

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**



Evaluación de la calidad del material de la cantera Belén – Buenos Aires, sectores 3 y 4, para la explotación de agregados y su uso en el Proyecto de Culminación Del Mejoramiento De La Carretera Rodríguez De Mendoza –Empalme Ruta PE-5N Tramo Selva Alegre –Empalme Ruta PE-5N (La Calzada), Soritor 2023

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR  
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTORA**

María Elena Pisco Medina

**ASESOR**

Manuel Ismael Laurencio Luna

Rioja, Perú

2023

**METADATOS COMPLEMENTARIOS****Datos del autor**

Nombres	MARIA ELENA
Apellidos	PISCO MEDINA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	73688226
Número de Orcid (opcional)	

**Datos del asesor**

Nombres	MANUEL ISMAEL
Apellidos	LAURENCIO LUNA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	42362708
Número de Orcid (obligatorio)	0000-0002-5992-0202

**Datos del Jurado****Datos del presidente del jurado**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

**Datos del segundo miembro**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

**Datos del tercer miembro**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

**Datos de la obra**

Materia*	Agregados, cantera, explotación, ensayos
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado: <a href="#">enlace</a>	<a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.05">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.05</a>
Idioma (Normal ISO 639-3)	SPA - español
Tipo de trabajo de investigación	Trabajo de Suficiencia Profesional
País de publicación	PE - PERÚ
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	Ingeniero Civil
Grado académico o título profesional	Título Profesional
Nombre del programa	Ingeniería Civil
Código del programa Consultar el listado: <a href="#">enlace</a>	732016

\*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ACTA N° 014-2023-UCSS-FI/TPICIV**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

Los Olivos, 25 de mayo de 2023

Siendo el día miércoles 17 de mayo de 2023, en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, se realizó la evaluación y calificación del siguiente informe de Trabajo de Suficiencia Profesional.

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL MATERIAL DE LA CANTERA BELÉN – BUENOS AIRES, SECTORES 3 Y 4, PARA LA EXPLOTACIÓN DE AGREGADOS Y SU USO EN EL PROYECTO DE CULMINACIÓN DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA RODRÍGUEZ DE MENDOZA –EMPALME RUTA PE-5N TRAMO SELVA ALEGRE –EMPALME RUTA PE-5N (LA CALZADA), SORITOR 2023”**

Presentado por la bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil de la Filial Rioja: Nueva Cajamarca:

**PISCO MEDINA, MARIA ELENA**

Ante la comisión evaluadora de especialistas conformado por:

Ing. LABAN VARGAS, JOSE LUIS

Ing. CANTA HONORES, JORGE LUIS

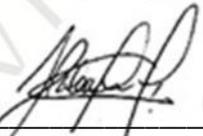
Luego de haber realizado las evaluaciones y calificaciones correspondientes la comisión lo declara:

**APROBADO**

En mérito al resultado obtenido se expide la presente acta con la finalidad que el Consejo de Facultad considere se le otorgue a la Bachiller PISCO MEDINA, MARIA ELENA el Título Profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

En señal de conformidad firmamos,



LABAN VARGAS, JOSE LUIS  
Evaluador especialista 1



CANTA HONORES, JORGE LUIS  
Evaluador especialista 2

**Anexo 2****CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE TESIS / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO**

Los Olivos, 14 de agosto de 2023

Señor

Marco Antonio Coral Ygnacio

**Presidente de la Comisión Ejecutora del Programa de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional**

Facultad de Ingeniería

Universidad Católica Sedes Sapientiae

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, bajo mi asesoría, con título: **“Evaluación de la calidad del material de la cantera Belén - Buenos Aires, sectores 3 y 4, para la explotación de agregados y su uso en el Proyecto de Culminación Del Mejoramiento De La Carretera Rodríguez De Mendoza -Empalme Ruta PE-5N Tramo Selva Alegre -Empalme Ruta PE-5N (La Calzada), Soritor 2023”**, presentado por PISCO MEDINA, MARIA ELENA con código 2013102158 y DNI 73688226 para optar el título profesional de Ingeniero Civil, ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser publicado.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 10%**. \* Por tanto, en mi condición de asesor, firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Manuel Ismael Laurencio Luna', is positioned above a horizontal line.

Manuel Ismael Laurencio Luna

**Docente Revisor**

DNI N° 42362708

ORCID: 0000-0002-5992-0202

Facultad de Ingeniería - UCSS

\* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

## RESUMEN

En esta presente investigación se plantea determinar la calidad de los agregados de la Cantera Belén – Buenos Aires, sectores 3 y 4, y si cumplen con los parámetros de la Norma Técnica Peruana (NTP) para el uso en la ejecución del Proyecto de Culminación del Mejoramiento de la Carretera Rodríguez de Mendoza –Empalme Ruta PE-5N Tramo Selva Alegre –Empalme Ruta PE-5N (La Calzada). Corresponde al diseño correlacional con enfoque no experimental del tipo cuantitativo, así como técnicas de análisis documental y redacción propia. Mediante calicatas realizadas se obtuvo muestras para ser procesadas en el laboratorio de suelos. Se definió según AASHTO es A1-a (0) refiriendo como un suelo bueno y respecto a la clasificación SUCS se determinó como una grava bien gradada. Los resultados de los ensayos muestran que el 7.7% de contenido de humedad, 0.62 de absorción, 12,7 el porcentaje pasa por la malla No. 200, el 23,9% de abrasión y un CBR cumple el 100% de resistencia, según la NTP. Concluyendo que el material de la cantera Belén es óptimo y que sus resultados están dentro de los parámetros de la NTP establecida para ser utilizado en las distintas partidas del expediente técnico del proyecto.

***Palabras claves:*** Agregados, cantera, explotación, ensayos.

## ABSTRACT

In this present investigation, it is planned to determine the quality of the aggregates of the Belén Quarry - Buenos Aires, sectors 3 and 4, and if they comply with the parameters of the Peruvian technical standard (NTP) for use in the execution of the Completion Project of the Improvement of the Rodríguez De Mendoza Highway – PE-5N Route Junction Selva Alegre Section – PE-5N Route Junction (La Calzada). Corresponds to the correlational design; with a non-experimental approach; of a quantitative type; includes documentary analysis techniques and own writing. Through test pits, samples were obtained to be processed in the soil laboratory. According to AASHTO, it was defined as A1-a (0), referring to a good soil and regarding the SUCS classification, it was determined as a well-graded gravel. On the other hand, the results of the trials were obtained: 7.7% moisture content; 0.62 absorption; 12.7 the percentage that passes through mesh No. 200; 23.9% abrasion and a CBR that meets 100% resistance, according to this in the NTP. Concluding that the material from the Belén quarry is optimal and that its results are within the parameters of the established technical standard, to be used in the different items of the project's technical file.

**Keywords:** Aggregates, quarry, exploitation, tests.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	ii
ABSTRACT.....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	ix
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. TRAYECTORIA DEL AUTOR .....	3
2.1. Descripción de la Empresa/Institución.....	3
2.2. Organigrama de la Empresa .....	4
2.3. Áreas y Funciones Desempeñadas .....	5
2.4. Experiencia Profesional Realizada en la Organización.....	6
3. PROBLEMÁTICA.....	7
3.1. Planteamiento del Problema.....	7
3.2. Determinación Del Problema .....	8
3.3. Justificación.....	9
3.4. Alcances Y Limitaciones .....	10
4. MARCO TEÓRICO .....	12
4.1. Antecedentes Bibliográficos .....	12
4.2. Bases Teóricas.....	14
4.3. Definición De Términos Básicos .....	21

5.	PROPUESTA DE SOLUCIÓN .....	24
5.1.	Metodología De La Solución .....	24
5.2.	Desarrollo de la Solución .....	24
5.3.	Factibilidad Técnica – Operativa .....	47
5.4.	Cuadro De Inversión .....	49
6.	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	50
6.1.	Análisis Costos – Beneficio .....	50
7.	APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA / INSTITUCIÓN .....	54
8.	CONCLUSIONES .....	55
9.	RECOMENDACIONES .....	57
10.	REFERENCIAS .....	58
11.	ANEXOS.....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de Inversión.....	49
Tabla 2. Costos de Servicios.....	50
Tabla 3. Costos de Materiales de Oficina.....	50
Tabla 4. Costos de los Ensayos.....	51
Tabla 5. Resumen de los Costos del Proyecto.....	62
Tabla 6. Matriz de Operacionalización de la Variable 1: Calidad de Material.....	62
Tabla 7. Matriz de Operacionalización de la Variable 2: Explotación de Agregado.s.....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Áreas y Funciones de la Empresa “Consortio Supervisor Alegre la Calzada”... 5	5
Figura 2. Diagrama De La Cantera Belén Sector 3 y 4 .....	26
Figura 3. Plano de Ubicación Cantera Belén – Sector N°3 y 4. ....	27
Figura 4. Ubicación Planta y Perfil Sector N°3 - Cantera Belén. ....	28
Figura 5. Secciones Transversales Sector N°3 Km 00+000 Al Km 00+220 Cantera Belén. .....	29
Figura 6. Secciones Transversales Sector N°3 Km 00+240 Al Km 00+460 Cantera Belén. .....	30
Figura 7. Secciones Transversales Km 00+480 Al Km 00+500 Cantera Belén – Sector N°3. .....	31
Figura 8. Ensayo de Análisis Granulométrico. ....	33
Figura 9. Ensayo Contenido de Humedad .....	34
Figura 10. Ensayo De Índice de Plasticidad. ....	35
Figura 11. Ensayo de Absorción y Gravedad Específica.....	36
Figura 12. Ensayo de Absorción y Peso Específico .....	37
Figura 13. Ensayo de Material Que Pasa Por el Tamiz N°200.....	38
Figura 14. Ensayo de Partículas Con Una Cara Fracturada.....	39
Figura 15. Ensayo de Partículas Chatas y Alargadas.....	40
Figura 16. Ensayo en Terrones y Partículas Desmenuzables .....	41
Figura 17. Clasificación Unificada de Suelos.....	42
Figura 18. Clasificación AASHTO.....	43
Figura 19. Registros de Estratigráficos Sector N° 3 .....	44

Figura 20. Registros de Estratigráficos Sector N° 4 .....	45
Figura 21. Ensayo de Partículas Con Una Cara Fracturada.....	46
Figura 22. Equipo de CBR.....	47
Figura 23. Visita a la Cantera Belén – Buenos Aires. ....	63
Figura 24. Inspección Ocular de acopio y toma de muestras de agregados extraídos de la Cantera Belén. ....	64
Figura 25. Ensayo de Plasticidad en Laboratorio de la Supervisión.....	65
Figura 26. Calicata N°1 – Sector 03 .....	66
Figura 27. Ensayo de Análisis Granulométrico. ....	67
Figura 28. Ensayos: - Partículas Chatas y Alargadas en Agregados .....	68
Figura 29. Ensayo Estándar para Determinar el Porcentaje de Partículas Fracturadas. ...	68
Figura 30. Ensayo Estándar para Determinar el Porcentaje de Partículas Fracturadas. ...	70
Figura 31. Ensayo de Partículas Desmenuzables.....	71
Figura 32. Ensayo de Abrasión Los Ángeles.....	72
Figura 33. Ensayo de Partículas Livianas en los Agregados. ....	73

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Porcentaje Retenido .....	32
Ecuación 2. Porcentaje Retenido Acumulado.....	32
Ecuación 3. Porcentaje Que Pasa.....	32
Ecuación 4. Porcentaje de Humedad .....	34
Ecuación 5. Índice de Plasticidad .....	34
Ecuación 6. Límite Plástico .....	35
Ecuación 7. Gravedad Específica .....	36
Ecuación 8. % Materia que pasa por la Malla #200 .....	37
Ecuación 9. Porcentaje de Caras Fracturadas .....	38
Ecuación 10. Porcentaje de Partículas Chatas y Alargadas .....	40
Ecuación 11. Porcentaje de Terrones de Arcilla.....	41
Ecuación 12. Humedad de Compactación .....	47
Ecuación 13. Expansión.....	47

## 1. INTRODUCCIÓN

En el Perú existe deficiencia en la calidad de los agregados, lo cual puede traer consecuencias en la construcción de los distintos proyectos, ya que los constructores adquieren los materiales y lo utilizan sin conocer sus propiedades.

En la Región San Martín no hay información correcta respecto a los agregados extraídos de las canteras, haciendo uso de las mismas sin tener en cuenta su calidad, ya que es de mucha primordial para determinar el buen funcionamiento de cualquier tipo de obra.

Hoy en día existe desconocimiento sobre los agregados y su importancia de nuestras canteras en el Distrito de Soritor; muchas veces utilizamos el agregado sin conocer su evaluación física y mecánica las que son importantes para determinar su función en los distintos proyectos, es por ello que me llevó a realizar la presente investigación: Evaluación de la calidad del material de la cantera Belén – Buenos Aires, sectores 3 y 4, para la explotación de agregados y su uso en el proyecto de culminación de obra en el distrito de Soritor.

Mediante esta investigación, con resultados de los ensayos procesados, se podrá conocer si los agregados extraídos de la cantera Belén – Buenos Aires según rige la norma técnica peruana son aptos para la explotación de agregados y su uso de acuerdo a las partidas a ejecutar correspondientes al expediente del proyecto.

La cantera Belén – Buenos Aires utilizada para la extracción material granular se ubica a tres kilómetros del centro Poblado San Marcos, Distrito Soritor. En la zona no existe canteras que cumplan con la calidad requerida para el proyecto según los estudios realizados anteriormente.

Teniendo como finalidad la evaluación del material mediante las pruebas para determinar la calidad de material y si está dentro de los parámetros establecidos de acuerdo al manual del MTC y del NTP. Luego de determinar la evaluación se podrá dar uso en las distintas partidas y así lograr culminar con la ejecución del proyecto.

El interés de estudio es la evaluación de la calidad de los agregados para utilizar en el Proyecto de Culminación Del Mejoramiento De La Carretera Rodríguez De Mendoza –Empalme Ruta PE-5N Tramo Selva Alegre –Empalme Ruta PE-5N (La Calzada) en las siguientes partidas: mejoramientos de suelos, terraplenes, afirmado, agregados para rellenos, sub base y base granular, agregados para tratamiento bituminosos, agregados para mezclas asfálticas y agregados para mezcla de concreto, es importante determinar si los agregados son aptos para el tipo de obra a emplear, de tal modo se requiere determinar sus características físicas y mecánicas mediante la realización de ensayos correspondientes de laboratorio. (MTC, 2014)

Sin embargo, hoy en día los métodos y condiciones que se utiliza para explotar una cantera puede generar a futuro un mayor impacto ambiental, siendo importante que las autoridades pertinentes de la zona de extracción otorguen autorizaciones correspondientes para explorar el material de la cantera, el cual debe ser un proceso beneficioso a las futuras generaciones disminuyendo el costo medio ambiental.

## **2. TRAYECTORIA DEL AUTOR**

### **2.1. Descripción de la Empresa/Institución**

La empresa donde actualmente donde me encuentro laborando es el Consorcio Supervisor Alegre La Calzada, (Integrado Por Pyunghwa Engineering Consultants LTD Sucursal Del Peru y Geotecnia y Mecánica de Suelos S.A.C), RUC 20608557394.

En el contrato N°001-2022-MTC/20.2 derivado del Concurso público N°36-2021-MTC/20 para la SUPERVISION en el Proyecto vial que se viene ejecutando en el distrito de Soritor.

