

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Adición del Proes 100 y cemento para mejorar las propiedades
mecánicas de los materiales de la cantera Taruca – Huánuco
2022”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Robles Vilca, Fredy

ASESORA: Bastidas Salazar, Karen Vanessa

HUÁNUCO – PERÚ

2023

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Gestión en la construcción
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 73058894

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 48753085

Grado/Título: Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental.

Código ORCID: 0000-0002-7346-9542

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Maestro en ingeniería de sistemas e informática con mención en: gerencia de sistemas y tecnologías de información	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Abal García, Hamilton Denniss	Maestro en gerencia pública	43962001	0000-0002-8378-9152
3	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:00 horas del día jueves 25 del mes de mayo del año 2023, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS	(PRESIDENTE)
MG. HAMILTON DENNISS ABAL GARCÍA	(SECRETARIO)
MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA	(VOCAL)

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 1115-2023-D-FI-UDH, para evaluar la **Tesis** intitulada: "ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022", presentado por el (la) Bach. Fredy ROBLES VILCA, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 13 y cualitativo de SUFICIENTE (Art. 47)

Siendo las 17:34 horas del día 25 del mes de MAYO del año 2023, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS
ORCID: 0000-0001-7920-1304
PRESIDENTE


MG. HAMILTON DENNISS ABAL GARCÍA
ORCID: 0000-0002-8378-9152
SECRETARIO


MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA
ORCID: 0000-0002-5650-3745
VOCAL

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

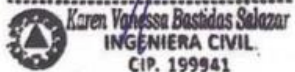
Yo Karen Vanessa Bastidas Salazar, asesora del Programa Académico de Ingeniería Civil y designado mediante documento: RESOLUCIÓN N°1431-2022-D-FI-UDH del bachiller FREDY ROBLES VILCA, de la investigación titulada: "ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA — HUÁNUCO 2022".

Hago constar que la investigación tiene un índice de similitud del 23% verificable en el reporte final de análisis de originalidad mediante el software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se Expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 08 de setiembre del 2023.

Karen Vanessa Bastidas Salazar
INGENIERA CIVIL
CIP. 199941

Karen Vanessa Bastidas Salazar
Asesora
DNI N°: 48753085
Código ORCID N°: 0000-0002-7346-9542

TESIS: ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unheval.edu.pe	8%
	Fuente de Internet	
2	hdl.handle.net	5%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.udh.edu.pe	4%
	Fuente de Internet	
4	repositorio.ucv.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
5	repositorio.upao.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
6	distancia.udh.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo	<1%
	Trabajo del estudiante	
8	Submitted to Universidad Continental	<1%
	Trabajo del estudiante	


Karen Vanessa Bastidas Salazar
INGENIERA CIVIL
CIP. 199941

Karen Vanessa Bastidas Salazar
Asesora
DNI N°: 48753085
Código ORCID N°: 0000-0002-7346-9542

DEDICATORIA

La presente tesis dedico en primer lugar a Dios, por ser mi guía y darme la oportunidad de hacer realidad esta investigación.

A mis padres, por estar presente incondicionalmente en cada etapa de mi formación profesional.

A mi hermana por aconsejarme y apoyarme para seguir superándome.

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme firmeza en cada etapa del desarrollo de mi investigación.

A mi familia, quienes me motivaron día a día para lograr mi título profesional.

A mi asesora Mg. Karen Bastidas Salazar, quien me brindó los conocimientos metodológicos para desarrollar mi proyecto de tesis.

A la Universidad de Huánuco, mi casa de estudios donde pasé los años de mi formación profesional.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
INTRODUCCIÓN	XVII
CAPÍTULO I	18
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	18
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	18
1.3. OBJETIVOS	19
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	19
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	19
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	20
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	20
CAPÍTULO II	22
MARCO TEÓRICO	22
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	22

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	22
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	23
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	24
2.2. BASES TEÓRICAS	25
2.2.1. CANTERA	25
2.2.2. BASE ASFÁLTICA	25
2.2.3. HUMEDAD DEL SUELO	25
2.2.4. GRANULOMETRÍA	26
2.2.5. LÍMITES DE ATTERBERG.....	27
2.2.6. LÍMITE LÍQUIDO	27
2.2.7. LÍMITE PLÁSTICO	28
2.2.8. ÍNDICE DE PLASTICIDAD	29
2.2.9. PROCTOR MODIFICADO.....	29
2.2.10. CBR.....	30
2.2.11. ABRASIÓN DE LOS ÁNGELES	31
2.2.12. MEJORAMIENTO DE CANTERAS	31
2.2.13. ESTABILIZACIÓN DE SUELOS.....	32
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	32
2.3.1. AASHTO	32
2.3.2. NTP	32
2.3.3. SUCS.....	33
2.3.4. PROES 100	33
2.3.5. CEMENTO.....	33
2.3.6. DOSIFICACIÓN.....	33
2.4. HIPÓTESIS	33
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	33
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	33

2.5. VARIABLES	34
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE.....	34
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE	34
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	35
CAPÍTULO III	36
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	36
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	36
3.1.1. ENFOQUE	36
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	36
3.1.3. DISEÑO	36
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	36
3.2.1. POBLACIÓN.....	36
3.2.2. MUESTRA	37
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	37
3.3.1. TRABAJOS DE CAMPO	37
3.3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO	40
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	48
3.4.1. PROCESAMIENTO Y EVALUACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS.....	48
3.4.2. DISEÑO Y DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	48
CAPÍTULO IV	49
RESULTADOS.....	49
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	49
4.1.1. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS FÍSICOS.....	49
4.1.2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS MECÁNICOS	51
4.1.3. RESULTADOS DE LA MUESTRA REPRESENTATIVA	53

4.1.4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN PARA EL USO EN BASE ASFÁLTICA	55
4.1.5. RESULTADOS DEL TRATAMIENTO POR ZARANDEO	56
4.1.6. RESULTADOS DEL TRATAMIENTO CON PROES 100 Y CEMENTO	58
4.1.7. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN TÉCNICA DEL MATERIAL TRATADO	59
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	59
4.2.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	59
4.2.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	60
4.2.3. PRUEBA DE LA HIPÓTESIS	68
CAPÍTULO V.....	82
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	82
5.1. CONTRASTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	82
CONCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES	85
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
ANEXOS	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Serie de Tamices Normativas.....	26
Tabla 2 Profundidades de penetración del CBR.....	30
Tabla 3 Operacionalización de variables	35
Tabla 4 Coordenadas de los puntos de investigación	38
Tabla 5 Descripción de los puntos de exploración	39
Tabla 6 Resultados de ensayos físicos	50
Tabla 7 Resultados de ensayos mecánicos	52
Tabla 8 Propiedades físicas de la muestra representativa	54
Tabla 9 Propiedades mecánicas de la muestra representativa	54
Tabla 10 Evaluación técnica para el uso como base asfáltica.....	55
Tabla 11 Propiedades físicas del material tratado por zarandeo	57
Tabla 12 Resultados de los ensayos con el PROES 100 y cemento	58
Tabla 13 Evaluación del material tratado para el uso en base asfáltica	59
Tabla 14 Tabulación de datos y análisis estadístico para proes 100:250ml y cemento:1.20%	61
Tabla 15 Resultados.....	61
Tabla 16 Prueba de normalidad de los datos	62
Tabla 17 Tabulación de datos y análisis estadístico para proes 100:270ml y cemento:1.60%	62
Tabla 18 Resultados.....	63
Tabla 19 Prueba de normalidad de los datos	63
Tabla 20 Tabulación de datos y análisis estadístico para proes 100:290ml y cemento:2.00%	64
Tabla 21 Resultados.....	64
Tabla 22 Prueba de normalidad de los datos	65
Tabla 23 Tabulación de datos y análisis estadístico para proes 100:310ml y cemento:2.40%	65
Tabla 24 Resultados.....	66
Tabla 25 Prueba de normalidad de los datos	66
Tabla 26 Tabulación de datos y análisis estadístico para proes 100:295ml y cemento:2.09%	67
Tabla 27 Resultados.....	67

Tabla 28 Prueba de normalidad de los datos	68
Tabla 29 Resultados.....	70
Tabla 30 Resultados.....	72
Tabla 31 Resultados.....	75
Tabla 32 Resultados.....	77
Tabla 33 Resultados.....	80
Tabla 34 Matriz de consistencia	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Muestreo y cuarteo de los materiales	40
Figura 2 Ensayo de contenido de humedad	41
Figura 3 Ensayo de granulometría	42
Figura 4 Ensayo Límite Líquido	43
Figura 5 Ensayo Límite Plástico	43
Figura 6 Ensayo de Proctor Modificado	44
Figura 7 Ensayo de CBR.....	45
Figura 8 Ensayo de Abrasión de los Ángeles.....	46
Figura 9 Dosificación de las muestras con PROES 100 y cemento	47
Figura 10 Ensayo de CBR de la cantera mejorado	47
Figura 11 Granulometría de la muestra representativa	56
Figura 12 Granulometría de la muestra tratado por zarandeo	57
Figura 13 Comportamiento del CBR vs PROES 100 y cemento	58
Figura 14 Prueba de hipótesis para la dosificación 1	70
Figura 15 Prueba de hipótesis para la dosificación 2	73
Figura 16 Prueba de hipótesis para la dosificación 3	75
Figura 17 Prueba de hipótesis para la dosificación 4	78
Figura 18 Prueba de hipótesis para la dosificación óptima	81
Figura 19 Resumen del perfil estratigráfico del suelo	92
Figura 20 Perfil estratigráfico M-1	93
Figura 21 Perfil estratigráfico M-2	94
Figura 22 Perfil estratigráfico M-3	95
Figura 23 Perfil estratigráfico M-4	96
Figura 24 Perfil estratigráfico M-5	97
Figura 25 Resumen de ensayos de laboratorio.....	99
Figura 26 Evaluación técnica para su uso como base asfáltica	100
Figura 27 Ensayo de contenido de humedad M-1.....	101
Figura 28 Análisis Granulométrico M-1	102
Figura 29 Límites de Atterberg M-1.....	103
Figura 30 Ensayo de Proctor Modificado M-1	104
Figura 31 Ensayo de CBR M-1	105
Figura 32 Gráfico de CBR M-1 (56, 26 y 12 golpes)	106

Figura 33 Gráfico de CBR M-1	107
Figura 34 Ensayo de Abrasión los Ángeles M-1	108
Figura 35 Ensayo de Contenido de Humedad M-2	109
Figura 36 Ensayo de Análisis Granulométrico M-2	110
Figura 37 Límites de Atterberg M-2.....	111
Figura 38 Ensayo de Proctor Modificado M-2	112
Figura 39 Ensayo de CBR M-2	113
Figura 40 Gráfico de CBR M-2 (56, 26 y 12 golpes)	114
Figura 41 Gráfico de CBR M-2.....	115
Figura 42 Ensayo de Abrasión de los Ángeles M-2	116
Figura 43 Ensayo de Contenido de Humedad M-3	117
Figura 44 Ensayo de Análisis Granulométrico M-3	118
Figura 45 Límites de Atterberg M-3.....	119
Figura 46 Ensayo de Proctor Modificado M-3	120
Figura 47 Ensayo de CBR M-3	121
Figura 48 Gráfico de CBR M-3 (56, 26 y 12 golpes)	122
Figura 49 Gráfico de CBR M-3.....	123
Figura 50 Ensayo de Abrasión de los Ángeles M-3	124
Figura 51 Ensayo de Contenido de Humedad M-4	125
Figura 52 Ensayo de Análisis Granulométrico M-4	126
Figura 53 Límites de Atterberg M-4.....	127
Figura 54 Ensayo de Proctor Modificado M-4	128
Figura 55 Ensayo de CBR M-4	129
Figura 56 Gráfico de CBR M-4 (56, 26 y 12 golpes)	130
Figura 57 Gráfico de CBR M-4.....	131
Figura 58 Ensayo de Abrasión de los Ángeles M-4	132
Figura 59 Ensayo de Contenido de Humedad M-5	133
Figura 60 Ensayo de Análisis Granulométrico M-5	134
Figura 61 Límites de Atterberg M-5.....	135
Figura 62 Ensayo de Proctor Modificado M-5	136
Figura 63 Ensayo de CBR M-5	137
Figura 64 Gráfico de CBR M-5 (56, 26 y 12 golpes)	138
Figura 65 Gráfico de CBR M-5.....	139
Figura 66 Ensayo de Abrasión de los Ángeles.....	140

Figura 67 Ensayo de Análisis Granulométrico – Global	141
Figura 68 Límites de Atterberg – Global.....	142
Figura 69 Evaluación Granulométrica según el Uso – Global	143
Figura 70 Resultados de ensayos del material tratado con Proes 100 y cemento	145
Figura 71 Evaluación técnica para su uso como Base.....	146
Figura 72 Ensayo de Análisis Granulométrico de la muestra zarandeada	147
Figura 73 Límites de Atterberg e la muestra zarandeada.....	148
Figura 74 Evaluación granulométrica según el uso granulométrico	149
Figura 75 Ensayo de CBR con Dosificación: 250ml de Proes 100 y 1.2% de cemento	150
Figura 76 Gráfico de CBR con Dosificación: 250ml de Proes 100 y 1.2% de cemento	151
Figura 77 Gráfico de CBR con Dosificación: 250ml de proes 100 y 1.2% de cemento	152
Figura 78 Ensayo de CBR con Dosificación: 270ml de Proes 100 y 1.6% de cemento	153
Figura 79 Gráfico de CBR con Dosificación: 270ml de Proes 100 y 1.6% de cemento	154
Figura 80 Gráfico de CBR con Dosificación: 270ml de Proes 100 y 1.6% de cemento	155
Figura 81 Ensayo de CBR con Dosificación: 290ml de Proes 100 y 2.0% de cemento	156
Figura 82 Gráfico de CBR con Dosificación: 290ml de Proes 100 y 2.0% de cemento	157
Figura 83 Gráfico de CBR con Dosificación: 290ml de Proes 100 y 2.0% de cemento	158
Figura 84 Ensayo de CBR con Dosificación: 310ml de Proes 100 y 2.4% de cemento	159
Figura 85 Gráfico de CBR con Dosificación: 310ml de Proes 100 y 2.4% de cemento	160
Figura 86 Gráfico de CBR con Dosificación: 310ml de Proes 100 y 2.4% de cemento	161

Figura 87 Determinación de la dosificación óptima.....	162
Figura 88 Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 250ml y cemento: 1.20%	164
Figura 89 Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 250ml y cemento: 1.20%	165
Figura 90 Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 250ml y cemento: 1.20%	166
Figura 91 Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 270ml y cemento: 1.60%	167
Figura 92 Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 270ml y cemento: 1.60%	168
Figura 93 Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 270ml y cemento: 1.60%	169
Figura 94 Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 290ml y cemento: 2.00%	170
Figura 95 Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 290ml y cemento: 2.00%	171
Figura 96 Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 290ml y cemento: 2.00%	172
Figura 97 Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 310ml y cemento: 2.40%	173
Figura 98 Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 310ml y cemento: 2.40%	174
Figura 99 Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 310ml y cemento: 2.40%	175
Figura 100 Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 295ml y cemento: 2.09%	176
Figura 101 Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 295ml y cemento: 2.09%	177
Figura 102 Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 295ml y cemento: 2.09%	178
Figura 103 Resolución de designación de asesor de tesis.....	180
Figura 104 Resolución de aprobación de Trabajo de Investigación (Tesis)	181

Figura 105 Resolución de nombramiento de jurado revisor para el informe final del Trabajo de Investigación (Tesis).....	182
---	-----

RESUMEN

La cantera Taruca, como fuente de material de cerro es usado en la actualidad en las capas de bases de pavimentos de vías no asfaltadas a nivel del ámbito de la ciudad de Huánuco. Sin embargo, si necesitamos ejecutar proyectos de vías asfálticas, estos materiales no cumplen con los requerimientos mecánicos para responder a nivel de bases asfálticas si son evaluadas de acuerdo a los requerimientos técnicos del Manual de Carreteras – Especificaciones Técnicas de Construcción de Carreteras, por lo tanto, se requieren tratamientos a fin de mejorar sus propiedades mecánicas, a fin de usarlo como bases asfálticas.

La adición del proes 100 y cemento a los materiales de la cantera Taruca, nos permiten mejorar el CBR al 100% de la densidad máxima seca para una penetración del 0.1”, siendo esto el requisito necesario para su aplicación en bases asfálticas.

La presente tesis fue realizada con las exploraciones de campo de los materiales de la cantera Taruca, sus ensayos a nivel natural, evaluación y mejoramiento de las mismas en cuatro distintas proporciones que nos permitió encontrar la dosificación óptima para el uso en bases asfálticas.

Los resultados encontrados permiten concluir que la adición del proes 100 y cemento mejora las propiedades mecánicas del material de la cantera Taruca para el uso en bases asfálticas.

Palabras clave: Proes 100, cemento, cantera, bases asfálticas, propiedades mecánicas.

ABSTRACT

The Taruca quarry, as a source of hill material, is currently used in the base layers of unpaved road pavements in the area of the city of Huánuco. However, if we need to execute asphalt road projects, these materials do not meet the mechanical requirements to respond at the level of asphalt bases if they are evaluated according to the technical requirements of the Highway Manual - Technical Specifications for Highway Construction, therefore, treatments are required in order to improve its mechanical properties, in order to use it as asphalt bases.

The addition of proes 100 and cement to the materials from the Taruca quarry allow us to improve the CBR to 100% of the maximum dry density for a penetration of 0.1", this being the necessary requirement for its application in asphalt bases.

This thesis was carried out with field explorations of the materials from the Taruca quarry, their tests at a natural level, their evaluation and improvement in four different proportions that allowed us to find the optimal dosage for use in asphalt bases.

The results found allow us to conclude that the addition of proes 100 and cement improves the mechanical properties of the material from the Taruca quarry for use in asphalt bases.

Keywords: Proes 100, cement, quarry, asphalt bases, mechanical properties.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis desarrollada, investiga la mejora de las propiedades mecánicas de materiales procedentes de la cantera Taruca adicionando el proes 100 y cemento en distintas proporciones ensayadas en laboratorio y determinadas técnicamente la dosificación necesaria para un CBR del 100% en una penetración del 0.1", requisito necesario para el uso en bases asfálticas.

En el capítulo I. Se describe el déficit de calidad del material para el uso en bases asfálticas dentro de la jurisdicción de la ciudad de Huánuco, entre ellas los materiales de la cantera Taruca.

El Capítulo II. Desarrolla los antecedentes de investigación similares a la presente a nivel internacional, nacional y local. También se detallan las bases teóricas y definiciones conceptuales propias de la investigación que nos permiten proponer las hipótesis y establecer variables para ser desarrolladas en la presente investigación.

El capítulo III. Describe la metodología aplicada en todo el proceso de la investigación, técnicas e instrumentos, ensayos de laboratorio, procesamiento e interpretación técnica.

El capítulo IV. Consta de la presentación de los resultados obtenidos durante la investigación de los materiales de la cantera Taruca a nivel natural y adicionando el Proes 100 y cemento, también permitió probar la hipótesis experimentalmente y estadísticamente propuestos en el capítulo anterior.

En el Capítulo V. Se realiza la discusión técnica los resultados obtenidos en la presente investigación con los resultados de los antecedentes de la investigación mencionados en el capítulo II.

Finalmente, las conclusiones de la presente tesis determinan que la adición del 295ml de PROES 100 y 2.09% de cemento mejora significativamente las propiedades mecánicas de los materiales procedente de la cantera Taruca para el uso en bases asfálticas.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Dentro de la jurisdicción nacional y de la región Huánuco, se requiere con contar las estructuras de pavimento en buenas condiciones, dichas estructuras deben estar conformados por partidas de base en buenas condiciones para optimizar los diseños de un pavimento flexible.

Las estructuras de base asfáltica son conformadas por materiales de suelos granular proveniente de canteras cercanas al proyecto; sin embargo, estos materiales no cumplen con los requisitos mínimos para la construcción de bases establecidos por la norma del MTC para aplicarse como base asfáltica (EG-2013).

En consecuencia, se requiere el tratamiento del material empleando insumos que permitan mejorar sus propiedades mecánicas con una dosificación óptima para el uso en base asfáltica.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el porcentaje requerido del proes 100 y cemento para mejorar las propiedades mecánicas de los materiales de la cantera Taruca para su uso en base asfáltica?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuáles son los datos de compactación, capacidad de soporte y desgaste de la cantera Taruca a nivel natural?
- ¿Cuáles son los resultados de la evaluación de la capacidad de soporte y desgaste a nivel natural de los materiales de la cantera Taruca frente a los parámetros normativos para su uso en base asfáltica?

- ¿Cuáles son los valores de capacidad de soporte de los materiales de la cantera Taruca empleando cuatro proporciones distintas de proes 100 y cemento?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la proporción requerida del proes 100 y cemento para mejorar las propiedades mecánicas de los materiales de la cantera Taruca para su uso en base asfáltica.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los datos de compactación, capacidad de soporte y desgaste de los materiales de la cantera Taruca a nivel natural
- Evaluar la capacidad de soporte y desgaste a nivel natural de los materiales de la cantera Taruca para su uso en base asfáltica.
- Determinar la capacidad de soporte de los materiales de la cantera Taruca empleando cuatro proporciones distintas del proes 100 y cemento.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La investigación planteada busca, mediante las normativas vigentes del MTC (EG-2013 y Documento Técnico Soluciones Básicas en Carreteras No Pavimentadas) verificar el cumplimiento de suelos de cantera de cerro mediante estabilización química (Proes 100 y cemento), para su uso en bases de pavimentos asfálticos.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La presente investigación servirá para incentivar nuevos estudios sobre el tratamiento de canteras de suelo; así también, para optimizar los diseños de pavimentos, reduciendo en gran medida los daños o

deterioros mediante la estabilización química de suelos para bases de pavimentos asfálticos.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Para lograr los objetivos de la presente investigación, se acudirá a la utilización de técnicas de investigación como la observación en los trabajos de campo y laboratorio, cuyo procesamiento de datos se realizará mediante el programa de Microsoft Excel; para así conocer, si mediante la estabilización química los suelos de la cantera de cerro cumplen con los requerimientos mínimos y máximos para su uso como bases de pavimentos asfálticos.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Las limitaciones de la investigación son las siguientes:

- El proes 100 no es muy comercial dentro de nuestro país, en la región Huánuco no existe ningún proveedor.
- No se cuenta con personal técnico a tiempo completo en los laboratorios en trabajos de tratamiento de canteras.
- No se fomenta el tratamiento de canteras con insumos dentro de la región Huánuco en las obras viales.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Dentro de la viabilidad de la presente investigación se consideran lo siguientes:

- Se cuenta con el compromiso técnico de laboratorio para ejecutar la presente investigación.
- La ejecución de toda la tesis es económica y beneficiosa.
- Se desarrolló toda la planificación necesaria a nivel técnico y administrativo para llevar a cabo la investigación.
- Los trabajos realizados se rigen a las normas actuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

- En cuanto al tiempo para el desarrollo de la presente investigación se encuentran en los plazos determinados por el reglamento de la universidad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

García (2019), en su tesis titulado: “Estudio de la técnica suelo-cemento para la estabilización de las vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín”, evalúa el comportamiento del suelo-cemento en laboratorio para implementar en vías terciarias, teniendo como variable independiente la mezcla del suelo-cemento y como la variable dependiente el comportamiento físico-mecánico del suelo. Concluye en su tesis, que la incorporación de un 12% de cemento en suelos con alto contenido de caolín, alcanzan una resistencia última de 2.42Mpa en 28 días de curado.

Cordero (2018), en su tesis titulado: “Estabilización química de suelos para mejoramiento de la estructura vial agropecuaria de la parroquia Chuquiribamba”, busca lograr la fabricación de un material alternativo como el suelo estabilizado, mejorando los caminos rurales a beneficio del sector agrario, establece su variable independiente al cemento y el variable dependiente la resistencia al esfuerzo cortante y durabilidad. Concluye que la adición del cemento en 4%, 7% y 10%, mejoran la resistencia a fuerza cortante mejorando el CBR significativamente.

Carvajal, Rincón y Zárate (2018), en su tesis titulado: “Mejoramiento del material de afirmado de la cantera la esmeralda mediante la adición de ceniza de cascarilla de arroz y material reciclado de escombros”, busca lograr mejorar las propiedades del CBR del material adicionando porcentajes ceniza de cascara de arroz y material reciclado de escombros. Sus variables independientes son la ceniza de cascara de arroz y el material reciclado de escombros, mientras que su variable dependiente viene a ser el CBR del material de afirmado.

Concluye que la adición de un 5% de ceniza de cascara de arroz, aumenta en 55.16% el CBR y la adición de un 20% de material reciclado de escombros aumenta en 119.91% el CBR.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

Carranza y Fernández (2018), en su tesis titulado: “Aplicación de los aditivos PROES y CONAID para mejorar la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante en la vía de acceso al C.P. Barraza, Laredo, La libertad-2018.”, analiza el efecto del aditivo PROES y CONAID con las dosis establecidas en sus especificaciones en el CBR de la subrasante de la vía en estudio. Sus variables independientes son el aditivo Proes y el aditivo CONAID y sus variables dependientes las propiedades mecánicas del suelo. En sus conclusiones afirman que para una subrasante inadecuada a buena el PROES mejora a un 13% y el CONAID un 10% y para una subrasante inadecuada a excelente el PROES mejora a un 70% mientras que el CONAID a un 58%. Considerando las dosificaciones de 0.35L/m³ para el aditivo PROES y 0.05L/m³ para el aditivo CONAID.

Enciso y Flores (2021), en su tesis titulado: “Estabilización de suelos con aditivo PROES, Caso: centro poblado Aurora Alta, 2021”, busca evaluar el efecto del aditivo PROES en la carretera no pavimentada del centro poblado de Aurora Alta. Establece su variable independiente al aditivo PROES y la dependiente la estabilización de suelos. Concluye que la carretera no pavimentada en estudio alcanza un CBR del 68.27% en la C-1 y 66.38% en la C-2, considerando una dosificación de 0.30L/m³ del aditivo Proes en cada calicata.

Mendoza y Rodríguez (2019), en su tesis titulado: “Mejoramiento del CBR incorporando Estabilizador Iónico de Suelos CON-AID SUPER para la carretera en el tramo II Chicanihuma - Tahuaco distrito de Yunguyo en Puno”, busca evaluar el efecto del agente estabilizador CON-AID SUPER en una vía afirmada. Establece su variable independiente al agente estabilizador CON-AID SUPER y la variable dependiente el CBR del material. Concluye que la carretera no

pavimentada en estudio alcanza un CBR del 75.70% a los 7 días y 113% a los 14 días.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

Apolinario y Delgado (2019), en su tesis titulado: “Estabilización de suelos arcillosos, con bajos valores de soporte (CBR), con fines de mejoramiento de la subrasante”, busca aumentar el CBR con la adición del PROES para mejorar su desempeño como subrasante. Define como variable independiente al aditivo PROES y el variable dependiente la capacidad de soporte (CBR). Finalmente concluye que la adición de 0.27L/m³ de PROES y 45kg/m³ de suelo arcilloso mejora el CBR al 32%, mientras que la adición del 0.27L/m³ y 50kg/m³ de suelo arcilloso mejora el CBR al 44%

Martin y Morales (2019), en su tesis titulado: “Análisis comparativo entre los aditivos oxido de calcio y cloruro de sodio como estabilizante de la subrasante de suelos arcillosos – Huánuco 2019”, tiene como objetivo analizar el influjo del óxido de calcio y cloruro de sodio como agente estabilizador en suelos arcillosos. Sus variables independientes son los agentes estabilizadores de óxido de calcio y cloruro de sodio, mientras que sus variables dependientes son los suelos arcillosos. En sus conclusiones establecen que el porcentaje óptimo para mejorar un suelo arcilloso es del 8% para el óxido de calcio y 4% para el cloruro de sodio, observando un mejor comportamiento la del óxido de calcio.

Soto y Martel (2020), en su tesis titulado: “Aplicación del Estabilizador Iónico de Suelos para el mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de los materiales de la cantera Marabamba – Huánuco – 2020”, busca una dosificación óptima para mejorar las propiedades mecánicas para el uso en subbase, base y rellenos. Su variable independiente es el Estabilizador Iónico de Suelos ISS2500 y la dependiente son las propiedades mecánicas. Concluye que la adición del 256.50ml/m³ del aditivo por metro cubico del material mejora el CBR al 100% para el uso en subbase, base y rellenos.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. CANTERA

Son fuentes de materiales de suelo conglomerado de origen natural, se caracterizan por poseer estratos muy homogéneos en todo el banco de material que lo conforma. Los materiales que componen son gravas, arenas, limos y arcillas combinadas entre sí. Su explotación es con fines de uso común en partidas de afirmados y en algunas ocasiones como sub base o base. (Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014).

2.2.2. BASE ASFÁLTICA

Capa de material granular que se encuentra inferior al pavimento flexible, su comportamiento es de responder frente a cargas dinámicas generados por vehículos. (Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014).

2.2.3. HUMEDAD DEL SUELO

Es la relación porcentual entre el agua y el sólido seco del suelo. (Manual de Ensayo de Materiales, 2016).

Norma de ensayo

- NTP 339.127
- ASTM D-2216
- MTC E 108

Procedimiento

- Selección de muestras en vasijas.
- Toma de peso de la muestra húmeda y la tara.
- Secado al horno por 24h a 120°C.
- Enfriamiento a temperatura ambiente.
- Toma del peso seco.

Resultados.

Porcentaje. (%).

2.2.4. GRANULOMETRÍA

Es la cuantificación de los tamaños de las partículas del suelo, las cuales forman parte de grupos como las gravas, arenas, limos y arcillas. (Manual de Ensayo de Materiales, 2016).

La cuantificación de la granulometría del ensayo está dada por una serie de tamices normativas que se detallan a continuación:

Tabla 1

Serie de Tamices Normativas

N° de malla	Diámetro (mm)
3"	76.20
2"	50.80
1 ½"	38.10
1"	25.40
¾"	19.05
½"	12.70
3/8"	9.53
¼"	6.35
N° 4	4.76
N° 10	2.00
N° 20	0.84
N° 30	0.59
N° 40	0.43
N° 50	0.30
N° 60	0.25
N° 100	0.15
N° 200	0.07

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales, 2016.

Norma de ensayo

- NTP 339.128
- ASTM D – 422
- MTC E 109

Procedimiento

- Selección de muestras en vasijas.
- Toma de peso de la muestra húmeda y la tara.
- Secado al horno por 24h a 120°C.
- Enfriamiento a temperatura ambiente.
- Lavado y tamizado del material fino hidratado con la malla #200 hasta que la muestra quede completamente limpia.
- Secado al horno de la muestra lavada por 24h a 120°C.
- Enfriamiento a temperatura ambiente.
- Tamizado con mallas estandarizadas.
- Toma de datos de los pesos retenidos en cada tamiza.

Resultados.

Porcentaje según su tamaño (%).

2.2.5. LÍMITES DE ATTERBERG

Es una propiedad física donde se observa el comportamiento del material fino del suelo con la adición del agua, se subdividen en Límite Líquido, Plástico e Índice de Plasticidad. (Braja, 2012).

Norma de ensayo.

- NTP 339.129
- ASTM D-2216
- MTC E 108

2.2.6. LÍMITE LÍQUIDO

Es la humedad límite entre la liquidez y la plasticidad del suelo. (Norma Técnica Peruana 339.129, 1999).

Norma de ensayo.

- NTP 339.129
- ASTM D – 4318
- MTC E 110

Procedimiento

- Selección de muestras y secado a temperatura ambiente.
- Tamizado de las muestras con la malla #40
- Hidratación con cuatro distintas proporciones de humedad y colocación en el 1/3 del volumen de la copa de Casagrande.
- Ranurado en la parte central y golpes con la manizuela hasta unir 1" la muestra hidratada.
- Registro de las humedades y el número de golpes de cada muestra ensayada.

Resultados.

Porcentaje de humedad (%) a 25 golpes.

2.2.7. LÍMITE PLÁSTICO

Humedad en el cual el suelo cambia su consistencia plástica a semisólida. (Norma Técnica Peruana 339.129, 1999).

Norma de ensayo

- NTP 339.129
- ASTM D – 4318
- MTC E 110

Procedimiento

- Selección de muestras y secado a temperatura ambiente.
- Tamizado de las muestras con la malla #40
- Hidratación del material y formación de cilindros en estado plástico de 3mm de espesor.
- Toma de datos de la humedad.

Resultados.

Porcentaje de humedad (%) en estado plástico.

2.2.8. ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico del suelo. (Norma Técnica Peruana 339.129, 1999).

Norma de ensayo

- NTP 339.129
- ASTM D – 4318
- MTC E 110

2.2.9. PROCTOR MODIFICADO

Se define como el proceso mediante el cual el suelo alcanza una densidad máxima a través de la compactación con un martillo normativo a través de la hidratación óptima del suelo. (Manual de Ensayo de Materiales, 2016).

Norma de ensayo

- NTP 339.141
- ASTM D – 1557
- MTC E 115

Procedimiento

- Selección de muestras y secado a temperatura ambiente.
- Tamizar los materiales con la malla $\frac{3}{4}$ " de diámetro.
- Hidratar el material hasta de 5 distintas proporciones
- Compactar el material en el molde del ensayo en 5 capas y 56 golpes cada capa con el martillo normativo.
- Tomar datos del peso del material compactado y determinar la humedad.

Resultados.

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) y Óptimo Contenido de Humedad (%).

2.2.10. CBR

Es la capacidad de respuesta de un suelo a esfuerzos de penetración normativas a una profundidad de 0.10 y 0.20 pulgadas. (Manual de Ensayo de Materiales, 2016).

Las profundidades normativas de penetración durante el ensayo son los siguientes:

Tabla 2

Profundidades de penetración del CBR

Milímetros	Pulgadas
0.63	0.025
1.27	0.050
1.90	0.075
2.54	0.100
3.17	0.125
3.81	0.150
5.08	0.200
7.62	0.300
10.16	0.400
12.70	0.500

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales, 2016.

Norma de ensayo

- NTP 339.175
- ASTM D – 1883
- MTC E 132

Proceso

- Selección de muestras y secado a temperatura ambiente.
- Tamizar los materiales con la malla $\frac{3}{4}$ " de diámetro.
- Hidratar la muestra con la humedad óptima del Proctor.
- Compactar en los especímenes del CBR el material en 5 capas en golpes de 12, 26 y 52 respectivamente.
- Sumergir al agua completamente por 96 horas con un error de ± 4 horas.

- Ensayar con el pistón del CBR y tomar datos de cada penetración.

Resultados.

Porcentaje (%) de esfuerzo a 0.1" y 0.2".

2.2.11. ABRASIÓN DE LOS ÁNGELES

Es ensayo donde las gravas de un suelo responden al desgaste por revoluciones con las esferas metálicas normativas. (Manual de Ensayo de Materiales, 2016).

Norma de ensayo

- NTP 400.019
- ASTM C – 131
- MTC E 207

Proceso

- Selección de las gravas del suelo de tamaños de 1 ½"; 1"; ¾" y ½" en cantidades de 1250 gramos con un error de ±10 gramos.
- Someter a la máquina de los ángeles acompañado de 12 esferas normativas.
- Encender la máquina y girar la muestra juntamente con las esferas por un tiempo aproximado de 15min completando las 500 revoluciones.
- Extraer el material y tamizar con la malla #12 y tomar los datos de la muestra retenida.

Resultados.

Porcentaje de desgaste (%).

2.2.12. MEJORAMIENTO DE CANTERAS

Es un tratamiento donde se busca mejorar las propiedades naturales de un material de cantera. El mejoramiento de canteras se da por diversos tipos de tratamientos las cuales pueden ser por zarandeo,

combinación o con la inclusión de aditivos. (Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014).

Para el mejoramiento de las propiedades físicas del material normalmente se pueden dar con combinación de materiales o control mediante zarandeo. Mientras que, para la mejora de las propiedades mecánicas se dan con la adición de aditivos como cemento, aceite sulfonados, cal, emulsión asfáltica u otros compuestos que al ser sumergidos dan mejores resultados de resistencia frente a agentes mecánicos.

2.2.13. ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

Es el procedimiento mediante el cual se trata un material frente a problemas especiales como licuefacción, colapso y expansión. Son aplicadas a fin de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas del material. (Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014).

La estabilización de suelos es normalmente aplicada a nivel de subrasante; sin embargo, también pueden aplicarse en canteras para mejorar sus propiedades y usarlos en partidas como base asfáltica, la cual es material de la presente investigación.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

2.3.1. AASHTO

Sistema internacional de consensos normativos que emite normas en lo principal, para la construcción de capas de pavimento. No es aplicable en la construcción de cimentaciones (Braja, 2012).

2.3.2. NTP

Norma técnica peruana. Consensos técnicos que emanan procedimientos para ensayo de la calidad, estandarización y procesos de los materiales (INACAL, 2021).

2.3.3. SUCS

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. Es un sistema internacional para la clasificación de suelos propuesta por Casagrande, luego fue revisada y aprobada por United States Bureau (Braja, 2012).

2.3.4. PROES 100

Aditivo químico de tipo aceite sulfonado que mejora un suelo haciéndolo impermeable, resistente y flexible (PROESTECH, 2020).

2.3.5. CEMENTO

Es un conglomerante hidráulico proveniente de la caliza calcinada y el yeso, cuya combinación con el agua reaccionan y forman mezclas que fraguan y endurecen a causa de la reacción química llamado hidrólisis (Bonafonte, 2007).

2.3.6. DOSIFICACIÓN

Cuantificación controlada de insumos para la aplicación en un material de suelo.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La adición del PROES 100 y cemento en distintas proporciones por metro cúbico del material, mejora las propiedades mecánicas de los materiales de la cantera Taruca para su uso en base asfáltica.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Los ensayos de Proctor y CBR, determinan las propiedades mecánicas naturales de los materiales de la cantera Taruca.
- La capacidad de soporte y desgaste de la Cantera Taruca, no son aptos para el uso en base asfáltica.
- La aplicación de cuatro distintas dosis de PROES 100 y cemento por metro cúbico de material, mejoran las propiedades mecánicas

de los materiales de la cantera Taruca para su uso en base asfáltica.

2.5.VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Propiedades mecánicas

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

PROES 100 y cemento

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 3

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
Variable Independiente				
Proes 100 y Cemento	Aditivo químico de tipo aceite sulfonado que mejora un suelo haciéndolo impermeable, resistente y flexible.	Dosificación	Proes 100 + Cemento	Litros por metro cubico de material (l/m3 y kg /m3)
Variable Dependiente				
Propiedades Mecánicas	Capacidad de resistencia del material frente a agentes de carga, desgaste, temperatura, etc.	Compactación	Proctor	Gramos por centímetro cubico (gr/cm3)
				Humedad optima (%)
		Capacidad de soporte	CBR	Porcentual (%)
		Desgaste	Abrasión los ángeles	Porcentual (%)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

Se determina la presente investigación como un enfoque cuantitativo debido a que se recolecta datos para probar la hipótesis por medio de mediciones numéricas y análisis estadístico (Hernández, 2014).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

De acuerdo al nivel de investigación es de tipo explicativo porque busca exponer el comportamiento de las variables en estudio en función a causa-efecto, esto a su vez necesita un control metodológico y estadístico (Hernández, 2014).

3.1.3. DISEÑO

El diseño es de tipo experimental ya que se analizan las variables dependientes desde diversos datos de entrada propuestos en las variables independientes. Es el método usual aplicado en laboratorio y de probabilidad alta en relación a la exactitud de la investigación (Garces, 2000).

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población es el conjunto de casos que coinciden con determinadas características (Hernández, 2014).

Para la presente investigación, la población está conformada por las canteras de suelo de la ciudad de Huánuco.

3.2.2. MUESTRA

La muestra es no probabilística de tipo por conveniencia, puesto que las razones del investigador son para un cierto propósito o fin (Cruz, 2014).

Se elige la cantera Taruca como muestra de la presente tesis.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas e instrumentos para la investigación se mencionan a continuación:

3.3.1. TRABAJOS DE CAMPO

3.3.1.1. UBICACIÓN

En el presente proceso se tomó en cuenta el acceso de las fuentes de material contemplando que los materiales cumplan con los requerimientos de calidad y potencia para los fines de nuestro estudio. (Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014).

La técnica empleada fue la observación y el instrumento obtenido fue la ficha de registro de cantera.

