Planta, geología, metalurgia y despachos(lote)
- Organizar y Planificar los trabajos realizados en Laboratorio Químico.
- Supervisar el Cumplimiento por parte del trabajador de los indicadores de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente (IDS)
- Participar en las reuniones gerenciales de la minera Colquisiri.
- Realizar las charlas de sensibilidad, y charlas de seguridad al equipo de trabajo.
- Instruir y verificar que los trabajadores conozcan y cumplan con los estándares y PETS, y usen adecuadamente el EPP apropiado para cada tarea.

1.2.3. Actividades llevadas a cabo en el puesto de trabajo.

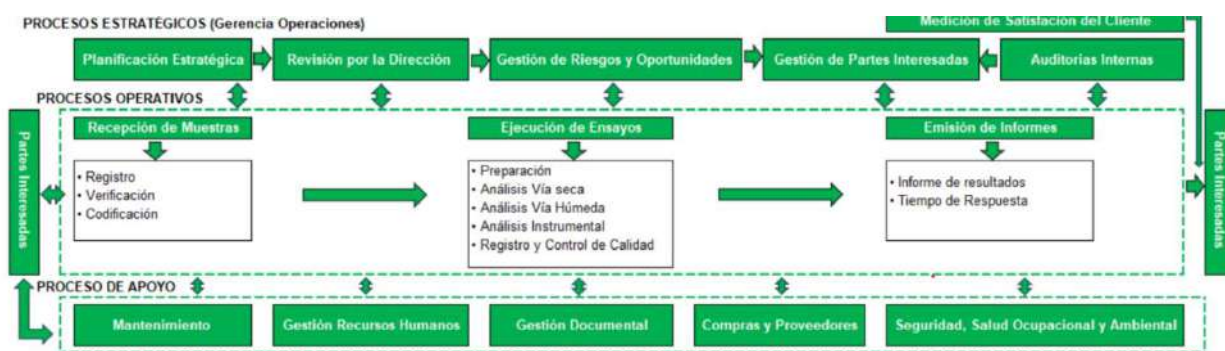
1.2.3.1. Descripción del proceso de análisis químicos.

La recepción de las muestras destinadas al análisis se realiza de acuerdo con lo establecido en su procedencia, ya que esta puede ser de la planta concentradora o del área correspondiente a la geología. El laboratorio químico de Colquisiri procesa cada muestra bajo estrictos protocolos que garantizan la precisión, representatividad y la confiabilidad de los resultados de los análisis.

Los estudios llevados a cabo incluyen análisis químicos cuantitativos y cualitativos, utilizando técnicas analíticas instrumentales validadas. Con el fin de garantizar la exactitud y la reproducibilidad de los resultados, se implementan rigurosos controles de calidad, como el uso de estándares certificados, análisis en duplicado e inclusión de blancos y muestras de referencia.

Figura 4

Flujograma de las actividades realizadas en el laboratorio de Colquisiri.



1.2.3.2. Procedimiento de elaboración técnica de espécimen de roca o mineral.

Al principio, se reciben muestras de rocas y tierra de varios lugares de extracción (como canteras, diamantina, canales, taladros y exploración). Estas muestras se comprueban con un sistema muy estricto de verificación por código. La confirmación de la cantidad total de muestras recibidas garantiza el proceso y la integridad del inventario. Este proceso garantiza que se pueda identificar y supervisar todo el tiempo, y que se pueda seguir el camino de los productos a lo largo de todo el proceso de análisis. En el momento de registro de los datos, se apuntan con mucho cuidado en el papel de recepción y, después, se meten en el ordenador LIMS (un sistema para gestionar información de laboratorio). Así, se empieza el trabajo.

Para evitar que haya contaminación cruzada, se utiliza papel Kraft en las bandejas donde se tratan las muestras. Posteriormente, se depositan en un recipiente meticulosamente sobre las bandejas previamente preparadas y se introducen en el horno de secado, donde se mantiene a una temperatura controlada de 105 °C hasta alcanzar la deshidratación completa.

Una vez completado el secado de las muestras, estas pasan a la etapa de chancado, donde se produce su reducción de tamaño. A continuación, se efectúa el cuarteo, el procedimiento mediante el cual se consigue una porción representativa y homogénea. El paso final del proceso es pulverizar las muestras hasta conseguir un polvo fino que pueda analizarse.

El producto resultante del pulverizado se coloca en sobres codificados, asegurando la correcta identificación para su posterior envío a los análisis químicos o físicos requeridos.

Figura 5
Área de preparación de muestras geología



Figura 6
Secado de muestras de geología.



1.2.3.3. Preparación mecánica de muestras de planta concentradora.

Las muestras provenientes de la planta concentradora, específicamente del sistema Pulpa-Courier, son inicialmente sometidas a un proceso de filtrado utilizando filtros prensa adecuados según el tipo de muestra. Entre estas se incluyen:

- Concentrado de cobre
- Concentrado de zinc
- Concentrado de plomo
- Relave general
- Relave bulk
- Acondicionador bulk

Cada tipo de muestra se filtra utilizando el filtro de prensa correspondiente para evitar la contaminación cruzada y asegurar la representatividad del análisis.

Una vez finalizado el filtrado, las muestras son colocadas en el horno de secado para eliminar el contenido de humedad residual. El proceso se realiza bajo condiciones controladas para preservar la integridad físico-química del material.

Tras el secado, las muestras pasan por una etapa de preparación, que incluye:

- **Roleado:** Homogeneización mecánica de la muestra seca.
- **Cuarteo por incrementos:** Obtención de una submuestra representativa a través de técnicas sistemáticas de reducción de volumen.
- **Pulverizado:** Reducción de tamaño hasta obtener un polvo fino, apto para análisis químicos.

Finalmente, las muestras pulverizadas son ensobradas en sus respectivos sobres codificados, asegurando la trazabilidad y correcta identificación para su posterior análisis en laboratorio.

Figura 7
Sala de filtros de prensa.



Figura 8
Cajones del Courier.



1.2.3.4. Pesado de muestras

Las muestras finas se pesan conforme a los elementos solicitados por los clientes, entre los cuales se incluyen plata, oro, cobre, zinc, plomo, hierro, mercurio, arsénico y óxido de plomo. Estos elementos son analizados mediante métodos químicos clásicos, técnicas de vía seca y absorción atómica, garantizando la precisión y confiabilidad de los resultados.

Tabla 1
Condiciones de pesado de muestra planta concentradora.

CONDICIONES PARA PESADO DE MUESTRA						
MUESTRA DE PLANTA CONCENTRADORA						
MUESTRA	ENSAYOS					
	Ag (g) abs	Cu, Pb, Zn, Fe (g)	PbOx (g)	volumetría (g)	electrolito (g)	Ag/Au (g) grav
CABEZA	0.5000 ± 0.0100	0.2000 ± 0.0040	0.5000 ± 0.0100	X	X	X
RELAVE GENERAL	0.5000 ± 0.0100	0.2000 ± 0.0040	0.5000 ± 0.0100	X	X	X
RELAVE BULK	0.5000 ± 0.0100	0.2000 ± 0.0040	X	X	X	X
CONCENTRADO ZINC	0.5000 ± 0.0100	0.2000 ± 0.0040	X	0.2500 ± 0.0050	0.14 a 0.16	X
CONCENTRADO COBRE	X	0.2000 ± 0.0040	X	0.5000 ± 0.0100	0.14 a 0.16	10.0000 ± 0.2000
CONCENTRADO PLOMO	X	0.2000 ± 0.0040	X	0.2500 ± 0.0050	0.14 a 0.16	10.0000 ± 0.2000

Tabla 2
Condiciones de pesada geología.

CONDICIONES PARA PESADO DE MUESTRA			
MUESTRA DE GEOLOGÍA			
MUESTRA	ENSAYOS		
	Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, As (g)	Ag/Au (g) grav	PbOx (g)
DIAMANTINA	0.5000 ± 0.0100	20.0000 ± 0.4000	0.5000 ± 0.0100
CANALES	0.5000 ± 0.0100	20.0000 ± 0.4000	0.5000 ± 0.0100
TALADRO	0.5000 ± 0.0100	20.0000 ± 0.4000	0.5000 ± 0.0100
BLENDING	0.5000 ± 0.0100	20.0000 ± 0.4000	0.5000 ± 0.0100

Figura 9
Pesado de muestra.



1.2.3.5. Análisis por vía seca para la determinación de Plata y Oro

Se inicia el proceso con el pesado de la muestra, diferenciando según el tipo:

- Muestras geoquímicas: Se toma un peso de 20 gramos.

- Muestras de concentrado: Se utiliza 10 gramos.

Posteriormente, se procede con la dosificación de reactivos, la cual varía de acuerdo con la naturaleza mineralógica de la muestra:

- Para muestras sulfuradas, se adiciona nitrato de potasio (KNO_3) como agente oxidante.
- Para muestras oxidadas, se utiliza harina como agente reductor.

Nota: En la operación minera Colquisiri, la mayoría de las muestras procesadas corresponden a minerales sulfurados, por lo tanto, se emplea predominantemente nitrato de potasio como parte de la carga fundente.

Una vez dosificada la muestra con los reactivos correspondientes, se procede con la homogenización, incorporando el flux, compuesto principalmente por litargirio (PbO), además de otros fundentes auxiliares según el tipo de muestra (bórax, sal)

La mezcla preparada se somete a una fundición en horno, alcanzando una temperatura final de trabajo de $1050\text{ }^{\circ}\text{C}$. Este proceso permite la separación de los metales nobles (oro y plata), que son colectados en el regulo de plomo, del material estéril, que se elimina como escoria.

Finalizada la fundición, se realiza la descarga del crisol y la cubicación del regulo, lo que permite un control del volumen y calidad de este.

El regulo obtenido se traslada a copelación, donde se coloca en una copela de magnesita junto con los títulos de plata, los cuales consisten en: Plata laminada y Plomo laminado

Durante la copelación, el plomo es oxidado a litargirio (PbO) y absorbido por la copela, dejando como residuo final un botón metálico de dore (mezcla de oro y plata).

Una vez finalizada la copelación Se procede con la recogida del botón de dore, Se realiza su limpieza y pesado.

El contenido de plata se evalúa mediante un cálculo gravimétrico, considerando el peso del dore y el título de plata añadido previamente, lo que permite determinar el factor de corrección para el reporte final de la ley de plata en la muestra.

Para la determinación del contenido de oro, el dore se somete a:

Digestión en agua regia (mezcla de ácido clorhídrico y nítrico en proporción 3:1), disolviendo completamente los metales nobles. Lectura del contenido de oro mediante espectrofotometría de absorción atómica (AAS).

Figura 10
Diagrama de flujo gravimetría de plata.

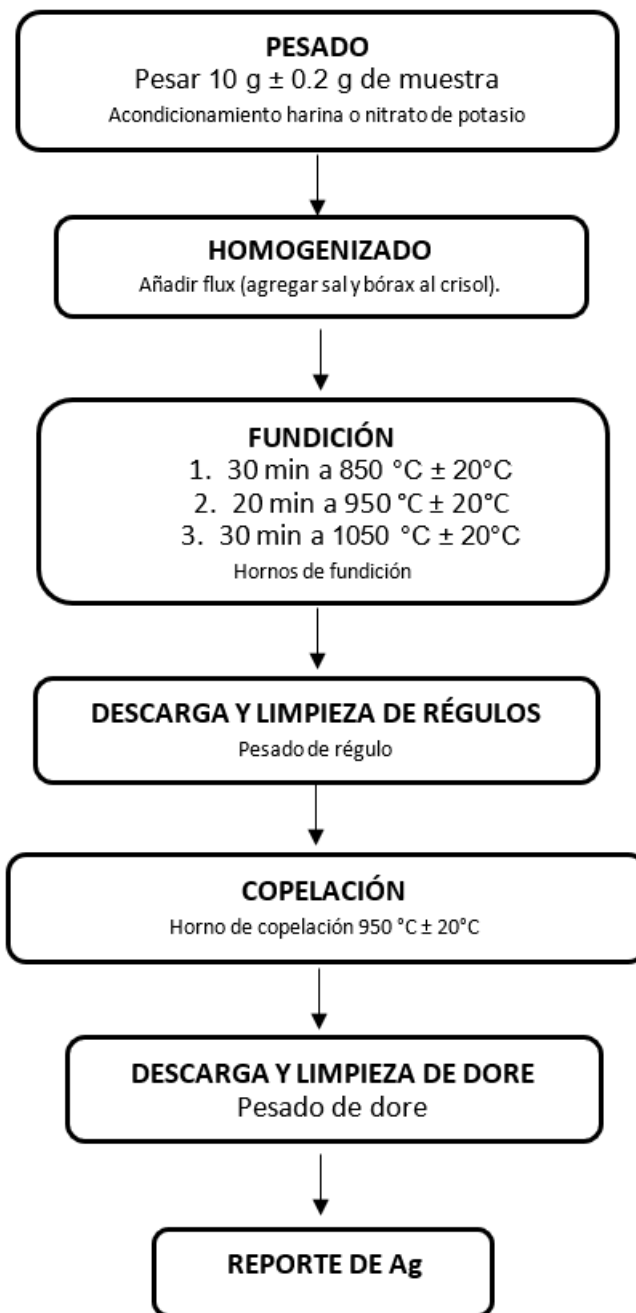


Figura 11

Diagrama de flujo determinación de oro por absorción atómica.

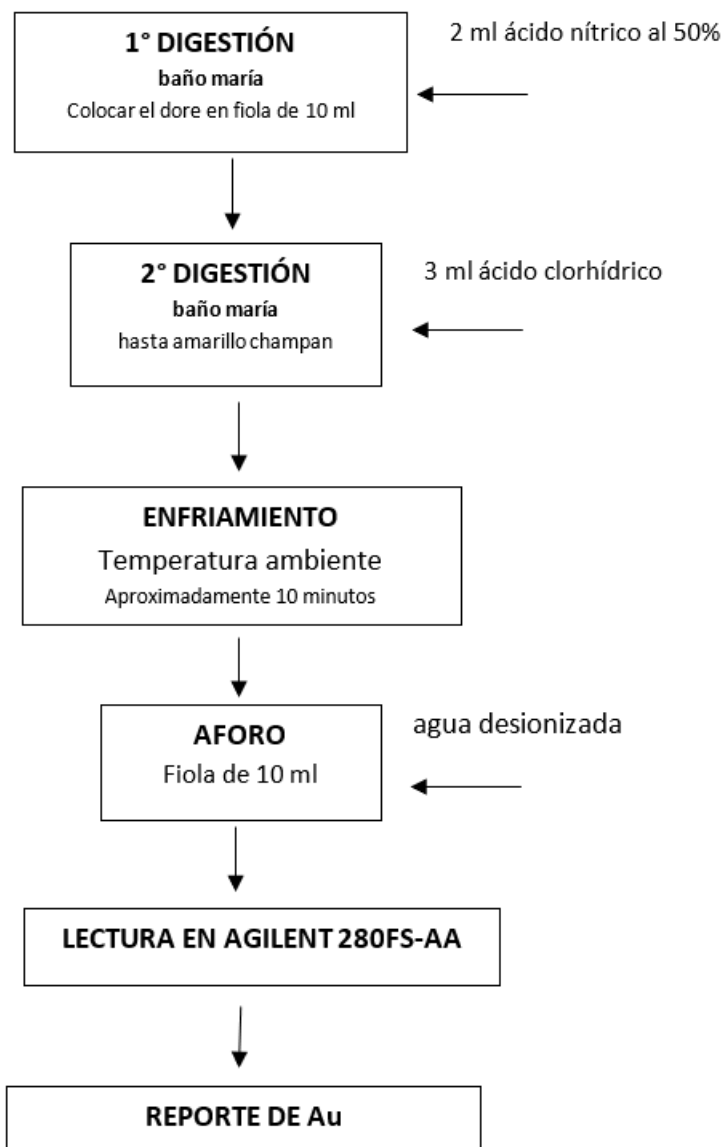


Figura 12
Implementos de seguridad fundición de muestra.



1.2.3.6. Análisis por vía húmeda para la determinación de cobre, plomo y zinc.

En el análisis químico de concentrados minerales, se emplea la volumetría como técnica analítica clásica para la determinación cuantitativa de cobre, plomo y zinc. Este método permite obtener resultados precisos mediante la reacción del analito con un reactivo de concentración conocida (titulante), hasta alcanzar el punto de equivalencia, identificado por un cambio de color (indicador).

Dichas muestras pasan por una etapa de pesado de muestra, digestión y/o ataque químico, acondicionamiento y finalizando con la titulación de ello.

Figura 13
Digestión de muestras para volumetría.