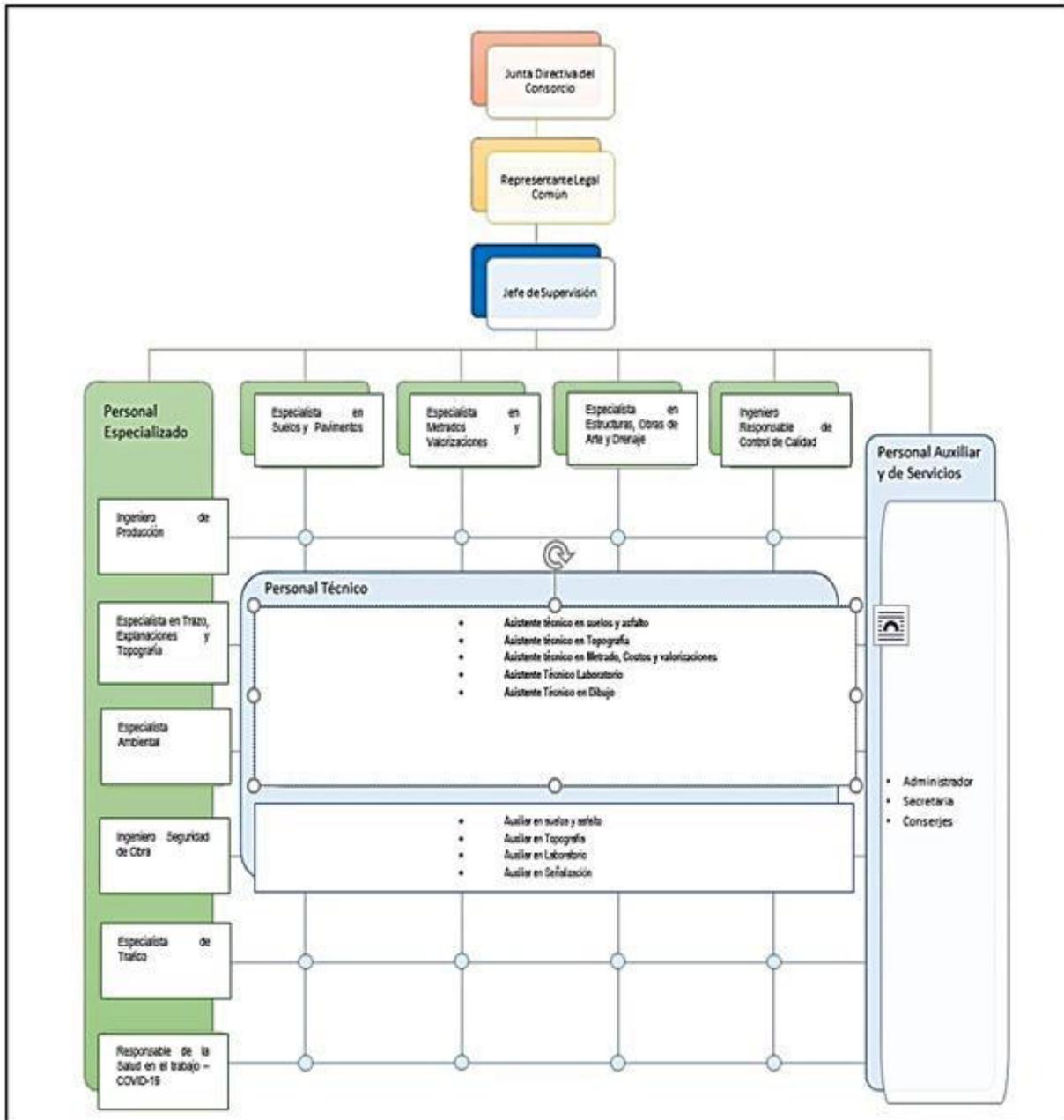
**MISIÓN:** Trabajamos de manera conjunta para hacer tus sueños realidad. Contribuir con el desarrollo de nuestro País trabajando cada día para brindar el mejor servicio a cada cliente porque su bienestar es el nuestro.

**VISIÓN:** Ser una empresa que lidera en los servicios de construcción, brindar servicio de calidad con el cumplimiento de las normas de seguridad. Contamos con profesionales capacitados para las distintas áreas y así lograr con el cumplimiento de las metas.

## 2.2. Organigrama de la Empresa

**Figura 1**

Organigrama Empresa “Consortio Supervisor Alegre la Calzada”

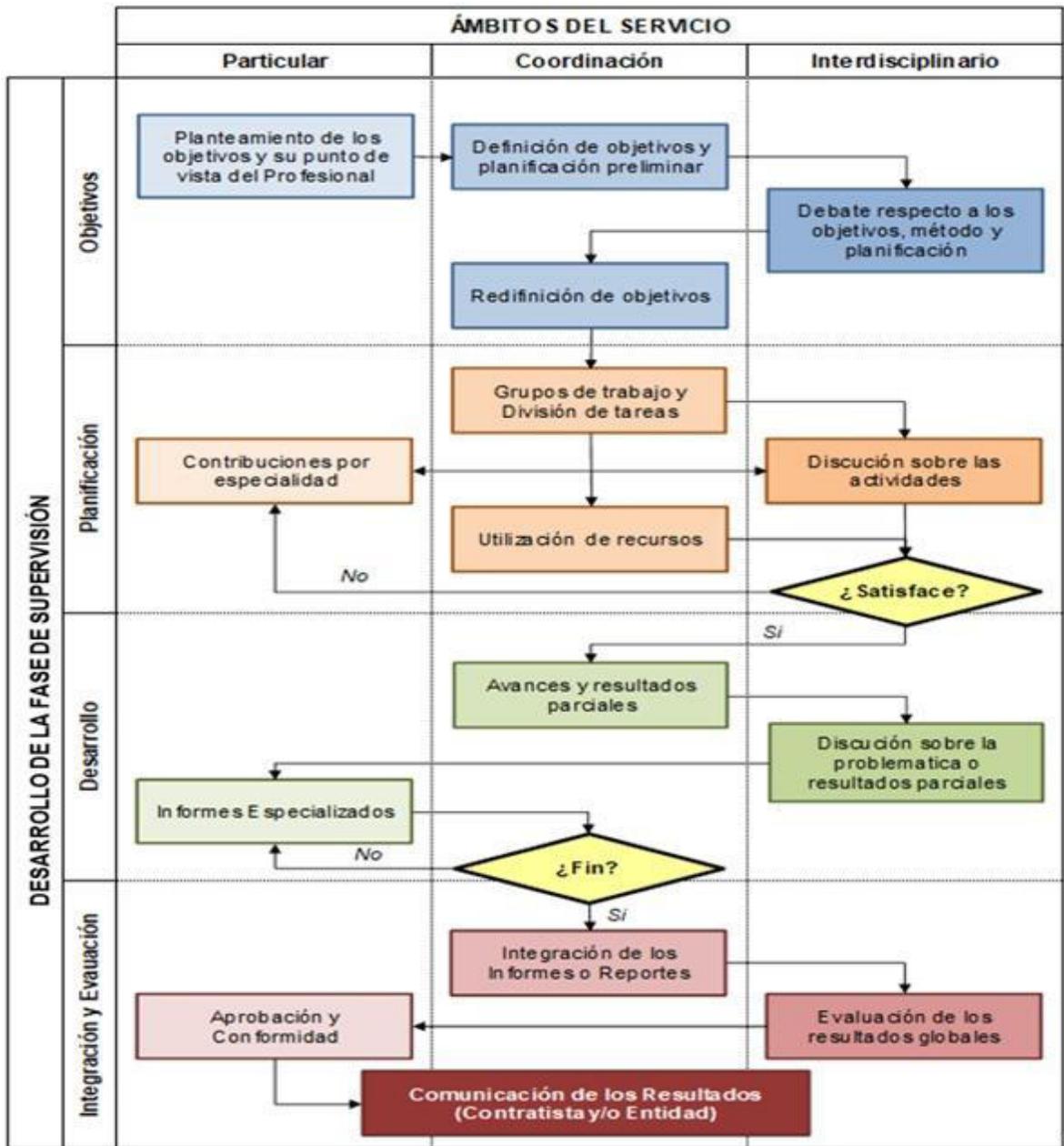


Nota. Planta de la Supervisión

### 2.3. Áreas y Funciones Desempeñadas

Figura 2

Áreas y Funciones de la Empresa “Consortio Supervisor Alegre la Calzada”



Nota. Planta de la Supervisión

## **2.4. Experiencia Profesional Realizada en la Organización**

Actualmente, labora como ASISTENTE DEL ESPECIALISTA DE CONTROL DE CALIDAD de la empresa a cargo de la Supervisión del Proyecto Soritor – Nueva Esperanza, oficinas en el Distrito de Soritor. El tramo faltante correspondiente al 10+000 km al 20+000 km Soritor Selva Alegre.

La experiencia profesional es enriquecer de conocimientos amplios sobre la calidad de los agregados que contienen la cantera donde se extrae el material para el uso en la ejecución del Proyecto como indica las partidas argumentadas en el expediente técnico.

Como Asistente de la Especialista de Control de Calidad, se supervisa las actividades de campo y ensayos realizados por la contratista. Los ensayos que se realizan en laboratorio de la supervisión verifica si están de acuerdo con NTP y si cumplen con las especificaciones técnicas del proyecto:

- Granulometría
- CBR
- Peso específico
- Absorción
- Abrasión
- Chatas alargadas
- Caras fracturadas
- Humedad natural

### **3. PROBLEMÁTICA**

#### **3.1. Planteamiento del Problema**

La zona no cuenta con canteras que cumplen con la calidad requerida de acuerdo a las normas técnicas para la explotación de agregados y poder dar uso a sus agregados tal como indica el expediente técnico del proyecto.

Del mismo modo, a nivel mundial, el poco conocimiento de la calidad de los agregados las que son importantes para determinar el comportamiento de cada obra de carretera. Asimismo, Aguinaga & Narro (2017) indica que, evaluar las canteras, determinar sus propiedades físicas y mecánicas para asegurar una mejor durabilidad del proyecto.

Por otra parte, según Yauri & Cruz (2020) considera que, determinar las propiedades físicas y mecánicas de una cantera y compara con las normas técnicas para un buen uso.

Por consiguiente, en el Perú, ante el uso de agregados con deficiente calidad generando consecuencias a medida que pase el tiempo en cada proyecto; el conocimiento de cada material a utilizar permitirá garantizar la ejecución de una mejor obra.

Para definir la calidad del material de la cantera Belén, ya que los agregados cumplen una función significativa en la duración y sobre todo en economía de las distintas obras. De tal modo se procesa los ensayos de acuerdo a los requerimientos y mediante una comparación determinar si son aptos para ser utilizados.

En el distrito de Soritor se está realizando la culminación del proyecto desde Soritor a Nueva Esperanza, con esta presente investigación se evaluará la calidad del material extraído de la Cantera Belén – Buenos Aires para la extracción y dar uso en las distintas partidas correspondientes al proyecto tales como: mejoramientos de suelos, terraplenes, afirmado, agregados para rellenos, sub base y base granular, agregados para tratamiento bituminosos, agregados para mezclas asfálticas y agregados para mezcla de concreto. (MTC, 2014)

### **3.2. Determinación Del Problema**

#### **- Problema Principal**

¿La calidad de los agregados de la Cantera Belén – ¿Buenos Aires, sectores 3 y 4 cumplen con los parámetros de la norma técnica peruana (NTP) para el uso en la ejecución del Proyecto de Culminación Del Mejoramiento De La Carretera Rodríguez De Mendoza –Empalme Ruta PE-5N Tramo Selva Alegre –Empalme Ruta PE-5N (La Calzada)?

#### **- Problemas Secundarios**

¿Cuáles son las propiedades físicas de los agregados de la Cantera Belén – Buenos Aires, sectores 3 y 4 para el uso en la ejecución del Proyecto de Culminación Del Mejoramiento De La Carretera Rodríguez De Mendoza –Empalme Ruta PE-5N Tramo Selva Alegre –Empalme Ruta PE-5N (La Calzada)?

¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los agregados de la Cantera Belén – Buenos Aires, sectores 3 y 4 para el uso en la ejecución del Proyecto de Culminación Del Mejoramiento De La Carretera Rodríguez De Mendoza –Empalme Ruta PE-5N Tramo Selva Alegre –Empalme Ruta PE-5N (La Calzada)?

¿Las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de la Cantera Belén – Buenos Aires, sectores 3 y 4 cumplen según la norma técnica peruana (NTP) establecida para el uso en la ejecución del Proyecto de Culminación Del Mejoramiento De La Carretera Rodríguez De Mendoza –Empalme Ruta PE-5N Tramo Selva Alegre –Empalme Ruta PE-5N (La Calzada)?

- Objetivo General

Determinar la calidad de los agregados de la Cantera Belén – Buenos Aires, sectores 3 y 4, y si cumplen con los parámetros de la norma técnica peruana (NTP) para el uso en la ejecución del Proyecto de Culminación Del Mejoramiento De La Carretera Rodríguez De Mendoza –Empalme Ruta PE-5N Tramo Selva Alegre –Empalme Ruta PE-5N (La Calzada).

- Objetivos Específicos

Determinar el análisis de las propiedades físicas de los agregados de la Cantera Belén – Buenos Aires, sectores 3 y 4 para el uso en la ejecución del Proyecto de Culminación de la Carretera Soritor a Selva alegre.

Determinar el análisis de las propiedades mecánicas de los agregados de Cantera Belén – Buenos Aires, sectores 3 y 4 para el uso en la ejecución del Proyecto de Culminación Del Mejoramiento De La Carretera Rodríguez De Mendoza –Empalme Ruta PE-5N Tramo Selva Alegre –Empalme Ruta PE-5N (La Calzada).

Determinar si las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de Cantera Belén – Buenos Aires, sectores 3 y 4 cumplen según la norma técnica peruana (NTP) establecida para el uso en la ejecución del Proyecto de Culminación Del Mejoramiento De La Carretera Rodríguez De Mendoza –Empalme Ruta PE-5N Tramo Selva Alegre –Empalme Ruta PE-5N (La Calzada).

### **3.3. Justificación**

Este proyecto de investigación plantea determinar características del material de la Cantera Belén - Buenos Aires y su cumplimiento con las normas técnicas establecidas, para acrecentar funcionalidad y para la explotación de agregados y su uso en la ejecución del Proyecto de Culminación del Mejoramiento de La Carretera Rodríguez De Mendoza –Empalme Ruta PE-5N

Tramo Selva Alegre –Empalme Ruta PE-5N (La Calzada) y así reducir gastos económicos en el mantenimiento de las mismas.

Por ello es relevante mencionar que en la zona no existe canteras que cumplan con la calidad requerida para el proyecto según los estudios realizados anteriormente y según opinión de especialistas en control de calidad y suelos y pavimentos.

Se realizará un trabajo minucioso en campo para la obtención de datos y uso de metodologías propias para procesar los ensayos en laboratorio; lo cual será de mucha utilidad para otras investigaciones de similar o igual problemática.

El estudio tiene relevancia social porque con la Culminación De La Obra: Soritor – Selva Alegre se beneficiará a los pueblos aledaños, facilitando la transitabilidad de los vehículos y será más rápido el traslado de sus productos y sobre todo mayor duración del proyecto.

De la misma forma para determinar la calidad de los agregados teniendo en cuenta el cumplimiento de los parámetros de la norma técnica establecida.

### **3.4. Alcances y Limitaciones**

Esta investigación es de tipo cuantitativo, comprende un estudio aplicado de técnicas de análisis documental, redacción propia y uso de instrumentos de Microsoft Office Word y Excel para procesamiento de datos del proyecto. Hernández & Batista (2014) argumentan que el estudio del informe es aplicado ya que da a conocer los métodos y materiales a través del muestreo aleatorio simple.

El estudio de la presente investigación es diseño correlacional, según Hernández & Batista (2014) describen que, en el enfoque no experimental hay una relación de dos variables en un determinado momento.

En la zona no existe canteras que cumplen con la calidad requerida para el proyecto según los estudios realizados anteriormente. De tal forma con el estudio de los agregados se podrá determinar si la cantera Belén – Buenos Aires es apropiado para la explotación y para el uso en la ejecución del Proyecto Culminación De La Obra: Soritor – Selva Alegre.

Nuestro Distrito de Soritor se ubica en la selva donde el clima es variado y el periodo de lluvias puede ser una causa limitante para realizar los estudios de la cantera a cielo abierto y poder obtener las muestras necesarias para los respectivos ensayos.

Asimismo, para explotar la cantera Belén se requiere de procesos que pueden generar un mayor impacto Medio Ambiental más adelante, siendo importante que las autoridades pertinentes de la zona d extracción otorgue permisos para la explotación del material para evitar las futuras consecuencias y lograr un costo medio ambiental posible.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1. Antecedentes Bibliográficos

#### - Antecedentes Nacionales

Landeo, (2019) argumenta que, la evaluación del proceso de cambio de la granulometría del agregado grueso, obtenido de la cantera Yauli, como concreto premezclado. Las características analizadas de los agregados fueron granulometría, ensayo de abrasión, compresión, peso unitario según la norma de la ASTM. Se diseñó un concreto  $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$  de resistencia, tomando como objetivo el evaluar la cantera de estudio. Con la muestra de  $0.248 \text{ m}^3$ , se hicieron 24 ensayos para concreto en estado endurecidos, prueba slump y será de 4 ensayos por tipo de agregado y comparar los distintos resultados obtenidos para obtener de la muestra en diseño de mezcla; todo esto se demostró a través del muestreo no pro balístico en beneficio del investigador. Se concluye que las características de los agregados tienen influencia en gran porcentaje en la mezcla para utilizar en la calidad del concreto que se utiliza en la construcción de las diferentes obras en Huancavelica.

Yauri & Cruz (2020) citan que la evaluación de las propiedades mecánicas de la base granular de la cantera Yauri, agregando escoria de acero y determinado mediante el ensayo de CBR; conocer la importancia que tiene en la construcción de obras públicas y privadas en los distintos proyectos de la localidad. Teniendo en cuenta que la escoria de acero es muy utilizada como estabilizante y según estudios es potencialmente beneficioso como material granular. Se extrae el material y se procesa en laboratorio para determinar sus características según la norma establecida. Las muestras se agrupo equitativamente en 6 grupos, donde los resultados al agregar escoria fueron de 5%, 10% y 25% para la determinación final de los ensayos de CBR y proctor; se comparó con los parámetros de la norma y el manual de ensayos. Como resultado se determinó que las propiedades mecánicas tales como:  $2.028 \text{ g/cm}^3$  de máxima densidad seca y un CBR de 108.5 %. En conclusión, se indica que una cantera con escoria con buen estudios realizados y correcta aplicación de escoria y puede ser usado como agregado de obras públicas y privadas en los distintos proyectos viales

Ticlla (2021) en su investigación, analiza las propiedades geotécnicas del suelo de las canteras más importantes para el afirmado de carreteras en el distrito de Chota, con el objetivo de evaluar la calidad del material según los requerimientos técnicos. Esta investigación de tipo descriptiva simple. En inicios se realizó levantamiento topográfico y con las muestras obtenidas se procesó en laboratorio para determinar si la cantera es óptima para utilizar el agregado en afirmado; se hizo una combinación teórica por el método analítico para diseñar una sub base; todos los ensayos verificados según el MTC. Los resultados de la Cantera La torre, como también Chuica y del mismo modo Rejopamapa Alto 1 y Alto 2 pertenecen a la clasificación del grupo A-2, están dentro de las especificaciones para la gradación de afirmado; por otro lado, la cantera Pingobamaba su clasificación es en el grupo A-1, con ensayos de 22% de límite líquido, 4% de índice de plasticidad y son conforme a los parámetros técnicos. Se llegó a la conclusión que las canteras que cumplen con los parámetros de las normas técnicas establecidas para usar el material en afirmado son las canteras más importantes en el distrito.