En la siguiente tabla se detallan las coordenadas de ubicación de cada uno de los puntos exploradas para la extracción de muestras.

Tabla 4*Coordenadas de los puntos de investigación*

Cantera Taruca			
Sondeo	Este (m)	Norte (m)	Cota (msnm)
M – 1	374472	911601	1877
M – 2	374467	8911617	1876
M – 3	374461	8911622	1875
M – 4	374472	8911638	1874
M – 5	374445	8911632	1873

Fuente: Laboratorio de Ensayo de Materiales.

3.3.1.2. DESCRIPCIÓN

Se tomó en cuenta los datos como coordenadas, tipo de material, usos, propietario, acceso, etc. (Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014).

La técnica fue mediante la observación y el instrumento la ficha descriptiva de la cantera. La tabla a continuación detalla los resultados de la descripción de los estratos encontrados en la exploración.

Tabla 5*Descripción de los puntos de exploración*

Resumen del perfil estratigráfico del suelo				
Punto	Prof.	Descripción	SUCS	AASHTO
M – 1	6.00 m	Suelos de grano grueso. Nomenclatura con símbolo doble. Gravas mal graduadas con limo y arena. Cementación alta. Humedad baja. Cantidad de gravas 48.71%, arenas 42.47% y limo-arcillas 8.82%. Presenta material rocoso redondeadas mayores a 2".	GP - GM	A - 1 - a(0)
M – 2	6.00 m	Suelos de grano grueso. Nomenclatura con símbolo doble. Gravas mal graduadas con limo y arena. Cementación alta. Humedad baja. Cantidad de gravas 56.67%, arenas 35.77 % y limo-arcillas 7.56%. Presenta material rocoso redondeadas mayores a 2".	GP - GM	A - 1 - a(0)
M – 3	6.00 m	Suelos de grano grueso. Nomenclatura con símbolo doble. Gravas mal graduadas con limo y arena. Cementación alta. Humedad baja. Cantidad de gravas 46.65%, arenas 44.34 % y limo-arcillas 9.01%. Presenta material rocoso redondeadas mayores a 2".	GP - GM	A - 1 - a(0)
M – 4	6.00 m	Suelos de grano grueso. Nomenclatura con símbolo doble. Gravas mal graduadas con limo y arena. Cementación alta. Humedad baja. Cantidad de gravas 54.80%, arenas 37.64 % y limo-arcillas 7.55%. Presenta material rocoso redondeadas mayores a 2".	GP - GM	A - 1 - a(0)
M – 5	6.00 m	Suelos de grano grueso. Nomenclatura con símbolo doble. Gravas mal graduadas con limo y arena. Cementación alta. Humedad baja. Cantidad de gravas 57.45%, arenas 36.53 % y limo-arcillas 6.02%. Presenta material rocoso redondeadas mayores a 2".	GP - GM	A - 1 - a(0)

3.3.1.3. MUESTREO

Se realizaron la combinación de los cinco sondeos o puntos de exploración a distancias similares o iguales y fueron remitidos las cantidades necesarias para los ensayos de laboratorio. (Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014).

Los instrumentos para la presente técnica es las vistas fotográficas como evidencia, esto debido a que no se obtiene datos técnicos o de información.

Figura 1

Muestreo y cuarteo de los materiales



3.3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Se procedió con los siguientes ensayos para nuestra investigación.

3.3.2.1. ENSAYOS ESTÁNDAR

Contenido de Humedad

Se eligieron las porciones de muestra de la muestra representativa y se procedió a realizar los ensayos de contenido

de humedad natural extraídas del banco de material de la cantera Taruca, considerando los procedimientos normativos en el laboratorio.

Figura 2

Ensayo de contenido de humedad



Análisis Granulométrico por Tamizado

Se realizaron cada uno de los ensayos de las muestras representativas cuarteadas en laboratorio, siguiendo los procedimientos normativos descritos en las bases teóricas.

Figura 3

Ensayo de granulometría



Límites de Atterberg

Estos ensayos nos permitieron encontrar la calidad de ligamento natural de los materiales de la cantera Taruca, y a la vez evaluar para el uso en bases asfálticas.

Figura 4

Ensayo Límite Líquido

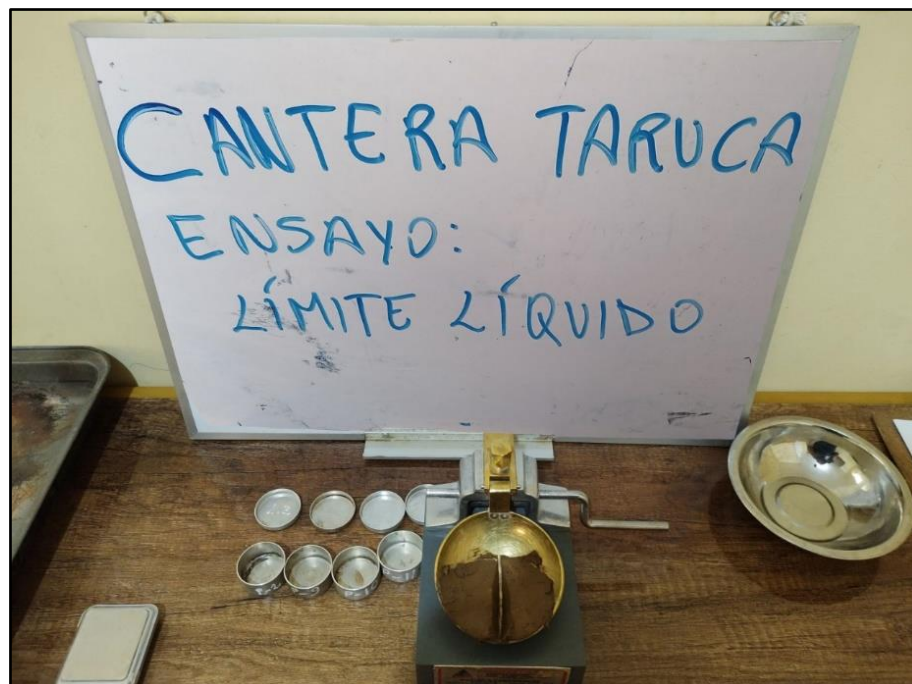


Figura 5

Ensayo Límite Plástico



3.3.2.2. ENSAYOS MECÁNICOS

Proctor Modificado

La realización de los ensayos de Proctor modificado nos permitió encontrar la densidad máxima seca y la humedad óptima para aplicarlos en los ensayos de CBR posteriores.

Figura 6

Ensayo de Proctor Modificado



California Bearing Ratio (CBR)

Estos ensayos nos permitieron encontrar el porcentaje del esfuerzo necesario para penetrar 0.1" y 0.2", los cuales son aplicables como las propiedades mecánicas principales para el uso en bases asfálticas.

Figura 7

Ensayo de CBR



Abrasión de los Ángeles

Estos ensayos determinaron la capacidad de resistencia a agentes externos capaces de fracturar por rozamiento, es una de los ensayos mecánicos importantes para el uso de una cantera en base asfáltica.

Figura 8

Ensayo de Abrasión de los Ángeles



3.3.2.3. Ensayos Mecánicos con Tratamiento.

Se realizaron ensayos de CBR con cuatros dosificaciones distintas de Proes 100 y Cemento.

Figura 9

Dosificación de las muestras con PROES 100 y cemento



Figura 10

Ensayo de CBR de la cantera mejorado



3.4.TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

3.4.1. PROCESAMIENTO Y EVALUACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

La evaluación consistió en contrastar los certificados de ensayos de laboratorio si cumplen con los requisitos establecidos para la construcción de Bases Granulares (Manual de Carreteras – Especificaciones Técnicas para Construcción, 2013).

Para el procesamiento y evaluación de los instrumentos se usó el software Excel, software principal en los procesamientos de datos de laboratorio.

3.4.2. DISEÑO Y DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Luego de realizar la evaluación de los instrumentos y con las proporciones del PROES 100 y cementos adicionados al material de la cantera Taruca, se procedió a determinar la proporción requerida para su uso como base asfáltica (Soluciones Básicas en Carreteras no Pavimentadas, 2015).

Para determinar la proporción requerida se empleó el software Excel, lo cual nos permitirá tabular los datos y determinar el porcentaje óptimo del PROES 100 y Cemento.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1.PROCESAMIENTO DE DATOS

Los resultados encontrados de cada uno de los ensayos físicos, mecánicos, evaluación y mejoramiento de la cantera Taruca son los que se detallan a continuación:

4.1.1. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS FÍSICOS

Estos comprenden el contenido de humedad, análisis granulométrico, límite líquido, límite plástico y clasificación, los cuales detallamos en la Tabla 6:

Tabla 6*Resultados de ensayos físicos*

Resultados de ensayos físicos - cantera Taruca									
Sondeo	Granulometría			Límites de Atterberg			Humedad	Clasificación	
	Gravas (%)	Arenas (%)	Finos (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Natural (%)	SUCS	AASHTO
M – 1	48.41	42.47	8.82	31.40	27.96	3.44	2.55	GP – GM	A – 1 – a(0)
M – 2	56.67	35.77	7.56	34.27	28.08	6.19	2.37	GP – GM	A – 1 – a(0)
M – 3	46.65	44.34	9.01	31.63	28.93	2.71	2.89	GP – GM	A – 1 – a(0)
M – 4	54.80	37.64	7.55	29.72	24.79	4.93	2.94	GP – GM	A – 1 – a(0)
M – 5	57.45	36.53	6.02	29.91	24.79	5.11	2.96	GP – GM	A – 1 – a(0)

4.1.2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS MECÁNICOS

Estos comprenden el ensayo de Proctor modificado, ensayo de California Bearing Ratio (CBR) y el ensayo de abrasión de los ángeles para cada muestra, las cuales detallamos a continuación:

Tabla 7*Resultados de ensayos mecánico*

Resultados de ensayos mecánicos - cantera Taruca									
Sondeo	Clasificación		Método	Proctor		CBR		Abrasión	
	SUCS	AASHTO		MDS (kg/cm ²)	HO (%)	AI 95% (%)	AI 100% (%)	Tipo	Desgaste (%)
M – 1	GP – GM	A – 1 – a(0)	C	2.25	7.61	34.61	59.28	A	32.76
M – 2	GP – GM	A – 2 – 4(0)	C	2.23	9.36	34.61	59.62	A	33.49
M – 3	GP – GM	A – 1 – a(0)	C	2.26	6.79	33.72	53.99	A	32.69
M – 4	GP – GM	A – 1 – a(0)	C	2.24	8.93	34.11	55.45	A	32.57
M – 5	GP – GM	A – 1 – a(0)	C	2.25	8.61	33.51	53.65	A	33.67

4.1.3. RESULTADOS DE LA MUESTRA REPRESENTATIVA

Los resultados la muestra representativa comprende el promedio de cada uno de los ensayos realizados de las cinco muestras de los materiales.

Tabla 8*Propiedades físicas de la muestra representativa*

Resultados de ensayos físicos – muestra representativa									
Sondeo	Granulometría			Límites de Atterberg			Humedad Natural (%)	Clasificación	
	Gravas (%)	Arenas (%)	Finos (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)		SUCS	AASHTO
Global	52.86	39.35	7.79	31.39	26.91	4.48	2.74	GP – GM	A – 1 – a(0)

Tabla 9*Propiedades mecánicas de la muestra representativa*

Resultados de ensayos mecánicos – muestra representativa										
Sondeo	Clasificación		Método	Proctor		AI 95% (%)	CBR		Abrasión	
	SUCS	AASHTO		MDS (kg/cm2)	HO (%)		AI 100% (%)		Tipo	Desgaste (%)
Global	GP – GM	A – 1 – a(0)	C	2.25	8.26	34.11	56.40		A	33.04

4.1.4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN PARA EL USO EN BASE ASFÁLTICA

De acuerdo a los requerimientos para bases asfálticas, se evaluó los resultados de las propiedades físicas y mecánicas de la muestra representativa, del cual obtuvimos la información siguiente:

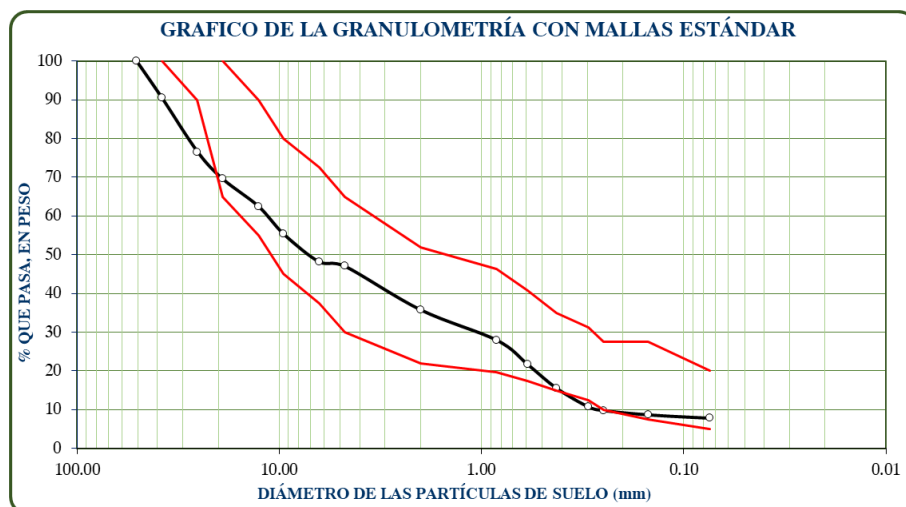
Tabla 10

Evaluación técnica para el uso como base asfáltica

Ensayos de Laboratorio		Resultado	Requisito EG-2013 (MTC)	Verification	Tratamiento
Granulometría		Material granular al 92.0%	Huso A – 1, A – 2	No cumple	Zarandeo
Clasificación	SUCS	GP – GM	-	-	No requiere
Clasificación	AASHTO	A – 1 – a(0)	-	-	No requiere
Humedad (%)		2.74	-	-	No requiere
Límite líquido (%)		31.39	-	-	No requiere
Índice de plasticidad (%)		4.48	Máximo 4%	No cumple	Proes 100 y cemento
Proctor modificado	MDS (kg/cm2)	2.25	-	-	No requiere
	HO (%)	8.26	-	-	No requiere
CBR al 95% (%)		34.11	Mínimo 100%	No cumple	Proes 100 y cemento
Abrasión (%)		33.04	Máximo 40%	Cumple	No requiere

Figura 11

Granulometría de la muestra representativa



Los materiales no cumplen para el uso en base asfáltica a nivel natural, se requiere mejorar el CBR y reducir el IP que se lograron mediante el uso del PROES 100 y cemento. Por otro lado, también se necesita el tratamiento por zarandeo para cumplir la curva granulométrica del material.

4.1.5. RESULTADOS DEL TRATAMIENTO POR ZARANDEO

Se realizaron el tratamiento por zarandeo los cuales obtuvimos el siguiente resultado:

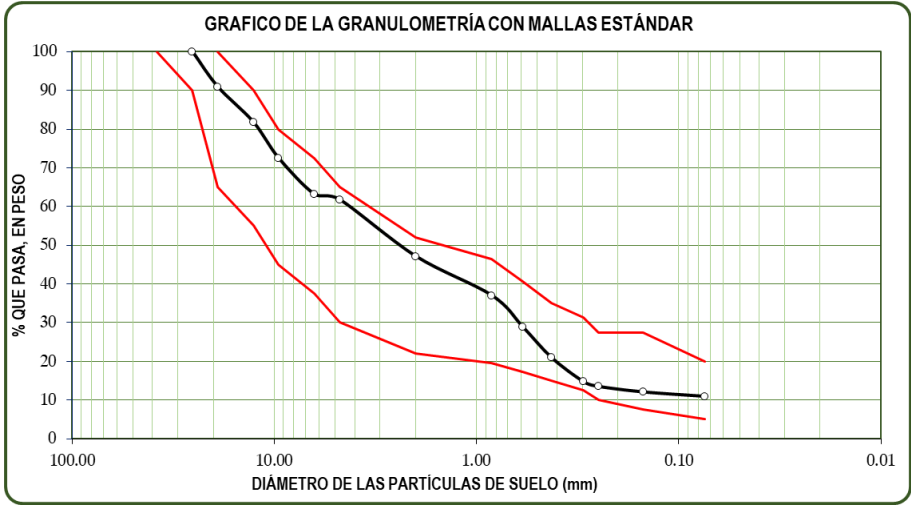
Tabla 11

Propiedades físicas del material tratado por zarandeo

Resultados de ensayos físicos – material zarandeado									
Cantera	Granulometría			Límites de Atterberg			Humedad Natural (%)	Clasificación	
	Gravas (%)	Arenas (%)	Finos (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)		SUCS	AASHTO
Taruca	38.21	50.89	10.89	30.97	25.74	5.23	2.74	SW – SM	A – 1 – a(0)

Figura 12

Granulometría de la muestra tratado por zarandeo



4.1.6. RESULTADOS DEL TRATAMIENTO CON PROES 100 Y CEMENTO

Para el mejoramiento del CBR y reducción de la IP se realizaron el tratamiento de las muestras con cuatro dosificaciones distintas para determinar la cantidad óptima para el uso en base, lo cual encontramos los siguientes datos:

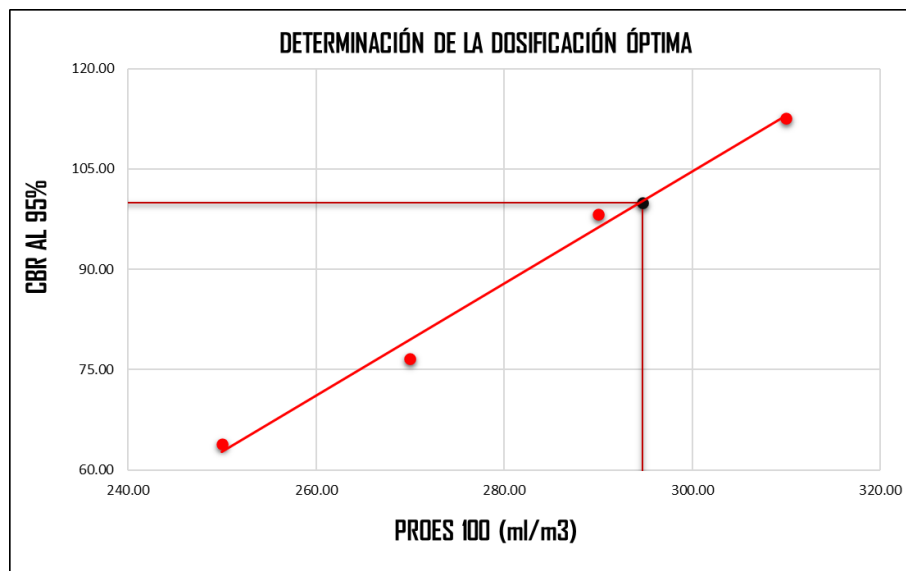
Tabla 12

Resultados de los ensayos con el PROES 100 y cemento

Resultados de ensayos de la cantera con el PROES 100 y cemento				
Punto	Dosificación		CBR	
	Proes 100 (ml/m3)	Cemento (%)	Al 95% (%)	Al 100% (%)
1	250	1.20	63.86	94.05
2	270	1.60	76.69	106.39
3	290	2.00	98.23	134.66
4	310	2.40	112.60	134.52
Óptimo	295	2.09	100.00	-

Figura 13

Comportamiento del CBR vs PROES 100 y cemento



Se encontró que la dosificación es del 295ml/m3 de PROES 100 y 2.09% de cemento para un CBR del 100% para el uso en base asfáltica.

4.1.7. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN TÉCNICA DEL MATERIAL TRATADO

Se elaboró la ficha técnica de los resultados del material tratado con el PROES 100 y cemento, los cuales encontramos los siguientes resultados.

Tabla 13

Evaluación del material tratado para el uso en base asfáltica

Ensayos de laboratorio	Resultados	Requisitos	Verificación
Granulometría	Material granular al 88.96%	Huso A – 1, A – 2	Cumple (Previo zarandeo con TM 1")
Clasificación SUCS	SW – SM	-	-
Clasificación AASHTO	A – 1 – a(0)	-	-
CBR al 95%	100.00%	100.00%	Cumple (A la dosificación de 295 ml de proes 100 y 2.09% de cemento)

4.2.CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.2.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

4.2.1.1. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL

“La adición del PROES 100 y cemento en distintas proporciones por metro cúbico del material, mejora las propiedades mecánicas de los materiales de la cantera Taruca para su uso en base asfáltica”.

De acuerdo a los resultados de nuestros instrumentos en el ítem 4.1.6. se encontraron que el PROES 100 y cemento mejoran en cualquier proporción. En consecuencia, se demostró experimentalmente la hipótesis propuesta.

4.2.1.2. CONTRASTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- “Los ensayos de Proctor y CBR, determinan las propiedades mecánicas naturales de los materiales de la cantera Taruca”.

De acuerdo a los ensayos realizados se demostró que con el ensayo de Proctor y el CBR, se determinaron los valores mecánicos para la evaluación como base asfáltica.

- “La capacidad de soporte y desgaste de la Cantera Taruca, no son aptos para el uso en base asfáltica”.

En los resultados del ítem 4.1.4. se demostró según la evaluación técnica que los valores de CBR no son aptos para el uso en base asfáltica a nivel natural por lo que se requirió la adición del PROES y Cemento. En consecuencia, la hipótesis propuesta fue demostrada a nivel experimental.

- “La aplicación de cuatro distintas dosis de PROES 100 y cemento por metro cúbico de material, mejoran las propiedades mecánicas de los materiales de la cantera Taruca para su uso en base asfáltica”.

Las cuatro dosificaciones del PROES 100 y cemento nos arrojaron valores de CBR directamente proporcionales, demostrando así la hipótesis propuesta (ver Tabla 12).

4.2.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS

En este capítulo desarrollamos las pruebas de normalidad de datos y la prueba de la hipótesis estadística de los resultados de nuestra investigación.

Esta sección nos permite determinar si los valores de las muestras se ajustan a la distribución normal o no se ajustan, los valores que se ajustan a la distribución normal serán probados con métodos paramétricos de prueba, mientras que los datos que no se ajustan a la distribución normal, serán con pruebas no paramétricas.

4.2.2.1. PRUEBA DE NORMALIDAD DE LA DOSIFICACIÓN 1

Tabulación de datos y Análisis Estadístico

Proes 100: 250ml y Cemento: 1.20%

Tabla 14

Tabulación de datos y análisis estadístico para proes 100:250ml y cemento:1.20%

Muestra	% CBR _{mej}	% CBR _{nat}	x _D
1	63.86	34.61	29.25
2	63.86	34.61	29.25
3	63.86	33.72	30.14
4	63.86	34.11	29.75
5	63.86	33.51	30.34
			$\bar{x}_D$
			29.75

Donde:

CBR_{mej}: CBR mejorado con el Proes 100 y Cemento

CBR_{nat}: CBR natural de la cantera Taruca

x_D: Diferencia entre el CBR mejorado y el CBR natural

n: Numero de muestras

$\bar{x}_D$: Media de las diferencias

Tabla 15

Resultados

Datos	# de muestras	Promedio	Media poblacional	Desviación estándar	Coef. de varianza	Varianza
CBR _{mej}	n ₁ : 5	$\bar{x}_1$: 63.9	u ₁ : 0	S ₁ : 0.00	0.00	S ² ₁ : 0.00
CBR _{nat}	n ₂ : 5	$\bar{x}_2$: 34.1	u ₂ : 0	S ₂ : 0.50	0.01	S ² ₂ : 0.25

Tabla 16*Prueba de normalidad de los datos*

Material para base asfáltica	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación 1	.239	5	.200	.882	5	.319

Fuente: Programa SPSS.

Elegimos los valores de normalidad de Shapiro-Wilk por tener un numero de muestras menor a 50.

Como el valor de normalidad Estadístico de 0.882 es mayor que 0.319 para una significancia de 0.05 según Shapiro Wilk, se concluye que el conjunto de datos sigue una distribución normal.

4.2.2.2. PRUEBA DE NORMALIDAD DE LA DOSIFICACIÓN 2

Tabulación de datos y Análisis Estadístico

Proes 100: 270ml y Cemento: 1.60%

Tabla 17

Tabulación de datos y análisis estadístico para proes 100:270ml y cemento:1.60%

Muestra	% CBR _{mej}	% CBR _{nat}	X _D
1	76.69	34.61	42.08
2	76.69	34.61	42.08
3	76.69	33.72	42.97
4	76.69	34.11	42.58
5	76.69	33.51	43.18
		$\bar{X}_D$	42.58

Donde:

CBR_{mej}: CBR mejorado con el Proes 100 y Cemento

CBR_{nat}: CBR natural de la cantera Taruca

x_D: Diferencia entre el CBR mejorado y el CBR natural

n: Numero de muestras

$\bar{X}_D$: Media de las diferencias

Tabla 18

Resultados

Datos	# de muestras	Promedio	Media poblacional	Desviación estándar	Coef. de varianza	Varianza
CBR _{mej}	n ₁ : 5	$\bar{X}_1$: 76.7	u ₁ : 0	S ₁ : 0.00	0.00	S ² ₁ : 0.00
CBR _{nat}	n ₂ : 5	$\bar{X}_2$: 34.1	u ₂ : 0	S ₂ : 0.50	0.01	S ² ₂ : 0.25

Tabla 19

Prueba de normalidad de los datos

Material para base asfáltica	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación 2	.239	5	.200	.882	5	.319

Fuente: Programa SSPS.

Elegimos los valores de normalidad de Shapiro-Wilk por tener un numero de muestras menor a 50.

Como el valor de normalidad Estadístico de 0.882 es mayor que 0.319 para una significancia de 0.05 según Shapiro Wilk, se concluye que el conjunto de datos sigue una distribución normal.

4.2.2.3. PRUEBA DE NORMALIDAD DE LA DOSIFICACIÓN 3

Tabulación de datos y Análisis Estadístico

Proes 100: 290ml y Cemento: 2.00%

Tabla 20

Tabulación de datos y análisis estadístico para proes 100:290ml y cemento:2.00%

Muestra	% CBR _{mej}	% CBR _{nat}	X _D
1	98.23	34.61	63.62
2	98.23	34.61	63.62
3	98.23	33.72	64.51
4	98.23	34.11	64.12
5	98.23	33.51	64.72
$\bar{X}_D$			64.12

Donde:

CBR_{mej}: CBR mejorado con el Proes 100 y Cemento

CBR_{nat}: CBR natural de la cantera Taruca

x_D: Diferencia entre el CBR mejorado y el CBR natural

n: Numero de muestras

$\bar{X}_D$: Media de las diferencias

Tabla 21

Resultados

Datos	# de muestras	Promedio	Media poblacional	Desviación estándar	Coef. de varianza	Varianza
CBR _{mej}	n ₁ : 5	$\bar{x}_1$: 98.2	u ₁ : 0	S ₁ : 0.00	0.00	S ² ₁ : 0.00
CBR _{nat}	n ₂ : 5	$\bar{x}_2$: 34.1	u ₂ : 0	S ₂ : 0.50	0.01	S ² ₂ : 0.25

Tabla 22*Prueba de normalidad de los datos*

Material para base asfáltica	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación 3	.239	5	.200	.882	5	.319

Fuente: Programa SPSS.

Elegimos los valores de normalidad de Shapiro-Wilk por tener un numero de muestras menor a 50.

Como el valor de normalidad Estadístico de 0.882 es mayor que 0.319 para una significancia de 0.05 según Shapiro Wilk, se concluye que el conjunto de datos sigue una distribución normal.

4.2.2.4. PRUEBA DE NORMALIDAD DE LA DOSIFICACIÓN 4

Tabulación de datos y Análisis Estadístico

Proes 100: 310ml y Cemento: 2.40%

Tabla 23

Tabulación de datos y análisis estadístico para proes 100:310ml y cemento:2.40%

Muestra	% CBR _{mej}	% CBR _{nat}	X _D
1	112.60	34.61	77.99
2	112.60	34.61	77.99
3	112.60	33.72	78.88
4	112.60	34.11	78.49
5	112.60	33.51	79.09
		$\overline{X_D}$	78.49

Donde:

CBR_{mej}: CBR mejorado con el Proes 100 y Cemento

CBR_{nat}: CBR natural de la cantera Taruca

x_D: Diferencia entre el CBR mejorado y el CBR natural

n: Numero de muestras

$\bar{X}_D$: Media de las diferencias

Tabla 24

Resultados

Datos	# de muestras	Promedio	Media poblacional	Desviación estándar	Coef. de varianza	Varianza
CBR _{mej}	n ₁ : 5	$\bar{X}_1$: 112.6	u ₁ : 0	S ₁ : 0.00	0.00	S ² ₁ : 0.00
CBR _{nat}	n ₂ : 5	$\bar{X}_2$: 34.1	u ₂ : 0	S ₂ : 0.50	0.01	S ² ₂ : 0.025

Tabla 25

Prueba de normalidad de los datos

Material para base asfáltica	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación 4	.239	5	.200	.882	5	.319

Fuente: Programa SPSS.

Elegimos los valores de normalidad de Shapiro-Wilk por tener un numero de muestras menor a 50.

Como el valor de normalidad Estadístico de 0.882 es mayor que 0.319 para una significancia de 0.05 según Shapiro Wilk, se concluye que el conjunto de datos sigue una distribución normal.

4.2.2.5. PRUEBA DE NORMALIDAD DE LA DOSIFICACIÓN ÓPTIMA

Tabulación de datos y Análisis Estadístico

Proes 100: 295ml y Cemento: 2.09%

Tabla 26

Tabulación de datos y análisis estadístico para proes 100:295ml y cemento:2.09%

Muestra	% CBR _{mej}	% CBR _{nat}	x _D
1	100.00	34.61	65.39
2	100.00	34.61	65.39
3	100.00	33.72	66.28
4	100.00	34.11	65.89
5	100.00	33.51	66.49
$\bar{x}_D$			65.89

Donde:

CBR_{mej}: CBR mejorado con el Proes 100 y Cemento

CBR_{nat}: CBR natural de la cantera Taruca

x_D: Diferencia entre el CBR mejorado y el CBR natural

n: Numero de muestras

$\bar{x}_D$: Media de las diferencias

Tabla 27

Resultados

Datos	# de muestras	Promedio	Media poblacional	Desviación estándar	Coef. de varianza	Varianza
CBR _{mej}	n ₁ : 5	$\bar{x}_1$: 100.0	u ₁ : 0	S ₁ : 0.00	0.00	S ² ₁ : 0.00
CBR _{nat}	n ₂ : 5	$\bar{x}_2$: 34.1	u ₂ : 0	S ₂ : 0.50	0.01	S ² ₂ : 0.025

Tabla 28*Prueba de normalidad de los datos*

Material para base asfáltica	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación óptima	.239	5	.200	.882	5	.319

Fuente: Programa SPSS.

Elegimos los valores de normalidad de Shapiro-Wilk por tener un numero de muestras menor a 50.

Como el valor de normalidad Estadístico de 0.882 es mayor que 0.319 para una significancia de 0.05 según Shapiro Wilk, se concluye que el conjunto de datos sigue una distribución normal.

4.2.3. PRUEBA DE LA HIPÓTESIS

En el ítem 4.2.1. observamos que todos los valores propuestos de CBR mejorado, CBR natural y su diferencia se ajustan a la distribución normal; por tanto, se realizaron el estadístico de prueba de Student, prueba para datos paramétricos, los cuales se desarrollan a continuación:

4.2.3.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA LA DOSIFICACIÓN 1

Tabulación de datos y Análisis Estadístico

Proes 100: 250ml y Cemento: 1.20%

Proposición de la Hipótesis

- Hipótesis Nula

H_0 : La adición de Proes 100 y cemento no mejoran las propiedades mecánicas de los materiales de la cantera Taruca.

Si: $CBR_{mej} - CBR_{nat} \leq 0$

- Hipótesis Alterna

H1: La adición de Proes 100 y cemento mejora las propiedades mecánicas de la cantera Taruca.

Si: $CBR_{mej} - CBR_{nat} > 0$

Donde:

CBR_{mej} : CBR mejorado con el Proes 100 y Cemento

CBR_{nat} : CBR natural de la cantera Taruca

Nivel de significancia

$\alpha = 0.05$

α : Nivel de significancia

Aplicación de la función de prueba

- Prueba T de Student

$t(1 - \alpha; gl) = 2.13$

$$gl = \frac{\left(\frac{S^2_1}{n_1} + \frac{S^2_2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S^2_1}{n_1}\right)^2}{\frac{n_1}{n_1+1}} + \frac{\left(\frac{S^2_2}{n_2}\right)^2}{\frac{n_2}{n_2+1}}} - 2 = 4$$

Donde:

t: t de student (según la t de distribución de student)

gl: grados de libertad

- Prueba T para dos muestras con varianzas desconocidas

$$t_p = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S^2_1}{n_1} + \frac{S^2_2}{n_2}}} = 132.97$$

Donde:

t_p : estadístico de prueba

Tabla 29

Resultados

Datos	# de muestras	Promedio	Media poblacional	Desviación estándar	Coef. de varianza	Varianza
CBR _{mej}	n ₁ : 5	$\bar{X}_1$: 63.9	μ_1 : 0	S ₁ : 0.00	0.00	S ² ₁ : 0.00
CBR _{nat}	n ₂ : 5	$\bar{X}_2$: 34.1	μ_2 : 0	S ₂ : 0.50	0.01	S ² ₂ : 0.25

Región crítica o de rechazo

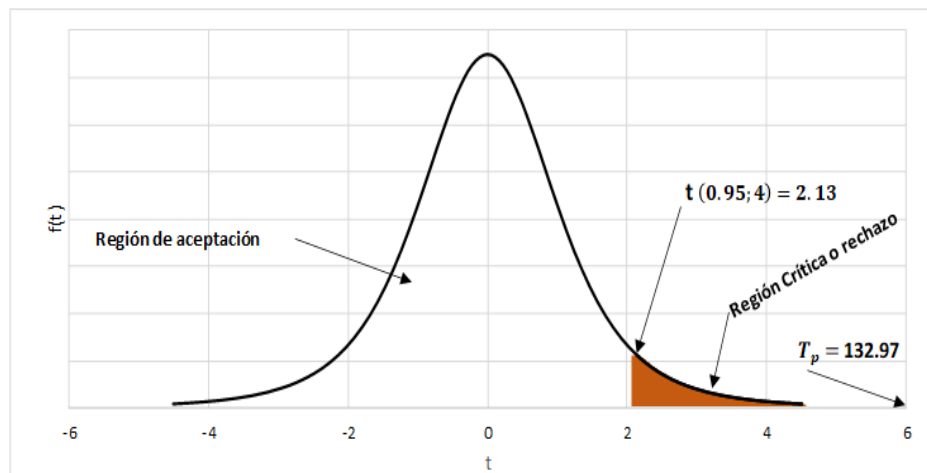
Se trata de una región unilateral por la derecha

H₀: CBR_{mej} – CBR_{nat} ≤ 0

H₁: CBR_{mej} – CBR_{nat} > 0

Figura 14

Prueba de hipótesis para la dosificación 1



Verificación

$t_p = 132.97$, $t(0.95; 7) = 2.13$

Si: $t_p > t$; rechazamos la hipótesis nula H₀

Si: $t_p \leq t$; aceptamos la hipótesis nula H₀

Entonces: $t_p \geq t$, por lo tanto, es VERDADERO

Toma de decisión

Ya que la condición $132.97 \geq 2.13$, rechazamos la hipótesis nula H_0 con un nivel de significancia de 0.05 y una confiabilidad de 95% y tomamos la hipótesis alterna H_1 .

Conclusión

La adición de Proes 100 y cemento mejoran las propiedades mecánicas de los materiales de la cantera Taruca en una dosificación de 250 ml de Proes 100 y 1.20% de cemento.

4.2.3.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA LA DOSIFICACIÓN 2

Tabulación de datos y Análisis Estadístico

Proes 100: 270ml y Cemento: 1.60%

Proposición de la Hipótesis

- Hipótesis Nula

H_0 : La adición de Proes 100 y cemento no mejoran las propiedades mecánicas de los materiales de la cantera Taruca.

Si: $CBR_{mej} - CBR_{nat} \leq 0$

- Hipótesis Alterna

H_1 : La adición de Proes 100 y cemento mejora las propiedades mecánicas de la cantera Taruca.

Si: $CBR_{mej} - CBR_{nat} > 0$

Donde:

CBR_{mej} : CBR mejorado con el Proes 100 y Cemento

CBR_{nat} : CBR natural de la cantera Taruca

Nivel de significancia

$\alpha = 0.05$

α : Nivel de significancia

Aplicación de la función de prueba

- Prueba T de Student

$$t(1-\alpha; gl) = 2.13$$

$$gl = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 + 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 + 1}} - 2 = 4$$

Donde:

t: t de student (según la t de distribución de student)

gl: grados de libertad

- Prueba T para dos muestras con varianzas desconocidas

$$t_p = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = 190.34$$

Donde:

t_p : estadístico de prueba

Tabla 30

Resultados

Datos	# de muestras	Promedio	Media poblacional	Desviación estándar	Coef. de varianza	Varianza
CBR _{mej}	n ₁ : 5	$\bar{x}_1$: 76.7	u ₁ : 0	S ₁ : 0.00	0.00	S ₁ ² : 0.00
CBR _{nat}	n ₂ : 5	$\bar{x}_2$: 34.1	u ₂ : 0	S ₂ : 0.50	0.01	S ₂ ² : 0.25

Región crítica o de rechazo

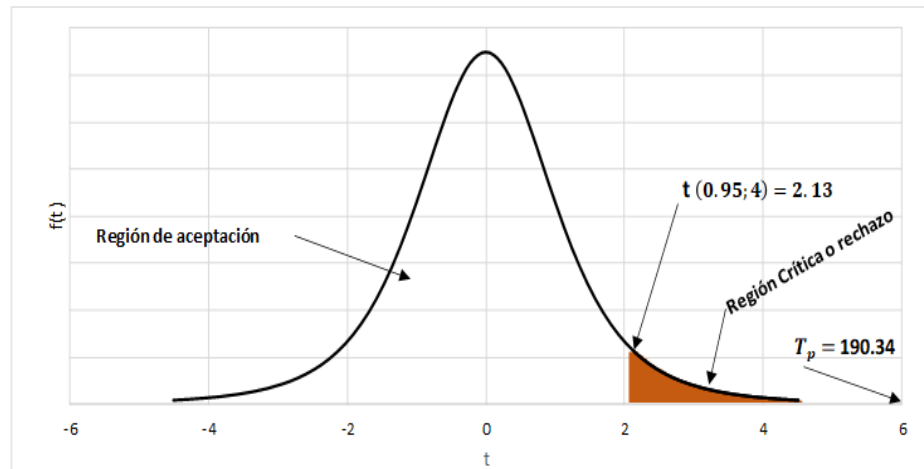
Se trata de una región unilateral por la derecha

$$H_0: \text{CBR}_{\text{mej}} - \text{CBR}_{\text{nat}} \leq 0$$

$$H_1: \text{CBR}_{\text{mej}} - \text{CBR}_{\text{nat}} > 0$$

Figura 15

Prueba de hipótesis para la dosificación 2



Verificación

$$t_p = 190.34, t(0.95; 7) = 2.13$$

Si: $t_p > t$; rechazamos la hipótesis nula H_0

Si: $t_p \leq t$; aceptamos la hipótesis nula H_0

Entonces: $t_p \geq t$, por lo tanto, es VERDADERO

Toma de decisión

Ya que la condición $190.34 \geq 2.13$, rechazamos la hipótesis nula H_0 con un nivel de significancia de 0.05 y una confiabilidad de 95% y tomamos la hipótesis alterna H_1 .

Conclusión

La adición de Proes 100 y cemento mejoran las propiedades mecánicas de los materiales de la cantera Taruca en una dosificación de 270 ml de Proes 100 y 1.60% de cemento.

4.2.3.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA LA DOSIFICACIÓN 3

Tabulación de datos y Análisis Estadístico

Proes 100: 290ml y Cemento: 2.00%

Proposición de la Hipótesis

- Hipótesis Nula

H_0 : La adición de Proes 100 y cemento no mejoran las propiedades mecánicas de los materiales de la cantera Taruca.

Si: $CBR_{mej} - CBR_{nat} \leq 0$

- Hipótesis Alterna

H_1 : La adición de Proes 100 y cemento mejora las propiedades mecánicas de la cantera Taruca.

