

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y
Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica
Eléctrica y Mecatrónica



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE LUBRICANTES PARA LA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA-
ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA**

Tesis presentada por el Bachiller:

Tapia Melgar, Eduardo Saúl

Para optar el Título Profesional de

Ingeniero Mecánico Electricista

Asesor:

**Dr. Gordillo Andia, Carlos
Alberto**

Arequipa - Perú

2023

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE ANÁLISIS DE LUBRICANTES PARA LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA-ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

minem.gob.pe

Fuente de Internet

3%

2

docplayer.es

Fuente de Internet

2%

3

www.xeroxmexicodistribuidor.com.mx

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.umsa.bo

Fuente de Internet

1%

5

www.dspace.espol.edu.ec

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA Y MECATRONICA
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 18 de Julio del 2023

Dictamen: 003643-C-EPIMMEM-2023

Visto el borrador del expediente 003643, presentado por:

2004600861 - TAPIA MELGAR EDUARDO SAUL

Titulado:

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE ANÁLISIS DE
LUBRICANTES PARA LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA,
MECÁNICA-ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**29479140 - VALENCIA SALAS MARIO JOSE
DICTAMINADOR**



**29644724 - CARPIO RIVERA MARCO ANTONIO
DICTAMINADOR**

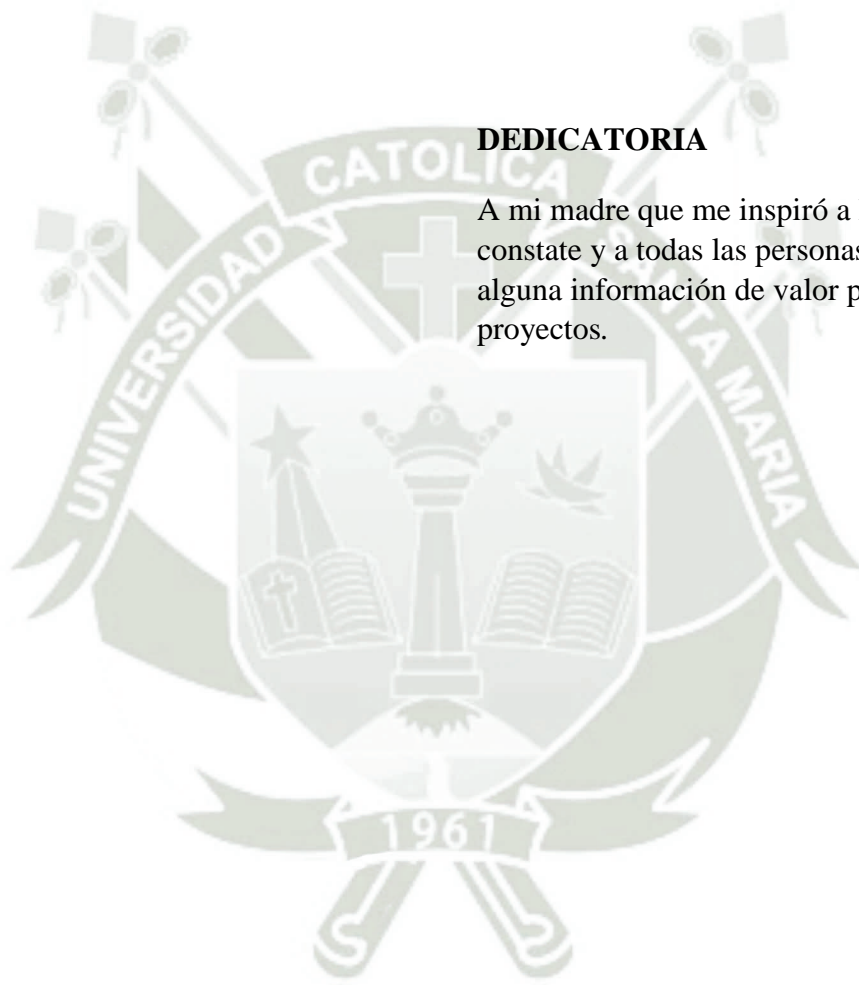


**29529560 - CACERES NUÑEZ AUGUSTO EMILIO CARLOS
DICTAMINADOR**



DEDICATORIA

A mi madre que me inspiró a la superación
constante y a todas las personas que encuentren
alguna información de valor para sus
proyectos.



AGRADECIMIENTOS

El principal agradecimiento a Dios quien me ha guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A mi familia por su comprensión y estímulo constante, además de su apoyo incondicional a lo largo de este tiempo y a todas las personas que de una u otra forma me apoyaron en la realización de este trabajo.



RESUMEN

Este proyecto trata sobre la factibilidad técnica y económica de un laboratorio de análisis de lubricantes en la ciudad de Arequipa para la Universidad Católica de Santa María, donde se evaluó los antecedentes, la demanda del servicio, las especificaciones técnicas y los recursos necesarios como guía para las personas interesadas en el análisis de lubricantes; ya que el campo de aplicación de los lubricantes se encuentra en casi todas las actividades de la productividad del sector industrial y minero, principal impulsor económico; apoyando al programa de mantenimiento predictivo para los equipos de producción.

Se analizó la demanda del mercado potencial minero en el centro y sur del país, donde se encontró que actualmente existe una necesidad insatisfecha de análisis de lubricantes, así como el probable aumento debido a la favorable situación de crecimiento de exportación de los metales extractivos en el país.

Se detalla la adquisición y desarrollo de la distribución de equipos de acuerdo a la normativa ASTM (American Society for Testing and Materials), así como el manejo de productos químicos para asegurar el diseño, tamaño y función de las áreas necesarias para el correcto funcionamiento de los equipos y distribución del personal.

Luego, el estudio concluye con un análisis económico de inversión para un laboratorio, donde se determinó que es factible con una recuperación de la inversión en menos de 3 años para establecer un laboratorio dedicado al análisis de aceites lubricantes.

Este estudio se adapta a la situación actual de nuestro país con el objetivo de promover el desarrollo de estudios más detallados y bien elaborados para proyectos sustentables que beneficiarán a todas las empresas que utilizan el análisis de lubricantes; como medio para ahorrar costos de mantenimiento.

Palabras Clave: Laboratorio, factibilidad, análisis de lubricante.

ABSTRACT

This project deals with the technical and economic feasibility of a lubricant analysis laboratory in the city of Arequipa for the Catholic University of Santa María, where the background, the demand for the service, the technical specifications and the necessary resources were evaluated as a guide for people interested in the analysis of lubricants; since the field of application of lubricants is found in almost all productivity activities in the industrial and mining sector, the main economic driver; supporting the predictive maintenance program for production equipment.

The demand of the potential mining market in the center and south of the country was analyzed, where it was found that there is currently an unsatisfied need for analysis of lubricants, as well as the probable increase due to the favorable situation of export growth of extractive metals in the country.

The acquisition and development of the distribution of equipment is detailed according to the ASTM (American Society for Testing and Materials) regulations, as well as the handling of chemical products to ensure the design, size and function of the areas necessary for the correct functioning of equipment and distribution of personnel.

Then, the study concludes with an economic investment analysis for a laboratory, where it was determined that it is feasible with an investment recovery in less than 3 years to establish a laboratory dedicated to the analysis of lubricating oils.

This study is adapted to the current situation in our country with the aim of promoting the development of more detailed and well-prepared studies for sustainable projects that will benefit all companies that use lubricant analysis; as a means to save maintenance costs.

Keywords: Laboratory, feasibility, lubricant analysis.

ÍNDICE

| | <u>Pag.</u> |
|--|-------------|
| DEDICATORIA..... | III |
| AGRADECIMIENTOS | IV |
| RESUMEN..... | V |
| ABSTRACT | VI |
| CAPITULO I..... | 1 |
| 1 INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 Planteamiento del problema..... | 2 |
| 1.2 Descripción del problema..... | 2 |
| 1.3 Formulación del problema | 3 |
| 1.4 Objetivos | 4 |
| 1.5 Justificación de la investigación..... | 5 |
| 1.6 Limitaciones de la investigación | 5 |
| 1.7 Hipótesis..... | 6 |
| 1.8 Operacionalización de variables..... | 7 |
| 1.9 Matriz de consistencia | 8 |
| CAPITULO II | 9 |
| 2 MARCO TEÓRICO..... | 9 |
| 2.1 Antecedentes de la investigación | 9 |
| 2.2 Bases teóricas | 10 |
| CAPITULO III..... | 15 |
| 3 ESTUDIO DE MERCADO | 15 |
| 3.1 Segmentación de mercado..... | 15 |
| 3.2 Población objetivo..... | 15 |
| 3.3 Proyección de la población | 16 |
| 3.4 Determinación de la muestra..... | 18 |
| 3.5 Estrategia de servicio, precio, plaza y promoción..... | 18 |
| 3.6 Aplicación de la encuesta..... | 22 |
| 3.7 Análisis de la demanda..... | 31 |
| 3.8 Análisis de la oferta..... | 33 |
| CAPITULO IV..... | 34 |
| 4 ESTUDIO TÉCNICO | 34 |
| 4.1 Descripción del proceso de servicio..... | 34 |
| | VII |

| | | |
|-----------------------|--|-----|
| 4.2 | Métodos a utilizar..... | 36 |
| 4.3 | Otras consideraciones..... | 43 |
| 4.4 | Requerimiento de equipos para el análisis de lubricantes..... | 47 |
| 4.5 | Requerimiento de equipos auxiliares | 60 |
| 4.6 | Requerimientos de personal y suministros..... | 65 |
| 4.7 | Localización y tamaño de planta del laboratorio | 69 |
| CAPITULO V | | 81 |
| 5 | ESTUDIO ADMINISTRATIVO | 81 |
| 5.1 | Cultura organizacional | 81 |
| 5.2 | Determinación de procesos | 82 |
| 5.3 | Organización del laboratorio..... | 83 |
| 5.4 | Manual de funciones y operaciones | 84 |
| CAPITULO VI..... | | 90 |
| 6 | ESTUDIO AMBIENTAL | 90 |
| 6.1 | Riesgos de la implementación..... | 90 |
| 6.2 | Análisis de los requerimientos | 91 |
| 6.3 | Tratamiento de residuos | 97 |
| CAPITULO VII..... | | 99 |
| 7 | ESTUDIO ECONOMICO..... | 99 |
| 7.1 | Inversión inicial..... | 99 |
| 7.2 | Financiamiento | 103 |
| 7.3 | Indicadores de rentabilidad | 104 |
| CONCLUSIONES | | 106 |
| RECOMENDACIONES | | 108 |
| REFERENCIAS | | 110 |
| Anexo A | Producción minera según región..... | 114 |
| Anexo B | Cuestionario a empresas mineras del centro y sur del Perú..... | 118 |
| Anexo C | Cotizaciones | 121 |
| Anexo D | Definición de áreas | 128 |
| Anexo E | Programa de mantenimiento de equipos | 131 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | <u>Pag.</u> |
|---|-------------|
| Tabla 1 Cuadro de Operacionalización de Variables | 7 |
| Tabla 2 Matriz de Consistencia | 8 |
| Tabla 3 Criterios Para la Segmentación | 15 |
| Tabla 4 Tasa de Crecimiento de la Producción Minera Metálica | 17 |
| Tabla 5 Empresas Mineras Encuestadas | 22 |
| Tabla 6 Cantidad de Maquinaria Potencial para Realizar Análisis de Lubricante | 23 |
| Tabla 7 Porcentaje de Empresas Mineras que Cuentan con Laboratorio Propio | 23 |
| Tabla 8 Porcentaje de Empresas Mineras que Solicitaron Análisis de Lubricante | 24 |
| Tabla 9 Tiempo de Respuesta por Parte de los Laboratorios de Análisis de Aceite | 25 |
| Tabla 10 Cantidad de Muestras Totales que Fueron Enviadas en el Último Mes | 26 |
| Tabla 11 Pruebas más Solicitadas con Respecto al Paquete de Salud | 27 |
| Tabla 12 Pruebas más Solicitadas con Respecto al Paquete de Contaminación | 28 |
| Tabla 13 Pruebas más Solicitadas con Respecto al Paquete de Desgaste | 29 |
| Tabla 14 Porcentaje de los Factores al Elegir un Laboratorio | 29 |
| Tabla 15 Porcentaje de Empresas Mineras Dispuestas a Adquirir el Servicio | 30 |
| Tabla 16 Porcentaje de Paquetes más Solicitados | 31 |
| Tabla 17 Demanda de las Muestras de Lubricante | 32 |
| Tabla 18 Proyección de la Demanda | 33 |
| Tabla 19 Listado de Pruebas Alineadas a Normas de Métodos Estándar | 36 |
| Tabla 20 Ficha Técnica del Viscosímetro | 49 |
| Tabla 21 Ficha Técnica del Titulador | 51 |
| Tabla 22 Ficha Técnica del Espectrómetro FTIR | 53 |
| Tabla 23 Ficha Técnica del Espectrómetro | 56 |
| Tabla 24 Ficha Técnica del Contador de Partículas | 58 |
| Tabla 25 Cantidad de Equipos Necesarios por Capacidad de Procesamiento | 59 |
| Tabla 26 Ficha Técnica de la Campana Extractora | 60 |
| Tabla 27 Ficha Técnica Laptop | 61 |
| Tabla 28 Ficha Técnica de Impresora | 63 |
| Tabla 29 Requerimiento de Personal Técnico | 65 |
| Tabla 30 Requerimiento de Colaboradores | 66 |
| Tabla 31 Requerimientos de Suministros de Laboratorio | 66 |
| | IX |

| | | |
|----------|--|-----|
| Tabla 32 | Requerimiento de Equipos de Protección Personal | 67 |
| Tabla 33 | Requerimiento de Muebles y Enseres | 68 |
| Tabla 34 | Consumo Energético de Equipos de Análisis | 68 |
| Tabla 35 | Consumo Energético de Equipos Auxiliares..... | 68 |
| Tabla 36 | Requerimiento de Consumo de Agua | 69 |
| Tabla 37 | Criterios de Relaciones | 73 |
| Tabla 38 | Identificación de Relaciones | 74 |
| Tabla 39 | Cuadro Resumen de Relaciones..... | 75 |
| Tabla 40 | Cantidad Mínima de Luxes por Área | 76 |
| Tabla 41 | Gases y Metal Pesado Neurotóxico..... | 90 |
| Tabla 42 | Efectos del Uso del Diluyente..... | 95 |
| Tabla 43 | Cuadro Resumen del Impacto Ambiental | 96 |
| Tabla 44 | Inversión Fija por Servicios Públicos al Primer Año..... | 100 |
| Tabla 45 | Inversión de Remuneración del Personal Colaborador al Primer Año | 100 |
| Tabla 46 | Inversión de los Equipos para Análisis del Lubricante..... | 101 |
| Tabla 47 | Mobiliario y Equipos de Oficina..... | 101 |
| Tabla 48 | Suministros de Laboratorio | 102 |
| Tabla 49 | Proyección de Ingresos | 103 |
| Tabla 50 | Flujo de Caja | 104 |
| Tabla 51 | Flujo de Caja por Periodo | 105 |
| Tabla 52 | Indicadores Financieros | 105 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | <u>Pag.</u> |
|---|-------------|
| Figura 1 Ubicación de Empresas Mineras en el Centro y Sur del Perú | 16 |
| Figura 2 Resultado de Empresas Mineras que Cuentan con Laboratorio Propio..... | 24 |
| Figura 3 Resultado de Laboratorios de Respaldo que Prefieren los Encuestados | 25 |
| Figura 4 Resultado de Tiempo de Respuesta de Laboratorios | 26 |
| Figura 5 Resultado de Cantidad de Muestras que se Analizaron en Octubre 2022 | 27 |
| Figura 6 Resultados de Factores de Preferencia para la Elección del Laboratorio | 30 |
| Figura 7 Diagrama de Bloques del Proceso de Análisis de Lubricante | 35 |
| Figura 8 Asignación del Código de Contaminación | 42 |
| Figura 9 Viscosímetro Capilar con Tubo en Forma de U | 48 |
| Figura 10 Formación Gradual de Compuestos Ácidos en el Tiempo | 50 |
| Figura 11 Espectro de Onda Molecular de Dos Tipos de Lubricantes..... | 52 |
| Figura 12 Sistema de Espectrómetro por Electrodo y Disco Rotatorio | 54 |
| Figura 13 Espectro de Onda Atómica de un Lubricante Usado..... | 55 |
| Figura 14 Conteo Automático por Láser y Bloqueo de Luz | 57 |
| Figura 15 Diagrama de Recorrido de las Muestras de Lubricante | 73 |
| Figura 16 Diagrama Adimensional de Bloques de Relaciones | 76 |
| Figura 17 Diagrama de Procesos Internos..... | 82 |
| Figura 18 Diagrama de Puestos Laborales..... | 83 |
| Figura 19 Organigrama del Laboratorio..... | 83 |
| Figura 20 Mapa Estratégico de la Organización | 89 |

CAPITULO I

1 INTRODUCCIÓN

A nivel mundial es un requisito indispensable para garantizar la productividad del sector industrial y minero tener establecido un programa de mantenimiento predictivo para los equipos pesados, de línea amarilla o cualquier maquinaria con la que realicen sus operaciones, de tal manera que con este programa se pueda asegurar la mayor disponibilidad de los equipos.

Actualmente, en nuestro país la minería se ha convertido en el principal impulsor económico por su gran aplicación en el sector industrial, de construcción, así como todas las actividades que implican sus operaciones, con equipos de movimiento de tierra, de carguío, y las operaciones en planta; que demandan constantemente la utilización de aceites lubricantes. Por lo que, su apropiado uso, con un adecuado plan de servicio efectivo, mejora la eficiencia de operatividad de este tipo de equipos y maquinarias, evitando sobrecostos que afecten el rendimiento económico total del proyecto.

Por su importancia, los aceites lubricantes pasan a ser suministros con asignación de un presupuesto fijo para cubrirlos, teniendo claro que todo suministro de calidad no solo puede contribuir a minimizar el uso de combustible, sino a incrementar la disponibilidad de maquinarias y equipos, logrando así optimizar los modelos e índices económicos, operativos y de producción. Para las empresas el mantenimiento preventivo se basa en los cambios de aceite; a medida que este va lubricando, refrigerando o activando un mecanismo, circula y recubre las piezas, recabando datos de importancia, para ser llevados al depósito de recirculación del lubricante. Al analizar el aceite, se puede obtener un panorama de lo que ocurre en la parte interna de la maquinaria.

Por lo antes expuesto, se ve la necesidad de implementar un laboratorio de análisis de lubricantes que haga posible la evaluación eficiente de las propiedades físico-químicas de los lubricantes con el objetivo de observar tendencias de los elementos que pertenecen a los lubricantes, los cuales ofrecen protección a las piezas de los mecanismos; así como también se obtiene un fin didáctico para la enseñanza in situ con muestras reales de lubricantes usados a los estudiantes, llevando la enseñanza de la Universidad Católica de Santa María a un nivel experimental.

1.1 Planteamiento del problema

A nivel mundial, el análisis de aceite lubricantes usados es una de las técnicas más importantes en el mantenimiento predictivo, que se realiza mediante pruebas concretas sobre el lubricante empleado en las máquinas en un laboratorio de análisis de este tipo de insumo. Por medio de este análisis se puede encontrar no solo el desgaste de las partes móviles sino también la existencia de materia contaminante. Un resultado concreto desde el análisis de aceite hace que el grupo a cargo del mantenimiento de la maquinaria de la empresa logre determinar más fácilmente los posibles fallos, inclusive puede llegar a anticiparlos, impidiendo poner en riesgo el desempeño de la calidad del producto. Alargando la vida útil de sus elementos, minimizando los gastos que se generan por restitución, cambios de aceite que no son necesarios y por reparaciones que no han sido programadas.

A nivel nacional, las empresas del sector minero e industrial consideran a las maquinarias con las que operan como activos de gran inversión, donde la lubricación es el elemento principal dentro del mantenimiento preventivo. Al momento que una máquina es parada por mantenimiento o sustitución de elementos compromete completamente al proceso de producción. Es por ello, que estos sectores tienen que invertir periódicamente en el análisis del aceite lubricante para reconocer con antelación la vida útil de los lubricantes de las maquinarias.

Arequipa, según la revista Rumbo Minero (2019), “es la región cuyos índices de participación en producción e impulso al PBI nacional es de los más fuertes, motivo por el cual resulta ser un ancla para el desarrollo minero del Perú”, por lo que, es de suma importancia los logros que se pueden obtener en la formación de futuros profesionales que busquen el empleo de nuevas técnicas de análisis de lubricantes usados con muestras reales y aprendan no solo de la teoría sino también de la práctica para la localización temprana de fallos en maquinarias, conocida como una acción predictiva, al igual que su beneficio al buscar los posibles motivos que las originan, es decir, una acción proactiva.

1.2 Descripción del problema

En la actualidad el análisis de aceites lubricantes usados es una de las técnicas más empleada, por sus costos y facilidad de ejecutar dentro del programa de mantenimiento predictivo. Los equipos industriales o automotores incluyen aceite en su sistema para llevar a cabo labores de aislamiento, lubricación, refrigeración, entre otros. La eficiencia de esta

labor va a depender del nivel de contaminación y degradación, lo que afecta de manera directa la vida útil de estos.

El análisis de aceite, es una de las técnicas dentro del mantenimiento predictivo, con logros rápidos y exactos, obteniendo por medio de ellos beneficios de mayor producción, reducción en los costos de mantenimiento, disminución en los paros no previstos y la anulación de altos fallos por medio de mínimas reparaciones.

En la ciudad de Arequipa el sector minero e industrial sostienen altos costos operativos y logísticos, provenientes del procesamiento de las muestras de aceites para su análisis, debido a que este debe hacerse en laboratorios que se encuentran ubicados en la ciudad de Lima, por no contar con laboratorios en la región. Los tiempos de respuestas generan aumento en los costos por tiempo fuera de servicio de la maquinaria y costos de mantenimiento. Es por ello, que el presente proyecto de investigación busca implementar un laboratorio de análisis de lubricantes para la Universidad Católica de Santa María que le otorgaría beneficios educativos con ingresos adicionales por servicios prestados, aportando al sector minero e industrial en el desarrollo de sus actividades de mantenimiento y reducción de sobrecostos por el análisis de sus muestras de aceites lubricantes usados, es decir, sería una propuesta con gran potencial, pues no existe un laboratorio de estas características en el mercado local ni en otra universidad de la región.

1.3 Formulación del problema

a Problema General

¿Cómo determinar mediante un estudio técnico y económico la factibilidad de implementar un laboratorio de análisis de lubricantes para la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica – Eléctrica y Mecatrónica en la Universidad Católica de Santa María?

b Problemas específicos

1: ¿Cómo se puede determinar mediante un estudio de mercado de análisis de lubricantes las necesidades actuales del sector minero e industrial en la región centro y sur del Perú?

2: ¿Cómo se puede determinar a través de un estudio técnico los equipos que se necesitan para la implementación de un laboratorio de análisis de lubricantes?

3: ¿Cómo se puede determinar el área de las instalaciones para el normal funcionamiento de los equipos a implementar en el laboratorio de análisis de lubricantes?

4: ¿Cómo se puede determinar una estructura administrativa que garantice el funcionamiento de un laboratorio de análisis de lubricantes?

5: ¿Cómo se puede determinar mediante un estudio ambiental los impactos al ambiente por la implementación de un laboratorio de análisis de lubricantes?

6: ¿Cómo se puede determinar la tasa de retorno de inversión en la implementación de un laboratorio de análisis de lubricantes?

1.4 Objetivos

a Objetivo general

Determinar mediante un estudio técnico y económico la factibilidad de implementar un laboratorio de análisis de lubricantes para la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica – Eléctrica y Mecatrónica en la Universidad Católica de Santa María.

b Objetivos específicos

1: Determinar mediante un estudio de mercado las necesidades actuales de análisis de lubricantes del sector minero e industrial en la región del centro y sur del Perú.

2: Determinar a través de un estudio técnico los equipos que se necesitan para la implementación de un laboratorio de análisis de lubricantes.

3: Determinar el área de las instalaciones que se necesitan para el normal funcionamiento de los equipos a implementar en el laboratorio de análisis de lubricantes.

4: Establecer la estructura administrativa que garantice el funcionamiento de un laboratorio de análisis de lubricantes.

5: Determinar mediante un estudio ambiental los impactos ambientales generados por la implementación de un laboratorio de análisis de lubricantes y proponer posibles alternativas de mitigación.

6: Determinar la tasa de retorno de inversión mediante los beneficios financieros y los costos de operación en la implementación de un laboratorio de análisis de lubricantes.

1.5 Justificación de la investigación

Un laboratorio de análisis de lubricantes que pertenezca a la Universidad Católica de Santa María, no solo promueve el quehacer científico entre los estudiantes, sino que es un sitio de investigación y desarrollo, donde se puede realizar estudios de viscosidad, micropartículas, acidez, así como de las distintas características del aceite utilizado por los equipos y maquinarias del sector minero e industrial, proporcionando los datos necesarios para conocer el desgaste generado por el tiempo, su funcionamiento y múltiples agentes contaminantes a los que se puede ver expuestos; de esta manera los fluidos son valiosos indicadores de las condiciones de los equipos, pronosticando su futuro estado. Justificando la propuesta de investigación metodológica, teórica y científicamente.

Por otro lado, trae como beneficio un resultado menos costo por traslado de la muestra y el tiempo de respuesta de la condición del equipo sea más rápido, es decir, de necesitarse con urgencia un tipo de muestra por parte de un cliente que tenga que ser procesada en un periodo de 24 horas, se puede hacer en este laboratorio, dándole al cliente la oportunidad de recibir los resultados en menos tiempo para poder tomar decisiones rápidas y efectivas, para el correcto funcionamiento de las maquinarias; otorgando a esta investigación la justificación práctica y económica.

Además, cuando las empresas brindan calidad, seguridad y confiabilidad, se basan en la eficiente operatividad de sus máquinas para el logro de sus productos, es en ese momento donde el mantenimiento tiene una función de suma importancia, ya que, por medio de él, las maquinarias van a tener durabilidad y rendimiento, otorgando a las empresas producción y optimización en los procesos. Esta sería la justificación social del proyecto de investigación.

1.6 Limitaciones de la investigación

La principal limitación para el desarrollo del estudio es el acceso a información que se puede considerar como confidencial por la mayoría de las empresas que se dedican a esta actividad y además se encuentran fuera de la región Arequipa; las pruebas estadísticas a

menudo requieren tamaños de muestra más grandes para garantizar una representación justa, por lo que es una limitante.

El alcance que adoptamos para el proyecto estará influido por el grado de conocimiento sobre el tema y la perspectiva de lo que se quiere averiguar, el desarrollo técnico necesario para el diseño de las instalaciones en este proyecto no se detalla, por lo que se mencionan las principales normas técnicas como guía inicial.

1.7 Hipótesis

a Hipótesis general

Se acepta la factibilidad de implementar un laboratorio de análisis de lubricantes para la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica – Eléctrica y Mecatrónica en la Universidad Católica de Santa María.

b Hipótesis específicas

1: El estudio de mercado demuestra que existe necesidades actuales del sector minero e industrial de un laboratorio de análisis de lubricantes en la región centro y sur del Perú.

2: El estudio técnico determina que equipos se necesitan para la implementación de un laboratorio.

3: La determinación del área de las instalaciones garantiza el normal funcionamiento de los equipos a implementar en el laboratorio.

4: La estructura administrativa establecida garantiza el funcionamiento de un laboratorio.

5: El estudio ambiental determina los impactos ambientales generados por la implementación de un laboratorio.

6: El análisis financiero y los costos determina la tasa de retorno de inversión en la implementación de un laboratorio.

1.8 Operacionalización de variables

Tabla 1

Cuadro de Operacionalización de Variables

| VARIABLES | TIPO | INDICADORES | NIVEL DE MEDICIÓN |
|--------------------------------|---------------|---------------------------------|-------------------|
| Estudio de Factibilidad | Independiente | Estudio de mercado | Ordinal |
| | | Estudio técnico | |
| | | Instalaciones del laboratorio | |
| | | Estructura administrativa | |
| | | Tasa de retorno de inversión | |
| Análisis de Lubricantes | Dependiente | Estudio ambiental | Nominal |
| | | Características de los análisis | |
| | | Técnicas | |
| | | Métodos | |

1.9 Matriz de consistencia

Tabla 2

Matriz de Consistencia

| ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE ANÁLISIS DE LUBRICANTES PARA LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA-ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA | | | | |
|---|--|--|--|---|
| PROBLEMA | OBJETIVO | JUSTIFICACIÓN | HIPÓTESIS | VARIABLES |
| <p>En la ciudad de Arequipa el sector minero e industrial sostienen altos costos operativos y logísticos, provenientes del procesamiento de las muestras de aceites para su análisis, debido a que este debe hacerse en laboratorios que se encuentran ubicados en la ciudad de Lima, por no contar con laboratorios en la región. Los tiempos de respuestas generan aumento en los costos por tiempo fuera de servicio de la maquinaria y costos de mantenimiento.</p> | <p>Objetivo general</p> <p>Determinar mediante un estudio técnico y económico la factibilidad de implementar un laboratorio de análisis de lubricantes.</p> | <p>Un laboratorio de análisis de lubricantes que pertenezca a la Universidad Católica de Santa María, no solo promueve el quehacer científico entre los estudiantes, sino que es un sitio de investigación y desarrollo, donde se puede realizar estudios de viscosidad, micropartículas, acidez, así como de las distintas características del aceite utilizado por los equipos y maquinarias del sector minero e industrial, proporcionando los datos necesarios para conocer el desgaste generado por el tiempo, su funcionamiento y múltiples agentes contaminantes a los que se puede ver expuestos; de esta manera los fluidos son valiosos indicadores de las condiciones de los equipos, pronosticando su futuro estado. Justificando la propuesta de investigación metodológica, teórica y científicamente.</p> | <p>Hipótesis general</p> <p>Se acepta la factibilidad de implementar un laboratorio de análisis de lubricantes.</p> | <p>Variable dependiente</p> <p>Características de los análisis.</p> <p>Técnicas.</p> <p>Métodos.</p> |
| | <p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar mediante un estudio de mercado las necesidades actuales del sector minero e industrial en la región.</p> | | <p>Hipótesis específicas</p> <p>El estudio de mercado demuestra que existe necesidades actuales del sector minero de un laboratorio de análisis de lubricantes.</p> | |
| | <p>Determinar a través de un estudio técnico los equipos necesarios para implementar un laboratorio.</p> | | <p>El estudio técnico determina que equipos se necesitan para la implementación de un laboratorio.</p> | |
| | <p>Determinar el área de las instalaciones que se necesitan para el normal funcionamiento de los equipos a implementar en el laboratorio.</p> | | <p>La determinación del área de las instalaciones garantiza el normal funcionamiento de los equipos a implementar en el laboratorio.</p> | |
| | <p>Establecer la estructura administrativa que garantice el funcionamiento de un laboratorio.</p> | | <p>La estructura administrativa establecida garantiza el funcionamiento de un laboratorio.</p> | |
| | <p>Determinar mediante un estudio ambiental los impactos ambientales generados por la implementación de un laboratorio.</p> | | <p>El estudio ambiental determina los impactos ambientales generados por un laboratorio.</p> | |
| | <p>Determinar la tasa de retorno de inversión y beneficios financieros en la implementación de un laboratorio.</p> | | <p>El análisis de los beneficios financieros y los costos de operación determina la tasa de retorno de la inversión.</p> | |

CAPITULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

A nivel internacional, se consideró el estudio de Orrantia Lingen (2018) que tuvo como objetivo “estudiar la factibilidad técnica y económica para la implementación de un laboratorio de sistemas de inyección diésel en la ciudad de Guayaquil” (p. 2), con la finalidad de contribuir con la mejora del sistema ecológico, además de conocer a los usuarios desatendidos que utilizan vehículos con motor diésel, así como aquellas empresas que trabajan en labores relacionadas. En primer lugar, se describieron las características básicas de sistemas de inyección diésel (funcionamiento, componentes, uso del equipo, entre otros), para luego establecer, detalladamente, las condiciones que debe cumplir el laboratorio a implementar, teniendo en cuenta tanto la disposición de espacios, máquinas, herramientas y recursos energéticos, así como las especificaciones del sistema establecidas por los fabricantes. Consecuentemente, luego de realizar el estudio de mercado, se estableció la inversión inicial requerida para implementar un laboratorio de sistema de inyección diésel, además de determinar el valor actual neto y la tasa de retorno de esta implementación, encontrando que la inversión retornaría a un plazo no muy largo, puesto que la eficiencia del servicio garantizará el éxito de implementación.

De acuerdo a Osorio Zúñiga (2018), que realizó una investigación con el propósito de “estudiar la factibilidad para la creación de un laboratorio en la empresa RedBus Urbano S.A. para el análisis de muestras y calcular el costo beneficio que trae tener un laboratorio propio” (p. 19). Para analizar la factibilidad de implementación, en primer lugar, se realizó un estudio de mercado, donde se consideró un análisis estratégico y plan de marketing; asimismo, se efectuó un estudio técnico, en el cual se determinó la localización, el tamaño, factores ambientales, disponibilidad y costos de implementación; finalmente, se realizó un estudio económico-financiero, así como un análisis de sensibilidad. Se encontró que existe rentabilidad óptima para realizar construcción e implementación del nuevo proyecto; además, esta acción brinda valor agregado a la organización, contribuyendo con su crecimiento en el mercado.

A nivel nacional, se consideró el estudio de Azañero Palomino y Poma Huaya (2013) que tuvo como propósito “determinar la viabilidad técnica y económica de implementar un laboratorio dedicado a analizar lubricantes, ya que el campo de aplicación de lubricantes está presente prácticamente en cualquier actividad humana” (p. 3). A partir de los resultados objetivos, se determinó que existe demanda insatisfecha respecto al análisis de lubricantes; por lo que se elaboró un proyecto de implementación que cubra esta problemática, considerando el análisis a efectuar, así como la distribución de máquinas y equipos en el laboratorio. Asimismo, se determinó que el TIR fue de 25.8, representando una tasa mínima; mientras que, el VAN tuvo un valor positivo, lo que demuestra la rentabilidad del proyecto. Finalmente, se concluyó que es factible la implementación de un laboratorio de lubricantes, tanto a nivel técnico como económico.

Finalmente, se revisó la investigación de Quispe Mendoza (2017) orientado a “implementar el análisis de lubricante como herramienta de mejora en el monitoreo de condición del aceite en unidades hidráulicas y cajas reductoras en la empresa Opp Film para el año 2017” (p. 19). En primer lugar, para el desarrollo del proyecto se identificaron los equipos a utilizar, además de establecer puertos de muestreo, procedimientos para la toma de muestra, determinación de frecuencias, entrega de muestras analizadas y costo de la implementación del proyecto orientado al análisis de lubricantes. Se estableció que la implementación del análisis de lubricantes optimizar la acción de monitoreo respecto a las condiciones del aceite en cajas reductoras y unidades hidráulicas, siendo un proceso esencial para el mantenimiento preventivo. Adicionalmente, se determinó que la implementación del análisis de lubricantes es factible a nivel económico, ya que su ejecución permitirá un ahorro de cerca de \$33000 para el 2017, por lo que se reduciría en un 3.3% las acciones de mantenimiento.

2.2 Bases teóricas

a Estudio de factibilidad

El estudio de factibilidad se concibe como una acción organizacional que permite determinar si el desarrollo de un emprendimiento tendrá resultados favorables; es decir, si este tiene posibilidades para obtener la rentabilidad necesaria luego a su implementación. Cabe resaltar que este estudio no solo considera la probabilidad de éxito o implementación, sino también las condiciones que se requieren para efectuarlo y como se deben solucionar

los obstáculos que se presenten durante su realización según Quiroa (2020). Por su parte Burdiles et al. (2019) señalan que la factibilidad es un término que engloba las posibilidades para el alcance de metas, por lo que la factibilidad se entiende como la viabilidad de un negocio, considerando las probabilidades de éxito al evaluar la rentabilidad técnica, económica y social del proyecto a ejecutar. En este marco, el término factibilidad hace referencia a la disponibilidad de recursos, tales como el financiamiento, insumos, recursos humanos, infraestructura, tiempo, entre otros. A partir de lo señalado, se puede establecer que el estudio de factibilidad considera los siguientes tipos de análisis: operativa, técnica, económica, comercial, ambiental y administrativa, los cuales se consideran según el tipo de proyecto a implementar.

b Estudio de Mercado

El estudio de mercado es un tipo de análisis utilizado en el sector industrial que, a partir de la recopilación y análisis sistemático de data, se enfoca en establecer la demanda de un producto o servicio y, a partir del comportamiento de clientes potenciales, tomar decisiones acordes al contexto comercial al que se va a enfrentar la operación a efectuar. Consecuentemente, tal como señala 50Minutos (2017) un estudio de mercado se orienta hacia los siguientes objetivos:

- Obtener rentabilidad como en toda idea de negocio, el objetivo es obtener ingresos superiores a la inversión realizada, por lo que se realiza un estudio de mercado para evaluar las tendencias del mercado, necesidades, debilidades, entre otros aspectos que posibiliten diseñar una estrategia comercial que garantice el éxito del proyecto a implementar.
- Garantizar el crecimiento y sostenibilidad del proyecto, para lo cual se considera la oferta y el tiempo que requiere la realización e implementación del proyecto, además de tener en cuenta los cambios del mercado, a fin de adaptarse a estos.

Entonces, el estudio de mercado es un análisis proyectivo, el cual considera factores como demanda, oferta, precios, sistemas de comercialización, distribución, entre otros servicios requeridos, a fin de determinar la viabilidad de un proyecto.

c Estudio Técnico

El análisis o estudio técnico considera la localización, tamaño, ingeniería, tiempo de ejecución, así como los costos de inversión y operativos del proyecto a implementar, a fin de evaluar los factores que inciden en la realización del proyecto y, con base en ello, cuantificar la inversión considerando el comportamiento del mercado y restricciones de orden financiero según Echeverría Ruíz (2017).

- **Localización:** Es indispensable determinar la ubicación óptima para la realización de un proyecto, considerando tanto la demanda de este como su impacto en el medio.
- **Tamaño:** Este aspecto hace referencia a la capacidad máxima que se necesita para la producción de la idea de negocio.
- **Proceso técnico:** También denominado ingeniería del proyecto, este factor engloba los procesos requeridos para la generación del servicio.
- **Layout:** Este término se conceptualiza como la distribución física del proyecto.
- **Recursos requeridos:** Dentro de este factor se encuentra los costos de inversión y los costos operativos, además de otros requerimientos que se necesitan para la operatividad del proyecto.

d Análisis Ambiental

Respecto al análisis ambiental Atencio et al. (2018) manifiestan que este se incluye en el estudio técnico, considerando el impacto ecológico o ambiental del proyecto tanto durante la fase de construcción como durante el tiempo operativo. Cabe resaltar que, la importancia de este tipo de análisis radica en su enfoque para atenuar o evitar los efectos negativos que pudiera generar la implementación del proyecto, ya que, a partir de la predicción, valoración y corrección del impacto ambiental, se pueden determinar las acciones a efectuar para garantizar la calidad de los seres humanos y de su entorno en general.

e Estudio Administrativo

El estudio administrativo hace referencia a la estructura, organización de la institución que tendrá a cargo la implementación y operatividad del proyecto, la cual debe ser capaz de cumplir a cabalidad con las funciones y fases del plan, siendo otra entidad la encargada de la construcción. Es preciso señalar que el estudio que considera los aspectos

administrativos hace uso de un organigrama que engloba todas las fases de operación, tales como las operaciones de apoyo y control y la determinación del personal, el cual debe caracterizarse por su eficiencia para garantizar la calidad de la obra e instalaciones del proyecto según Ricaurte et al. (2017).

El estudio administrativo es esencial para establecer la estructura organizativa que se adapte mejor a los requerimientos operativos posteriores, ya que permite definir los requerimientos del personal que se necesita para la gestión del proyecto, además de brindar mayor precisión para estimar los costos indirectos generados por la mano de obra. En este sentido, de acuerdo con Echeverría Ruíz (2017) el estudio administrativo considera los siguientes factores:

- **Organigrama:** Esta herramienta permite determinar los niveles jerárquicos para la implementación del proyecto, además se incluirá la asignación y funciones del personal en general.
- **Dirección estratégica:** Dentro de este enfoque se considera la visión, estrategias, misión, objetivos, valores y políticas del proyecto.
- **Mapa estratégico:** Este se realiza luego de la dirección estratégica, e incluye las perspectivas de análisis.

f Análisis económico-financiero

Como señala Echeverría Ruíz (2017) el estudio económico hace referencia al análisis sistemático respecto a la rentabilidad del proyecto (costos, inversión, ingresos), considerando los parámetros respecto a la asignación de recursos, de acuerdo a la conveniencia del proyecto. Entonces, el estudio económico-financiero se enfoca en comparar los ingresos (flujos positivos) con los costos o egresos (flujos negativos, orientándose hacia obtención de alternativas que brinden un valor considerable al proyecto, a fin de garantizar su rentabilidad, desempeño y rendimiento financiero, el análisis económico considera los siguientes aspectos:

- **Inversión total:** en este se considera tanto la inversión de activos fijos (a largo plazo), como la inversión de capital de trabajo (activos a corto plazo).

- **Financiamiento:** este tipo de financiamiento hace referencia al requerido para la inversión total, y considera el porcentaje financiero a requerir del sistema, así como del propio capital.
- **Punto de equilibrio:** este aspecto se calcula en base los ingresos y costos, los cuales deben tener un valor igual a cero para afirmar la existencia del punto de equilibrio.

Por otro lado, respecto al análisis financiero Echeverría Ruíz (2017) señala que este engloba criterios de inversión, costos e ingresos, generados por la implementación del proyecto, con el objetivo de establecer indicadores que sirvan de base para la toma de decisiones. Con base en ello, se consideran los siguientes factores para el análisis financiero:

- **Valor actual neto (VAN):** indicador utilizado para calcular los flujos de caja a futuro, a partir de la inversión realizada.
- **Tasa interna de retorno (TIR):** este indicador se emplea para conocer la rentabilidad que se obtendrá a partir de la implementación del proyecto.
- **Periodo de recuperación de la inversión (PRI):** como su nombre lo indica, este indicador se utiliza para determinar el tiempo que tomará recuperar la inversión de implementación del proyecto.

CAPITULO III

3 ESTUDIO DE MERCADO

3.1 Segmentación de mercado

Para la segmentación de mercado se analizó a quienes se pretende llegar, es por ello que el segmento de mercado será compuesto por la población de las empresas mineras que solicitan el servicio del análisis de lubricante para sus maquinarias. Además, en la siguiente Tabla 3 se muestra las variables de segmentación del mercado objetivo.

Tabla 3

Criterios Para la Segmentación

| Parámetros de segmentación | Variables Seleccionadas |
|---|--|
| Geográfico | Perú |
| Nacional | Perú |
| Departamentos del Centro y Sur del Perú | Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cusco, Ica, Moquegua, Puno y Tacna |
| Segmento Empresarial | |
| Régimen General | Producción desde 350 TM/día hasta más de 5000 TM/día |
| Pequeño Productor Minero | Producción hasta 350 TM/día |

Nota. Ministerio de Energía y Minas-MINEM, 2022

**TM: Tonelada Métrica*

Dentro del total de minas existentes a nivel nacional se tomará en cuenta los departamentos que pertenezcan al centro y sur del Perú, además también se considera para el estudio que estas se encuentren dentro del régimen general y pequeño productor minero, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas de Informática-INEI (2022).

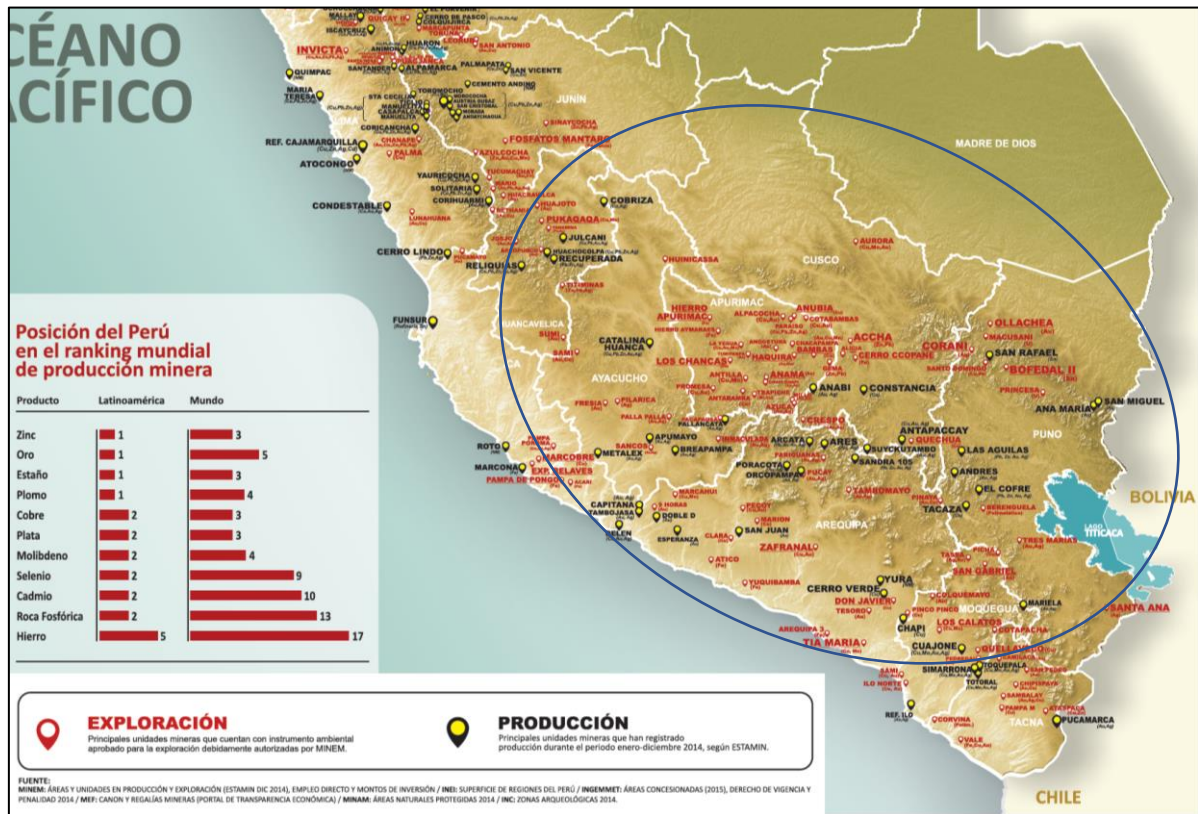
3.2 Población objetivo

Para hallar el tamaño de la población objetivo se tomaron en cuenta los datos brindados por el MINEM, en el año 2022 se registró un total de 335 unidades mineras a nivel nacional con una segmentación empresarial de régimen general y pequeño productor minero.

Como nuestro objetivo está en el centro y sur del Perú, considerando solamente el régimen general y pequeño productor mineral, se tiene un total de 26 unidades mineras.

Figura 1

Ubicación de Empresas Mineras en el Centro y Sur del Perú



Nota. Ministerio de Energía y Minas-MINEM, 2022

3.3 Proyección de la población

a Tasa de crecimiento

Para la proyección de la demanda fue necesario tener en consideración como es que el sector minero ha venido creciendo, es importante además mencionar que si bien durante el año 2020 este presentó una disminución en su producción debido a las condiciones sanitarias que afectaron a todo el mundo, durante el año 2021 su recuperación ha sido notoria, y en el siguiente año 2022 es que se vio un crecimiento más favorable de este sector, por lo cual según informe el Ministerio de Energías y Minas acerca de la producción metálica anual, se pudo encontrar una tasa de crecimiento del 28 % según Tabla 4, además en el Anexo A se muestra los cuadros que consideró la MINEM para el crecimiento de producción de los departamentos pertenecientes al centro y sur de la nación en TMF (Toneladas Métricas de contenido Fino).

Tabla 4

Tasa de Crecimiento de la Producción Minera Metálica

| Nro | TITULAR | DEPARTAMENTO | ESTRATO | Prod. 2021 (TMF) | Prod. 2022 (TMF) | 2021-2022 |
|-----------------|---|----------------|-------------------|------------------|------------------|-------------|
| 1 | MINERA LAS BAMBAS S.A. | APURÍMAC | RÉGIMEN GENERAL | 29,5204.0 | 25,8371.0 | -12 % |
| 2 | AGROMIN LA BONITA S.A.C. | AREQUIPA | RÉGIMEN GENERAL | 2,475.0 | 2547.0 | 3 % |
| 3 | COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. | AREQUIPA | RÉGIMEN GENERAL | 25,442.0 | 2,888.0 | 2 % |
| 4 | COMPAÑÍA MINERA MAXPALA S.A.C. | AREQUIPA | PEQUEÑO PRODUCTOR | 53.0 | 190.0 | 258 % |
| 5 | MINERA BATEAS S.A.C. | AREQUIPA | RÉGIMEN GENERAL | 39,461.0 | 39,507.0 | 0 % |
| 6 | MINERA EL PALACIO DEL CONDOR S.A.C. | AREQUIPA | PEQUEÑO PRODUCTOR | 23.0 | 39.0 | 70 % |
| 7 | MINERA TITAN DEL PERÚ S.R.L. | AREQUIPA | RÉGIMEN GENERAL | 524.0 | 431.0 | -18 % |
| 8 | PROCESADORA COSTA SUR S.A.C. | AREQUIPA | PEQUEÑO PRODUCTOR | 69.0 | 48.0 | -30 % |
| 9 | SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A. | AREQUIPA | RÉGIMEN GENERAL | 428,042.0 | 469,778.0 | 10 % |
| 10 | CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C. | AYACUCHO | RÉGIMEN GENERAL | 59,379.0 | 60,139.0 | 1 % |
| 11 | COMPAÑÍA MINERA SCORPION S.A. | AYACUCHO | PEQUEÑO PRODUCTOR | 4,884.0 | 3,771.0 | -23 % |
| 12 | AMG-AUPLATA MINING GROUP PERÚ S.A.C. | CUSCO | RÉGIMEN GENERAL | 8,426.0 | 6,461.0 | -23 % |
| 13 | COMPAÑÍA MINERA ANTAPACAY S.A. | CUSCO | RÉGIMEN GENERAL | 170,870.0 | 151,037.0 | -12 % |
| 14 | HUBBAY PERÚ S.A.C. | CUSCO | RÉGIMEN GENERAL | 78,959.0 | 9,0774.0 | 15 % |
| 15 | S.M.R.L. ANTONIO RAYMONDI CUSCO | CUSCO | PEQUEÑO PRODUCTOR | 6.0 | 15.0 | 150 % |
| 16 | SOCIEDAD MINERA ANDEREAL S.A.C. | CUSCO | PEQUEÑO PRODUCTOR | 339.0 | 312.0 | -8 % |
| 17 | LJM METALES S.A.C. | ICA | PEQUEÑO PRODUCTOR | 16.0 | 59.0 | 269 % |
| 18 | MARCOBRE S.A.C. | ICA | RÉGIMEN GENERAL | 85,105.0 | 126,036.0 | 48 % |
| 19 | MINERA FERCAR E.I.R.L. | ICA | PEQUEÑO PRODUCTOR | 154.0 | 126.0 | -18 % |
| 20 | MINERA SHOUXIN PERÚ S.A. | ICA | RÉGIMEN GENERAL | 270,220.0 | 214,552.0 | -21 % |
| 21 | NEXA RESOURCES PERÚ S.A.A. | ICA | RÉGIMEN GENERAL | 153,021.0 | 142,161.0 | -7 % |
| 22 | SHOUGANG HIERRO PERÚ S.A.A. | ICA | RÉGIMEN GENERAL | 1,1952,307.0 | 1,2783,081.0 | 7 % |
| 23 | VELOCHE GROUP S.A.C. | ICA | PEQUEÑO PRODUCTOR | 108.0 | 134.0 | 24 % |
| 24 | SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION | MOQUEGUA-TACNA | RÉGIMEN GENERAL | 981,588.0 | 967,069.0 | -1 % |
| 25 | CONSORCIO DE INGENIEROS EJECUTORES MINEROS S.A. | PUNO | RÉGIMEN GENERAL | 3,883.0 | 5,604.0 | 44 % |
| 26 | MINSUR SA | PUNO-ICA | RÉGIMEN GENERAL | 52,869.0 | 54,879.0 | 4 % |
| PROMEDIO | | | | | | 28 % |

Nota. Ministerio de Energía y Minas-MINEM, 2022

**TMF*: Tonelada Métrica de contenido Fino

3.4 Determinación de la muestra

Para determinar la muestra se hizo uso de la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Z^2(pq)N}{e^2(N - 1) + Z^2(pq)} \quad (3.1)$$

Donde:

Z = Nivel de confianza (para un 95% corresponde 1.96)

N = Universo (para el estudio 26)

e = Error de estimación (0.05)

n = Tamaño de muestra

p;q = Probabilidad de ocurrencia/probabilidad de no ocurrencia respectivamente (para ambas probabilidades es 0.5)

Se procedió a reemplazar los valores en la ecuación (3.1) y se obtiene lo siguiente:

$$n = \frac{1.96^2(0.5)(0.5)26}{0.05^2(26 - 1) + 1.96^2(0.5)(0.5)} = 24$$

Con el resultado anterior se logró determinar que el tamaño de muestra es 24.

a Procedimiento de muestreo

Para el proyecto de investigación se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia debido a que el estudio se realizara a minas pertenecientes al régimen general y pequeños productores, tomando en consideración su accesibilidad por parte de las mismas que deseen brindar información relevante para el estudio.

3.5 Estrategia de servicio, precio, plaza y promoción

a Estrategia de Servicio

Respecto al análisis de lubricantes, el técnico de laboratorio es el responsable de evaluar muestras y el jefe de laboratorio o de operaciones es el encargado del programa y control del servicio de análisis de lubricantes usados, iniciando desde la recepción de las

muestras hasta finalizar con la última evaluación del reporte y las acciones necesarias si se presenta degradación del lubricante o fallas del equipo.

El servicio que ofrecerá el laboratorio de análisis de lubricantes, será asegurando el cumplimiento de las buenas prácticas, contando con un soporte de sus especialistas, además hasta la logística en la obtención y envío de las muestras, brindando resultados de una manera rápida y eficiente, a través de un moderno laboratorio con equipos especiales para lograr ofrecer un correcto análisis de lubricantes.

b Análisis de lubricantes nuevos

Es importante obtener una muestra de lubricante nuevo para establecer una línea base y utilizar la información como referencia, donde podemos conocer los valores reales del lubricante y no depender de los valores típicos de la hoja de especificaciones, que por lo general son distintos.

Para el caso de la espectrometría infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), que es una de las pruebas que se utiliza en el laboratorio, es necesario tener un lubricante de referencia contra el cual efectuar la comparación de los resultados, así a través del análisis que se realice se logrará determinar las características comunes con el lubricante nuevo, además también se puede medir la calidad de la línea de producción del aceite y señalar las alteraciones que se presenten en su elaboración por parte del proveedor.

c Análisis de lubricantes en uso

Los lubricantes que se encuentran en uso en sistemas cerrados o de circulación se pueden llegar a oxidar o contaminarse durante su servicio, es por ello que para llegar a determinar de una manera más confiable si un aceite puede seguir en servicio o no es a través de un análisis de laboratorio, ya que este podrá evaluar qué tipos de contaminantes puede encontrarse en la muestra de aceite usado. Es por ello que con un análisis de laboratorio correcto y debidamente elaborado es fundamental en un programa de mantenimiento predictivo, ya que permitirá corregir las diferentes anomalías que se puedan presentar en algunos mecanismos, además de evaluar la vida útil del lubricante, así como de los repuestos y minimizar los costos por consumo de los mismos. Cabe mencionar que el efecto de lubricación depende de la película de aceite existente entre las piezas metálicas, la cual se degrada por dos principales razones: la primera es que ocurrió un cambio químico en su

composición como producto de su oxidación y la segunda por la existencia de un elevado contenido de contaminantes.

Se debe analizar un aceite cuando este emana un olor a quemado, su color que presenta es opaco u oscuro (para el caso de los aceites industriales), o también cuando se quiere determinar cuál es la frecuencia entre cambios o el nivel de protección que este les brinda a los mecanismos lubricados; la muestra deberá ser entregada en un frasco, en el menor tiempo posible al laboratorio, además se debe tener en consideración que dicho frasco deberá contener la etiqueta correspondiente y un formato diligenciado. En un periodo máximo de un día el laboratorio procede a realizar el análisis de las muestras y dar un reporte el cual contenga las observaciones que se tengan de la muestra.

Una cuidadosa interpretación y diagnóstico de los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio es fundamental en cualquier programa de análisis. Con estos resultados se deben definir los pasos para la corrección de fallas y poner en marcha acciones que sean requeridas.

También, es importante considerar que para las industrias es fundamental que los resultados de análisis de lubricantes sean confiables, por ello que se debe considerar que los procedimientos de las muestras y los métodos utilizados para la evaluación de los parámetros fisicoquímicos cuenten con la base normativa ASTM (La Sociedad Académica para pruebas y materiales) e ISO (Organización Internacional de Normalización) según Ruiz Gonzalez (2013).

Para facilitar el proceso de interpretación, se ha considerado un método sistemático que permite trabajar de manera ordenada y tomar decisiones conforme se avanza en la revisión de los resultados de cada prueba, las cuales se encuentran constituidas por varios análisis diferentes practicados a la misma muestra, es por ello que el servicio ofrecido por el laboratorio será dado por tres paquetes los cuales son (el paquete de salud, el paquete de contaminación y el paquete por desgaste, cada uno de esos paquetes será constituido por diversas pruebas que se describe a continuación:

- **Paquete de Salud**

- Viscosidad cinemática a 40 °C /100 °C; cSt (ASTM D-445)
- Índice de viscosidad (ASTM D-2270)
- Contenido de Oxidación; Abs/cm (ASTM E-2412)

- Contenido de Nitración; Abs/cm (ASTM E-2412)
- Contenido de Sulfatación; Abs/cm (ASTM E-2412)
- Cantidad total de base - TBN; mg KOH/g (ASTM D-2896)
- Cantidad total de acidez - TAN; mg KOH/g (ASTM D-664)
- **Paquete de Contaminación**
 - Contenido de hollín; Abs/cm (ASTM E-2412)
 - Contenido de metales externos; ppm (ASTM D-6595)
 - Combustible; % (ASTM E-2412)
 - Contenido de Agua; % (ASTM E-2412)
 - Código de limpieza; 4um, 6um, 14um (ASTM D-7647; ISO-4406)
- **Paquete de Desgaste**
 - Metales de desgaste (Hierro, Cromo, Plomo, Cobre- ppm) (ASTM D-6595)

d Estrategia de Plaza

El servicio será ofrecido en el Departamento de Arequipa, en un territorio perteneciente a la Universidad Católica de Santa María, debido a la búsqueda de inversión a través de la propuesta de este estudio. Además, el lugar designado probablemente en las afueras de la ciudad metropolitana de Arequipa cuenta con una mayor cercanía a la mayoría de las unidades mineras que estarían dispuestos a solicitar el servicio brindado por el laboratorio.

e Estrategia de Precio

La estrategia que será utilizada es la de penetración de mercado en el cual se tiene un precio que oscila entre \$8 a \$17, esta información fue obtenida por la encuesta en la pregunta “h”, a estos datos se les sacó un promedio en el cual se obtuvo un precio de \$13.30 dólares con el que el proyecto iniciara, con base a la encuesta la mayoría de las empresas mineras aceptarían ese precio, es por ello que con un precio de \$13.50 dólares (incluido IGV), no existiría un problema en la demanda para su adquisición.

f Estrategia de Promoción

Es importante atraer el mercado potencial, es por ello que para lograr que el laboratorio sea reconocido por las unidades mineras del Sur del Perú se utilizara las siguientes estrategias de promoción.

- **Relaciones Públicas:** El gerente deberá contar con una relación cercana con los dueños de las principales empresas mineras pertenecientes al sur y centro del Perú, con el propósito de lograr establecer contratos de largo plazo para que obtén por el servicio brindado por el laboratorio que se encontrara en Arequipa.
- **Publicidad** El servicio será promocionado principalmente por un marketing digital a través de los anuncios de Google, Facebook y LinkedIn Corporation.

En Google se creará una página web en la cual se muestre el servicio que se ofrece con los diferentes paquetes que se tiene, además se deberá tener en este sitio el número de contacto, y la dirección del laboratorio donde se encuentra, además de los precios con los que se contara por cada muestra, y las promociones que se ofrecerán al año.

3.6 Aplicación de la encuesta

Se muestra los resultados obtenidos de la encuesta, la cual se encuentra en el Anexo B, la cual fue aplicado a empresas mineras que se encuentren en el centro y sur del Perú.

a ¿Cuál es el nombre de la unidad minera en que se encuentra laborando?

Según las respuestas recopiladas por las encuestas se muestra la siguiente Tabla 5 en el que se observa las diferentes empresas mineras en las cuales se logró obtener información importante para la realización del presente proyecto de investigación.

Tabla 5

Empresas Mineras Encuestadas

Nombre de la Unidad Minera

Southern Perú Copper Corporation - Cuajone

Southern Perú Copper Corporation - Toquepala

Compañía Minera Antapaccay S.A.

Yura S.A.

Unidad Mineras Las Bambas

Shougang Hierro Perú S.A.A.

Unidad Minera Marcobre S.A.C

b ¿Cuántos equipos tiene la minera para realizar análisis de lubricante?

Según las encuestas realizadas se muestra que se tiene un promedio de 125 equipos con los que las empresas mineras cuentan para realizar el análisis de lubricante, además en la siguiente Tabla 6 se muestra el nombre de la empresa y el número de equipos mineros potenciales para realizar un análisis de lubricante.

Tabla 6

Cantidad de Maquinaria Potencial para Realizar Análisis de Lubricante

| Nombre de la Unidad Minera | Cantidad de maquinas |
|--|-----------------------------|
| Southern Perú Copper Corporation - Cuajone | 135 |
| Southern Perú Copper Corporation - Toquepala | 220 |
| Compañía Minera Antapaccay S.A. | 70 |
| Yura S.A. | 49 |
| Unidad Mineras Las Bambas | 130 |
| Shougang Hierro Perú S.A.A. | 80 |
| Unidad Minera Marcobre S.A.C | 190 |

c ¿La minera cuenta con su propio laboratorio de análisis de lubricante?

Según el análisis, un 71% de las empresas mineras encuestadas cuenta con laboratorio propio, mientras que un 29% no posee su laboratorio, estos resultados se pueden observar en la siguiente Tabla 7 y Figura 2.

Tabla 7

Porcentaje de Empresas Mineras que Cuentan con Laboratorio Propio

| Propio Laboratorio | Cantidad de empresas mineras | Porcentaje |
|---------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Si | 5 | 71 % |
| No | 2 | 29 % |
| Total | 7 | 100 % |

Figura 2

Resultado de Empresas Mineras que Cuentan con Laboratorio Propio



d ¿A qué laboratorio acudió para llevar a cabo el análisis de lubricante que necesitaba?

En la siguiente Tabla 8 se muestra a qué laboratorios acudieron las diferentes unidades mineras para tener un respaldo en los resultados que obtuvieron con el análisis de lubricante, así como el porcentaje de empresas mineras que no solicitaron el servicio.

Tabla 8

Porcentaje de Empresas Mineras que Solicitaron Análisis de Lubricante

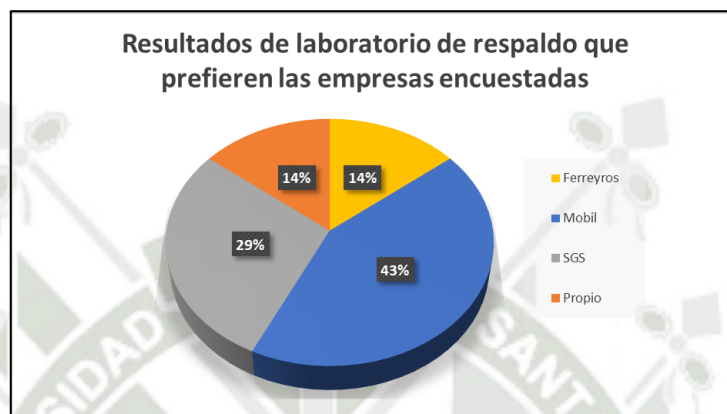
| Nombre del laboratorio | Cantidad de empresas que acudieron a un laboratorio externo | Porcentaje |
|------------------------|---|----------------|
| Ferreyros | 1 | |
| Mobil | 3 | |
| SGS | 2 | |
| Total | 6 | 85.71 % |

| | Cantidad de empresas que acudieron a su propio laboratorio | Porcentaje |
|--------------|--|----------------|
| Propio | 1 | |
| Total | 1 | 14.29 % |

En la siguiente Figura 3 se muestran que laboratorios son los que tienen mayor preferencia en las empresas encuestadas, como se observa es la empresa Mobil la que presenta un mayor porcentaje de preferencia.

Figura 3

Resultado de Laboratorios de Respaldo que Prefieren los Encuestados



e ¿En qué ciudad sabe Usted que está ubicado el laboratorio de análisis de aceite?

Según las respuestas de la encuesta, se determinó que son un total del 83 % de las empresas mineras que envían a laboratorio de la ciudad de Lima para el respaldo del análisis de laboratorio y un 17% es de manejo propio.

f ¿En cuánto tiempo obtiene una respuesta del resultado de las muestras?

Según la encuesta se tiene que el 28,57 % de las empresas mineras encuestadas obtienen la respuesta en un día o menos, el 71,43 % de las empresas mineras encuestadas obtienen la respuesta en 3 días o más.

Tabla 9

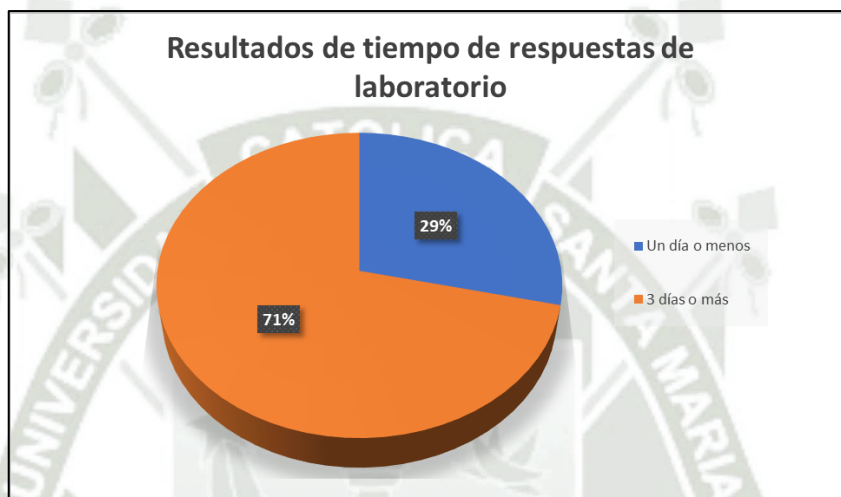
Tiempo de Respuesta por Parte de los Laboratorios de Análisis de Aceite

| Tiempo de Respuesta | Frecuencia | Porcentaje 1 | Porcentaje 2 |
|---------------------|------------|--------------|--------------|
| Horas | 1 | 14.29 % | |
| 1 día | 1 | 14.29 % | 28.57 % |
| 2 días | 0 | 0.00 % | |

| | | | |
|--------------|----------|-----------------|-----------------|
| 3 días | 1 | 14.29 % | |
| 4 días | 2 | 28.57 % | 71.43 % |
| Más | 2 | 28.57 % | |
| Total | 7 | 100.00 % | 100.00 % |

Figura 4

Resultado de Tiempo de Respuesta de Laboratorios



g ¿En el último mes, cuantas muestras promedio aproximadamente mando a analizar?

Según la encuesta realizada en Octubre del 2022 se muestra la siguiente Tabla 10 en la cual se encuentra los datos del número de muestras totales que mandaron a analizar las unidades mineras encuestadas.

Tabla 10

Cantidad de Muestras Totales que Fueron Enviadas en el Último Mes

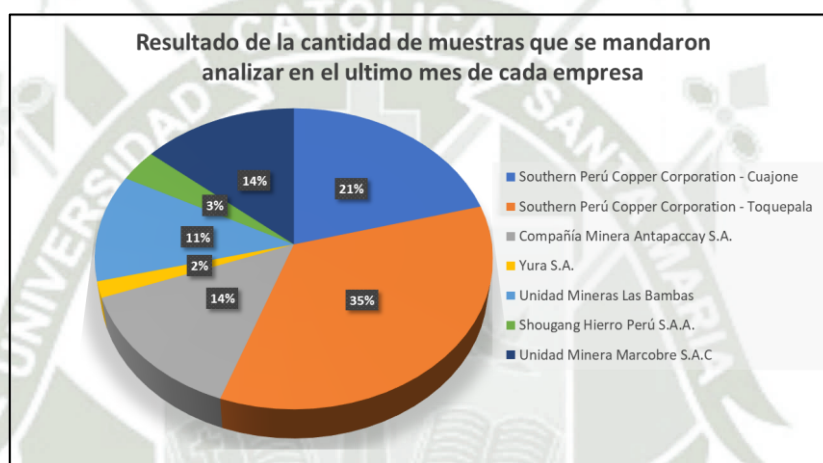
| Nombre de la empresa | Muestras al mes |
|---------------------------------|-----------------|
| TOTAL | 4325 |
| SPCC - Cuajone | 900 |
| SPCC - Toquepala | 1500 |
| Compañía Minera Antapaccay S.A. | 600 |
| Yura S.A. | 75 |

| | |
|------------------------------|------------|
| Unidad Minera Las Bambas | 500 |
| Shougang Hierro Perú S.A.A. | 150 |
| Unidad Minera Marcobre S.A.C | 600 |
| PROMEDIO | 618 |

En la Figura 5 se muestra que la empresa Southern Perú Copper Corporation tiene un mayor porcentaje de muestras mensuales realizadas.

Figura 5

Resultado de Cantidad de Muestras que se Analizaron en Octubre 2022



h ¿Cuál es el costo promedio por muestra o cantidad de muestras?

Según los resultados de la encuesta se obtuvo que el costo promedio es de \$13,33 por cada muestra, este resultado se obtuvo promediando las respuestas dadas por las unidades mineras.

i ¿Qué análisis realizó o pidió? En relación con el paquete de Salud

Según los resultados obtenidos por las empresas encuestadas se muestra en la siguiente Tabla 11 cuáles son los análisis más solicitados con respecto al paquete de salud.

Tabla 11

Pruebas más Solicitadas con Respecto al Paquete de Salud

| Nombre de la Prueba | Frecuencia |
|---|------------|
| Viscosidad Cinemática a 40 °C/100 °C(cSt) | 7 |

| | |
|----------------------|-----------|
| Índice de viscosidad | 4 |
| Oxidación | 7 |
| Nitración | 5 |
| Sulfatación | 6 |
| TBN | 7 |
| TAN | 4 |
| Aditivos (ppm) | 7 |
| Total | 47 |

Como se puede observar, las pruebas que fueron más solicitadas en el paquete de salud fueron el de viscosidad cinemática a 40 °C/ 100 °C y oxidación.

j ¿Qué análisis realizó o pidió? En relación con el paquete de Contaminación

Según los resultados obtenidos por las empresas encuestas se muestra en la Tabla 12 cuáles son los análisis más solicitados con respecto al paquete de contaminación.

Tabla 12

Pruebas más Solicitadas con Respecto al Paquete de Contaminación

| Nombre de la Prueba | Frecuencia |
|-------------------------------|-------------------|
| Hollín | 5 |
| Silicio, Sodio, Potasio (ppm) | 7 |
| Combustible (%) | 4 |
| Agua (%) | 6 |
| Código de limpieza ISO | 5 |
| Índice PQ | 5 |
| Total | 32 |

Como se puede observar las pruebas que fueron más solicitadas en el paquete de contaminación fueron los rastros de Silicio, Sodio, Potasio (ppm), el de agua (%), luego siguieron el de índice de PQ y el código de limpieza ISO.

k ¿Qué análisis realizó o pidió? En relación con el paquete de Desgaste

Según los resultados obtenidos por las empresas encuestas es que se muestra en la siguiente Tabla 13 cuáles son los análisis más solicitados con respecto al paquete de desgaste.

Tabla 13

Pruebas más Solicitadas con Respecto al Paquete de Desgaste

| Nombre de la Prueba | Frecuencia |
|---------------------|------------|
| Hierro (ppm) | 5 |
| Cromo (ppm) | 3 |
| Plomo (ppm) | 4 |
| Cobre (ppm) | 4 |
| Otros Metales (ppm) | 2 |
| Total | 18 |

Como se puede observar, las pruebas que fueron más solicitadas en el paquete de desgaste fueron los rastros de Hierro (ppm), luego siguieron los de Cobre (ppm) y el Plomo (ppm).

l ¿Qué factor es el que más volara al momento de elegir el laboratorio de análisis de lubricante?

Con respecto a la encuesta, el factor más importante al momento de elegir un laboratorio es el precio, luego se tiene el factor de tiempo de respuesta y, por último, ubicación, tecnología y respaldo. Como se muestra en la siguiente Tabla 14.

Tabla 14

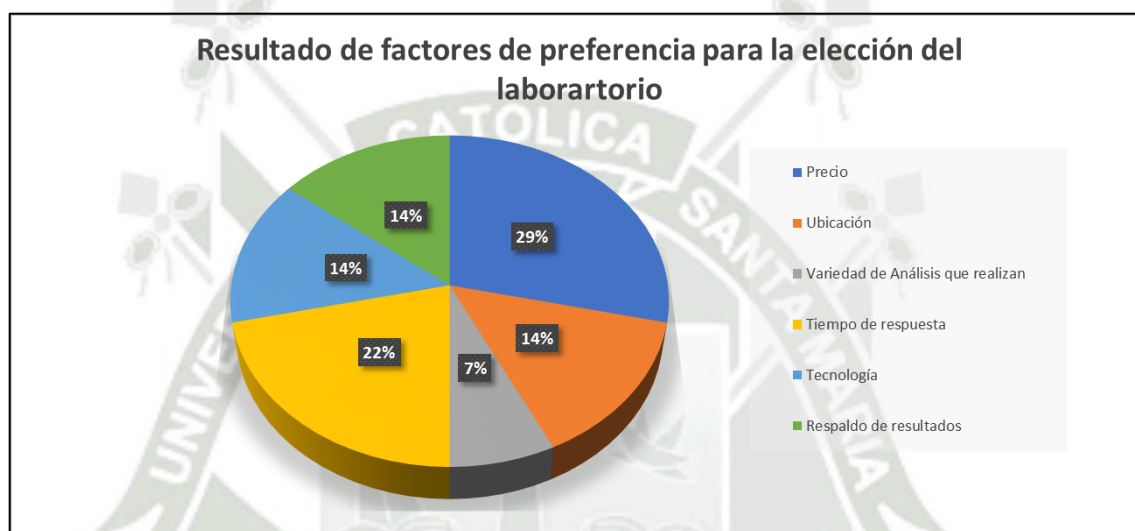
Porcentaje de los Factores al Elegir un Laboratorio

| Factores | Frecuencia | Porcentaje |
|---------------------|------------|------------|
| Precio | 4 | 28.57 % |
| Tiempo de respuesta | 3 | 21.43 % |
| Ubicación | 2 | 14.29 % |

| | | |
|-----------------------------------|---|-----------------|
| Tecnología | 2 | 14.29 % |
| Respaldo de resultados | 2 | 14.29 % |
| Variedad de Análisis que realizan | 1 | 7.14 % |
| Total | | 100.00 % |

Figura 6

Resultados de Factores de Preferencia para la Elección del Laboratorio



m ¿Estaría dispuesto a adquirir el servicio de análisis de lubricante por un laboratorio perteneciente al departamento de Arequipa?

Según el análisis, un 100% de las empresas mineras encuestadas estarían dispuestas a adquirir el servicio por el laboratorio de Arequipa.

Tabla 15

Porcentaje de Empresas Mineras Dispuestas a Adquirir el Servicio

| Dispuesto a adquirir el servicio | Cantidad de empresas mineras | Porcentaje |
|----------------------------------|------------------------------|--------------|
| Si | 7 | 100 % |
| No | 0 | 0 % |
| Total | 7 | 100 % |

3.7 Análisis de la demanda

a Demanda

Para el proyecto de investigación se tomó los datos que fueron obtenidos de las encuestas con relación a la cantidad de muestras promedios de cada una de las empresas encuestadas del centro y sur del Perú. En la siguiente Tabla 16 se muestra cuál es el porcentaje de los paquetes de muestra que las empresas más solicitan.

Tabla 16

Porcentaje de Paquetes más Solicitados

| Nombre del paquete | Cantidad de pruebas con relación a cada paquete | Porcentaje de paquete |
|--------------------------|---|-----------------------|
| paquete de salud | 47 | 48.45 % |
| paquete de contaminación | 32 | 32.99 % |
| paquete de desgaste | 18 | 18.56 % |
| Total | 97 | 100.00 % |

Como se puede observar del anterior cuadro es el paquete de salud el más solicitado, luego se encuentra el paquete de contaminación y por último se tiene el paquete de desgaste.

Es importante mencionar que en una empresa cuando su producción incrementa con el pasar de los años representan dos cosas en las unidades mineras, una de ellas son mayores inversiones en maquinarias las cuales deben contar con el análisis de lubricante correspondiente y además que su maquinaria ha venido rindiendo de manera continua por lo cual sería adecuado solicitar un análisis de lubricante para cada una de sus maquinarias. Es por ello que se tomó en cuenta el incremento de la producción de las empresas mineras del centro y sur del Perú del año 2021 con el 2022, con lo cual se obtuvo una tasa de crecimiento de 28 % de acuerdo a la Tabla 4.

b Cálculo de la demanda

En la Tabla 10 se muestra el potencial de muestras mensuales que podrían ser solicitadas por las unidades mineras encuestadas, donde obtenemos un total de 4325 muestras al mes; se pretende cubrir el número de muestras solicitadas por unidades mineras que no cuentan con su propio laboratorio como es el caso de Yura S.A. y Unidad Minera Las

Bambas con 575 muestras mensuales, que representarían un 13.3 %, este valor porcentual puede ser incrementado según las decisiones que puedan determinar la línea estratégica del centro de laboratorio, no obstante como este estudio propone el primer laboratorio ubicado en el departamento de Arequipa, y que las empresas mineras en su mayoría cuentan con su propio laboratorio, optamos por considerar un porcentaje conservador como el mencionado.

En la Tabla 17 presenta el número de muestras potenciales que procesaría el laboratorio según el porcentaje que pretende cubrir el estudio de manera objetiva del 13.3 %, también consideramos el porcentaje del sector minero en régimen general como el mercado de mayor demanda, representando un 65.4 %.

Tabla 17

Demanda de las Muestras de Lubricante

| Criterios | Cantidad |
|---|-----------------|
| Promedio de muestras al mes (encuesta) | 618 |
| Promedio de muestras al año (encuesta) | 7,416 |
| Cantidad de unidades de empresas mineras del centro y sur del Perú (Población Objetivo) | 26 |
| Primer subtotal de muestras al año | 192,816 |
| Porcentaje del sector minero en régimen general centro y sur del Perú | 65.4 % |
| Segundo subtotal de muestras al año | 126,102 |
| Porcentaje que se pretende cubrir | 13.3 % |
| Total de muestras al año actual | 16,772 |

c Proyección de la demanda

Se utilizará la tasa de crecimiento de producción del 28 %. de la Tabla 4

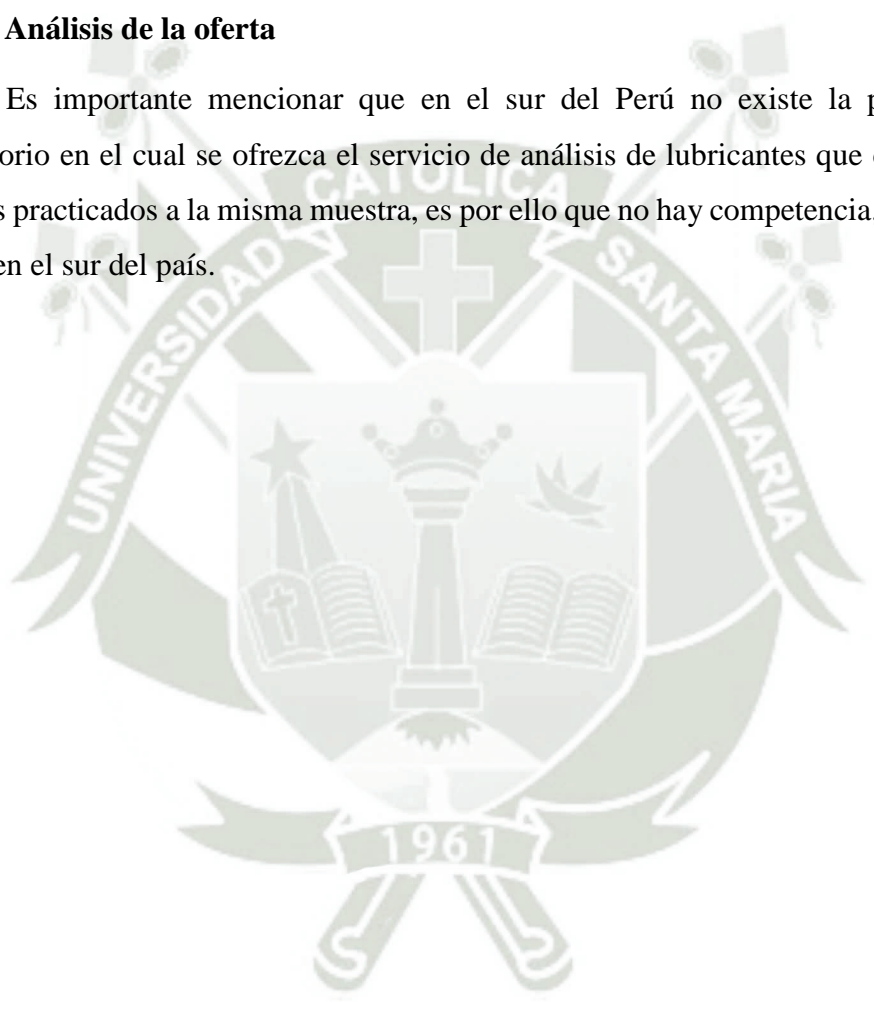
Tabla 18

Proyección de la Demanda

| | Tasa de crecimiento 2021-2022 | Proyección demanda 2024 | Proyección demanda 2025 | Proyección demanda 2026 |
|--------------------------|--|--|--|--|
| Total de muestras al año | 28 % | 16,772 | 21,468 | 27,479 |

3.8 Análisis de la oferta

Es importante mencionar que en el sur del Perú no existe la presencia de un laboratorio en el cual se ofrezca el servicio de análisis de lubricantes que conste de varios análisis practicados a la misma muestra, es por ello que no hay competencia, ni tampoco una oferta en el sur del país.



CAPITULO IV

4 ESTUDIO TÉCNICO

En el presente capítulo se exponen los elementos que tienen que ver con la ingeniería básica del laboratorio de análisis de lubricantes, describiendo a detalle el proceso del servicio a brindar, acompañado de su representación gráfica mediante un diagrama de flujo y los métodos a emplear para el análisis, así como los requerimientos de materia prima, maquinaria, mano de obra, servicios y el dimensionamiento de la planta.

4.1 Descripción del proceso de servicio

El proceso de este estudio corresponde al análisis de lubricantes usados, en el cual, es importante mencionar que el personal que realiza la toma de muestra debe tener en cuenta algunas consideraciones para asegurar una muestra de aceite representativa, se ejecute el análisis y se obtenga los resultados más fiables de las pruebas.

Una de las primeras consideraciones, es identificar el equipo al cual se realizará el análisis de lubricante; luego conocer el entorno en el que este se encuentra, para ello será conveniente identificar correctamente las condiciones en relación con la ubicación del equipo en el trabajo, la criticidad, la temperatura de operación, los riesgos inherentes que tiene la máquina según el área y la función que desempeña, entre otros; por lo cual el laboratorio puede llegar a inferir algunos modos de fallas e identificar algún elemento extraño que pudieran presentarse en los resultados.

Otra consideración es determinar la edad de la máquina; posteriormente identificar los componentes de la maquinaria que se va a mandar analizar, después conocer el tipo de lubricante como también la “línea base” (resultado del análisis de lubricante nuevo) y las condiciones en las que se encuentra el lubricante, es decir, si se encuentra protegido de las condiciones ambientales, si está filtrado, si cuenta un sistema de enfriamiento, entre otras. Es importante brindar esta información al laboratorio, ya que también las características del lubricante proporcionan información importante para determinar el modo de falla; además se debe considerar el tiempo que el lubricante lleva trabajando en la maquinaria.

Asimismo, es primordial en la interpretación del reporte de análisis de lubricante, señalar las recomendaciones más adecuadas según el resultado de análisis para que el lubricante analizado y la respectiva maquinaria estén en condiciones normales. La

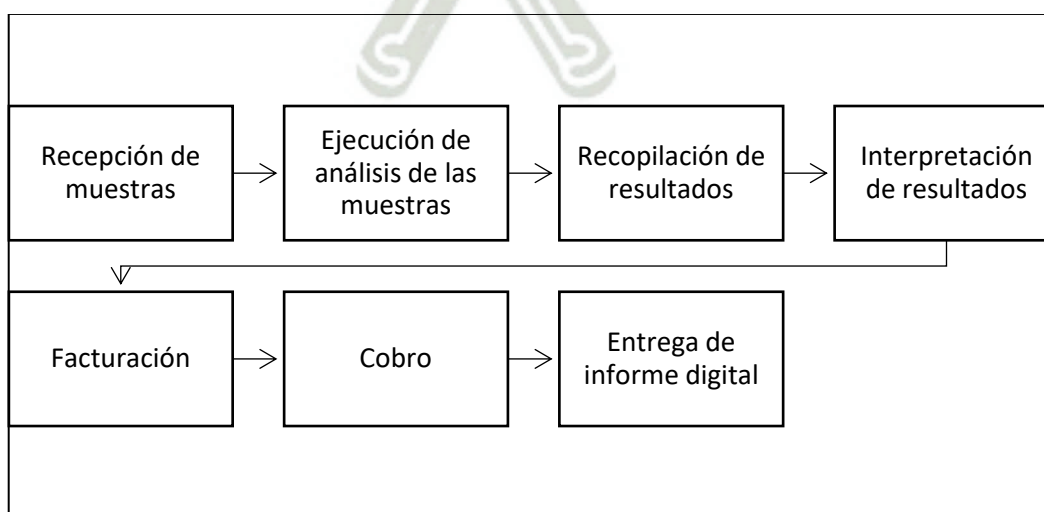
información adicional que debe ser adjuntada, es la fecha de la toma de muestra, la identificación del componente del cual se está tomando la muestra, el responsable de la toma de muestra, las horas de operación de la máquina y lubricante según Noria Latín América (2021).

El proceso que debe seguir el laboratorio para brindar el resultado del análisis de lubricantes, inicia con la recepción de las muestras y la información necesaria para brindar un resultado fiable; luego se realiza el análisis respecto a las pruebas definidas que integran los tres diferentes paquetes de salud, contaminación y de desgaste. Después, se recopilan los resultados de cada prueba, luego, es necesario normalizar los resultados para que se encuentren con base en la misma frecuencia de la toma de muestra y pueda ser comparable, luego de la normalización se definen los objetivos y límites para el estado de análisis de lubricantes, es decir, nos va a permitir identificar si el resultado de análisis se encuentra en un parámetro crítico, de advertencia o normal según el diagnóstico del lubricante.

Por último, los resultados se muestran como un diagnóstico global del lubricante según los parámetros definidos y permisibles, posteriormente, se compara con los resultados más recientes según el historial de pedido del servicio de análisis por parte del usuario considerando el origen de toma de muestra del lubricante. Para terminar la entrega, finaliza con la elaboración de la factura y el cobro respectivo, otorgándose el informe final de manera física o digital al responsable del recojo de resultados. De manera gráfica, se muestra la secuencia de pasos que se describieron anteriormente.

Figura 7

Diagrama de Bloques del Proceso de Análisis de Lubricante



4.2 Métodos a utilizar

Continuando con el detalle del proceso, se describen los métodos a utilizar para el análisis de lubricantes, los cuales están basados en las Normas de la ASTM (American Society for Testing and Materials), en las cuales se menciona el procedimiento a seguir, la técnica empleada y la finalidad de esta o el beneficio de su análisis para el cuidado de la maquinaria. Se consideraron los siguientes métodos.

Tabla 19

Listado de Pruebas Alineadas a Normas de Métodos Estándar

| Prueba | Unidad | Norma | Equipo principal |
|--|----------|-------------------------|------------------------------------|
| Viscosidad Cinemática a 40 °C /100 °C | cSt | ASTM D-445 | Viscosímetro automatizado |
| Índice de viscosidad | - | ASTM D-2270 | Viscosímetro automatizado |
| Cantidad total de acidez (TAN) | mg KOH/g | ASTM D-664 | Aparato de titulación automática |
| Cantidad total de base (TBN) | mg KOH/g | ASTM D-2896 | Aparato de titulación automática |
| Contenido de Oxidación | Abs/cm | ASTM E-2412 | FTIR |
| Contenido de Agua, hollín, combustible | % | ASTM E-2412 | FTIR |
| Espectrometría de metales | ppm | ASTM D-6595 | Espectrómetro de emisión de chispa |
| Código de limpieza | um / ml | ASTM D-7647 ISO-4406 | Contador de partículas |

a ASTM D445

Este método especifica el procedimiento para la especificación de la viscosidad cinemática, la viscosidad correcta del fluido que se utiliza es crucial para el buen funcionamiento de la maquinaria, así como la determinación de las mejores condiciones de manipulación y almacenamiento; es por eso que la valoración exacta de la viscosidad es crucial para muchas especificaciones de productos.

Esta norma describe un proceso donde se mide el tiempo que tarda en fluir por gravedad un líquido de volumen fijo a través de los capilares de un viscosímetro calibrado bajo una cabeza de conducción reproducible y a una temperatura controlada conocida. La viscosidad cinemática (valor determinado) es el producto del tiempo de flujo medido y la constante de calibración del viscosímetro. Se necesitan dos de esas determinaciones para calcular un resultado de viscosidad cinemática que es el promedio de dos de los valores determinados aceptables; dividiendo la viscosidad cinemática por la densidad del líquido, se puede obtener la viscosidad dinámica. El resultado de este método de ensayo depende de la muestra y es adecuado para utilizarlo con líquidos en los que la tensión de cizallamiento y la velocidad de cizallamiento son proporcionales (comportamiento newtoniano).

Este método de ensayo cubre una gama de viscosidades cinemáticas de 0,2 mm²/s (cSt) a 300 000 mm²/s (cSt) a todas las temperaturas. Los valores proporcionados en unidades del SI deben tomarse como estándares. Las unidades del SI empleadas en esta técnica de ensayo para la viscosidad cinemática y la viscosidad dinámica son mm²/s y mPa·s, respectivamente.

El procedimiento que realiza el laboratorio en esta prueba, es colocar en un recipiente que contiene glicerina o agua, esto dependerá el tipo de análisis que se realizara, si es a 40 °C el contenido del recipiente debe ser de agua y si, en cambio, es de 100 °C el recipiente debe contener glicerina, además la temperatura que sea suministrada al sistema tiene que mantenerse estable a 100 °C o a 40 °C según sea el caso.

b ASTM D2270

La fluctuación de la viscosidad cinemática causada por las variaciones de la temperatura de un producto petrolífero entre 40 °C y 100 °C se mide habitualmente mediante el índice de viscosidad, que es reconocido universalmente como un indicador fiable. Un descenso menor de la viscosidad cinemática con el aumento de la temperatura del lubricante se indica con un índice de viscosidad mayor. En la práctica, el índice de viscosidad se utiliza como un número único adimensional para representar la dependencia de la viscosidad cinemática con la temperatura.

Como se ha mencionado, esta norma determina la mayor o menor variación que sufre la viscosidad de un aceite al cambiar la temperatura. Un lubricante de tipo nafténico tiene un índice de viscosidad de cero, y un aceite de tipo parafínico tiene un índice de viscosidad de

cien, según una escala arbitraria ampliamente considerada como estándar. Además, cuanto mayor sea el índice de viscosidad de un aceite, menor es su pérdida de viscosidad al elevarse la temperatura según Mideros Romero (2013).

Los productos con viscosidades cinemáticas inferiores a $2,0 \text{ mm}^2/\text{s}$ a $100 \text{ }^\circ\text{C}$ están exentos de esta práctica. Cuando se carece de datos sobre la viscosidad cinemática a $40 \text{ }^\circ\text{C}$ y $100 \text{ }^\circ\text{C}$, se puede generar una estimación del índice de viscosidad determinando la viscosidad cinemática a $40 \text{ }^\circ\text{C}$ y $100 \text{ }^\circ\text{C}$ utilizando datos recogidos a otras temperaturas.

c ASTM D664

Los lubricantes, tanto nuevos como usados, pueden tener aditivos ácidos o subproductos de degradación que surgen durante su uso, como los productos de oxidación. La titulación con bases puede utilizarse para calcular la concentración relativa de ácidos, donde se determina esta concentración empleando una base de concentración conocida como sustancia valorante para obtener el índice de acidez. La cantidad de acidez es una guía de control de la calidad de la formulación de un lubricante, también se emplea como indicador de la degradación del lubricante en uso, donde el límite de condenatorio debe determinarse con la experiencia en la operación.

El método de prueba no puede utilizarse para predecir la corrosividad del aceite en circunstancias de servicio, ya que numerosos productos de oxidación contribuyen a la cantidad de ácidos, y las características de corrosión de los ácidos orgánicos varían mucho. Se desconoce si existe una relación general entre la cantidad de ácidos y la propensión de los aceites a corroer los metales. Asimismo, este método puede analizarse empleando un equipo de titulación manual o automático.

Independientemente del color u otras características del aceite final, el procedimiento de prueba puede utilizarse para demostrar los cambios relativos que se producen en el aceite después de su uso en condiciones de oxidación y puede ser definido como el número de miligramos que presenta una base en relación con el hidróxido de potasio (KOH) el cual es indispensable agregarle a un gramo de la muestra de aceite para que reaccione con lo constituyente ácido y el pH de 11 se alcance como un punto final equivalente, logrando determinar el TAN (número de ácido total). Es importante mencionar que en algún momento los lubricantes se degradan, aquellos de alta calidad y desempeño se mantienen un tiempo

superior en que esto ocurra, y debido a ello es que aumenta su vida útil del servicio según Angeles Cisneros (2013).

d ASTM D2896

Algunos lubricantes tienen la capacidad de neutralizar los productos procedentes de la combustión y la oxidación a temperaturas elevadas como el ácido sulfúrico y ácidos nítricos, esto es también conocido como la reserva alcalina de un lubricante. La norma establece la prueba para hallar el grado de agotamiento de los aditivos detergentes y anticorrosivos de los aceites para motores de combustión interna. Para determinar el número total de bases se sigue un proceso inverso al método D664, debido a que en este caso el aceite se encuentra cargado de elementos básicos o alcalinos utilizados para contrarrestar el ataque ácido de los compuestos de azufre que se genera en el interior de un motor de combustión interna, por lo cual mientras dura este ensayo se añade el aceite de prueba un elemento ácido, como el ácido clorhídrico (HCL), con el fin de neutralizar dichos elementos básicos, y con respecto a la cantidad agregada se puede conocer la reserva de aditivos que posee un aceite, y que es lo que logra determinar el TBN (número de base total) según Angeles Cisneros (2013)

e ASTM E2412

Los lubricantes pueden analizarse molecularmente mediante este procedimiento estándar empleando un equipo infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR), el cual proporciona data directa respecto a las moléculas de interés, incluyendo agotamiento de aditivos, la degradación de los lubricantes y los contaminantes externos como pueden ser el agua, hollín, etilenglicol, combustibles, así como la posibilidad de mezclar un aceite incorrecto.

La oxidación, nitración y sulfatación se monitorean como evidencia de degradación, el deterioro de los lubricantes en un programa de monitoreo y diagnosticar el estado operativo de la máquina con base en las condiciones en el que se encuentra el aceite.

Este método se basa en la longitud de onda de absorción infrarroja que existen en las moléculas, el valor se refiere al número de ondas por centímetro a lo largo de la trayectoria de la misma, a diferencia de los espectrómetros de elementos los cuales se enfocan en los átomos. Mediante un análisis estadístico, el historial de mantenimiento o los resultados de

un equipo similar se pueden determinar los límites de estado aceptable. Dichos límites pueden ser de un mínimo o un valor límite para comparar con solo una medida realizada o también puede basarse en la velocidad de cambio de la tendencia de los resultados históricos.

Este método es empleado para contribuir en la determinación del estado general de la maquinaria, habiéndose diseñado como inspección simple de monitoreo del estado de lubricantes en servicio, por medio del cotejo de características visibles en el espectro infrarrojo como agua y la oxidación del aceite. Los datos infrarrojos generados por esta práctica no determinan el nivel de desgaste de metales, ni predice las propiedades lubricantes físicas, como viscosidad, número total de ácido, número de la base total, etc., por lo que es necesario realizar esta prueba en conjunto con otros métodos descritos.

f **ASTM D6595**

Este método de ensayo describe como determinar metales de desgaste y contaminantes en los lubricantes usados, por espectrometría de emisión atómica con electrodo de disco rotatorio, los metales de desgastes y contaminantes son evaporados y excitados por una descarga en arco controlada empleando la técnica de disco rotatorio, la energía radiante es captada y guardada por medio de un tubo fotomultiplicador, acoplado u otros detectores que identifican el elemento químico, los resultados dependen del tamaño de la partícula, debido a que las partículas grandes (5-10 μm) no se vaporizan totalmente durante la prueba, se pueden obtener resultados de menor cantidad para aquellos elementos con partículas grandes. Si se dispone de datos como referencia para su comparación, la variación de la concentración de un determinado metal de desgaste es un indicio del deterioro en sus primeras etapas; también se puede realizar el análisis para identificar la procedencia de los metales generados por desgaste y contaminantes, donde podemos determinar la presencia de sustancias extrañas en los lubricantes, como la tierra (Si) o el refrigerante (Na, K) que pueden causar el desgaste o la degradación del lubricante, sobre todo si el aumento es significativo. La identificación de los metales y su concentración permite establecer tendencias a lo largo del tiempo, dando pie a programar acciones proactivas para evitar fallas más graves o catastróficas.

Este método de ensayo es capaz de detectar y cuantificar los elementos resultantes del desgaste y contaminación, desde materiales disueltos hasta partículas de tamaño

aproximado de 10 μm , Los valores establecidos en unidades del SI son considerados como norma. Las unidades preferidas son mg/kg (ppm).

g ASTM D7647

Este método de prueba es una guía para la determinación de la concentración de partículas y la distribución del tamaño de las mismas en los lubricantes nuevos y en servicio, las partículas consideradas están en el rango de 4 μm a 200 μm , las partículas pasan a través de la celda de detección y crea una sombra sobre el fotodetector, la caída en el voltaje producido en el fotodetector es directamente proporcional al tamaño de la sombra y, por lo tanto, el tamaño de la partícula que pasa a través, estas partículas tienen un efecto perjudicial en el sistema, ya que provocan el desgaste de los componentes operativos y también aceleran la degradación del aceite, generalmente se originan a partir de diversas fuentes, como puede ser su origen dentro de un sistema de fluido operativo o la contaminación que puede ocurrir durante el almacenamiento y la manipulación de los lubricantes nuevos, lo cual puede provocar obstrucciones en los filtros.

El resultado del conteo de partículas nos ayuda a evaluar la capacidad del sistema de filtración, y así determinar si es necesario un dializado del lubricante para limpiar el fluido o ayudar en la decisión de cambio por una cantidad de lubricante nuevo; para medir con precisión los niveles de contaminación por partículas, es necesario desestimar los conteos de partículas aportados por la presencia de pequeños niveles de agua libre, este método incluye un proceso diluyente de enmascaramiento de agua distribuyéndolo finamente con lo que consigue un tamaño por debajo del nivel objetivo. Para determinar la contaminación presente en el sistema se debe utilizar una escala de referencia, la escala más utilizada es la ISO 4406.

h ISO 4406

Este es un estándar para medir y reportar niveles de contaminación en líquidos. Se utilizan tablas numéricas para establecer rangos de clasificación de las muestras analizadas, como se muestra en la Figura 8. Los resultados del recuento de partículas se representan mediante un código de tres dígitos:

- El primero corresponde al número total de partículas mayores de 4 μm por ml de líquido.

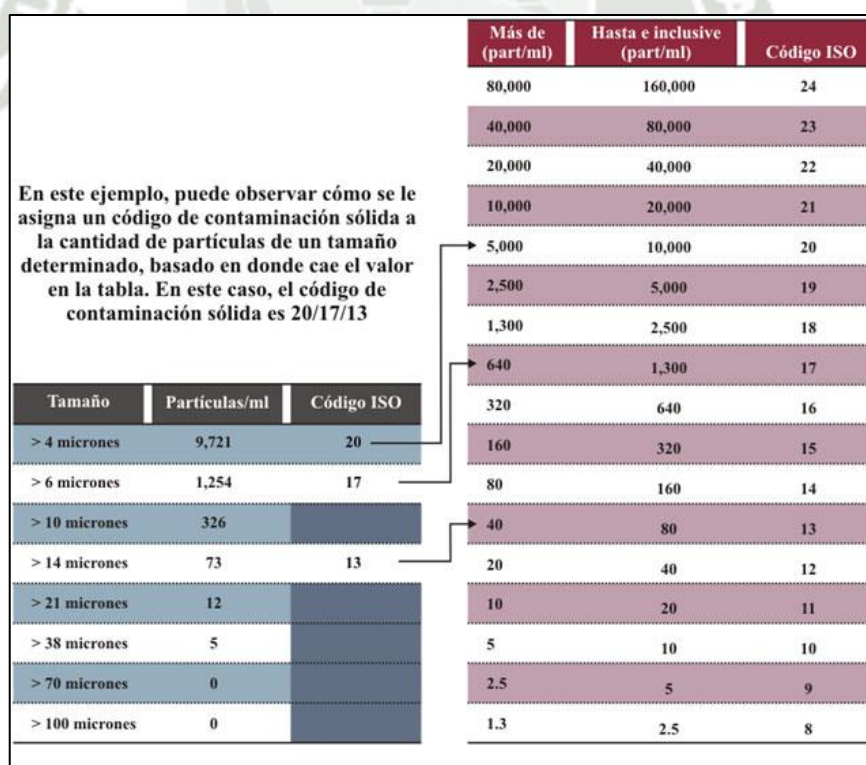
- El segundo corresponde al número total de partículas mayores de 6 um por ml de líquido.
- El tercero corresponde al número total de partículas mayores de 14 um por ml de líquido.

La norma especifica cómo se informan estos resultados. Este estándar contiene una tabla con códigos que representan la cantidad de partículas en 1 ml de muestra, asignados a diferentes rangos. Los resultados de la medición se clasifican de acuerdo al tamaño determinado, donde se determinan partículas de 6 micras o más y partículas de 14 micras o más. Con estos tamaños se puede determinar el código de tabla ISO 4406 para cada rango acumulativo como R6/R14 con solo dos dígitos.

Se puede informar completamente, pero generalmente no se usa cuando el código contiene R4 como tercer dígito. Esto corresponde a la cantidad acumulada de partículas de tamaño superior a 4 micrones como R4/R6/R14.

Figura 8

Asignación del Código de Contaminación



Nota. Noria Latín América, 2021

4.3 Otras consideraciones

Asimismo, se contempla que el Laboratorio de análisis de lubricantes, cumpla con los lineamientos de calidad necesarios para lograr la acreditación y certificación ISO 17025, un programa de seguridad y prevención de accidentes y un programa de calibración y mantenimiento de equipos, el logro de estos objetivos permitirá que el laboratorio de análisis de lubricantes a implementar sea competitivo a nivel regional, nacional e internacional.

a Certificación ISO 17025

La certificación de un laboratorio representa un reconocimiento formal de que este está calificado para realizar determinados ensayos u otros que han sido especificados por diversas autoridades. La certificación la otorga un organismo de acreditación reconocido tras una evaluación in situ de la capacidad técnica y del sistema de gestión de la calidad, llevada a cabo por evaluadores cualificados que garantizarán el logro de los requisitos técnicos de cada método, la expresión de la precisión de cada medición y los procedimientos de calibración. Hacerse acreedor de la certificación ISO 17025 aseguraría la aceptación de los resultados brindados por el laboratorio, fijar estándares mínimos de competencia en el mercado, establecer el nivel técnico específico del laboratorio, conocer y alcanzar los requerimientos regulatorios.

La obtención de la acreditación se centra en el cumplimiento de requisitos administrativos y técnicos; los administrativos engloban la delegación de cargos, manejo de documentación, aspectos económicos, entre otros, manteniendo un enfoque interdisciplinario, mientras que los requisitos técnicos comprenden nueve factores determinantes para la confiabilidad y exactitud de las pruebas realizadas en un laboratorio; siendo estos el personal, el local y escenarios ambientales, los métodos de ensayo y calibración y validación de los métodos, equipos, trazabilidad de la medición, muestreo, manejo de ítems de ensayo, calidad de los resultados de ensayo e informa de resultados.

Se debe asegurar la competencia del personal del laboratorio que realice pruebas o calibraciones, opere equipo específico y evalúe y firme los informes realizados, además, la iluminación, disposición, condiciones ambientales, entre otros criterios del laboratorio, deben favorecer la adecuada ejecución de los análisis, asegurándose de que los resultados no se vean afectados, debido a que esto invalidaría las pruebas.

El laboratorio debe asegurar el correcto muestreo, manejo, preparación, transporte y almacenamiento de los elementos a ser analizados, asegurando el correcto método de ensayo, calibración y validación del mismo, considerando una estimación de la incertidumbre, además, se debe facilitar al personal y mantener en vigencia, las instrucciones respecto al manejo de los equipos y acerca de la preparación de materiales para las pruebas. Respecto a la selección de los métodos a emplear, para asegurar el uso de la edición más reciente de la norma, el laboratorio debe usar los métodos reconocidos por organizaciones técnicas.

En cuanto a los equipos, antes de ser usados, estos deben ser calibrados y verificados, asegurando que cumplan con los requisitos establecidos por el laboratorio, además, este debe contar con un historial del registro de cada equipo, en el que se especifique el código del equipo, nombre del fabricante, reparaciones realizadas, fecha y detalle de la última calibración y actividades de mantenimiento. Respecto a la trazabilidad de la medición, se debe contar con un programa que brinde mediciones trazables al Sistema Internacional, mediante una constante natural o un patrón primario, o en su defecto, ser medidos por materiales de referencia certificada.

El laboratorio debe contar con los procedimientos de muestreo establecidos y accesibles en el lugar donde se realizarán, considerando los factores controlados y un registro de las operaciones y datos del muestreo, el cual deberá comprender los datos del ejecutante, las condiciones ambientales, procedimientos de muestreo, diagramas u otros datos considerados necesarios para la identificación del lugar del muestreo. Asimismo, deberá contar con procedimientos establecidos para la admisión, manipulación, transporte, almacenamiento y disposición de las muestras, acompañado de un sistema de identificación de estas, que evite, durante el proceso de recepción, la confusión física. Los resultados generados en el laboratorio deben contar con un procedimiento de control de calidad, detectando tendencias en los resultados mediante el registro de estos, este control debe emplear:

- Materiales certificados.
- Reevaluación de muestras aleatorias empleando el mismo o diferente método.
- Correlación de resultados en características diferenciadas de muestra.
- Comparativo de programas de ensayos.

El laboratorio debe presentar al cliente los resultados obtenidos de manera clara, exacta y objetiva mediante un informe que contenga título, razón social y dirección del laboratorio donde ejecutaron las pruebas, identificación y domicilio del cliente, código numeral del informe, fecha de admisión de la muestra, identificación y descripción del estado de la muestra, identificación del método empleado, detalle del muestreo y procedimientos realizados, resultados con unidades de medición, nombre, cargo y firmas de los responsables del informe y adjunto certificado de calibración del equipo empleado para el análisis.

b Seguridad y Prevención de Accidentes

Debido a que en los laboratorios se cuenta con la presencia de equipos, instrumentos, materiales, muestras y reactivos que podrían representar un peligro, se precisa el desarrollo de un plan de seguridad basado en la normativa NTC OHSAS 18002, el cual comprenderá la matriz IPERC (Identificación de peligros, evaluación de riesgos y controles) a tal efecto se considerará el plano del laboratorio, el diagrama de flujo de los procesos, el inventario de materiales peligrosos y los aspectos ambientales del lugar de trabajo. Dicho plan tendrá como propósito la eliminación de los peligros o en su defecto, la disminución del impacto de este mediante el uso de EPP (elementos de protección personal).

Habiendo identificado los procedimientos del laboratorio de análisis de lubricantes, se reconoce como riesgo latente la emanación de gases inflamables y pruebas que requieren el manejo de altas temperaturas. Se debe mantener el área de trabajo ventilada y alejar las fuentes de calor de los lubricantes, debido a que estos son inflamables bajo ciertos escenarios como la temperatura y concentración de gases, así como roperos adecuados y libres de equipos electrónicos para el almacenamiento de materiales inflamables, asimismo, se debe implementar la señalización correspondiente en las áreas del laboratorio que presenten riesgo de incendio y extintores certificados y señalizados.

El laboratorio debe disponer de áreas ordenadas, seguras, con el tamaño adecuado, con superficies impermeables y facilidad de manipulación para el correcto almacenamiento de lubricantes, rotulando los contenedores y evitando el acarreo de estos. Es vital mantener el adecuado manejo de los lubricantes, esto se logrará evitando el contacto directo de los lubricantes con la piel y vestimenta, evitando el consumo de bebidas o alimentos en el laboratorio, además de quedar prohibido fumar en las instalaciones por el riesgo de fugas de gases inflamables y derrames de combustibles o lubricantes que puedan provocar un

incendio. Asimismo, mantener los contenedores de productos cerrados, de preferencia en su envase original, de lo contrario, emplear envases especiales para productos químicos con su respectivo rotulado.

Es importante capacitar al personal del laboratorio respecto a primeros auxilios necesarios en situaciones de peligro, dado que estos son los que tendrán presencia inmediata en el lugar de los hechos para socorrer a sus compañeros o a ellos mismos. En caso de inhalación de gases tóxicos; respirar aire fresco de manera natural o de ser necesario emplear instrumentos como ayuda o la práctica de respiración boca a boca, en el caso de que el lubricante entre en contacto con los ojos; estos deben ser lavados con abundante agua durante ocho minutos como mínimo y de considerarse necesario aplicar un colirio en los ojos o asistir a un oculista, en el caso de ingerir el lubricante; beba abundante agua potable, evitando provocar el vómito, si el lubricante entra en contacto directo con la piel, de inmediato debe lavarse con abundante agua y si el lubricante se impregnó en la vestimenta; esta debe ser reemplazada por ropa limpia.

Los lineamientos para la manipulación y conservación de las muestras de lubricantes y sus reactivos, son parte fundamental del programa de seguridad para el laboratorio, los cuales deben considerar medidas regulatorias que eviten afección de los resultados finales por descomposición o contaminación de las muestras o reactivos, para ello se seguirán las recomendaciones de las normas ASTM consideradas para cada análisis, además de evitar mezclar los residuos de reactivos, evitar la concentración de los vapores a niveles inflamables, extraer los gases tóxicos al realizar procedimientos que emanen vapores mediante la implementación de una campana extractora, hacer uso de EPP que protejan la piel y los ojos del contacto de las muestras o reactivos.

Adicionalmente, se precisa contar con un adecuado sistema de manejo y disposición final de desechos peligrosos resultantes de las actividades realizadas en el laboratorio de análisis de lubricantes, para ello se contemplará la implementación de la cantidad, color, tamaño y material adecuado de contenedores de acuerdo al tipo de desecho, así como la segregación de los residuos peligrosos de acuerdo al grado de riesgo que representan; riesgo mínimo, riesgo leve como arsénico, azufre y fósforo en el caso de los residuos inorgánicos y azúcares, aminas, alcoholes y glicoles en el caso de los orgánicos, riesgo moderado como fosfatos, haluros y sulfatos en el caso de los residuos inorgánicos y aldehídos, ésteres e hidrocarburos en el caso de los orgánicos, riesgo alto como aminas y nitratos en el caso de

los residuos inorgánicos y cetonas, éteres y halogenados en el caso de orgánicos y riesgo extremo como hidruros y metales alejados del agua en el caso de los residuos inorgánicos y nitrilos y sulfuros en el caso de lo orgánico.

c Calibración y Mantenimiento de Equipos

Dado que la fidelidad de los resultados depende del adecuado funcionamiento de los equipos empleados para el análisis de lubricantes, es preciso contar con plan de calibración y un plan de mantenimiento para estos equipos, este último se efectuará conforme a las descripciones del fabricante, para lo cual se considerará el detalle de las actividades a realizar, el responsable y su periodicidad, con la finalidad de prevenir fallos en equipos o en su defecto, corregir averías, asimismo, se deberá generar un registro de las actividades de mantenimiento como revisiones o comprobaciones, limpieza, cambios y reposición de insumos fungibles.

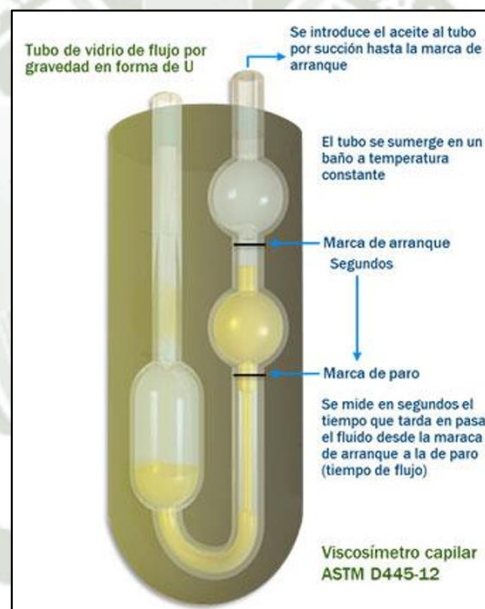
Respecto a las actividades y procedimientos a emplear en el plan de calibración, los parámetros deberán detallarse especificando la clase, tipo, referencia o especificación y periodicidad. Es recomendable comprobar, por lo menos mensualmente, la ausencia de defectos en el funcionamiento de los equipos, asimismo, recalcar la diferencia entre las calibraciones programadas y las realizadas durante la ejecución del análisis. La periodicidad de las calibraciones estará definida por el nivel de uso del equipo, recomendaciones del fabricante, la trascendencia de los resultados y los resultados de las calibraciones anteriores. Adicionalmente, es recomendable evaluar la incertidumbre con la que cuenta un equipo antes de emplearlo para un análisis mediante referencias o patrones de calibración.

4.4 Requerimiento de equipos para el análisis de lubricantes

A continuación, seleccionamos los equipos más idóneos para determinar las características fisicoquímicas importantes que determinarían la condición de lubricación de la maquinaria en un proceso de mantenimiento, otorgando un enfoque de interpretación sistemático basado en tres categorías, salud, contaminación y desgaste (SACODE), dando lugar a escenarios de diagnóstico y tendencia más fáciles de entender y así simplificar el proceso de toma de decisiones conforme avanza la interpretación y diagnóstico de la condición de la maquinaria.

a Viscosímetro automático; Nanbei, SYD-265H

La viscosidad puede ser definida por el grado en que un líquido resiste una tendencia a fluir. Este equipo proporciona un rendimiento alto en pruebas de viscosidad, brindando resultados de manera más rápida con 1 ml de muestra o menos. Su desarrollo fue inicialmente para instalaciones de mezcla de lubricantes y laboratorios de investigación; además tiene la aprobación de la norma ASTM D 7279. El término “Houillon” hace referencia al tubo capilar específico utilizado para medir la viscosidad. Además, el principio que posee este equipo es el del enfoque de flujo recto, el cual requiere menos de 1 ml de muestra, es por ello que se acelera el calentamiento y el tiempo de análisis.


Figura 9*Viscosímetro Capilar con Tubo en Forma de U*

Nota. Noria Latín América, 2021

Debido a que la muestra fluye mediante los puntos de detección una sola vez, el método Houillon es ideal tanto para muestras transparentes como opacas, el tiempo de ejecución promedio de este viscosímetro es de 5 minutos brindando resultados con la precisión de la norma ASTM D 445, los usuarios pueden monitorear hasta en 4 baños. Posteriormente en la base de datos se observan y se guardan los datos, por si se quiere imprimir.

Tabla 20

Ficha Técnica del Viscosímetro

| FICHA TÉCNICA DE VISCOSÍMETRO AUTOMATIZADO | |
|---|---|
| MARCA NANBEI - MODELO SYD-265H DE 4 CAPILARES | |
| Especificaciones | |
| Dimensiones | 53 cm x 40 cm x 67 cm |
| Exactitud | ASTM D 445 |
| Métodos estándar | ASTM D 7279-14A |
| Rango de viscosidad | De 0,3 a 6000 cSt (mm ² /s) hasta 100 °C |
| Volumen de baño | 20 L |
| Estabilidad de la temperatura del baño | 0.01 °C |
| Volumen de muestra | 0.1 ml |
| Precisión de temporización | 0.01 s |
| Tiempo de prueba | 5 min por análisis |
| Requerimientos | |
| Requerimientos eléctricos | AC(220 +- 10%) V , 50 Hz |
| Rango de temperatura ambiente | 0-100 °C |
| Humedad | 95% sin condensación |
| Imagen | |
| <p>NANBEI®</p>  | |

Nota. Cotización de Noetec Científica S.A.

b Titulador automático; Nanbei, Ti-40

Este equipo determina el total de la base de ácido y el número de productos petrolíferos por valoración potenciométrica con alta precisión, cumpliendo con la Norma ASTM D2896 y la Norma ASTM D664. Dispone de calibración automática de dos puntos y de estandarización para el valorador automático (offset cero). El dispositivo tiene una función de corrección de la temperatura y puede mostrar el pH y mV de la muestra, acepta una amplia gama de electrodos. Los tubos de teflón, la válvula revestida de teflón y la bureta hermética a los gases con un émbolo de teflón constituyen el recorrido del líquido. Para cualquier análisis delicado, genera un sistema químicamente inerte. El dispositivo viene con un agitador vórtex de alta velocidad con indicador digital de velocidad.

Este método se puede utilizar para medir tanto AN como SAN. En la preparación, se disuelve una mezcla de tolueno, alcohol isopropílico y agua en la muestra. Luego, el hidróxido de potasio se titula en la solución usando una bureta. La salida del potenciómetro se controla mientras se titula el KOH en la solución. Si la inflexión es indistinguible, el potencial de amortiguación se considerará como el AN. El punto de inflexión se usa comúnmente en aceite nuevo; sin embargo, para los aceites usados, la inflexión puede volverse indistinguible, requiriendo el uso del potencial amortiguador como punto final según Noria Latín América (2021).

Figura 10


Formación Gradual de Compuestos Ácidos en el Tiempo



Nota. <https://esp.reliabilityconnect.com/wp-content/uploads/numero4.png>

Tabla 21

Ficha Técnica del Titulador

| TITULADOR AUTOMÁTICO POTENCIOMÉTRICO | |
|---|---------------------------------------|
| NANBEI – MODELO Ti-40 | |
| Especificaciones | |
| Dimensiones | 34 cm x 40 cm x 40 cm |
| Peso | 10 kg |
| Rango de medición | ± 0.3 mV ± 1 bit |
| Precisión | pH: ± 0.01 pH; mV: ± 0.03 %FS |
| Resultados | % Ensayo (peso); % volumen (ml) |
| Resolución | 1/10000 |
| Capacidad | 30 s por análisis |
| Requerimientos | |
| Temperatura | 5.0~105.0 °C |
| Humedad relativa | ≤ 80 % |
| Alimentación | 100~240 V |
| Frecuencia | 50/60 Hz |
| Imagen | |
|  | |

Nota. Cotización de Noetec Científica S.A.

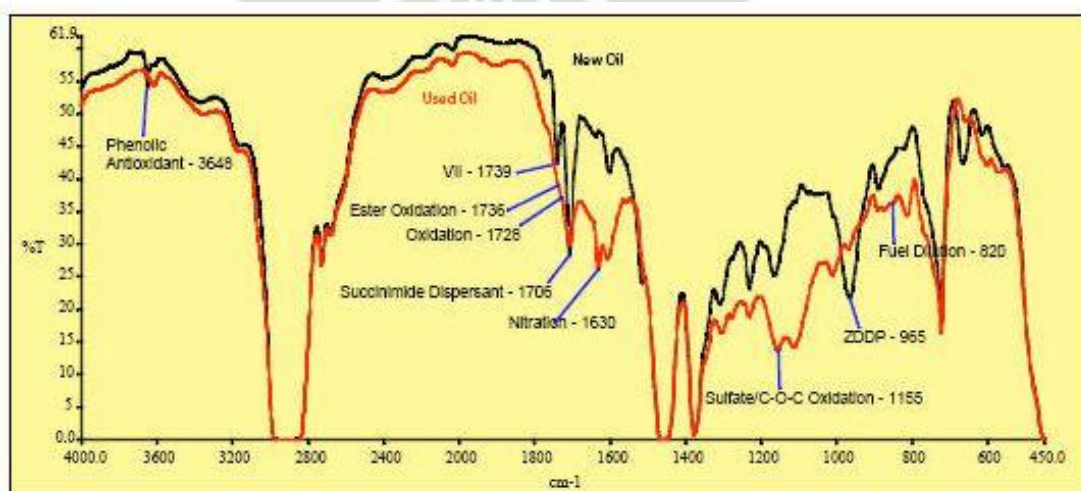
c Espectrómetro FTIR; Nanbei, 650T

Este equipo está exclusivamente fabricado para el análisis molecular de aceite lubricante, cumple el propósito de definir cuál es la degradación y la contaminación del aceite. Además, de acuerdo con las normas ASTM E2412, este ha sido desarrollado y optimizado para programas de mantenimiento predictivo, ayuda en la determinación más eficiente de oxidación, nitración, sulfatación, agua, glicol, dilución de combustible y hollín. Es importante mencionar que la huella infrarroja es única y lo posee cada compuesto, utilizando este tipo de equipo se logran monitorear los puntos clave de un lubricante específico en el espectro.

Comúnmente estas huellas son contaminantes comunes y subproductos de degradación únicos para un lubricante en particular. Este análisis molecular de lubricante y líquidos hidráulicos por espectroscopia FTIR brinda una información directa en especies moleculares de interés, incluso de aditivos. Se compara el espectro infrarrojo de aceites usados con la base del espectro. Son cuantificables las diferencias en espectro IR. Además, los niveles de subproductos de sulfato, nitración y oxidación son reportados junto con el hollín, agua, y glicol. El tener un software incluido en este equipo también le permite la evaluación del nivel de agotamiento de los aditivos en los aceites lubricantes usados. No solo ello, además proporciona un análisis cuantitativo de TBN (en mg de KOH / g) para los aceites de motor.

Figura 11


Espectro de Onda Molecular de Dos Tipos de Lubricantes



Nota. <https://reliabilityweb.com/media-library/>

Tabla 22

Ficha Técnica del Espectrómetro FTIR

| ESPECTRÓMETRO IR DE TRANSFORMADAS DE FOURIER MARCA NANBEI – 650T | |
|--|---|
| Especificaciones | |
| Dimensiones | 22 cm x 30 cm x 12.5 cm |
| Peso | 7 kg |
| Precisión de frecuencia | 1 cm ⁻¹ |
| Rango espectral | 7800 - 350 cm ⁻¹ |
| Relación de señal/ruido | 30000:1 |
| Fuente de luz | IR refrigerada por aire de larga duración |
| Detector | Piro eléctrico |
| Fidelidad de transmisión | Alta |
| Capacidad | 2.5 min por análisis |
| Requerimientos | |
| Requerimientos eléctricos | 110-220 VAC, 50-60 Hz |
| Temperatura de funcionamiento | 0 a 50 °C |
| Temperatura de almacenamiento | -30 a 60 °C |
| Humedad | 95% sin condensación |
| Imagen | |
|  | |

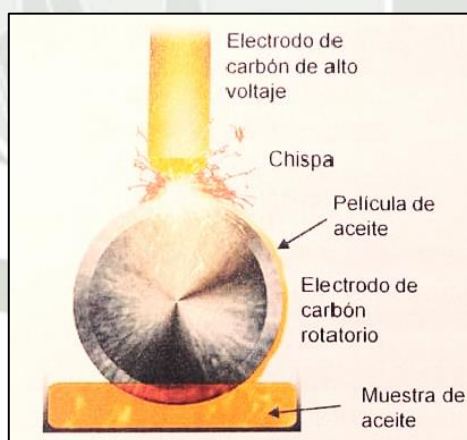
Nota. Cotización de Noetec Científica S.A.

d **Espectrómetro de emisión de chispa; Kaycan Instruments, KN 6595**

Espectrómetro de emisión atómica de electrodo de disco rotatorio KN-6595 (ROE - AES) que es capaz de probar directamente el contenido de varios elementos metálicos en muestras líquidas, como aceite lubricante, aceite hidráulico, aceite combustible, etc., y terminar el análisis de varios elementos con una sola inyección con una sola inyección en 2 minutos. No se necesitan pretratamientos de muestra, gas auxiliar o agua de refrigeración antes y durante el funcionamiento del instrumento. Debido a la gran adaptabilidad al medio ambiente, este instrumento puede operarse en un buque de guerra o en el campo. El instrumento se ajusta al método de prueba estándar ASTM D6595 para la determinación de metales de desgaste y contaminantes en aceites lubricantes usados o fluidos hidráulicos usados mediante espectrometría de emisión atómica con electrodo de disco giratorio y al método de prueba estándar ASTM D6728 para la determinación de contaminantes en turbinas de gas y combustible de motores diésel mediante espectrometría de emisión atómica con electrodo de disco giratorio.

Figura 12

Sistema de Espectrómetro por Electrodo y Disco Rotatorio



Nota. Noria Latín América, 2021

El arco o chispa generado por la descarga del sistema de excitación actúa directamente sobre la muestra de aceite a probar, y los electrones externos del elemento son excitados para generar líneas espectrales características. El electrodo de disco de grafito gira continuamente para llevar el aceite entre los contra electrodos. Hay una gran diferencia de potencial entre el electrodo de disco de grafito y el electrodo de varilla. Cuando la diferencia de potencial entre los electrodos alcanza el estado de descarga, se produce una descarga de

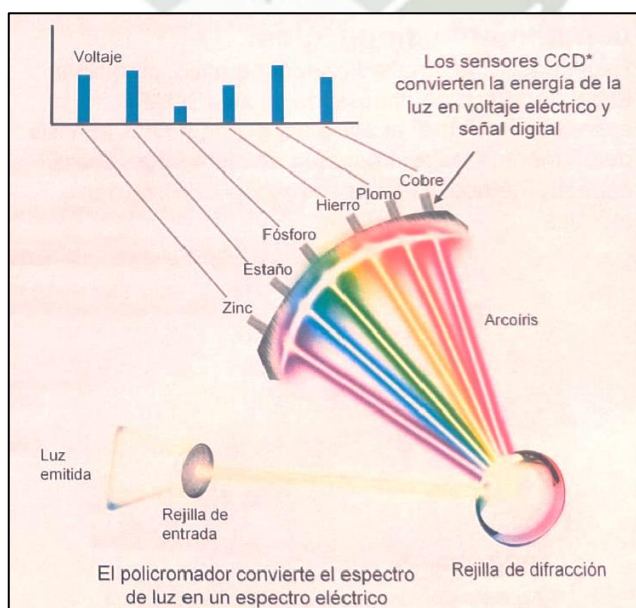
alto voltaje en el espacio entre los contra electrodos, generando un arco o chispa, proporcionando una temperatura alta instantánea, que hace que la muestra de aceite en el electrodo del disco se quemé y la muestra de aceite se quemará, vaporizará y plasmalizará. La alta temperatura instantánea en el espacio de descarga, puede excitar completamente varios elementos en la muestra de aceite y produce muchos espectros de emisión estables. La señal espectral se introduce de forma flexible en el sistema espectroscópico de círculo de Roland a través de la fibra óptica UV.

El sistema óptico utiliza la rejilla del círculo de Roland para recoger y dividir las líneas espectrales características de los elementos excitados (cuanto mayor sea la distancia focal, más líneas de rejilla estarán disponibles; y cuanto mayor sea la resolución, mejor será el efecto espectroscópico); el detector recibe y convierte fotoeléctricamente todas las líneas espectrales características.

El sistema de lectura lee periódicamente las cargas en el detector y las convierte en señales digitales, incluida la intensidad de las líneas espectrales características de los elementos, dado que la intensidad es proporcional a la concentración del elemento, el sistema de lectura utiliza el método estándar externo para analizar, procesar y generar los datos para obtener el contenido de los elementos detectados.

Figura 13

Espectro de Onda Atómica de un Lubricante Usado



Nota. Noria Latín América, 2021

Tabla 23

Ficha Técnica del Espectrómetro

| ESPECTRÓMETRO DE EMISIÓN DE CHISPA POR ARCO ROTATORIO | |
|--|---|
| MARCA KAYCAN INSTRUMENTS - MODELO KN 6595 | |
| Especificaciones | |
| Dimensiones | 1.040 m x 0.46 m x 0.7 m |
| Peso | 125 kg |
| Exactitud | Un estándar de 2,0 ppm y una garantía de 0,35 unidades de absorbencia |
| Detector | Detector CCD de alto rendimiento, con 3,648 píxeles |
| Fuente de luz | Fuente de luz alto rendimiento, encendido 14,000 V |
| Sistema óptico | Pashen-Runge, estructura óptica circular de Roland |
| Distancia focal | focal de Roland: 500 mm |
| Rango espectral | 190 um - 900 um |
| Longitud de onda corta | 200 um - 470 um |
| Longitud de onda larga | 470 um - 800 um |
| Resolución óptica | 0.006 um |
| Tiempo de prueba | 40 s por análisis |
| Requerimientos | |
| Requerimientos eléctricos | Corriente 220 V +/-10% 50/60 Hz. |
| Temperatura de funcionamiento | 15 °C a 35 °C con un incremento máximo de 5 °C por hora. |
| Humedad relativa | De un rango de 0% a un 90%. |
| Potencia consumida | <1 kW |
| Ventilación | Sistema de extracción requerido para remover productos de combustión. Flujo aproximado de aire 440 a 510 m ³ /s a una altura de 1.80 m sobre quemador. |

Imagen



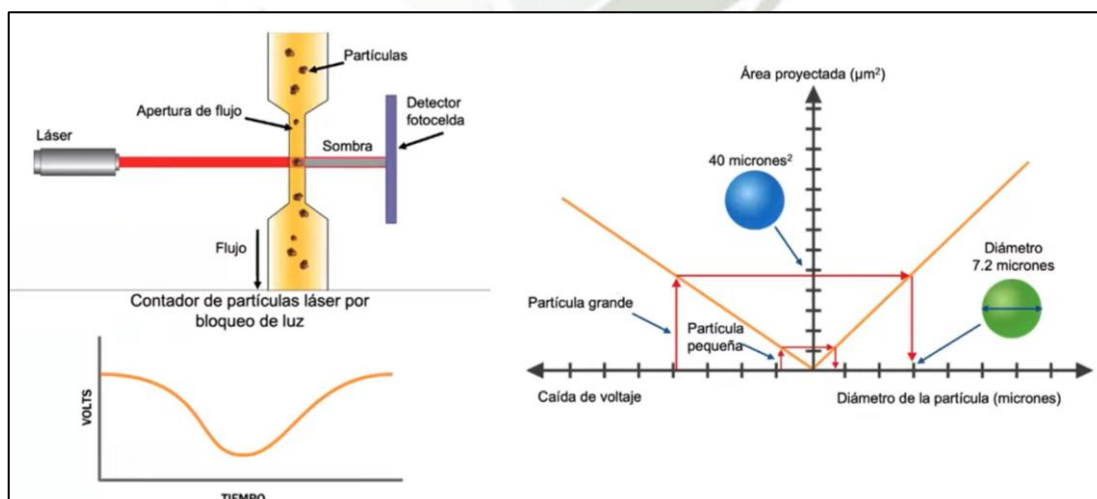
Nota. Cotización de Noetec Científica S.A.

e Contador de partículas; Nanbei, NBP50

El contador de partículas de aceite lubricante portátil NBP50 está hecho según el principio de extinción de la luz (o bloqueo de la luz) y se utiliza para detectar el tamaño y la cantidad de partículas sólidas en el líquido. El contador de partículas se aplica ampliamente en la industria para detectar la contaminación de partículas sólidas para el aceite hidráulico, aceite lubricante, aceite del transformador (aceite aislante), el aceite del turbogenerador (aceite de la turbina), aceite de engranajes, aceite del motor, combustible para aviones y aceite hidráulico a base de agua.

Figura 14

Conteo Automático por Láser y Bloqueo de Luz



Nota. Noria Latín América, 2021

Tabla 24

Ficha Técnica del Contador de Partículas

| CONTADOR DE PARTÍCULAS LÁSER MULTICANAL | |
|---|---|
| MARCA NANBEI - MODELO NBP50 | |
| Especificaciones | |
| Dimensiones | 36.5 cm x 29.5 cm x 17 cm |
| Peso | 5.5 kg |
| Salida | Recuento de partículas ferrosas, agua (ppm) |
| Rango analítico estándar | 0.8 μ m - 4 μ m |
| Exactitud | 1-500 μ m |
| Volumen de muestra | 1-999 ml |
| Resolución | 10 % |
| Viscosidad de detección | <100 cSt |
| Tiempo de procesamiento | 5-80 ml/min |
| Requerimientos | |
| Requerimientos eléctricos | DC12 V |
| Temperatura de funcionamiento | 0 a 80 °C temperatura ambiente |
| Humedad relativa | 10-80 % sin condensación |
| Imagen | |
|  | |

Nota. Cotización de Noetec Científica S.A.

f Cantidad de equipos necesarios

Para hallar el requerimiento cuantitativo de equipos se toma en cuenta que el laboratorio estaría laborando por un año, el cual está dividido en 52 semanas donde correspondería 6 días laborables con un turno por día de 8 horas seguidas. Posteriormente, se toma como base la capacidad de procesamiento de cada equipo identificado en su ficha técnica, para así obtener la capacidad de procesar las muestras por día y año, y así proceder con la comparación acorde a la demanda anual proyectada para el año 2026 de 27.479 muestras, obtenidas de la Tabla 18.

Tabla 25

Cantidad de Equipos Necesarios por Capacidad de Procesamiento

| Equipo | Ficha técnica | Capacidad de muestra/hora | Capacidad de muestra/día (8 horas) | Capacidad de procesamiento anual (312 días) | Cantidad de equipos |
|---|--------------------|---------------------------|------------------------------------|---|---------------------|
| Viscosímetro Automático Nanbei | 5 min / análisis | 40 | 320 | 99,840 | 1 |
| Titulador Automático Nanbei | 30 s / análisis | 100 | 800 | 249,600 | 1 |
| Espectrómetro FTIR Nanbei | 2.5 min / análisis | 20 | 160 | 49,920 | 1 |
| Espectrómetro de emisión de chispa Kaycan Instruments | 40 s / análisis | 75 | 600 | 187,200 | 1 |
| Contador de Partículas Nanbei | 5-80 ml / min | 50 | 400 | 124,800 | 1 |
| Total | | | | | 5 |

Nota. Cotización de Noetec Científica S.A.

La capacidad para el laboratorio se basa en cumplir la demanda proyectada, por lo que, según la capacidad de procesamiento de cada equipo, se debe indicar que el equipo espectrómetro FTIR será el más lento, por lo que, si el flujo de trabajo de procesamiento de muestras aumenta por encima de su capacidad, sería necesario adquirir un equipo más para cumplir con la demanda proyectada.

4.5 Requerimiento de equipos auxiliares

a Campana extractora SOLE 3120TURE86CO

Este equipo es diseñado para asegurar la calidad de aire en ambientes cerrados mediante la extracción de sustancias generadas por combustión, como humo o vapores, que pueden ser perjudiciales para el bienestar de quienes ocupan el espacio, pudiendo limitar la operatividad de estos o peor aún, poner en riesgo la salud de estos.

Tabla 26

Ficha Técnica de la Campana Extractora

| CAMPANA EXTRACTORA MARCA SOLE - MODELO 3120TURE86CO | |
|--|--------------------------|
| Especificaciones | |
| Dimensiones | 0.9 m x 1.11 m x 0.5 m |
| Peso | 10.7 kg |
| Material | Acero inoxidable |
| Capacidad de succión | 800 m ³ /h |
| Filtro | Acero inoxidable, carbón |
| Requerimientos | |
| Requerimientos eléctricos | 220 V |
| Potencia consumida | 281 kW |
| Imagen | |
|  | |

Nota. <https://sodimac.falabella.com.pe/>

b Laptop HP 15-DA0029LA

Este equipo ha sido diseñado considerando para innovar no solo en el aspecto estético como las puntas redondeadas y bordes biselados, sino también en el ámbito técnico, al considerar el desgaste del trabajo de oficina y de campo, con una pantalla fabricada para resistir impactos debido a su material de Gorilla Glass, teclado con resistencia a derrames, sistema de enfriamiento potenciado para evitar el sobrecalentamiento, batería de larga duración para asegurar el funcionamiento continuo de manera inalámbrica y variedad de puertos (A/V, USB y Ethernet) que aseguran la conexión y compatibilidad con otros equipos.

Tabla 27

Ficha Técnica Laptop

| LAPTOP HP 15-DA0029LA | |
|------------------------------|--|
| Especificaciones | |
| Dimensiones | 37.53 cm x 24.61 cm x 2.26 cm |
| Peso | 1.91 kg |
| Color | Gris |
| Uso | Oficina |
| Pantalla | Tipo: Pantalla con retroiluminación WLED HD SVA BrightView Tamaño: 15.6" Resolución: 1366 x 768 |
| Procesador | Número Intel® Core™ i5-8250U Velocidad de reloj: 1.6 GHz hasta 3,4 con tecnología Intel® Turbo Boost Caché: 6 MB L3 Núcleos: QuadCore |
| Memoria | Tamaño: 8 GBde SDRAM DDR4-2133 (1 x 8 GB) |
| Almacenamiento | Disco duro interno (HDD): 1 TB (SATA), 5400 RPM Disco duro sólido (SSD): No |
| Tarjeta de video | Nvidia Geforce MX 110 (2 GB GDDR5 Dedicada) |

| | |
|--|--|
| Puertos | USB 2.0 x 1; USB 3.1 x 2; RJ45 x 1; HDMI x 1 |
| Lector de tarjeta de memoria | 1 (SD multiformato) |
| Cámara web | Cámara web HP con micrófono digital integrado |
| Audio | 2 altavoces |
| Comunicación | Red: 10/100/1,000 mb/s LAN Conexión inalámbrica: Combinación de 802.11a/b/g/n y Bluetooth® |
| Sistema operativo | FreeDos (Español) |
| Batería | Iones de litio de 3 celdas |
| Teclado | Tipo: Isla con teclado numérico Idioma: Español |
| Adicional | Fuente de alimentación: Adaptador de CA de 65 W Gestión de seguridad: Ranura para candado Kensington MicroSaver® |
| Imagen | |
|  | |

Nota. www.hp.com/pe-es/shop/laptops.html

c **Impresora Multifunción XEROX WorkCentre 6400XF**

Esta máquina integra perfectamente funciones de impresión, escáner, fax y copia, y añade funciones de gestión racionales que simplifican el trabajo de las oficinas con mucho volumen, diseñada para grandes grupos de trabajo, por su avanzada capacidad de conexión en red y por la gran velocidad de impresión, además, facilita de las funciones de copia, escaneado y fax aun cuando está imprimiendo otros documentos. Cuenta con programadores

internos capaces de crear aplicaciones de servidor a media con acceso desde la pantalla táctil, la función “escaneado a buzón”, la cual permite guardar los documentos escaneados en una carpeta pública o privada, la posibilidad de guardar los documentos impresos más frecuentemente y convertir los documentos impresos en formato PDF.

Tabla 28

Ficha Técnica de Impresora

| IMPRESORA MULTIFUNCIÓN XEROX WORKCENTRE 6400XF | |
|---|---|
| Especificaciones | |
| Dimensiones | 100.8 cm × 67.3 cm × 116.9 cm |
| Peso | 110 kg |
| Nivel de ruido | En impresión: 56.8 dB(A). En reposo: 37.3 dB(A). |
| Potencia sonora | En impresión: 7.294 B. En reposo: 5.106 B |
| Velocidad | Hasta 30 ppm en color, 35 ppm en b/n (A4) |
| Capacidad | Hasta 120,000 páginas mensuales |
| Contabilidad | Contabilidad basada en trabajos, Contabilidad de serie de Xerox® (Xerox® Standard Accounting) |
| Imprimir | |
| Impresión de la primera página | En solo 16 segundos |
| Resolución de impresión | Hasta 2,400 × 600 ppp |
| Procesador/Memoria | 800 MHz / 1 GB más 80 GB de disco duro |
| Lenguajes de descripción de página | PCL® 5c, PCL 6, Adobe® PostScript® 3™, PDF 1.6, TIFF, JPEG |
| Capacidad de conexión | USB 2.0 (solo para impresión), Ethernet 10/100/1000, Base-TX, IPv4 e IPv6 |
| Copia | |
| Resolución de copia | 600 x 600 ppp |

| | |
|--|---|
| Funciones de copia | Impresión a doble cara automática, Clasificación, Reducción y ampliación del 25 al 400 %, Aclarar y oscurecer, Creación de folletos, Portadas, Inserciones, Anotaciones, Sellado Bates, Separadores de transparencias, varias páginas en una, Composición de trabajos, Copia de muestra, Almacenamiento de configuración de copia |
| Escáner | |
| Destino del material escaneado | Escaneado a buzón, Escaneado a correo electrónico, Escaneado a archivo, Escaneado a destino predefinido |
| Funciones de escaneado | Hasta 600 × 600 ppp, Formatos de ficheros: PDF, PDF con capacidad de búsqueda de texto, TIFF, TIFF de varias páginas, JPEG, Xerox® Scan to PC Desktop® SE Personal Edition (incluye una licencia de PaperPort® SE, OmniPage® SE, Image Retriever) |
| Requerimientos | |
| Temperatura | En funcionamiento: de 10 a 32 °C. Almacenamiento: de -20 a 40 °C |
| Humedad relativa | En funcionamiento: del 15 al 85 % Almacenamiento: del 10 al 95 % |
| Eléctricos | Alimentación: 220-240 VCA, 50/60 Hz. Consumo eléctrico: En reposo: 161 W. Impresión: 802 W. Modo de ahorro: 26 W. |
| Imagen | |
|  | |

Nota. Cotización de Xerox

4.6 Requerimientos de personal y suministros

En lo concerniente a los requerimientos para el funcionamiento del laboratorio de análisis de lubricantes, se consideran los requerimientos de la mano de obra, materiales y utensilios para el laboratorio, equipos de protección del personal, mobiliario y servicios públicos.

a Requerimiento de Mano de Obra

En cuanto a la mano de obra, cuya característica principal es la intervención directa en el servicio de análisis, se considera el requerimiento con relación a técnicos de laboratorio según la proyección anual de la Tabla 18, dicho personal estaría a cargo de la ejecución de los procedimientos según normas previstas y el análisis de los resultados de las muestras de los lubricantes usados o nuevos según sea el caso.

Tabla 29

Requerimiento de Personal Técnico

| Equipo de Trabajo | 2024 | 2025 | 2026 |
|--|----------|----------|----------|
| Proyección de demanda anual (260 días hábiles) | 16,772 | 21,468 | 27,479 |
| Proyección de demanda diaria | 54 | 69 | 88 |
| Capacidad de procesamiento de muestras (1 técnico) | 24 | 24 | 24 |
| Técnicos de laboratorio necesarios | 2 | 3 | 4 |

El cálculo de técnicos de laboratorio se alinea al tiempo total necesario para realizar todas las pruebas de una sola muestra haciendo uso de los equipos seleccionados, identificando la capacidad de procesamiento de muestra de cada equipo, obtenemos un tiempo de 20 min para realizar todas las pruebas que intervienen en el análisis del lubricante en total, considerando el tiempo de manipulación por parte del técnico serían 24 muestras analizadas por un solo técnico en 8 horas de labor diaria.

Por otro lado, también existe mano de obra requerida en cuanto a no tener presencia o conexión directa en la prestación del servicio, puesto que es complejo cuantificar su labor por cada análisis de muestra, siendo referente a los miembros que cumplen funciones de gerencia y apoyo, específicamente en áreas administrativas y logísticas, siendo necesarias

en la planificación y programación de otros requerimientos de insumos y accesorios necesarios para conseguir cada análisis de lubricante.

Tabla 30

Requerimiento de Colaboradores

| Equipo de Trabajo | 2024 | 2025 | 2026 |
|---------------------------|----------|----------|----------|
| Gerente General | 1 | 1 | 1 |
| Secretaria Ejecutiva | 1 | 1 | 1 |
| Jefe de Laboratorio | 1 | 1 | 1 |
| Auxiliar logístico | 1 | 1 | 1 |
| Auxiliar de mantenimiento | 1 | 1 | 1 |
| Total | 5 | 5 | 5 |

b Requerimiento de Suministros

A continuación, se detallan los materiales indirectos descritos en las normas ASTM, que son un soporte en las actividades concernientes al análisis de muestras de lubricantes basados en los diferentes suministros de laboratorio y en los equipos de protección necesarios para la seguridad de los especialistas.

Tabla 31

Requerimientos de Suministros de Laboratorio

| Norma | Suministro | Unidad | 2024 | 2025 | 2026 |
|-------------|--------------------------------|--------|------|------|------|
| ASTM D-445 | Termómetro de contacto digital | Unidad | 1 | | |
| | Cronómetro digital | Unidad | 1 | | |
| ASTM D-664 | Vaso de precipitados de 250 ml | Unidad | 12 | 12 | 12 |
| ASTM D-2896 | Bureta 10 ml | Unidad | 4 | 4 | 4 |
| ASTM D-6595 | Toalla de papel de laboratorio | Rollo | 12 | 12 | 12 |

Dentro de las normas descritas, se determina ciertos materiales de complemento para proceder con el procedimiento del desarrollo de las pruebas, en ciertos casos, se considera otros materiales en conjunto que no están descritos, no obstante, se relacionan con el apoyo

a las actividades de análisis y conservación de los suministros de laboratorio. Cabe precisar que se considera el tiempo de vida útil anual de los diferentes materiales de laboratorio para totalizarlos según el año de proyección.

Para el estudio, se considera relevante identificar los equipos de protección que respaldan la seguridad y salud de los especialistas encargados de emplear las diferentes sustancias y los aparatos en el análisis descrito de las muestras. También, cabe precisar que se considera el número máximo de especialistas o técnicos de laboratorio que trabajan durante la proyección respecto a cuatro y la cantidad requerida según el tiempo de vida anual en los equipos presentados, en el caso de los guantes de nitrilo, hacemos uso de la cantidad de exigencia anual para manipular las cada una de las muestras proyectadas por año, la renovación de los equipos para la protección respiratoria es trimestralmente, protección de los ojos mensualmente, así como el vestuario necesario para la protección de la ropa en todo el año; en la siguiente Tabla 32 hacemos un resumen de los equipos de protección personal necesarios proyectados para los siguientes años.

Tabla 32
Requerimiento de Equipos de Protección Personal

| Equipo | Unidad | 2024 | 2025 | 2026 |
|--|---------------|-------------|-------------|-------------|
| Guantes resistentes de goma de nitrilo | Par | 16,772 | 21,468 | 27,479 |
| Protección respiratoria | Unidad | 12 | 16 | 20 |
| Gafas de seguridad contra salpicaduras de químicos | Unidad | 36 | 48 | 60 |
| Mandil de laboratorio | unidad | 2 | 3 | 4 |

c Requerimiento de Muebles y Enseres

Para este tipo de requerimiento se considera escritorios, armarios, sillas, anaqueles en las áreas en las cuales es necesario, principalmente para las áreas que involucran funciones administrativas, considerándose para todos los años de proyección.

Tabla 33

Requerimiento de Muebles y Enseres

| Equipo de Trabajo | Cantidad |
|-------------------------------|-----------------|
| Escritorios de administración | 6 |
| Sillas de oficina | 16 |
| Archivero | 4 |
| Anaqueles | 3 |
| Mesas de laboratorio | 4 |
| Total | 33 |

d Requerimiento de Servicios Públicos

En cuanto al requerimiento de electricidad, se considera dos áreas de trabajo principales para el servicio prestado respecto a administración y operaciones. Asimismo, se presenta el consumo por los equipos identificados del área de laboratorio.

Tabla 34

Consumo Energético de Equipos de Análisis

| Equipo | Equipos | Consumo (kWh) | 2024 | 2025 | 2026 |
|-------------------------|----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|
| Viscosímetro automático | 1 | 1.80 | 4,492.8 | 4,492.8 | 4,492.8 |
| Titulador automático | 1 | 0.03 | 74.8 | 74.8 | 74.8 |
| Espectrómetro FTIR | 1 | 0.05 | 124.8 | 124.8 | 124.8 |
| Espectrómetro de chispa | 1 | 1.00 | 2,496.0 | 2,496.0 | 2,496.0 |
| Contador de partículas | 1 | 0.15 | 374.4 | 374.4 | 374.4 |
| Total (kWh/año) | | | 7,562.8 | 7,562.8 | 7,562.8 |

Tabla 35

Consumo Energético de Equipos Auxiliares

| Equipo | Equipos | Consumo (kWh) | 2024 | 2025 | 2026 |
|--------------------|----------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|
| Campana extractora | 2 | 0.28 | 1,402.8 | 1,402.8 | 1,402.8 |

| | | | | | |
|------------------------|---|------|----------------|----------------|----------------|
| Laptop HP | 4 | 0.05 | 499.2 | 499.2 | 499.2 |
| Impresora multifunción | 1 | 0.16 | 399.3 | 399.3 | 399.3 |
| Total (kWh/año) | | | 2,301.3 | 2,301.3 | 2,301.3 |

En cuanto al requerimiento de agua, la OMS indica que el requerimiento de agua de una persona está entre 50 a 100 litros al día, de modo que la persona satisfaga sus necesidades Carvajal et al. (2019). Para el presente estudio se ha tomado el factor de mínimo de 80 litros al día, ya que se trabajará solo 8 horas al día, así tenemos el factor de $0.08 \text{ m}^3/\text{día}$ para estimar el requerimiento de agua.

Tabla 36

Requerimiento de Consumo de Agua

| Área de Trabajo | Colaboradores | | | Consumo de agua (m ³ /año) | | |
|-----------------------|---------------|----------|----------|---------------------------------------|--------------|--------------|
| | 2024 | 2025 | 2026 | 2024 | 2025 | 2026 |
| Administrativa | 4 | 4 | 4 | 83.2 | 83.2 | 83.2 |
| Operaciones | 2 | 3 | 4 | 62.4 | 83.2 | 104.0 |
| Total | 6 | 7 | 8 | 145.6 | 166.4 | 187.2 |

Por último, y no menos importante, el servicio de acceso a internet a una velocidad adecuada es primordial, permitirá la comunicación adecuada para dar la debida prestación de los servicios; optimizando de esta manera el flujo de información en beneficio directo de los clientes, el ancho de banda recomendado sería de 80 Mbps para la cobertura de todo el laboratorio.

4.7 Localización y tamaño de planta del laboratorio

a Localización

Las decisiones que se toman respecto a la ubicación del estudio son muy importantes porque tienen un impacto significativo en el nivel de éxito económico alcanzado. Ello se debe a que la ubicación no solo desempeña un papel en la determinación de la demanda real del proyecto, sino también en la definición y cuantificación de los costes e ingresos, adicionalmente, supone un compromiso a largo plazo respecto a la inversión de una importante cantidad de dinero.

Respecto a la macrolocalización, el estudio se planteará en el departamento de Arequipa, el cual, según factores geográficos e infraestructura, está representado por la cercanía a las unidades mineras del centro y sur del país, asimismo, existen vías de comunicación y de transporte aptas para no interrumpir el acceso desde las unidades mineras hasta el laboratorio y viceversa. Respecto a factores económicos, existen perspectivas de desarrollo y crecimiento para las comunidades cercanas, así como también para otras empresas respecto a servicios auxiliares o conexas como el proceso logístico de traslado de muestra, personal y otros

Respecto a la microlocalización, existen opciones en las provincias o en la misma ciudad metropolitana del departamento de Arequipa, no obstante, se considera necesario el acceso inmediato a las vías de transporte donde exista cercanía a las unidades mineras, así como a los proveedores de equipos y materiales. Por ello, se considera la ubicación en el distrito de la Joya, provincia de Arequipa, además de presentar facilidades en la disponibilidad de mano de obra tanto directa como indirecta, en la disponibilidad de servicios básicos, principalmente, respecto al consumo eléctrico y de agua, por otro lado, se presenta en la ubicación definida terrenos disponibles para la expansión.

b Dimensionamiento de planta

Para la distribución de las áreas que contribuyen con el análisis de lubricantes se considera que se deben proporcionar condiciones de trabajo aceptables según las superficies de elementos, sus respectivos movimientos y otras consideraciones óptimas de seguridad para el personal. Por ello, se definen las áreas que se tomarán en el planteamiento de la distribución, las cuales son totalizadas en 9, y son referentes a:

- Oficina de administración
- Área de recepción y despacho
- Área de almacén, logística y mantenimiento
- Oficina de calidad
- Servicios higiénicos para varones y mujeres
- Servicios higiénicos y vestuario para técnicos de laboratorio
- Servicios de emergencia del laboratorio
- Área de laboratorio
- Área de campanas de extracción de gases.

De acuerdo a Bastidas y Aguirre (2020), para distribuir las superficies se puede aplicar el método de Guerchet, en el cual define el área requerida para un puesto de trabajo, esto requiere el conocimiento de la cantidad y el tamaño de las máquinas, así como los equipos necesarios para la producción, los requisitos de personal, los elementos móviles y estáticos para conseguir el valor de las superficies estáticas y de movimientos, por lo que se puede determinar la superficie requerida a través de la siguiente fórmula

$$St = Ss + Sg + Se \quad (4.1)$$

Donde:

St: Superficie Total

Ss: Superficie Estática

Sg: Superficie Gravitacional

Se: Superficie de Evolución

Así mismo una superficie estática consiste en el área ocupada por una máquina o dispositivo, una superficie gravitatoria consiste en el área ocupada por un operador y los materiales (herramientas) necesarios para realizar su trabajo, y una superficie evolutiva consiste en el área que separa los lugares de trabajo entre uno y otro. Para comprender mejor cómo se calculan las superficies gravitacional y evolutiva, se define a través de las siguientes fórmulas:

$$Sg = Ss * N \quad (4.2)$$

N: Número de lados de trabajo

$$Se = (Ss + Sg)K \quad (4.3)$$

K: Coeficiente de Evolución

El coeficiente de evolución “K” es un valor promedio de las alturas de los elementos móviles y estáticos.

$$K = \frac{hEM}{2hEE} \quad (4.4)$$

Donde:

$$hEM = \frac{\sum_{i=1}^r Ss * n * h}{\sum_{i=1}^r Ss * n} \quad (4.5)$$

r: Variedad de Elementos Móviles

Ss: Superficie Estática de cada Elemento Móvil

h: Altura de cada Elemento Móvil

n: Número de Elementos Móviles

Definimos que el área que ocupa cada persona es de 1 m².

$$hEE = \frac{\sum_{i=1}^t Ss*n*h}{\sum_{i=1}^t Ss*n} \quad (4.6)$$

t: Variedad de Elementos Estáticos

Ss: Superficie Estática de cada Elemento Estático

h: Altura de cada Elemento Estático

n: Número de Elementos Estáticos

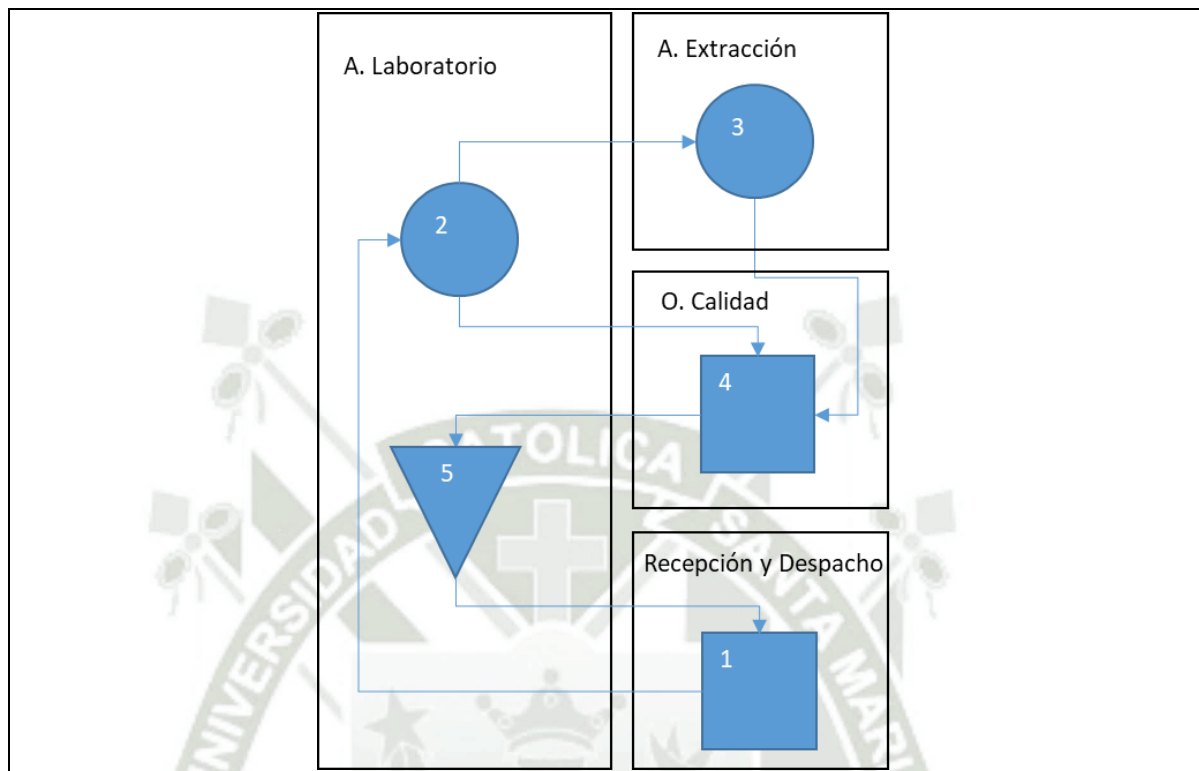
De acuerdo al Anexo D, se halla el área total de las zonas definidas anteriormente, donde "K" para toda la planta es de 0.9, el cual es resultado de la relación de la altura media ponderada de elementos móviles y el doble de la altura media ponderada de elementos estáticos, resultando que la superficie total corresponde a 164.0 m², sin considerar aún pasillos que son necesarios para el flujo de personal, para mayor detalle revisar planos anexos.

Por otro lado, como segundo paso, hacemos uso de la metodología SLP (Systematic Layout Planning) de acuerdo a Ortega (2014), esta fue diseñada por Richard Muther (1968) donde permite identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados y las relaciones entre ellos.

Inicialmente desarrollamos un diagrama de recorrido esquematizando en él las actividades necesarias para el análisis de los lubricantes, sin considerar las áreas donde no intervenga las muestras como son las oficinas administrativas y servicios higiénicos.

Figura 15

Diagrama de Recorrido de las Muestras de Lubricante



Luego determinamos los criterios de las relaciones para definir qué áreas van cercanas o separadas, mediante la relación entre las áreas con base en la importancia y el motivo, en este caso si consideramos las oficinas administrativas y los servicios higiénicos ya que estas áreas si forman parte de las relaciones del personal entre áreas, esto se muestra en la siguiente Tabla 37.

Tabla 37

Criterios de Relaciones

| Código de tipo de relación | Importancia de la relación |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| A | Absolutamente necesario |
| E | Específicamente importante |
| I | Importante |
| O | Ordinaria, no vital |
| U | Última prioridad, no importante |
| X | Indeseable o no deseable |

| Código de motivo de la relación | Motivo de la relación |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Flujo de información o material |
| 2 | Secuencia o seguimiento de proceso |
| 3 | Mismo personal |
| 4 | Control |
| 5 | Accesibilidad |
| 6 | Seguridad |
| 7 | No es necesaria la extrema cercanía |

A continuación, se muestra la Tabla 38 de relaciones considerando los criterios de selección, resultando las siguientes posibles combinaciones.