#### - Antecedentes Internacionales

Buendía & Salgado (2020) plantean que, en la evaluación comparativa de las propiedades de los áridos de las minas San Francisco y San Roque utilizado en la fabricación de adoquines de hormigón de acuerdo a los parámetros de la norma INEN 3040. Mediante ensayos se determinó características físicas de los agregados, para después fabricar 174 adoquines de hormigón con la utilización de máquina vibro-compactación automática. Como resultado se verificó que el proceso de realización de los adoquines, para luego realizar el curado respectivo. De acuerdo a la norma INEN 3040 de edad 7, 14 y 28 días se ensayó y determinar un buen control de calidad; todo desarrollado en ambientes de la universidad. Se concluye según los estudios realizados nos permitió determinar la eficiencia de los agregados en la elaboración de hormigón para la fabricación de adoquines ya que cumplen con las normas establecidas.

Espinoza & Domenech (2016) definen en la evaluación de los materiales que provienen de las Canteras Pifo y Pomasqui – San Antonio de acuerdo los parámetros de la normativa ASTM, para utilizar los agregados en morteros. Se realizó calicatas para obtener las muestras, donde se

cuarteo según la norma ASTM – 75 y C-72 y ASTM C-33. Se extrajo porción pequeña de material para evaluarlas en el laboratorio, de acuerdo con la normativa obteniendo un límite de 1%, así mismo se determinó según las normas establecidas del 50% para el ensayo de desgaste por abrasión, por otro lado, los resultados que se encontró de la otra cantera pasan el límite máximo. Se obtuvo como resultado que el material de la primera planta sus valores son buenos, caso contrario en las demás plantas el material no cumplió diversos ensayos para uso en la construcción. Así mismo se verifico que la cantera Pifo tiene 50% para el desgaste por abrasión, mientras que los resultados que se obtuvo de la otra cantera pasan el límite máximo.

#### **4.2. Bases Teóricas**

Una cantera es un espacio que presenta muchas posibilidades para explotación de diversos minerales y recursos de rocas; lo cual dichos materiales seria de mucha utilidad en la construcción y mantenimiento de los distintos proyectos (MTC, 2014).

Existen los tipos según: tipo de explotación, que son las canteras a cielo abierto y subterráneas; tipo de material a explotar, corresponde a las canteras de materiales consolidados y canteras de materiales no consolidados; también están las canteras según su origen, donde están las canteras de formación rocosa y cantera de depósito de suelo; y por último según su uso, que están las canteras de relleno, canteras para afirmado y cantera para agregados (MTC, 2014).

El objetivo principal para realizar la evaluación de material de cantera es para determinar si los agregados son apropiados para utilizar en las diferentes partidas de un determinado proyecto a realizar (Manual de Carreteras, 2014).

El material de cantera definidos como “áridos” o “agregados”, dichos materiales pueden ser: rocas, grava o suelos que son extraídas de fuentes naturales donde es muy importante su estudio para hacer uso en cualquier tipo de obras viales (MTC, 2014).

Como Geotecnia es una rama de la ingeniería que investiga los materiales naturales, determinando las características geotécnicas físicas y mecánicas del suelo que son evaluadas mediante ensayos para definir su utilidad en cualquier tipo de obra (MTC, 2016).

Las características físicas del suelo son las que determinan su composición y estado en que se encuentra; para determinar dichas características se requiere de procesamiento de ensayos en laboratorio tales como:

- Granulometría. Conocido como análisis granulométrico que se refiere al procedimiento manual o mecánico de separar las partículas por tamaños utilizando las mallas de diferentes aberturas, donde de las partículas retenidas se calculan los porcentajes parciales y acumulados en cada malla, donde con los datos últimos se graficaría la curva granulométrica (MTC, 2016).

- Contenido de humedad ( $w$ ). Representada por el porcentaje del peso de agua en una determinada masa de suelo con respecto al porcentaje de peso de partículas sólidas (Braja, 2001).

- Límite líquido (LI). El proceso en laboratorio corresponde a 25 golpes en el instrumento de casa grande (Braja, 2001).

- Límite plástico (LP). Se refiere cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y tiende a quebrarse (Braja, 2001).

- Índice de plasticidad (IP). Es el cálculo de restar el resultado del ensayo de límite líquido menos el límite plástico (MTC, 2016).

- Peso específico. Es la relación entre el peso de un suelo y su volumen (MTC, 2016).

- Absorción. Ensayo para determinar las pérdidas de peso para muestra de lechada asfálticas al someterle al desgaste (MTC, 2016).

Clasificación de los suelos; las metodologías más utilizadas para clasificar los suelos son:

- Clasificación SUCSS (Clasificación Unificada de Suelos). Es un sistema de clasificación de suelos que permite determinar la plasticidad y el tamaño de las partículas de un suelo (MTC, 2016).
- Clasificación AASHTO (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes). En este sistema podemos clasificar a los suelos en 8 grupos principales de A-1 a A-8; en base a su distribución granulométrica, límite líquido e índice de plasticidad (MTC, 2016).

Las propiedades mecánicas son aquellas donde se determina la capacidad del suelo al aplicar una determinada; son procesadas mediante los siguientes ensayos de laboratorio:

- Abrasión los ángeles. Se determina la resistencia de los agregados a fragmentación, el equipo que se utiliza para este ensayo es la Máquina de Abrasión los Ángeles esta máquina viene con una unidad de control electrónico y un tambor de acero enchapado con un diámetro interno de 71 mm y longitud interna de 508 mm (MTC, 2016).
- Capacidad de Soporte CBR (California Bearing Ratio). Mediante este ensayo se evalúa la resistencia potencial del suelo ya compactado, consiste en compactar un terreno en moldes, sumergirlos en agua y aplicar un punzonamiento sobre la superficie mediante un pinzón normalizado (MTC, 2016).

Una cantera puede ser de piedra natural que se puede usar para explotación de canteras ya que se encuentra a cielo abierto; la actividad de extracción de mineral natural de los espacios que existe la posibilidad de extraer recursos de rocas y minerales diversos, dicha materia prima necesaria para todo tipo de construcción. Los métodos de explotación más utilizados de canteras son excavación, método utilizado cuando la cantera está formada por trozos de piedra pequeños o blandos. (Pambi, 2015)

Las canteras se pueden clasificar según su origen que son: canteras de formación de aluvión o también conocidas como canteras fluviales (MTC, 2014).

Según Pambi (2015) argumenta que, las canteras compuestas por rocas en la cual sus diferentes características varían de acuerdo a los elementos que lo conforman, pero que son de mucha importancia en el sector de la construcción de la mayoría de proyectos viales.

Según los tipos de canteras existen de acuerdo al tipo de explotación: que son exploración de canteras a cielo abierto y las canteras de corte y también existe el tipo de cantera según el tipo de material que se desea extraer: que son las canteras de materiales como rocas y la cantera de materiales no consolidados como suelos (MTC, 2014).

La exploración de canteras hoy en día es una de las actividades más importantes en el rubro de la construcción, pero depende mucho de la evaluación del material para determinar sus características físicas y mecánicas para mayor durabilidad (Aguinaga & Narro, 2017).

La explotación de canteras consiste en ubicar el lugar para la exploración, después se excava la calicata para obtener una muestra de agregado. Luego que el material del primer banco es desechado entonces la excavación del segundo será más beneficioso integralmente (Herrera, 2006).

Los tipos de muestreo son: pozos a cielo abierto o calicatas; consiste en excavaciones realizadas mediante medios mecánicos convencionales; con una profundidad de 2m, lo cual si existe agua puede dificultar la extracción de material, los terrenos de la cantera se excavan con medios mecánicos (Herrera, 2006).

Los materiales detríticos, como es las arenas y gravas de los ríos, son objeto de una explotación intensa debido son más utilizados en los proyectos de construcción (Herrera, 2006).

Según Ortiz (2004) define que, los agregados como un grupo de partículas de diferentes tamaños y características que pasan por un proceso y tienen que estar acorde a las normas técnicas para ser utilizadas en la construcción y mantenimiento de los distintos proyectos viales.

De acuerdo a Abad & Romero (2016) deduce que, los agregados se clasifican según el tamaño de partículas, desde las piedras grandes hasta las de mínimo tamaño:

Agregado Fino. Es el resultado de degradación natural de las rocas, su gradación es continua desde tamaños gruesos a finos y cumplen según las normas técnicas establecidas en el NTP (MTC, 2016).

Ortiz (2015) afirma que, el agregado fino como arena natural o la combinación de la arena natural y manufacturada. Al momento de obtener el agregado es importante la pureza libre otras sustancias.

Por otra parte, Ortiz (2015) señala que, mientras el agregado es más fino su tamaño el cual se define como módulo de finura.

La Norma ASTM C-33 (2018) cita que, la importancia del agregado fino en una mezcla porque proporciona resistencia a la adherencia, para logara una mayor manejabilidad de la mezcla.

Agregado Grueso. El agregado grueso es el material que se retiene en la malla (N°4) y cumple con los parámetros establecidos en la Norma NTP 400.037 (Melendez, 1996).

Asimismo, Melendez (1996) determina al material de agregado grueso compuesto por partículas limpias de perfil preferentemente angular, con características compactas, duras, resistentes y de textura rugosa.”

La Norma ASTM C-33 (2018) define al agregado grueso como la piedra triturada retenida, es uno de los componentes de agregados importantes para utilizar en la ejecución de los distintos proyectos de construcción y mantenimiento y así lograr una mejor calidad en el transcurrir de los años.

- Los ensayos para determinar la característica físicas y mecánicas son:

- Granulometría. Es el proceso de tamizado una determinada muestra de suelo, donde se conocerá el tamaño de cada partícula cuando pasa por los diferentes números de malla (MTC, 2016).
- Módulo de Fineza. Obtenida al sumar los porcentajes retenidos; el cual determina el índice de finura del agregado (MTC, 2016).
- Peso Específico. Es el cálculo en relación de su peso respecto al peso de un volumen absoluto (MTC, 2016).
- Peso Unitario. Consiste en determinar la densidad total como el resultado de dividir la masa de un agregado en estado seco (MTC, 2016).
- Porcentaje de Vacíos. Se mide con el peso unitario y la gravedad específica del material (MTC, 2016).
- Contenido de Humedad. Se realiza con la finalidad de conocer mejor las características del suelo (MTC, 2016).
- Absorción. Ensayo que define la disminución de peso de la muestra secada, donde se utiliza la maquina “Los Ángeles” (MTC, 2016).
- Resistencia a la compresión. Cuando un elemento soporta una carga determinada (MTC, 2016).

Teniendo como objeto evaluar la calidad del material de la cantera Belén de acuerdo a la norma técnica establecida y según el expediente técnico las partidas a ejecutar son:

Terraplén. Comprende la preparación de la superficie de asiento; capa que separa el terraplén artificial con el terreno natural. En el terraplén la subrasante tiene una elevación mayor

al terreno natural. El proceso para la ejecución de un terraplén está compuesto por suelos y fragmentos de roca material que se extrae de la cantera que abastece al proyecto.

**Relleno De Mejoramiento.** Es el proceso donde se da un tratamiento para mejorar sus características físicas o mecánicas del suelo y así tener como resultado un terreno estable, fuerte para soportar las diferentes cargas de cualquier proyecto a construir. Un relleno se realiza mediante mezcla de material seleccionado el cual sirve como refuerzo del mismo y así lograr una mejor densidad.

**Sub Base Granular.** Proceso de colocación y compactación de material triturado, arena y fino, que tienen que cumplir con los requisitos granulométricos establecidos. La finalidad de este proceso es disminuir la altura de la base; para garantizar duración y disminuir costo del pavimento.

**Base Granular.** Le conforma el agregado grueso; donde permitirá obtener alta resistencia a cualquier tipo de deformación y condiciones ambientales beneficiando a cualquier estructura de pavimentos.

**Mescla Asfáltica en Caliente (MAC).** Se aplica sobre la capa de base granular compactada y uniforme; lo conforma agregados como grava, arena y cemento asfáltico; los materiales tienen que estar dentro de los límites de tolerancia según marca las especificaciones técnicas una buena elaboración de la mezcla.

**Tratamiento Superficial Bicapa (TSB).** Es el riego de un ligante bituminoso más una capa de grava gruesa y luego una capa de grava fina para cubrir los espacios vacíos; la cual se denomina doble tratamiento superficial bicapa. Este tratamiento es importante para mantener en buen estado una carretera

**Agregados,** para ejecutar las distintas obras de arte tales como: cunetas, alcantarillas, puentes. Los agregados (arena, grava, piedra triturada), se procesarán en el laboratorio y deberán estar dentro de los parámetros de las normas técnicas establecidas para ser utilizadas y lograr una ejecución con los mejores acabados.

### 4.3. Definición de Términos Básicos

- Geotecnia: Es el estudio de los distintos agregados extraídos del suelo (Braja, 2001).
- Calicata: Una calicata es la excavación de un suelo para obtener las muestras necesarias y llevarlas a procesarlas en el laboratorio. Siempre tiende a variar la profundidad, pero no mayor a 4 m (MTC , 2018).
- Cantera: Se determina como deposito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras (MTC , 2018).
- Carretera: Vía de transporte; está compuesta por características geométricas regidas de normas técnicas del MTC. Una carretera permite conectar pueblos, ciudades lo cual conlleva al desarrollo de cada lugar (MTC , 2018).
- Agregado: Material natural obtenido de los suelos, son de diferentes tamaños y textura. La combinación de agregado es la arena natural y manufacturada. El agregado grueso es la piedra triturada con características duras y densas (MTC , 2018).
- Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado (E 107): Ensayo de análisis granulométrico determina los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices empleados en el ensayo, hasta el 74 mm (N°200) (MTC, 2016).
- Absorción de Agua: (E 205). Es el proceso que determina el peso específico seco. Ensayo para determinar las pérdidas de peso para muestra de lechada asfálticas al someterle al desgaste (MTC, 2016).
- Agregado de gradación fina: Material proveniente de la degradación natural o artificial. Agregados cuya gradación es continua desde tamaños gruesos hasta tamaños finos, y donde predominan estas últimas (MTC, 2016).

- Agregado de gradación gruesa: Agregado cuya gradación es continua desde tamaños gruesos hasta tamaños finos, y donde predominan los tamaños gruesos (MTC, 2016).
- Base granular. - Parte de la estructura del pavimento, constituida por una capa de material seleccionado que se coloca entre la sub base o sub rasante y la capa de rodadura. (MTC , 2018).
- CBR: Ensayo que evalúa la resistencia potencial del suelo (MTC , 2018).
- Equivalente de arena: Con este método se logra indicar bajo condiciones estándar, las proporciones relativas de suelos arcillosos o finos plásticos. (MTC , 2018). El termino equivalente de arena determina que la mayor parte de los suelos granulares y agregados finos son mezclas de partículas gruesas deseables, arena y generalmente arcillas o finos plásticos y polvo, indeseables (MTC, 2016).
- Granulometría: Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas (MTC E 204, 2000).
- Levantamiento Topográfico: Conjunto de operaciones de medidas efectuadas en el terreno para determinar los datos o elementos necesario y elaborar su presentación gráfica (MTC , 2018).
- Límite Líquido (LI): El proceso en laboratorio corresponde a 25 golpes en el instrumento de casa grande (MTC , 2018).
- Límite Plástico (LP): Se refiere al contenido de agua de un suelo entre el plástico y el semisólido (MTC , 2018).
- Mejoramiento: Es el proceso donde se da un tratamiento para mejorar sus características físicas o mecánicas del suelo y así tener como resultado un terreno estable, fuerte para soportar las diferentes cargas de cualquier proyecto a construir (MTC , 2018).

- Muestreo: Es el proceso de realizar calicatas para obtener las diferentes muestras y poder procesarlas en el laboratorio de mecánicas de suelos. Etapa inicial y fundamental para la correcta interpretación de los resultados de los ensayos de laboratorio. (MTC , 2018)
- Sub Base Granular: La finalidad de la conformación de la capa de sub base granular es disminuir el espesor de la base; para garantizar duración y disminuir costo del pavimento (MTC , 2018).
- Base Granular: Le conforma material grueso procesado compuestos por arena y material fino; donde se permitirá obtener alta resistencia a cualquier tipo de deformación y condiciones ambientales beneficiando a cualquier estructura de pavimentos (MTC, 2014).
- Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC): Se aplica sobre la capa de base granular compactada y uniforme; lo conforma agregados como grava, arena y cemento asfáltico; los materiales tienen que estar dentro de los límites de tolerancia según marca las especificaciones técnicas (MTC, 2016).
- Tratamiento Superficial Bicapa (TSB): Es el riego de un ligante bituminoso más una capa de grava gruesa y luego una capa de grava fina para cubrir los espacios vacíos; la cual se denomina doble tratamiento superficial bicapa (MTC, 2016).