Si: $CBR_{mej} - CBR_{nat} > 0$

Donde:

CBR_{mej} : CBR mejorado con el Proes 100 y Cemento

CBR_{nat} : CBR natural de la cantera Taruca

Nivel de significancia

$\alpha = 0.05$

α : Nivel de significancia

Aplicación de la función de prueba

- Prueba T de Student

$t(1 - \alpha; gl) = 2.13$

$$gl = \frac{\left(\frac{S^2_1}{n_1} + \frac{S^2_2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S^2_1}{n_1}\right)^2}{\frac{n_1}{n_1+1}} + \frac{\left(\frac{S^2_2}{n_2}\right)^2}{\frac{n_2}{n_2+1}}} - 2 = 4$$

Donde:

t: t de student (según la t de distribución de student)

gl: grados de libertad

- Prueba T para dos muestras con varianzas desconocidas

$$t_p = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S^2_1}{n_1} + \frac{S^2_2}{n_2}}} = 286.63$$

Donde:

t_p : estadístico de prueba

Tabla 31

Resultados

Datos	# de muestras	Promedio	Media poblacional	Desviación estándar	Coef. de varianza	Varianza
CBR _{mej}	n ₁ : 5	$\bar{x}_1$: 98.2	μ_1 : 0	S ₁ : 0.00	0.00	S ² ₁ : 0.00
CBR _{nat}	n ₂ : 5	$\bar{x}_2$: 34.1	μ_2 : 0	S ₂ : 0.50	0.01	S ² ₂ : 0.25

Región crítica o de rechazo

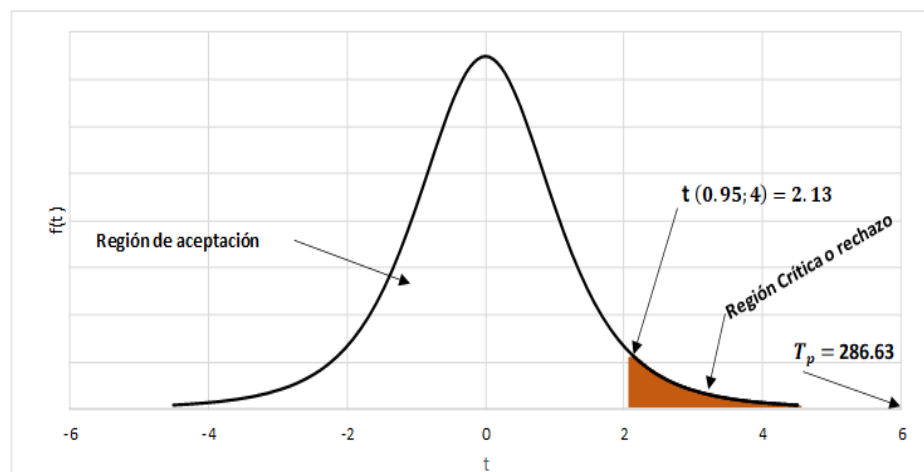
Se trata de una región unilateral por la derecha

H₀: CBR_{mej} – CBR_{nat} ≤ 0

H₁: CBR_{mej} – CBR_{nat} > 0

Figura 16

Prueba de hipótesis para la dosificación 3



Verificación

$t_p = 286.63$, $t(0.95; 7) = 2.13$

Si: $t_p > t$; rechazamos la hipótesis nula H₀

Si: $t_p \leq t$; aceptamos la hipótesis nula H₀

Entonces: $t_p \geq t$, por lo tanto, es VERDADERO

Toma de decisión

Ya que la condición $286.63 \geq 2.13$, rechazamos la hipótesis nula H_0 con un nivel de significancia de 0.05 y una confiabilidad de 95% y tomamos la hipótesis alterna H_1 .

Conclusión

La adición de Proes 100 y cemento mejoran las propiedades mecánicas de los materiales de la cantera Taruca en una dosificación de 290 ml de Proes 100 y 2.00% de cemento.

4.2.3.4. PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA LA DOSIFICACIÓN 4

Tabulación de datos y Análisis Estadístico

Proes 100: 310 ml y Cemento: 2.40%

Proposición de la Hipótesis

- Hipótesis Nula

H_0 : La adición de Proes 100 y cemento no mejoran las propiedades mecánicas de los materiales de la cantera Taruca.

Si: $CBR_{mej} - CBR_{nat} \leq 0$

- Hipótesis Alterna

H_1 : La adición de Proes 100 y cemento mejora las propiedades mecánicas de la cantera Taruca.

Si: $CBR_{mej} - CBR_{nat} > 0$

Donde:

CBR_{mej} : CBR mejorado con el Proes 100 y Cemento

CBR_{nat} : CBR natural de la cantera Taruca

Nivel de significancia

$\alpha = 0.05$

α : Nivel de significancia

Aplicación de la función de prueba

- Prueba T de Student

$$t(1-\alpha; gl) = 2.13$$

$$gl = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 + 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 + 1}} - 2 = 4$$

Donde:

t: t de student (según la t de distribución de student)

gl: grados de libertad

- Prueba T para dos muestras con varianzas desconocidas

$$t_p = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = 350.87$$

Donde:

t_p : estadístico de prueba

Tabla 32

Resultados

Datos	# de muestras	Promedio	Media poblacional	Desviación estándar	Coef. de varianza	Varianza
CBR _{mej}	n ₁ : 5	$\bar{x}_1$: 112.6	u ₁ : 0	S ₁ : 0.00	0.00	S ₁ ² : 0.00
CBR _{nat}	n ₂ : 5	$\bar{x}_2$: 34.1	u ₂ : 0	S ₂ : 0.50	0.01	S ₂ ² : 0.25

Región crítica o de rechazo

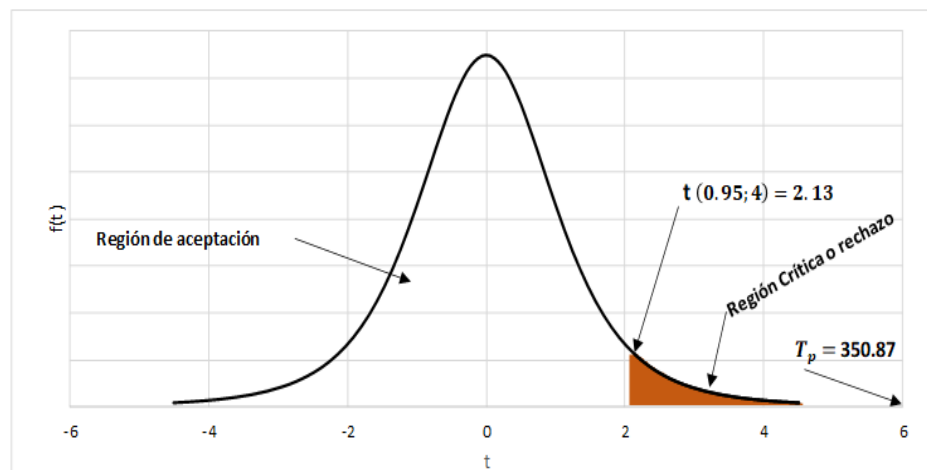
Se trata de una región unilateral por la derecha

$$H_0: \text{CBR}_{\text{mej}} - \text{CBR}_{\text{nat}} \leq 0$$

$$H_1: \text{CBR}_{\text{mej}} - \text{CBR}_{\text{nat}} > 0$$

Figura 17

Prueba de hipótesis para la dosificación 4



Verificación

$$t_p = 350.87, t(0.95; 7) = 2.13$$

Si: $t_p > t$; rechazamos la hipótesis nula H_0

Si: $t_p \leq t$; aceptamos la hipótesis nula H_0

Entonces: $t_p \geq t$, por lo tanto, es VERDADERO

Toma de decisión

Ya que la condición $350.87 \geq 2.13$, rechazamos la hipótesis nula H_0 con un nivel de significancia de 0.05 y una confiabilidad de 95% y tomamos la hipótesis alterna H_1 .

Conclusión

La adición de Proes 100 y cemento mejoran las propiedades mecánicas de los materiales de la cantera Taruca en una dosificación de 310 ml de Proes 100 y 2.40% de cemento.

4.2.3.5. PRUEBA DE LA HIPÓTESIS PARA LA DOSIFICACIÓN ÓPTIMA

Tabulación de datos y Análisis Estadístico

Proes 100: 295 ml y Cemento: 2.09%

Proposición de la Hipótesis

- Hipótesis Nula

H₀: La adición de Proes 100 y cemento no mejoran las propiedades mecánicas de los materiales de la cantera Taruca.

Si: $CBR_{mej} - CBR_{nat} \leq 0$

- Hipótesis Alterna

H₁: La adición de Proes 100 y cemento mejora las propiedades mecánicas de la cantera Taruca.

Si: $CBR_{mej} - CBR_{nat} > 0$

Donde:

CBR_{mej} : CBR mejorado con el Proes 100 y Cemento

CBR_{nat} : CBR natural de la cantera Taruca

Nivel de significancia

$\alpha = 0.05$

α : Nivel de significancia

Aplicación de la función de prueba

- Prueba T de Student

$t(1 - \alpha; gl) = 2.13$

$$gl = \frac{\left(\frac{S^2_1}{n_1} + \frac{S^2_2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S^2_1}{n_1}\right)^2}{n_1 + 1} + \frac{\left(\frac{S^2_2}{n_2}\right)^2}{n_2 + 1}} - 2 = 4$$

Donde:

t: t de student (según la t de distribución de student)

gl: grados de libertad

- Prueba T para dos muestras con varianzas desconocidas

$$t_p = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S^2_1}{n_1} + \frac{S^2_2}{n_2}}} = 294.54$$

Donde:

t_p : estadístico de prueba

Tabla 33

Resultados

Datos	# de muestras	Promedio	Media poblacional	Desviación estándar	Coef. de varianza	Varianza
CBR _{mej}	n ₁ : 5	$\bar{x}_1$: 100.0	u ₁ : 0	S ₁ : 0.00	0.00	S ² ₁ : 0.00
CBR _{nat}	n ₂ : 5	$\bar{x}_2$: 34.1	u ₂ : 0	S ₂ : 0.50	0.01	S ² ₂ : 0.25

Región crítica o de rechazo

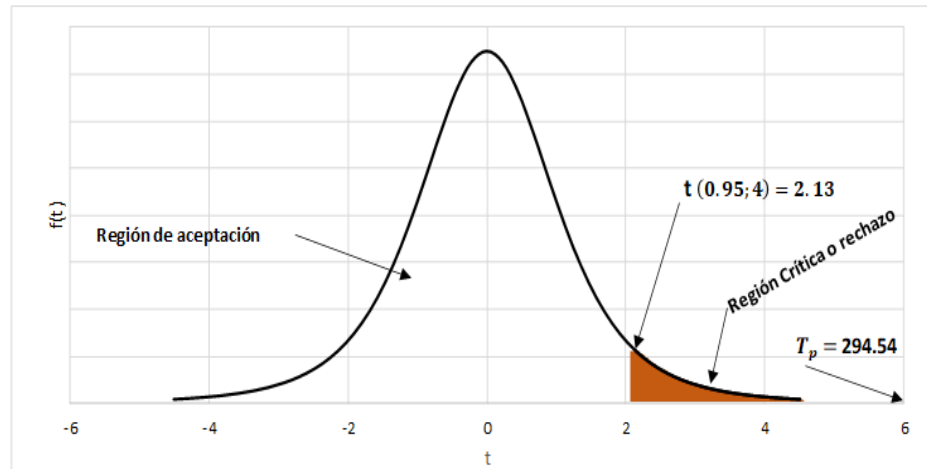
Se trata de una región unilateral por la derecha

$$H_0: \text{CBR}_{\text{mej}} - \text{CBR}_{\text{nat}} \leq 0$$

$$H_1: \text{CBR}_{\text{mej}} - \text{CBR}_{\text{nat}} > 0$$

Figura 18

Prueba de hipótesis para la dosificación óptima



Verificación

$$t_p = 294.54, t(0.95; 7) = 2.13$$

Si: $t_p > t$; rechazamos la hipótesis nula H_0

Si: $t_p \leq t$; aceptamos la hipótesis nula H_0

Entonces: $t_p \geq t$, por lo tanto, es VERDADERO

Toma de decisión

Ya que la condición $294.54 \geq 2.13$, rechazamos la hipótesis nula H_0 con un nivel de significancia de 0.05 y una confiabilidad de 95% y tomamos la hipótesis alterna H_1 .

Conclusión

La adición de Proes 100 y cemento mejoran las propiedades mecánicas de los materiales de la cantera Taruca en una dosificación de 295 ml de Proes 100 y 2.09% de cemento.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

- Carranza y Fernández (2018), tuvo como resultado que para una subrasante inadecuada a buena el PROES mejora a un 13% y el CONAID un 10% y para una subrasante buena a excelente el PROES mejora a un 70% mientras que el CONAID a un 58%. Considerando las dosificaciones de 0.35L/m³ para el aditivo PROES y 0.05L/m³ para el aditivo CONAID.

Comentario. Según la tesis se puede apreciar para el PROES aplicado en un 0.35L/m³ mejoran a un 13% para subrasante inadecuada a buena mientras que para una subrasante buena a excelente mejora a un 70%. En contraste con la presente investigación una dosificación cercana al antecedente es 0.31L/m³ de PROES 100 donde se encontró un 112.60% de CBR; estos resultados difieren por el tipo de suelo estudiado, siendo los materiales de la cantera Taruca, suelos de excelente calidad.

- Enciso y Flores (2021), encontró como resultado que la carretera no pavimentada en estudio alcanza un CBR del 68.27% en la C-1 y 66.38% en la C-2, considerando una dosificación de 0.30L/m³ del aditivo Proes en cada calicata.

Comentario. Para una dosificación de 0.30L/m³ de PROES se encontró resultados de 68% y 66%, en contraste con la dosificación de nuestra dosis cerca de 0.31L/m³ de PROES, que se encontró 112.60% de CBR; también se puede contemplar que los resultados difieren porque la tesis como antecedentes trabajan en suelos arcillosos, mientras que la presente en material granular.

- Apolinario y Delgado (2019), tuvo el resultado que la adición de 0.27L/m³ de PROES y 45kg/m³ de suelo arcilloso mejora el CBR al 32%, mientras que la adición del 0.27L/m³ y 50kg/m³ de suelo arcilloso mejora el CBR al 44%.

Comentario. Para una dosificación de 0.27L/m³ de PROES mejoran como máximo 44% el CBR en suelos arcillosos (tipo sub rasante), en contraste con la presente tesis una dosificación usada de 0.27L/m³ se encontró 76.69%, valor mayor por tratarse de un material granular y con baja cantidad de arcillas.

- Soto y Martel (2020), encontró como resultado que la adición del 256.50ml/m³ del aditivo por metro cubico del material mejora el CBR al 100% para el uso en subbase, base y rellenos.

Comentario. Para un CBR del 100% se encontró una dosificación de 256.50ml/m³, mientras que para la presente tesis la dosificación óptima fue del 295ml/m³, estos valores difieren por tratarse de usos de dos insumos distritos y de materiales de canteras diferentes, aunque con características de materiales similares. Sin embargo, se puede apreciar que para 1m³ de material las dosificaciones varían 38.50ml.

CONCLUSIONES

- Como objetivo general se estableció encontrar la proporción requerida del PROES 100 y cemento para mejorar las propiedades mecánicas de los materiales de la cantera Taruca para el uso en base asfáltica, concluyendo que la dosificación óptima es del 295ml de PROES 100 y 2.09% de cemento.
- Del objetivo específico 1, valores a nivel natural de los materiales de la cantera Taruca, se llega a la conclusión con los siguientes resultados:
 - Valores de compactación: DMS = 2.25gr/cm³ y Hum. Opt. = 8.26%
 - Capacidad de Soporte (CBR): al 0.1" = 34.11% y al 0.2" = 56.40%.
 - Desgaste del material: tipo = A y Abrasión = 33.04%.
- Del objetivo específico 2, evaluación del material a nivel natural de la capacidad de soporte y desgaste se concluye lo siguiente:
 - CBR al 0.1" = 34.11%, no cumple para bases asfálticas que el mínimo requerido es el 100% de CBR.
 - La abrasión = 33.04% cumple con lo requerido para bases asfálticas por estar por debajo del 40% de desgaste máximo permitido.
 - Se requiere mejorar el CBR con el PROES 100 y Cemento
- Del objetivo específico 3, encontrar los valores de CBR de los materiales de la cantera Taruca empleando cuatro proporciones distintas, se concluye:
 - Dosis 1: PROES 100: 250ml y Cemento: 1.20%.
Resultado: CBR=63.86%
 - Dosis 2: PROES 100: 270ml y Cemento: 1.60%.
Resultado: CBR=76.69%
 - Dosis 3: PROES 100: 290ml y Cemento: 2.00%.
Resultado: CBR=98.23%
 - Dosis 4: PROES 100: 310ml y Cemento: 2.40%.
Resultado: CBR=112.60%

RECOMENDACIONES

- Se recomienda demostrar a nivel experimental y estadísticamente las hipótesis propuestas para mejoramiento de canteras para bases asfálticas.
- Los materiales que no cumplen con la curva granulométrica deberán ser tratadas mediante zarandeo o por combinación hasta obtener una granulometría aceptable para el uso en bases asfálticas.
- Para materiales cuyo CBR no cumplen para el uso en base asfáltica se recomienda tratarlos con insumos como el PROES 100 y cemento u otros disponibles en el mercado que permitan mejorar el CBR del material.
- Se recomienda cuatro dosificaciones para el mejoramiento de canteras, conforme establece el Manual – Soluciones básicas de carreteras no pavimentadas.
- Para encontrar la dosificación óptima se deberá realizar una tabulación de datos lineales CBR vs Dosificación de las cuatro proporciones estudiadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Society for Testing and Materials (2019). *ASTM D - Material Test*.
- Braja M. Das (2012). *Fundamentos de la Ingeniería de Cimentaciones* (7ma ed.). CENGAGE Learning.
- Cruz del Castillo, C., Olivares Orozco, S. y González García, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (1ra ed.). Grupo editorial patria.
- Garcés Paz, H. (2000). *Investigación Científica* (1ra ed.). Ediciones Abya-Yala
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw Hill Education.
- Instituto Nacional de Calidad (1999). *Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo* (NTP 339.127). Indecopi.
- Instituto Nacional de Calidad (1999). *Método de ensayo para el análisis granulométrico* (NTP 339.128). Indecopi.
- Instituto Nacional de Calidad (1999). *Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos* (NTP 339.129). Indecopi.
- Instituto Nacional de Calidad (1999). *Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada* (NTP 339.127). Indecopi.
- Instituto Nacional de Calidad (2002). *Método de ensayo normalizado in situ para CBR (California Bearing Ratio - Relación valor soporte) de suelos* (NTP 339.127). Indecopi.
- Instituto Nacional de Calidad (1999). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión en la maquina Los Ángeles* (NTP 339.127). Indecopi.

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (2015). *Documento Técnico Soluciones Básicas en Carreteras no Pavimentadas*. MTC.

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (2013). *Manual de Carreteras. Especificaciones Técnicas para la construcción de carreteras (EG - 2013)*. MTC.

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (2014). *Manual de Carreteras. Suelos Geología, Geotecnia y pavimentos*. MTC.

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. MTC.

PROES TECH (2020). *Ficha Técnica - Proes 100*.

UNACEM (2020). *Ficha Técnica - Cemento portland Tipo I*.

BONAFONTE (2007). *Ficha Técnica - Cemento portland Tipo I*.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Robles Vilca, F. (2023). *Adición del proes 100 y cemento para mejorar las propiedades mecánicas de los materiales de la cantera Taruca – Huánuco 2022* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO N°01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 34

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente
Propiedades Mecánicas.	Determinar la proporción requerida del proes 100 y cemento para mejorar las propiedades mecánicas de los materiales de la cantera Taruca para su uso en base asfáltica.	La adición de Proes 100 y cemento en distintas proporciones por metro cúbico del material, mejora las propiedades mecánicas de la cantera Taruca para su uso en base asfáltica.	Proes 100 y cemento.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable Dependiente
¿Cuáles son los datos de compactación, capacidad de soporte y desgaste de la cantera Taruca a nivel natural?	Determinar los datos de compactación, capacidad de soporte y desgaste de los materiales de la cantera Taruca a nivel natural.	Los ensayos de Proctor y CBR, determinan las propiedades mecánicas naturales de los materiales de la cantera Taruca.	
¿Cuáles son los resultados de la evaluación de la capacidad de soporte y desgaste a nivel natural de los materiales de la cantera Taruca frente a los parámetros normativos para su uso en base asfáltica?	Evaluar la capacidad de soporte y desgaste a nivel natural de los materiales de la cantera Taruca para su uso en base asfáltica.	La capacidad de soporte y desgaste de la cantera Taruca, no son aptos para su uso en base asfáltica.	Propiedades Mecánicas.
¿Cuáles son los valores de capacidad de soporte de los materiales de la cantera Taruca empleando cuatro proporciones distintas de proes 100 y cemento?	Determinar la capacidad de soporte de los materiales de la cantera Taruca empleando cuatro proporciones distintas de proes 100 y cemento.	La aplicación de cuatro distintas dosis de Proes 100 y cemento por metro cubico de material, mejoran las propiedades mecánicas de la cantera Taruca para su uso en base asfáltica.	

ANEXO N°02: PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Figura 19

Resumen del perfil estratigráfico del suelo



H y A - VANGUARDIA EN INGENIERIA Y CONSULTORIA SAC
RUC 20604652210
ESTUDIOS DE GEOTECNIA EN OBRAS VIALES

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
FECHA : OCTUBRE DEL 2022



RESUMEN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO				
PUNTO	PROF.	DESCRIPCIÓN	SUCS	AASHTO
M-1	6.00m	Suelos de grano grueso. Nomenclatura con símbolo doble. Grava mal graduada con limo y arena. Cementación alta. Humedad baja. Cantidad de gravas 48.71%, arenas 42.47% y limo-arcillas 8.82%. Presenta material rocoso redondeadas mayores 2"	GP-GM	A-1-a(0)
M-2	6.00m	Suelos de grano grueso. Nomenclatura con símbolo doble. Grava mal graduada con limo y arena. Cementación alta. Humedad baja. Cantidad de gravas 56.67%, arenas 35.77% y limo-arcillas 7.56%. Presenta material rocoso redondeadas mayores 2"	GP-GM	A-1-a(0)
M-3	6.00m	Suelos de grano grueso. Nomenclatura con símbolo doble. Grava mal graduada con limo y arena. Cementación alta. Humedad baja. Cantidad de gravas 46.65%, arenas 44.34% y limo-arcillas 9.01%. Presenta material rocoso redondeadas mayores 2"	GP-GM	A-1-a(0)
M-4	6.00m	Suelos de grano grueso. Nomenclatura con símbolo doble. Grava mal graduada con limo y arena. Cementación alta. Humedad baja. Cantidad de gravas 54.80%, arenas 37.64% y limo-arcillas 7.55%. Presenta material rocoso redondeadas mayores 2"	GP-GM	A-1-a(0)
M-5	6.00m	Suelos de grano grueso. Nomenclatura con símbolo doble. Grava mal graduada con limo y arena. Cementación alta. Humedad baja. Cantidad de gravas 57.45%, arenas 36.53% y limo-arcillas 6.02%. Presenta material rocoso redondeadas mayores 2"	GP-GM	A-1-a(0)

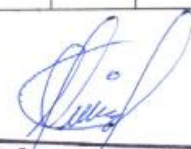
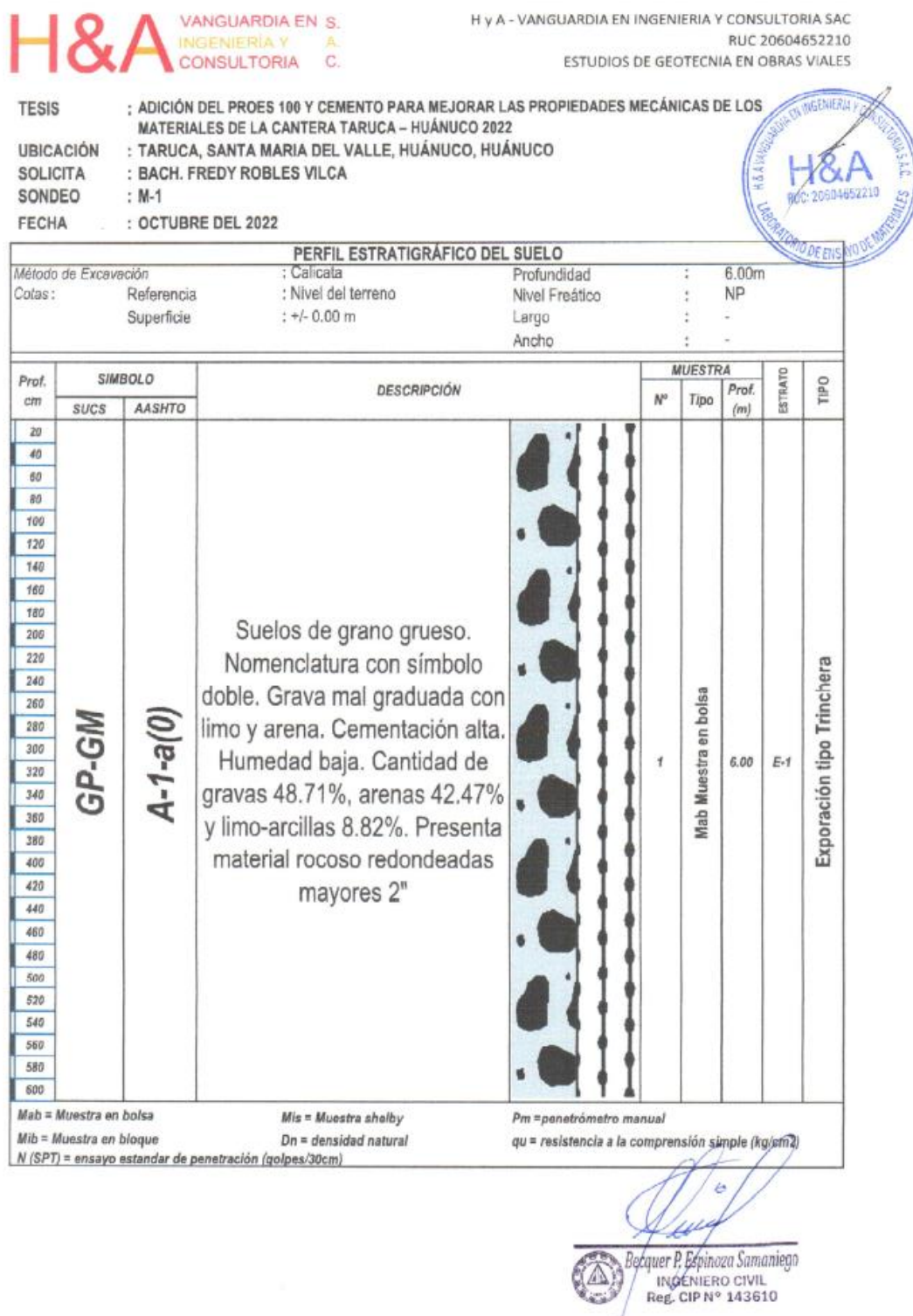

 Becquer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

Figura 20

Perfil estratigráfico M-1



Contacto Estudios de Geotecnia: 993338846, e-mail: ibemy0305@gmail.com

Figura 21

Perfil estratigráfico M-2

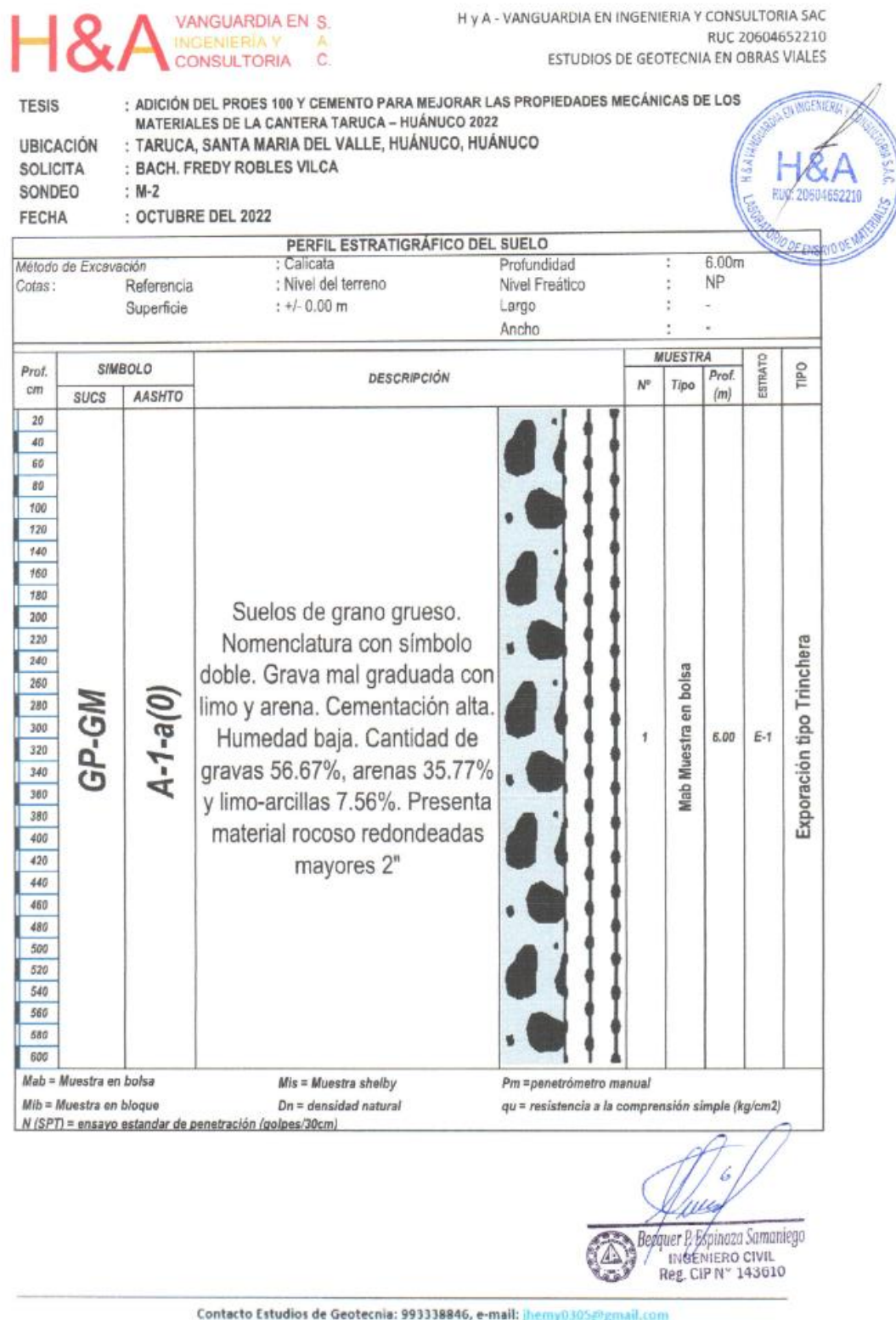


Figura 22

Perfil estratigráfico M-3

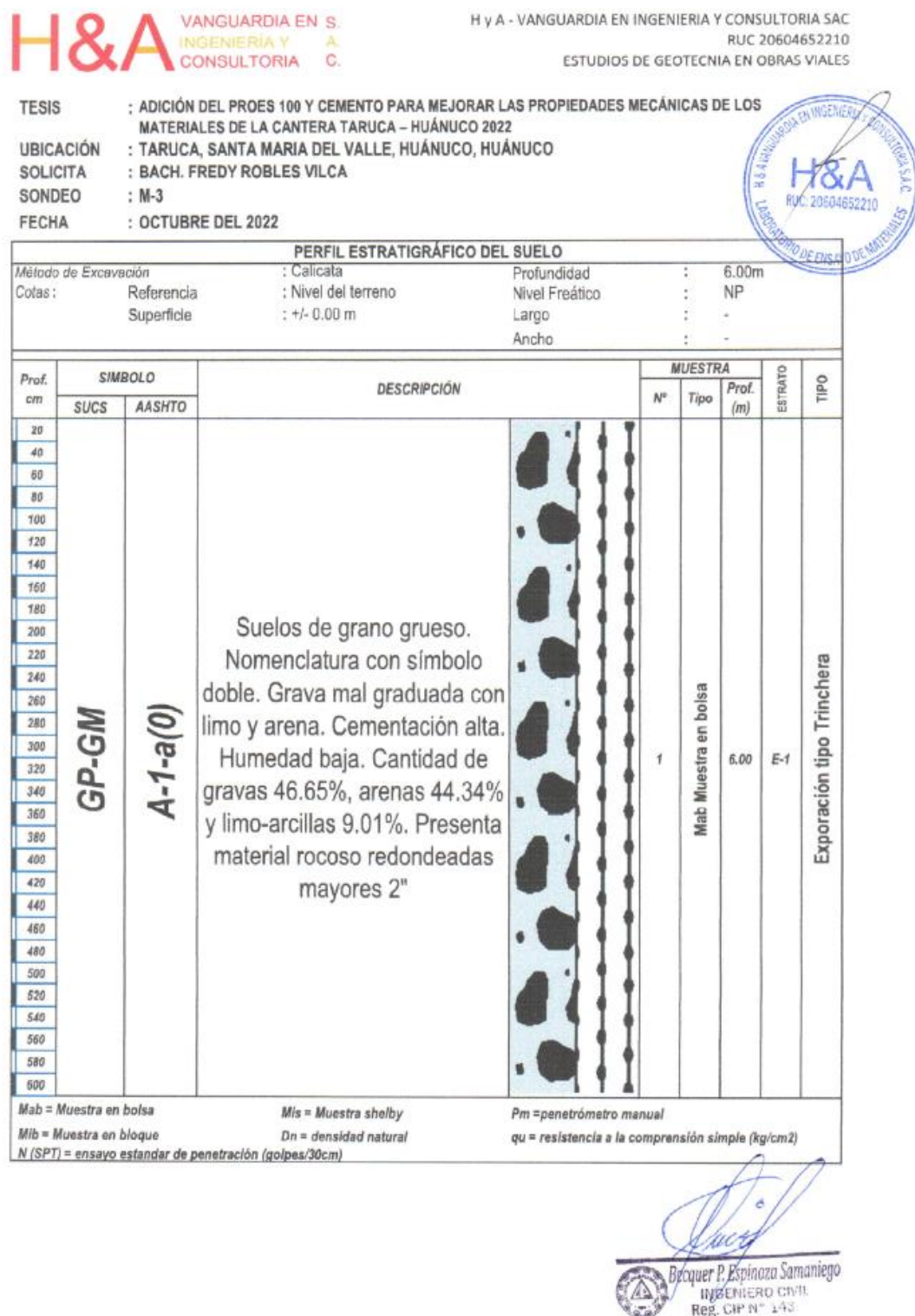


Figura 23

Perfil estratigráfico M-4

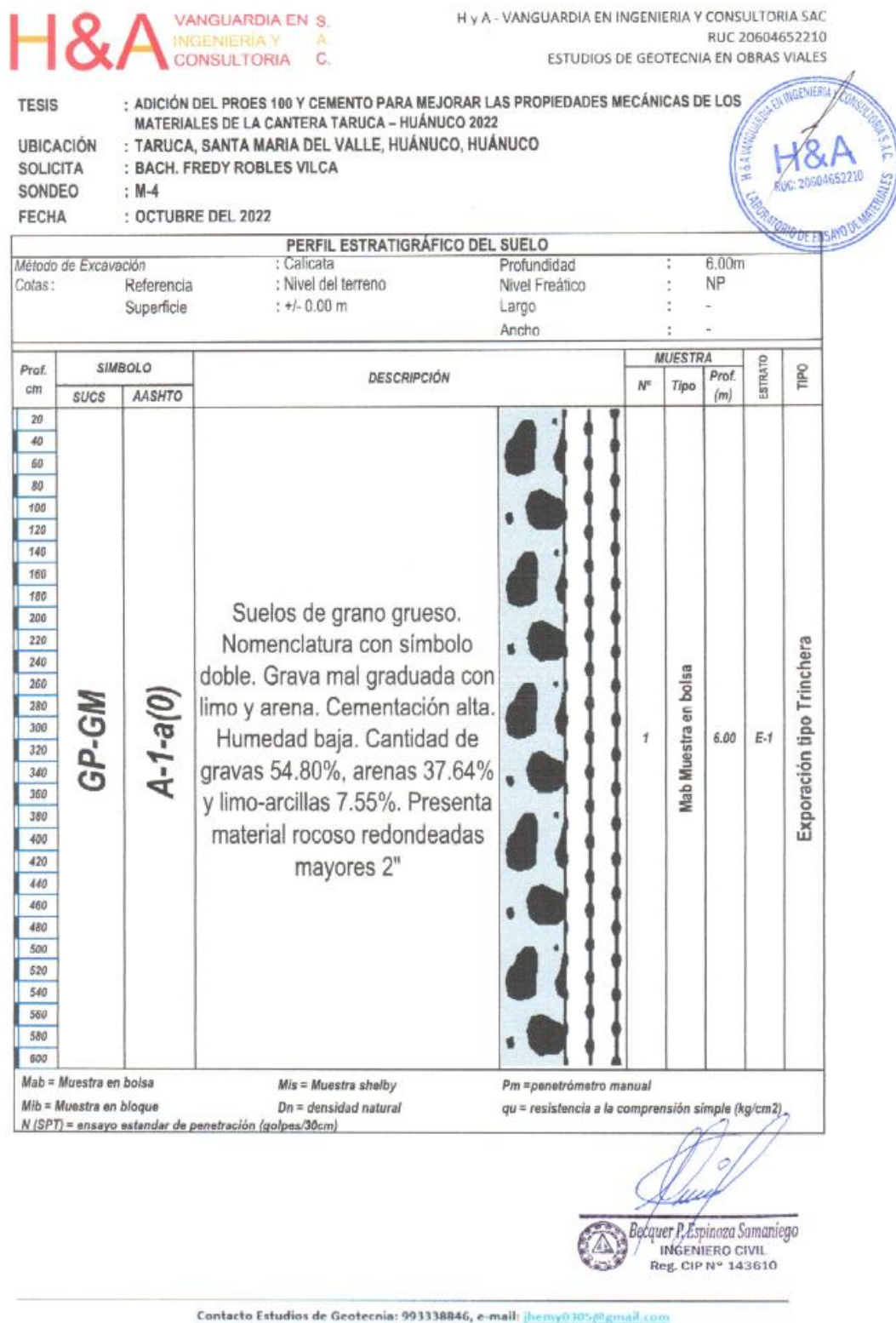


Figura 24

Perfil estratigráfico M-5

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
SONDEO : M-5
FECHA : OCTUBRE DEL 2022



PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO									
Método de Excavación		: Calicata		Profundidad		: 6.00m			
Cotas:		Referencia		: Nivel del terreno		Nivel Freático		: NP	
		Superficie		: +/- 0.00 m		Largo		: -	
						Ancho		: -	
Prof. cm	SIMBOLO		DESCRIPCIÓN		MUESTRA			ESTRATO	TIPO
	SUCS	AASHTO			Nº	Tipo	Prof. (m)		
20	GP-GM	A-1-a(0)	Suelos de grano grueso. Nomenclatura con símbolo doble. Grava mal graduada con limo y arena. Cementación alta. Humedad baja. Cantidad de gravas 57.45%, arenas 36.53% y limo-arcillas 6.02%. Presenta material rocoso redondeadas mayores 2"		1	Mab Muestra en bolsa	6.00	E-1	Exporación tipo Trinchera
40									
60									
80									
100									
120									
140									
160									
180									
200									
220									
240									
260									
280									
300									
320									
340									
360									
380									
400									
420									
440									
460									
480									
500									
520									
540									
560									
580									
600									
Mab = Muestra en bolsa Mis = Muestra shelby Pm =penetrómetro manual									
Mib = Muestra en bloque Dn = densidad natural qu = resistencia a la compresión simple (kg/cm2)									
N (SPT) = ensayo estandar de penetración (golpes/30cm)									

Bezquer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
RCE, CIP N° 143610

**ANEXO N°03: ENSAYOS DE
LABORATORIO – CANTERA TARUCA**

Figura 25

Resumen de ensayos de laboratorio



TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
SONDEO : CANTERA TARUCA
FECHA : OCTUBRE DEL 2022



