



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**“MEJORA AL ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA  
EXPLOTACIÓN DE CANTERAS EN BENEFICIO AL  
PROYECTO DE LA AMPLIACIÓN DE LA SEGUNDA FASE  
DEL PUERTO DEL CALLAO DE LA EMPRESA MOTA  
ENGIL PERÚ S.A.”**

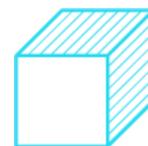
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER  
FRANK MAX SIMA GÁRATE**

**ASESOR**

**MG. ING. ROGELIO ALEXSANDER LOPEZ RODAS**

**LIMA – PERÚ, JUNIO 2022**



## **DEDICATORIA**

El TSP está dedicado a mis hijos, madre, padre y esposa que en todo momento me apoyaron cada día en mi logro profesional y agradezco infinitamente por estar conmigo en todo este proceso.





## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la empresa Mota Engil, por facilitar toda la información que me ayudo a realizar este TSP de mejora para el proyecto del puerto del Callao.

Así mismo, el agradecimiento a la Universidad Alas Peruanas y a los docentes por transmitir sus conocimientos y así pueda crecer profesionalmente cumpliendo unos de mis sueños el de titularme como Ingeniero Industrial.





## INTRODUCCIÓN

El presente TSP tiene como finalidad realizar el análisis de los procesos de aceptación de los materiales extraídos en las canteras Birrack y Gambetta, además de aportar “Mejoras al estudio geotécnico para la explotación de canteras en beneficio del proyecto de la ampliación de la segunda fase del puerto del Callao de la empresa Mota Engil Perú S.A.”

Para llevar a cabo este análisis se ha replanteado la identificación de los materiales mediante sondeos con diamantinas para de esta manera poder realizar más ensayos de laboratorio de suelos y rocas y lograr obtener mayores resultados que nos permitan comparar y verificar de manera más certera. Además, nos permite tener mapeados los sectores donde se encuentran los materiales adecuados que cumplen y que no cumplen con las especificaciones técnicas del proyecto.

Después de realizado dicho análisis será posible realizar las mejoras al estudio geotécnico, lo cual se verá reflejado en la productividad, ya que se evitarán retrabajos, no conformidad por parte del área de calidad (QA/QC), y/o obtener penalidades por parte del cliente en el incumplimiento de entrega del proyecto que a su vez se significa un ahorro en temas de costo y tiempo pactado de entrega de materiales.





## RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene como finalidad la obtención del título profesional de ingeniero industrial, mediante el análisis de los procesos de aceptación de los materiales a utilizar en la construcción del proyecto de la ampliación de la segunda fase del puerto del Callao.

Se detectó inicialmente la problemática de no conocer las zonas de explotación en canteras, lo cual nos llevó a tener no conformidades por parte del área de calidad, acopios de materiales observados, toda la flota de volquetes parados por falta de material aprobado; generando retrasos en la construcción del proyecto. Debido a esto fue que se recurrió al análisis estudiado a detalle en este trabajo de suficiencia profesional.

Dicho análisis nos permitirá conocer detalladamente las zonas de explotación de canteras en donde se encuentra material bondadoso y material de eliminación. Esto nos sirve para que el área de construcción realice a detalle el tren de actividades de explotación y pueda cumplir con el requerimiento de material para relleno del dique de la ampliación del puerto del Callao y cumplir con los volúmenes de acuerdo con el cronograma de trabajo en el tiempo especificado.





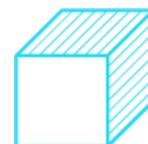
## **ABSTRACT**

The purpose of this professional proficiency work is to obtain the professional title of industrial engineer, through the analysis of the acceptance processes of the materials to be used in the construction of the second phase expansion project of the port of Callao.

Initially, the problem of not knowing the exploitation areas in quarries was detected, which led us to have non-conformities on the part of the quality area, stockpiles of materials observed, the entire fleet of dump trucks stopped due to lack of approved material, causing delays in the construction of the project. Due to this, the analysis studied in detail in this work of professional proficiency was used.

Said analysis will allow us to know in detail the quarrying areas where good material and elimination material are found. This helps us so that the construction area carries out in detail the exploitation activities train and can meet the requirement of material to fill the dike of the expansion of the port of Callao and comply with the volumes according to the work schedule in the specified time.





## TABLA DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>II</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>III</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>V</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS .....</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE IMÁGENES .....</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS .....</b>	<b>XIII</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>XIV</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....</b>	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA .....	2
1.2. PERFIL DE LA EMPRESA.....	3
1.3. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA .....	4
1.3.1. Misión .....	4
1.3.2. Visión .....	4
1.3.3. Objetivos.....	4
1.4. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	5
1.5. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA.....	11





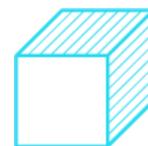
1.5.1. Fortalezas .....	11
1.5.2. Oportunidades .....	11
1.5.3. Debilidades .....	12
1.5.4. Amenazas.....	12
1.5.5. Entorno Competitivo .....	13
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>17</b>
<b>REALIDAD PROBLEMÁTICA.....</b>	<b>17</b>
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	18
2.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA .....	23
2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	26
2.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	26
2.4.1. Objetivo general.....	26
2.4.2. Objetivos específicos .....	26
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>27</b>
<b>DESARROLLO DEL PROYECTO .....</b>	<b>27</b>
3.1. DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO.....	28
3.1.1. Antecedentes de la investigación.....	28
3.1.2. Bases teóricas .....	34
3.1.3. Bases Normativas.....	39
3.2. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	41
3.2.1. Estudio geofísico.....	42





3.2.2. Estudio geotecnia .....	50
3.2.3. Ejecución de trabajos en canteras .....	56
3.3. COSTOS DEL PROYECTO .....	73
3.4. CRONOGRAMA DEL PROYECTO .....	83
3.5. CONCLUSIONES .....	85
3.6. RECOMENDACIONES .....	87
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>89</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>89</b>
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>92</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>	<b>92</b>
<b>CAPÍTULO VI .....</b>	<b>94</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>94</b>





## ÍNDICE DE IMÁGENES

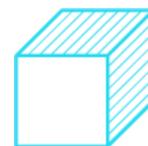
<b>Imagen 1</b> Logo de la Empresa de Estudio.....	3
<b>Imagen 2</b> Organigrama de la Empresa.....	9
<b>Imagen 3</b> Organigrama de Obra.....	10
<b>Imagen 4</b> Organización del Área de Trabajo .....	31
<b>Imagen 5</b> Representación Espacial de Discontinuidades .....	36
<b>Imagen 6</b> Orientación de las discontinuidades .....	37
<b>Imagen 7</b> Espaciamiento entre Discontinuidades .....	38
<b>Imagen 8</b> Persistencia de Discontinuidades .....	38
<b>Imagen 9</b> Apertura de una Discontinuidad.....	39
<b>Imagen 10</b> Proyecto Segunda Fase-Puerto del Callao.....	41
<b>Imagen 11</b> Mapa y Leyenda de la Zonificación .....	43
<b>Imagen 12</b> Leyenda de las Líneas Geofísicas.....	43
<b>Imagen 13</b> Adquisición de Datos de Campo.....	45
<b>Imagen 14</b> Ubicación de Zona de Estudio .....	51
<b>Imagen 15</b> Extracción de Material Pétreo Mediante Uso de Excavadora.....	59
<b>Imagen 16</b> Extracción de Material Pétreo Mediante Uso de Tractor .....	59
<b>Imagen 17</b> Zarandeo de Material.....	61
<b>Imagen 18</b> Selección de Piedras de Gran Tamaño .....	62
<b>Imagen 19</b> Separación de Partículas de Menores Tamaños .....	63
<b>Imagen 20</b> Pesaje de Material .....	64





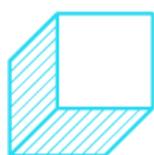
**Imagen 21** Inalterabilidad de Agregados ..... 69





## ÍNDICE DE TABLAS

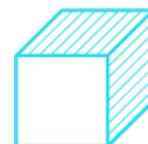
<b>Tabla 1</b> Matriz FODA de Mota Engil S.A.....	15
<b>Tabla 2</b> Componentes del Análisis PESTEL.....	16
<b>Tabla 3</b> Diagrama de Flujo de Extracción de Material .....	22
<b>Tabla 4</b> Parámetros Geo-Mecánicos .....	35
<b>Tabla 5</b> Datos de la Plataforma 01 .....	46
<b>Tabla 6</b> Datos de la Plataforma 02 .....	47
<b>Tabla 7</b> Clasificación sísmica del MASW.....	48
<b>Tabla 8</b> Ubicación de Calicatas .....	52
<b>Tabla 9</b> Sondeo PERF-01-Plataforma 02 .....	53
<b>Tabla 10</b> Sondeo PERF-02-Plataforma 02 .....	54
<b>Tabla 11</b> Perfil N°01 – Plataforma 2 .....	55
<b>Tabla 12</b> Resistencia a la Compresión de Rocas .....	66
<b>Tabla 13</b> Propiedades Físicas de la Roca .....	67
<b>Tabla 14</b> Resistencia al Desgaste “Los Ángeles” .....	68
<b>Tabla 15</b> Ensayos Granulométricos.....	70
<b>Tabla 16</b> Mejoras en la Extracción de Materiales .....	72
<b>Tabla 17</b> Ficha Informativa del Proyecto.....	73
<b>Tabla 18</b> Costos Directos del Proyecto.....	74
<b>Tabla 19</b> Costo Indirecto del Proyecto .....	75
<b>Tabla 20</b> Cierre Interno del Proyecto .....	76





<b>Tabla 21</b> Consolidado del Costo Directo.....	77
<b>Tabla 22</b> Consolidado de los Costos Directos .....	78
<b>Tabla 23</b> Consolidado de los Costos Directos .....	79
<b>Tabla 24</b> Matriz de Riesgo del Proyecto .....	80
<b>Tabla 25</b> .....	81





## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráficos 1</b> Volumen de las Tres Fuentes de Acopio .....	19
<b>Gráficos 2</b> Curva de Material Transportado .....	19
<b>Gráficos 3</b> Histograma Operativo de los Volquetes .....	20
<b>Gráficos 4</b> Porcentajes de la No Conformidad .....	21
<b>Gráficos 5</b> Análisis con el Diagrama Causa Efecto .....	24
<b>Gráficos 6</b> Análisis con el Diagrama de Pareto .....	25
<b>Gráficos 7</b> Familia de Curvas Granulométricas.....	71
<b>Gráficos 8</b> Tasa Interno de Retorno .....	82
<b>Gráficos 9</b> Cronograma de Proyecto DPW .....	83
<b>Gráficos 10</b> Cronograma de Envío de Material .....	84





## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Registro de Liberación de Acopio.....	93
<b>Anexo 2</b> Formato Granulométrico .....	94
<b>Anexo 3</b> Clasificación y Gráficas con el Masw 1 .....	95
<b>Anexo 4</b> Formato de Inspección de Campo .....	96
<b>Anexo 5</b> Certificado de la ISO9001:2015 .....	97
<b>Anexo 6</b> Certificado de la ISO 45001:2018 .....	98
<b>Anexo 7</b> Certificado de la ISO 14001:2015 .....	99
<b>Anexo 8</b> Certificado Antisoborno por AENOR .....	100





## **CAPÍTULO I**

### **GENERALIDADES DE LA EMPRESA**





## 1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

Inicia sus actividades en 1986, con el nombre de Translei, dedicándose desde el principio a la ejecución de importantes proyectos de infraestructura minera y vial, lo que les ha permitido acumular una gran experiencia en dichos rubros y adquirir un profundo conocimiento del mercado peruano.

Paralelamente, han establecido una estrecha comunicación con las comunidades y sus pobladores, tarea fundamental para la buena marcha de la empresa y el desarrollo de sus zonas de influencia.

La empresa lleva trabajando 32 años a lo largo de todo el territorio nacional, operando con capital accionista de la mayor constructora portuguesa desde hace 16 años. Es así que, en el 2010, se tomó la decisión de relanzar la empresa con un renovado impulso y un nuevo nombre: Mota-Engil Perú (MEP).

Preparados para asumir grandes retos, MEP ha ampliado su oferta de servicios hacia otros sectores, que abarcan no solo el vasto campo de la Ingeniería y Construcción, sino también rubros como el inmobiliario y producción de agregados y concesiones.

A esto, se suma la política de trabajar siempre con los mejores profesionales del medio y con tecnología de punta, que garanticen la calidad y seguridad de todas las obras.

Durante los próximos años, se continuará con una estrategia de diversificación, afianzando su presencia en los nuevos sectores y consolidando su posición en el medio. (Mota Engil Perú, 2022).





**Imagen 1**

*Logo de la Empresa de Estudio*



Fuente: (Mota Engil Perú, 2022)

## **1.2. PERFIL DE LA EMPRESA**

Mota-Engil Perú (MEP) fue fundada en 1986 y ha efectuado, a lo largo de los últimos 34 años, una mejora continua para lograr ser lo que es hoy en día: una organización empresarial de referencia, reconocida en las áreas de Ingeniería y Construcción, y Medio ambiente y Servicios.

Trabaja con un equipo de profesionales reconocidos por su talento, experiencia y un profundo conocimiento del mercado peruano. Las obras MEP llevan la firma de su compromiso, con la calidad y cumplimiento de todos los estándares de seguridad y calidad que sus clientes exigen. A la experiencia se suman los elevados estándares internos, el respeto por el medio ambiente y el buen relacionamiento con las comunidades.

MEP está entre las principales constructoras del Perú, lo que demuestra su capacidad de fusionar con éxito los años de experiencia global del Grupo con un claro conocimiento del mercado nacional.

Con cerca de 3000 trabajadores, Mota-Engil Perú, se posiciona como una empresa de referencia y eficiencia, logrando optimizar proyectos con constante innovación y capacidad tecnológica. (Mota Engil Perú, 2022).





## **1.3. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA**

### **1.3.1. Misión**

Empresa de ingeniería y construcción, que fusiona experiencia internacional con talento peruano para lograr satisfacer a sus clientes y stakeholders; priorizando la calidad, el bienestar de los colaboradores y el desarrollo sostenible, con especial énfasis en el respeto al medio ambiente, responsabilidad con las comunidades, seguridad y salud laboral. (Mota Engil Perú, 2022).

### **1.3.2. Visión**

Ser una empresa de referencia en el mercado peruano, marcada por una cultura de emprendimiento e innovación y un comportamiento socialmente responsable, que genere fuertes y duraderas relaciones de confiabilidad; a través de servicios reconocidos por su alta competencia técnica, enfocada en resolver los retos de sus clientes. (Mota Engil Perú, 2022).

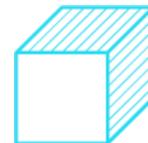
### **1.3.3. Objetivos**

El anhelo MEP siempre renovado de hacer más y mejor, encarando el presente y el futuro con osadía y confianza y asumiendo, de forma determinada y comprometida, nuevos retos que contribuyan al crecimiento de la empresa.

Opción por un camino que refuerce los principios de honestidad, verdad, lealtad, rectitud y justicia, en la conducta diaria de todos sus trabajadores.

Garantía de que las metas fijadas, que se pretenden ambiciosas, se alcancen mediante el aporte de todas las unidades de negocio y que la vitalidad de la empresa resulte de la congregación de la sabiduría y fuerza necesarias para superar nuevos retos.



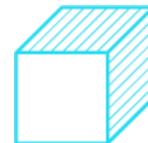


Consolidación del sentido de pertenencia, respeto por las diferencias, lealtad y reciprocidad en un marco global y culturalmente diverso, manteniendo el orgullo en el pasado y reforzando la confianza en el futuro. (Mota Engil Perú, 2022).

#### 1.4. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

- **Gerencia general:** Definir la estrategia de Mota-Engil Perú, definiendo las responsabilidades y objetivos, de acuerdo a las prácticas de ética profesional, legislación y normativas aplicables, alineándose a las directrices corporativas, con la finalidad de cumplir los objetivos definidos para Mota-Engil Perú, en lo que respecta al volumen de negocios, eficiencia operacional y rentabilidad, así como asegurando la sustentabilidad económico-financiera en el mediano-largo plazo y promoviendo la marca Mota-Engil.
- **Gerente de área técnica e innovación:** Definir y desarrollar el plan y presupuesto anual de los procesos de laboratorio, control de calidad, topografía e ingeniería, planeando y supervisando las actividades, optimizando los medios humanos y materiales, así como implementando nuevos procedimientos, métodos constructivos innovadores y mejoras prácticas, de acuerdo a las normativas, procedimientos y orientaciones superiores, con el objetivo de buscar la mejora continua, incrementar la rentabilidad y promocionar la investigación.
- **SSOMA (Seguridad, Salud Ocupacional):** Gestionar y asegurar la implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional de la empresa, a través del cumplimiento de la normativa nacional, lineamientos de los clientes, lineamientos voluntarios certificables y los lineamientos internos establecidos, con el objetivo de asegurar el cumplimiento de las políticas y estándares de seguridad y salud ocupacional establecidos por Mota-Engil Perú (MEP) y sus clientes.
- **Planeamiento:** Monitorear el planeamiento de las actividades desarrolladas en las obras de Mota-Engil Perú, analizando y reportando

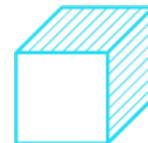




la información consolidada a sus superiores; así como, controlando los desfases, de acuerdo con las orientaciones superiores, en el sentido de identificar el cumplimiento del plan definido y maximizar la eficiencia operacional.

- **Legal y administrador de contratos:** Contribuir a la correcta ejecución legal y técnica del contrato principal, coordinando y sirviendo de enlace operativo entre las áreas de la obra, por difusión de las obligaciones contractuales y dando soporte a la gerencia del proyecto, con la finalidad de, garantizar el cumplimiento de lo estipulado en el contrato a lo largo de toda su duración.
- **Sistema de cumplimiento:** Mantener actualizado y controlar el adecuado funcionamiento del sistema de cumplimiento con el fin de contribuir a la preservación del negocio y promoviendo que las actividades se desarrollen bajo una cultura empresarial de dedicación, profesionalismo, empeño e integridad.
- **Auditoría interna:** Definir y asegurar el cumplimiento del plan de auditoría de acuerdo a las normas establecidas y las prioridades definidas por la dirección, con la finalidad de determinar si la estructura de la organización en cuanto a la administración de los riesgos, controles y procesos está diseñada y entendida por la gerencia y asegurar la identificación y gerenciamiento de los riesgos, liderando la gestión de control en las áreas financieras, administrativas y operativas de la empresa, identificando e implementando acciones preventivas y correctivas.
- **Director de producción:** Coordinar y controlar la actividad de producción de Mota-Engil Perú, delegando y distribuyendo las obras a los gerentes de producción, acompañando el planeamiento y control económico de las obras, de acuerdo con el plan estratégico de Mota-Engil Perú, la legislación y normativa aplicable, las orientaciones superiores y compromisos contractuales con el cliente, con el objetivo de asegurar la





concretización de los proyectos y el cumplimiento de los contratos en sus diversas etapas, así como garantizar el alcance de los objetivos de producción y asegurar la satisfacción de los clientes.

- **Director técnico comercial:** Coordinar las actividades del proceso comercial, desarrollando estrategias para contactar a clientes potenciales de los sectores que se encuentren alineados a las unidades de negocio que desarrolla Mota-Engil Perú, cumpliendo el plan estratégico definido y orientaciones superiores, con el objetivo de concretizar la captación de clientes y realizar las negociaciones, en el sentido de presentar propuestas más competitivas en términos técnicos y financieros, aumentando la probabilidad de adjudicación, velando por imagen externa y contribuyendo al alcance de los objetivos de Mota Engil Perú.
- **Director de administración y finanzas:** Coordinar la gestión operacional, administrativa y financiera de la unidad de mercado de Perú, verificando su integración con la estrategia administrativa y financiera del grupo Mota-Engil, así como, identificando y apoyando en el análisis de nuevas oportunidades de negocio/ inversión de Mota-Engil Perú (MEP), de acuerdo con las orientaciones estratégicas definidas por el consejo de administración del grupo y el directorio de MEP, con las políticas corporativas y procesos del grupo Mota-Engil y con la legislación aplicable al sector, con la finalidad de asegurar el cumplimiento de los objetivos estratégicos definidos y garantizar la disponibilidad oportuna de información administrativa y financiera fiable, rigurosa y relevante; así como posibilitar la rentabilidad de los activos de Mota-Engil.
- **Gerente de proyecto:** Dirigir y controlar la ejecución de las obras, definiendo los cronogramas y recursos necesarios (humanos/ materiales/ equipos), así como gestionar la administración de los contratos, de acuerdo a las orientaciones de la gerencia de producción y la estrategia definida por la dirección, con la finalidad de cumplir los planes de las actividades de las obras en los términos de alcance, plazo, costo, calidad, seguridad y control del medio ambiente proyectados por Mota-Engil Perú.





- **Producción:** Dirigir la actividad de producción de los proyectos bajo su responsabilidad, coordinando la actividad desarrollada en las obras bajo su sector y las otras áreas de soporte, analizando los avances proyectados e identificando posibles mejoras; así como gestionar una adecuada relación con el cliente evaluando su grado de satisfacción con el objetivo de plantear e implementar estrategias de acción para asegurar el cumplimiento de los planes de trabajo y alcanzar los niveles de gestión exigidos, realizando las entregas en los tiempos pactados, protegiendo los costos de inversión de Mota-Engil Perú desde el arranque de obra hasta cierre del contrato.
- **Calidad:** Elaborar, implementar y hacer seguimiento al plan de sistema integrado de gestión en obra, de acuerdo con los lineamientos de la organización, documentos contractuales y normas internacionales, con la finalidad de contribuir a la eficacia de control de calidad en las diferentes etapas de los proyectos y garantizar la satisfacción de nuestro cliente.
- **Laboratorio:** Gestionar, planificar y supervisar todas las actividades desarrolladas en el laboratorio de Mota-Engil Perú en obra, implementando procedimientos relacionados a la ejecución de ensayos de acuerdo con las normas nacionales e internacionales, así como con las políticas de seguridad y medio ambiente, con el objetivo de establecer una estrategia orientada a la mejora continua garantizando la satisfacción del cliente.
- **Administración.** Realizar el análisis y reporte financiero interno, así como la elaboración y remisión de presupuestos, flujos de caja y control mensual de la variación en gastos, de acuerdo con las orientaciones de sus superiores, con el objetivo de generar valor agregado en las decisiones de la organización para la óptima decisión de inversión y financiamiento de los proyectos en etapa de desarrollo.
- **Oficina Técnica.** Supervisar el control de la obra, gestionando los equipos de control de proyectos, topografía, ingeniería y calidad; así



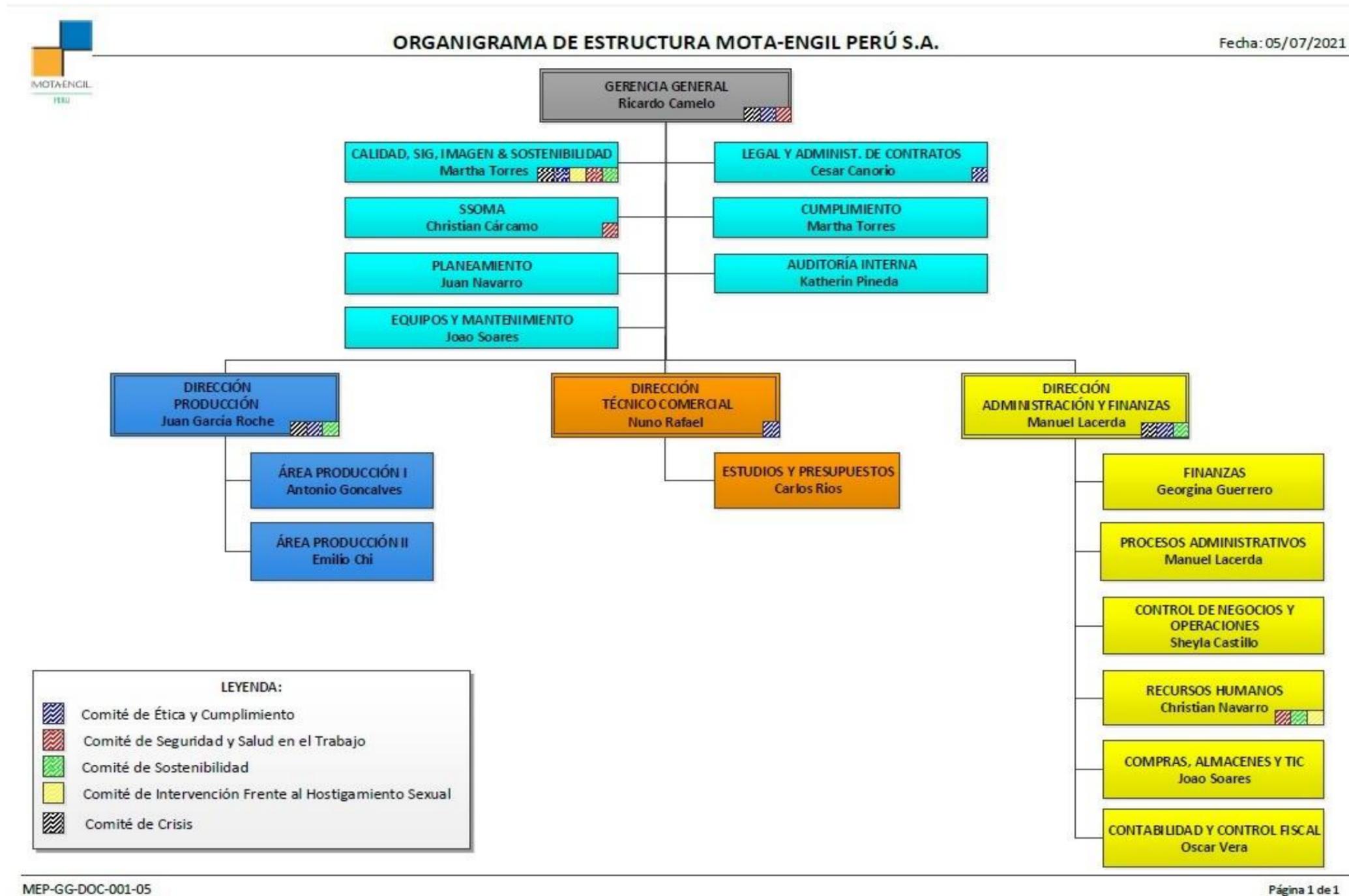


como, comparando los resultados de las acciones diarias ocurridas, de acuerdo al cronograma planificado de obra, presupuesto aprobado y contratos pactados entre Mota-Engil Perú, clientes, subcontratistas y proveedores, a fin de informar a la gerencia del proyecto y asegurar la ejecución operacional dentro del marco del presupuesto asignado, los plazos establecidos y las condiciones contractuales pactadas. (Mota Engil Perú, 2022).