1.2.3.6.1. Volumetría de cobre.

Figura 14

Diagrama de flujo volumetría de cobre-muestra

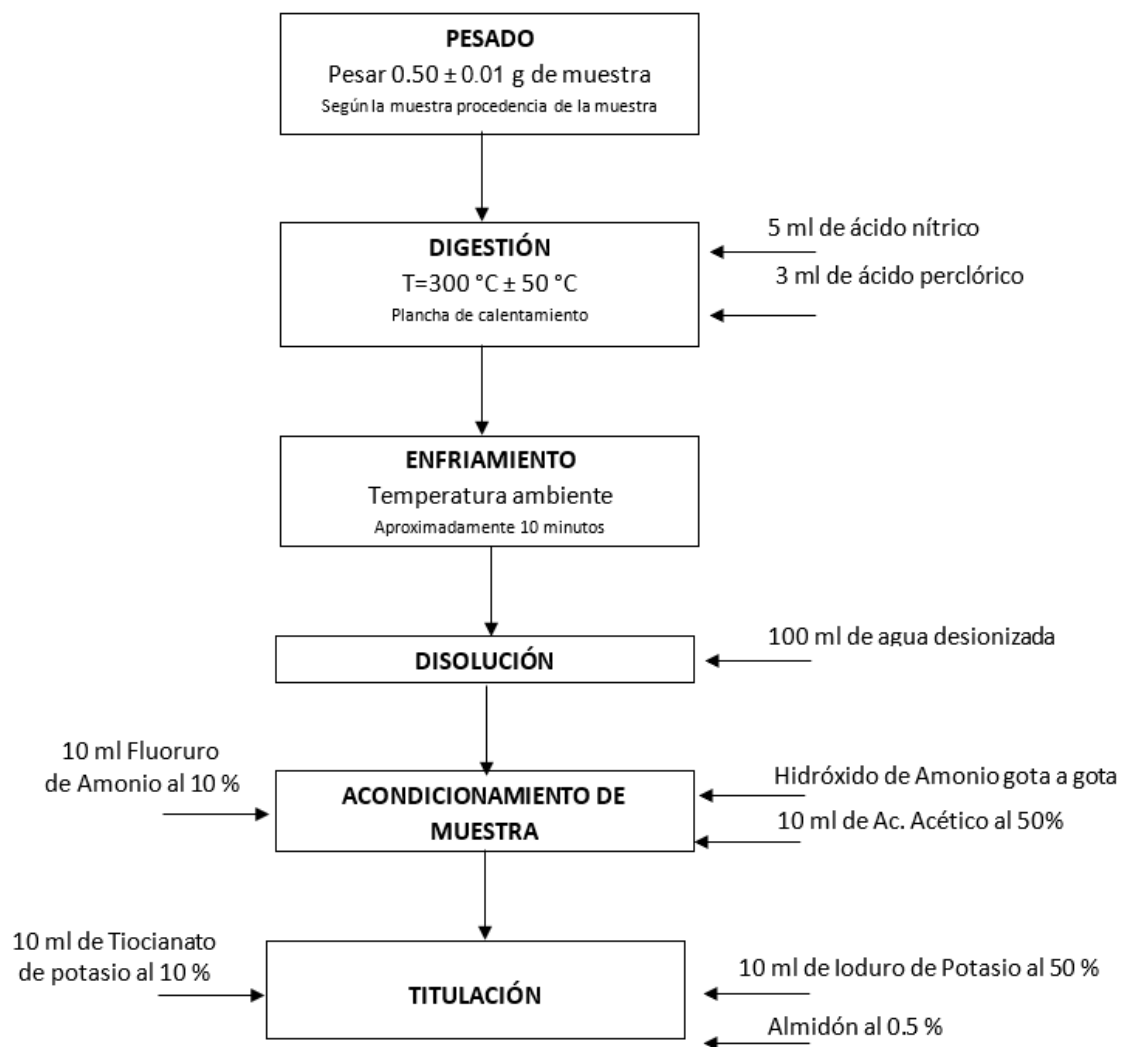
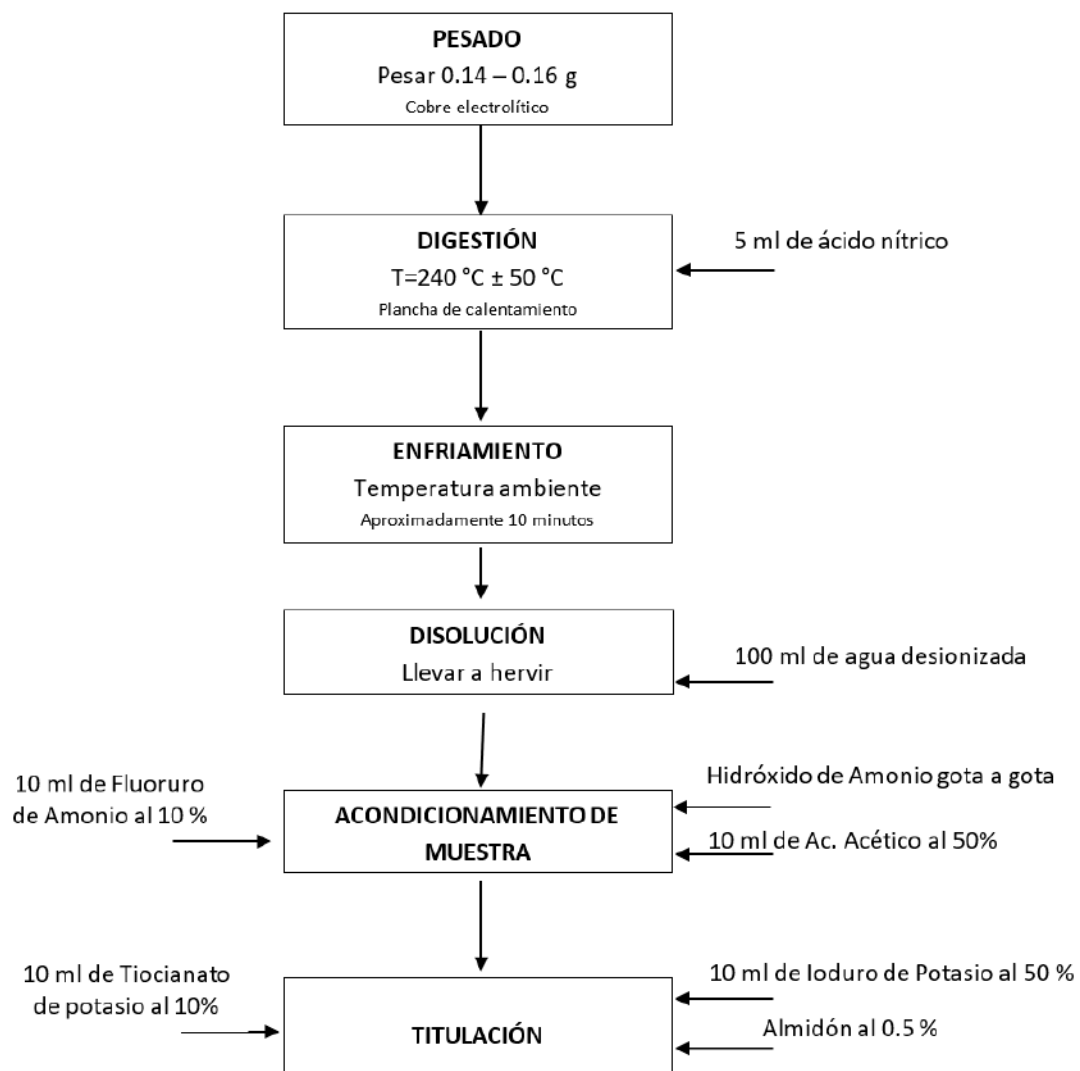


Figura 15*Diagrama de flujo volumetría de cobre-electrolítico*

1.2.3.6.2. Volumetría de zinc

Figura 16

Diagrama de flujo volumetría de zinc- muestra

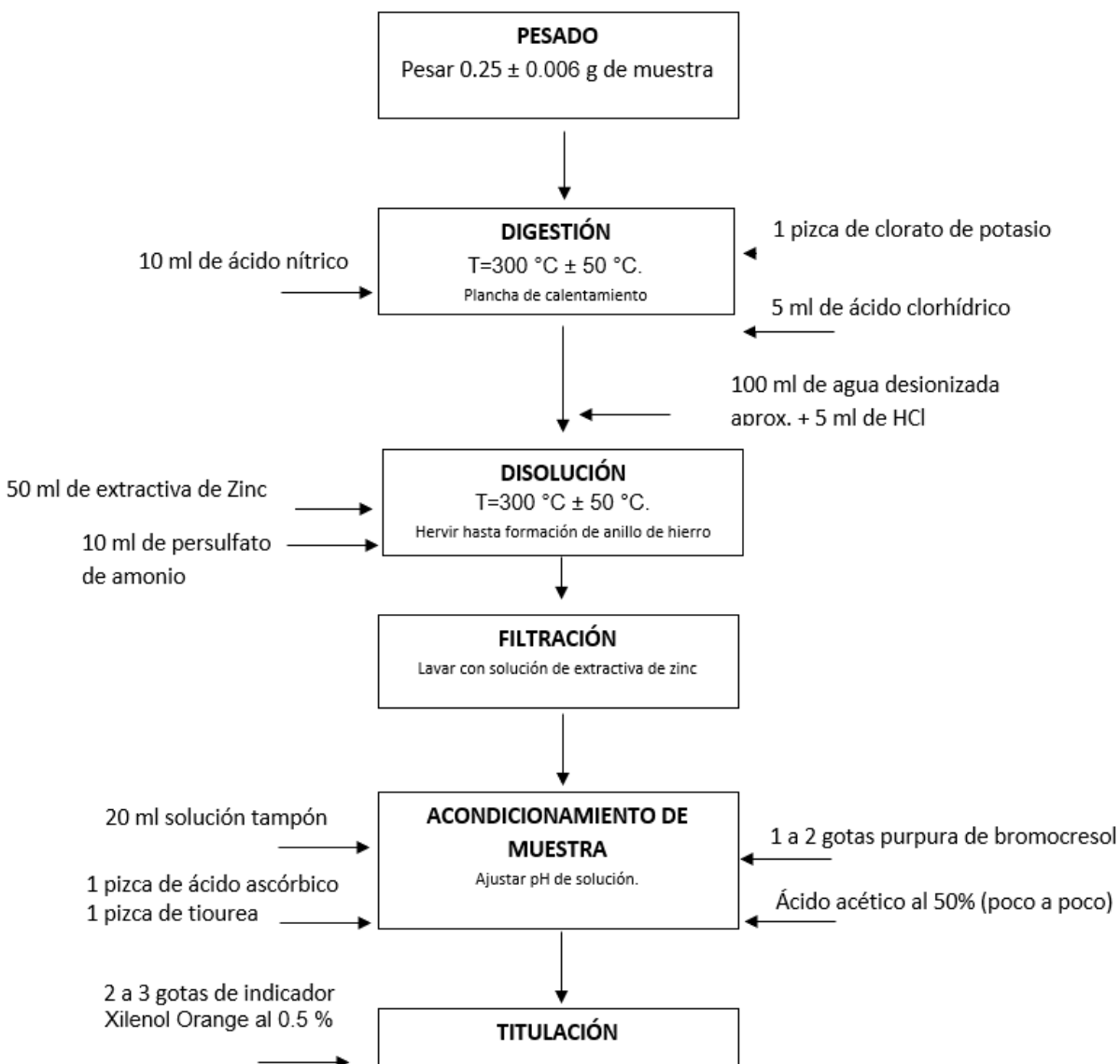
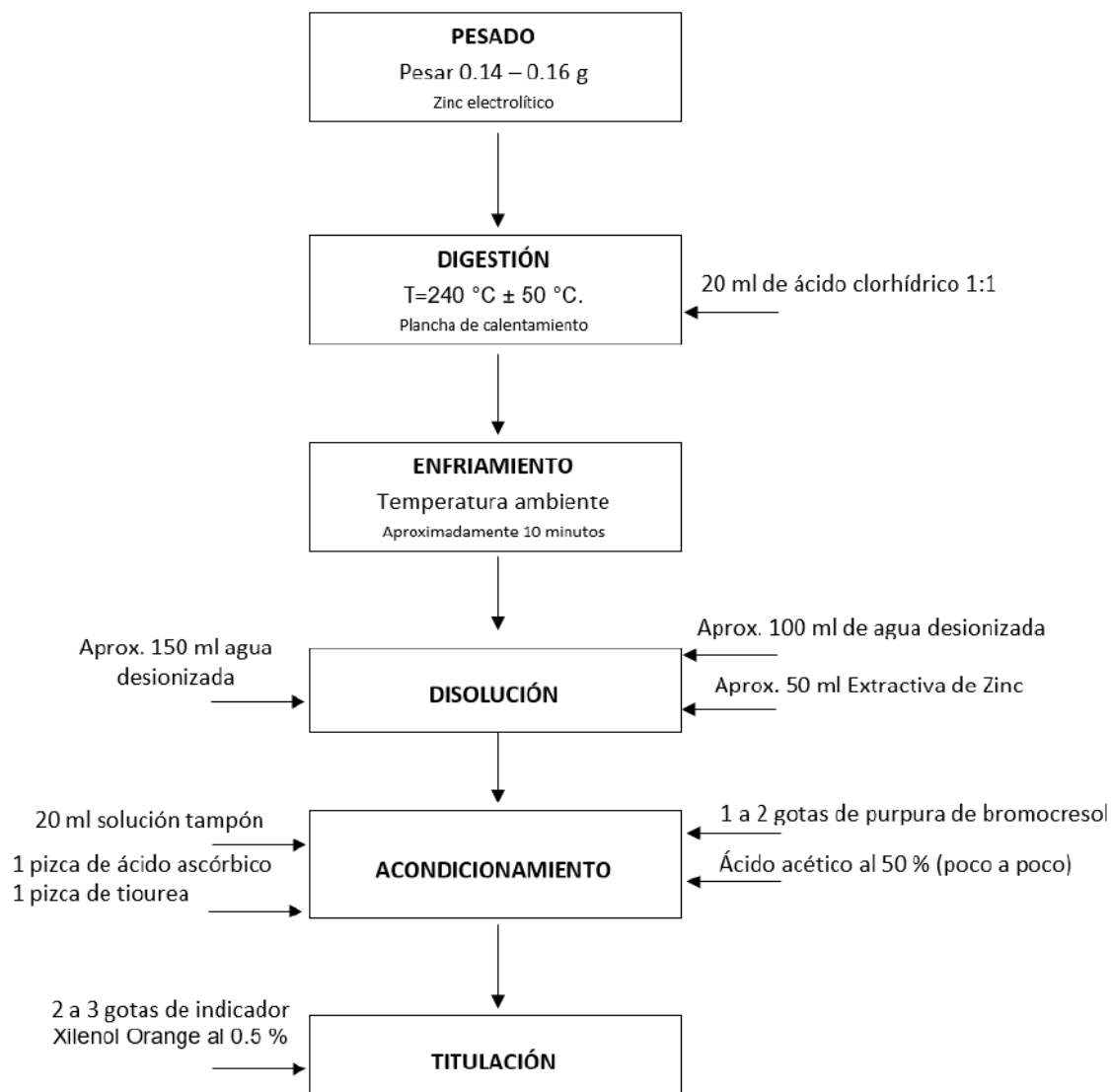