RESULTADOS DE LOS ENSAYOS FÍSICOS DE LA CANTERA TARUCA									
SONDEO	GRANULOMETRÍA			LÍMITES DE ATTERBERG			HUMEDAD NATURAL	CLASIFICACIÓN	
	GRAVAS	ARENAS	FINOS	LL	LP	IP		SUCS	AASHTO
M-1	48.71%	42.47%	8.82%	31.40%	27.96%	3.44%	2.55%	GP-GM	A-1-a(0)
M-2	56.67%	35.77%	7.58%	34.27%	28.06%	6.19%	2.37%	GP-GM	A-2-4(0)
M-3	46.65%	44.34%	9.01%	31.63%	28.93%	2.71%	2.89%	GP-GM	A-1-a(0)
M-4	54.80%	37.64%	7.55%	29.72%	24.79%	4.93%	2.94%	GP-GM	A-1-a(0)
M-5	57.45%	38.53%	8.02%	29.91%	24.79%	5.11%	2.96%	GP-GM	A-1-a(0)

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS MECÁNICOS DE LA CANTERA TARUCA									
SONDEO	CLASIFICACIÓN		MÉTODO	PROCTOR		CBR		ABRASIÓN	
	SUCS	AASHTO		DMS	HUM. OPT.	AL 95%	AL 100%	TIPO	DESGASTO
M-1	GP-GM	A-1-a(0)	C	2.25gr/cm3	7.61%	34.61%	59.28%	A	32.76%
M-2	GP-GM	A-2-4(0)	C	2.23gr/cm3	9.36%	34.61%	59.52%	A	33.49%
M-3	GP-GM	A-1-a(0)	C	2.26gr/cm3	6.79%	33.72%	53.99%	A	32.69%
M-4	GP-GM	A-1-a(0)	C	2.24gr/cm3	8.93%	34.11%	55.45%	A	32.57%
M-5	GP-GM	A-1-a(0)	C	2.25gr/cm3	8.61%	33.51%	53.65%	A	33.67%

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS FÍSICOS - MUESTRA REPRESENTATIVA									
SONDEO	GRANULOMETRÍA			LÍMITES DE ATTERBERG			HUMEDAD NATURAL	CLASIFICACIÓN	
	GRAVAS	ARENAS	FINOS	LL	LP	IP		SUCS	AASHTO
GLOBAL	52.86%	39.35%	7.79%	31.39%	26.91%	4.48%	2.74%	GP-GM	A-1-a(0)

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS MECÁNICOS - MUESTRA REPRESENTATIVA									
SONDEO	CLASIFICACIÓN		PROCTOR			CBR		ABRASIÓN	
	SUCS	AASHTO	MÉTODO	DMS	HUM. OPT.	AL 95%	AL 100%	TIPO	DESGASTE
GLOBAL	GP-GM	A-1-a(0)	C	2.25gr/cm3	8.26%	34.11%	56.40%	A	33.04%


Becquer P. Espinoza Samaniego
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhemmy0305@gmail.com - 993338846

Figura 26

Evaluación técnica para su uso como base asfáltica



**VANGUARDIA EN S.
INGENIERÍA Y A.
CONSULTORÍA C.**

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARÍA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
SONDEO : CANTERA TARUCA
FECHA : OCTUBRE DEL 2022



EVALUACIÓN TÉCNICA - USO: BASE

ENSAYOS DE LABORATORIO		RESULTADO	REQUISITO EG-2013 (MTC)	VERIFICACIÓN	TRATAMIENTO
GRANULOMETRIA		Material granular al 9.20%	Huso A-1, A-2	No Cumple	Zarandeo
CLASIFICACIÓN SUCS		GP-GM	-	-	No requiere
CLASIFICACIÓN AASHTO		A-1-a(0)	-	-	No requiere
HUMEDAD		2.74%	-	-	No requiere
LÍMITE LÍQUIDO		31.39%	-	-	No requiere
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		4.48%	Máximo 4%	No Cumple	PROES 100 y Cemento
PROCTOR MODIFICADO	DMS	2.25gr/cm3	-	-	No requiere
	HUM. OPT.	8.26%	-	-	No requiere
CBR AL 95%		34.11%	Mínimo 100%	No Cumple	PROES 100 y Cemento
ABRASION		33.04%	Máximo 40%	Cumple	No requiere



Becquer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhemy0305@gmail.com - 993338846

Figura 27

Ensayo de contenido de humedad M-1

H&A VANGUARDIA EN S.
INGENIERÍA Y A.
CONSULTORÍA C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
SONDEO : M-1 CANTERA TARUCA
FECHA : OCTUBRE DEL 2022



CONTENIDO DE HUMEDAD - NTP 339.127 - ASTM D-2216

N° DE TARA	1	2
PESO HÚMEDO + TARA	215.00gr	219.00gr
PESO SECO + TARA	211.00gr	215.00gr
PESO DE LA TARA	59.00gr	53.00gr
PESO DEL AGUA	4.00gr	4.00gr
HUMEDAD	2.63%	2.47%
PROMEDIO	2.55%	




Becquer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhemy0305@gmail.com - 993338846

Figura 28

Análisis Granulométrico M-1



TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
SONDEO : M-1
FECHA : OCTUBRE DEL 2022

CANTERA TARUCA



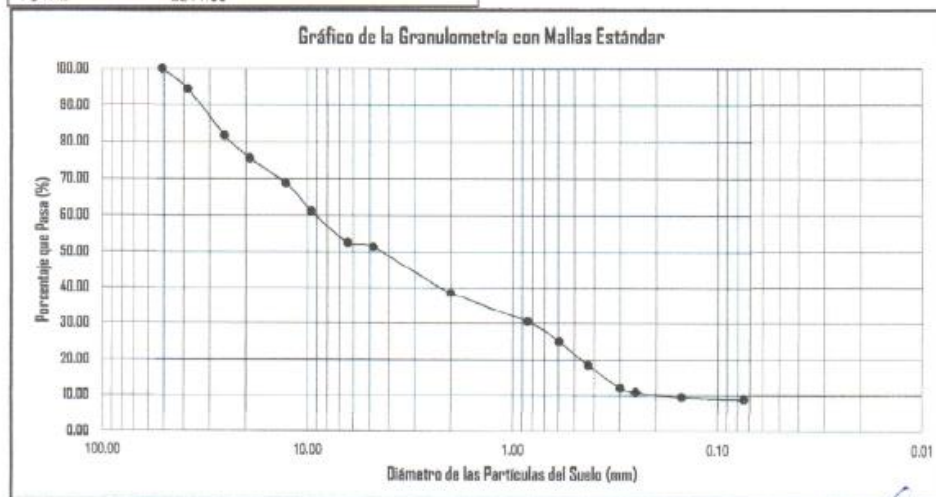
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - NTP 339.128

TAMIZ N°	Diam. (mm)	Peso Reten. (gr)	Retenido (%)	Reten. acum. (%)	Pasa (%)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	124.00	5.61	5.61	94.39
1"	25.40	282.00	12.75	18.36	81.64
3/4"	19.05	138.00	6.24	24.60	75.40
1/2"	12.70	151.00	6.83	31.43	68.57
3/8"	9.53	167.00	7.55	38.99	61.01
1/4"	6.35	189.00	8.55	47.54	52.46
No 4	4.76	26.00	1.18	48.71	51.29
No 10	2.00	284.00	12.84	61.56	38.44
No 20	0.84	177.00	8.01	69.56	30.44
No 30	0.59	120.00	5.43	74.99	25.01
No 40	0.43	147.00	6.65	81.64	18.36
No 50	0.30	141.00	6.38	88.01	11.99
No 60	0.25	25.00	1.13	89.15	10.85
No 100	0.15	28.00	1.27	90.41	9.59
No 200	0.07	17.00	0.77	91.18	8.82
FONDO	0.00	195.00	8.82	100.00	0.00
TOTAL		2211.00			

LÍMITES DE ATTERBERG		GRANULOMETRÍA	
Límite Líquido LL	31.40%	Porcent. Grava	48.71%
Límite Plástico LP	27.96%	Porcent. de Arena	42.47%
Ind. de Plasticidad IP	3.44%	Porcent. Limo-Arcilla	8.82%
Material granular equivalente a:			
		91.18%	

Pasa tamiz N° 4 :	51.29 %
Pasa tamiz N° 200:	8.82 %
D60(diámetro efectivo):	9.15 mm
D30(diámetro efectivo):	0.82 mm
D10 (diámetro efectivo):	0.18 mm
Coef. de uniformidad (Cu):	50.32
Grado de curvatura (Cc):	0.40

OBSERVACIONES:	
Humedad Natural:	2.55%



Becquer E. Espinoza Samaniego
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: 993338846. E-mail: jhemy0305@gmail.com

Figura 29

Límites de Atterberg M-1

H&A VANGUARDIA EN S.
INGENIERIA Y A
CONSULTORIA C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERAS

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
SONDEO : M-1 CANTERA TARUCA
FECHA : OCTUBRE DEL 2022



LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129

ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

Nº DE GOLPES	15	18	27	34	Nº DE MUESTRA	01	02	03	04
S. Humedo + Tara	17.52	18.40	20.25	17.67	S. Humedo + Tara	5.55	5.40	6.15	6.40
S. seco + Tara	15.89	16.61	18.03	16.15	S. seco + Tara	5.18	5.20	5.92	6.07
Peso de la Tara	11.02	11.14	11.05	11.04	Peso de la Tara	3.89	4.47	5.10	4.83
Peso del Agua	1.63	1.79	2.22	1.52	Peso del Agua	0.37	0.20	0.23	0.33
Peso de Suelo Seco	4.88	5.47	6.98	5.12	Peso de Suelo Seco	1.29	0.73	0.82	1.24
HUMEDAD %	33.39	32.71	31.74	29.64	HUMEDAD %	28.69	27.57	28.57	27.00

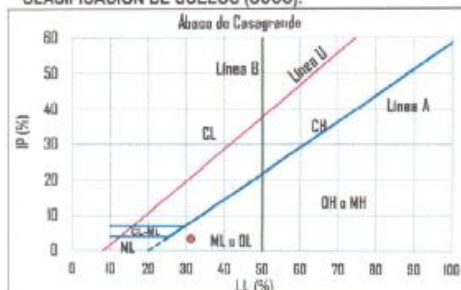


LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 31.40%

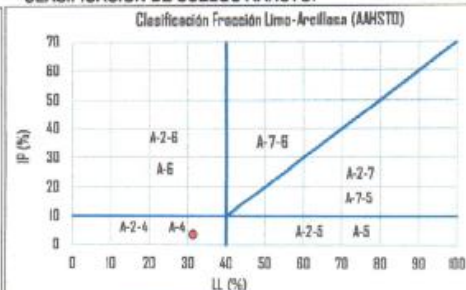
LÍMITE PLÁST. (LP) : 27.96%

ÍNDICE PLÁST. (IP) : 3.44%

CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS):



CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO:



Clasificación de suelos: S.U.C.S.

Suelos de grano grueso. Nomenclatura con símbolo doble
GP-GM Grava mal graduada con limo y arena

Clasificación de suelos: AASHTO

Materiales granulares Excelente a buena Ind. Grupo:
A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena 0

Becquer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

Figura 30

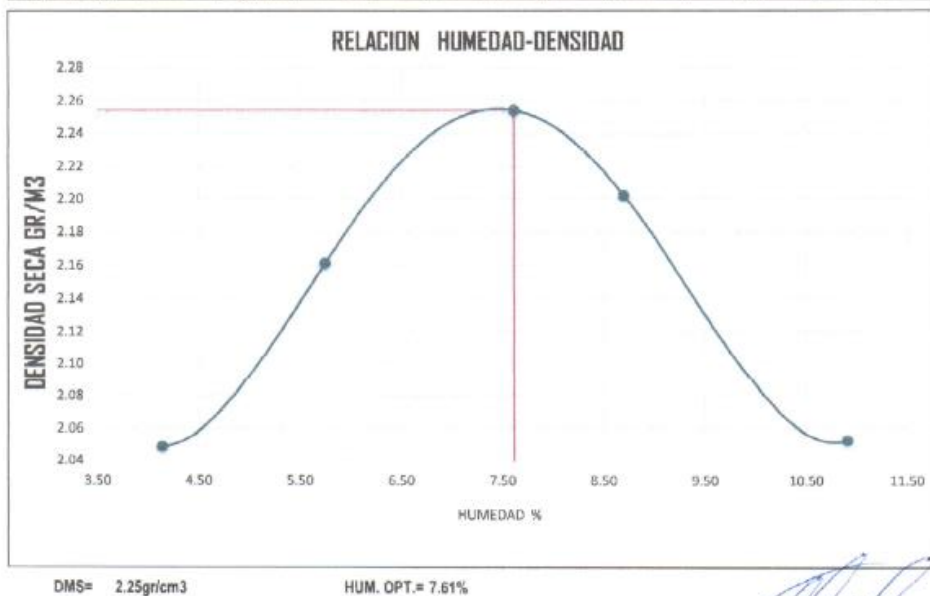
Ensayo de Proctor Modificado M-1

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA - HUÁNUCO 2022
UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
SONDEO : M-1 CANTERA TARUCA
FECHA : OCTUBRE DEL 2022



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO - NTP 339.140 - ASTM D-1557

Ensayo	Nº	1	2	3	4	5
PESO ESPECIFICO						
Peso muestra húm. + molde	gr.	11015	11324	11609	11544	11306
Peso del molde	gr.	6679	6679	6679	6679	6679
Peso de la muestra húmeda	gr.	4336	4645	4930	4865	4627
Volumen del molde	cm ³	2032.2	2032.2	2032.2	2032.2	2032.2
Densidad húmeda	gr/cm ³	2.134	2.286	2.426	2.394	2.277
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara	Nº	1	2	3	4	5
Peso muestra húmeda + tara	gr.	267.00	259.00	250.00	213.00	282.00
Peso muestra seca + tara	gr.	257.90	247.10	235.00	199.00	258.00
Peso de la tara	gr.	38.00	40.00	38.00	38.00	38.00
Peso del agua	gr.	9.10	11.90	15.00	14.00	24.00
Peso de la muestra seca	gr.	219.90	207.1	197	161	220
Contenido de humedad	%	4.14	5.75	7.61	8.70	10.91
PESO ESPECIFICO SECO						
Densidad máxima seca	gr/cm ³	2.05	2.16	2.25	2.20	2.05



[Signature]
Becquer R. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jherny0305@gmail.com - 993338846

Figura 31

Ensayo de CBR M-1



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA - HUÁNUCO
 2022
 UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
 SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
 SONDEO : M-1
 FECHA : OCTUBRE DEL 2022
 CANTERA TARUCA
 COMPACTACION : TIPO C
 ENSAYO DE CBR - NTP 338.145 - ASTM D 1883



MUESTRA		01		02		03	
Nº DE GOLPES		56		26		12	
CONDICIÓN		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Peso del molde + suelo humedo	gr.	12772.0	13814.0	13647.0	13682.0	13398.0	13431.0
Peso del molde	gr.	8703.0	8703.0	8732.0	8732.0	8621.0	8621.0
Peso del suelo humedo	gr.	5069.0	5111.0	4915.0	4950.0	4775.0	4830.0
Volumen del suelo	cm3	2102.9	2102.9	2102.9	2102.9	2102.9	2102.9
Densidad humeda	gr/cm3	2.410	2.430	2.337	2.359	2.271	2.297
Humedad	%	9.06		7.77		7.66	
Densidad seca	gr/cm3	2.210		2.188		2.109	
IDENTIFICACION DE TARA		1	2	3	4	5	6
Peso tara + suelo humedo	gr.	661.0	784.4	648.4	761.1	687.7	664.1
Peso tara + suelo seco	gr.	615.9	731.0	611.3	688.0	664.6	612.0
Peso de la tara	gr.	127.9	128.7	133.3	131.6	132.8	130.5
Peso del agua	gr.	36.1	53.3	37.1	53.1	33.1	52.0
Peso de los solidos	gr.	367.9	602.4	477.5	668.4	431.9	481.5
humedad	%	9.06		7.77		7.66	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA PULG.	EXPANSION	LECTURA PULG.	EXPANSION	LECTURA PULG.	EXPANSION

PENETRACION

PENETRACION EN PULGADAS	56 GOLPES			26 GOLPES			12 GOLPES		
	LECTURA DIAL (kg)	CONVERSION		LECTURA DIAL (kg)	CONVERSION		LECTURA DIAL (kg)	CONVERSION	
		Libras	Lb/Pulg.2		Libras	Lb/Pulg.2		Libras	Lb/Pulg.2
0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.025	234.6	517.27	172.42	157.1	346.27	115.42	88.6	195.28	65.06
0.050	447.9	987.52	329.17	281.0	619.39	205.46	179.0	394.71	131.57
0.075	613.7	1353.00	451.00	371.5	819.01	273.00	248.6	546.14	182.71
0.100	806.7	1778.40	592.80	470.9	1038.23	346.08	327.9	722.92	240.97
0.150	1031.4	2273.85	757.95	712.1	1569.97	523.32	421.9	930.11	310.04
0.200	1254.3	2765.32	921.77	908.4	2002.76	667.99	544.3	1199.96	399.99
0.250	1426.2	3144.30	1048.10	1051.0	2316.98	772.33	605.4	1343.59	447.86
0.300	1651.2	3640.33	1213.44	1229.8	2711.31	903.77	702.1	1547.85	515.95
0.400	1941.1	4279.43	1426.48	1401.0	3088.68	1029.56	882.9	1945.49	648.50
0.500	2362.7	5208.81	1736.27	1682.9	3710.15	1236.72	1035.5	2216.70	736.90

Bacquer P. Espinoza Samaniego
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhenry0305@gmail.com - 993338846

Figura 32

Gráfico de CBR M-1 (56, 26 y 12 golpes)

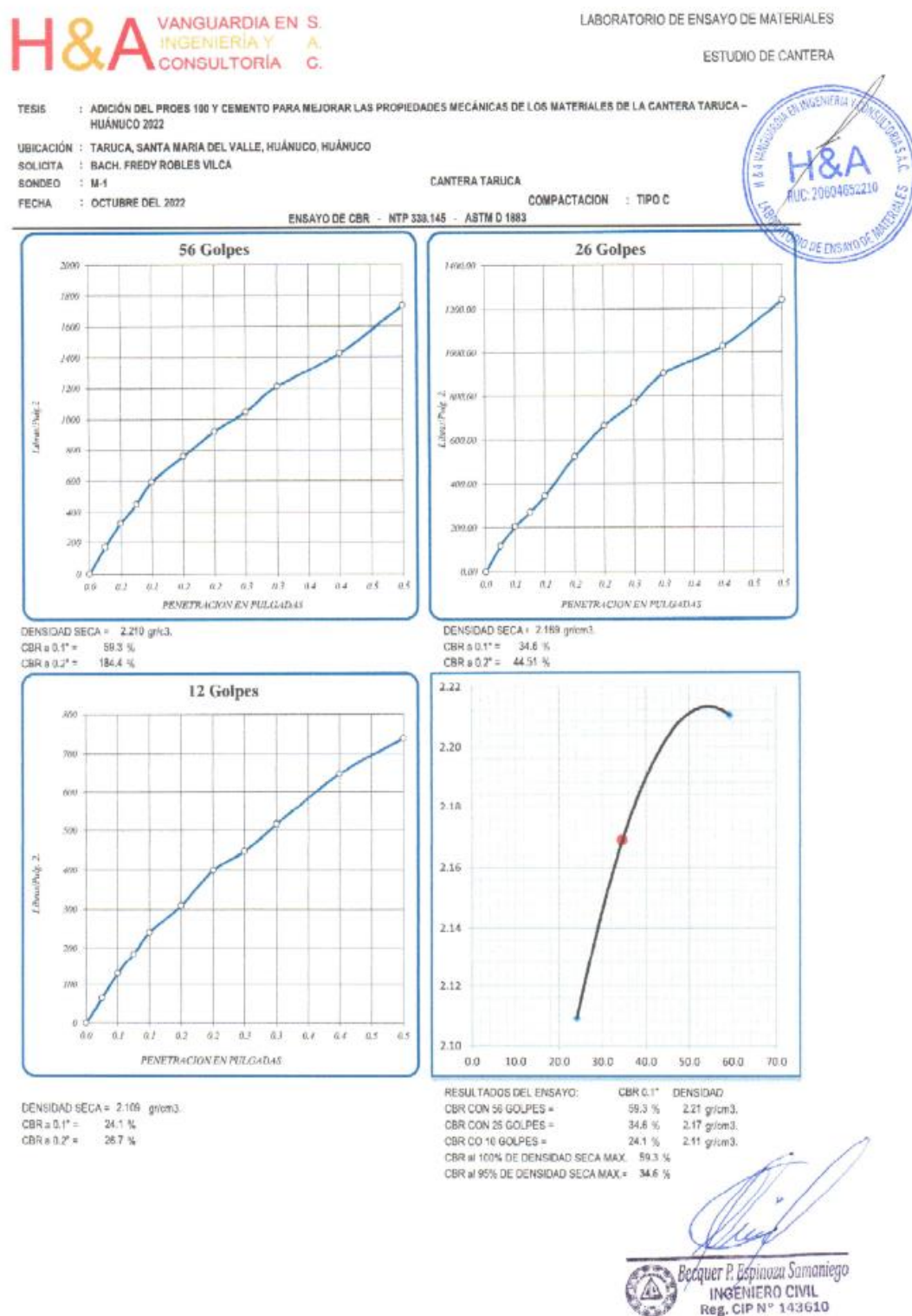


Figura 33

Gráfico de CBR M-1

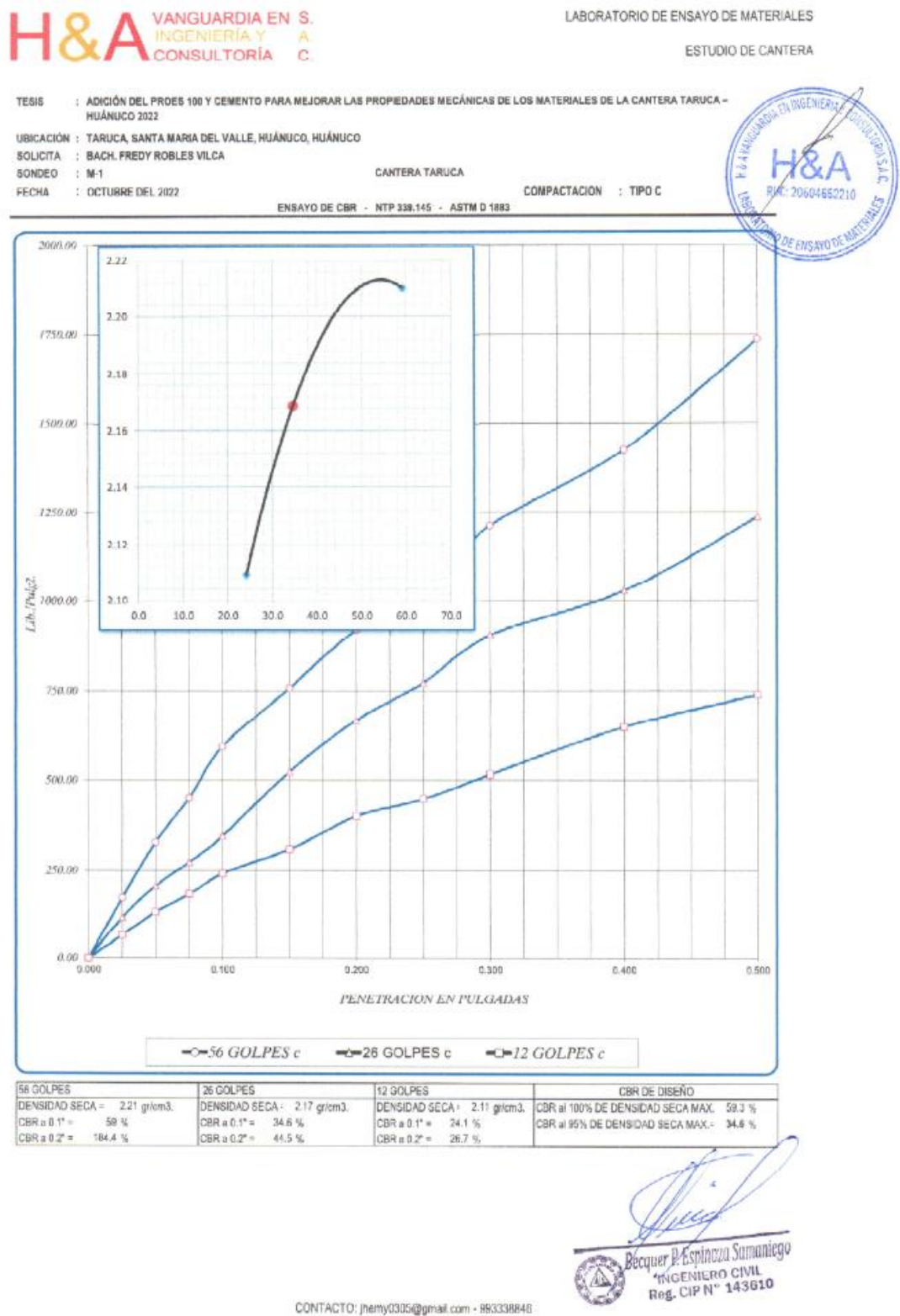


Figura 34

Ensayo de Abrasión los Ángeles M-1

H&A VANGUARDIA EN S.
INGENIERÍA Y A.
CONSULTORÍA C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
 UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
 SONDEO : M-1 CANTERA TARUCA
 SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
 FECHA : OCTUBRE DEL 2022



ENSAYO DE LOS ÁNGELES - NTP 400.019 - ASTM C-131

TIPO DE ENSAYO "A"

PESOS INICIALES			PESOS FINALES		
Pesos Retenidos en el Tamiz			Pesos Retenidos en el Tamiz		
1 1/2"	3.81cm	1247.0			
1"	2.54cm	1249.0			
3/4"	1.91cm	1257.0			
1/2"	1.27cm	1250.0			
PESO TOTAL		5000.0	N° 12	(1.70mm)	3831.00

N° de esferas : 12.0

N° de revoluciones: 500.0

Tiempo de rotación: 16.0min

Tiempo de rotación: 31rev/min

Desgaste de la muestra:

32.76%




Bequer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jherny0305@gmail.com - 993338846

Figura 35

Ensayo de Contenido de Humedad M-2



**VANGUARDIA EN S.
INGENIERIA Y A
CONSULTORIA C.**

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
 UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
 SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
 SONDEO : M-2 CANTERA TARUCA
 FECHA : OCTUBRE DEL 2022



CONTENIDO DE HUMEDAD - NTP 339.127 - ASTM D-2216

N° DE TARA	1	2
PESO HÚMEDO + TARA	188.00gr	192.00gr
PESO SECO + TARA	185.00gr	189.00gr
PESO DE LA TARA	59.00gr	62.00gr
PESO DEL AGUA	3.00gr	3.00gr
HUMEDAD	2.38%	2.38%
PROMEDIO	2.37%	



Becquer P. Espinoza Sumaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhemy0305@gmail.com - 993338846

Figura 36

Ensayo de Análisis Granulométrico M-2



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERAS

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
 UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
 SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
 SONDEO : M-2 CANTERA TARUCA
 FECHA : OCTUBRE DEL 2022



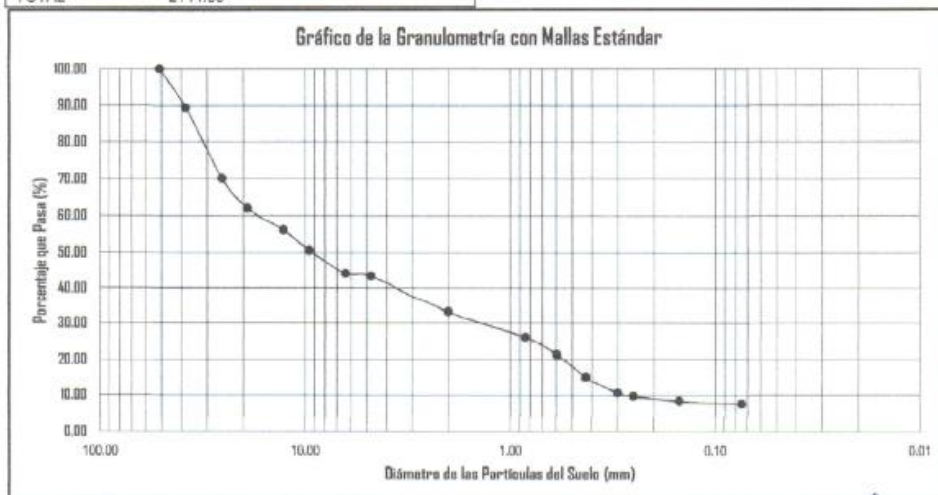
ANALISIS GRANULOMÉTRICO - NTP 339.128

TAMIZ	Diam.	Peso Reten.	Retenido	Reten.	Pasa		
Nº	(mm)	(gr)	(%)	acum. (%)	(%)		
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso de la Muestra Húmeda	2331.00 gr
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso de la Muestra Seca	2280.00 gr
1 1/2"	38.10	230.00	10.73	10.73	89.27	Peso de la Muestra Seca Lavada	2118.00 gr
1"	25.40	411.00	19.17	29.90	70.10	Peso de la Tara	136.00 gr
3/4"	19.05	175.00	8.16	38.06	61.94		
1/2"	12.70	126.00	5.88	43.94	56.06		
3/8"	9.53	118.00	5.50	49.44	50.56		
1/4"	6.35	139.00	6.48	55.92	44.08		
No 4	4.76	16.00	0.75	56.67	43.33		
No 10	2.00	220.00	10.26	66.93	33.07		
No 20	0.84	149.00	6.95	73.88	26.12		
No 30	0.59	102.00	4.76	78.64	21.36		
No 40	0.43	135.00	6.30	84.93	15.07		
No 50	0.30	97.00	4.52	89.46	10.54		
No 60	0.25	20.00	0.93	90.39	9.61		
No 100	0.15	27.00	1.26	91.65	8.35		
No 200	0.07	17.00	0.79	92.44	7.56		
FONDO	0.00	162.00	7.56	100.00	0.00		
TOTAL		2144.00					

LÍMITES DE ATTERBERG		GRANULOMETRÍA	
Límite Líquido LL	34.27%	Porcent. Grava	56.67%
Límite Plástico LP	28.08%	Porcent. de Arena	35.77%
Ind. de Plasticidad IP	6.19%	Porcent. Limo-Arcilla	7.56%
Material granular equivalente a: 92.44%			

Pasa tamiz Nº 4 :	43.33 %
Pasa tamiz Nº 200:	7.56 %
D60(diámetro efectivo):	16.95 mm
D30(diámetro efectivo):	1.49 mm
D10 (diámetro efectivo):	0.27 mm
Coef. de uniformidad (Cu):	62.85
Grado de curvatura (Cc):	0.48

OBSERVACIONES:	
Humedad Natural:	2.37%

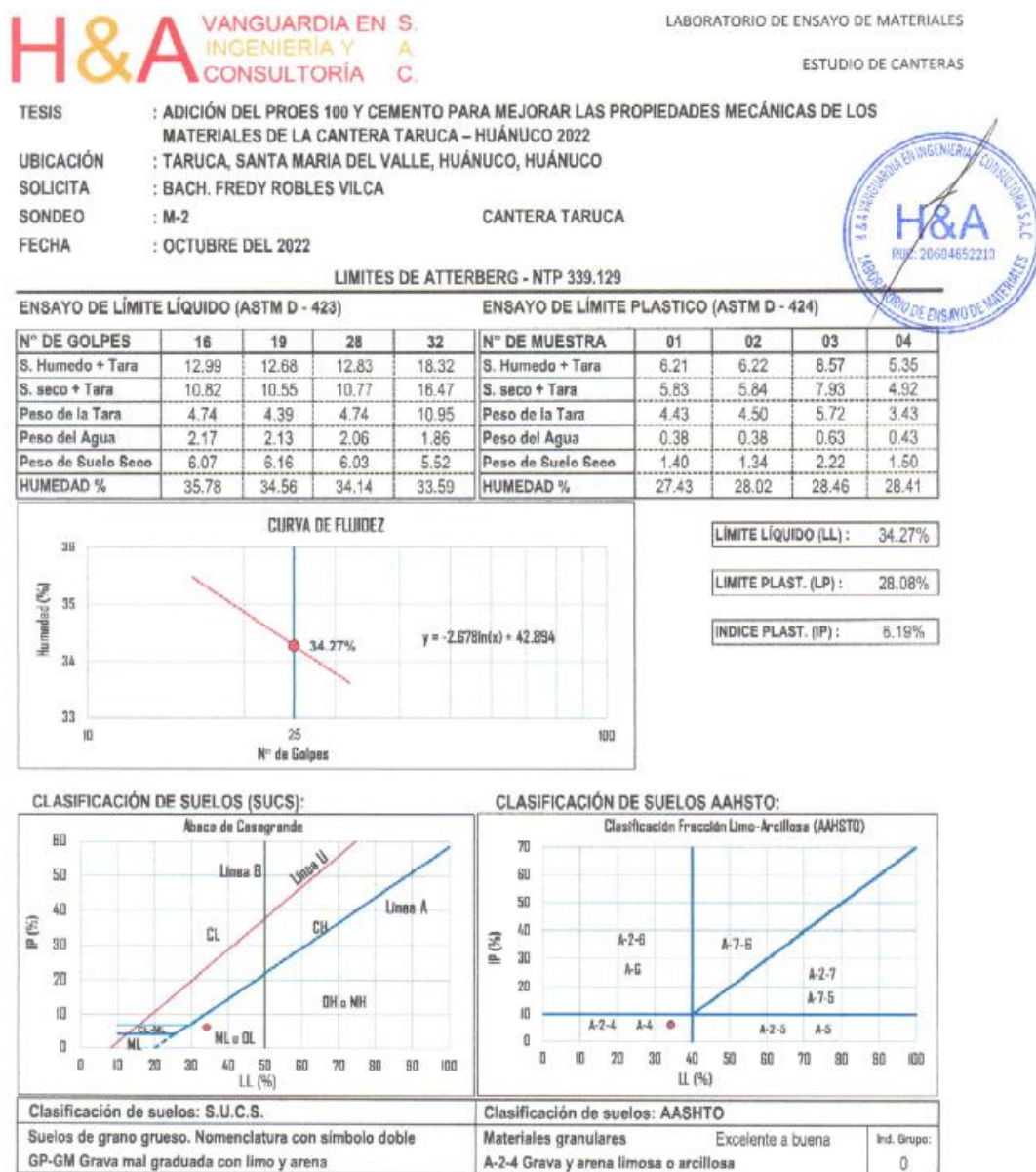


[Signature]
 Becquer P. Espinoza Samaniego
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: 993338846. E-mail: jhcmv0305@gmail.com

Figura 37

Límites de Atterberg M-2



CONTACTO: 993338846. E-mail: jhcmj0305@gmail.com

Figura 38

Ensayo de Proctor Modificado M-2

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022

UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA

SONDEO : M-2

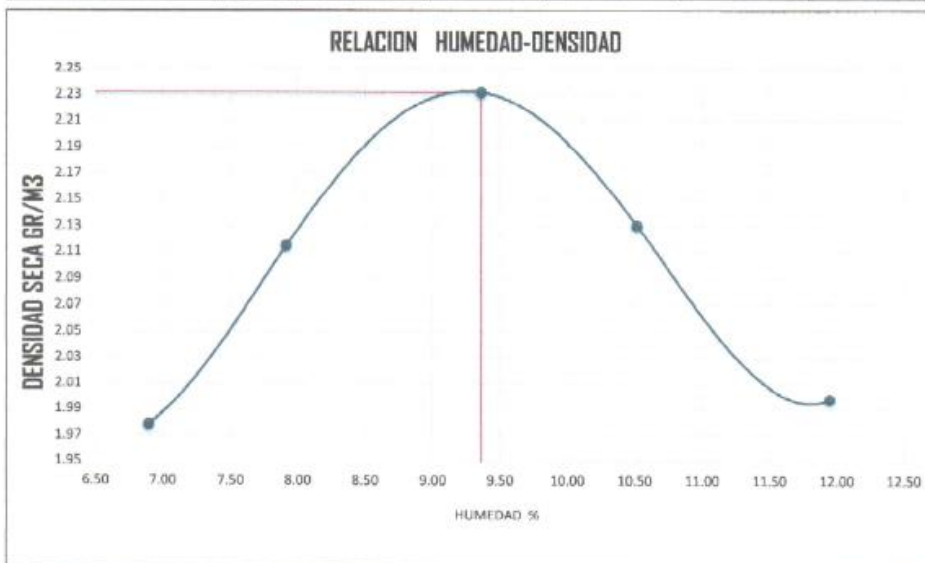
CANTERA TARUCA

FECHA : OCTUBRE DEL 2022



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO - NTP 339.140 - ASTM D-1557

Ensayo	Nº	1	2	3	4	5
PESO ESPECÍFICO						
Peso muestra húm. + molde	gr.	10318	10659	10981	10805	10565
Peso del molde	gr.	6021	6021	6021	6021	6021
Peso de la muestra húmeda	gr.	4297	4638	4960	4784	4544
Volumen del molde	cm ³	2032.2	2032.2	2032.2	2032.2	2032.2
Densidad húmeda	gr/cm ³	2.114	2.282	2.441	2.354	2.236
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara	Nº	1	2	3	4	5
Peso muestra húmeda + tara	gr.	190.50	202.00	163.00	244.00	202.00
Peso muestra seca + tara	gr.	180.60	189.90	152.30	224.40	265.00
Peso de la tara	gr.	37.00	37.00	38.00	38.00	39.00
Peso del agua	gr.	9.90	12.10	10.70	19.60	27.00
Peso de la muestra seca	gr.	143.60	152.9	114.3	186.4	226
Contenido de humedad	%	6.89	7.91	9.36	10.52	11.85
PESO ESPECÍFICO SECO						
Densidad máxima seca	gr/cm ³	1.98	2.11	2.23	2.13	2.00



[Signature]
Boquer P. Espinoza Samaniego
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhenry0305@gmail.com - 983336846

Ensayo de CBR M-2



COMPACTACION : TIPO C

ENSAYO DE CBR - NTP 339.145 - ASTM D 1883

MUESTRA		01		02		03	
Nº DE GOLPES		56		26		12	
CONDICIÓN		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Peso del molde + suelo húmedo	gr.	13291.0	13338.0	13146.0	13200.0	13002.0	13065.0
Peso del molde	gr.	8190.0	8180.0	8192.0	8192.0	8182.0	8182.0
Peso del suelo húmedo	gr.	5111.0	5158.0	4954.0	5008	4820	4883.0
Volumen del suelo	cm ³ .	2102.9	2102.9	2102.9	2102.9	2102.9	2102.9
Densidad húmeda		2.430	2.453	2.356	2.381	2.292	2.322
Humedad	%	9.05		9.07		9.19	
Densidad seca	gr/cc	2.229		2.160		2.099	
IDENTIFICACIÓN DE TARA		1	2	3	4	5	6
Peso tara + suelo húmedo	gr.	582.2	678.7	537.7	717.4	483.7	780.1
Peso tara + suelo seco	gr.	545.5	628.0	504.2	668.4	454.8	721.7
Peso de la tara	gr.	140.3	118.4	134.8	115.0	140.0	149.5
Peso del agua	gr.	38.7	50.7	33.5	59.0	28.8	68.4
Peso de los sólidos	gr.	405.2	509.8	369.3	543.5	314.0	572.2
humedad	%	9.05	9.95	9.07	10.86	9.16	11.85

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA PULG.	EXPANSION	LECTURA PULG.	EXPANSION	LECTURA PULG.	EXPANSION
			NO EXPANSIVO					