**Imagen 2**  
Organigrama de la Empresa

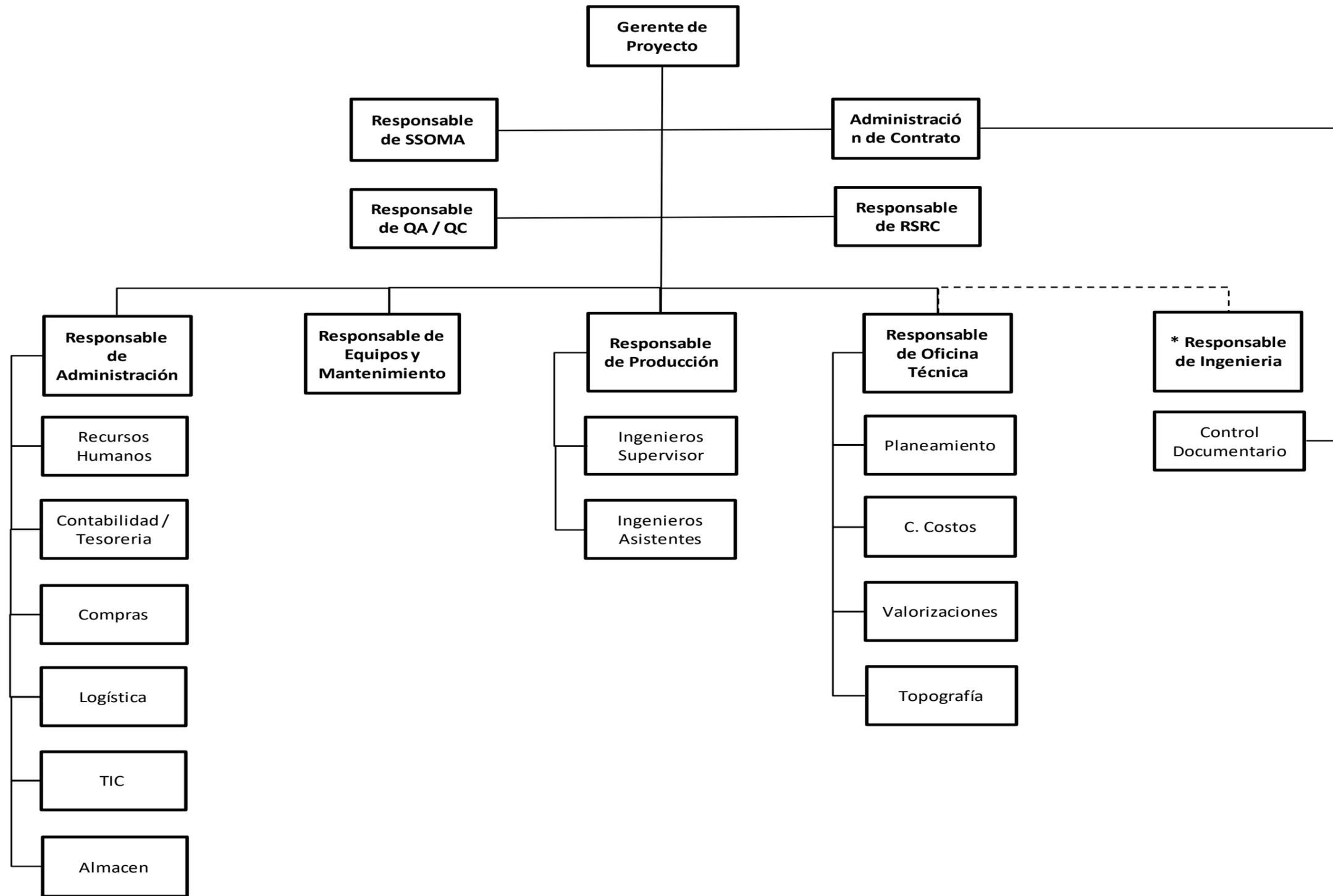


Fuente: (Mota Engil Perú, 2022)



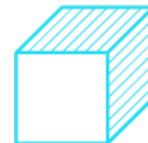


**Imagen 3**  
Organigrama de Obra



Fuente de elaboración propia (Sima Gárate, 2022)





## 1.5. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA

Con más de 250 empresas repartidas alrededor de 3 continentes, el Grupo Mota Engil es uno de los grupos empresariales más importantes del sector construcción a nivel global. Los 73 años de historia y la presencia en 28 países son el resultado de un trabajo ininterrumpido en una amplia cartera de actividades asociadas al diseño, construcción, gestión y operación de infraestructura, que cuentan altos estándares de calidad, compromiso y constante innovación. A esto se suma una sólida cultura corporativa que se evidencia en los más de 25,000 colaboradores, a través de la práctica constante de los valores de la organización y se refleja en el compromiso en cada una de sus actividades. (Mota Engil Perú, 2022).

### 1.5.1. Fortalezas

- Cumplimiento al 100 % en todos sus proyectos.
- Utilización de la plataforma ONME.
- Capacitación constante a su personal de piso y profesional.
- Cuenta con un Laboratorio de suelos, concreto y asfalto con última tecnología y certificado por INACAL.
- Tiene la certificación de las tres normas ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 e ISO 45001:2018.
- Experiencia en la ejecución de obras de minería, infraestructura, centrales térmicas, puertos marinos y geotecnia.
- Es reconocida en el top 08 en el Perú como empresa de construcción y 50 en el mundo.

### 1.5.2. Oportunidades

- Gobierno corporativo.
- El estado como un cliente intermitente.





- Baja estandarización
- Liderazgo y satisfacción de sus clientes en la industria de la construcción y el estado.
- Responsabilidad social en la industria de la construcción.

### **1.5.3. Debilidades**

- Personales no calificados.
- Demoras en el suministro de material y/o equipos.
- Profesionales contratados por bajos cotos sin experiencia.
- El flujo de comunicación de la alta gerencia es muy débil con el personal de obra.
- Mala comunicación con los proveedores.
- Pocos auspicios de eventos con las comunidades.

### **1.5.4. Amenazas**

- Sector de la construcción (minería, sector público) altamente regulado.
- Dependencia de las condiciones de la zona donde se realiza la obra.
- Secuencialidad de procesos, amenazas al momento de planificar y elaborar un proyecto.
- Estacionalidad e inestabilidad en el país, con lo que estamos viviendo actualmente.
- Agrupaciones sindicales de construcción civil.





### **1.5.5. Entorno Competitivo**

A continuación, se presenta el análisis de la empresa mota Engil Perú, mediante las 5 fuerzas de Porter.

#### **De los competidores**

- Las empresas constructoras y de ingeniería desarrollan sus propios proyectos, ellos mismos son los constructores.
- Diferencia en precios.
- Llegar al cliente con precios específicos.
- Demanda de empresas locales.

#### **De los proveedores**

- Tienen alta demanda en sus productos.
- Los propietarios son emprendedores, pero se requiere soporte financiero.
- No tienen la facilidad de negocio.

#### **De los Clientes**

- Se evidencia mucha inversión (nacional y extranjera), están viendo el mercado de la construcción como una fuente rentable y segura cuando hay crisis.
- Inversión de las empresas mineras que realizan el financiamiento y las bolsas de valores.

#### **De los nuevos ingresos**

- Profesionales caros, implementación de tecnología muy cara.
- Los servicios de construcción se pueden tercerizar.





- La experiencia y las certificaciones ISO, la empresa tiene muchas ventajas en la curva de aprendizajes.
- Pocas posibilidades de proponer actividades que mejoren la calidad del producto.

### **De las amenazas de productos de sustitución**

- Las propias áreas de la ingeniería de las empresas de construcción y las nuevas empresas trasnacionales.
- Todas las empresas dedicadas a la construcción son productoras de productos sustitutos (obras de movimiento de tierra, civiles e hidráulica).





**Tabla 1**  
Matriz FODA de Mota Engil S.A.

	<b>FORTALEZAS (F)</b>	<b>DEBILIDADES (D)</b>
<b>ANÁLISIS FODA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cumplimiento al 100 % en todos sus proyectos.</li> <li>▪ Utilización de la plataforma ONME.</li> <li>▪ Capacitación constante a su personal de piso y profesional.</li> <li>▪ Cuenta con un Laboratorio de suelos, concreto y asfalto con última tecnología y certificado por INACAL.</li> <li>▪ Tiene la certificación de las tres normas ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 e ISO 45001:2018.</li> <li>▪ Experiencia en la ejecución de obras de minería, infraestructura, centrales térmicas, puertos marinos y geotecnia.</li> <li>▪ Es reconocida en el top 08 en el Perú como empresa de construcción y 50 en el mundo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Personales no calificados.</li> <li>▪ Demoras en el suministro de material y/o equipos.</li> <li>▪ Profesionales contratados por bajos costos sin experiencia.</li> <li>▪ El flujo de comunicación de la alta gerencia es muy débil con el personal de obra.</li> <li>▪ Mala comunicación con los proveedores.</li> <li>▪ Pocos auspicios de eventos con las comunidades.</li> </ul>
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>ESTRATEGIA (F – O)</b>	<b>ESTRATEGIA (D – O)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gobierno corporativo.</li> <li>▪ El estado como un cliente intermitente.</li> <li>▪ Baja estandarización</li> <li>▪ Liderazgo y satisfacción de sus clientes en la industria de la construcción y el estado.</li> <li>▪ Responsabilidad social en la industria de la construcción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ F1O1: Cumplimiento en todos sus proyectos. Liderando y satisfacción de sus clientes en la industria de la construcción y el estado.</li> <li>▪ F2O2: Capacitación constante a su personal para tener una responsabilidad Social en la Industria de la Construcción.</li> <li>▪ F3O3: Experiencia en ejecución de obras y brinda una buena imagen con el estado como un cliente Intermitente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ D1O1: Personal no calificado y afecta la Responsabilidad Social en la Industria de la Construcción.</li> <li>▪ D2O2: Demoras en el suministro de materiales y afecta el liderazgo y satisfacción de sus clientes en la industria de la construcción y el estado.</li> <li>▪ D3O3: Pocos auspicios de eventos con el estado como un cliente Intermitente.</li> <li>▪ D4O4: Mala comunicación con los proveedores y genera baja estandarización.</li> </ul>
<b>Amenazas</b>	<b>Estrategia (F – A)</b>	<b>Estrategia (D – A)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sector de la construcción (minería, sector público) altamente regulado.</li> <li>▪ Dependencia de las condiciones de la zona donde se realiza la obra.</li> <li>▪ Secuencialidad de procesos, amenazas al momento de planificar y elaborar un proyecto.</li> <li>▪ Estacionalidad e inestabilidad en el país, con lo que estamos viviendo actualmente.</li> <li>▪ Agrupaciones sindicales de construcción civil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ F1A1: Tiene la certificación de la tri Normas y ayuda a generar procesos, de amenazas al momento de planificar y elaborar un proyecto.</li> <li>▪ F2A2: Reconocida en el Top 08 en el Perú como empresa de construcción y 50 en el mundo y tiene mucha mira por las agrupaciones sindicales de construcción civil.</li> <li>▪ F3A3: Cumplimiento de sus proyectos la estacionalidad e inestabilidad en el país, con lo que estamos viviendo actualmente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ D1A1: Personales no calificados por las agrupaciones sindicales de construcción civil.</li> <li>▪ D2A2: Demoras en el suministro de material y/o equipos por la dependencia de las condiciones de la zona donde se realiza la obra.</li> <li>▪ D3A3: El flujo de comunicación de la alta gerencia es muy débil con el personal de obra y genera secuencialidad de procesos, amenazas al momento de planificar y elaborar un proyecto.</li> </ul>

Fuente de elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)



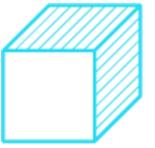


**Tabla 2**  
*Componentes del Análisis PESTEL*

<b>POLÍTICO</b>	<b>ECONÓMICO</b>	<b>SOCIO CULTURAL</b>	<b>TECNOLÓGICO</b>	<b>ECOLÓGICO</b>	<b>LEGAL</b>
Impuestos	Fuerza de trabajo de la mano local	Capacitación a las comunidades de interferencia al proyecto	Tecnología Móvil	Fiscalización constante de la alta directiva en los compromisos ambientales	Leyes de protección al empleo
Estabilidad política	Aporte al crecimiento del PBI	Conflictos con la población aledaña	Aplicación de información actualizada	Programas ambientales y constante supervisión	Legislación sobre seguridad y salud ocupacional
Actitud de los gobiernos regionales		Crecimiento y mejora de vías de acceso	Equipos con la última tecnología		

Fuente elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





**CAPÍTULO II**  
**REALIDAD PROBLEMÁTICA**





## 2.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El área de producción viene realizando las actividades de extracción, acopiado y transporte de material para el relleno del dique del puerto del callao de la segunda fase.

El estudio geotécnico realizado es muy pobre (se realizaron pocas perforaciones de diamantina y no se tiene la evaluación de geofísica del material a explotar) la información no es clara al momento de la extracción del material Quarry Run, Tipo I y Tipo III. El área de construcción al momento de realizar la extracción no tiene identificado los sectores que necesitan limpieza ni qué tipo de equipo va a usar para dicha actividad, y todo esto es porque no se cuenta con un plan de explotación de canteras.

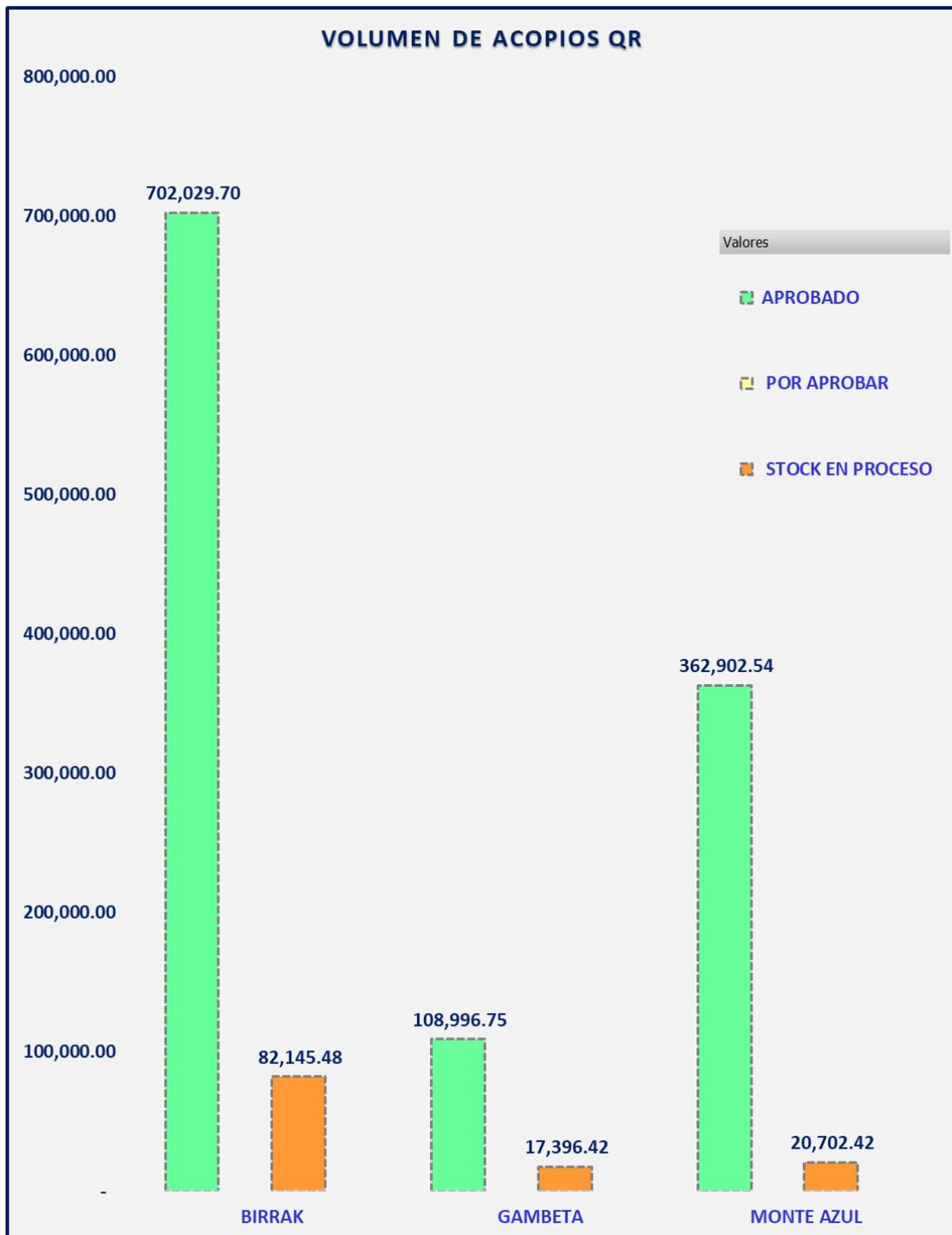
Debido a la falta de información el rendimiento de la producción de los materiales de relleno del dique no está caminando con el cronograma del proyecto (ver gráfico 1) y esto genera que se tengas equipos (volquetes, excavadoras y tractor D8) en stand by. Además, se está extrayendo y acopiando materiales que no cumplen con las especificaciones técnicas del proyecto.





### Gráficos 1

Volumen de las Tres Fuentes de Acopio

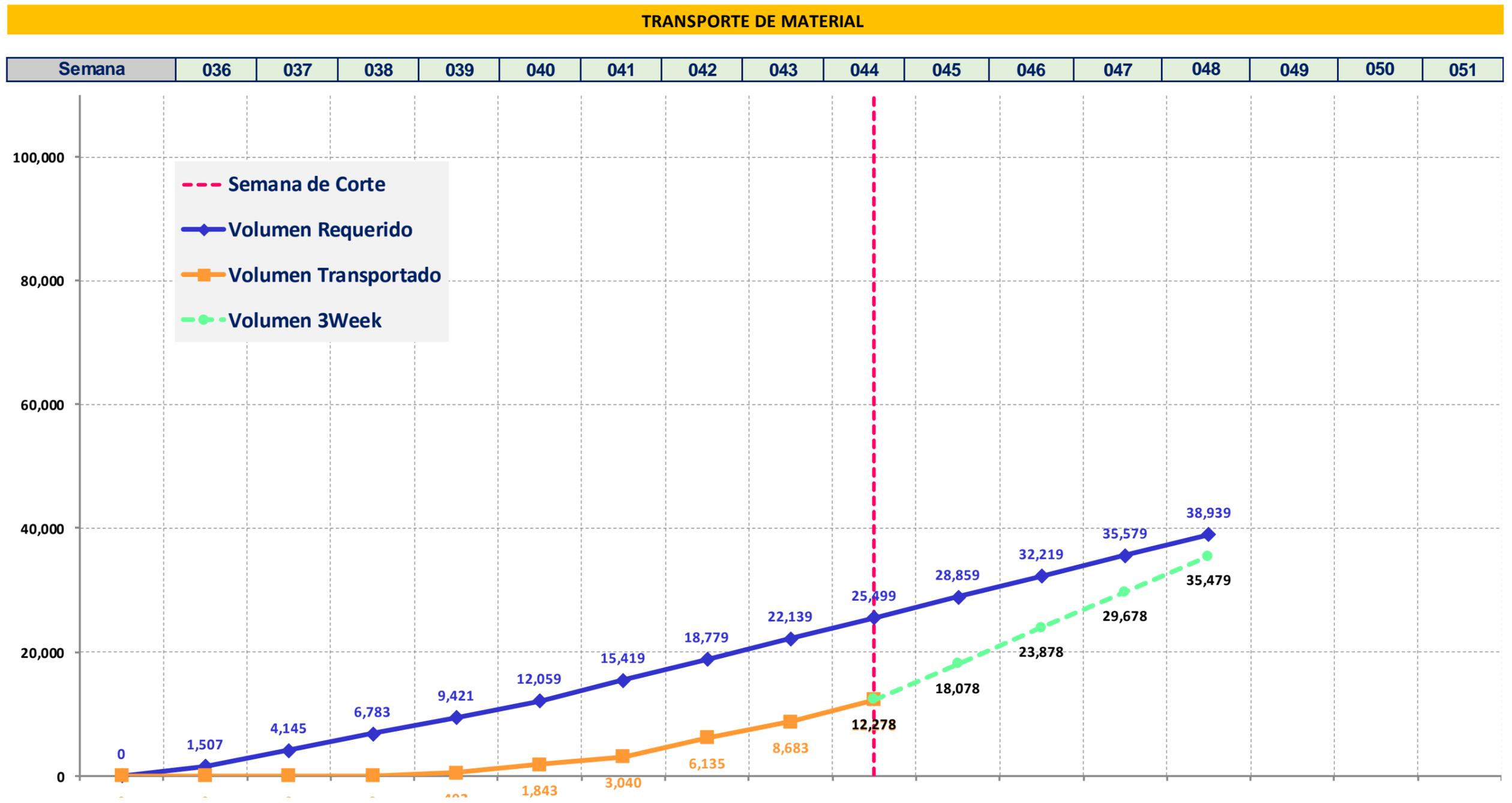


Fuente de elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





**Gráficos 2**  
Curva de Material Transportado

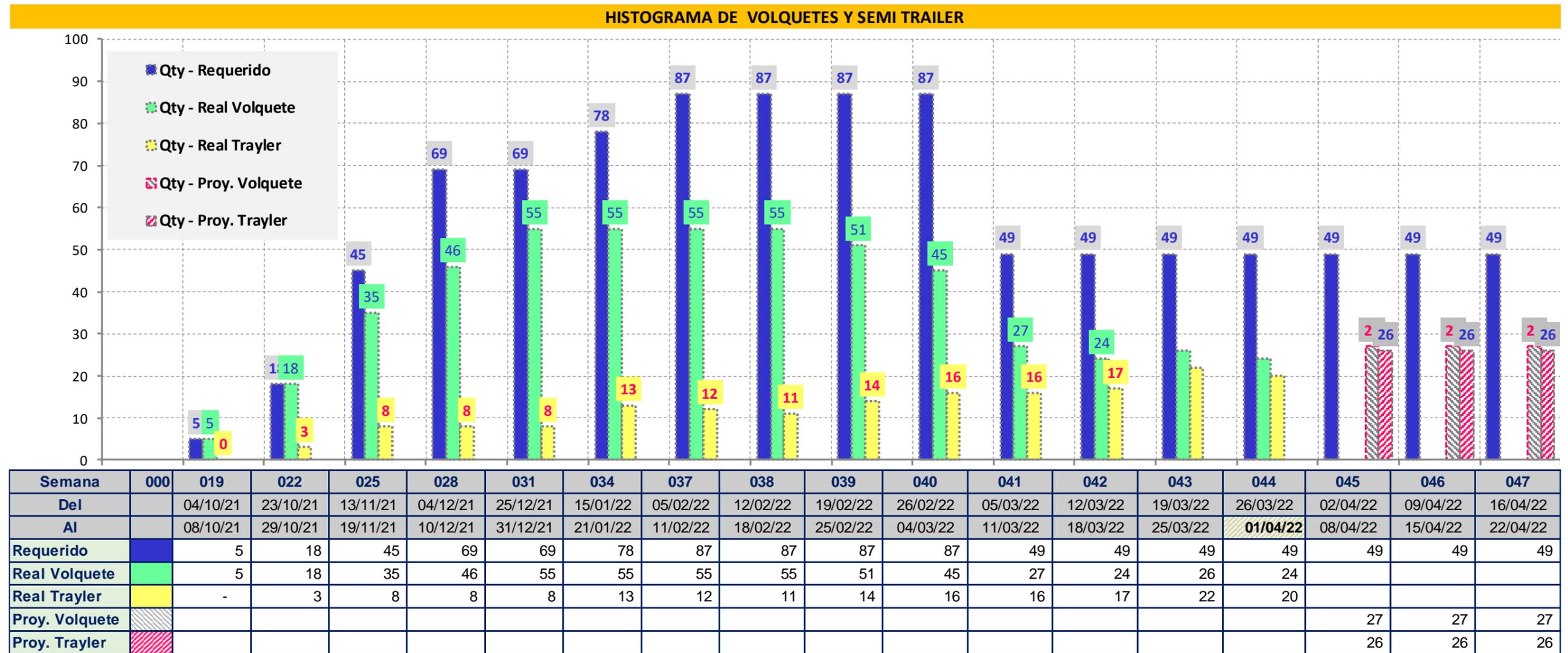


Fuente de elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)



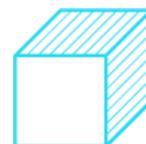


**Gráficos 3**  
Histograma Operativo de los Volquetes



Fuente de elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)

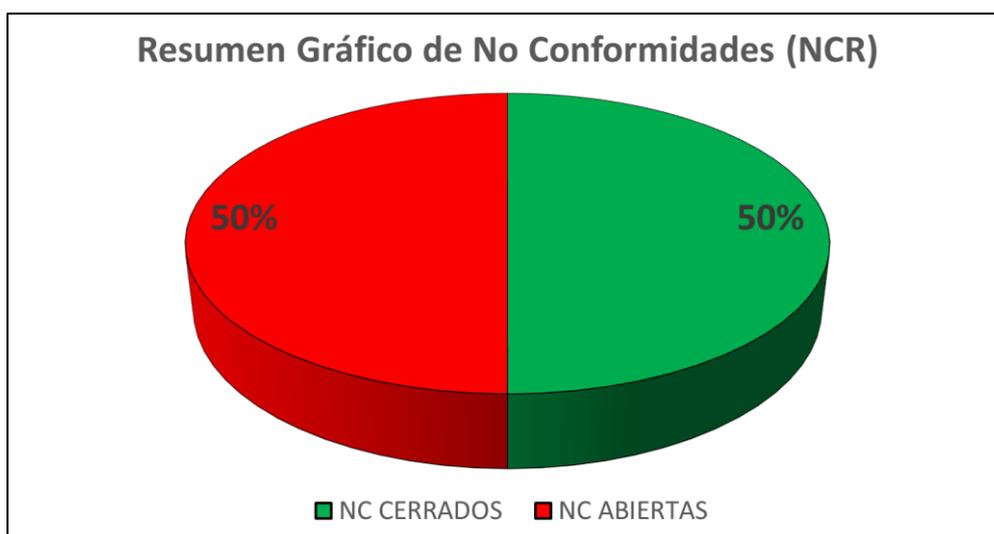




Está mala interpretación y/o práctica del área de construcción al extraer los materiales está generando retrabajos, no conformidades por el área de calidad de Mota Engil Perú (ver gráfico 2) y el cliente DPW.

**Gráficos 4**

*Porcentajes de la No Conformidad*

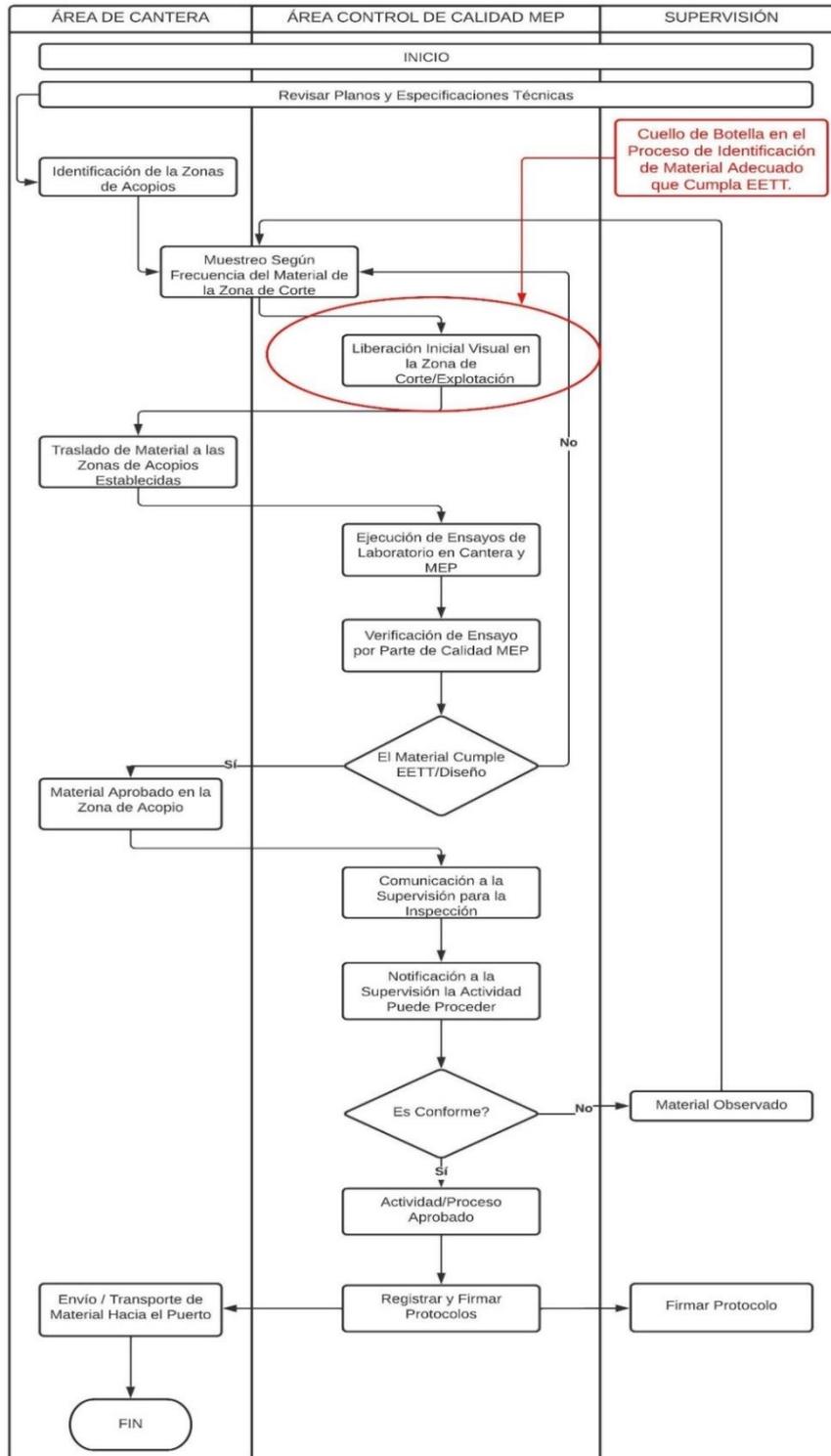


Fuente de elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)



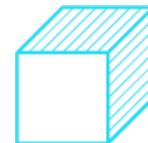


**Tabla 3**  
*Diagrama de Flujo de Extracción de Material*



Fuente elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





## 2.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

El área de oficina técnica emite un programa de actividades semanales: Volúmenes de extracción (cantera), volúmenes requeridos y volúmenes transportados para el relleno del dique del puerto del callao.