Tabla 38

Identificación de Relaciones

| | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| O. ADMINISTRACIÓN | 1 | (1,2) | (1,3) | (1,4) | (1,5) | (1,6) | (1,7) | (1,8) | (1,9) | (1,10) |
| | | E | I | I | O | O | U | X | O | X |
| | | 1 | 4 | 1 | 5 | 5 | 5 | 7 | 5 | 7 |
| A. RECEPCIÓN Y DESPACHO | 2 | (2,3) | (2,4) | (2,5) | (2,6) | (2,7) | (2,8) | (2,9) | (2,10) | |
| | | O | I | E | E | U | X | E | X | |
| | | 4 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 | 5 | |
| A. ALMACÉN | 3 | (3,4) | (3,5) | (3,6) | (3,7) | (3,8) | (3,9) | (3,10) | | |
| | | O | O | O | O | I | A | U | | |
| | | 4 | 5 | 5 | 7 | 5 | 1 | 7 | | |
| O. CALIDAD | 4 | (4,5) | (4,6) | (4,7) | (4,8) | (4,9) | (4,10) | | | |
| | | O | O | O | U | E | U | | | |
| | | 5 | 5 | 7 | 7 | 2 | 7 | | | |
| SS. HH. OFICINA VARONES | 5 | (5,6) | (5,7) | (5,8) | (5,9) | (5,10) | | | | |
| | | I | U | U | U | X | | | | |
| | | 5 | 7 | 7 | 5 | 5 | | | | |
| SS. HH. OFICINA MUJERES | 6 | (6,7) | (6,8) | (6,9) | (6,10) | | | | | |
| | | U | U | U | X | | | | | |
| | | 7 | 7 | 5 | 5 | | | | | |

| | | | | |
|---|----|--------|--------|--------|
| SS. HH. LABORATORIO | 7 | (7,8) | (7,9) | (7,10) |
| | | I | E | U |
| | | 5 | 5 | 7 |
| SS. HH. EMERGENCIA LABORATORIO | 8 | (8,9) | (8,10) | |
| | | A | A | |
| | | 3 | 3 | |
| A. LABORATORIO | 9 | (9,10) | | |
| | | A | | |
| | | 2 | | |
| A. EXTRACCIÓN | 10 | | | |

Asignando la identificación de las relaciones entre las áreas, se muestra la Tabla 39 como un resumen de la identificación de las relaciones para elaborar un diagrama de adimensional de bloques y conseguir una distribución más adecuada posible, el cual busca definir las relaciones de actividades por cada área con sus dimensiones reales donde estas actividades son desarrolladas para construir un conjunto de planos que cumplan con la mayor cantidad de relaciones tipo “A” y “E” que son las absolutamente necesarias y específicamente importantes.

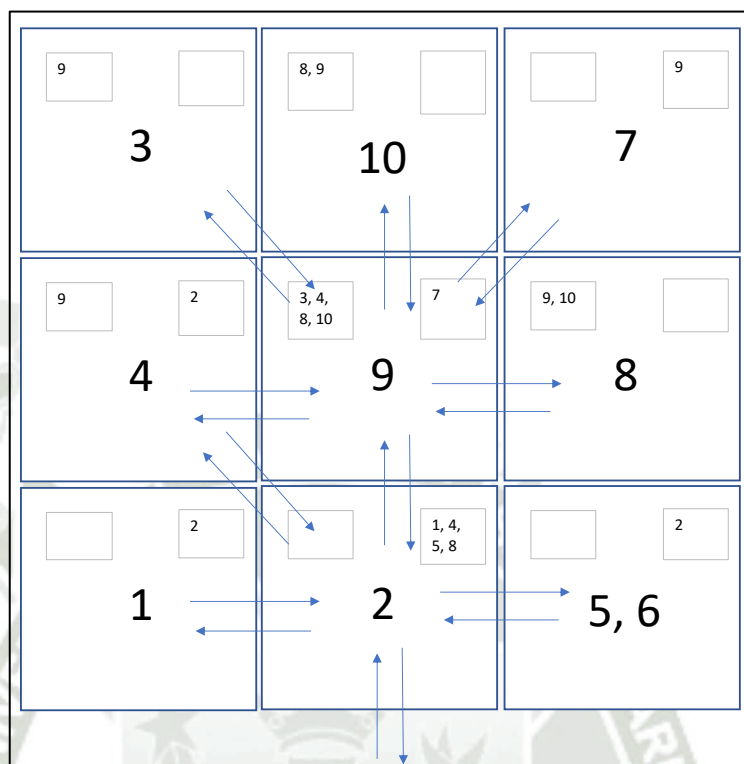
Tabla 39

Cuadro Resumen de Relaciones

| | | A | E | I | O | X |
|----|---------------------------------|-------------|------------|---------|------------|---------|
| 1 | O. ADMINISTRACIÓN | | 2 | 3, 4 | 2, 5, 6, 9 | 8, 10 |
| 2 | A. RECEPCIÓN Y DESPACHO | | 1, 4, 5, 8 | 3 | 1 | 8, 10 |
| 3 | A. ALMACÉN, LOGISTA. y MANTTO | 9 | | 1, 2, 8 | 4, 5, 6, 7 | |
| 4 | O. CALIDAD | 9 | 2 | 1 | 3, 5, 6, 7 | |
| 5 | SS. HH. OFICINA VARONES | | 2 | 6 | 1, 3, 4 | 10 |
| 6 | SS. HH. OFICINA MUJERES | | | | 1, 3, 4 | 10 |
| 7 | SS. HH. LABORATORIO y VESTUARIO | | 9 | 8 | 3, 4 | 2 |
| 8 | SS. HH. EMERGENCIA LABORATORIO | 9, 10 | | 3, 7 | | 1 |
| 9 | A. LABORATORIO | 3, 4, 8, 10 | 7 | | 1 | |
| 10 | A. EXTRACCIÓN | 8, 9 | | | | 1, 5, 6 |

Figura 16

Diagrama Adimensional de Bloques de Relaciones



Para la iluminación del laboratorio, se tiene en cuenta los límites mínimos precisados en la Norma Técnica EM. 10 acerca de las instalaciones eléctricas, donde se observa que las áreas de laboratorio y de oficina precisan más cantidad de luxes por las exigencias visuales según la norma, para mayor detalle en la distribución de luminarias revisar planos anexos.

Tabla 40

Cantidad Mínima de Luxes por Área

| Área | Cantidad mínima de luxes |
|---|--------------------------|
| Oficina de Administración | 500 |
| Recepción y Despacho | 500 |
| Oficina de Almacén, Logística y Mantenimiento | 500 |
| Oficina de Calidad | 500 |
| SS. HH. Varones | 100 |
| SS. HH. Mujeres | 100 |

| | |
|---------------------------------------|-----|
| SS. HH. Laboratorio y Vestuario | 150 |
| SS. HH. de Emergencia del Laboratorio | 150 |
| Laboratorio | 500 |
| Extracción | 500 |
| Pasillos | 100 |

c Otros aspectos de disposición de instalaciones

A continuación, otros aspectos que se consideraron en el diseño del lugar de laboratorio, el cual su funcionamiento proyectado se basa en tres años.

Uno de los factores predominantes en la disposición, se relaciona con la seguridad, por ello, se separa las operaciones que involucra el manejo del espectrómetro de emisión de chispa, puesto que conlleva la expulsión de gases riesgosos para la salud y deben ser controlados en un área aparte. Además, se dispone de un área de lavado de emergencia y un área independiente para el personal de laboratorio, proporcionando un mayor grado de seguridad, para mayor detalle revisar planos anexos.

También para el establecimiento del diseño, se obtuvo información del Manual de buenas prácticas de laboratorio para el control de calidad de productos farmacéuticos por la Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas - DIGEMID (2018).

- Teniendo en cuenta los lineamientos del manual precisado anteriormente, las instalaciones del laboratorio poseen las dimensiones adecuadas para que las funciones y operaciones que vayan a realizarse se ejecuten de manera adecuada, además que los vestuarios y aseos pertinentes están próximos a las actividades del laboratorio, y son lo suficientemente amplios para acoger a la cantidad de personal previsto.
- Las instalaciones para el laboratorio están equipadas con el material de seguridad suficiente, además que se dispone de las herramientas y aparatos necesarios, como mesas de trabajo, estaciones de trabajo y campanas extractoras, en este último caso, se establece una zona separada para el manejo y manipulación de sustancias que expulsan gases tóxicos.

- Las condiciones ambientales referentes a la iluminación, las fuentes de electricidad, la temperatura, la humedad y la presión atmosférica, son adecuadas para las funciones y actividades que se llevan a cabo. Por otro lado, cabe precisar que es necesario mantener el control ambiental y conservar la documentación ambiental para garantizar que las circunstancias ambientales no invaliden los resultados ni influyan negativamente en la calidad de las mediciones.
- Para las instalaciones de almacenamiento, se dispone de una zona de almacén de forma separada y en el mismo laboratorio, en la primera, se resguardan las muestras, reactivos necesarios o sustancias de referencia en la operación y en la segunda, se almacenan materiales de laboratorio. Para el control y monitoreo del almacenamiento, se designa un área responsable correspondiente al área logística.
- Referente a las instalaciones de archivo, cada área administrativa garantiza el almacenamiento y la recuperación de los documentos pertinentes que resultan de las operaciones administrativas y gerenciales.

Para la disposición del interior del laboratorio, se obtuvo la información de las consideraciones de diseño de laboratorio en el sector químico de España, según Rodríguez M. y Cárcel C. (2013).

- Para las consideraciones básicas de los suelos, se toma en cuenta que los suelos deben soportar cargas pesadas y deben ser resistentes a la transferencia de vibraciones, además de ser resistentes a los productos químicos previstos y a la caída de objetos que puedan afectar la estructura y dar origen a grietas que acumulen suciedad o cualquier residuo.
- Para las consideraciones básicas de los techos, se toma en cuenta que deben cumplir con las condiciones de resistencia en materia de presión y fuego, asimismo, los techos deben poder limpiarse fácilmente y no deben permitir que el polvo se adhiera a ellos ni que se absorban materiales en su interior.
- Para las consideraciones básicas de las puertas, estas deben abrirse desde el suelo al techo con un ancho recomendable de 0.90 metros, además de que existan ventanas incrustadas en las puertas para observar el interior a través de ellas (ojo de buey). También, se considera que haya más de una puerta de salida para evitar riesgos de incendio u obstrucción.

- Para las consideraciones básicas del mobiliario, este debe permitir trabajar con comodidad, por ello también se considera que debe ser limpiado y descontaminado, siendo resistentes a la oxidación, por otro lado, el mobiliario no debe tener el mismo color que las paredes con el fin de no crear incomodidad visual y también en el cual se pueda resaltar elementos de suciedad. Seguidamente, los muebles deben estar fijados contra la pared para adquirir estabilidad y las sillas deben permitir que las personas puedan trabajar tanto sentadas como de pie, de modo que puedan alternar entre ambas posiciones mientras trabajan.

Según la NT. A.010, dispuesta en 2021 por el Ministerio de Vivienda en la R.M. N191-2021-Vivienda, referente a las condiciones generales de diseño del Reglamento Nacional de Edificaciones, en la relación entre ambientes y circulación horizontal, la altura mínima a considerar dentro de un ambiente incluyendo las vigas o estructuras horizontales deben de estar a una altura libre no menor a 2.10 metros y el nivel máximo es correspondiente a 3 metros, el cual es considerado en la disposición del lugar.

Otra consideración importante es acerca de la resistencia al fuego, la cual se fundamenta en la norma UNE 23.727 referente a los ensayos de reacción de los materiales de construcción al fuego, en donde se establece la categorización de la resistencia con la presencia de materiales incombustibles y combustibles.

El primer tipo, correspondiente a (M0), hace referencia a materiales que no producen llamas ni desprendimiento de calor, mientras que el segundo corresponde a los materiales combustibles, entre ellos, materiales no inflamables (M1), los cuales son materiales que se descomponen en presencia de una fuente de calor, pero sin inflamarse ni liberar gases inflamables. Seguidamente, los materiales difícilmente inflamables (M2) y medianamente inflamables (M3), los cuales cuando se separan de la fuente de calor, la combustión termina rápidamente, por último, los materiales fácilmente inflamables (M4) y muy fácilmente inflamables (M5), los cuales se queman de forma continua hasta destruirse completamente.

El objetivo de las restricciones impuestas al uso de materiales en las instalaciones interiores es ralentizar la propagación de las llamas y retrasar el inicio de un incendio. También pretenden disminuir la cantidad de material inflamable que contribuye a un incendio y a la liberación de gases nocivos, considerándose la elección de materiales incombustibles (M0) y no inflamables (M1).

Para la regulación de la resistencia al fuego en el Perú, es aplicable la normativa referente a la norma A.130 correspondiente a los requisitos de seguridad basado en el DS. N017-2012, en la cual también se considera la clasificación de estructuras por su resistencia al fuego según el tiempo de exposición, es decir, los materiales son resistentes al fuego al estar expuestos como mínimo 4 horas, además en esta norma se clasifica las construcciones de muros portantes, aporricadas de concreto, especiales de concreto y con elementos de acero como estructuras resistentes al fuego.

En cuanto a la ergonomía del trabajo, se considera la Norma Básica de ergonomía y evaluación de riesgo disergonómico, basado en RM N375-2008-TR, normativa que es aplicable a los laboratorios de análisis químico, dado que determina los criterios y procedimientos para la evaluación de riesgos disergonómicos en el trabajo y brinda orientación en el diseño ergonómico del puesto de trabajo.

Dentro de la normativa precisada, la máxima carga para los hombres es 25 kg y para las mujeres es 15 kg, no obstante, se considera que a levantar cargas mayores a las indicadas se requiere soporte apropiado. Asimismo, en el puesto de trabajo se considera dos formas: de pie o sentado, alternándose en el tiempo laboral. Para las actividades de pie, no se desarrollan tareas.

CAPITULO V

5 ESTUDIO ADMINISTRATIVO

En el presente capítulo se detalla, la cultura organizacional, la cual comprende la misión, visión, objetivos y valores del laboratorio de análisis de lubricantes a implementar, además del detalle de la organización de este, determinando los procesos considerando la estructura orgánica, el manual de funciones y operaciones y el mapa estratégico de la organización.

5.1 Cultura organizacional

a Visión

Ser un laboratorio prestigioso de constante crecimiento ofreciendo el servicio de análisis de lubricantes a nivel nacional.

b Misión

Somos una empresa compuesta por un equipo de profesionales para brindar un servicio de análisis de lubricantes, aportando información de valor para el mantenimiento en el sector minero a partir de un laboratorio con la última tecnología, alcanzando resultados confiables y rápidos.

c Objetivos del Laboratorio

- Ofrecer un servicio de análisis de lubricantes rápido, eficaz y de calidad que nos convierta en líderes de este tipo de servicio en todo el Perú.
- Contribuir en la industria peruana en la creación de una cultura de mantenimiento predictivo para impulsar la producción y mejorar la competitividad.
- Proveer de resultados de alta calidad, en el cual el proceso cuente con materiales y máquinas de óptima calidad.
- Lograr analizar más de 30,000 muestras para el tercer año de la empresa, buscando tener clientes fidelizados con la empresa.

d Principales Valores

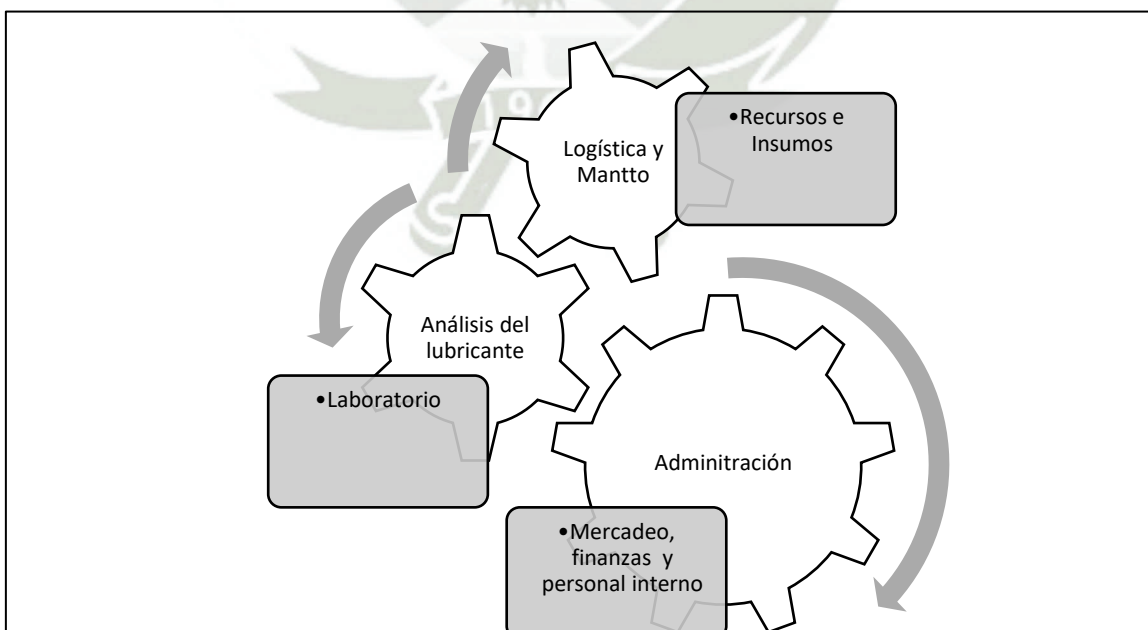
- Puntualidad, la empresa tiene el compromiso de cumplir con las fechas de entrega para dar a conocer los resultados.
- Calidad, la empresa se encuentra comprometida en asegurar en todo momento que el servicio se brinde adecuadamente, considerando siempre los requerimientos de los clientes.
- Responsabilidad, la empresa se encuentra comprometida a las buenas prácticas laborales y a entregar a nuestros clientes un servicio de calidad.
- Integridad, el actuar de la empresa es con firmeza, rectitud, honestidad, coherencia y sinceridad.
- Innovación, la empresa se compromete estar en la vanguardia de la tecnología en todos sus procesos de la misma.

5.2 Determinación de procesos

De acuerdo a la Norma Internacional ISO 9000 (2000), donde se define el enfoque basado en procesos, “Cualquier actividad, o conjunto de actividades, que utiliza recursos para transformar elementos de entrada en resultados puede considerarse como un proceso” (p. 2).

Figura 17

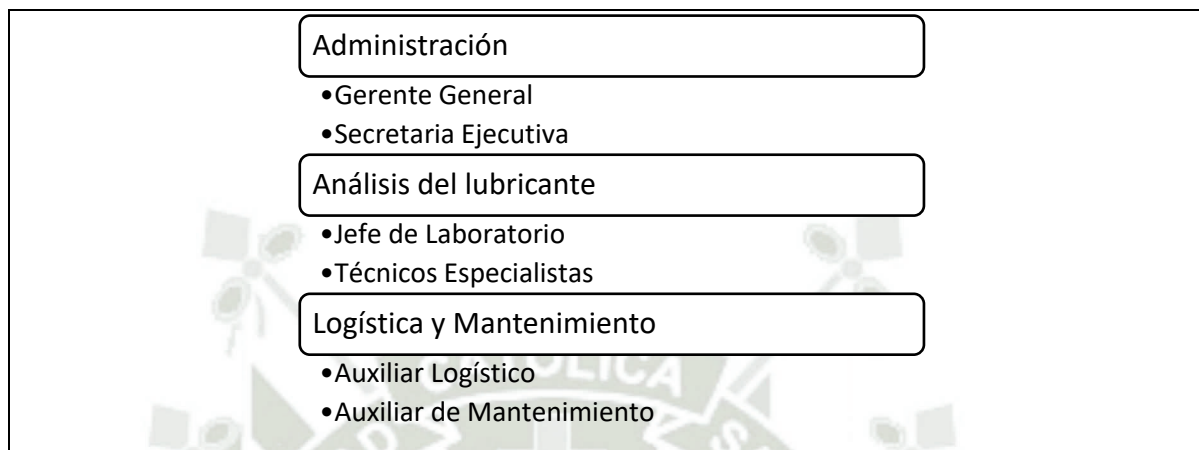
Diagrama de Procesos Internos



De donde definimos los siguientes puestos laborales:

Figura 18

Diagrama de Puestos Laborales



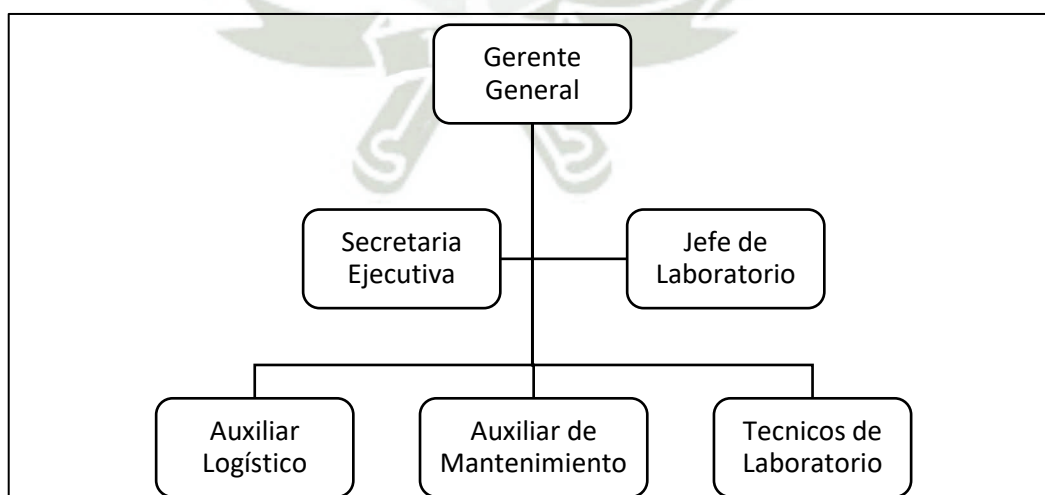
5.3 Organización del laboratorio

a Estructura Orgánica

La estructura organizacional definida ayuda a identificar el talento que debe establecer claramente las funciones de los colaboradores para evitar la dualidad de funciones. Además, diseñar una estructura organizacional ayuda a lograr los objetivos, siendo este un factor importante para la comunicación, informe de relaciones, crecimiento y expansión.

Figura 19

Organigrama del Laboratorio



5.4 Manual de funciones y operaciones

Se elaboró la descripción de las funciones de los puestos de trabajos más relevantes para la administración y operación, plasmando las funciones y requerimientos para los puestos.

a Gerente General

• Objetivo del Puesto

Coordinar, dirigir, administrar y controlar las actividades de cada área a fin de optimizar los recursos físicos, humanos y técnicos con el propósito de que las metas de la organización se alcancen.

• Funciones Específicas

- Representar al laboratorio.
- Establecer políticas y procesos.
- Coordinar con los colaboradores del laboratorio con el propósito de lograr los objetivos esperados de parte del laboratorio.
- Planear y evaluar los talleres de capacitación.
- Elaborar y controlar los estados económicos, financieros y contables.
- Mantener presupuestos y optimizar gastos.
- Indicar cada año las metas de la organización, comunicarlas a los colaboradores del laboratorio y dar el seguimiento para que estos se cumplan.
- Autorizar las promociones especiales.
- Controlar los recursos materiales y financieros del laboratorio para garantizar que se utilicen al máximo.
- Contratar al personal a su cargo y asegurarse de que trabajen de forma productiva y se desarrollen profesionalmente.

• Descripción del Puesto (Perfil del Puesto -Formación, competencia y experiencias)

- Ingeniero Químico.
- Experiencia al menos de 4 años en laboratorios industriales.
- Amplia comprensión con respecto al análisis de lubricante.
- Responsabilidad y liderazgo.

- **Puntos importantes con relación al puesto**

- Salario: S/ 5,000 nuevos soles mensualmente.
- Capacitación: Constante.

b Jefe de Laboratorio

- **Objetivo del Puesto**

Evaluar los resultados obtenidos del procesamiento de muestras para emitir un reporte de los resultados del análisis de lubricante.

- **Funciones Específicas**

- Llevará a su cargo el control de los procesos de los resultados del análisis de lubricante.
- Reportar los datos obtenidos de acuerdo a lo solicitado por el cliente, así como la tendencia de los mismos.
- Gestionar la calidad de las pruebas e interpretación de los mismos.
- Coordinar las operaciones y actividades del laboratorio.
- Evaluar el desempeño del personal técnico del laboratorio.
- Controlar la seguridad del personal involucrado, así como la de las instalaciones.
- Controlar la calidad de los suministros adquiridos, autorizar su utilización y disposición.
- Contratar al personal a su cargo y asegurarse de que trabajen de forma productiva y se desarrollen profesionalmente.

- **Descripción del Puesto (Perfil del Puesto -Formación, competencia y experiencias)**

- Ingeniero Químico / Mecánico.
- Mínimo 2 años de experiencia en mantenimiento y tribología.
- Inglés nivel intermedio.
- Conocimiento avanzando sobre paquetes de computación.

- **Puntos importantes con relación al puesto**

- Salario: S/ 3,500 nuevos soles mensualmente.
- Capacitación: Constante.

c Técnico de Laboratorio

• **Objetivo del Puesto**

Obtener el método más adecuado en las pruebas de los análisis de lubricantes nuevos y usados.

• **Funciones Específicas**

- Escoger los análisis y procedimientos que se deben seguir con cada una de las muestras que se van analizar.
- Desarrollar los análisis de laboratorio a cada muestra que sean requeridos.
- Mantener en buen estado los equipos de laboratorio a su cargo.
- Mostrar los resultados que fueron obtenidos de los análisis y la interpretación de los mismos al jefe de laboratorio.
- Estar a cargo de la adquisición de reactivos, manejo y desecho de los mismos.

• **Descripción del Puesto (Perfil del Puesto -Formación, competencia y experiencias)**

- Técnico Químico.
- Mínimo 2 años de experiencia en laboratorios.
- Inglés nivel intermedio.
- Conocimiento en paquetes de computación.

• **Puntos importantes con relación al puesto**

- Salario: S/ 1,500 nuevos soles mensualmente.
- Capacitación: Constante.

d Secretaria Ejecutiva

• **Objetivo del Puesto**

Apoyo en el cumplimiento de las funciones del área de administración, manejo de documentación y atención personalizada con clientes.

• **Funciones Específicas**

- Atención al cliente y responder a las llamadas telefónicas
- Elaborar informes, formularios y otros documentos según sea necesario.

- Gestionar la correspondencia del laboratorio y clasificar todos los documentos.
- Conseguir clientes y ponerlos en contacto con la persona más adecuada.
- Recibir y procesar solicitudes de servicio.
- Asistencia para las responsabilidades administrativas del gerente general.
- Actualizar las nóminas de pago.
- Recepción de frascos de muestras.
- Optimizar y actualizar los procesos administrativos.
- **Descripción del Puesto (Perfil del Puesto -Formación, competencia y experiencias)**
 - Secretaría comercial.
 - Mínimo 2 años de experiencia en puestos similares.
 - Inglés nivel avanzado.
 - Conocimiento en paquetes de computación.
- **Puntos importantes con relación al puesto**
 - Salario: S/ 2,000 nuevos soles mensualmente.
 - Capacitación: Constante.

e Auxiliar Logístico

● **Objetivo del Puesto**

Registro de documentos y verificación de estado de los materiales dentro del almacén del laboratorio.

● **Funciones Específicas**

- Gestionar las operaciones y actividades almacenamiento.
- Revisar los inventarios de materiales y equipos.
- Cotización y adquisición de nuevos materiales y equipos.
- Optimizar los procesos de adquisición de materiales.
- Orden y limpieza de los materiales dentro del almacén.
- Verificar la condición de los materiales y equipos adquiridos.
- Mantener un stock mínimo de insumos y materiales.

- **Descripción del Puesto (Perfil del Puesto -Formación, competencia y experiencias)**
 - Ingeniero Industrial, Administrador.
 - Mínimo 2 años de experiencia en puestos similares.
 - Inglés nivel avanzado.
 - Conocimiento en paquetes de computación.
- **Puntos importantes con relación al puesto**
 - Salario: S/ 2,000 nuevos soles mensualmente.
 - Capacitación: Constante.
- f **Auxiliar de Mantenimiento**
- **Objetivo del Puesto**

Mantener las instalaciones del laboratorio limpio y ordenado.
- **Funciones Específicas**
 - Elaborar informes, formularios y otros documentos según sea necesario.
 - Conservar las instalaciones en todo momento limpio y ordenado.
 - Revisar las fichas de estado de los equipos.
 - Programar actividades de mantenimiento de los equipos, ver Anexo E.
 - Llevar a cabo actividades de mantenimiento menores, tales como pintura, cambiar bombillos entre otras.
 - Velar en todo momento que los equipos de laboratorio se encuentren en buen estado.
- **Descripción del Puesto (Perfil del Puesto -Formación, competencia y experiencias)**
 - Técnico Mecánico.
 - Mínimo 2 años de experiencia en puestos similares.
 - Inglés nivel avanzado.
 - Conocimiento en paquetes de computación.
- **Puntos importantes con relación al puesto**
 - Salario: S/ 2,000 nuevos soles mensualmente.

g Mapa Estratégico

Se muestra una representación visual y global de la estrategia de la organización, en la cual, se describe el proceso de creación de valor a través de una serie de relaciones de causa y efecto entre los objetivos de las cuatro perspectivas del esquema estratégico.

Figura 20

Mapa Estratégico de la Organización



CAPITULO VI

6 ESTUDIO AMBIENTAL

6.1 Riesgos de la implementación

En el estudio presente es necesario identificar los riesgos, y la magnitud de los mismos dentro, durante y después de las operaciones que se llevan a cabo, sin embargo, por el tipo de investigación del estudio presente, no es posible determinar el impacto real, sin embargo, se puede identificar los focos de riesgo ambiental al igual que las contingencias existentes.

a Emisión de gases

Las emisiones previstas en el funcionamiento del laboratorio para análisis de lubricantes, estarían enfocadas para las muestras analizadas en el espectrómetro de chispa donde se generarían compuestos de , según los Decretos Supremos DS N° 074-2001-PCM, DS N° 014-2010-MINAM, DS N° 069-2003-PCM establecen los niveles de concentración máxima anual de los contaminantes del aire, en la siguiente Tabla 41 determina solo los gases que corresponden a lo que se generarían en el laboratorio de análisis de lubricantes de acuerdo a Herrera de león (2007); también hay que considerar el metal pesado del Plomo (Pb) presente en los componentes metálicos que forman las cenizas de los lubricantes usados ya que es un metal que repercute directamente al sistema nervioso según Tostado Martín (2014).

Tabla 41

Gases y Metal Pesado Neurotóxico

| Gas | | Límite máximo anual (mg/m ³) |
|---------------------|-----------------------|--|
| Dióxido de azufre | SO₂ | 2,000.0 |
| Monóxido de carbono | CO | 1,500.0 |
| Metal | | Límite máximo anual (ug/m ³) |
| Plomo | Pb | 0.5 |

Nota. DS N° 074-2001-PCM, DS N° 014-2010-MINAM, DS N° 069-2003-PCM

El laboratorio al realizar análisis de lubricantes, emitirá un porcentaje permisible de gases, sin embargo, estos deberán mantenerse en índices mínimos considerando la Norma Técnica E.M. 030 sobre instalaciones de ventilación, donde menciona de 8-15 renovaciones del aire por hora para el caso de laboratorios, si consideramos al área de extracción con un volumen de 17 m^3 de aire, para el caso de 15 renovaciones por hora obtenemos un total de $250 \text{ m}^3/\text{hora}$, contando con un extractor de aire con una capacidad de $800 \text{ m}^3/\text{hora}$ se debería tener un nivel adecuado de la calidad del aire para la salud y bienestar de los encargados.

b Contaminación por derrame

Al analizar lubricantes, se corre el riesgo que haya derrames durante el análisis y después de estos, debido a que se encuentran en estado líquido; siendo el manejo de volumen de lubricante usado mínimo, los derrames pueden ser fácilmente controlados porque la manipulación del lubricante se realiza sobre superficies impermeables que evitan el contacto directo con la tierra o suelo; estos derrames no se disuelven o desaparecen con facilidad debido a sus componentes, es necesario su recolección haciendo uso de una solución de limpieza y utensilios descartables para su disposición.

6.2 Análisis de los requerimientos

Se realiza la evaluación del impacto y del correcto uso de los reactivos o solventes químicos utilizados en un laboratorio de análisis de lubricantes.

a Electrolito de cloruro de litio

Para el manejo adecuado de este solvente según la norma ASTM D-664, se debe sustituir el electrolito, además de eliminar toda la sal presente con abundante agua, seguidamente se debe enjuagar con etanol hasta aclarar la solución, después se debe llenar con el electrodo y comprobar la eliminación del electrolito, en caso aun haya presencia de este último, se puede realizar con un aspirado de vacío; con esto se logrará el correcto uso de del electrolito del cloruro de litio. En caso de las medidas de seguridad, resulta nocivo en caso de ingesta, así como también puede provocar irritación cutánea y ocular; en caso del medio ambiente no presenta peligro, pero se debe mantener alejado de las alcantarillas porque puede causar un incendio y en caso de este formar cloruro de hidrogeno.

b Solución de ácido clorhídrico

El uso correcto de este requerimiento demanda el uso de un equipo de protección personal, porque puede causar quemaduras en la piel e irritación en las vías respiratorias, además de mantener las normas de higiene, no provocar factores que puedan influir en accidentes como el uso de implementos inflamables, se debe tener un orden de trabajo adecuado, roturar todos los implementos con nombres claros para evitar el mal uso o confusión al momento de realizar el análisis en caso del ambiente resulta nocivo por el cambio de PH, mortal para la vida acuífera, esta solución se califica como peligrosa. La manipulación del solvente produce humo tóxico, como la liberación de cloruro de hidrógeno, así como también según la norma ASTM D-664, es corrosivo y puede causar quemaduras.

c Soluciones tampón acuosas comerciales de Ph

Según la norma ASTM D-664, menciona que este tipo de soluciones deben ser sustituidas según intervalos regulares que están en función de la estabilidad que proporcionan, esto es determinado por parte del fabricante; sin embargo, también deberán ser sustituidas en caso exista la sospecha de contaminación, se hace esto para asegurar la seguridad de los demás componentes y evitar accidentes. En caso de la manipulación se deberá tener cuidado debido a que puede provocar quemaduras y lesiones en la vista, en caso del medio ambiente resulta nocivo para los organismos que viven en el agua, así como también mantiene sus efectos nocivos por un largo periodo.

d Solución de Hidróxido de Potasio, Alcohólica estándar

En el caso de la solución de Hidróxido de Potasio, Alcohólica estándar según la norma ASTM D-664, se debe estandarizar para identificar los cambios de 0.0005 esto se realiza con la frecuencia, mediante la valoración potenciométrica con 8ml que deben ser medidos con precisión para garantizar la fiabilidad de la prueba. Esta solución puede resultar nociva para el ser humano en caso de ingesta, así como también puede provocar quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves, en caso de las medidas ambientales se tiene que mantener alejado de los desagües, aguas superficiales y también de las subterráneas; sin embargo, no presenta peligro para el medio ambiente, debido a que no cumple los requerimientos para que califique de esta manera.

e Solución estándar en ácido acético y electrolito de perclorato de sodio

Para este caso de ambos solventes según lo establece la norma ASTM D-2896, es necesario disolver el clorobenceno y el ácido acético, además se debe añadir un volumen de ácido glacial por cada 2 de clorobenceno, ante esto se obtiene una solución de relleno saturada de perclorato de sodio, en el ácido acético glacial. Para las medidas ambientales en caso de ventilación insuficiente puede formarse aire o vapor explosivo e inflamable, por lo que debe mantener alejado de toda fuente de calor.

f Aceite base

En caso del aceite base según la norma ASTM D-6595, es utilizado como blanco de calibración o también como un mezclador de patrones; en caso del cuidado para su utilización, se enfoca en el cuidado de la piel, por lo que el uso de guantes es necesario, así como los lentes de protección y un mandil, en el caso del medio ambiente no califica como peligroso, sin embargo, es recomendable prevenir su uso y no desechar en el suelo u otros ambientes.

g Solución de limpieza

La composición de la solución de limpieza ayuda a eliminar las muestras derramadas en este caso puede ser de aceite o salpicadas en el soporte de muestras, asimismo esta solución es no clorada por lo que su manejo se puede realizar sin inconvenientes, esto según lo planteado de la norma ASTM D-6595; sin embargo, se debe tener cuidado al manipular u ocasionar derrames, por lo que los implementos de seguridad son necesarios para su uso.

h Solución de limpiacristales a base de alcohol isopropílico

Esta solución es capaz de mitigar la presencia de salpicaduras de aceite en las ventanas o los materiales de cuarzo, en este caso según la norma ASTM D-6595, el alcohol isopropílico está compuesto por amoníaco, limpiar los derrames de aceite existentes es importante debido a que esto puede causar incidentes en el laboratorio, así como también contaminación por los excesos en el suelo.

i Solvente de lavado

Según lo establecido por la norma ASTM E-2412, este componente no debe contar con absorción significativa, sino que al contacto con el accesorio y realizar la limpieza se debe

secar de manera rápida, en caso de salpicados de petróleo u otras sustancias, se realiza la limpieza con hidrocarburos alifáticos ligeros; no se establece las medidas de seguridad necesarias para la manipulación de estas sustancias, por lo que las normativas deben ser establecidas y difundidas para que exista conocimiento de seguridad del uso de los materiales y las sustancias necesarias.

j Solución de limpieza de ácido crómico

En correspondencia al uso de la solución de limpieza de ácido crómico, la norma ASTM D-445, establece que el ácido crómico es peligroso para la salud. Es tóxico, un carcinógeno reconocido, altamente corrosivo y potencialmente peligroso en contacto con materiales orgánicos. Si se utiliza, llevar una careta completa y ropa de protección completa, incluidos guantes adecuados. Evite respirar el vapor, una vez concluida su aplicación se debe eliminar el ácido crómico usado, ya que sigue siendo peligroso. En caso de contacto directo con esta solución, las medidas que se deben tomar son las siguientes:

- **Inhalación:** Se debe exponer al aire libre a la persona que resultó afectada, así como irrigar la boca y los conductos nasales con agua. Ponerse en contacto con personal especializado.
- **Contacto con la piel:** Lavar la parte afectada con abundante agua y jabón por varios minutos.
- **Contacto con los ojos:** Enjuagar con abundante agua inmediatamente.
- **Ingestión:** No se debe ingerir esta solución, en caso haya sucedido por accidente no se debe provocar el vómito, lo recomendable es beber abundante agua para disminuir los efectos del solvente.

En caso del medio ambiente se debe mantener alejado del alcantarillado o desagües, puede ocasionar explosiones y contaminar el área donde haya caído, se debe reducir la composición del solvente, así como también su PH para evitar alteraciones.

k Disolvente

En caso del disolvente según la norma ASTM D-445, establece que este se puede mezclar con otros componentes, sin embargo, su composición puede afectar al ambiente y al suelo en caso de derrames, debido a que no es de fácil limpieza y daña los componentes del suelo; para el contacto con las manos o el cuerpo en general, no tiene efectos secundarios

y cualquier alteración que haya se recomienda el lavado con abundante agua y jabón para eliminar cualquier residuo el disolvente.

l **Disolvente de secado (acetona)**

Este disolvente es miscible con la muestra disolvente, según las especificaciones indicadas, también es miscible con el agua, en este caso debe ser desionizada o destilada además debe cumplir las especificaciones de D1193 o el grado respectivo en este caso 3 según la norma ISO 3696, que establece el uso de agua para los fines analíticos en el laboratorio, dentro de las especificaciones planteadas establece los niveles de pH, la conductividad que debe tener; este disolvente no presenta agentes contaminantes para el ambiente, ni tampoco para el ser humano en este caso de presentar irritación por el contacto excesivo este se quita con abundante agua y no tiene efectos secundarios.

m **Diluyente**

Correspondiente a lo que establece la norma ASTM D-7647, establece medidas de precaución en algunos tipos de diluyente (Kerosene, 25% 2-isopropanol / 75% tolueno) debido a que son productos inflamables, por lo que puede causar explosiones o incendios; también por el contacto con gases o vapores nocivos, se puede llegar a la combustión originando contaminación ambiental, se debe mantener fuera de las alcantarillas y desagües. Para la manipulación por parte de los seres humanos este tiene los siguientes efectos.

Tabla 42

Efectos del Uso del Diluyente

| Problema | Primeros auxilios |
|------------------------------|---|
| | Proporcionar aire fresco. |
| Inhalación | Mantener en un lugar abierto. Aflojar los equipos de seguridad. |
| Contacto con la piel | Lavar la zona con agua y jabón. |
| Contacto con los ojos | Enjuagar con abundante agua por varios minutos. Separar los párpados |
| Ingesta | Enjuagar la boca con abundante agua. |

Beber agua o leche.

No inducir al vómito

n Resumen

En caso de todas las sustancias evaluadas se presenta el cuadro resumen donde se evidencia, el impacto de cada uno de ellos en caso presente o que califique como riesgoso.

Tabla 43

Cuadro Resumen del Impacto Ambiental

| Nombre de requerimiento | Presencia de efectos contaminantes | Impacto |
|--|---|--|
| Electrolito de cloruro de litio | No tiene impacto | Mantener fuera de lugares inflamables. |
| Solución de ácido clorhídrico | Si tiene impacto | Nocivo para la naturaleza. |
| Solución de tampón acuosas comerciales de PH | Si tiene impacto | Nocivo para la vida acuífera, consecuencias duraderas. |
| Solución de hidróxido de potasio | No tiene impacto | No es peligroso para el ambiente. |
| Solución estándar en ácido acético | Si tiene impacto | Ventilación insuficiente puede formarse aire o vapor explosivo e inflamable. |
| Aceite base | No tiene impacto | - |
| Solución de limpieza | No tiene impacto | - |
| Solución de alcohol isopropílico | Si tiene impacto | Puede contaminar el terreno. |
| Solvente de lavado | No tiene impacto | - |
| Solución de ácido crómico | Si tiene impacto | Cambia el PH, incendios y explosiones. |
| Muestra disolvente | Si tiene impacto | Puede dañar el terreno. |
| Diluyente | Si tiene impacto | Puede causar explosiones o incendios. |

6.3 Tratamiento de residuos

Dentro de los procesos que se realizará en el laboratorio se tiene desechos de aceite, que viene a ser el componente más utilizado para los diferentes análisis que se realizan a los componentes y otras acciones. En este caso se presenta las acciones necesarias para el tratamiento de estos residuos con la finalidad de prevenir contaminación del ambiente con sus respectivos elementos de protección personal como:

- Overol o mandil de seguridad.
- Zapatos de seguridad.
- Lentes y guantes de seguridad.

a Separación

Culminada la labor de los aceites, es decir cuando se termine los análisis realizados queda un aproximado de 40ml como residuos por lo que estos deberán ser almacenados en un recipiente evitando el derrame, y contacto con otros agentes que pueden dañar la composición del aceite.

b Recolección

Al separar el aceite de los componentes culminada su labor, se vierten en otro recipiente que también contiene el aceite, en este caso se recomienda el uso de embudos u objetos que ayuden a evitar derrames o fugas del componente, permitiendo así su traslado del aceite de la forma correcta.

c Traslado interno

Para el tratamiento de los aceites estos deberán ser trasladados en contenedores que los aislen de las partículas externas, deberán ser llevados hasta los centros de acopio de los recicladores de lubricantes.

d Almacenamiento

Para concretar el almacenamiento de los residuos en el lugar destinado para esto, se debe contar con señalizaciones para identificar a qué tipo de residuo corresponde, en cuanto a la estructura del lugar este debe estar construido con material impermeable, que no tengan grietas o defectos en el suelo, que puedan contaminar la tierra; tampoco debe contener

contacto con el alcantarillado, se debe garantizar la ventilación para que no hay alteraciones y sobre todo mantener el lugar fresco, evitando el calentamiento de las sustancias.

e Disposición final

En caso de la disposición final, estos residuos deben ser entregados a un gestor que cuente con los permisos para el procesamiento o transformaciones que se vayan a llevar a cabo, en este caso las personas encargadas suelen recuperar el valor remanente del aceite, esto lo hacen mediante recuperación o refinado para extraer el valor.

f Seguimiento y control

Se debe realizar el seguimiento a los gestores encargados del tratamiento del aceite; así como también controlar los reportes de cada uno de los tratamientos realizados para un buen seguimiento, así mantener registro de la gestión externa de los aceites que suelen restar frente a la culminación de su uso.

CAPITULO VII

7 ESTUDIO ECONOMICO

7.1 Inversión inicial

En la inversión inicial se incluyen todos los activos materiales fijos, muebles y diferidos/intangibles; no se incluye el capital circulante.

El término activos materiales fijos se refiere a artículos que se pueden tocar o fijar y que no se puede deshacerse fácilmente de ellos sin que repercutan negativamente en sus actividades productivas, como son los bienes inmuebles, edificios, maquinaria, equipos, mobiliario y enseres, así como herramientas, automóviles y otros instrumentos que pertenecen a la empresa.

a Inversión fija

Esta partida se agrupa en material e inmaterial, diferenciación que facilitará el cálculo de costes del proyecto en su fase operativa. La estimación de la inversión se basa en presupuestos y/o proformas de los bienes y servicios que se utilizarán en la ejecución del proyecto, la cual formará parte de la infraestructura operativa de la empresa, es decir, la base para iniciar la producción para el mercado seleccionado. Cabe mencionar que todas las compras o adquisiciones del proyecto pasarán a formar parte de la propiedad de la empresa, que se establecerá con el proyecto que se está estructurando.

- **Inversión fija intangible:** Este rubro de inversión se diferencia mucho de la tangible ya que en esta se logran ubicar los gastos realizados anualmente en la fase de proyección que no sean palpables o tengan un lugar destinado, para nuestro caso consideramos como una inversión intangible a los servicios públicos básicos y la remuneración del personal colaborador.
- **Servicios públicos:** Estos servicios están regulados por instituciones públicas denominadas entes reguladores. Estos organismos se encuentran ubicados en todas las regiones del país, de acuerdo a su ámbito de competencia y de cobertura frente a los servicios que fiscaliza a favor de los usuarios peruanos.

Tabla 44*Inversión Fija por Servicios Públicos al Primer Año*

| Inversión Intangible | (S/) |
|-----------------------------|-----------------|
| Luz | 7,496.79 |
| Internet | 1,200.00 |
| Agua | 125.22 |
| TOTAL | 8,822.01 |

- **Remuneración del personal colaborador:** El personal colaborador son todos los profesionales que intervienen de manera directa e indirecta en el servicio de análisis de lubricantes del laboratorio proyectado.

Tabla 45*Inversión de Remuneración del Personal Colaborador al Primer Año*

| Personal | Cantidad | (S/) |
|---------------------------|-----------------|------------------|
| Gerente General | 1 | 5,000.00 |
| Secretaria Ejecutiva | 1 | 2,000.00 |
| Jefe de Laboratorio | 1 | 3,500.00 |
| Técnico de Laboratorio | 2 | 3,000.00 |
| Auxiliar Logístico | 1 | 2,000.00 |
| Auxiliar de Mantenimiento | 1 | 2,000.00 |
| TOTAL | | 17,500.00 |

b Inversión fija tangible

Se definen como inversión de activos fijos a aquellos bienes y materiales que se pueden tocar, estos pueden ser distintos de acuerdo a cada característica del proyecto para nuestro caso los activos fijos tangibles serían, equipos de laboratorio, mobiliario de oficina y suministros para el laboratorio.

- **Equipos de laboratorio:** Los equipos son las herramientas de trabajo principales que son necesarias para realizar el trabajo, por lo que intervienen directamente en el proceso de análisis de los lubricantes.

Tabla 46

Inversión de los Equipos para Análisis del Lubricante

| Equipos de laboratorio | Costo c/u (S/) | Cantidad (Und.) | (S/) |
|------------------------------------|----------------|-----------------|-------------------|
| Viscosímetro Automático | 11,073.34 | 1 | 11,073.34 |
| Titulador Automático | 12,524.10 | 1 | 12,524.10 |
| Espectrómetro FTIR | 89,942.23 | 1 | 89,942.23 |
| Espectrómetro de emisión de chispa | 383,036.40 | 1 | 383,036.40 |
| Contador de Partículas | 35,025.89 | 1 | 35,025.89 |
| TOTAL | | | 551,181.45 |

Nota. Cotizaciones NANBEI y NEOTEC

- **Mobiliario de oficina:** El término "mobiliario" se refiere a un grupo de artículos tangibles, como muebles o equipos, que se utilizan para apoyar y permitir las operaciones regulares de una empresa. Este tipo de componentes son esenciales para las operaciones que tienen presencia física en edificios comerciales como oficinas, almacenes, grandes almacenes, etc.

Tabla 47

Mobiliario y Equipos de Oficina

| Mobiliario y Equipos de Oficina | Costo c/u (S/) | Cantidad (Und.) | (S/) |
|---------------------------------|----------------|-----------------|----------|
| Escritorios | 159.00 | 7 | 1,113.00 |
| Mesa de equipos | 490.00 | 3 | 1,470.00 |
| Sillas de Oficina | 109.00 | 13 | 1,417.00 |
| Armario de Ficheros | 385.50 | 6 | 2,313.00 |
| Anaqueles | 199.00 | 3 | 597.00 |
| Mesa de laboratorio | 259.90 | 1 | 259.90 |

| | | | |
|---------------------------------|----------|---|------------------|
| Laptop HP | 2,399.00 | 4 | 9,596.00 |
| Impresora Multifuncional Xerox | 2,238.00 | 1 | 2,238.00 |
| Lavamanos | 201.80 | 3 | 605.40 |
| Inodoro | 319.00 | 3 | 957.00 |
| Casillero guardarropa 5 puertas | 1,300.00 | 1 | 1,300.00 |
| Campana extractora | 1,345.00 | 2 | 2,690.00 |
| Lavaojos portátil de emergencia | 747.35 | 1 | 747.35 |
| TOTAL | | | 25,303.65 |

- **Suministros de laboratorio:** Los suministros de laboratorio son todas las herramientas necesarias para la manipulación de los reactivos, así como para las pruebas mismas.

Tabla 48

Suministros de Laboratorio

| Suministros de Laboratorio | Costo c/u (S/) | Cantidad (Und.) | (S/) |
|--|-----------------------|------------------------|------------------|
| Vaso de precipitados de 250 ml | 19.90 | 12 | 238.80 |
| Bureta 10 ml | 180.00 | 4 | 720.00 |
| Toalla de papel de laboratorio | 42.00 | 12 | 504.00 |
| Termómetro de contacto digital | 100.00 | 1 | 100.00 |
| Cronómetro digital | 20.00 | 1 | 20.00 |
| Guantes resistentes de goma de nitrilo | 0.66 | 16,772 | 11,069.52 |
| Protección respiratoria | 130.00 | 12 | 1,560.00 |
| Gafas de seguridad de químicos | 38.60 | 36 | 1,389.60 |
| Mandil de laboratorio | 52.00 | 3 | 156.00 |
| TOTAL | | | 15,757.92 |

7.2 Financiamiento

El financiamiento de esta implementación de un laboratorio de análisis de lubricantes para la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica-Eléctrica y mecatrónica va a hacer llevado por parte de la universidad el cual el procedimiento a seguir es que sea presentado a la facultad de Ingeniería Mecánica, Mecánica-Eléctrica y Mecatrónica para después ser remetida al rector de la Universidad, para este proyecto se está considerando una inversión para la edificación de material noble con todos los acabados una inversión aproximada no mayor a 1 millón de soles, monto que se agregaría a la inversión inicial para el cálculo del flujo de caja.

a Ingresos proyectados

Los ingresos se calcularán en base a los resultados del estudio de mercado se determinará el mínimo número de análisis para la rentabilidad del proyecto. El principal rubro de ingresos del laboratorio serán los análisis que se realizarán. En base a la oferta actual del mercado se sugiere un precio de S/ 46 por paquete de análisis, considerando la tasa de inflación actual de 6 % de acuerdo al BCR proyectamos un precio por análisis según las expectativas de inflación, el cual se proyecta a disminuir según expectativas macroeconómicas del BCR, cabe mencionar que dicha expectativa de la tasa está sujeta al desempeño del actual gobierno central y aun rango de meta del BCR del 3 %.

Tabla 49

Proyección de Ingresos

| Año | 2024 | 2025 | 2026 |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Cantidad de análisis proyectados | 16,772 | 21,468 | 27,479 |
| Precio por análisis (S/) | 58.00 | 61.00 | 63.00 |
| Costo por análisis (S/) | 26.00 | 27.00 | 28.00 |
| Expectativa tasa de inflación (%) | 6 | 5 | 3 |
| Ingreso anual (S/) | 535,026.80 | 719,070.66 | 948,021.38 |

b Flujo de caja

El flujo de caja es un informe financiero que ayuda a distinguir entre entradas y salidas de efectivo dentro de un periodo concreto. Lo que proporciona un análisis más estructurado y con un mejor enfoque, cuando hablamos de flujo de caja, nos referimos a la discrepancia entre las entradas y salidas de efectivo dentro del periodo de tiempo.

Tabla 50

Flujo de Caja

| | AÑO 0 (S/) | AÑO 1 (S/) | AÑO 2 (S/) | AÑO 3 (S/) |
|--------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Inversión | 1.402,243.02 | | | |
| Costos de equipos | 551,181.45 | | | |
| Costos de mobiliario | 25,303.65 | | | |
| Costos de suministros | 15,757.92 | | | |
| Costos de edificación | 810,000.00 | | | |
| Ingresos | | 535.026,80 | 719.070,66 | 948.021,38 |
| Egresos | | 26.339,89 | 27.839,89 | 29.339,89 |
| Costos de operación | | 17.500,00 | 19.000,00 | 20.500,00 |
| Costos por servicios públicos | | 8.839,89 | 8.839,89 | 8.839,89 |
| Flujo de caja económico | | 508.686,91 | 691.230,77 | 918.681,49 |

7.3 Indicadores de rentabilidad

Estos indicadores financieros pueden utilizarse para evaluar la eficacia de la gestión de una empresa a la hora de mantener bajo control los gastos y convertir las ventas en beneficios.

a VAN

El valor actual de los flujos de caja netos generados por una inversión se representa con el término valor actual neto, a menudo conocido como valor actual neto o valor actual neto y abreviado como VAN.

b TIR

Es la tasa de rentabilidad o interés que ofrece una inversión. Así mismo, la TIR puede definirse como el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá cada inversión. Es una métrica muy utilizada para evaluar los proyectos de inversión.

c PRI

El periodo de recuperación de la inversión, una métrica que mide el tiempo que se tardará en recuperar toda la inversión a su valor actual, mide este plazo. Puede proporcionar una fecha exacta -en años, meses y días- en la que se recuperará la inversión inicial.

Tabla 51

Flujo de Caja por Periodo

| | (S/) | Periodo (Año) | Flujo a valor presente (S/) | Flujo acumulativo (S/) |
|------------------------|---------------|---------------|-----------------------------|------------------------|
| Inversión | - 1.402,243.0 | | | |
| Flujo de Caja 1 | 508,686.9 | 1 | 454.184.74 | 454,184.74 |
| Flujo de Caja 2 | 691,230.8 | 2 | 551.044.94 | 1.005,229.68 |
| Flujo de Caja 3 | 918,681.5 | 3 | 653.899.34 | 1.659,129.02 |

Nota. Tasa de interés o descuento del 8%.

Tabla 52

Indicadores Financieros

| VAN (S/) | TIR (%) | PRI |
|------------|---------|------|
| 256,886.00 | 12 | 2.61 |

El VAN nos da un valor actual neto positivo de ganancia, con una tasa máxima de recuperación de la inversión de 12 % en un periodo de recuperación de 2 años y 7 meses.

CONCLUSIONES

- PRIMERA:

De acuerdo a lo informado por el MINEM sobre el crecimiento del sector minero en el centro y sur del Perú del 2021 al 2022 se encontró que se proyecta en un 28%; tras la encuesta realizada a las 7 unidades mineras seleccionadas de la región, se obtuvo que el número promedio de maquinaria para realizar el análisis de lubricante es de 125, encontrando que 2 de dichas unidades no cuentan con su propio laboratorio, concluyendo que en un 13% de la población objetivo de la región existe la necesidad de abasteciendo del servicio de análisis de lubricante.

- SEGUNDA:

De acuerdo con la demanda proyectada y a las pruebas que se deben de realizar para dar un servicio de información sobre el estado de la maquinaria, se encontraron los equipos para realizar el análisis de lubricantes que están de acuerdo a las pruebas mínimas para determinar la condición del lubricante conjuntamente a la normativa actual ASTM e ISO; se concluye que el Viscosímetro, Titulador, Espectrómetro FTIR, Espectrómetro de emisión y Contador de partículas, cuentan con la tecnología para obtener resultados adecuados para realizar el análisis de lubricantes respecto a su salud, contaminación y desgaste de la maquinaria.

- TERCERA:

De acuerdo con el estudio técnico realizado donde se tuvo en cuenta los límites mínimos de la Norma Técnica EM.10, y haciendo uso del método de Guerchet conjuntamente con las relaciones entre áreas, se desarrolló planos referenciales del laboratorio, el cual incluye las instalaciones sanitarias, de ventilación, eléctricas e iluminación, así como el plano de cotas, por lo que el laboratorio de análisis necesita un área de terreno de 250m² para poder realizar las labores de análisis de lubricantes.

- CUARTA:

De acuerdo con el estudio administrativo se determinó que 7 personas serían capaces de garantizar el funcionamiento del laboratorio de análisis de lubricantes siendo 2 el personal que interviene en el proceso administrativo, 3 especialistas que interviene directamente en

el proceso durante el primer año, así como 2 personas para la logística y mantenimiento; finalmente se considera una proyección de crecimiento del servicio que implicaría el aumento de 1 técnico de laboratorio por año.

- QUINTA:

De acuerdo al estudio de impacto ambiental se determinó que las soluciones acidas y diluyentes tienen un impacto nocivo para la naturaleza, por lo que se desarrolló las acciones necesarias para el tratamiento de estos residuos con la finalidad de prevenir la contaminación del ambiente, concluyendo que el proyecto cuenta con controles para la protección del mismo.

- SEXTA:

De acuerdo con los estudios económicos se determinó que la factibilidad de implementar un laboratorio de análisis de lubricantes es factible avalándose del periodo de recuperación de la inversión (PRI) de 2.61 que aproximadamente sería de 2 años y 7 meses, por lo que se empezaría a generar utilidades luego del periodo mencionado y se determinó que la tasa interna de retorno (TIR) es del 12% el cual se define como el porcentaje de beneficio que tendrá la inversión realizada con un valor actual neto positivo (VAN) de S/ 256.886,00.

RECOMENDACIONES

- PRIMERA:

Se recomienda a la universidad que, mediante el uso de herramientas financieras como el apalancamiento, mecanismos de financiación para la compra de los equipos y así pueda reducir los costos de inversión y aumentar la rentabilidad del laboratorio, por otra parte, recomiendo seguir el cronograma de manteniendo para los equipos lo que generaría una mayor vida útil y evitaría riesgos innecesarios por parte de la universidad.

- SEGUNDA:

Se recomienda a la universidad que no sobre cargue la maquinaria ya que esta trabaja por día con un número de pruebas máximas por ende al sobrecalentar la maquinaria se expone a los fallos y estos a una reducción de la vida útil de la maquinaria.

- TERCERA:

Se recomienda a la universidad que se centre en las unidades mineras que no cuentan con este tipo de laboratorio ya que el 86.8% de estas empresas a nivel sur si cuentan con un laboratorio, por ende, se le recomiendo extender la muestra y que sea a nivel nacional tomando en consideración solo a las unidades mineras que no tengan este laboratorio de análisis de lubricantes.

- CUARTA:

Se recomienda a la universidad de acuerdo al estudio administrativo realizado que optimice al personal que no interviene directamente en el proceso de análisis realizado para poder hacer una reducción de gastos administrativos, así como los suministros para el laboratorio.

- QUINTA:

Se recomienda a la universidad que se desarrolló de acuerdo a los planos antes mencionados y que respete las normas de seguridad y los requerimientos de estas para poder realizar estos tipos de análisis con sustancias nocivas y peligrosas tanto para la vida humana y el ecosistema.

- SEXTA:

Se recomienda a la universidad que tome las medidas adecuadas para no arriesgar la vida humana y el ecosistema ya que se trabajara con sustancias nocivas para el ecosistema y para los encargados de realizar las pruebas. Estas sustancias afectan de manera directa al suelo al viento y al sistema respiratorio del ser humano.



REFERENCIAS

- 50Minutos. (2017). Aprender a realizar un buen estudio de mercado: Los secretos para tu proyecto empresarial tenga éxito. *50Minutos* .
- Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland-[ANCAP]. (2016). *Análisis de Aceite como Herramienta para el mantenimiento Predictivo -Proactivo*.
- Agilent CrossLab. (2015). *Para Espectrómetros de Absorción Atómica de PerkinElmer*. Obtenido de <https://www.agilent.com/Library/catalogs/Public/5991-6431ES.pdf>
- Agilent Technologies. (2017). *Manual de oración FTIR serie 4500 de Agilent*. Obtenido de https://www.agilent.com/cs/library/usermanuals/public/0021-401_4500FTIR_Manual_ESP.pdf
- AnaLab. (2022). *SpectrOil 100 Series* . Lima. Obtenido de <https://www.analab.com.pe/>
- Angeles Cisneros, E. (2013). Implantación de un laboratorio de análisis de aceites industriales. *Universidad Nacional Autónoma de México*.
- Atencio , E., Cuesta, E., & Fonceca, L. (2018). Fundamentos teóricos -metodológicos de la evaluación del impacto ambiental. *Ciudad Universitaria, 16*(1).
- Azañero Palomino, J., & Poma Huaya, D. (2013). Estudio de pre-factibilidad para la implementación de un laboratorio de análisis de lubricante en el Perú. *Universidad Nacional de Ingeniería*.
- Bastidas, L. M., & Aguirre, L. A. (2020). Diseño de herramienta para la estimación del tamaño de las instalaciones de la empresa estructuras y montajes Europa S.A.S. *Tesis de Grado*. Universidad ICESI, Cali.
- Burdiles, P., Castro, M., & Simian, D. (2019). Planning and feasibility of a clinical research project. *Revista Médica Clínica Las Condes, 30*(1), 8-18. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2018.12.004>
- Carvajal, A., Rísquez, A., Echezuría, L., Fernández, M., Castro, J., & Aurentis, L. (2019). Recomendaciones sobre el consumo de agua y alimentos en circunstancias especiales. *Comisión de Epidemiología. Sociedad Venezolana de Infectología, 5*, 6, 7, 8, 9.

Chacon, T. (4 de febrero de 2022). El 2021 cerró con 1363 unidades mineras en actividad en el Perú. *Rumbo Minero*. Obtenido de <https://www.rumbominero.com/peru/noticias/mineria/peru-1363-unidades-mineras-actividad/>

Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas. (2018). Manual de buenas prácticas de laboratorio para el control de calidad de productos farmacéuticos. Lima, Perú.

DS N° 074-2001-PCM. (s.f.). REGLAMENTO DE ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE.

DS N° 014-2010-MINAM. (s.f.). Límites MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LAS EMISIONES GASEOSAS Y DE PARTÍCULAS DE LAS ACTIVIDADES DEL SUB SECTOR HIDROCARBUROS.

DS N° 069-2003-PCM. (s.f.). VALOR ANUAL DE CONCENTRACIÓN DE PLOMO.

Echeverría Ruíz , C. (2017). Metodología para determinar la factibilidad de un proyecto . *Universidad Central del Ecuador* . Obtenido de https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/836/pdf_604

Herrera de león, H. J. (2007). Estudio de factibilidad para la creación de un laboratorio de análisis de lubricantes automotrices en Guatemala. *Tesis de grado*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Instituto Nacional de Estadísticas de Informática-INEI. (2022). *Perú:Estructura Empresarial,2019*. Lima. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1817/libro.pdf

Instrumentación Analítica -IA. (2018). *VH1 and VH2 Automatic Huillon Viscometers*. Obtenido de https://www.instru.es/instrumentacion-analitica/ficheros/10_371638895102_vh1-vh2-brochure-us.pdf

Mideros Romero, J. (2013). Diseño de un laboratorio de análisis de aceites lubricantes en la ESPOL para sustentar programas de mantenimiento predictivo. *Escuela Superior Politécnica del Litoral*.

MINAM. (2010). *Límites Máximos Permisibles para las Emisiones Gaseosas y de Partículas de las Actividades del Sub Sector Hidrocarburos*. Lima.

- Ministerio de Energía y Minas-MINEM. (2022). *Producción Minera Anual por regiones*. Lima. Obtenido de http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&idEstadistica=12501
- Noria Latín América. (27 de Dic. de 2021). *Noria*. Obtenido de <https://noria.mx/analisis-de-lubricante-a/los-fundamentos-del-muestreo-de-aceite-usado/>
- Organización Internacional de Estandarización. (2000). ISO 9000:2000.
- Orrantía Lingen, E. (2018). Estudio de factibilidad para la implementación de un laboratorio de sistemas de inyección diésel en la ciudad de Guayaquil. *Universidad Internacional del Ecuador*. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2730/1/T-UIDE-191.pdf>
- Ortega, P. (2014). “Systematic Layout Planning SLP” y “Teoría de la Topogénesis” como bases metodológicas para proponer un cambio de paradigma en la concepción de diseño de un edificio industrial. *Tesis de grado*. Universidad Nacional Experimental del Táchira, Táchira.
- Osorio Zúñiga, A. (2018). Prefactibilidad en la empresa Redbus Urbano S.A. para la creación de un laboratorio. *Universidad Andres Bello*. Obtenido de https://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/9368/a124829_Osorio_A_Pre-factibilidad_en_la_Empresa_Redbus_Urbano_2018_Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Quiroa, M. (4 de julio de 2020). Estudio de factibilidad. *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/estudio-de-factibilidad.html>
- Quispe Mendoza, A. (2017). Implementación del análisis de lubricante como herramienta de mejora en el monitoreo de condición del aceite en unidades hidráulicas y cajas reductoras en la empresa OPP FILM para el año 2017. *Universidad privada del Norte*. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11209/Tesis%20Alfredo%20Quispe%20Mendoza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Recinos Castellanos , A. (2014). Análisis de aceite como propuesta para la implementación de mantenimiento predictivo en el departamento de taller agrícola y automotriz de la

compañía agrícola industrial Ingenio Palo Gordo S.A. *Universidad de San Carlos de Guatemala*.

Ricarte, R., Armanza Ochoa, J., & Solórzano Cedeño, J. (2017). Estudio de factibilidad para la creación de un restaurantes sustentable en el cantón General Villamil Playas. *Revista Innova*, 2(11), 1-23. doi:<http://dx.doi.org/10.33890/innova.v2.n11.2017.289>

Rodríguez M., M., & Cárcel C., F. J. (2013). Consideraciones para el diseño de laboratorios en la industria química. *CIENCIAS*, 2-13.

Ruiz Gonzalez, M. (2013). *Implementación de un laboratorio de Análisis de aceites industriales*. México D.F. Obtenido de <file:///C:/Users/USER/Dropbox/Semproyect/Proyectos%20Lic.%20Larry/UCSM%20-%20ING.%20MEC%C3%81NICA%20-%20EDUARDO/Sobre%20el%20servicio.pdf>

Rumbo Minero. (2019). Minería en Arequipa: En la mira del mundo. *Rev. Rumbo minero. Minería y Energía*. Obtenido de <https://www.rumbominero.com/revista/informes/mineria-en-arequipa-en-la-mira-del-mundo/>

Tostado Martín, E. (2014). Neurotoxicidad de los metales pesados: Plomo, Mercurio y Aluminio. *Tesis de maestria*. Universidad de Valladolid, Valladolid.

Anexo A Producción minera según región

| PRODUCCIÓN METÁLICA ENERO - DICIEMBRE 2021 | | | | | | | | |
|--|------------------|---------------|-------------|--------------------------|--|---------------------------------------|----------|--|
| METAL | UNIDAD DE MEDIDA | ETAPA | PROCESO | ESTRATO | TITULAR | UNIDAD | REGIÓN | |
| ARSÉNICO | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO | LIM METALES S.A.C. | LIM METALES | ICA | |
| ARSÉNICO | TMF | CONCENTRACIÓN | GRAVIMETRÍA | PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO | SOCIEDAD MINERA ANDEREAL S.A.C. | CUNCA | CUSCO | |
| BISMUTO | TMF | CONCENTRACIÓN | GRAVIMETRÍA | PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO | SOCIEDAD MINERA ANDEREAL S.A.C. | CUNCA | CUSCO | |
| CADMIO | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | MINERA BATEAS S.A.C. | HUAYLLACHO | AREQUIPA | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO | COMPAÑIA MINERA SCORPION S.A. | DON LUCHO | AYACUCHO | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO | COMPAÑIA MINERA SCORPION S.A. | ELIANA | AYACUCHO | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO | LIM METALES S.A.C. | LIM METALES | ICA | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO | MINERA FERCAR E.I.R.L. | RAQUEL | ICA | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO | PROCESADORA COSTA SUR S.A.C. | COSTA SUR | AREQUIPA | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO | VELOCHE GROUP S.A.C. | ANGELES X | ICA | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | AMG-AUPLATA MINING GROUP PERÚ S.A.C. | ANA MARIA | CUSCO | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C. | SAN JERONIMO | AYACUCHO | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | COMPAÑIA MINERA ANTAPACCAY S.A. | ACUMULACION ANTAPACCAY | CUSCO | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | CONSORCIO DE INGENIEROS EJECUTORES MINEROS S.A. | CONCENTRADORA SANTA LUCIA | PUNO | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | HUDBAY PERÚ S.A.C. | CONSTANCIA | CUSCO | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | MARCOBRE S.A.C. | PLANTA DE OXIDOS Y PLANTA DE SULFUROS | ICA | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | MINERA BATEAS S.A.C. | HUAYLLACHO | AREQUIPA | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | MINERA LAS BAMBAS S.A. | LAS BAMBAS | APURÍMAC | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | MINERA SHOUXIN PERÚ S.A. | PLANTA CONCENTRADORA POLIMETALICA MSP | ICA | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | MINERA TITAN DEL PERÚ S.R.L. | BELEN | AREQUIPA | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | NEXA RESOURCES PERÚ S.A.A. | CERRO LINDO | ICA | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A. | PLANTA DE BENEFICIO CERRO VERDE | AREQUIPA | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION SUCURSAL DEL PERU | CONC. DE BOTIFLACA | MOQUEGUA | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION SUCURSAL DEL PERU | CONCENTRADORA TOQUEPALA | TACNA | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | GRAVIMETRÍA | RÉGIMEN GENERAL | AGROMIN LA BONITA S.A.C. | ACUMULACION LA PURISIMA | AREQUIPA | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | GRAVIMETRÍA | RÉGIMEN GENERAL | COMPAÑIA MINERA ANTAPACCAY S.A. | ACUMULACION ANTAPACCAY | CUSCO | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | LIXIVIACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | MARCOBRE S.A.C. | PLANTA DE OXIDOS Y PLANTA DE SULFUROS | ICA | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | LIXIVIACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A. | PLANTA DE BENEFICIO CERRO VERDE | AREQUIPA | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | LIXIVIACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION SUCURSAL DEL PERU | PLANTA DE LIXIVIACION SX/EW TOQUEPALA | TACNA | |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | LIXIVIACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION SUCURSAL DEL PERU | PLTA. DE LIXIV. SX. CUAJONE | MOQUEGUA | |
| ESTAÑO | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | MINSUR SA | PLANTA DE CONC. SAN RAFAEL | PUNO | |
| ESTAÑO | TMF | CONCENTRACIÓN | GRAVIMETRÍA | RÉGIMEN GENERAL | MINSUR SA | PLANTA DE CONC. SAN RAFAEL | PUNO | |
| HIERRO | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | MINERA SHOUXIN PERÚ S.A. | PLANTA CONCENTRADORA POLIMETALICA MSP | ICA | |
| HIERRO | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | SHOUGANG HIERRO PERÚ S.A.A. | ACUMULACION SAN NICOLAS | ICA | |
| MANGANESO | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | MINERA BATEAS S.A.C. | HUAYLLACHO | AREQUIPA | |
| MOLIBDENO | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | HUDBAY PERÚ S.A.C. | CONSTANCIA | CUSCO | |
| MOLIBDENO | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | MINERA LAS BAMBAS S.A. | LAS BAMBAS | APURÍMAC | |
| MOLIBDENO | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A. | PLANTA DE BENEFICIO CERRO VERDE | AREQUIPA | |
| MOLIBDENO | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION SUCURSAL DEL PERU | CONC. DE BOTIFLACA | MOQUEGUA | |
| MOLIBDENO | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION SUCURSAL DEL PERU | CONCENTRADORA TOQUEPALA | TACNA | |

| PROVINCIA | DISTRITO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC | ACUM. ENE-DIC |
|----------------|-------------------|-------------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-----------|---------------|
| PISCO | SAN ANDRES | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,1 | - | - | - | 0 |
| CANAS | LAYO | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,9 | 0,4 | 0,7 | 8 |
| CANAS | LAYO | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,3 | 1 |
| CAYLLOMA | CAYLLOMA | 16,0 | 13,4 | 14,7 | 12,2 | 15,6 | 14,1 | 16,3 | 14,6 | 13,3 | 14,6 | 12,8 | 12,2 | 170 |
| PARINACOCCHAS | PULLO | - | - | - | - | 5,4 | 5,9 | - | 3,5 | - | 8,0 | - | - | 23 |
| PARINACOCCHAS | PULLO | - | - | - | - | - | - | 8,3 | - | - | - | - | - | 8 |
| PISCO | SAN ANDRES | - | - | - | 0,1 | 0,4 | - | 0,1 | - | 0,1 | - | - | - | 1 |
| ICA | YAUCA DEL ROSARIO | - | 64,0 | - | 55,0 | 26,4 | 8,9 | - | - | - | - | - | - | 154 |
| CARAVELI | HUANUHUANU | 5,3 | 6,8 | 11,5 | 5,6 | 5,7 | 5,1 | 4,2 | 2,8 | 3,7 | 3,7 | 4,8 | 9,8 | 69 |
| ICA | YAUCA DEL ROSARIO | 23,0 | - | - | 47,5 | - | 22,6 | - | - | - | 7,1 | - | 7,8 | 108 |
| ESPINAR | SUYCKUTAMBO | - | - | - | 24,4 | 28,0 | 4,2 | 31,6 | 24,2 | 22,9 | 26,8 | 20,3 | 19,6 | 202 |
| VICTOR FAJARDO | CANARIA | 24,8 | 32,1 | 40,2 | 39,8 | 47,1 | 41,3 | 50,9 | 46,7 | 54,5 | 42,4 | 51,6 | 59,7 | 531 |
| ESPINAR | ESPINAR | 16.259,9 | 13.886,5 | 13.306,8 | 10.693,0 | 15.011,9 | 14.897,0 | 12.002,0 | 13.708,3 | 15.551,9 | 15.483,2 | 14.313,9 | 15.728,6 | 170.843 |
| LAMPA | SANTA LUCIA | 229,5 | 184,6 | 107,0 | 159,2 | 222,0 | 64,6 | 150,2 | 219,7 | 96,0 | 24,5 | 210,2 | 208,8 | 1.876 |
| CHUMBIVILCAS | VELILLE | 5.116,5 | 5.830,8 | 6.879,8 | 5.980,3 | 7.139,1 | 5.938,3 | 5.362,1 | 6.099,5 | 6.610,7 | 7.290,4 | 7.477,1 | 8.088,2 | 77.813 |
| NASCA | MARCONA | - | - | - | - | - | - | 23.186,1 | 9.843,0 | 10.395,6 | 11.601,8 | 10.713,3 | 9.263,1 | 75.003 |
| CAYLLOMA | CAYLLOMA | 84,2 | 89,5 | 90,2 | 84,7 | 98,5 | 122,4 | 119,5 | 81,1 | 95,5 | 80,1 | 83,2 | 95,6 | 1.124 |
| COTABAMBAS | CHALLHUAHUACHO | 20.314,8 | 19.865,3 | 24.221,7 | 26.497,7 | 28.788,1 | 24.963,8 | 26.201,6 | 27.136,6 | 26.769,8 | 26.761,7 | 26.518,4 | 12.066,7 | 290.106 |
| NASCA | MARCONA | 1.602,6 | 968,8 | 1.740,5 | 1.413,1 | 2.599,5 | 1.244,0 | 1.434,9 | 2.149,6 | 911,1 | 2.282,2 | 294,4 | 2.050,5 | 18.691 |
| CARAVELI | CHALA | 17,6 | 18,5 | 23,2 | 41,0 | 38,6 | 21,6 | 26,5 | 12,2 | 17,3 | 30,2 | 27,9 | 35,8 | 310 |
| CHINCHA | CHAVIN | 2.654,3 | 2.942,4 | 2.623,0 | 2.717,1 | 2.257,5 | 2.072,8 | 2.631,7 | 2.667,9 | 2.657,3 | 2.305,2 | 2.294,1 | 2.636,5 | 30.460 |
| AREQUIPA | YARABAMBA | 31.372,8 | 28.065,7 | 34.568,5 | 29.526,2 | 27.123,2 | 28.424,8 | 27.047,6 | 35.136,8 | 32.083,1 | 31.805,8 | 32.940,6 | 36.801,6 | 374.897 |
| MARISCAL NIETO | TORATA | 13.394,5 | 12.170,4 | 14.146,9 | 13.822,2 | 14.384,6 | 14.071,0 | 14.888,5 | 14.744,4 | 15.154,3 | 12.749,4 | 14.572,1 | 14.892,2 | 168.991 |
| JORGE BASADRE | ILABAYA | 17.391,8 | 16.447,7 | 17.931,2 | 17.548,2 | 18.686,7 | 16.271,0 | 18.284,3 | 17.357,6 | 17.001,0 | 16.710,1 | 12.994,8 | 16.993,7 | 203.618 |
| CARAVELI | ACARI | 247,4 | - | 273,5 | 244,7 | 246,2 | 207,7 | 236,8 | 201,8 | 232,1 | 202,3 | 174,4 | 208,5 | 2.475 |
| ESPINAR | ESPINAR | - | 7,2 | - | - | - | 6,1 | - | 5,6 | - | 4,2 | - | 4,4 | 27 |
| NASCA | MARCONA | - | - | - | - | - | - | 4.390,9 | 753,1 | 890,8 | 1.323,9 | 1.137,0 | 1.606,0 | 10.102 |
| AREQUIPA | YARABAMBA | 2.672,4 | 2.543,8 | 3.257,1 | 3.675,7 | 4.136,3 | 4.432,8 | 4.619,2 | 4.052,6 | 3.561,3 | 3.827,1 | 3.493,4 | 3.427,6 | 43.699 |
| JORGE BASADRE | ILABAYA | 1.913,4 | 1.756,5 | 1.994,5 | 1.935,4 | 1.839,6 | 1.932,0 | 1.928,0 | 1.832,1 | 1.770,5 | 1.864,6 | 1.556,0 | 1.827,3 | 22.150 |
| MARISCAL NIETO | TORATA | 284,4 | 256,7 | 274,9 | 271,1 | 269,3 | 275,6 | 317,5 | 342,9 | 321,5 | 333,5 | 315,2 | 341,0 | 3.604 |
| MELGAR | ANTAUTA | 215,8 | 227,3 | 278,8 | 267,3 | 231,3 | 209,3 | 244,2 | 249,7 | 224,4 | 181,5 | 215,0 | 305,8 | 2.850 |
| MELGAR | ANTAUTA | 1.885,0 | 1.722,0 | 2.105,7 | 2.070,7 | 2.038,5 | 2.027,0 | 2.110,4 | 2.079,5 | 2.056,6 | 1.794,2 | 1.954,9 | 2.300,5 | 24.145 |
| NASCA | MARCONA | 24.211,5 | 17.208,9 | 16.512,1 | 19.994,4 | 23.619,1 | 19.650,8 | 12.078,0 | 16.783,4 | 11.004,5 | 16.537,8 | 12.058,1 | 7.308,4 | 196.967 |
| NASCA | MARCONA | 1.104.791,5 | 871.241,0 | 798.165,5 | 1.008.613,4 | 1.036.949,4 | 1.103.909,3 | 1.167.052,9 | 1.119.506,8 | 825.291,4 | 1.183.068,6 | 986.429,4 | 747.287,3 | 11.952.307 |
| CAYLLOMA | CAYLLOMA | 73,8 | 66,3 | 73,4 | 62,1 | 79,8 | 71,2 | 80,0 | 69,8 | 67,5 | 73,4 | 59,4 | 63,2 | 840 |
| CHUMBIVILCAS | VELILLE | 81,5 | 121,5 | 91,3 | 94,6 | 108,8 | 91,3 | 85,9 | 115,4 | 81,0 | 98,8 | 97,5 | 78,3 | 1.146 |
| COTABAMBAS | CHALLHUAHUACHO | 393,2 | 362,2 | 374,2 | 467,0 | 569,8 | 532,9 | 448,4 | 522,7 | 397,7 | 451,7 | 416,4 | 161,6 | 5.098 |
| AREQUIPA | YARABAMBA | 751,9 | 646,6 | 753,6 | 662,9 | 516,4 | 681,2 | 660,3 | 999,0 | 965,5 | 848,9 | 935,5 | 1.023,8 | 9.446 |
| MARISCAL NIETO | TORATA | 394,6 | 323,6 | 357,3 | 326,7 | 358,5 | 329,9 | 318,6 | 329,9 | 398,3 | 327,9 | 353,5 | 371,1 | 4.190 |
| JORGE BASADRE | ILABAYA | 748,5 | 701,5 | 917,2 | 779,5 | 797,6 | 620,6 | 880,5 | 927,7 | 1.220,0 | 905,0 | 1.035,4 | 1.108,2 | 10.642 |

PRODUCCIÓN METÁLICA ENERO - DICIEMBRE 2022

| METAL | UNIDAD DE MEDIDA | ETAPA | PROCESO | ESTRATO | TITULAR | UNIDAD | REGIÓN |
|-----------|------------------|---------------|-------------|--------------------------|--|---------------------------------------|----------|
| ARSÉNICO | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO | LJM METALES S.A.C. | LJM METALES | ICA |
| ARSÉNICO | TMF | CONCENTRACIÓN | GRAVIMETRÍA | PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO | SOCIEDAD MINERA ANDEREAL S.A.C. | CUNCA | CUSCO |
| BISMUTO | TMF | CONCENTRACIÓN | GRAVIMETRÍA | PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO | SOCIEDAD MINERA ANDEREAL S.A.C. | CUNCA | CUSCO |
| CÁDMIO | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | MINERA BATEAS S.A.C. | HUAYLLACHO | AREQUIPA |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO | EXPLORACIONES PORVENIR S.A.C. | HUINILLO CARRIZAL | AREQUIPA |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO | GARCÍA QUISPE LUIS ARMANDO JAVIER | LUIS XVI | ICA |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO | LJM METALES S.A.C. | LJM METALES | ICA |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO | MINERA EL PALACIO DEL CONDOR S.A.C. | PALACIO DEL CONDOR | AREQUIPA |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO | MINERA FERCAR E.I.R.L. | RAQUEL | ICA |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO | PROCESADORA COSTA SUR S.A.C. | COSTA SUR | AREQUIPA |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO | VELOCHE GROUP S.A.C. | ANGELES X | ICA |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | AMG-AUPLATA MINING GROUP PERÚ S.A.C. | ANA MARIA | CUSCO |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | ANGLO AMERICAN QUELLAVECO S.A. | QUELLAVECO | MOQUEGUA |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C. | SAN JERONIMO | AYACUCHO |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | COMPAÑIAMINERA ANTAPACCAY S.A. | ACUMULACION ANTAPACCAY | CUSCO |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | COMPAÑIAMINERA SCORPION S.A. | SCORPION | AYACUCHO |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | CONSORCIO DE INGENIEROS EJECUTORES MINEROS S.A. | CONCENTRADORA SANTA LUCIA | PUNO |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | HUDBAY PERÚ S.A.C. | CONSTANCIA | CUSCO |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | MARCOBRE S.A.C. | PLANTA DE OXIDOS Y PLANTA DE SULFUROS | ICA |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | MINERA BATEAS S.A.C. | HUAYLLACHO | AREQUIPA |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | MINERA LAS BAMBAS S.A. | LAS BAMBAS | APURÍMAC |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | MINERA SHOUXIN PERÚ S.A. | PLANTA CONCENTRADORA POLIMETALICA MSP | ICA |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | MINERA TITAN DEL PERÚ S.R.L. | BELEN | AREQUIPA |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | NEXA RESOURCES PERÚ S.A.A. | CERRO LINDO | ICA |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A. | PLANTA DE BENEFICIO CERRO VERDE | AREQUIPA |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION SUCURSAL DEL PERU | CONC. DE BOTIFLACA | MOQUEGUA |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION SUCURSAL DEL PERU | CONCENTRADORA TOQUEPALA | TACNA |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | GRAVIMETRÍA | PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO | AGROMIN LA BONITA S.A.C. | ACUMULACION LA PURISIMA | AREQUIPA |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | GRAVIMETRÍA | PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO | MINERA EL PALACIO DEL CONDOR S.A.C. | PALACIO DEL CONDOR | AREQUIPA |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | GRAVIMETRÍA | RÉGIMEN GENERAL | COMPAÑIAMINERA ANTAPACCAY S.A. | ACUMULACION ANTAPACCAY | CUSCO |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | LIXIVIACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | MARCOBRE S.A.C. | PLANTA DE OXIDOS Y PLANTA DE SULFUROS | ICA |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | LIXIVIACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A. | PLANTA DE BENEFICIO CERRO VERDE | AREQUIPA |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | LIXIVIACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION SUCURSAL DEL PERU | PLANTA DE LIXIVIACION SX/EW TOQUEPALA | TACNA |
| COBRE | TMF | CONCENTRACIÓN | LIXIVIACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION SUCURSAL DEL PERU | PLTA. DE LIXIV.SX.CUAIONE | MOQUEGUA |
| ESTAÑO | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | MINSUR SA | PLANTA DE CONC.SAN RAFAEL | PUNO |
| ESTAÑO | TMF | CONCENTRACIÓN | GRAVIMETRÍA | RÉGIMEN GENERAL | MINSUR SA | PLANTA DE CONC.SAN RAFAEL | PUNO |
| HIERRO | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | MINERA SHOUXIN PERÚ S.A. | PLANTA CONCENTRADORA POLIMETALICA MSP | ICA |
| HIERRO | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | SHOUGANG HIERRO PERÚ S.A.A. | ACUMULACION SAN NICOLAS | ICA |
| MANGANESO | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | MINERA BATEAS S.A.C. | HUAYLLACHO | AREQUIPA |
| MOLIBDENO | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | HUDBAY PERÚ S.A.C. | CONSTANCIA | CUSCO |
| MOLIBDENO | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | MINERA LAS BAMBAS S.A. | LAS BAMBAS | APURÍMAC |
| MOLIBDENO | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A. | PLANTA DE BENEFICIO CERRO VERDE | AREQUIPA |
| MOLIBDENO | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION SUCURSAL DEL PERU | CONC. DE BOTIFLACA | MOQUEGUA |
| MOLIBDENO | TMF | CONCENTRACIÓN | FLOTACIÓN | RÉGIMEN GENERAL | SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION SUCURSAL DEL PERU | CONCENTRADORA TOQUEPALA | TACNA |

| PROVINCIA | DISTRITO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC | ACUM. ENE-DIC |
|----------------|-------------------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| PISCO | SAN ANDRES | - | 0,4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 |
| CANAS | LAYO | 0,7 | 0,0 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 1,0 | 0,9 | 0,6 | 0,7 | 1,1 | 0,7 | 9 |
| CANAS | LAYO | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 1 |
| CAYLLOMA | CAYLLOMA | - | 12,0 | 13,3 | 11,8 | 12,9 | 14,7 | 13,8 | 14,7 | 13,2 | 14,5 | 14,0 | 17,2 | 152 |
| CARAVELI | QUICACHA | - | - | 12,8 | - | - | 9,5 | - | - | - | - | 9,7 | 6,4 | 38 |
| ICA | YAUCA DEL ROSARIO | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 22,5 | - | 14,4 | 37 |
| PISCO | SAN ANDRES | - | 1,1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| CAYLLOMA | CAYLLOMA | - | - | - | - | 2,3 | 2,1 | - | - | - | - | - | - | 4 |
| ICA | YAUCA DEL ROSARIO | - | - | 43,6 | - | - | 42,7 | - | 8,3 | - | 7,5 | - | 15,1 | 126 |
| CARAVELI | HUANUHUANU | 5,8 | 5,4 | 4,2 | 5,1 | 4,1 | 8,0 | 5,0 | 4,2 | - | - | - | 6,0 | 48 |
| ICA | YAUCA DEL ROSARIO | - | 44,5 | 12,3 | - | 18,1 | - | - | 27,6 | - | 8,0 | - | 22,9 | 134 |
| ESPINAR | SUYKUTAMBO | 26,5 | 22,3 | 28,2 | 23,8 | 27,1 | 21,9 | 33,3 | 24,3 | - | - | - | - | 208 |
| MARISCAL NIETO | TORATA | - | - | - | - | - | - | - | 20.734,7 | - | 20.703,1 | 22.756,8 | 30.006,5 | 94.201 |
| VICTOR FAJARDO | CANARIA | 46,9 | 58,6 | 65,9 | 41,7 | 44,1 | 41,4 | 47,9 | 51,5 | 60,4 | 28,2 | 43,3 | 76,8 | 607 |
| ESPINAR | ESPINAR | 15.519,0 | 11.538,2 | 10.387,4 | 11.575,9 | 12.864,0 | 11.777,7 | 10.820,0 | 10.563,3 | 13.431,5 | 13.876,9 | 13.619,2 | 15.049,2 | 151.022 |
| PARINACOCNAS | PULLO | - | - | - | 5,2 | - | - | - | - | - | - | - | - | 5 |
| LAMPA | SANTA LUCIA | - | 121,1 | 187,6 | 63,4 | 173,4 | 99,2 | 51,3 | 194,8 | 173,6 | - | 154,3 | 30,9 | 1.250 |
| CHUMBIVILCAS | VELILLE | 5.819,9 | 6.624,6 | 6.721,2 | 6.820,4 | 6.307,9 | 7.751,5 | 6.186,9 | 7.876,9 | 8.238,3 | 10.561,3 | 8.205,9 | 8.280,2 | 89.395 |
| NASCA | MARCONA | 8.638,7 | 6.805,0 | 8.062,4 | 6.962,6 | 5.940,0 | 6.995,6 | 5.202,8 | 7.508,1 | 8.510,2 | 8.396,3 | 8.716,6 | 11.969,7 | 96.408 |
| CAYLLOMA | CAYLLOMA | 145,6 | 125,1 | 132,5 | 114,9 | 102,5 | 100,1 | 118,7 | 102,0 | 110,1 | 90,8 | 86,5 | 96,8 | 1.326 |
| COTABAMBAS | CHALLHUACHO | 26.074,8 | 18.069,8 | 24.824,4 | 15.706,9 | - | 16.336,2 | 29.289,0 | 29.138,9 | 22.299,0 | 28.774,9 | 22.025,8 | 22.298,3 | 254.838 |
| NASCA | MARCONA | 1.737,6 | 1.888,4 | 2.871,8 | 2.779,9 | 2.417,0 | 3.092,9 | 2.765,5 | 3.529,5 | 3.204,6 | 4.118,4 | 3.195,8 | - | 31.602 |
| CARAVELI | CHALA | 33,7 | 25,1 | 34,7 | 35,2 | 20,6 | 32,5 | 35,6 | 30,4 | 32,4 | 38,7 | 35,3 | 45,1 | 399 |
| CHINCHA | CHAVIN | 2.602,6 | 2.169,9 | 2.411,3 | 3.161,7 | 3.920,5 | 2.776,6 | 2.916,8 | 2.318,0 | 2.505,1 | 2.447,9 | 3.197,3 | 3.774,2 | 34.202 |
| AREQUIPA | YARABAMBA | 34.529,9 | 31.943,0 | 34.465,6 | 34.206,4 | 34.167,2 | 33.509,9 | 33.356,8 | 30.909,1 | 38.583,1 | 34.470,7 | 34.621,3 | 39.261,6 | 414.024 |
| MARISCAL NIETO | TORATA | 13.047,5 | 11.441,9 | - | 3.468,5 | 14.160,5 | 13.516,1 | 13.965,5 | 13.815,2 | 14.274,2 | 14.405,8 | 13.622,5 | 14.662,5 | 140.380 |
| JORGE BASADRE | ILABAYA | 16.485,4 | 13.407,5 | 14.626,0 | 11.817,6 | 12.927,5 | 13.427,2 | 14.008,9 | 14.507,6 | 14.224,1 | 16.141,3 | 15.453,0 | 18.041,1 | 175.067 |
| CARAVELI | ACARI | 204,6 | 168,9 | 202,9 | 197,1 | 196,8 | 211,9 | 261,4 | 260,1 | 191,0 | 195,1 | 241,0 | 216,0 | 2.547 |
| CAYLLOMA | CAYLLOMA | - | - | 3,0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 |
| ESPINAR | ESPINAR | 0,7 | - | 4,0 | 0,7 | 3,9 | - | 5,0 | - | - | - | - | 0,6 | 15 |
| NASCA | MARCONA | 1.876,1 | 1.480,2 | 1.362,9 | 1.915,2 | 2.201,0 | 2.248,3 | 2.719,0 | 2.500,9 | 2.902,2 | 3.627,5 | 3.293,6 | 3.501,1 | 29.628 |
| AREQUIPA | YARABAMBA | 3.647,8 | 3.205,5 | 3.823,1 | 4.104,4 | 3.891,3 | 3.875,2 | 3.794,8 | 3.787,2 | 3.539,5 | 3.646,8 | 3.534,8 | 4.234,2 | 45.085 |
| JORGE BASADRE | ILABAYA | 1.879,7 | 1.773,4 | 2.258,8 | 1.975,1 | 1.745,2 | 1.836,8 | 1.943,4 | 1.998,7 | 1.944,8 | 2.033,1 | 1.799,9 | 1.915,5 | 23.104 |
| MARISCAL NIETO | TORATA | 337,0 | 280,2 | - | 91,8 | 356,0 | 368,0 | 380,0 | 327,0 | 306,9 | 298,9 | 279,0 | 321,8 | 3.347 |
| MELGAR | ANTAUTA | 250,9 | 242,6 | 234,3 | 224,5 | 255,4 | 209,8 | 215,0 | 161,7 | 229,1 | 205,7 | 201,8 | 229,1 | 2.660 |
| MELGAR | ANTAUTA | 2.159,2 | 1.800,6 | 2.131,4 | 2.148,2 | 2.150,4 | 2.077,2 | 2.460,4 | 1.758,2 | 2.034,1 | 2.248,6 | 2.166,2 | 2.436,7 | 25.571 |
| NASCA | MARCONA | 14.893,2 | 11.726,9 | 15.054,4 | 12.947,7 | 19.037,0 | 15.806,9 | 11.205,5 | 17.460,9 | 17.645,6 | 12.026,4 | 5.941,0 | - | 153.745 |
| NASCA | MARCONA | 780.454,6 | 862.526,3 | 1.115.289,5 | 1.093.331,4 | 1.002.074,3 | 1.150.765,4 | 1.138.857,5 | 1.026.538,3 | 964.396,0 | 1.089.444,9 | 1.054.886,8 | 1.504.515,7 | 12.783.081 |
| CAYLLOMA | CAYLLOMA | 68,3 | 57,2 | 63,6 | 58,0 | 59,1 | 70,6 | 67,3 | 71,5 | 73,5 | 70,8 | 63,8 | 75,6 | 799 |
| CHUMBIVILCAS | VELILLE | 66,5 | 70,0 | 72,3 | 138,2 | 116,2 | 135,4 | 111,0 | 184,6 | 141,3 | 131,3 | 88,0 | 124,4 | 1.379 |
| COTABAMBAS | CHALLHUACHO | 274,0 | 279,3 | 377,0 | 256,8 | - | 137,4 | 423,7 | 333,0 | 234,0 | 416,9 | 402,4 | 398,1 | 3.532 |
| AREQUIPA | YARABAMBA | 885,4 | 1.059,4 | 1.090,8 | 983,9 | 1.004,1 | 1.156,5 | 449,9 | 760,1 | 678,0 | 894,8 | 803,8 | 901,8 | 10.669 |
| MARISCAL NIETO | TORATA | 344,6 | 279,8 | - | 72,0 | 403,0 | 296,2 | 332,9 | 383,1 | 355,7 | 417,7 | 359,4 | 381,0 | 3.625 |
| JORGE BASADRE | ILABAYA | 909,2 | 806,7 | 863,3 | 882,6 | 720,2 | 469,9 | 543,7 | 414,4 | 383,4 | 516,4 | 580,6 | 590,8 | 7.681 |

Anexo B Cuestionario a empresas mineras del centro y sur del Perú

Estimado Sr(a). El presente cuestionario se realiza con un propósito educativo centrado en recabar información sobre los “Análisis de Lubricantes” realizados por empresas mineras en el sur del país, los cuales son de carácter confidencial. Agradecemos por su tiempo.

Instrucciones:

Lea detenidamente las preguntas formuladas y responda con seriedad.

- a. Mencione la unidad minera donde labora
- b. ¿Con cuántos equipos cuenta aproximadamente para realizar análisis de lubricante? según sea el caso (Mina y/o Concentradora)
- c. ¿Cuenta con su propio laboratorio de análisis de lubricante?
 Si
 No
- d. ¿A qué laboratorio acudió para llevar a cabo el análisis de lubricante que necesitaba?
- e. ¿En qué ciudad sabe Ud. que está ubicado el laboratorio de análisis de lubricante?
- f. ¿En cuánto tiempo obtiene una respuesta del resultado de las muestras de aceite?
 Horas
 1 día
 2 días
 3 días
 4 días
 Más
- g. ¿En el último mes cuantas muestras promedio aproximadamente mando a analizar?
- h. ¿Cuál es el costo promedio por muestra o cantidad de muestras?

i. ¿Qué análisis realizó o pidió? en relación al paquete de salud

- Viscosidad cinemática a 40°C/100°C (cSt)
- Índice de viscosidad
- Oxidación
- Nitración
- Sulfatación
- TBN
- TAN

j. ¿Qué análisis realizó o pidió? en relación al paquete de contaminación

- Hollín
- Silicio, Sodio, Potasio (ppm)
- Combustible (%)
- Glicol (%)
- Agua (%)
- Código de limpieza ISO
- Índice PQ

k. ¿Qué análisis realizó o pidió? en relación al paquete de desgaste

- Hierro (ppm)
- Cromo (ppm)
- Plomo (ppm)
- Cobre (ppm)
- Otros Metales (ppm)

l. ¿Qué factor es el que más valora al momento de elegir el laboratorio de análisis de lubricante?

- Precio
- Cercanía de laboratorio
- Variedad de Análisis que realizan
- Tiempo de respuesta

- Tecnología
- Respaldo de resultados
- m. ¿Estaría dispuesto a adquirir el servicio de análisis de lubricante por un laboratorio perteneciente al departamento de Arequipa?
- Si
- No
- n. Comentarios



Anexo C Cotizaciones

NANBEI®

NANBEI INSTRUMENT LIMITED
 NO.72, BEIHUAN ROAD, ZHENGZHOU CITY, CHINA
 TEL: 86-371-60310701 FAX:86-371-60153566
 Cell:86-13783573022 E-mail:vivian@nanbei-china.com

QUOTATION SHEET



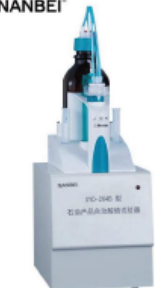


To:ucsm

ATTN :Eduardo Tapia Melgar
 SPECIFICATION OF PRODUCTS:

DATE:May. 30th , 2023

VALID TIME:10 days

REFERENCE NO.:NB23-G0530L8

| Item | Name | Model | Specification | Order Qty. (set) | Unit price (USD) | Amount |
|------|---|---|---|------------------|------------------|---------|
| 01 | Kinematic Viscometer SYD-265B |  | ASTM D445 | 1set | \$840 | \$840 |
| 02 | Intelligent Kinematic Viscometer SYD-265H |  | ASTM D445 | 1set | \$2557 | \$2557 |
| 03 | Total Acid Number Tester SYD-264B |  | ASTM D664 | 1set | \$8882 | \$8882 |
| 04 | Automatic Potential Titrator Ti-40 |  | Cantidad total de acidez (TAN) mg KOH/g ASTM D-664 Cantidad total de base (TBN) mg KOH/g ASTM D-2896 | 1set | \$2892 | \$2892 |
| 05 | FTIR Spectrometer FTIR650 |  | With horizontal ATR ASTM E-2412 | 1set | \$20769 | \$20769 |

| | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|---|---|------|--------|--------|
| 06 | Portable Counter NBP50 |  | Offline detection speed: 5-60mL/min ASTM D-7647 | 1set | \$8088 | \$8088 |
| 08 Trade term:ex-work | | | | | | |

- 05
1. MOQ: 1set
 2. Production time: within40 working days after your Payment.
 3. Packaging: Carton
 - 4.Payment: 100% T/T In advance
 - 5.Shipment :depend on buyer
 - 6.Transport time:depend on shipping way
 - 7.Currency rate: USD: CNY = 1:7

- 06
- After-sale Service:
1. Warranty : 1 year
 2. We supply free part for quality problem in warranty
 3. Long life technical support and service



Agosto 29, 2022

Señores
Universidad Católica Santa María
Arequipa.-
Attn: Eduardo Tapia Melgar
Bachiller Ing. Mecánico Eléctrico
985696426

Prpforma Nr. 783452/22
OPTICAL EMISSION SPECTROMETER

Kaycan Instruments
For wear metal and additives in lubricant oils, refrigerant liquids



Espéctrofotometro de Emision de chispa por arco
rotatorio modelo KN 6595 fabricante Kaycan Instruments

Los espectrómetros de análisis de aceite se han utilizado durante mucho tiempo, el equipo de monitoreo de aceite es no solo ampliamente reconocido por varios clientes militares, clientes industriales y aceite comercial laboratorios, pero también una tecnología de monitoreo de aceite confiable y efectiva; no sólo puede darse cuenta del monitoreo de condición de equipo de

aceite clave, pero también se puede utilizar para el control de calidad de productos derivados del petróleo.

1. Es adecuado para la determinación simultánea de múltiples elementos de varios elementos metálicos, como metales de desgaste, contaminantes y aditivos en los aceites
2. La configuración estándar determina simultáneamente 24 elementos, incluidos Ag, Al, Ba, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Si, Sn, Ti, V, Zn y Bi. Los canales de detección pueden ser aumentado de forma flexible de acuerdo con las diferentes necesidades, al agregar elementos objetivo de análisis, no se requieren cambios de hardware.
3. Curva de trabajo incorporada
4. No es necesario pretratar las muestras, inyección directa, ~40 s para una sola prueba, el tiempo de prueba es ajustable, los resultados se obtendrán después de una sola medición.
5. Bajo costo de uso, los materiales consumibles incluyen solo los electrodos de disco de grafito estándar, barra electrodos, vasos de muestra.
6. No utiliza cerámica sino material de grafito espectralmente puro como electrodo de disco.
7. Uso de fibra óptica concentrada para garantizar la resolución del instrumento.
8. La cámara de luz está equipada con un intercambiador de calor de aislamiento cerrado para prevenir eficazmente el polvo, neblina de agua y neblina de aceite de la invasión.
9. Incluye estructura de escape, prevención de contaminación cruzada.
10. No se necesita gas argón ni agua de refrigeración.
11. Diseño de estructura de marco completamente cerrado integrado, resistencia al impacto, resistencia a la deformación; Diseño de paneles múltiples, intervalo de partición interno razonable.

| | <i>Description</i> | <i>Qty</i> | <i>Total Price</i> |
|---|---|------------|--------------------|
| 1 | <p>** Modelos KN6595 oil multi elemental analyser ** De acuerdo a la norma ASTM D6595 y ASTM D6728 <i>is an optical emission spectrometer for simultaneous determination of wear metals and contaminants in lubricant oils as well as in refrigerating fluids.</i></p> | | |

Características

El software experto de análisis espectral no solo es fácil de ser operado, sino que también incluye las siguientes funciones:

1. La detección se realiza con solo presionar un botón.
2. Con la curva de trabajo incorporada, puede funcionar normalmente después de una calibración simple con estándar

aceite de referencia

3. Corrección de deriva dinámica para mejorar la estabilidad de el sistema óptico
4. Tiene funciones de exportación y almacenamiento automático.
5. Calibración automática de píxeles (seguimiento espectral)
6. Corrección de la curva de trabajo
7. Configuración de la línea de referencia
8. Las líneas espectrales se seleccionaron automáticamente

Sistema óptico

1. Sistema óptico: Pashen-Runge, estructura óptica circular de Roland, distancia focal de Roland: 500 mm
2. Rejilla de difracción holográfica de alto rendimiento, muescas de rejilla 2700L/mm
3. Resolución óptica: 0.006nm
4. Rango espectral: 190-900nm
5. Sistema de doble cámara:
Longitud de onda de la cámara de onda corta: 200~470nm
Longitud de onda de la cámara de onda larga: 470~800nm
6. Tanto el círculo Roland como la máquina host están equipados con un sistema de temperatura constante para mantener la temperatura constante de forma independiente, $40\pm 1^{\circ}\text{C}$; la temperatura constante es ajustable, que es efectivamente adecuado para condiciones de temperatura ambiente demasiado alta o demasiado baja

Detector

1. Transmisión de señal de fibra óptica de clúster de doble capa, sistema de espectro de detección multi-CCD
2. La matriz lineal de múltiples CCDS está dispuesta en una forma circular de Roland, que realiza continuo y detección simultánea de toda la banda, y facilita el posterior desarrollo de otras elementos
3. Detector CCD de alto rendimiento, cada CCD con 3648 píxeles
4. Tecnología de detección de mejora espectral de banda ultravioleta, mejora la luz de banda ultravioleta en intensidad y prolonga la vida útil.

Fuente de luz de excitación

1. Fuente de luz de excitación bidireccional de alto rendimiento, pulso de encendido de 14000 V, descarga digital configuración de parámetros, generador de pulso digital, control de pulso digital fuera de línea
2. Tecnología de detección de señal de cruce por cero de doble fase, evitando chispas electromagnéticas de alto voltaje

Cámara de excitación

1. Soporte de electrodo de varilla para el ajuste automático del dispositivo de distancia del polo del electrodo, asegúrese de que el

la altura del espacio entre electrodos es consistente para todas las mediciones

2. La sala de excitación tiene una ventana visual que puede visualizar todo el proceso de excitación.

3. Funciones completas de monitoreo y protección de seguridad, incluida la seguridad de la puerta de la cámara de excitación

bloqueo, copa de muestra, electrodo de disco, electrodo de varilla, dispositivo de monitoreo de detección de chispa (luz láser

Posicionamiento automático de la fuente), con alarma de seguridad y función de apagado automático, para

garantizar la seguridad del usuario.

4. Corte semipermeable para evitar la contaminación por pulverización de aceite y filtrar la luz parásita.

5. Dispositivo de extinción de incendios de aluminio, para evitar la ablación de muestras volátiles para producir llamas.

Sistema informático

1. Sistema operativo: software de gestión de datos y control de instrumentos basado en Windows

plataforma

2. Conexión externa del ordenador de control

Requisitos de entorno y fuente de alimentación

1. Voltaje: 220 V \pm 10 %, 50/60 Hz, alimentación de corriente alterna, dispositivo estabilizador de presión incorporado

2. Consumo de energía: \leq 1kw

3. Corriente de fusión: 16A

4. El rango de temperatura de funcionamiento: -40~50°C

5. El margen de variación de la temperatura máxima: \pm 5°C/h

6. Humedad de funcionamiento: 0~90 %, sin condensación

7. Altitud de trabajo: \leq 7000m

Tamaño y peso

1. Tamaño: 1040 mm (largo) X460 mm (ancho) X700 mm (alto)

2. Pesp 125 Kg

Measuring range

No. Name Symbol Range (ppm)

1 Aluminum Al 0~1000

2 Barium Ba 0~6000

3 Boron B 0~1000

4 Cadmium Cd 0~1000

5 Calcium Ca 0~6000

6 Chromium Cr 0~1000

7 Copper Cu 0~1000

8 Iron Fe 0~1000

9 Lead Pb 0~1000

10 Magnesium Mg 0~6000

11 Manganese Mn 0~1000

| | |
|------------------|--------|
| 12 Molybdenum Mo | 0~1000 |
| 13 Nickel Ni | 0~1000 |
| 14 Phosphorus P | 0~6000 |
| 15 Silicon Si | 0~1000 |
| 16 Silver Ag | 0~1000 |
| 17 Sodium Na | 0~6000 |
| 18 Tin Sn | 0~1000 |
| 19 Titanium Ti | 0~1000 |
| 20 Vanadium V | 0~1000 |
| 21 Zinc Zn | 0~6000 |
| 22 Potassium K | 0~1000 |
| 23 Lithium Li | 0~1000 |
| 24 Antimony Sb | 0~1000 |

PRECIO TOTAL : US \$ 92,970.00 DOLARES

Precios en Dolares Puestos en planta, NO Incluyen el IGV

Condiciones de Pago: 50% por adelantado , saldo contra entrega.

Valides de Oferta: UN mes

Garantía: Un año, incluye instalación y entrenamiento. El costo de transporte y estadía del técnico para locaciones fuera de Lima no está incluido.

Tiempo de entrega: De 10 a 14 semanas

Atentamente
Carmen Olivares
Neotec Científica S.A.
Tel: 475-5554
Fax: 225-1584
www.neotec-cientifica.net

Anexo D Definición de áreas

| N° | Maquinaria/equipo | Tipo de elemento | Cantidad | Dimensiones | | | Lados a utilizar (n) | Ss | Sg | Se | St | St por estación | St zona |
|----|------------------------------------|------------------|----------|-------------|-----------|------------|----------------------|------|------|------|------|-----------------|---------|
| | | | | Ancho (m) | Largo (m) | Altura (m) | | | | | | | |
| 1 | O. ADMINISTRACIÓN | | | | | | | | | | | | |
| | Escritorio | ESTATICO | 2 | 1,2 | 0,59 | 0,755 | 2 | 0,71 | 1,42 | 1,91 | 4,03 | 8,1 | 23,601 |
| | Silla | ESTATICO | 2 | 0,6 | 0,54 | 0,85 | 1 | 0,32 | 0,32 | 0,58 | 1,23 | 2,5 | |
| | Silla giratoria | ESTATICO | 2 | 0,57 | 0,62 | 0,99 | 1 | 0,35 | 0,35 | 0,64 | 1,34 | 2,7 | |
| | Impresora | ESTATICO | 1 | 1,008 | 0,673 | 1,169 | 3 | 0,68 | 2,04 | 2,44 | 5,15 | 5,2 | |
| | Secretaria Ejecutiva | MOVIL | 1 | - | - | 1,7 | 0 | 1,00 | - | 0,90 | 1,90 | 1,9 | |
| | Archivero | ESTATICO | 2 | 0,6 | 0,315 | 1,715 | 1 | 0,19 | 0,19 | 0,34 | 0,72 | 1,4 | |
| | Gerente Administración y Finanzas | MOVIL | 1 | - | - | 1,7 | 0 | 1,00 | - | 0,90 | 1,90 | 1,9 | |
| 2 | A. RECEPCIÓN Y DESPACHO | | | | | | | | | | | | |
| | Escritorio | ESTATICO | 1 | 1,2 | 0,59 | 0,755 | 2 | 0,71 | 1,42 | 1,91 | 4,03 | 4,0 | 6,495 |
| | Silla | ESTATICO | 2 | 0,6 | 0,54 | 0,85 | 1 | 0,32 | 0,32 | 0,58 | 1,23 | 2,5 | |
| 3 | A. ALMACÉN | | | | | | | | | | | | |
| | Anaqueles | ESTATICO | 3 | 0,9 | 0,4 | 1,76 | 2 | 0,36 | 0,72 | 0,97 | 2,05 | 6,2 | 23,883 |
| | Asistente Logístico, Mantenimiento | MOVIL | 2 | - | - | 1,7 | 0 | 1,00 | - | 0,90 | 1,90 | 3,8 | |
| | Escritorio | ESTATICO | 2 | 1,2 | 0,59 | 0,755 | 2 | 0,71 | 1,42 | 1,91 | 4,03 | 8,1 | |
| | Silla | ESTATICO | 2 | 0,6 | 0,54 | 0,85 | 1 | 0,32 | 0,32 | 0,58 | 1,23 | 2,5 | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------|----------|---|-------|-------|-------|---|------|------|------|------|-----|-------|
| | Silla giratoria | ESTATICO | 2 | 0,57 | 0,62 | 0,99 | 1 | 0,35 | 0,35 | 0,64 | 1,34 | 2,7 | |
| | Archivero | ESTATICO | 1 | 0,6 | 0,315 | 1,715 | 1 | 0,19 | 0,19 | 0,34 | 0,72 | 0,7 | |
| 4 | O. CALIDAD | | | | | | | | | | | | |
| | Escritorio | ESTATICO | 1 | 1,2 | 0,59 | 0,755 | 1 | 0,71 | 0,71 | 1,27 | 2,69 | 2,7 | 6,649 |
| | Silla giratoria | ESTATICO | 1 | 0,57 | 0,62 | 0,99 | 1 | 0,35 | 0,35 | 0,64 | 1,34 | 1,3 | |
| | Archivero | ESTATICO | 1 | 0,6 | 0,315 | 1,715 | 1 | 0,19 | 0,19 | 0,34 | 0,72 | 0,7 | |
| | Jefe de Laboratorio | MOVIL | 1 | - | - | 1,7 | 0 | 1,00 | - | 0,90 | 1,90 | 1,9 | |
| 5 | SS.HH. OFICINA VAR | | | | | | | | | | | | |
| | Lavamanos | ESTATICO | 1 | 0,38 | 0,375 | 0,9 | 1 | 0,14 | 0,14 | 0,26 | 0,54 | 0,5 | 3,662 |
| | Inodoro | ESTATICO | 1 | 0,48 | 0,67 | 0,682 | 1 | 0,32 | 0,32 | 0,58 | 1,22 | 1,2 | |
| | Personal | MOVIL | 1 | - | - | 1,7 | 0 | 1,00 | - | 0,90 | 1,90 | 1,9 | |
| 6 | SS.HH. OFICINA MUJ | | | | | | | | | | | | |
| | Lavamanos | ESTATICO | 1 | 0,38 | 0,375 | 0,9 | 1 | 0,14 | 0,14 | 0,26 | 0,54 | 0,5 | 3,662 |
| | Inodoro | ESTATICO | 1 | 0,48 | 0,67 | 0,682 | 1 | 0,32 | 0,32 | 0,58 | 1,22 | 1,2 | |
| | Personal | MOVIL | 1 | - | - | 1,7 | 0 | 1,00 | - | 0,90 | 1,90 | 1,9 | |
| 7 | SS.HH. LABORATORIO | | | | | | | | | | | | |
| | Lavamanos | ESTATICO | 1 | 0,38 | 0,375 | 0,9 | 1 | 0,14 | 0,14 | 0,26 | 0,54 | 0,5 | 9,375 |
| | Inodoro | ESTATICO | 1 | 0,48 | 0,67 | 0,682 | 1 | 0,32 | 0,32 | 0,58 | 1,22 | 1,2 | |
| | Vestidor | ESTATICO | 1 | 0,851 | 0,851 | 2 | 1 | 0,72 | 0,72 | 1,30 | 2,75 | 2,8 | |
| | Casillero | ESTATICO | 1 | 0,7 | 0,4 | 1,8 | 1 | 0,28 | 0,28 | 0,50 | 1,06 | 1,1 | |
| | Personal | MOVIL | 2 | - | - | 1,7 | 0 | 1,00 | - | 0,90 | 1,90 | 3,8 | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|--|----------|---|-------|-------|-------|---|------|-------|-------|-------|------|----------------|
| 8 | SS.HH. EMERGENCIA LABORATORIO | | | | | | | | | | | | |
| | Ducha y lavaojos de emergencia | ESTATICO | 1 | 0,508 | 0,508 | 2,286 | 1 | 0,26 | 0,26 | 0,46 | 0,98 | 1,0 | 4,779 |
| | Técnico de Laboratorio | MOVIL | 2 | - | - | 1,7 | 0 | 1,00 | - | 0,90 | 1,90 | 3,8 | |
| 9 | A. LABORATORIO | | | | | | | | | | | | |
| | Mesa de equipo viscosímetro | ESTATICO | 1 | 3,50 | 0,60 | 0,76 | 1 | 2,10 | 2,10 | 3,78 | 7,98 | 8,0 | 73,645 |
| | Mesa de equipo titulador y contador | ESTATICO | 1 | 4,00 | 0,60 | 0,76 | 1 | 2,40 | 2,40 | 4,32 | 9,12 | 9,1 | |
| | Mesa de equipo FTIR | ESTATICO | 1 | 3,50 | 0,60 | 0,76 | 1 | 2,10 | 2,10 | 3,78 | 7,98 | 8,0 | |
| | Módulo de muestras | ESTATICO | 1 | 1,50 | 2,50 | 0,85 | 4 | 3,75 | 15,00 | 16,86 | 35,61 | 35,6 | |
| | Silla giratoria | ESTATICO | 4 | 0,57 | 0,62 | 0,99 | 1 | 0,35 | 0,35 | 0,64 | 1,34 | 5,4 | |
| | Técnico de Laboratorio | MOVIL | 4 | - | - | 1,7 | 0 | 1,00 | - | 0,90 | 1,90 | 7,6 | |
| 10 | A. EXTRACCIÓN | | | | | | | | | | | | |
| | Espectrómetro | ESTATICO | 1 | 1,04 | 0,46 | 0,7 | 1 | 0,48 | 0,48 | 0,86 | 1,82 | 1,8 | 8,249 |
| | Mesa de observación | ESTATICO | 1 | 1,40 | 0,60 | 0,76 | 1 | 0,84 | 0,84 | 1,51 | 3,19 | 3,2 | |
| | Silla giratoria | ESTATICO | 1 | 0,57 | 0,62 | 0,99 | 1 | 0,35 | 0,35 | 0,64 | 1,34 | 1,3 | |
| | Técnico de Laboratorio | MOVIL | 1 | - | - | 1,7 | 0 | 1,00 | - | 0,90 | 1,90 | 1,9 | |
| | | | | | | | | | | | | | 164,001 |

Anexo E Programa de mantenimiento de equipos

| Actividad | Frecuencia | Responsable | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Setiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|---|------------|---------------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-----------|---------|-----------|-----------|
| Viscosímetro Automático NANBEI SYD-265H de 4 capilares | | | | | | | | | | | | | | |
| Comprobar el nivel de líquido. | Diario | Técnico de laboratorio | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I |
| Limpiar la mesa y bandeja de muestras. | Diario | Técnico de laboratorio | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L |
| Verificar la calibración o aceite de referencia. | Diario | Técnico de laboratorio | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I |
| Verificar nivel de fluido en los baños de temperatura y las botellas. | Semanal | Auxiliar de mantenimiento | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I |
| Agregar líquido según sea necesario el nivel de fluido. | Semanal | Auxiliar de mantenimiento | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R |
| Limpiar las botellas de la trampa de vacío sobre los baños. | Semanal | Auxiliar de mantenimiento | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L |
| Verificar las funciones neumáticas. | Quincenal | Auxiliar de mantenimiento | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I |
| Ajustar las funciones neumáticas si es necesario. | Quincenal | Auxiliar de mantenimiento | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R |
| Verificar el funcionamiento de las luces indicadoras. | Quincenal | Auxiliar de mantenimiento | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I |
| Sustituir las luces indicadoras. | Anual | Auxiliar de mantenimiento | | | | | | | | | | | | S |
| Verificar el funcionamiento de las bandejas de muestras calentadas. | Quincenal | Auxiliar de mantenimiento | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I |
| Verificar el estado de todos los cables. | Quincenal | Auxiliar de mantenimiento | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I |
| Verificar el funcionamiento de los calentadores de drenaje. | Quincenal | Auxiliar de mantenimiento | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I |
| Verificar el sello cerámico en los tubos del viscosímetro. | Anual | Auxiliar de mantenimiento | | | | | | | | | | | | I |
| Limpiar y colocar los cables de interfaz correctamente. | Anual | Auxiliar de mantenimiento | | | | | | | | | | | | L |
| Verificar fugas en las bridas superiores de los baños de temperatura. | Anual | Auxiliar de mantenimiento | | | | | | | | | | | | I |
| Sustituir accesorios y diafragma de la bomba de vacío. | Anual | Auxiliar de mantenimiento | | | | | | | | | | | | S |

Nota: I= Inspección; S=Sustituir; L=Limpiar; R=Realizar

| Actividad | Frecuencia | Responsable | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Setiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|--|------------|---------------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-----------|---------|-----------|-----------|
| Titulador Automático Potenciométrico NANBEI TI-40 | | | | | | | | | | | | | | |
| Limpieza del instrumento. | Semanal | Auxiliar de mantenimiento | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L |
| Verificar la impermeabilidad del dosificador. | Semanal | Auxiliar de mantenimiento | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I |
| Verificar el estado del émbolo y válvula. | Semanal | Auxiliar de mantenimiento | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I |
| Verificar el cierre de la punta de titulación. | Semanal | Auxiliar de mantenimiento | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I |
| Limpieza del dosificador. | Trimestral | Auxiliar de mantenimiento | | | L | | | L | | | L | | | L |
| Verificar el estado de las conexiones. | Mensual | Auxiliar de mantenimiento | | I | | I | | I | | I | | I | | I |
| Espectrómetro FTIR NANBEI 650T | | | | | | | | | | | | | | |
| Verificar el rendimiento del espectrómetro. | Semanal | Técnico de laboratorio | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I |
| Limpiar el espectrómetro. | Semanal | Auxiliar de mantenimiento | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L |
| Comprobar el indicador de humedad. | Mensual | Auxiliar de mantenimiento | | I | | I | | I | | I | | I | | I |
| Comprobar el filtro. | Mensual | Auxiliar de mantenimiento | | I | | I | | I | | I | | I | | I |
| Sustituir el filtro. | Semestral | Auxiliar de mantenimiento | | | | | | S | | | | | | S |
| Sustituir cartucho de desecante. | Semestral | Auxiliar de mantenimiento | | | | | | S | | | | | | S |
| Sustituir fuente. | Anual | Auxiliar de mantenimiento | | | | | | | | | | | | S |

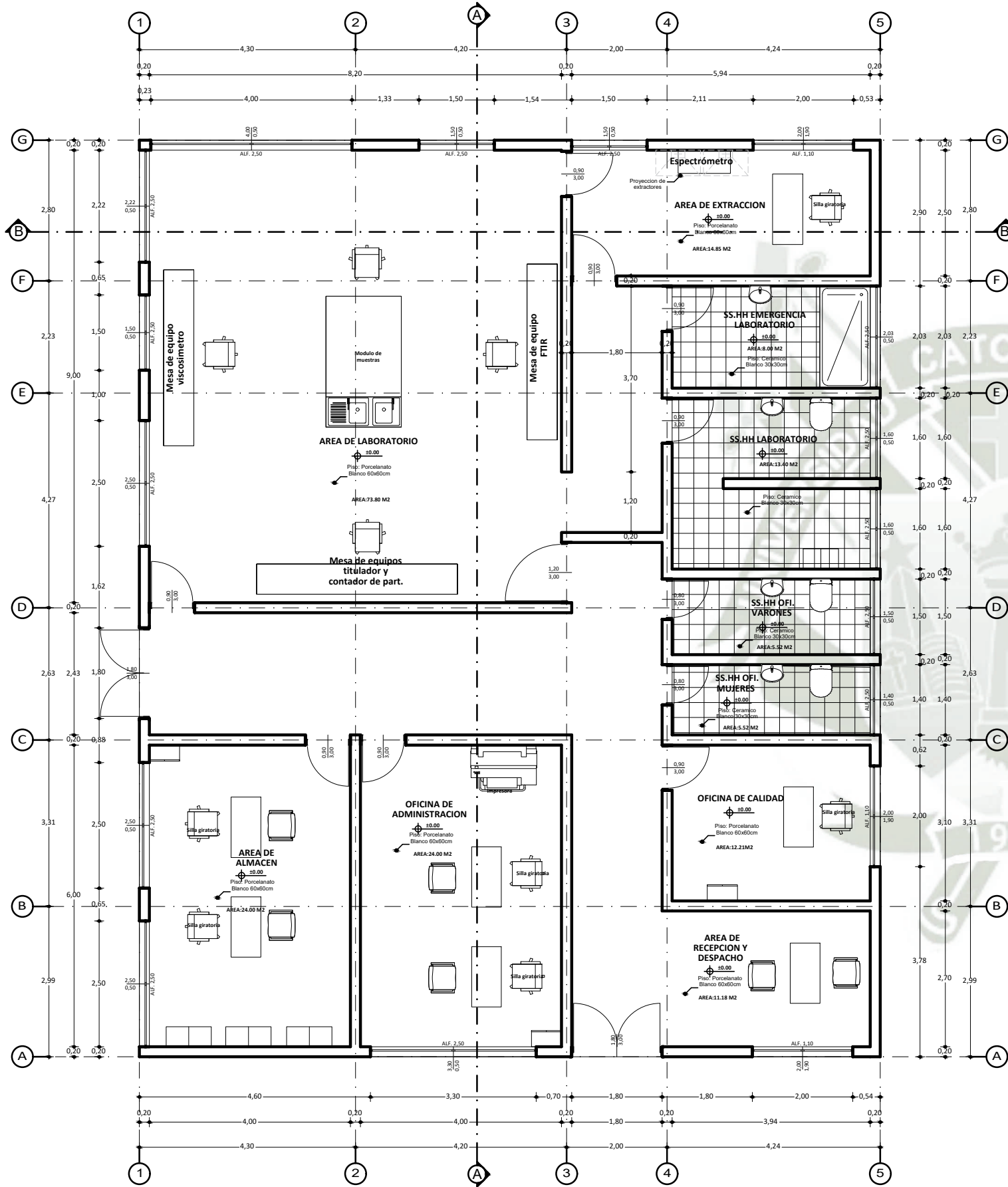
Nota: I= Inspección; S=Sustituir; L=Limpiar; R=Realizar



| Actividad | Frecuencia | Responsable | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Setiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|--|------------|---------------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-----------|---------|-----------|-----------|
| Espectrómetro de Emisión de Chispa KAYCAN INSTRUMENTS KN6595 | | | | | | | | | | | | | | |
| Limpiar la mesa de trabajo. | Diario | Técnico de laboratorio | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L |
| Limpiar toda la superficie externa del instrumento. | Semanal | Auxiliar de mantenimiento | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L |
| Limpiar componentes externos de los electrodos. | Semanal | Auxiliar de mantenimiento | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L |
| Verificar el sistema de ventilación. | Semanal | Auxiliar de mantenimiento | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I |
| Verificar el estado de filtros. | Mensual | Auxiliar de mantenimiento | | I | | I | | I | | I | | I | | I |
| Sustituir filtros. | Anual | Auxiliar de mantenimiento | | | | | | | | | | | | S |
| Verificar los cables de conexión. | Semanal | Auxiliar de mantenimiento | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I |
| Revisar y/o sustituir sensores de detección de espectro. | Anual | Auxiliar de mantenimiento | | | | | | | | | | | | S |
| Contador de Partículas Láser Multicanal NANBEI NBP50 | | | | | | | | | | | | | | |
| Limpiar la superficie externa del instrumento. | Semanal | Auxiliar de mantenimiento | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L |
| Verificar el cierre de los sellos y tapas de las conexiones enchufables. | Semanal | Auxiliar de mantenimiento | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I |
| Realizar un proceso de medición con líquido de enjuague. | Semanal | Auxiliar de mantenimiento | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R |
| Limpiar filtro enroscable. | Mensual | Auxiliar de mantenimiento | | L | | L | | L | | L | | L | | L |
| Sustituir filtro enroscable. | Anual | Auxiliar de mantenimiento | | | | | | | | | | | | S |
| Verificar los cables de conexión. | Semanal | Auxiliar de mantenimiento | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I |

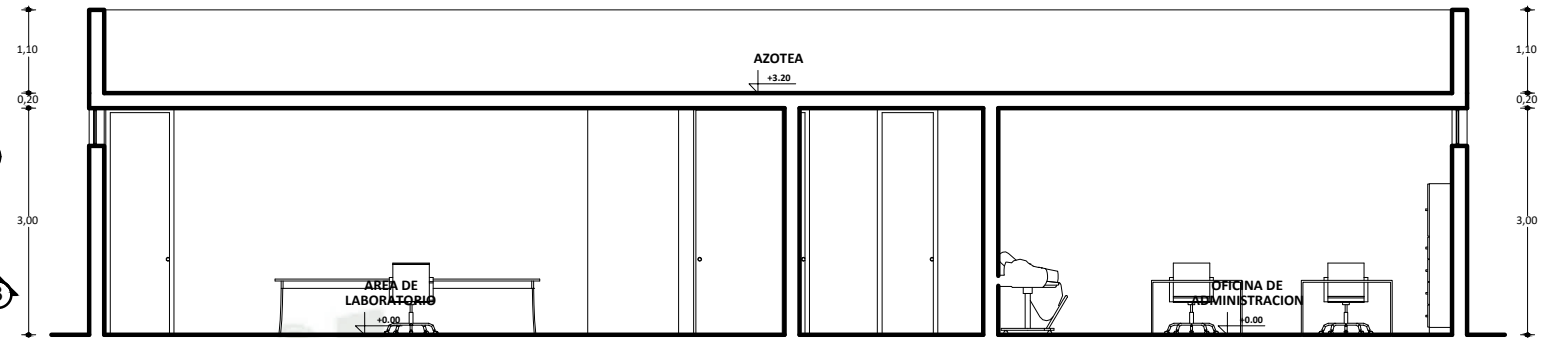
Nota: I= Inspección; S=Sustituir; L=Limpiar; R=Realizar



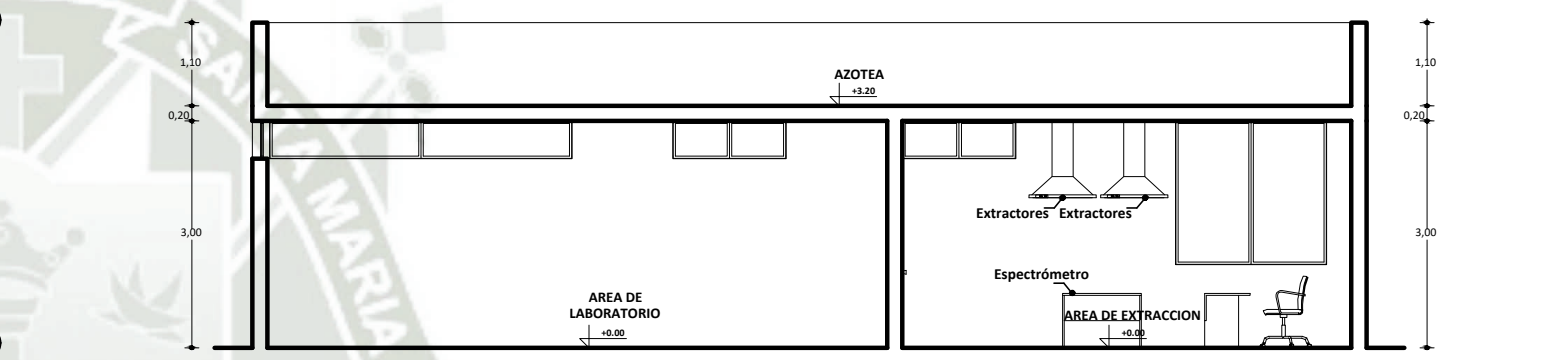


PRIMER PISO
ESC: 1/100

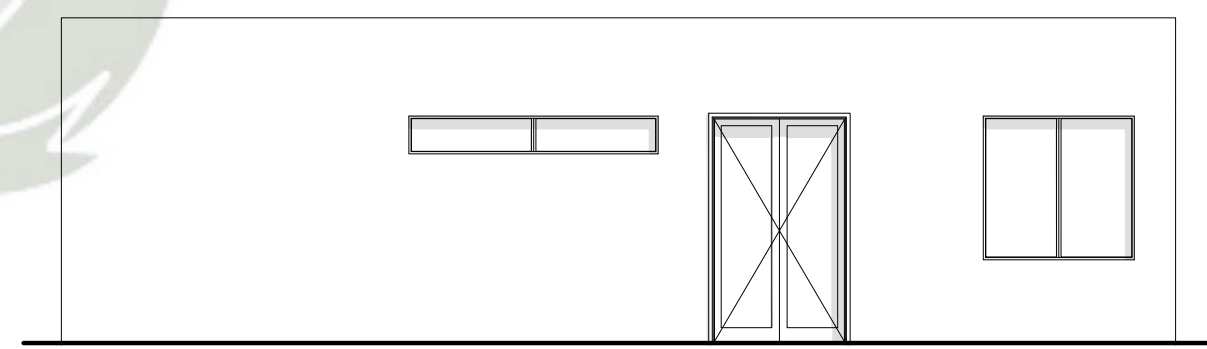
| CLAVE DE VANOS | | | |
|----------------|--------|----------|---------|
| PUERTAS | | VENTANAS | |
| ANCHO | ALTURA | ANCHO | ALTURA |
| | | | VENTANA |




CORTE A-A
ESC: 1/100

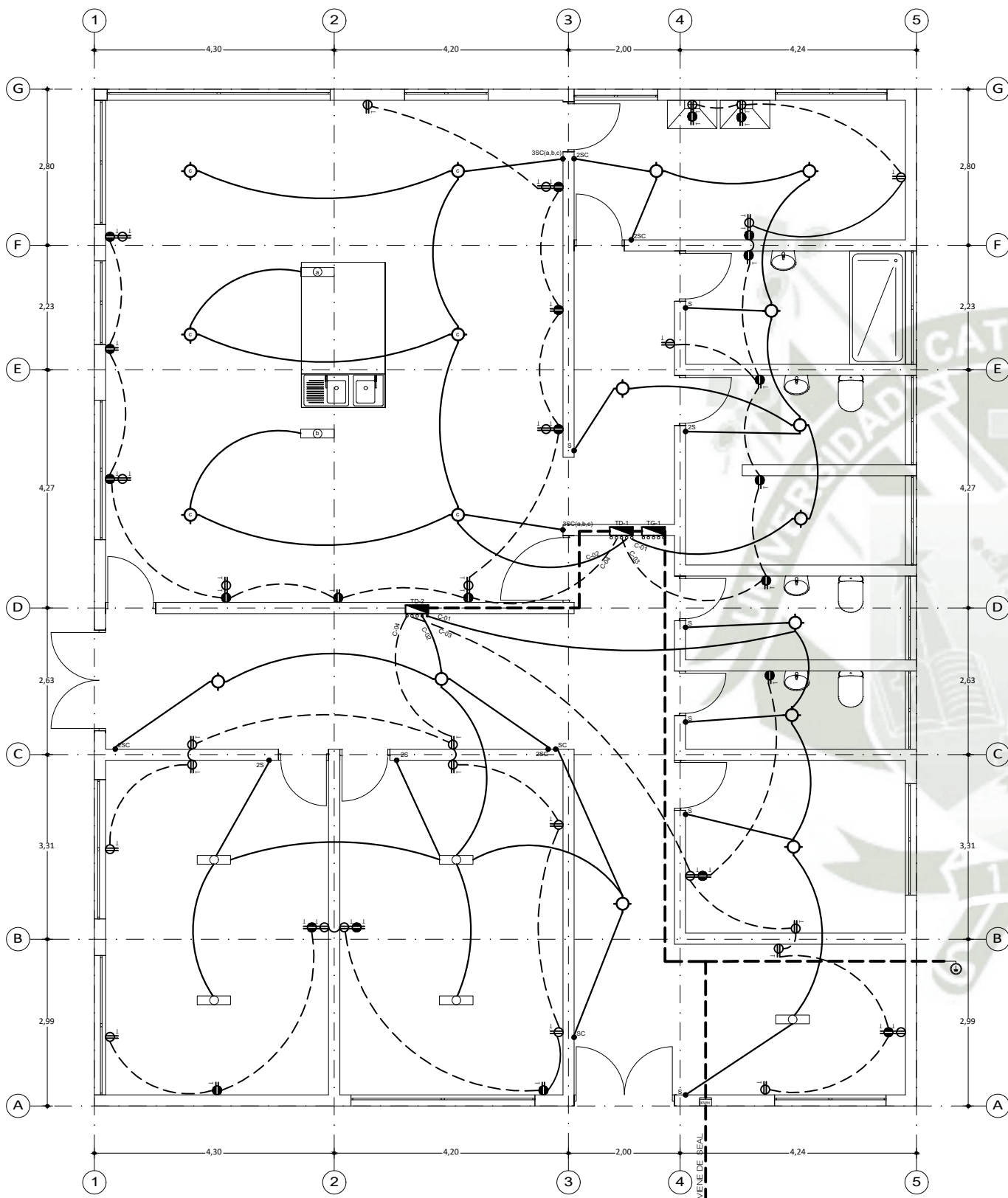


CORTE B-B
ESC: 1/100

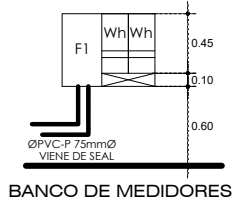
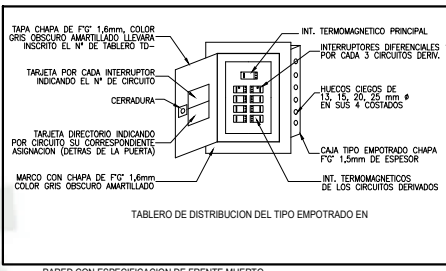
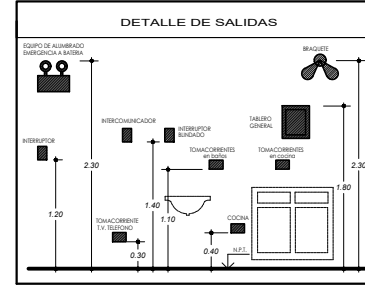
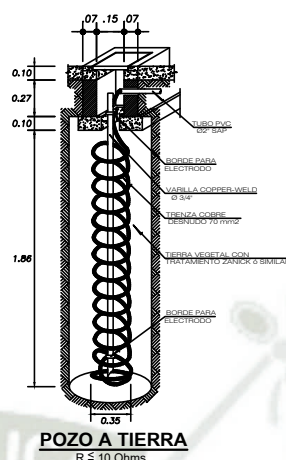


ELEVACION PRINCIPAL
ESC: 1/100

| | | | |
|---|--|-------------------|---|
| UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA | | | |
| Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica | | | |
|  | PROYECTO: FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE ANALISIS DE LUBRICANTES | Plano: | ARQUITECTURA: PLANTAS, CORTES Y ELEVACION A-01 |
| | DISEÑO: E. Tapia | ESC: 1/100 | |
| | APROBÓ: | FECHA: Junio 2023 | |



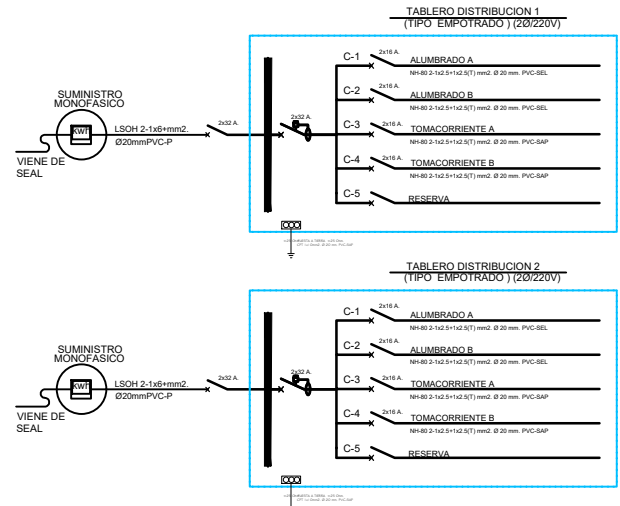
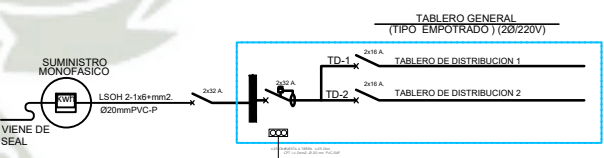
PRIMER PISO
ESC: 1/100



| LEYENDA | | | |
|----------|---|-----------------|--------------|
| SIMBOLO | DESCRIPCION | ALTURA S.N.P.T. | CAJA |
| [Symbol] | SALIDA PARA CAMARA DE VIDEO VIGILANCIA | 2.20 | SEGUN FABRIC |
| [Symbol] | TERMINAL DE EMERGENCIA CON 2 LAMPARAS INCANDESCENTES DE 20W. CON UNA BATERIA, CARGADOR Y ENCENDEDOR | 2.00 | RECTANGULAR |
| [Symbol] | LAMPARAS ADICIONALES A TECHO CON LAMPARA FLUORESCENTE DE 200W. ALTO FACTOR SIMILAR A JOSEEL BE-226 | TECHO | OCTOGONAL |
| [Symbol] | CENTRO DE LUZ | TECHO | OCTOGONAL |
| [Symbol] | BRAGUETTE | 2.10 | RECTANGULAR |
| [Symbol] | SPOT LIGHT | TECHO | OCTOGONAL |
| [Symbol] | TOMACORRIENTES BIPOLAR DOBLE | 0.40 / 1.20 | RECTANGULAR |
| [Symbol] | TOMA DE FUERZA | 1.10 | RECTANGULAR |
| [Symbol] | SALIDA TELEFONO | 0.30 | RECTANGULAR |
| [Symbol] | SALIDA TV CABLE | 0.30 | RECTANGULAR |
| [Symbol] | INTERRUPTOR UNIP. SIMPLE DOBLE | 1.40 | RECTANGULAR |
| [Symbol] | INTERRUPTOR DE COMUTACION | 1.40 | RECTANGULAR |
| [Symbol] | CAJA DE DISTRIBUCION ELECTRICA | Cuad. 9" x 9" | 0.40 |
| [Symbol] | MEJOR DE EMERGENCIA | 0.60 Bordo inf. | ESPECIAL |
| [Symbol] | TABLERO DE DISTRIBUCION | 1.80 Bordo sup. | ESPECIAL |
| [Symbol] | CAJA DE PASE | 15x15 | |
| [Symbol] | PORTERO ELECTRICOD | | |
| [Symbol] | SALIDA INTERCOMUNICADOR O TIMBRE | | |
| [Symbol] | DETECTOR DE HUMO | | |
| [Symbol] | SIRENA CONTRA INCENDIO | | |
| [Symbol] | CIRCUITO EMPOTRADO EN TECHO O PARED THW 2x1x2.5mm ² Ø20mm PVC-SEL | | |
| [Symbol] | CIRCUITO EMPOTRADO EN PISO THW 2x1x4mm ² Ø20mm PVC-SEL salvo indicac. | | |
| [Symbol] | TUBERIA PARA INTERCOMUNICADOR 2 X 1/8 TW Ø 5/8" PVC SEL | | |
| [Symbol] | LINEA PARA SISTEMA TV CABLE 20mm PVC-SEL | | |
| [Symbol] | LINEA PARA SISTEMA DE TELEFONO 20mm PVC-SEL | | |
| [Symbol] | LINEA PARA SISTEMA CONTRA INCENDIO 2 X 1/8 TW Ø 5/8" PVC SEL | | |
| [Symbol] | POZO DE TOMA A TIERRA | | |
| [Symbol] | Llave TERMOMAGNETICA DE 15 AMP. SALVO INDICACION | | |
| [Symbol] | INTERRUPTOR DIFERENCIAL DE 0.03 A. CAPACIDAD RUPTURA | | |

NOTA: TODOS LOS CONDUCTORES SON DE 2.5mm TW. A EXCEPCION:
 ACCOMETIDA: 2 x 8 mm² TW Ø 25 mm PVC-SAP
 CIRCUITO COCINA: 2 x 6 mm² TW Ø 25 mm PVC-SAP
 CIRCUITO TUBERIA: 2 x 4 mm² TW Ø 20mm PVC-SEL
 LINEA DE PUESTA A TIERRA: 1 x 8 mm TW (Desnudo), Ø 25 mm PVC-SAP

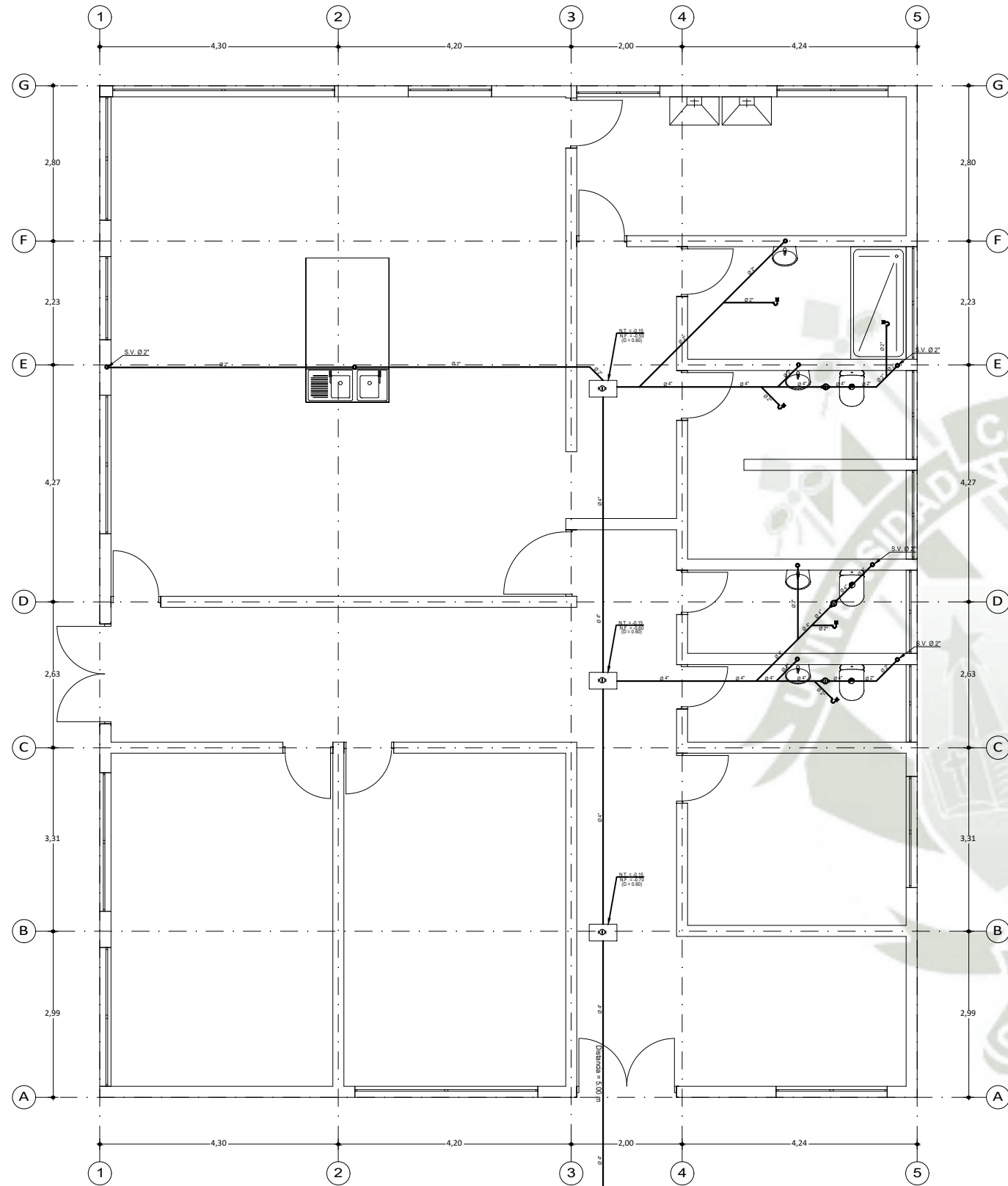
| DIAMETROS EQUIVALENTES EN DUCTOS | |
|----------------------------------|-----------|
| Ø (mm.) | Ø (pulg.) |
| 15 | 1/2" |
| 20 | 3/4" |
| 25 | 1" |
| 50 | 2" |



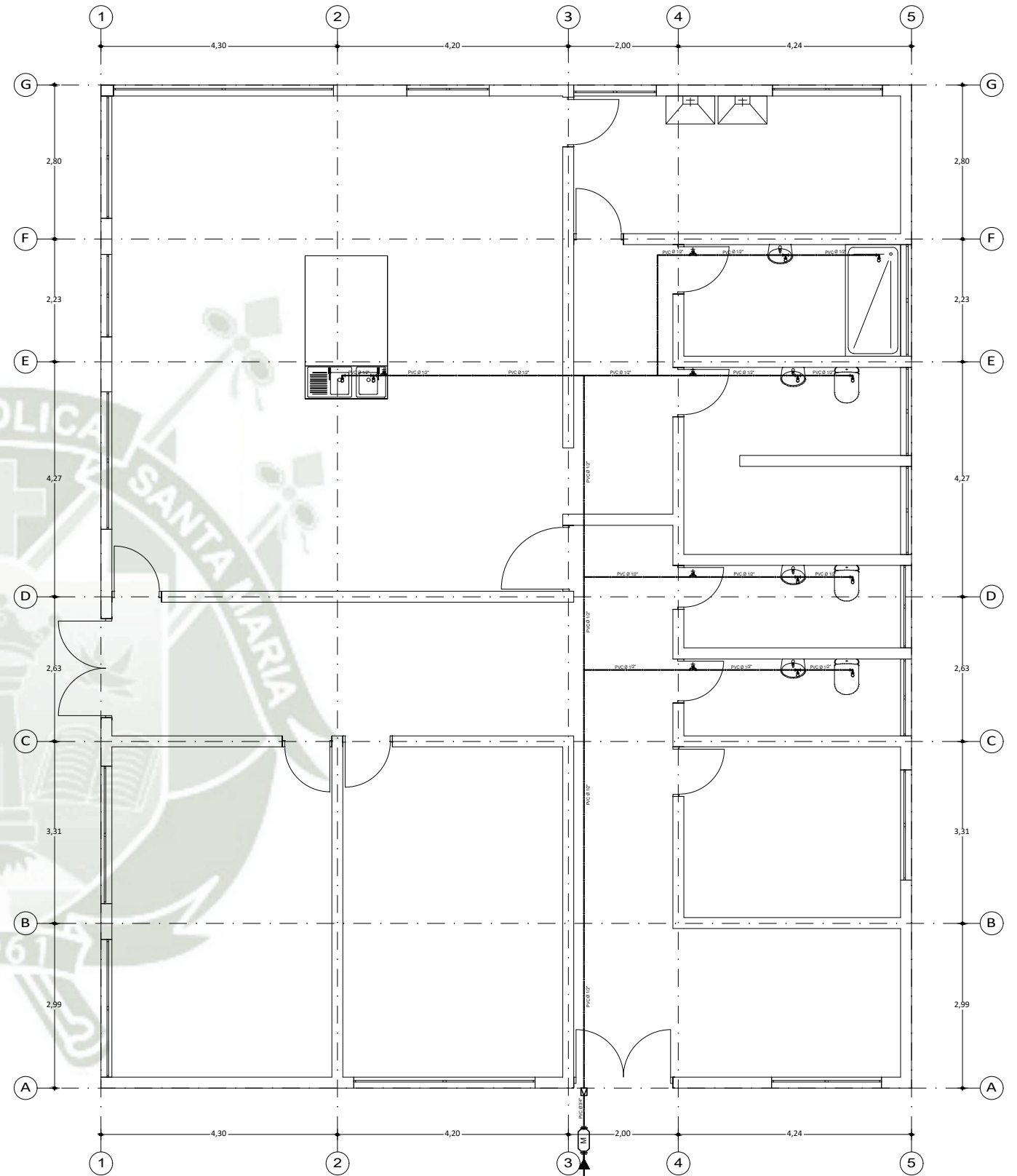
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica

| | | | |
|---|--|---|-------------------------|
|  | PROYECTO: FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE ANALISIS DE LUBRICANTES | Plano: INTALACIONES ELECTRICAS | lamina: IE-01 |
| | DISEÑO: E. Tapia APROBÓ: | ESC: 1/100 FECHA: Junio 2023 | |



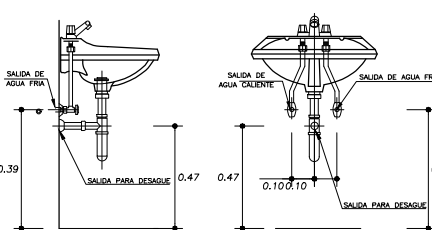
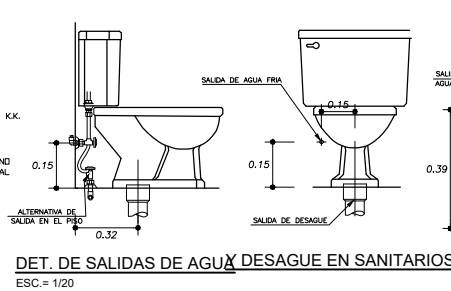
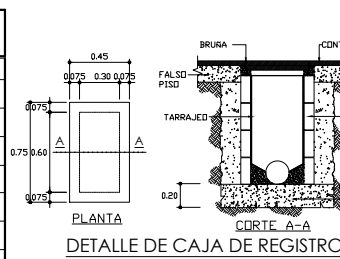
PRIMER PISO
ESC: 1/100



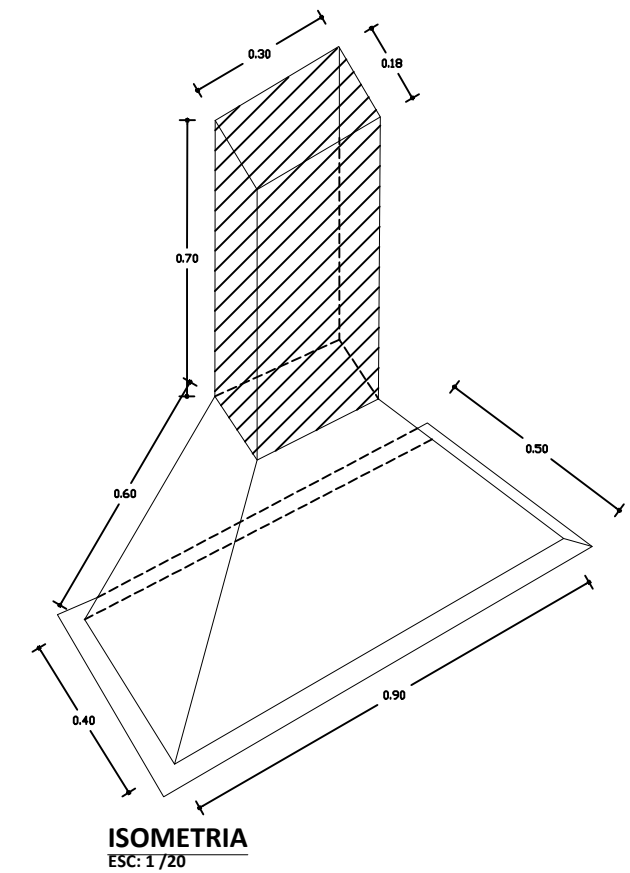
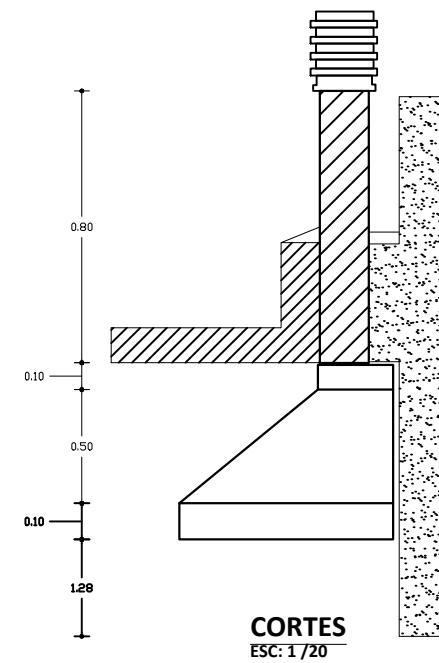
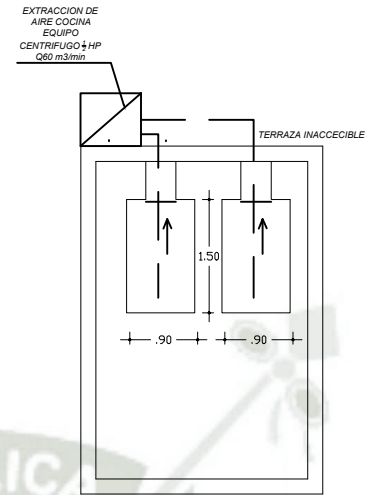
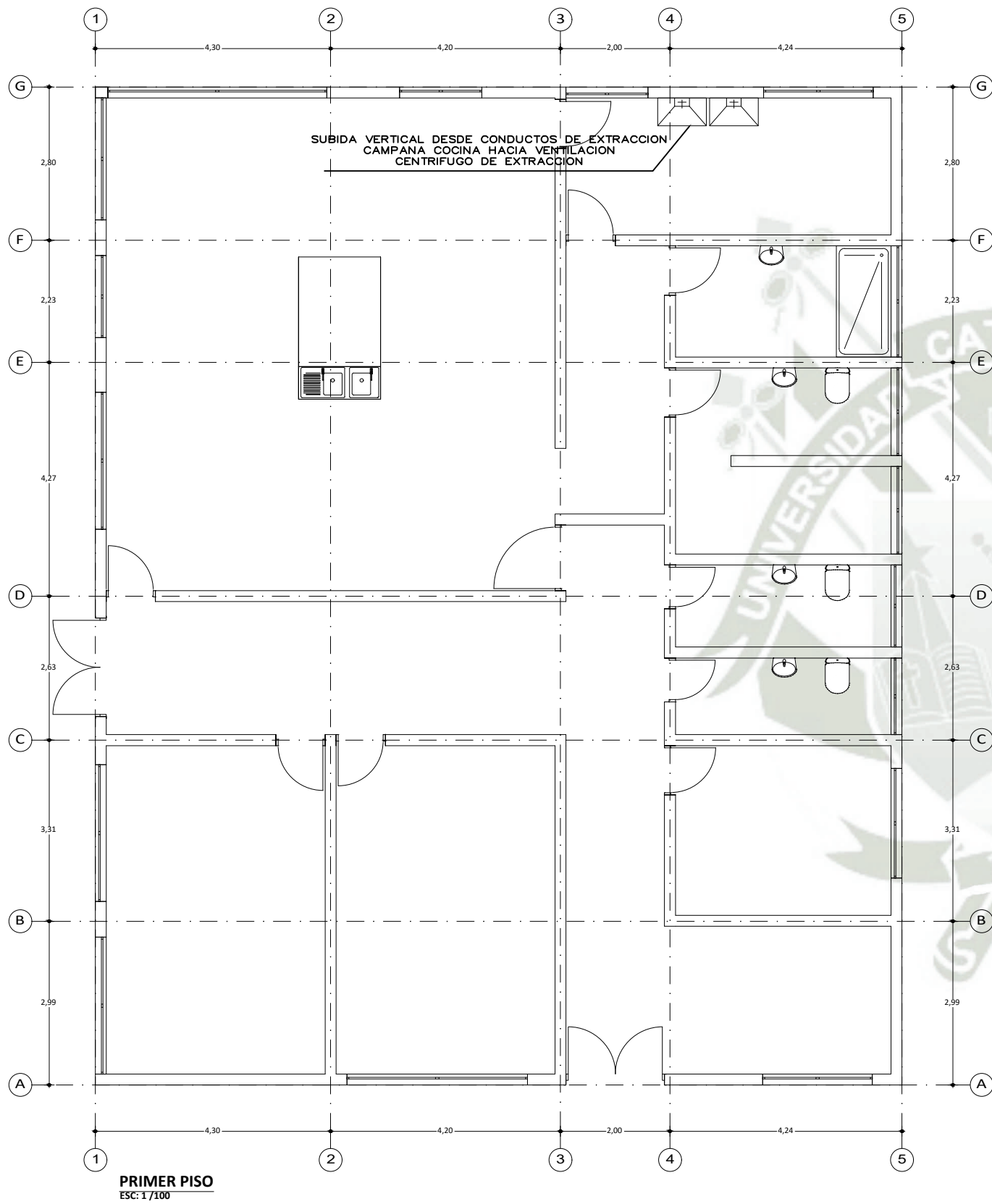
PRIMER PISO
ESC: 1/100

| LEYENDA DESAGUE | |
|-----------------|----------------------------------|
| | CAJA DE REGISTRO |
| | TRAMPA "P" CON SUMIDERO |
| | REGISTRO ROSCADO DE BRONCE |
| | SALIDA DE LLUVIAS |
| | RED DE DESAGUE PVC |
| | BAJADA DE LLUVIAS |
| | SUBE, VIENE, VENTILACION |
| | VIENE, BAJA, MONTANTE DE DESAGUE |

| LEYENDA AGUA | |
|--------------|-------------------------------|
| | MEDIDOR DE AGUA |
| | VALVULA COMPUERTA |
| | GRIFO DE RIEGO |
| | VALVULA CHECK |
| | RED DE AGUA CALIENTE, HIDRO 3 |
| | VIENE, SUBE, AGUA FRIA |
| | VIENE, BAJA, AGUA CALIENTE |



| | | |
|--|--|--|
| UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA | | |
| Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica | | |
| | PROYECTO: FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE ANALISIS DE LUBRICANTES | Plano: INTALACIONES SANITARIAS: AGUA Y DESAGUE |
| | DISEÑO: E. Tapia | ESC: 1/100 |
| | APROBÓ: | FECHA: Junio 2023 |
| | | IS-01 |



| | | | |
|--|--|-------------------|--|
| UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA | | | |
| Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica | | | |
| | PROYECTO: FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE ANALISIS DE LUBRICANTES | Plano: | DETALLE DE EXTRACTORES D-01 |
| | DISEÑO: E. Tapia | ESC: 1/100 | |
| | APROBÓ: | FECHA: Junio 2023 | |