P E N E T R A C I O N

PENETRACIÓN EN PULGADAS	56 GOLPES			26 GOLPES			12 GOLPES		
	LECTURA	CONVERSIÓN		LECTURA	CONVERSIÓN		LECTURA	CONVERSIÓN	
	DIAL (kg)	Libras	Lb/Pulg.2.	DIAL (kg)	Libras	Lb/Pulg.2.	DIAL (kg)	Libras	Lb/Pulg.2.
0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.025	247.4	545.45	181.82	170.8	378.50	125.53	94.5	208.30	89.43
0.050	410.4	904.78	301.59	281.0	619.39	206.46	191.0	421.02	140.34
0.075	604.0	1331.57	443.89	371.5	819.01	273.00	265.2	584.69	194.90
0.100	811.4	1788.72	596.24	470.9	1038.23	348.08	348.8	771.11	257.64
0.150	1068.5	2355.58	785.20	712.1	1569.97	523.32	450.0	992.12	330.71
0.200	1249.0	2753.61	917.67	904.1	1993.29	664.43	580.6	1279.96	426.65
0.250	1427.3	3133.02	1034.34	1051.0	2315.98	772.33	650.1	1433.17	477.72
0.300	1614.4	3559.18	1186.39	1220.3	2690.32	895.77	748.9	1651.04	550.35
0.400	1895.3	4178.44	1392.81	1401.0	3088.66	1029.56	941.3	2075.19	691.73
0.500	2748.7	4957.62	1657.54	1693.3	3732.99	1244.33	1075.0	2366.98	786.98


Becquer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhenry0305@gmail.com - 993338846

Figura 40

Gráfico de CBR M-2 (56, 26 y 12 golpes)

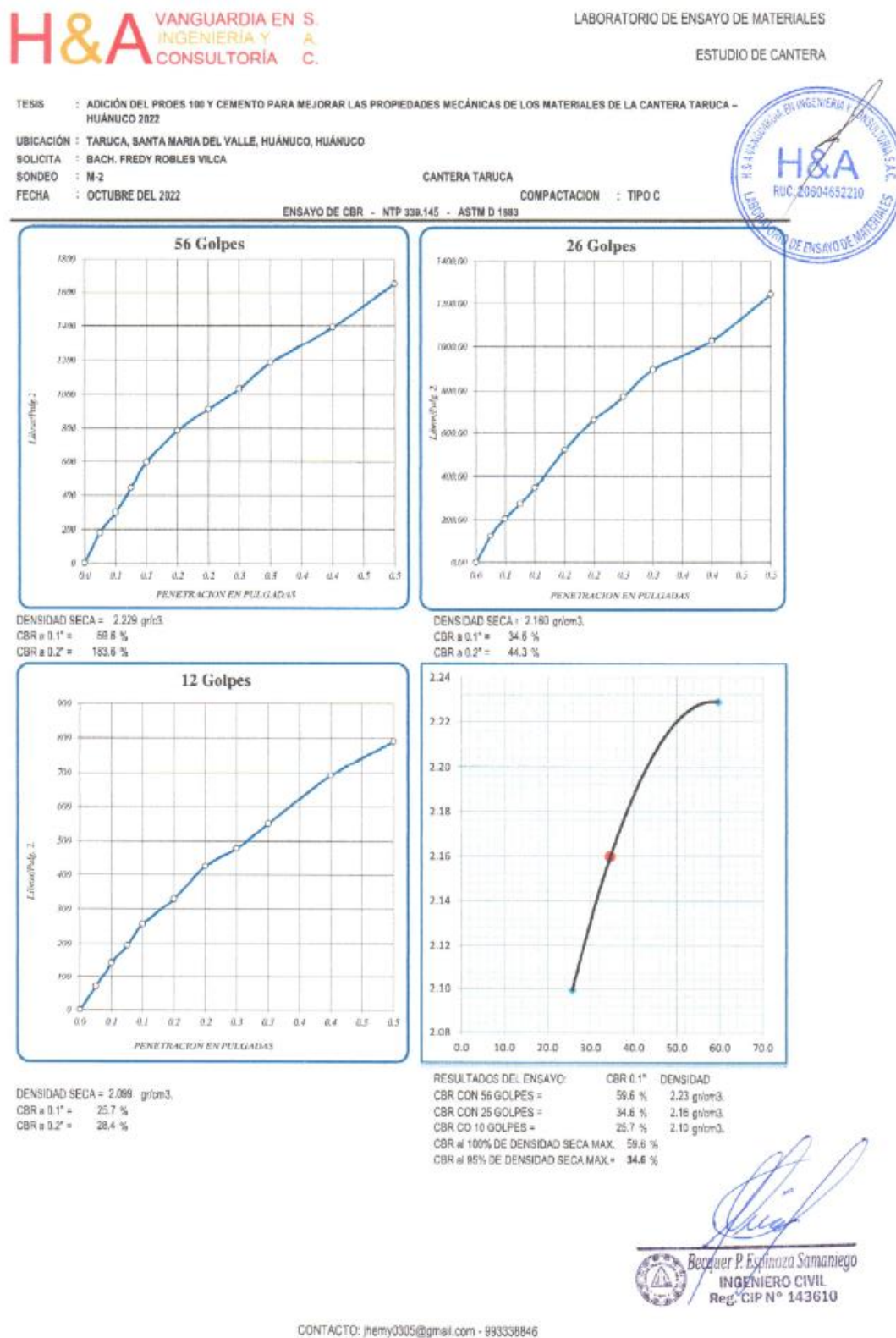
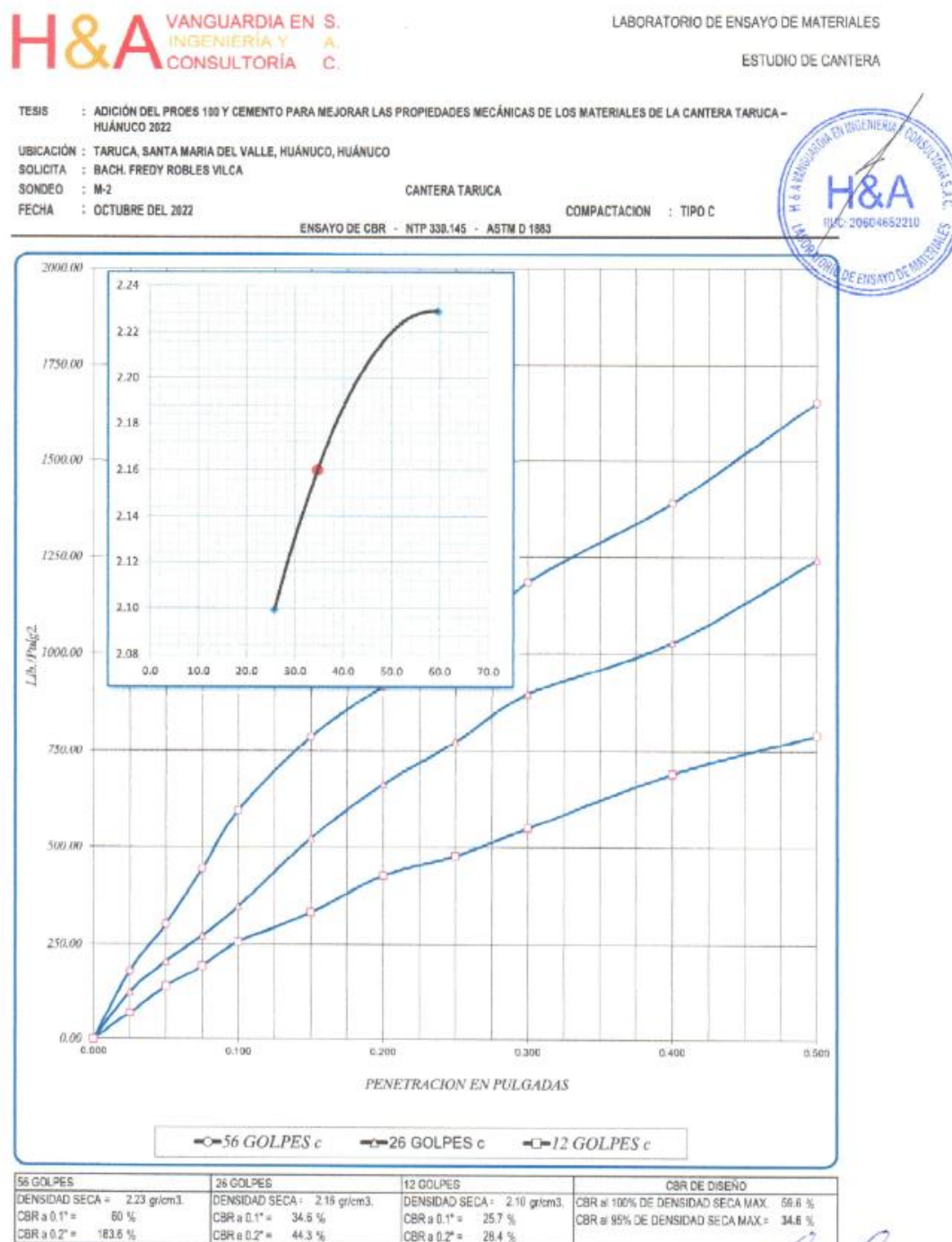


Figura 41

Gráfico de CBR M-2



[Firma]
Becquer P. Espinoza Samaniego
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhenry0305@gmail.com - 993330846

Figura 42

Ensayo de Abrasión de los Ángeles M-2



**VANGUARDIA EN S.
INGENIERÍA Y A
CONSULTORÍA C.**

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
SONDEO : M-2 CANTERA TARUCA
SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
FECHA : OCTUBRE DEL 2022

ENSAYO DE LOS ÁNGELES - NTP 400.019 - ASTM C-131



TIPO DE ENSAYO "A"

PESOS INICIALES			PESOS FINALES		
Pesos Retenidos en el Tamiz			Pesos Retenidos en el Tamiz		
1 1/2"	3.81cm	1245.0			
1"	2.54cm	1254.0			
3/4"	1.91cm	1245.0			
1/2"	1.27cm	1253.0			
PESO TOTAL		4999.0	N° 12	(1.70mm)	3852.00

Nº de esferas : 12.0

Nº de revoluciones: 500.0

Tiempo de rotación: 16.0min

Tiempo de rotación: 31rev/min

Desgaste de la muestra: 33.49%



Becquer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhemy0305@gmail.com - 993338846

Figura 43

Ensayo de Contenido de Humedad M-3

H&A VANGUARDIA EN S.
INGENIERÍA Y A.
CONSULTORÍA C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA - HUÁNUCO 2022

UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA

SONDEO : M-3 CANTERA TARUCA

FECHA : OCTUBRE DEL 2022



CONTENIDO DE HUMEDAD - NTP 339.127 - ASTM D-2216

N° DE TARA	1	2
PESO HÚMEDO + TARA	234.00gr	198.00gr
PESO SECO + TARA	229.00gr	194.00gr
PESO DE LA TARA	54.00gr	57.00gr
PESO DEL AGUA	5.00gr	4.00gr
HUMEDAD	2.86%	2.92%
PROMEDIO	2.89%	





Becquer P. Espinoza Somaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhermy0305@gmail.com - 993338846

Figura 44

Ensayo de Análisis Granulométrico M-3

H&A VANGUARDIA EN S.
INGENIERÍA Y A.
CONSULTORÍA C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERAS

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
SONDEO : M-3 CANTERA TARUCA
FECHA : OCTUBRE DEL 2022



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - NTP 339.128

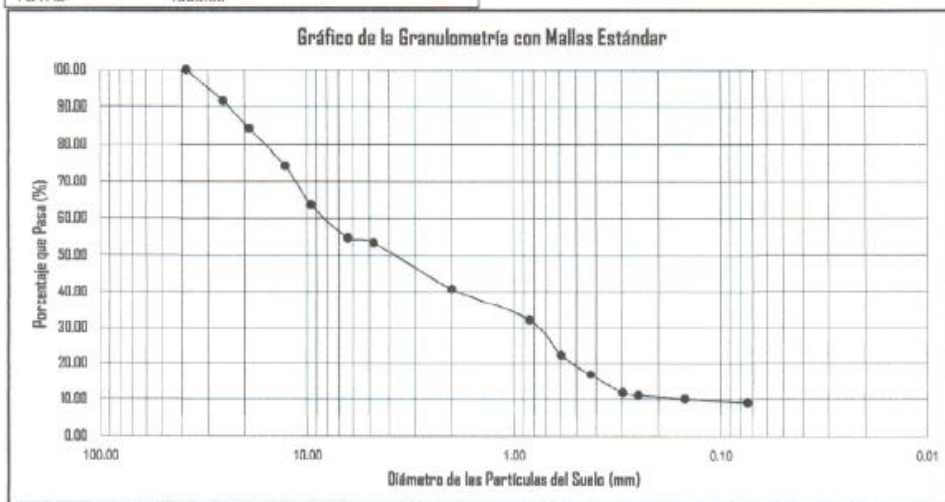
TAMIZ N°	Diam. (mm)	Peso Reten. (gr)	Retenido (%)	Reten. acum. (%)	Pasa (%)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	172.00	8.61	8.61	91.39
3/4"	19.05	141.00	7.06	15.67	84.33
1/2"	12.70	206.00	10.31	25.98	74.02
3/8"	9.53	210.00	10.51	36.49	63.51
1/4"	6.35	177.00	8.86	45.35	54.65
No 4	4.76	26.00	1.30	46.65	53.35
No 10	2.00	252.00	12.61	59.26	40.74
No 20	0.84	175.00	8.76	68.02	31.98
No 30	0.59	195.00	9.76	77.78	22.22
No 40	0.43	109.00	5.46	83.23	16.77
No 50	0.30	102.00	5.11	88.34	11.66
No 60	0.25	13.00	0.65	88.99	11.01
No 100	0.15	20.00	1.00	89.99	10.01
No 200	0.07	20.00	1.00	90.99	9.01
FONDO	0.00	180.00	9.01	100.00	0.00
TOTAL		1998.00			

Peso de la Muestra Húmeda	2197.00 gr
Peso de la Muestra Seca	2139.00 gr
Peso de la Muestra Seca Lavada	1959.00 gr
Peso de la Tara	141.00 gr

LÍMITES DE ATTERBERG		GRANULOMETRÍA	
Límite Líquido LL	31.63%	Porcent. Grava	46.65%
Límite Plástico LP	28.93%	Porcent. de Arena	44.34%
Ind. de Plasticidad IP	2.71%	Porcent. Limo-Arcilla	9.01%
Material granular equivalente a:		90.99%	

Pasa tamiz N° 4 :	53.35 %
Pasa tamiz N° 200:	9.01 %
D60(diámetro efectivo):	8.27 mm
D30(diámetro efectivo):	0.79 mm
D10 (diámetro efectivo):	0.15 mm
Coef. de uniformidad (Cu):	55.76
Grado de curvatura (Cc):	0.51

OBSERVACIONES:	
Humedad Natural:	2.89%

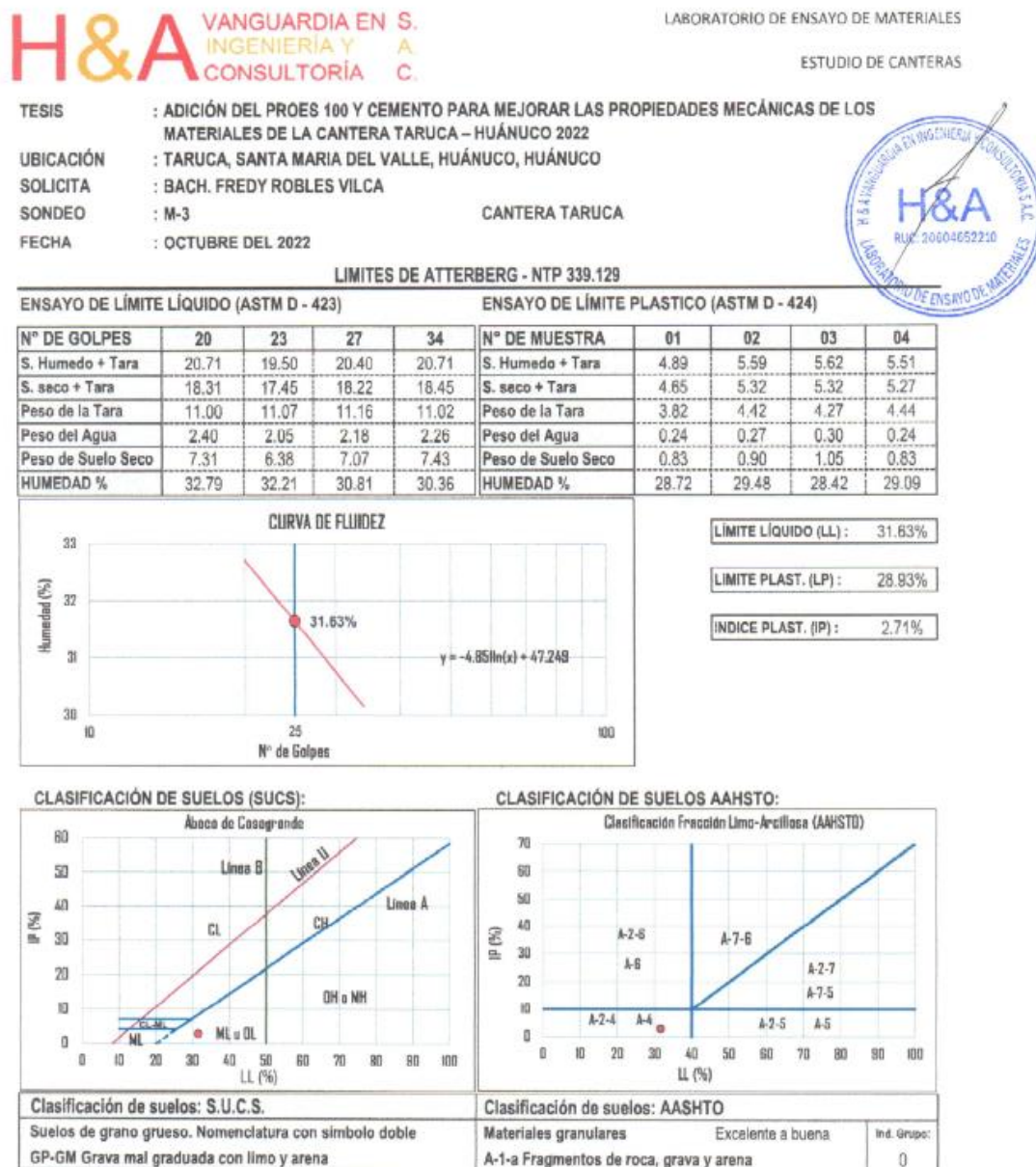


[Signature]
Becquer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: 993338846. E-mail: jhemys0305@gmail.com

Figura 45

Límites de Atterberg M-3



CONTACTO: 993338846. E-mail: jhemy0305@gmail.com

Figura 46

Ensayo de Proctor Modificado M-3

H&A VANGUARDIA EN S.
INGENIERIA Y A.
CONSULTORIA C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022

UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA

SONDEO : M-3

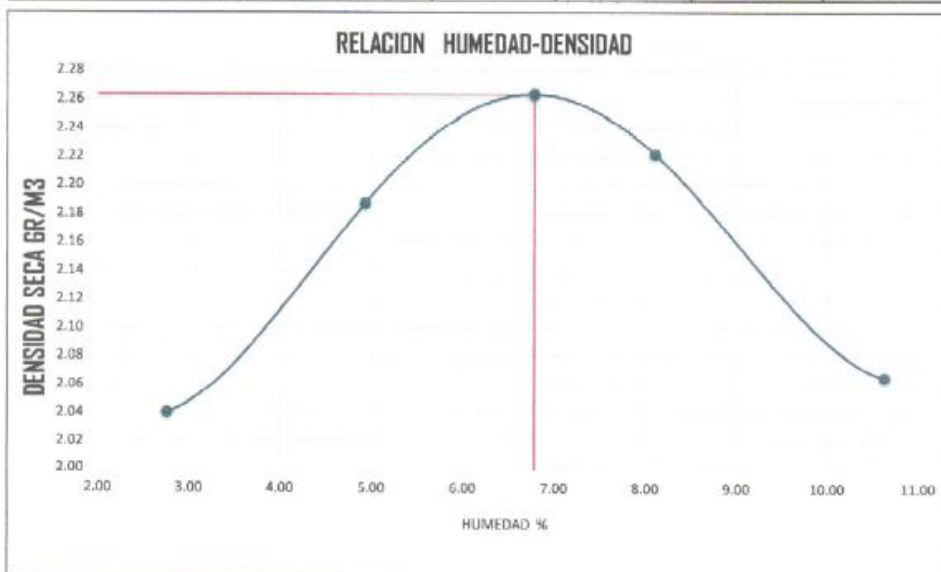
CANTERA TARUCA

FECHA : OCTUBRE DEL 2022



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO - NTP 339.140 - ASTM D-1557

Ensayo	Nº	1	2	3	4	5
PESO ESPECIFICO						
Peso muestra húm. + molde	gr.	10940	11343	11591	11560	11323
Peso del molde	gr.	6679	6679	6679	6679	6679
Peso de la muestra húmeda	gr.	4261	4664	4912	4881	4644
Volumen del molde	cm ³	2032.2	2032.2	2032.2	2032.2	2032.2
Densidad húmeda	gr/cm ³	2.097	2.285	2.417	2.402	2.285
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara	Nº	1	2	3	4	5
Peso muestra húmeda + tara	gr.	250.00	269.00	251.00	238.00	267.00
Peso muestra seca + tara	gr.	244.30	258.10	237.40	223.00	245.00
Peso de la tara	gr.	38.00	37.00	37.00	38.00	38.00
Peso del agua	gr.	5.70	10.90	13.60	15.00	22.00
Peso de la muestra seca	gr.	206.30	221.1	200.4	185	207
Contenido de humedad	%	2.76	4.93	6.79	8.11	10.83
PESO ESPECIFICO SECO						
Densidad máxima seca	gr/cm ³	2.04	2.19	2.26	2.22	2.07



DMS= 2.26gr/cm³

HUM. OPT.= 6.79%

[Signature]
Bequer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhemmy0305@gmail.com - 993338848

Figura 47

Ensayo de CBR M-3



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

TESIS : ADICION DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA - HUÁNUCO 2022

UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA

SONDEO : M-3

FECHA : OCTUBRE DEL 2022

CANTERA TARUCA

COMPACTACION : TIPO C

ENSAYO DE CBR - NTP 339.145 - ASTM D 1883



MUESTRA		01		02		03	
Nº DE GOLPES		56		26		12	
CONDICIÓN		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Peso del molde + suelo húmedo	gr.	13241.0	13290.0	13088.0	13140.0	12944.0	13012.0
Peso del molde	gr.	8112.0	8112.0	8124.0	8124.0	8114.0	8114.0
Peso del suelo húmedo	gr.	5129.0	5178.0	4964.0	5016	4830	4898.0
Volumen del suelo	cm3.	2102.9	2102.9	2102.9	2102.9	2102.9	2102.9
Densidad húmeda	gr/cc	2.439	2.462	2.361	2.385	2.297	2.329
Humedad	%	9.36		9.40		9.48	
Densidad seca	gr/cc	2.230		2.158		2.098	
IDENTIFICACION DE TARA		1	2	3	4	5	6
Peso tara + suelo húmedo	gr.	585.1	680.8	480.2	497.7	589.5	488.6
Peso tara + suelo seco	gr.	545.5	628.0	429.5	461.6	550.4	451.6
Peso de la tara	gr.	122.5	126.1	103.2	136.1	137.5	154.4
Peso del agua	gr.	39.6	62.8	30.7	36.2	39.1	37.0
Peso de los solidos	gr.	423.1	501.6	326.3	325.4	412.8	297.2
humedad	%	9.36	10.52	9.40	11.13	0.48	12.44

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA PULG.	EXPANSION	LECTURA PULG.	EXPANSION	LECTURA PULG.	EXPANSION
			NO EXPANSIVO					

PENETRACION

PENETRACION EN PULGADAS	56 GOLPES			26 GOLPES			12 GOLPES		
	LECTURA		CONVERSIÓN	LECTURA		CONVERSIÓN	LECTURA		CONVERSIÓN
	DIAL (kg)	Libras		DIAL (kg)	Libras		DIAL (kg)	Libras	
0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.025	230.1	507.26	168.09	154.3	340.10	113.37	76.2	172.45	57.46
0.050	381.7	841.44	280.48	267.2	588.15	198.38	185.2	408.25	136.08
0.075	561.7	1238.36	412.79	372.8	821.92	273.97	259.7	572.57	190.86
0.100	734.7	1619.86	538.89	456.6	1011.63	337.21	308.6	680.35	226.78
0.150	963.7	2190.70	730.23	693.7	1529.38	509.79	410.0	903.65	301.28
0.200	1161.6	2580.86	853.62	900.4	1984.95	661.65	508.4	1120.74	373.58
0.250	1309.0	2885.81	961.94	1040.9	2294.89	764.96	598.2	1318.90	439.63
0.300	1501.4	3310.04	1103.35	1194.9	2634.37	878.12	717.7	1582.31	527.44
0.400	1780.6	3925.63	1306.54	1375.7	3033.00	1011.00	863.8	1882.39	627.46
0.500	2175.0	4795.11	1596.37	1647.1	3631.29	1210.43	960.5	2117.43	705.61


Becquer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

Figura 48

Gráfico de CBR M-3 (56, 26 y 12 golpes)

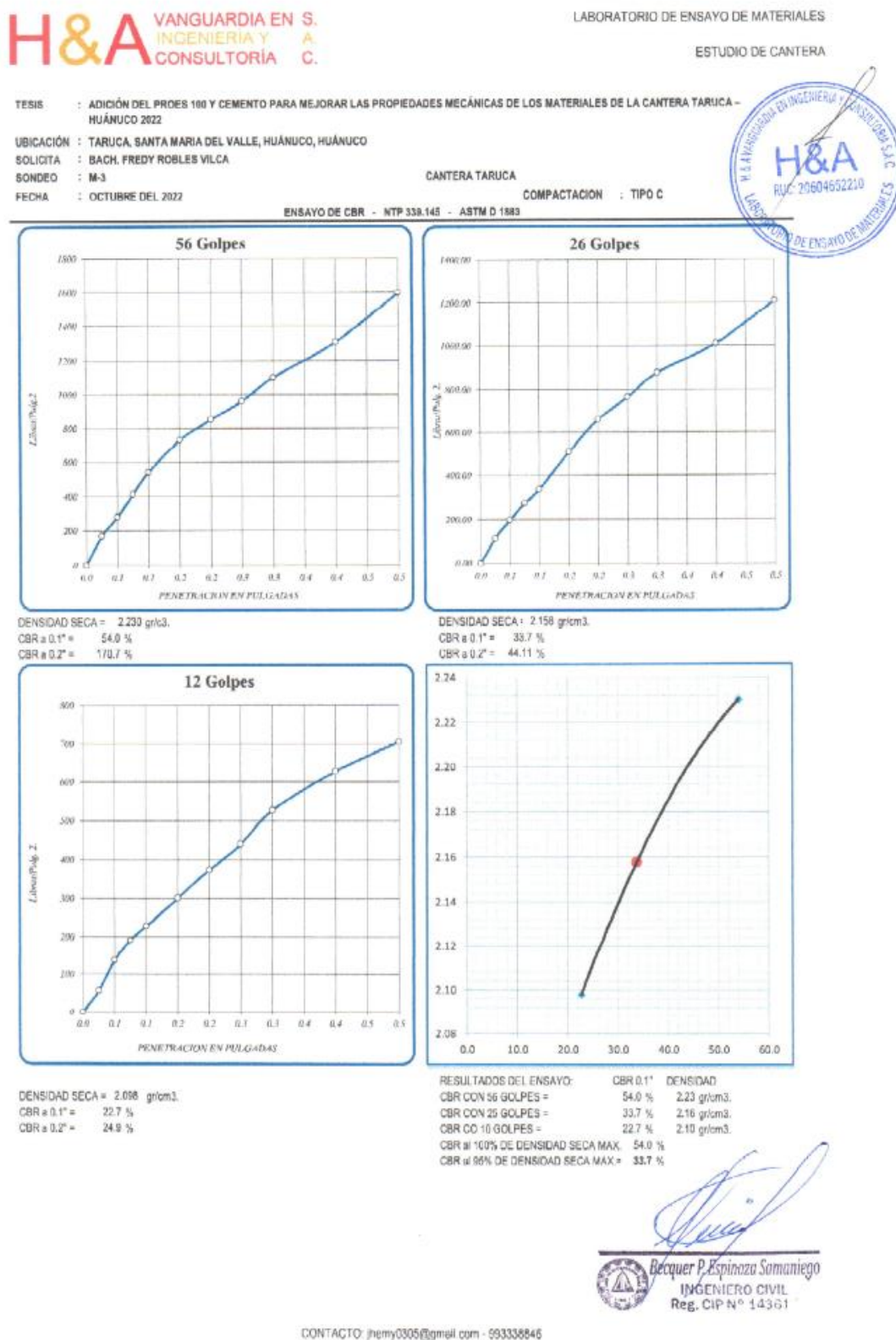


Figura 49

Gráfico de CBR M-3



Bequer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhenry0305@gmail.com - 993338846

Figura 50

Ensayo de Abrasión de los Ángeles M-3



**VANGUARDIA EN S.
INGENIERÍA Y A.
CONSULTORÍA C.**

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
SONDEO : M-3 CANTERA TARUCA
SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
FECHA : OCTUBRE DEL 2022

ENSAYO DE LOS ÁNGELES - NTP 400.019 - ASTM C-131



TIPO DE ENSAYO "A"

PESOS INICIALES			PESOS FINALES		
Pesos Retenidos en el Tamiz			Pesos Retenidos en el Tamiz		
1 1/2"	3.81cm	1246.0			
1"	2.54cm	1246.0			
3/4"	1.91cm	1249.0			
1/2"	1.27cm	1259.0			
PESO TOTAL		4998.0	N° 12	(1.70mm)	3833.00

N° de esferas : 12.0

N° de revoluciones: 500.0

Tiempo de rotación: 16.0min

Tiempo de rotación: 31rev/min

Desgasta de la muestra: 32.69%





Bedquer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhemy0305@gmail.com - 993338846

Figura 51

Ensayo de Contenido de Humedad M-4



**VANGUARDIA EN S.
INGENIERÍA Y A
CONSULTORÍA C.**

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
 UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
 SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
 SONDEO : M-4 CANTERA TARUCA
 FECHA : OCTUBRE DEL 2022



CONTENIDO DE HUMEDAD - NTP 339.127 - ASTM D-2216

N° DE TARA	1	2
PESO HÚMEDO + TARA	256.00gr	248.00gr
PESO SECO + TARA	250.00gr	243.00gr
PESO DE LA TARA	59.00gr	61.00gr
PESO DEL AGUA	8.00gr	5.00gr
HUMEDAD	3.14%	2.75%
PROMEDIO	2.94%	



Berquer P. Espinoza Samaniego
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jherny0305@gmail.com - 993338846

Figura 52

Ensayo de Análisis Granulométrico M-4



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERAS

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
SONDEO : M-4 CANTERA TARUCA
FECHA : OCTUBRE DEL 2022



ANALISIS GRANULOMÉTRICO - NTP 339.128

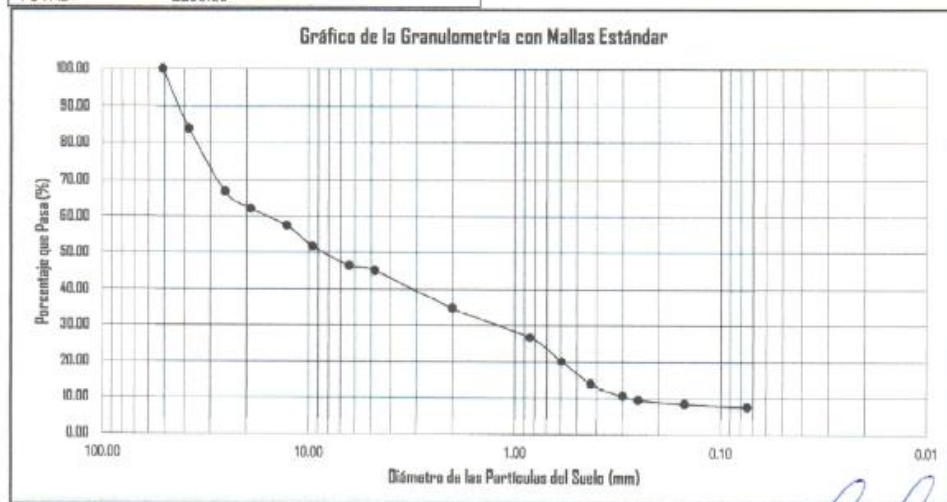
TAMIZ N°	Diám. (mm)	Peso Reten. (gr)	Retenido (%)	Reten. acum. (%)	Pasa (%)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	372.00	16.24	16.24	83.76
1"	25.40	386.00	16.86	33.10	66.90
3/4"	19.05	111.00	4.85	37.95	62.05
1/2"	12.70	105.00	4.59	42.53	57.47
3/8"	9.53	132.00	5.76	48.30	51.70
1/4"	6.35	120.00	5.24	53.54	46.46
No 4	4.76	29.00	1.27	54.80	45.20
No 10	2.00	240.00	10.48	65.28	34.72
No 20	0.84	185.00	8.00	73.36	26.64
No 30	0.59	149.00	6.51	79.87	20.13
No 40	0.43	145.00	6.33	86.20	13.80
No 50	0.30	77.00	3.36	89.56	10.44
No 60	0.25	25.00	1.09	90.66	9.34
No 100	0.15	23.00	1.00	91.66	8.34
No 200	0.07	18.00	0.79	92.45	7.55
FONDO	0.00	173.00	7.55	100.00	0.00
TOTAL		2290.00			

Peso de la Muestra Húmeda	2497.00 gr
Peso de la Muestra Seca	2430.00 gr
Peso de la Muestra Seca Lavada	2257.00 gr
Peso de la Tara	140.00 gr

LÍMITES DE ATTERBERG		GRANULOMETRÍA	
Límite Líquido LL	29.72%	Porcent. Grava	54.80%
Límite Plástico LP	24.79%	Porcent. de Arena	37.64%
Ind. de Plasticidad IP	4.93%	Porcent. Limo-Arcilla	7.55%
Material granular equivalente a: 92.45%			

Pasa tamiz N° 4 :	45.20 %
Pasa tamiz N° 200:	7.55 %
D60(diámetro efectivo):	16.21 mm
D30(diámetro efectivo):	1.32 mm
D10 (diámetro efectivo):	0.28 mm
Coef. de uniformidad (Cu):	58.26
Grado de curvatura (Cc):	0.39

OBSERVACIONES:	
Humedad Natural:	2.94%



Bedguer P. Espinoza Samaniego
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: 993338846. E-mail: jhcmyt0305@gmail.com

Figura 53

Límites de Atterberg M-4

H&A VANGUARDIA EN S.
INGENIERÍA Y A.
CONSULTORÍA C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERAS

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
SONDEO : M-4 CANTERA TARUCA
FECHA : OCTUBRE DEL 2022



LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129

ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

N° DE GOLPES	15	20	27	33	N° DE MUESTRA	01	02	03	04
S. Humedo + Tara	12.51	13.51	13.54	12.77	S. Humedo + Tara	11.62	13.70	12.83	12.28
S. seco + Tara	10.62	11.32	11.52	10.98	S. seco + Tara	10.62	12.32	11.60	11.15
Peso de la Tara	4.72	4.05	4.69	4.73	Peso de la Tara	6.58	6.71	6.54	6.70
Peso del Agua	1.88	2.19	2.03	1.79	Peso del Agua	1.00	1.38	1.23	1.13
Peso de Suelo Seco	5.91	7.27	6.82	6.25	Peso de Suelo Seco	4.04	5.61	5.06	4.45
HUMEDAD %	31.85	30.12	29.74	28.61	HUMEDAD %	24.63	24.70	24.35	25.50

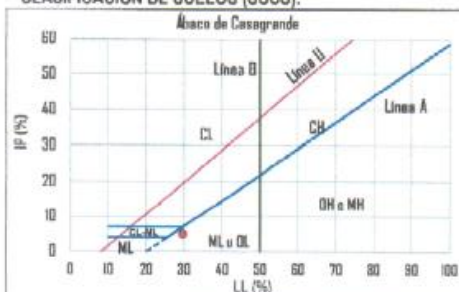


LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 29.72%

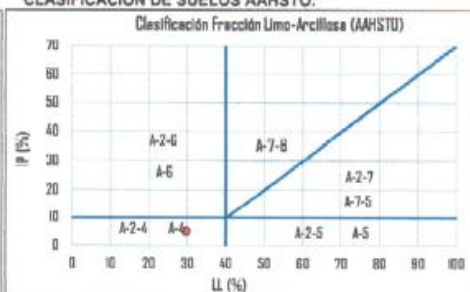
LÍMITE PLÁST. (LP) : 24.79%

ÍNDICE PLÁST. (IP) : 4.93%

CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS):



CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO:



Clasificación de suelos: S.U.C.S.