Figura 17
Diagrama de flujo volumetría de zinc- electrolítico



1.2.3.6.3. Volumetría de plomo

Figura 18

Diagrama de flujo volumetría de plomo- muestra

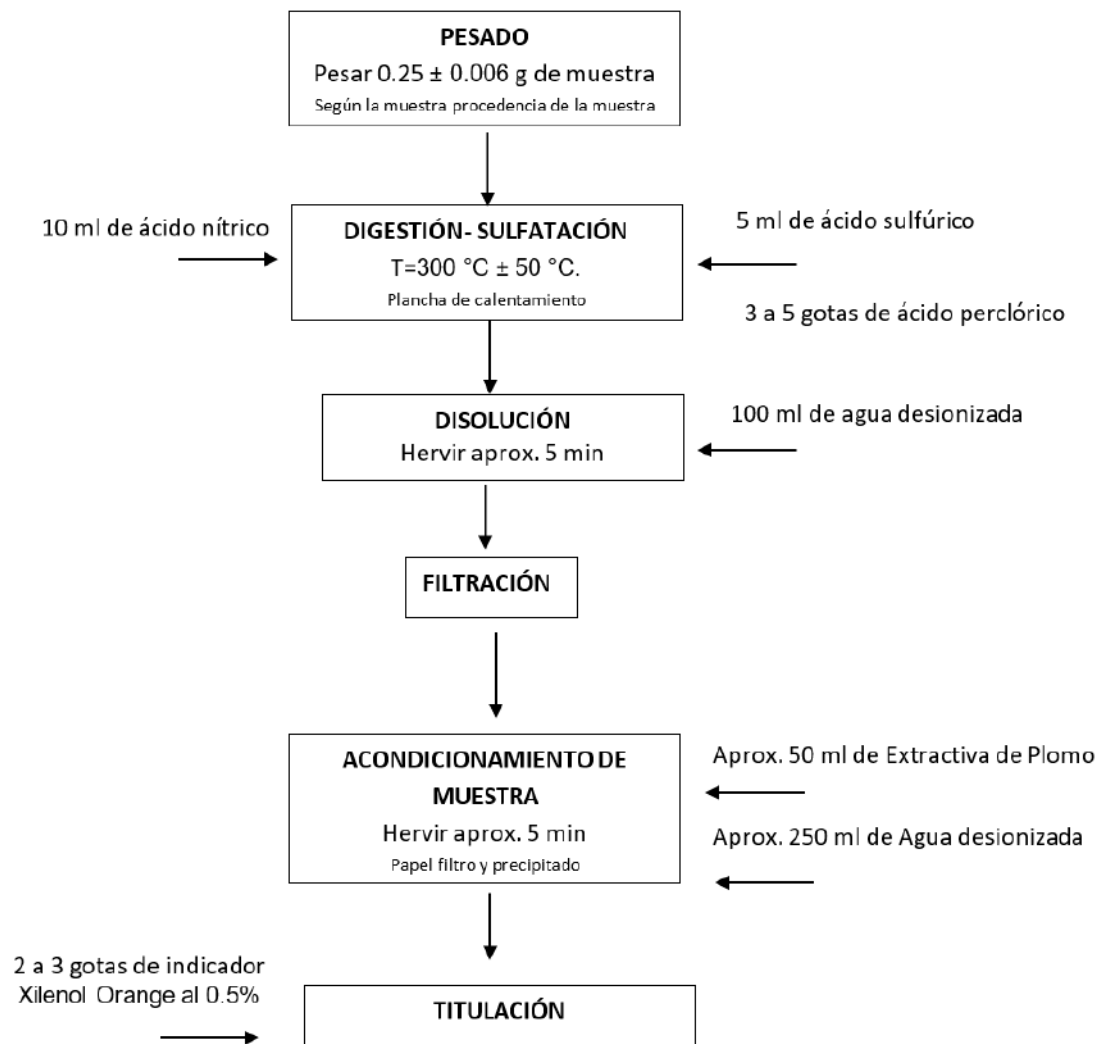


Figura 19

Diagrama de flujo volumetría de plomo- electrolítico.

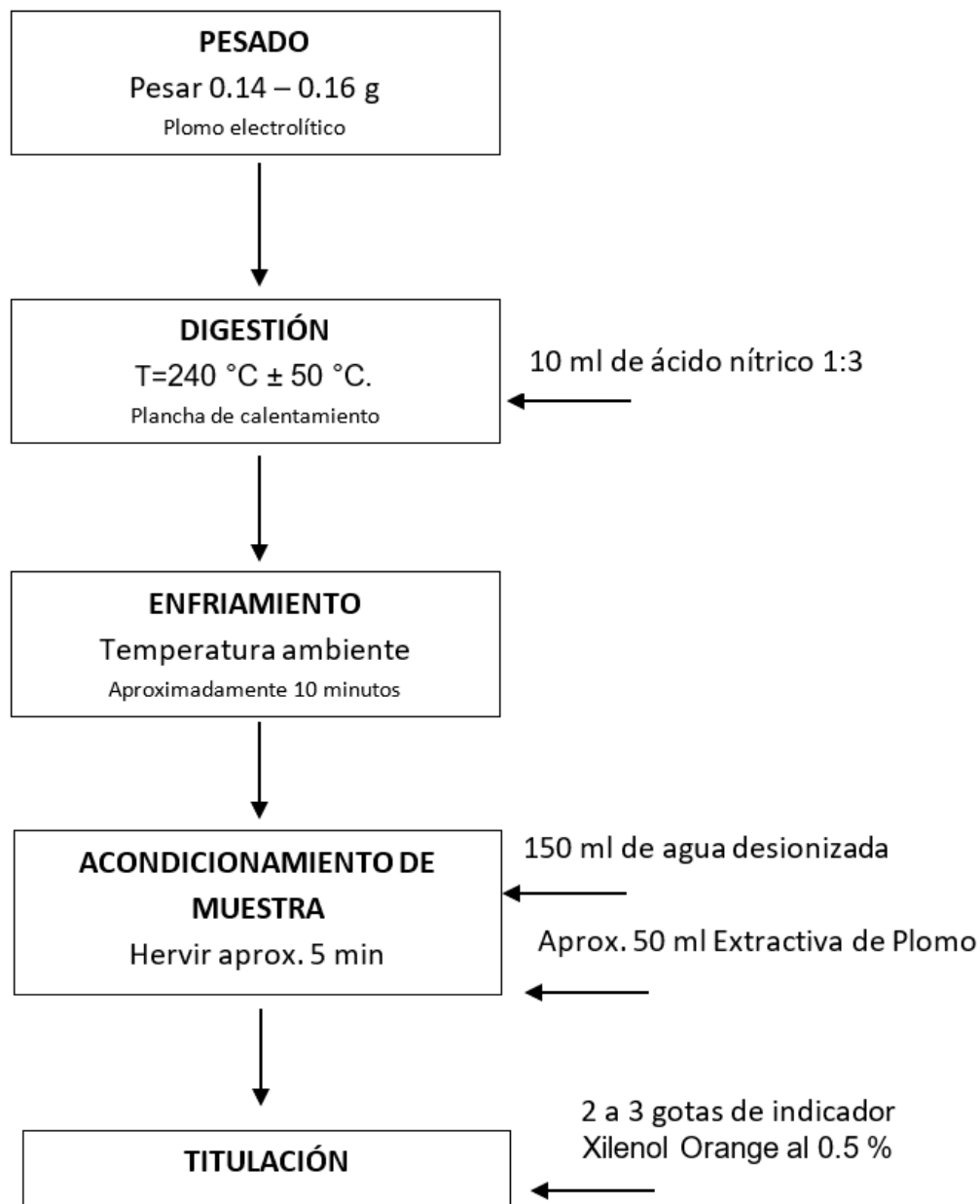


Figura 20
Volumetría de plomo- titulación



1.2.3.7. Análisis por absorción atómica para la determinación de los analitos

Se cuantifican mediante absorción atómica los siguientes elementos: plata, plomo, zinc, cobre, hierro, oro, arsénico y mercurio. Para ello, se utiliza un equipo de absorción atómica Agilent 280FS AA (Fast Sequential Atomic Absorption Spectrometer), que permite un análisis rápido y preciso de las muestras.

Figura 21
Equipo de absorción atómica Agilent 280FS AA



Para el caso del mercurio se utiliza **FIMS-100 (Perkin Elmer)** – *Flow Injection Mercury System*.

Figura 22
Equipo de absorción atómica FIMS-100 (Perkin Elmer)

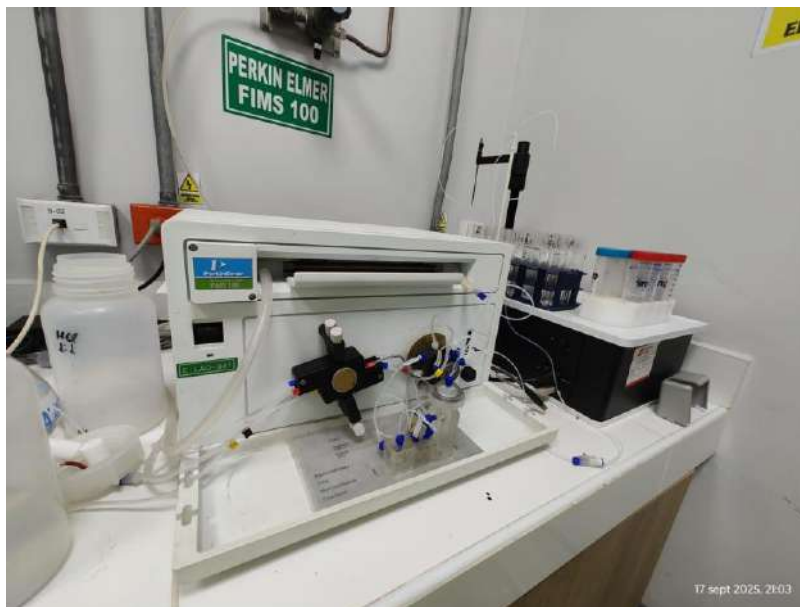


Figura 23
Lectura por absorción atómica.



1.3. Bases teóricas

1.3.1. Antecedentes

El estudio que compara explícitamente las longitudes de onda de 217 nm y 283,3 nm en absorción atómica para la cuantificación de plomo (Pb) en minerales. La mayor parte de los trabajos identificados se orientan a fundamentos de AAS, cuantificación de otros metales en matrices minerales o entornos relacionados (sin focalización específica en Pb ni en las dos longitudes de onda señaladas) (Raghaw, 2022); (Alva, 2022). Dado este vacío evidente en las referencias disponibles, no es posible extraer cuatro antecedentes internacionales y cuatro antecedentes nacionales que cumplan exactamente con ese criterio de forma directa y verificable desde las fuentes proporcionadas. Para cumplir estrictamente su requisito sería necesario ampliar la búsqueda a literatura adicional fuera del conjunto ofrecido. A continuación, se presenta un marco sintético de antecedentes relevantes (conexos al tema de AAS en minerales y cuantificación de Pb en contextos minero/metálicos) y una ruta para avanzar de forma empírica hacia el objetivo específico propuesto, citando las fuentes disponibles para sustentar afirmaciones de fondo y metodologías generales.

En contextos relacionados con suelos y matrices minerales, se han publicado trabajos que emplean AAS para cuantificar elementos metálicos (como Cu y Zn) y que, en conjunto, refuerzan la comprensión de cómo las matrices orgánicas y minerales pueden influir en la respuesta de AAS las (Angin, 2023). Aunque no se trata de Pb, estos estudios son relevantes para consideraciones extrapolares de matriz y sensibilidad a minerales.

Revisión contemporánea de técnicas analíticas en contextos minerales proporciona un marco más amplio sobre cómo se evalúan y comparan enfoques analíticos (incluidas metodologías de espectroscopía y técnicas de caracterización que coexisten con AAS en la caracterización de

minerales y materiales relacionados) (Schindler y otros, 2024). Este tipo de revisión facilita la comprensión de las limitaciones y de las oportunidades de complementariedad entre AAS y otras técnicas instrumentales.

Las publicaciones recientes que demuestran la aplicación de AAS para cuantificar elementos en materiales minerales. Por ejemplo, estudios han cuantificado Fe y Ca en muestras minerales utilizando AAS y reportando procedimientos analíticos en contextos minerales (Sari y otros, 2025). Estos trabajos reflejan prácticas de laboratorio y consideraciones de matriz que son directamente relevantes para el diseño experimental al abordar Pb en minerales, aunque Pb no sea el analizado específicamente en cada estudio.

1.3.2. Longitud de onda de 217 nm y 283.3 nm en absorción atómica para la cuantificación de plomo en minerales

La determinación de plomo por espectroscopía de absorción atómica frecuentemente se lleva a cabo mediante líneas resonantes específicas del átomo de Pb, entre las más usadas están las de **217,0 nm** y **283,3 nm**. La línea de **217,0 nm** posee generalmente una mayor intensidad intrínseca para Pb, lo cual la hace más atractiva cuando se busca alcanzar límites de detección bajos y una alta sensibilidad. No obstante, esa ganancia de señal viene acompañada de mayores retos técnicos en la corrección del fondo y control de interferencias moleculares o distracciones espectrales (NIST, 2024).

Por su parte, la línea de **283,3 nm** ofrece en general un menor fondo espectral y una menor susceptibilidad a absorciones no atómicas o dispersión en la región ultravioleta. En matrices complejas, como las de minerales, donde es frecuente la presencia de óxidos, sales de fósforo, metales como Cu, Fe o matrices silíceas que generan especies moleculares absorbentes, 283,3 nm puede proporcionar una señal más “limpia” y reproducible. De hecho, en estudios de suelos

contaminados con plomo se ha observado poca precisión (sobrestimaciones) al usar ambas líneas (217 y 283 nm) cuando la concentración de hierro coexistente es elevada (Bride y otros, 2011).

En cuanto al límite de detección, aunque la línea de 217,0 nm muchas veces se menciona como la más sensible, ciertos trabajos optimizados han demostrado que bajo condiciones adecuadas la línea de **283,3 nm** puede alcanzar un límite de detección igual o incluso mejor que la de 217 nm. Por ejemplo, un análisis teórico-experimental en espectroscopía de absorción electrotermal indica que el límite de detección obtenido para Pb a 283,3 nm fue aproximadamente la mitad del obtenido a 217 nm bajo condiciones optimizadas (L'vov y otros, 1995).

Otro aspecto crítico es la interferencia espectral directa: cerca de la longitud de onda 217 nm puede presentarse interferencia por la línea de cobre en 216,5 nm, lo que puede afectar la medición del Pb en esa región. En consecuencia, muchos protocolos de espectroscopía atómica sugieren cambiar a la línea de 283,3 nm cuando se sospecha interferencia por Cu u otros elementos vecinos espectrales (Shimadzu corporation, 2001).

Desde el punto de vista operativo, aunque 217,0 nm puede ser preferible para análisis de trazas cuando se logre una buena corrección de fondo (por ejemplo, mediante lámpara deuterio o corrección Zeeman), en situaciones de matriz mineral agresiva, con potenciales interferencias químicas o absorción de fondo fuerte, la línea 283,3 nm suele ser una opción más robusta. En esos casos es crucial validar la linealidad, las recuperaciones y la estabilidad de la señal entre ambas longitudes (Harnold, 2021).

1.3.3. Lectura de longitud de 217nm y 283.3nm

Data de lecturas en longitud de 217nm y 283.3nm del material de referencia interna blending 02.

Tabla 3

Lectura a longitud de onda 217nm de muestras MRI-E-02 6-7 a 3-8

Fecha de lectura	Lecturado por	longitud de onda	Código de Muestra	W (g)	V (mL)	Pb (mg/L)	D-Pb	pb
6/07/2025	EEE	217	MRI-E-02	0.4960	100	16.846	1	3396.37
8/07/2025	EEE	217	MRI-E-02	0.5035	100	17.041	1	3384.51
8/07/2025	EEE	217	MRI-E-02	0.5035	100	17.041	1	3384.51
9/07/2025	ASK	217	MRI-E-02	0.4906	100	16.792	1	3422.75
9/07/2025	EEE	217	MRI-E-02	0.4906	100	16.792	1	3422.75
10/07/2025	DTV	217	MRI-E-02	0.5021	100	17.029	1	3391.56
11/07/2025	ASK	217	MRI-E-02	0.5006	100	16.723	1	3340.59
12/07/2025	EEE	217	MRI-E-02	0.5021	100	16.736	1	3333.20
13/07/2025	EEE	217	MRI-E-02	0.5006	100	17.293	1	3454.45
14/07/2025	EEE	217	MRI-E-02	0.5000	100	16.997	1	3399.40
15/07/2025	EEE	217	MRI-E-02	0.4964	100	16.51	1	3325.95
16/07/2025	EEE	217	MRI-E-02	0.5004	100	17.042	1	3405.68
17/07/2025	EEE	217	MRI-E-02	0.4975	100	16.389	1	3294.27
18/07/2025	CSH	217	MRI-E-02	0.5014	100	17.168	1	3424.01
19/07/2025	DTV	217	MRI-E-02	0.4974	100	16.413	1	3299.76
20/07/2025	DTV	217	MRI-E-02	0.5054	100	16.662	1	3296.79
21/07/2025	DTV	217	MRI-E-02	0.5025	100	16.668	1	3317.01
22/07/2025	DTV	217	MRI-E-02	0.5057	100	16.916	1	3345.07
23/07/2025	DTV	217	MRI-E-02	0.4958	100	16.3	1	3287.62
24/07/2025	DTV	217	MRI-E-02	0.5030	100	16.494	1	3279.13
25/07/2025	CSH	217	MRI-E-02	0.4966	100	16.42	1	3306.48
26/07/2025	CSH	217	MRI-E-02	0.5010	100	17.466	1	3486.23
26/07/2025	EEE	217	MRI-E-02	0.5013	100	16.908	1	3372.83
27/07/2025	CSH	217	MRI-E-02	0.5000	100	17.357	1	3471.40
27/07/2025	CSH	217	MRI-E-02	0.4998	100	17.91	1	3583.43
28/07/2025	CSH	217	MRI-E-02	0.4988	100	17.022	1	3412.59
30/07/2025	CSH	217	MRI-E-02	0.5034	100	17.685	1	3513.11
29/07/2025	CSH	217	MRI-E-02	0.5007	100	17.949	1	3584.78
31/07/2025	EEE	217	MRI-E-02	0.5019	100	17.252	1	3437.34
1/08/2025	DTV	217	MRI-E-02	0.4982	100	16.339	1	3279.61
3/08/2025	DTV	217	MRI-E-02	0.5021	100	16.831	1	3352.12

Tabla 4*Lectura a longitud de onda 217nm de muestras MRI-E-02 4-8 a 14-8*

Fecha de lectura	Lectura por	longitud de onda	Código de Muestra	W (g)	V (mL)	Pb (mg/L)	D-Pb	pb
4/08/2025	DTV	217	MRI-E-02	0.5064	100	17.081	1	3373.03
6/08/2025	DTV	217	MRI-E-02	0.5008	100	17.372	1	3468.85
7/08/2025	DTV	217	MRI-E-02	0.5010	100	17.338	1	3460.68
8/08/2025	DTV	217	MRI-E-02	0.4967	100	17.058	1	3434.27
9/08/2025	DTV	217	MRI-E-02	0.4995	100	16.768	1	3356.96
9/08/2025	DTV	217	MRI-E-02	0.5029	100	17.126	1	3405.45
11/08/2025	DTV	217	MRI-E-02	0.4995	100	16.851	1	3373.57
12/08/2025	DTV	217	MRI-E-02	0.5006	100	17.223	1	3440.47
13/06/2025	DTV	217	MRI-E-02	0.4980	100	16.868	1	3387.15
14/08/2025	DTV	217	MRI-E-02	0.4950	100	16.317	1	3296.36

En las tablas 3 y 4, las lecturas de la muestra MRI-E-02 a longitud de onda de 217 nm, realizadas entre el 6 de julio y 14 de agosto de 2025, evidencian valores de plomo (Pb) comprendidos entre 16,3 y 17,9 mg/L, con un promedio aproximado de 3 390 mg/kg. Esta consistencia analítica refleja una adecuada estabilidad instrumental y repetibilidad del método empleado. La baja variabilidad entre días y operadores sugiere que la absorción atómica a 217 nm fue correctamente calibrada y controlada, garantizando lecturas confiables. En conjunto, los resultados demuestran que la línea espectral seleccionada permitió una determinación precisa y sensible del plomo en la muestra mineral analizada.

Tabla 5*Lectura a longitud de onda 283.3nm de muestras MRI-E-02.*

Fecha de lectura	Lectura por	longitud de onda	Código de Muestra	W (g)	V (mL)	Pb (mg/L)	D-Pb	pb
15/08/2025	EEE	283.3	MRI-E-02	0.5037	100	16.043	1	3185.03
17/08/2025	EEE	283.3	MRI-E-02	0.5000	100	15.936	1	3187.20
17/08/2025	EEE	283.3	MRI-E-02	0.5030	100	16.179	1	3216.50
19/08/2025	EEE	283.3	MRI-E-02	0.5014	100	16.091	1	3209.21
20/08/2025	EEE	283.3	MRI-E-02	0.5024	100	15.783	1	3141.52
21/08/2025	DTV	283.3	MRI-E-02	0.5014	100	15.618	1	3114.88
22/08/2025	EEE	283.3	MRI-E-02	0.5017	100	16.08	1	3205.10
22/08/2025	DTV	283.3	MRI-E-02	0.5018	100	15.581	1	3105.02
23/08/2025	EEE	283.3	MRI-E-02	0.5027	100	15.521	1	3087.53
24/08/2025	EEE	283.3	MRI-E-02	0.5013	100	15.864	1	3164.57
24/08/2025	DTV	283.3	MRI-E-02	0.5008	100	15.51	1	3097.04
25/08/2025	DTV	283.3	MRI-E-02	0.4964	100	15.493	1	3121.07
26/08/2025	EEE	283.3	MRI-E-02	0.5033	100	15.901	1	3159.35
28/08/2025	DTV	283.3	MRI-E-02	0.5001	100	16.43	1	3285.34
29/08/2025	DTV	283.3	MRI-E-02	0.5059	100	15.836	1	3130.26
30/08/2025	DTV	283.3	MRI-E-02	0.5067	100	16.21	1	3199.13
31/08/2025	DTV	283.3	MRI-E-02	0.5025	100	15.95	1	3174.13
1/09/2025	DTV	283.3	MRI-E-02	0.5012	100	15.756	1	3143.66
2/09/2025	DTV	283.3	MRI-E-02	0.5000	100	16.013	1	3202.60
3/09/2025	DTV	283.3	MRI-E-02	0.5069	100	15.944	1	3145.39
3/09/2025	DTV	283.3	MRI-E-02	0.4975	100	15.221	1	3059.50
4/09/2025	EEE	283.3	MRI-E-02	0.5034	100	16.053	1	3188.92
6/09/2025	EEE	283.3	MRI-E-02	0.5025	100	15.782	1	3140.70
6/09/2025	EEE	283.3	MRI-E-02	0.5002	100	15.879	1	3174.53
10/09/2025	EEE	283.3	MRI-E-02	0.5091	100	16.189	1	3179.93
11/09/2025	DTV	283.3	MRI-E-02	0.5011	100	16.129	1	3218.72
11/09/2025	DTV	283.3	MRI-E-02	0.5014	100	15.608	1	3112.88
12/09/2025	EEE	283.3	MRI-E-02	0.5021	100	16.367	1	3259.71

Las mediciones en la tabla 5 de la muestra MRI-E-02 a longitud de onda de 283.3 nm, realizadas entre el 15 de agosto y el 12 de septiembre de 2025, muestran concentraciones de plomo (Pb) entre 15,2 y 16,4 mg/L, con un promedio cercano a 3 180 mg/kg. La dispersión es baja, indicando buena estabilidad instrumental y precisión analítica. Los resultados confirman que la línea de 283.3 nm proporciona una señal más limpia y estable frente a interferencias, siendo adecuada para el análisis rutinario de Pb en matrices minerales por absorción atómica con llama.

Datos de lecturas en longitud de 217nm y 283.3nm del material de referencia interna diamantina 02.

Tabla 6

Lectura longitud de onda 217nm de muestras MRI-D-02.

Fecha de lectura	Lectura por	longitud de onda	Código de Muestra	W (g)	V (mL)	Pb (mg/L)	D-Pb	pb
6/07/2025	EEE	217	MRI-D-02	0.4963	100	44.453	1	8956.88
8/07/2025	EEE	217	MRI-D-02	0.4938	100	44.251	1	8961.32
11/07/2025	ASK	217	MRI-D-02	0.4983	100	44.3	1	8890.23
13/07/2025	EEE	217	MRI-D-02	0.4972	100	43.527	1	8754.42
16/07/2025	DTV	217	MRI-D-02	0.5010	100	1.803	25	8997.01
17/07/2025	EEE	217	MRI-D-02	0.5011	100	44.149	1	8810.42
26/07/2025	CSH	217	MRI-D-02	0.5023	100	46.731	1	9303.40
30/07/2025	CSH	217	MRI-D-02	0.5018	100	46.874	1	9341.17
31/07/2025	EEE	217	MRI-D-02	0.5008	100	44.453	1	8876.40
1/08/2025	EEE	217	MRI-D-02	0.5000	100	45.972	1	9194.40
5/08/2025	DTV	217	MRI-D-02	0.5025	100	1.798	25	8945.27
7/08/2025	DTV	217	MRI-D-02	0.4965	100	43.582	1	8777.84
7/08/2025	ASK	217	MRI-D-02	0.4986	100	1.756	25	8804.65
8/08/2025	DTV	217	MRI-D-02	0.5012	100	1.953	25	9741.62
11/08/2025	DTV	217	MRI-D-02	0.5041	100	1.84	25	9125.17

Las lecturas de la muestra MRI-D-02 en la tabla 6 a 217 nm, obtenidas entre el 6 de julio y el 11 de agosto de 2025, presentan concentraciones de plomo (Pb) comprendidas entre 43,5 y 46,9 mg/L, con valores promedios de aproximadamente 8 950–9 300 mg/kg. Los resultados muestran alta sensibilidad analítica y buena reproducibilidad, aunque algunos registros con valores anómalos de dilución sugieren interferencia o error en la lectura. En general, la línea de 217 nm permitió una determinación precisa y estable del Pb en la muestra mineral MRI-D-02 mediante absorción atómica.

Tabla 7*Lectura longitud de onda 283.3nm de muestras MRI-D-02.*

Fecha de lectura	Lectura por	longitud de onda	Código de Muestra	W (g)	V (mL)	Pb (mg/L)	D-Pb	pb
17/08/2025	EEE	283.3	MRI-D-02	0.5033	100	43.781	1	8698.79
17/08/2025	EEE	283.3	MRI-D-02	0.5026	100	43.167	1	8588.74
18/08/2025	EEE	283.3	MRI-D-02	0.4976	100	42.686	1	8578.38
21/08/2025	DTV	283.3	MRI-D-02	0.4976	100	1.724	25	8661.58
22/08/2025	EEE	283.3	MRI-D-02	0.5020	100	43.617	1	8688.65
22/08/2025	DTV	283.3	MRI-D-02	0.5100	100	1.761	25	8632.35
24/08/2025	DTV	283.3	MRI-D-02	0.5098	100	1.778	25	8719.11
27/08/2025	EEE	283.3	MRI-D-02	0.5036	100	43.968	1	8730.74
31/08/2025	DTV	283.3	MRI-D-02	0.4986	100	1.723	25	8639.19
3/09/2025	DTV	283.3	MRI-D-02	0.4961	100	1.699	25	8561.78
6/09/2025	EEE	283.3	MRI-D-02	0.5013	100	42.941	1	8565.93
6/09/2025	EEE	283.3	MRI-D-02	0.4975	100	43.273	1	8698.09
10/09/2025	EEE	283.3	MRI-D-02	0.5024	100	43.718	1	8701.83
11/09/2025	DTV	283.3	MRI-D-02	0.5026	100	1.740	25	8654.99

Las lecturas en la tabla 7 de la muestra MRI-D-02 a longitud de onda de 283.3 nm, realizadas entre el 17 de agosto y el 11 de septiembre de 2025, muestran concentraciones de plomo (Pb) entre 42,6 y 43,9 mg/L, con valores promedio cercanos a 8 670 mg/kg. Los resultados reflejan buena estabilidad instrumental, baja variación analítica y precisión en la calibración, confirmando que la línea de 283.3 nm ofrece señales estables y confiables para la determinación cuantitativa del plomo en muestras minerales.

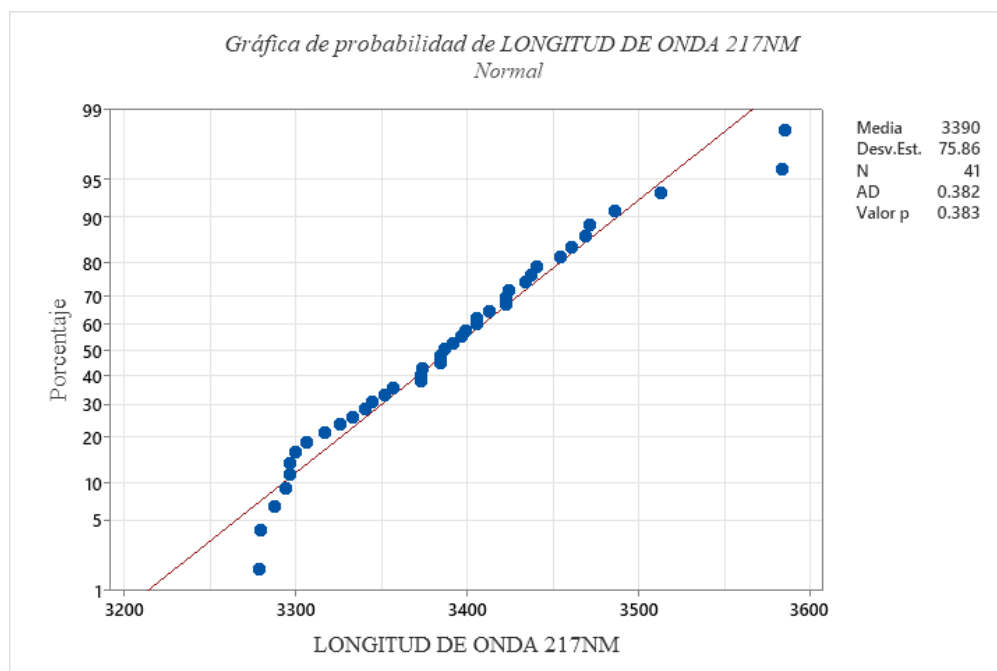
Tabla 8*Valores verificados por SGS.*

Elemento	Ag	Cu	Pb	Zn
Esquema	AAS41B	AAS41B	AAS41B	AAS41B
Unidad	g/TM	%	%	%
Límite de Detección	3	0.002	0.002	0.002
MRI-D-02 (24)	23	0.083	0.865	2.007
MRI-E-02 (1)	52	0.465	0.317	1.944
MRI-C-02 (9)	26	0.375	0.097	0.460
DUP MRI-C-02 (9)	26	0.380	0.096	0.469

Prueba estadística de la población de muestras blending a una longitud de 217nm, con una media certificada 3170.00 ppm, prueba de normalidad de los datos: longitud de onda 217nm

Figura 24

Gráfica de probabilidad de longitud de onda 217nm



En la figura 25 la probabilidad normal para la longitud de onda 217 nm muestra una distribución aproximadamente lineal, con una media de 3 390 mg/kg y desviación estándar de 75.86. El valor $p = 0.383 > 0.05$ confirma que los datos siguen una distribución normal, sin evidencias de sesgo ni valores atípicos significativos. Esto indica homogeneidad y estabilidad en las lecturas experimentales realizadas a 217 nm, validando la confiabilidad del método analítico empleado para la cuantificación del plomo en la muestra.

Prueba de valores atípicos: longitud de onda 217nm

Método

Hipótesis nula	Todos los valores de los datos provienen de la misma población normal
Hipótesis alterna	El valor más pequeño o más grande de los datos es un valor atípico

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

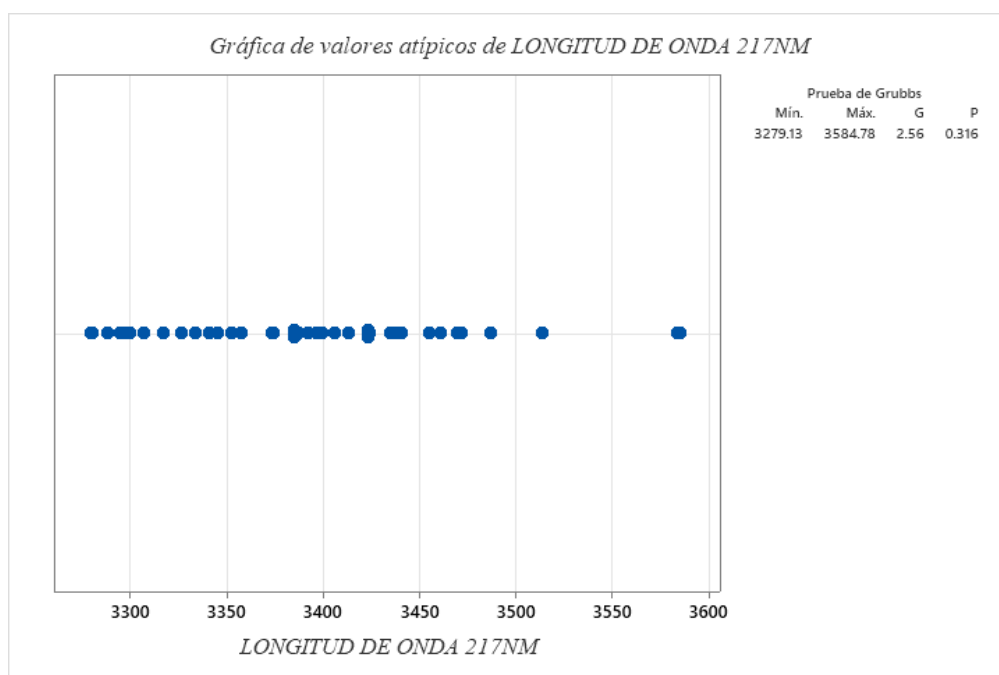
Prueba de Grubbs

Variable	N	Media	Desv.Est.	Mín.	Máx.	G	P
longitud de onda 217nm	41	3390.3	75.9	3279.1	3584.8	2.56	0.316

* NOTA * No hay valor atípico en el nivel de significancia de 5%

Figura 25

Gráfico de valores atípicos de longitud de onda 217nm



La figura 26 de valores atípicos para la longitud de onda de 217 nm evidencia una distribución homogénea sin puntos extremos significativos. Según la prueba de Grubbs, con $G = 2.56$ y $p = 0.316 > 0.05$, no se detectan valores atípicos estadísticamente relevantes. Los datos se concentran entre 3279 y 3585 mg/kg, indicando consistencia analítica y reproducibilidad experimental. La ausencia de valores anómalos confirma la estabilidad del método instrumental y la confiabilidad de las mediciones obtenidas en esta longitud de onda para el análisis de plomo.

T de una muestra: longitud de onda 217nm

Estadísticas descriptivas

				Error estándar de la
N	Media	Desv.Est.	media	IC de 95% para μ
41	3390.3	75.9	11.8	(3366.3; 3414.2)

μ : media de población de longitud de onda 217nm

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu = 3170$

Hipótesis alterna $H_1: \mu \neq 3170$

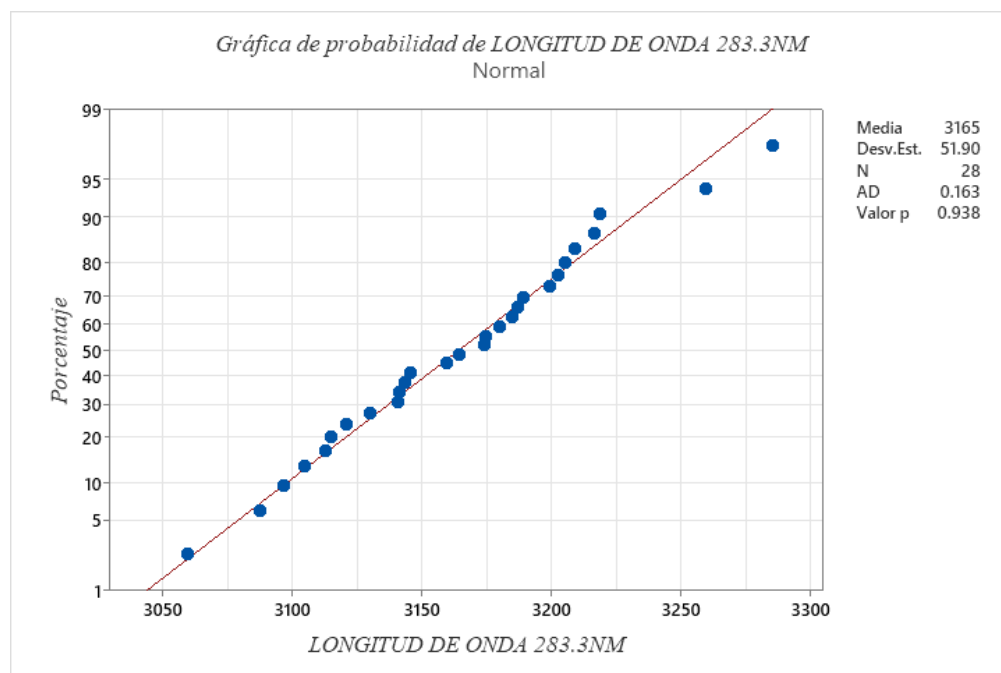
Valor T Valor p

18.59	0.000
-------	-------

Prueba de normalidad: longitud de onda 283.3nm

Figura 26

Gráfica de probabilidad de longitud de onda 283.3nm



La figura 27 de la probabilidad normal para la longitud de onda 283.3 nm evidencia una distribución perfectamente ajustada a la línea de normalidad, con una media de 3 165 mg/kg y desviación estándar de 51.90. El valor $p = 0.938 > 0.05$ confirma que los datos siguen una distribución normal, sin presencia de sesgo ni valores atípicos. Esto demuestra una alta precisión analítica y excelente estabilidad instrumental, validando la confiabilidad de las mediciones obtenidas a 283.3 nm para la cuantificación del plomo en muestras minerales.

Prueba de valores atípicos: longitud de onda 283.3nm

Método

Hipótesis nula Todos los valores de los datos provienen de la misma población normal

Hipótesis alterna El valor más pequeño o más grande de los datos es un valor atípico

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

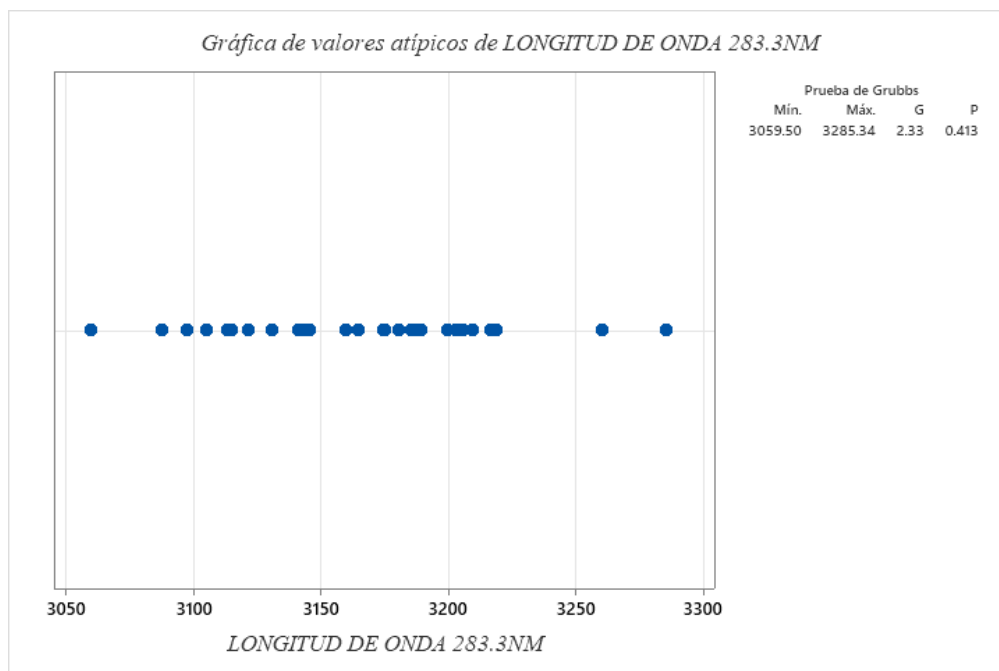
Prueba de Grubbs

Variable	N	Media	Desv.Est.	Mín.	Máx.	G	P
LONGITUD DE ONDA 283.3NM	28	3164.6	51.9	3059.5	3285.3	2.33	0.413

* NOTA * No hay valor atípico en el nivel de significancia de 5%

Figura 27

Gráfico de valores atípicos de longitud de onda 283.3nm



En la figura 28 los valores atípicos para la longitud de onda 283.3 nm muestra una distribución uniforme y compacta de los datos, sin desviaciones extremas. La prueba de Grubbs, con $G = 2.33$ y $p = 0.413$ (> 0.05), confirma la ausencia de valores atípicos significativos. Los resultados se concentran entre 3059.5 y 3285.3 mg/kg, lo que evidencia consistencia en las mediciones, precisión analítica y buena estabilidad instrumental, validando la confiabilidad del método aplicado para la determinación de plomo a esta longitud de onda.

T de una muestra: longitud de onda 283.3nm

Estadísticas descriptivas

				Error estándar de la
N	Media	Desv.Est.	media	IC de 95% para μ
28	3164.62	51.90	9.81	(3144.50; 3184.75)

μ : media de población de longitud de onda 283.3nm

Prueba

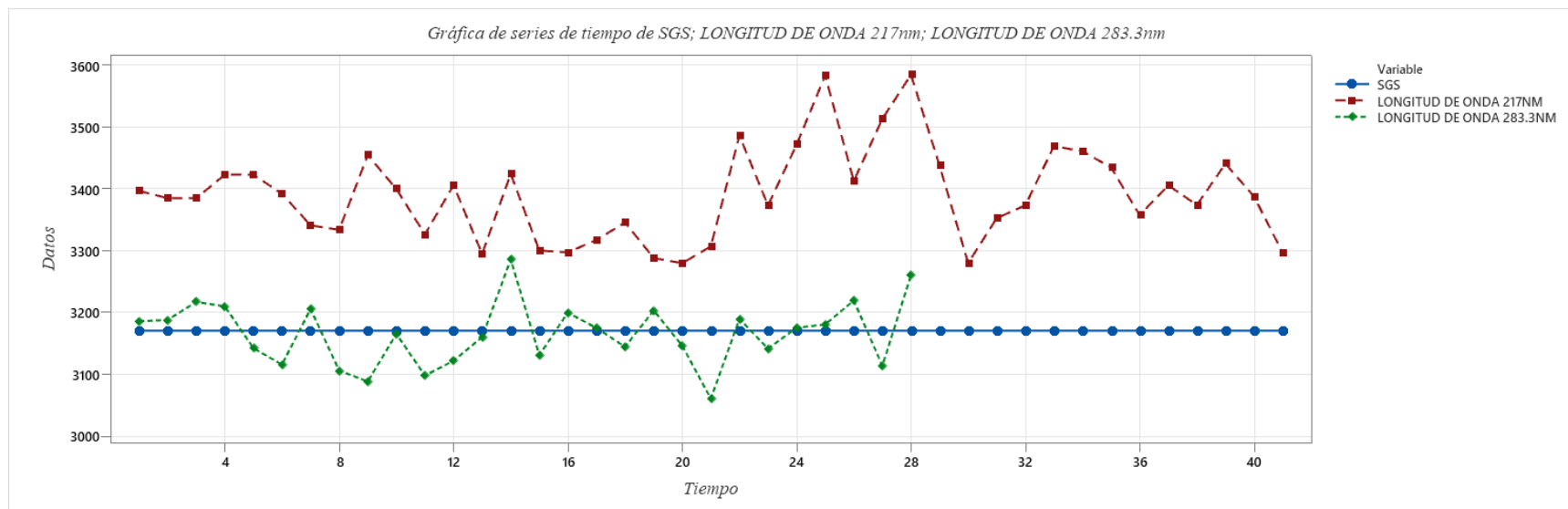
Hipótesis nula $H_0: \mu = 3170$

Hipótesis alterna $H_1: \mu \neq 3170$

Valor T	Valor p
-0.55	0.588

Figura 28

Gráfica de series de tiempo de sgs; longitud de onda 217nm; longitud de onda 283.3nm



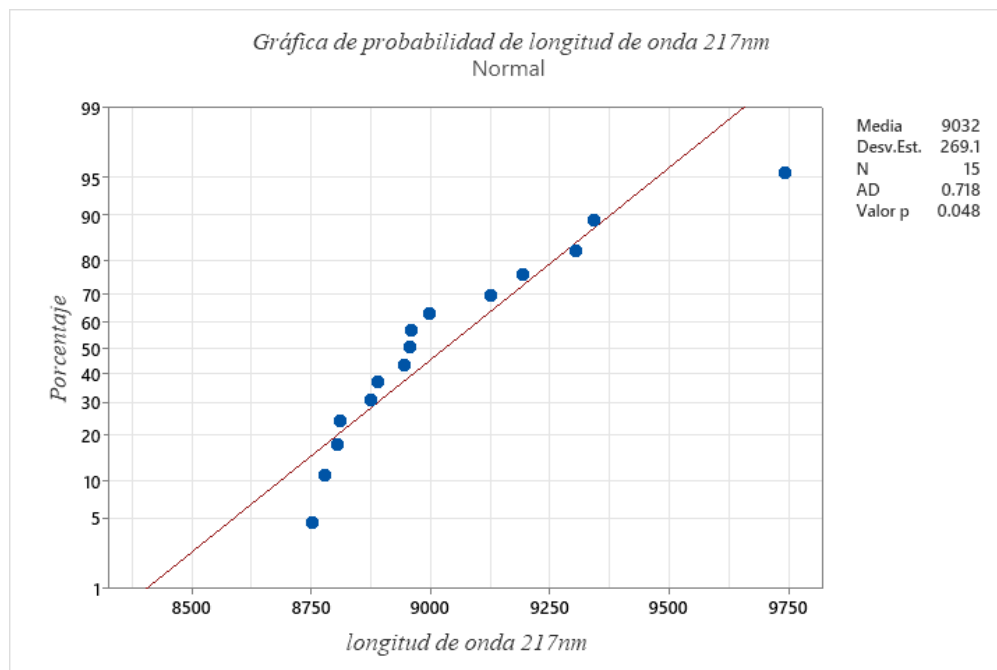
En la figura 29, sobre series de tiempo compara la estabilidad de las mediciones a 217 nm y 283.3 nm respecto a la referencia SGS. Se observa que la línea de 217 nm (roja) presenta mayor variabilidad temporal, con oscilaciones entre 3300 y 3550 mg/kg, indicando alta sensibilidad, pero fluctuaciones instrumentales. En cambio, la 283.3 nm (verde) muestra variaciones moderadas, reflejando mejor estabilidad y consistencia analítica. La serie SGS (azul) se mantiene constante, sirviendo como control de precisión. En conjunto, los resultados confirman que ambas longitudes son confiables, destacando 283.3 nm por su mejor estabilidad temporal.

Prueba estadística de la población de muestras diamantina a una longitud de 217nm, con una media certificada 8650.00 ppm

Prueba de normalidad.

Figura 29

Gráfica de probabilidad de longitud de onda 217nm



En la figura 30 la probabilidad normal para la longitud de onda 217 nm refleja una distribución ligeramente desviada de la normalidad, con media de 9032 mg/kg y desviación estándar de 269.1. El valor $p = 0.048$ (< 0.05) sugiere una leve no normalidad, posiblemente asociada a variaciones instrumentales o efectos de matriz. Aun así, los datos conservan una tendencia lineal aceptable, indicando consistencia general en las mediciones.

Prueba de valores atípicos: longitud de onda 217nm

Método

Hipótesis nula Todos los valores de los datos provienen de la misma población normal
 Hipótesis alterna El valor más pequeño o más grande de los datos es un valor atípico
 Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Prueba de Grubbs

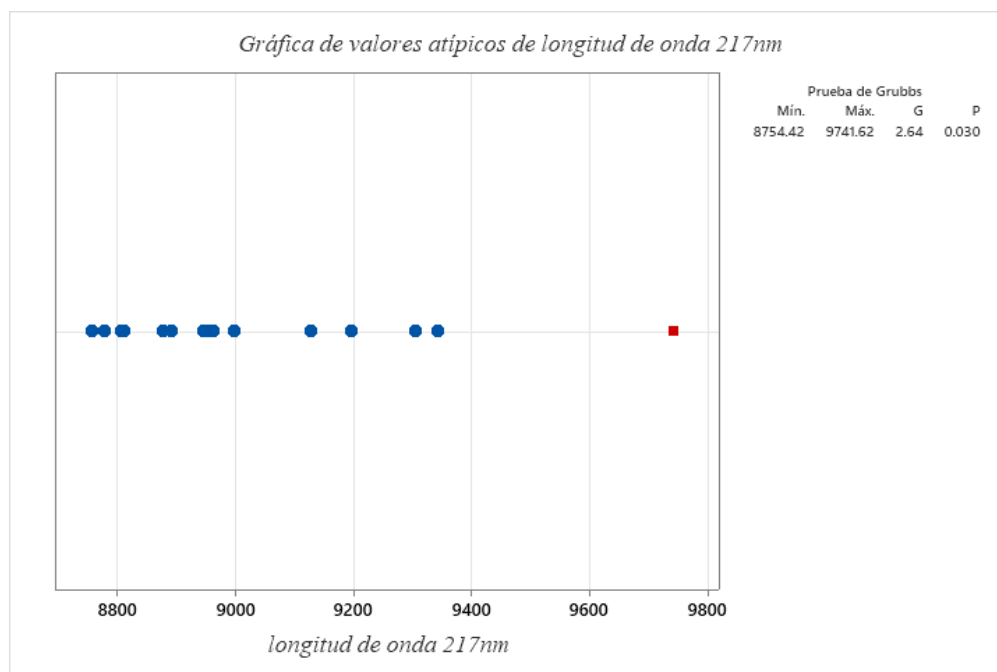
Variable	N	Media	Desv.Est.	Mín.	Máx.	G	P
longitud de onda 217nm	15	9032.0	269.1	8754.4	9741.6	2.64	0.030

Valor atípico

Variable	Fila	Valor atípico
longitud de onda 217nm	14	9741.62

Figura 30

Gráfico de valores atípicos de longitud de onda 217nm



Los valores atípicos en la figura 31, para la longitud de onda 217 nm muestra un punto anómalo identificado por la prueba de Grubbs, con $G = 2.64$ y $p = 0.030$ (< 0.05), lo que confirma la presencia de un valor atípico significativo cercano a 9741.62 mg/kg. Este desvío podría asociarse a fluctuaciones instrumentales o errores de medición, mientras que el resto de los datos mantiene una distribución estable y coherente.

Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon: longitud de onda 217nm

Método

η : mediana de longitud de onda 217nm

Estadísticas descriptivas

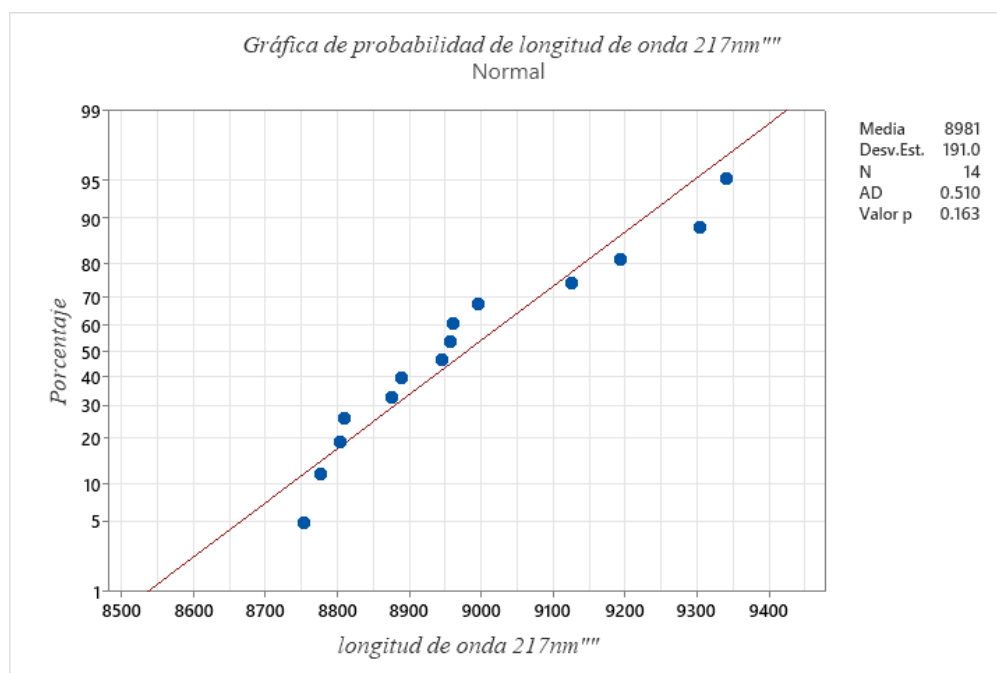
Muestra	N	Mediana
longitud de onda 217nm	15	8991.56

Prueba

Hipótesis nula	Ho: $\eta = 8650$		
Hipótesis alterna	Hi: $\eta \neq 8650$		
	Número	de Estadística	
Muestra	prueba de Wilcoxon		Valor p
longitud de onda 217nm	15	120.00	0.001

Figura 31

Gráfica de probabilidad de longitud de onda 217nm'''



La probabilidad normal en la figura 32, correspondiente a la longitud de onda 217 nm muestra una alineación adecuada de los puntos con la línea de referencia, indicando un comportamiento cercano a la distribución normal. Los datos presentan una media de 8 981 mg/kg y una desviación estándar de 191.0, con valor $p = 0.163$ (> 0.05), lo que sugiere ausencia de

desviaciones significativas. En conjunto, las mediciones exhiben consistencia estadística, baja dispersión y fiabilidad experimental en las determinaciones realizadas bajo esta longitud de onda.

Prueba de valores atípicos: longitud de onda 217nm^{'''}

Método

Hipótesis nula Todos los valores de los datos provienen de la misma población normal

Hipótesis alterna El valor más pequeño o más grande de los datos es un valor atípico

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

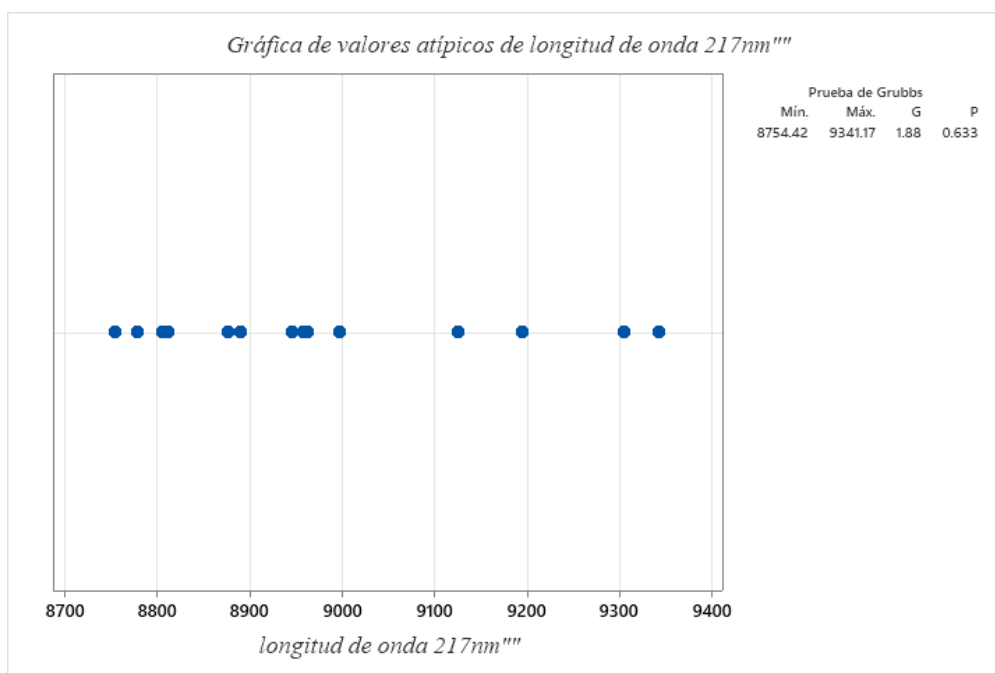
Prueba de Grubbs

Variable	N	Media	Desv.Est.	Mín.	Máx.	G	P
longitud de onda 217nm ^{'''}	14	8981.3	191.0	8754.4	9341.2	1.88	0.633

* NOTA * No hay valor atípico en el nivel de significancia de 5%

Figura 32

Gráfica de valores atípicos de longitud de onda 217nm^{'''}



Los valores atípicos en la figura 33, correspondiente a la longitud de onda 217 nm evidencia una distribución homogénea y sin valores extremos. La prueba de Grubbs muestra $G = 1.88$ y un valor $p = 0.633$ (> 0.05), lo que confirma la ausencia de valores atípicos significativos. Los resultados se mantienen entre 8754.42 y 9341.17 mg/kg, reflejando consistencia estadística, precisión instrumental y fiabilidad del método analítico aplicado para la determinación de plomo a esta longitud de onda.

T de una muestra: longitud de onda 217nm""

Estadísticas descriptivas

Error estándar de la			
N	Media	Desv.Est.	media IC de 95% para μ
14	8981.3	191.0	51.1 (8871.0; 9091.6)

μ : media de población de longitud de onda 217nm""

Prueba

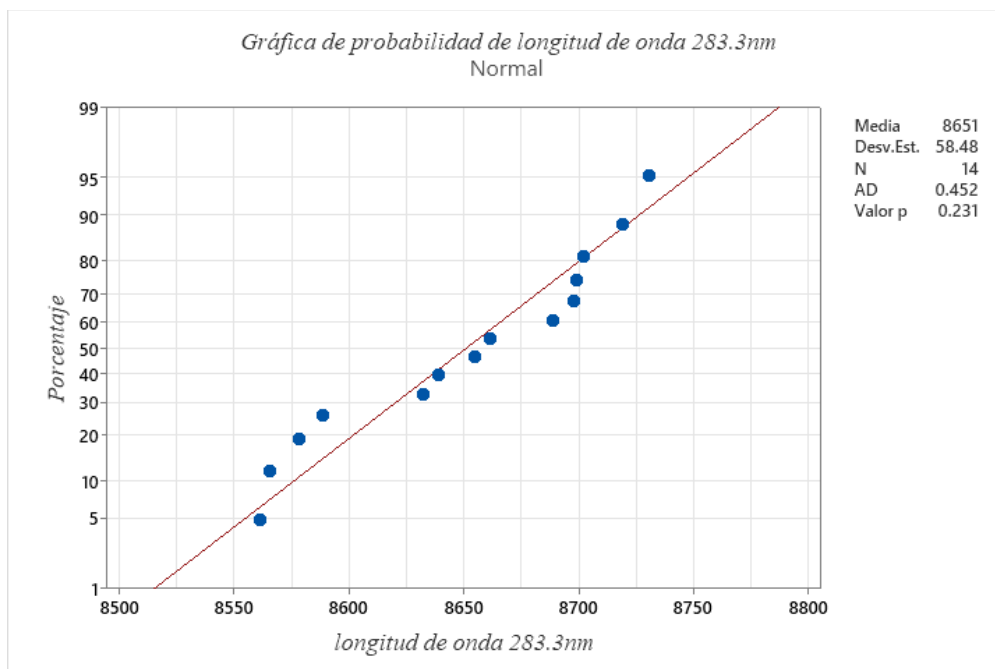
Hipótesis nula	$H_0: \mu = 8650$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu \neq 8650$
Valor T	Valor p
6.49	0.000

Prueba estadística de la población de muestras diamantina a una longitud de 283.3nm,
con una media certifica 8650.00 ppm

Prueba de normalidad: longitud de onda 2833.3nm

Figura 33

Gráfica de probabilidad de longitud de onda 283.3nm



En la figura 34, respecto a la probabilidad normal para la longitud de onda 283.3 nm evidencia una distribución cercana a la normalidad, con los puntos ajustándose correctamente a la línea teórica. Se obtuvo una media de 8 651 mg/kg y desviación estándar de 58.48, con valor $p = 0.231$ (> 0.05), lo que confirma que los datos no presentan desviaciones significativas. Esto refleja homogeneidad, precisión analítica y estabilidad instrumental en las mediciones realizadas.

Prueba de valores atípicos: longitud de onda 283.3nm

Método

Hipótesis nula Todos los valores de los datos provienen de la misma población normal

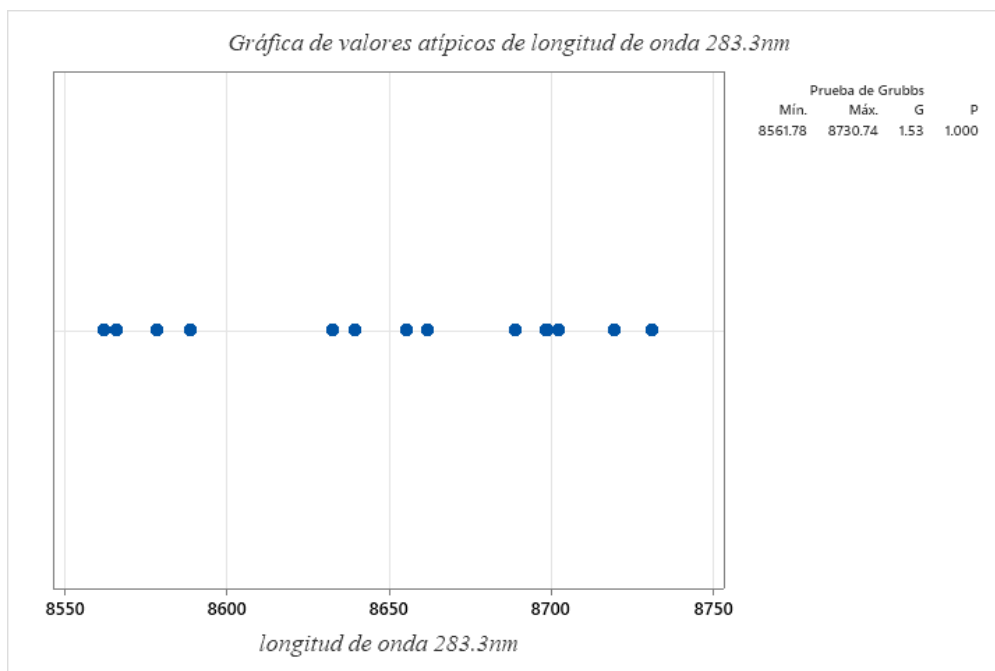
Hipótesis alterna El valor más pequeño o más grande de los datos es un valor atípico

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Prueba de Grubbs

Variable	N	Media	Desv.Est.	Mín.	Máx.	G	P
longitud de onda 283.3nm	14	8651.4	58.5	8561.8	8730.7	1.53	1.000

* NOTA * No hay valor atípico en el nivel de significancia de 5%

Figura 34*Gráfica de valores atípicos de longitud de onda 283.3nm*

Los valores atípicos en la figura 35, correspondiente a la longitud de onda 283.3 nm evidencia una distribución uniforme y sin puntos anómalos. Según la prueba de Grubbs, con $G = 1.53$ y $p = 1.000$ (> 0.05), no se identifican valores atípicos estadísticamente significativos. Los datos se mantienen entre 8561.78 y 8730.74 mg/kg, confirmando homogeneidad, precisión instrumental y estabilidad del método analítico empleado en la determinación de plomo.

T de una muestra: longitud de onda 283.3nm

Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para μ
14	8651.4	58.5	15.6	(8617.7; 8685.2)

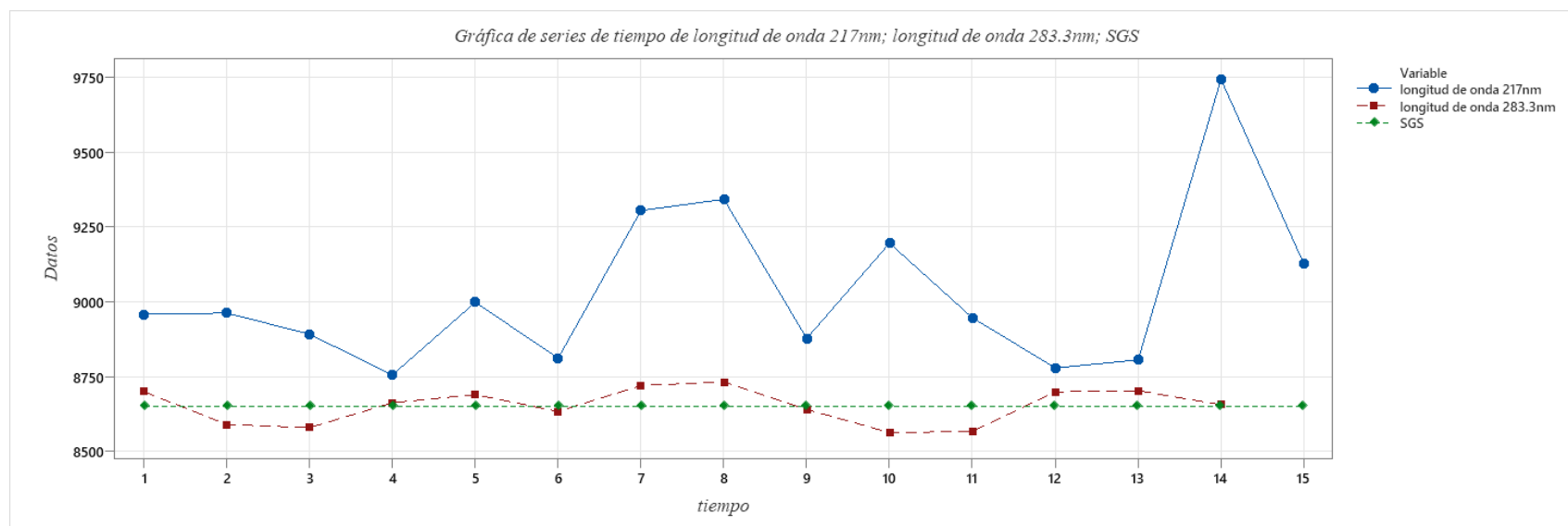
μ : media de población de longitud de onda 283.3nm

Prueba

Hipótesis nula	$H_0: \mu = 8650$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu \neq 8650$
Valor T	Valor p
0.09	0.928

Figura 35

Gráfica de series de tiempo de longitud de onda 217nm; longitud de onda 283.3nm; SGS



En lo que antecede figura 36 de series de tiempo compara las mediciones obtenidas a 217 nm, 283.3 nm y el control SGS. Se observa que la serie de 217 nm (azul) presenta mayores fluctuaciones, con picos notables en los puntos 8 y 14, lo que indica alta sensibilidad, pero también variabilidad instrumental. En contraste, la 283.3 nm (roja) mantiene un comportamiento más estable y cercano al valor de referencia SGS (verde). Los hallazgos sugieren que la lectura a 283,3 nm proporciona una mayor precisión y reproducibilidad, mientras que la de 217 nm ofrece una mayor respuesta analítica, aunque con una ligera dispersión experimental.

1.4. Dificultades para desempeñar el puesto.

En mi trabajo actual, que consiste en supervisar, uno de los principales retos a los que me he enfrentado ha sido adaptar y poner en marcha de manera efectiva las normas de los Sistemas Integrados de Gestión (SIG). Sin embargo, a través de la formación continua y la mejora gradual de los procesos, se ha conseguido avanzar hacia una implementación con mayor eficiencia, alineada de manera efectiva con el objetivo de acreditar el cumplimiento del laboratorio bajo la norma ISO/IEC 17025.

En lo que respecta a las pruebas químicas, no se han enfrentado obstáculos, ya que disponemos de la pericia y las competencias requeridas para desenvolvernó con destreza en este ámbito. La trayectoria profesional se ha forjado en diversos puestos, como la preparación de muestras, pesado de muestras, digestión de muestras, en análisis químico, y la especialización en absorción atómica. El objeto de esta investigación radica en la experiencia descrita, la cual ha permitido adquirir una profunda comprensión del proceso analítico y desarrollar competencias técnicas en sus distintas etapas.

1.5. Contribuciones de la formación académica en el desempeño del puesto

La capacitación adquirida durante los estudios constituye el cimiento que permite afrontar con éxito los retos profesionales. La experiencia formativa adquirida en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, cuya enseñanza se caracteriza por un enfoque crítico y analítico, ha sido muy importante para comprender y dar solución a problemas operativos muy complejos. Esto conlleva la realización de métodos de trabajo, en el análisis químico de minerales, la evaluación de resultados y la elaboración de informes técnicos.

Es necesario destacar la importancia de las investigaciones llevadas a cabo en el centro de investigación de la universidad, que resultaron fundamentales para mi formación académica y

tuvieron un papel significativo en mi desarrollo profesional en el ámbito del análisis químico de El presente análisis examina la interrelación entre la formación educativa formal y la experiencia profesional en el desarrollo de habilidades fundamentales en el contexto ocupacional. Se arguye que la mezcla de ambas ha colaborado en gran medida al desarrollo de destrezas como la proactividad, la sensibilización y la aptitud para amoldarse al ambiente profesional. Esta sinergia ha dado lugar a un desarrollo de carrera profesional caracterizado por la capacidad de hacer frente a los desafíos con una mentalidad analítica, reflexiva y positiva, así como de colaborar eficazmente con los miembros del equipo, con el objetivo de mejorar continuamente.

1.6. Metas personales y formativas alcanzadas durante el desempeño del puesto

En el periodo de mi trayectoria académica, se me presentaron oportunidades para integrarme en el sector de la industria minera, donde desempeñé labores de operario de laboratorio. Esta experiencia inicial fue fundamental y me sirvió como base para asumir puestos de mayor responsabilidad en el futuro. Al culminar mi etapa universitaria, mi objetivo fue desarrollarme profesionalmente en el sector minero, aplicando los conocimientos adquiridos en la carrera que había estudiado.

En el año 2018, trabajé como técnico en análisis químico en la empresa Alfred H. Knight del Perú S.A.C., lo cual marcó un paso importante en mi crecimiento profesional. Posteriormente, en 2020, ingresé a Bureau Veritas como analista químico, donde consolidé y amplié mis conocimientos en análisis químicos, especialmente en:

- Análisis por vía seca (plata y oro)
- Análisis por vía húmeda (volumetría de cobre, volumetría de zinc, volumetría de plomo, digestión 4 ácidos, digestión 3 ácidos, digestión regia, cobre secuencial, determinación de insolubles, gravimetría de molibdeno)

- Manejo de equipos de alta tecnología como espectrofotómetros de absorción atómica Agilent 240FSAA y 280FSAA, y el analizador de carbono y azufre LECO.

Con la meta de asumir nuevos retos, en el siguiente paso de mi carrera ingresé a la empresa minera Colquisiri como parte del equipo responsable de un nuevo proyecto de implementación de un laboratorio químico, desempeñándome como personal de confianza.

Entre los proyectos propuestos y logrados son:

- Participación en la implementación y revisión de los métodos de trabajo del laboratorio químico Colquisiri:
 - MET-001-Determinación de H₂O por Gravimetría-ver-001
 - MET-002-Determinación de Ag, Cu, Fe, Pb, Zn por Absorción Atómica-ver.001
 - MET-003-Determinación de Ag por Absorción Atómica-ver-001
 - MET-004-Determinación de Cu, Fe, Pb, Zn por Absorción Atómica-ver-001
 - MET-005-Determinación de Cu por Volumetría-ver-001
 - MET-006-Determinación de Pb por Volumetría-ver-001
 - MET-007-Determinación de Zn por Volumetría-ver-001
 - MET-008-Determinación de Ag, Au por Gravimetría-ver-01
 - MET-009-Determinación de Ag, Cu, Fe, Pb, Zn por Absorción Atómica-ver-001
 - MET-010-Determinación de PbO_x, ZnO_x por Absorción Atómica-ver-001
 - MET-011-Determinación Granulométrica por Gravimetría-ver-001
 - MET-012-Determinación de Au por Absorción Atómica -ver-001
 - MET-013-Determinación de Hg por Absorción Atómica-ver-001
- Implementar y poner en marcha el proceso de preparación de muestras, tanto en el área de preparación de muestras de geología como el área de preparación de muestras de planta.

Esto incluye la realización de pruebas de secado, chancado, pulverizado y análisis granulométrico (análisis de malla).

- Participar en la evaluación e implementación del IPERC LINEA BASE del laboratorio químico
- Participar en la implementación del mapa de proceso del laboratorio químico
- Participar en la implementación y evaluación de los PETS del laboratorio químico Colquisiri
- Participar en la implementación y evaluación de los Estándar de trabajo del laboratorio químico Colquisiri
- Participar en los avances de la acreditación del laboratorio químico.

1.7. Otros.

Al iniciar las operaciones del laboratorio, uno de los principales desafíos a los que nos enfrentamos fue el de cumplir con los plazos de entrega de los informes solicitados por nuestros clientes internos, con el objetivo de garantizar la continuidad de la producción.

Para enfrentar esta situación, se ha implementado un proceso por etapas, iniciando en el área de preparación de planta y geología. En esta etapa, se aplicaron estrictos estándares de control de calidad para asegurar resultados más exactos y confiables.

Con anterioridad a la puesta en marcha del laboratorio, el personal no cumplía con los requisitos necesarios para realizar los análisis adecuadamente. A modo explicativo,, se llevaba a cabo el secado de muestras a temperaturas superiores a 300 °C en hornos improvisados, cuando lo apropiado es secar a 105 °C para asegurar la integridad de las muestras.

Esto hizo que hubiera muchos cambios en el trabajo, así que se enseñó a todos, tanto a los que trabajaban en el laboratorio como a los que analizaban las cosas, cómo cumplir las nuevas normas y estándares de calidad.

En el desarrollo de la siguiente fase, se llevó a cabo el análisis de las muestras, con el propósito de establecer el tipo de digestión más apropiado para aquellas muestras provenientes tanto de la planta concentradora como del sector de geología. El propósito de este análisis era obtener resultados con mayor precisión y fiabilidad.

Se ejecutaron diversas operaciones de digestión, siendo los resultados satisfactorios. Para confirmar la precisión de dichos resultados, se remitieron las contramuestras al laboratorio Société Générale de Surveillance (SGS), obteniéndose resultados dentro los límites aceptables de análisis, lo que respalda la metodología empleada.

La metodología que se emplea en el proceso de análisis de muestras geológicas es sumamente exhaustiva e incluye la digestión con múltiples ácidos específicos:

-   cido clorhídrico (HCl)
-   cido nítrico (HNO₃)
-   cido perclórico (HClO₄)
-   cido fluorhídrico (HF)

Por otro lado, las muestras de planta concentradora se digieren con tres ácidos:

-   cido nítrico (HNO₃)
-   cido perclórico (HClO₄)
-   cido clorhídrico (HCl)

Todo el proceso se realiza en un medio de ácido clorhídrico al 25%, que actúa como soporte ácido para la digestión completa de las muestras.

Se ha adoptado el empleo de Material de Referencia Interno (MRI) para asegurar tanto la trazabilidad como la calidad de los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en el laboratorio.

- MRI-CAB-01: Material de referencia interno cabeza
- MRI-REL-01: Material de referencia interno relave
- MRI-ZN-01: Material de referencia interno concentrado de zinc
- MRI-CU-01: Material de referencia interno concentrado de cobre
- MRI-PB-01: Material de referencia interno concentrado de plomo
- MRI-E-01: Material de referencia interno blending
- MRI-C-01: Material de referencia interno canales
- MRI-D-01: Material de referencia interno diamantina
- MRI-T-01: Material de referencia interno taladro

Actualmente se tiene la versión 02, en los materiales de referencia interna.

CAPITULO II

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

2.1. Conclusiones.

Para realizar el correspondiente análisis de plomo, se utilizaron longitudes de onda de 217.0 nm y 283.3 nm en distintas muestras cuyo material de referencia interna había sido previamente determinado. Para tal análisis, se empleó la espectroscopía de absorción atómica. Durante el procedimiento, se han visto diferencias importantes en los resultados de las dos longitudes de onda, lo cual podría significar que hay interferencias en el espectro, problemas con la sensibilidad de la analítica o efectos causados por las muestras en el análisis. En función de estos resultados, se llegaron a las correspondientes conclusiones.

Es importante tener en cuenta que, si bien la línea de 217,0 nm es más sensible, es más susceptible a las interferencias y al ruido ambiental, principalmente en matrices de gran complejidad. Por este motivo, la mejor opción para matrices complejas es la línea de 283,3 nm, que, si es menos sensible, ofrece más estabilidad y presenta menos interferencias en determinados compuestos.

Tras analizar estadísticamente los valores obtenidos, se ha determinado que la longitud de onda de 283.3 nm ofrece una mayor fiabilidad en relación con los datos del material de referencia.

La determinación de este parámetro, con unas dimensiones de longitud de onda de 283.3 nm, proporciona una respuesta analítica con la máxima precisión y permite un control óptimo de las interferencias en las condiciones particulares del análisis.

Tras realizar las correspondientes observaciones, podemos concluir que, en una longitud de onda de 283.3 nm, los resultados fueron más exactos, ya que no se detectaron datos anómalos

y la dispersión de las mediciones fue mínima. Todo ello indica repetibilidad y gran precisión, que son características fundamentales para poder confiar en los datos obtenidos.

Los resultados encontrados anteriormente, junto con los datos registrados a 217.0 nm, muestran una mayor variabilidad y la presencia de valores atípicos, lo que implica una precisión reducida y una credibilidad limitada en relación con los resultados alcanzados a 283.3 nm.

2.2. Recomendaciones.

Durante el pesada de los especímenes, se aconseja firmemente llevar a cabo la limpieza completa entre cada uno de ellos. Es fundamental, asimismo, mantener el espacio de trabajo siempre ordenado y limpio para prevenir la posible contaminación entre los distintos minerales.

En el transcurso del proceso es imperativo que las condiciones óptimas sean garantizadas, que las precauciones sean extremadas para evitar el derramamiento de la muestra y que los procedimientos de trabajo seguro sean estrictamente cumplidos.

Se aconseja encarecidamente dejar que las muestras se enfríen antes, para evitar una medición incorrecta y garantizar su integridad.

Es imprescindible realizar revisiones periódicas de las condiciones ambientales en las áreas de trabajo, así como de los equipos empleados, para garantizar su correcto funcionamiento y mantenimiento.

Se sugiere revisar periódicamente las retribuciones de las lámparas de cátodo hueco para asegurar un rendimiento ideal y la exactitud en las estimaciones.

CAPITULO III

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3.1. Referencias bibliográficas.

- AccuWeather. (13 de 08 de 2025). *Tiempo actual en Huaral*.
<https://www.accuweather.com/es/pe/huaral/258479/current-weather/258479>
- Alva, S. (2022). Determinación del nivel de Ag, Cu y Fe en la roca mineral procedente de la aldea de Jambu Dolok, distrito de Toba Samosir. *Journal of Chemical Natural Resources*, 3(2), 155-160. [https://doi.org/ https://doi.org/10.32734/jcnar.v3i2.9349](https://doi.org/https://doi.org/10.32734/jcnar.v3i2.9349)
- Angin, E. (2023). Determination of copper and zinc content in soil based on soil position and depth in palm and rambutan garden area. *Journal of Chemical Natural Resources*, 4(2), 126-131. <https://doi.org/https://doi.org/10.32734/jcnar.v4i2.11969>
- Bride, M., Mathur, R., & Baker, L. (2011). Chemical Extractability of Pb in Field-Contaminated Soils: Implications for Estimating Total Pb. *Commun Soil Sci Plant Anal*, 42(13), 1581–1593. <https://doi.org/doi:10.1080/00103624.2011.581729>
- colquisiri. (13 de 08 de 2025). *Minera Colquisiri SA*. Nosotros: <https://colquisiri.com.pe/nosotros/>
- Harnold, J. (2021). *Análisis químico e instrumental moderno*. Reverte, Editorial S.A.
https://www.google.com.pe/books/edition/_/SdMfEAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1
- L'vov, B., Polzik, L., Borodin, A., & Dyakov, A. (1995). Detection limits in Zeeman-effect electrothermal atomic absorption spectrometry. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 10(10), 703-709. <https://doi.org/DOI:10.1039/JA9951000703>
- Mateo, A., Asencios, E., & Oré, B. (2019). *Aplicación Del Método Sublevel Stoping Con Relleno Cementado En Minera Colquisiri*. PERM35-408: chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/PERM35-408.pdf

NIST. (2024). Atomic Spectra Database – Pb spectral lines. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.18434/T4W30F>

Raghaw, S. (2022). *Técnicas analíticas para elementos traza en la exploración geoquímica*. Royal society of chimistry. <https://doi.org/https://doi.org/10.1039/9781839166518-00105>

Sari, T., Martinus, B., & Oktaviani, S. (2025). Penetapan kadar mineral besi (fe) dan kalsium (ca) pada biji buah markisa konyal dengan metode spektrofotometri serapan atom (ssa). *JRIKUF*, 3(1), 117-129. <https://doi.org/https://doi.org/10.57213/jrikuf.v3i1.529>

Schindler, M., Alavijeh, M., Oliveira, M., & Silva, L. (2024). A review of analytical techniques to characterise nanomaterial associations with minerals, organic matter and organisms. *Geostandards and Geoanalytical Research*, 49(1), 133-159. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ggr.12583>

Shimadsu corporation. (2001). *Atomic absorption spectrophotometry cookbook*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://sites.chemistry.unt.edu/~tgolden/courses/AA%20cookbook.pdf?utm_source=chatgpt.com

ANEXOS

Anexo 1 Muestreo y muestra de mineral - concentrado



Anexo 2 Muestra, digestión y solución



Anexo 3 Equipo de trabajo y pesado



Anexo 4 Registro de muestras

Blending	Canales	Taladro	Diamantina			
MRI-E-01	MRI-C-01	MRI-T-01	MRI-D-01			
				VASOS		
Producto	Fecha de LECTURA	Lectura por :	OR	ID	Código de Muestra	Código LIMS
BK	4/09/2025	EEE	--	0	BK-PRO	--
MRI-E-02	4/09/2025	EEE	--	1	MRI-E-02	--
GEO-Blending	4/09/2025	EEE	OR-03080-25	2	0054940E	030925-0242
GEO-Blending	4/09/2025	EEE	OR-03080-25	3	0054941E	030925-0243
GEO-Blending	4/09/2025	EEE	OR-03080-25	4	0054942E	030925-0244
GEO-Blending	4/09/2025	EEE	OR-03080-25	5	0054943E	030925-0245
GEO-Blending	4/09/2025	EEE	OR-03080-25	6	0054944E	030925-0246
GEO-Blending	4/09/2025	EEE	OR-03080-25	7	0054945E	030925-0247
GEO-Blending	4/09/2025	EEE	OR-03080-25	8	0054946E	030925-0248
GEO-Blending	4/09/2025	EEE	OR-03080-25	9	0054947E	030925-0249
GEO-Blending	4/09/2025	EEE	OR-03080-25	10	0054948E	030925-0250
GEO-Blending	4/09/2025	EEE	OR-03080-25	11	0054949E	030925-0251
GEO-Blending	4/09/2025	EEE	OR-03080-25	12	0054950E	030925-0252
GEO-Blending	4/09/2025	EEE	OR-03080-25	13	0054951E	030925-0253
GEO-Blending	4/09/2025	EEE	OR-03080-25	14	0054952E	030925-0254
GEO-Blending	4/09/2025	EEE	OR-03080-25	15	0054953E	030925-0255
GEO-Blending	4/09/2025	EEE	OR-03080-25	16	0054954E	030925-0256
GEO-Blending	4/09/2025	EEE	OR-03080-25	17	0054955E	030925-0257
GEO-Blending	4/09/2025	EEE	OR-03080-25	18	0054956E	030925-0258
GEO-Blending	4/09/2025	EEE	OR-03080-25	19	0054957E	030925-0259
GEO-Blending	4/09/2025	EEE	OR-03080-25	20	0054958E	030925-0260
GEO-Blending	4/09/2025	EEE	OR-03080-25	21	0054959E	030925-0261
GEO-Blending	4/09/2025	EEE	OR-03080-25	22	0054960E	030925-0262
GEO-Blending	4/09/2025	EEE	OR-03080-25	23	0054961E	030925-0263
GEO-Blending	4/09/2025	EEE	OR-03080-25	24	0054962E	030925-0264

Anexo 5 Resultado de análisis de muestras

RANGO PESO								W (g)		0.5		HNO3		5		T (°C)		240	
PESO	T	MIN	MAX					V (mL)		100		HClO4		3		MEDIO		25%	
												HF		3					
												HCL		4					
														ppm		%		%	
W (g)	V (mL)	Ag (mg/L)	D-Ag	Cu (mg/L)	D-Cu	Fe (mg/L)	D-Fe	Pb (mg/L)	D-Pb	Zn (mg/L)	D-Zn	ag	cu	Fe	pb	zn			
0.5	100	0	1	0.02	1	0.056	25	0.004	1	0.03	25	0	0.00	0.03	0.00	0.02			
0.5034	100	0.251	1	24.596	1	30.361	25	16.053	1	3.96	25	50	0.49	15.08	0.32	1.97			
0.5023	100	0.194	1	5.603	25	35.882	25	14.231	1	49.38	25	39	2.79	17.86	0.28	24.58			
0.4999	100	1.089	1	36.709	1	18.209	25	6.833	25	29.03	25	218	0.73	9.11	3.42	14.52			
0.5028	100	1.492	1	44.574	1	17.259	25	9.411	25	40.64	25	297	0.89	8.58	4.68	20.21			
0.5006	100	0.348	1	6.366	1	27.555	25	9.121	1	27.267	1	70	0.13	13.76	0.18	0.54			
0.5028	100	0.521	1	13.551	1	19.717	25	36.107	1	6.24	25	104	0.27	9.80	0.72	3.10			
0.5025	100	0.068	1	5.12	1	20.328	25	24.8	1	4.66	25	14	0.10	10.11	0.49	2.32			
0.4999	100	0.063	1	4.773	1	21.041	25	14.148	1	4.63	25	13	0.10	10.52	0.28	2.32			
0.5023	100	0.053	1	6.892	1	21.095	25	9.502	1	5.04	25	11	0.14	10.50	0.19	2.51			
0.5010	100	0.067	1	6.05	1	21.028	25	16.651	1	4.64	25	13	0.12	10.49	0.33	2.32			
0.5010	100	0.048	1	7.965	1	21.528	25	6.817	1	4.38	25	10	0.16	10.74	0.14	2.19			
0.5021	100	0.601	1	10.38	1	13.494	25	31.789	1	5.3	25	120	0.21	6.72	0.63	2.64			
0.5031	100	0.77	1	9.614	1	13.132	25	43.311	1	5.23	25	153	0.19	6.53	0.86	2.60			
0.5025	100	0.64	1	9.57	1	13.012	25	38.102	1	4.69	25	127	0.19	6.47	0.76	2.33			
0.5006	100	0.666	1	8.034	1	12.312	25	36.99	1	4.07	25	133	0.16	6.15	0.74	2.03			
0.5023	100	0.639	1	13.803	1	12.825	25	35.806	1	6.55	25	127	0.27	6.38	0.71	3.26			
0.5003	100	0.148	1	2.474	25	31.336	25	5.888	1	10.43	25	30	1.24	15.66	0.12	5.21			
0.5035	100	0.121	1	3.705	25	44.236	25	3.999	1	31.119	50	24	1.84	21.96	0.08	30.90			
0.4999	100	0.173	1	5.19	25	43.512	25	5.799	1	28.586	50	35	2.60	21.76	0.12	28.59			
0.5003	100	0.125	1	22.862	1	23.42	25	7.61	1	2.8	25	25	0.46	11.70	0.15	1.40			
0.5030	100	0.166	1	2.003	25	46.617	25	9.865	1	2.74	25	33	1.00	23.17	0.20	1.36			
0.5027	100	0.12	1	7.659	1	14.919	25	8.243	1	3.68	25	24	0.15	7.42	0.16	1.83			
0.5014	100	0.18	1	7.363	1	17.766	25	16.972	1	5.87	25	36	0.15	8.86	0.34	2.93			
0.5039	100	0.122	1	9.39	1	18.309	25	9.27	1	4.74	25	24	0.19	9.08	0.18	2.35			

Anexo 6 Informe de ensayo de laboratorio geología (geo-blending)



INFORME DE ENSAYO
N° OR-03592-25
Ver. 00



Pág. 1 de 1



INFORME DE ENSAYO
N° OR-03592-25
06/10/2025
Pág. 2 de 2

RESULTADOS

N°	Producto	Código de Servicio	Muestra	Elementos					
				PRF-ME-GEO	MEE-002	MEE-003	MEE-004	MEE-005	MEE-006
				Ag	Fe	Ca	Si	Al	Pb
				g/g	%	%	%	%	%
				1	1000	1000	1000	1000	1000
1	Geo-Blending	001-001	001-001	18	6.02	16.42	6.24	0.11	
2	Geo-Blending	001-002	001-002	27	6.75	14.31	6.14	0.11	
3	Geo-Blending	001-003	001-003	26.5	8.25	16.07	7.30	0.11	
4	Geo-Blending	001-004	001-004	26.7	8.40	7.11	1.50	0.11	
5	Geo-Blending	001-005	001-005	26.6	8.30	9.11	1.41	0.11	

Cliente : GEOLOGÍA
 Información del contacto : EDGAR PICHARDO
 Correo / Teléfono : epichardo@colquisiri.com.pe / 981464569
 Producto : GEO-BLENDING
 Cantidad de Muestras : 5
 Fecha de Recepción : Domingo, 05 de octubre del 2025
 Fecha Expedición de Ensayos : 06/10/2025 al 09/10/2025
 Fecha de Reporte : Lunes, 06 de octubre del 2025
 Lugar de ensayos : LABORATORIO QUÍMICO - UNIDAD MINERA COLQUISIRI

Revisado Por:

Ing. Juan Sánchez Jaime
Jefe de Laboratorio Químico
CIP: 158987

Reportado Por:

Enrique Vergara Escobar
Ing. Prehispánico
Analista Químico

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita de Minero Colquisiri S.A.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita de Minero Colquisiri S.A.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Anexo 7 Reporte de ensayo de laboratorio geología (geo-diamantina)



INFORME DE ENSAYO
N° OR-03493-25
Ver 00

Fig. 1 de 2

Cliente: : GEOLOGIA
 Información del contrato: : EDGAR PICHARDO
 Correo / Teléfono: : epichardo@colquisir.com.pe / 981444509
 Producto: : GEO-DIAMANTINA
 Cantidad de Muestras: : 21
 Fecha de Recepción: : Sábado, 04 de octubre del 2025
 Fecha Ejecución de Ensayos: : 04/10/2025 al 07/10/2025
 Fecha de Reporte: : Martes, 07 de octubre del 2025
 Lugar de ensayos: : LABORATORIO QUÍMICO - UNIDAD MINERA COLQUISIR

Revisado Por:

Ing. Juan Salazar Arlene
 Jefe de Laboratorio Químico
 CIP: 159587

Reportado Por:

Emilio Rodríguez Escobar
 Ing. Metallúrgico
 Analista Químico

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita de Minera Colquísir S.A.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



INFORME DE ENSAYO
N° OR-03493-25
07/10/2025
Fig. 2 de 2

RESULTADOS

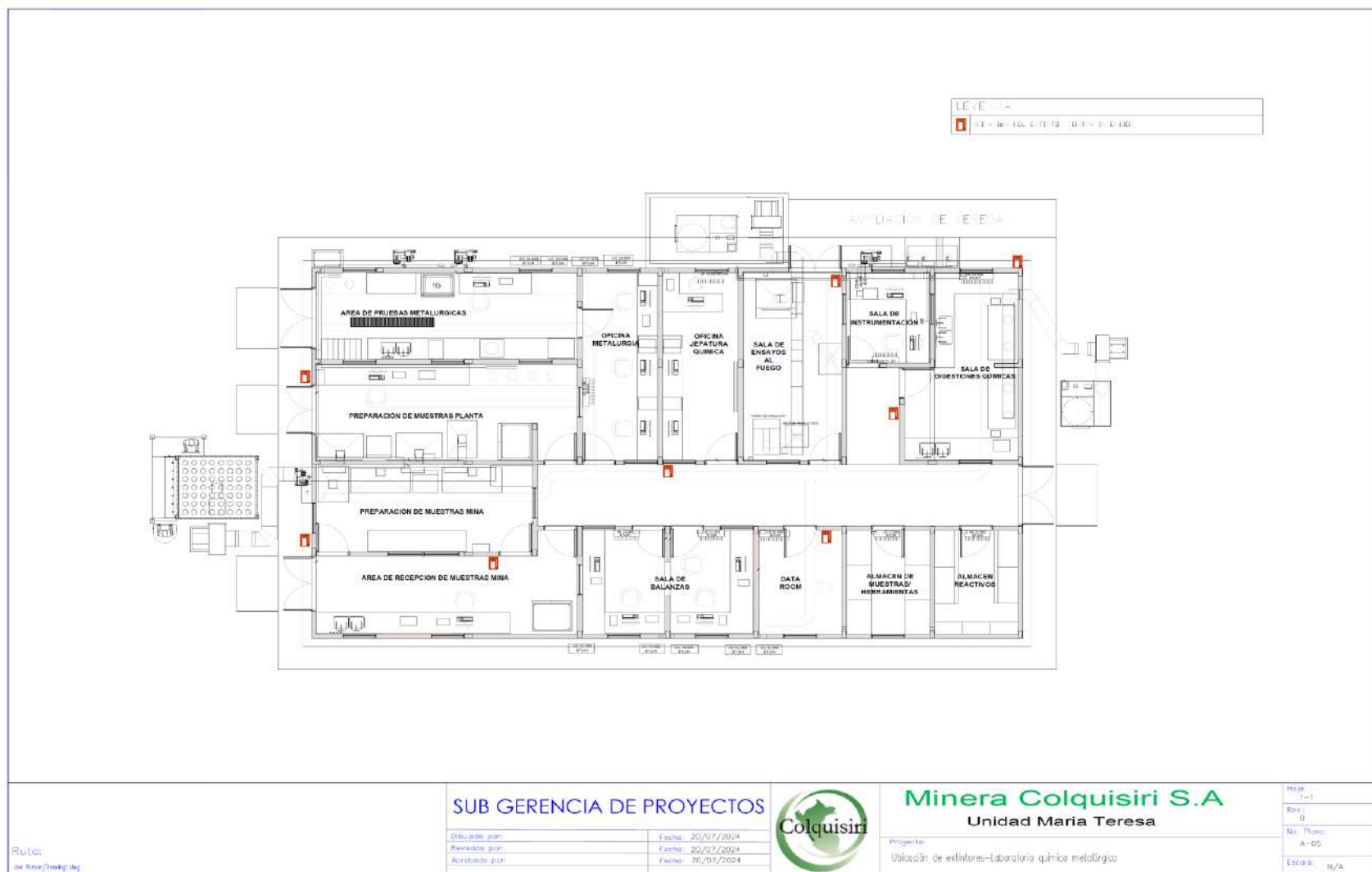
N°	Producto	Muestra	Código de Muestra	Propiedades Físicas	Elementos				Unidad	Método
					PRUEBA	RESULTADO	UNIDAD	RESULTADO		
1	Geo-Diamantina	000001	PRUEBA-001	PRUEBA-001	PRUEBA-001	PRUEBA-001	PRUEBA-001	PRUEBA-001	PRUEBA-001	PRUEBA-001
2	Geo-Diamantina	000002	PRUEBA-002	PRUEBA-002	PRUEBA-002	PRUEBA-002	PRUEBA-002	PRUEBA-002	PRUEBA-002	PRUEBA-002
3	Geo-Diamantina	000003	PRUEBA-003	PRUEBA-003	PRUEBA-003	PRUEBA-003	PRUEBA-003	PRUEBA-003	PRUEBA-003	PRUEBA-003
4	Geo-Diamantina	000004	PRUEBA-004	PRUEBA-004	PRUEBA-004	PRUEBA-004	PRUEBA-004	PRUEBA-004	PRUEBA-004	PRUEBA-004
5	Geo-Diamantina	000005	PRUEBA-005	PRUEBA-005	PRUEBA-005	PRUEBA-005	PRUEBA-005	PRUEBA-005	PRUEBA-005	PRUEBA-005
6	Geo-Diamantina	000006	PRUEBA-006	PRUEBA-006	PRUEBA-006	PRUEBA-006	PRUEBA-006	PRUEBA-006	PRUEBA-006	PRUEBA-006
7	Geo-Diamantina	000007	PRUEBA-007	PRUEBA-007	PRUEBA-007	PRUEBA-007	PRUEBA-007	PRUEBA-007	PRUEBA-007	PRUEBA-007
8	Geo-Diamantina	000008	PRUEBA-008	PRUEBA-008	PRUEBA-008	PRUEBA-008	PRUEBA-008	PRUEBA-008	PRUEBA-008	PRUEBA-008
9	Geo-Diamantina	000009	PRUEBA-009	PRUEBA-009	PRUEBA-009	PRUEBA-009	PRUEBA-009	PRUEBA-009	PRUEBA-009	PRUEBA-009
10	Geo-Diamantina	000010	PRUEBA-010	PRUEBA-010	PRUEBA-010	PRUEBA-010	PRUEBA-010	PRUEBA-010	PRUEBA-010	PRUEBA-010
11	Geo-Diamantina	000011	PRUEBA-011	PRUEBA-011	PRUEBA-011	PRUEBA-011	PRUEBA-011	PRUEBA-011	PRUEBA-011	PRUEBA-011
12	Geo-Diamantina	000012	PRUEBA-012	PRUEBA-012	PRUEBA-012	PRUEBA-012	PRUEBA-012	PRUEBA-012	PRUEBA-012	PRUEBA-012
13	Geo-Diamantina	000013	PRUEBA-013	PRUEBA-013	PRUEBA-013	PRUEBA-013	PRUEBA-013	PRUEBA-013	PRUEBA-013	PRUEBA-013
14	Geo-Diamantina	000014	PRUEBA-014	PRUEBA-014	PRUEBA-014	PRUEBA-014	PRUEBA-014	PRUEBA-014	PRUEBA-014	PRUEBA-014
15	Geo-Diamantina	000015	PRUEBA-015	PRUEBA-015	PRUEBA-015	PRUEBA-015	PRUEBA-015	PRUEBA-015	PRUEBA-015	PRUEBA-015
16	Geo-Diamantina	000016	PRUEBA-016	PRUEBA-016	PRUEBA-016	PRUEBA-016	PRUEBA-016	PRUEBA-016	PRUEBA-016	PRUEBA-016
17	Geo-Diamantina	000017	PRUEBA-017	PRUEBA-017	PRUEBA-017	PRUEBA-017	PRUEBA-017	PRUEBA-017	PRUEBA-017	PRUEBA-017
18	Geo-Diamantina	000018	PRUEBA-018	PRUEBA-018	PRUEBA-018	PRUEBA-018	PRUEBA-018	PRUEBA-018	PRUEBA-018	PRUEBA-018
19	Geo-Diamantina	000019	PRUEBA-019	PRUEBA-019	PRUEBA-019	PRUEBA-019	PRUEBA-019	PRUEBA-019	PRUEBA-019	PRUEBA-019
20	Geo-Diamantina	000020	PRUEBA-020	PRUEBA-020	PRUEBA-020	PRUEBA-020	PRUEBA-020	PRUEBA-020	PRUEBA-020	PRUEBA-020
21	Geo-Diamantina	000021	PRUEBA-021	PRUEBA-021	PRUEBA-021	PRUEBA-021	PRUEBA-021	PRUEBA-021	PRUEBA-021	PRUEBA-021

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita de Minera Colquísir S.A.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Anexo 8 *Ubicación del laboratorio Minera Colquisire S.A*



Anexo 9 Plano del laboratorio Minera Colquisire S.A



Anexo 10 Mapa de riesgo Minera Colquisire S.A