## **5. PROPUESTA DE SOLUCIÓN**

### **5.1. Metodología de la Solución**

El método científico comprende la solución para evaluar las diferentes características del material, hacer una verificación y comparar lo especificado en la NTP y de acuerdo al proceso de ejecución del expediente técnico del proyecto correspondiente a Soritor – Selva Alegre.

Se recopiló antecedentes de la zona en la cantera Belén – Buenos Aires, con la finalidad de que, manera podría aportar esta cantera en la explotación de sus agregados. El material tiene que cumplir los requisitos y estar dentro de los parámetros establecidos por las normas.

Las técnicas de análisis documental de información anterior, utilización de equipos, maquinaria e instrumentos de Microsoft Office Word y Excel para procesar información.

Es importante después de la extracción de los materiales pasar por un proceso de evaluación y comparación con las normas técnicas establecidas y se procede a utilizar en las diferentes partidas que menciona el expediente técnico de cada proyecto.

Como partidas para uso principales tenemos: mejoramientos de suelos, terraplenes, afirmado, agregados para rellenos, sub base y base granular, agregados para tratamiento bituminosos, agregados para mezclas asfálticas y agregados para mezcla de concreto, es importante determinar si los agregados son aptos para el tipo de obra a emplear, de tal modo se requiere determinar sus características mediante la realización de ensayos correspondientes de laboratorio (MTC, 2014).

### **5.2. Desarrollo de la Solución**

En el distrito de Soritor hoy en día se está realizando la culminación de esta obra que quedo pendiente correspondiente entrada a Soritor, hasta el Caserío Nueva Esperanza. Evaluar la calidad del material para dar uso en las diferentes partidas correspondientes al expediente técnico del proyecto.

El trabajo realizado en campo después de ubicar la cantera Belén para su investigación y exploración de calicatas, luego se toma las muestras para ser procesadas en el laboratorio de suelos.

Se hizo una visita de toda el área de la cantera para verificar y seleccionar qué punto se elegiría para el correspondiente estudio. La ubicación geográfica de la Cantera Belén Buenos Aires es en el Distrito de Soritor, km 23+082 lado derecho acceso 4.2 km, caserío de Buenos Aires, Centro Poblado de San Marcos; margen derecha del Rio Tonchima.

La explotación de canteras proceso que se realiza a cielo abierto, se determina los puntos donde se va a perforar para empezar a utilizar los equipos y maquinas respectivas. Se extrae una determinada muestra para seguir con la siguiente calicata. (Buendía & Salgado, 2020). Los tipos de muestreo son: pozos a cielo abierto o calicatas; consiste en perforación de suelo; la dimensión de excavación no puede ser mayor a 4 m, los terrenos de la cantera se excavaron con medios mecánicos y maquinaria que facilite la exploración.

## Figura 1

Diagrama de la Cantera Belén Sector 3 y 4

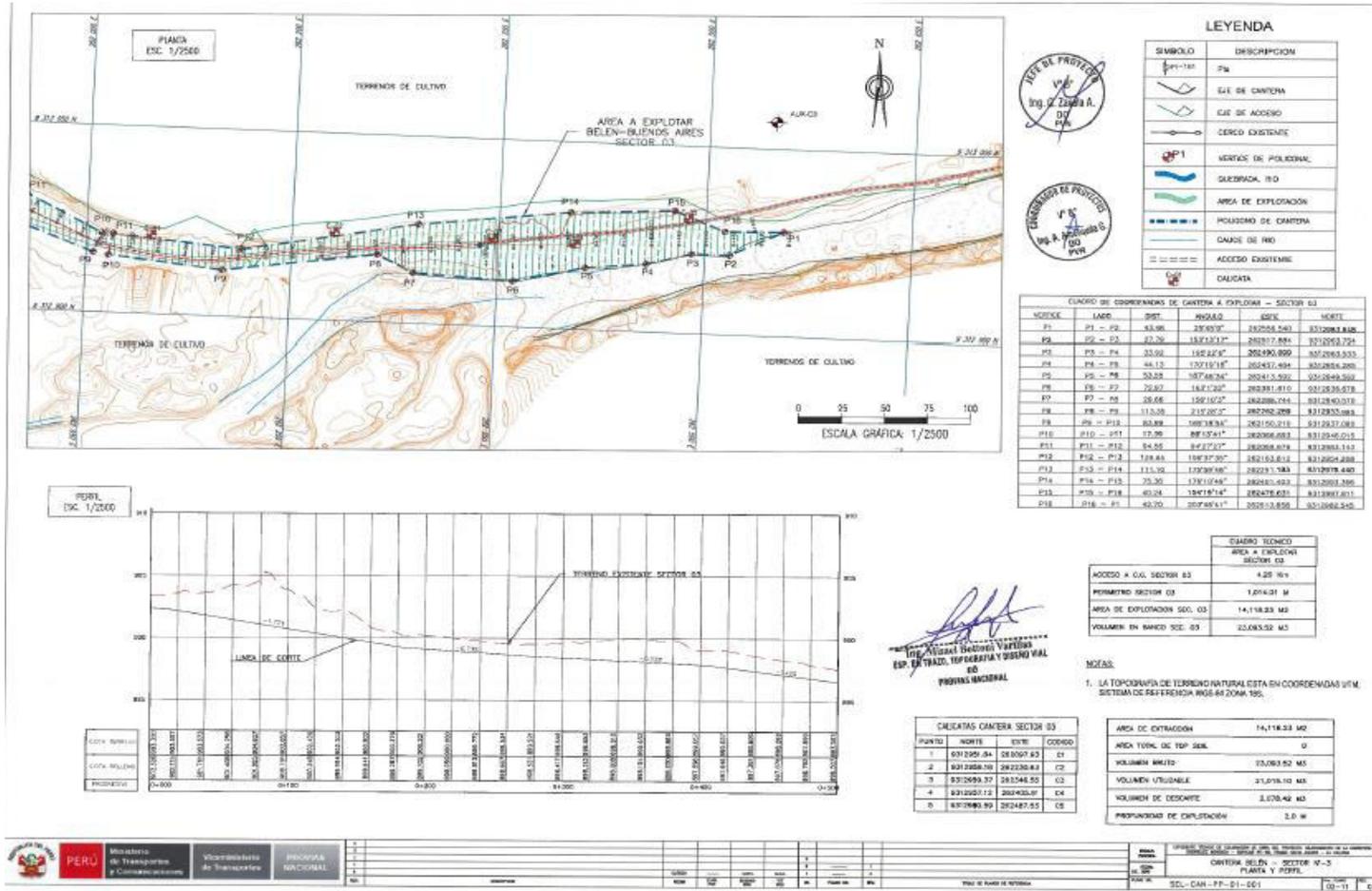


*Nota.* Expediente Técnico de Culminación de la Obra del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Rodríguez de Mendoza – Empalme PE-5N, Tramo: Selva Alegre – La Calzada.



**Figura 3**

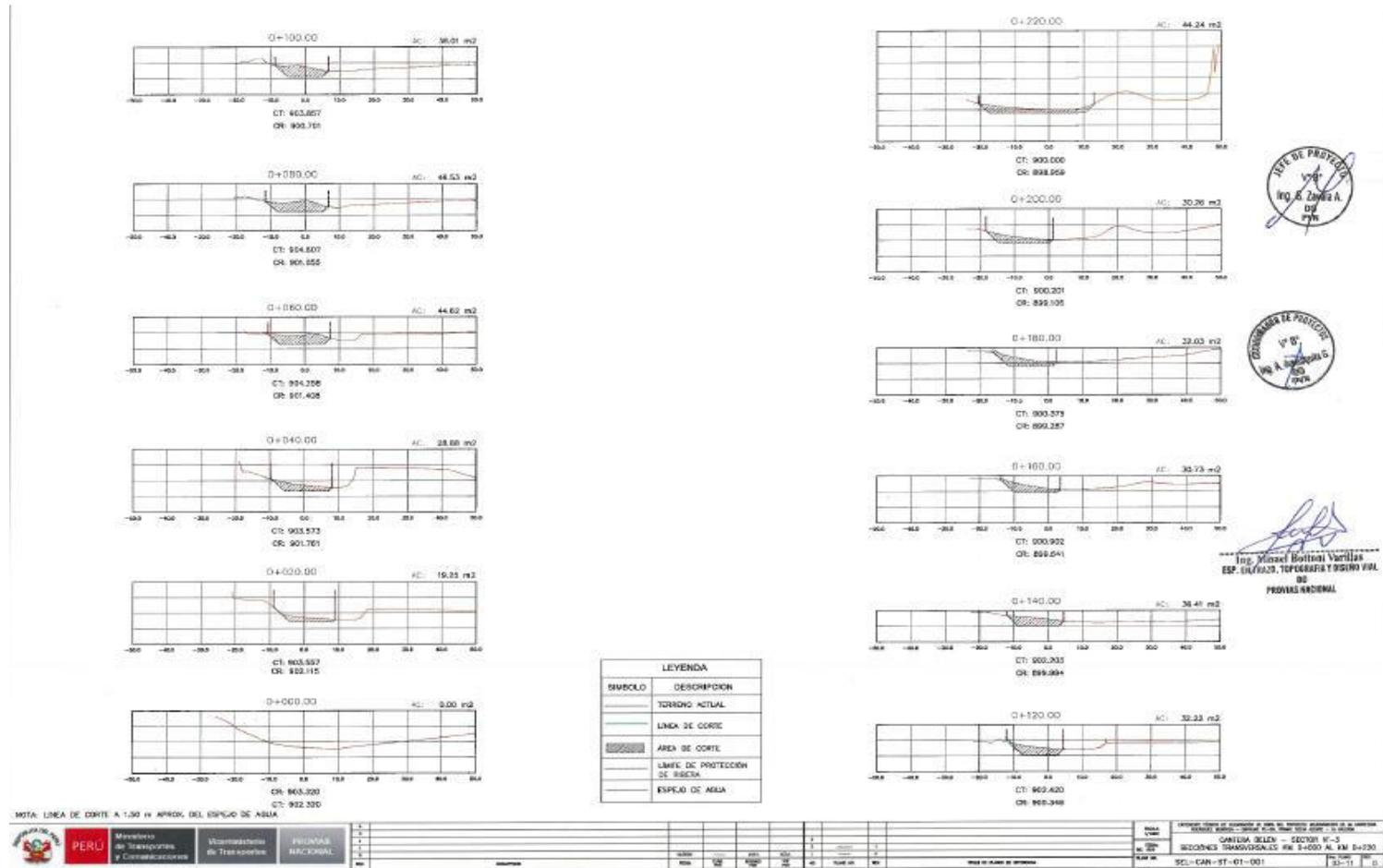
*Ubicación Planta y Perfil Sector N°3 - Cantera Belén.*



*Nota.* Expediente Técnico de Culminación de la Obra del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Rodríguez de Mendoza – Empalme PE-5N, Tramo: Selva Alegre – La Calzada.

**Figura 4**

*Secciones Transversales Sector N°3 Km 00+000 Al Km 00+220 Cantera Belén.*

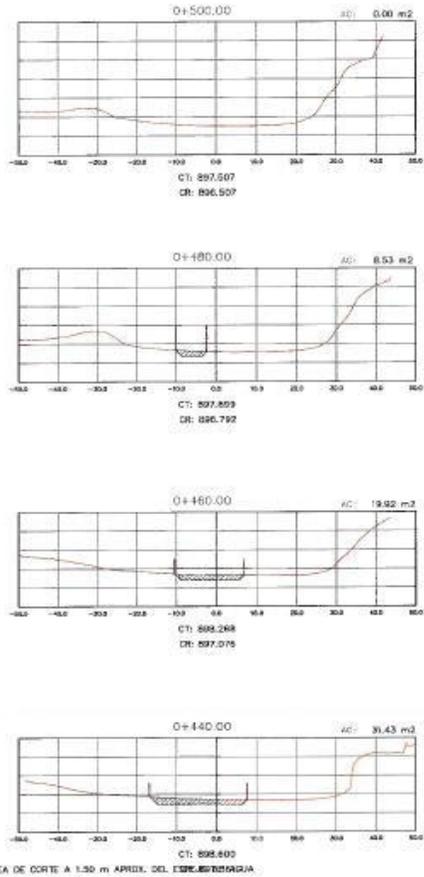


*Nota.* Expediente Técnico de Culminación de la Obra del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Rodríguez de Mendoza – Empalme PE-5N, Tramo: Selva Alegre – La Calzada.



**Figura 6**

*Secciones Transversales Km 00+480 Al Km 00+500 Cantera Belén – Sector N°3*



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
(Solid line)	TERRENO ACTUAL
(Dashed line)	LINEA DE CORTE
(Hatched area)	AREA DE CORTE
(Dotted line)	LIMITE DE PROTECCION DE RESERVA
(Horizontal line)	ESPEJO DE AGUA

TABLA DE VOLÚMENES			
PROGRESIVA	A. CORTE	VOLUMEN CORTE	VOL. CORTE ACUM
0+000.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	19.25	192.51	192.51
0+040.00	28.88	481.34	673.85
0+060.00	44.62	735.06	1408.91
0+080.00	46.53	911.53	2320.44
0+100.00	38.01	845.35	3165.79
0+120.00	32.22	702.27	3868.06
0+140.00	36.41	886.30	4554.36
0+160.00	30.73	671.34	5225.70
0+180.00	32.03	627.51	5853.21
0+200.00	30.26	622.84	6476.05
0+220.00	44.24	745.02	7221.07
0+240.00	63.36	1076.02	8297.09
0+260.00	72.28	1356.37	9653.46
0+280.00	74.60	1468.81	11122.27
0+300.00	77.09	1516.92	12640.01
0+320.00	84.24	1613.33	14252.52
0+340.00	79.05	1632.97	15885.49
0+360.00	76.40	1554.52	17440.01
0+380.00	73.85	1502.49	18942.50
0+400.00	58.19	1320.44	20262.94
0+420.00	52.56	1107.49	21370.43
0+440.00	31.43	839.81	22210.24
0+460.00	19.92	513.45	22723.69
0+480.00	8.53	284.51	23008.20
0+500.00	0.00	85.32	23093.52



*[Signature]*  
 ING. Miguel Ramón Vardillas  
 ESP. ENFAZAS, TOPOGRAFIA Y DISEÑO VIAL  
 D.O.  
 PROVINIA NACIONAL

PERU Ministerio de Transportes y Comunicaciones Viceministerio de Transporte PROVIAS NACIONAL

PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA RODRIGUEZ DE MENDOZA - EMPALME PE-5N, TRAMO SELVA ALEGRE - LA CALZADA
SECCION	SECCIONES TRANSVERSALES KM 00+480 AL KM 00+500
FECHA	2015-11-05

*Nota.* Expediente Técnico de Culminación de la Obra del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Rodríguez de Mendoza – Empalme PE-5N, Tramo: Selva Alegre – La Calzada.

Las muestras extraídas de campo son con el objetivo de ser procesadas, con el fin de obtener la calidad del suelo y verificar si los agregados son aptos para uso en la ejecución del Proyecto Vial que viene ejecutándose en Soritor; los ensayos realizados en laboratorio son:

Análisis Granulométrico. Granulometría que se refiere al procedimiento de separar las partículas por tamaños utilizando las mallas de diferentes aberturas, donde de las partículas retenidas se calculan los porcentajes parciales y acumulados en cada malla; y con los datos últimos se graficaría la curva granulométrica. (MTC E 204, 2000)

*Ecuación 1. Porcentaje Retenido*

$$\% \text{ RETENIDO} = \frac{\text{Peso Total} - \text{Peso Retenida en el Tamiz}}{\text{Peso total}} \times 100$$

*Ecuación 2. Porcentaje Retenido Acumulado*

$$\% \text{ RETENIDO ACUMULADO} = \frac{\text{Peso Retenido en el Tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

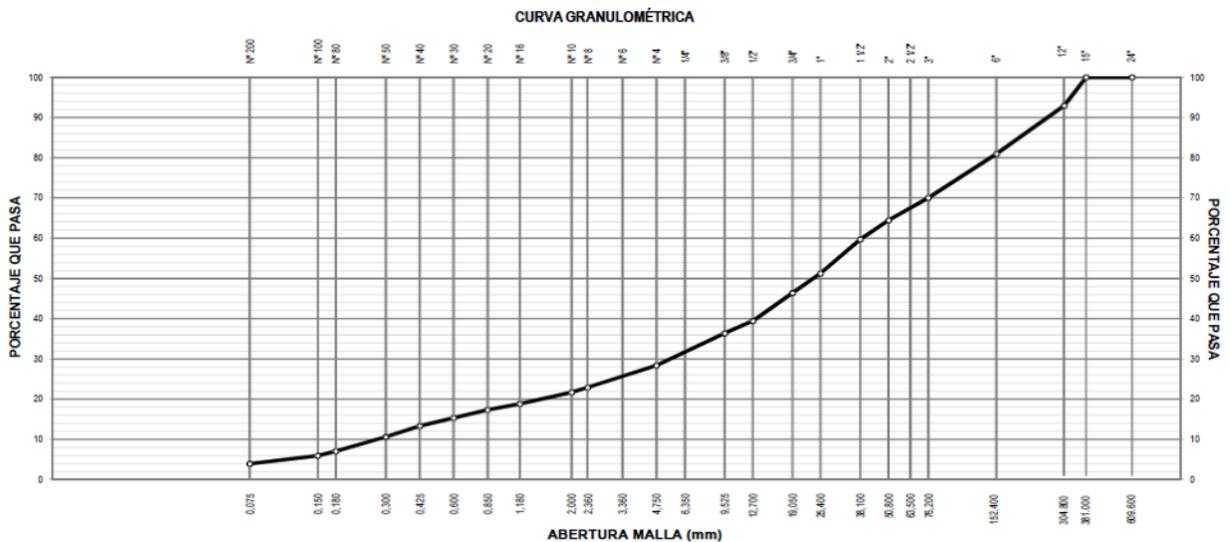
*Ecuación 3. Porcentaje Que Pasa*

$$\% \text{ QUE PASA} = 100 - \% \text{ Retenido Acumulado}$$

**Figura 7**

*Ensayo de Análisis Granulométrico*

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS MTC E 204					
MALLAS		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)				
24"	609.600				
15"	381.000				100.0
12"	304.800	10,521.0	7.0	7.0	93.0
6"	152.400	18,036.0	12.0	19.0	81.0
3"	76.200	16,533.0	11.0	30.0	70.0
2"	50.800	8,416.8	5.6	35.6	64.4
1 1/2"	38.100	7,064.1	4.7	40.3	59.7
1"	25.400	12,775.5	8.5	48.8	51.2
3/4"	19.050	7,214.4	4.8	53.6	46.4
1/2"	12.700	10,521.0	7.0	60.6	39.4
3/8"	9.525	4,509.0	3.0	63.6	36.4
N° 4	4.750	12,024.0	8.0	71.6	28.4
N° 8	2.360	59.0	5.5	77.1	22.9
N° 10	2.000	13.6	1.2	78.3	21.7
N° 16	1.180	31.8	2.9	81.2	18.8
N° 20	0.850	16.6	1.5	82.7	17.3
N° 30	0.600	21.2	2.0	84.7	15.3
N° 40	0.425	21.9	2.0	86.7	13.3
N° 50	0.300	29.5	2.7	89.4	10.6
N° 80	0.180	38.6	3.6	93.0	7.0
N° 100	0.150	12.1	1.1	94.1	5.9
N° 200	0.075	21.9	2.0	96.1	3.9
-200	-	44.6	3.9	100.0	



*Nota.* Expediente Técnico de Culminación de la Obra del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Rodríguez de Mendoza – Empalme PE-5N, Tramo: Selva Alegre – La Calzada.

Contenido de humedad (w). Se determina por el porcentaje del peso de agua en una determinada masa de suelo con respecto al porcentaje de peso de partículas sólidas. (Braja, 2001)

Ecuación 4. Porcentaje de Humedad

$$\%HUMEDAD = \frac{\text{Peso de agua presente en la masa de suelo}}{\text{Peso Seco de la muestra}} \times 100$$

**Figura 8**

*Ensayo Contenido de Humedad*

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO</b>		
<b>MTC E 215</b>		
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo	(g)	8,113.0
Peso del Recipiente + Suelo Seco	(g)	7,660.8
Peso del Agua	(g)	452.2
Peso del Recipiente	(g)	1,753.7
Peso de Suelo Seco	(g)	5,907.1
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>(%)</b>	<b>7.7</b>

*Nota.* Expediente Técnico de Culminación de la Obra del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Rodríguez de Mendoza – Empalme PE-5N, Tramo: Selva Alegre – La Calzada.

Índice de plasticidad (IP). Es el cálculo de restar el resultado del ensayo de limite líquido menos el límite plástico (MTC, 2016).

Ecuación 5. Índice de Plasticidad

$$\text{ÍNDICE DE PLASTICIDAD} = \text{Límite Líquido} - \text{Límite Plástico}$$

Límite líquido (LI). El proceso en laboratorio corresponde a 25 golpes en el instrumento de casa grande (Braja, 2001).

Límite plástico (LP). Se refiere cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y tiende a quebrarse (Braja, 2001).

Ecuación 6. Límite Plástico

$$LÍMITE PLÁSTICO = \frac{\text{Peso de Agua}}{\text{Peso del Suelo Secado}} \times 100$$

**Figura 9**

*Ensayo De Índice de Plasticidad*

<b>L. LÍQUIDO, L. PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b>						
MTC E 110 / MTC E 111						
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>LÍMITE LÍQUIDO (%)</b>				<b>LÍMITE PLÁSTICO (%)</b>	
Suelo Húmedo + Peso de Cápsula	--	--	--	--	--	--
Peso de Cápsula + Suelo Seco	--	--	--	--	--	--
Peso del Agua	--	--	--	--	--	--
Peso de la Cápsula	--	--	--	--	--	--
Peso de Suelo Seco	--	--	--	--	--	--
Contenido de humedad	--	--	--	--	--	--
Número de golpes	--	--	--	--		
<b>RESULTADOS</b>	<b>NP</b>				<b>NP</b>	
<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)</b>	<b>NP</b>					



*Nota.* Expediente Técnico de Culminación de la Obra del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Rodríguez de Mendoza – Empalme PE-5N, Tramo: Selva Alegre – La Calzada.

Gravedad Específica. Ensayo donde se utiliza muestras húmedas o secas (MTC, 2016).

Absorción. Ensayo para determinar las pérdidas de peso para muestra de lechada asfálticas al someterle al desgaste (MTC, 2016).

Ecuación 7. Gravedad Específica

$$GRAVEDAD\ ESPECÍFICA = \frac{Masa\ del\ Suelo\ Seco * Coeficiente\ de\ Temperatura}{Masa\ del\ Suelo\ Seco + Masa\ del\ Picómetro + Masa\ del\ Picómetro\ más\ Mezcla}$$

### Figura 10

*Ensayo de Absorción y Gravedad Específica*

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS MTC E 205				
DESCRIPCIÓN		AGREGADO FINO		RESULTADOS
Nº DE ENSAYO		1	2	
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIE SECA (EN AIRE)	(g)	300.0	300.0	
PESO FIOLA + H <sub>2</sub> O	(g)	645.2	651.2	
PESO FIOLA + H <sub>2</sub> O + MATERIAL	(g)	945.2	951.2	
PESO FIOLA + H <sub>2</sub> O + MAT. SATURADO Y SUPERFICIE SECA	(g)	834.2	840.3	
VOLUMEN MASA + VOLUMEN DE VACÍOS	(cm <sup>3</sup> )	111.0	110.9	
PESO MATERIAL SECO A 105 °C	(g)	298.2	298.1	
VOLUMEN DE MASA	(cm <sup>3</sup> )	109.2	109.0	
PESO BULK BASE SECA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.686	2.688	<b>2.687</b>
PESO BULK BASE SATURADA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.703	2.705	<b>2.704</b>
PESO APARENTE BASE SECA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.731	2.735	<b>2.733</b>
ABSORCIÓN	(%)	0.60	0.64	<b>0.62</b>

*Nota.* Expediente Técnico De Culminación De Obra Del Proyecto Mejoramiento De La Carretera Rodríguez De Mendoza – Empalme PE-5N, Tramo: Selva Alegre – La Calzada.

**Figura 11***Ensayo de Absorción y Peso Específico*

<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS</b>				
<b>MTC E 206</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>AGREGADO GRUESO</b>		<b>RESULTADOS</b>
		<b>1</b>	<b>2</b>	
Nº DE ENSAYO				
PESO MAT.SATURADO Y SUPERFICIE SECA (EN AIRE)	(g)	1,545.5	1,467.1	
PESO MAT.SATURADO Y SUPERFICIE SECA (EN AGUA)	(g)	965.6	918.0	
VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACÍOS	(cm <sup>3</sup> )	579.9	549.1	
PESO DEL MATERIAL SECO A 105 °C	(g)	1,534.4	1,456.1	
VOLUMEN DE MASA	(cm <sup>3</sup> )	568.8	538.1	
PESO BULK BASE SECA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.646	2.652	<b>2.649</b>
PESO BULK BASE SATURADA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.665	2.672	<b>2.668</b>
PESO APARENTE BASE SECA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.698	2.706	<b>2.702</b>
ABSORCIÓN	(%)	0.72	0.76	<b>0.74</b>

Nota. Expediente Técnico de Culminación de la Obra del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Rodríguez de Mendoza – Empalme PE-5N, Tramo: Selva Alegre – La Calzada.

Material Que Pasa por la Malla #200. Ensayo que consta para determinar la cantidad total que pasa de material fino pasa por el tamiz N°200 en una muestra de agregado. (MTC, 2016)

Ecuación 8. % Materia que pasa por la Malla #200

$$\% \text{ MATERIAL QUE PASA POR EL TAMIZ N}^\circ 200 = \frac{\text{Peso Original} - \text{Peso Seco Después de Lavar}}{\text{Peso Original}}$$

## Figura 12

Ensayo Que Pasa Por el Tamiz #200

<b>CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ DE 75 µm (Nº 200) POR LAVADO</b> MTC E 202		
Peso Seco antes del Lavado + Tarro (Fracción Fina < Nº 4)	(g)	761.2
Peso Seco después del Lavado + Tarro	(g)	675.3
Peso del Tarro	(g)	82.4
<b>PASANTE TAMIZ DE 75 µm (Nº 200)</b>	<b>(%)</b>	<b>12.7</b>

*Nota.* Expediente Técnico de Culminación de la Obra del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Rodríguez de Mendoza – Empalme PE-5N, Tramo: Selva Alegre – La Calzada.

Partículas Con Una y Dos Caras Fracturadas. Ensayo que abarca la determinación de porcentaje en masa o cantidad, de una muestra de agregado grueso. (MTC, 2016)

Ecuación 9. Porcentaje de Caras Fracturadas

$$\% \# \text{ Cara Fracturada} = \frac{\sum \% \# \text{ Cara fracturada}}{\sum \% \text{ Retenido de Granulometría}}$$

**Figura 13**

*Ensayo de Partículas con una cara Fracturada.*

**A) CON UNA A MÁS CARAS FRACTURADAS:**

MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE PARTÍCULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO MTC E 210							
ABERTURA MALLA		PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g)	NÚMERO DE PARTÍCULAS	PARTÍCULAS FRACTURADAS (g)	CARAS FRACTURADAS (%)	GRADACIÓN ORIGINAL (%)	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS
PASA	RET.						
1 1/2"	1"	2,000.0	42	38.1	1.9	36.9	70.0
1"	3/4"	1,500.2	79	76.9	5.1	20.9	106.3
3/4"	1/2"	1,200.0	187	40.2	3.4	29.6	100.7
1/2"	3/8"	300.0	161	9.4	3.1	12.7	39.3
TOTAL					13.5	100.0	316.4
PARTÍCULAS CON UNA A MÁS CARAS DE FRACTURA (%)							<b>3.2 %</b>

**B) CON DOS A MÁS CARAS FRACTURADAS:**

ABERTURA MALLA		PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g)	NÚMERO DE PARTÍCULAS	PARTÍCULAS FRACTURADAS (g)	CARAS FRACTURADAS (%)	GRADACIÓN ORIGINAL (%)	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS
PASA	RET.						
1 1/2"	1"	2,000.0	42	54.1	2.7	36.9	99.5
1"	3/4"	1,500.2	79	96.2	6.3	20.9	131.4
3/4"	1/2"	1,200.0	187	10.5	0.9	29.6	26.7
1/2"	3/8"	300.0	161	8.1	2.7	12.7	34.3
TOTAL					12.6	100.0	291.8
PARTÍCULAS CON DOS A MÁS CARAS DE FRACTURA (%)							<b>2.9 %</b>

*Nota.* Expediente Técnico de Culminación de la Obra del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Rodríguez de Mendoza – Empalme PE-5N, Tramo: Selva Alegre – La Calzada.

Partículas Largas y Achatadas. Ensayo que indica el procedimiento para determinar los índices de aplanamiento y de alargamiento de los agregados gruesos (MTC, 2016).

Ecuación 10. Porcentaje de Partículas Chatas y Alargadas

$$\% \text{ MASA DE PARTÍCULAS CON FORMA ALARGADA} = \frac{\text{Masa de partículas con forma alargada}}{\text{Masa Total de la muestra}} \times 100$$

**Figura 14**

*Ensayo de Partículas Chatas y Alargadas*

**A) PARTÍCULAS CHATAS - RELACIÓN 1/3**

ABERTURA MALLA		PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g)	NÚMERO DE PARTICULAS	PARTÍCULAS CHATAS (g)	PARTÍCULAS CHATAS (%)	GRADACIÓN ORIGINAL (%)	PROMEDIO DE PART. CHATAS
PASA	RET.						
1 1/2"	1"	2,000.0	42	45.1	2.3	36.9	84.8
1"	3/4"	1,500.2	79	40.7	2.7	20.9	56.3
3/4"	1/2"	1,200.0	187	13.8	1.2	29.6	35.5
1/2"	3/8"	300.0	161	7.2	2.4	12.7	30.5
TOTAL					6.6	100.0	207.1
					<b>PARTÍCULAS CHATAS (%)</b>		<b>2.1%</b>

**B) PARTÍCULAS ALARGADAS - RELACIÓN 1/3**

ABERTURA MALLA		PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g)	NÚMERO DE PARTICULAS	PARTÍCULAS ALARGADAS (g)	PARTÍCULAS ALARGADAS (%)	GRADACIÓN ORIGINAL (%)	PROMEDIO DE PART. ALARGADAS
PASA	RET.						
1 1/2"	1"	2,000.0	42	0.0	0.0	36.9	0.0
1"	3/4"	1,500.2	79	0.0	0.0	20.9	0.0
3/4"	1/2"	1,200.0	187	10.5	0.9	29.6	26.7
1/2"	3/8"	300.0	161	6.5	2.8	12.7	35.5
TOTAL					3.7	100.0	62.2
					<b>PARTÍCULAS ALARGADAS (%)</b>		<b>0.6%</b>

**C) PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS - RELACIÓN 1/3**

ABERTURA MALLA		PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g)	NÚMERO DE PARTICULAS	PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (g)	PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)	GRADACIÓN ORIGINAL (%)	PROMEDIO DE PART. CHATAS Y ALARGADAS
PASA	RET.						
1 1/2"	1"	2,000.0	42	0.0	0.0	36.9	0.0
1"	3/4"	1,500.2	79	0.0	0.0	20.9	0.0
3/4"	1/2"	1,200.0	187	0.0	0.0	29.6	0.0
1/2"	3/8"	300.0	161	0.0	0.0	12.7	0.0
TOTAL					0.0	100.0	0.0
					<b>PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)</b>		<b>NT</b>

*Nota.* Expediente Técnico de Culminación de la Obra del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Rodríguez de Mendoza – Empalme PE-5N, Tramo: Selva Alegre – La Calzada.

Método De Ensayo Normalizado de Arcilla en Terrones y Partículas Desmenuzables. Método de determinación de porcentaje a del contenido de terrones de arcilla y de las partículas friables que contiene los agregados (MTC, 2016).

Ecuación 11. Porcentaje de Terrones de Arcilla

$$\% \text{ DE TERRONES DE ARCILLA} = \frac{\text{Masa de la muestra de Ensayo} - \text{Masa de Partículas retenidas en el tamiz designado}}{\text{Masa de la Muestra de Ensayo}} \times 100$$

**Figura 15**

*Ensayo en Terrones y Partículas Desmenuzables*

ARCILLA EN TERRONES Y PARTÍCULAS DESMENUZABLES (FRIABLES) EN AGREGADOS									
AGREGADO GRUESO									
MTC E 212									
ABERTURA MALLA		TAMIZ PARA REMOVER LOS RESIDUOS	GRADACIÓN ORIGINAL	N° TARRO	PESO DE LA FRAC. DE ENSAYO LAVADA (g)		PÉRDIDA TOTAL (g)	PORCENTAJE DE TERRONES Y PRAT. FRIABLES (%)	PORCENTAJE DE TERRONES Y PARTÍCULAS FRIABLES CORREGIDAS (%)
PASA (%)	RET. (%)				ANTES	DESPUÉS			
2"	1 1/2"	N° 4	13.4	20	5,000.0	4,990.0	10.0	0.20	0.03
1 1/2"	3/4"	N° 4	37.5	99	3,000.0	2,995.1	4.9	0.16	0.06
3/4"	3/8"	N° 4	27.5	151	2,001.4	1,998.0	3.4	0.17	0.05
3/8"	N° 4	N° 8	21.6	6	1,000.4	999.1	1.3	0.10	0.02
<b>TOTAL</b>									<b>0.16</b>

*Nota.* Expediente Técnico de Culminación de la Obra del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Rodríguez de Mendoza – Empalme PE-5N, Tramo: Selva Alegre – La Calzada.

- Clasificación de los suelos; las metodologías más utilizadas para clasificar los suelos son:

Clasificación SUCSS (Clasificación Unificada de Suelos). Es un sistema de clasificación de suelos que permite determinar la plasticidad y el tamaño de las partículas de un suelo. (MTC, 2016)

**Figura 16**

*Clasificación Unificada de Suelos*

CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS SEGUN - (SUCS)				
DIVISIONES MAYORES		SIMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA

Nota. <https://web.facebook.com/Blogdeingenieriacivil/photos/>

Clasificación AASHTO. En este sistema podemos clasificar a los suelos en 8 grupos principales de A-1 a A-8; en base a su distribución granulométrica, límite líquido e índice de plasticidad (MTC, 2016).

**Figura 17**

*Clasificación AASHTO*

**SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO**

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz Nº 200)						Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz Nº 200)				
	A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7	
Grupo:	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6					A-2-7
Porcentaje que pasa: Nº 10 (2mm) Nº 40 (0,425mm) Nº 200 (0,075mm)	50 máx 30 máx 15 máx	- 50 máx 25 máx	- 51 mín 10 máx	- - 35 máx			- - 36 mín				
Características de la fracción que pasa por el tamiz Nº 40 Límite líquido Índice de plasticidad	- 6 máx		- NP (1)	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín 11 mín	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín (2) 11 mín
Constituyentes principales	Fracmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa			Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Características como subgrado	Excelente a bueno						Pobre a malo				

- (1): No plástico  
 (2): El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor al LL menos 30  
 El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL menos 30

Nota. <https://www.mecanicasuelosabcchile.com/clasificacion-sucs/>

**Figura 18**

*Registros de Estratigráficos Sector N° 3*

CLASIFICACIÓN DE SUELOS			DESCRIPCIÓN DEL SUELO				
<b>SUCS</b>	<b>ASTM D 2487</b>	<b>: GW-GM</b>	<b>Grava bien gradada con limo y arena</b>				
<b>AASHTO</b>	<b>ASTM D 3282</b>	<b>: A-1-a (0)</b>	<b>Bueno</b>				
<b>CANTERA BUENOS AIRES</b>							
IDENTIFICACIÓN : C-1 - SECTOR 3			COORDENADAS UTM : 9312987 N - 0262471 E				
Prof. 0.00	m	MUESTRA	P.A.	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO	SÍMBOLO	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS
1.50		M-1		GW-GM	A-1-a (0)		<p>Grava bien gradada con limo y arena, de forma subredondeada, de buena dureza al golpe, con finos limosos no plásticos (L.L.=NP, L.P.=NP e IP=NP), estrato denso, color marrón claro. Presencia de nivel de agua a -1.30m.</p> <p>Tamaño Máx (Pulg.) : 14</p> <p>Bolonería &gt;15" : 7.0%</p> <p>Bolonería 15"-12" : 12.0%</p> <p>Bolonería 12"-6" : 11.0%</p> <p>Bolonería 6"-3" : 70.0%</p> <p>Agregado &lt; 3" : 70.0%</p>

*Nota.* Expediente Técnico de Culminación de la Obra del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Rodríguez de Mendoza – Empalme PE-5N, Tramo: Selva Alegre – La Calzada.

**Figura 19**

*Registros de Estratigráficos Sector N° 4*

CLASIFICACIÓN DE SUELOS			DESCRIPCIÓN DEL SUELO
<b>SUCS</b>	<b>ASTM D 2487</b>	<b>: GP</b>	<b>Grava pobremente gradada con arena</b>
<b>AASHTO</b>	<b>ASTM D 3282</b>	<b>: A-1-a ( 0 )</b>	<b>Bueno</b>

**CANTERA BUENOS AIRES**

IDENTIFICACIÓN : C-1 - SECTOR 4

COORDENADAS UTM : 9312987 N - 0262471 E

Prof. 0.00	m	MUESTRA	P.A.	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO	SÍMBOLO	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS
		M-1		GP	A-1-a ( 0 )		<p>Grava pobremente gradada con arena, de forma subredondeada, de buena dureza al golpe, con finos limosos no plásticos (LL.=NP, LP.=NP e IP=NP), estrato denso, color gris claro. Presencia de nivel de agua a -1.20m.</p> <p>Tamaño Máx (Pulg.) : 16</p> <p>Bolonería &gt;15" : 14.0%</p> <p>Bolonería 15"-12" : 9.0%</p> <p>Bolonería 12"-6" : 11.0%</p> <p>Bolonería 6"-3" : 9.0%</p> <p>Agregado &lt; 3" : 57.0%</p>
1.40							

*Nota.* Expediente Técnico de Culminación de la Obra del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Rodríguez de Mendoza – Empalme PE-5N, Tramo: Selva Alegre – La Calzada.

Las propiedades mecánicas son aquellas donde se determina la capacidad del suelo al aplicar una determinada; son procesadas mediante los siguientes ensayos de laboratorio:

Abrasión los ángeles (E207). Para proceder con este ensayo es importante el ensayo de Análisis Granulométrico ASTM C 136. (MTC E 207, 2000).

**Figura 20**

*Ensayo de Partículas con una cara Fracturada.*

**AGREGADO NATURAL:**

<b>ABRASIÓN LOS ANGELES (L.A) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5 MM (1 1/2")</b> MTC E 207				
REFERENCIAS DEL ENSAYO		PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	RESULTADOS (% DE PÉRDIDA)
GRADACIÓN	"A"	5,000.0	3,805.0	23.9
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1"			
NÚMERO DE ESFERAS	12			

*Nota.* Expediente Técnico de Culminación de la Obra del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Rodríguez de Mendoza – Empalme PE-5N, Tramo: Selva Alegre – La Calzada.

Capacidad de Soporte CBR (California Bearing Ratio). Mediante este ensayo se evalúa la resistencia potencial del suelo ya compactado, consiste en compactar un terreno en moldes, sumergirlos en agua y aplicar un punzonamiento sobre la superficie mediante un pinzón normalizado (MTC, 2016).

## Ecuación 12. Humedad de Compactación

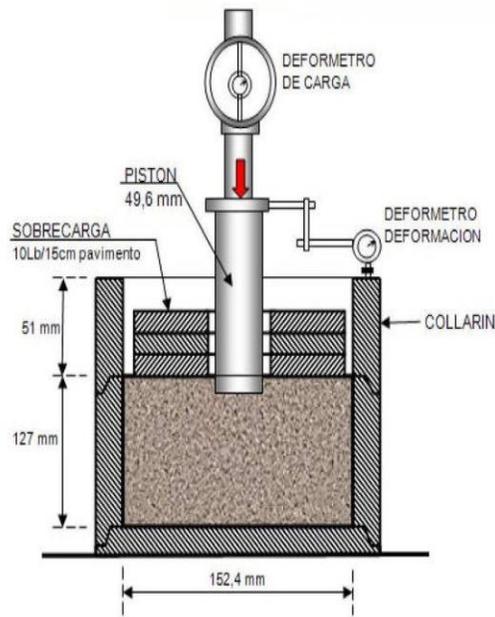
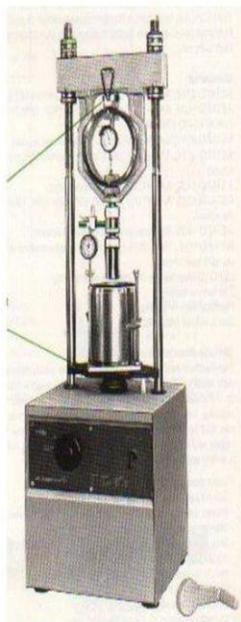
$$\% \text{ DE AGUA A AÑADIR} = \frac{\text{Humedad Prefijada} - \text{Humedad Natural}}{100 + \text{Humedad Natural}} \times 100$$

## Ecuación 13. Expansión

$$\% \text{ EXPANSIÓN} = \frac{\text{Lectura Final en mm} - \text{Lectura Inicial en mm}}{127} \times 100$$

### Figura 21

#### Equipo de CBR



Esquema del equipo de CBR



Nota. <http://geotecniafacil.com/ensayo-cbr-laboratorio/>

### 5.3. Factibilidad Técnica – Operativa

La factibilidad técnica de esta presente investigación comprende un estudio aplicado de técnicas de análisis documental de expedientes técnicos del proyecto en ejecución; redacción propia referente a los ensayos procesados en laboratorio siguiendo las normas vigentes para determinar la utilidad de cada agregado.

Se realizó calicatas en la cantera Belén – Buenos Aires, se obtuvo las muestras necesarias en campo, con las muestras obtenidas se procesó los diferentes ensayos de mecánica de suelos según especifica el MTC para ser comparados de acuerdo a lo que rige la NTP.

Instrumentos que se utilizó para el levantamiento topográfico son: GPS (instrumento que permite ubicar las coordenadas en la cantera y determinar la ubicación de los puntos de extracción); también se necesita machete, wincha y cuadernos de anotaciones.

Los equipos y maquinaria que se utilizó para la excavación y obtener las muestras del material de la cantera fueron: retroexcavadora para la perforación y sacos para trasladar las muestras y ser procesadas en el laboratorio de suelos.

Los ensayos fueron evaluados en el laboratorio y determinar la calidad del material que está compuesta la cantera Belén – Buenos Aires y si el resultado de los ensayos cumple de acuerdo a los parámetros establecidos de la NTP.

La información de campo de los levantamientos topográficos y de los ensayos realizados son procesados en gabinete para un determinado informe de redacción propia, los programas software utilizados son Word, Excel, Civil 3D y demostrar los distintos resultados.

#### 5.4. Cuadro de Inversión

**Tabla 1**

*Cuadro de Inversión*

N°	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARI O	TOTAL
01.00	RECURSOS				100.00
	Ayudante de campo	Gbl	1.00	100.00	100.00
02.00	MATERIALES				100.00
	Impresión	Und	25	0.20	50.00
	Material del trabajo de campo	Und	10	5.00	50.00
03.00	EQUIPOS				30.00
	Equipos a alquilar	Gbl	1.00	30.00	30.00
04.00	SERVICIOS				330.00
	Ensayos de Mecánica de Suelos	Gbl	1.00	100.00	100.00
	Fotocopias	Und	50	0.20	10.00
	Servicio de Internet	Gbl	1.00	120.00	120.00
TOTAL					560.00

*Nota.* Elaboración Propia

## 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 6.1. Análisis Costos – Beneficio

- Costos de la Investigación
  - Costos por Servicios

**Tabla 2**

*Costos de Servicios*

Ítem	Descripción	Promedio		Total, S/.
		Monto Diario	Días	
1	Transporte	10	15	150.00
2	Servicio de Internet	2	60	120.00
3	Ayudante de campo	50	2	100.00
Total (S/.)				370.00

*Nota.* Elaboración Propia

- Costos de Materiales de Oficina

**Tabla 3**

*Costos de Materiales de Oficina*

Ítem	Descripción	Medida	Cant.	Precio Unitario	Total, S/.
1	Fotocopias	Und.	100	0.1	100.00
2	Material de Impresión	Und.	25	0.20	50.00
3	Material de trabajo de campo	Und.	10	5.00	50.00
Total (S/.)					200.00

*Nota.* Elaboración Propia

- Costos de los Ensayos

**Tabla 2**

*Costos de los Ensayos*

Ítem	Descripción	Precio	N° de Ensayo	Total, S/.
1	Ensayo Resistencia a la Compresión	50.00	3	150.00
2	Abrasión los Ángeles al desgaste	30.00	3	90.00
Total (S/.)				240.00

*Nota.* Elaboración Propia

- Resumen de los Costos Generales del Proyecto

**Tabla 3**

*Resumen de los Costos del Proyecto*

Ítem	Descripción	Costo Total S/.
1	Costos de Servicios	370.00
2	Costos de Materiales	200.00
3	Costos de los Ensayos	140.00
Total (S/.)		710

*Nota.* Elaboración Propia

El presente estudio el resumen de los costos del proyecto asciende a S/. 710.00 en costos de servicios, costos de materiales y costos de los ensayos; ya que el beneficio de esta investigación es que cada ensayo fue desarrollado en el laboratorio de la Supervisión donde actualmente estoy laborando sin costo alguno.

La Cantera Belén Buenos Aires a explotar con ubicación en la región San Martí, Provincia de Moyobamba, Distrito de Soritor, km 23+082 lado derecho acceso 4.2 km, caserío de Buenos Aires, Centro Poblado de San Marcos; margen derecha del Rio Tonchima. El área bruta de la cantera es de 3:00,000 m<sup>3</sup> donde el área neta es de 247,402m<sup>3</sup>.

En cuanto a los sectores 3 y 4 de la cantera Belén el material se clasifica de la siguiente manera: según AASHTO es de A1-a (0) lo cual que refiere a un suelo bueno; pero según la clasificación SUCS el sector 3 es (GW – GM) que nos indica que esta adecuadamente gradada; y en el sector 4 su clasificación según SUCS es (GP) definiendo que es una grava pobremente gradada con arena. En el sector 03 de la Cantera Belén, se observa los rendimientos que hay mucha presencia de bolonería TM=15” promedio.

Con el presente estudio de Cantera se actualiza el rendimiento, potencia y calidad, ya que cumple con las normas técnicas establecidas; los ensayos para definir las características físicas donde se determinó que el contenido de humedad es de 7.7% en el agregado grueso, llegando a la conclusión según el MTC E 215 de acuerdo al ensayo menciona que el agregado aportará una humedad muy positiva; la absorción de 0,62 donde su proceso está de acuerdo (MTC, 2016); 12,7% es el porcentaje de pasa por la malla N°200 y el ensayo normalizado de arcilla y partículas desmenuzables según el MTC E 212 y la NTP 400.015.

Para determinar las características mecánicas mediante ensayo de CBR donde cumple 1005 según la norma del MTC E 132; y el ensayo de abrasión los ángeles dando como resultado un 23,9% donde según el MTC E 207 indica un requerimiento máx. de 30%, donde indica que el resultado está dentro de los parámetros establecidos.

De acuerdo al presente estudio de calidad del material de la Cantera Belén Buenos Aires se determinó que los agregados son aptos para el uso de relleno estructural de mejoramientos, sub base granular, agregados para concreto portland, agregados para TSB y mezcla asfáltica. Mediante calicatas para los registros de excavación y extracción de muestras de los agregados para verificar la calidad por medio de ensayos. Obteniendo resultados óptimos de el agregado de la Cantera Belén – Buenos aires en los diferentes ensayos, verificando si están dentro de los parámetros según

las normas técnicas establecidas para el uso en las siguientes partidas: terraplén, relleno de mejoramiento, base, sub base granular, MAC y TSB y agregados para la ejecución de obras de arte.

## **7. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA / INSTITUCIÓN**

El aporte respecto al área de Control de Calidad cumple un rol importante ya que permite sustentar mediante pruebas el estudio de los ensayos de laboratorio. Es muy importante realizar un estudio de propiedades de suelos antes de proyectar o construir. De esa manera permite al ingeniero conocer el tipo de suelo al que se estará enfrentando y con lo que tendrá que convivir la estructura proyectada.

En el área laboral existe una cultura organizativa que se basa en valores como respeto, solidaridad para realizar las actividades y sobre todo confianza con el fin de desarrollar un buen trabajo y sobre todo con el cumplimiento de metas.

Para realizar los ensayos en laboratorio y determinar la calidad del material se desarrolla los comportamientos de liderazgo, el trabajo es en equipo aportando cada uno conocimientos adquiridos anteriormente, apoyándose en conjunto y sobre todo orientándose a cumplir los objetivos.

Las relaciones humanas o las relaciones entre compañeros de trabajo son honesto y de mutuo apoyo, logrando un ambiente cómodo donde tengamos la seguridad para expresar nuestras opiniones y compartir nuestros conocimientos. La comunicación de manera asertiva y cada explicación clara referente a buscar soluciones ante cualquier problema.

## 8. CONCLUSIONES

Con esta investigación se determinó la calidad de los agregados de la cantera Belén – Buenos Aires, si cumplen con la norma técnica peruana para el uso la ejecución del Proyecto Culminación De La Obra: Soritor – Selva Alegre. De acuerdo al MTC (2014) el material de cantera definidos como “áridos” o “agregados”, dichos materiales pueden ser: rocas, grava o suelos que son extraídas de fuentes naturales donde es muy importante su estudio para hacer uso en cualquier tipo de obras viales. Landeo (2019) en la evaluación del proceso de cambio de la granulometría del agregado grueso, obtenido de la cantera Yauli, como concreto premezclado. Se concluye que las características de los agregados tienen influencia en gran porcentaje en la construcción de las diferentes obras en Huancavelica. Según acuerdo al presente estudio de calidad del material de la Cantera Belén Buenos Aires se determinó en cuanto a los sectores 3 y 4 la clasificación según AASHTO es de A-1-a (0) lo cual que refiere a un suelo bueno; pero según la clasificación SUCS el sector 3 es (GW – GM) definiendo como una grava bien gradada; y en el sector 4 su clasificación según SUCS es (GP) se determinó como una grava pobremente gradada con arena. También se observa los rendimientos que hay mucha presencia de bolonería  $TM=15$ ” promedio.

Con el proyecto se evaluó el análisis de las propiedades físicas de la cantera Belén – Buenos Aires y sus agregados para el uso en la ejecución del Proyecto Culminación De La Obra: Soritor– Selva Alegre. Según el MTC (2014) las características físicas del suelo son las que determinan su composición y estado en que se encuentra menciona la naturaleza y propiedades físicas de dichos materiales. Ticlla (2021) analiza las propiedades geotécnicas del suelo de las canteras más importantes para el afirmado de carreteras en el distrito de Chota, con el objetivo de evaluar la calidad del material según los requerimientos técnicos. Se concluye que las canteras más importantes del distrito de Chota están dentro de las normas técnicas para el uso de afirmado en carreteras. los ensayos para definir las características físicas donde se determinó que el contenido de humedad es de 7.7% en el agregado grueso, llegando a la conclusión según el MTC E 215 (2000) de acuerdo al ensayo menciona que el agregado aportará una humedad muy positiva. La absorción de 0,62 donde su proceso está de acuerdo el MTC E 205 (2000) de 12,7% es el porcentaje de pasa por la malla N°200 y el ensayo normalizado de arcilla y partículas

desmenuzables según MTC E 212 (2000) y la NTP 400.015 indican que, el resultado está dentro de los parámetros establecidos.

Se evaluó el análisis de las propiedades mecánicas de la cantera Belén – Buenos Aires y sus agregados para el uso en la ejecución del Proyecto Culminación De La Obra: Soritor–Selva Alegre. Donde MTC (2014) plantea que, las propiedades mecánicas son las resistencias ante cualquier esfuerzo realizado. Asimismo, Cruz & Yauri (2020) en su evaluación de las propiedades mecánicas de la base granular de cantera Yauri, agregando escoria de acero y determinado mediante el ensayo de CBR. Como resultado se determinó que las propiedades mecánicas tales como:  $2.028 \text{ g/cm}^3$  de máxima densidad seca y un CBR de 108.5 %. En conclusión, se indica que una cantera con escoria con buen estudios realizados y correcta aplicación de escoria y puede ser usado como agregado de obras públicas y privadas en los distintos proyectos viales. Para determinar las características mecánicas mediante ensayo de CBR donde cumple 100% según la norma del MTC E 132 (2000) y el ensayo de abrasión los ángeles dando como resultado un 23,9% donde según el MTC E 207 (2000) indica un requerimiento máximo de 30%.

Mediante el presente proyecto definimos las características del material de la Cantera Belén – Buenos Aires cumplen según la norma técnica establecida. De acuerdo MTC (2014) mencionan que, la calidad del material influye significativamente en la duración de los proyectos, por ello es importante los estudios necesarios para su uso. Mientras que, Espinoza & Domenech (2016) analizan los materiales que provienen de las Canteras Pifo y Pomasqui – San Antonio de acuerdo a la normativa (ASTM) para ser usadas en morteros. Los resultados que se obtuvo de la otra cantera pasan el límite máximo. Establecer requisitos mínimos de calidad, según establece la norma. Obteniendo resultados óptimos de el agregado de la Cantera Belén – Buenos Aires en los diferentes ensayos, verificando si están dentro de los parámetros según las normas técnicas establecidas para el uso en las siguientes partidas: terraplén, relleno de mejoramiento, base, sub base granular, MAC y TSB y agregados para la ejecución de obras de arte.

## 9. RECOMENDACIONES

Con la evaluación del material de la Cantera Belén Buenos Aires en las propiedades físicas y mecánicas se determinó un material apto para el uso de las distintas partidas; pero solo con déficit para material de sub base zarandeada, según los ensayos realizados y se determinó para la sub base zarandeo se obtuvo un bajo rendimiento. Por lo tanto, debe pasar por proceso de trituración sub base triturada < 2”, para cumplir con las Especificaciones Técnicas del Proyecto, además de cumplir con las metas contractuales del proyecto.

De acuerdo a la vista panorámica del sector 03 y 04 las características físicas de la Cantera Belén – Buenos Aires, las características que se observa que hay mucha presencia de bolonería  $TM=15'$  promedio, pero se determinó que es un material apto y aprovechable; recomendable específicamente para la producción de agregados MAC, concreto cemento portland, TSB, mejoramientos, terraplenes.

Considerando los resultados obtenidos del agregado de la Cantera Belén – Buenos Aires en los diferentes ensayos se determinó que determinen las características físicas y mecánicas son óptimas y también es recomendable hacer una comparación minuciosa para verificar si están dentro de los parámetros según la norma técnica peruana NTP establecida y cumplen según las normas del proceso de ensayos del MTC.

De acuerdo a los resultados óptimos de el agregado de la Cantera Belén – Buenos Aires en los diferentes ensayos, verificando si están dentro de los parámetros según las normas técnicas establecidas y de acuerdo al expediente técnico del proyecto en ejecución para ejecutar de manera correcta las siguientes partidas: terraplén, relleno de mejoramiento, base, sub base granular, MAC y TSB y agregados para la ejecución de obras de arte.

## 10. REFERENCIAS

- ASTM C-33. (2018). *Especificación Estándar para agregados para Hormigón*. Norma Técnica, American Society For Testing Mterials.
- Abad, J. A., & Romero, J. M. (2016). *"Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de concretos autocompactantes de altas prestaciones con inclusión plásticas normalizadas y recicladas"*. Trabajo de Titulación Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Civil, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Aguinaga, M. Á., & Narro, M. A. (2017). *"Evaluación de las canteras en la Provincia de Trujillo y la proporcion de arena fina, para morteros encluidos, sobre sus propiedades físicas, en el año 2017"*. Tesis para optar Título Profesional, Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
- Braja, M. D. (2001). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. International Thomson Editores S.A.
- Buendía, D. M., & Salgado, M. A. (2020). *"Análisis de las propiedades físico mecánicas de los agregados de las canteras San Francisco de la provincia de Pichincha y San Roque de la Provincia de Imbabura, y su aplicación para el diseño de adoquines que cumplan la Norma INEN 3040"*. Trabajo de Titulación Previa a la Disertación de Grado para la Obtención de Título de Ingeniero Civil, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Espinoza, A. R., & Domenech, M. A. (2016). *"Determinación de las propiedades físico – mecánicas de los hormigones y morteros utilizando materiales pétreos de las canteras de Pifo y Pomasqui - San Antonio"*. Disertación Previa a la Obtención del Título de Ingeniero Civil, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Vol. 4ta Edición ed.). México DF: MCGRAW-HILL.

Herrera, J. (2006). *"Métodos de Minería a Cielo Abierto"*.

Landeo, K. G. (2019). *"Influencia de las propiedades de los agregados en la calidad del concreto premezclado empleado en la construcción de obras civiles en la ciudad de Huancavelica"*. Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

Meléndez, R. (1996). *"Resultados comparativos de diseño de mezclas de concreto con agregados de los ríos Cumbaza y Huallaga"*. Tesis Para Optar el Título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú.

MTC . (2018). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*.

MTC. (2014). *Manual de Carreteras*. Lima, Perú: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos.

MTC. (2014). *Manual de carreteras - sección suelos y pavimentos*.

MTC. (2016). *Manual de Ensayos de Materiales*.

MTC E 110. (2000). *Determinación de Límite Líquido de los Suelos*. Norma Técnica, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

MTC E 111. (2000). *Determinación de Límite Plástico de los Suelos*. Norma Técnica, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

MTC E 132. (2000). *CBR de Suelos*. Norma Técnica, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

- MTC E 202. (2000). *Cantidad de Material Fino que pasa el Tamiz N°200 por Lavado*. Norma Técnica, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- MTC E 204. (2000). *Granulométrico de Agregados Gruesos y Finos*. Norma Técnica, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- MTC E 205. (2000). *Gravedad Específica y Absorción de Agregados Finos*. Norma Técnica, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- MTC E 207. (2000). *Abrasión Los Ángeles*. Norma Técnica, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- MTC E 210. (2000). *Método de Ensayo Estándar para la Determinación del Porcentaje de Partículas Fracturadas en el Agregado Grueso*. Norma Técnica, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- MTC E 212. (2000). *Arcilla en Terrones y Partículas Desmenuzables en Agregados*. Norma Técnica, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- MTC E 215. (2000). *Método de Ensayo para Contenido de Humedad Total de los Agregados por Secado*. Norma Técnica, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- MTC E 220. (2000). *Partículas Chatas y Alargadas en Agregados*. Norma Técnica, Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- NTP 339.129. (s.f.). *Determinación de Límite Líquido de los Suelos*. Norma Técnica Peruana.
- NTP 400.015. (s.f.). *Arcilla en Terrones y Partículas Desmenuzables en Agregados*. Norma Técnica Peruana.

- Ortiz, Á. E. (2015). *"Análisis y descripción de la producción de concreto en obra de cinco proyectos de vivienda en Colombia"*. Proyecto de Grado, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D.C, Colombia.
- Ortiz, E. E. (2004). *"Calidad de los Agregados producidos en Guatemala"*. Tesis para optar Título Profesional, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, México.
- Pambi, C. F. (2015). *"Diseño de Sistema de Costos para la Elaboración de Costos de Producción de Canteras"*. Trabajo Práctico del Exámen Complexivo Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en Contabilidad y Auditoría CPA, Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.
- Ticlla, T. N. (2021). *"Evaluación de las características geotecnicas del suelo de las pricipales canteras para afirmado de carreteras del Distrito de Chota"*. Tesis para optal el Título de Ingeniero Civil, Universidad Autónoma de Chota, Chota, Perú.
- Yauri, J. E., & Cruz, C. D. (2020). *"Propiedades Mecánicas de una base granular incorporando escoria de acero mediante ensayo de CBR"*. Tesis para optar por el Título Profesional, Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú.

## 11. ANEXOS

**Tabla 4**

Matriz de Operacionalización de la Variable 1: Calidad de Material

VARIABLE 1	DIMENSIONES	INDICADORES
CALIDAD DE MATERIAL	PROPIEDADES FÍSICAS	GRANULOMETRÍA
		MALLA #200
		EQUIVALENTE DE ARENA
		ÍNDICE DE PLASTICIDAD
		LÍMITE LÍQUIDO
		ABRASIÓN LOS ÁNGELES
	PROPIEDADES MECANICAS	PARTÍCULAS Y CARAS FRACTURADAS
		CBR
		ABSORCIÓN DE AGUA

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 5**

*Matriz de Operacionalización de la Variable 2: Explotación de Agregados*

<b>VARIABLE</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
EXPLOTACIÓN DE CANTERA	AGREGADOS	AGREGADO FINO AGREGADO GRUESO

*Nota.* Elaboración Propia

**Figura 22**

*Visita a la Cantera Belén – Buenos Aires*



**Figura 23**

*Inspección Ocular de acopio y toma de muestras de agregados extraídos de la Cantera Belén*



**Figura 24**

*Ensayo de Plasticidad en Laboratorio de la Supervisión*



- Registros De Excavación

Figura 25

Calicata N°1 – Sector 03

<b>DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2488</b>						CÓDIGO	FC - 001
						VERSIÓN	1.1
						VIGENCIA	26/12/2020
						REGISTRO	002-2020R01
						FECHA EMISIÓN	21/12/2020
SOLICITANTE		PROVINCIA NACIONAL					
PROYECTO		SERVICIO ESPECIALIZADO DE ESTUDIOS DE CANTERA Y FUENTES DE AGUA, PARA LA CULMINACIÓN DE OBRA DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA RODRÍGUEZ DE MENDOZA - EMPALME PE-5N (LA CALZADA), TRAMO: SELVA ALEGRE - EMPALME PE-5N (LA CALZADA)					
UBICACIÓN		Muyocamba, San Martín					

CANTERA BUENOS AIRES							
IDENTIFICACIÓN				COORDENADAS UTM			
C-1 - SECTOR 3				3312967 N - 0262471 E			
Prof. E.00	MUESTRA	P.A.	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO	SÍMBOLO	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	
1.00	M-1		GM-GM	A-1-a(0)		<p>Grava bien graduada con limo y arena, de forma subredondeada, de buena dureza al golpe, con frías límpidas no pétreas (L-L=100, L-F=100 y P=100), estrato denso, color marrón claro. Presenta nivel de agua a -1.30m.</p> <p>Tamaño Máx (Pulg) : 14</p> <p>Gradación +10" : 100%</p> <p>Gradación 10"-12" : 7.0%</p> <p>Gradación 12"-60" : 12.0%</p> <p>Gradación 60"-3" : 11.0%</p> <p>Gradación +3" : 70.0%</p>	

**Ingeniero Civil**  
C. P. 20400

L	P.A.: Presencia de Agua		<b>TÉCNICO:</b> Andrés Coarasa C.
M	Calicata		<b>ELABORADO POR:</b> Eduardo Pardo
N			Eduardo Pardo
D			<b>REVISADO POR:</b> Ing. José Calderín D.
A	Trinchera		

Nota. "Expediente Técnico De Culminación De Obra Del Proyecto Mejoramiento De La Carretera Rodríguez De Mendoza – Empalme PE-5N, Tramo: Selva Alegre – La Calzada.

Figura 26

Ensayo de Análisis Granulométrico

<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>		CÓDIGO : FC-062
		VERSIÓN : 1.1
		VIENCIA : 31/12/2020
SOLICITANTE : PROVAS NACIONAL		REGISTRO : 061-2009-01
PROYECTO : SERVICIO ESPECIALIZADO DE ESTUDIOS DE CANTERA Y FUENTES DE AGUA, PARA LA CULMINACIÓN DE OBRA DEL PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA RODRÍGUEZ DE MENDOZA - EMPALME PE-5N (LA CALZADA), TRAMO SELVA ALEGRE - EMPALME PE-5N (LA CALZADA)		FECHA DE EMISIÓN : 21/2/2020
UBICACIÓN : Moyobamba, San Martín		

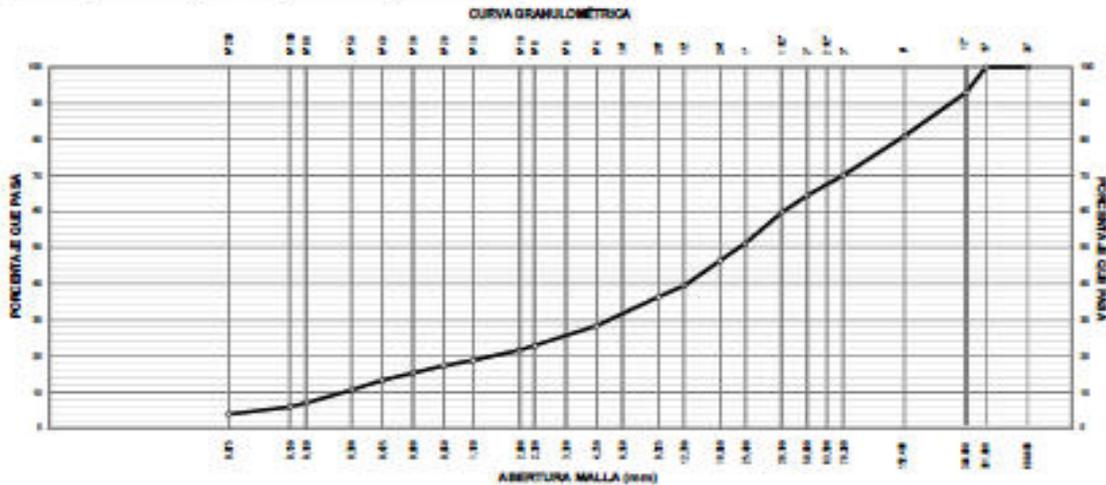
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA BUENOS AIRES, C-1 - SECTOR 3	PESO DE MUESTRA RECEP. : 150.3 kg	T.M. (Pág.) : 14
COORDENADAS UTM : 5812967 N - 0050471 E		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUECOS Y FINOS MTC E 204					
SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
18"	381.000				100.0
12"	304.800	10.521.0	7.0	7.0	93.0
8"	152.400	18.026.0	12.0	19.0	81.0
2"	76.200	16.530.0	11.0	30.0	70.0
2"	50.800	8.416.0	5.6	35.6	64.4
11/2"	38.100	7.264.1	4.7	40.3	59.7
1"	25.400	12.775.5	8.5	48.8	51.2
3/4"	19.050	12.14.4	8.0	56.8	43.2
1/2"	12.700	10.521.0	7.0	63.8	36.2
3/8"	9.525	4.539.0	3.0	66.8	33.2
Nº 4	4.750	12.024.0	8.0	74.8	25.2
Nº 8	2.360	58.0	0.4	75.2	24.8
Nº 10	2.000	13.6	0.9	76.1	23.9
Nº 16	1.180	31.8	2.1	78.2	21.8
Nº 20	0.850	16.6	1.1	79.3	20.7
Nº 30	0.600	21.2	1.4	80.7	19.3
Nº 40	0.425	21.9	1.5	82.2	17.8
Nº 50	0.300	25.5	1.7	83.9	16.1
Nº 60	0.250	26.6	1.8	85.7	14.3
Nº 100	0.150	12.1	0.8	86.5	13.5
Nº 200	0.075	21.9	1.5	88.0	12.0
-200	-	44.6	3.1	91.1	8.9

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
Muestra Seca Inicial < 2"	1	100.0 %
Muestra > 15"	1	0.0 %
Muestra 15" - 12"	1	7.0 %
Muestra 12" - 8"	1	12.0 %
Muestra 8" - 2"	1	11.0 %
Muestra 2" - 2"	1	5.6 %
Muestra 2" - 3/4"	1	18.0 %
Muestra 3/4" - 3/8"	1	10.0 %
Muestra 3/8" - Nº 4	1	8.0 %
Muestra < Nº 4	1	25.4 %

  
**Juan A. Sanabria Sosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 204909



**Figura 27**

*Ensayos: Partículas Chatas y Alargadas en Agregados*

<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>		CÓDIGO : FC - 004
		VERSIÓN : 1.1
		VIGENCIA : 31/12/2020
SOLICITANTE : PROVIAS NACIONAL	REGISTRO : 062-20251HOL	
PROYECTO : SERVICIO ESPECIALIZADO DE ESTUDIOS DE CANTERA Y FUENTES DE AGUA, PARA LA CULMINACIÓN DE OBRA DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA RODRÍGUEZ DE MENDOZA - EMPALME PE-5N (LA CALZADA), TRAMO: SELVA ALEGRE - EMPALME PE-5N (LA CALZADA)		
UBICACIÓN : Moyobamba, San Martín	FECHA DE EMISIÓN : 21/12/2020	

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN : CANTERA BUENOS AIRES, C-1 - SECTOR 3	PESO DE MUESTRA RECEP. : 150.3 kg
COORDENADAS UTM : 9312987 N - 8262471 E	PESO MUESTRA DE ENSAYO : 5,008.3 g

**PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS**  
MTC E 223

**A) PARTÍCULAS CHATAS - RELACIÓN 1/3**

ABERTURA MALLA		PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g)	NÚMERO DE PARTÍCULAS	PARTÍCULAS CHATAS (g)	PARTÍCULAS CHATAS (%)	GRADACIÓN ORIGINAL (%)	PROMEDIO DE PART. CHATAS
PASA	RET.						
1.18"	1"	2,002.3	44	48.5	2.4	30.9	66.5
1"	3/4"	1,501.2	63	30.2	2.0	20.9	61.7
3/4"	1/2"	1,200.0	195	20.0	1.7	29.6	53.3
1/2"	3/8"	394.8	178	14.0	4.9	12.7	62.2
TOTAL					11.0	100.0	54.7
					<b>PARTÍCULAS CHATAS (%)</b>		<b>2.4%</b>

**B) PARTÍCULAS ALARGADAS - RELACIÓN 1/3**

ABERTURA MALLA		PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g)	NÚMERO DE PARTÍCULAS	PARTÍCULAS ALARGADAS (g)	PARTÍCULAS ALARGADAS (%)	GRADACIÓN ORIGINAL (%)	PROMEDIO DE PART. ALARGADAS
PASA	RET.						
1.18"	1"	2,002.3	44	13.7	0.7	30.9	25.8
1"	3/4"	1,501.2	63	10.0	0.7	20.9	14.6
3/4"	1/2"	1,200.0	195	14.5	1.2	29.6	35.5
1/2"	3/8"	394.8	178	10.5	3.4	12.7	43.2
TOTAL					6.0	100.0	19.1
					<b>PARTÍCULAS ALARGADAS (%)</b>		<b>1.2%</b>

**C) PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS - RELACIÓN 1/3**

ABERTURA MALLA		PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g)	NÚMERO DE PARTÍCULAS	PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (g)	PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)	GRADACIÓN ORIGINAL (%)	PROMEDIO DE PART. CHATAS Y ALARGADAS
PASA	RET.						
1.18"	1"	2,002.3	44	0.0	0.0	30.9	0.0
1"	3/4"	1,501.2	63	0.0	0.0	20.9	0.0
3/4"	1/2"	1,200.0	195	13.9	1.2	29.6	35.5
1/2"	3/8"	394.8	178	10.0	3.5	12.7	44.4
TOTAL					4.7	100.0	30.0
					<b>PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)</b>		<b>0.8%</b>

*Nota.* “Expediente Técnico De Culminación De Obra Del Proyecto Mejoramiento De La Carretera Rodríguez De Mendoza – Empalme PE-5N, Tramo: Selva Alegre – La Calzada.

**Figura 28**

*Ensayo Estándar para Determinar el Porcentaje de Partículas Fracturadas*

<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	<b>CÓDIGO</b> : FC - 006
	<b>VERSIÓN</b> : 1.1
	<b>VIGENCIA</b> : 31/12/2020

<b>SOLICITANTE</b> : PROVIAS NACIONAL	<b>REGISTRO</b> : 062-2020/HOL
<b>PROYECTO</b> : SERVICIO ESPECIALIZADO DE ESTUDIOS DE CANTERA Y FUENTES DE AGUA, PARA LA CULMINACIÓN DE OBRA DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA RODRÍGUEZ DE MENDOZA - EMPALME PE-5N (LA CALZADA), TRAMO: SELVA ALEGRE - EMPALME PE-5N (LA CALZADA)	
<b>UBICACIÓN</b> : Moyobamba, San Martín	<b>FECHA DE EMISIÓN</b> : 2/12/2020

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

<b>IDENTIFICACIÓN</b> : CANTERA BUENOS AIRES, C-1 - SECTOR 3	<b>PESO DE MUESTRA RECEP.</b> : 150.3 kg
<b>COORDENADAS UTM</b> : 8312987 N - 0262471 E	<b>PESO MUESTRA DE ENSAYO</b> : 5,000.2 g

**A) CON UNA A MÁS CARAS FRACTURADAS:**

<b>MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE PARTÍCULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO MTC E 210</b>							
ABERTURA MALLA		PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g)	NÚMERO DE PARTÍCULAS	PARTÍCULAS FRACTURADAS (g)	CARAS FRACTURADAS (%)	GRADACIÓN ORIGINAL (%)	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS
PASA	RET.						
1 1/2"	1"	2,000.0	42	38.1	1.9	36.9	70.0
1"	3/4"	1,500.2	79	76.9	5.1	20.9	106.3
3/4"	1/2"	1,200.0	187	40.2	3.4	26.6	100.7
1/2"	3/8"	300.0	161	9.4	3.1	12.7	39.3
TOTAL					13.5	100.0	216.4
<b>PARTÍCULAS CON UNA A MÁS CARAS DE FRACTURA (%)</b>							<b>3.2 %</b>

**B) CON DOS A MÁS CARAS FRACTURADAS:**

ABERTURA MALLA		PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g)	NÚMERO DE PARTÍCULAS	PARTÍCULAS FRACTURADAS (g)	CARAS FRACTURADAS (%)	GRADACIÓN ORIGINAL (%)	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS
PASA	RET.						
1 1/2"	1"	2,000.0	42	54.1	2.7	36.9	98.5
1"	3/4"	1,500.2	79	96.2	6.3	20.9	131.4
3/4"	1/2"	1,200.0	187	10.5	0.9	26.6	26.7
1/2"	3/8"	300.0	161	6.1	2.7	12.7	34.3
TOTAL					12.6	100.0	291.8
<b>PARTÍCULAS CON DOS A MÁS CARAS DE FRACTURA (%)</b>							<b>2.9 %</b>

*Nota.* “Expediente Técnico De Culminación De Obra Del Proyecto Mejoramiento De La Carretera Rodríguez De Mendoza – Empalme PE-5N, Tramo: Selva Alegre – La Calzada.

**Figura 29**

*Ensayo Estándar para Determinar el Porcentaje de Partículas Fracturadas*

<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>		<b>CÓDIGO</b> : FC - 006
		<b>VERSIÓN</b> : 1.1
		<b>VIGENCIA</b> : 31/12/2020
<b>SOLICITANTE</b>	: PROVIAS NACIONAL	<b>REGISTRO</b> : 062-2020/HOL
<b>PROYECTO</b>	: SERVICIO ESPECIALIZADO DE ESTUDIOS DE CANTERA Y FUENTES DE AGUA, PARA LA CULMINACIÓN DE OBRA DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA RODRÍGUEZ DE MENDOZA - EMPALME PE-5N (LA CALZADA), TRAMO: SELVA ALEGRE - EMPALME PE-5N (LA CALZADA)	
<b>UBICACIÓN</b>	: Moybamba, San Martín	<b>FECHA DE EMISIÓN</b> : 21/12/2020

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: CANTERA BUENOS AIRES, C-1 - SECTOR 3	<b>PESO DE MUESTRA RECEP.</b>	: 150.3 kg
<b>COORDENADAS UTM</b>	: 9312987 N - 0262471 E	<b>PESO MUESTRA DE ENSAYO</b>	: 5,008.3 g

**A) CON UNA A MÁS CARAS FRACTURADAS:**

<b>MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE PARTÍCULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO MTC E 210</b>							
ABERTURA MALLA		PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g)	NÚMERO DE PARTÍCULAS	PARTÍCULAS FRACTURADAS (g)	CARAS FRACTURADAS (%)	GRADACIÓN ORIGINAL (%)	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS
PASA	RET.						
1 1/2"	1"	2,002.3	44	1545.2	97.1	38.9	3579.1
1"	3/4"	1,501.2	83	1466.2	97.1	29.9	2024.5
3/4"	1/2"	1,200.0	105	1145.9	95.5	29.6	2627.8
1/2"	3/8"	304.8	176	295.5	96.9	12.7	1229.7
<b>TOTAL</b>					<b>306.6</b>	<b>100.0</b>	<b>95.6</b>
<b>PARTÍCULAS CON UNA A MÁS CARAS DE FRACTURA (%)</b>							<b>95.6 %</b>

**B) CON DOS A MÁS CARAS FRACTURADAS:**

<b>MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE PARTÍCULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO MTC E 210</b>							
ABERTURA MALLA		PESO DE LA FRACCIÓN DE ENSAYO (g)	NÚMERO DE PARTÍCULAS	PARTÍCULAS FRACTURADAS (g)	CARAS FRACTURADAS (%)	GRADACIÓN ORIGINAL (%)	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS
PASA	RET.						
1 1/2"	1"	2,002.3	44	1810.2	90.4	38.9	3332.1
1"	3/4"	1,501.2	83	1385.4	92.3	29.9	1924.5
3/4"	1/2"	1,200.0	105	1074.2	89.5	29.6	2650.1
1/2"	3/8"	304.8	176	270.5	88.7	12.7	1125.6
<b>TOTAL</b>					<b>380.9</b>	<b>100.0</b>	<b>80.3</b>
<b>PARTÍCULAS CON DOS A MÁS CARAS DE FRACTURA (%)</b>							<b>80.3 %</b>

**OBSERVACIONES** : MATERIAL TRATADO - TRITURADO

*Nota.* “Expediente Técnico De Culminación De Obra Del Proyecto Mejoramiento De La Carretera Rodríguez De Mendoza – Empalme PE-5N, Tramo: Selva Alegre – La Calzada.

**Figura 30**

*Ensayo de Partículas Desmenuzables*

<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>		<b>CÓDIGO</b> : FC-011
		<b>VERSIÓN</b> : 1.1
		<b>VIGENCIA</b> : 31/12/2020
<b>SOLICITANTE</b>	: PROVIAS NACIONAL	<b>REGISTRO</b> : 002-2020/HOL
<b>PROYECTO</b>	: SERVICIO ESPECIALIZADO DE ESTUDIOS DE CANTERA Y FUENTES DE AGUA, PARA LA CULMINACIÓN DE OBRA DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA RODRÍGUEZ DE MENDOZA - EMPALME PE-5N (LA CALZADA), TRAMO: SELVA ALEGRE - EMPALME PE-5N (LA CALZADA)	
<b>UBICACIÓN</b>	: Moyotambo, San Martín	<b>FECHA DE EMISIÓN</b> : 2/12/2020

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: CANTERA BUENOS AIRES, C-1 - SECTOR 3	<b>PESO DE MUESTRA RECEP.</b>	: 150.3 kg
<b>COORDENADAS UTM</b>	: 9312987 N - 0260471 E	<b>PESO MUESTRA DE ENSAYO</b>	: 94.6 kg

<b>ARCILLA EN TERRONES Y PARTÍCULAS DESMENUZABLES (FRIABLES) EN AGREGADOS AGREGADO GRUESO MTC E 212</b>									
ABERTURA MALLA		TAMIZ PARA REMOVER LOS RESIDUOS	GRADACIÓN ORIGINAL	N° TARRO	PESO DE LA FRAC. DE ENSAYO LAVADA (g)		PÉRDIDA TOTAL (g)	PORCENTAJE DE TERRONES Y PART. FRIABLES (%)	PORCENTAJE DE TERRONES Y PARTÍCULAS FRIABLES CORREGIDAS (%)
PASA (%)	RET. (%)				ANTES	DESPUÉS			
2"	1 1/2"	N° 4	13.4	20	5,000.0	4,990.0	10.0	0.20	0.03
1 1/2"	3/4"	N° 4	37.5	99	3,000.0	2,995.1	4.9	0.16	0.06
3/4"	3/8"	N° 4	27.5	151	2,001.4	1,998.0	3.4	0.17	0.05
3/8"	N° 4	N° 8	21.8	6	1,000.4	999.1	1.3	0.10	0.02
<b>TOTAL</b>									<b>0.16</b>

**OBSERVACIONES:**

Wilens A. Sanabria Sosa  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 204003

*Nota.* “Expediente Técnico De Culminación De Obra Del Proyecto Mejoramiento De La Carretera Rodríguez De Mendoza – Empalme PE-5N, Tramo: Selva Alegre – La Calzada.

## Figura 31

### Ensayo de Abrasión Los Ángeles

<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	<b>CÓDIGO</b>	: FC - 006
	<b>VERSIÓN</b>	: 1.1
	<b>VIGENCIA</b>	: 31/12/2020

<b>SOLICITANTE</b>	: PROVIAS NACIONAL	<b>REGISTRO</b>	: 062-2020/HOL
<b>PROYECTO</b>	: SERVICIO ESPECIALIZADO DE ESTUDIOS DE CANTERA Y FUENTES DE AGUA, PARA LA CULMINACIÓN DE OBRA DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA RODRÍGUEZ DE MENDOZA - EMPALME PE-5N (LA CALZADA), TRAMO: SELVA ALEGRE - EMPALME PE-5N (LA CALZADA)		
<b>UBICACIÓN</b>	: Moyobamba, San Martín	<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 2/12/2020

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: CANTERA BUENOS AIRES, C-1 - SECTOR 3	<b>PESO DE MUESTRA RECEP.</b>	: 150.3 kg
<b>COORDENADAS UTM</b>	: 9312987 N - 0262471 E	<b>PESO MUESTRA DE ENSAYO</b>	: 94.6 kg

#### AGREGADO NATURAL:

<b>ABRASIÓN LOS ANGELES (L.A) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5 MM (1 1/2")</b> MTC E 207			
REFERENCIAS DEL ENSAYO	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	RESULTADOS (% DE PÉRDIDA)
GRADACIÓN	5,000.0	3,805.0	23.9
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			
NÚMERO DE ESFERAS			

#### OBSERVACIONES:

  
**Argen A. Sanabria Sosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 204003

*Nota.* “Expediente Técnico De Culminación De Obra Del Proyecto Mejoramiento De La Carretera Rodríguez De Mendoza – Empalme PE-5N, Tramo: Selva Alegre – La Calzada.

**Figura 32**

*Ensayo de Partículas Livianas en los Agregados*

<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	<b>CÓDIGO</b>	: FC - 012
	<b>VERSIÓN</b>	: 1.1
	<b>VIENCIA</b>	: 31/12/2020

SOLICITANTE : PROVIAS NACIONAL  
REGISTRO : 062-2020/HOL  
PROYECTO : SERVICIO ESPECIALIZADO DE ESTUDIOS DE CANTERA Y FUENTES DE AGUA, PARA LA CULMINACIÓN DE OBRA DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA RODRÍGUEZ DE MENDOZA - EMPALME PE-5N (LA CALZADA), TRAMO: SELVA ALEGRE - EMPALME PE-5N (LA CALZADA)  
UBICACIÓN : Moyobamba, San Martín  
FECHA DE EMISIÓN : 2/12/2020

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN : CANTERA BUENOS AIRES, C-1 - SECTOR 3  
PESO DE MUESTRA RECEP. : 150.3 kg  
COORDENADAS UTM : 9312987 N - 0262471 E  
PESO MUESTRA DE ENSAYO : 94.6 kg

<b>PARTÍCULAS LIVIANAS EN LOS AGREGADOS</b>				
<b>AGREGADO GRUESO</b>				
<b>MTC E 211</b>				
Nº DE ENSAYO		1	2	3
PESO SECO INICIAL (PASA 1 1/2" - RET. Nº 4)	(g)	4,004.2	4,001.5	4,003.6
PESO SECO RETENIDO EN EL TAMIZ Nº 50	(g)	0.6	0.2	0.4
PARTÍCULAS LIVIANAS	(%)	0.0	0.0	0.0
<b>RESULTADO</b>	<b>(%)</b>	<b>NT</b>		

**OBSERVACIONES:**

- NT: No Tiene partículas livianas.
- Reactivo empleado: Cloruro de Zinc Anhidro (ZnCl<sub>2</sub>)



Silvana A. Sanabria Sosa  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 204003

*Nota.* “Expediente Técnico De Culminación De Obra Del Proyecto Mejoramiento De La Carretera Rodríguez De Mendoza – Empalme PE-5N, Tramo: Selva Alegre – La Calzada.