Suelos de grano grueso. Nomenclatura con símbolo doble
GP-GM Grava mal graduada con limo y arena

Clasificación de suelos: AASHTO

Materiales granulares Excelente a buena Ind. Grupo:
A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena 0

Becquer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

Figura 54

Ensayo de Proctor Modificado M-4

H&A VANGUARDIA EN S.
INGENIERIA Y A
CONSULTORÍA C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022

UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA

SONDEO : M-4

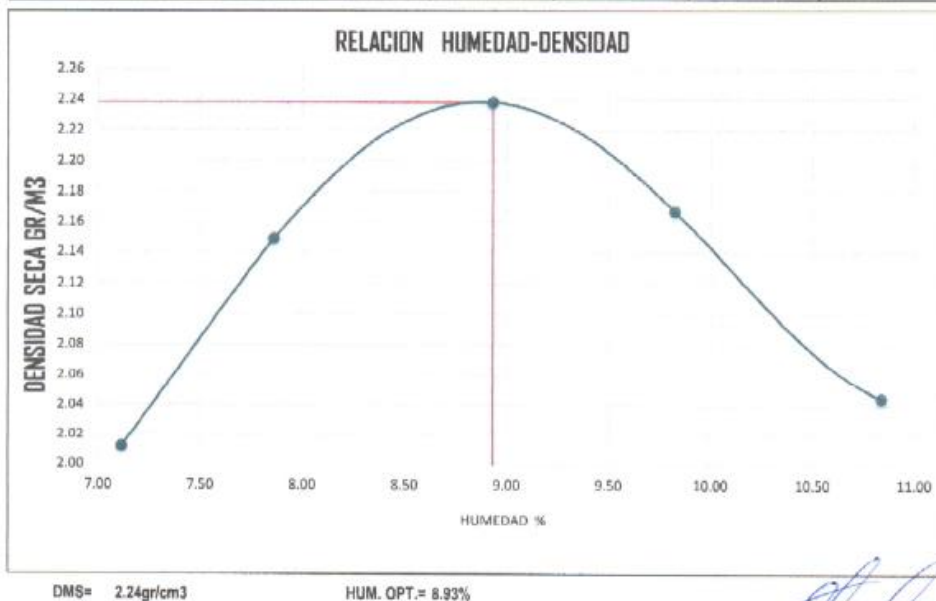
CANTERA TARUCA

FECHA : OCTUBRE DEL 2022



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.140 - ASTM D-1557)

Ensayo	Nº	1	2	3	4	5
PESO ESPECIFICO						
Peso muestra húm. + molde	gr.	10402	10731	10976	10858	10626
Peso del molde	gr.	6021	6021	6021	6021	6021
Peso de la muestra húmeda	gr.	4381	4710	4955	4837	4605
Volumen del molde	cm3	2032.2	2032.2	2032.2	2032.2	2032.2
Densidad húmeda	gr/cm3	2.156	2.318	2.438	2.380	2.266
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara	Nº	1	2	3	4	5
Peso muestra húmeda + tara	gr.	178.00	161.50	227.00	362.00	262.70
Peso muestra seca + tara	gr.	168.70	152.50	211.50	334.00	242.00
Peso de la tara	gr.	38.00	38.00	38.00	49.00	51.00
Peso del agua	gr.	9.30	9.00	15.50	28.00	20.70
Peso de la muestra seca	gr.	130.70	114.5	173.5	285	191
Contenido de humedad	%	7.12	7.86	8.93	9.82	10.84
PESO ESPECIFICO SECO						
Densidad máxima seca	gr/cm3	2.01	2.15	2.24	2.17	2.04



[Signature]
Becquer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhemy0305@gmail.com - 993338846

Ensayo de CBR M-4

Figura 56

Gráfico de CBR M-4 (56, 26 y 12 golpes)

H&A VANGUARDIA EN S.
INGENIERÍA Y A.
CONSULTORÍA C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022

UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA

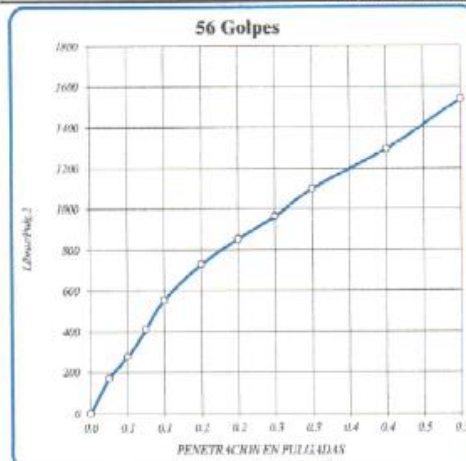
SONDEO : M-4

FECHA : OCTUBRE DEL 2022

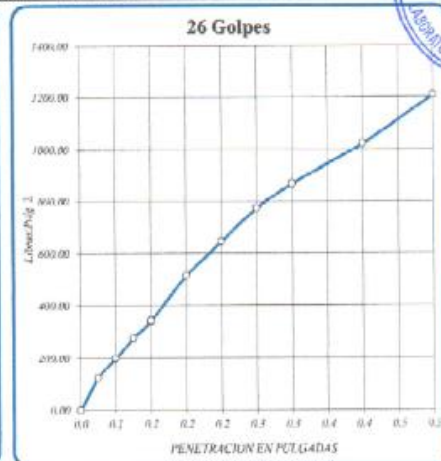
CANTERA TARUCA

COMPACTACION : TIPO C

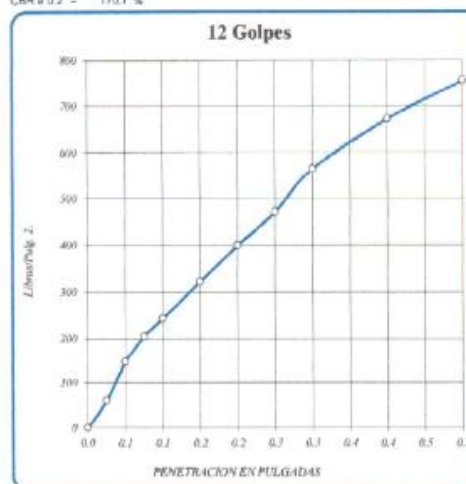
ENSAYO DE CBR - NTP 339.145 - ASTM D 1553



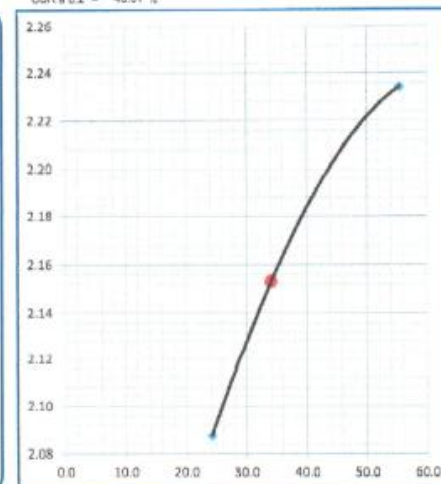
DENSIDAD SECA = 2.234 g/cm³
CBR a 0.1" = 55.5 %
CBR a 0.2" = 170.7 %



DENSIDAD SECA = 2.153 g/cm³
CBR a 0.1" = 34.1 %
CBR a 0.2" = 43.01 %



DENSIDAD SECA = 2.067 g/cm³
CBR a 0.1" = 24.3 %
CBR a 0.2" = 26.7 %



RESULTADOS DEL ENSAYO:

CBR 0.1"	DENSIDAD
CBR CON 56 GOLPES =	55.5 %
CBR CON 26 GOLPES =	34.1 %
CBR CO 10 GOLPES =	24.3 %
CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX.	55.5 %
CBR al 85% DE DENSIDAD SECA MAX. =	34.1 %

Bequer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143010

CONTACTO: jhemmy0305@gmail.com - 993338846

Figura 57

Gráfico de CBR M-4



CONTACTO: jhemy0305@gmail.com - 993338846

Figura 58

Ensayo de Abrasión de los Ángeles M-4



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022

UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO

SONDEO : M-4

CANTERA TARUCA

SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA

FECHA : OCTUBRE DEL 2022



ENSAYO DE LOS ÁNGELES - NTP 400.019 - ASTM C-131

TIPO DE ENSAYO "A"

PESOS INICIALES			PESOS FINALES		
Pesos Retenidos en el Tamiz			Pesos Retenidos en el Tamiz		
1 1/2"	3.81cm	1259.0			
1"	2.54cm	1245.0			
3/4"	1.91cm	1258.0			
1/2"	1.27cm	1240.0			
PESO TOTAL		4998.0	N° 12	(1.70mm)	3998.00

N° de esferas : 12.0

N° de revoluciones: 500.0

Tiempo de rotación: 16.0min

Tiempo de rotación: 31rev/min

Desgaste de la muestra: 32.57%


Becquer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhenry0305@gmail.com - 993338846

Figura 59

Ensayo de Contenido de Humedad M-5



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022

UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA

SONDEO : M-5

CANTERA TARUCA

FECHA : OCTUBRE DEL 2022



CONTENIDO DE HUMEDAD - NTP 339.127 - ASTM D-2216

N° DE TARA	1	2
PESO HÚMEDO + TARA	195.00gr	203.00gr
PESO SECO + TARA	191.00gr	199.00gr
PESO DE LA TARA	58.00gr	62.00gr
PESO DEL AGUA	4.00gr	4.00gr
HUMEDAD	3.01%	2.92%
PROMEDIO	2.96%	


 Berquer P. Espinoza Samaniego
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhemry0305@gmail.com - 993338846

Figura 60

Ensayo de Análisis Granulométrico M-5



TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
SONDEO : M-5 **CANTERA TARUCA**
FECHA : OCTUBRE DEL 2022



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - NTP 339.128

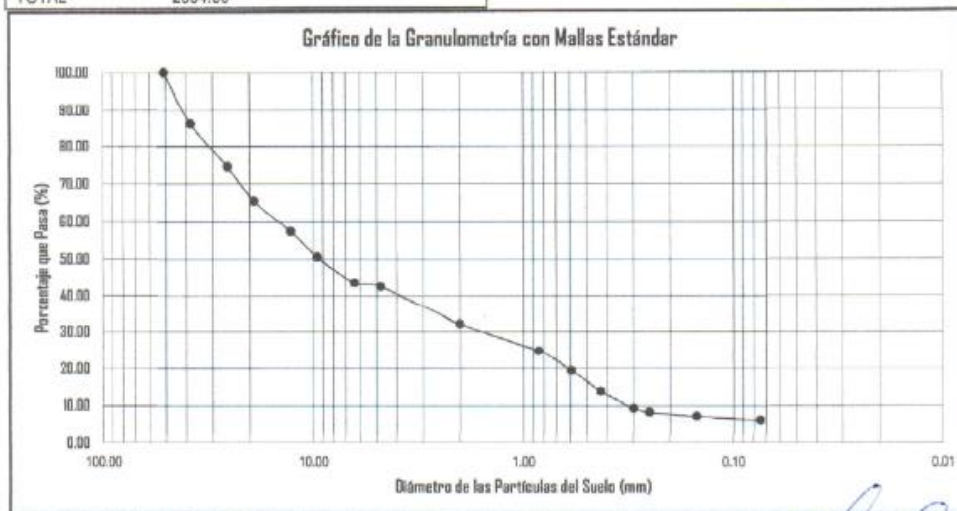
TAMIZ N°	Diam. (mm)	Peso Reten. (gr)	Retenido (%)	Reten. acum. (%)	Pasa (%)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	291.00	13.90	13.90	86.10
1"	25.40	246.00	11.75	25.64	74.36
3/4"	19.05	188.00	8.98	34.62	65.38
1/2"	12.70	168.00	8.02	42.65	57.35
3/8"	9.53	144.00	6.88	49.52	50.48
1/4"	6.35	146.00	6.97	56.49	43.51
No 4	4.76	20.00	0.96	57.45	42.55
No 10	2.00	218.00	10.41	67.86	32.14
No 20	0.84	156.00	7.45	75.31	24.69
No 30	0.59	110.00	5.25	80.56	19.44
No 40	0.43	119.00	5.68	86.25	13.75
No 50	0.30	95.00	4.54	90.78	9.22
No 60	0.25	22.00	1.05	91.83	8.17
No 100	0.15	23.00	1.10	92.93	7.07
No 200	0.07	22.00	1.05	93.98	6.02
FONDO	0.00	126.00	6.02	100.00	0.00
TOTAL		2094.00			

Peso de la Muestra Húmeda	2293.00 gr
Peso de la Muestra Seca	2231.00 gr
Peso de la Muestra Seca Lavada	2105.00 gr
Peso de la Tara	137.00 gr

LÍMITES DE ATTERBERG		GRANULOMETRÍA	
Límite Líquido LL	29.91%	Porcent. Grava	57.45%
Límite Plástico LP	24.79%	Porcent. de Arena	36.53%
Ind. de Plasticidad IP	5.11%	Porcent. Limo-Arcilla	6.02%
Material granular equivalente a: 93.98%			

Pasa tamiz N° 4 :	42.55 %
Pasa tamiz N° 200:	6.02 %
D60(díámetro efectivo):	14.79 mm
D30(díámetro efectivo):	1.67 mm
D10 (díámetro efectivo):	0.32 mm
Coef. de uniformidad (Cu):	46.34
Grado de curvatura (Cc):	0.59

OBSERVACIONES:	
Humedad Natural:	2.96%



Becquer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: 993338846. E-mail: jheny0305@gmail.com

Figura 61

Límites de Atterberg M-5



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERAS

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
 UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
 SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
 SONDEO : M-5 CANTERA TARUCA
 FECHA : OCTUBRE DEL 2022



LIMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129

ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

Nº DE GOLPES	18	23	29	35	Nº DE MUESTRA	01	02	03	04
S. Humedo + Tara	25.60	24.17	27.00	25.25	S. Humedo + Tara	11.62	13.70	12.83	12.28
S. seco + Tara	20.36	19.61	22.14	21.25	S. seco + Tara	10.62	12.32	11.60	11.16
Peso de la Tara	5.21	5.05	4.98	4.79	Peso de la Tara	6.58	6.71	6.54	6.70
Peso del Agua	5.24	4.56	4.86	4.00	Peso del Agua	1.00	1.38	1.23	1.13
Peso de Suelo Seco	15.15	14.56	17.16	16.46	Peso de Suelo Seco	4.04	5.61	5.06	4.45
HUMEDAD %	34.59	31.32	28.32	24.30	HUMEDAD %	24.63	24.70	24.35	25.50

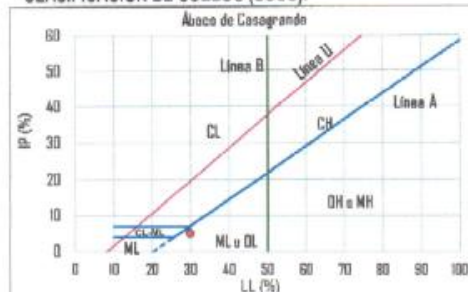


LÍMITE LÍQUIDO (LL): 29.91%

LÍMITE PLÁST. (LP): 24.79%

ÍNDICE PLÁST. (IP): 5.11%

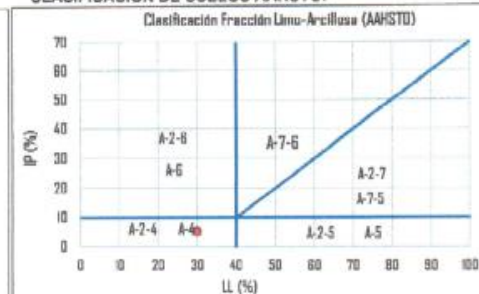
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS):



Clasificación de suelos: S.U.C.S.

Suelos de grano grueso. Nomenclatura con símbolo doble
 GP-GM Grava mal graduada con limo y arena

CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO:



Clasificación de suelos: AASHTO

Materiales granulares Excelente a buena Ind. Grupo:
 A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena 0

Bequer P. Espinoza Samaniego
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 143610

Figura 62

Ensayo de Proctor Modificado M-5

H&A VANGUARDIA EN S.
INGENIERÍA Y A.
CONSULTORÍA C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

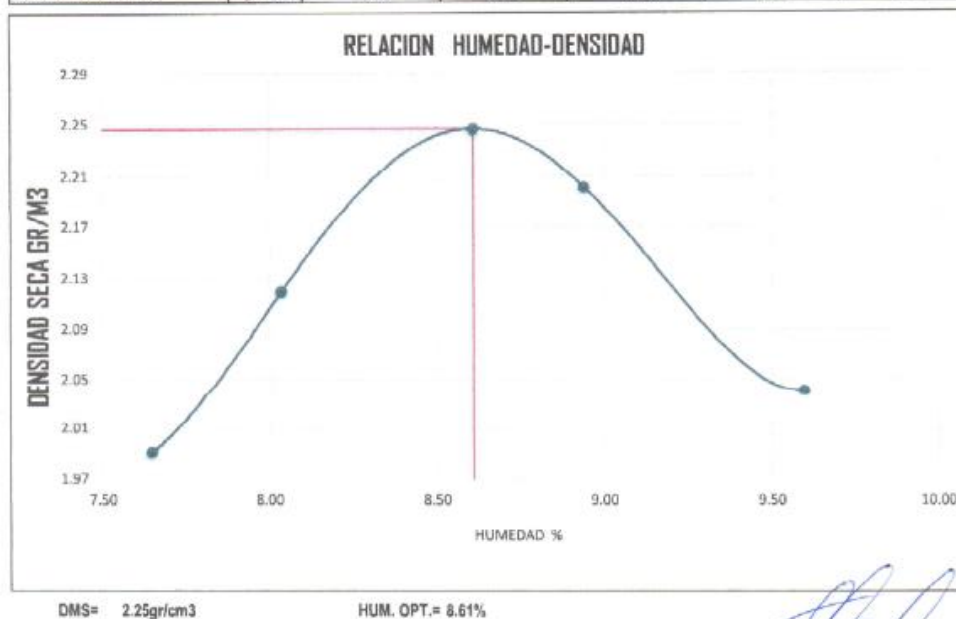
ESTUDIO DE CANTERA

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
SONDEO : M-5 CANTERA TARUCA
FECHA : OCTUBRE DEL 2022



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO - NTP 339.146 - ASTM D-1557

Ensayo	Nº	1	2	3	4	5
PESO ESPECIFICO						
Peso muestra húm. + molde	gr.	11036	11334	11638	11554	11227
Peso del molde	gr.	6681	6681	6681	6681	6681
Peso de la muestra húmeda	gr.	4355	4653	4957	4873	4546
Volumen del molde	cm ³	2032.2	2032.2	2032.2	2032.2	2032.2
Densidad húmeda	gr/cm ³	2.143	2.290	2.439	2.398	2.237
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara	Nº	1	2	3	4	5
Peso muestra húmeda + tara	gr.	404.50	317.00	429.00	422.00	483.50
Peso muestra seca + tara	gr.	385.50	302.50	405.50	398.00	452.50
Peso de la tara	gr.	137.00	122.00	132.50	129.50	129.50
Peso del agua	gr.	19.00	14.50	23.50	24.00	31.00
Peso de la muestra seca	gr.	248.50	180.5	273	268.5	323
Contenido de humedad	%	7.65	8.03	8.61	8.94	9.60
PESO ESPECIFICO SECO						
Densidad máxima seca	gr/cm ³	1.99	2.12	2.25	2.20	2.04



[Signature]
Becquer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhemy0305@gmail.com - 993338846

Ensayo de CBR M-5

CONTACTO: jhamy0305@gmail.com - 993338848

Figura 64

Gráfico de CBR M-5 (56, 26 y 12 golpes)

H&A VANGUARDIA EN S.
INGENIERIA Y A.
CONSULTORIA C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

TEMA : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA - HUÁNUCO 2022

UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA

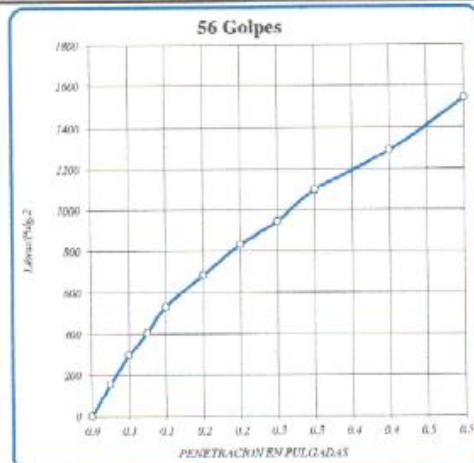
SONDEO : M-5

FECHA : OCTUBRE DEL 2022

CANTERA TARUCA

COMPACTACION : TIPO C

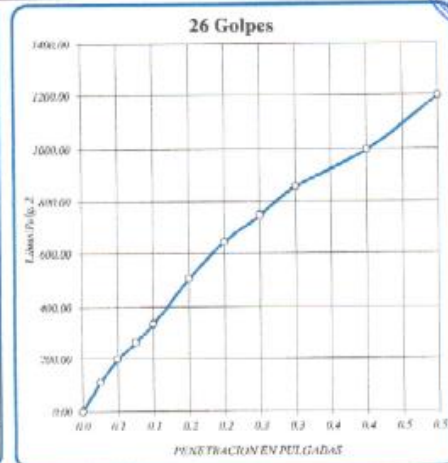
ENSAYO DE CBR - NTP 339.145 - ASTM D 1583



DENSIDAD SECA = 2.218 gr/cm³.

CBR a 0.1" = 53.6 %

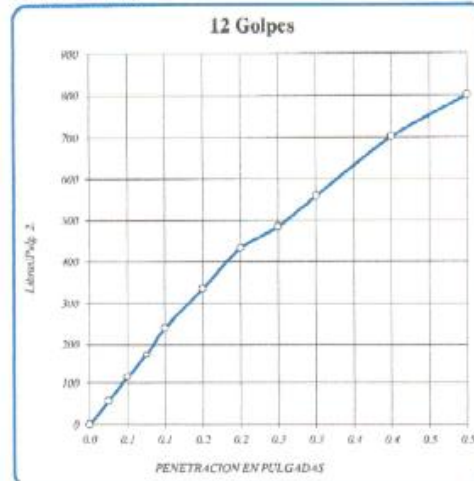
CBR a 0.2" = 106.8 %



DENSIDAD SECA = 2.150 gr/cm³.

CBR a 0.1" = 33.5 %

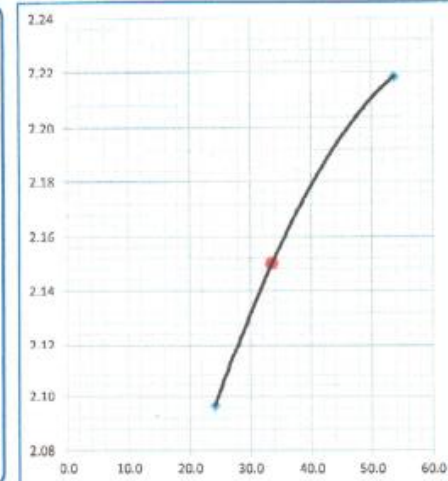
CBR a 0.2" = 43.1 %



DENSIDAD SECA = 2.096 gr/cm³.

CBR a 0.1" = 24.1 %

CBR a 0.2" = 29.9 %



RESULTADOS DEL ENSAYO:

CONDICIÓN	CBR 0.1"	DENSIDAD
CBR CON 56 GOLPES =	53.6 %	2.22 gr/cm ³ .
CBR CON 26 GOLPES =	33.5 %	2.15 gr/cm ³ .
CBR CO 10 GOLPES =	24.1 %	2.10 gr/cm ³ .
CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX =	53.6 %	
CBR al 98% DE DENSIDAD SECA MAX =	33.5 %	

Bequer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhemmy0305@gmail.com - 990338846

Figura 65

Gráfico de CBR M-5

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022

UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA

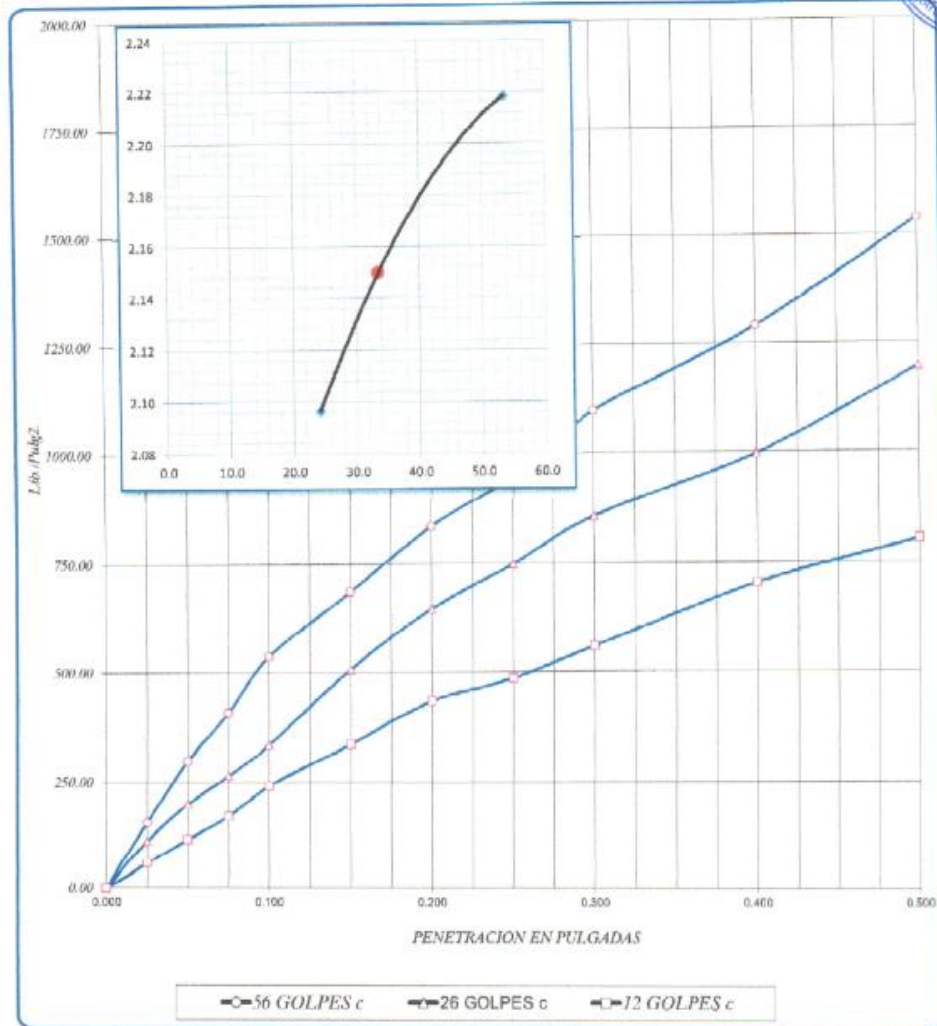
SONDEO : M-5

FECHA : OCTUBRE DEL 2022

CANTERA TARUCA

COMPACTACION : TIPO C

ENSAYO DE CBR : NTP 338.145 - ASTM D 1583



56 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES	CBR DE DISEÑO
DENSIDAD SECA = 2.22 gr/cm ³ .	DENSIDAD SECA = 2.15 gr/cm ³ .	DENSIDAD SECA = 2.10 gr/cm ³ .	CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX. = 53.6 %
CBR a 0.1" = 54 %	CBR a 0.1" = 33.5 %	CBR a 0.1" = 24.1 %	CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX. = 33.5 %
CBR a 0.2" = 166.8 %	CBR a 0.2" = 43.1 %	CBR a 0.2" = 28.9 %	

[Signature]

Benigno P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

CONTACTO : jhemy0305@gmail.com - 993338846

Figura 66

Ensayo de Abrasión de los Ángeles



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
 UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
 SONDEO : M-5 CANTERA TARUCA
 SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
 FECHA : OCTUBRE DEL 2022

ENSAYO DE LOS ÁNGELES - NTP 400.019 - ASTM C-131



TIPO DE ENSAYO "A"

PESOS INICIALES			PESOS FINALES		
Pesos Retenidos en el Tamiz			Pesos Retenidos en el Tamiz		
1 1/2"	3.81cm	1248.0			
1"	2.54cm	1244.0			
3/4"	1.91cm	1254.0			
1/2"	1.27cm	1258.0			
PESO TOTAL		5002.0	N° 12	(1.70mm)	3906.00

N° de esferas : 12.0
 N° de revoluciones: 500.0
 Tiempo de rotación: 16.0min
 Tiempo de rotación: 31rev/min

Desgaste de la muestra: 33.67%

Becquer P. Espinoza Samaniego
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhemy0305@gmail.com - 993338846

Figura 67

Ensayo de Análisis Granulométrico - Global



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

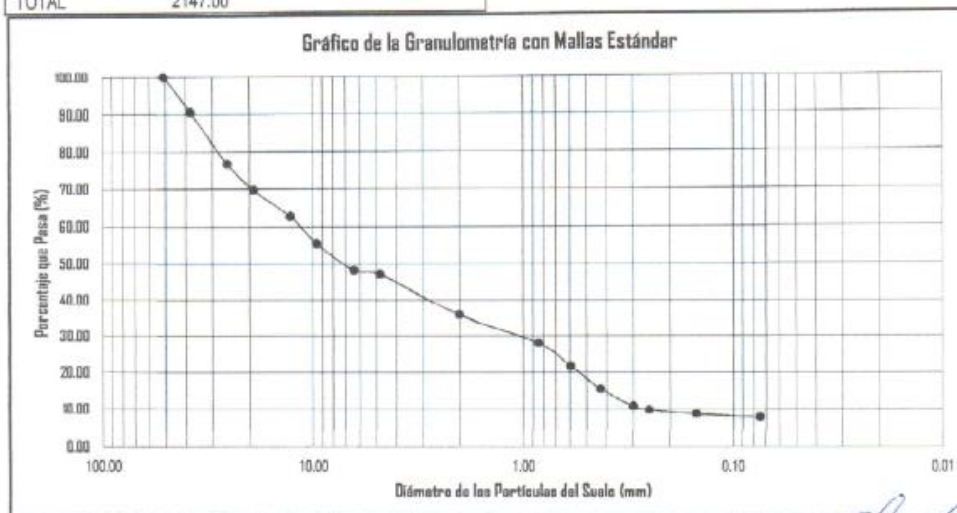
ESTUDIO DE CANTERAS

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
SONDEO : GLOBAL CANTERA TARUCA
FECHA : OCTUBRE DEL 2022



ANALISIS GRANULOMÉTRICO - NTP 339.128

TAMIZ	Diam.	Peso Reten.	Retenido	Reten.	Pasa		
N°	(mm)	(gr)	(%)	acum. (%)	(%)		
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso de la Muestra Húmeda	2344.20 gr
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso de la Muestra Seca	2285.00 gr
1 1/2"	38.10	203.40	9.47	9.47	90.53	Peso de la Muestra Seca Lavada	2118.20 gr
1"	25.40	299.40	13.95	23.42	76.58	Peso de la Tara	138.00 gr
3/4"	19.05	150.60	7.01	30.43	69.57	LÍMITES DE ATTERBERG	
1/2"	12.70	151.20	7.04	37.48	62.52	Límite Líquido LL	30.97%
3/8"	9.53	154.20	7.18	44.66	55.34	Porcent. Grava	52.93%
1/4"	6.35	154.20	7.18	51.84	48.16	Límite Plástico LP	25.74%
No 4	4.76	23.40	1.09	52.93	47.07	Ind. de Plasticidad IP	5.23%
No 10	2.00	242.80	11.31	64.24	35.76	Material granular equivalente a:	
No 20	0.84	168.40	7.84	72.08	27.92		
No 30	0.59	135.20	6.30	78.38	21.62	Pasa tamiz N° 4 :	47.07 %
No 40	0.43	131.00	6.10	84.48	15.52	Pasa tamiz N° 200:	7.77 %
No 50	0.30	102.40	4.77	89.25	10.75	D60(diámetro efectivo):	11.58 mm
No 60	0.25	21.00	0.98	90.23	9.77	D30(diámetro efectivo):	1.15 mm
No 100	0.15	24.20	1.13	91.36	8.64	D10 (diámetro efectivo):	0.26 mm
No 200	0.07	18.80	0.88	92.23	7.77	Coef. de uniformidad (Cu):	44.39
FONDO	0.00	186.80	7.77	100.00	0.00	Grado de curvatura (Cc):	0.44
TOTAL		2147.00				OBSERVACIONES:	
						Humedad Natural:	2.74%




Benquer P. Espinoza Samaniego
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: 993338846. E-mail: jhtemy0305@gmail.com

Figura 68

Límites de Atterberg - Global

H&A VANGUARDIA EN S.
INGENIERÍA Y A.
CONSULTORÍA C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERAS

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS
MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA - HUÁNUCO 2022
UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
SONDEO : GLOBAL CANTERA TARUCA
FECHA : OCTUBRE DEL 2022



LÍMITES DE ATTERBERG - NTP 339.129

ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

N° DE GOLPES	17	22	29	35	N° DE MUESTRA	01	02	03	04
S. Humedo + Tara	17.86	17.65	18.80	18.94	S. Humedo + Tara	7.98	8.92	9.20	8.36
S. seco + Tara	15.20	15.11	16.14	16.66	S. seco + Tara	7.38	8.20	8.47	7.71
Peso de la Tara	7.34	7.14	7.32	8.50	Peso de la Tara	5.06	5.36	5.63	5.22
Peso del Agua	2.66	2.54	2.67	2.28	Peso del Agua	0.60	0.72	0.73	0.66
Peso de Suelo Seco	7.86	7.97	8.81	8.16	Peso de Suelo Seco	2.32	2.84	2.84	2.49
HUMEDAD %	33.88	31.93	30.28	27.99	HUMEDAD %	25.71	25.46	25.54	26.24

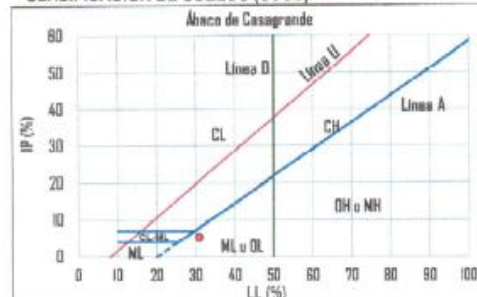


LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 30.97%

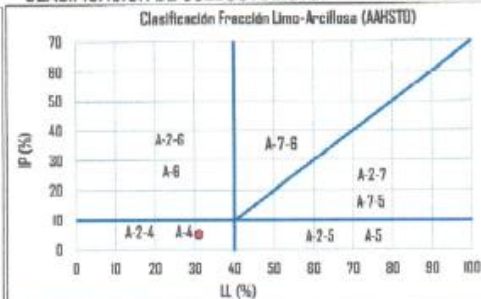
LÍMITE PLÁST. (LP) : 25.74%

ÍNDICE PLÁST. (IP) : 5.23%

CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS):



CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO:



Clasificación de suelos: S.U.C.S.

Suelos de grano grueso. Nomenclatura con símbolo doble
GP-GM Grava mal graduada con limo y arena

Clasificación de suelos: AASHTO

Materiales granulares Excelente a buena Ind. Grupo:
A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena 0

Bequer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

Figura 69

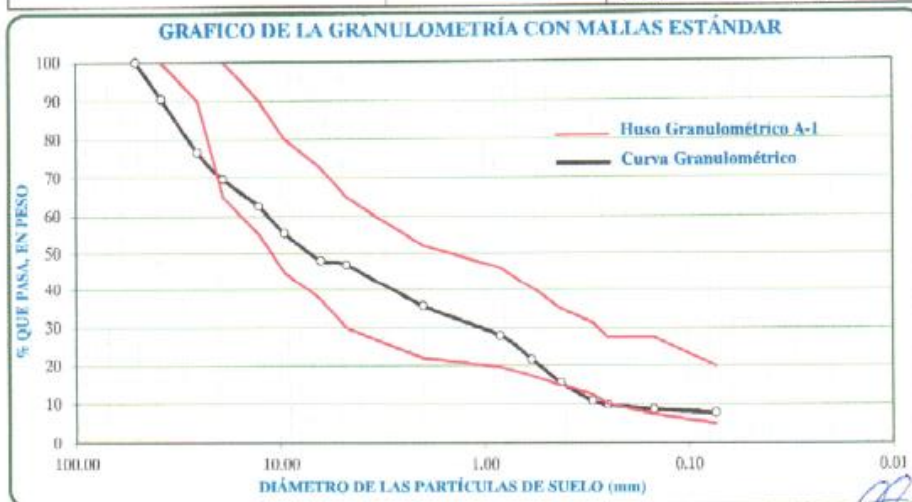
Evaluación Granulométrica según el Uso - Global

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA - HUÁNUCO 2022
UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
SONDEO : GLOBAL CANTERA TARUCA
FECHA : OCTUBRE DEL 2022



EVALUACIÓN GRANULOMÉTRICA SEGÚN EL USO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ No	DIÁM. (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	203.4	9.47	9.47	90.53	
1"	25.400	299.4	13.94	23.41	76.59	
3/4"	19.050	150.6	7.01	30.43	69.57	92.21% de material granular
1/2"	12.700	151.2	7.04	37.47	62.53	
3/8"	9.525	154.2	7.18	44.65	55.35	
1/4"	6.350	154.2	7.18	51.83	48.17	% DE CONTENIDO
No 4	4.760	23.4	1.09	52.92	47.08	
No 10	2.000	242.8	11.31	64.23	35.77	
No 20	0.840	168.4	7.84	72.07	27.93	
No 30	0.590	135.2	6.30	78.36	21.64	
No 40	0.428	131.0	6.10	84.46	15.54	
No 50	0.297	102.4	4.77	89.23	10.77	
No 60	0.250	21.0	0.98	90.21	9.79	
No 100	0.149	24.2	1.13	91.34	8.66	
No 200	0.074	18.8	0.88	92.21	7.79	
CAZOLETA	0.000	167.2	7.79	100.00	0.00	CLASIFICACIÓN
TOTAL		2147.4	100.00			SUCS : GP-GM AASHTO : A-1-a(0) Humedad : 2.74%



OBSERVACIONES : El material no cumple con el huso granulométrico A-1.
Tratamiento: Zarandeo

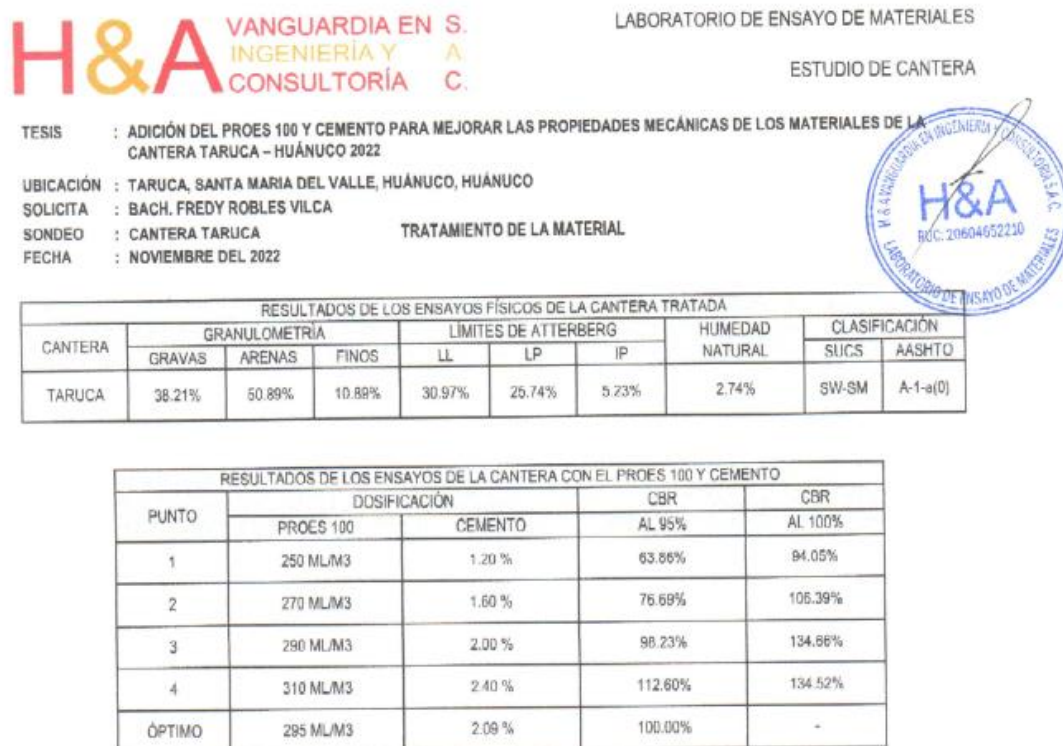
Becquer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhenry0305@gmail.com - 993338846

ANEXO N°04: TRATAMIENTO DE CANTERA

Figura 70

Resultados de ensayos del material tratado con Proes 100 y cemento



CONTACTO: jhermy0305@gmail.com - 993338846

Figura 71

Evaluación técnica para su uso como Base

H&A VANGUARDIA EN S.
INGENIERIA Y A.
CONSULTORIA C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022

UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA

SONDEO : CANTERA TARUCA TRATAMIENTO DEL MATERIAL

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022



EVALUACIÓN TÉCNICA - USO: BASE

ENSAYOS DE LABORATORIO	RESULTADO	REQUISITO	VERIFICACIÓN
GRANULOMETRIA	Material granular al 88.96%	Huso A-1, A-2	Cumple (Previo Zarandeo con TM 1")
CLASIFICACIÓN SUCS	SW-SM	-	-
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-1-a(0)	-	-
CBR AL 95%	100.00%	100%	Cumple (A la dosificación del 295ml de proes 100 y 2.09% de cemento)





Becquer P. Espinoza Sumanigo
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhemmy0305@gmail.com - 993338846

Figura 72

Ensayo de Análisis Granulométrico de la muestra zarandeada

H&A VANGUARDIA EN S.
INGENIERIA Y A.
CONSULTORIA C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERAS

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
MUESTRA : MUESTRA ZARANDEADA CANTERA TARUCA
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022



ANALISIS GRANULOMÉTRICO - NTP 339.128

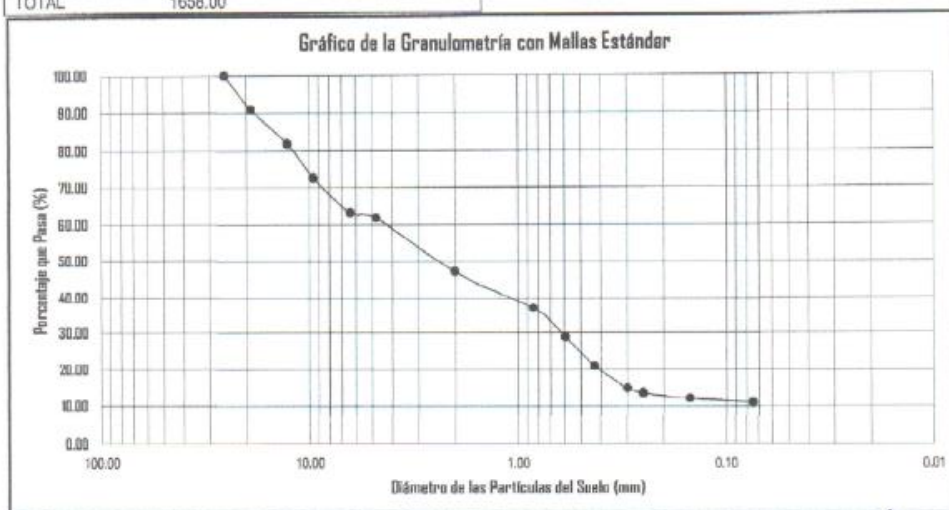
TAMIZ Nº	Diam. (mm)	Peso Reten. (gr)	Retenido (%)	Reten. acum. (%)	Pasa (%)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	150.60	9.08	9.08	90.92
1/2"	12.70	151.20	9.12	18.20	81.80
3/8"	9.53	154.20	9.30	27.50	72.50
1/4"	6.35	154.20	9.30	36.80	63.20
No 4	4.76	23.40	1.41	38.21	61.79
No 10	2.00	242.80	14.64	52.86	47.14
No 20	0.84	168.40	10.16	63.02	36.98
No 30	0.59	135.20	8.15	71.17	28.83
No 40	0.43	131.00	7.90	79.07	20.93
No 50	0.30	102.40	6.18	85.25	14.75
No 60	0.25	21.00	1.27	86.51	13.49
No 100	0.15	24.20	1.46	87.97	12.03
No 200	0.07	18.80	1.13	89.11	10.89
FONDO	0.00	180.60	10.89	100.00	0.00
TOTAL		1658.00			