De acuerdo con lo solicitado, el área de producción realiza la extracción del material en las canteras. En cada frente de extracción se coloca la exhibición una muestra de forma visible el tipo de material, para que sirva de ejemplo al operador.

Luego, Se realiza el carguío del material hacia el acopio, donde se acumula como máximo 60,000.0 m<sup>3</sup>. Seguidamente el área de calidad realiza los muestreos del material para un control interno en donde se verifique que dicho material cumple con los requisitos establecidos en el proyecto.

Si los resultados son positivos, se convoca a la supervisión del proyecto y se realiza un nuevo muestreo juntamente con el ingeniero supervisor.

Si los resultados son negativos, se realiza un mejoramiento (combinación de material adecuado con el existente) del acopio, hasta lograr que el material cumpla con especificaciones técnicas del proyecto y luego se convoca a la supervisión.

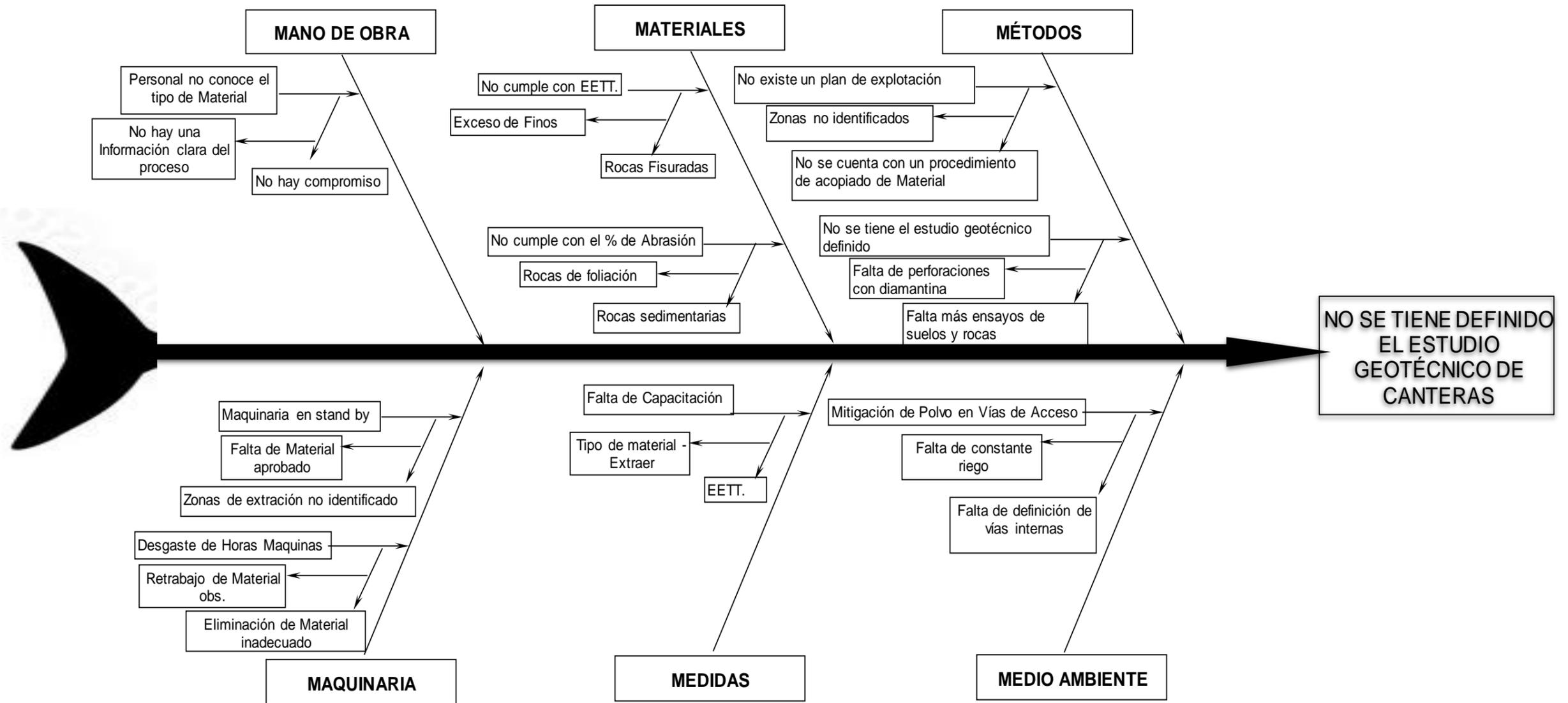
Al no tener un estudio geotécnico definido, el área de topografía no puede realizar el trazo de cuanto material debe eliminar o qué tipo de material es adecuado

Los ingenieros de producción no saben de dónde sacar el material que cumpla EETT. y todo esto genera que el área de calidad rechace los materiales acopiados frecuentemente. Esto genera retraso en el proyecto y maquinarias paradas por falta de material liberado.





**Gráficos 5**  
Análisis con el Diagrama Causa Efecto

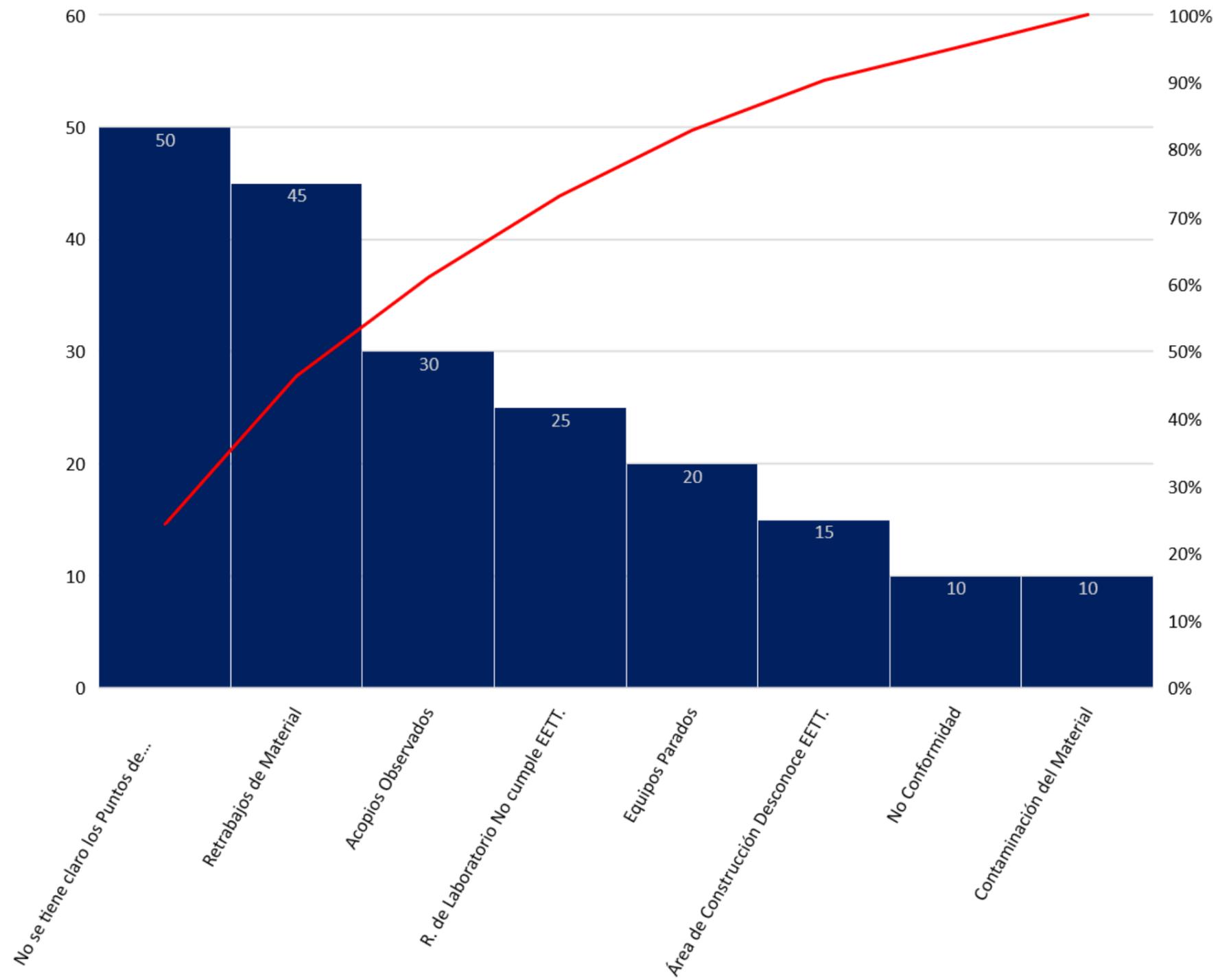


Fuente elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





**Gráficos 6**  
Análisis con el Diagrama de Pareto



Fuente de elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





### **2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿La Empresa Mota Engil Perú S.A., posee un estudio geotécnico y un plan de explotación de canteras aprobado por el cliente DPW Callao?

¿Es posible mejorar el estudio geotécnico para la explotación de canteras en beneficio del proyecto de la construcción de la segunda fase del puerto del callao?

### **2.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

#### **2.4.1. Objetivo general**

Implementar en la empresa Mota Engil Perú S.A., mejoras al estudio geotécnicos (realizar más perforaciones con diamantina, para realizar nuevos ensayos de laboratorio) para la explotación de canteras.

#### **2.4.2. Objetivos específicos**

- Realizar nuevos ensayos geotécnicos y geofísicos.
- Realizar un plan de explotación de canteras.
- Implementar un procedimiento de Liberación de acopios.
- Implementar un cronograma de capacitación al personal.
- Capacitar al personal en el manejo del material de relleno.

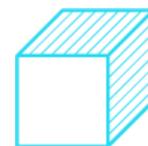




## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL PROYECTO**





### 3.1. DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO

Las empresas dedicadas a la construcción y/o ingeniería de detalle, tienen una misión de establecer un mercado donde se reconozcan un trabajo de calidad, con mejores precios y libre competencia. La explotación de canteras que realiza la empresa Mota Engil Perú S.A., para la ampliación de la segunda fase del puerto del Callao no viene hacer la excepción mediante el Trabajo de Suficiencia Profesional se busca la mejoras a las actividades en el control de calidad de material rocoso Tipo QR, Tipo III, Tipo I, para su acarreo de forma directa, de acopios menores desde los frentes de explotación y/o acopios intermedios en cada cantera. Tomando en consideración el cumplimiento de la calidad, seguridad, salud ocupacional, y protección del medio ambiente, antes y durante las operaciones.

#### 3.1.1. Antecedentes de la investigación

##### Antecedente internacional

Como menciona (Ciria, 2007), el “Manual de rocas” para la construcción de proyecto Marítimos, donde indica:

**El diseño de cantera:** La producción de piedra de armadura influirá en la organización y posiblemente en el diseño de la cantera. El propósito de la presente sección no es presentar los detalles de la organización de la cantera, sino más bien resaltar cuestiones clave que los productores de piedra de armaduras o los clientes deberían considerar cuando visiten una cantera que pueda producir piedra de armaduras. El impacto de la producción de piedra de armadura en la organización de la cantera dependerá de hecho de la cantidad, la clasificación y el tipo de producción de piedra de armadura.

**Cara de extracción:** Es posible que la extracción de piedra de armadura no sea posible de todas las caras de extracción. La selección de la cara de la cantera apropiada





está fuertemente controlada por las propiedades geotécnicas del macizo rocoso, especialmente el espaciamiento de discontinuidad y los tamaños de bloques naturales para la piedra de armadura pesada. Esto puede limitar el número de caras o bancos disponibles en la cantera a las zonas menos afectadas por las discontinuidades si se va a producir una piedra de armaduras pesada.

De acuerdo a las recomendaciones del autor precedente, cabe mencionar que Mota Engil Perú S.A., debe identificar las zonas en las canteras de explotación si el material son homogéneo si hay presencia de variaciones de litología, alteración, fractura miento, que afectan directamente a sus propiedades físicas, químicas y granulométricas; por lo que se requiere observar e identificar sus características en campo y a la vez sectorizar los afloramientos y medirlos para un control de calidad in situ lo más representativa posible a fin de enviar un material aprobado desde los frentes de explotación.

Tal como indica el autor (Ciria, 2007). Los acopios, para la organización de las existencias, los principios clave a seguir son:

- Reducir la distancia de recorrido de las máquinas que transportan la roca de cantera desde las caras.
- Facilitar el movimiento de las máquinas durante el almacenamiento o la carga.
- Limite la altura del material para reducir la rotura y el desconchado si esto es motivo de preocupación (pero tenga en cuenta que se requerirán áreas amplias).





Mota Engil Perú, viene realizando el levantamiento topográfico de las zonas de extracción de material en canteras con el fin de ubicar los accesos internos. Y así definir el ingreso y salida de los volquetes.

En las plataformas de acopiado de material se viene trabajando en plataformas de 3 metros de alturas en forma de baquetas.

En consecuencia, las existencias pueden estar ubicadas en diferentes lugares de la cantera, tales como:

Cerca de parte inferior de la cara de extracción. Esto puede ser eficaz para separar la actividad de la piedra de armaduras de las actividades agregadas. También limitará el número de eventos de manipulación y reducirá así las roturas causadas por la manipulación. Si la pendiente de las pendientes de acceso es suave (digamos, por debajo del 5% al 7%), los camiones de reparto pueden incluso tener acceso para carga.

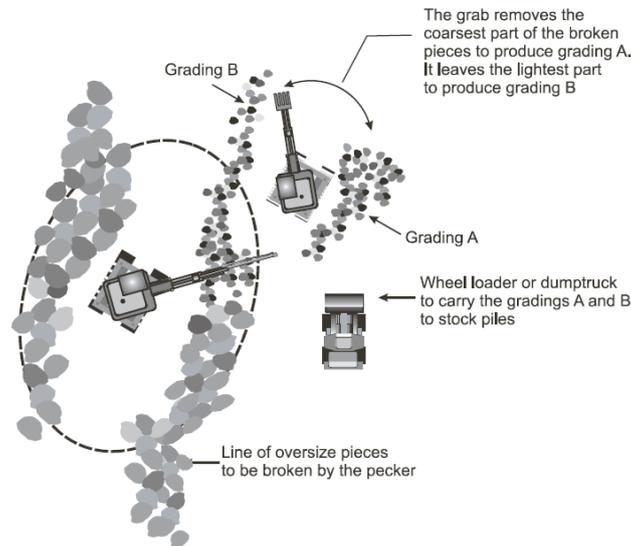
- Existencias temporales puede colocarse en un área no utilizada adaptada para que se produzca una rotura secundaria o una preselección. También es posible que se requieran existencias temporales para la carga de trenes.
- Cuando hay espacio disponible, organizar las existencias en una zona dedicada de la cantera es una solución conveniente para separar la actividad de extracción de la actividad de carga.

De acuerdo con las recomendaciones del autor, Mota Engil realiza sus trabajos en acopiar el material de rellano muy cerca al punto de extracción; sólo se conforma con alturas máximas de acopios de 5 metros por banqueta para evitar segregaciones al momento de la descarga y evita realizar retrabajos.





**Imagen 4**  
*Organización del Área de Trabajo*



Fuente: (Ciria, 2007)

### **Antecedente nacional**

El autor (Muños Sanchez, 2018), en su tesis profesional que lleva por título “Planificación Minera a Corto Plazo para la Sostenibilidad de la Explotación en Cantera 7 De noviembre - Nueva Arica”, manifiesta lo siguiente respecto a la explotación de canteras:

### **Método de exploración de calicatas**

Las calicatas son zanjas de exploración, que se realizan hasta alcanzar la superficie de la roca, para que de esta manera podamos conocer la estructura y calidad de la de cubierta de esta misma. A su vez también cuenta con ciertas limitaciones; entre ellas que el terreno debe poder ser excavado por medios mecánicos, la profundidad no debe exceder de los 4 metros y el agua no debe sobrepasar su utilidad. Este es un método que nos brinda de forma acelerada y sencilla información litológica y





estructural de la corteza terrestre (CASTILLA, J.& HERRERA, J.2012, p.15).<sup>1</sup>

La realización de calicatas permite a la persona que está realizando el plan de minado, determinar las reservas probadas, probables y posibles ya sea el caso, y así determinar el tiempo de vida útil del yacimiento.

La empresa Mota Engil Perú S.A., tiene una distribución de frentes de trabajo de explotación de cantera, tiene consideración con respecto a lo que menciona el autor precedente, ya que es de suma importancia que se realice las calicatas antes de extracción de los materiales.

El autor (Muños Sanchez, 2018), en su tesis profesional que lleva por título “Planificación Minera a Corto Plazo para la Sostenibilidad de la Explotación en Cantera 7 De Noviembre - Nueva Arica”, manifiesta lo siguiente respecto al proceso de evaluación geotécnica:

### **Proceso de análisis geológico**

Evaluar la geología local del yacimiento y caracterizarlo mediante un reconocimiento del área de estudio, la cual permitió inferir en la composición mineralógica de la zona. Fue el primer paso para iniciar la presente investigación donde se observó el problema en el área de estudio y se brindó una posible solución.

### **Proceso de diagnóstico**

Estimación de las reservas del yacimiento por medio del método de la triangulación, a través de la realización calicatas para explorar el yacimiento y determinar su mineralogía, principalmente determinar el espesor,

---

<sup>1</sup> La fuente citada se considera valida, dado que el autor cita textualmente la procedencia del texto.





cantidad, calidad, geometría del depósito minero mediante ensayos de laboratorio el cual indicaran estas características. La recolección de muestras in situ fue necesarias para ayudar a obtener lo mencionado anteriormente.

### **Proceso de planeamiento**

La selección del método de explotación, el sistema de explotación y la maquinaria a emplear para el desarrollo del proyecto estarán sujeto a la caracterización del yacimiento, como también la mano de obra a emplearse ya sea técnica, profesional o básica está sujeta a la demanda que se genere en la cantera y su rentabilidad económica, ya que están íntimamente vinculados, para una decisión importante como lo es un proyecto minero donde todo depende de la economía para ver las probabilidades de inversión. A la vez se establecerá el cronograma de ejecución de manera teórica determinando el probable plazo de puesta en marcha del proyecto. Todo proceso estará dentro del margen legal nacional, con estándares alturados para así asegurar un desarrollo sostenible.

### **Proceso de evaluación económica**

Elaboración de la evaluación económica está predispuesto a los costos de producción e ingresos de la empresa, lo cual se verá mediante el flujo de caja para determinar la factibilidad del proyecto. Mediante de la determinación de los ingresos y egresos que se podrían generar en el desarrollo del proyecto, tomando en cuenta que a través de la diferencia de estos aspectos mencionados se conoce el saldo o el flujo neto que es un factor importante que nos indicó la solvencia del proyecto y por ende de la empresa.





El área de geotecnia y calidad de Mota Engil, está realizando un plan de explotación de canteras donde se va a identificar como menciona el autor. Se va a elaborar procedimientos de muestreo y seguimiento y verificación de las canteras antes de realizar la extracción del material de relleno. Con ensayos de clasificación de suelos en el laboratorio y evaluación visual.

### **Antecedente local**

Según el autor (Bernal Figueroa, 2020), sobre su tesis sobre la exploración de canteras está orientada a ubicar la calidad, distancia y volumen de los tipos de materiales necesarios para la construcción, para ello, se debe ubicar y definir las canteras más convenientes por cada tipo de material.

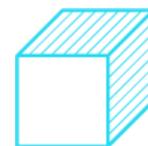
Una vez identificadas estas se procede a realizar las exploraciones, describiendo el material encontrado en cada una, las cuales se muestran en los registros de exploración. Los agregados usados en construcción son de suma importancia, pues son la materia prima para la preparación del concreto utilizado masivamente en nuestras construcciones y obras civiles en general. Ellos deben garantizar un producto de calidad que certifique el buen funcionamiento de las estructuras.

Los materiales que se viene explotando Mota Engil en las diferentes canteras del distrito de ventanilla, se viene realizando los sondeos con diamantina para poder obtener a detalle los materiales que cumplan con los requisitos de las especificaciones técnicas del proyecto.

### **3.1.2. Bases teóricas**

**Parámetros Geotécnicos:** Se tiene a registrar en los frentes de explotación los parámetros geomecánicas de las rocas de una forma





sencilla y rápida. Se trata de un registro lineal de unos 25m.<sup>2</sup> Promedio de longitud. Los parámetros mencionados a registrar son: (Ingemmet, 1995).

**Tabla 4**  
*Parámetros Geo-Mecánicos*

ITEM	DESCRIPCIÓN	TIPO DE TERRENO
1	Identificación de discontinuidades	1. Buzamiento 2. Dirección de buzamiento
2	Orientación de las Discontinuidades	
3	Tipo de discontinuidades	
4	Tipo de roca	
5	Espaciamiento entre discontinuidades	
6	Condiciones de Discontinuidades	1. Persistencia 2. Apertura 3. Rugosidad 4. Relleno 5. Meteorización 6. Presencia de agua subterránea 7. Presencia de agua subterránea
7	Resistencia a la compresión	
8	RQD	

Fuente: (Ingemmet, 1995)

<sup>2</sup> Distancia máxima para que un tractor sea eficiente al recorrer empujando el material rocoso.





**Identificación de Discontinuidades:** Identificación visual de las familias o sistemas de discontinuidades.

**Imagen 5**

*Representación Espacial de Discontinuidades*



Fuente elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)

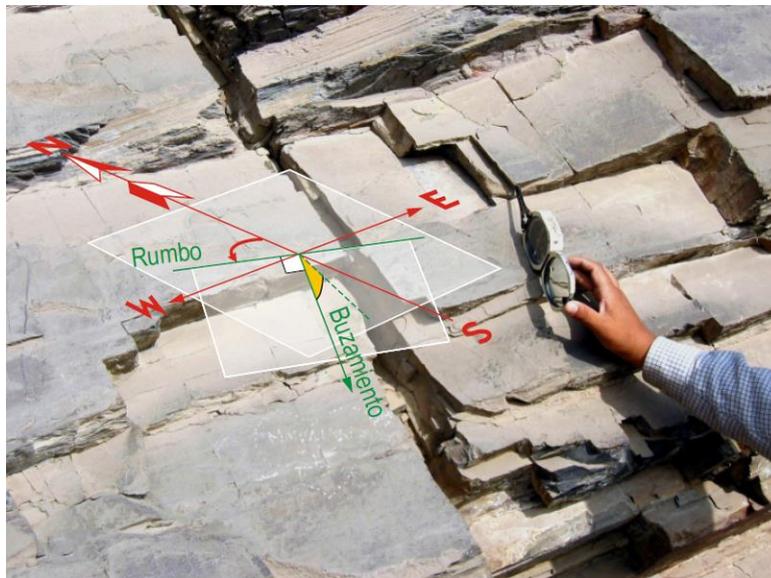
**Orientación de las discontinuidades:** Registro de datos necesarios para determinar la orientación de las familias de discontinuidades, requerido para la dirección de fractura mecánica o no mecánica. (Ingemmet, 1995).





### Imagen 6

Orientación de las discontinuidades



Fuente elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)

**Tipo de discontinuidades:** Identificación de la discontinuidad si corresponde a diaclasas, fallas, superficies de contacto o es una estratificación; sirve para identificar el comportamiento tectónico a fin de determinar cuerpos rocosos trasladados, basculados entre otros, que favorecen a la explotación mecánica y en su defecto identificar las zonas para la extracción no mecánica. (Ingemmet, 1995).

**Tipo de roca:** La identificación de este parámetro nos permite sectorizar el material rocoso ígneo favorable y a explotar, como también identificar sus propiedades físicas, químicas y granulométricas de otros materiales no favorables. (Ingemmet, 1995).

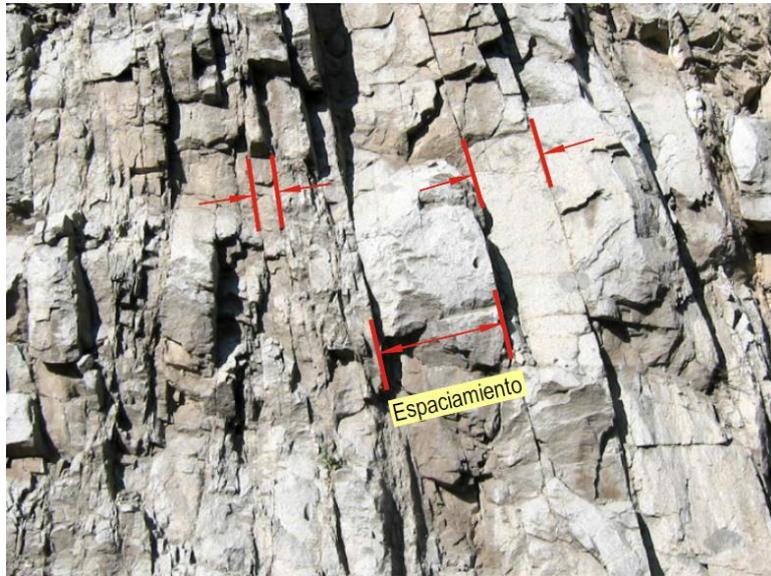
**Espaciamientos entre fracturas.** Siendo uno de los más importantes parámetros para la obtención de una granulometría inferida comparable y correlacionarle con los resultados de los ensayos granulométricos de laboratorio. (Ingemmet, 1995).





**Imagen 7**

*Espaciamiento entre Discontinuidades*

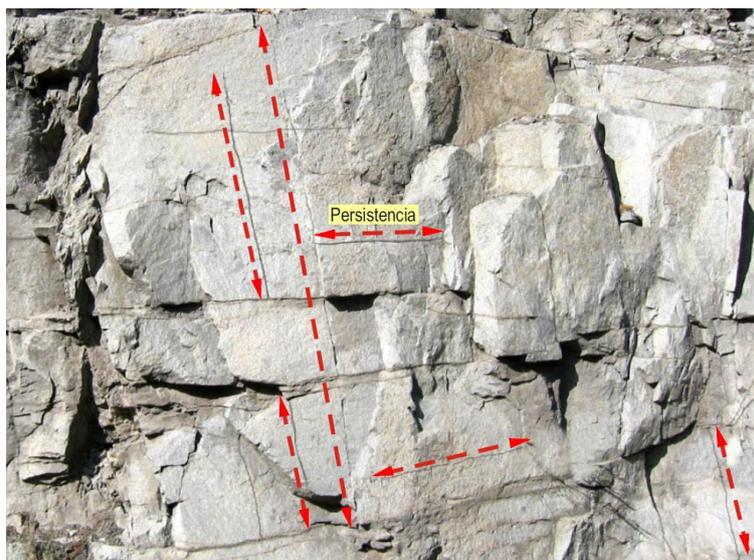


Fuente elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)

**Persistencia:** Parámetro que nos indica la longitud de cada discontinuidad, y nos permite identificar la extensión del cuerpo rocoso con las mismas características de fracturamiento. (Ingemmet, 1995).

**Imagen 8**

*Persistencia de Discontinuidades*



Fuente elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)

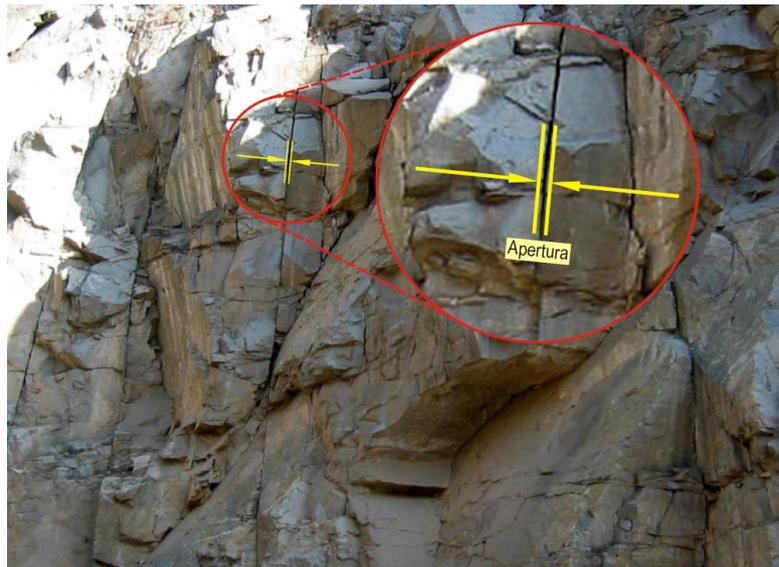




**Apertura:** Es la medida de las aberturas de las discontinuidades, parámetro que, sumado a la identificación de relleno contenida en ella, sirve para determinar el tipo de extracción (mecánica o no mecánica). (Ingemmet, 1995).

**Imagen 9**

*Apertura de una Discontinuidad*



Fuente elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)

**3.1.3. Bases Normativas**

**Estándar Británico BS EN 13383-1: 2002:** Ha sido elaborado por el Comité Técnico CEN / TC 154 "Áridos", cuya secretaría está a cargo de BSI. Esta norma europea recibirá el estatus de norma nacional, ya sea mediante la publicación de un texto idéntico o mediante aprobación, a más tardar en noviembre de 2002, y las normas nacionales en conflicto se retirarán a más tardar en junio de 2004.

Este documento ha sido preparado bajo un mandato otorgado al CEN por la Comisión Europea y la Asociación Europea de Libre Comercio, y respalda los requisitos esenciales de las Directivas de la UE.





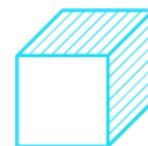
Esta norma europea especifica las propiedades de los agregados obtenidos mediante el procesamiento de materiales naturales, fabricados o reciclados y mezclas de estos materiales para su uso como piedra de armaduras. (Británico, 2022)

**El Reglamento Nacional de Edificaciones:** Tiene por objeto normar los criterios y requisitos mínimos para el Diseño y ejecución de las Habilitaciones Urbanas y las Edificaciones, permitiendo de esta manera una mejor ejecución de los Planes Urbanos. (RNE, 2022)

**ASTM International:** Fundada como la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales, es una organización sin fines de lucro que desarrolla y publica aproximadamente 12,000 normas técnicas, que cubren los procedimientos para probar y clasificar materiales de todo tipo. Con sede en West Conshohocken, Estados Unidos, las normas de ASTM se utilizan en todo el mundo y cuenta con más de 30 000 miembros que representan a 135 países. ASTM también actúa como administrador de los TAG (Grupo Asesor Técnico de los Estados Unidos) de EE. UU. para una enorme cantidad de ISO/TC (Organización Internacional de Normalización/Comité Técnico) y sus subcomités. (Internacional, 2022)

**CIRIA C683 Manual de Rocas:** Uso de roca en presas, ingeniería y construcción fluvial (CUR, 1995). A fines de la década de 1980 se produjeron dos libros de referencia franceses: *Le dimensionnement des digues à talus* (EDF R&D, 1987) y *Les Enrochements* (LCPC/CETMEF, 1989). Desde la publicación de estos textos de referencia anteriores se ha realizado una investigación significativa para mejorar la comprensión de comportamiento de las rocas y determinar prácticas mejoradas para la ingeniería hidráulica. Como consecuencia, Este manual ha sido desarrollado para actualizar las publicaciones anteriores y ha sido dado un alcance más amplio que aumenta el enfoque en las preocupaciones ambientales y de sostenibilidad. (Ciria, 2007).



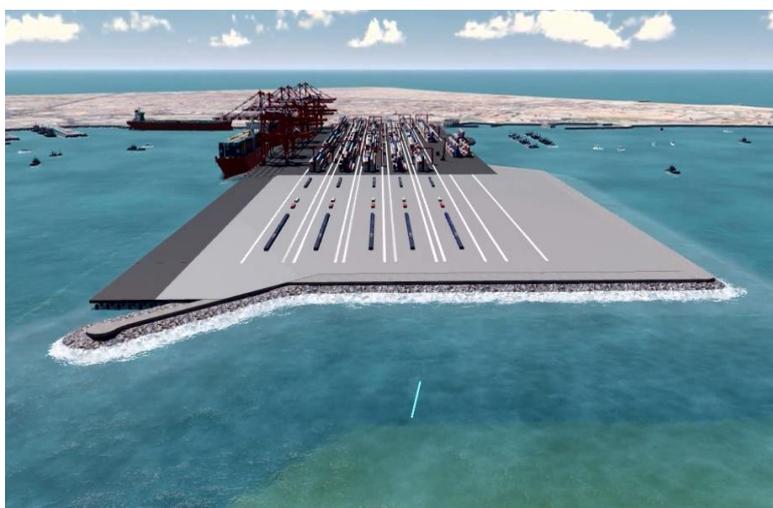


### 3.2. DESARROLLO DEL PROYECTO

En el Proyecto "Ampliación de la Segunda Fase del Puerto del Callao" es documentar y evidenciar los procesos realizados por la empresa Mota-Engil Perú S.A., en las canteras asignadas para explotación, con la finalidad de obtener materiales pétreos de alta calidad cumpliendo las especificaciones técnicas del cliente; gestionando y planificando de manera oportuna la extracción, identificación, ensayo, aprobación y traslado oportuno del material a las zonas identificadas para el relleno del dique de tierra.

**Imagen 10**

*Proyecto Segunda Fase-Puerto del Callao*



Fuente: (Mota Engil Perú, 2022)

Durante la ejecución de los procesos realizados en las canteras, se especificará el tipo y cantidad de recursos que se requiera para la implementación y control exitoso de acuerdo con las necesidades que amerite los trabajos de extracción de material. Dichos recursos incluyen las personas, procesos provistos interna o externamente, productos o servicios, infraestructura y ambiente para la operación de los procesos, el seguimiento y medición de los recursos, así como conocimientos y experiencia especializadas.





### **3.2.1. Estudio geofísico**

El objetivo del estudio es determinar a partir de los datos de VP (Velocidad de las Ondas P), características geológicas en la zona de estudio, para que finalmente estos resultados puedan corroborar y extrapolar información obtenida de métodos directos de investigación, como calicatas o sondajes con diamantinas realizadas in situ. (Geofísica, 2022).

#### **Estratigrafía**

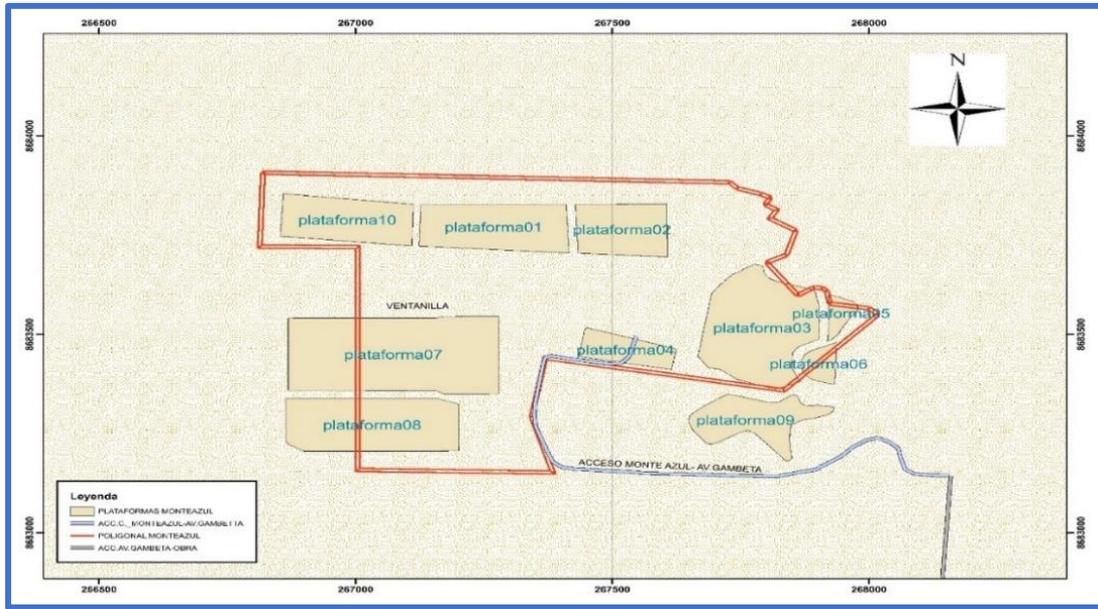
En la Zona de influencia y del entorno de las Canteras se identifican formaciones con rasgos litoestratigráficos característicos, constituidos por secuencias Volcánicas y Sedimentarias del Grupo Puente Piedra compuesto por la Formación Cerro Blanco (Formación La Pampilla), de edad Cretacio Inferior. Esta litología le da una apariencia de colinas de poca elevación, con capas de rumbo NW- SE y buzamiento entre 15° y 20° al sur oeste. Así mismo tenemos los depósitos cuaternarios recientes y del pleistoceno, siendo estos depósitos de origen marino, eólico, aluvial y coluvial. (Ingemmet, 1995)





**Imagen 11**

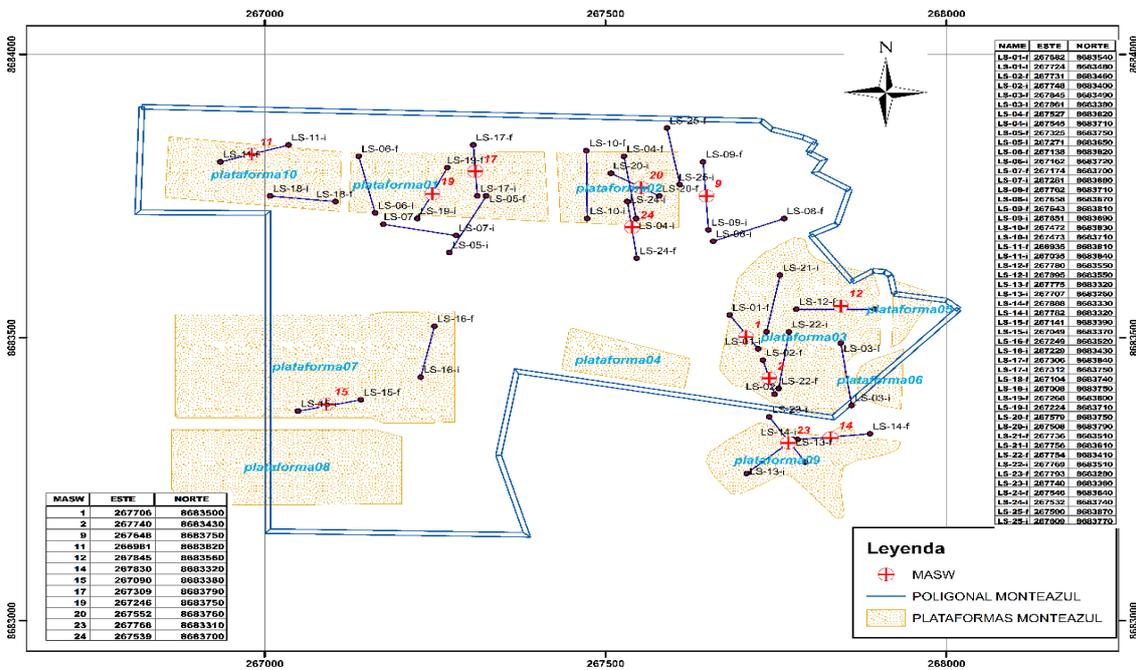
Mapa y Leyenda de la Zonificación



Fuente elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)

**Imagen 12**

Leyenda de las Líneas Geofísicas



Fuente elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





## Procedimientos de trabajo de campo

Los trabajos de campo comprenden tres etapas principales para realizar los registros sísmicos, a continuación, se detalla los procedimientos efectuados en campo dado por una secuencia:

- **Reconocimiento de la zona de estudio:** Se realizó un análisis visual de las características del terreno, evaluando la accesibilidad, peligros y riesgos que puedan suscitarse.
- **Instalación de equipos y cables:** Una vez realizada la inspección de la zona, se procedió a determinar la ubicación de las líneas, observando la extensión y dirección de estas para proceder a realizar el tendido de los cables y la instalación de los geófonos a cada 4 m y 5 m.
- **Toma de datos:** Al momento de realizar los golpes con la comba, el operador verifica la instalación de los geófonos observando en el equipo de medición y confirma el disparo mediante un radio. El operador evalúa la información registrada y designa si se repite o se realiza otro golpe en otra posición.





### **Imagen 13**

#### *Adquisición de Datos de Campo*



Fuente elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)

#### **Consideraciones del levantamiento de campo**

- Se realizaron 25 líneas sísmicas, distribuidas en diferentes plataformas con espaciamentos de 4 y 5 metros entre geófonos de tal manera que se obtuvieron líneas de 100 y 120
- Para lograr alcanzar profundidad se hicieron golpes o Shots fuera de línea con la intención de aumentar el offset del dispositivo y así mismo su extensión.
- Para ambos estudios de empleo una comba de 20 libras con la finalidad de mejorar la relación de señal /ruido. Así también se empleó la técnica de acumulación de golpes para una misma lectura, considerando que la zona se encuentra en zonas de labores extractivas de cantera las cuales generan movimientos y estas son registradas por el equipo (Ruido cultural).





- Se tomó las coordenadas en campo de la posición de los geófonos y de los Shots, con el fin de poder ubicarlos en el plano de ubicación y en los perfiles sísmicos.

### **Presentación de los datos**

Para la refracción sísmica, la presentación de los datos y los resultados se hace a través de:

- Dromocronas; donde se observan las gráficas espacio y a partir de estos gráficos se genera la velocidad de la Onda P y las aproximaciones de las diferentes capas presentadas en los perfiles.
- Perfiles Sísmicos; donde se muestra el modelo de velocidades obtenidos a través de modelos inversos de velocidades y los cuales se grafican mediante capas de velocidades según la profundidad.
- Curvas de Dispersión; muestra el perfil unidimensional de un punto para poder obtener distintos parámetros. Se observará en el Anexo IV.
- Parámetros dinámicos; se podrá visualizar los cálculos dichos parámetros para fines de ingeniería.
- De los trabajos realizados en campo y gabinete se llega a las siguientes conclusiones:





**Tabla 5**  
Datos de la Plataforma 01

Área	Línea de refracción sísmica	Estrato sísmico	Vp (m/s)	Espesor (m)	Descripción	Tipo de excavadora	Color de Capa	Coordenadas			
						*(Recomendado)		Inicial		Final	
								Este	Norte	Este	Norte
Plataforma 1	LS5	1	300 - 1000	0 - 1.13	Material facilmente ripeable	D8R/D8T		267271	8683650	267325	8683750
		2	1000 - 1500	0.1 - 4.13	Roca medianamente ripable	D8R/D8T					
		3	1500 - 2000	1.28 - 4.73	Roca de ripabilidad muy dificil	D10R					
		4	2000 -	16.35 - ?	Roca no ripable (voladura)	D10R					
	LS6	1	300 - 1000	0 - 7.35	Material facilmente ripeable	D8R/D8T		267162	8683720	267138	8683820
		2	1000 - 1500	4.7 - 13.42	Roca medianamente ripable	D8R/D8T					
		3	1500 - 2000	5.1 - 11.2	Roca de ripabilidad muy dificil	D10R					
		4	2000 -	6.6 - ?	Roca no ripable (voladura)	D10R					
	LS7	1	300 - 1000	1.5 - 4.13	Material facilmente ripeable	D8R/D8T		267281	8683680	267174	8683700
		2	1000 - 1500	6.2 - 16.5	Roca medianamente ripable	D8R/D8T					
		3	1500 - 2000	6.5 - 11.2	Roca de ripabilidad muy dificil	D10R					
		4	2000 -	11.2 - ?	Roca no ripable (voladura)	D10R					
	LS17	1	300 - 1000	0 - 0.8	Material facilmente ripeable	D8R/D8T		267312	8683750	267306	8683840
		2	1000 - 1500	1.6 - 4.3	Roca medianamente ripable	D8R/D8T					
		3	1500 - 2000	2.3 - 8.1	Roca de ripabilidad muy dificil	D10R					
		4	2000 -	10.6 - ?	Roca no ripable (voladura)	D10R					
	LS19	1	300 - 1000	0 - 1.2	Material facilmente ripeable	D8R/D8T		267224	8683710	267268	8683800
		2	1000 - 1500	3.3-5.8	Roca medianamente ripable	D8R/D8T					
		3	1500 - 2000	1.7 - 10	Roca de ripabilidad muy dificil	D10R					
		4	2000 -	22 - ?	Roca no ripable (voladura)	D10R					

Fuente elaboración propia: (Mota Engil Perú, 2022)





**Tabla 6**  
Datos de la Plataforma 02

Área	Línea de Refracción	Estrato sísmico	Vp (m/s)	Espesor (m)	Descripción	Tipo de excavadora	Color de	Coordenadas			
						*(Recomendado)	Capa	Inicial		Final	
								Este	Norte	Este	Norte
Plataforma 2	LS4	1	300 - 1000	0 - 2.1	Material facilmente ripeable	D8R/D8T		267545	8683710	267527	8683820
		2	1000 - 1500	1.13 - 9.9	Roca medianamente ripable	D8R/D8T					
		3	1500 - 2000	5.8 - 14.2	Roca de ripabilidad muy dificil	D 10					
		4	2000 -	9.8 - ?	Roca no ripable (voladura)	D 10					
	LS8	1	300 - 1000	0.1 - 1.3	Material facilmente ripeable	D8R/D8T		267658	8683670	267762	8683710
		2	1000 - 1500	2.3 - 7.2	Roca medianamente ripable	D8R/D8T					
		3	1500 - 2000	2.1 - 9.1	Roca de ripabilidad muy dificil	D 10					
		4	2000 -	8.9 - ?	Roca no ripable (voladura)	D 10					
	LS9	1	300 - 1000	0.4 - 3.9	Material facilmente ripeable	D8R/D8T		267651	8683690	267643	8683810
		2	1000 - 1500	0.4 - 9.5	Roca medianamente ripable	D8R/D8T					
		3	1500 - 2000	2.4 - 11.4	Roca de ripabilidad muy dificil	D 10					
		4	2000 -	6.6 - ?	Roca no ripable (voladura)	D 10					
	LS10	1	300 - 1000	0.4 - 4.4	Material facilmete ripeable	D8R/D8T		267473	8683710	267472	8683830
		2	1000 - 1500	3.1 - 9.7	Roca medianamante ripable	D8R/D8T					
		3	1500 - 2000	2.3 - 8.4	Roca de ripabilidad muy dificil	D 10					
		4	2000 -	6.7 - ?	Roca no ripable (voladura)	D 10					
	LS20	1	300 - 1000	0.1 - 1.9	Material facilmente ripeable	D8R/D8T		267508	8683790	267579	8683750
		2	1000 - 1500	4.2 - 8	Roca medianamente ripable	D8R/D8T					
		3	1500 - 2000	4 - 13.1	Roca de ripabilidad muy dificil	D 10					
		4	2000 -	12.75 - ?	Roca no ripable (voladura)	D 10					
	LS24	1	300 - 1000	0 - 2.2	Material facilmente ripeable	D8R/D8T		267532	8683740	267546	8683640
		2	1000 - 1500	4.5 - 10.0	Roca medianamente ripable	D8R/D8T					
		3	1500 - 2000	5.2 - 12	Roca de ripabilidad muy dificil	D 10					
		4	2000 -	16 - ?	Roca no ripable (voladura)	D 10					
	LS25	1	300 - 1000	1.7 - 4.0	Material facilmete ripeable	D8R/D8T		267609	8683770	267590	8683870
		2	1000 - 1500	4.8 - 8.6	Roca medianamante ripable	D8R/D8T					
		3	1500 - 2000	3 - 8.7	Roca de ripabilidad muy dificil	D 10					
		4	2000 -	17.2 - ?	Roca no ripable (voladura)	D 10					

Fuente elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





**Tabla 7**  
*Clasificación sísmica del MASW*

WASW	CLASIFICACIÓN DEL SITIO (IBC, 2021)		CLASIFICACIÓN DEL SITIO (E.030-2016)		*Vs30[m/s]
	Tipo de Suelo	Nombre del Suelo	Clasificación	Perfil del Suelo	
1	C	Suelo muy denso o roca blanda	Roca o suelo rígido	Sí	754
2	B	roca	Roca o suelo rígido	Sí	787
9	C	Suelo muy denso o roca blanda	Roca o suelo rígido	Sí	749
11	B	roca	Roca o suelo rígido	Sí	871
12	C	Suelo muy denso o roca blanda	Roca o suelo rígido	Sí	753
14	B	roca	Roca o suelo rígido	Sí	822
15	B	roca	Roca o suelo rígido	Sí	921
17	C	Suelo muy denso o roca blanda	Roca o suelo rígido	Sí	755
19	B	roca	Roca o suelo rígido	Sí	819
20	C	Suelo muy denso o roca blanda	Roca o suelo rígido	Sí	692
23	C	Suelo muy denso o roca blanda	Roca o suelo rígido S1	Sí	657
24	C	Suelo muy denso o roca blanda	Roca o suelo rígido S2	Sí	684

Fuente: (Geofísica, 2022)

- En cada perfil de Refracción, se insertó la sección topográfica realizada en campo con el apoyo de un GPS, esto se niveló con la topografía levantada y actualizada proporcionada por el cliente, ajustando de esta manera cada sección a la forma real en terreno de la superficie y de las capas determinadas en cada sección.
- Con los datos obtenidos se evidencian un incremento progresivo de la rigidez del terreno con la profundidad y en la mayor parte del terreno explorado se observa dicha rigidez.
- Mediante el ensayo de refracción sísmica se obtienen velocidades de propagación de ondas compresionales a





diferentes capas. Se toma como referencia las normas ASTM D5777 y la norma Técnica E 030.

- En el informe, el subsuelo se ha diferenciado según las velocidades de las ondas elásticas longitudinales VP, mediante una escala de colores, cuyos valores es posible visualizar en los perfiles sísmicos.
- Se realizó el procesamiento de datos definiendo los tiempos de arribo determinados con la mejor precisión, con la finalidad de obtener lo más real la secuencia de las capas interpretadas e identificación de las variaciones de velocidad en cada sección.
- Se ha realizado una interpretación preliminar asociada a las distintas velocidades de la Onda P. En el Anexo III están las interpretaciones de los perfiles de cada línea que incluyen sus constantes elásticas.
- El presente estudio geofísico ha consistido en la medición de la velocidad de propagación de las ondas VP y Vs para inferir el perfil sísmico estratigráfico del terreno. En el área de estudio se realizaron en total 25 Líneas de refracción sísmica y 11 ensayos MASW 1D y un ensayo de MASW2D convenientemente ubicados en el área de estudio.
- Las longitudes de las líneas sísmicas fueron establecidas en función a los objetivos del presente estudio, que fue estimar la ripabilidad del terreno. Se ejecutaron los ensayos de refracción sísmica con longitudes de líneas de 100, y 120m para obtener los perfiles sísmicos de velocidades de ondas P (VP) hasta profundidades de 30 m. Con los ensayos MASW se obtuvo los perfiles de velocidades de ondas S (Vs) hasta 30 m de profundidad.





- Las líneas sísmicas realizadas en el área de estudio en su totalidad presentan cuatro capas asociadas a sus velocidades y objetivos del estudio:
  - La primera capa asociada 300 a 1000 m/s estaría constituido por material suelto de formación reciente.
  - En la segunda capa asociada con velocidades de 1000 a 1500 m/s, siendo probablemente roca muy fracturada
  - La tercera capa asociada con velocidades de 1500 a 2000 m/s siendo probablemente roca fracturada.
  - La tercera capa está asociada con velocidades de 2000 m/s siendo probablemente roca poco fracturada.
- Mediante el ensayo MASW 2D se obtuvieron velocidades de ondas de corte de 356 m/s a 900 m/s, entre la distancia de 2 a 6 metros y a una de entre 6 a 9 metros se observa un lente arena con velocidades de 356 m/s.

### 3.2.2. Estudio geotecnia

El área definida como cantera, las investigaciones geotécnicas realizadas y los resultados dicha investigación de campo (excavación de calicatas, ensayos de campo), los resultados de los ensayos de laboratorio y la evaluación geofísica de las áreas potenciales de canteras.

Se ha evaluado las condiciones de ubicación, acceso, y calidad del agregado. Asimismo, se realizaron investigaciones geotécnicas (Calicatas) se han recogido muestras, con la finalidad de realizar los ensayos en el laboratorio geotécnico de Mota Engil Perú para su análisis, evaluación y/o su correspondiente certificación.

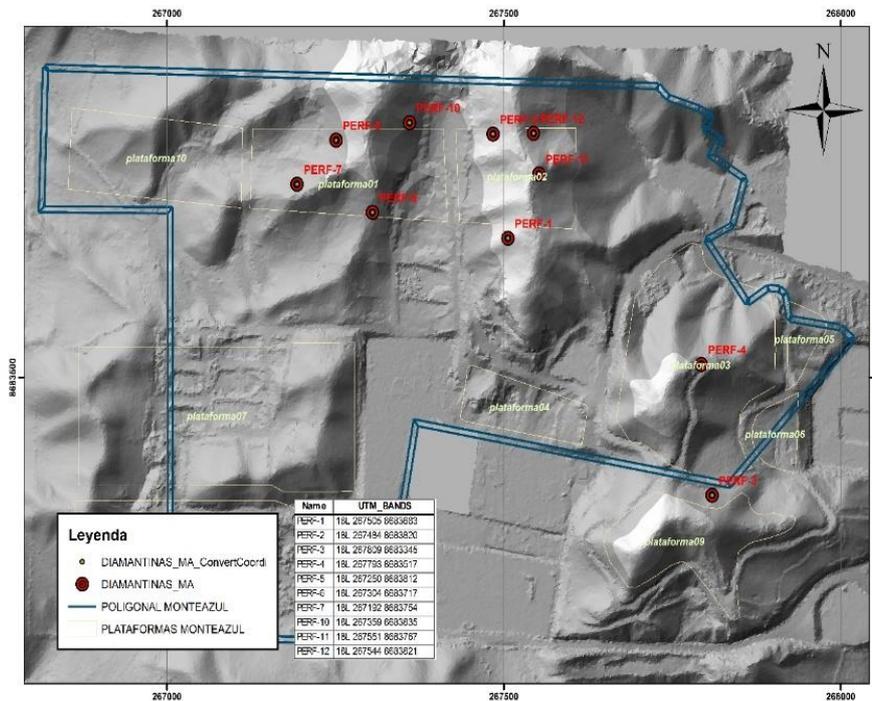




## Evaluación geotécnica

**Imagen 14**

Ubicación de Zona de Estudio



Fuente de elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)

## Calicatas de explotación

Para caracterizar los materiales de préstamo, en el área cantera, se analizaron 18 calicatas con una profundidad variable de 2 a 5.00 m. En cada una de las calicatas se realizaron registros fotográficos y se obtuvieron muestras disturbadas representativas para la ejecución de ensayos de laboratorio de mecánica de rocas:





**Tabla 8**  
*Ubicación de Calicatas*

Cantera	Exploración	N° Muestras	Coordenadas UTUM		
			Este	Norte	Cota
Cantera Monte Azul	M-01	1	267117	8683350	-
	M-02	-	267210	8683370	-
	M-03	1	267229	8683450	-
	M-04	-	267255	8683450	-
	M-05	-	267159	8683450	-
	M-06	1	267159	8683600	-
	M-07	-	267271	8683670	-
	M-08	1	267292	8683730	-
	M-09	-	267157	8683700	-
	M-10	1	267658	8683650	-
	M-11	1	267843	8683580	-
	M-12	1	267696	8383580	-
	M-13	1	267446	8683770	-
	M-14	-	267506	8683680	-
	M-15		267369	8683845	-
	M-16		267228	8683736	-
	M-17		267056	8683712	-
	M-18		267008	8683820	-

Fuente elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





## Resultados de las perforaciones

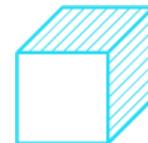
Tabla 9

Sondeo PERF-01-Plataforma 02

		CONTROL DE CALIDAD											Fecha: 21/07/2021					
REGISTRO DE SONDEO													Centro de Costo: 10239					
													N° de Contrato: PECLL-M&I-2019-133-D&B					
<b>PROYECTO</b>		: Port of Callao – Phase 2B Expansion Design and Build Project										<b>Registro N°</b>		: MEP-CMP-001				
<b>CLIENTE:</b>		: Compañía Minera Gold Fields La Cima S.A.										<b>Procedencia</b>		: Canteras Monte Azul				
<b>SUPERVISIÓN DE OBR</b>		: DP World Callao S.R.L.										<b>Ubicación</b>		: Plataforma N°02				
<b>CONTRATISTA</b>		: Motal Engil Perú S.A.										<b>Tipo de Muestra</b>		: Roca				
<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA, COLOR, FORMA, ETC.</b>													<b>Sondeo</b>		: PERF-01			
													<b>FECHA DE INICI</b>		: 19/07/2021			
													<b>FECHA FIN</b>		: 21/07/2021			
<b>COORDENADAS NORTE:</b>		868393			<b>ESTE</b>			267503			<b>COTA:</b>		171.414					
Desde	Hasta	Testigo	Recuperación	Sup. 1.0cm	% REC	RQD	CALIDAD (Tabla - RQD)	CONDICIÓN DE JUNTAS						AGUA SUBTERRANEA (a,b,c,d,e)	RMR	CLASIFICACIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAIXIAL (a,b,c,d,e)	TIPO DE ROCA
								PERSISTENCIA (a,b,c,d,e)	APERTURA (a,b,c,d,e)	RUGOSIDAD (a,b,c,d,e)	RELLENO (a,b,c,d,e)	ESPACIAMIENTO (a,b,c,d,e)	ALTERACIÓN (a,b,c,d,e)					
0.00	0.50	0.50	0.50	0	100	0	Muy Pobre	c	b	b	d	e	b	b	48	REGULAR	150.0	Fragmentos de Andesitas
0.50	1.10	0.60	0.30	0	50	0	Muy Pobre	c	e	b	d	e	b	b	43	REGULAR	150.0	Fragmentos de Andesitas
1.10	1.80	0.70	0.40	0	57	0	Muy Pobre	c	e	b	d	e	b	b	43	REGULAR	150.0	Fragmentos de Andesitas
1.80	2.90	1.10	1.10	0	100	0	Muy Pobre	c	b	b	d	e	b	b	48	REGULAR	150.0	Fragmentos de Andesitas
2.90	3.50	0.60	0.60	20	100	33	Pobre	b	b	b	d	d	b	b	58	REGULAR	150.0	Fragmentos de Andesitas
3.50	3.70	0.20	0.20	0	100	0	Muy Pobre	c	b	b	d	e	b	b	48	REGULAR	150.0	Fragmentos de Andesitas
3.70	3.90	0.20	0.20	0	100	0	Muy Pobre	c	b	b	d	e	b	b	48	REGULAR	150.0	Fragmentos de Andesitas
3.90	4.10	0.20	0.20	0	100	0	Muy Pobre	c	b	b	d	d	b	b	51	REGULAR	150.0	Fragmentos de Andesitas
4.10	5.00	0.90	0.70	10	78	11	Muy Pobre	c	e	b	d	e	b	b	43	REGULAR	150.0	Fragmentos de Andesitas
5.00	6.00	1.00	0.40	0	40	0	Muy Pobre	c	e	b	d	e	b	b	43	REGULAR	150.0	Fragmentos de Andesitas
6.00	7.00	1.00	0.30	0	30	0	Muy Pobre	c	e	b	d	e	b	b	43	REGULAR	150.0	Fragmentos de Andesitas
7.00	7.50	0.50	0.30	0	60	0	Muy Pobre	d	e	c	d	e	d	b	29	MALA	40.0	lutitas, limolitas y pizarras
7.50	8.00	0.50	0.30	0	60	0	Muy Pobre	d	e	c	d	e	d	b	29	MALA	40.0	lutitas, limolitas y pizarras
8.00	8.50	0.50	0.30	0	60	0	Muy Pobre	d	e	c	d	e	d	b	29	MALA	40.0	lutitas, limolitas y pizarras
8.50	9.00	0.50	0.20	0	40	0	Muy Pobre	d	e	c	d	e	d	b	29	MALA	40.0	lutitas, limolitas y pizarras
9.00	10.00	1.00	0.30	0	30	0	Muy Pobre	d	d	c	d	e	d	b	30	MALA	40.0	lutitas, limolitas y pizarras
10.00	10.60	0.60	0.40	0	67	0	Muy Pobre	d	d	c	d	e	d	b	30	MALA	40.0	lutitas, limolitas y pizarras
10.60	11.20	0.60	0.40	0	67	0	Muy Pobre	e	d	c	d	e	d	b	29	MALA	40.0	lutitas, limolitas y pizarras
11.20	12.00	0.80	0.70	0	87	0	Muy Pobre	e	d	c	d	e	d	b	29	MALA	40.0	lutitas, limolitas y pizarras
12.00	12.50	0.50	0.30	10	60	20	Muy Pobre	b	e	c	e	e	d	b	31	MALA	40.0	Fragmentos de Andesitas
12.50	13.10	0.60	0.30	0	50	0	Muy Pobre	e	d	c	e	e	b	24	MALA	0.0	lutitas, limolitas y pizarras	
13.10	13.80	0.70	0.40	0	57	0	Muy Pobre	e	c	c	d	e	b	28	MALA	0.0	lutitas, limolitas y pizarras	
13.80	14.40	0.60	0.60	0	100	0	Muy Pobre	e	b	c	d	e	d	b	33	MALA	40.0	lutitas, limolitas y pizarras
14.40	15.70	1.30	1.30	0	100	0	Muy Pobre	d	b	c	d	e	d	b	34	MALA	40.0	lutitas, limolitas y pizarras
15.70	16.40	0.70	0.70	0	100	0	Muy Pobre	d	b	c	d	e	d	b	34	MALA	40.0	lutitas, limolitas y pizarras
16.40	17.00	0.60	0.60	0	100	0	Muy Pobre	b	b	b	d	e	b	b	45	REGULAR	60.0	arenisca
<b>NIVEL AGUA:</b>								<b>OBSERVACIONES GEOLÓGICAS:</b>										
<b>OBSERVACIONES MECÁNICAS:</b>																		

Fuente: (Mota Engil Perú, 2022)





**Tabla 10**  
**Sondeo PERF-02-Plataforma 02**

Desde	Hasta	Testigo	Recuperación	Sup. 10cm	% REC	RQD	CALIDAD (Tabla - RQD)	CONDICION DE JUNTAS							AGUA SUBTERRANEA (a,b,c,d,e)	RMR	CLASIFICACION	RESISTENCIA A LA COMPRESION UNIAIXIAL (a,b,c,d,e)	TIPO DE ROCA
								PERSISTENCIA (a,b,c,d,e)	APERTURA (a,b,c,d,e)	RUGOSIDAD (a,b,c,d,e)	RELENO (a,b,c,d,e)	ESPACIAMIENTO (a,b,c,d,e)	ALTERACION (a,b,c,d,e)						
0.00	0.60	0.60	0.50	0	83	0	Muy Pobre	c	c	b	d	e	c	b	40	MALA	60.0	Andesita fragmentada	
0.60	1.20	0.60	0.50	0	83	0	Muy Pobre	b	e	b	d	d	b	b	48	REGULAR	150.0	Andesita	
1.20	2.10	0.90	0.80	25	89	28	Pobre	b	e	b	d	e	b	b	50	REGULAR	150.0	Andesita	
2.10	2.70	0.60	0.60	10	100	17	Muy Pobre	b	b	b	d	e	b	b	50	REGULAR	150.0	Andesita	
2.70	3.00	0.30	0.30	20	100	67	Aceptable	b	b	b	d	d	b	b	60	REGULAR	150.0	Andesita	
3.00	4.60	1.60	1.60	1	100	1	Muy Pobre	b	b	b	d	d	b	b	53	REGULAR	150.0	Andesita	
4.60	5.40	0.80	0.70	0	87	0	Muy Pobre	c	d	b	d	e	b	b	44	REGULAR	150.0	Andesita fragmentada	
5.40	6.30	0.90	0.80	0	89	0	Muy Pobre	c	c	c	d	e	d	b	34	MALA	40.0	Andesita fragmentada	
6.30	6.90	0.60	0.60	0	100	0	Muy Pobre	c	b	c	d	e	d	b	35	MALA	40.0	Andesita fragmentada	
6.90	7.30	0.40	0.20	0	50	0	Muy Pobre	c	d	d	e	e	d	b	28	MALA	40.0	Lutitas, limonitas, Arcillas	
7.30	7.70	0.40	0.20	0	50	0	Muy Pobre	c	d	d	e	e	d	b	28	MALA	40.0	Lutitas, limonitas, Arcillas	
7.70	7.90	0.20	0.20	0	100	0	Muy Pobre	c	b	d	e	e	d	b	35	MALA	60.0	Lutitas, limonitas, Arcillas	
7.90	8.10	0.20	0.20	0	100	0	Muy Pobre	d	b	b	d	d	c	b	43	REGULAR	100.0	Andesita	
8.10	9.30	1.20	1.20	130	100	108	0	b	b	b	d	d	b	b	50	REGULAR	150.0	Andesita	
9.30	9.70	0.40	0.40	0	100	0	Muy Pobre	e	b	c	e	e	e	b	30	MALA	40.0	Lutitas, limonitas, Arcillas	
9.70	10.80	1.10	1.10	0	100	0	Muy Pobre	e	b	c	e	e	e	b	30	MALA	40.0	Lutitas, limonitas, Arcillas	
10.80	11.10	0.30	0.30	0	100	0	Muy Pobre	e	b	c	e	e	e	b	30	MALA	40.0	Lutitas, limonitas, Arcillas	
11.10	11.40	0.30	0.30	0	100	0	Muy Pobre	e	b	c	e	e	e	b	30	MALA	40.0	Lutitas, limonitas, Arcillas	
11.40	12.20	0.80	0.80	42	100	53	Aceptable	c	b	c	d	e	d	b	45	REGULAR	60.0	Andesita fragmentada	
12.20	12.60	0.40	0.40	45	100	113	0	a	b	b	d	c	b	b	54	REGULAR	150.0	Andesita	
12.60	13.20	0.60	0.60	42	100	70	Aceptable	a	b	b	d	d	b	b	62	BUENA	150.0	Andesita	
13.20	13.85	0.65	0.65	30	100	46	Pobre	a	b	b	d	e	b	b	57	REGULAR	150.0	Andesita	
13.85	14.90	1.05	1.05	65	100	62	Aceptable	a	b	b	d	d	b	b	62	BUENA	150.0	Andesita	
14.90	15.30	0.40	0.40	30	100	75	Aceptable	a	b	b	d	d	b	b	62	BUENA	150.0	Andesita	
15.30	15.55	0.25	0.25	25	100	100	0	a	b	b	d	c	b	b	54	REGULAR	150.0	Andesita	
15.55	16.20	0.65	0.65	60	100	92	Muy Buena	a	b	c	d	d	d	b	62	BUENA	80.0	Andesita alterada	
16.20	16.85	0.65	0.65	10	100	15	Muy Pobre	c	b	c	d	e	d	b	38	MALA	60.0	Andesita fragmentada	
16.85	17.60	0.75	0.75	0	100	0	Muy Pobre	d	b	c	e	e	e	b	29	MALA	0.0	Lutitas, limonitas, Arcillas	
17.60	18.10	0.50	0.50	0	100	0	Muy Pobre	d	b	c	e	e	e	b	29	MALA	0.0	Lutitas, limonitas, Arcillas	
18.10	18.80	0.70	0.70	40	100	57	Aceptable	a	b	b	d	d	b	b	57	REGULAR	60.0	Arenisca	
18.80	19.20	0.40	0.40	25	100	63	Aceptable	a	b	b	d	d	b	b	57	REGULAR	60.0	Arenisca	
19.20	20.00	0.80	0.00	25	0	31	Pobre	a	e	b	d	e	b	b	47	REGULAR	60.0	Arenisca	

NIVEL AGUA:

OBSERVACIONES MECANICAS:

OBSERVACIONES GEOLOGICAS:

Fuente: (Mota Engil Perú, 2022)





**Perfiles de diamantina**

**Tabla 11**

*Perfil N°01 – Plataforma 2*

PROYECTO		"EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN DE CANTERAS Y SUMINISTRO DE AGREGADOS AL PUERTO DEL CALLAO"			ELABORADO POR	MOTA-ENGL PERÚ
CODIGO	PERF-01	COORDENADAS	ESTES: 287503		MONTE AZUL - PLATAFORMA 02	
ELEVACION	171.414		NORTE: 8883693			
ESTRATO	COTA (m)	PROFUNDIDAD DE ESTRATO	ESPESOR DE ESTRATO	LEYENDA Y ESCALA	DESCRIPCIÓN DE ESTRATO	
A	164.41	7.00	7.00		Roca ignea Volcánica tipo ANDESITA, presentandose muy fracturado	
B	155.01	16.40	9.40		Roca sedimentaria compuesto por intercalaciones de LUTITAS, LIMOLITAS y presentandose muy alterados	
C	154.41	17.00	0.60		Areniscas	

Fuente elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





### 3.2.3. Ejecución de trabajos en canteras

#### **Sondeos mecánicos por el método de la diamantina**

Los sondeos mecánicos consisten en perforaciones de pequeño diámetro (entre 76 y 140 mm) con las que se pueden recuperar testigos del terreno perforado, así como tomar muestras para la realización de ensayos de laboratorio. Alcanzan profundidades superiores a las que se consiguen con calicatas y permiten el reconocimiento bajo el nivel freático. Para el caso de los trabajos de exploración de las canteras se realizará hasta 6 perforaciones como máximo y la profundidad dependerá de las condiciones de la zona a explorar.

Se efectuarán los respectivos sondeos con diamantinas en las canteras antes mencionadas. El tiempo estimado para la ejecución de los sondeos con diamantinas dependerá estrictamente de las condiciones y complejidades particulares de las zonas a ser exploradas, teniendo en consideración también la extensión de los sectores donde se efectuarán. (Ingemmet, 1995).

#### **Ejecución de calicatas**

En las canteras Birrak y Esperanza Dos se identifican afloramientos de piedra en un área de aproximadamente 26 hectáreas en cada uno de ellos, para lo que se realizarán calicatas con el uso de una excavadora sobre orugas, con el objeto de obtener los siguientes datos:

- Conocer la capa superficial
- Hasta adonde aparece el afloramiento rocoso
- Sacar muestreos para ensayar en laboratorio

Se realizarán las calicatas que nos aseguren una adecuada representación de los estratos de los bancos de material. Cada calicata demorará el tiempo que sea necesario siempre dependiendo de la naturaleza del terreno a ser explorado.





Se debe considerar que los recursos logísticos abajo descritos para efectuar las calicatas en campo serán los que se utilizarán en forma gradual y secuencial en todas las canteras que corresponda ser evaluadas, pudiendo efectuarse ajustes de acuerdo con las necesidades particulares de cada zona a explotar

### **Extracción**

Con las canteras seleccionadas para exploración, Cantera Birrak, Cantera Terranova, Cantera Monte Azul, Cantera Esperanza Dos Y Cantera Gambeta se procederá a la extracción de los agregados previo estudio teniendo en cuenta los bancos cuya velocidad sísmica sea menor a 2000 m/s el banco se considerará como ripable, por lo cual su explotación y posterior extracción se hará utilizando equipos de construcción como tractores sobre oruga, excavadoras sobre orugas y acoples que podrán ayudar en el proceso en conformidad con la propuesta, asimismo de encontrar estratos no ripable se estima realizar trabajos de voladura para la extracción de agregados.

Los trabajos de extracción de agregados se realizarán a cielo abierto utilizando el método de banqueo descendente en profundidad.

Antes de proceder con los trabajos de extracción se deberá realizar accesos para que los equipos (excavadoras y tractores) lleguen a la parte superior del banco a explotar.

Cuando los equipos se encuentren en el talud superior del banco, se procederá con la remoción de la capa vegetal o el material inadecuado con la finalidad de no contaminar el material seleccionado. Este trabajo se hará utilizando el tractor sobre orugas y/o la excavadora.

Finalizada esta operación y previa verificación del área de laboratorio, se iniciarán los trabajos de extracción; la explotación será desde la parte superior del banco hacia la parte inferior (método de extracción descendente) para lo cual el tractor sobre oruga irá ripeando y fisurando





la roca acumulándola en una plataforma horizontal que se irá formando a medida que este equipo vaya cortando el banco.

Una vez que el material acumulado está ocupando gran parte de la zona de extracción superior, el tractor sobre oruga procederá a empujar el material pétreo hacia la parte inferior del talud formando conos de material que se irán apilando al pie del talud inferior.

Mediante este proceso se obtendrá una segregación del material, ya que la fracción gruesa o de mayor tamaño se irá hacia el pie de talud y las fracciones finas en su mayoría se mantendrán en la parte media y superior del talud, teniendo cuidado de no contaminar el material.

Posteriormente, en la parte inferior del talud un equipo de carguío (excavadora sobre orugas) podrá disponer el material hacia una zona de acopio temporal o en su defecto cargar directamente el material a camiones para su posterior envío a la zona de producción.

De acuerdo con los resultados de las calicatas ejecutadas en las canteras, se obtendrá una granulometría verificando que este dentro del huso especificado para materiales como Quarry Run, Selected Quarry Run, Rock Type III, Rock Type I y Armour layer permitiendo su extracción y carguío en simultaneo.

Se debe tener en consideración que conforme se realiza el corte del banco en forma descendente se irá teniendo mayor altura del talud de corte por lo que será necesario darle un ángulo de inclinación al talud de  $1H/3V$  (esto en etapa preliminar) y su posterior construcción de banquetas las cuales estarán ubicadas a no más de 7 metros de altura de talud. (esto en una etapa preliminar). Cabe precisar que los ángulos de reposo del talud y la altura de banquetas será definida por nuestro especialista en geología de acuerdo con el tipo de material que se vaya encontrando durante todo el proceso de extracción.





**Imagen 15**

*Extracción de Material Pétreo Mediante Uso de Excavadora*



Fuente elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)

**Imagen 16**

*Extracción de Material Pétreo Mediante Uso de Tractor*



Fuente elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)

**Selección de Agregados**

- De acuerdo con ensayos y pruebas realizadas en campo, considerando las curvas de uso granulométrico, mediante el método de extracción descrito líneas arriba se podrá obtener en su mayoría el material Quarry Run (QR).





- Los materiales que sean de mayor dimensión serán seleccionados a pie de acopio mediante el uso de una excavadora sobre orugas y serán acopiados en otras zonas para su posterior preparación y/o selección.
- Para la producción de los materiales Selected Quarry Run y Armour Layer, se podría utilizar el método de zarandeo del material obtenido del proceso de extracción descrito.
- De ser el caso, será necesario la implementación de una zaranda estática para realizar el zarandeo por volteo.
- Este proceso consiste en confeccionar un muro reforzado y una zaranda de grandes dimensiones los cuales permitan la descarga directa de los camiones volquetes de 20m<sup>3</sup> de capacidad.
- Considerando que los materiales Selected Quarry Run y Armour Layer tienen límites inferiores y superiores en su uso granulométrico, la zaranda estática a construirse deberá contar con dos mallas, la primera que permita que el material pasante sea menor al límite inferior con la finalidad que a la segunda malla o parrilla el material retenido llegue sin ningún material de dimensiones menores al requerido. Esta segunda parrilla deberá ser ligeramente superior al límite máximo para que permita que el material pasante sea el material seleccionado.
- Por ejemplo, para el Selected Quarry Run la primera malla será de dimensiones de cocada de 25 cm, y la segunda será de 55 cm. Esto permitirá que el material pasante en la segunda malla sea el requerido.
- Teniendo en cuenta que los materiales de mayores dimensiones tienen que cumplir con algunas condiciones de diámetro, en caso estos no cumplan se tendrá previsto el uso de martillos hidráulicos para poder reducir el tamaño.





### **Imagen 17**

#### *Zarandeo de Material*



Fuente elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)

### **Ensayos y pruebas de agregados en laboratorio de cantera (Labcantera)**

Los ensayos de los agregados de grandes tamaños se regirán bajo la norma estándar europeo BS EN 13383-2:2002 de acuerdo con lo indicado en las especificaciones técnicas del proyecto. Esta norma especifica métodos de muestreo y ensayo para áridos naturales, artificiales y reciclados para su uso como piedra de armaduras. Se señala que el muestreo, el transporte de muestras adecuados y cuidadosos son un requisito previo de esta norma para un análisis que dará resultados confiables. El uso correcto de los aparatos y métodos especificados ayuda a evitar el muestreo sesgado, incluida la posibilidad de sesgo humano introducido por la selección visual. La variación de muestreo causada por la heterogeneidad del lote se reducirá a un nivel aceptable tomando un número adecuado de incrementos de muestreo.

Se debe preparar un plan de muestreo, antes del muestreo, teniendo en cuenta el tipo de clasificación, la naturaleza y el tamaño del lote, las circunstancias locales y los propósitos del muestreo. Deberá incluir:

- El tipo de piedra;





- el objetivo del muestreo, incluida una lista de las propiedades a ensayar;
- la identificación de los puntos de muestreo;
- la masa o número de piedras de los incrementos de muestreo;
- El aparato de muestreo que se utilizará;
- Los métodos de muestreo y reducción de muestras con referencia a las cláusulas de esta norma europea;
- El marcado, envasado y envío de las muestras correspondientes.
- La preparación de la porción de pruebas se obtendrá de una muestra a granel y se utilizará un área de piso sobre la cual se puede depositar y probar la porción de prueba. El piso debe estar lo suficientemente limpio y de textura compacta para poder distinguir y recuperar el material de la porción de prueba del material del piso.
- Para los agregados de grandes tamaños la prueba consiste en dividir un material en varias fracciones mediante el pesaje de piezas individuales de piedra. La masa media de las piezas de piedra se obtiene dividiendo la masa total excluyendo los fragmentos por el número de piezas de piedra.
- Para los agregados más pequeños serán seleccionados utilizando una serie de tamices, separando en varias fracciones de diferentes tamaños. Los tamaños de las aberturas y el número de tamices serán apropiados para la naturaleza de la muestra y la precisión requerida. La masa acumulada de las piezas de piedra que pasan por cada tamiz se expresará como porcentaje de la masa total del material.

**Imagen 18**

*Selección de Piedras de Gran Tamaño*





Fuente elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)

**Imagen 19**

*Separación de Partículas de Menores Tamaños*

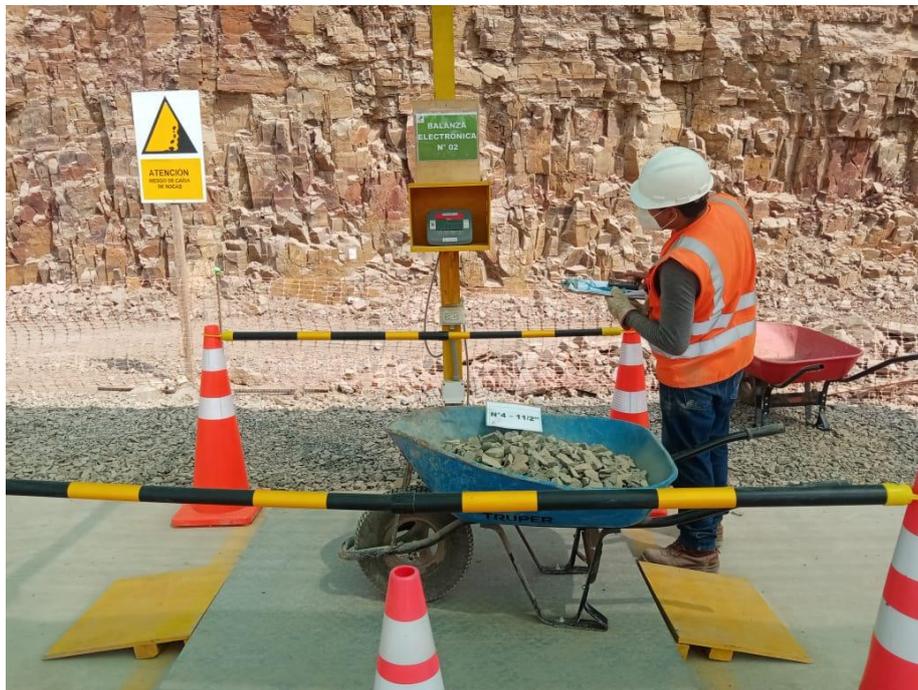


Fuente elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





**Imagen 20**  
*Pesaje de Material*



Fuente elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)

### **Inspección, ensayos y aprobación del trabajo en cantera**

- Las inspecciones, ensayos y pruebas en cantera, están establecidas de acuerdo con las normas y especificaciones del proyecto. Serán realizadas en base a lo propuesto para cada actividad, en donde se establece los elementos o procesos a analizar de acuerdo con la especificación que se exige indicando la verificación de la conformidad mediante la actividad de inspección, documento de verificación (protocolo / registro), dando a conocer además la autoridad y responsabilidad de quienes son los encargados de preparar, verificar y aprobar.
- Las pruebas de campo y ensayos serán programadas por el jefe de Laboratorio del Proyecto. La cantidad y frecuencia de pruebas y ensayos estará sujeta a las especificaciones técnicas del proyecto y normas aplicables.





- El jefe de Laboratorio deberá mantener informado al jefe de Control de Calidad del proyecto sobre todas las pruebas y ensayos, no siendo necesaria su presencia para la ejecución. El personal del control de calidad del laboratorio mantendrá una lista de todas las pruebas y ensayos realizados para la presentación al Ingeniero (Cliente) si así lo requiera.
- Los datos de pruebas de campo, ensayos y sus resultados serán registrados en listas aplicables a cada tipo de prueba generadas a medida que se realicen, serán alcanzados al jefe de Control de Calidad del Proyecto para su verificación correspondiente.
- El procedimiento para la realización de la inspección y ensayos se resume en lo siguiente:
  - Verificar que se cumplan todas las condiciones para la ejecución de la prueba o ensayo. Si todos los requisitos se han cumplido (PPI, equipos calibrados, certificados de calidad, procedimientos adecuados, factores ambientales, etc.) la prueba o ensayo se realiza registrando los resultados en los formatos correspondientes.
  - El jefe de Laboratorio revisa los resultados, si éstos se encuentran conformes, comunica al jefe de Control de Calidad para la conformidad y/o aprobación correspondiente, caso contrario puede solicitar una revisión de los requerimientos y la ejecución de una nueva prueba o ensayo.
  - El jefe de Laboratorio mantiene comunicado al jefe de Control de calidad de todos los resultados obtenidos.
  - El jefe de Control de Calidad a través de la Gerencia de Proyectos enviará los resultados de los ensayos de laboratorio al Cliente si fuere solicitado.





### Resultados de ensayos de laboratorio de cantera (Labcantera)

Para determinar la calidad del agregado se han extraído 18 muestras representativas las cuales fueron enviadas al laboratorio geotécnico MEP para la evaluación respectiva y también se realizaron ensayos de análisis granulométrico macro in-situ.

**Tabla 12**

*Resistencia a la Compresión de Rocas*

Referencia Muestra	Resistencia a la Compresión en Rocas C170		ASTM
	RC-Promedio Condición Seca (MPa)	RC-Promedio Condición Saturada (MPa)	EE.TT (Mpa)
Roca - M-01	164.20	86.50	60
Roca - M-03	202.20	137.50	
Roca - M-06	172.40	115.30	
Roca - M-08	N/A	N/A	
Roca - M-10	N/A	N/A	
Roca - M-11	N/A	N/A	
Roca - M-12	99.40	60.60	
Roca - M-13	112.10	81.10	
Roca - M-14	180.50	123.00	
Roca - M-15	184.9	156.4	
Roca - M-16	187.2	156.4	
Roca - M-17	150.2	95.2	
Roca - M-18	185.2	120.1	

Fuente de elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)



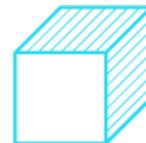


**Tabla 13**  
*Propiedades Físicas de la Roca*

Referencia Muestra	Absorción de Agua y Gravedad Específica de Materiales Rocosos (Propiedades Físicas) - ASTM C97				
	OD (kg/m3)	SSD (kg/m3)	Aparente (kg/m3)	Absorción (%)	EET (kg/m3)
Roca - M-01	2.716	2.728	2.749	0.4	LA DENSIDAD DEBE SER AL MENOS 2500 (kg / m³).  90% DE PIEDRAS UNA DENSIDAD 2450 (kg / m³)
Roca - M-03	2.645	2.654	2.668	0.3	
Roca - M-06	2.711	2.714	2.720	0.1	
Roca - M-08	N/A	N/A	N/A	N/A	
Roca - M-10	N/A	N/A	N/A	N/A	
Roca - M-11	N/A	N/A	N/A	N/A	
Roca - M-12	2.617	2.637	2.669	0.7	
Roca - M-13	2.662	2.676	2.701	0.6	
Roca - M-14	2.705	2.708	2.714	0.1	
Roca - M-15	2.712	2.718	2.730	0.2	
Roca - M-16	N/A	N/A	N/A	N/A	
Roca - M-17	N/A	N/A	N/A	N/A	
Roca - M-18	N/A	N/A	N/A	N/A	

Fuente de elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





**Tabla 14**  
*Resistencia al Desgaste “Los Ángeles”*

Referencia de Muestras	Desgaste de Los Ángeles - ASTM C535 (%)	EETT. (%)
Roca - M-03	19	25
Roca - M-06	21	
Roca - M-08	18	
Roca - M-10	20	
Roca - M-11	17	
Roca - M-12	18	
Roca - M-13	20	
Roca - M-14	20	
Roca - M-15	17	
Roca - M-16	18	
Roca - M-17	16	
Roca - M-18	15	
Roca - M-01	20	

Fuente de elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





**Imagen 21**  
*Inalterabilidad de Agregados*

Referencia de Muestras	Inalterabilidad de Agregados por medio de Sulfato de Magnesio - ASTM C88	
	Pérdida Corregida (Agregado Grueso) (%)	EETT. (%)
Roca - M-01	0	18
Roca - M-03	0	
Roca - M-06	1	
Roca - M-08	0	
Roca - M-10	0	
Roca - M-11	0	
Roca - M-12	1	
Roca - M-13	1	
Roca - M-14	0	
Roca - M-15	1	
Roca - M-16	1	
Roca - M-17	1	
Roca - M-18	0	

Fuente de elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





**Tabla 15**  
**Ensayos Granulométricos**

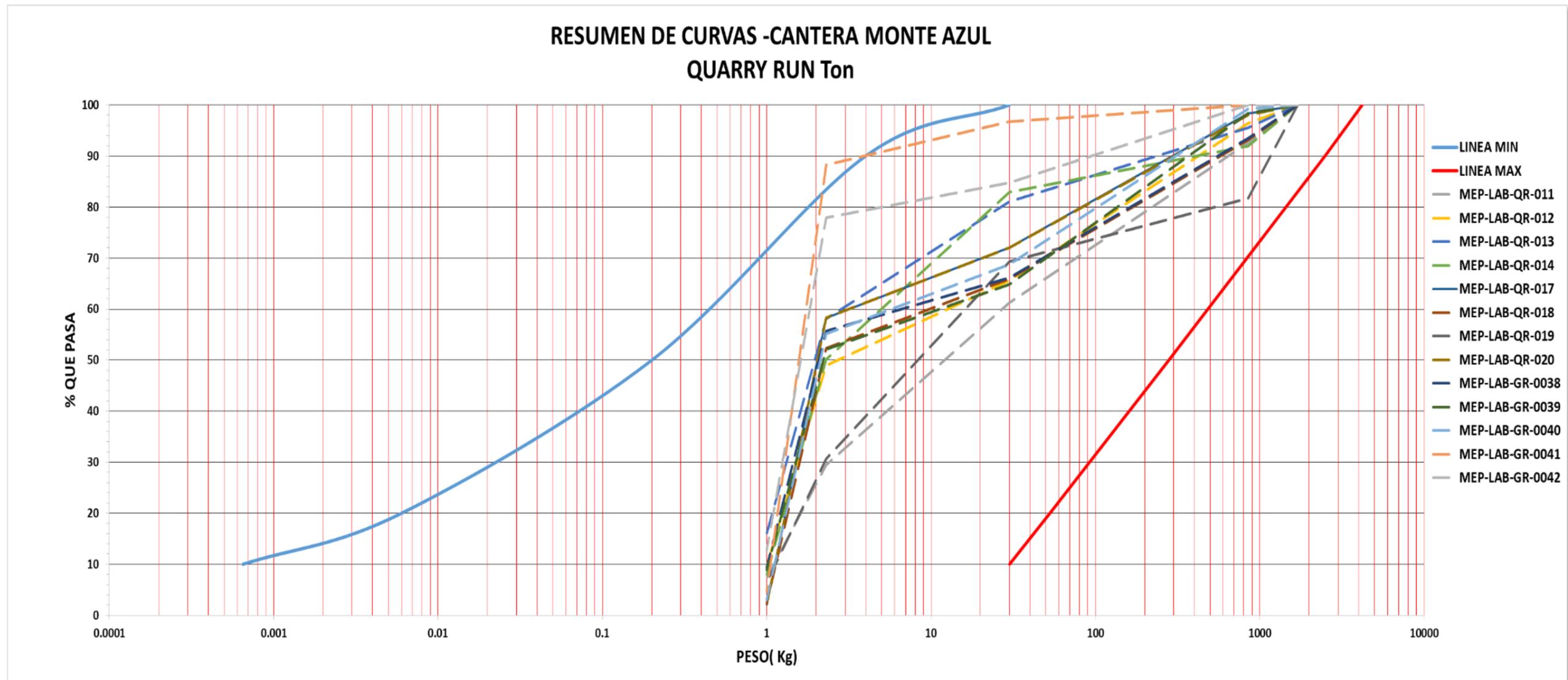
Item	Registro N°	Fecha de Muestreo	Procedencia	Ubicación	Tipo de Muestra	Calicata / Producción	DETERMINACION DE LA DISTRIBUCION DE MASA DE EXPLANACIONES LIGERAS Y PESADAS (% QUE PASA)													Material mas fino que tamiz #200 (%) EETT <5%	M85/M15 (EETT. > 16 )	D15/D85 (EETT. <5)	CANT. PAG.	Cumple EETT.	
							PESO PIEDRA Kg																		
							Minimo	Máximo	Minimo	Máximo	Minimo	Máximo	Minimo	Máximo	Minimo	Máximo	Minimo	Máximo	Minimo						Máximo
							30	4200	4	2500	0.20	280	0.0065	53.00	0.00065	30.00	Tamiz	200							
							% PASANTE (E.E.TT)																		
100	100	90	90	50	50	20	20	10	10																
Ubicación ( Coordenadas)							Norte	Este	Cota	BS EN 13383-2:2002, ASTM D1140															
1	MEP-LAB-QR-011	08/06/21	Cantera Monte Azul	Plataforma N° 01	QUARRY RUN	Calicata M-06	8683600.000	267167.000	-	100.0	92.6	61.3	29.5	7.2	1.3	1.3	316.7	0.0	1	Cumple					
2	MEP-LAB-QR-012	08/06/21	Cantera Monte Azul	Plataforma N° 07	QUARRY RUN	Calicata M-01	8683352.000	267117.000	-	100.0	96.4	65.6	48.9	9.6	2.9	2.9	217.4	0.0	1	Cumple					
3	MEP-LAB-QR-013	08/06/21	Cantera Monte Azul	Plataforma N° 01	QUARRY RUN	Calicata M-08	8683729.00	267292.00	-	100.0	95.6	81.1	58.1	16.0	3.2	3.2	58.3	0.0	1	Cumple					
4	MEP-LAB-QR-014	08/06/21	Cantera Monte Azul	Plataforma N° 07	QUARRY RUN	Calicata M-03	8683454.00	267229.00	-	100.0	92.0	82.9	50.2	7.9	1.3	1.3	58.3	0.0	1	Cumple					
5	MEP-LAB-QR-017	16/06/21	Cantera Monte Azul	Plataforma N° 02	QUARRY RUN	Calicata M-10	8683650.00	267658.00	-	100.0	98.3	72.1	58.3	2.1	0.3	0.3	129.2	0.0	1	Cumple					
6	MEP-LAB-QR-018	16/06/21	Cantera Monte Azul	Plataforma N° 02	QUARRY RUN	Calicata M-11	8683580.00	267843.00	-	100.0	93.1	65.9	52.3	2.2	0.4	0.4	250.0	0.0	1	Cumple					
7	MEP-LAB-QR-019	17/06/21	Cantera Monte Azul	Plataforma N° 02	QUARRY RUN	Calicata M-12	8683750.00	267696.00	-	100.0	81.7	69.3	30.7	6.4	1.3	1.3	733.3	0.0	1	Cumple					
8	MEP-LAB-QR-020	17/06/21	Cantera Monte Azul	Plataforma N° 02	QUARRY RUN	Calicata M-13	8683770.00	267446.00	-	100.0	98.0	72.0	58.3	2.1	0.5	0.5	118.5	0.0	1	Cumple					
9	MEP-LAB-GR-0038	21/07/21	Cantera Monte Azul	Plataforma N°02	QUARRY RUN	Producción	-	-	-	100.0	93.5	66.2	55.7	9.3	1.6	1.6	283.2	0.2	1	Cumple					
10	MEP-LAB-GR-0039	22/07/21	Cantera Monte Azul	Plataforma N°01	QUARRY RUN	Calicata N° 15	8683845.209	267369.098	173.00	100.0	98.4	64.8	52.1	8.9	1.5	1.5	208.0	0.2	1	Cumple					
11	MEP-LAB-GR-0040	22/07/21	Cantera Monte Azul	Plataforma N°01	QUARRY RUN	Calicata N° 16	8683736.764	267228.439	184.69	100.0	99.3	68.8	55.2	3.0	0.5	0.5	154.2	0.2	1	Cumple					
12	MEP-LAB-GR-0041	22/07/21	Cantera Monte Azul	Plataforma N°10	QUARRY RUN	Calicata N°17	8683712.027	267056.849	128.71	100.0	100.0	96.8	88.2	4.6	1.1	1.1	2.0	0.8	1	No Cumple					
13	MEP-LAB-GR-0042	22/07/21	Cantera Monte Azul	Plataforma N°10	QUARRY RUN	Calicata N°18	8683820.145	267008.213	150.07	100.0	100.0	84.8	77.9	12.7	2.9	2.9	33.3	0.3	1	Cumple					
14	MEP-LAB-GR-0048	04/08/21	Cantera Monte Azul	Plataforma N°01	QUARRY RUN	Producción	8683790.51	267312.74	195	100.0	91.7	53.9	35.0	24.7	4.5	4.5	465.0	0.1	1	Cumple					
15	MEP-LAB-GR-0049	04/08/21	Cantera Monte Azul	Plataforma N°01	QUARRY RUN	Producción	8683790.505	267312.739	195	100.0	89.6	50.8	36.3	1.7	0.4	0.4	429.6	0.1	1	Cumple					

Fuente de elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





**Gráficos 7**  
Familia de Curvas Granulométricas

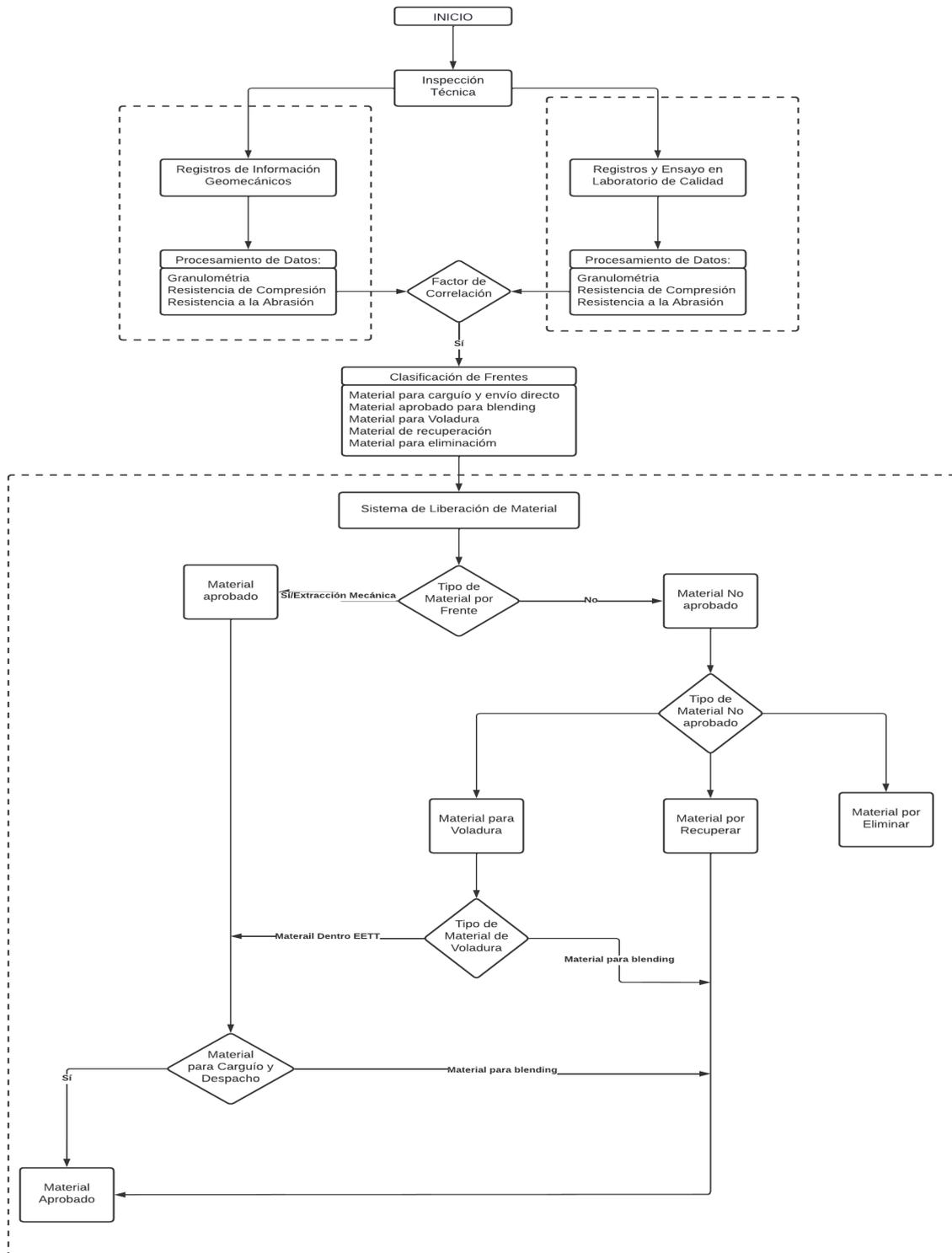


Fuente de elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





**Tabla 16**  
*Mejoras en la Extracción de Materiales*



Fuente de elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





**3.3. COSTOS DEL PROYECTO**

**Tabla 17**  
Ficha Informativa del Proyecto

	<h2>FICHA INFORMATIVA DEL PROYECTO</h2>	Fecha: 09/02/2016 PRESU																																																									
<p><b>Información general:</b></p> <p>Nombre del proyecto</p> <p>Código interno MEP</p> <p>Mercado</p> <p>Ubicación de Obra (Dep., Prov., Distrito)</p> <p>Tipo de Obra</p> <p>Altitud (m.s.n.m.)</p> <p>Días en Obra</p> <p>Días de Descanso</p> <p>Turnos x Horas</p> <p>Tipo de Contrato</p> <p>Modalidad de Pago</p> <p>Necesidad desarrollar Ingeniería?</p> <p>Monto Referencial (sin IGV) / Moneda</p> <p>Monto Estimado (sin IGV) / Moneda</p> <p>Costo Diesel (US\$ /gln)</p>	<table border="1"> <tr><td colspan="3">PHASE 2B - SOUTH DYKE</td></tr> <tr><td>042-20-PR-DPW-AMPLIACION MUELLE</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>LATAM</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Lima-Callao</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Puertos</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0 m.s.n.m</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 x 10 horas</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>EPC</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Suma Alzada</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>SI</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>240,000,000</td><td>USD</td><td></td></tr> <tr><td>240,000,000</td><td>USD</td><td></td></tr> <tr><td>2.39</td><td></td><td></td></tr> </table>	PHASE 2B - SOUTH DYKE			042-20-PR-DPW-AMPLIACION MUELLE			LATAM			Lima-Callao			Puertos			0 m.s.n.m			6			1			2 x 10 horas			EPC			Suma Alzada			SI			240,000,000	USD		240,000,000	USD		2.39			<table border="1"> <tr><td>Responsable:</td><td>Carlos Rios</td></tr> <tr><td>País:</td><td>Perú</td></tr> <tr><td>Empresa de Ingeniería/Diseño:</td><td>Quadrante / EXE</td></tr> <tr><td>Plazo Total Base (Meses)</td><td>30.0 Meses</td></tr> <tr><td>Plazo Total Propuesto (Meses)</td><td>30.0 Meses</td></tr> <tr><td>Hitos interm. importantes (Cant)</td><td>SI 4</td></tr> </table>	Responsable:	Carlos Rios	País:	Perú	Empresa de Ingeniería/Diseño:	Quadrante / EXE	Plazo Total Base (Meses)	30.0 Meses	Plazo Total Propuesto (Meses)	30.0 Meses	Hitos interm. importantes (Cant)	SI 4
PHASE 2B - SOUTH DYKE																																																											
042-20-PR-DPW-AMPLIACION MUELLE																																																											
LATAM																																																											
Lima-Callao																																																											
Puertos																																																											
0 m.s.n.m																																																											
6																																																											
1																																																											
2 x 10 horas																																																											
EPC																																																											
Suma Alzada																																																											
SI																																																											
240,000,000	USD																																																										
240,000,000	USD																																																										
2.39																																																											
Responsable:	Carlos Rios																																																										
País:	Perú																																																										
Empresa de Ingeniería/Diseño:	Quadrante / EXE																																																										
Plazo Total Base (Meses)	30.0 Meses																																																										
Plazo Total Propuesto (Meses)	30.0 Meses																																																										
Hitos interm. importantes (Cant)	SI 4																																																										

Fuente: (Mota Engil Perú, 2022)





**Tabla 18**  
Costos Directos del Proyecto

<b>COSTO DIRECTO</b>				
ITEM	DESCRIPCIÓN	DÓLAR AMERICANO US\$	NUEVOS SOLES S/.	%
1	PARTE 1 - DOCUMENTOS DE DISEÑO Y REGISTRO	1,532,637.25	5,440,862.24	1.11%
2	PARTE 2 - ARTÍCULOS GENERALES	11,811,699.18	41,931,532.09	8.52%
3	PARTE 3 - OBRAS MARINAS	95,394,134.35	338,649,176.94	68.78%
4	PARTE 4 - OBRAS CIVILES	15,174,977.97	53,871,171.79	10.94%
5	PARTE 5 - SERVICIOS	9,780,219.78	34,719,780.22	7.05%
6	PARTE 6 - EDIFICIOS	4,244,030.33	15,066,307.67	3.06%
7	COVID -19	750,000.00	2,662,500.00	0.54%
			0.00	
			0.00	0.00%
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>		<b>138,687,698.86</b>	<b>492,341,330.95</b>	<b>100.00%</b>
<b>DESCONSOLIDADO</b>				
ITEM	DESCRIPCIÓN	DÓLAR AMERICANO US\$	NUEVOS SOLES S/.	%
E	EQUIPO MECÁNICO PRINCIPAL	21,214,794.51	75,312,520.51	15.30%
D	COMBUSTIBLE	8,894,948.56	31,577,067.39	6.41%
M	MATERIALES PRINCIPALES	35,785,098.88	127,037,101.02	25.80%
S	SERVICIOS Y SUB CONTRATOS	62,617,325.48	222,291,505.45	45.15%
L	MANO DE OBRA	9,423,743.54	33,454,289.57	6.79%
	OTROS	750,000.00	2,662,500.00	0.54%
				0.00%
<b>TOTAL INSUMOS</b>		<b>138,685,910.97</b>	<b>492,334,983.94</b>	<b>100.00%</b>
	Otros Insumos / Redondeos	1,787.89	6,347.01	<b>0.00%</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>		<b>138,687,698.86</b>	<b>492,341,330.95</b>	<b>100.00%</b>

Fuente de elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





**Tabla 19**  
Costo Indirecto del Proyecto

<b>COSTO INDIRECTO</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>DÓLAR AMERICANO US\$</b>	<b>NUEVOS SOLES S/.</b>	<b>%</b>
01.00	PERSONAL TECNICO-ADMINISTRATIVO	11,136,800.46	39,535,641.63	58.10%
02.00	GASTOS EN PERSONAL	635,357.04	2,255,517.50	3.31%
03.00	EQUIPOS DE APOYO	1,733,038.68	6,152,287.30	9.04%
04.00	FACILIDADES DEL CONTRATISTA	0.00	0.00	0.00%
05.00	EQUIPOS PARA OFICINA	0.00	0.00	0.00%
06.00	COSTOS DE OPERACIÓN	637,350.10	2,262,592.85	3.32%
07.00	SERVICIOS VARIOS	138,000.00	489,900.00	0.72%
08.00	COSTOS AMBIENTALES	626,868.73	2,225,384.00	3.27%
09.00	GARANTIAS, GGFF y SEGUROS	4,261,306.99	15,037,107.79	22.23%
<b>TOTAL GASTOS GENERALES</b>		<b>19,168,721.99</b>	<b>67,958,431.07</b>	<b>100.00%</b>
GG / MES		638,957.40	2,265,281.04	

Fuente de elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





**Tabla 20**  
Cierre Interno del Proyecto

<b>RESUMEN DE CIERRE INTERNO</b>						
DESCRIPCIÓN	DÓLAR AMERICANO US\$	NUEVOS SOLES S/.	/ C.D.	/ VENTA	/VENTA FINAL	
COSTO DIRECTO	\$ 138,687,698.86	S/ 492,341,330.95	100.00%	68.34%	68.35%	
FEE DE HOLDING	\$ 4,058,544.42	S/ 14,407,832.70	2.93%	2.00%	2.00%	
COSTO INDIRECTO / GASTOS GENERALES	\$ 19,168,721.99	S/ 67,958,431.07	13.80%	9.45%	9.43%	
GASTOS SEDE CENTRAL	\$ 8,117,088.84	S/ 28,811,641.75	5.85%	4.00%	4.00%	
RIESGOS Y/O CONTINGENCIAS	\$ 20,719,533.69	S/ 73,554,344.59	14.94%	10.21%	10.21%	
UTILIDAD	\$ 12,175,633.26	S/ 43,217,462.62	8.78%	6.00%	6.00%	
<b>SUBTOTAL PRESUPUESTO / VENTA :</b>	<b>202,927,221.07</b>	<b>720,291,043.68</b>	<b>146.30%</b>	<b>100.00%</b>		
	<b>202,927,221.07</b>	<b>720,291,043.68</b>				
	<b>202,927,221.07</b>					
OTROS MONTOS VENTA	DÓLAR AMERICANO US\$	NUEVOS SOLES S/.	COSTO INDUSTRIAL			
			90.00%			
<b>TOTAL PRESUPUESTO / VENTA FINAL :</b>	<b>202,927,221.07</b>	<b>720,291,043.68</b>				

Fuente de elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





**Tabla 21**  
Consolidado del Costo Directo

<b>DESCONSOLIDADO DEL COSTO DIRECTO</b>						
COD.	RECURSO	UND	P.U.	CANT.	TOTAL	%
			DÓLAR AMERICANO		DÓLAR AMERICANO	
<b>E</b>	<b>EQUIPO MECÁNICO PRINCIPAL</b>				<b>20,880,758.52</b>	<b>15.06%</b>
T400/03	Camion Volquete 21 m3 - 34Ton	/hm	19.33	568,810.71	10,995,111	7.93%
T070/02	Tractor D8	/hm	78.00	43,330.89	3,379,809	2.44%
T030/10	Excavadora 345 - 45Ton	/hm	60.00	39,191.13	2,351,468	1.70%
T046/18	Grúa sobre orugas 275 T - MEP	/hm	238.10	4,840.00	1,152,404	0.83%
T046/19	Grua Torre MDT 178	/hm	229.89	2,100.00	482,769	0.35%
T046/17	Grúa sobre orugas 270 T - MEP	/hm	236.10	2,000.00	472,200	0.34%
T945/21	Cabezal para hincado -Pileco	/sum	350,000.00	1.00	350,000	0.25%
T340/03	Camión Telescopico Telebelt TB130	/mes	32,800.00	10.34	339,152	0.24%
T046/05	Grúa de 50 Ton	/hm	90.00	2,310.73	207,966	0.15%
T250/02	Maquina Recicladora	/hm	300.00	502.50	150,750	0.11%
T046/36	Lancha	/mes	30,000.00	5.00	150,000	0.11%
T110/01	Rodillo Liso Vibratorio 10-12TN CS-533E	/hm	19.00	7,797.24	148,148	0.11%
T340/02	Camión grua hiab 10 Ton	/hm	35.00	3,685.98	129,009	0.09%
T300/01	Camion Cisterna Agua 4000gln NL-10 6x4	/hm	19.00	5,742.67	109,111	0.08%
T050/01	Motoniveladora 140K	/hm	41.80	2,156.23	90,130	0.06%
T023/06	Maquinas de soldar	/mes	3,550.00	25.00	88,750	0.06%
T230/06	Pavimentadora P/Mat. Granular	/hm	120.00	648.73	77,848	0.06%
T230/07	Planta Dosificadora de Suelos 400Ton/hr	/hm	100.00	747.82	74,782	0.05%
T046/20	Grúa de 200 ton	/hm	229.89	299.44	68,838	0.05%
T030/02	Excavadora 336 - 35Ton	/hm	49.00	1,275.79	62,514	0.05%
						A
						A
E	Otros Equipos	Glb			334,035.99	0.24%
					<b>21,214,794.51</b>	<b>VERIF.</b>
					<b>Equipos Propios</b>	0.00%
					<b>Equipos Alquilados</b>	100.00%
						P
						A

Fuente de elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





**Tabla 22**  
Consolidado de los Costos Directos

<b>D</b>	<b>COMBUSTIBLE</b>				<b>8,902,213.12</b>	<b>6.42%</b>	
D5300	Petroleo B5-S50	/gln	2.76	3,223,098.77	8,895,753	6.41%	
D3401	Gasolina 90 octanos	/gln	4.50	1,435.67	6,461	0.00%	
D	Otros Varios				(7,264.56)	-0.01%	-0.08%
					<b>8,894,948.56</b>	<b>VERIF.</b>	
<b>M</b>	<b>MATERIALES PRINCIPALES</b>				<b>32,277,052.53</b>	<b>23.27%</b>	
M38900	Derecho de Extraccion - Birrak	/Ton	1.50	4,741,528.01	7,112,292	5.13%	
M38902	Derecho de Extraccion - Corilla	/Ton	2.00	3,161,018.67	6,322,037	4.56%	
M6503	Pilote Acero API 5L-A52 914.0 mm e=20mm	/ton	1,050.60	3,032.66	3,186,113	2.30%	
M3850012	Agr. P/Rock TIII (30-300kg) - Birrak	/Ton	11.00	218,179.79	2,399,978	1.73%	
M3850032	Agr. P/Rock TIII (30-300kg) - Posada	/Ton	10.60	218,179.79	2,312,706	1.67%	
M_G001	Cantitravel	/tn	4,000.00	550.00	2,200,000	1.59%	
M6504	Pilote Acero API 5L-A52 1016.0 mm e=20mm	/ton	1,065.90	1,582.58	1,686,872	1.22%	
M2103	Cemento Portland Tipo I (Bol. 42.5 kg)	/bol	5.92	235,773.00	1,395,776	1.01%	
T900/01	Encofrado Movil Inc. Soporte+Accesorios	/und	1,098,704.88	1.05	1,153,640	0.83%	
M2130	Adoquin de concreto 200x100x80mm	/m2	11.06	102,510.00	1,133,761	0.82%	
M3850022	Agr. P/Rock TIII (30-300kg) - Cristopher	/Ton	9.86	109,089.89	1,075,626	0.78%	
M38903	Costo - Corilla	/mes	50,000.00	20.36	1,018,000	0.73%	
M0230	Acero P/Pilotes	/kg	4.50	106,772.87	480,478	0.35%	
M3850016	Agr. P/CBM4 - Birrak	/Ton	9.50	46,431.00	441,095	0.32%	
M3850036	Agr. P/CBM4 - La Posada	/Ton	5.15	69,646.50	358,679	0.26%	
M	Otros Materiales	Glb			3,508,046.35	2.53%	9.80%
					<b>35,785,098.88</b>	<b>VERIF.</b>	

Fuente de elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





**Tabla 23**  
Consolidado de los Costos Directos

S	SERVICIOS Y SUB CONTRATOS				35,042,820.21	25.27%	
SP0400	Dragado Tipo Succion	/m3	3.19	3,566,328.00	11,376,586	8.20%	
SP0300	Demolicion de Rompeolas Existente	/m3	43.93	131,500.00	5,776,795	4.17%	
SM800	Mov./Desm. Por Mar - Balder R or Njord R	/vje	1,443,500.00	2.00	2,887,000	2.08%	
SG001	Sum y habilitado - Acero corrugado	/kg	0.87	2,481,150.00	2,158,601	1.56%	
SEI528	Diesel Generators 2500KVA	/Und	1,784,039.00	1.00	1,784,039	1.29%	
SM801	Mov./Desm. Por Mar - Heimdal R	/vje	755,500.00	2.00	1,511,000	1.09%	
SCP40HS	Concreto Prem. 40MPa-Tipo HS - 4"-6"	/m3	91.27	15,923.80	1,453,365	1.05%	
SF0151	Construction of industrial facilities	/sum	1,364,919.45	1.00	1,364,919	0.98%	
SF048	BOTE - ALQUILER	/dia	600.00	1,800.00	1,080,000	0.78%	
SCPF031	Prefabricados de concreto PF 31	/und	3,756.34	261.00	980,405	0.71%	
SEI533	High masts (35m) and LED lighting	/Und	980,000.00	1.00	980,000	0.71%	
SME004	Fenders - Supply	/ea	44,456.84	22.00	978,050	0.71%	
SG003	Estudio Geotecnico (20 sondeos H=40m)	/glb	1,166,620.58	0.80	933,296	0.67%	
SME006	Rail A150 - Supply	/ml	1,106.97	804.00	890,004	0.64%	
SI005	Land - Topografia	/sum	888,759.15	1.00	888,759	0.64%	
S	Otros Subcontratos	Glb			27,574,505.27	19.88%	44.04%
					<b>62,617,325.48</b>	<b>VERIF.</b>	
L	MANO DE OBRA			hh	8,146,163	5.87%	
LC004	Operador C	/hh	7.59	619,728.51	4,703,739	3.39%	OF
LC002	Operador A	/hh	8.52	99,099.77	844,330	0.61%	OF
LC006	Operario	/hh	6.68	76,807.11	513,071	0.37%	OF
LC009	Vigia	/hh	4.74	116,913.17	554,168	0.40%	OL
LC001	Capataz	/hh	9.25	42,993.30	397,688	0.29%	OF
LC007	Oficial	/hh	5.27	66,241.61	349,093	0.25%	OF
LC008	Peon	/hh	4.74	79,037.42	374,637	0.27%	OL
LSC001	Personal - Buzo	/mes	45,000.00	4.55	204,750	0.15%	OF
LC026MA	Peon - OM	/hh	4.74	43,182.57	204,685	0.15%	OL
L	Mano de Obra Adicional	Glb			1,277,580.13	0.92%	13.56%
		hh		<b>1,144,008</b>	<b>9,423,743.54</b>	<b>VERIF.</b>	
	Mano de Obra Directa			904,875 hh			OF
				Personal Foráneo			
				Personal Local	239,133 hh		OL

Fuente de elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





**Tabla 24**  
**Matriz de Riesgo del Proyecto**

		Estimación del Nivel de Riesgo Cualitativo (seleccionar la Probabilidad y la Consecuencia)										Estimación del Nivel de Riesgo Cuantitativo				9,394,122.50		
Entorno del Riesgo	Tipificación del Riesgo (Descripción)	Asignación del Riesgo (colocar un X donde aplica)					Probabilidad		Consecuencias		Nivel de Riesgo		Monto	Impacto	Probabilidad	Riesgo	Acciones para Mitigación del Riesgo	
		Cliente	MEP	Socio	Subcontrata	Tercero	Costos	Plazo	Costos	Plazo	Costos	Plazo	\$/ - USD	%	%	\$/ - USD		
Regulatorio	Tramitación y Obtención del EIA y CRA	X									X	X		1.00	0.00	0.00		
	Tramitación y Obtención de la Licencia de Construcción	X									X	X		1.00	1.00	0.00		
	Tramitación y Obtención de Licencias para explosivos, asfalto, cal, canteras etc.		X				Baja	Baja	Ligeramente Dañino	Ligeramente Dañino	Trivial	Trivial				0.00		
	Otros: _____										X	X				0.00		
Contractual	Riesgo por Tipo de Contrato		X				Baja	Baja	Ligeramente Dañino	Ligeramente Dañino	Trivial	Trivial	202,927,221.07	0.01	0.75	1,521,954.18	EPC SUMA ALZADA/INCREMENTO DE METRADOS	
	Riesgo Geotécnicos (pilotes + vibrocompactación)		X				Alta	Baja	Dañino	Dañino	Importante	Tolerable	3,000,000.00	0.00	1.00	0.00	GEOTECNICO	
	Riesgo por vicios Ocultos						Baja	Media	Extremadamente Dañino	Dañino	Moderado	Moderado	2,000,000.00	1.00	1.00	2,000,000.00	VICIOS OCULTOS	
	Costo por aprob. Ingeniería APN						Baja	Media	Extremadamente Dañino	Dañino	Moderado	Moderado	42,165.40	1.00	1.00	42,165.40	INGENIERIA	
	Otros: _____										X	X				0.00		
Presupuestal / financiero	Riesgo por Modificación de Precios de acero, combustible, otros																	
	Asfaltos		X				Media	Baja	Ligeramente Dañino	Ligeramente Dañino	Tolerable	Trivial				0.00		
	Combustible		X				Media	Baja	Dañino	Ligeramente Dañino	Moderado	Trivial	8,894,948.56	0.05	0.70	311,323.20		
	Cementos						Media	Baja	Dañino	Ligeramente Dañino	Moderado	Trivial				0.00		
	Descuento en Subcontratos y Materiales		X								X	X		0.05	0.50	0.00		
	Subcontratos y Materiales Electromecánicos												17,519,984.54	0.00	1.00	0.00	Subcontrato y Materiales - (Mecanica + Electrica & Instrumentacion)	
	Optimización en Trabajos civiles x ing. Alternativa electromecánica													1.00	0.00	0.00		
	Subcontratos y Materiales Pilotes												4,872,984.62	0.05	0.50	121,824.62	Pilotes	
	Riesgo por la demora en aceptación de EDP (Costos Financieros)										X	X				0.00		
Riesgo por incremento Salarial (Costo Indirecto)		X				Alta	Media	Extremadamente Dañino	Dañino	Intolerable	Moderado	11,136,800.46	0.02	1.00	222,736.01	solo costo indirecto		
Otros: _____										X	X				0.00			
Recursos	Riesgo de falta de Personal		X									X	X			0.00		
	Riesgo de falta de Equipos		X									X	X			0.00		
	Riesgo de falta de Materiales		X									X	X			0.00		
	Otros: _____		X									X	X			0.00		
Ejecución	Riesgo por error u omisión en el Expediente Técnico		X									X	X			0.00		
	Riesgo por diferencias geológicas en el lugar de ejecución de las Obras		X									X	X			0.00		
	Riesgo por existencia de Restos Arqueológicos u otras interferencias	X										X	X			0.00	Responsabilidad del Cliente	
	Riesgo por Condiciones Climáticas adversas											X	X			0.00	Trabajos a Tm	
	Riesgo por Stand By - Equipos y Personal Directo						Baja	Baja	Dañino	Dañino	Tolerable	Tolerable		0.50	0.50	0.00		
	Penalización de hitos		X										2,450,000.00	0.75	0.50	918,750.00		
	Riesgo por Stand By - Mayores Gastos Generales						Baja	Baja	Dañino	Dañino	Tolerable	Tolerable		0.25	1.00	0.00	Gasto General del 1er y ultimo	
	Riesgo de aprobación diseño ABB		X									X	X	0.00	0.06	1.00	0.00	Diseño ABB
	Riesgo Dragado / Stand By												X	1,209,000.00	1.00	1.00	1,209,000.00	Stand By 38 días
	Riesgo de Canteras - Producción MEP		X									X	X	13,829,456.70	1.00	0.55	7,001,701.19	sobrecostos por necesidad de contratar canteras adicionales para atender al 50% del vol.
Voladura en Canteras													7,902,546.69	1.00	0.55	3,741,900.68	Sobrecostos x valaduras en 35% canteras	
Mayor Distancia de transporte													6,717,164.68	1.00	0.55	3,694,440.58	Mayor Distancia de transporte para el 50% del volumen, 17km a 0.21 usd/km	
Ajuste de Ficha de Cliente													66,262.13	1.00	1.00	66,262.13		
Fuerza Mayor no asegurable	Riesgo por Hechos calificados como Caso Fortuito y Fuerza Mayor											X	X			0.00		
	Riesgo por hechos de las Comunidades dentro de la zona de influencia											X	X			0.00		

Fuente de elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





**Tabla 25**

Cálculo del Retorno de Inversión VAN y TIR

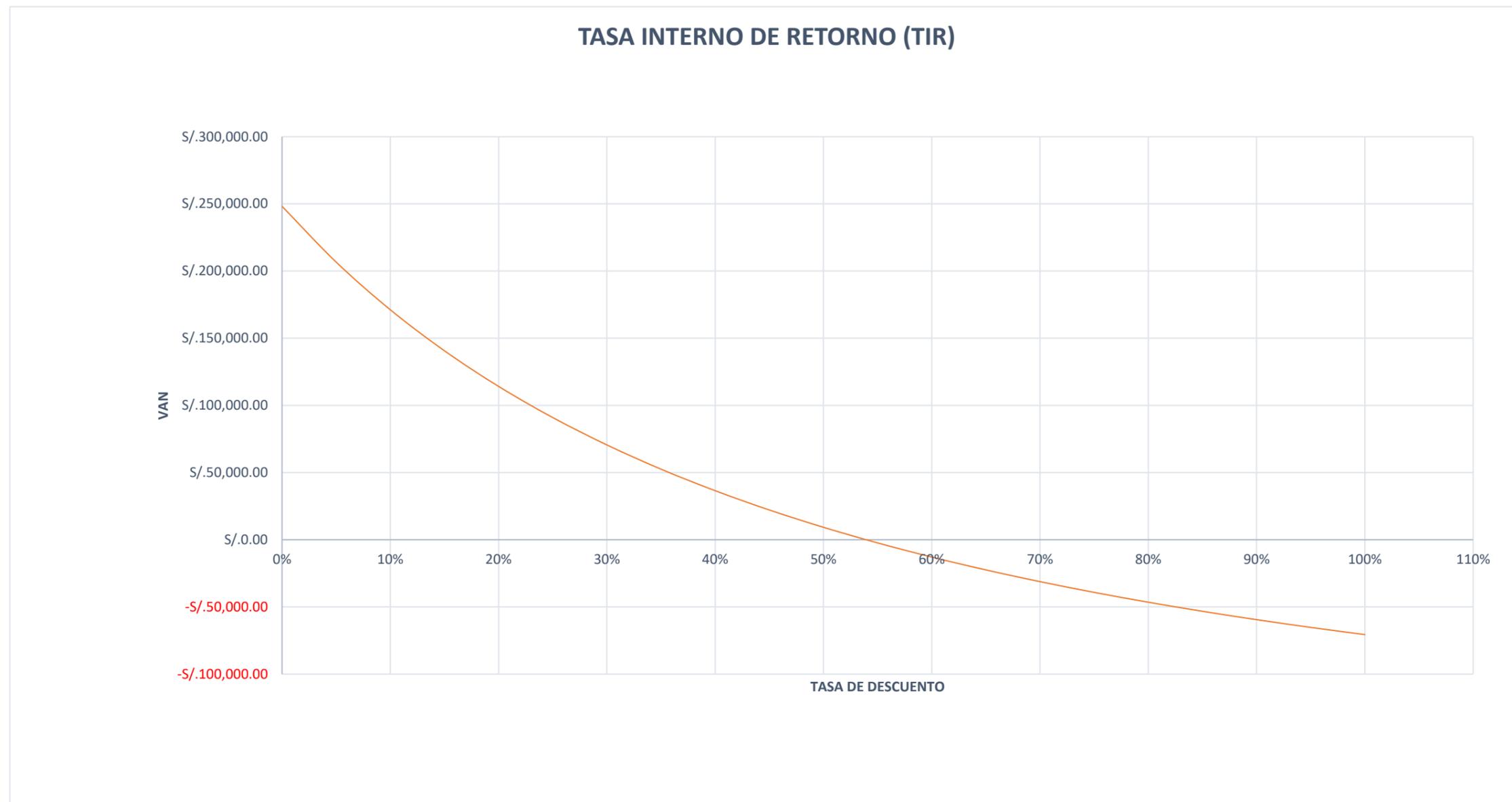
		DATOS		VALORES	
		NÚMERO DE PERIODOS		3	
		TIPO DE PERIODO		Anual	
		TASA DE DESCUENTO		10%	
		<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>FF</b>		-S/.201,864.00	S/.150,000.00	S/.150,000.00	S/.150,000.00
<b>Saldo Actualizado 10 %</b>		-S/.201,864.00	S/.136,363.64	S/.123,966.94	S/.112,697.22
<b>Saldo Actualizado Acumulado</b>		-S/.201,864.00	-S/.65,500.36	S/.58,466.58	S/.171,163.80
<b>Tasa de Retorno Interno</b>					
N°	FNE	(1+i)^	FNE(1+i)^	Tasa de Descuento	Tasa de Descuento
0	-S/.201,864.00		-S/.201,864.00	0%	S/.248,136.00
1	S/.150,000.00	1.10	S/.136,363.64	5%	S/.206,623.20
2	S/.150,000.00	1.21	S/.123,966.94	10%	S/.171,163.80
3	S/.150,000.00	1.33	S/.112,697.22	15%	S/.140,619.77
				20%	S/.114,108.22
				25%	S/.90,936.00
		<b>VAN</b>	<b>S/.171,163.80</b>	30%	S/.70,552.93
				35%	S/.52,517.95
				40%	S/.36,474.19
				45%	S/.22,130.42
				50%	S/.9,247.11
				55%	-S/.2,374.22
				60%	-S/.12,899.16
				65%	-S/.22,466.72
				70%	-S/.31,194.35
				75%	-S/.39,181.78
				80%	-S/.46,514.21
				85%	-S/.53,264.71
				90%	-S/.59,496.31
				95%	-S/.65,263.59
				100%	-S/.70,614.00
				<b>TIR</b>	<b>53.94%</b>

Fuente de elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





**Gráficos 8**  
Tasa Interno de Retorno



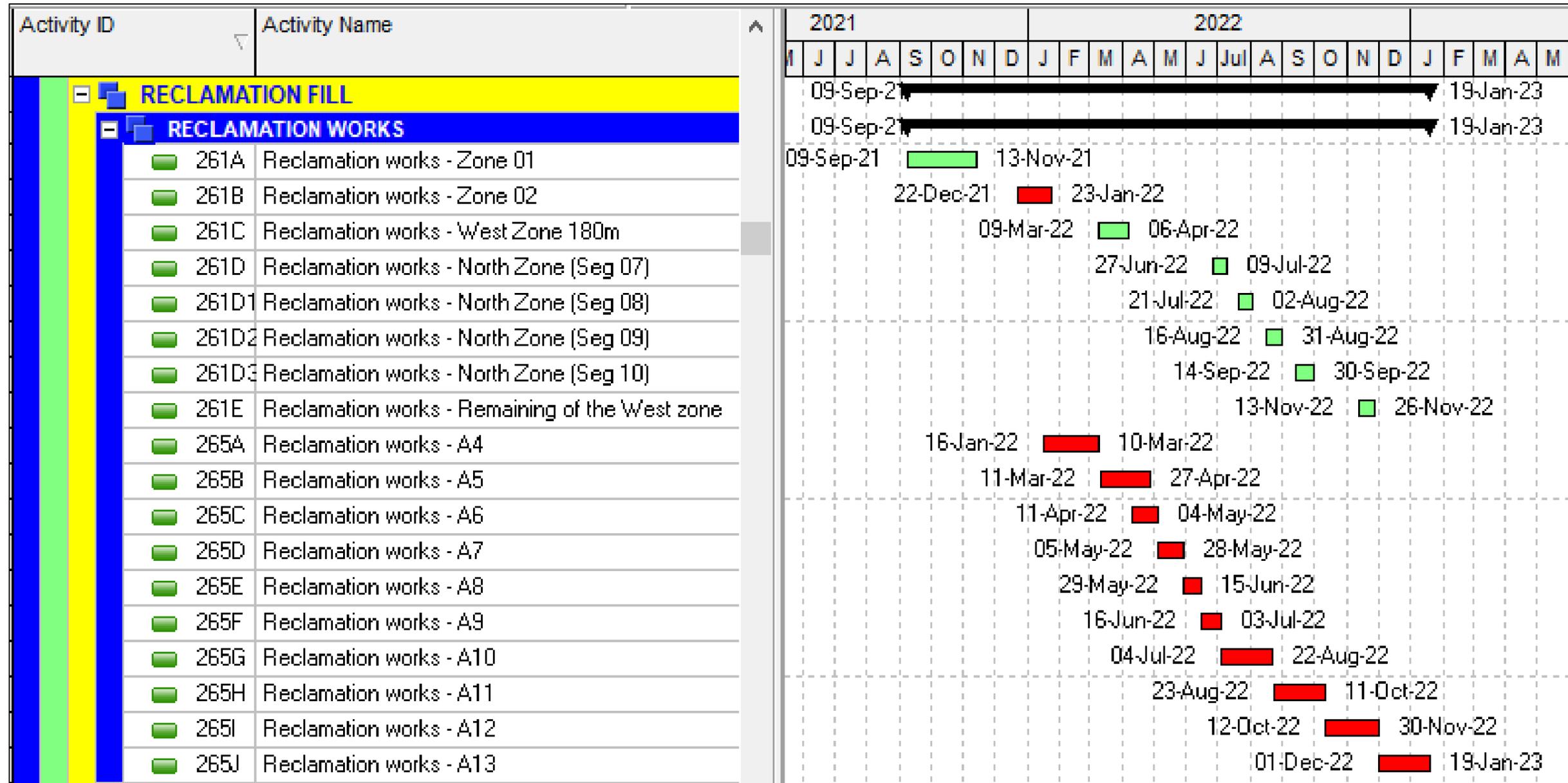
Fuente de elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





**3.4. CRONOGRAMA DEL PROYECTO**

**Gráficos 9**  
Cronograma de Proyecto DPW

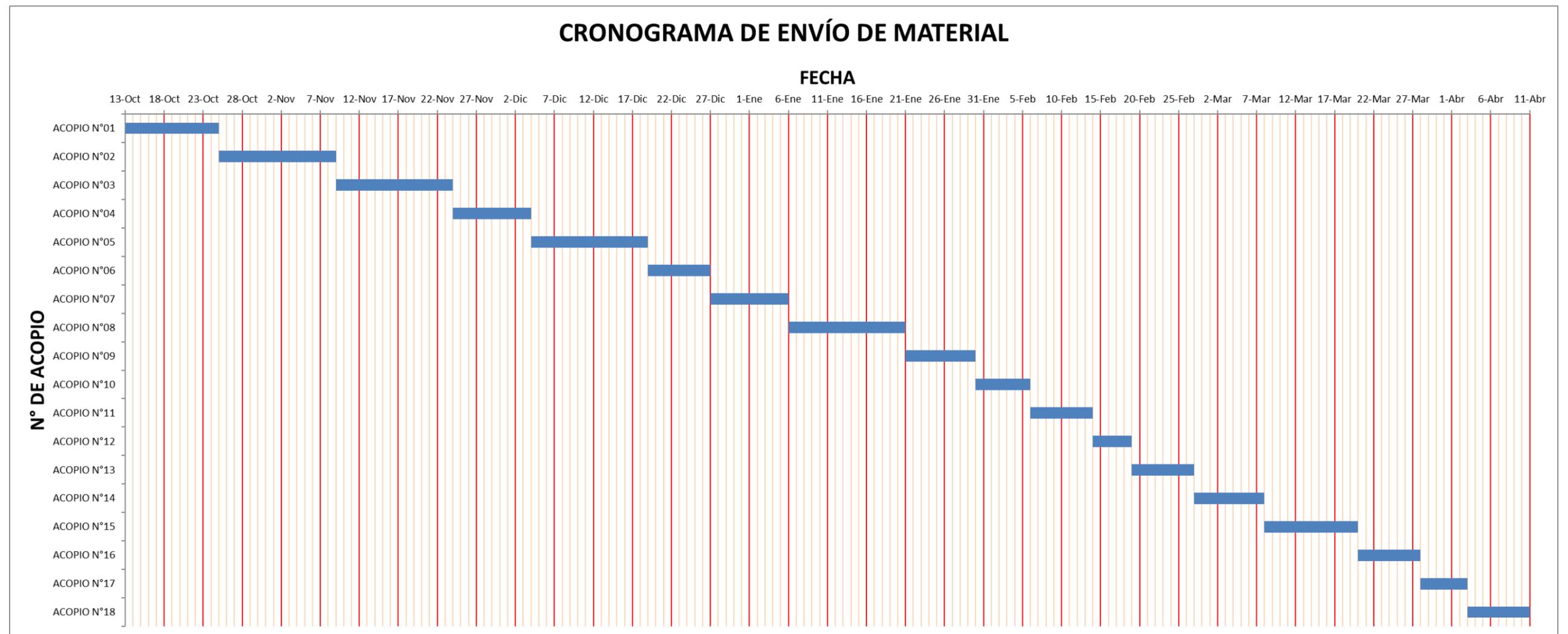


Fuente: (Mota Engil Perú, 2022)





**Gráficos 10**  
*Cronograma de Envío de Material*



Fuente de elaboración propia: (Sima Gárate, 2022)





### 3.5. CONCLUSIONES

La realización de un correcto estudio geotécnico y una adecuada interpretación de los resultados de los diferentes ensayos de suelos realizados a los materiales extraídos de las canteras nos permite tener un mejor alcance y una mayor seguridad en la elección de las zonas con mayor competencia a explotar en las canteras.

Con los valores obtenidos de velocidades de ondas de corte según el estudio geofísico, es posible determinar el equipo mecánico a utilizar, de acuerdo a la dureza de la roca, para la explotación de los materiales en las diversas zonas de la cantera. Evitando generar pérdidas de tiempo y/o la elección de una inadecuada maquinaria para realizar los trabajos de explotación.

De acuerdo a los datos obtenidos en el estudio de geofísica, es posible realizar un adecuado y certero levantamiento de datos topográficos de todas las diferentes zonas de explotación de la cantera, en donde se conocerá previamente:

- Espesor de material que servirá de limpieza
- Niveles de material donde se podrá hacer uso de un equipo mecánico para la explotación
- Niveles del material donde será necesario emplear métodos más fuertes para la explotación, como la voladura.

El correcto estudio geotécnico permite al área de control de calidad (laboratorio de suelos) conocer previamente la calidad de los materiales a explotar en las diferentes zonas de las canteras, lo que es beneficioso para no realización de retrabajos por el área de operativa (producción) puesto que se va a conocer la competencia del material en cada zona explotar según la programación del área de oficina técnica.





A partir de los resultados de las investigaciones de campo realizadas en las zonas de canteras, así como de los resultados de ensayos de laboratorio, se concluye lo siguiente. Las muestras analizadas cumplen con los parámetros de husos granulométricos (tal como se observa en el grafico 7, tabla 15):

- Granulometría
- Resistencia a la Abrasión Máquina de Los Ángeles (Agregado Grueso)
- Resistencia a la Compresión en Rocas
- Inalterabilidad de Agregados por medio de uso de Sulfato de Magnesio
- Abrasión y Gravedad Específica de Rocas (Propiedades Físicas de Rocas)

Finalmente, cabe mencionar que la información que se presenta está basada en perforaciones con diamantina e inspecciones visuales realizadas en campo, que intentan representar lo mejor posible las características de las distintas zonas de las canteras, pudiéndose encontrar algunas condiciones diferentes durante su explotación, que deberá condicionar el método y/o equipo mecánico para su explotación, además del procesamiento de la roca para obtener los productos finales con los parámetros requeridos para el proyecto.





### 3.6. RECOMENDACIONES

- En las canteras se debe verificar que todas las rocas que se encuentre en las zonas de explotación cumplan con las especificaciones técnicas para las obras de enrocado y relleno, estas deberán estar libres de grietas, vetas, fisuras, capas de lutita, costuras de estolita, laminaciones, planos de foliación, planos de escisión, contactos de la unidad u otros defectos similares observados visualmente, que podrían provocar roturas durante la carga, descarga o colocación.
- Es recomendable en los muestreos para los ensayos de clasificación, obtener como mínimo 20 toneladas de roca para los tipos de material (tipo I, tipo III).
- Se debe tener en cuenta la relación aspecto de las rocas, ésta no deberá exceder más del 50 % de roca con una relación de longitud / espesor superior a 2.
- Se debe realizar el acopiado de los materiales de relleno, con banquetas de 3 metros de espesor, para evitar segregaciones.
- No se debe utilizar el equipo mecánico tractor oruga para la conformación de los acopios. Debido a que se generaría fracturas en las rocas.
- Para el carguío del material Quarry Run se debe utilizar la excavadora, ya que nos permite homogenizar dicho material y de esta manera realizar un adecuado Carguío.
- Se recomienda la presencia de un especialista (control de calidad) en todo momento de la extracción y carguío de los materiales de relleno.
- Es recomendable realizar los ensayos de laboratorio basados a la norma británica BS EN 13383, y ASTM.





- Se recomienda realizar muestreos de los materiales de relleno cada 45,000.00 m<sup>3</sup> y/o cada vez que se identifique un cambio de características en el material explotado.





## **CAPÍTULO IV**

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**





- Bernal Figueroa, L. F. (2020). *Propuesta de Instrumento de Gestión de Pavimentos Mediante la Caracterización de la Sub Rasante y Canteras a Partir de Expedientes Técnicos*. Obtenido de [www.repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/3852](http://www.repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/3852):  
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/3852>
- Británico, E. (2022). *Estandar Británico BS EN 13383-1: 2002*. Obtenido de [www.une.org/encuentra-tu-norma](http://www.une.org/encuentra-tu-norma):  
<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0028772>
- Ciria. (2007). *"El Manual de la Roca. El uso de la roca en ingeniería hidráulica (2ª edición)"*. Inglaterra: Ciria.
- Geofísica, I. d. (2022). *Microzonificación sísmica*. Obtenido de [www.camjol.info](http://www.camjol.info):  
<https://www.camjol.info/index.php/FAREM/article/view/13048/15149>
- Ingemmet. (1995). *Geología del Perú*. Obtenido de [repositorio.ingemmet.gob.pe](http://repositorio.ingemmet.gob.pe):  
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/176>
- Internacional, N. A. (2022). *ASTM*. Obtenido de [www.astm.org/](http://www.astm.org/): <https://www.astm.org/>
- Mota Engil Perú. (2022). Trabajo de Suficiencia Profesional de la EPII/UAP para Obtener el Título de Ingeniero Industrial. *Mejora al Estudio Geotécnico para Explotación de Canteras en Beneficio al Proyecto de la Ampliación de la Segunda Fase del Puerto del Callao de la Empresa Mota Engil Perú*. Lima, Perú: Electrónico & Digital.
- Muños Sanchez, J. J. (2018). *"Planificación Minera a Corto Plazo para la Sostenibilidad de la Explotación en Cantera 7 de Noviembre - Nueva Arica"*. Obtenido de [WWW.repositorio.ucv.edu.pe](http://WWW.repositorio.ucv.edu.pe):  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/33606/Mu%C3%B1oz\\_SJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/33606/Mu%C3%B1oz_SJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- RNE. (2022). *Suelos y Cimentación*. Obtenido de [ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo](http://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo):  
<https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo>





urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf

Sima Gárate, F. M. (2022). Trabajo de Suficiencia Profesional de la EPII/UAP para Obtener el Título de Ingeniero Industrial. *Mejora al Estudio Geotécnico para la Explotación de Canteras en Beneficio al Proyecto de la Ampliación de la Segunda Fase del Puerto del Callao de la Empresa Mota Engil Perú s.a.* Lima, Perú: Electrónico & Digital.





**CAPÍTULO V**  
**GLOSARIO DE TÉRMINOS**





**CANTERA:** Lugar donde se extrae en grandes cantidades materiales de la formación natural que sirven para realizar construcciones de tierra.

**GEOTECNIA:** Rama de la geología que se encarga del estudio de las propiedades de las materias primas que sirven para todo tipo de construcciones.

**GEOFÍSICA:** Rama de la geología que se encarga de estudiar la composición y estructura de la tierra y de aquellos factores externos que la modifican.

**LABORATORIO:** Lugar donde se evalúa la calidad de los materiales, donde se determina que uso se dará.

**PERFORACIÓN DIAMANTINA:** Es la actividad que se realiza las perforaciones con broca diamantada para perforar las rocas de los cerros, y obtener testigos para poder ser analizados.

**ACOPIO:** Lugar en donde se deposita una gran cantidad de material extraído de las canteras.

**NO CONFORMIDAD:** Documento que registra el incumplimiento de alguna especificación establecida.

**GRANULOMETRÍA:** Ensayo de laboratorio de suelos que se encarga de medir la gradación de un material.

**ROCAS:** Fragmentos amorfos de alguna materia prima determinada.





## **CAPÍTULO VI**

### **ANEXOS**





**Anexo 1**  
**Registro de Liberación de Acopio**

	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>			Fecha:
	REGISTRO DE LIBERACION			Centro de Costo: 10239
	MATERIALES DE CANTERAS PARA TRANSPORTE HACIA OBRAS EN PUERTO			Nº de Contrato: PECLL-M&I-2019-133-D&B
<b>PROYECTO:</b>	Port of Callao – Phase 2B Expansion Design and Build Project		Registro Nº:	
<b>CLIENTE:</b>	DP World Callao S.R.L.			
<b>SUPERVISION DE OBRA:</b>	Royal HaskoningDHV		Nº de Guías:	
<b>CONTRATISTA:</b>	Motal Engil Peru S.A.			
<b>FECHA:</b>				
<b>1. DATOS GENERALES DE LA ACTIVIDAD</b>				
<b>TIPO DE ACTIVIDAD:</b>				
<b>TIPO DE ROCA:</b>				
<b>NOMBRE DE CANTERA :</b>				
<b>NÚMERO DE ACOPIO:</b>				
<b>Nº VOLQUETES / ENVIOS DÍA:</b>				
<b>IDENTIF. REGISTRO DE LABORATORIO</b>				
<b>2. VERIFICACIÓN DE CANTERA</b>				
	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>N/A</b>
1.	Identificación de Cantera Conforme			
2.	Estudio de Cantera Conforme Aprobado para Producción de Material			
3.	Material de Zona de Corte / Explotacion Apto Según Requerimientos del Proyecto			
4.	Producción de Material Adecuada			
5.	Otros:			
<b>3. VERIFICACIÓN DE MATERIAL DE CANTERA</b>				
	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>N/A</b>
1.	Limpieza del Material Visiblemente - Conforme			
2.	Graduación del Material Según Norma BS EN 13383-2 - Conforme			
3.	Densidad de Roca ASTM C97 - Conforme			
4.	Solidez al Sulfato de Magnesio ASTM C88 - Conforme			
5.	Resistencia a la Compresion ASTM C170 - Conforme			
6.	Valor Prueba de Los Angeles ASTM C535 - Conforme			
<b>4. VERIFICACIÓN DE ACOPIO</b>				
	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>N/A</b>
1.	Acopio Cuenta con el Nombre de la Cantera			
2.	Identificación del Número de Acopio			
3.	Estado de Acopio (Aprobado)			
5.	Se Realizaron los Ensayos Correspondientes en Presencia del Supervisor y/o según RNI			
6.	Documentación de Liberación Enviada al Supervisor			
7.	El Acopio fue Verificado y Aprobado por el Supervisor			
<b>5. VERIFICACION DEL TRANSPORTE</b>				
	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>N/A</b>
1.	El transporte Cuenta con la Guía Correctamente Identificada según Procedimiento de transporte			
2.	Transporte Pesado Adecuadamente			
3.	El Peso Total del Volumen de Carguío no Sobrepassa la Cantidad de Acopio Liberado.			
4.	Las balanzas Cuentan con Certificado de Calibración Vigente			
5.	Otros:			
<b>Observ. y/o Comentarios:</b>				
Empresa:	Empresa:	Empresa:	Empresa:	
Nombre y Firma:	Nombre y Firma:	Nombre y Firma:	Nombre y Firma:	
Cargo:	Cargo:	Cargo:	Cargo:	
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	

Fuente: (Mota Engil Perú, 2022)



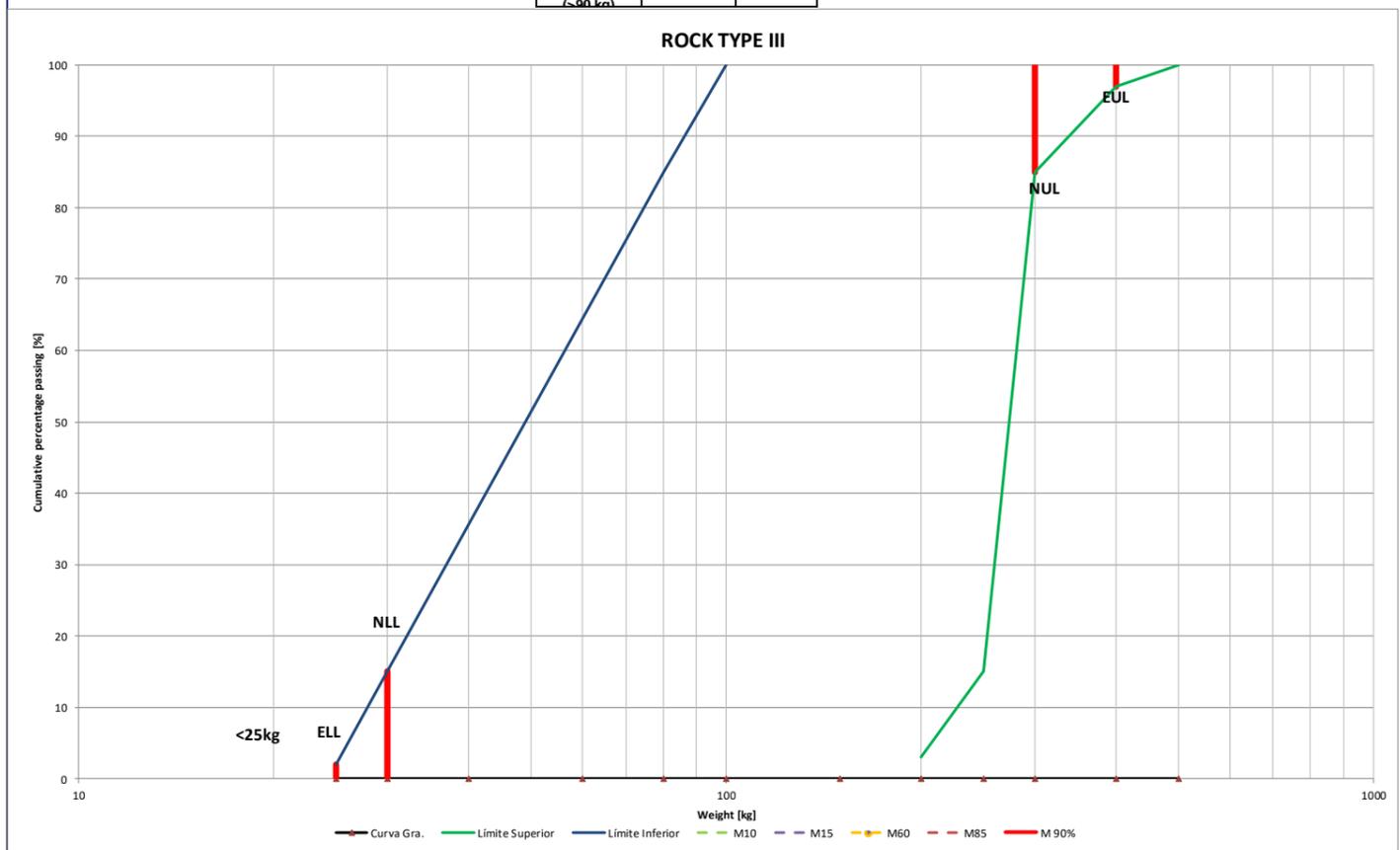


**Anexo 2**  
**Formato Granulométrico**

	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>		Fecha:
	GRADING TESTING-TIPO III		Centro de Costo: 10239
	Ciria C683 The Rock Manual and BS 13383		Nº de Contrato: PECLL-M&I-2019-133-D&B
<b>PROYECTO</b> :	Port of Callao – Phase 2B Expansion Design and Build Project	<b>REGISTRO N°</b> :	
<b>CLIENTE</b> :	DP World Callao S.R.L.	<b>PROCEDENCIA</b> :	
<b>SUPERVISION DE OBRA</b> :	Royal HaskoningDHV	<b>UBICACIÓN</b> :	
<b>CONTRATISTA</b> :	Motal Engil Peru S.A.	<b>TIPO DE MUESTRA</b> :	
		<b>CALICATA</b> :	
		<b>FECHA MUESTREO</b> :	
		<b>FECHA ENSAYO</b> :	

**COORDENADAS** :      **NORTE:** 0.00                                      **ESTE:** 0.00                                      **COTA:** 0.00

Rango de Pesos [Kg]	N° Total de Rocas en la Muestra	N° De Rocas de Mayor Peso Que	Peso de Rocas [kg]	% Retenido Acumulado	PESO PIEDRA [Kg]	LÍMITES ESPECÍFICOS [%]		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
25					25	<2	ELL	PESO TOTAL [Kg]	
30					30	<15	NLL	N° TOTAL DE PIEDRAS	
40					300	>85	NUL	Requisitos de Clasificación	
60					400	>97	EUL	Regla de Estabilidad Interna	
80								D60/D10 (<10)	Cumple las Especificaciones Técnicas
100								Retention rule= D15filter/D85base < 5 (Tipo III / Quarry Run)	
150									
200									
250									
300									
400									
500									



**EQUIPO UTILIZADO**

BALANZA COLGANTE: Tipo: ELECTRONICA, Marca: YUBO, Modelo: YB-750, N° de serie : 20200948, Capacidad Máxima: 5000 kg, División de escala (d): 2 kg, División de verificación : (e): 2 kg, Procedencia: CHINA, Intervalo de ΔT Local: 21.3°C hasta 22.4°C, Fecha de emisión: 01/12/2021, Certificado de Calibración N°: PM-078-2021

BALANZA DE PRECISION : Tipo: ELECTRONICA, Marca: OHAUS, Modelo: T32PEZH, N° de serie : B000021GBP, Capacidad Máxima: 5000 kg, División de escala (d): 1 kg, División de verificación : (e): 1 kg, Clase de exactitud: -, Capacidad mínima(1): -, Procedencia: CHINA, Identificación: -, Intervalo de ΔT Local: 21.3°C hasta 22.4°C, Fecha de emisión: 01/06/2021, Certificado de Calibración N°: 0592-MPES-C-2021

**Observaciones:**

Empresa:	Empresa:	Empresa:	Empresa:
Nombre y Firma:	Nombre y Firma:	Nombre y Firma:	Nombre y Firma:
Cargo:	Cargo:	Cargo:	Cargo:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

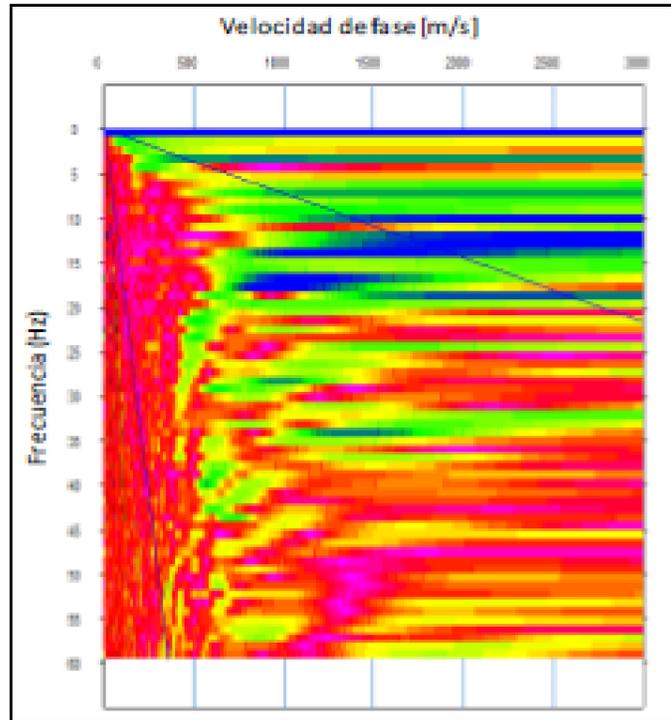
Fuente: (Mota Engil Perú, 2022)



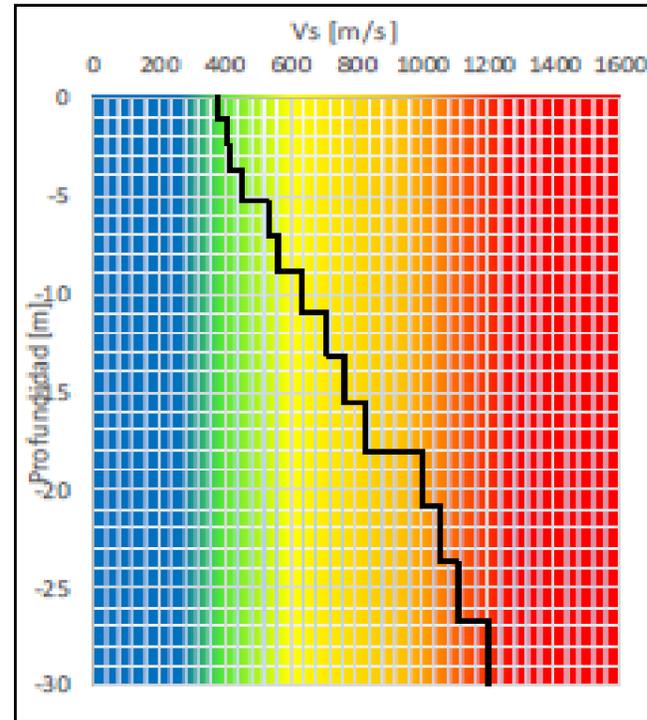


**Anexo 3**  
Clasificación y Gráficas con el Masw 1

Curva de dispersión



Perfil Unidimensional



Cuadro Resumen

d* [m]	Vs [m/s]	d/Vs	Tipo de Suelo*
1.1	384	0.00279	Suelos Intermedios
1.2	408	0.00303	
1.4	415	0.00338	
1.6	453	0.00346	
1.7	536	0.00323	Roca o suelo muy rígido
1.9	564	0.00336	
2.1	635	0.00325	
2.2	712	0.00312	
2.4	766	0.00312	
2.6	828	0.00308	
2.7	1000	0.00272	
2.9	1054	0.00274	
3.0	1108	0.00275	
3.2	1203	0.00267	
$\Sigma(d)$	30.0	$\Sigma(d/Vs)$	0.04270

\*d: Espesor

Tipo de Suelo\*: Clasificación el Sitio N.T. E.030

Clasificación del Sitio (IBC, 2012)

Tipo de Suelo	Nombre del Suelo
C	Suelo muy Denso o Roca Blanda

Clasificación del Sitio (E.030- 2016)

Clasificación	Perfil del Suelo
Roca o suelo muy rígido	S1

\*Vs30  
[m/s]

703

\*Vs30: Velocidad de onda de corte promedio para los primeros 30m de profundidad

Fuente: (Mota Engil Perú, 2022)







**Anexo 5**

*Certificado de la ISO9001:2015*



**MOTA ENGIL PERÚ S.A.**  
Entidad Contratante: Av. Javier Prado Este 444 – San Isidro  
Lima, Perú.

*Este es un certificado Multi-Sitio, el(los) sitio(s) adicional(les) se lista(n) en la(s) siguiente(s) página(s)*

*BVQI Colombia Ltda. Certifica que el Sistema de Gestión de la organización ha sido auditado y se ha encontrado conforme con los requerimientos de las normas de Sistema de Gestión que se detallan a continuación*

---

**ISO 9001:2015**  
*Alcance de la Certificación*

---

**SERVICIOS DE PROCURA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA EN LOS SECTORES: MINERÍA, GAS Y PETRÓLEO, ENERGÍA, PUERTOS, VIAL (FERROVIAS Y CARRETERAS), EDIFICACIONES Y AGRÍCOLA.**

**Exclusiones Permitidas:**  
8.3. Diseño y Desarrollo de Productos y Servicios.

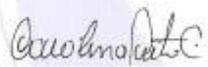
**SERVICES OF PROCUREMENT AND CONSTRUCTION OF ENGINEERING PROJECTS IN THE SECTORS: MINING, GAS AND OIL, ENERGY, PORTS, ROAD (RAILWAYS AND ROADS), BUILDINGS AND AGRICULTURE.**

**Permitted exclusions:**  
8.3. Design and development of product and services

Fecha Original de Inicio de la Certificación:	<b>24 Marzo 2017</b>
Fecha de Vencimiento del Ciclo Previo:	<b>5 Enero 2020</b>
Fecha de Auditoría de Recertificación:	<b>30 Septiembre 2019</b>
Fecha de Inicio del ciclo de Certificación:	<b>16 Enero 2020</b>

*Sujeto a la continua y satisfactoria operación del Sistema de Gestión de la organización, este certificado vence el: **5 Enero 2023***

**Certificado No. CO20.00145    Versión: No. 1    Fecha de Revisión: 16 Enero 2020**

  
**Carolina Prieto Carranza**  
**Gerente Técnico.**





Dirección del Organismo de Certificación: BVQI Colombia Ltda. Calle 72 No 7-82 Piso 3  
Edificio Acciones & Valores Bogotá D.C. Colombia.

Cualquier aclaración adicional relativa al alcance de este certificado y a la aplicabilidad de los requerimientos del Sistema de Gestión, puede obtenerse consultando a la organización.

Para comprobar la validez de este certificado por favor llamar al +57 (1) 3129191

Página 1 de 2
Rev. 2.5, 08 Marzo 2018

Fuente: (Mota Engil Perú, 2022)





**Anexo 6**

*Certificado de la ISO 45001:2018*



**MOTA-ENGIL PERÚ S.A.**  
Entidad Contratante: Av. Javier Prado Este Nro. 444, San Isidro  
Lima, Perú.

Este es un certificado Multi-Sitio, el(los) sitio(s) adicional(es) se lista(n) en la(s) siguiente(s) página(s)

BVQI Colombia Ltda. Certifica que el Sistema de Gestión de la organización ha sido auditado y se ha encontrado conforme con los requerimientos de las normas de Sistema de Gestión que se detallan a continuación

---

**ISO 45001:2018**  
*Alcance de la Certificación*

---

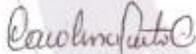
**SERVICIO DE PROCURA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA EN LOS SECTORES: MINERÍA, GAS Y PETRÓLEO, ENERGÍA, PUERTOS, VÍAL (FERROVIAS Y CARRETERAS), EDIFICACIONES Y AGRÍCOLA.**

**SERVICES OF PROCUREMENT AND CONSTRUCTION OF ENGINEERING PROJECTS IN THE SECTORS: MINING, GAS AND OIL, ENERGY, PORTS, ROAD (RAILWAYS AND ROADS), BUILDINGS AND AGRICULTURE.**

Fecha de Inicio del Ciclo Original de Certificación:	<b>2 Marzo 2021</b>
Fecha de Vencimiento del Ciclo Previo:	<b>NA</b>
Fecha de Auditoría de Certificación:	<b>30 Octubre 2020</b>
Fecha de Inicio del ciclo de Certificación:	<b>2 Marzo 2021</b>

Sujeto a la continua y satisfactoria operación del Sistema de Gestión de la organización, este certificado vence el: **5 Enero 2023**

Certificado No.	<b>CO21.00729</b>	Versión: No. 1	Fecha de Revisión: <b>2 Marzo 2021</b>
Certificado Previo No.	<b>NA</b>		

  
**Carolina Prieto Carranza**  
 Gerente Técnico.



  
ISO/IEC 17021-1:2015  
10-C5G-007

Dirección del Organismo de Certificación: BVQI Colombia Ltda. Carrera 16 No 97-40 Torre 1 Oficina 401 Bogotá – Colombia

Cualquier aclaración adicional relativa al alcance de este certificado y a la aplicabilidad de los requerimientos del Sistema de Gestión, puede obtenerse consultando a la organización.

Para comprobar la validez de este certificado por favor verificar en la página web [www.bureauveritascertification.com/cv](http://www.bureauveritascertification.com/cv)



Página 1 de 2

Rev. 2.8, 30 Diciembre 2020

Fuente: (Mota Engil Perú, 2022)





**Anexo 7**

*Certificado de la ISO 14001:2015*



**MOTA ENGIIL PERÚ S.A.**  
Entidad Contratante: Av. Javier Prado Este 444 – San Isidro  
Lima, Perú.

Este es un certificado Multi-Sitio, el/los sitio(s) adicional(es) se lista(n) en la(s) siguiente(s) página(s)

BVQI Colombia Ltda. Certifica que el Sistema de Gestión de la organización ha sido auditado y se ha encontrado conforme con los requerimientos de las normas de Sistema de Gestión que se detallan a continuación.

---

**ISO 14001:2015**  
*Alcance de la Certificación*

---

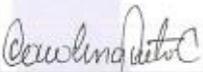
**SERVICIOS DE PROCURA Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA EN LOS SECTORES: MINERÍA, GAS Y PETRÓLEO, ENERGÍA, PUERTOS, VIAL (FERROVIAS Y CARRETERAS), EDIFICACIONES Y AGRÍCOLA.**

**SERVICES OF PROCUREMENT AND CONSTRUCTION OF ENGINEERING PROJECTS IN THE SECTORS: MINING, GAS AND OIL, ENERGY, PORTS, ROAD (RAILWAYS AND ROADS), BUILDINGS AND AGRICULTURE.**

Fecha Original de Inicio de la Certificación:	<b>24 Marzo 2017</b>
Fecha de Vencimiento del Ciclo Previo:	<b>5 Enero 2020</b>
Fecha de Auditoría de Recertificación:	<b>30 Septiembre 2019</b>
Fecha de Inicio del ciclo de Certificación:	<b>16 Enero 2020</b>

Sujeto a la continua y satisfactoria operación del Sistema de Gestión de la organización, este certificado vence el: **5 Enero 2023**

**Certificado No. CO20.00146    Versión: No. 1    Fecha de Revisión: 16 Enero 2020**

  
**Carolina Prieto Carranza**  
 Gerente Técnico.



  
150/12C 17021-1:2015  
10-CSG-007

Dirección del Organismo de Certificación: BVQI Colombia Ltda. Calle 72 No 7-82 Piso 3  
Edificio Acciones & Valores Bogotá D.C. Colombia.

Cualquier adición adicional relativa al alcance de este certificado y a la aplicabilidad de los requerimientos del Sistema de Gestión, puede obtenerse consultando a la organización.

Para comprobar la validez de este certificado por favor llamar al +57 (1) 3128191

Página 1 de 2
Rev. 2.5, 08 Marzo 2018

Fuente: (Mota Engil Perú, 2022)





**Anexo 8**

*Certificado Antisoborno por AENOR*



**Certificado de Sistema de Gestión  
Antisoborno**



**ASO-2019/0032**

AENOR certifica que la organización

**MOTA-ENGIL PERU S.A.**

dispone de un Sistema de Gestión Antisoborno conforme con la norma ISO 37001:2016

para las actividades: **Gestión de controles necesarios para prevenir los riesgos de soborno en la actividades de: Procura y construcción de proyectos de ingeniería en los sectores: minería, gas y petróleo, energía, puertos, vial (ferrovías y carreteras), edificaciones y agrícola.**

que se realizan en: **AVENIDA JAVIER PRADO ESTE, 444 EDIFICIO TORRE PRADO PISOS 22 Y 23. - SAN ISIDRO (LIMA - Perú)  
AVENIDA NICOLÁS AYLLÓN, 2634. - ATE (LIMA - Perú)**

Fecha de primera emisión: **2019-12-18**  
Fecha de última emisión: **2022-03-10**  
Fecha de expiración: **2022-12-18**

Rafael GARCÍA MEIRO  
Director General

**AENOR INTERNACIONAL S.A.U.**  
Génova, 6. 28004 Madrid. España  
Tel. 91 432 60 00 - [www.aenor.com](http://www.aenor.com)

**SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO**  
Acreditación N° SAE CIGRAS 19-091  
CERTIFICACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN ANTISOBORNO



AENOR Perú Edificio Abaco. Av. Coronel Andrés Reyes 420, Piso 5- San Isidro - Lima - [www.aenorperu.com](http://www.aenorperu.com)

Fuente: (Mota Engil Perú, 2022)