Peso de la Muestra Húmeda	1841.40 gr
Peso de la Muestra Seca	1796.00 gr
Peso de la Muestra Seca Lavada	1615.40 gr
Peso de la Tara	138.00 gr

LÍMITES DE ATTERBERG		GRANULOMETRÍA	
Límite Líquido LL	30.97%	Porcent. Grava	38.21%
Límite Plástico LP	25.74%	Porcent. de Arena	50.89%
Ind. de Plasticidad IP	5.23%	Porcent. Limo-Arcilla	10.89%
Material granular equivalente a:		89.11%	

Pasa tamiz N° 4 :	61.79 %
Pasa tamiz N° 200:	10.89 %
D60(diámetro efectivo):	4.42 mm
D30(diámetro efectivo):	0.63 mm
D10 (diámetro efectivo):	0.07 mm
Coef. de uniformidad (Cu):	65.11
Grado de curvatura (Cc):	1.30

OBSERVACIONES:	
Humedad Natural:	2.74%

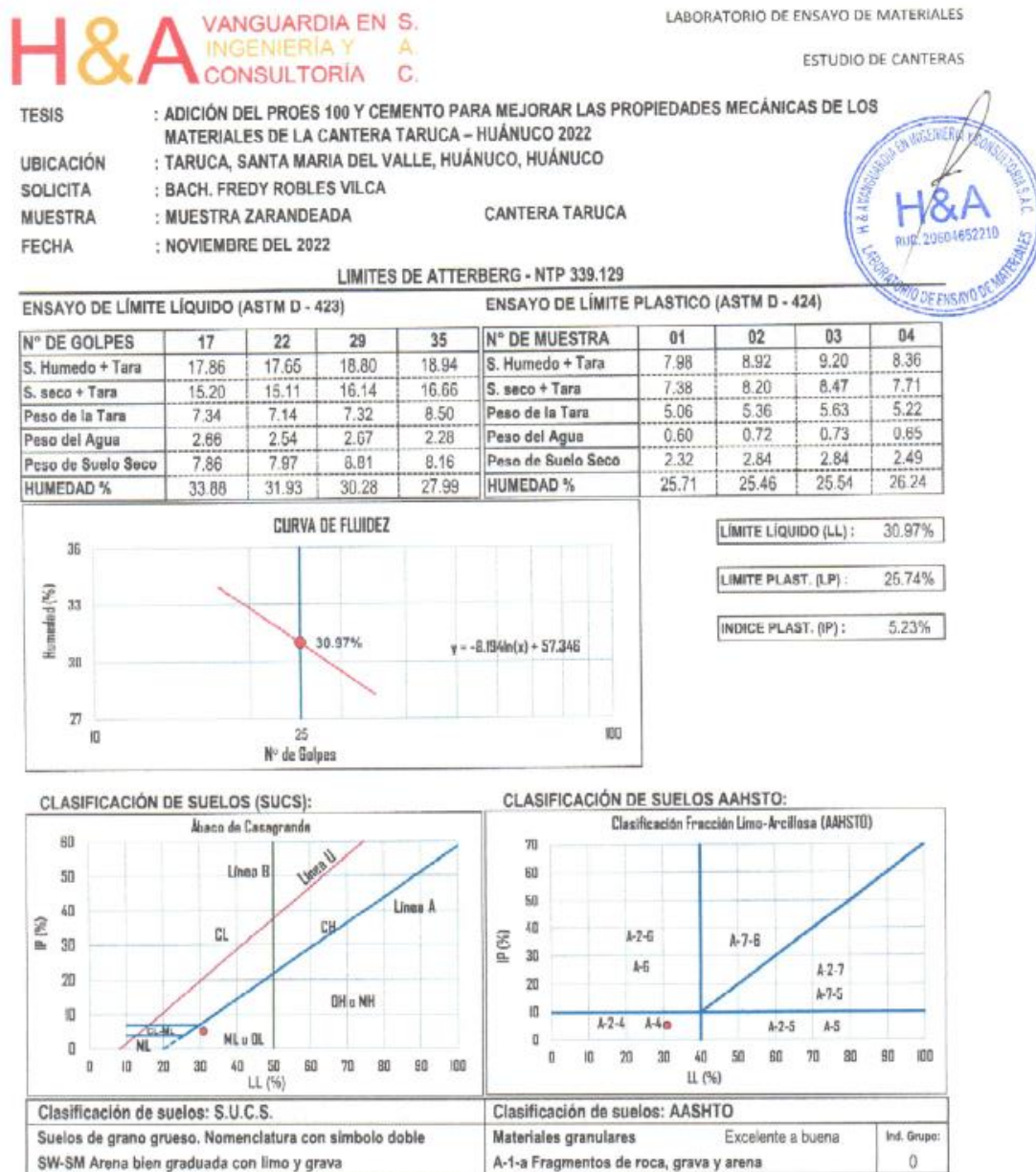


Becquer P. Espinoza Samaniego
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: 993338846. E-mail: jhemy0305@gmail.com

Figura 73

Límites de Atterberg e la muestra zarandeada



CONTACTO: 993338846. E-mail: jhemyt0305@gmail.com

Figura 74

Evaluación granulométrica según el uso granulométrico



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
 UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
 SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
 MUESTRA : MUESTRA ZARANDEADA CANTERA TARUCA
 FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022



EVALUACIÓN GRANULOMÉTRICA SEGÚN EL USO GRANULOMÉTRICO

TAMIZ No	DIAM. (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	150.6	9.08	9.08	90.92	SW-SM Arena bien graduada con limo y grava
1/2"	12.700	151.2	9.12	18.20	81.80	
3/8"	9.525	154.2	9.30	27.50	72.50	
1/4"	6.350	154.2	9.30	36.80	63.20	
No 4	4.750	23.4	1.41	38.21	61.79	% DE CONTENIDO
No 10	2.000	242.8	14.64	52.86	47.14	
No 20	0.840	168.4	10.16	63.02	36.98	
No 30	0.596	135.2	8.15	71.17	28.83	
No 40	0.426	131.0	7.90	79.07	20.93	Contenido de grava = 38.21 %
No 50	0.297	102.4	6.18	85.25	14.75	
No 60	0.250	21.0	1.27	86.51	13.49	
No 100	0.149	24.2	1.46	87.97	12.03	
No 200	0.074	18.8	1.13	89.11	10.89	Contenido de arena = 50.89 %
CAZOLETA	0.000	180.6	10.89	100.00	0.00	
TOTAL		1658.0	100.00			
						Contenido de limo-arcilla = 10.89 %
						Límite Líquido = 31.0 %
						Límite Plástico = 25.7 %
						Índice de Plasticidad = 5.23 %
						Coefficiente de Curvatura = 1.30
						Coefficiente de Uniformidad = 65.11
						CLASIFICACIÓN
						SUCS: SW-SM
						AASHTO: A-1-a(0)
						Humedad: 2.74%



OBSERVACIONES : El material cumple con el huso granulométrico A-1 previo zarandeo.
 Tratamiento: Zarandeo con TM de 1"

Becquer P. Espinoza Samaniego
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 143010

CONTACTO: jhenry0305@gmail.com - 903338846

Figura 75

Ensayo de CBR con Dosificación: 250ml de Proes 100 y 1.2% de cemento



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA - HUÁNUCO 2022
UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH, FREDY ROBLES VILCA
MUESTRA : CANTERA TARUCA ESTABILIZADO
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022

DOSIFICACIÓN: 250ml de PROES 100 y 1.2% de cemento.

COMPACTACIÓN : TIPO C

ENSAYO DE CBR - NTP 339.145 - ASTM D 1553



MUESTRA		01		02		03	
Nº DE GOLPES		56		26		12	
CONDICIÓN		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Peso del molde + suelo húmedo	gr.	13803.0	13825.0	13722.0	13773.0	12229.0	12304.0
Peso del molde	gr.	8897.0	8897.0	8730.0	8730.0	7344.0	7344.0
Peso del suelo húmedo	gr.	5103.0	5128.0	4992.0	5043.0	4885.0	4960.0
Volumen del suelo	cm ³	2102.9	2102.9	2102.9	2102.9	2102.9	2102.9
Densidad húmeda	gr/oc	2.427	2.439	2.374	2.398	2.323	2.358
Humedad	%	9.13		9.21		9.12	
Densidad seca	gr/oc	2.224		2.174		2.129	
IDENTIFICACIÓN DE TARA		1	2	3	4	5	6
Peso tara + suelo húmedo	gr.	630.5	789.1	615.6	701.3	638.5	408.9
Peso tara + suelo seco	gr.	589.2	712.0	676.1	649.1	697.2	379.7
Peso de la tara	gr.	136.8	141.2	134.8	137.1	133.1	112.9
Peso del agua	gr.	41.3	57.0	40.5	52.9	42.3	29.2
Peso de los sólidos	gr.	452.4	570.9	440.2	512.0	464.1	266.8
humedad	%	9.13		9.21		9.12	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA PULG.	EXPANSION	LECTURA PULG.	EXPANSION	LECTURA PULG.	EXPANSION
			NO EXPANSIVO					

PENETRACION

PENETRACION EN PULGADAS	56 GOLPES			26 GOLPES			12 GOLPES		
	LECTURA DIAL (kg)	CONVERSIÓN		LECTURA DIAL (kg)	CONVERSIÓN		LECTURA DIAL (kg)	CONVERSIÓN	
		Libras	Lb/Pulg.2		Libras	Lb/Pulg.2		Libras	Lb/Pulg.2
0.000	0.0	0.03	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.025	371.7	819.49	273.16	166.2	366.43	122.14	94.4	208.06	69.35
0.050	754.8	1684.04	554.88	375.0	826.83	275.61	255.2	562.60	187.53
0.075	1029.8	2257.10	752.37	644.4	1420.55	473.52	424.7	936.97	312.12
0.100	1279.9	2821.65	940.55	869.0	1915.74	638.58	576.5	1271.04	423.68
0.150	1555.8	3430.05	1143.35	1258.9	2775.41	925.14	908.4	1999.30	696.19
0.200	1846.3	4070.45	1356.81	1543.2	3402.15	1134.06	1111.1	2448.57	816.52
0.250	2234.7	4926.65	1642.22	1796.0	3959.60	1319.87	1293.2	2850.91	950.30
0.300	2600.4	5732.96	1910.99	2087.4	4601.82	1533.87	1502.9	3313.39	1104.46
0.400	3190.4	7033.60	2344.53	2587.9	5705.31	1901.77	1863.3	4107.82	1369.27
0.500	3873.5	8539.70	2846.57	3106.0	6847.58	2292.53	2236.3	4930.75	1643.42

Becquer P. Espinoza Samaniego
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jheny0305@gmail.com - 993338846

Figura 76

Gráfico de CBR con Dosificación: 250ml de Proes 100 y 1.2% de cemento

H&A VANGUARDIA EN S.
INGENIERIA Y A.
CONSULTORIA C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

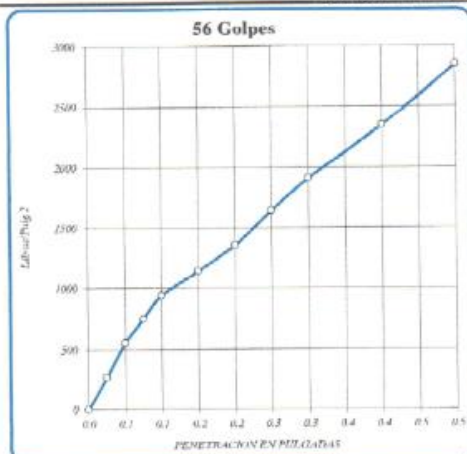
ESTUDIO DE CANTERA

TEMA : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA - HUÁNUCO 2022
UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA
CANTERA : CANTERA TARUCA ESTABILIZADO
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022

DOSIFICACIÓN: 250ml de PROES 100 y 1.2% de cemento.

COMPACTACIÓN : TIPO C

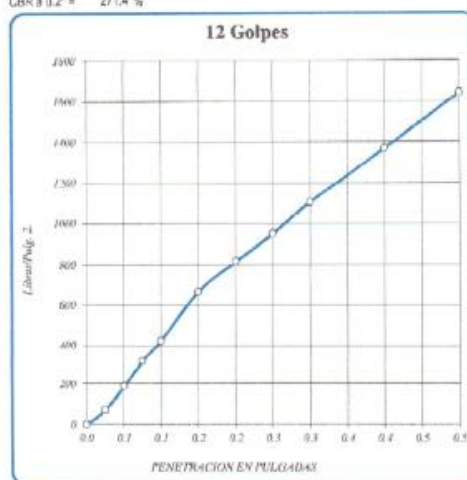
ENSAYO DE CBR - NTP 338.145 - ASTM D 1863



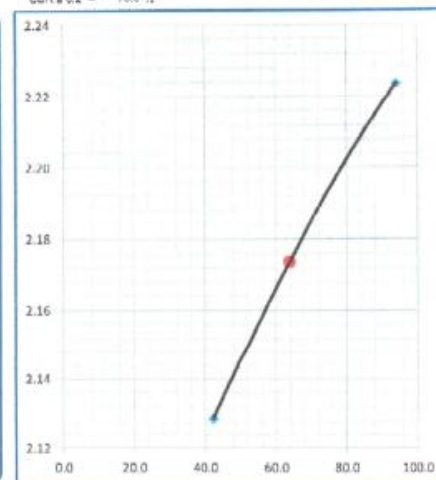
DENSIDAD SECA = 2.224 g/cm³
CBR a 0.1" = 84.1 %
CBR a 0.2" = 271.4 %



DENSIDAD SECA = 2.174 g/cm³
CBR a 0.1" = 63.8 %
CBR a 0.2" = 75.6 %



DENSIDAD SECA = 2.129 g/cm³
CBR a 0.1" = 42.4 %
CBR a 0.2" = 54.4 %



RESULTADOS DEL ENSAYO:

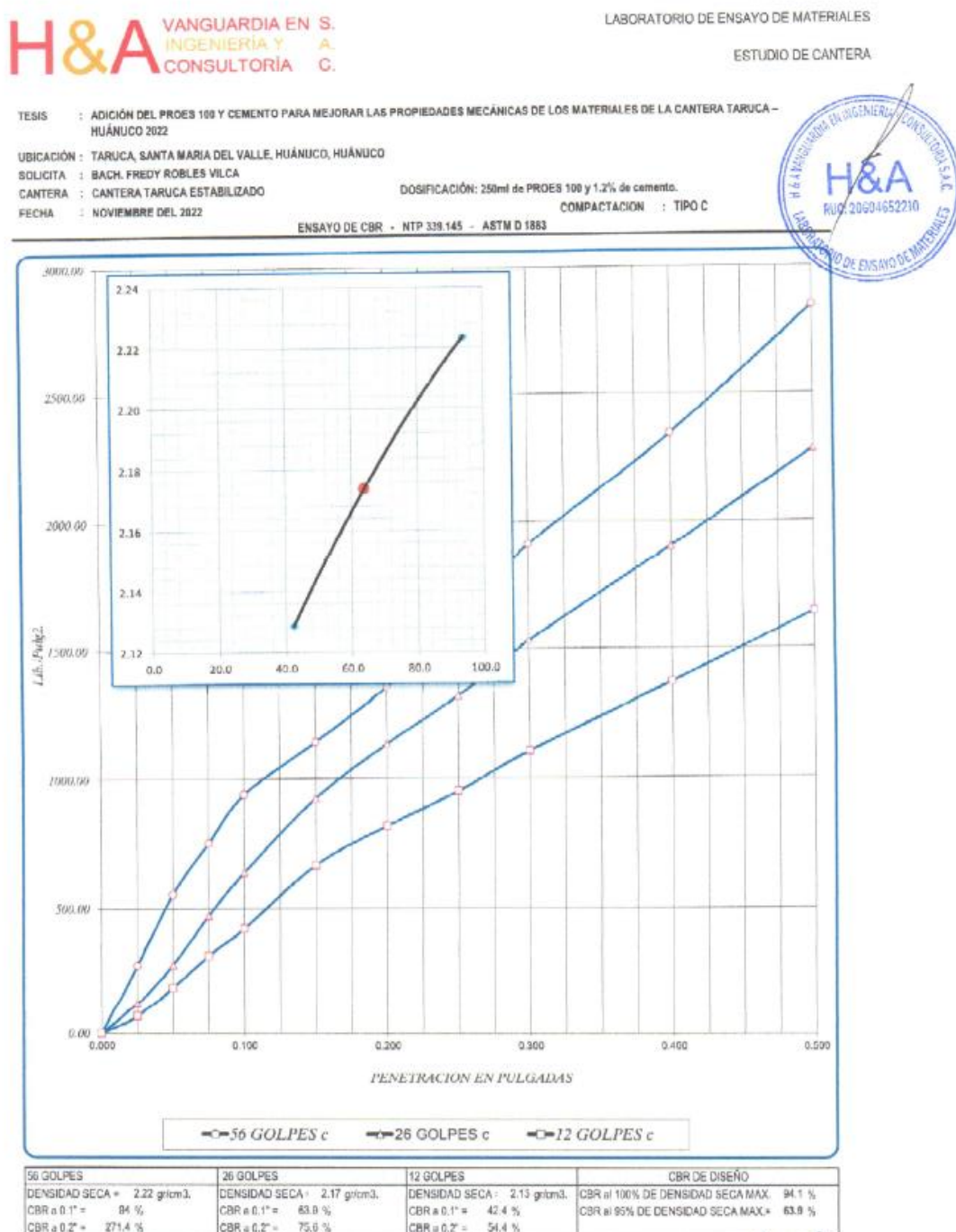
CBR 0.1"	DENSIDAD
CBR CON 56 GOLPES = 84.1 %	2.22 g/cm ³
CBR CON 26 GOLPES = 63.8 %	2.17 g/cm ³
CBR CO 10 GOLPES = 42.4 %	2.13 g/cm ³
CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX. = 84.1 %	
CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX. = 63.8 %	

[Signature]
Bequer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhenry0305@gmail.com - 963338846

Figura 77

Gráfico de CBR con Dosificación: 250ml de Proes 100 y 1.2% de cemento



Becquer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhumy0306@gmail.com - 993338846

Ensayo de CBR con Dosificación: 270ml de Proes 100 y 1.6% de cemento

EXPANSION

PENETRACION

PENETRACION EN PULGADAS	56 GOLPES			26 GOLPES			12 GOLPES		
	LECTURA DIAL (kg)	CONVERSIÓN		LECTURA DIAL (kg)	CONVERSIÓN		LECTURA DIAL (kg)	CONVERSIÓN	
		Libras	Lb/Pulg.2.		Libras	Lb/Pulg.2.		Libras	Lb/Pulg.2.
0.003	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.025	371.3	618.56	272.65	236.0	526.72	175.57	59.0	130.08	43.36
0.050	761.2	1676.21	559.40	445.9	993.12	327.71	159.5	351.73	117.24
0.075	1138.0	2508.82	836.27	776.0	1715.98	571.76	265.5	585.41	195.14
0.100	1447.7	3191.57	1063.86	1043.8	2300.64	766.88	360.4	794.64	264.88
0.150	2193.0	4530.52	1512.15	1503.4	3344.79	1040.05	566.2	1249.31	416.44
0.200	2688.1	5826.26	1975.42	1807.8	3844.55	1181.52	684.7	1531.44	510.48
0.250	3064.8	6756.83	2252.21	1842.0	4080.82	1363.81	808.5	1782.35	594.12
0.300	3449.2	7604.22	2534.74	2084.0	4550.43	1516.81	939.6	2071.48	690.50
0.400	4136.5	9119.31	3039.77	2468.3	5441.69	1813.90	1164.9	2568.16	866.05
0.500	4938.0	10886.34	3628.76	2843.6	6268.99	2088.66	1398.1	3082.33	1027.44


Bequer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

Figura 79

Gráfico de CBR con Dosificación: 270ml de Proes 100 y 1.6% de cemento

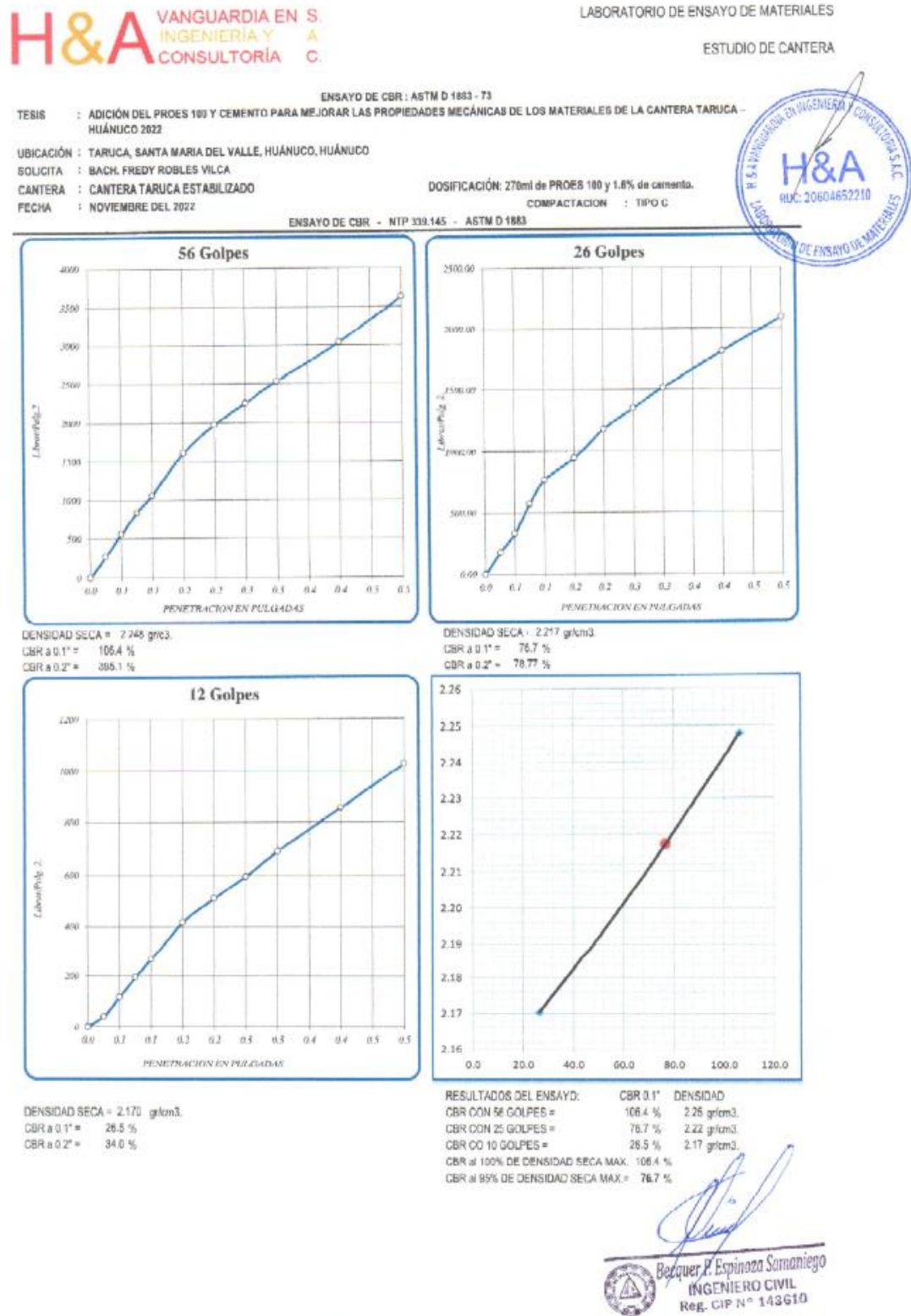


Figura 80

Gráfico de CBR con Dosificación: 270 ml de Proes 100 y 1.6% de cemento

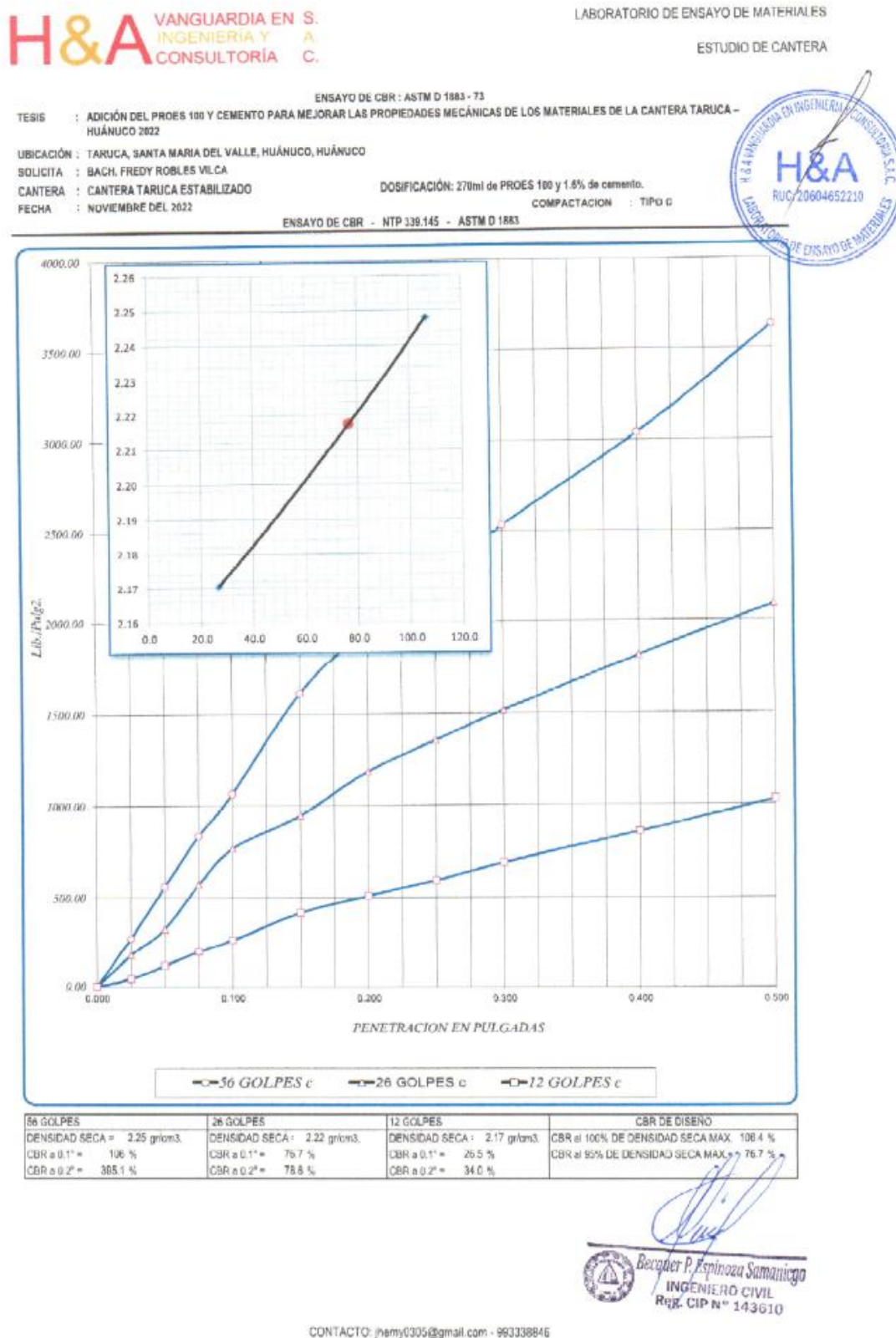


Figura 81

Ensayo de CBR con Dosificación: 290ml de Proes 100 y 2.0% de cemento



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA - HUÁNUCO 2022

UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA

MUESTRA : CANTERA TARUCA ESTABILIZADO

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022

DOSIFICACIÓN: 290ml de PROES 100 y 2.0% de cemento.

COMPACTACIÓN : TIPO C

ENSAYO DE CBR - NTP 339.145 - ASTM D 1883



MUESTRA		01		02		03	
Nº DE GOLPES		56		28		12	
CONDICIÓN		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Peso del molde + suelo húmedo	gr.	13640.0	13708.0	13051.0	13122.0	12002.0	12167.0
Peso del molde	gr.	8818.0	8818.0	8181.0	8181.0	7344.0	7344.0
Peso del suelo húmedo	gr.	5022.0	5090.0	4870.0	4941	4748	4823.0
Volumen del suelo	cm3.	2067.6	2067.6	2067.6	2067.6	2067.6	2067.6
Densidad húmeda	gr/cc	2.429	2.462	2.355	2.390	2.296	2.333
Humedad	%	9.18		9.15		9.10	
Densidad seca	gr/cc	2.228		2.158		2.106	
IDENTIFICACIÓN DE TARA		1	2	3	4	5	6
Peso tara + suelo húmedo	gr.	544.4	771.9	542.6	603.5	532.8	622.9
Peso tara + suelo seco	gr.	513.1	712.2	509.9	539.8	499.7	574.8
Peso de la tara	gr.	129.1	141.2	134.0	136.8	136.0	142.8
Peso del agua	gr.	34.3	59.7	42.6	53.7	33.1	48.1
Peso de los sólidos	gr.	374.0	571.1	466.0	503.0	363.7	431.9
humedad	%	9.18		9.15		9.10	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA PULG.	EXPANSION	LECTURA PULG.	EXPANSION	LECTURA PULG.	EXPANSION
			NO EXPANSIVO					

PENETRACION

PENETRACION EN PULGADAS	56 GOLPES			28 GOLPES			12 GOLPES		
	LECTURA DIAL (kg)	CONVERSIÓN		LECTURA DIAL (kg)	CONVERSIÓN		LECTURA DIAL (kg)	CONVERSIÓN	
		Libras	Lb/Pulg.2		Libras	Lb/Pulg.2		Libras	Lb/Pulg.2
0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.025	360.3	794.42	284.81	214.4	472.99	157.56	111.0	244.77	81.59
0.050	734.9	1620.20	540.07	565.3	1246.32	415.44	300.2	661.86	220.62
0.075	1215.2	2678.96	892.99	962.5	2121.96	707.32	499.7	1101.58	367.19
0.100	1632.5	4039.90	1345.63	1336.7	2948.91	982.30	676.3	1495.29	498.43
0.150	2560.2	5644.26	1881.43	2031.4	4478.54	1492.53	1066.3	2350.85	763.02
0.200	3484.7	7682.45	2560.82	2473.4	5462.81	1817.60	1307.1	2881.75	960.56
0.250	4080.2	8995.38	2998.46	2906.2	6407.10	2135.70	1521.3	3353.89	1117.96
0.300	4665.1	10328.33	3442.96	3227.8	7116.01	2372.00	1768.1	3897.96	1299.32
0.400	6146.5	13550.68	4516.89	3885.1	8565.21	2855.07	2192.0	4832.66	1610.85
0.600	8818.5	19332.22	6016.74	4572.5	10060.67	3360.22	2636.6	5800.00	1933.36


Becquer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143510

CONTACTO: jhenry0305@gmail.com - 993338846

Figura 82

Gráfico de CBR con Dosificación: 290ml de Proes 100 y 2.0% de cemento

H&A VANGUARDIA EN S.
INGENIERIA Y A
CONSULTORIA G.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

ENSAYO DE CBR : ASTM D 1883 - 73

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA - HUÁNUCO 2022

UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA

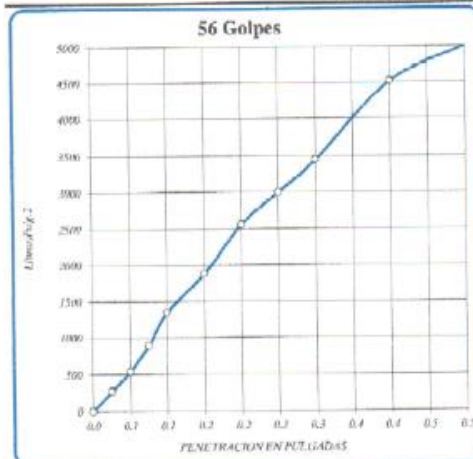
CANTERA : CANTERA TARUCA ESTABILIZADO

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022

DOSIFICACIÓN: 290ml de PROES 100 y 2.0% de cemento.

COMPACTACIÓN : TIPO C

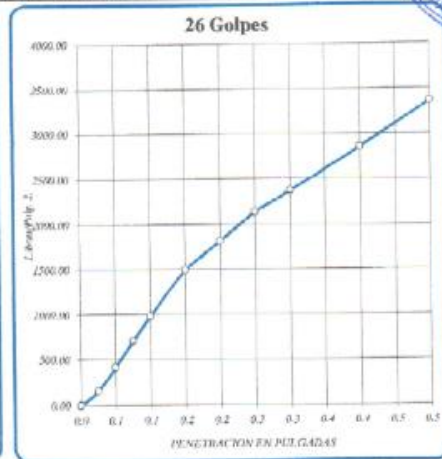
ENSAYO DE CBR - NTP 338.145 - ASTM D 1883



DENSIDAD SECA = 2.225 gr/cm³

CBR a 0.1" = 134.7 %

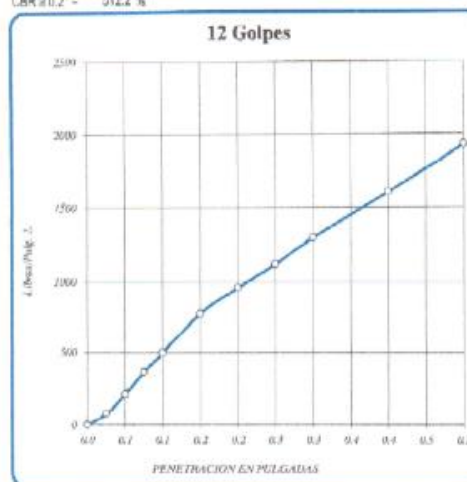
CBR a 0.2" = 512.2 %



DENSIDAD SECA: 2.158 gr/cm³

CBR a 0.1" = 98.2 %

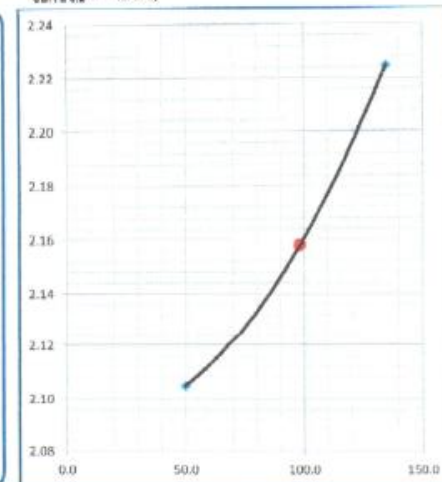
CBR a 0.2" = 121.2 %



DENSIDAD SECA = 2.106 gr/cm³

CBR a 0.1" = 49.8 %

CBR a 0.2" = 64.0 %



RESULTADOS DEL ENSAYO:

CBR CON	CBR 0.1"	DENSIDAD
56 GOLPES =	134.7 %	2.22 gr/cm ³
26 GOLPES =	98.2 %	2.16 gr/cm ³
12 GOLPES =	49.8 %	2.10 gr/cm ³
CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX. 134.7 %		
CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX. 98.9 %		



Beymer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhermy3305@gmail.com - 983338846

Figura 83

Gráfico de CBR con Dosificación: 290ml de Proes 100 y 2.0% de cemento

H&A VANGUARDIA EN S.
INGENIERIA Y A.
CONSULTORIA C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

ENSAYO DE CBR : ASTM D 1583 - 73

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA - HUÁNUCO 2022

UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO

SOLICITA : BACH, FRIEDY ROBLES VILCA

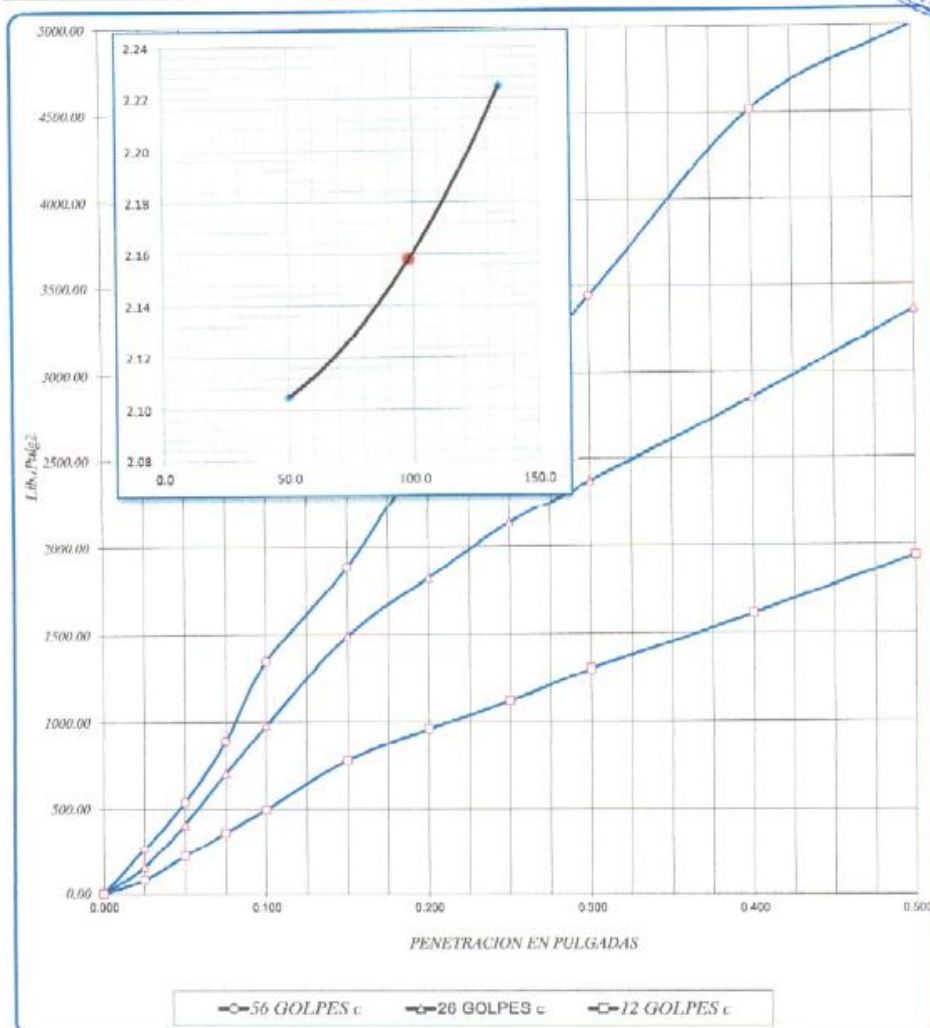
CANTERA : CANTERA TARUCA ESTABILIZADO

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022

DOSIFICACIÓN: 290ml de PROES 100 y 2.0% de cemento.

COMPACTACION : TIPO C

ENSAYO DE CBR - NTP 339.145 - ASTM D 1583



56 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES	CBR DE DISEÑO
DENSIDAD SECA = 2.22 gr/cm ³ .	DENSIDAD SECA = 2.16 gr/cm ³ .	DENSIDAD SECA = 2.10 gr/cm ³ .	CBR al 100% DE DENSIDAD SECA MAX. 134.7 %
CBR a 0.1" = 139 %	CBR a 0.1" = 96.2 %	CBR a 0.1" = 49.8 %	CBR al 95% DE DENSIDAD SECA MAX. = 96.2 %
CBR a 0.2" = 512.2 %	CBR a 0.2" = 121.2 %	CBR a 0.2" = 64.0 %	

[Signature]
Bequer P. Espinoza Samaniego
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 143610

CONTACTO: jhomy0305@gmail.com - 963338846

Figura 84

Ensayo de CBR con Dosificación: 310ml de Proes 100 y 2.4% de cemento



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA - HUÁNUCO 2022
UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO
SOLICITA : BACH. FREDY ROLLES VILCA
MUESTRA : CANTERA TARUCA ESTABILIZADO
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022
DOSIFICACIÓN: 310ml de PROES 100 y 2.4% de cemento.
COMPACTACION : TIPO C
ENSAJO DE CBR - NTP 338.145 - ASTM D 1583



MUESTRA		01		02		03	
N° DE GOLPES		56		26		12	
CONDICIÓN		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Peso del molde + suelo húmedo	gr.	12509.0	12535.0	13742.0	13798.0	13558.0	13632.0
Peso del molde	gr.	7354.0	7354.0	8718.0	8718.0	8691.0	8691.0
Peso del suelo húmedo	gr.	5146.0	5181.0	5024.0	5080	4868	4941.0
Volumen del suelo	cm ³	2102.9	2102.9	2102.9	2102.9	2102.9	2102.9
Densidad húmeda	gr/cm ³	2.447	2.404	2.389	2.415	2.315	2.350
Humedad	%	9.54		9.37		9.02	
Densidad seca	gr/cm ³	2.234		2.184		2.123	
IDENTIFICACION DE TARA		1	2	3	4	5	6
Peso tara + suelo húmedo	gr.	513.0	504.2	478.9	450.3	499.4	501.4
Peso tara + suelo seco	gr.	479.9	551.7	451.0	416.2	487.6	540.5
Peso de la tara	gr.	133.0	136.3	144.5	126.1	115.0	138.5
Peso del agua	gr.	33.1	42.6	28.7	34.0	31.8	50.9
Peso de los sólidos	gr.	348.9	416.4	306.5	290.2	362.0	402.1
humedad	%	9.54		9.37		9.02	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA PULG.	EXPANSION	LECTURA PULG.	EXPANSION	LECTURA PULG.	EXPANSION
			NO EXPANSIVO					

PENETRACION

PENETRACION EN PULGADAS	56 GOLPES				26 GOLPES				12 GOLPES			
	LECTURA		CONVERSION		LECTURA		CONVERSION		LECTURA		CONVERSION	
	DIAL (kg)	Libras	Lb/Pulg.2.	Lb/Pulg.2.	DIAL (kg)	Libras	Lb/Pulg.2.	Lb/Pulg.2.	DIAL (kg)	Libras	Lb/Pulg.2.	Lb/Pulg.2.
0.000	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00
0.025	531.6	1172.04	390.68	341.1	751.97	250.66	207.2	458.79	152.26			
0.050	1079.5	2379.91	793.30	661.3	1457.93	485.69	476.1	1049.71	349.90			
0.075	1464.3	3228.12	1075.04	1136.2	2504.80	834.93	818.0	1803.46	601.15			
0.100	1830.5	4035.53	1345.16	1532.2	3377.96	1125.99	1103.2	2432.13	810.71			
0.150	2682.4	5913.69	1971.23	2219.8	4893.79	1631.26	1589.2	3523.53	1174.51			
0.200	3183.2	7017.76	2339.25	2721.1	5996.95	1999.65	1959.2	4319.24	1439.75			
0.250	4044.8	8917.10	2972.39	3156.9	6981.82	2327.27	2280.2	5026.91	1675.64			
0.300	4675.4	10307.46	3435.92	3680.5	8114.41	2704.80	2650.1	5842.38	1947.46			
0.400	5692.5	12549.78	4183.26	4603.1	10059.97	3353.32	3285.5	7243.16	2414.39			
0.500	6670.3	15146.43	5048.81	5476.7	12074.06	4024.70	3943.2	8693.35	2897.78			

Becquer P. Espinoza Samaniego
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 143610

CONTACTO: jhenry0305@gmail.com - 993338846

Figura 85

Gráfico de CBR con Dosificación: 310ml de Proes 100 y 2.4% de cemento

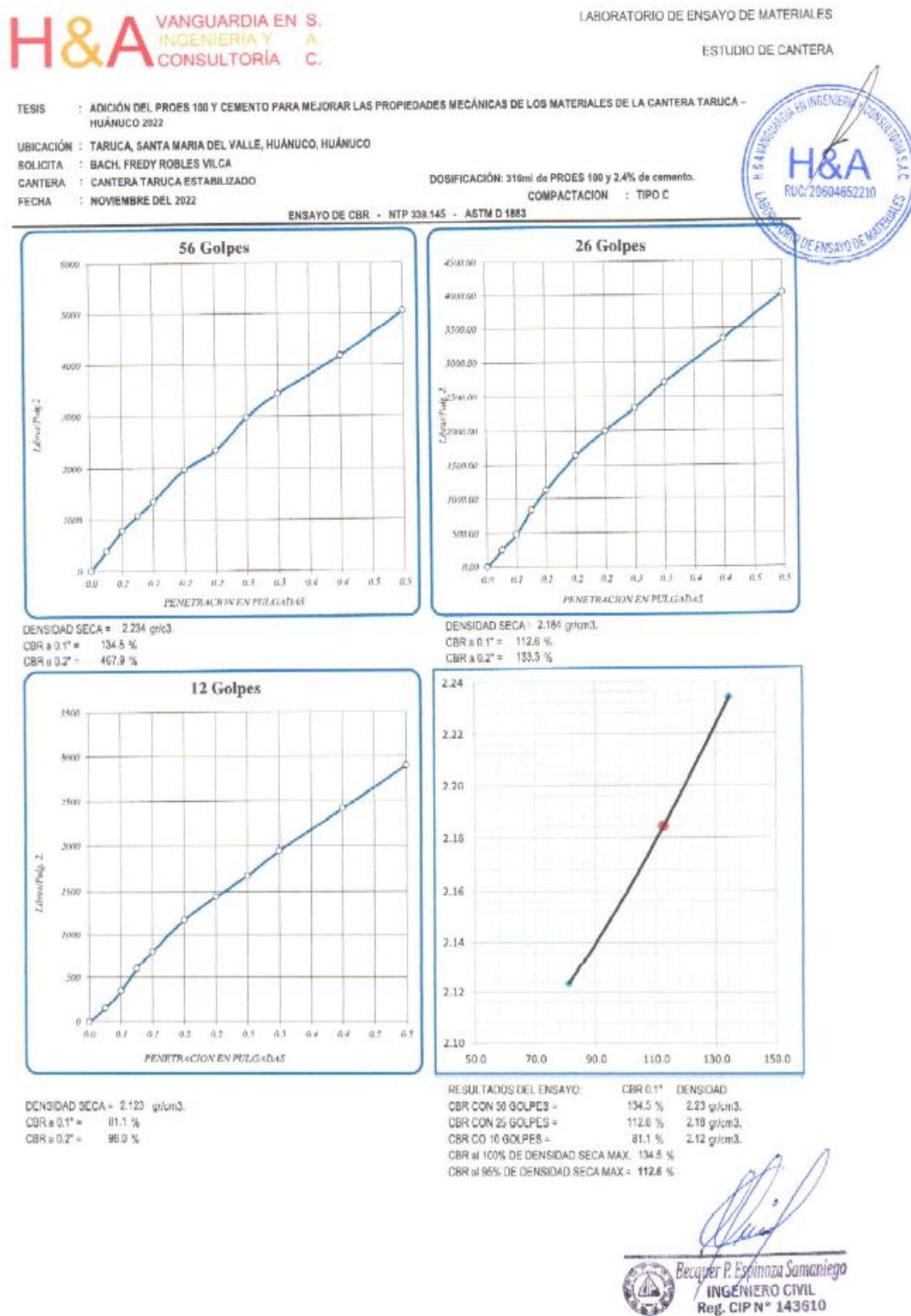
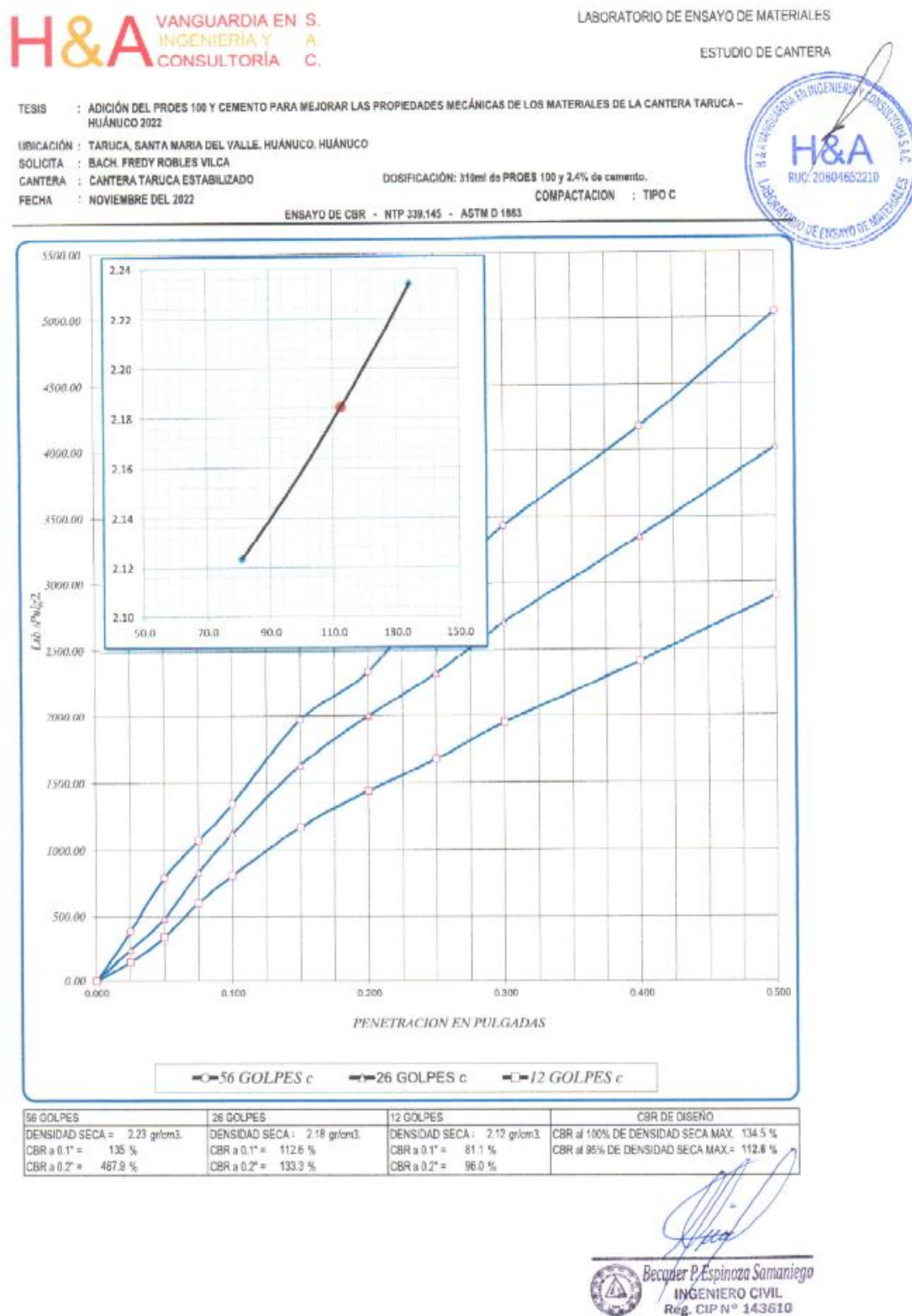


Figura 86

Gráfico de CBR con Dosificación: 310ml de Proes 100 y 2.4% de cemento



CONTACTO: jhemmy0305@gmail.com - 993338846

Figura 87

Determinación de la dosificación óptima

H&A VANGUARDIA EN S.
INGENIERIA Y A.
CONSULTORIA C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ESTUDIO DE CANTERA

TESIS : ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022

UBICACIÓN : TARUCA, SANTA MARIA DEL VALLE, HUÁNUCO, HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. FREDY ROBLES VILCA

MUESTRA : CANTERA TARUCA ESTABILIZADO

FECHA : NOVIEMBRE DEL 2022



DETERMINACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN ÓPTIMA

ENSAYO	Nº	1	2	3	4
PROES 100	ML/M3	250.00	270.00	290.00	310.00
CEMENTO	%	1.20	1.60	2.00	2.40
CBR AL 95%	%	63.66	76.69	98.23	112.60



DOSIFICACIÓN ÓPTIMA	
CBR AL 95%:	: 100.00%
PROES 100	: 295 ML/M3
CEMENTO	: 2.09%

Becquer P. Espinoza Samaniego
INGENIERO CIVIL
Reg. CIPN° 143610

CONTACTO: jhenry0305@gmail.com - 993338846

ANEXO N°05: ANÁLISIS Y PRUEBA DE LA HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

Figura 88

Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 250ml y cemento: 1.20%



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS: ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
TESISTA: BACH, FREDY ROBLES VILCA

TABULACIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO - PROES 100: 250ml Y CEMENTO: 1.20%

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS

Muestra	% CBR mej	% CBR nat	x_D
1	63.86	34.61	29.25
2	63.86	34.61	29.25
3	63.86	33.72	30.14
4	63.86	34.11	29.75
5	63.86	33.51	30.34
		$\bar{x}_D$	29.75

Donde:

CBR_{mej} : CBR Natural de la cantera Taruca

CBR_{nat} : CBR mejorado con el Proes 100 y Cemento

x_D : Diferencia del CBR mejorado y CBR natural

n : Cantidad de muestras

$\bar{x}_D$: Promedio de diferencias

RESULTADOS

Datos	# de muestras	Promedio	Media poblacional	desviación estándar	coef. de varianza	Varianza
CBR mej.	n_1 : 5	$\bar{X}_1$: 63.9	μ_1 : 0	S_1 : 0.00	0.00	S_1^2 : 0.00
CBR nat.	n_2 : 5	$\bar{X}_2$: 34.1	μ_2 : 0	S_2 : 0.50	0.01	S_2^2 : 0.25

PRUEBA DE NORMALIDAD DE DATOS

Pruebas de normalidad

Material para base asfáltica	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación 1	.239	5	.200	.882	5	.319

Fuente: programa SSPS

Tomamos los valores de normalidad de Shapiro-Wilk por tratarse de datos menores a 50

como el valor de normalidad Estadístico de 0,882 es mayor que 0,319 para una significancia de 0.05 según Shapiro wilk, concluimos que los datos se ajustan a la distribución normal.

Figura 89

Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 250ml y cemento: 1.20%



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS: ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
TESISTA: BACH. FREDY ROBLES VILCA

TABULACIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO - PROES 100: 250ml Y CEMENTO: 1.20%

PRUEBA DE LA HIPÓTESIS

1. Proposición de la Hipótesis

- Hipótesis Nula H_0 : La adición del PROES 100 y cemento no mejora las propiedades mecánicas de la cantera Taruca
Si: $CBR_{mej.} - CBR_{nat.} \leq 0$
- Hipótesis Alternativa H_1 : La adición del PROES 100 y cemento mejora las propiedades mecánicas de la cantera Taruca
 $CBR_{mej.} - CBR_{nat.} > 0$

Donde:

CBR_{mej} : CBR mejorado con proes 100 y cemento.

CBR_{nat} : CBR natural

2. Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

α : nivel de significancia

3. Aplicación de la función de prueba

- Prueba T de Student

$$t(1 - \alpha; gl) = 2.13$$

$$gl = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 + 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 + 1}} - 2 = 4$$

t : t de student (según la t de distribución de student)

gl : grados de libertad

- Prueba T para dos muestras con varianzas desconocidas

$$t_p = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = 132.97$$

Donde:

t_p : estadístico de prueba

Figura 90

Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 250ml y cemento: 1.20%



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS: ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
TESISTA: BACH. FREDY ROBLES VILCA

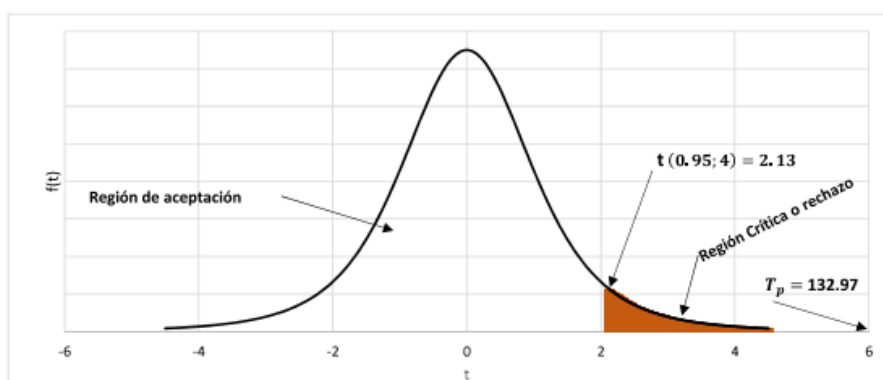
TABULACIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO - PROES 100: 250ml Y CEMENTO: 1.20%

4. Región Crítica o de rechazo

Se trata de una región unilateral por la derecha.

$$H_0: CBR_{mej} - CBR_{nat} \leq 0$$

$$H_1: CBR_{mej} - CBR_{nat} > 0$$



5. Verificación

$$t_p: 132.97$$

$$t(0.95; 7) : 2.13$$

Si: $t_p > t$; se rechaza la hipótesis nula H_0 .

Si: $t_p \leq t$; se acepta la hipótesis nula H_0 .

$\therefore t_p \geq t?$ VERDADERO

6. Toma de decisión

Puesto que la condición: $132.97 \geq 2.13$

Se rechaza la hipótesis nula H_0 con una significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%

Se toma la hipótesis alterna H_1

7. Conclusión

La adición del PROES 100 y cemento mejora las propiedades mecánicas de la cantera Taruca a la dosificación de 250ml de PROES 100 y 1.20% de Cemento

Figura 91

Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 270ml y cemento: 1.60%



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS: ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022

TESISTA: BACH. FREDY ROBLES VILCA

TABULACIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO - PROES 100: 270ml Y CEMENTO: 1.60%

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS

Muestra	% CBR mej	% CBR nat	x_D
1	76.69	34.61	42.08
2	76.69	34.61	42.08
3	76.69	33.72	42.97
4	76.69	34.11	42.58
5	76.69	33.51	43.18
$\bar{x}_D$			42.58

Donde:

CBR_{mej} : CBR Natural de la cantera Taruca

CBR_{nat} : CBR mejorado con el Proes 100 y Cemento

x_D : Diferencia del CBR mejorado y CBR natural

n : Cantidad de muestras

$\bar{x}_D$: Promedio de diferencias

RESULTADOS

Datos	# de muestras	Promedio	Media poblacional	desviación estándar	coef. de varianza	Varianza
CBR mej.	n_1 : 5	$\bar{X}_1$: 76.7	μ_1 : 0	S_1 : 0.00	0.00	S_1^2 : 0.00
CBR nat.	n_2 : 5	$\bar{X}_2$: 34.1	μ_2 : 0	S_2 : 0.50	0.01	S_2^2 : 0.25

PRUEBA DE NORMALIDAD DE DATOS

Pruebas de normalidad

Material para base asfáltica	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación 2	.239	5	.200	.882	5	.319

Fuente: programa SSPS

Tomamos los valores de normalidad de Shapiro-Wilk por tratarse de datos menores a 50

como el valor de normalidad Estadístico de 0,882 es mayor que 0,319 para una significancia de 0.05 según Shapiro wilk, concluimos que los datos se ajustan a la distribución normal.

Figura 92

Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 270ml y cemento: 1.60%



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS: ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
TESISTA: BACH. FREDY ROBLES VILCA

TABULACIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO - PROES 100: 270ml Y CEMENTO: 1.60%

PRUEBA DE LA HIPÓTESIS

1. Proposición de la Hipótesis

- Hipótesis Nula H_0 : La adición del PROES 100 y cemento no mejora las propiedades mecánicas de la cantera Taruca
Si: $CBR_{mej.} - CBR_{nat.} \leq 0$
- Hipótesis Alternativa H_1 : La adición del PROES 100 y cemento mejora las propiedades mecánicas de la cantera Taruca
 $CBR_{mej.} - CBR_{nat.} > 0$

Donde:

CBR_{mej} : CBR mejorado con proes 100 y cemento.

CBR_{nat} : CBR natural

2. Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

α : nivel de significancia

3. Aplicación de la función de prueba

- Prueba T de Student

$$t(1 - \alpha; gl) = 2.13$$

$$gl = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 + 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 + 1}} - 2 = 4$$

t : t de student (según la t de distribución de student)

gl : grados de libertad

- Prueba T para dos muestras con varianzas desconocidas

$$t_p = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = 190.34$$

Donde:

t_p : estadístico de prueba

Figura 93

Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 270ml y cemento: 1.60%



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS: ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022

TESISTA: BACH. FREDY ROBLES VILCA

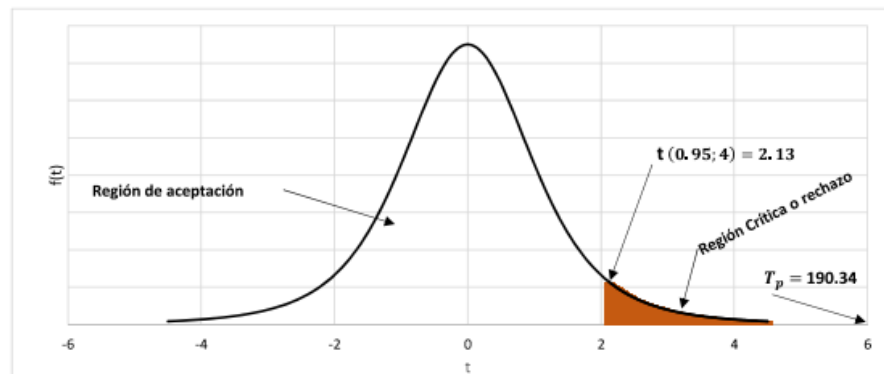
TABULACIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO - PROES 100: 270ml Y CEMENTO: 1.60%

4. Región Crítica o de rechazo

Se trata de una región unilateral por la derecha.

$$H_0: CBR_{mej} - CBR_{nat} \leq 0$$

$$H_1: CBR_{mej} - CBR_{nat} > 0$$



5. Verificación

$$t_p: 190.34$$

$$t(0.95; 7): 2.13$$

Si: $t_p > t$; se rechaza la hipótesis nula H_0 .

Si: $t_p \leq t$; se acepta la hipótesis nula H_0 .

¿ $t_p \geq t$? VERDADERO

6. Toma de decisión

Puesto que la condición: $190.34 \geq 2.13$

Se rechaza la hipótesis nula H_0 con una significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%

Se toma la hipótesis alterna H_1

7. Conclusión

La adición del PROES 100 y cemento mejora las propiedades mecánicas de la cantera Taruca a la dosificación de 270ml de PROES 100 y 1.60% de Cemento

Figura 94

Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 290ml y cemento: 2.00%



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS: ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
TESISTA: BACH, FREDY ROBLES VILCA

TABULACIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO - PROES 100: 290ml Y CEMENTO: 2.00%

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS

Muestra	% CBR mej	% CBR nat	x_D
1	98.23	34.61	63.62
2	98.23	34.61	63.62
3	98.23	33.72	64.51
4	98.23	34.11	64.12
5	98.23	33.51	64.72
		$\bar{x}_D$	64.12

Donde:

CBR mej : CBR Natural de la cantera Taruca

CBR nat : CBR mejorado con el Proes 100 y Cemento

x_D : Diferencia del CBR mejorado y CBR natural

n : Cantidad de muestras

$\bar{x}_D$: Promedio de diferencias

RESULTADOS

Datos	# de muestras	Promedio	Media poblacional	desviación estándar	coef. de varianza	Varianza
CBR mej.	n_1 : 5	$\bar{X}_1$: 98.2	μ_1 : 0	S_1 : 0.00	0.00	S_1^2 : 0.00
CBR nat.	n_2 : 5	$\bar{X}_2$: 34.1	μ_2 : 0	S_2 : 0.50	0.01	S_2^2 : 0.25

PRUEBA DE NORMALIDAD DE DATOS

Pruebas de normalidad

Material para base asfáltica	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación 3	.239	5	.200	.882	5	.319

Fuente: programa SSPS

Tomamos los valores de normalidad de Shapiro-Wilk por tratarse de datos menores a 50

como el valor de normalidad Estadístico de 0.882 es mayor que 0.319 para una significancia de 0.05 según Shapiro wilk, concluimos que los datos se ajustan a la distribución normal.

Figura 95

Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 290ml y cemento: 2.00%



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS: ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022

TESISTA: BACH. FREDY ROBLES VILCA

TABULACIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO - PROES 100: 290ml Y CEMENTO: 2.00%

PRUEBA DE LA HIPÓTESIS

1. Proposición de la Hipótesis

- Hipótesis Nula H_0 : La adición del PROES 100 y cemento no mejora las propiedades mecánicas de la cantera Taruca

Si: $CBR_{mej.} - CBR_{nat.} \leq 0$

- Hipótesis Alternativa H_1 : La adición del PROES 100 y cemento mejora las propiedades mecánicas de la cantera Taruca

$CBR_{mej.} - CBR_{nat.} > 0$

Donde:

CBR_{mej} : CBR mejorado con proes 100 y cemento.

CBR_{nat} : CBR natural

2. Nivel de significancia

$\alpha = 0.05$

α : nivel de significancia

3. Aplicación de la función de prueba

- Prueba T de Student

$t(1 - \alpha; gl) = 2.13$

$$gl = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 + 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 + 1}} - 2 = 4$$

t : t de student (según la t de distribución de student)

gl : grados de libertad

- Prueba T para dos muestras con varianzas desconocidas

$$t_p = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = 286.63$$

Donde:

t_p : estadístico de prueba

Figura 96

Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 290ml y cemento: 2.00%



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS: ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
TESISTA: BACH. FREDY ROBLES VILCA

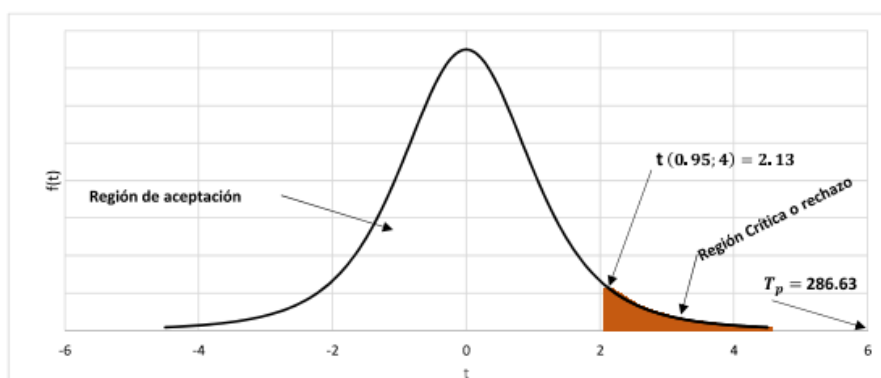
TABULACIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO - PROES 100: 290ml Y CEMENTO: 2.00%

4. Región Crítica o de rechazo

Se trata de una región unilateral por la derecha.

$$H_0: CBR_{mej} - CBR_{nat} \leq 0$$

$$H_1: CBR_{mej} - CBR_{nat} > 0$$



5. Verificación

$$t_p: 286.63$$

$$t(0.95; 7): 2.13$$

Si: $t_p > t$; se rechaza la hipótesis nula H_0 .

Si: $t_p \leq t$; se acepta la hipótesis nula H_0 .

$\therefore t_p \geq t?$ VERDADERO

6. Toma de decisión

Puesto que la condición: $286.63 \geq 2.13$

Se rechaza la hipótesis nula H_0 con una significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%

Se toma la hipótesis alterna H_1

7. Conclusión

La adición del PROES 100 y cemento mejora las propiedades mecánicas de la cantera Taruca a la dosificación de 290ml de PROES 100 y 2.00% de Cemento

Figura 97

Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 310ml y cemento: 2.40%



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS: ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
TESISTA: BACH. FREDY ROBLES VILCA

TABULACIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO - PROES 100: 310ml Y CEMENTO: 2.40%

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS

Muestra	% CBR mej	% CBR nat	x_D
1	112.60	34.61	77.99
2	112.60	34.61	77.99
3	112.60	33.72	78.88
4	112.60	34.11	78.49
5	112.60	33.51	79.09
		$\bar{x}_D$	78.49

Donde:

CBR_{mej} : CBR Natural de la cantera Taruca

CBR_{nat} : CBR mejorado con el Proes 100 y Cemento

x_D : Diferencia del CBR mejorado y CBR natural

n : Cantidad de muestras

$\bar{x}_D$: Promedio de diferencias

RESULTADOS

Datos	# de muestras	Promedio	Media poblacional	desviación estándar	coef. de varianza	Varianza
CBR mej.	n_1 : 5	$\bar{x}_1$: 112.6	μ_1 : 0	S_1 : 0.00	0.00	S_1^2 : 0.00
CBR nat.	n_2 : 5	$\bar{x}_2$: 34.1	μ_2 : 0	S_2 : 0.50	0.01	S_2^2 : 0.25

PRUEBA DE NORMALIDAD DE DATOS

Pruebas de normalidad

Material para base asfáltica	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación 4	.239	5	.200	.882	5	.319

Fuente: programa SSPS

Tomamos los valores de normalidad de Shapiro-Wilk por tratarse de datos menores a 50

como el valor de normalidad Estadístico de 0.882 es mayor que 0.319 para una significancia de 0.05 según Shapiro wilk, concluimos que los datos se ajustan a la distribución normal.

Figura 98

Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 310ml y cemento: 2.40%



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS: ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
TESISTA: BACH. FREDY ROBLES VILCA

TABULACIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO - PROES 100: 310ml Y CEMENTO: 2.40%

PRUEBA DE LA HIPÓTESIS

1. Proposición de la Hipótesis

- Hipótesis Nula H_0 : La adición del PROES 100 y cemento no mejora las propiedades mecánicas de la cantera Taruca
Si: $CBR_{mej.} - CBR_{nat.} \leq 0$
- Hipótesis Alternativa H_1 : La adición del PROES 100 y cemento mejora las propiedades mecánicas de la cantera Taruca
 $CBR_{mej.} - CBR_{nat.} > 0$

Donde:

$CBR_{mej.}$: CBR mejorado con proes 100 y cemento.

$CBR_{nat.}$: CBR natural

2. Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

α : nivel de significancia

3. Aplicación de la función de prueba

- Prueba T de Student

$$t(1 - \alpha; gl) = 2.13$$

$$gl = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 + 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 + 1}} - 2 = 4$$

t : t de student (según la t de distribución de student)

gl : grados de libertad

- Prueba T para dos muestras con varianzas desconocidas

$$t_p = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = 350.87$$

Donde:

t_p : estadístico de prueba

Figura 99

Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 310ml y cemento: 2.40%



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS: ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022

TESISTA: BACH. FREDY ROBLES VILCA

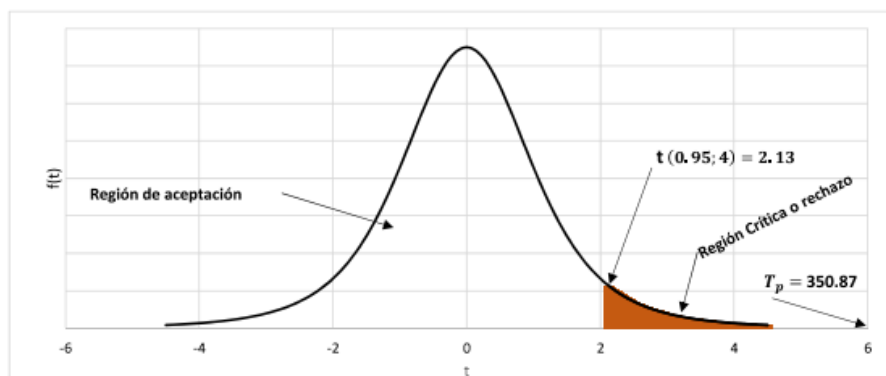
TABULACIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO - PROES 100: 310ml Y CEMENTO: 2.40%

4. Región Crítica o de rechazo

Se trata de una región unilateral por la derecha.

$$H_0: CBR_{mej} - CBR_{nat} \leq 0$$

$$H_1: CBR_{mej} - CBR_{nat} > 0$$



5. Verificación

$$t_p: 350.87$$

$$t(0.95; 7) : 2.13$$

Si: $t_p > t$; se rechaza la hipótesis nula H_0 .

Si: $t_p \leq t$; se acepta la hipótesis nula H_0 .

$\therefore t_p \geq t?$ VERDADERO

6. Toma de decisión

Puesto que la condición: $350.87 \geq 2.13$

Se rechaza la hipótesis nula H_0 con una significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%

Se toma la hipótesis alterna H_1

7. Conclusión

La adición del PROES 100 y cemento mejora las propiedades mecánicas de la cantera Taruca a la dosificación de 310ml de PROES 100 y 2.40% de Cemento

Figura 100

Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 295ml y cemento: 2.09%



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS: ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
TESISTA: BACH, FREDY ROBLES VILCA

TABULACIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO - PROES 100: 295ml Y CEMENTO: 2.09%

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS

Muestra	% CBR mej	% CBR nat	x_D
1	100.00	34.61	65.39
2	100.00	34.61	65.39
3	100.00	33.72	66.28
4	100.00	34.11	65.89
5	100.00	33.51	66.49
$\bar{x}_D$			65.89

Donde:

CBR_{mej} : CBR Natural de la cantera Taruca

CBR_{nat} : CBR mejorado con el Proes 100 y Cemento

x_D : Diferencia del CBR mejorado y CBR natural

n : Cantidad de muestras

$\bar{x}_D$: Promedio de diferencias

RESULTADOS

Datos	# de muestras	Promedio	Media poblacional	desviación estándar	coef. de varianza	Varianza
CBR mej.	n_1 : 5	$\bar{x}_1$: 100.0	μ_1 : 0	S_1 : 0.00	0.00	S_1^2 : 0.00
CBR nat.	n_2 : 5	$\bar{x}_2$: 34.1	μ_2 : 0	S_2 : 0.50	0.01	S_2^2 : 0.25

PRUEBA DE NORMALIDAD DE DATOS

Pruebas de normalidad

Material para base asfáltica	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación óptima	.239	5	.200	.882	5	.319

Fuente: programa SSPS

Tomamos los valores de normalidad de Shapiro-Wilk por tratarse de datos menores a 50

como el valor de normalidad Estadístico de 0,882 es mayor que 0,319 para una significancia de 0.05 según Shapiro wilk, concluimos que los datos se ajustan a la distribución normal.

Figura 101

Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 295ml y cemento: 2.09%



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS: ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022
TESISTA: BACH. FREDY ROBLES VILCA

TABULACIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO - PROES 100: 295ml Y CEMENTO: 2.09%

PRUEBA DE LA HIPÓTESIS

1. Proposición de la Hipótesis

- Hipótesis Nula H_0 : La adición del PROES 100 y cemento no mejora las propiedades mecánicas de la cantera Taruca
Si: $CBR_{mej.} - CBR_{nat.} \leq 0$
- Hipótesis Alternativa H_1 : La adición del PROES 100 y cemento mejora las propiedades mecánicas de la cantera Taruca
 $CBR_{mej.} - CBR_{nat.} > 0$

Donde:

$CBR_{mej.}$: CBR mejorado con proes 100 y cemento.

$CBR_{nat.}$: CBR natural

2. Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

α : nivel de significancia

3. Aplicación de la función de prueba

- Prueba T de Student

$$t(1 - \alpha; gl) = 2.13$$

$$gl = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 + 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 + 1}} - 2 = 4$$

t : t de student (según la t de distribución de student)

gl : grados de libertad

- Prueba T para dos muestras con varianzas desconocidas

$$t_p = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} = 294.54$$

Donde:

t_p : estadístico de prueba

Figura 102

Tabulación de datos y análisis estadístico - Proes 100: 295ml y cemento: 2.09%



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022

TESISTA: BACH. FREDY ROBLES VILCA

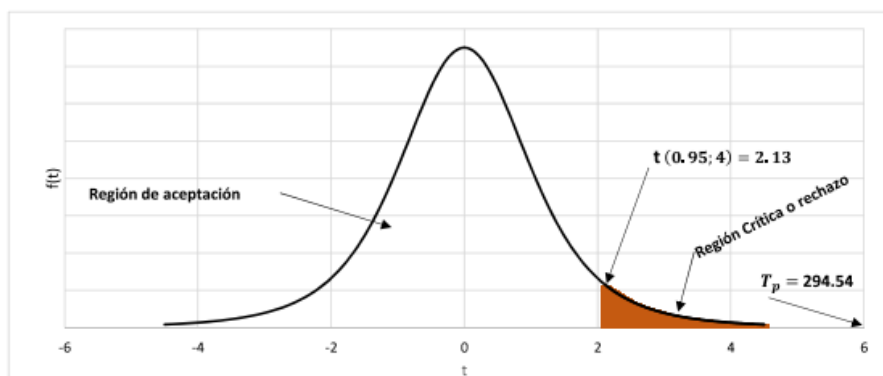
TABULACIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO - PROES 100: 295ml Y CEMENTO: 2.09%

4. Región Crítica o de rechazo

Se trata de una región unilateral por la derecha.

$$H_0: CBR_{mej} - CBR_{nat} \leq 0$$

$$H_1: CBR_{mej} - CBR_{nat} > 0$$



5. Verificación

$$t_p: 294.54$$

$$t(0.95; 7) : 2.13$$

Si: $t_p > t$; se rechaza la hipótesis nula H_0 .

Si: $t_p \leq t$; se acepta la hipótesis nula H_0 .

$\therefore t_p \geq t?$ VERDADERO

6. Toma de decisión

Puesto que la condición: $294.54 \geq 2.13$

Se rechaza la hipótesis nula H_0 con una significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%

Se toma la hipótesis alterna H_1

7. Conclusión

La adición del PROES 100 y cemento mejora las propiedades mecánicas de la cantera Taruca a la dosificación óptima de 295ml de PROES 100 y 2.09% de Cemento

ANEXO N°06: RESOLUCIONES

Figura 103

Resolución de designación de asesor de tesis

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1431-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 21 de julio de 2022

Visto, el Oficio N° 930-2022-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 356393-0000005200 del Bach. **Fredy ROBLES VILCA**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación (Tesis).

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 356393-0000005200, presentado por el (la) Bach. **Fredy ROBLES VILCA**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone a la Mg. Karen Vanessa Bastidas Salazar, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - DESIGNAR, como Asesor de Tesis del Bach. **Fredy ROBLES VILCA**, a la Mg. Karen Vanessa Bastidas Salazar, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo.- El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Figura 104

Resolución de aprobación de Trabajo de Investigación (Tesis)

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 2050-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 14 de octubre de 2022

Visto, el Oficio N° 1332-2022-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA - HUÁNUCO 2022"**, presentado por el (la) Bach. **Fredy ROBLES VILCA**.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 1431-2022-D-FI-UDH, de fecha 21 de julio de 2022, perteneciente a la Bach. **Fredy ROBLES VILCA** se le designó como ASESOR(A) a la Mg. Karen Vanessa Bastidas Salazar, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 1332-2022-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA - HUÁNUCO 2022"**, presentado por el (la) Bach. **Fredy ROBLES VILCA**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Hamilton Denniss Abal García (Secretario) y Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: **"ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA - HUÁNUCO 2022"**, presentado por el (la) Bach. **Fredy ROBLES VILCA** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Figura 105

Resolución de nombramiento de jurado revisor para el informe final del Trabajo de Investigación (Tesis)

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 469-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 07 de marzo de 2023

Visto, el Of. N° 330-2023-C-PAIC-FI-UDH y el Exp. N° 397327-0000001851 presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil, quien informa que el (la) Bach. **Fredy ROBLES VILCA**, solicita Revisión del informe final del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: **"ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022"**.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Art. N° 38 y 39 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, es necesaria la revisión del Trabajo de Investigación (Tesis) por la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, de la Universidad de Huánuco; y,

Que, para tal efecto es necesario nombrar al jurado Revisor y/o evaluador, compuesta por tres miembros docentes de la Especialidad, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - NOMBRAR, al Jurado Revisor que evaluará el informe final del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: **"ADICIÓN DEL PROES 100 Y CEMENTO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LA CANTERA TARUCA – HUÁNUCO 2022"**, presentado por el (la) Bach. **Fredy ROBLES VILCA**, del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, conformado por los siguientes docentes:

- | | |
|------------------------------------|------------|
| ➤ Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas | PRESIDENTE |
| ➤ Mg. Hamilton Denniss Abal García | SECRETARIO |
| ➤ Mg. Yelen Liseth Trujillo Ariza | VOCAL |

Artículo Segundo. - Los miembros del Jurado Revisor tienen un plazo de siete (07) días hábiles como máximo, para emitir el informe y opinión acerca del Informe Final del Trabajo de Investigación (Tesis).

REGISTRESE, COMUNIQUESE Y ARCHIVESE,



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Johany Manzano Lozano
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA