

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Estabilización de suelo-cemento en vías terciarias que
contengan materiales granulares en el tramo 5 dv. Cocharcas -
Huambo, región Ica, 2023”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Berrospi Alvarado, Eriko Paúl

ASESORA: Malpartida Valderrama, Yenerit Pamela

HUÁNUCO – PERÚ

2024



U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Geotecnia
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

D

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): 47036398

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22516875

Grado/Título: Grado de magíster en medio ambiente y desarrollo sostenible mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0000-0003-2705-4300

H

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Torres Ponce, Carlos Antonio	Magister en gestión pública	22407564	0000-0001-9026-0647
2	Narro Jara, Luis Fernando	Maestro en ingeniería con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	18206328	0000-0003-4008-7633
3	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745



UNIVERSIDAD DE HUANUCO

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 15:30 horas del día **jueves 26 de setiembre de 2024**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

❖ DR. CARLOS ANTONIO TORRES PONCE	PRESIDENTE
❖ MG. LUIS FERNANDO NARRO JARA	SECRETARIO
❖ MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 2077-2024-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **"ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS TERCIARIAS QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"**, presentado por el (la) Bachiller. **Bach. Eriko Paúl BERROSPI ALVARADO**, 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 **11** y cualitativo de **SUFICIENTE** (Art. 47).

Siendo las **17:00** horas del día **26 del mes de setiembre** del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



DR. CARLOS ANTONIO TORRES PONCE
DNI: 22407564
ORCID: 0000-0001-9026-0647

PRESIDENTE



MG. LUIS FERNANDO NARRO JARA
DNI: 18206328
ORCID: 0000-0003-4008-7633

SECRETARIO (A)



MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA
DNI: 70502371
ORCID: 0000-0002-5650-3745

VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: ERIKO PAÚL BERROSPI ALVARADO, de la investigación titulada "Estabilización de suelo-cemento en vías terciarias que contengan materiales granulares en el Tramo 5 DV. Cocharcas - Huambo, región Ica, 2023", con asesora YENERIT PAMELA MALPARTIDA VALDERRAMA, designada mediante documento: RESOLUCIÓN N° 2850-2023-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 23 % verificable en el reporte final del 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, 19 de agosto de 2024



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

43. Eriko Paúl Berrospi Alvarado.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%	23%	5%	11%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	3%
3	vdocumento.com Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucp.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	vsip.info Fuente de Internet	1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO,
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

A mi mamá y hermanos por haberme brindado su apoyo incondicional.

A mi hermana Gladis Bravo Alvarado por haberme apoyado económicamente, durante mi etapa de estudiante.

AGRADECIMIENTOS

Al consorcio supervisor vial, por haberme facilitado algunos de sus equipos para poder realizar los ensayos.

Agradezco a la ing. Yenerit Pamela, Malpartida Valderrama por haberme guiado en la elaboración de esta tesis.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	XII
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT	XVI
CAPÍTULO I.....	17
PROBLEMA DE INVESTIGACION	17
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	19
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	19
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	19
1.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.4.1. A NIVEL TEÓRICO.....	20
1.4.2. A NIVEL PRÁCTICO.....	20
1.4.3. A NIVEL METODOLÓGICO.....	20
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
CAPÍTULO II.....	22
MARCO TEÓRICO	22
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	22
2.1.1. INTERNACIONALES	22
2.1.2. NACIONALES.....	23
2.1.3. LOCALES	25
2.2. BASES TEÓRICAS.....	25
2.2.1. SUELOS	25
2.2.2. CARRETERAS	32
2.2.3. ESTABILIZACIÓN DE SUELOS	33

2.2.4.	CRITERIOS PARA ELEGIR EL ESTABILIZADOR.....	35
2.2.5.	SUELO – CEMENTO.....	38
2.2.6.	MATERIALES.....	39
2.2.7.	DISEÑO DE LA MEZCLA.....	41
2.2.8.	FACTORES QUE AFECTAN LA MEZCLA.....	43
2.2.9.	ENSAYOS DE LABORATORIO.....	45
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	55
2.4.	HIPÓTESIS.....	57
2.5.	VARIABLES.....	57
2.5.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	57
2.5.2.	VARIABLE DEPENDIENTE.....	57
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	58
CAPÍTULO III.....		59
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		59
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	59
3.1.1.	ENFOQUE.....	59
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL.....	59
3.1.3.	DISEÑO.....	59
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	60
3.2.1.	POBLACIÓN.....	60
3.2.2.	MUESTRA.....	60
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	61
3.3.1.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	61
3.3.2.	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	61
3.4.	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	61
3.4.1.	CÁLCULO DEL NÚMERO DE GOLPES.....	68
3.4.2.	DISEÑO DE MEZCLA SUELO-CEMENTO.....	69
3.4.3.	ENSAYO DE HUMEDECIMIENTO Y SECADO.....	72
CAPÍTULO IV.....		73
RESULTADOS.....		73
4.1.	PROCESAMIENTO DE DATOS.....	73
4.1.1.	ESTUDIO DE TRAFICO.....	73
4.1.2.	FACTOR DE CORRECCIÓN ESTACIONAL.....	74

4.1.3.	ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL	74
4.1.4.	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES.....	76
4.1.5.	ROTURA DE PROBETAS DE LABORATORIO	102
4.1.6.	ROTURA DE PROBETAS DE CAMPO.....	110
4.1.7.	PERDIDA MÁXIMA DE PESO DE SUELO-CEMENTO.....	115
4.1.8.	DISTRIBUCIÓN DE CEMENTO EN CAMPO.....	117
4.1.9.	ENSAYO DE DENSIDAD IN-SITU	118
4.2.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	120
4.2.1.	HIPÓTESIS GENERAL.....	120
4.2.2.	HIPÓTESIS ESPECIFICA 1.....	120
4.2.3.	HIPÓTESIS ESPECIFICA 2.....	122
4.2.4.	HIPÓTESIS ESPECIFICA 3.....	122
	CAPÍTULO V	126
	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	126
5.1.	PRESENTACIÓN DE LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	126
	CONCLUSIONES	128
	RECOMENDACIONES.....	129
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	130
	ANEXOS	134

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Sistema de clasificación AASHTO	27
Tabla 2 Métodos de estabilización de suelos	33
Tabla 3 Tipos de estabilizadores y parámetros	36
Tabla 4 Tipos de estabilizadores y su aplicación según región	37
Tabla 5 Rango de cemento requerido en Estabilización suelo cemento	38
Tabla 6 Porcentaje de cemento	39
Tabla 7 Pérdida máxima de peso de suelo-cemento.....	41
Tabla 8 Parámetro de aceptación de los trabajos	41
Tabla 9 Resistencia a la compresión simple	42
Tabla 10 Ensayos y Frecuencias	42
Tabla 11 Contenido de Humedad natural	49
Tabla 12 Gravedad específica de los suelos.....	50
Tabla 13 Proctor Modificado	51
Tabla 14 Relación Carga Unitaria Patrón – Penetración	54
Tabla 15 Clasificación típica de los suelos en función del valor CBR.....	54
Tabla 16 Operacionalización de la variable independiente y dependiente ...	58
Tabla 17 Índice Medio Diario Semanal tramo 5	73
Tabla 18 Factores de Corrección por Tipo de Transporte	74
Tabla 19 Índice Medio Diario Anual	75
Tabla 20 Características de los materiales	76
Tabla 21 Humedad natural	87
Tabla 22 Ensayos de Proctor y CBR en Laboratorio.....	97
Tabla 23 Proctor In-Situ Cantera Tingue Bajo.....	98
Tabla 24 Proctor In-Situ Cantera Huarangal	98
Tabla 25 Gravedad específica del agregado grueso	100
Tabla 26 Resumen de ensayo de Abrasión	101
Tabla 27 Roturas de probetas sin cemento cantera Tingue Bajo	102
Tabla 28 Roturas de probetas sin cemento cantera Huarangal	103
Tabla 29 Roturas de probetas 1% cemento cantera Tingue Bajo	104
Tabla 30 Roturas de probetas 1% cemento cantera Huarangal	105
Tabla 31 Roturas de probetas 2% cemento cantera Tingue Bajo	106
Tabla 32 Roturas de probetas 2% cemento cantera Huarangal	107

Tabla 33 Roturas de probetas 3% cemento cantera Tingue Bajo	108
Tabla 34 Roturas de probetas 3% cemento cantera Huarangal	109
Tabla 35 Roturas de probetas 1.5% cemento en campo cantera Tingue Bajo	110
Tabla 36 Roturas de probetas 1% cemento en campo cantera Huarangal	111
Tabla 37 Humedecimiento - Secado	115
Tabla 38 Ensayo de suelo-cemento	115
Tabla 39 Distribución de cemento en campo	117
Tabla 40 Densidad In-Situ, cantera Tingue Bajo	118
Tabla 41 Densidad In-Situ, cantera Huarangal	119
Tabla 42 Resumen de resistencia a la compresión cantera Tingue Bajo ...	120
Tabla 43 Resumen de resistencia a la compresión cantera Huarangal	121
Tabla 44 Resumen de Humedecimiento y Secado	121
Tabla 45 Resistencia a la compresión laboratorio vs campo Tingue Bajo ..	123
Tabla 46 Resistencia a la compresión laboratorio vs campo Huarangal	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sistema de Clasificación SUCS	28
Figura 2 Signos Convencionales para perfil de Calicatas	29
Figura 3 Diámetros característicos del tamaño de las partículas	46
Figura 4 Curva de Flujo	48
Figura 5 Esquema de diseño cuasi experimental.....	60
Figura 6 Formato para Granulometría.....	62
Figura 7 Formato para contenido de humedad	63
Figura 8 Formato para limites	63
Figura 9 Formato para Proctor modificado.....	64
Figura 10 Formato para CBR.....	64
Figura 11 Formato para Gravedad especifica	65
Figura 12 Formato para roturas de probetas.....	65
Figura 13 Humedecimiento y secado.....	66
Figura 14 Formato de conteo vehicular.....	67
Figura 15 Tipos de moldes para suelo-cemento	68
Figura 16 Proceso de escobillado.....	72
Figura 17 Porcentaje Vehicular.....	73
Figura 18 Composición Vehicular en ambos sentidos.....	75
Figura 19 Granulometría M-1 cantera Tingue Bajo	77
Figura 20 Granulometría M-2 cantera Tingue Bajo	78
Figura 21 Granulometría M-3 cantera Tingue Bajo	79
Figura 22 Granulometría M-4 cantera Tingue Bajo	80
Figura 23 Granulometría M-5 cantera Tingue Bajo	81
Figura 24 Granulometría M-1 cantera Huarangal.....	82
Figura 25 Granulometría M-2 cantera Huarangal.....	83
Figura 26 Granulometría M-3 cantera Huarangal.....	84
Figura 27 Granulometría M-4 cantera Huarangal.....	85
Figura 28 Granulometría M-5 cantera Huarangal.....	86
Figura 29 Curva de compactación M-1 cantera Tingue Bajo.....	87
Figura 30 Curva de compactación M-2 cantera Tingue Bajo.....	88
Figura 31 Curva de compactación M-3 cantera Tingue Bajo.....	88
Figura 32 Curva de compactación M-4 cantera Tingue Bajo.....	89

Figura 33 Curva de compactación M-5 cantera Tingue Bajo.....	89
Figura 34 Curva de compactación M-1 cantera Huarangal	90
Figura 35 Curva de compactación M-2 cantera Huarangal	90
Figura 36 Curva de compactación M-3 cantera Huarangal	91
Figura 37 Curva de compactación M-4 cantera Huarangal	91
Figura 38 Curva de compactación 1% cemento cantera Tingue Bajo	92
Figura 39 Curva de compactación 1% cemento cantera Huarangal.....	93
Figura 40 Curva de compactación 2% cemento cantera Tingue Bajo	94
Figura 41 Curva de compactación 2% cemento cantera Huarangal.....	95
Figura 42 Curva de compactación 3% cemento cantera Tingue Bajo	96
Figura 43 Curva de compactación 3% cemento cantera Huarangal.....	97
Figura 44 Máximas densidades Cantera Tingue Bajo.....	99
Figura 45 Máximas densidades secas cantera Huarangal	99
Figura 46 Abrasión de los Ángeles	101
Figura 47 Resistencia a la compresión sin cemento cantera Tingue Bajo..	102
Figura 48 Resistencia a la compresión sin cemento cantera Huarangal	103
Figura 49 Resistencia a la compresión 1% cemento cantera Tingue Bajo .	104
Figura 50 Resistencia a la compresión 1% cemento cantera Huarangal....	105
Figura 51 Resistencia a la compresión 2% cemento cantera Tingue Bajo .	106
Figura 52 Resistencia a la compresión 2% cemento cantera Huarangal....	107
Figura 53 Resistencia a la compresión 3% cemento cantera Tingue Bajo .	108
Figura 54 Resistencia a la compresión 3% cemento cantera Huarangal....	109
Figura 55 Resistencia a la compresión 1.5% cemento en campo cantera Tingue Bajo	110
Figura 56 Resistencia a la compresión 1% cemento en campo cantera Huarangal	111
Figura 57 Comparación de resistencia de la cantera Tingue Bajo	112
Figura 58 Comparación de resistencia de la cantera Huarangal	112
Figura 59 Porcentaje óptimo de cemento cantera Tingue Bajo	113
Figura 60 Porcentaje óptimo de cemento cantera Huarangal	114
Figura 61 Humedecimiento y Secado Cantera Tingue Bajo.....	116
Figura 62 Humedecimiento y Secado Cantera Huarangal	116
Figura 63 Porcentajes de Compactación Cantera Tingue Bajo.....	118
Figura 64 Porcentajes de Compactación, Cantera Huarangal	119

Figura 65 Especificación Mínima (18.35 Kg/cm ²) cantera Tingue Bajo.....	121
Figura 66 Resultados campo vs laboratorio cantera Tingue Bajo	122
Figura 67 Resultados campo vs laboratorio cantera Huarangal	123

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1 Vista panorámica de la cantera Tingue Bajo	198
Fotografía 2 Perfil Estratigráfico.....	198
Fotografía 3 Muestras para laboratorio	199
Fotografía 4 Muestra para granulometría.....	199
Fotografía 5 Peso del agua para el Proctor modificado.....	200
Fotografía 6 Suelo mezclado con cemento.....	200
Fotografía 7 Peso de la muestra + molde	201
Fotografía 8 Peso muestra húmeda.....	201
Fotografía 9 Secado de la muestra.....	202
Fotografía 10 Realización del moldeo para CBR.....	202
Fotografía 11 Colocación del dial analógico.....	202
Fotografía 12 Saturación del molde el en agua.....	203
Fotografía 13 Probetas de suelo-cemento.....	204
Fotografía 14 Moldeo de probeta suelo-cemento.....	204
Fotografía 15 Peso del agregado grueso.....	205
Fotografía 16 Peso del agregado fino.....	205
Fotografía 17 Peso del cemento.....	206
Fotografía 18 Peso del agua.....	206
Fotografía 19 Peso de la probeta húmeda	207
Fotografía 20 Mezclado y moldeo.....	207
Fotografía 21 Curado de probeta suelo-cemento.....	208
Fotografía 22 Probetas sumergidas en agua para su rotura	208
Fotografía 23 Rotura de probeta suelo-cemento en prensa CBR.....	209
Fotografía 24 Medición de altura de la probeta suelo-cemento.....	209
Fotografía 25 Rotura de probeta 1% cemento	210
Fotografía 26 Rotura de probeta 2% cemento	210
Fotografía 27 Rotura de probeta 2% cemento	211
Fotografía 28 Rotura de probeta 3% cemento	211
Fotografía 29 Probetas sin cemento	212
Fotografía 30 Rotura de probeta sin cemento.....	212
Fotografía 31 Vista panorámica de la cantera Huarangal	213
Fotografía 32 Muestras para el laboratorio	213

Fotografía 33 Muestra para cuarteo.....	214
Fotografía 34 Cuarteo de material	214
Fotografía 35 Tamizado del agregado grueso	215
Fotografía 36 Lavado de la fracción fina	215
Fotografía 37 Material con cemento para Proctor	216
Fotografía 38 Peso del molde + materia/	216
Fotografía 39 Saturación en agua de los moldes de CBR.....	217
Fotografía 40 Realización del ensayo de CBR.....	217
Fotografía 41 Probetas con 1%, 2% y 3% de cemento	218
Fotografía 42 Moldeo de probeta suelo-cemento.....	218
Fotografía 43 Curado de las probetas.....	219
Fotografía 44 Rotura de probeta suelo-cemento en prensa CBR.....	219
Fotografía 45 Rotura de probetas 1% cemento	220
Fotografía 46 Rotura de probetas de suelo-cemento	220
Fotografía 47 Probetas sin cemento	221
Fotografía 48 Rotura de probetas sin cemento	221
Fotografía 49 Peso probeta húmeda	222
Fotografía 50 Peso probeta húmeda	222
Fotografía 51 Peso probeta seca.....	223
Fotografía 52 Saturación en agua de las Probetas de suelo-cemento	223
Fotografía 53 Secado en el horno de las probetas de suelo-cemento	224
Fotografía 54 Medición del diámetro luego del escobillado.....	224
Fotografía 55 Peso húmedo probeta 3% cemento	225
Fotografía 56 Peso seco probeta 3% cemento	225
Fotografía 57 Escobillado y limpieza de la probeta.....	226
Fotografía 58 Medición del diámetro y la altura	226
Fotografía 59 Medición de diámetro y la altura	227
Fotografía 60 Medición de diámetro y la altura	227
Fotografía 61 Saturación en agua de las probetas	228
Fotografía 62 Secado en el horno de las probetas	228
Fotografía 63 Escobillado y limpieza de probetas.....	229
Fotografía 64 Medición de la altura.....	229
Fotografía 65 Medición de diámetro	230
Fotografía 66 Medición de diámetro y la altura	230

Fotografía 67 Llenado de material en el molde	231
Fotografía 68 Golpes con el pisón	231
Fotografía 69 Enrazado de la probeta.....	232
Fotografía 70 Curado en arena húmeda	232
Fotografía 71 Lisura en sección transversal	233
Fotografía 72 Densidades con el Densímetro Nuclear	233
Fotografía 73 Cama Baja T3S3	234
Fotografía 74 Cama Baja T3S3	234
Fotografía 75 Bus de 2 ejes B2.....	235
Fotografía 76 Semi tráiler T3S3	235
Fotografía 77 Camión de 2 ejes.....	236
Fotografía 78 Autos	236
Fotografía 79 Camioneta Pick up.....	237
Fotografía 80 Station-Wagon.....	237
Fotografía 81 Encalaminado.....	238
Fotografía 82 Encalaminado.....	238
Fotografía 83 Perdida de la superficie de rodadura	239
Fotografía 84 Baches	239
Fotografía 85 Acumulación de material fino en las curvas	240
Fotografía 86 Ahuellamiento.....	240

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de la estabilización de suelo-cemento, en los materiales granulares de la costa que carecen de plasticidad, empleando diversos porcentajes de cemento. La metodología empleada en esta investigación presenta un enfoque cuantitativo, de nivel explicativo y con un diseño cuasi experimental. La población ha estado conformada por las canteras Tingue Bajo, Huarangal y la muestra por 15 probetas de suelo-cemento, 15 probetas de suelo sin estabilizar, 15 probetas de suelo-cemento moldeados en campo. Las probetas de suelo-cemento elaboradas en el laboratorio con 1%, 2%, 3% de cemento; alcanzaron una resistencia a la compresión de 13.94 kg/cm², 20.80 kg/cm², 28.52 kg/cm² para la cantera Tingue Bajo y 19.54 kg/cm², 25.96 kg/cm², 33.75 kg/cm² para la cantera Huarangal. Las probetas de suelo-cemento moldeadas en campo con 1% de cemento; alcanzo una resistencia a la compresión de 21.57 kg/cm² para la cantera Huarangal. Se pudo concluir que, el cemento influye en las propiedades físicas y mecánicas del suelo en los ensayos de laboratorio, como en el Proctor modificado con cemento la máxima densidad seca disminuye y aumenta la humedad optima, el CBR aumenta considerablemente. Pero en el campo el suelo estabilizado con cemento se deteriora rápidamente debido a que el material granular no tiene plasticidad y requiere una capa de protección a la superficie de rodadura.

Palabras clave: Resistencia a la compresión, suelo-cemento, estabilización de suelos, materiales granulares, no plásticos.

ABSTRACT

This investigation has goal determinate the influence of soil-cement stabilization the granular material in the coast peruvian, that it lack plasticity, also which we use various percentages of cement. The methodology used in this investigation presents a quantitative approach, explanatory level and with a quasi-experimental design. In this area there are two quarries called Tingue Bajo and Huarangal where samples of 15 test tubes of cement soil are obtained, 15 non-stabilized soil specimens and 15 soil-cement specimens molded in the field. The soil-cement specimens made in the laboratory with 1%, 2%, 3% cement; It had a compressive strength of 13.94 kg/cm², 20.80 kg/cm², 28.52 kg/cm² was achieved for the Tingue Bajo quarry and 19.54 kg/cm², 25.96 kg/cm², 33.75 kg/cm² for the Huarangal quarry. The soil-cement specimens molded in the field with 1% cement; achieved a compressive strength of 21.57 kg/cm² for the Huarangal quarry. In conclusion, cement influences the physical and mechanical properties of the soil in laboratory tests, the Proctor modified with cement, the maximum dry density decreases and the optimal humidity increases, then the CBR increases considerably. But in the field, cement-stabilized soil deteriorates quickly because the granular material has no plasticity and requires a layer of protection for the rolling surface.

Keywords: Compressive strength, soil-cement, soil stabilization, granular materials, no plastics.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El suelo es importante en la ingeniería civil puesto que es el encargado de soportar las estructuras que se construyen sobre él. Cuando el suelo posee las características requeridas para el proyecto, todo funciona bien; el problema surge cuando se encuentra un suelo con propiedades pobres. Problemas como la contracción o hinchazón resultan perjudiciales para la estructura que el suelo está soportando, a consecuencia, las estructuras pueden terminar dañándose (Gautam, 2021).

La estabilización de los suelos surge como una necesidad a consecuencia de una pobre capacidad de carga, la inestabilidad de las excavaciones, los asentamientos de las construcciones y el alto costo de la construcción sobre este tipo de material (Rawat y Sonthwal, 2018).

La estabilización mejora la resistencia al corte, la durabilidad y la resistencia a la compresión del suelo, entre otras cualidades (Ezreig, 2022). Debido a esto, en la actualidad, esta técnica se encuentra entre los más utilizados a la hora de mejorar un suelo (Nien y Minh, 2022). Para ello, se emplea sustancias que unen los granos del suelo y llenan los espacios entre cada partícula del suelo (Zorluer y Gucek, 2020).

Materiales como el cemento, la cal, las cenizas volantes, el polvo de granito son los que se utilizan con mayor frecuencia en la estabilización de carreteras (Zorluer y Gucek, 2020). Ahora bien, es importante destacar que, dentro de esta amplia lista de materiales, la estabilización con cemento es la más frecuente en la construcción de pavimentos (Nien y Minh, 2022).

Debido a su resistencia, durabilidad y amplia disponibilidad, el cemento se ha convertido en el material perfecto para estabilizar el suelo. Al estabilizar un suelo con cemento, ambos materiales se unen formando una base estabilizada que hace que propiedades como la resistencia al corte del suelo mejore (Salim, 2021). Esta mejora se debe a un proceso de hidratación y reacción química de la puzolana (Nien y Minh, 2022). En general, esta técnica ha permitido numerosos avances en el diseño y la construcción de estructuras

vinculadas a la geotecnia, como cimientos, pavimentos y muros de contención (Rawat y Sonthwal, 2018).

La carretera Cocharcas – Huambo que se encuentra en una zona rural, es una vía sin afirmar a nivel de subrasante que está en mal estado debido a los materiales que los conforman, son suelos granulares que no tienen plasticidad. Las canteras que se encuentran a lo largo de la costa peruana no cumplen ciertos parámetros, para que puedan ser un afirmado debido a que son materiales no plásticos que no tienen cohesión. Mediante la estabilización con cemento se mejorará las características y propiedades del suelo para poder tener una capa de rodadura.

El tramo 5 División Cocharcas-Huambo, se ve afectado por diversos factores como el cambio climático, fenómenos del niño, incremento del tráfico pesado, falta de mantenimiento, entre otros. Estos componentes se ven gravemente afectados, dejando a la vía en un estado de desgaste produciendo ondulaciones longitudinales, ahuellamientos, erosión y baches siendo inaccesible ya que las empresas que se dedican al mantenimiento rutinario de tramos y vías, solo se centran en defectos y los aceptan como una mejora o limpieza, sin evaluar primero el estado de los materiales como simples defectos.

Dado el costo y el tiempo que lleva mantener las carreteras, se adopta un método más exhaustivo y periódico para restaurar los componentes de la carretera a su estado original. La mayoría de las veces, el material que se usa en la construcción de carreteras se combina con aditivos químicos para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos, o para evitar el deterioro.

Al realizar esta investigación, se estaría beneficiando la reducción de costos operativos, mayor movilidad de bienes y servicios y más estímulo económico en las regiones que atravesamos. Si los proyectos de estabilización de suelos no se implementan con cemento, los índices de pobreza varían de pobres a extremadamente pobres, con caminos envejecidos que interrumpen la comunicación vial en menos de un año y empeoramiento de las lluvias en invierno que impiden el tráfico.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera influye la estabilización de suelo-cemento en vías terciarias que contengan materiales granulares en el Tramo 5 división Cocharcas – Huambo en la Región de Ica?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Qué porcentaje de cemento se utilizará para estabilizar las muestras de materiales granulares?
- ¿Cómo influye la estabilización de suelo-cemento en las propiedades físicas y mecánicas de los materiales granulares?
- ¿Cómo influye la estabilización de suelo-cemento en el ensayo de resistencia a la compresión simple?

1.3. OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia de la estabilización de suelo-cemento en vías terciarias que contengan materiales granulares en el Tramo 5 Dv. Cocharcas – Huambo en la Región de Ica.

1.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el porcentaje de cemento a utilizar para estabilizar las muestras de suelo.
- Determinar cómo influye la estabilización con cemento a las propiedades físicas y mecánicas del suelo mediante ensayos de laboratorio.
- Evaluar la diferencia entre las propiedades de un suelo estabilizado con cemento y un suelo convencional.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. A NIVEL TEÓRICO

El propósito de realizar esta investigación es de cubrir un vacío de conocimiento ya que, a pesar de que la utilización del cemento para estabilizar el suelo ha sido ampliamente estudiada tanto en el país como en el extranjero, en la región de Ica no se han realizado estudios sobre el tema.

Asimismo, se busca apoyar la teoría existente en caso de obtener resultados favorables o similares a los resultados encontrados durante el proceso de revisión de la literatura. Por último, con esta investigación se podrá conocer el comportamiento y la variación de las propiedades de los suelos de la región de Ica al ser estabilizados con cemento.

1.4.2. A NIVEL PRÁCTICO

Esta investigación será de gran ayuda para los ingenieros civiles acerca de la estabilización con cemento, en los suelos que carecen de plasticidad en la construcción de vías terciarias. Los resultados también ofrecerán implicaciones prácticas con respecto a la cantidad de cemento óptima para estabilizar vías terciarias que posean materiales granulares.

1.4.3. A NIVEL METODOLÓGICO

En este estudio se sigue la metodología planteada por diversas investigaciones que consiste en, primer lugar, identificar las características de los materiales a estudiar. Para ello, se elaboran los ensayos de mecánica de suelos respectivos. Posteriormente, se estabiliza la muestra de suelo utilizando diversas proporciones de cemento y se obtiene los resultados para cada una de sus propiedades. De esta manera, se puede evaluar el comportamiento de la muestra del suelo convencional con respecto al estabilizado.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio se centra en investigar la estabilización de suelos utilizando como material el cemento. Aunque hay otros tipos de carreteras que se clasifican según la demanda, esta investigación sólo abordará la estabilización de suelos para carreteras terciarias.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación es viable puesto que se tiene acceso al lugar donde se realiza el proyecto que es el tramo 5 Dv. Cocharcas - Huambo, que será en el cual se tomaran las muestras de las canteras para ser analizadas debido a que el investigador trabaja en el lugar.

A nivel personal, el investigador cuenta con los conocimientos necesarios para realizar la investigación. La Universidad de Huánuco ofrece el respaldo institucional necesario para realizar el estudio, incluyendo el acceso al laboratorio de mecánica de suelos. Además, los profesores brindan a los estudiantes la asistencia necesaria para aclarar cualquier duda que puedan tener durante la realización de su investigación.

Por otra parte, se tiene los recursos económicos para cubrir con los gastos como la adquisición de materiales (cemento), el transporte de las muestras de suelo, las copias y la impresión. En cuanto a los materiales, se dispone de un ordenador para elaborar el documento, analizar los resultados y crear los gráficos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. INTERNACIONALES

Arshad (2021), “Estabilización con cemento del suelo de la subrasante para una estructura de pavimento sostenible”, tuvo como objetivo estabilizar los suelos limo arcillosos mediante la adición de 5% de cemento, se realizó los ensayos de laboratorio y la verificación en el sitio. Las pruebas de laboratorio incluyeron la clasificación del suelo, ensayo de compactación, rotura de probetas estabilizadas con cemento y CBR; mientras que los ensayos de verificación del sitio comprendieron la densidad de campo y la resistencia a la compresión de las probetas. Se obtuvo en el laboratorio una resistencia de 0.8 MPa en la rotura de la probeta estabilizada con 5 % de cemento en peso. En la prueba de densidad de campo se logró una densidad de compactación de laboratorio superior al 95 % y una resistencia de 1,01 MPa en la rotura de probeta. Concluyo que con la adición de cemento se mejora la resistencia y la rigidez de la subrasante, lo que minimiza el riesgo de daños en la carretera, como la deformación permanente.

Majumder y Bhattacharyya (2020), realizó la investigación: “Estabilización mecánica de suelos de subrasante utilizando una mezcla de cemento y arena”, en este estudio se presenta un intento de estabilizar el suelo orgánico negro (BCS) utilizando arena disponible localmente con una mezcla de cemento. El suelo en la parte occidental de la India está dominado por el suelo orgánico negro que causa muchos problemas para la construcción de carreteras. El reemplazo con suelo de préstamo bien graduado para la subrasante no es una solución económica para la construcción de carreteras. En la India, se han propuesto varias construcciones de carreteras en este terreno problemático. Para ello, se han utilizado diferentes proporciones de arena con cemento para mejorar las propiedades mecánicas del suelo orgánico negro. La mezcla de 60 % de arena y 2 % de cemento dio como resultado un aumento en el valor de

CBR de aproximadamente un 120 % en comparación con el BCS estabilizado con cal.

Carvajal y Pozo (2019). “Estudio de Suelo, Estabilización del Material Granular Existente con Cemento Mh y diseño de Pavimento Flexible en las Calles del Sector la Milina, Parroquia José Luis Tamayo, Cantón Salinas, Provincia de Santa Elena”, (Tesis de Pregrado). El presente estudio tuvo como finalidad lograr la estabilización del material existente (material propio, o de relleno) aplicando cemento tipo MH para modificar las propiedades geotécnicas del suelo. Se realizó un diseño con un porcentaje 5 % de cemento, se alcanzó una resistencia a los 7 días de 10.42 kg/cm² y a los 28 días de 16.11 kg/cm². A los 34 días el módulo de elasticidad fue de 3552 Mega pascales.

2.1.2. NACIONALES

Guardia y Gutiérrez (2021). “Estabilización de suelos, empleando la técnica suelo cemento, en la trocha carrozable, tramo Honkopampa – Pashpa, San Miguel de Aco – Carhuaz”, (Tesis de Pregrado). Durante el desarrollo de la investigación se realizó un diseño con porcentajes de 3% y 5% de cemento, la cual mejoro las propiedades físicas y mecánicas del suelo respecto a un suelo sin estabilizar.

La clasificación de suelos de las calicatas C-1 y C-3 fue un SC (Grava arcillosa con arena); con 3% de cemento se alcanzó una densidad máxima seca de 2.082 kg/cm³, la humedad óptima fue 14% y para el 5% de cemento se logró una densidad máxima seca de 2.105 kg/cm³, y una humedad óptima de 9%.

La calicata C-1 sin estabilizar tuvo un CBR al 100% de 31.61%, después de estabilizar con 3% de cemento el resultado fue al 100% de 35.5%. Asimismo, la calicata C-3 sin estabilizar tuvo un CBR al 100% de 29.40%, después de estabilizar con 5% de cemento se alcanzó un CBR de 30.0% al 100%.

Chávez (2021). “Influencia del cemento Viaforte en estabilización de pavimento asfáltico reciclado envejecido en la carretera Costanera 2, Vichayal, Piura”, (Tesis de Pregrado). La presente investigación tiene como propósito establecer la influencia de diferentes porcentajes de cemento, en un pavimento asfáltico reciclado.

Se tiene una clasificación de suelos SC (arena arcillosa), se realizaron ensayos de densidad-humedad con porcentajes de 2%, 2.5%, 3% de cemento, en los que se obtuvieron la máxima densidad seca de 2.136 gr/cm³, 2.145 gr/cm³, 2.156 gr/cm³ y una humedad óptima de 7.95%, 7.90%, 7.10%. Se aprecia que a mayor porcentaje de cemento la máxima densidad seca aumenta y disminuye la humedad óptima.

En las roturas de probetas a los 7 días con 2% de cemento se tuvo 15 kg/cm², con 2.5% de cemento 17 kg/cm² y con 3% de cemento se alcanzó 26 kg/cm², mediante la tabulación se encuentra un porcentaje óptimo de 2.55 % de cemento.

Cruzado (2021). “Influencia del cemento Quisqueya, Inka y Viaforte en la estabilización de suelos para subrasante en los distritos de Huancho y Trujillo”, (Tesis de Pregrado). En el presente trabajo de investigación se planteó analizar la influencia de las 3 marcas de cemento, con la finalidad de comparar resultados para usar en la estabilización de la subrasante. La clasificación de los suelos fueron CL (una arcilla de baja plasticidad), SP-SM (arena limosa) y GC (grava arcillosa).

Realizó 3 probetas de suelo-cemento con porcentajes de 3% y 6% de cemento Quisqueya, Inka y Viaforte en cada tipo material.

En la rotura de probetas a los 7 días con 3% de cemento se tuvo resultados entre 8.34 kg/cm² y 16.19 kg/cm², con 6% de cemento los resultados estuvieron entre 21.09 kg/cm² y 25.81 kg/cm², el cemento Viaforte tiene la resistencia alto en material de afirmado. El suelo natural sin estabilizar tuvo una resistencia entre 2.55 kg/cm² y 8.67 kg/cm².

El CBR con 6% de cemento se incrementó en 50.13%, 74.33% y 70.77% con relación al suelo sin estabilizar.

2.1.3. LOCALES

En la región Ica no hay investigaciones sobre estabilizaciones con cemento.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. SUELOS

El suelo es una mezcla naturalmente porosa de materia orgánica ya descompuesta con agua y aire. Los agricultores, por supuesto, tienen una definición más práctica del suelo y lo ven como el medio en el que crecen sus cultivos. Los ingenieros civiles, por su parte, definen el suelo como el material que soporta los edificios y las carreteras. Sin embargo, en la producción, al suelo se le considera una parte importante del sistema agrícola porque sostiene los cultivos que constituyen la base de la vida y la economía de todo un país (Foth y Turk, 1985).

El suelo es un sistema dinámico en el que se producen transformaciones y cambios por la interacción de procesos químicos, biológicos y físicos. Estos procesos ocurren simultáneamente y el resultado final es un sustrato que proporciona nutrientes, agua y soporte para las plantas y demás organismos (Domínguez, 2005). El suelo tiene las siguientes funciones:

- Apoyan las actividades productivas y la biodiversidad, también contribuyen a la producción de alimentos, energía renovable, materias primas y forraje. Son el hábitat y la reserva genética que contiene más especies que todos los demás hábitats juntos.
- Distribuyen y regulan el flujo de agua, equilibrando así el ciclo del agua.
- Actúan como filtros que inmovilizan las sustancias orgánicas e inorgánicas tóxicas de los residuos agrícolas, industriales y domésticos.
- Reciclan y almacenan los nutrientes y demás elementos de la biosfera; actúan como depósitos de nutrientes y los liberan cuando las plantas lo necesitan.

- Apoyan la actividad humana en forma de espacio que las emplean para infraestructuras urbanas, carreteras, parques, plantas industriales, etc.

2.2.1.1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS

a) Clasificación AASHTO

Esta clasificación tiene en cuenta los siete grupos principales de suelos A-1 a A-7. Las clases A-1, A-2 y A-3 son materiales granulados en los que no más del 35 % de las partículas pasan por 200 tamices. Los suelos en los que más del 35 % de las partículas pasan por 200 tamices se clasifican como A-4, A-5, A-6 y A-7, compuestos principalmente por tierra y arcilla. Los materiales del grupo A-1 son excelentes para aplicaciones de pavimentación, mientras que los del grupo A-7 son los más pobres.

b) Clasificación Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)

Arthur Casagrande desarrolló el Sistema (S.U.C.S.) para clasificar los suelos, que se utilizó principalmente en los campos de aviación durante la Segunda Guerra Mundial. Unos años más tarde, American Society for Testing and Materials (ASTM) lo modificó ligeramente y lo adoptó como método de clasificación normalizado.

La correcta clasificación de los suelos según este sistema requiere conocer las proporciones de grava, arena, arcilla y limo, los coeficientes de curvatura y uniformidad, y los parámetros de fluidez y ductilidad. Los primeros cinco conjuntos de datos se obtuvieron mediante el análisis del tamaño de las partículas. El método S.U.C.S. tiene su propia nomenclatura y las abreviaturas utilizadas para las partículas son S (arena), G (grava), P (mal graduada) y W (bien graduada) (Braja, 2001).

El sistema de clasificación SUCS debe tener en cuenta la composición granular y la plasticidad del suelo a evaluar.

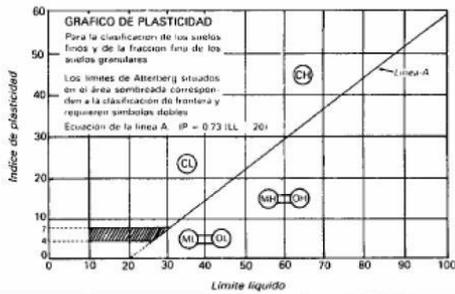
Tabla 1
Sistema de clasificación AASHTO

Clasificación General	Material granular (35% o menos pasa el tamiz N°200)						Materiales Limo- Arcillosos (>35% pasa el tamiz N°200)				
	A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7*	
Grupo	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Sub grupo										A-7-5 A-7-6	
% que pasa el tamiz											
N° 10 (2.00 mm)	≤ 50										
N° 40 (0.425 mm)	≤ 30	≤ 50	≥ 51								
N° 200 (0.425 mm)	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35			36				
Características del material que pasa el tamiz N°40											
Limite Líquido				≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41
Índice de Plasticidad	≤ 6		NP	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11
Descripción	Gravas y Arenas		Arena fina	Gravas y Arenas Limosas Arcillosas			Suelos Limosos		Suelos Arcillosos		
Tipo de material	Excelente a bueno						Regular a deficiente				
	<ul style="list-style-type: none"> • IP del subgrupo A-7-5 es menor o igual que LL menos 30 • IP del subgrupo A-7-6 es mayor que LL menos 30 										

Nota. Manual de Carreteras (2014).

Figura 1
Sistema de Clasificación SUCS

DIVISION PRINCIPAL	SIMBOLO DEL GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACION		
SUELOS DE GRANOS GRUESOS 50% o más es retenido en el tamiz No. 200	GRAVAS LIMPIAS 50% o más de la fracción gruesa es retenido en el tamiz No. 4	GW	Gravas bien gradadas y mezclas de arena y grava con pocos finos o sin finos	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ Mayor que 4 $C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Entre 1 y 3 Si los criterios para GW no se cumplen	
		GP	Gravas y mezclas de gravas y arenas mal gradadas con pocos finos o sin finos		
		GM	Gravas limosas, mezclas de grava - arena y limo		
		GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava - arena y arcilla		
	ARENAS LIMPIAS Más del 50% de la fracción gruesa pasa por el tamiz No. 40	SW	Arenas y arenas gravosas bien gradadas con pocos finos o sin finos	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ Superior a 6 $C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Entre 1 y 3 Si no se cumplen los criterios para SW	
		SP	Arenas y arenas gravosas mal gradadas con pocos finos o sin finos		
		SM	Arenas limosas, mezclas de arena limo		
		SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla		
SUELOS DE GRANOS FINOS 50% o más pasa por el tamiz No. 200	LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido de 50% o inferior	ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas	Clasificación basada en el porcentaje de limos Menos del 5% pasa por el tamiz No. 200 GW, GP, SW, SP Más del 5% pasa por el tamiz No. 200 GM, GC, SM, SC Más del 12% pasa por el tamiz No. 200 GP, SW, SP Más del 12% pasa por el tamiz No. 200 GM, GC, SM, SC Para clasificación de fronteras se necesitan símbolos dobles	
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, suelos sin mucha arcilla		
		OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad		
	LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido superior a 50%	MH	Limos inorgánicos, arenas finas o limos micáceos o de diatomeas limos elásticos		
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas		
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad alta o media		
	Suelos altamente orgánicos	PT	Turba, estiércol y otros suelos altamente orgánicos		Límites de Atterberg localizados bajo la línea "A" e índice de plasticidad inferior a 4. Límites de Atterberg sobre la línea "A" e índice de plasticidad superior a 7. Para los límites de Atterberg localizados en el área sombreada se debe clasificar utilizando símbolos dobles.



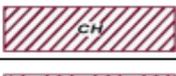
Nota. Manual de Carreteras (2014).

Para los suelos de grano fino se utilizan las abreviaturas C (arcilla), M (limo), L (baja compactibilidad) y H (alta compactibilidad), y para los suelos orgánicos se utiliza la abreviatura Pt (turba). El sistema comprende suelos de grano fino y grueso separados por tamizado a través de una malla N°200, siendo los granos gruesos más y los granos finos, los menores. Un suelo es grueso si más del 50% de las partículas son de grano grueso y un suelo es fino si más de la mitad de las partículas son de grano fino.

Este sistema de clasificación se caracteriza por la clasificación de los suelos según grupos de símbolos, por ejemplo, GW, GP, CL, SW, SC, GC, CH, MH, ML, PT, etc. (Riquetti y Arizaga, 2014). Se visualizará los signos para perfiles de calicatas en base a la clasificación SUCS, a continuación:

Figura 2
Signos Convencionales para perfil de Calicatas

	Grava bien graduada, mezcla de grava con poco o nada de materia fina, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedios		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico

	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa
	Arcilla orgánica de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico
	Turba, suelo considerablemente orgánico

Nota. Manual de Ensayo de Materiales (2016).

2.2.1.2. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS

La principal responsabilidad de las propiedades físicas del suelo es el transporte del agua, aire, calor la cual puede ser desgastada por los distintos usos que se le dan. (Sánchez, 1981).

a) Estructura del suelo

La textura se refiere a las proporciones relativas de arena (a), limo (L) y arcilla (A) en el suelo; esta propiedad se refiere a las partículas con un diámetro inferior a 2 mm.

b) Textura del suelo

A efectos de esta definición, la textura del suelo se define como el tamaño, la forma y la distribución de las partículas primarias que forman los constituyentes y el tamaño, la forma y la distribución de los constituyentes. Una buena estructura depende de la velocidad a la que el aire y el agua se mueven por el suelo.

c) Porosidad del suelo

La porosidad total es el espacio total no ocupado por fracciones sólidas, minerales u orgánicas. Es importante si está bajo el agua o el aire en el momento del muestreo. La porosidad total se obtiene, por tanto, a partir de la siguiente ecuación y tabla de clasificación.

d) Resistencia mecánica del suelo

La resistencia mecánica es la fuerza con la que el suelo resiste la penetración de un objeto punzante y se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado. El suelo es resistente a la deformación, tanto a la compresión volumétrica como a la deformación lineal. Para un determinado contenido de humedad, la resistencia a ambos tipos de deformación suele aumentar con el incremento del volumen y la densidad.

e) Densidad total (Sí)

La densidad es importante para comprender el estado físico del suelo porque refleja el comportamiento dinámico de la estructura y la porosidad, que cambia debido a factores externos e internos como la compactación y la descomposición de las partículas.

La densidad efectiva (D_r) de un suelo es la relación entre su peso seco (P_{ss}) y su volumen efectivo, el volumen de partículas (V_p). Suele expresarse en g/cm^3 .

2.2.1.3. PROPIEDADES QUÍMICAS

Las propiedades de químicas son de relevancia, para el cultivo de las plantas (Bazán, 2017).

a) pH del suelo

El pH del suelo es una medida de la acidez o la alcalinidad y, en general, se considera una propiedad muy importante, ya que suele estar correlacionada con otras propiedades, como el grado de saturación de bases en el suelo. La determinación de la concentración de iones hidronio (H^+) e iones hidroxilo (OH^-) es una medida de la acidez o la alcalinidad.

b) Materia orgánica del suelo

Según las directrices de la Soil Science of América, la materia orgánica del suelo se define como, la fracción orgánica del suelo que incluye los residuos animales y vegetales en diversas fases de descomposición, de los tejidos y las células de los organismos que habitan en el suelo y las sustancias producidas por los que habitan el suelo.

c) Disponibilidad de nitrógeno en el suelo

El nitrógeno es abundante en hortalizas como patatas, plátanos, la caña de azúcar y otras verduras. La disponibilidad en el suelo es dependiente del porcentaje de la materia orgánica. Su ausencia es más común en los suelos degradados por una mala gestión, donde la disponibilidad de materia orgánica es baja y los procesos de mineralización son desfavorables. La quema de hojarasca ha contribuido a la falta de materia orgánica en la mayoría de los suelos de las colinas, y los agricultores lo reconocen diciendo que el suelo está cansado o agotado.

2.2.2. CARRETERAS

2.2.2.1. PARTES DE UNA CARRETERA

Cada carretera, siendo independiente de su complejidad o tamaño, se compone de varios tramos vinculados al destino y sus límites:

- **Plataforma:** Es la zona en la que se conectan todas las partes de una vía.
- **Calzada:** Es parte por donde transitan los vehículos, que puede tener uno o varios carriles, según sus dimensiones.
- **Carril:** La franja longitudinal que forma parte de la calzada. Cuando hay más de un carril, suelen estar marcados con señales y son lo suficientemente amplios como para permitir el acceso de diversos vehículos, desde motocicletas hasta coches grandes.
- **Cuneta o zanja:** zanja al borde de la carretera y zanja a un nivel inferior en la que se recogen las aguas residuales para que puedan ser desviadas a zonas donde no se acumulen y causen sedimentación o inundaciones.
- **Vía peatonal:** sección longitudinal de la calzada, generalmente a ambos lados de la misma, destinada al tránsito de peatones.
- **Ciclovia:** tramo de calzada reservado al tráfico de bicicletas. Puede ser unidireccional o bidireccional y se designa por sus características.

2.2.2.2. CLASIFICACIÓN

Según el Manual Para El Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (2008), las carreteras se clasifican de las siguientes maneras:

a) Clasificación por su Función

- Carreteras de la Red Vial Nacional.
- Carreteras de la Red Vial Departamental o Regional.
- Carreteras de la Red Vial Vecinal o Rural.

b) Clasificación Por el Tipo de Relieve y Clima

Caminos lisos, accidentados, ondulados y muy accidentados; se dan localmente en la costa (baja pluviosidad), en la sierra (pluviosidad moderada) y en la selva (húmeda y muy húmeda).

2.2.3. ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

La estabilización del suelo es la mejora de las propiedades físicas del suelo mediante procesos mecánicos y la adición de productos químicos naturales o sintéticos. Dichos estabilizadores se utilizan habitualmente en sustratos inadecuados o no aptos y se conocen como estabilización de suelos a base de cemento, asfaltado de suelos y otros productos diversos. Cuando el suelo granular o la tierra granulada se estabiliza para conseguir una mejor calidad del material, se denomina suelo tratado o tierra granular (con cemento, cal, asfalto, etc.) (Manual de Carreteras, 2014).

Tabla 2
Métodos de estabilización de suelos

Métodos	Físicos	Confinamiento (Suelos no cohesivos)
		Pre consolidación (Suelos cohesivos)
		Mezclas de suelos
		Vibro compactación
	Químicos	Cemento
		Asfalto
		Sales
		Cal
		Polímeros
		Mecánicos

Fuente: Manual de Carreteras (2014).

2.2.3.1. ESTABILIZACIÓN FÍSICA

Se utiliza para mejorar el suelo creando cambios físicos en él. Existen varios métodos, como, por ejemplo:

- Suelos no cohesivos
- Suelos cohesivos
- Mezcla de suelos
- Vibro flotación

2.2.3.2. ESTABILIZACIÓN QUÍMICA

Se utilizan principalmente ciertos productos químicos que sustituyen a los iones metálicos y cambian la composición del suelo, a continuación, se presentan algunos métodos (Manual de Carreteras, 2014).

- **Cal:** reduce la plasticidad de suelos que son arcillosos y es muy barata.
- **Cemento Portland:** Incrementa la resistencia del suelo y disminuye la plasticidad de los suelos.
- **Productos asfálticos:** Emulsión ampliamente utilizada para agregados no cohesivos.
- **Cloruro de sodio:** Hace que el suelo sea impermeable y reduce la cantidad de polvo en él, especialmente en los suelos arcillosos y de poca consistencia.
- **Cloruro cálcico:** Hace que el suelo sea impermeable y reduce la cantidad de polvo en él, especialmente en suelos limosos y arcillosos.
- **Escorias de Fundición:** Se utiliza habitualmente en las capas de asfalto para darle resistencia, impermeabilizarlo y prolongar su vida útil.
- **Polímeros:** Suelen utilizarse en las capas de asfalto para hacerlas más resistentes, impermeables y prolongar su vida útil.

- **Goma de neumático:** Este material se utiliza habitualmente en las capas de asfalto para hacerlas más resistentes, impermeables y duraderas.

2.2.4. CRITERIOS PARA ELEGIR EL ESTABILIZADOR

Se consideran como materiales adecuados para la capa de subrasante suelos con $\text{CBR} \geq 6\%$. En caso de ser menor (subrasante pobre o subrasante inadecuada), o se presenten zonas húmedas locales o áreas blandas, será materia de un estudio especial de estabilización o de solución. (Manual de Carreteras, 2014).

Factores a considerar para seleccionar el método más conveniente de estabilización:

- Tipo de suelo
- Uso del suelo
- Tipo de aditivo estabilizador
- Experiencia en el tipo de estabilización que se aplicara
- Costos comparativos

Tabla 3
Tipos de estabilizadores y parámetros

Suelo estabilizado	Parámetros
Cemento	Resistencia a la compresión simple = 1.8 Mpa mínimo
	Humedecimiento – secado (MTC E 1104)
	Para suelos A-1; A-2-4; A-2-5; A3 = 14% de pérdida máxima
	Para suelos A-2-6; A-2-7; A-4; A5 = 10% de pérdida máxima
Emulsión Asfáltica	Para suelos A-6; A-7 = 7% de pérdida máxima
	Estabilidad Marshall = 230 kg mínimo (MTC E 504)
	Perdida de estabilidad después de saturado =50% máxima
Cal	Porcentaje de recubrimiento y trabajabilidad de la mezcla
	CBR* =100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132)
Sales	Expansión ≤ 0.5%
	CBR* =100% mínimo, CBR no saturado (MTC E 115, MTC E 132)
PRODUCTOS QUÍMICOS (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, etc.)	CBR* =100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132)
	Expansión ≤ 0.5%
(*) CBR corresponde a la penetración de 0.1"	

Nota. Documento Técnico Soluciones Básicas en Carreteras No Pavimentadas (2015)

Tabla 4
Tipos de estabilizadores y su aplicación según región

Zona	Materiales o suelos predominantes	Estabilizador de suelos aplicable
Costa (Altitud hasta 500 msnm)	Suelos granulares, de nula a baja plasticidad (clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5)	-Sales -Cemento portland, ceniza volcánica, puzolana -Emulsión Asfáltica -Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, sistemas, etc.)
Sierra (Altitud entre 500 y 4800 msnm)	Suelos granulares, de nula a plasticidad media (AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5)	-Cemento portland, ceniza volcánica, puzolana -Emulsión Asfáltica -Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, sistemas, etc.)
Ceja de Selva y Selva Alta (Altitud entre 400 y 1000 msnm)	Suelos granulares, de nula a plasticidad alta (clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7)	-Cemento portland, ceniza volcánica, puzolana -Emulsión Asfáltica -Cal -Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, sistemas, etc.)
Selva Baja (Altitud menor a 400 msnm)	Suelos limo-arcillosos, arcillas, arcillas arenosas y arenas predominantes finas (clasificación AASHTO: A-2-4, A-3, A-6, A-7)	Cemento portland, ceniza volcánica, puzolana -Emulsión Asfáltica -Cal -Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, sistemas, etc.)

Nota. Documento Técnico Soluciones Básicas en Carreteras No Pavimentadas (2015)

2.2.5. SUELO – CEMENTO

Es una mezcla de suelo disgregado, cemento Portland y agua, la cual es compactada y curada para obtener un material endurecido que satisface ciertas propiedades. (Manual de Carreteras, 2014).

Las propiedades del suelo – cemento dependen de:

- Tipo y cantidad de suelo, cemento y el agua.
- El proceso Constructivo.
- Edad de la mezcla compactada y el curado.

Los suelos más adecuados para estabilizar con cemento son los granulares tipos A-1, A-2 y A-3, el tamaño máximo no podrá ser mayor de 5 cm (2”), con finos de plasticidad baja o media ($LL < 40$, $IP < 18$)

2.2.5.1. DOSIFICACIÓN DE CEMENTO

La dosificación de cemento para Suelo Cemento puede fijarse aproximadamente en función del tipo de suelo, según lo siguiente:

Tabla 5

Rango de cemento requerido en Estabilización suelo cemento

Clasificación de suelos AASHTO	Rango de cemento requerido porcentaje del peso de los sue- los
A-1-a	3-5
A-1-b	5-8
A-2	5-9
A-3	7-11
A-4	7-12
A-5	8-13
A-6	9-15
A-7	10-16

Fuente. Federal Highway Administration, (FHWA)

La USACE (1984) recomienda cantidades mínimas iniciales de cemento para lograr la estabilización suelo - cemento de acuerdo al tipo de suelo.

Tabla 6
Porcentaje de cemento

Clasificación del suelo	Requerimiento inicial estimado de cemento en porcentaje del peso seco
GW - SW	5
GP, SW – SM, SW – SC, SW – GM, SW-GC	6
GM, SM, GC, SC SP – SM, SP – SC, GP – GM GP – GC, SM – SC, GM - GC	7
SP, CL, ML, ML - CL	10
MH, OH	11
CH	10

Fuente. USACE, (1984)

2.2.6. MATERIALES

2.2.6.1. SUELOS

Todos los suelos pueden estabilizarse con cemento Portland con excepción de los suelos muy plásticos, de alto contenido de materia orgánica o con un alto contenido de sales nocivas para el cemento.

Existen distintas normas que limitan ciertas características del suelo para su uso en suelo-cemento, estas en general coinciden en limitar su granulometría y plasticidad. La finalidad de los límites indicados por las diferentes normas es la de obtener mezclas económicas y durables. Al utilizar suelos granulares, el pulverizado y mezclado es más efectivo, lo que implica un porcentaje de cemento menor y por lo tanto una mezcla más económica.

2.2.6.2. CEMENTO PORTLAND

Se puede emplear en bolsas o a granel, el que más se usa en obra es el cemento tipo I. La cantidad de cemento va depender del tipo de suelo, que se desea estabilizar.

2.2.6.3. AGUA

El agua se incorpora a la mezcla a fin de alcanzar la humedad óptima durante la compactación y para hidratar el cemento. El agua correspondiente a la humedad óptima normalmente es bastante superior a la necesaria para la completa hidratación del cemento.

Se especifica agua potable o relativamente limpia, sin cantidades nocivas de ácidos, álcalis o materia orgánica. También se ha utilizado agua de mar en forma satisfactoria; la presencia de cloruros incrementa la resistencia a edad temprana.

2.2.6.4. ADITIVOS

El aditivo a utilizar va depender del tipo de clima, tipo de suelo. Los aditivos más usados son el Proes y los retardantes de fraguado.

El aditivo Proes no funciona en los materiales granulares que carecen de plasticidad.

2.2.7. DISEÑO DE LA MEZCLA

La mezcla de suelo - cemento debe diseñarse mediante el método de la Portland Cement Association (PCA). Como parámetros de diseño se toman los ensayos de resistencia a compresión simple, y de humedecimiento - secado. (Manual de Carreteras, 2014).

Tabla 7
Perdida máxima de peso de suelo-cemento

Tipo de suelo a estabilizar	Perdida máxima (%)
A-1, A-2-4, A-2-5, A-3	14
A-2-6, A-2-7, A-4, A-5	10
A-6, A-7	7

Fuente. Manual de Carreteras (2014).

Tabla 8
Parámetro de aceptación de los trabajos

ENSAYO	TOLERANCIA	FRECUENCIA
Grado de compactación	Mínimo 95% de la máxima densidad seca.	Cada 250 m ²
Humedad Optima	± 1.5%	Cada 250 m ²
espesor	Espesor medio ≥ Espeso de diseño Espesor individual ≥ 95% Espeso de diseño	Cada 250 m ²
Uniformidad de la superficie	Medición paralela y transversal al eje de la vía, efectuada con regla de 3 m; no debe existir variaciones mayores a 10 mm	Cada 250 m ²
Resistencia	Resistencia media ≥ Resistencia de diseño Resistencia individual ≥ 95% Resistencia de diseño	3 muestras por día.
Granulometría		
Índice plástico	Estos ensayos se deben ejecutar antes del mezclado con el estabilizador.	1 muestra por día.
Proctor Modificado		
Rugosidad (IRI)	5 m/km máximo (En toda la sección)	Después de 8 días.

Fuente. Documento Técnico soluciones básicas en Carreteras no pavimentadas (2015).

Tabla 9
Resistencia a compresión simple

Resistencia Mínima	Días de curado
1.8 Mpa	7

Fuente. Manual de Carreteras (2014).

Tabla 10
Ensayos y Frecuencias

Material	Propiedades y características	Método de ensayo	Frecuencia	Muestra
Suelo Estabilizado con Cemento Portland	Granulometría	MTC E 107	750 m3	Pista
	Índice plástico	MTC E 111	750 m3	Pista
	Proctor	MTC E 1102	750 m3	Pista
	Compresión simple	MTC E 1101 MTC E 1103	2 muestras por día	Pista
	Compactación	MTC E 117 MTC E 124	250 m2	Pista
	Abrasión los Ángeles	MTC E 207	2000 m3	cantera
	Durabilidad (2)	MTC E 209	2000 m3	cantera
	Sulfatos	NTP 339.178	2000 m3	cantera
	pH	NTP 339.073	2000 m3	Fuente de agua
	Sulfatos	NTP 339.074	2000 m3	Fuente de agua
	Materia Orgánica	NTP 339.072	2000 m3	Fuente de agua

(2) Ensayos para altitudes mayores a 3000 m.s.n.m.

Fuente. Manual de Carreteras (2014).

2.2.8. FACTORES QUE AFECTAN LA MEZCLA

2.2.8.1. EL TIPO DE SUELO

Esta influenciado por su granulometría y composición química. Los suelos que pueden ser tratados con cemento con fines viales, deben tener un límite líquido menor a 40 y su índice plástico menor a 18.

Los suelos granulares son más económicos de estabilizar, requieren menor cemento en comparación de los suelos finos arcillosos que necesitan mayores porcentajes de cemento.

2.2.8.2. CANTIDAD DE CEMENTO

El cemento es el material más costoso en la estabilización de suelo-cemento, ya que la durabilidad y las propiedades mecánicas van a depender del porcentaje que se emplee.

2.2.8.3. DISTRIBUCIÓN DE CEMENTO EN CAMPO

Cuando se distribuye el cemento de forma manual, en campo el viento se lleva una parte, caen en la cuneta y, por lo tanto, no hay una buena distribución uniforme de cemento y se ve afectado el suelo estabilizado.

Con una esparcidora de cemento en campo, queda bien uniforme la distribución de cemento y no se generan desperdicios.

2.2.8.4. CANTIDAD DE AGUA

La calidad de la mezcla, va depender de la cantidad de agua que se emplee. Una buena compactación, debe obtenerse para una alta densidad seca y ella sólo se obtiene cuando el suelo tiene la humedad óptima. En los diseños de suelo cemento se usa generalmente como ensayo de control el Proctor normal en lugar del modificado, por cuanto aquel tiene una humedad óptima mayor, que proporciona la cantidad de agua adecuada para la correcta hidratación del cemento. Además, como la densidad máxima del

ensayo normal es menor, se evita el riesgo de obtener compactaciones muy elevadas y resistencias demasiado altas que, como ya se indicó, resultan también inconvenientes.

2.2.8.5. TIEMPO DE MEZCLADO

Se debe realizar en un tiempo máximo de 2 horas debido, debido a que el cemento empieza a fraguar al entrar en contacto con el agua.

2.2.8.6. COMPACTACIÓN

Una mezcla satisfactoria de suelo cemento sólo puede obtenerse si se compacta adecuadamente. El retraso entre el mezclado y la compactación generan una disminución de la densidad que puede alcanzarse al compactar la mezcla y por lo tanto disminuyen su resistencia. Cabe recordar que las mezclas de laboratorio tienen una mayor resistencia que las producidas en la obra.

2.2.8.7. PERFILADO

Una vez que pasaron los rodillos, se procede con el perfilado para uniformizar la superficie de rodadura mediante cortes y rellenos de unos cuantos centímetros. Debido a que el cemento ya empezó a fraguar esos pequeños rellenos que se pusieron se empiezan a desprender rápidamente con paso del tránsito vehicular.

2.2.8.8. CURADO DE LA MEZCLA COMPACTADA

La resistencia a la compresión de la mezcla de suelo-cemento, también se ve influida por su tiempo de curado. Experiencias de laboratorio indican que ésta aumenta cuando crece el tiempo de curado a que se somete la mezcla después de ser compactada (Ingeniería de Pavimentos para Carreteras - Alfonso Montejó Fonseca, 1998).

2.2.9. ENSAYOS DE LABORATORIO

2.2.9.1. GRANULOMETRÍA

El análisis granulométrico puede utilizarse para determinar el rango de tamaño de las partículas de un suelo específico. Los diferentes métodos sólo agrupan las partículas del suelo según el rango de tamaño, ya que no es posible determinar el tamaño real de cada partícula individual (Portilla y Chacón, 2020).

Para determinar la composición granulométrica del suelo, los suelos suelen dividirse en dos partes: gruesa y fina. Para la fracción gruesa, es decir, las partículas de más de 0,075 mm de diámetro, se utiliza el análisis por tamiz, mientras que para las partículas de menos de 0,075 mm de diámetro se utiliza el análisis por tamiz.

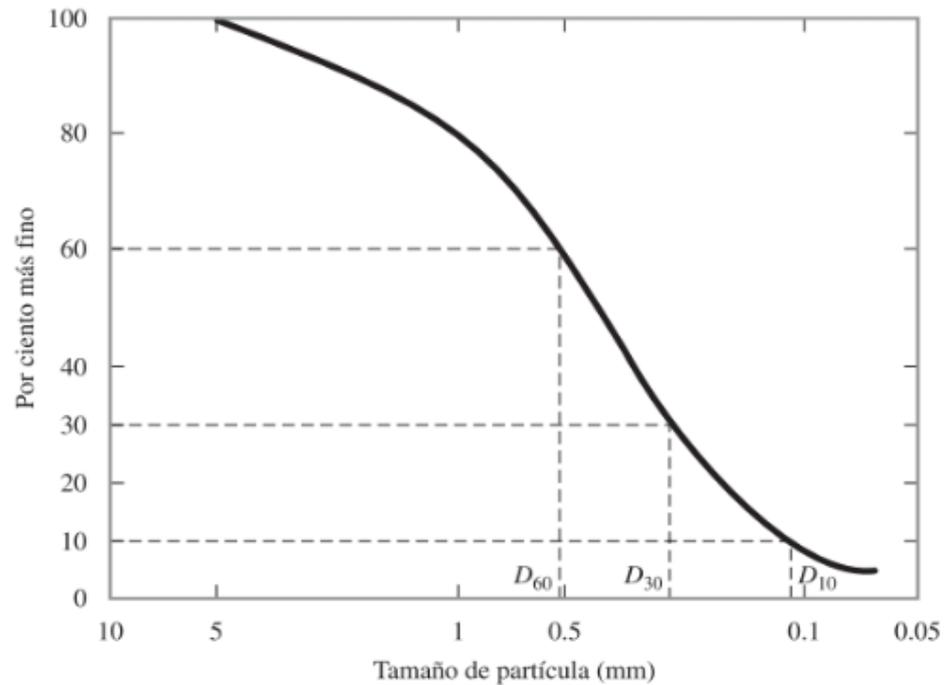
La curva granulométrica se define por la proporción de partículas del suelo en el eje lineal y por el tamaño de las partículas en el eje de la distancia, con el tamaño de las partículas expresado en una escala logarítmica. La forma de la curva proporciona una visión directa de la distribución del tamaño de las partículas del suelo.

Los diámetros característicos permiten determinar parámetros relacionados con el análisis del tamaño de las partículas.

El análisis del tamaño de las partículas requiere la determinación de la uniformidad del tamaño de las partículas y para ello se determinan las medias características:

Figura 3

Diámetros característicos del tamaño de las partículas



Nota. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica Braja M. Das (2001).

- D_{10} = diámetro real, que representa el tamaño de las partículas del suelo en milímetros, el mismo corresponde al 10% de la masa de la muestra de suelo que pasa por el tamiz.
- D_{30} = diámetro equivalente, que representa el tamaño de las partículas del suelo en milímetros y que corresponde a un diámetro igual al 30 % de la masa de la muestra de suelo que pasa por este tamiz.
- D_{60} = diámetro correspondiente a la granulometría en milímetros del suelo correspondiente al 60 % de la masa de la muestra que pasa por este tamiz.

2.2.9.2. LÍMITES DE ATTERBERG

Atterberg afirma que la plasticidad es una propiedad discontinua porque depende del contenido de agua. La plasticidad depende del contenido de agua, por lo que en orden ascendente el suelo puede estar en función del contenido de agua. En orden ascendente, el suelo puede ser líquido, semilíquido, plástico, semisólido y sólido. Por otro lado, el contenido de agua determina los límites de plasticidad. Se trata de la fuerza de adhesión, la fuerza de cohesión, la fuerza de contracción, el límite elástico y la fuerza de liquidez (Juárez y Rico, 2005).

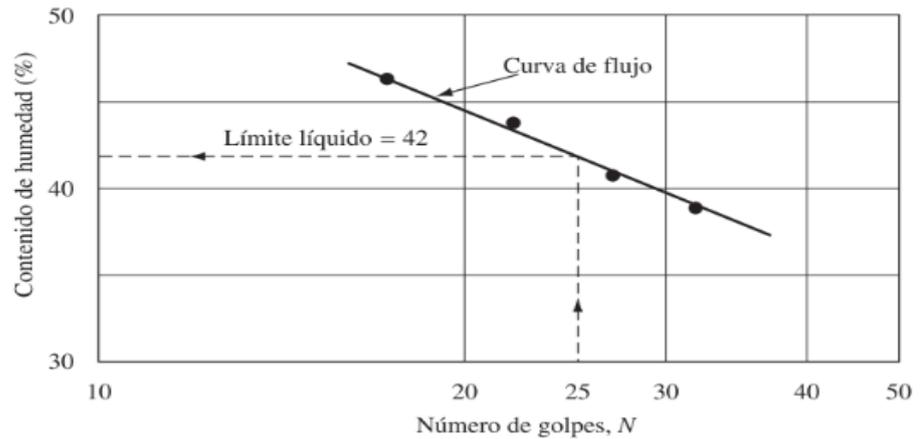
El límite elástico y el índice de plasticidad se definen con mayor precisión. Se utilizan para definir y clasificar el suelo según su plasticidad.

a) Límite de líquido

El límite líquido (LL) es el contenido de agua a partir del cual el suelo se comporta como un material plástico, hasta el límite de variación de este contenido de agua. Es un material plástico hasta el punto de que se comporta como un fluido viscoso. Este límite también se denomina límite entre el estado semilíquido y el estado plástico.

El límite líquido es una medida de la resistencia al cizallamiento del suelo con un contenido de agua determinado, para un contenido de agua dado, este es el camino A. Casagrande demostró la compatibilidad del límite líquido con una resistencia al cizallamiento de 25 g/cm² mediante un diagrama semilogarítmico en el que el eje y representa el contenido de agua en porcentaje y el eje x el contenido de agua en porcentaje y el eje x indica el número de golpes necesarios para cerrar la ranura del vaso.

Figura 4
Curva de Flujo



Nota. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica Braja M. Das (2001).

Es muy importante señalar que el límite de liquidez aumenta con la disminución del tamaño de las partículas del suelo.

b) Límite de plástico

El límite plástico (ML) es el contenido de agua necesario para romper o aplastar un material. Un rollo de tierra con un diámetro de unos 3 mm, que es el límite entre los estados plástico y semisólido.

A medida que disminuye el tamaño del grano o de la partícula del suelo, el límite elástico aumenta. Mediante diversas pruebas de laboratorio, es posible estudiar, el límite elástico del mismo suelo por diferentes laboratorios varía entre el 1% y el 3%.

c) Índice de plástico

El índice plástico (IP) de un suelo cohesivo se define como la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico. En algunos casos, no es posible determinar el punto de fluencia de algunos suelos o el punto de fluencia de algunos suelos es superior al límite elástico y da lugar a un índice de plasticidad negativo; estos suelos se definen como no plástica (NP).

d) Índice de liquidez (LI)

O el índice de liquidez, definido como el cociente de la diferencia entre el contenido natural de agua del suelo y el valor de humedad natural correspondiente del valor límite líquido y el índice

de plasticidad, que es una cantidad adimensional una cantidad adimensional.

$$il = \frac{W_{nat} - LP}{LP}$$

Dónde:

IL = Índice de liquidez

W_{nat} = Contenido de humedad natural

LP = Límite plástico

IP = Índice plástico

Determina la consistencia inicial del suelo, por lo que su valor varía entre 0 y 1 es negativo para suelos muy secos.

2.2.9.3. CONTENIDO DE HUMEDAD

Es la cantidad de agua que se encuentra en el suelo. La determinación de esta propiedad del suelo es muy importante porque está directamente relacionada con otras propiedades del suelo. Por lo tanto, se recomienda utilizar una cantidad mínima de agua natural para conseguir un resultado fiable.

Tabla 11
Contenido de Humedad natural

Tipo de suelo	Contenido de humedad natural en un estado saturado (%)
Arena uniforme floja	30
Arena uniforme densa	16
Arena limosa angular de grano flojo	25
Arena limosa angular de grano denso	15
Arcilla dura	21
Arcilla blanda	30-50
Loess	25
Arcilla orgánica suave	90-120
Cajón glacial	10

Nota. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, (Braja M. Das, 2001).

2.2.9.4. GRAVEDAD ESPECÍFICA

La gravedad específica del suelo (G_s) es la relación entre la masa de un sólido a una temperatura determinada y la masa del mismo volumen de agua sin aire a la misma temperatura.

Hay que explicar que la densidad del agua disminuye en función del aumento o disminución de la temperatura.

Tabla 12
Gravedad específica de los suelos

Tipo de suelo	G_s
Arena	2.65 – 2.68
Grava	2.65 – 2.68
Arcilla (inorgánica)	2.68 – 2.72
Arcilla (orgánica)	2.62 – 2.66
Limo	2.65 – 2.68

Fuente. Propiedades geofísicas de los suelos (Joseph Bowles, 1982).

2.2.9.5. PROCTOR MODIFICADO

Durante el ensayo, el suelo se compactará en cinco capas, tal como se especifica en la norma, golpeando repetidamente un pistón que se baja libremente hasta una altura determinada. Esta prueba sólo es aplicable a los suelos plásticos finos o que contienen una alta proporción de suelos plásticos finos (AASHTO, 2018).

El ensayo Proctor Modificado proporciona un valor más alto para la gravedad específica seca máxima y un contenido de humedad más bajo que el ensayo Proctor estándar debido a algunas diferencias enumeradas en la siguiente tabla de la norma AASHTO T180.

Tabla 13
Proctor Modificado

	T - 99	T - 180
Volumen de molde, m ³	Método A, C: 0.000943 ± 0.000008	Método A, C: 0.000943 ± 0.000008
	Método B, D, C: 0.002124 ± 0.000021	Método B, D: 0.002124 ± 0.000021
Diámetro del molde, mm	Método A, C: 101.6 ± 0.41	Método A, C: 101.6 ± 0.41
	Método B, D: 152.4 ± 2.54	Método B, D: 152.4 ± 2.54
Altura del molde, mm	116.43 ± 0.13	116.43 ± 0.13
Altura del collar des- montable, mm	50.80 ± 0.64	50.80 ± 0.64
Diámetro del pistón, mm	50.8	50.8
Masa del pistón, kg	2.495	4.536
Altura de caída	305	457
Capas	3	5
Golpes por capa	Método A, C: 25	Método A, C: 25
	Método B, D: 56	Método B, D: 56
Tamaño del material, mm	Método A, C: mínimo 4.75	Método A, C: mínimo 4.75
	Método B, D: mínimo 19.0	Método B, D: mínimo 19.0
Tamaño de la muestra, kg	Método A: 3	Método A: 7
	Método A: 5 (1)	Método A: 11 (1)
Energía KN -m /m ³	592	2693

Fuente. AASHTO T-180

Los métodos A o B deben utilizarse para suelos en los que un tamiz de 4 pulgadas (4,75 mm) no retiene más del 40% de las partículas del suelo, y los métodos C o D deben utilizarse cuando un tamiz de 19 mm ($\frac{3}{4}$ de pulgada) no retiene más del 30% de las partículas del suelo. Se considera que el material retenido en los tamices superiores es demasiado grande y, en algunos casos, es necesario ajustar la densidad seca máxima y el contenido de humedad óptimo.

La curva de condensación viene determinada por el porcentaje de humedad en el eje de profundidad y la densidad seca en el

eje plano. Muestra cómo el esfuerzo de condensación aumenta hasta un determinado contenido de humedad (el llamado óptimo) y luego disminuye.

Para determinar el contenido de humedad, se necesitan dos muestras, una de la parte superior del molde y otra de la parte inferior, con una cantidad representativa (aproximadamente 100 gramos) de material.

Posibles errores en la prueba de condensación

Los resultados de la prueba están fuertemente influenciados por ciertos errores cometidos durante la misma.

- Destrucción incompleta del volumen del suelo y mezcla con agua.
- Distribución desigual de los golpes de martillo en la muestra.
- Las muestras tomadas para las pruebas de humedad no son representativas del material compactado.
- No fue posible determinar un número suficiente de puntos para determinar correctamente la curva de condensación.
- Se utilizará la misma muestra para todo el ensayo.

2.2.9.6. CBR

El ensayo de resistencia al cizallamiento de California (CBR) determina la resistencia al cizallamiento de los suelos si se conocen la densidad y el contenido de humedad, y también se puede medir la capacidad portante del suelo o del material de base (Braja y León, 2015).

Las muestras del material a ensayar se tomarán de acuerdo con los procedimientos de ensayo estándar o modificado de Proctor. Si toda la muestra de suelo pasa por un tamiz de 19 mm ($\frac{3}{4}$ de pulgada) de diámetro, se utilizará el tamizado completo; si algún porcentaje de la muestra queda retenido en el tamiz, se retirará y se sustituirá por el mismo porcentaje.

Según el número de probetas, el ensayo requiere la compactación de tres probetas en tres o cinco capas con 11, 27 y 56 golpes de martillo.

Remojo: La realización de un ensayo CBR en una muestra saturada permite la expansión o el hinchamiento del suelo y tiene en cuenta la saturación del suelo in situ.

Para determinar este peso, es necesario incluir una carga que represente el peso de la capa base, las capas de la capa base y la capa del pavimento, que no debe ser inferior a 4,54 kg.

La norma T 193-13 de la AASHTO establece que las probetas deben estar en remojo durante 96 horas, las probetas deben estar completamente cubiertas para permitir el libre acceso del agua por encima y por debajo del encofrado, el nivel de agua por encima del encofrado debe estar aproximadamente a 0,5 m por encima del encofrado

El tiempo mínimo de inmersión de las muestras en agua es de al menos 24 horas para los suelos no expansivos, mientras que los suelos arcillosos pueden requerir un remojo de más de 4 días.

El CBR se determina por la relación entre la carga específica (en kilogramos por plg^2) requerida para alcanzar la profundidad de penetración del pistón en una muestra de suelo de un contenido de humedad y densidad dados, y la carga estándar requerida para alcanzar la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material fresado 1,27 mm/minuto. Los valores son cada 0,5 mm hasta 5 mm y cada 2,5 mm hasta una profundidad de 12,7 mm.

Tabla 14
Relación Carga Unitaria Patrón – Penetración

Penetración		Carga Unitaria Patrón	
mm	pulgadas	Penetración (MPA)	Carga unitaria (PSI)
2.5	0.10	6.9	1.000
5.0	0.20	10.3	1.500
7.5	0.20	13.0	1.500
10.0	0.30	16.0	2.300
12.7	0.50	18.0	2.600

Nota. Manual de Laboratorio de Suelos, (Joseph Bowles, 1982)

El valor del CBR también permite determinar el comportamiento y la resistencia del suelo utilizado para la capa base, la sub-base y la subrasante en función del tipo de suelo, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 15
Clasificación típica de los suelos en función del valor CBR

N° CBR	Clasificación General	Usos	Sistema de clasificación	
			Unificado	AASHTO
0-3	Muy pobre	subrasante	OH, CH, MH, OL	A-5, A-6, A-7
3-7	Pobre a regular	subrasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7-20	Regular	Sub base	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20-50	Bueno	Base, sub base	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A1b, A2-5, A3, A2-6
>50	Excelente	Base	GW, GM	A1a, A2-4, A3

Nota. Manual de Laboratorio de Suelos, (Joseph Bowles, 1982).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- Aditivo: Son productos químicos que modifican las propiedades de los materiales.
- Afirmado: Es un material granular, que se obtiene de forma natural o en cantera por medios mecánicos y que debe cumplir ciertos parámetros como granulometría e índice plástico.
- Aglomerante: Son productos que sirven para unir las partículas de materiales mediante transformaciones químicas.
- Agregado: Son partículas compuesto por arena, grava, roca triturada, de distintos tamaños que pueden ser naturales o triturados.
- Agregado fino: Son partículas que provienen de la desintegración natural o artificial de las rocas.
- Ahuellamiento: Son huellas que se forman en sentido longitudinal, en la superficie de rodadura de una carretera.
- Bache: Son desniveles formados en la superficie de rodadura, debido a las lluvias, al desgaste o hundimiento del pavimento.
- Carretera: Es una vía de comunicación que une ciudades, por donde circulan todo tipo de vehículos de carga y de pasajeros.
- Cemento: Es un polvo fino que se utiliza como aglomerante debido a que se endurece al estar en contacto con el agua.
- Cohesión: Es la unión o el enlace entre las partículas del suelo.
- Carretera afirmada: Capa o capas compactadas de material granular natural o artificial, capaz de soportar las tensiones directas del tránsito.
- Carretera no pavimentada: es una carretera cuya superficie de rodadura está conformada por suelo estabilizado, afirmado que carece de revestimiento.
- Carretera pavimentada: Carretera construida en la subrasante para soportar y distribuir las cargas generadas por los vehículos, mejorar la seguridad y el confort (Manual Para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, 2008).
- Carretera sin afirmar: Es una carretera que está a nivel de subrasante, que no tiene una capa de revestimiento y que está compuesto por gravas y arenas.

- Encalaminado: Se trata de ondulaciones de la superficie. Resultan de la acción de las vibraciones transmitidas por los vehículos sobre los agregados del material granular (Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación, 2018).
- Estabilización de suelos granulares: Mejoramiento de las propiedades de impermeabilidad y cohesión de los suelos granulares, mediante la aplicación de estabilizadores, con la finalidad de lograr capas de rodadura con mejor desempeño (Documento Técnico Soluciones Básicas en Carreteras No Pavimentadas, 2018).
- Porosidad: son los vacíos de que existen en un material.
- Red vial: Es el sistema circulatorio de un país o región por el que transitan bienes y servicios (el transporte es un servicio y bienes) (Manual Para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, 2008).
- Red vial nacional: Estas son las principales carreteras que conectan las tres regiones del país.
- Red vial regional: La red regional de carreteras, de la que son responsables los gobiernos regionales descentralizados, se define como el conjunto de carreteras que conectan al menos dos capitales de provincia dentro de una región (Manual Para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, 2008).
- Red vial vecinal: Se trata de carreteras que forman parte de la red de autopistas regionales que conectan capitales de provincia y carreteras interprovinciales (Manual Para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, 2008).
- Tamiz: Son equipos de laboratorio que se usan para separar los distintos tamaños de las partículas del suelo.

2.4. HIPÓTESIS

HG: Con la estabilización de suelo-cemento se mejorarán las vías terciarias que contengan materiales granulares en el Tramo 5 Dv. Cocharcas – Huambo, Región Ica.

HE1: Se determinó las cantidades de cemento en porcentaje a utilizar para estabilizar las muestras de suelo.

HE2: La estabilización con cemento mejora las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

HE3: Diferencia de medias muestrales de laboratorio y campo.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Estabilización del suelo con cemento en vías terciarias.

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Materiales granulares del Tramo 5 Dv. Cocharcas – Huambo, Región Ica.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 16
Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Técnica e Instrumento
Independiente:		Resistencia a la Compresión	kg/cm ²	
Estabilización de suelos con cemento en vías terciarias.	Es la incorporación de cemento al suelo para modificar las propiedades del suelo (Salim, 2021).	Proporción	Cantidad en porcentaje	
		Durabilidad	Porcentaje de pérdida en peso	
Dependiente: Materiales granulares del tramo 5 Dv. Cocharcas – Huambo, Región Ica.	Son las características propias de cada suelo que hacen de este un material no homogéneo y se determinan en el laboratorio (Braja M. Das y Nagaratnam Sivakugan, 2019).	Propiedades físicas	Análisis granulométrico.	Ensayos de Laboratorio
			Clasificación de suelos.	
			Contenido de humedad.	
		Propiedades mecánicas	Límites de consistencia.	
			Proctor Natural.	
			Proctor con Cemento.	
		CBR Natural.		

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo ya que se busca obtener como resultado una cantidad óptima de cemento que ayudarán a mejorar la estabilización de los suelos. Para ello, es necesario seguir procesos secuenciales o estructurados que ayudarán a identificar las propiedades de los suelos hasta, finalmente, evaluar la diferencia entre una muestra de suelo natural y una muestra de suelo estabilizada con cemento.

La investigación cuantitativa busca estimar magnitudes o, en todo caso, datos numéricos; asimismo, estas investigaciones siguen un patrón que se caracteriza por ser estructurado y predecible (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2018).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

La presente investigación tiene un alcance explicativo ya que, con la estabilización del suelo con cemento, se busca mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

El alcance explicativo, busca responder las causas de un fenómeno. (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2018).

3.1.3. DISEÑO

Esta investigación tiene un diseño Cuasi Experimental ya que se manipulará de manera intencionada la cantidad de cemento para estabilizar el suelo. De esta manera, se tendrá dos grupos de comparación, el primero, donde estarán las muestras de suelo sin estabilizar y, el segundo, para aquellas muestras de suelo con diversas proporciones de cemento.

En el diseño cuasi experimental se manipulan una o más variables de estudios. (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2018).

Figura 5
Esquema de diseño cuasi experimental



Fuente. Roberto Hernández, Sampieri

Donde:

- Grupo Experimental (GE) – Cemento
- Grupo de Control (GC) – Suelo Natural

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Para el presente estudio, la población está compuesta por dos canteras Tingue Bajo y Huarangal, que se encuentran en el tramo 5 Dv. Cocharcas – Huambo.

La población de estudio de una investigación es aquella a la que se quiere aplicar los resultados obtenidos al finalizar un estudio. Para llevar a cabo un proyecto es importante identificarla y conocer sus características (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2018).

3.2.2. MUESTRA

La muestra de estudio de la presente investigación está compuesta por 120 probetas realizadas de las muestras de suelo obtenidas de las canteras respectivas. Serán 60 probetas por cantera, de estas 15 probetas serán de muestras de suelos con 1% de cemento, 15 probetas para suelos con 2% de cemento, 15 probetas para suelos con 3% de cemento y 15 probetas con suelo natural sin estabilizar.

Las muestras de estudios se utilizan debido a la existencia de limitación con respecto al tiempo y a los recursos económicos. A

consecuencia, se debe extraer una parte de la población a la cual que se le realizará los estudios respectivos (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2018).

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En la presente investigación se utiliza la observación como técnica para recoger los datos. Este método consiste en documentar varias escenas que son observables. A continuación, los datos recogidos se clasifican mediante categorías y subcategorías (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2018).

3.3.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En este estudio se utilizará la ficha de registro como instrumento de recolección de datos. Se utiliza este instrumento cuando la técnica utilizada para recoger los datos es la observación (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2018). Dichas fichas corresponderán a formatos establecidos en el laboratorio de mecánica de suelos, donde en ellos se registra los resultados de cada ensayo elaborado.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se han usado Tablas, gráficos de barras, para visualizar y comparar los resultados de la resistencia a la compresión.

- Tablas y Gráficos para el Estudio vehicular.
- Formatos de laboratorio.
- Se utilizo Excel para el análisis estadístico y obtener los resultados del estudio.

Figura 6
Formato para Granulometría

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS							
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)							
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"							
FECHA :							
DATOS DE LA MUESTRA							
CANTERA				TAMAÑO MAXIMO :			
MUESTRA				Peso inicial seco :			
PROGRESIVA				Fraccion :			
TRAMO							
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
							Contenido de Humedad (%) :
							Límite Líquido (LL) :
							Límite Plástico (LP) :
3"	76.200						Índice Plástico (IP) :
2"	50.800						Clasificación (SUCS) :
1 1/2"	38.100						Clasificación (AASHTO) :
1"	25.400						Índice de Grupo :
3/4"	19.000						Descripción (AASHTO) :
1/2"	12.500						Descripción (SUCS) :
3/8"	9.500						Grava limosa con arena
Nº 4	4.750						Coefficiente Unif. (Cu) :
Nº 8	2.360						Coefficiente Curv. (Cc) :
Nº 10	2.000						Pot. Expansión :
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Ind. de Consistencia :
Nº 30	0.600						Bolonería > 2" :
Nº 40	0.425						Grava 2" - Nº 4 :
Nº 50	0.300						Arena Nº4 - Nº 200 :
Nº 80	0.177						Finos < Nº 200 :
Nº 100	0.150						
Nº 200	0.075						
< Nº 200	FONDO						

CURVA GRANULOMETRICA

The graph plots the percentage of material passing through various sieve sizes. The x-axis represents sieve size in millimeters on a logarithmic scale, with standard sieve sizes marked at the top (200, 100, 50, 40, 30, 16, 10, 8, 4, 3/8, 1/2, 3/4, 1, 1 1/2, 2, 3, 4, 5, 6 inches). The y-axis represents the percentage of material that passes through the sieve, ranging from 0% to 100%. A red line with circular markers shows the data for the sample. Key points are identified: D10 at approximately 10% passing (0.075 mm), D30 at approximately 30% passing (0.425 mm), and D60 at approximately 60% passing (0.85 mm). Dashed lines represent the gradation limits for 5-inch, 4-inch, and 3-inch aggregate sizes.

Fuente. Consorcio supervisor vial

Figura 7
Formato para contenido de humedad

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS				
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO (NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)				
PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS TERCARIAS QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"			
	FECHA :			
DATOS DE LA MUESTRA				
PROGRESIVA				
CANTERA				
MUESTRA				
TRAMO				
N° de Prueba	1	2	3	4
N° de Recipiente				
(1) Peso Recip. + Suelo Húmedo (g)				
(2) Peso Recip + Suelo Seco (g)				
(3) Peso Recipiente (g)				
(4) Peso del Agua (1) - (2)				
(5) Peso Suelo Seco (2) - (3)				
(6) Humedad (4 / 5) * 100 %				
Humedad Promedio				

Fuente. Consorcio supervisor vial

Figura 8
Formato para limites

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS				
LIMITES DE CONSISTENCIA (NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)				
PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS TERCARIAS QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"			
	FECHA :			
DATOS DE LA MUESTRA				
CANTERA			TAMAÑO MAXIMO :	N° 40
MUESTRA				
PROGRESIVA				
LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)				
PESO TARRO + SUELO SECO (g)				
PESO DE AGUA (g)				
PESO DEL TARRO (g)				
PESO DEL SUELO SECO (g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				
NUMERO DE GOLPES				
LIMITE PLASTICO				
N° TARRO				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)				
PESO TARRO + SUELO SECO (g)				
PESO DE AGUA (g)				
PESO DEL TARRO (g)				
PESO DEL SUELO SECO (g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				

Fuente. Consorcio supervisor vial

Figura 9
Formato para Proctor modificado

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO	
(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)	
PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS TERCARIAS QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"
FECHA :	
DATOS DE LA MUESTRA	
CANTERA	
MUESTRA	CLASF. (SUCS) :
PROGRESIVA	CLASF. (AASHTO) :
METODO DE COMPACTACION	:
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:
NUMERO DE CAPAS	:
Peso suelo + molde	gr
Peso molde	gr
Peso suelo húmedo compactado	gr
Volumen del molde	cm ³
Peso volumétrico húmedo	gr
Recipiente N°	
Peso del suelo húmedo+tara	gr
Peso del suelo seco + tara	gr
Tara	gr
Peso de agua	gr
Peso del suelo seco	gr
Contenido de agua	%
Peso volumétrico seco	gr/cm ³
Densidad máxima (gr/cm ³)	
Humedad óptima (%)	

RELACION HUMEDAD-DENSIDAD

Fuente. Consorcio supervisor vial

Figura 10
Formato para CBR

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)							
(NORMA: MTC E-32, ASTM D-1559)							
PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS TERCARIAS QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"						
FECHA :							
DATOS DE LA MUESTRA							
CANTERA							
MUESTRA	CLASF. (SUCS) :						
PROGRESIVA	CLASF. (AASHTO) :						
TRAMO							
Ajustar Gráfico CBR							
	<p>METODO DE COMPACTACION</p> <p>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)</p> <p>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (g)</p> <p>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)</p> <table border="1" style="font-size: small;"> <tr> <td>C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)</td> <td>0.1%</td> <td>0.2%</td> </tr> <tr> <td>C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)</td> <td>0.1%</td> <td>0.2%</td> </tr> </table> <p>OBSERVACIONES:</p>	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1%	0.2%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1%	0.2%
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1%	0.2%					
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1%	0.2%					
<p>EC = 56 GOLPES</p> <p>$y = 18.008.52x^2 + 5274.49x + 11.057.698$ R = 0.99</p>	<p>EC = 25 GOLPES</p> <p>$y = 1.155.55x^2 + 10.548.02x + 13.495.02$ R = 0.97</p>	<p>EC = 12 GOLPES</p> <p>$y = 6.693.94x^2 + 3.255.12x + 6.881.84x$ R = 0.99</p>					

Fuente. Consorcio supervisor vial

Figura 11
Formato para Gravedad específica

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS (NORMA MTC E - 205, MTC E - 206)					
PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"					
FECHA :					
DATOS DE LA MUESTRA					
CANTERA					
MUESTRA					
PROGRESIVA					
TRAMO					
AGREGADO GRUESO					
A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)				
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)				
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)				
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)				
E	Vol. de masa = C - (A - D) (gr)				
	Pe bulk (Base seca) = D/C				
	Pe bulk (Base saturada) = A/C				
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E				
	% de absorción = $((A - D) / D * 100)$				

Fuente. Consorcio supervisor vial

Figura 12
Formato para roturas de probetas

RESISTENCIA LA COMPRESION DE PROBETAS SUELO - CEMENTO MTC E-1103					
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"					
PROCEDENCIA	:			CLASF. (SUCS)	
MATERIAL	:			CLASF. (AASHTO)	
DOSIFICACIÓN	:				
UBICACIÓN	:				
% de Cemento	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad de Rotura	Resistencia (Mpa)	Resistencia (Kg/cm ²)
1.00			7		
2.00			7		
3.00			7		

Especificación Mínima 18.35 Kg/cm²

Resistencia Kg/cm²

Para una Resistencia de 18.35 Kg/cm ² a 7 días	% Cemento
	Margen de Seguridad 5%
	% Cemento Corregido

Fuente. Consorcio supervisor vial

Figura 13
Humedecimiento y secado

 <small>(MENDOZA & TAPIA S.A.C. - MOTILMA CONSULTORES S.A.)</small>		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS																												
HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE BRIQUETAS DE SUELO - CEMENTO COMPACTADA MTC E-1104 - 2016																														
CANTERA																														
PROGRESIVA																														
LADO																														
PORCENTAJE DE CEMENTO																														
CLASIFICACIÓN																														
DATOS DE LA MUESTRA		ESPECIMEN N° 01					ESPECIMEN N° 02																							
BRIQUETA N°																														
PESO HUMEDO DE LA MUESTRA																														
PESO SECO DE LA MUESTRA (A)																														
VOLUMEN																														
PESO UNITARIO																														
PORCENTAJE DE HUMEDAD																														
FECHA DE CICLO	N° DE CICLO	CAMBIO DE HUMEDAD Y VOLUMEN ESPECIMEN N°01									PÉRDIDA DE SUELO - CEMENTO ESPECIMEN N°02																			
		Peso al final de las 5 horas	Diámetro	Altura	Volumen	Peso después de las 42 horas	Diámetro	Altura	Volumen	Humedad	Peso al final de las 5 horas	Peso después de las 42 horas	Peso después del Cepillado	Diámetro	Altura	Volumen														
	INICIO																													
	1																													
	2																													
	3																													
	4																													
	5																													
	6																													
		PROMEDIO DE HUMEDAD (%)									PESO FINAL A 110°C (B)																			
		DIFERENCIA DE VOLÚMENES (%)									% DE AGUA RETENIDA (C)																			
											PESO BRIQUETA CORREGIDA (D)																			
											PÉRDIDA DE PESO (%)																			
											MÁXIMO PÉRDIDA PERMITIDA (%)																			
											<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td colspan="5">CÁLCULOS</td> </tr> <tr> <td colspan="5">$D = (B/(1+C)) \times 100$</td> </tr> <tr> <td colspan="5">$\% \text{ Pérdida} = (1 - D/A) \times 100$</td> </tr> </table>					CÁLCULOS					$D = (B/(1+C)) \times 100$					$\% \text{ Pérdida} = (1 - D/A) \times 100$				
CÁLCULOS																														
$D = (B/(1+C)) \times 100$																														
$\% \text{ Pérdida} = (1 - D/A) \times 100$																														

Fuente. Consorcio supervisor vial

Figura 14
Formato de conteo vehicular

MTC		FORMATO DE CLASIFICACION ESTUDIO DE TRAFICO																									
TRAMO DE LA CARRETERA										ESTACION																	
UBICACION										CODIGO DE LA ESTACION																	
DIA Y FECHA																											
HORA	SEN- TIDO	AUTO	STATION PERSON	CAMIONETE				BUS				CAMION				SUBTROPICAL				TRUCKER				VEHICULO MOTOCICLO		NO MOTOCICLISTA	
INICIO	FIN																										
	E																										
	S																										
	E																										
	S																										
	E																										
	S																										

Fuente. MTC

3.4.1. CÁLCULO DEL NÚMERO DE GOLPES

Fórmula para encontrar la energía de compactación:

Se emplea la Energía del Proctor modificado.

2700 KN - m/m³ \longrightarrow 1 KN = 101.97 kg-f

$$E_r = \frac{N \cdot n \cdot w \cdot h}{v}$$

Donde:

E_r = Energía requerida

N = Numero de golpes por capa = x

n = Numero de capas del suelo = 5

W = Peso del pisón = 4.6 kg

h = Altura de caída libre del pisón = 0.4572 m

V = Volumen del suelo compactado.

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h \longrightarrow \frac{\pi \cdot (0.1016)^2}{4} \cdot 0.11643 = 9.44 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$E_r = \frac{N \cdot n \cdot w \cdot h}{v} \longrightarrow 2700 \cdot 101.97 \text{ kg-f} = \frac{N \cdot 5 \cdot 4.6 \text{ kg} \cdot 0.4572 \text{ m}}{9.44 \times 10^{-4} \text{ m}^3}$$

$N = 24.71 = 25$ golpes por capa.

Figura 15
Tipos de moldes para suelo-cemento



3.4.2. DISEÑO DE MEZCLA SUELO-CEMENTO

a) Materiales y equipos

- Tamices $\frac{3}{4}$ de pulgada y la # 4
- Molde de Proctor estándar diámetro 101.6 mm y altura 116.43mm
- Pisón de Proctor modificado
- Pipeta
- Bandeja metálica
- Escantillón
- Balanza
- Petróleo para que la muestra no se quede pegada al molde.

b) Procedimiento

Hay varias maneras de realizar el moldeo de probetas de suelo-cemento, algunos lo hacen con el material que pasa la malla $\frac{3}{4}$, otros con la corrección de grava.

Se seca el material, se disgregan y se rompen los grumos que pueda tener el suelo. El material se tamiza por la malla $\frac{3}{4}$ " y la # 4; para el agregado grueso se toma el material pasante la malla $\frac{3}{4}$ ", que queda retenido en la malla # 4 y para el agregado fino se toma el pasante la malla # 4. El moldeo se realiza de acuerdo al porcentaje de la granulometría del agregado fino y grueso, el cemento debe pasar por el tamiz numero 8 para evitar los grumos o terrones.

Se pesa 3000 gramos de suelo de acuerdo al tipo de molde que se esté utilizando, se mezcla con el cemento y se añade agua limpia. se mezcla hasta que el material quede uniforme, luego se llena en el molde en 5 capas y 25 golpes por cada capa. Una vez concluido se retira la probeta de suelo-cemento del molde y se empieza el curado, luego se almacena en una cámara húmeda durante un periodo de 7 días. En muchos casos no se dispone de cámara húmeda en el laboratorio ni en obra, concluido los 7 días de curado las probetas de suelo-cemento se sumergen en agua durante 5 horas para su posterior rotura.

3.4.2.1 DISEÑO DE SUELO-CEMENTO TINGUE BAJO

Datos:

Peso del pisón = 4.6 kg

volumen de cilindro = 943.7 cm³

Numero de golpes = 25 (5 capas)

Máxima densidad seca = 2.182 gr/cm³

Optimo contenido de humedad = 5 %

Porcentaje de gruesos = 56.9 %

Porcentaje de finos = 43.1 %

Peso total de la muestra de suelo = 3000 gr.

Peso de materiales:

Peso del cemento:

- 1% cemento = $0.01 * 3000 \text{ gr.} = 30 \text{ gr.}$
- 2% cemento = $0.02 * 3000 \text{ gr.} = 60 \text{ gr.}$
- 3% cemento = $0.03 * 3000 \text{ gr.} = 90 \text{ gr.}$

Peso del agua:

- Peso de agua (1% cemento) = $0.05 * 3030 \text{ gr.} = 152 \text{ gramos}$
- Peso de agua (2% cemento) = $0.05 * 3060 \text{ gr.} = 153 \text{ gramos}$
- Peso de agua (3% cemento) = $0.05 * 3090 \text{ gr.} = 155 \text{ gramos}$

Peso de los agregados:

- Peso de agregado grueso = $0.569 * 3000 \text{ gr.} = 1707 \text{ gramos}$
- Peso de agregado fino = $0.569 * 3000 \text{ gr.} = 1293 \text{ gramos}$

3.4.2.2 DISEÑO DE SUELO-CEMENTO HUARANGAL

Datos:

Peso del pisón = 4.6 kg

volumen de cilindro = 943.7 cm³

Numero de golpes = 25 (5 capas)

Máxima densidad seca = 2.253 gr/cm³

Optimo contenido de humedad = 5.2 %

Porcentaje de gruesos = 44.7 %

Porcentaje de finos = 55.3 %

Peso total de la muestra de suelo = 3000 gr.

Peso de materiales:

Peso del cemento:

- 1% cemento = $0.01 * 3000 \text{ gr.} = 30 \text{ gr.}$
- 2% cemento = $0.02 * 3000 \text{ gr.} = 60 \text{ gr.}$
- 3% cemento = $0.03 * 3000 \text{ gr.} = 90 \text{ gr.}$

Peso del agua:

- Peso de agua (1% cemento) = $0.052 * 3030 \text{ gr.} = 158 \text{ gramos}$
- Peso de agua (2% cemento) = $0.052 * 3060 \text{ gr.} = 159 \text{ gramos}$
- Peso de agua (3% cemento) = $0.052 * 3090 \text{ gr.} = 161 \text{ gramos}$

Peso de los agregados:

- Peso de agregado grueso = $0.447 * 3000 \text{ gr.} = 1341 \text{ gramos}$
- Peso de agregado fino = $0.553 * 3000 \text{ gr.} = 1629 \text{ gramos}$

3.4.3. ENSAYO DE HUMEDECIMIENTO Y SECADO

El principal objetivo es determinar el porcentaje de pérdida de suelo-cemento.

a) Materiales y equipos

- Estufa que mantenga una temperatura constante de $71 \pm 3^\circ \text{C}$
- Cámara húmeda y baño de inmersión
- Balanza
- Cepillo de cerdas de alambre
- Vernier

b) Procedimiento

Los especímenes 1 y 2 son sumergidos en agua durante 5 horas; se extrae del agua se deja reposar unos minutos y se pesa. Luego se coloca en la estufa a $71 \pm 3^\circ \text{C}$ los dos especímenes, durante un tiempo de 42 horas; una vez cumplido el tiempo se espera que se enfríen, se proceden a pesar.

El espécimen 2 se coloca en el borde de la balanza; se aplica una presión de 13.3 newton, con el cepillo de cerdas de alambre se dan entre 18 a 20 pasadas en forma vertical en todo el borde y 4 pasadas en ambos extremos. Con el pincel se limpia el polvo de los especímenes, una vez limpios se pesan y se vuelven a sumergir en agua.

Este procedimiento se realiza durante 12 ciclos. Una vez concluido los ciclos los especímenes se secan en la estufa a $110 \pm 5^\circ \text{C}$.

El espécimen 1 nos sirve para la humedad y cambio de volumen. El espécimen 2 nos sirve para la pérdida de suelo-cemento.

Figura 16
Proceso de escobillado



CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. ESTUDIO DE TRAFICO

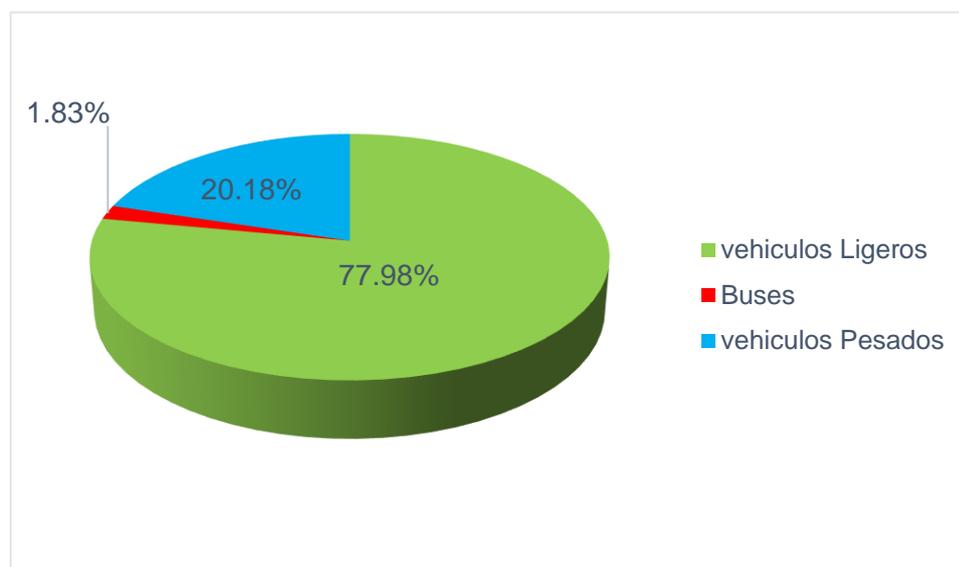
El principal objetivo es determinar el volumen de tráfico, los tipos de vehículos que circulan por la vía.

La estación de conteo se ha realizado en el centro poblado Huarangal que está ubicado en el km 32+200. Esta carretera se encuentra ubicada en la Red Departamental IC-107, en la Provincia de Ica, Departamento de Ica. Se hizo el conteo en ambos sentidos de la carretera durante los 7 días de la semana.

Tabla 17
Índice Medio Diario Semanal tramo 5

Sentido	Vehículos Ligeros	Bus		Camiones			Semi Tráiler			Total
		B2	B3	C2	C3	C4	3S2	3S3	3T3	
Entrada	42	0	1	5	2	2	1	0	0	53
Salida	43	1	0	4	3	2	1	1	1	56
Ambos	85	1	1	9	5	4	2	1	1	109

Figura 17
Porcentaje Vehicular



4.1.2. FACTOR DE CORRECCIÓN ESTACIONAL

Para calcular los factores de corrección mensual, se utilizó la serie histórica de los peajes Ica y Nazca (años 2014, 2015 y 2016); debido a que, estos son los más cercanos a las estaciones de clasificación vehicular. La serie histórica fue obtenida del Informe N° 099-2017-MTC/09.0 y se muestra a continuación:

Tabla 18
Factores de Corrección por Tipo de Transporte

Peaje	Año	Factor de Corrección - Marzo	
		Ligeros	Pesados
Ica	2014	1.0609	1.0533
	2015	1.0613	1.0306
	2016	0.9183	1.0469
	Promedio	1.0135	1.0436
Nazca	2014	1.0414	1.0564
	2015	1.0095	0.9378
	2016	0.9394	1.0155
	Promedio	0.9968	1.0032

4.1.3. ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL

Se tiene IMDa en el tramo 5 de 109 vehículos; 53 vehículos de Entrada y 56 de Salida.

El IMDa de los vehículos livianos (autos, station-wagon, pick up, panel, camionetas rurales y micros) es de 85 vehículos que representa el 78.0% del total de vehículos que transitan por la zona, siendo las camionetas pick up los más representativos con 37 vehículos que representan el 33.9%.

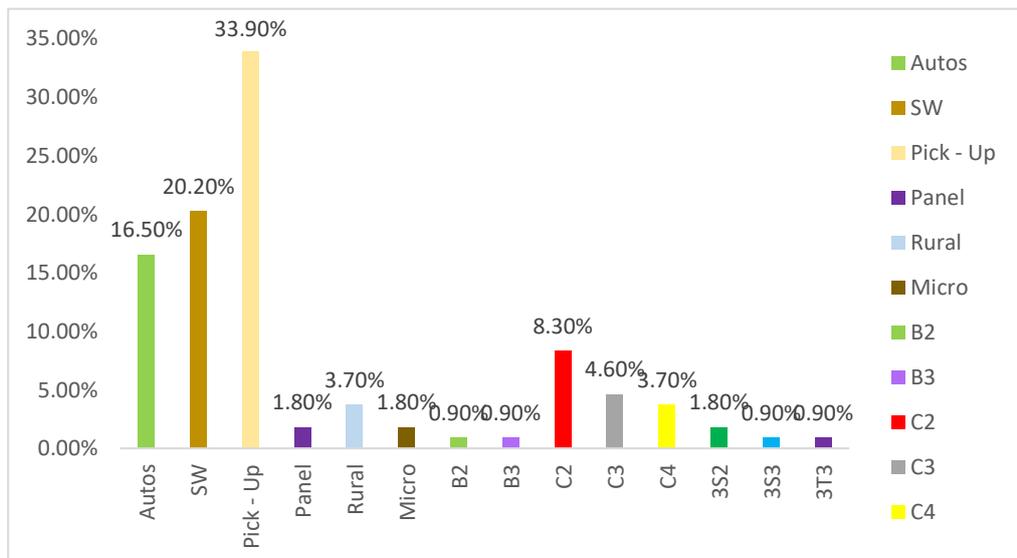
El IMDa de buses es mínimo con un 1.8% (2 buses).

El IMDa de vehículos de carga representa el 17.3% del total de vehículos que transitan por la zona con un total de 22 vehículos, siendo los camiones tipo C2 los más representativos con un 7.1% (9 camiones tipo C2).

Tabla 19
Índice Medio Diario Anual

TRÁFICO VEHICULAR (Veh/Día)				
Tipos de Vehículos	FCE	IMDs	IMDa	Distribución (%)
Autos	1.0135	18	18	16.5%
SW	1.0135	22	22	20.2%
Pick Up	1.0135	37	37	33.9%
Panel	1.0135	2	2	1.8%
Rural	1.0135	4	4	3.7%
Micro	1.0135	2	2	1.8%
B2	1.0135	1	1	0.9%
B3	1.0135	1	1	0.9%
C2	1.0436	9	9	8.3%
C3	1.0436	5	5	4.6%
C4	1.0436	4	4	3.7%
2S2	1.0436	0	0	0.0%
2S3	1.0436	0	0	0.0%
3S2	1.0436	2	2	1.8%
3S3	1.0436	1	1	0.9%
2T2	1.0436	0	0	0.0%
2T3	1.0436	0	0	0.0%
3T2	1.0436	0	0	0.0%
3T3	1.0436	1	1	0.9%
TOTAL		109	109	100.0%

Figura 18
Composición Vehicular en ambos sentidos



4.1.4. ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES

Las propiedades físicas son aquellas que no están sometidos a esfuerzos, y se han realizado ensayos como granulometría, contenido de humedad natural, límites de consistencia, gravedad específica, absorción de los agregados, clasificación de los suelos SUCS y AASHTO.

Las propiedades mecánicas son aquellas que están sometidos a esfuerzos, y se han realizado ensayos como el Proctor modificado, CBR y el ensayo de Abrasión para ver el porcentaje de desgaste de los agregados.

Tabla 20
Características de los materiales

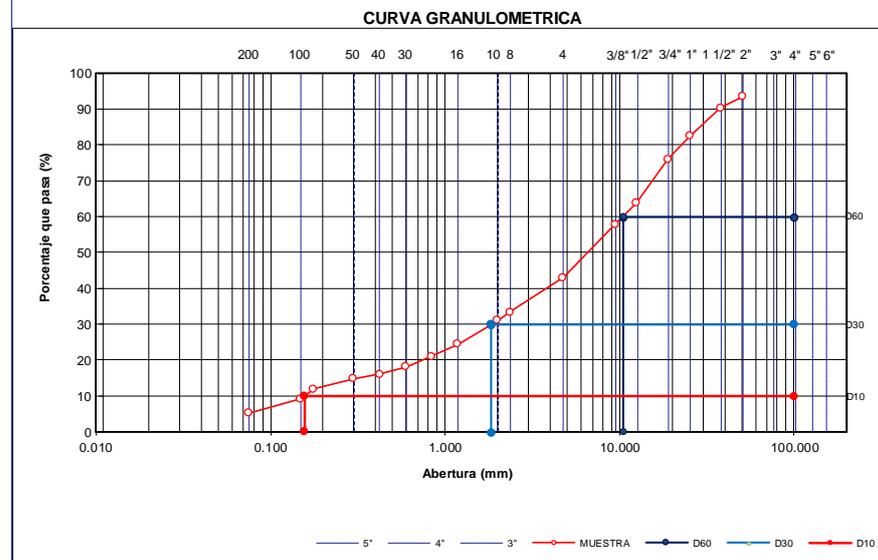
Cantera	Mu- es- tra	% Hum. Nat.	Lími- tes	Clasificación		Proctor		CBR (0.1")	
			LL	SUCS	AASHT O	MDS	% Hu m.	95 %	100 %
Cantera	1	1.5	19.00	GW-GM	A-1-a	2.182	5.0	39	81.4
	2	1.1	18.86	SW-SM	A-1-a	2.187	4.7	-	-
	3	1.4	18.65	GW-GM	A-1-a	2.188	4.7 1	-	-
	4	0.9	18.72	GW-GM	A-1-a	2.184	4.7	-	-
	5	1.2	18.9	GW-GM	A-1-a	2.171	4.9	-	-
Tingue Bajo	1	1.5	19.0	GM	A-1-a	2.253	5.2	76	80.9
	2	1.5	21.34	SM	A-1-b	2.250	5.3	-	-
	3	1.3	21.03	SM	A-1-b	2.240	6.1	-	-
	4	1.4	21.21	SM	A-1-b	2.250	5.3	-	-
	5	1.5	18.58	GM	A-1-a	2.253	5.2	-	-

4.1.4.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Figura 19

Granulometría M-1 cantera Tingue Bajo

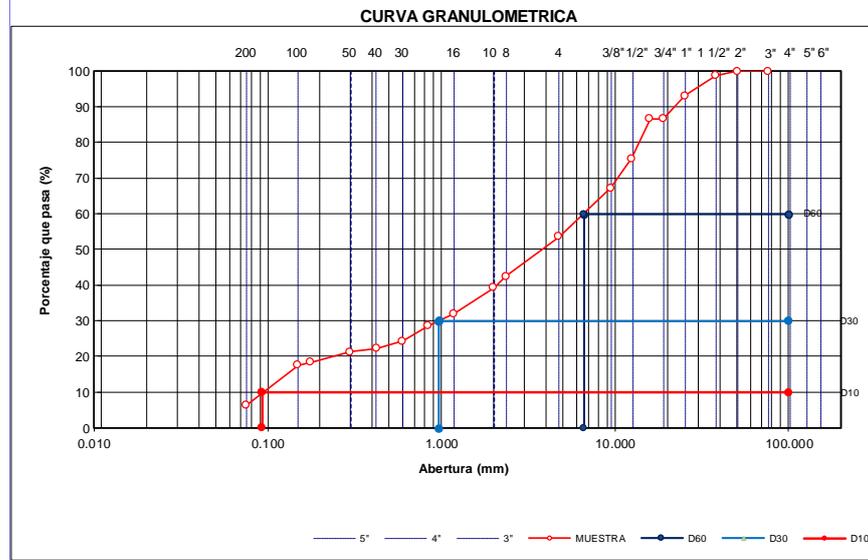
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
							Contenido de Humedad (%) : 1.5
							Límite Líquido (LL) : 19
							Límite Plástico (LP) : NP
					100.0		Índice Plástico (IP) : NP
2"	50.800	832.0	6.5	6.5	93.5		Clasificación (SUCS) : GW - GM
1 1/2"	38.100	407.0	3.2	9.7	90.3		Clasificación (AASHTO) : A-1-a
1"	25.400	1001.0	7.8	17.5	82.5		Índice de Grupo : (0)
3/4"	19.000	814.0	6.4	23.9	76.1		Descripción (AASHTO) : BUENO
1/2"	12.500	1568.0	12.3	36.2	63.8		
3/8"	9.500	752.0	5.9	42.1	57.9		Descripción (SUCS) :
Nº 4	4.750	1892.0	14.8	56.9	43.1		Grava bien gradada con limo y arena
Nº 8	2.360	131.2	9.7	66.6	33.4		Coefficiente Unif. (Cu) : 66.50
Nº 10	2.000	31.3	2.3	68.9	31.1		Coefficiente Curv. (Cc) : 2.04
Nº 16	1.190	90.5	6.7	75.6	24.4		Pot. Expansión : Bajo
Nº 20	0.840	46.9	3.5	79.0	21.0		Materia Orgánica :
Nº 30	0.600	39.7	2.9	81.9	18.1		Ind. de Consistencia : - Solido
Nº 40	0.425	26.6	2.0	83.9	16.1		Bolonería > 2" : 0.0
Nº 50	0.300	17.6	1.3	85.2	14.8		Grava 2" - Nº 4 : 56.9
Nº 80	0.177	38.6	2.8	88.0	12.0		Arena Nº4 - Nº 200 : 37.9
Nº 100	0.150	38.1	2.8	90.8	9.2		Finos < Nº 200 : 5.2
Nº 200	0.075	53.8	4.0	94.8	5.2		
< Nº 200	FONDO	70.7	5.2	100.0	0.0		



- Se tienen 56.9% de gravas, 37.9% de arena y 5.2% de finos.
- Clasificación SUCS: GW – GM (Grava bien gradada con limo y arenas).
- Clasificación AASHTO: Se tiene un material granular A-1-a con presencia de gravas y arenas.

Figura 20
Granulometría M-2 cantera Tingué Bajo

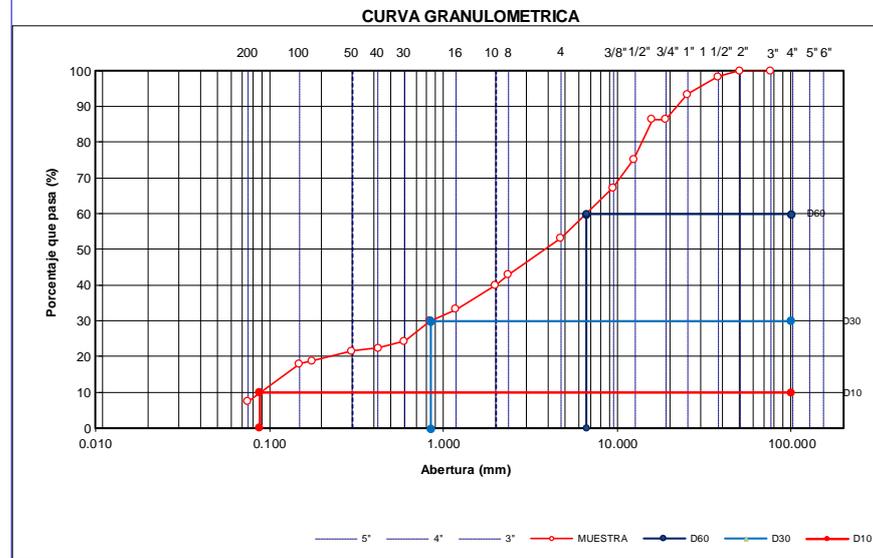
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
							Contenido de Humedad (%) : 1.1
							Límite Líquido (LL) : 19
							Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200				100.0		Índice Plástico (IP) : NP
2"	50.800				100.0		Clasificación (SUCS) : SW - SM
1 1/2"	38.100	418.0	1.3	1.3	98.7		Clasificación (AASHTO) : A-1-a
1"	25.400	1827.0	5.6	6.9	93.1		Índice de Grupo : (0)
3/4"	19.000	2131.0	6.5	13.4	86.6		Descripción (AASHTO) : BUENO
5/8"	15.875		0.0	13.4	86.6		
1/2"	12.500	3630.0	11.1	24.5	75.5		Descripción (SUCS) :
3/8"	9.500	2678.0	8.2	32.7	67.3		Arena bien gradada con limo y grava
Nº 4	4.750	4470.0	13.7	46.5	53.5		Coefficiente Unif. (Cu) : 69.78
Nº 8	2.360	145.6	11.1	57.6	42.4		Coefficiente Curv. (Cc) : 1.52
Nº 10	2.000	40.9	3.1	60.7	39.3		Pot. Expansión : Bajo
Nº 16	1.190	94.9	7.2	67.9	32.1		Materia Orgánica :
Nº 20	0.840	46.6	3.6	71.5	28.5		Índ. de Consistencia : - Solido
Nº 30	0.600	55.6	4.2	75.7	24.3		Bolonería > 2" : 0.0
Nº 40	0.425	26.8	2.0	77.8	22.2		Grava 2" - Nº 4 : 46.5
Nº 50	0.300	12.2	0.9	78.7	21.3		Arena Nº4 - Nº 200 : 47.3
Nº 80	0.177	38.3	2.9	81.6	18.4		Finos < Nº 200 : 6.2
Nº 100	0.150	10.5	0.8	82.4	17.6		
Nº 200	0.075	148.5	11.3	93.8	6.2		
< Nº 200	FONDO	81.9	6.2	100.0	0.0		



- Este material tiene 46.5% de grava, 47.3% de arena y un 6.2% de finos.
- Clasificación SUCS: SW – SM (Arena bien gradada con limo y grava).
- Clasificación AASHTO: Se tiene un material granular A-1-a.
- Se tiene un Límite Líquido de 19, pero se carece de límite plástico.

Figura 21
Granulometría M-3 cantera Tingué Bajo

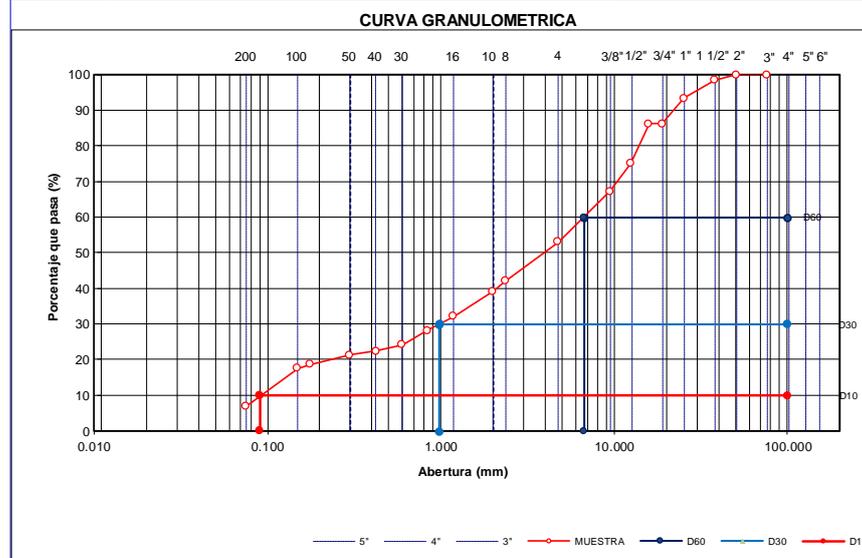
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
6"	152.400						Contenido de Humedad (%) :	1.4
5"	127.000						Límite Líquido (LL) :	19
4"	101.600						Límite Plástico (LP) :	NP
3"	76.200				100.0		Índice Plástico (IP) :	NP
2"	50.800		0.0	0.0	100.0		Clasificación (SUCS) :	GW - GM
1 1/2"	38.100	421.0	1.6	1.6	98.4		Clasificación (AASHTO) :	A-1-a
1"	25.400	1268.6	5.0	6.6	93.4		Índice de Grupo :	(0)
3/4"	19.000	1792.0	7.0	13.6	86.4		Descripción (AASHTO) :	BUENO
5/8"	15.875		0.0	13.6	86.4			
1/2"	12.500	2867.2	11.2	24.8	75.2		Descripción (SUCS) :	
3/8"	9.500	2048.0	8.0	32.8	67.2		Grava bien gradada con limo y arena	
Nº 4	4.750	3584.0	14.0	46.8	53.2		Coefficiente Unif. (Cu) :	74.72
Nº 8	2.360	145.6	10.3	57.1	42.9		Coefficiente Curv. (Cc) :	1.21
Nº 10	2.000	40.9	2.9	60.0	40.0		Pot. Expansión :	Bajo
Nº 16	1.190	94.9	6.7	66.8	33.2		Materia Orgánica :	
Nº 20	0.840	46.6	3.3	70.1	29.9		Índ. de Consistencia :	- Solido
Nº 30	0.600	79.4	5.6	75.7	24.3		Bolonería > 2" :	0.0
Nº 40	0.425	26.8	1.9	77.6	22.4		Grava 2" - Nº 4 :	46.8
Nº 50	0.300	12.2	0.9	78.5	21.5		Arena Nº4 - Nº 200 :	45.8
Nº 80	0.177	38.3	2.7	81.2	18.8		Finos < Nº 200 :	7.4
Nº 100	0.150	12.5	0.9	82.1	17.9			
Nº 200	0.075	148.5	10.5	92.6	7.4			
< Nº 200	FONDO	104.3	7.4	100.0	0.0			



- Se tiene 46.8% de grava, 45.8% de arena y 7.4% de finos.
- Clasificación SUCS: GW – GM (Grava bien gradada con limo y arena).
- Clasificación AASHTO: Se tiene un material granular A-1-a.
- Se tiene un Límite Líquido de 19, pero se carece de límite plástico.

Figura 22
Granulometría M-4 cantera Tingue Bajo

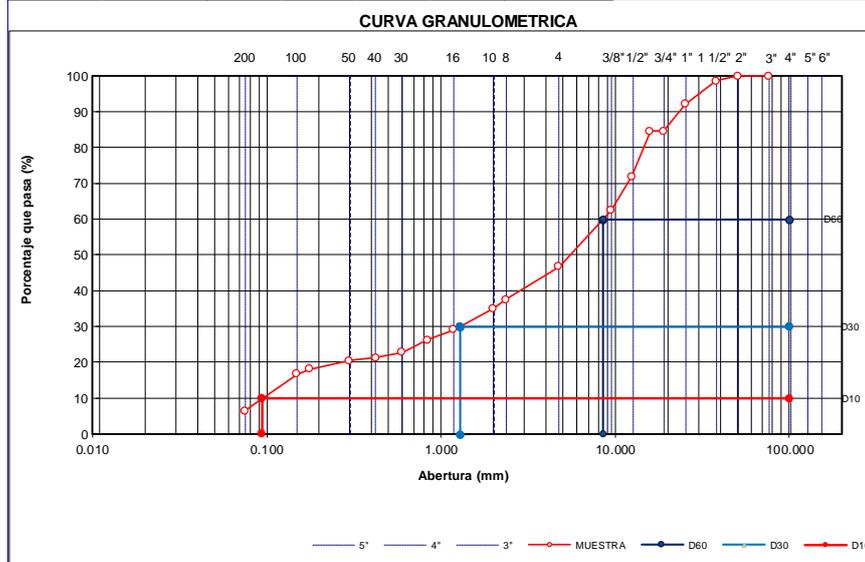
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
							Contenido de Humedad (%) : 0.9
							Límite Líquido (LL) : 19
							Límite Plástico (LP) : NP
							Índice Plástico (IP) : NP
3"	76.200				100.0		Clasificación (SUCS) : GW - GM
2"	50.800		0.0	0.0	100.0		Clasificación (AASHTO) : A-1-a
1 1/2"	38.100	418.0	1.5	1.5	98.5		Índice de Grupo : (0)
1"	25.400	1436.6	5.1	6.6	93.4		Descripción (AASHTO) : BUENO
3/4"	19.000	2023.2	7.2	13.8	86.2		
5/8"	15.875		0.0	13.8	86.2		
1/2"	12.500	3119.1	11.1	24.9	75.1		Descripción (SUCS) : Grava bien gradada con limo y arena
3/8"	9.500	2219.9	7.9	32.8	67.2		Coefficiente Unif. (Cu) : 72.44
Nº 4	4.750	3962.1	14.1	46.9	53.1		Coefficiente Curv. (Cc) : 1.58
Nº 8	2.360	126.4	11.0	57.9	42.1		Pot. Expansión : Bajo
Nº 10	2.000	34.5	3.0	60.9	39.1		Materia Orgánica :
Nº 16	1.190	79.3	6.9	67.8	32.2		Ind. de Consistencia : - Solido
Nº 20	0.840	46.2	4.0	71.8	28.2		
Nº 30	0.600	46.9	4.1	75.9	24.1		Bolonería > 2" : 0.0
Nº 40	0.425	19.5	1.7	77.6	22.4		Grava 2" - Nº 4 : 46.9
Nº 50	0.300	12.2	1.1	78.7	21.3		Arena Nº4 - Nº 200 : 46.3
Nº 80	0.177	31.5	2.7	81.4	18.6		Finos < Nº 200 : 6.8
Nº 100	0.150	12.5	1.1	82.5	17.5		
Nº 200	0.075	122.5	10.7	93.2	6.8		
< Nº 200	FONDO	78.7	6.8	100.0	0.0		



- Este material tiene 46.9% de grava, 46.3% de arena y un 6.8% de finos.
- Clasificación SUCS: GW – GM (Arena bien gradada con limo y arena).
- Clasificación AASHTO: Se tiene un material granular A-1-a.
- Se tiene un Límite Líquido de 19, pero se carece de límite plástico.

Figura 23
Granulometría M-5 cantera Tingue

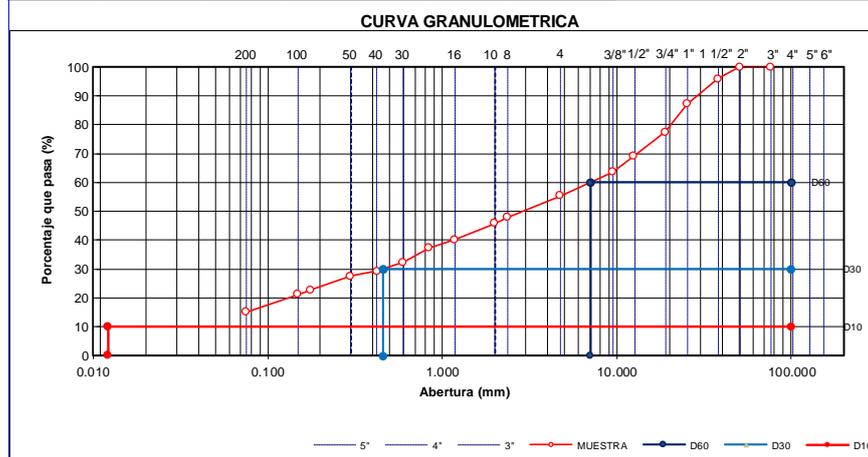
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
							Contenido de Humedad (%) : 1.2
							Límite Líquido (LL) : 19
							Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200				100.0		Índice Plástico (IP) : NP
2"	50.800		0.0	0.0	100.0		Clasificación (SUCS) : GW - GM
1 1/2"	38.100	412.0	1.4	1.4	98.6		Clasificación (AASHTO) : A-1-a
1"	25.400	1822.0	6.4	7.9	92.1		Índice de Grupo : (0)
3/4"	19.000	2137.0	7.5	15.4	84.6		Descripción (AASHTO) : BUENO
5/8"	15.875		0.0	15.4	84.6		
1/2"	12.500	3628.0	12.8	28.1	71.9		Descripción (SUCS) :
3/8"	9.500	2674.0	9.4	37.5	62.5		Grava bien gradada con limo y arena
Nº 4	4.750	4475.0	15.7	53.2	46.8		Coefficiente Unif. (Cu) : 89.55
Nº 8	2.360	147.6	9.2	62.4	37.6		Coefficiente Curv. (Cc) : 2.04
Nº 10	2.000	40.3	2.5	65.0	35.0		Pot. Expansión : Bajo
Nº 16	1.190	94.9	5.9	70.9	29.1		Materia Orgánica :
Nº 20	0.840	47.6	3.0	73.8	26.2		Ind. de Consistencia : - Solido
Nº 30	0.600	54.6	3.4	77.2	22.8		Bolonería > 2" : 0.0
Nº 40	0.425	24.8	1.5	78.8	21.2		Grava 2" - Nº 4 : 53.2
Nº 50	0.300	12.2	0.8	79.5	20.5		Arena Nº4 - Nº 200 : 40.3
Nº 80	0.177	37.3	2.3	81.9	18.1		Finos < Nº 200 : 6.5
Nº 100	0.150	21.5	1.3	83.2	16.8		
Nº 200	0.075	165.5	10.3	93.5	6.5		
< Nº 200	FONDO	103.8	6.5	100.0	0.0		



- Se tiene 53.2% de grava, 40.3% de arena y 6.5% de finos.
- Clasificación SUCS: GW – GM (Grava bien gradada con limo y arena).
- Clasificación AASHTO: Se tiene un material granular A-1-a.
- Se tiene un Límite Líquido de 19, pero se carece de límite plástico.

Figura 24
Granulometría M-1 cantera Huarangal

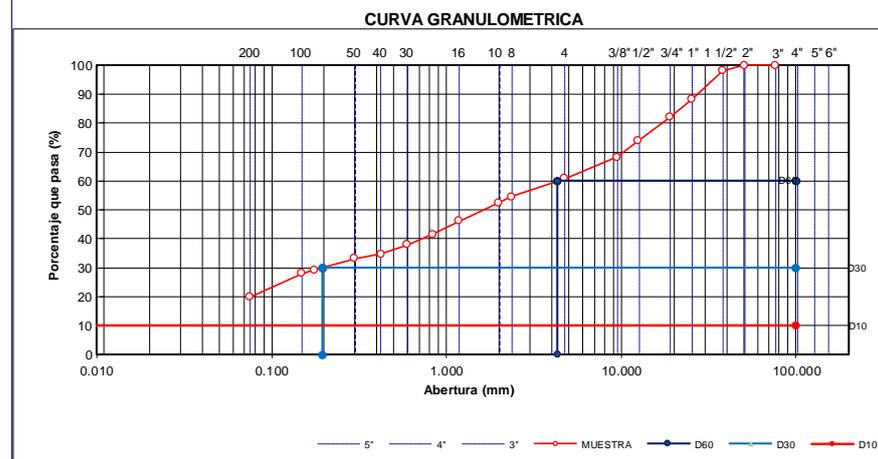
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
							Contenido de Humedad (%) : 1.5
							Límite Líquido (LL) : 19
							Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200		0.0	0.0	100.0		Índice Plástico (IP) : NP
2"	50.800		0.0	0.0	100.0		Clasificación (SUCS) : GM
1 1/2"	38.100	918.0	4.0	4.0	96.0		Clasificación (AASHTO) : A-1-a
1"	25.400	2014.0	8.8	12.9	87.1		Índice de Grupo : (0)
3/4"	19.000	2215.0	9.7	22.6	77.4		Descripción (AASHTO) : BUENO
1/2"	12.500	1914.0	8.4	31.0	69.0		Descripción (SUCS) :
3/8"	9.500	1250.0	5.5	36.5	63.5		Grava limosa con arena
Nº 4	4.750	1868.0	8.2	44.7	55.3		Coefficiente Unif. (Cu) : -
Nº 8	2.360	104.4	7.4	52.0	48.0		Coefficiente Curv. (Cc) : -
Nº 10	2.000	29.8	2.1	54.1	45.9		Pot. Expansión : Bajo
Nº 16	1.190	79.5	5.6	59.7	40.3		Materia Orgánica :
Nº 20	0.840	42.6	3.0	62.8	37.2		Ind. de Consistencia : - Solido
Nº 30	0.600	69.1	4.9	67.6	32.4		Bolonería > 2" : 0.0
Nº 40	0.425	45.0	3.2	70.8	29.2		Grava 2" - Nº 4 : 44.7
Nº 50	0.300	24.0	1.7	72.5	27.5		Arena Nº4 - Nº 200 : 40.3
Nº 80	0.177	66.1	4.7	77.2	22.8		Finos < Nº 200 : 15.0
Nº 100	0.150	23.2	1.6	78.8	21.2		
Nº 200	0.075	87.6	6.2	85.0	15.0		
< Nº 200	FONDO	212.8	15.0	100.0	0.0		



- Clasificación SUCS: Se tienen gravas porque el 44.70 % es retenido en el tamiz N.º 4.
- Se presenta un 40.30 % de arena y un 15 % de finos.
- GM (Grava limosa con arena).
- No presenta coeficiente de curvatura, ni coeficiente de uniformidad.
- Clasificación AASHTO: Se tiene un material granular A-1-a.

Figura 25
Granulometría M-2 cantera Huarangal

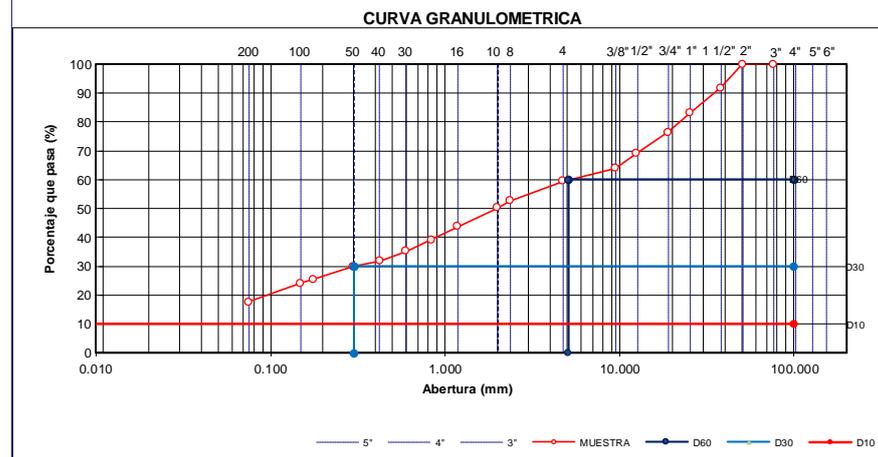
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
							Contenido de Humedad (%) : 1.5
							Límite Líquido (LL) : 21
							Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200		0.0	0.0	100.0		Índice Plástico (IP) : NP
2"	50.800		0.0	0.0	100.0		Clasificación (SUCS) : SM
1 1/2"	38.100	402.0	1.9	1.9	98.1		Clasificación (AASHTO) : A-1-b
1"	25.400	2060.0	9.8	11.8	88.2		Índice de Grupo : (0)
3/4"	19.000	1310.0	6.3	18.0	82.0		Descripción (AASHTO) : BUENO
1/2"	12.500	1706.0	8.1	26.2	73.8		Descripción (SUCS) :
3/8"	9.500	1180.0	5.6	31.8	68.2		Arena limosa con grava
Nº 4	4.750	1522.0	7.3	39.1	60.9		Coefficiente Unif. (Cu) : -
Nº 8	2.360	65.9	6.5	45.5	54.5		Coefficiente Curv. (Cc) : -
Nº 10	2.000	21.0	2.1	47.6	52.4		Pot. Expansión : Bajo
Nº 16	1.190	64.1	6.3	53.8	46.2		Materia Orgánica :
Nº 20	0.840	46.5	4.6	58.4	41.6		Ind. de Consistencia : - Solido
Nº 30	0.600	36.6	3.6	62.0	38.0		Bolonería > 2" : 0.0
Nº 40	0.425	32.7	3.2	65.2	34.8		Grava 2" - Nº 4 : 39.1
Nº 50	0.300	16.2	1.6	66.8	33.2		Arena Nº4 - Nº 200 : 41.0
Nº 80	0.177	40.9	4.0	70.8	29.2		Finos < Nº 200 : 19.9
Nº 100	0.150	11.3	1.1	71.9	28.1		
Nº 200	0.075	83.4	8.2	80.1	19.9		
< Nº 200	FONDO	203.6	19.9	100.0	0.0		



- Se tiene 39.1% de grava, 41% de arena y 19.9% de finos.
- Clasificación SUCS: SM (Arena limosa con grava).
- Clasificación AASHTO: Se tiene un material granular A-1-b.
- Se tiene un Límite Líquido de 21, pero se carece de límite plástico.
- No presenta coeficiente de curvatura, ni coeficiente de uniformidad.

Figura 26
Granulometría M-3 cantera Huarangal

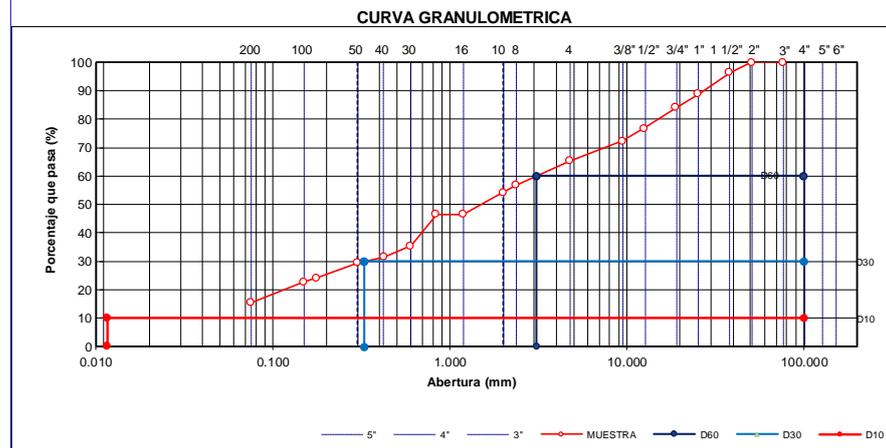
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
							Contenido de Humedad (%) : 1.3
							Límite Líquido (LL) : 21
							Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200		0.0	0.0	100.0		Índice Plástico (IP) : NP
2"	50.800		0.0	0.0	100.0		Clasificación (SUCS) : SM
1 1/2"	38.100	1797.0	8.3	8.3	91.7		Clasificación (AASHTO) : A-1-b
1"	25.400	1874.0	8.6	16.9	83.1		Índice de Grupo : (0)
3/4"	19.000	1441.0	6.6	23.5	76.5		Descripción (AASHTO) : BUENO
1/2"	12.500	1606.0	7.4	30.9	69.1		Descripción (SUCS) :
3/8"	9.500	1124.0	5.2	36.1	63.9		Arena limosa con grava
Nº 4	4.750	944.0	4.3	40.4	59.6		Coefficiente Unif. (Cu) : -
Nº 8	2.360	98.0	6.9	47.3	52.7		Coefficiente Curv. (Cc) : -
Nº 10	2.000	34.9	2.4	49.7	50.3		Pot. Expansión : Bajo
Nº 16	1.190	93.5	6.5	56.2	43.8		Materia Orgánica :
Nº 20	0.840	65.8	4.6	60.8	39.2		Ind. de Consistencia : - Solido
Nº 30	0.600	57.0	4.0	64.8	35.2		Bolonería > 2" : 0.0
Nº 40	0.425	48.5	3.4	68.2	31.8		Grava 2" - Nº 4 : 40.4
Nº 50	0.300	26.4	1.8	70.1	29.9		Arena Nº4 - Nº 200 : 41.9
Nº 80	0.177	63.7	4.5	74.5	25.5		Finos < Nº 200 : 17.7
Nº 100	0.150	18.4	1.3	75.8	24.2		
Nº 200	0.075	92.9	6.5	82.3	17.7		
< Nº 200	FONDO	253.1	17.7	100.0	0.0		



- Este material está compuesto por 40.4% de grava, 41.9% de arena y 17.7% de finos.
- Clasificación SUCS: SM (Arena limosa con grava).
- Clasificación AASHTO: Se tiene un material granular A-1-b.
- Se tiene un Límite Líquido de 21, pero se carece de límite plástico.

Figura 27
Granulometría M-4 cantera Huarangal

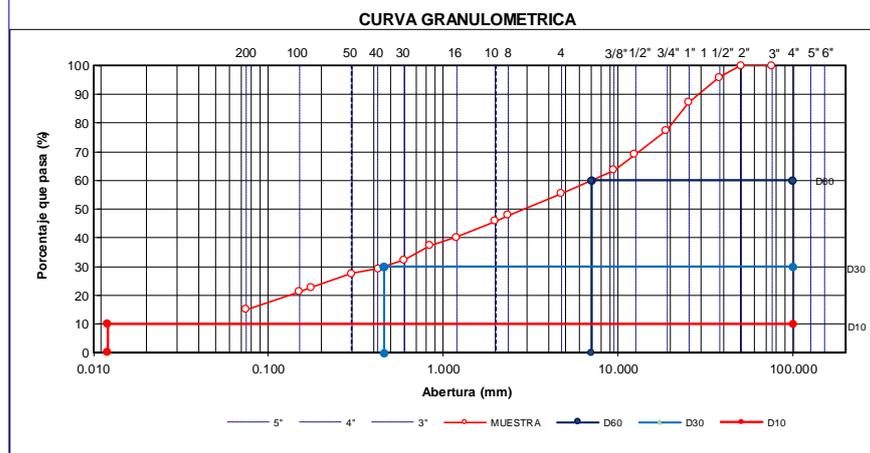
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
							Contenido de Humedad (%) : 1.4
							Límite Líquido (LL) : 21
							Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200		0.0	0.0	100.0		Índice Plástico (IP) : NP
2"	50.800		0.0	0.0	100.0		Clasificación (SUCS) : SM
1 1/2"	38.100	913.0	3.5	3.5	96.5		Clasificación (AASHTO) : A-1-b
1"	25.400	1959.0	7.6	11.1	88.9		Índice de Grupo : (0)
3/4"	19.000	1218.0	4.7	15.9	84.1		Descripción (AASHTO) : BUENO
1/2"	12.500	1908.0	7.4	23.3	76.7		Descripción (SUCS) :
3/8"	9.500	1118.0	4.3	27.6	72.4		Arena limosa con grava
Nº 4	4.750	1836.0	7.1	34.7	65.3		Coefficiente Unif. (Cu) : -
Nº 8	2.360	77.8	8.5	43.2	56.8		Coefficiente Curv. (Cc) : -
Nº 10	2.000	24.0	2.6	45.8	54.2		Pot. Expansión : Bajo
Nº 16	1.190	71.2	7.7	53.6	46.4		Materia Orgánica :
Nº 20	0.840		0.0	53.6	46.4		Ind. de Consistencia : - Solido
Nº 30	0.600	101.3	11.0	64.6	35.4		Bolonería > 2" : 0.0
Nº 40	0.425	36.9	4.0	68.6	31.4		Grava 2" - Nº 4 : 34.7
Nº 50	0.300	17.8	1.9	70.5	29.5		Arena Nº4 - Nº 200 : 49.9
Nº 80	0.177	49.7	5.4	75.9	24.1		Finos < Nº 200 : 15.4
Nº 100	0.150	12.7	1.4	77.3	22.7		
Nº 200	0.075	67.3	7.3	84.6	15.4		
< Nº 200	FONDO	141.3	15.4	100.0	0.0		



- Se tiene 34.7% de grava, 49.9% de arena y un 15.4% de finos.
- Clasificación SUCS: SM (Arena limosa con grava).
- Clasificación AASHTO: Se tiene un material granular A-1-a.
- Se tiene un Límite Líquido de 21, pero se carece de límite plástico.

Figura 28
Granulometría M-5 cantera Huarangal

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
							Contenido de Humedad (%) : 1.5
							Límite Líquido (LL) : 19
							Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200		0.0	0.0	100.0		Índice Plástico (IP) : NP
2"	50.800		0.0	0.0	100.0		Clasificación (SUCS) : GM
1 1/2"	38.100	918.0	4.0	4.0	96.0		Clasificación (AASHTO) : A-1-a
1"	25.400	2014.0	8.8	12.9	87.1		Índice de Grupo : (0)
3/4"	19.000	2215.0	9.7	22.6	77.4		Descripción (AASHTO) : BUENO
1/2"	12.500	1914.0	8.4	31.0	69.0		Descripción (SUCS) :
3/8"	9.500	1250.0	5.5	36.5	63.5		Grava limosa con arena
Nº 4	4.750	1868.0	8.2	44.7	55.3		Coefficiente Unif. (Cu) : -
Nº 8	2.360	104.4	7.4	52.0	48.0		Coefficiente Curv. (Cc) : -
Nº 10	2.000	29.8	2.1	54.1	45.9		Pot. Expansión : Bajo
Nº 16	1.190	79.5	5.6	59.7	40.3		Materia Orgánica :
Nº 20	0.840	42.6	3.0	62.8	37.2		Ind. de Consistencia : - Solido
Nº 30	0.600	69.1	4.9	67.6	32.4		Bolonería > 2" : 0.0
Nº 40	0.425	45.0	3.2	70.8	29.2		Grava 2" - Nº 4 : 44.7
Nº 50	0.300	24.0	1.7	72.5	27.5		Arena Nº4 - Nº 200 : 40.3
Nº 80	0.177	66.1	4.7	77.2	22.8		Finos < Nº 200 : 15.0
Nº 100	0.150	23.2	1.6	78.8	21.2		
Nº 200	0.075	87.6	6.2	85.0	15.0		
< Nº 200	FONDO	212.8	15.0	100.0	0.0		



- Este material está compuesto por 44.7% de grava, 40.3% de arena y 15% de finos.
- Clasificación SUCS: GM (Grava limosa con arena).
- Clasificación AASHTO: Se tiene un material granular A-1-a.
- Se tiene un Límite Líquido de 19, pero se carece de límite plástico.

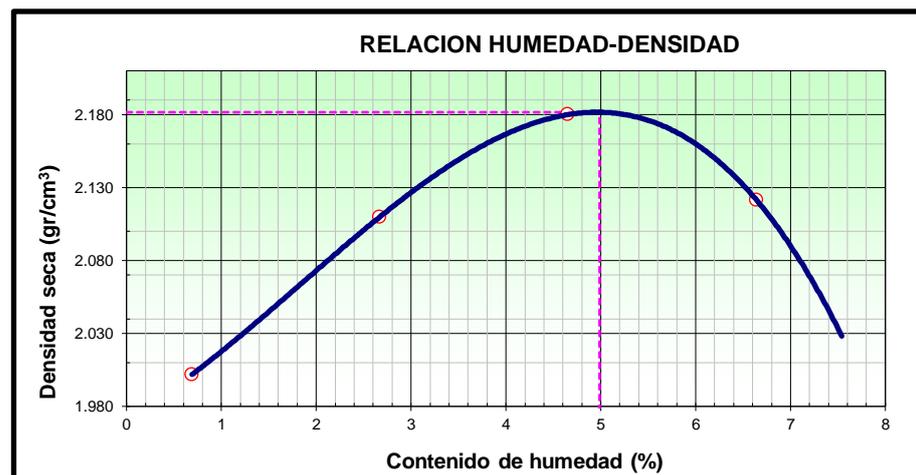
4.1.4.2. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

Tabla 21
Humedad natural

Cantera	Muestra	% Humedad Natural
Tingue Bajo	M-1	1.5
	M-2	1.1
	M-3	1.4
	M-4	0.9
	M-5	1.2
	Promedio:	1.2
Huarangal	M-1	1.5
	M-2	1.5
	M-3	1.3
	M-4	1.4
	M-5	1.5
	Promedio:	1.4

4.1.4.3 Proctor Modificado con material Natural

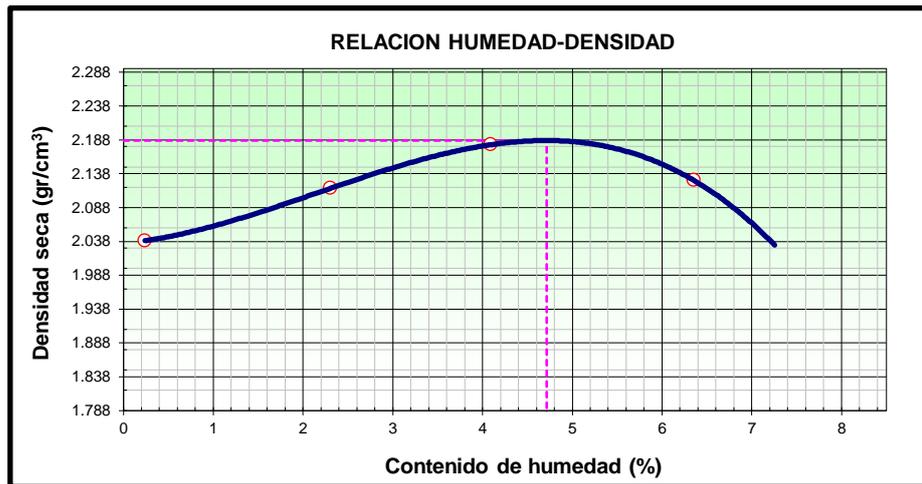
Figura 29
Curva de compactación M-1 cantera Tingue Bajo



- Densidad Máxima seca: 2.182 gr/cm³
- Humedad Optima: 5 %

Figura 30

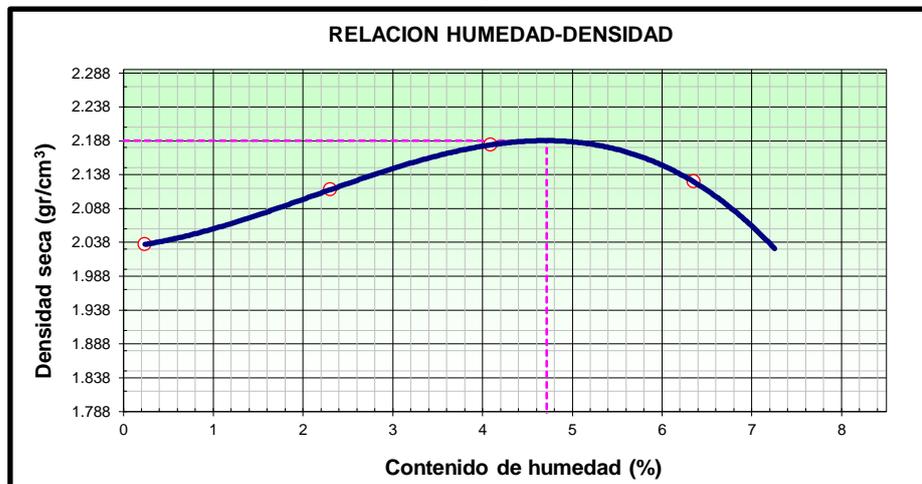
Curva de compactación M-2 cantera Tingue Bajo



- Densidad Máxima seca: 2.187 gr/cm³
- Humedad Optima: 4.7 %

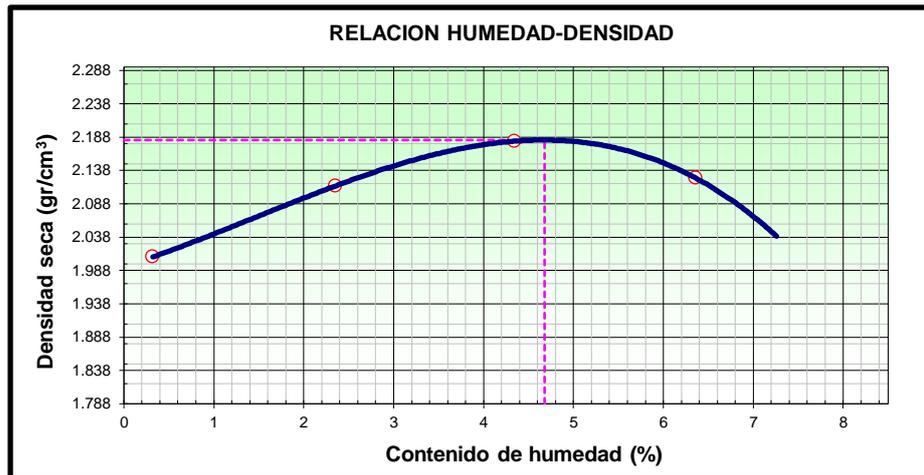
Figura 31

Curva de compactación M-3 cantera Tingue Bajo



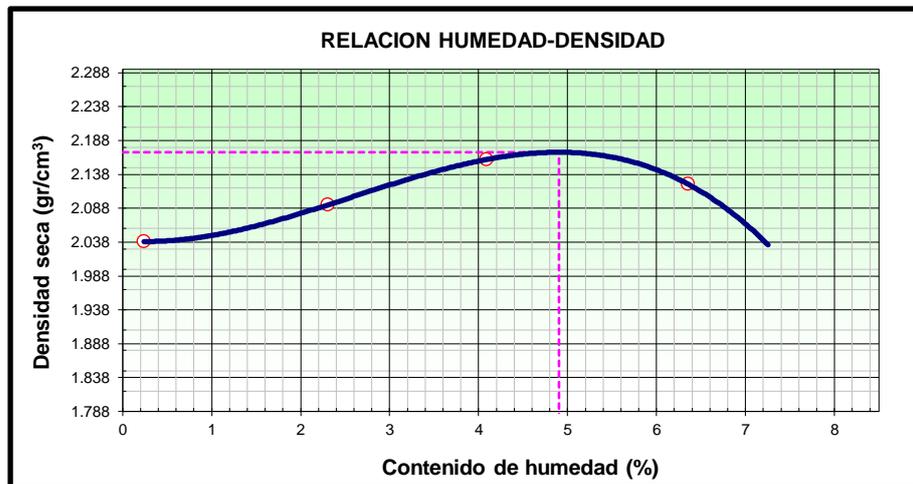
- Densidad Máxima seca: 2.188 gr/cm³
- Humedad Optima: 4.7 %

Figura 32
 Curva de compactación M-4 cantera Tingue Bajo



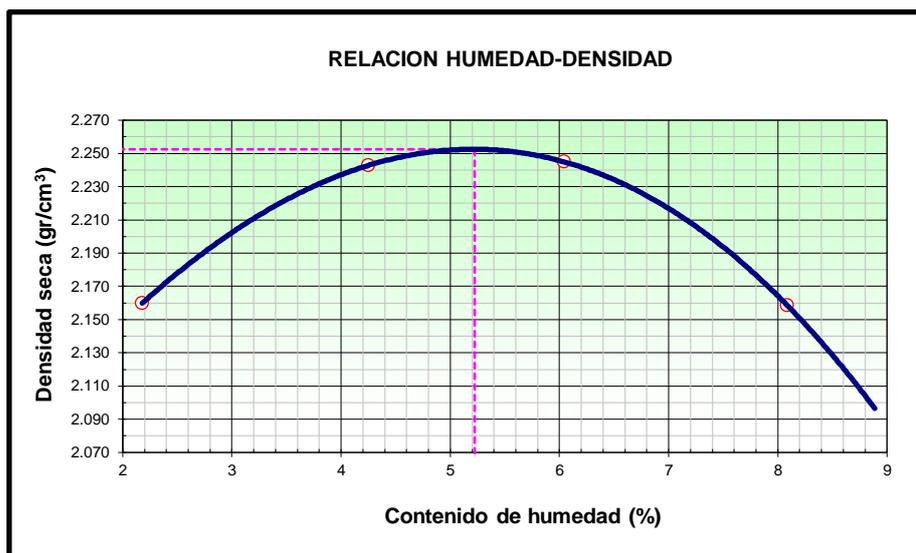
- Densidad Máxima seca: 2.184 gr/cm³
- Humedad Óptima: 4.7 %

Figura 33
 Curva de compactación M-5 cantera Tingue Bajo



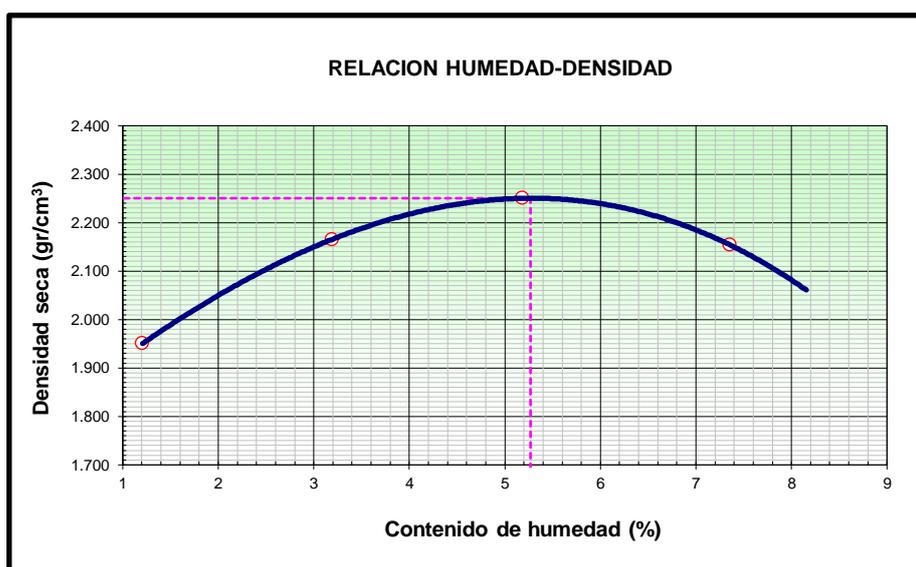
- Densidad Máxima seca: 2.171 gr/cm³
- Humedad Óptima: 4.9 %

Figura 34
Curva de compactación M-1 cantera Huarangal



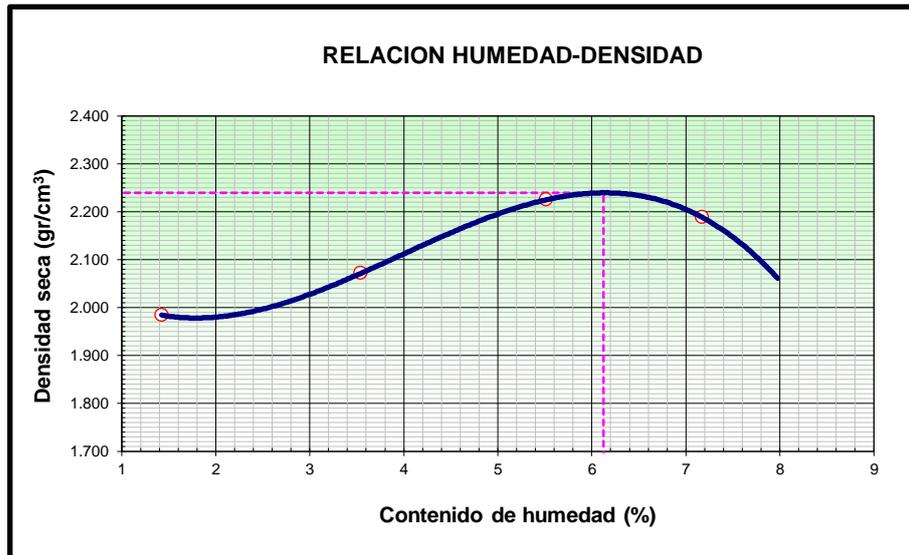
- Densidad Máxima seca: 2.253 gr/cm³
- Humedad Óptima: 5.2 %

Figura 35
Curva de compactación M-2 cantera Huarangal



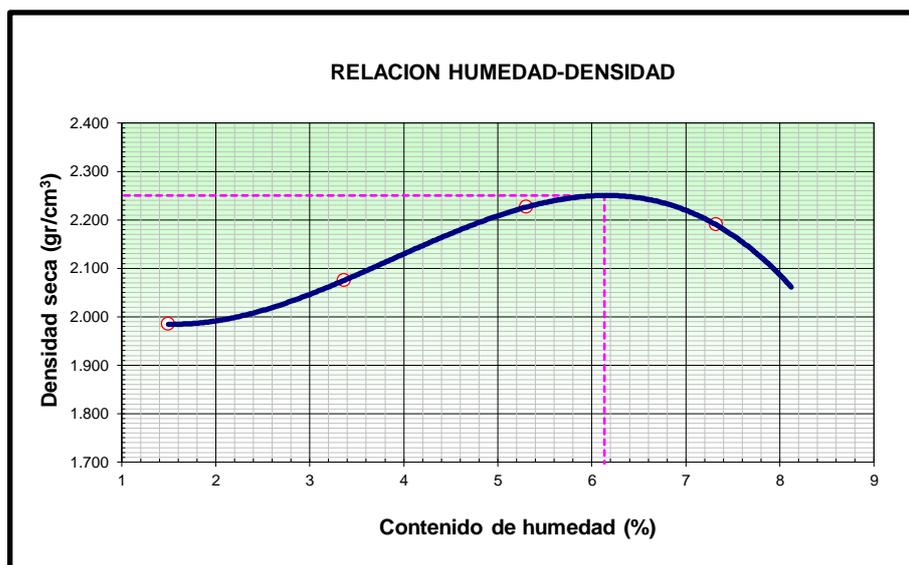
- Densidad Máxima seca: 2.250 gr/cm³
- Humedad Óptima: 5.3 %

Figura 36
Curva de compactación M-3 cantera Huarangal



- Densidad Máxima seca: 2.240 gr/cm³
- Humedad Optima: 6.1 %

Figura 37
Curva de compactación M-4 cantera Huarangal



- Densidad Máxima seca: 2.250 gr/cm³
- Humedad Optima: 6.1 %

4.1.4.3. PROCTOR MODIFICADO CON CEMENTO

Figura 38

Curva de compactación 1% cemento cantera Tingue Bajo

CANTERA		: TINGUE BAJO					
MUESTRA		Suelo Estabilizado con 1 % de Cemento		CLASF. (SUCS) : GW - GM			
PROGRESIVA		km 21+100 L.I.		CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0)			
TRAMO		5					
METODO DE COMPACTACION		:		"C"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA		:		56			
NUMERO DE CAPAS		:		5			
Peso suelo + molde	gr	10412.0	10659.0	10829.0	10785.0		
Peso molde	gr	5958.0	5958.0	5958.0	5958.0		
Peso suelo húmedo compactado	gr	4454.0	4701.0	4871.0	4827.0		
Volumen del molde	cm ³	2103.0	2103.0	2103.0	2103.0		
Peso volumétrico húmedo	gr	2.118	2.235	2.316	2.295		
Recipiente N°		1	2	3	4		
Peso del suelo húmedo+tara	gr	616.00	612.00	598.00	648.00		
Peso del suelo seco + tara	gr	602.00	589.00	564.00	598.00		
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00		
Peso de agua	gr	14.00	23.00	34.00	50.00		
Peso del suelo seco	gr	602.00	589.00	564.00	598.00		
Contenido de agua	%	2.33	3.90	6.03	8.36		
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.070	2.151	2.185	2.118		
						Densidad máxima (gr/cm ³)	2.185
						Humedad óptima (%)	5.8

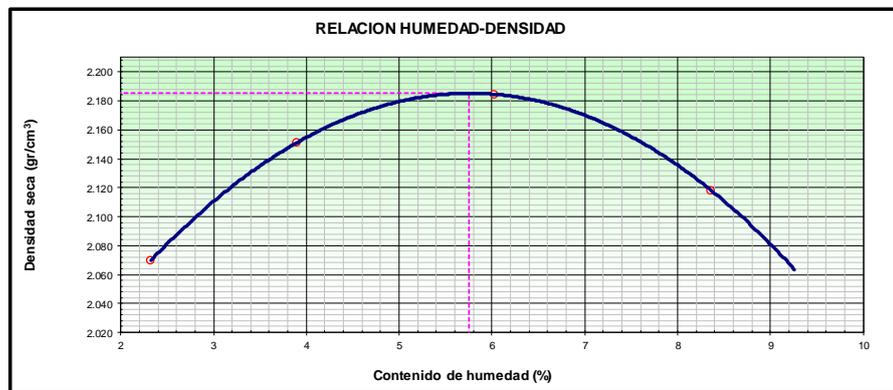


Figura 39

Curva de compactación 1% cemento cantera Huarangal

CANTERA	HUARANGAL		CLASF. (SUCS):		GM
MUESTRA	SUELO ESTABILIZADO CON 1% de CEMENTO		CLASF. (AASHTO):		A-1-a (0)
PROGRESIVA	km 34+580 L.D.				
TRAMO	5				
METODO DE COMPACTACION			"C"		
NUMERO DE GOLPES POR CAPA			56		
NUMERO DE CAPAS			5		
Peso suelo + molde	gr	10170.00	10462.00	10888.00	10800.00
Peso molde	gr	5958.00	5958.00	5958.00	5958.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4212.00	4504.00	4930.00	4842.00
Volumen del molde	cm ³	2100.30	2100.30	2100.30	2100.30
Peso volumétrico húmedo	gr	2.005	2.144	2.347	2.305
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	634.20	701.50	654.20	752.20
Peso del suelo seco + tara	gr	618.00	678.00	620.30	700.89
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	gr	16.20	23.50	33.90	51.31
Peso del suelo seco	gr	618.00	678.00	620.30	700.89
Contenido de agua	%	2.62	3.47	5.47	7.32
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.954	2.073	2.226	2.148
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>					2.229
<i>Humedad óptima (%)</i>					5.8

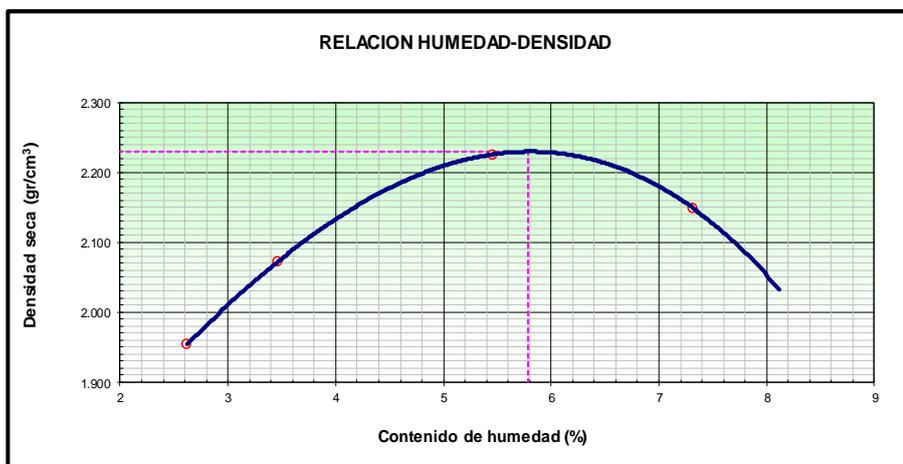


Figura 40

Curva de compactación 2% cemento cantera Tingue Bajo

CANTERA	: TINGUE BAJO					
MUESTRA	Suelo Estabilizado con 2% de Cemento		CLASF. (SUCS): GW - GM			
PROGRESIVA	km 21+100 L.I.		CLASF. (AASHTO): A-1-a (0)			
TRAMO	5					
METODO DE COMPACTACION	:		"C"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:		56			
NUMERO DE CAPAS	:		5			
Peso suelo + molde	gr	10920.0	11139.0	11289.0	11224.0	
Peso molde	gr	6368.0	6368.0	6368.0	6368.0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4552.0	4771.0	4921.0	4856.0	
Volumen del molde	cm ³	2123	2123	2123	2123	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.144	2.247	2.318	2.287	
Recipiente N°		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	418.00	584.00	586.00	470.00	
Peso del suelo seco + tara	gr	409.00	560.00	550.00	432.00	
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso de agua	gr	9.00	24.00	36.00	38.00	
Peso del suelo seco	gr	409.00	560.00	550.00	432.00	
Contenido de agua	%	2.20	4.29	6.55	8.80	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.098	2.155	2.176	2.102	
					Densidad máxima (gr/cm ³)	2.177
					Humedad óptima (%)	6.1

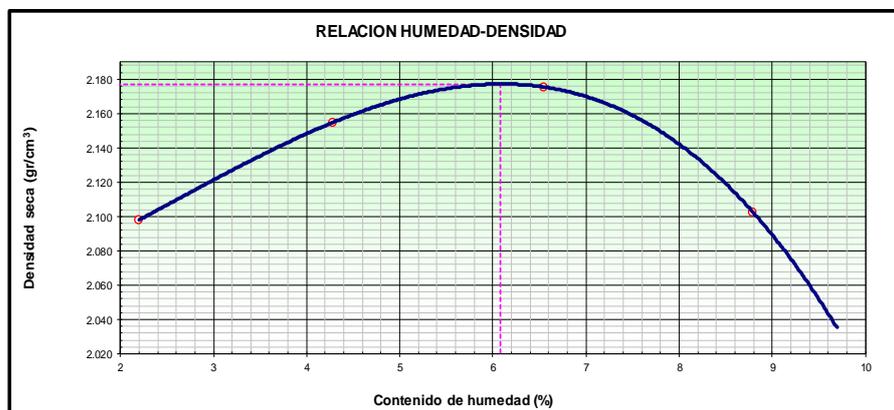


Figura 41

Curva de compactación 2% cemento cantera Huarangal

CANTERA		HUARANGAL			
MUESTRA	SUELO ESTABILIZADO CON 2 % de CEMENTO			CLASF. (SUCS) :	GM
PROGRESIVA	km 34+580 L.D.			CLASF. (AASHTO) :	A-1-a (0)
TRAMO	5				
METODO DE COMPACTACION		"C"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA		56			
NUMERO DE CAPAS		5			
Peso suelo + molde	gr	11020.00	11149.00	11370.00	11282.00
Peso molde	gr	6368.00	6368.00	6368.00	6368.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4652.00	4781.00	5002.00	4914.00
Volumen del molde	cm ³	2123.00	2123.00	2123.00	2123.00
Peso volumétrico húmedo	gr	2.191	2.252	2.356	2.315
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	490.00	458.00	521.00	655.00
Peso del suelo seco + tara	gr	475.00	440.00	489.00	605.00
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	gr	15.00	18.00	32.00	50.00
Peso del suelo seco	gr	475.00	440.00	489.00	605.00
Contenido de agua	%	3.16	4.09	6.54	8.26
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.124	2.163	2.211	2.138
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>					2.213
<i>Humedad óptima (%)</i>					6.2

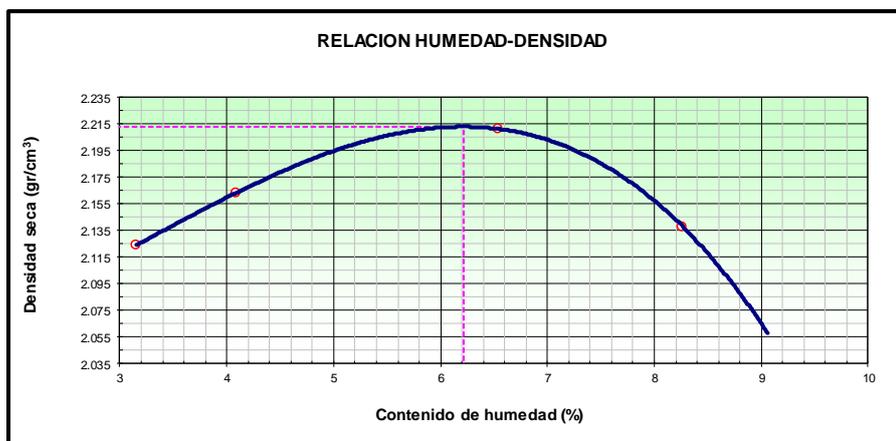


Figura 42

Curva de compactación 3% cemento cantera Tingue Bajo

CANTERA	: TINGUE BAJO					
MUESTRA	Suelo Estabilizado con 3% de Cemento		CLASF. (SUCS) : GW - GM			
PROGRESIVA	km 21+100 L.I.		CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0)			
TRAMO	5					
METODO DE COMPACTACION			: "C"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA			: 56			
NUMERO DE CAPAS			: 5			
Peso suelo + molde	gr	10937.0	11103.0	11282.0	11267.0	
Peso molde	gr	6368.0	6368.0	6368.0	6368.0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4569.0	4735.0	4914.0	4899.0	
Volumen del molde	cm ³	2123	2123	2123	2123	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.152	2.230	2.315	2.308	
Recipiente N°		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	468.00	471.00	491.00	452.00	
Peso del suelo seco + tara	gr	457.00	452.00	460.00	415.00	
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso de agua	gr	11.00	19.00	31.00	37.00	
Peso del suelo seco	gr	457.00	452.00	460.00	415.00	
Contenido de agua	%	2.41	4.20	6.74	8.92	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.102	2.140	2.169	2.119	
					Densidad máxima (gr/cm ³)	2.169
					Humedad óptima (%)	6.5

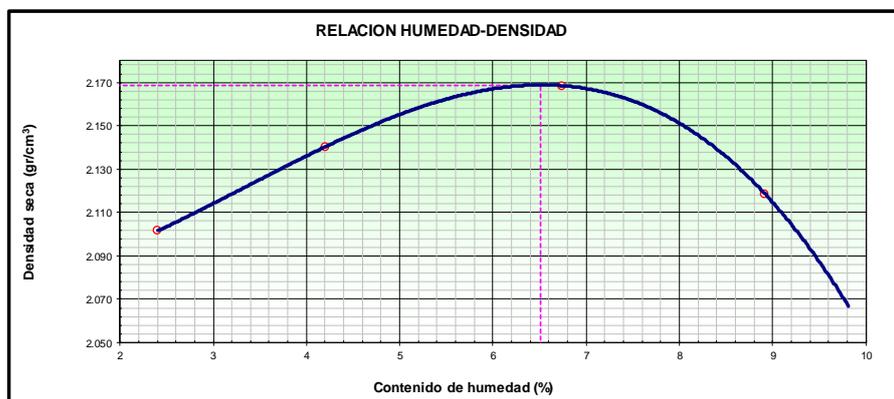


Figura 43

Curva de compactación 3% cemento cantera Huarangal

CANTERA	HUARANGAL		CLASF. (SUCS):		GM
MUESTRA	SUELO ESTABILIZADO CON 3 % de CEMENTO		CLASF. (AASHTO):		A-1-a (0)
PROGRESIVA	km 34+580 L.D.				
TRAMO	5				
METODO DE COMPACTACION			"C"		
NUMERO DE GOLPES POR CAPA			56		
NUMERO DE CAPAS			5		
Peso suelo + molde	gr	10957.0	11155.0	11348.0	11235.0
Peso molde	gr	6368.00	6368.00	6368.00	6368.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4589.00	4787.00	4980.00	4867.00
Volumen del molde	cm ³	2123.00	2123.00	2123.00	2123.00
Peso volumétrico húmedo	gr	2.162	2.255	2.346	2.293
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	418.00	584.00	586.00	470.00
Peso del suelo seco + tara	gr	404.00	557.00	549.00	432.00
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	gr	14.00	27.00	37.00	38.00
Peso del suelo seco	gr	404.00	557.00	549.00	432.00
Contenido de agua	%	3.47	4.85	6.74	8.80
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.089	2.151	2.198	2.107
Densidad máxima (gr/cm ³)					2.198
Humedad óptima (%)					6.7

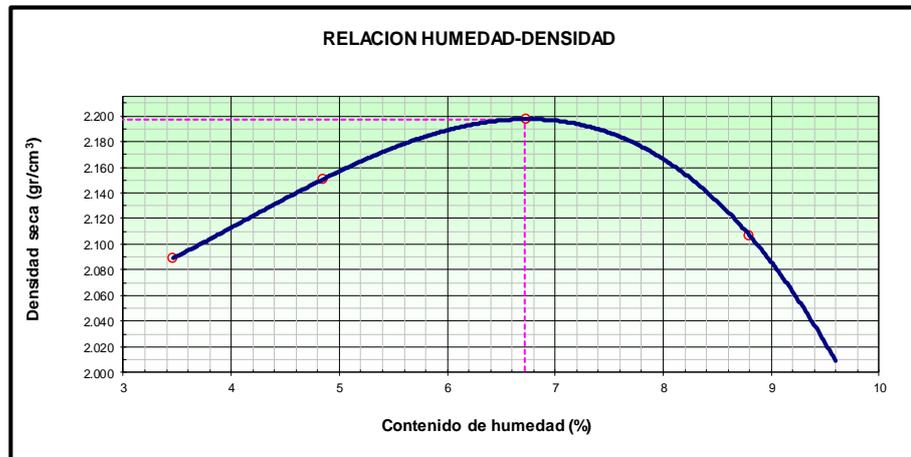


Tabla 22

Ensayos de Proctor y CBR en Laboratorio

Ensayos de Proctor y CBR en Laboratorio					
Cantera	Estabilizador	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)	CBR (%)	
				95% MDS	100% MDS
Tingue Bajo	Natural	2.182	5.0	38.5	81.4
	1% Cemento	2.185	5.8	-	-
	2% Cemento	2.177	6.1	-	-
	3% Cemento	2.169	6.5	-	-
Huarangal	Natural	2.253	5.2	75.7	80.9
	1% Cemento	2.229	5.8	-	-
	2% Cemento	2.213	6.2	-	-
	3% Cemento	2.198	6.7	-	-

Tabla 23
Proctor In-Situ Cantera Tingue Bajo

Cantera	Progresiva (Km)	MDS IN-SITU (gr/cm3)	OCH (%)	% Cemento
TINGUE BAJO	16+170 - 16+770	2.176	5.96	1.50
	16+770 - 17+370	2.173	5.94	1.50
	17+370 - 17+970	2.181	5.99	1.50
	17+970 - 18+570	2.186	5.97	1.50
	20+970 - 21+570	2.195	5.95	1.50
	21+570 - 22+170	2.195	5.98	1.50
	23+370 - 23+970	2.196	6.00	1.50
	23+970 - 24+570	2.194	5.95	1.50
	24+570 - 25+170	2.196	5.96	1.50
	25+170 - 25+770	2.191	5.97	1.50
	25+770 - 26+370	2.189	6.01	1.50
	26+370 - 26+970	2.187	5.92	1.50
	26+970 - 27+570	2.189	6.00	1.50
	27+570 - 28+170	2.187	5.96	1.50
	Promedio	2.188	5.97	1.50

Tabla 24
Proctor In-Situ Cantera Huarangal

Cantera	Progresiva (Km)	MDS IN-SITU (gr/cm3)	OCH (%)	% Cemento
HUARAN- GAL	29+200 - 29+800	2.198	7.53	1.00
	28+600 - 29+200	2.195	7.76	1.00
	29+200 - 29+800	2.198	7.93	1.00
	29+800 - 30+400	2.194	7.64	1.00
	30+400 - 31+000	2.197	7.70	1.00
	31+000 - 31+600	2.204	7.60	1.00
	31+600 - 32+200	2.201	7.51	1.00
	35+040 - 35+790	2.197	7.70	1.00
	35+790 - 36+120	2.208	7.20	1.00
	36+120 - 36+780	2.209	7.20	1.00
	36+780 - 37+400	2.212	7.30	1.00
	37+400 - 38+040	2.210	7.10	1.00
	38+040 - 38+600	2.208	7.20	1.00
	Promedio	2.203	7.49	1.00

Figura 44

Máximas densidades Cantera Tingue Bajo

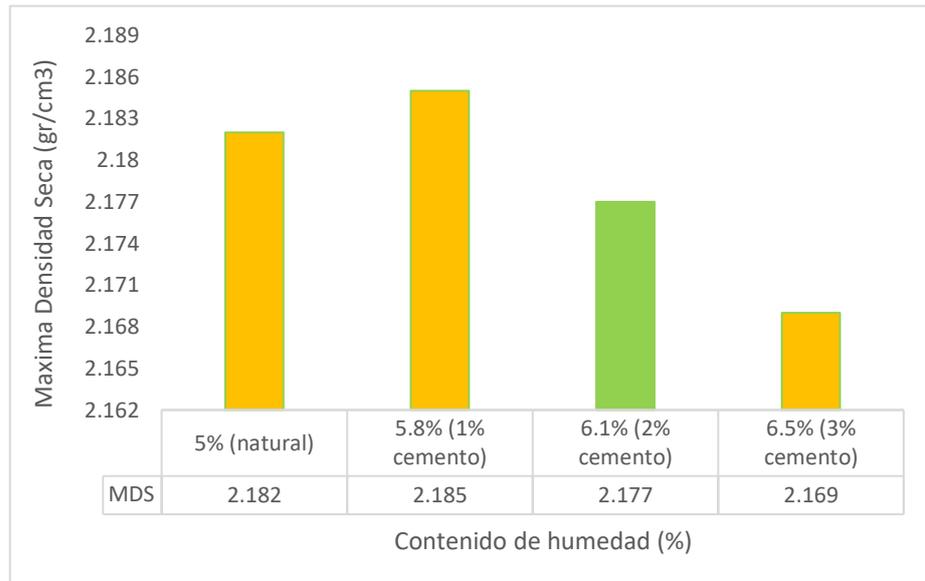
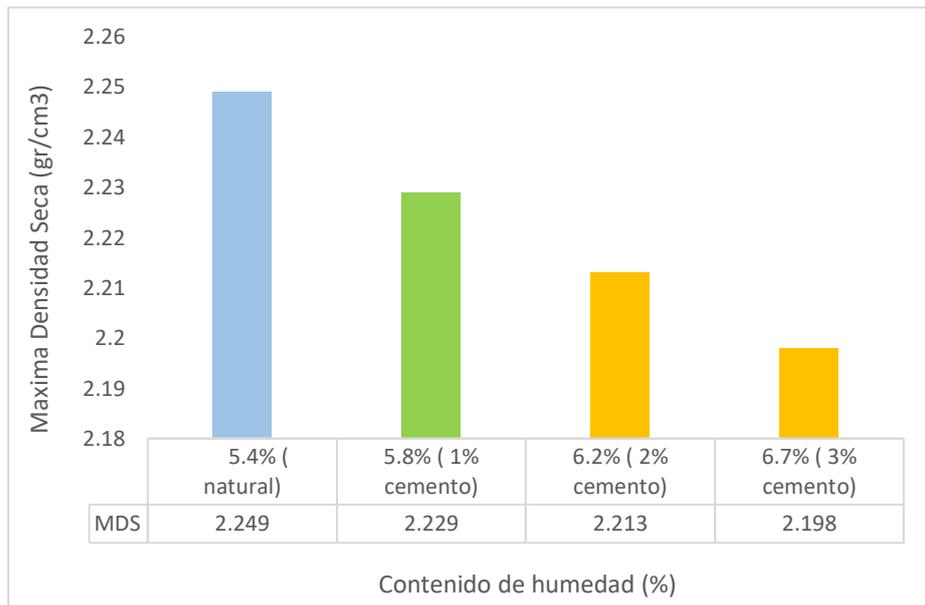


Figura 45

Máximas densidades secas cantera Huarangal



- La máxima densidad seca, empieza a disminuir a medida que se añaden diversos porcentajes de cemento.
- La humedad optima aumenta con los diversos porcentajes de cemento.
- La máxima densidad seca, de la muestra natural sin cemento tiene un valor alto, y su humedad optima tiene un valor bajo.

4.1.4.4. GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

Tabla 25

Gravedad específica del agregado grueso

Cantera	Muestra	Peso Específico (gr/cm ³)	% Absorción
Tingue Bajo	M-1	2.727	0.52
	M-2	2.726	0.52
	M-3	2.727	0.52
	M-4	2.725	0.52
	M-5	2.726	0.53
	Promedio:	2.726	0.52
Huarangal	M-1	2.704	0.48
	M-2	2.701	0.50
	M-3	2.698	0.44
	M-4	2.702	0.60
	M-5	2.704	0.48
	Promedio:	2.702	0.50

- Los agregados de la cantera Tingue Bajo tienen un peso específico seco de 2.726 gr/cm³ y 0.52% de absorción.
- Los agregados de la cantera Huarangal tienen un peso específico seco de 2.702 gr/cm³ y 0.50% de absorción.

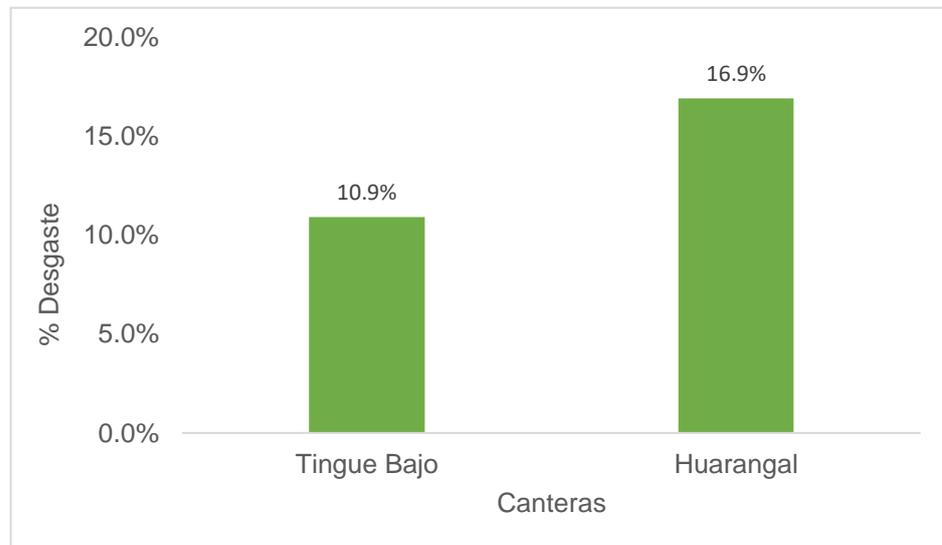
4.1.4.5. ABRASION DE LOS ANGELES

Tabla 26
Resumen de ensayo de Abrasión

Cantera	Muestra	Abrasión %	Promedio de Abrasión %
Tingue Bajo	M-1	11.0	10.9 %
	M-2	10.9	
	M-3	11.0	
	M-4	10.8	
	M-5	10.9	
Huarangal	M-1	17.2	16.9 %
	M-2	16.7	
	M-3	16.7	
	M-4	16.7	
	M-5	17.2	

- El agregado de la cantera Tingue Bajo tiene un desgaste del 10.9%
- El agregado de la cantera Huarangal tiene un desgaste del 16.9%

Figura 46
Abrasión de los Ángeles



4.1.5. ROTURA DE PROBETAS DE LABORATORIO

Tabla 27

Roturas de probetas sin cemento cantera Tingue Bajo

MUESTRA	CARGA	RESISTENCIA	RESISTENCIA	AREA
SIN ESTABILIZAR	(kg)	(Kg/cm ²)	MINIMA (Kg/cm ²)	(cm ²)
M1	443	5.47	18.35	81
M2	269	3.32	18.35	81
M3	393	4.85	18.35	81
M4	153	1.89	18.35	81
M5	432	5.33	18.35	81
M6	354	4.37	18.35	81
M7	212	2.62	18.35	81
M8	376	4.64	18.35	81
M9	489	6.04	18.35	81
M10	120	1.48	18.35	81
M11	273	3.37	18.35	81
M12	415	5.12	18.35	81
M13	62	0.77	18.35	81
M14	432	5.33	18.35	81
M15	123	1.52	18.35	81
XP		3.74		
DESVIACION ESTANDAR		1.72		
VARIANZA		2.97		
COEFICIENTE DE VARIACION		46.06		

Figura 47

Resistencia a la compresión sin cemento cantera Tingue Bajo

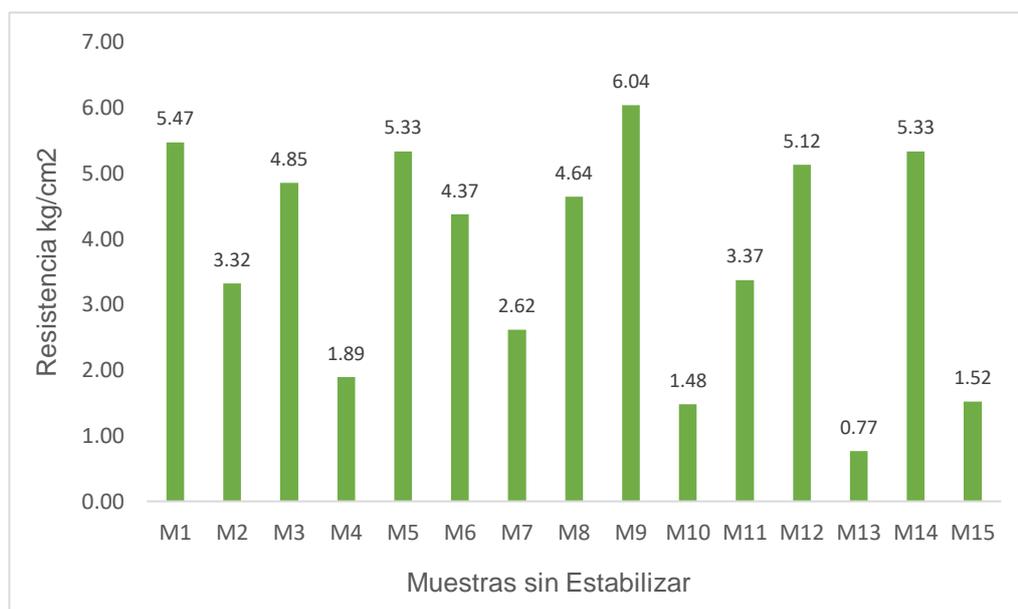


Tabla 28
Roturas de probetas sin cemento cantera Huarangal

MUESTRA	CARGA	RESISTEN- CIA	RESISTENCIA	AREA
SIN ESTABILIZAR	(kg)	(Kg/cm2)	MINIMA (Kg/cm2)	(cm2)
M1	891	11.00	18.35	81
M2	767	9.47	18.35	81
M3	634	7.83	18.35	81
M4	812	10.02	18.35	81
M5	782	9.65	18.35	81
M6	806	9.95	18.35	81
M7	812	10.02	18.35	81
M8	754	9.31	18.35	81
M9	722	8.91	18.35	81
M10	745	9.20	18.35	81
M11	823	10.16	18.35	81
M12	757	9.35	18.35	81
M13	860	10.62	18.35	81
M14	698	8.62	18.35	81
M15	807	9.96	18.35	81
SUMA		144		
XP		9.60		
MIN		7.83		
MAX		11.00		
DESVIACION ESTANDAR		0.79		
VARIANZA		0.63		
COEFICIENTE DE VARIACION		8.27		

Figura 48
Resistencia a la compresión sin cemento cantera Huarangal

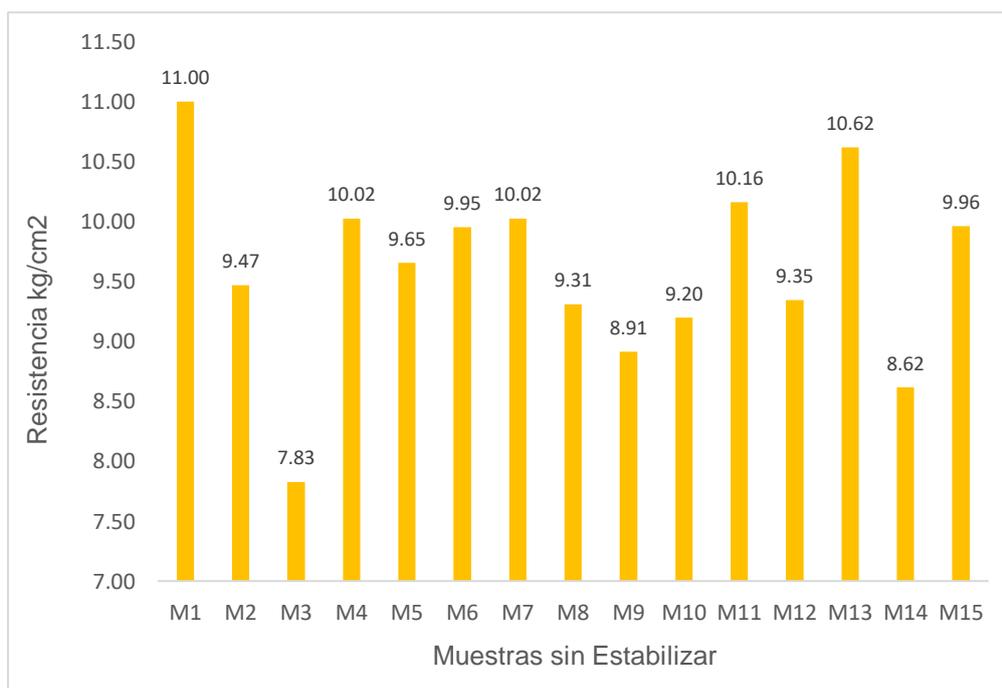


Tabla 29*Roturas de probetas 1% cemento cantera Tingue Bajo*

ESTABILIZADO 1% CEMENTO	CARGA (kg)	RESISTEN- CIA (Kg/cm2)	RESISTENCIA MINIMA (Kg/cm2)	AREA (cm2)
M1	1007	12.43	18.35	81
M2	1202	14.84	18.35	81
M3	1153	14.23	18.35	81
M4	1057	13.05	18.35	81
M5	1067	13.17	18.35	81
M6	1079	13.32	18.35	81
M7	1126	13.90	18.35	81
M8	1243	15.35	18.35	81
M9	1123	13.86	18.35	81
M10	1192	14.72	18.35	81
M11	1130	13.95	18.35	81
M12	1185	14.63	18.35	81
M13	1054	13.01	18.35	81
M14	1182	14.59	18.35	81
M15	1143	14.11	18.35	81
SUMA		209		
XP		13.94		
MIN		12.43		
MAX		15.35		
DESVIACION ESTANDAR		0.82		
VARIANZA		0.67		
COEFICIENTE DE VARIACION		5.85		

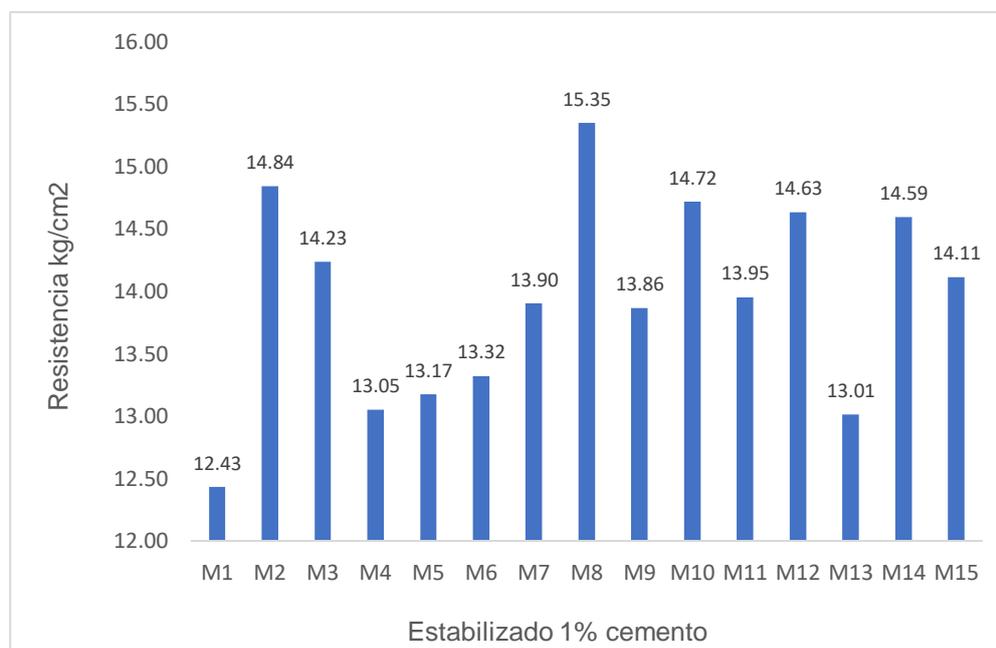
Figura 49*Resistencia a la compresión 1% cemento cantera Tingue Bajo*

Tabla 30
Roturas de probetas 1% cemento cantera Huarangal

ESTABILIZADO 1% CEMENTO	CARGA (kg)	RESISTEN- CIA (Kg/cm2)	RESISTENCIA MINIMA (Kg/cm2)	AREA (cm2)
M1	1657	20.46	18.35	81
M2	1672	20.64	18.35	81
M3	1475	18.21	18.35	81
M4	1590	19.63	18.35	81
M5	1326	16.37	18.35	81
M6	1560	19.26	18.35	81
M7	1632	20.15	18.35	81
M8	1380	17.04	18.35	81
M9	1747	21.57	18.35	81
M10	1633	20.16	18.35	81
M11	1424	17.58	18.35	81
M12	1659	20.48	18.35	81
M13	1679	20.73	18.35	81
M14	1671	20.63	18.35	81
M15	1638	20.22	18.35	81
SUMA		293		
XP		19.54		
MIN		16.37		
MAX		21.57		
DESVIACION ESTANDAR		1.53		
VARIANZA		2.35		
COEFICIENTE DE VARIACION		7.84		

Figura 50
Resistencia a la compresión 1% cemento cantera Huarangal

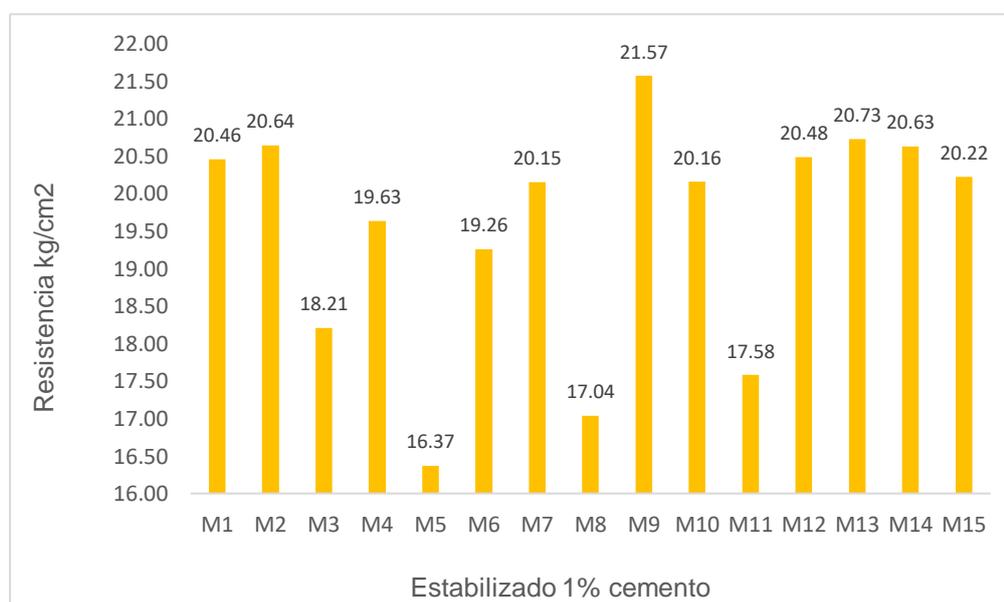


Tabla 31*Roturas de probetas 2% cemento cantera Tingue Bajo*

ESTABILIZADO 2% CEMENTO	CARGA (kg)	RESISTEN- CIA (Kg/cm2)	RESISTENCIA MINIMA (Kg/cm2)	AREA (cm2)
M1	1633	20.16	18.35	81
M2	1757	21.69	18.35	81
M3	1627	20.09	18.35	81
M4	1645	20.31	18.35	81
M5	1459	18.01	18.35	81
M6	1734	21.41	18.35	81
M7	1932	23.85	18.35	81
M8	1447	17.86	18.35	81
M9	1514	18.69	18.35	81
M10	1725	21.30	18.35	81
M11	1889	23.32	18.35	81
M12	1542	19.04	18.35	81
M13	1897	23.42	18.35	81
M14	1712	21.14	18.35	81
M15	1763	21.77	18.35	81
SUMA		312		
XP		20.80		
MIN		17.86		
MAX		23.85		
DESVIACION ESTANDAR		1.89		
VARIANZA		3.58		
COEFICIENTE DE VARIACION		9.09		

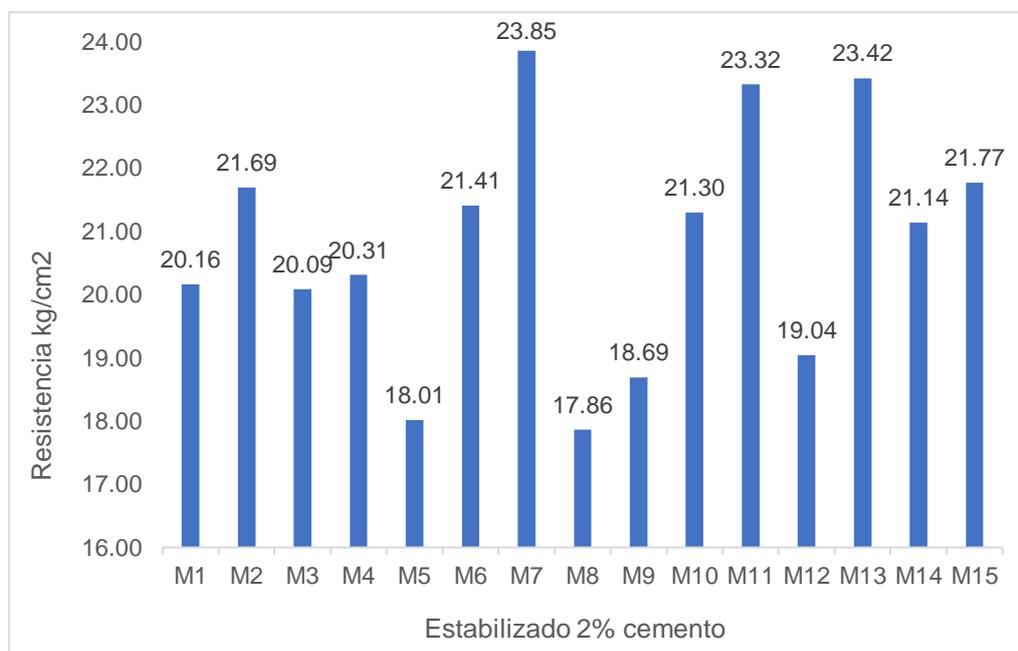
Figura 51*Resistencia a la compresión 2% cemento cantera Tingue Bajo*

Tabla 32
Roturas de probetas 2% cemento cantera Huarangal

ESTABILIZADO 2% CEMENTO	CARGA (kg)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	RESISTENCIA MINIMA (Kg/cm2)	AREA (cm2)
M1	2008	24.79	18.35	81
M2	1965	24.26	18.35	81
M3	2027	25.02	18.35	81
M4	1897	23.42	18.35	81
M5	2211	27.30	18.35	81
M6	2214	27.33	18.35	81
M7	2211	27.30	18.35	81
M8	2200	27.16	18.35	81
M9	2217	27.37	18.35	81
M10	2243	27.69	18.35	81
M11	1890	23.33	18.35	81
M12	1822	22.49	18.35	81
M13	2246	27.73	18.35	81
M14	2379	29.37	18.35	81
M15	2011	24.83	18.35	81
SUMA		389		
XP		25.96		
MIN		22.49		
MAX		29.37		
DESVIACION ESTANDAR		2.04		
VARIANZA		4.17		
COEFICIENTE DE VARIACION		7.87		

Figura 52
Resistencia a la compresión 2% cemento cantera Huarangal

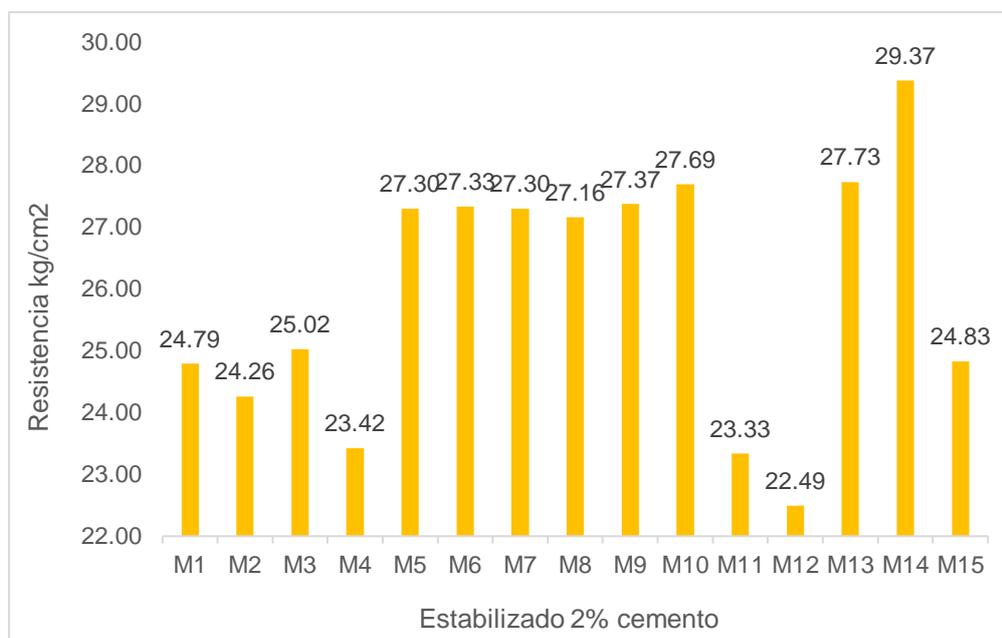


Tabla 33*Roturas de probetas 3% cemento cantera Tingue Bajo*

ESTABILIZADO 3% CEMENTO	CARGA (kg)	RESISTEN- CIA (Kg/cm2)	RESISTENCIA MINIMA (Kg/cm2)	AREA (cm2)
M1	2416	29.83	18.35	81
M2	2356	29.09	18.35	81
M3	2353	29.05	18.35	81
M4	2491	30.75	18.35	81
M5	2164	26.72	18.35	81
M6	1963	24.23	18.35	81
M7	2123	26.21	18.35	81
M8	2505	30.93	18.35	81
M9	2244	27.70	18.35	81
M10	2256	27.85	18.35	81
M11	2416	29.83	18.35	81
M12	2164	26.72	18.35	81
M13	2246	27.73	18.35	81
M14	2484	30.67	18.35	81
M15	2470	30.49	18.35	81
SUMA		428		
XP		28.52		
MIN		24.23		
MAX		30.93		
DESVIACION ESTANDAR		1.99		
VARIANZA		3.95		
COEFICIENTE DE VARIACION		6.97		

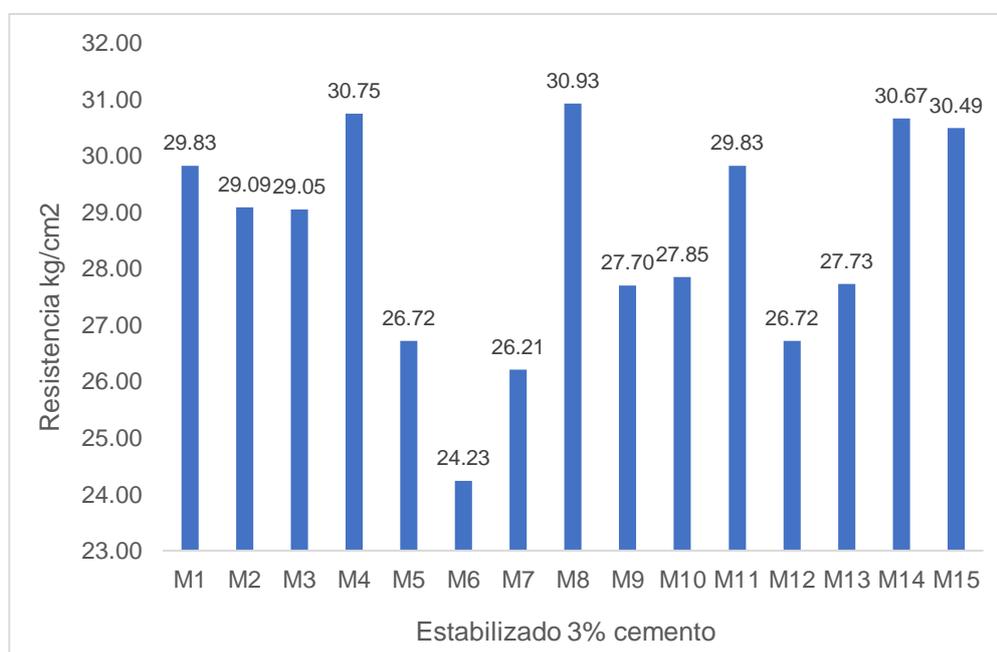
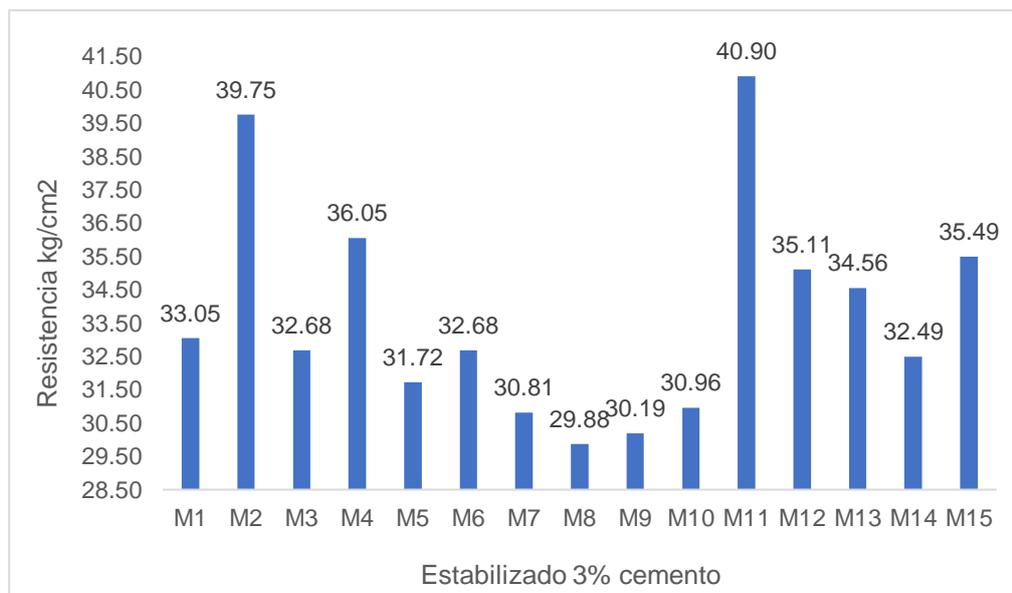
Figura 53*Resistencia a la compresión 3% cemento cantera Tingue Bajo*

Tabla 34
Roturas de probetas 3% cemento cantera Huarangal

ESTABILIZADO 3% CEMENTO	CARGA (kg)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA MINIMA (Kg/cm ²)	AREA (cm ²)
M1	2677	33.05	18.35	81
M2	3220	39.75	18.35	81
M3	2647	32.68	18.35	81
M4	2920	36.05	18.35	81
M5	2569	31.72	18.35	81
M6	2647	32.68	18.35	81
M7	2496	30.81	18.35	81
M8	2420	29.88	18.35	81
M9	2445	30.19	18.35	81
M10	2508	30.96	18.35	81
M11	3313	40.90	18.35	81
M12	2844	35.11	18.35	81
M13	2799	34.56	18.35	81
M14	2632	32.49	18.35	81
M15	2875	35.49	18.35	81
SUMA		506		
XP		33.75		
MIN		29.88		
MAX		40.90		
DESVIACION ESTANDAR		3.28		
VARIANZA		10.76		
COEFICIENTE DE VARIACION		9.72		

Figura 54
Resistencia a la compresión 3% cemento cantera Huarangal



4.1.6. ROTURA DE PROBETAS DE CAMPO

Tabla 35

Roturas de probetas 1.5% cemento en campo cantera Tingue Bajo

ESTABILIZADO 1.5 % CE- MENTO	CARGA (kg)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA MINIMA (Kg/cm ²)	AREA (cm ²)
M1	1814	22.40	18.35	81
M2	1645	20.31	18.35	81
M3	1622	20.02	18.35	81
M4	1801	22.23	18.35	81
M5	1767	21.81	18.35	81
M6	1778	21.95	18.35	81
M7	1743	21.52	18.35	81
M8	1687	20.83	18.35	81
M9	1620	20.00	18.35	81
M10	1768	21.83	18.35	81
M11	1632	20.15	18.35	81
M12	1627	20.09	18.35	81
M13	1754	21.65	18.35	81
M14	1807	22.31	18.35	81
M15	1782	22.00	18.35	81

Figura 55

Resistencia a la compresión 1.5% cemento en campo cantera Tingue Bajo

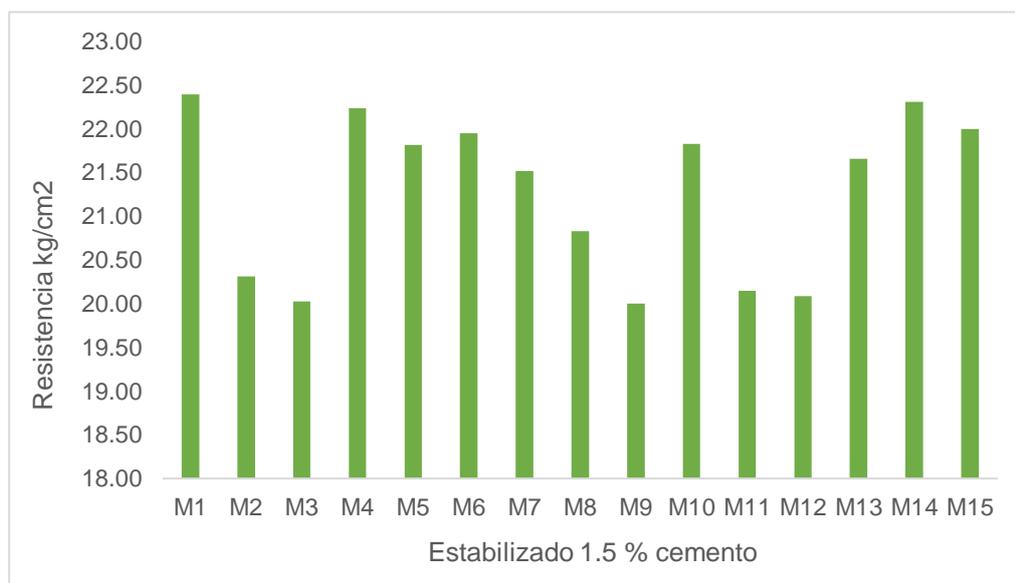


Tabla 36*Roturas de probetas 1% cemento en campo cantera Huarangal*

ESTABILIZADO 1% CEMENTO	CARGA (kg)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA MINIMA (Kg/cm ²)	AREA (cm ²)
M1	1681	20.75	18.35	81
M2	1645	20.31	18.35	81
M3	1701	21.00	18.35	81
M4	1615	19.94	18.35	81
M5	1889	23.32	18.35	81
M6	1822	22.49	18.35	81
M7	1835	22.65	18.35	81
M8	1658	20.47	18.35	81
M9	1631	20.14	18.35	81
M10	1591	19.64	18.35	81
M11	1883	23.25	18.35	81
M12	1672	20.64	18.35	81
M13	1814	22.40	18.35	81
M14	1853	22.88	18.35	81
M15	1917	23.67	18.35	81

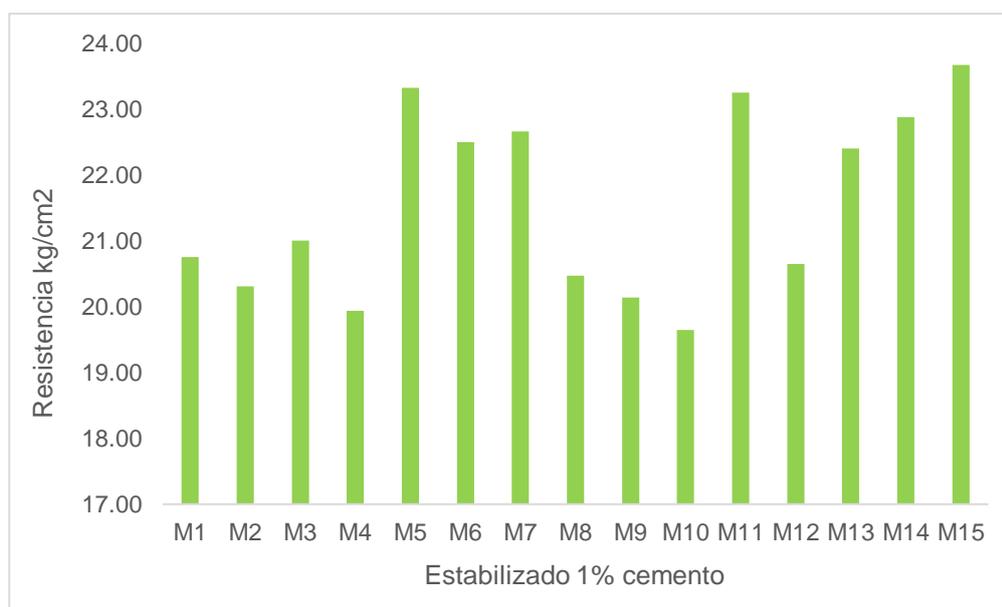
Figura 56*Resistencia a la compresión 1% cementos en campo cantera Huarangal*

Figura 57
Comparación de resistencia de la cantera Tingue Bajo

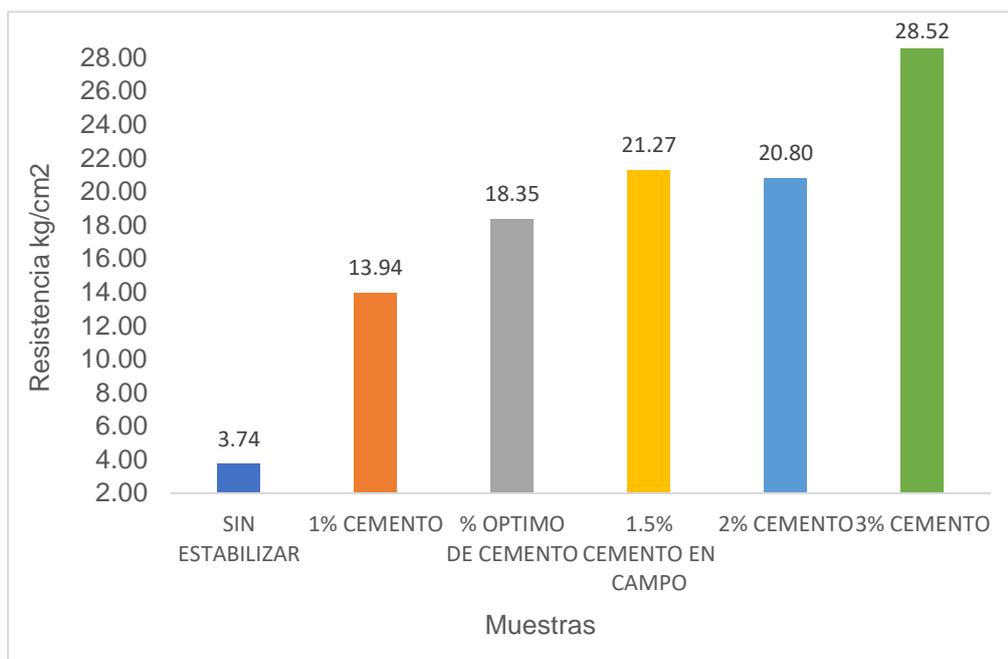
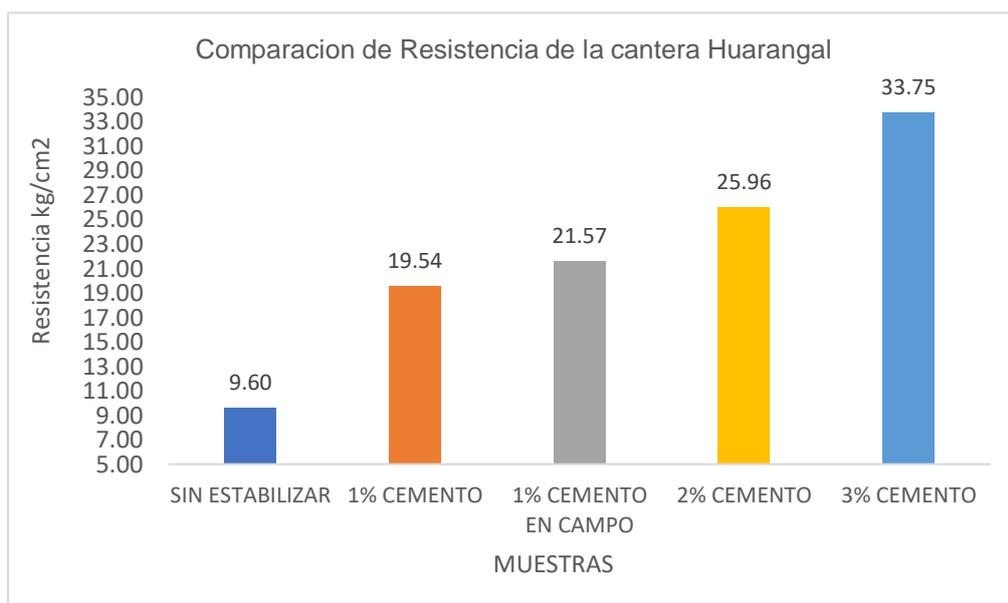


Figura 58
Comparación de resistencia alcanzadas de la cantera Huarangal



- Las probetas sin cemento de la cantera Tingue Bajo y Huarangal que fueron sumergidas durante 5 horas se destrozaban rápidamente al tocarlas debido a que son suelos sin cohesión. Se hizo la rotura sin sumergir en agua.

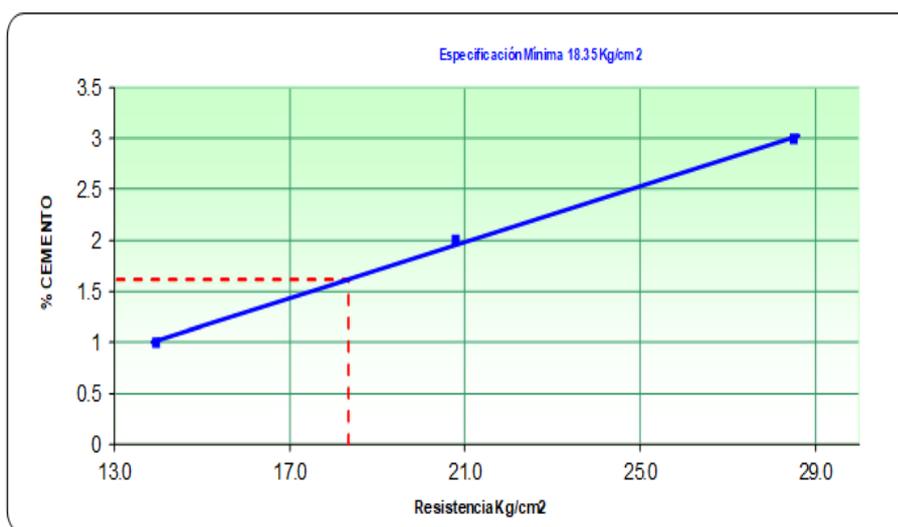
Figura 59
Porcentaje óptimo de cemento cantera Tingue Bajo

PROYECTO :	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"		
UBICACIÓN :	Ruta IC-107 Km. 21+100 Tramo 5	Fecha:	20/09/2023

I. Datos Generales

PROCEDENCIA :	Cantera: Tingue Bajo	CLASF. (SUCS) GW-GM
MATERIAL :	Cerro	CLASF. (AASHTO) A-1-a(0)
DOSIFICACIÓN :	Cemento: 1.0% - 2.0% - 3.0%	LADO Izq.
UBICACIÓN :	Ruta IC-107 Km 21+100 Tramo 5	

% de Cemento	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad de Rotura	Resistencia (Mpa)	Resistencia (Kg/cm ²)
1.00			7	1.39	13.94
2.00			7	2.08	20.80
3.00			7	2.85	28.52



Para una Resistencia de	%Cemento	1.62
18.35 Kg/cm2	Margen de Seguridad 5%	0.08
a 7 días	%Cemento Corregido	1.70

Observaciones:

Este moldeo se realizó con materiales naturales.

% Cemento - 1.62 %

Resistencia 18.35 Kg/cm2

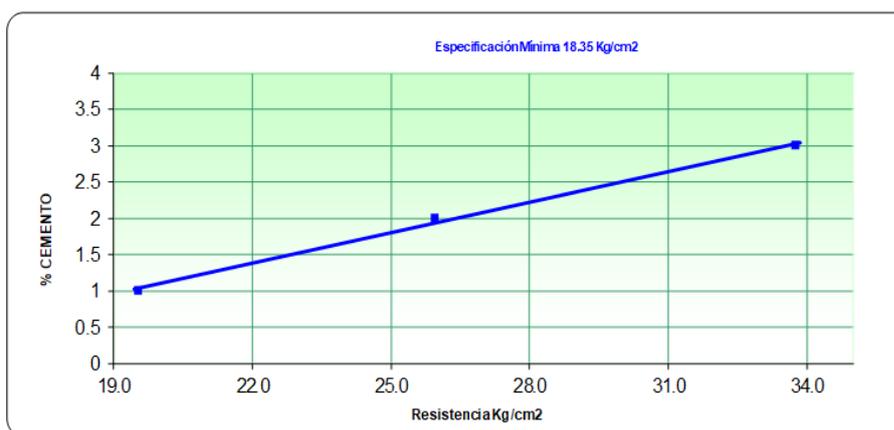
Figura 60
Porcentaje óptimo de cemento cantera Huarangal

PROYECTO :	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS TERCARIAS QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"		
UBICACIÓN :	Ruta IC-107 Km. 34+580 Tramo 5	Fecha:	20/09/2023

I. Datos Generales

PROCEDENCIA :	Cantera: Huarangal	CLASF. (SUCS) GM
MATERIAL :	Cerro	CLASF. (AASHTO) A-1-a(0)
DOSIFICACIÓN :	Cemento: 1.0% - 2.0% - 3.0%	LADO Izq.
UBICACIÓN :	Ruta IC-107 Km. 34+580 Tramo 5	

% de Cemento	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad de Rotura	Resistencia (Mpa)	Resistencia (Kg/cm ²)
1.00			7	1.95	19.54
2.00			7	2.60	25.96
3.00			7	3.38	33.75



Para una Resistencia de	% Cemento	1.00
18.35 Kg/cm ²	Margen de Seguridad 5%	0.00
a 7 días	% Cemento Corregido	1.00

Observaciones: Este moldeo se realizo con materiales naturales.

% Cemento	-	1.00 %
Resistencia		19.54 Kg/cm ²

4.1.7. PERDIDA MÁXIMA DE PESO DE SUELO-CEMENTO

Tabla 37

Humedecimiento - Secado

Ensayo de Humedecimiento y Secado						
M	Cantera	% Ce- mento	% Pérdida de Peso	Máxima Perdida Permitida	Clasificación de Sue- los	
					SUCS	AASHTO
1		1.0%	17.60			
2	Tingue Bajo	2.0%	7.40	14%	GW-GM	A-1-a
3		3.0%	5.80			
4		1.0%	13.40			
5	Huarangal	2.0%	10.80	14%	GM	A-1-a
6		3.0%	7.10			

Tabla 38

Ensayos de suelo-cemento

Canteras	% Ce- mento	Ensayos	Especifica- ción	Resul- tado Prome- dio	Observa- ción
Tingue Bajo (PGV)	1.5	Resistencia a la compresión Simple	18.35 kg/cm ²	20.9 kg/cm ²	Cumple
		Humedeci- miento y Se- cado	14% máx.	9.50%	Cumple
Huambo (Nueva)	1.9	Resistencia a la compresión Simple	18.35 kg/cm ²	19.5 kg/cm ²	Cumple
		Humedeci- miento y Se- cado	14% máx.	5.60%	Cumple
Concordia (PGV)	2.5	Resistencia a la compresión Simple	18.35 kg/cm ²	20.4 kg/cm ²	Cumple
		Humedeci- miento y Se- cado	14% máx.	4.30%	Cumple

Fuente: *CONSORCIO VIAL SIETE UNO (2023)*.

Figura 61
Humedecimiento y Secado Cantera Tingue Bajo

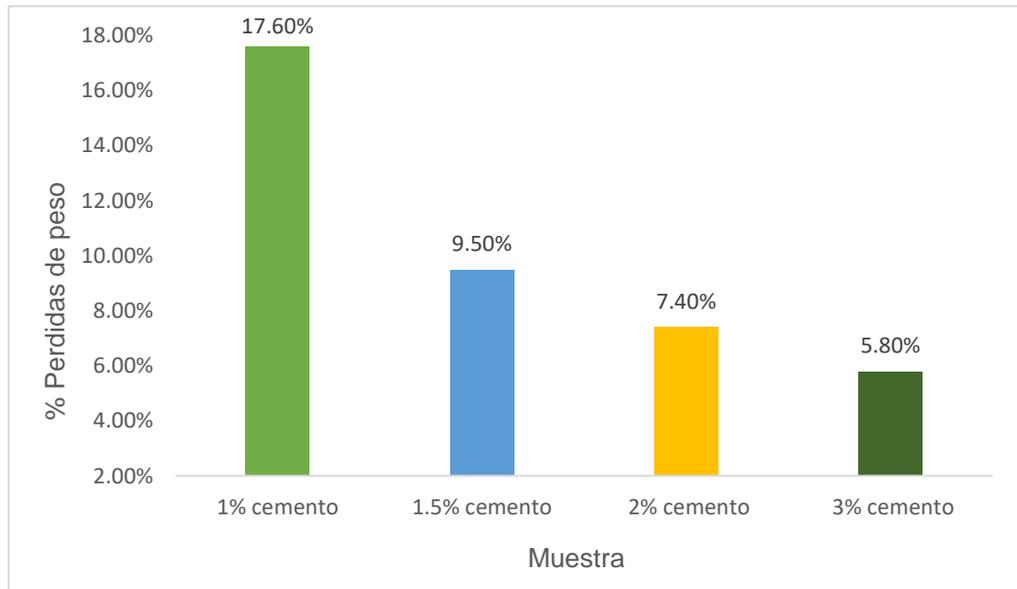
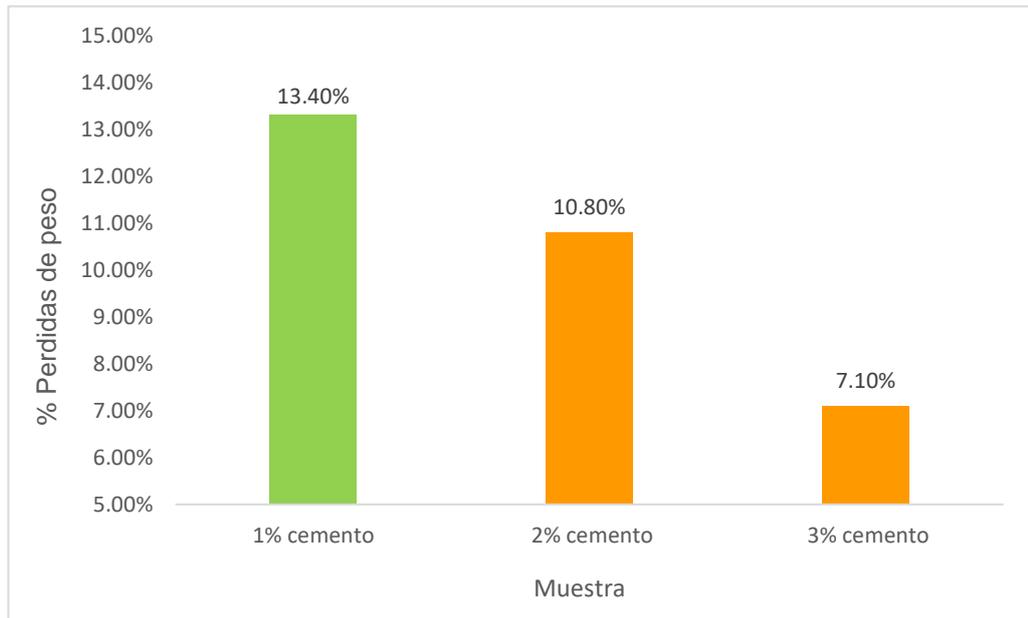


Figura 62
Humedecimiento y Secado Cantera Huarangal



4.1.8. DISTRIBUCIÓN DE CEMENTO EN CAMPO

Tabla 39

Distribución de cemento en campo

Colocación de Cemento por Big-bag			
Cantera	Tingue Bajo	Huarangal	Unidades
Densidad. Máxima. Seca. (natural)	2182	2249	Kg/m ³
Cemento	1.50	1.00	%
Kilos de Cemento x m ³	32.73	22.49	Kg/m ³
Big-bag de cemento	1500	1500	kg
Cantidad de Big-bag de cemento x m ³	0.0218	0.0150	bgb/m ³
Cantidad de Big-bag de cemento x 100m	2.79	1.92	und
Área de la plataforma x Big-bag de cemento	229.15	333.48	m ²
Long lineal	35.80	52.11	m
Espesor		0.20	m
Longitud		100	m
Ancho		6.40	m
Área de la vía		640	m ²
Vol. de la vía		128	m ³

- **Cantera Tingue Bajo**

$$\text{Cantidad de cemento} = \text{MDS} * \% \text{ cemento}$$

$$\text{Cantidad de cemento} = 2182 \text{ kg/m}^3 * 1.5\%$$

$$\text{Cantidad de cemento} = 32.73 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Distribución de cemento} = \frac{1500 \text{ kg}}{6.4 \text{ m} * 0.2 \text{ m} * 32.73 \text{ kg/m}^3} = 35.80 \text{ metros}$$

- **Cantera Huarangal**

$$\text{Cantidad de cemento} = 2249 \text{ kg/m}^3 * 1.0\%$$

$$\text{Cantidad de cemento} = 22.49 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Distribución de cemento} = \frac{1500 \text{ kg}}{6.4 \text{ m} * 0.2 \text{ m} * 22.49 \text{ kg/m}^3} = 52.11 \text{ metros}$$

4.1.9. ENSAYO DE DENSIDAD IN-SITU

Tabla 40
Densidad In-Situ, cantera Tingue Bajo

Cantera	Progresiva	% Cemento	Espesor de Capa Estabilizada	MDS (Pista) (gr/cm3)	% Compactación
TINGUE BAJO	16+170 - 16+740	1.50	0.2	2.176	96.2
	16+740 - 17+070	1.50	0.2	2.173	96.4
	17+070 - 17+340	1.50	0.2	2.173	96.7
	17+340 - 17+990	1.50	0.2	2.181	96.5
	17+990 - 18+500	1.50	0.2	2.186	96.7
	21+410 - 21+710	1.50	0.2	2.195	96.4
	21+710 - 22+150	1.50	0.2	2.195	96.8
	23+800 - 23+940	1.50	0.2	2.196	96.3
	23+940 - 24+200	1.50	0.2	2.194	96.5
	24+200 - 24+540	1.50	0.2	2.194	96.2
	24+540 - 25+120	1.50	0.2	2.196	96.4
	25+120 - 25+740	1.50	0.2	2.191	96.8
	25+740 - 26+060	1.50	0.2	2.189	96.7
	26+060 - 26+300	1.50	0.2	2.189	96.5
	26+300 - 26+420	1.50	0.2	2.187	96.3
	26+600 - 26+980	1.50	0.2	2.187	96.7
	26+980 - 27+380	1.50	0.2	2.189	96.7
	27+380 - 27+540	1.50	0.2	2.189	96.7
	27+540 - 28+100	1.50	0.2	2.187	96.5

Figura 63
Porcentajes de Compactación Cantera Tingue Bajo

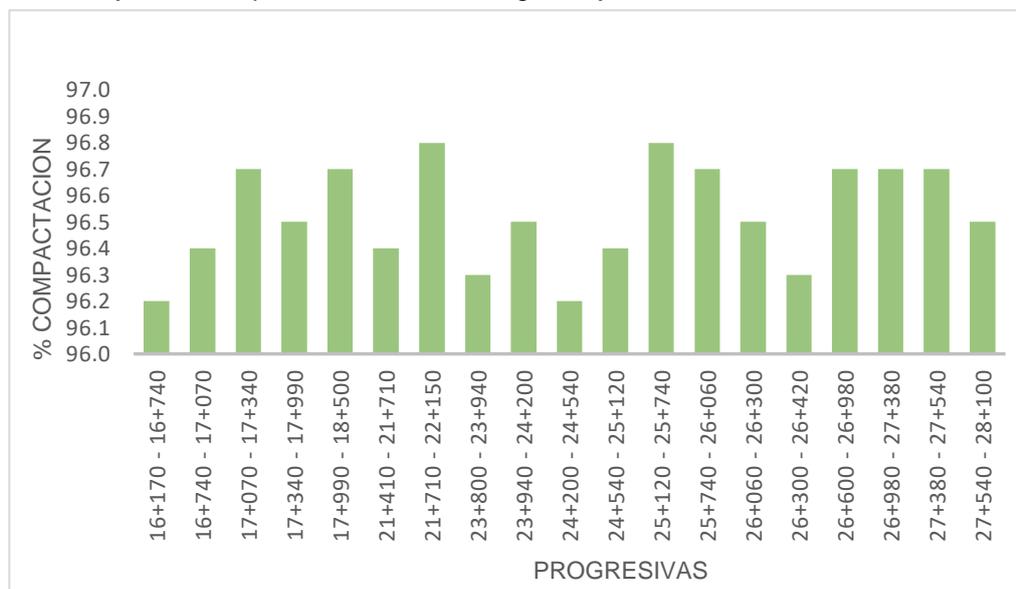
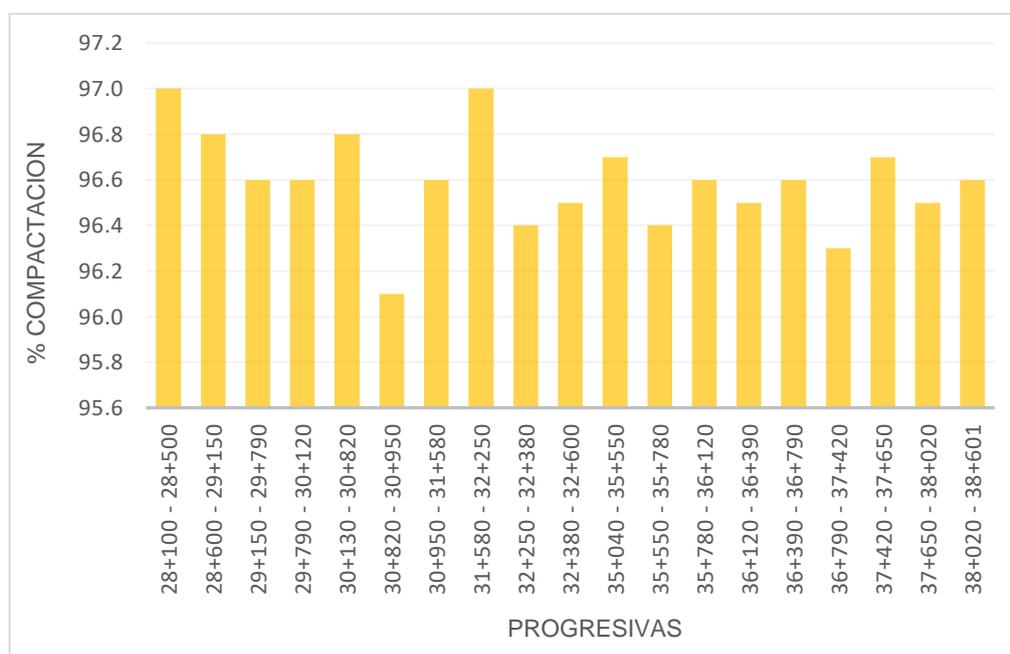


Tabla 41
Densidad In-Situ, cantera Huarangal

Cantera	Progresiva	% Ce-mento	Espesor de Capa Estabili-zada	MDS (Pista) (gr/cm3)	% Com-pacta-ción
HUARAN-GAL	28+100 - 28+500	1.00	0.2	2.198	97.0
	28+600 - 29+150	1.00	0.2	2.195	96.8
	29+150 - 29+790	1.00	0.2	2.198	96.6
	29+790 - 30+120	1.00	0.2	2.194	96.6
	30+130 - 30+820	1.00	0.2	2.194	96.8
	30+820 - 30+950	1.00	0.2	2.197	96.1
	30+950 - 31+580	1.00	0.2	2.197	96.6
	31+580 - 32+250	1.00	0.2	2.201	97.0
	32+250 - 32+380	1.00	0.2	2.205	96.4
	32+380 - 32+600	1.00	0.2	2.205	96.5
	35+040 - 35+550	1.00	0.2	2.197	96.7
	35+550 - 35+780	1.00	0.2	2.197	96.4
	35+780 - 36+120	1.00	0.2	2.208	96.6
	36+120 - 36+390	1.00	0.2	2.209	96.5
	36+390 - 36+790	1.00	0.2	2.209	96.6
	36+790 - 37+420	1.00	0.2	2.212	96.3
	37+420 - 37+650	1.00	0.2	2.210	96.7
	37+650 - 38+020	1.00	0.2	2.210	96.5
	38+020 - 38+601	1.00	0.2	2.208	96.6

Figura 64
Porcentajes de Compactación Cantera Huarangal



4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.2.1. HIPÓTESIS GENERAL

HG: Con la estabilización de suelo-cemento se mejorarán las vías terciarias que contengan materiales granulares en el Tramo 5 Dv. Cocharcas – Huambo, Región Ica.

- Con la estabilización de suelo-cemento se mejoran las vías terciarias, ya que el cemento aporta un ligante que confina los materiales granulares no plásticos entre sí.

4.2.2. HIPÓTESIS ESPECIFICA 1

HE1: Se determinó las cantidades de cemento en porcentaje a utilizar para estabilizar las muestras de suelo.

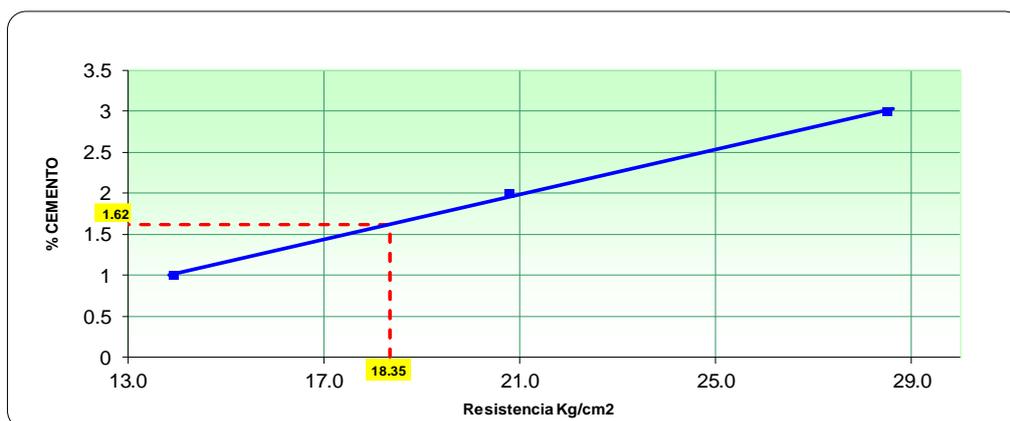
- Se realizaron ensayos con porcentajes de cemento de 1%, 2% y 3% de cemento a la cantera Tingue Bajo y Huarangal, para obtener un porcentaje óptimo de cemento para estabilizar. Lo cual se detalla a continuación.

Tabla 42

Resumen de resistencia a la compresión cantera Tingue Bajo

% cemento	Edad de rotura	Resistencia Mínima (Kg/cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)
1	7	18.35	13.94
2	7	18.35	20.80
3	7	18.35	28.52

Figura 65
Especificación Mínima (18.35 Kg/cm²) cantera Tingue Bajo



Para una Resistencia de 18.35 Kg/cm ² a 7 días	% Cemento	1.62
	Margen de Seguridad 5%	0.08
	% Cemento Corregido	1.70

Tabla 43
Resumen de resistencia a la compresión cantera Huarangal

% de cemento	Edad de rotura	Resistencia Mínima (Kg/cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)
1	7	18.35	19.54
2	7	18.35	25.96
3	7	18.35	33.75

Tabla 44
Resumen de Humedecimiento y Secado

% de cemento	Cantera Tingue Bajo	Cantera Huarangal
	Pérdida de peso %	
1	17.6	13.4
2	7.4	10.8
3	5.8	7.1
Máxima Pérdida permitida 14%		

4.2.3. HIPÓTESIS ESPECIFICA 2

HE2: La estabilización con cemento mejora las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

- **Proctor modificado**

El cemento disminuye la máxima densidad seca y aumenta el óptimo contenido de humedad de los materiales granulares.

- **CBR**

El valor de soporte del suelo sobrepasa el 100% de la resistencia.

- **Límites de consistencia**

El cemento disminuye el índice plástico a los suelos (IP).

- **Absorción**

Las partículas de cemento sellan todos los poros de los materiales granulares estabilizados. Cuando se requiera proteger el estabilizado con una imprimación asfáltica o un riego de liga no penetran en él.

4.2.4. HIPÓTESIS ESPECIFICA 3

HE3: Diferencia de medias muestrales de laboratorio y campo.

- Los datos de las roturas de probetas de suelo cemento moldeadas en campo, son superiores a los de laboratorio. Las medias de ambas resistencias son diferentes.

Figura 66

Resultados campo vs laboratorio cantera Tingue Bajo

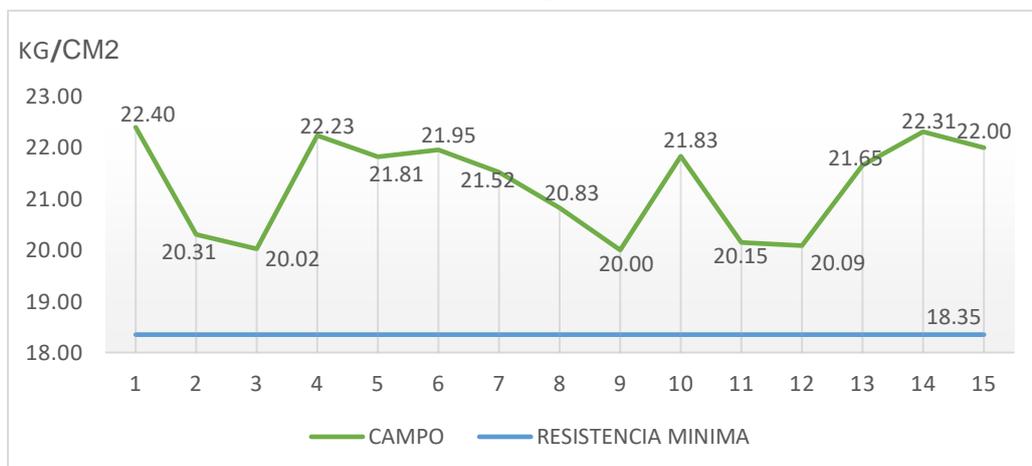


Figura 67
Resultados campo vs laboratorio cantera Huarangal

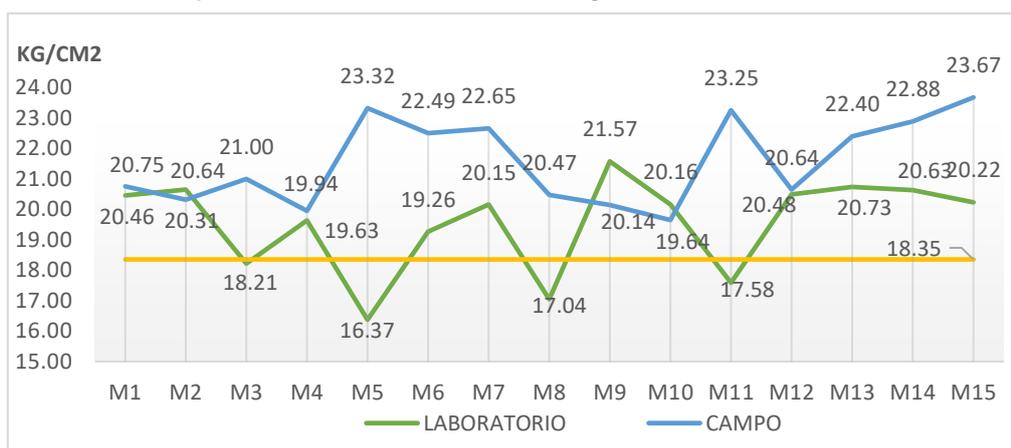


Tabla 45
Resistencia a la compresión laboratorio vs campo Tingue Bajo

Estabilizado 1.5 % cemento	Datos de laboratorio (kg/cm2)	Datos de campo (kg/cm2)
M1	18.75	22.40
M2	18.75	20.31
M3	18.75	20.02
M4	18.75	22.23
M5	18.75	21.81
M6	18.75	21.95
M7	18.75	21.52
M8	18.75	20.83
M9	18.75	20.00
M10	18.75	21.83
M11	18.75	20.15
M12	18.75	20.09
M13	18.75	21.65
M14	18.75	22.31
M15	18.75	22.00
N	15	15
SUMA	275	319
XP	18.75	21.27
MIN	18.75	20.00
MAX	18.75	22.40
DESVIACION ESTANDAR	0	0.93
VARIANZA	0	0.86
COEFICIENTE DE VARIACION	0	4.36

Tabla 46*Resistencia a la compresión laboratorio vs campo Huarangal*

Estabilizado 1% cemento	Datos de laboratorio (kg/cm ²)	Datos de campo (kg/cm ²)
M1	20.46	20.75
M2	20.64	20.31
M3	18.21	21.00
M4	19.63	19.94
M5	16.37	23.32
M6	19.26	22.49
M7	20.15	22.65
M8	17.04	20.47
M9	21.57	20.14
M10	20.16	19.64
M11	17.58	23.25
M12	20.48	20.64
M13	20.73	22.40
M14	20.63	22.88
M15	20.22	23.67
N	15	15
SUMA	293	324
XP	19.54	21.57
MIN	16.37	19.64
MAX	21.57	23.67
DESVIACION ESTANDAR	1.53	1.41
VARIANZA	2.35	1.98
COEFICIENTE DE VARIACION	7.84	6.53

$$H_0: u_1 = u_2$$

$$H_1: u_1 \neq u_2$$

Varianza común:

$$S_c^2 = \frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}$$

$$S_c^2 = \frac{(15-1)*2.35 + (15-1)*1.98}{15+15-2}$$

$$S_c^2 = 2.167$$

Estadístico de prueba:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_1} + \frac{s_c^2}{n_2}}}$$

$$t = \frac{19.54 - 21.57}{\sqrt{\frac{2.167}{15} + \frac{2.167}{15}}}$$

$$t = -3.773$$

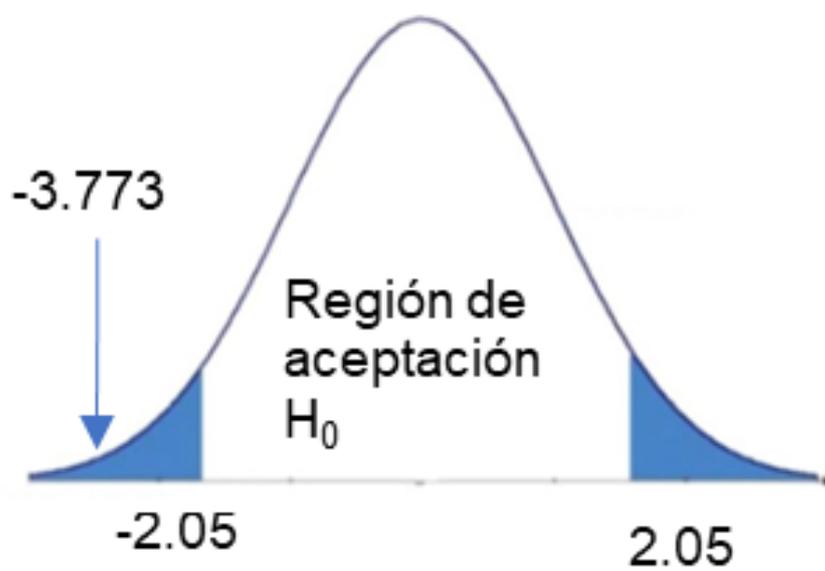
Valor crítico:

$$gl = (n_1 + n_2 - 2) = 28$$

$$\alpha = 5\% = 0.05$$

$$t_{(1-\frac{\alpha}{2}), (n_1+n_2-2)} = 2.05$$

$$P\text{-valor} = 0.00077$$



CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. PRESENTACIÓN DE LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Guardia y Gutiérrez (2021). “Estabilización de suelos, empleando la técnica suelo cemento, en la trocha carrozable, tramo Honkopampa – Pashpa, San Miguel de Aco – Carhuaz”, (Tesis de Pregrado). Durante la investigación se determinaron porcentajes de 3% y 5% de cemento, el cual mejoro el CBR del suelo respecto al suelo sin estabilizar. La calicata C-1 sin estabilizar tuvo un CBR al 100% de 31.61%, después de estabilizar con 3% de cemento el resultado fue al 100% de 35.5%. Asimismo, la calicata C-3 sin estabilizar tuvo un CBR al 100% de 29.40%, después de estabilizar con 5% de cemento alcanzo un CBR al 100% de 30.0%. En comparación con esta investigación se realizó ensayos CBR natural al 100%, para la cantera la cantera Tingue Bajo fue de 81.4% y para la cantera Huarangal fue 89%.

Chávez (2021). “Influencia del cemento Viaforte en estabilización de pavimento asfáltico reciclado envejecido en la carretera Costanera 2, Vichayal, Piura”, (Tesis de Pregrado). En su investigación se emplearon diferentes porcentajes de cemento, para poder encontrar un porcentaje optimo. En las roturas de las probetas de suelo-cemento a los 7 días con 2% de cemento se tuvo 15 kg/cm², con 2.5% de cemento 17 kg/cm² y con 3% de cemento se alcanzó 26 kg/cm², se encontró un porcentaje óptimo de 2.55 % de cemento. Chávez uso mayor porcentaje de cemento porque tuvo un suelo SC (arena-arcillosa), las arcillas necesitan mayor cemento para poder ser estabilizadas; mientras que en nuestra investigación se obtuvo el porcentaje óptimo de 1.70% de cemento para la cantera Tingue Bajo y 1% de cemento para la cantera Huarangal, debido a que son suelos granulares como gravas, arenas y no tienen plasticidad.

Cruzado (2021). "Influencia del cemento Quisqueya, Inka y Viaforte en la estabilización de suelos para subrasante en los distritos de Huanchaco y Trujillo", (Tesis de Pregrado). En su investigación comparo la resistencia a la compresión a los 7 días, empleando diversos porcentajes de cemento, respecto a un suelo sin estabilizar. Con 3% de cemento obtuvo resultados entre 8.34 kg/cm² y 16.19 kg/cm², con 6% de cemento entre 21.09 kg/cm² y 25.81 kg/cm². El suelo natural sin estabilizar tuvo una resistencia entre 2.55 kg/cm² y 8.67 kg/cm². El CBR con 6% de cemento se incrementó en 50.13%, 74.33% y 70.77% con relación al suelo sin estabilizar. Cruzado uso mayor porcentaje de cemento porque tuvo un suelo SC (grava arcillosa con arena).

En comparación con esta investigación se realizó ensayos con 1%, 2%, 3% de cemento alcanzando los resultados de 13.94 kg/cm², 20.80 kg/cm², 28.52 kg/cm², para la cantera Tingue Bajo y 19.54 kg/cm², 25.96 kg/cm², 33.75 kg/cm², para la cantera Huarangal. Los suelos naturales sin contenido de cemento alcanzaron una resistencia a la compresión de 3.74 kg/cm² y 9.60 kg/cm², respectivamente para cada cantera. El CBR natural al 100% para la cantera la cantera Tingue Bajo fue de 81.4% y para la cantera Huarangal fue 89%.

También se ha realizado ensayos de CBR con 1% de cemento para la cantera Tingue Bajo y Huarangal, y en el 5° ciclo se llegó a una lectura de 5000 kg, por lo que ya no se pudo completar todos los ciclos. La carga máxima carga que soporta la prensa CBR es de 5000 kg, si se sobrepasa ese valor se malogra la prensa; por lo tanto, con 1% de cemento se sobrepasan el 100% del CBR, debido a que los suelos granulares no plásticos tienen una buena capacidad de soporte.

CONCLUSIONES

- La estabilización de suelo-cemento influye de gran manera en las vías terciarias que contienen materiales granulares, ya que el cemento aporta un ligante que confina los materiales no plásticos entre sí; además aumenta el CBR, proporciona una alta resistencia a la humedad, evita la erosión y los asentamientos.
- La cantera tingue Bajo interpolando tiene un contenido óptimo de cemento de 1.5% con una resistencia mínima de 18.35 kg/cm². La cantera Huarangal con 1% de cemento tiene una resistencia de 19.54 kg/cm².
- Las canteras Tingue Bajo y Huarangal tienen un límite líquido de 18.83 % y 20.28 %, pero carecen de límite plástico. Por lo tanto, se consideran materiales no plásticos (NP). El cemento disminuye la plasticidad.
- La cantera Huarangal tiene un CBR natural de 80.9 al 100 % de la máxima densidad seca y la cantera Tingue Bajo tiene un CBR natural de 81.4 al 100 % de la máxima densidad seca. No fue posible realizar ensayos de CBR con 1% de cemento, debido a que al 5° ciclo se llegó a la máxima capacidad de carga de 5000 kg de la prensa CBR, y por lo tanto se puede decir que se sobrepasa el 100% de CBR.
- En los materiales granulares no plásticos estabilizados con cemento, la densidad seca máxima disminuye y aumenta el porcentaje de humedad con respecto al suelo no estabilizado.
- El Proctor realizado en pista con suelo-cemento, es bastante inferior al Proctor con porcentaje de cemento realizados en laboratorio.
- A medida que se empieza a aumentar diversos porcentajes de cemento, la resistencia crece considerablemente, pero el suelo-cemento se empieza a rigidizar generando fisuras.
- Las probetas de suelo-cemento moldeadas en campo, tienen una resistencia a la compresión superior a los moldeados en laboratorio.
- Los materiales granulares no plásticos estabilizados con cemento, se desgastan rápidamente en las curvas, contracurvas y curvas de desarrollo, debido a la torsión que generan los neumáticos de los vehículos.

RECOMENDACIONES

- Aplicar un material bituminoso para proteger el suelo estabilizado de un rápido deterioro debido a que el material no tiene plasticidad.
- Se recomienda realizar investigaciones con aditivos para evitar que el suelo-cemento se rigidice.
- Se recomienda usar una esparcidora de cemento, o hacer el mezclado en cantera, porque si se hace de forma manual la distribución del cemento no es uniforme en toda la superficie que se va estabilizar.
- Se recomienda usar otro tipo de tratamiento en las curvas de desarrollo para evitar el desgaste rápido del suelo estabilizado debido a la fricción de los vehículos.
- Se recomienda hacer estudios de suelo-cemento con adiciones de fibras para evitar el desgaste del suelo estabilizado.
- Se recomienda forrar con bolsas plásticas o filler la probeta de suelo-cemento, para evitar que pierda humedad.
- Debido a que no se cuenta con una cámara húmeda en los laboratorios de suelos, se recomienda hacer el curado almacenando en arena húmeda.
- Se recomienda usar una energía de compactación de 2700 Kn-m/m³, para poder encontrar el número de golpes/capa para moldear, debido a que el manual de Ensayos de Materiales, en la sección Estabilizaciones no hace mención con cuantos golpes se debe moldear.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. (2018). *T99. Relaciones humedad-densidad de suelos: uso de un apisonador de 2.5 kg (5.5 lb) y una altura de 305 mm (12 pulgadas) Para AASHTO T 99, uso de un apisonador de 4,54 kg (10 lb) y una altura de 457 mm (18 pulgadas)*.
- Arshad, A. K., Shaffie, E., Masri, K. A., Jaya, R. P., y Ismail, Y. (2021). Cement Stabilisation of Subgrade Soil for Sustainable Pavement Structure. *Lecture Notes in Civil Engineering*, 157 LNCE. https://doi.org/10.1007/978-981-16-2187-1_5
- Bazán Tapia, R. (2017). Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego. En *Instituto Nacional de Innovación Agraria*. Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/504>
- Braja M, D., y León, J. C. (2015). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. En *Principios de Ingeniería de Cimentaciones* (4ta ed.). Cengage Learning Editors, S.A. http://librodigital.sangregorio.edu.ec/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=11227
- Braja M. Das, y Nagaratnam Sivakugan. (2019). *Principles of Foundation Engineering* (9th ed.). Cengage Learning.
- Braja M. Das. (2001). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. En *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. International Thomson Editors.
- Carvajal De La Rosa, E. F., y Pozo Tomalá, D. Á. (2019). *Estudio de suelo, estabilización del material granular existente con cemento MH y diseño de pavimento flexible en las calles del sector La Milina, parroquia José Luís Tamayo, cantón Salinas, provincia de Santa Elena*. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4767>
- Cruzado Sagastegui, J. L. (2021). Influencia del cemento Quisqueya, Inka y Viaforte en la estabilización de suelos para subrasante en los distritos de Huanchaco y Trujillo [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. En *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/77026>

- Documento Técnico Soluciones Básicas en Carreteras no Pavimentadas, (2015). [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/otras/Doc.%20Tecnico%20Soluciones%20B%C3%A1sicas%20\(RD%20003_2015_MTC_14\).pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/otras/Doc.%20Tecnico%20Soluciones%20B%C3%A1sicas%20(RD%20003_2015_MTC_14).pdf)
- Domínguez Silva, M. J. (2005). *Evaluación de la calidad de los suelos de laderas de Nandaimo, a través de la identificación y uso de indicadores técnicos locales* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.pe/1056/>
- Ezreig, A. M. A., Mohamad Ismail, M. A., y Ehwaitat, K. I. A. (2022). Hydrophobic Effect of Soil Stabilization for a Sustainable Subgrade Soil Improvement. *Materials*, 15(9). <https://doi.org/10.3390/ma15093087>
- Foth, H. D., y Turk, L. M. (1985). *Fundamentos de la ciencia del suelo* (Compañía Editorial Continental, Ed.; 3a ed.). Compañía Editorial Continental.
- Gautam, U. K., Venkatesh, K., y Kumar, V. (2021). Soil Stabilization Using Combined Waste Material. En *Lecture Notes in Civil Engineering* (Vol. 88). https://doi.org/10.1007/978-981-15-6237-2_48
- Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial, (2013).
- Guardia Benancio, J. O., y Gutiérrez Colonia, S. M. (2021). Estabilización de suelos, empleando la técnica suelo cemento, en la trocha carrozable, tramo Honkopampa – Pashpa, San Miguel de Aco – Carhuaz, 2021 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. En *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/81034>
- Hernández-Sampieri, R., y Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la Investigación: las rutas cuantitativas, cualitativa y mixta*. McGraw Hill. <https://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2013/Julio/14/RD-18-2013-MTC-14.pdf>
- Juárez Badillo, E., y Rico Rodríguez, A. (2005). *Mecánica de suelos. Tomo 1 Fundamentos de la Mecánica de Suelos* (Grupo Noriega Editores, Ed.). Limusa.
- Majumder, M., y Bhattacharyya, S. (2020). Mechanical Stabilization of Subgrade Soil Using Sand-Cement Mixture. *Indian Geotechnical Conference 2020*. https://www.researchgate.net/publication/347515850_Mechanical_Stabilization_of_Subgrade_Soil_Using_Sand-Cement_Mixture

- Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, (2013). https://portal.mtc.gov.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_10%20EG%202013.pdf
- Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial, (2018). https://portal.mtc.gov.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_9%20MVC-2014_2016.pdf
- Manual de carreteras. Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos, (2014). http://transparencia.mtc.gov.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
- Manual de ensayo de materiales, (2016). https://portal.mtc.gov.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html
- Manual Para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, (2008). https://spij.minjus.gov.pe/Graficos/Peru/2008/Abril/09/RM-303-2008-MTC-02_09-04-08.pdf
- Nien, N. T., y Minh, D. H. (2022). Experimental Study on the Use of the Modifying Agent for Expansive Soil Stabilization: Mockup Test on a Case Study. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, 13(1), 159–166. <https://doi.org/10.30880/ijscet.2022.13.01.015>
- Portilla Yandún, F. P., y Claudio Chacón, K. M. (2020). *Correlación entre el CBR y las propiedades índice y mecánicas en suelos granulares, de las parroquias pasa y San Fernando, cantón Ambato, provincia de Tungurahua* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/30934>
- Rawat, R., y Sonthwal, V. K. (2018). Soil Stabilization Using Waste Material: A Review. *International Journal of Technical Innovation in Modern Engineering y Science (IJTIMES) Impact Factor: 5*, 22(7). https://www.researchgate.net/publication/327633166_Soil_Stabilization_Using_Waste_Material_A_Review
- Riquetti Morales, J. P., y Arizaga Mora, J. D. (2014). *Análisis geotécnico de las causas por las cuales ocurrió el colapso de la losa de piso de la cancha del pabellón de comunidad terapéutica del Centro de Rehabilitación Social (CRS) Cuenca y solución técnica de la problemática* [Tesis de

pregrado, Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3632>

Rodríguez Yupanqui, V. Y., y Silva Alcántara, J. K. (2019). Estabilización de suelos adicionando cemento portland tipo 1 más cal hidratada en vías afirmadas, para el centro poblado alto Trujillo, el porvenir - la libertad [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. En *Universidad Privada Antenor Orrego*. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/5553>

Salim, N. M. (2021). Improvement of the Geotechnical Properties of Expansive Soils Using Fly Ash. *Journal of Southwest Jiaotong University*, 56(1). <https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.56.1.9>

Sánchez, P. A., y Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (1981). *Suelos del trópico: características y manejo*. IICA. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/16537>

Zorluer, I., y Gucek, S. (2020). The usability of industrial wastes on soil stabilization. *Revista de La Construcción*, 19(1), 80–89. <https://doi.org/10.7764/RDLC.19.1.80>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Berrospi Alvarado, E. (2024). *Estabilización de suelo-cemento en vías terciarias que contengan materiales granulares en el tramo en el tramo 5 dv. Cocharcas – Huambo, región Ica, 2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. url: <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1
RESOLUCION DEL DOCENTE ASESOR
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 2850-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 30 de noviembre de 2023

Visto, el Oficio N° 1966-2023-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 454995-0000010441, del Bach. **Eriko Paúl BERROSPI ALVARADO**, quién solicita cambio de Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

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

Que, según el Expediente N° 454995-0000010441, presentado por el (la) Bach. **Eriko Paúl BERROSPI ALVARADO**, quién solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), y;

Que, con Resolución N° 937-2022-D-FI-UDH, de fecha 09 de mayo de 2022, en la cual se designa como Asesor de Tesis del Bach. **Eriko Paúl BERROSPI ALVARADO** al Mg. Hamilton Denniss Abal García, quien no tiene vínculo laboral con esta universidad, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 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. - **DEJAR SIN EFECTO**, la Resolución N° 937-2022-D-FI-UDH, de fecha 09 de mayo de 2022.

Artículo Segundo.- **DESIGNAR**, como nuevo Asesor de Tesis del Bach. **Eriko Paúl BERROSPI ALVARADO** a la Mg. Yenerit Pamela Malpartida Valderrama, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Tercero.- 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



Distribución:
Fac. de Ingeniería - PAIC- Asesor- Mat. y Reg.Acad. - Interesado - Archivo.
BCR/EIML/nto

ANEXO 2

APROBACION DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 1638-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 21 de julio de 2023

Visto, el Oficio N° 1101-2023-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: “ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS TERCARIAS QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023”, presentado por el (la) Bach. **Eriko Paúl BERROSPI ALVARADO**.

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° 937-2022-D-FI-UDH, de fecha 09 de mayo de 2022, perteneciente al Bach. **Eriko Paúl BERROSPI ALVARADO** se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Mg. Hamilton Denniss Abal García, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 1101-2023-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: “ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS TERCARIAS QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023”, presentado por el (la) Bach. **Eriko Paúl BERROSPI ALVARADO**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza (Secretario) y Mg. Reynaldo Favio Suarez Landauro (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: “ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS TERCARIAS QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023”, presentado por el (la) Bach. **Eriko Paúl BERROSPI ALVARADO** 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



Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/nto.

ANEXO 3

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: “ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023”						
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS PRINCIPAL	VARIABLE INDEPENDIENTE (y):			TIPO DE INVESTIGACION ENFOQUE
¿De qué manera influye la estabilización de suelo-cemento en vías terciarias que contengan materiales granulares en el Tramo 5 División Cocharcas – Huambo en la Región de Ica?	Determinar la influencia de la estabilización de suelo-cemento en vías terciarias que contengan materiales granulares en el Tramo 5 Dv. Cocharcas – Huambo en la Región de Ica.	Con la estabilización de suelo-cemento se mejorarán las vías terciarias que contengan materiales granulares en el Tramo 5 Dv. Cocharcas – Huambo, Región Ica.	Estabilización del suelo con cemento en vías terciarias.	Resistencia a la Compresión. Cantidad en porcentaje. Durabilidad	kg/cm2 % de cemento Porcentaje de pérdida en peso	La investigación tiene un enfoque Cuantitativo. ALCANCE O NIVEL La presente investigación tiene un alcance Explicativo.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE (x)			DISEÑO
¿Qué porcentaje de cemento se utilizará para estabilizar las muestras de materiales granulares?	Determinar el porcentaje de cemento a utilizar para estabilizar las muestras de suelo.	Se determinó las cantidades de cemento en porcentaje a utilizar para estabilizar las muestras de suelo.	Materiales granulares del Tramo 5 Dv. Cocharcas – Huambo en la Región de Ica.	Propiedades físicas.	Clasificación de suelos. Análisis Granulométrico. Contenido de humedad.	Cuasi Experimental POBLACION Y MUESTRA
¿Cómo influye la estabilización de suelo-cemento en las propiedades físicas y	Determinar cómo influye la estabilización con cemento a las propiedades físicas y mecánicas del suelo	La estabilización con cemento mejora las propiedades físicas y mecánicas del suelo.			Límites de consistencia.	POBLACION Constituida por los suelos de las canteras

mecánicas de los materiales granulares?	mediante ensayos de laboratorio.	Diferencia de medias muestrales de laboratorio y campo			Tingue Bajo y Huarangal
¿Cómo influye la estabilización de suelo-cemento en el ensayo de resistencia a la compresión simple?	Evaluar la diferencia entre las propiedades de un suelo estabilizado con cemento y un suelo convencional.		Propiedades mecánicas.	Proctor Natural. Proctor con Cemento. CBR natural.	<hr/> MUESTRA <hr/> Estará compuesta por 120 probetas.

ANEXO 4

RESUMEN DE LOS MATERIALES EN ESTADO NATURAL

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL <small>(MENDOZA & TAPIA S.A.C. - MOLIENDA CONSULTORES S.A.)</small>		LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS																			
PROYECTO		"ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el Tramo 5 DV. COCHARCAS - HUAMBU, REGION ICA, 2023"																			
Características Físicas - Mecánicas de los Materiales en Estado Natural																					
Cantera	Muestra	% Material Que Pasa - Tamiz								% HUM. NAT.	Límites		Clasificación		Descripción del Material	MDS	OCH	CBR (0.1")		Abrasion %	Peso Específico
		2"	3/4"	3/8"	N° 4	N° 10"	N° 40"	N° 100"	N° 200"		LL	IP	SUCS	AASHTO				95%	100%		
Tingue Bajo	M-1	93.5	76.1	57.9	43.1	33.1	16.1	9.2	5.2	1.5	19	NP	GW-GM	A-1-a	Grava bien gradada con limo y arena.	2.182	5.00	38.5	81.4	11.0	2.727
	M-2	100	86.6	75.5	53.5	39.3	22.2	17.6	6.2	1.1	18.86	NP	SW - SM	A-1-a	Arena bien gradada con limo y grava.	2.187	4.71	-	-	10.9	2.726
	M-3	100	86.4	75.2	53.2	40.0	22.4	17.9	7.4	1.4	18.65	NP	GW - GM	A-1-a	Grava bien gradada con limo y arena.	2.188	4.71	-	-	11.0	2.727
	M-4	100	86.2	75.1	53.1	39.1	22.4	17.5	6.8	0.9	18.72	NP	GW - GM	A-1-a	Grava bien gradada con limo y arena.	2.184	4.68	-	-	10.8	2.725
	M-5	100	84.6	71.9	46.8	35.0	21.2	16.8	6.5	1.2	18.9	NP	GW - GM	A-1-a	Grava bien gradada con limo y arena.	2.171	4.90	-	-	10.9	2.726
Promedio										1.2	18.83					2.182	4.8			10.9	2.726
Huarangal	M-1	100	77.4	63.5	55.3	45.9	29.2	21.2	15	1.5	19	NP	GM	A-1-a	Grava limosa con arena.	2.253	5.2	75.7	80.9	17.2	2.704
	M-2	100	82.0	68.2	60.9	52.4	34.8	29.2	28.1	1.5	21.34	NP	SM	A-1-b	Arena limosa con grava.	2.250	5.3	-	-	16.7	2.701
	M-3	100	76.5	63.9	59.6	50.3	31.8	25.5	24.2	1.3	21.03	NP	SM	A-1-b	Arena limosa con grava.	2.240	6.1	-	-	16.7	2.698
	M-4	100	84.1	72.4	65.3	54.2	31.4	24.1	22.7	1.4	21.21	NP	SM	A-1-b	Arena limosa con grava.	2.250	5.3	-	-	16.7	2.702
	M-5	100	77.4	63.5	55.3	45.9	29.2	22.8	21.2	1.5	18.58	NP	GM	A-1-a	Grava limosa con arena.	2.253	5.2	-	-	17.2	2.704
Promedio										1.4	20.23					2.249	5.4			16.9	2.702


Ing. Sónia Borda Pampañau
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIM.
REG. CIPAV 711

ANEXO 5

ENSAYOS CANTERA TINGUE BAJO

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
(MENDOZA & TAPIA S.A.C. - MOTILIMA CONSULTORES S.A.)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

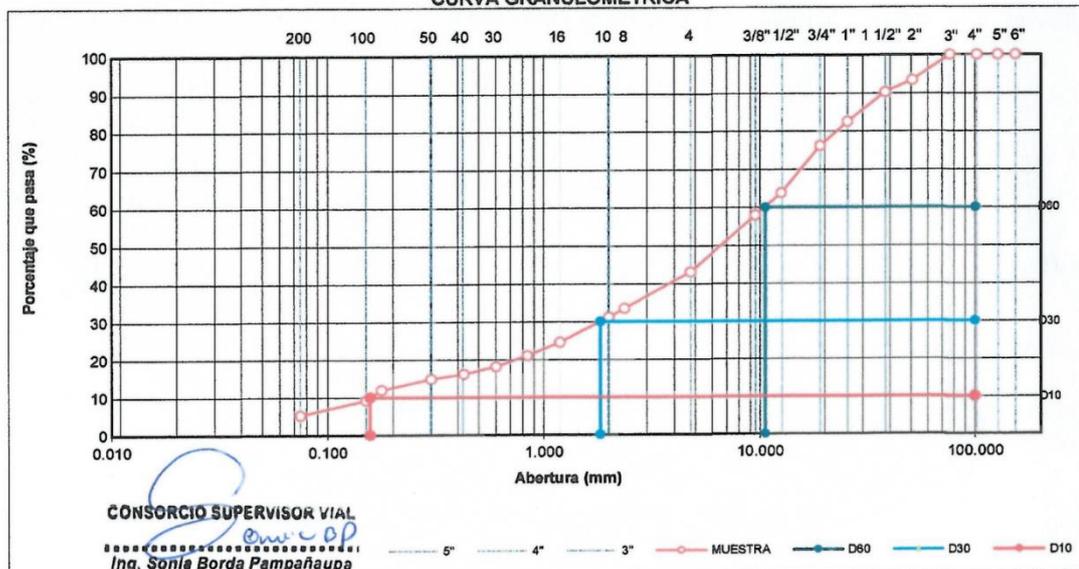
FECHA : 10-Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : TINGUE BAJO	TAMAÑO MAXIMO : 3"
MUESTRA : M-001	Peso Inicial seco : 12764.0 g
PROGRESIVA : km 21+100 L.I.	Fracclon : 585.0 g
TRAMO : 5	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
6"	152.400		0.0	0.0	100.0		Contenido de Humedad (%) : 1.5
5"	127.000		0.0	0.0	100.0		Límite Líquido (LL) : 19
4"	101.600		0.0	0.0	100.0		Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200		0.0	0.0	100.0		Índice Plástico (IP) : NP
2"	50.800	832.0	6.5	6.5	93.5		Clasificación (SUCS) : GW - GM
1 1/2"	38.100	407.0	3.2	9.7	90.3		Clasificación (AASHTO) : A-1-a
1"	25.400	1001.0	7.8	17.5	82.5		Índice de Grupo : (0)
3/4"	19.000	814.0	6.4	23.9	76.1		Descripción (AASHTO) : BUENO
1/2"	12.500	1568.0	12.3	36.2	63.8		
3/8"	9.500	752.0	5.9	42.1	57.9		Descripción (SUCS) :
Nº 4	4.750	1892.0	14.8	56.9	43.1		Grava bien gradada con limo y arena
Nº 8	2.360	131.2	9.7	66.6	33.4		Coefficiente Unif. (Cu) : 66.50
Nº 10	2.000	31.3	2.3	68.9	31.1		Coefficiente Curv. (Cc) : 2.04
Nº 16	1.190	90.5	6.7	75.6	24.4		Pot. Expansión : Bajo
Nº 20	0.840	46.9	3.5	79.0	21.0		Materia Orgánica :
Nº 30	0.600	39.7	2.9	81.9	18.1		Ind. de Consistencia : - Solido
Nº 40	0.425	26.6	2.0	83.9	16.1		Bolonería > 2" : 0.0
Nº 50	0.300	17.6	1.3	85.2	14.8		Grava 2" - Nº 4 : 56.9
Nº 80	0.177	38.6	2.8	88.0	12.0		Arena Nº4 - Nº 200 : 37.9
Nº 100	0.150	38.1	2.8	90.8	9.2		Finos < Nº 200 : 5.2
Nº 200	0.075	53.8	4.0	94.8	5.2		
< Nº 200	FONDO	70.7	5.2	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO
(NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

FECHA : 10-Jul-23

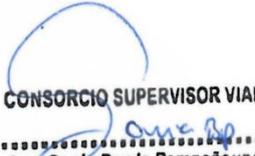
DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA km 21+100 L.I.
CANTERA : TINGUE BAJO
MUESTRA : M-001
TRAMO 5

N° de Prueba	1	2	3	4
N° de Recipiente	-	-		
(1) Peso Recip. + Suelo Húmedo (g)	900.0	900.0		
(2) Peso Recip + Suelo Seco (g)	889.0	884.0		
(3) Peso Recipiente (g)				
(4) Peso del Agua (1) - (2)	11.0	16.0		
(5) Peso Suelo Seco (2) - (3)	889.0	884.0		
(6) Humedad (4 / 5) * 100 %	1.24	1.81		

Humedad Promedio **1.52**

COMENTARIOS / OBSERVACIONES:

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL


 Ing^a Sonia Borda Pampaupa
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 REG. CIP N° 71402

LIMITES DE CONSISTENCIA
(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

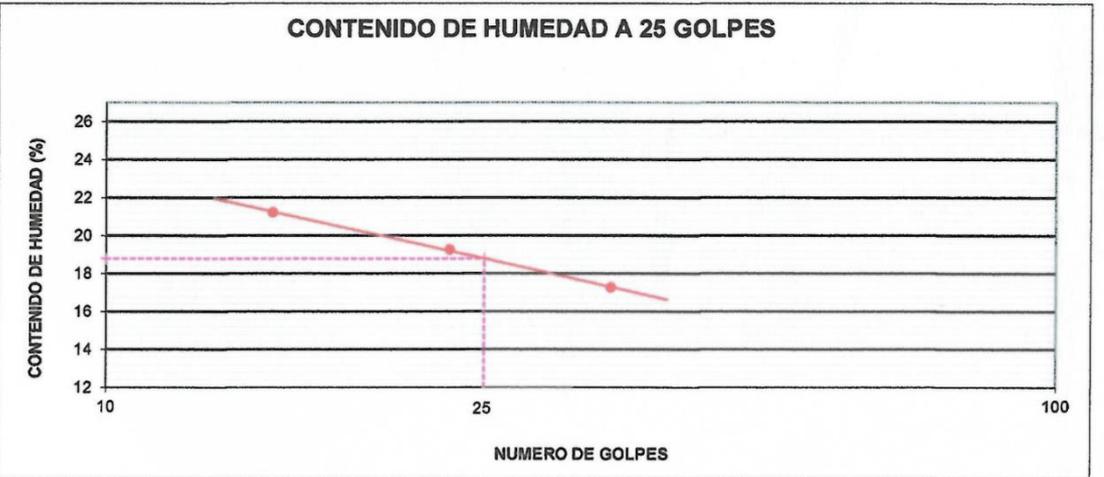
PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"
FECHA : 10-Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : TINGUE BAJO TAMAÑO MAXIMO : N° 40
MUESTRA : M-001
PROGRESIVA km 21+100 L.I.
TRAMO : 5

LIMITE LIQUIDO					
N° TARRO		4	5	6	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	79.08	78.14	78.63	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	73.56	73.05	74.16	
PESO DE AGUA	(g)	5.52	5.09	4.47	
PESO DEL TARRO	(g)	47.56	46.59	48.25	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	26.00	26.46	25.91	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	21.22	19.24	17.25	19
NUMERO DE GOLPES		15	23	34	

LIMITE PLASTICO					
N° TARRO					
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	N.P.			
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DEL TARRO	(g)	0.00	0.00	0.0	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	0.00	0.00	0.0	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	NP	NP	NP	NP



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	19
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	NP

OBSERVACIONES


CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

 Ing. Sonia Borda Pampañaua

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

(MENDOZA & TAPIA S.A.C. - MOTILIMA CONSULTORES S.A.)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

(NORMA MTC E - 205, MTC E - 206)

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

FECHA : 10/07/2023

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : TINGUE BAJO
 MUESTRA : M-001
 PROGRESIVA km 21+100 L.I.
 TRAMO 5

AGREGADO GRUESO

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	2003.0	2000.0	2007.1		
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	1273.0	1268.2	1276.0		
C	Vol. de masa + vol de vacios = A-B (gr)	730.0	731.8	731.1		
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1994.0	1990.0	1995.0		
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	721.0	721.8	719.0		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.732	2.719	2.729		2.727
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.744	2.733	2.745		2.741
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.766	2.757	2.775		2.766
	% de absorción = $((A - D) / D * 100)$	0.451	0.503	0.607		0.52

COMENTARIOS / OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

.....

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

Sonia B.P.
 Ing. Sonia Borda Pampañaur
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 D.F.C. N° 7111

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)

(NORMA MTC E-207, ASTM C-131, AASHTO T-96)

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

FECHA : 7/07/2023

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : TINGUE BAJO

MUESTRA M- 001

PROGRESIVA km 21+100 L.I.

TRAMO 5

TAMIZ	GRADUACIONES			
	A	B	C	D
1 1/2" - 1"	1246.0			
1" - 3/4"	1252.0			
3/4" - 1/2"	1252.0			
1/2" - 3/8"	1250.0			
3/8" - 1/4"				
1/4" - No 4				
Nº 4 - No 8				
PESO TOTAL	5000.0			
(%) Retenido en la malla Nº 12	4450			
(%) Que pasa en la malla Nº 12	550.0			
No de esferas	12			
Peso de las esferas (gr)	5000 ± 25			
% Desgaste	11.0%			

OBSERVACIONES :

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

Sonia Borda Pampañaur
 Ing. Sonia Borda Pampañaur
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 REG CIP Nº 71402

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

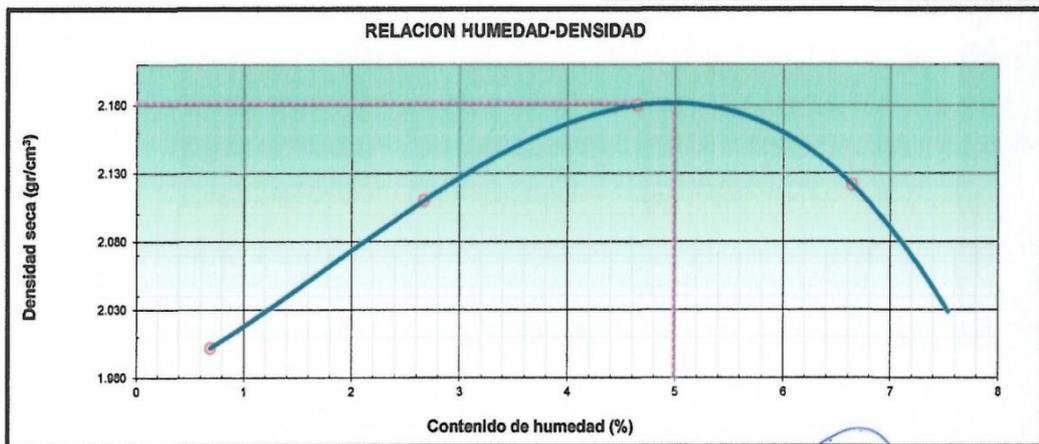
FECHA : 10-Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : TINGUE BAJO
 MUESTRA : M-001 CLASF. (SUCS) : GW - GM
 PROGRESIVA km 21+100 L.I. CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0)
 TRAMO 5

METODO DE COMPACTACION : "C"
 NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 56
 NUMERO DE CAPAS : 5

Peso suelo + molde	gr	10191.0	10507.0	10748.7	10709.0		
Peso molde	gr	5958.0	5958.0	5958.0	5958.0		
Peso suelo húmedo compactado	gr	4233.0	4549.0	4790.7	4751.0		
Volumen del molde	cm ³	2100.0	2100.0	2100.0	2100.0		
Peso volumétrico húmedo	gr	2.016	2.166	2.281	2.262		
Recipiente N°		1	2	3	4		
Peso del suelo húmedo+tara	gr	546.85	536.40	575.39	607.54		
Peso del suelo seco + tara	gr	543.10	522.45	549.82	569.71		
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00		
Peso de agua	gr	3.75	13.95	25.57	37.83		
Peso del suelo seco	gr	543.10	522.45	549.82	569.71		
Contenido de agua	%	0.69	2.67	4.65	6.64		
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.002	2.110	2.180	2.122		
						Densidad máxima (gr/cm ³)	2.182
						Humedad óptima (%)	5.0



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
 Ing. Sonia Borda Pampa
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 REG. CIP N° 771

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 (NORMA MTC E-132, ASTM D 1883)

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS TERCIARIAS QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

FECHA : 15/07/2023

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : TINGUE BAJO
 MUESTRA : M-001
 PROGRESIVA : km 21+100 L.L.
 TRAMO : 5
 CLASF. (SUCS) : GW - GM
 CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0)

COMPACTACION

Molde N°	1		4		11	
	5		5		5	
Capas N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo	12551		12124		12321	
Peso de molde (g)	7337		7729		7858	
Peso del suelo húmedo (g)	5214		4395		4463	
Volumen del molde (cm³)	2110		2106		2109	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.471		2.087		2.116	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	590.60		561.10		533.00	
Peso suelo seco + tara (g)	564.10		535.30		507.70	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	26.50		25.80		25.30	
Peso de suelo seco (g)	564.10		535.30		507.70	
Contenido de humedad (%)	4.70		4.82		4.98	
Densidad seca (g/cm³)	2.360		1.991		2.016	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
00/01/1900	14:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
01/01/1900	14:06	24	0.200	0.005	0.0	0.300	0.008	0.0	0.400	0.010	0.0
02/01/1900	14:12	48	0.300	0.008	0.0	0.400	0.010	0.0	0.500	0.013	0.0
03/01/1900	14:18	72	0.300	0.008	0.0	0.400	0.010	0.0	0.500	0.013	0.0
04/01/1900	14:24	96	0.300	0.008	0.0	0.400	0.010	0.0	0.500	0.013	0.0

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		157	159.4			132	134.5			35	37.9		
0.050		487	488.1			328	329.7			166	168.4		
0.075		932	931.3			519	519.9			337	338.7		
0.100	70.455	1194	1192.2	1202.9	86.1	732	732.1	730.7	52.3	553	553.8	618.8	44.3
0.150		1840	1835.5			1198	1196.2			963	962.1		
0.200		2473	2465.9			1755	1750.9			1238	1236.0		
0.250	105.68	3020	3010.7	2424.9	115.7	2153	2147.2	1705.1	81.3	1693	1689.1	1358.1	64.8
0.300		3458	3446.9			2748	2739.8			1954	1949.1		
0.400		4332	4317.3			3592	3580.3			2554	2546.6		
0.500		4850	4833.2			4057	4043.4			2800	2791.6		

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
 Ing. Sonia Borda Pempajoupa
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 REG. CIP N° 71442

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, ASTM D 1883)

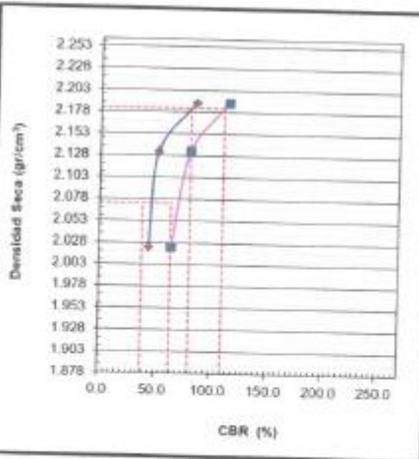
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

FECHA : 15/07/2023

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : TINGUE BAJO
MUESTRA : M-001
PROGRESIVA : km 21+100 L.L.
TRAMO : -5

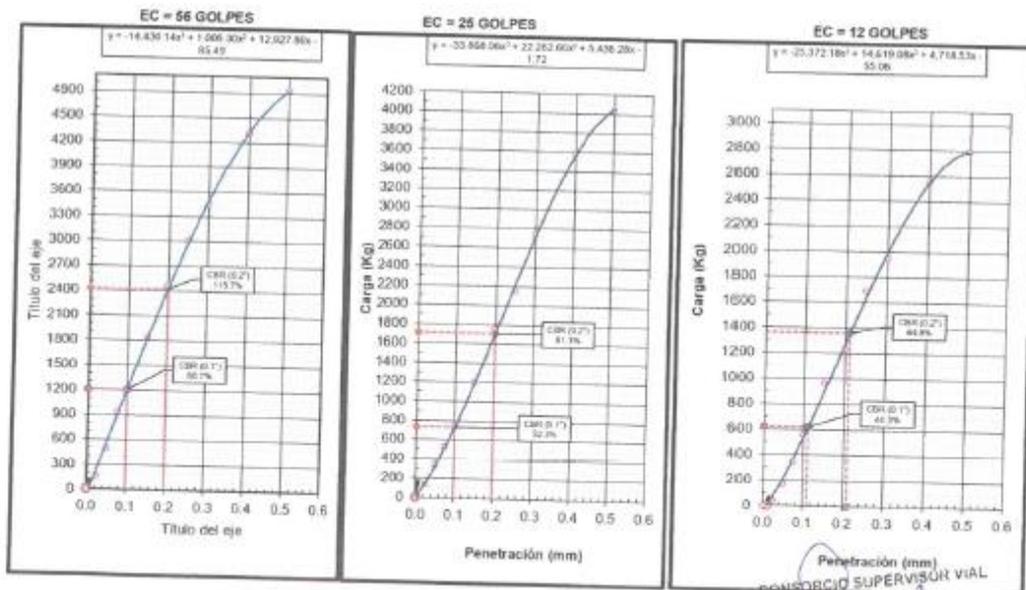
CLASF. (SUCS) : GW - GM
CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0)



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.182
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 5.0
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.073

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	81.4	0.2"	111.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	38.5	0.2"	64.1

OBSERVACIONES:



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
Ing. Sami Borda Pompaoupa
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
REG. CIP N° 71402

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

Material: Suelo Estabilizado con 1% de Cemento

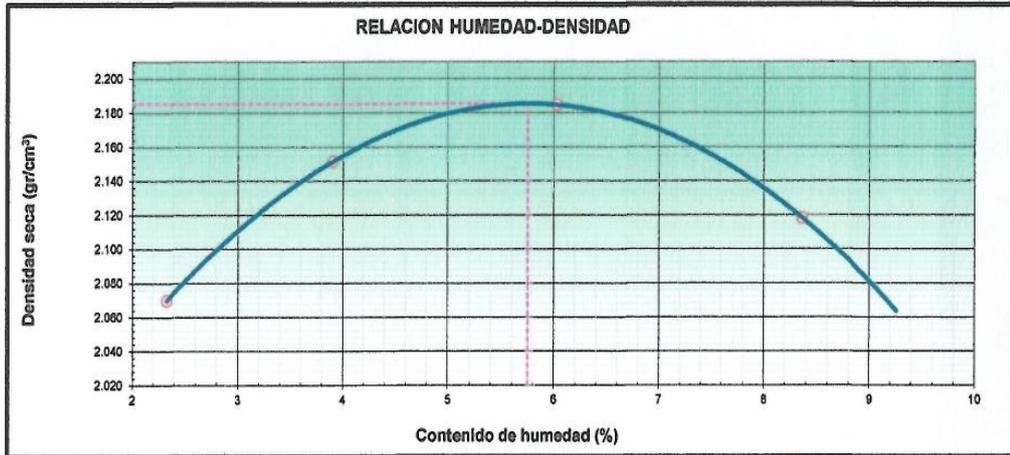
FECHA: 10-Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : TINGUE BAJO
 MUESTRA Suelo Estabilizado con 1% de Cemento CLASF. (SUCS) : GW - GM
 PROGRESIVA km 21+100 L.I. CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0)
 TRAMO 5

METODO DE COMPACTACION : "C"
 NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 56
 NUMERO DE CAPAS : 5

Peso suelo + molde	gr	10412.0	10659.0	10829.0	10785.0		
Peso molde	gr	5958.0	5958.0	5958.0	5958.0		
Peso suelo húmedo compactado	gr	4454.0	4701.0	4871.0	4827.0		
Volumen del molde	cm ³	2103.0	2103.0	2103.0	2103.0		
Peso volumétrico húmedo	gr	2.118	2.235	2.316	2.295		
Recipiente N°		1	2	3	4		
Peso del suelo húmedo+tara	gr	616.00	612.00	598.00	648.00		
Peso del suelo seco + tara	gr	602.00	589.00	564.00	598.00		
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00		
Peso de agua	gr	14.00	23.00	34.00	50.00		
Peso del suelo seco	gr	602.00	589.00	564.00	598.00		
Contenido de agua	%	2.33	3.90	6.03	8.36		
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.070	2.151	2.185	2.118		
						Densidad máxima (gr/cm ³)	2.185
						Humedad óptima (%)	5.8



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

Ing. *Sonia Borda Pampaupa*
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTO
 REG. CIP N° 71402

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

Material: Suelo Estabilizado con 2% de Cemento

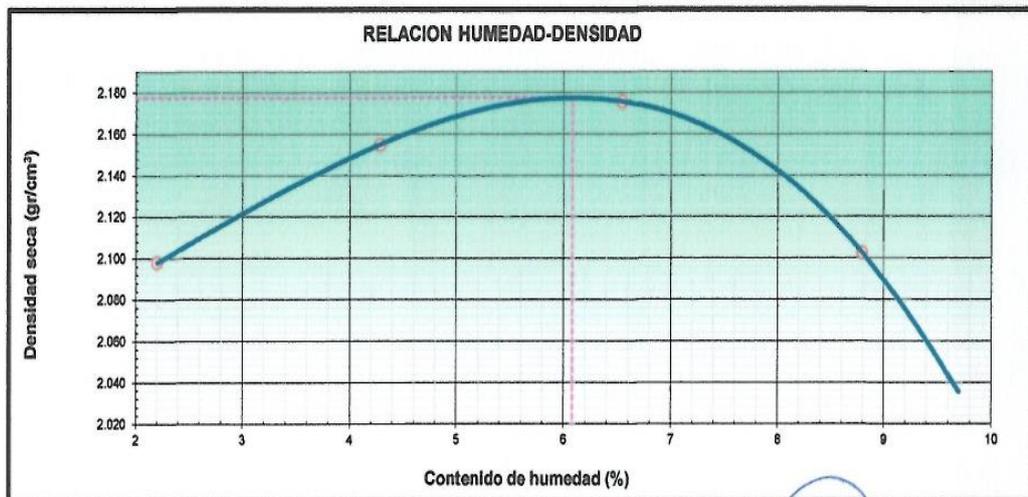
FECHA : 10-Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : TINGUE BAJO
 MUESTRA Suelo Estabilizado con 2 % de Cemento CLASF. (SUCS) : GW - GM
 PROGRESIVA km 21+100 L.I. CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0)
 TRAMO 5

METODO DE COMPACTACION : "C"
 NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 56
 NUMERO DE CAPAS : 5

Peso suelo + molde	gr	10920.0	11139.0	11289.0	11224.0		
Peso molde	gr	6368.0	6368.0	6368.0	6368.0		
Peso suelo húmedo compactado	gr	4552.0	4771.0	4921.0	4856.0		
Volumen del molde	cm ³	2123	2123	2123	2123		
Peso volumétrico húmedo	gr	2.144	2.247	2.318	2.287		
Recipiente N°		1	2	3	4		
Peso del suelo húmedo+tara	gr	418.00	584.00	586.00	470.00		
Peso del suelo seco + tara	gr	409.00	560.00	550.00	432.00		
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00		
Peso de agua	gr	9.00	24.00	36.00	38.00		
Peso del suelo seco	gr	409.00	560.00	550.00	432.00		
Contenido de agua	%	2.20	4.29	6.55	8.80		
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.098	2.155	2.176	2.102		
						Densidad máxima (gr/cm ³)	2.177
						Humedad óptima (%)	6.1



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

Ing. Sonia Borda Pampañaur
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 REG. CIP N° 71402

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

Material: Suelo Estabilizado con 3% de Cemento

FECHA: 10-Jul-23

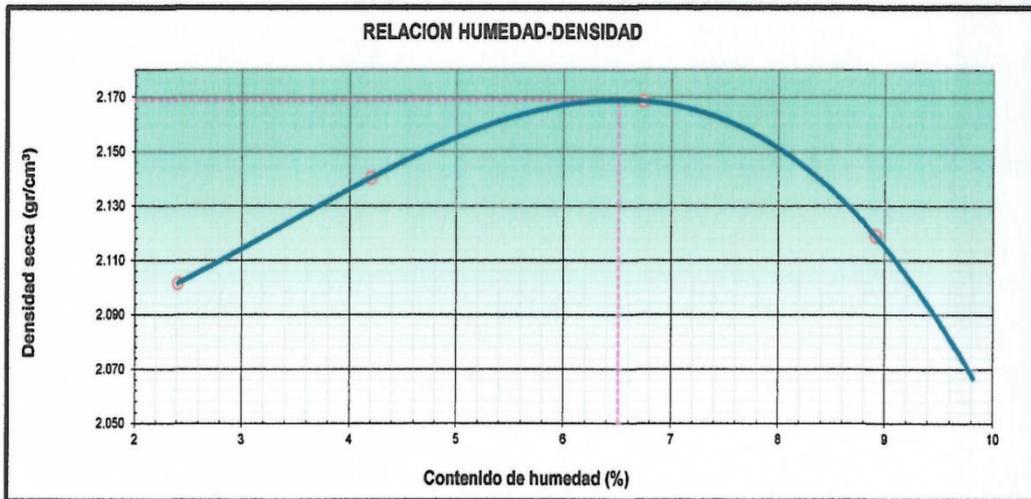
DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : TINGUE BAJO
MUESTRA Suelo Estabilizado con 3% de Cemento **CLASF. (SUCS)** : GW - GM
PROGRESIVA km 21+100 L.I. **CLASF. (AASHTO)** : A-1-a (0)
TRAMO 5

METODO DE COMPACTACION : "C"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 56
NUMERO DE CAPAS : 5

Peso suelo + molde	gr	10937.0	11103.0	11282.0	11267.0	
Peso molde	gr	6368.0	6368.0	6368.0	6368.0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4569.0	4735.0	4914.0	4899.0	
Volumen del molde	cm ³	2123	2123	2123	2123	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.152	2.230	2.315	2.308	
Recipiente N°		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	468.00	471.00	491.00	452.00	
Peso del suelo seco + tara	gr	457.00	452.00	460.00	415.00	
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso de agua	gr	11.00	19.00	31.00	37.00	
Peso del suelo seco	gr	457.00	452.00	460.00	415.00	
Contenido de agua	%	2.41	4.20	6.74	8.92	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.102	2.140	2.169	2.119	

Densidad máxima (gr/cm³) : 2.169
Humedad óptima (%) : 6.5



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

Ing. Sonia Borda Pampaña
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 REG CIP N° 71402

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV. Cocharcas - Huambo, Región ICA, 2023"

UBICACIÓN : Ruta IC-107 Km. 21+100 Tramo 5 Fecha: 20/09/2023

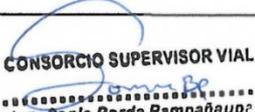
Datos Generales

PROCEDECENCIA	:	Cantera: Tingué Bajo	CLASF. (SUCS)	GW-GM
MATERIAL	:	Cerro	CLASF. (AASHTO)	A-1-a(0)
DOSIFICACIÓN	:	Sin Cemento	LADO	lzaq.
UBICACIÓN	:	Ruta IC-107 Km. 21+100 Tramo 5		

CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4	5
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FECHA DE MOLDEO	11/07/2023	11/07/2023	11/07/2023	11/07/2023	11/07/2023
FECHA DE ROTURA	18/07/2023	18/07/2023	18/07/2023	18/07/2023	18/07/2023
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL (kN)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (Kg)	443.00	269.00	393.00	153.00	432.00
COSTANTE K=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA CM 2	81	81	81	81	81
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	5.47	3.32	4.85	1.89	5.33
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	4.17				

CUERPO DE PROBETA N°	6	7	8	9	10
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FECHA DE MOLDEO	11/07/2023	11/07/2023	11/07/2023	11/07/2023	11/07/2023
FECHA DE ROTURA	18/07/2023	18/07/2023	18/07/2023	18/07/2023	18/07/2023
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (Kg)	354.00	212.00	376.00	489.00	120.00
COSTANTE K=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA CM 2	81	81	81	81	81
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	4.37	2.62	4.64	6.04	1.48
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	3.83				

CUERPO DE PROBETA N°	11	12	13	14	15
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FECHA DE MOLDEO	14/07/2023	14/07/2023	14/07/2023	14/07/2023	14/07/2023
FECHA DE ROTURA	21/07/2023	21/07/2023	21/07/2023	21/07/2023	21/07/2023
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (Kg)	273.00	415.00	62.00	432.00	123.00
COSTANTE K=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA CM 2	81	81	81	81	81
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	3.37	5.12	0.77	5.33	1.52
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	3.22				

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

Ing. Sonia Borda Pampañaur
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 REG. CIP N° 71402

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el Tramo 5 DV. Cocharcas - Huambo, Región ICA, 2023"

UBICACIÓN : Ruta IC-107 Km. 21+100 Tramo 5 **Fecha:** 20/09/2023

Datos Generales

PROCEDENCIA	:	Cantera: Tingue Bajo	CLASF. (SUCS)	GW-GM
MATERIAL	:	Cerro	CLASF. (AASHTO)	A-1-a(0)
DOSIFICACIÓN	:	Cemento: 1.0%	LADO	lza.
UBICACIÓN	:	Ruta IC-107 Km. 21+100 Tramo 5		

CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4	5
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
FECHA DE MOLDEO	12/08/2023	12/08/2023	12/08/2023	12/08/2023	12/08/2023
FECHA DE ROTURA	19/08/2023	19/08/2023	19/08/2023	19/08/2023	19/08/2023
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL (kN)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (Kg)	1007.00	1202.00	1153.00	1057.00	1067.00
COSTANTE K=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA CM 2	81	81	81	81	81
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	12.43	14.84	14.23	13.05	13.17
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	13.55				

CUERPO DE PROBETA N°	6	7	8	9	10
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
FECHA DE MOLDEO	16/08/2023	16/08/2023	16/08/2023	16/08/2023	16/08/2023
FECHA DE ROTURA	23/08/2023	23/08/2023	23/08/2023	23/08/2023	23/08/2023
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (Kg)	1079.00	1126.00	1243.00	1123.00	1192.00
COSTANTE K=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA CM 2	81	81	81	81	81
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	13.32	13.90	15.35	13.86	14.72
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	14.23				

CUERPO DE PROBETA N°	11	12	13	14	15
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
FECHA DE MOLDEO	17/08/2023	17/08/2023	17/08/2023	17/08/2023	17/08/2023
FECHA DE ROTURA	24/08/2023	24/08/2023	24/08/2023	24/08/2023	24/08/2023
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (Kg)	1130.00	1185.00	1054.00	1182.00	1143.00
COSTANTE K=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA CM 2	81	81	81	81	81
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	13.95	14.63	13.01	14.59	14.11
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	14.06				

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

Ing. Sonia Borda Pampaheup
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
REG. CIP N° 71402

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS TERCARIAS QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

UBICACIÓN : Ruta IC-107 Km. 21+100 Tramo 5 **Fecha:** 20/09/2023

Datos Generales			
PROCEDECIA :	Cantera: Tingue Bajo	CLASF. (SUCS)	GW-GM
MATERIAL :	Cerro	CLASF. (AASHTO)	A-1-a(0)
DOSIFICACIÓN :	Cemento: 2.0%	LADO	Izq.
UBICACIÓN :	Ruta IC-107 Km. 21+100 Tramo 5		

CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4	5
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
FECHA DE MOLDEO	22/08/2023	22/08/2023	22/08/2023	22/08/2023	22/08/2023
FECHA DE ROTURA	29/08/2023	29/08/2023	29/08/2023	29/08/2023	29/08/2023
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL (kN)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (Kg)	1633.00	1757.00	1627.00	1645.00	1459.00
COSTANTE K=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA CM 2	81	81	81	81	81
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	20.16	21.69	20.09	20.31	18.01
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	20.05				

CUERPO DE PROBETA N°	6	7	8	9	10
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
FECHA DE MOLDEO	24/08/2023	24/08/2023	24/08/2023	24/08/2023	24/08/2023
FECHA DE ROTURA	31/08/2023	31/08/2023	31/08/2023	31/08/2023	31/08/2023
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (Kg)	1734.00	1932.00	1447.00	1514.00	1725.00
COSTANTE K=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA CM 2	81	81	81	81	81
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	21.41	23.85	17.86	18.69	21.30
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	20.62				

CUERPO DE PROBETA N°	11	12	13	14	15
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
FECHA DE MOLDEO	28/08/2023	28/08/2023	28/08/2023	28/08/2023	28/08/2023
FECHA DE ROTURA	4/09/2023	4/09/2023	4/09/2023	4/09/2023	4/09/2023
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (Kg)	1889.00	1542.00	1897.00	1712.00	1763.00
COSTANTE K=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA CM 2	81	81	81	81	81
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	23.32	19.04	23.42	21.14	21.77
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	21.74				

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

Ing. **Sonia Borda Pampañaupa**
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
REG CIP N° 71402

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS TERCARIAS QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

UBICACIÓN : Ruta IC-107 Km. 21+100 Tramo 5 Fecha: 20/09/2023

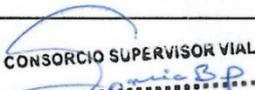
I. Datos Generales

PROCEDECENCIA	:	Cantera: Tingue Bajo	CLASF. (SUCS)	GW-GM
MATERIAL	:	Cerro	CLASF. (AASHTO)	A-1-e(0)
DOSIFICACIÓN	:	Cemento: 3.0%	LADO	Izq.
UBICACIÓN	:	Ruta IC-107 Km. 21+100 Tramo 5		

CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4	5
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
FECHA DE MOLDEO	22/08/2023	22/08/2023	22/08/2023	22/08/2023	22/08/2023
FECHA DE ROTURA	29/08/2023	29/08/2023	29/08/2023	29/08/2023	29/08/2023
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL (kN)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (Kg)	2416.00	2356.00	2353.00	2491.00	2164.00
COSTANTE K=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA CM 2	81	81	81	81	81
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	29.83	29.09	29.05	30.75	26.72
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	29.09				

CUERPO DE PROBETA N°	6	7	8	9	10
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
FECHA DE MOLDEO	24/08/2023	24/08/2023	24/08/2023	24/08/2023	24/08/2023
FECHA DE ROTURA	31/08/2023	31/08/2023	31/08/2023	31/08/2023	31/08/2023
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (Kg)	1963.00	2123.00	2505.00	2244.00	2256.00
COSTANTE K=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA CM 2	81	81	81	81	81
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	24.23	26.21	30.93	27.70	27.85
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	27.39				

CUERPO DE PROBETA N°	11	12	13	14	15
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
FECHA DE MOLDEO	26/08/2023	26/08/2023	26/08/2023	26/08/2023	26/08/2023
FECHA DE ROTURA	2/09/2023	2/09/2023	2/09/2023	2/09/2023	2/09/2023
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (Kg)	2416.00	2164.00	2246.00	2484.00	2470.00
COSTANTE K=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA CM 2	81	81	81	81	81
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	29.83	26.72	27.73	30.67	30.49
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	29.09				

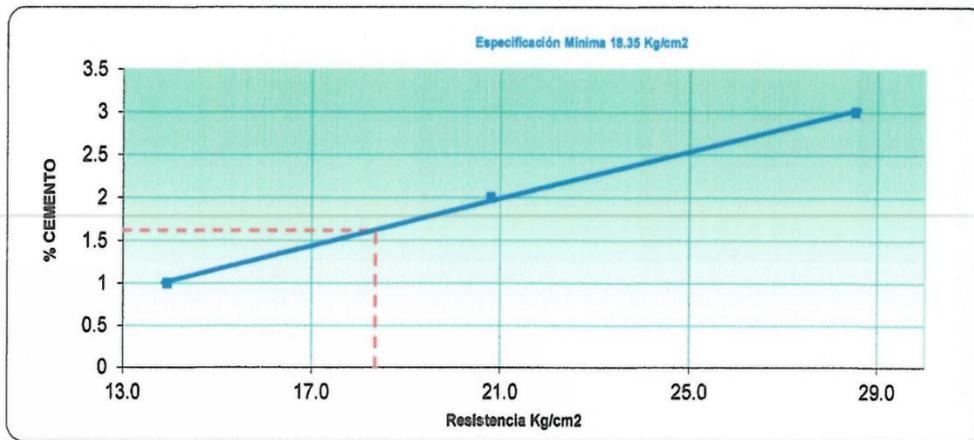

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
 Ing. *Sonia Borda Pampaup*
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 REG. CIP N° 71402

PROYECTO :	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"		
UBICACIÓN :	Ruta IC-107 Km. 21+100 Tramo 5	Fecha:	20/09/2023

I. Datos Generales

PROCEDENCIA :	Cantera: Tingue Bajo	CLASF. (SUCS) GW-GM
MATERIAL :	Cerro	CLASF. (AASHTO) A-1-a(0)
DOSIFICACIÓN :	Cemento: 1.0% - 2.0% - 3.0%	LADO Izq.
UBICACIÓN :	Ruta IC-107 Km. 21+100 Tramo 5	

% de Cemento	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad de Rotura	Resistencia (Mpa)	Resistencia (Kg/cm ²)
1.00			7	1.39	13.94
2.00			7	2.08	20.80
3.00			7	2.85	28.52



Para una Resistencia de	% Cemento	1.62
18.35 Kg/cm ²	Margen de Seguridad 5%	0.08
a 7 días	% Cemento Corregido	1.70

Observaciones: Este moldeo se realizó con materiales naturales.

% Cemento	1.62 %
Resistencia	18.35 Kg/cm ²

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
Ing. Sonia Borda Pampañupa
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
REG. CIP N° 71402

HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE BRIQUETAS DE SUELO - CEMENTO
COMPACTADA
MTC E-1104 - 2016

CANTERA	Tingue Bajo
PROGRESIVA	KM 21+100
LADO	Izquierdo
PORCENTAJE DE CEMENTO	1.00%
CLASIFICACIÓN	A-1-a(0)

DATOS DE LA MUESTRA	ESPECIMEN N° 01	ESPECIMEN N° 02
BRIQUETA N°	1	2
PESO HUMEDO DE LA MUESTRA	2309	2204
PESO SECO DE LA MUESTRA (A)	2202	2107
VOLUMEN	938.8	934.1
PESO UNITARIO	2.348	2.256
PORCENTAJE DE HUMEDAD	4.86%	4.80%

FECHA DE CICLO	N° DE CICLO	CAMBIO DE HUMEDAD Y VOLUMEN ESPECIMEN N°01									PÉRDIDA DE SUELO - CEMENTO ESPECIMEN N°02						
		Peso al final de las 5 horas	Diámetro	Altura	Volumen	Peso después de las 42 horas	Diámetro	Altura	Volumen	Humedad	Peso al final de las 5 horas	Peso después de las 42 horas	Peso después del Cepillado	Diámetro	Altura	Volumen	
16-Ago	INICIO	2287.0	10.16	11.97	970.4	2204.0	10.16	11.97	970.4	3.8	2192.0	2114.0	2044.0	10.13	11.60	934.9	
18-Ago	1	2267.0	10.16	11.94	968.0	2177.0	10.16	11.94	968.0	4.1	2117.0	2035.0	2002.0	10.12	11.55	929.0	
20-Ago	2	2255.0	10.16	11.92	968.4	2163.0	10.16	11.92	968.4	4.3	2079.0	2000.0	1964.0	10.11	11.53	925.6	
22-Ago	3	2240.0	10.16	11.90	964.8	2150.0	10.16	11.90	964.8	4.2	2039.0	1959.0	1912.0	10.09	11.50	919.5	
24-Ago	4	2231.0	10.16	11.91	965.6	2137.0	10.16	11.91	965.6	4.4	1984.0	1902.0	1873.0	10.08	11.48	916.1	
26-Ago	5	2206.0	10.16	11.90	964.8	2096.0	10.16	11.90	964.8	5.2	1942.0	1850.0	1836.0	10.06	11.44	909.3	
28-Ago	6	2173.0	10.16	11.89	963.2	2077.0	10.16	11.89	963.2	4.6	1918.0	1837.0	1812.0	10.105	11.403	914.5	
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)										4.4	PESO FINAL A 110°C (B)						1812.0
DIFERENCIA DE VOLÚMENES (%)										0.7	% DE AGUA RETENIDA (C)						4.4
											PESO BRIQUETA CORREGIDA (D)						1736.1
											PÉRDIDA DE PESO (%)						17.6
											MÁXIMO PÉRDIDA PERMITIDA (%)						14.0

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
Ing. Sonia Borda Pampañaua
SPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
REG CIP N° 71402

CÁLCULOS
$D = (B/(1+C)) \times 100$
$\% \text{ Pérdida} = (1 - D/A) \times 100$

HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE BRIQUETAS DE SUELO - CEMENTO
COMPACTADA
MTC E-1104 - 2016

CANTERA	Tingue Bajo
PROGRESIVA	KM 21+100
LADO	Izquierdo
PORCENTAJE DE CEMENTO	2.00%
CLASIFICACIÓN	A-1-a(0)

DATOS DE LA MUESTRA	ESPECIMEN N° 01	ESPECIMEN N° 02
BRIQUETA N°	1	2
PESO HUMEDO DE LA MUESTRA	2333	2226
PESO SECO DE LA MUESTRA (A)	2236	2133
VOLUMEN	938.6	934.1
PESO UNITARIO	2.382	2.283
PORCENTAJE DE HUMEDAD	4.34%	4.36%

FECHA DE CICLO	N° DE CICLO	CAMBIO DE HUMEDAD Y VOLUMEN ESPECIMEN N°01									PÉRDIDA DE SUELO - CEMENTO ESPECIMEN N°02						
		Peso al final de las 5 horas	Diámetro	Altura	Volumen	Peso después de las 42 horas	Diámetro	Altura	Volumen	Humedad	Peso al final de las 5 horas	Peso después de las 42 horas	Peso después del Cepillado	Diámetro	Altura	Volumen	
16-Ago	INICIO	2332.0	10.20	11.97	978.1	2254.0	10.20	11.97	978.1	3.5	2235.0	2149.0	2127.0	10.15	11.80	938.6	
18-Ago	1	2324.0	10.19	11.97	976.2	2249.0	10.19	11.97	976.2	3.3	2193.0	2125.0	2105.0	10.15	11.56	935.4	
20-Ago	2	2322.0	10.18	11.97	974.3	2248.0	10.18	11.97	974.3	3.3	2171.0	2103.0	2096.0	10.14	11.55	932.7	
22-Ago	3	2319.0	10.18	11.97	974.3	2250.0	10.18	11.97	974.3	3.1	2170.0	2095.0	2090.0	10.14	11.53	931.1	
24-Ago	4	2329.0	10.17	11.97	972.4	2243.0	10.17	11.97	972.4	3.8	2152.0	2086.0	2084.0	10.13	11.50	926.8	
26-Ago	5	2319.0	10.17	11.97	972.4	2224.0	10.17	11.97	972.4	4.3	2146.0	2058.0	2054.0	10.13	11.43	921.2	
28-Ago	6	2310.0	10.165	11.964	970.9	2221.0	10.17	11.96	970.9	4.0	2136.0	2050.0	2047.0	10.125	11.470	923.5	
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)										3.6	PESO FINAL A 110°C (B)						2047.0
DIFERENCIA DE VOLÚMENES (%)										0.7	% DE AGUA RETENIDA (C)						3.6
											PESO BRIQUETA CORREGIDA (D)						1975.7
											PÉRDIDA DE PESO (%)						7.4
											MÁXIMO PÉRDIDA PERMITIDA (%)						14.0

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

Ing. Sonia Borda Pampañaupa
SPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
REG CIP N° 71402

CÁLCULOS

$$D = (B/(1+C)) \times 100$$

$$\% \text{ Pérdida} = (1 - D/A) \times 100$$

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE BRIQUETAS DE SUELO - CEMENTO
 COMPACTADA
 MTC E-1104 - 2016

CANTERA	Tingue Bajo
PROGRESIVA	KM 21+100
LADO	Izquierdo
PORCENTAJE DE CEMENTO	3.00%
CLASIFICACIÓN	A-1-a(0)

DATOS DE LA MUESTRA	ESPECIMEN N° 01	ESPECIMEN N° 02
BRIQUETA N°	1	2
PESO HUMEDO DE LA MUESTRA	2199	2264
PESO SECO DE LA MUESTRA (A)	2114	2176
VOLUMEN	938.6	934.1
PESO UNITARIO	2.252	2.330
PORCENTAJE DE HUMEDAD	4.02%	4.04%

FECHA DE CICLO	N° DE CICLO	CAMBIO DE HUMEDAD Y VOLUMEN ESPECIMEN N°01									PÉRDIDA DE SUELO - CEMENTO ESPECIMEN N°02						
		Peso al final de las 5 horas	Diámetro	Altura	Volumen	Peso después de las 42 horas	Diámetro	Altura	Volumen	Humedad	Peso al final de las 5 horas	Peso después de las 42 horas	Peso después del Cepillado	Diámetro	Altura	Volumen	
16-Ago	INICIO	2211.0	10.15	11.60	938.6	2144.0	10.15	11.60	938.6	3.1	2276.0	2209.0	2204.0	10.17	11.64	945.6	
18-Ago	1	2206.0	10.15	11.60	938.6	2141.0	10.15	11.60	938.6	3.0	2269.0	2162.0	2160.0	10.17	11.64	945.6	
20-Ago	2	2200.0	10.14	11.60	938.6	2135.0	10.14	11.60	938.6	3.0	2257.0	2159.0	2156.0	10.17	11.63	944.7	
22-Ago	3	2187.0	10.13	11.60	934.9	2119.0	10.13	11.60	934.9	3.2	2256.0	2140.0	2137.0	10.17	11.62	943.9	
24-Ago	4	2184.0	10.13	11.60	934.9	2111.0	10.13	11.60	934.9	3.5	2250.0	2131.0	2127.0	10.17	11.62	943.9	
26-Ago	5	2176.0	10.13	11.60	934.9	2106.0	10.13	11.60	934.9	3.3	2241.0	2124.0	2121.0	10.17	11.61	943.1	
28-Ago	6	2163.0	10.12	11.60	933.1	2094.0	10.12	11.60	933.1	3.3	2236.0	2120.0	2115.0	10.17	11.61	943.1	
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)										3.2	PESO FINAL A 110°C (B)						2115.0
DIFERENCIA DE VOLUMENES (%)										0.6	% DE AGUA RETENIDA (C)						3.2
											PESO BRIQUETA CORREGIDA (D)						2049.2
											PÉRDIDA DE PESO (%)						5.8
											MÁXIMO PÉRDIDA PERMITIDA (%)						14.0

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
 Ing. Sonia Borda Pampanaupa
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTO
 RFG CIP N° 71402

CÁLCULOS
$D = (B/(1+C)) \times 100$
$\% \text{ Pérdida} = (1 - D/A) \times 100$

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS TERCIARIAS QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

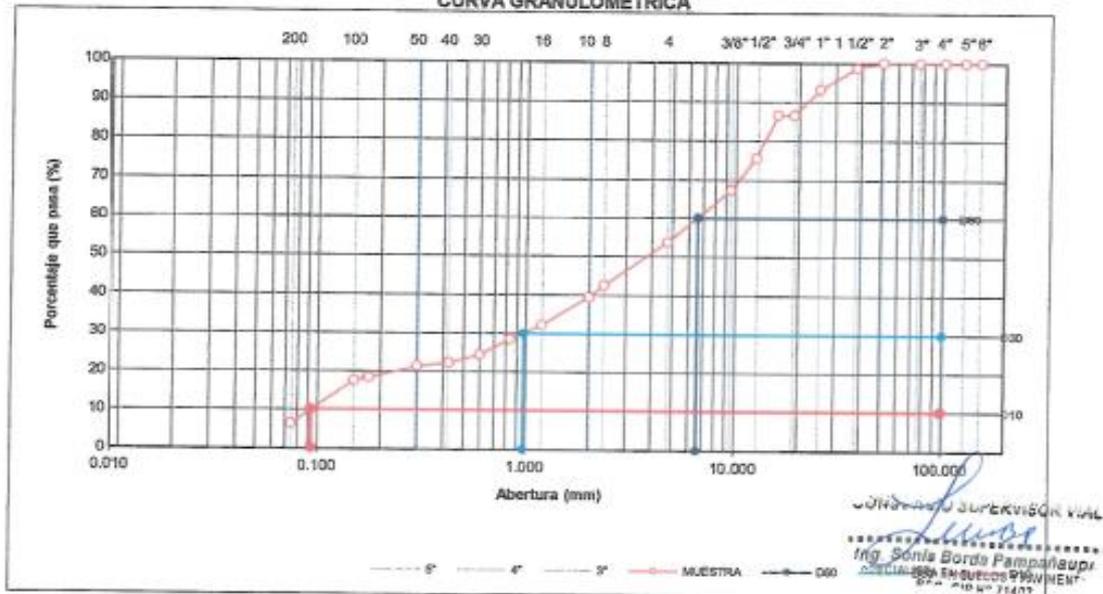
FECHA : Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : TINGUE BAJO	TAMAÑO MAXIMO : 2"
MUESTRA : M-002	Peso Inicial seco : 32623.0 g
PROGRESIVA : km 21+100 L.I.	Fraccion : 701.8 g
TRAMO : 5	

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
6"	152.400				100.0		Contenido de Humedad (%): 1.1
5"	127.000		0.0	0.0	100.0		Límite Líquido (LL): 19
4"	101.600		0.0	0.0	100.0		Límite Plástico (LP): NP
3"	76.200		0.0	0.0	100.0		Índice Plástico (IP): NP
2"	50.800		0.0	0.0	100.0		Clasificación (SUCS): SW - SM
1 1/2"	38.100	418.0	1.3	1.3	98.7		Clasificación (AASHTO): A-1-a
1"	25.400	1827.0	5.6	6.9	93.1		Índice de Grupo: (0)
3/4"	19.000	2131.0	6.5	13.4	86.6		Descripción (AASHTO): BUENO
5/8"	15.875		0.0	13.4	86.6		
1/2"	12.500	3630.0	11.1	24.5	75.5		Descripción (SUCS): Arena bien gradada con limo y grava
3/8"	9.500	2678.0	8.2	32.7	67.3		Coefficiente Unif. (Cu): 69.76
Nº 4	4.750	4470.0	13.7	46.5	53.5		Coefficiente Curv. (Cc): 1.52
Nº 8	2.360	145.6	11.1	57.6	42.4		Pot. Expansión: Bajo
Nº 10	2.000	40.9	3.1	60.7	39.3		Materia Orgánica:
Nº 16	1.190	94.9	7.2	67.9	32.1		Índ. de Consistencia: - Solido
Nº 20	0.840	46.6	3.6	71.5	28.5		Bolonería > 2": 0.0
Nº 30	0.600	95.6	4.2	75.7	24.3		Grava 2" - Nº 4: 46.5
Nº 40	0.425	26.8	2.0	77.8	22.2		Arena Nº4 - Nº 200: 47.3
Nº 50	0.300	12.2	0.9	78.7	21.3		Fines < Nº 200: 6.2
Nº 60	0.177	38.3	2.9	81.6	18.4		
Nº 100	0.150	10.5	0.8	82.4	17.6		
Nº 200	0.075	148.5	11.3	93.8	6.2		
< Nº 200	FONDO	81.9	6.2	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T99; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T99)

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

FECHA : Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : TINGUE BAJO TAMAÑO MÁXIMO : N° 40
 MUESTRA : M-002
 PROGRESIVA : km 21+100 L.I.
 TRAMO : 5

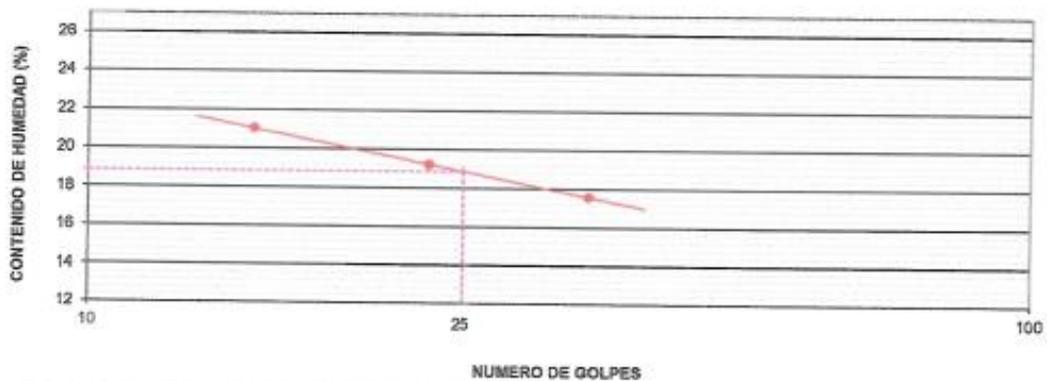
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO	5	7	9	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	79.11	77.84	79.02	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	73.46	73.06	74.17	
PESO DE AGUA (g)	5.65	4.79	4.85	
PESO DEL TARRO (g)	46.99	46.08	46.58	
PESO DEL SUELO SECO (g)	26.87	24.97	27.59	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21.03	19.18	17.58	19
NUMERO DE GOLPES	15	23	34	

LIMITE PLASTICO

N° TARRO				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)				
PESO TARRO + SUELO SECO (g)				
PESO DE AGUA (g)	N.P.			
PESO DEL TARRO (g)				
PESO DEL SUELO SECO (g)				
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)	NP	NP		

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	19
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	NP

OBSERVACIONES

Empty box for observations.

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

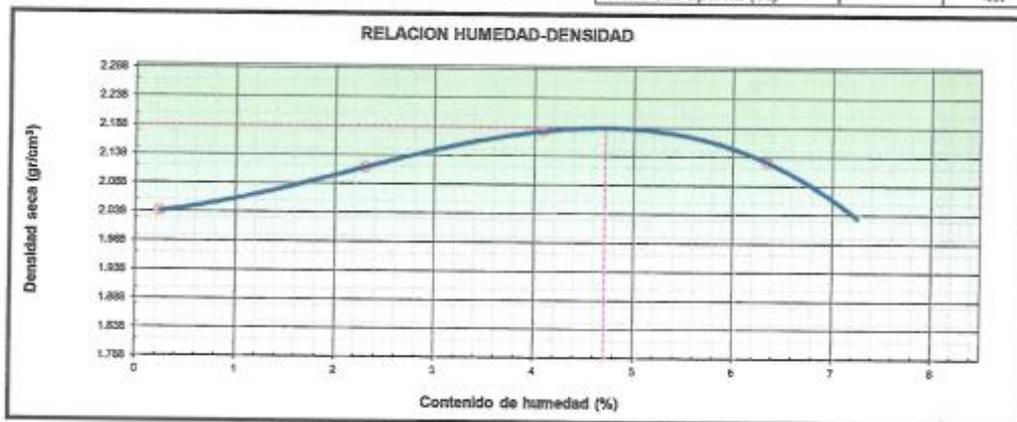
FECHA: Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA	: TINGUE BAJO	CLASF. (SUCS) :	SW - SM
MUESTRA	: M-002	CLASF. (AASHTO) :	A-1-a (0)
PROGRES/VA	: km 21+100 L.I.		
TRAMO	: 5		

METODO DE COMPACTACION	:	"C"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	56
NUMERO DE CAPAS	:	5

Peso suelo + molde	gr	10250.0	10505.0	10725.0	10711.0		
Peso molde	gr	5958.0	5958.0	5958.0	5958.0		
Peso suelo húmedo compactado	gr	4292.0	4547.0	4767.0	4753.0		
Volumen del molde	cm ³	2100.0	2100.0	2100.0	2100.0		
Peso volumétrico húmedo	gr	2.044	2.165	2.270	2.263		
Recipiente N°		1	2	3	4		
Peso del suelo húmedo+tara	gr	545.40	536.50	572.30	605.90		
Peso del suelo seco + tara	gr	544.10	524.40	549.80	569.70		
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00		
Peso de agua	gr	1.30	12.10	22.50	36.20		
Peso del suelo seco	gr	544.10	524.40	549.80	569.70		
Contenido de agua	%	0.24	2.31	4.09	6.35		
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.039	2.116	2.181	2.128		
						Densidad máxima (gr/cm ³)	2.187
						Humedad óptima (%)	4.7



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
 Ing. Sonia Borda Palpaibar
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el Tramo 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

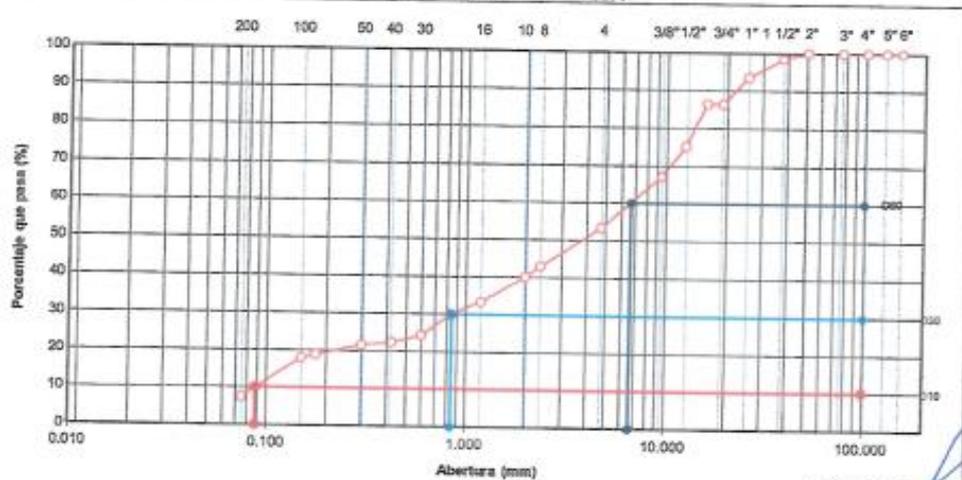
FECHA : Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : TINGUE BAJO	TAMAÑO MAXIMO : 2"
MUESTRA : M-093	Peso Inicial seco : 2500.0 g
PROGRESIVA : km 21+100 L.L.	Fracion : 760.0 g
TRAMO : 5	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
8"	152.400				100.0		Contenido de Humedad (%): 1.4
5"	127.000		0.0	0.0	100.0		Limite Líquido (LL): 19
4"	101.600		0.0	0.0	100.0		Limite Plástico (LP): NP
3"	76.200		0.0	0.0	100.0		Índice Plástico (IP): NP
2"	50.800		0.0	0.0	100.0		Clasificación (SUCS): GW - GM
1 1/2"	38.100	421.0	1.8	1.5	98.4		Clasificación (AASHTO): A-1-a
1"	25.400	1288.8	5.0	6.6	93.4		Índice de Grupo: (0)
3/4"	19.000	1792.0	7.0	13.8	86.4		Descripción (AASHTO): BUENO
5/8"	15.875		0.0	13.8	86.4		
1/2"	12.500	2867.2	11.2	24.8	75.2		Descripción (SUCS): Grava bien gradada con limo y arena
3/8"	9.500	2048.0	8.0	32.8	67.2		Coefficiente Unif. (Cu): 74.72
Nº 4	4.750	3584.0	14.0	46.8	53.2		Coefficiente Curv. (Cc): 1.21
Nº 8	2.360	145.6	10.3	57.1	42.9		Pot. Expansión: Bajo
Nº 10	2.000	40.9	2.9	60.0	40.0		Materia Orgánica:
Nº 15	1.190	84.9	6.7	66.8	33.2		Índ. de Consistencia: - Sólido
Nº 20	0.840	46.6	3.3	70.1	29.9		Bolonería > 2": 0.0
Nº 30	0.600	79.4	5.6	75.7	24.3		Grava 2" - Nº 4: 46.8
Nº 40	0.425	26.8	1.9	77.6	22.4		Arena Nº4 - Nº 200: 45.8
Nº 50	0.300	12.0	0.9	78.5	21.5		Finos < Nº 200: 7.4
Nº 80	0.177	38.3	2.7	81.2	18.8		
Nº 100	0.150	12.5	0.9	82.1	17.9		
Nº 200	0.075	148.5	10.5	82.6	7.4		
< Nº 200	FONDO	104.3	7.4	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
 Ing. Gonzalo Borda Pimpeña
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 REG. CIPAVIA 2011

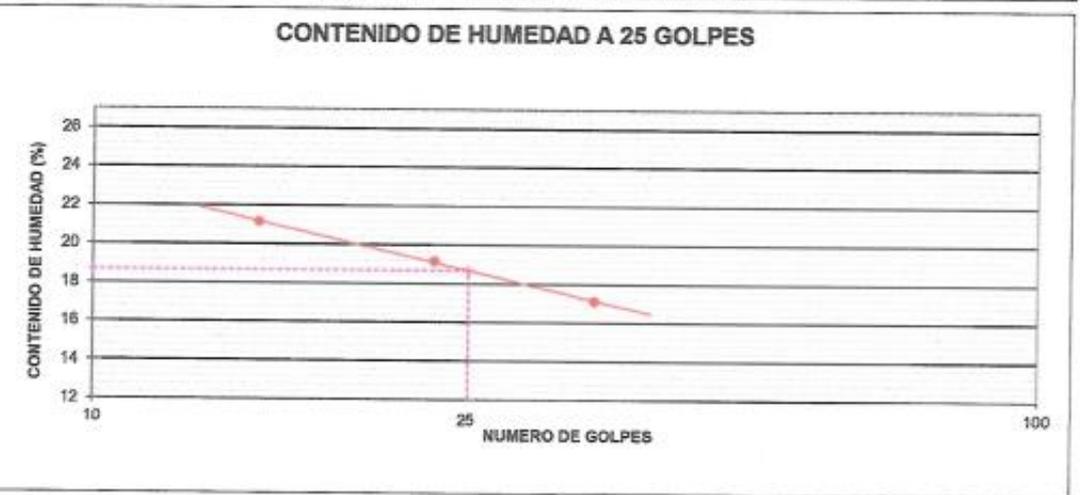
LIMITES DE CONSISTENCIA
(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T99; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"
 Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA
 CANTERA : TINGUE BAJO
 MUESTRA : M-003 TAMAÑO MAXIMO : N° 40
 PROGRESIVA : km 21+100 L.I.

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		1	2	3
PESO TARRC + SUELO HUMEDO (g)		79.11	77.89	78.77
PESO TARRC + SUELO SECO (g)		73.48	73.05	74.19
PESO DE AGUA (g)		5.65	4.84	4.58
PESO DEL TARRO (g)		48.72	47.74	47.42
PESO DEL SUELO SECO (g)		29.74	25.31	26.77
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		21.13	18.12	17.11
NUMERO DE GOLPES		15	23	34

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO				
PESO TARRC + SUELO HUMEDO (g)				
PESO TARRC + SUELO SECO (g)				
PESO DE AGUA (g)		N.P.		
PESO DEL TARRO (g)				
PESO DEL SUELO SECO (g)				
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)				



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	19
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	NP

OBSERVACIONES

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

[Signature]

Ing. Soth Borda Pampalisp
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

FECHA : Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : TINGUE BAJO
 MUESTRA : M-003
 PROGRESIVA : km 21+100 L.L.
 TRAMO : 5
 CLASF. (SUCS) : GW - GM
 CLASF. (AASHTO) : A-1-a

METODO DE COMPACTACION : "C"
 NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 56
 NUMERO DE CAPAS : 5

Peso suelo + molde	gr	10241.7	10504.0	10727.7	10709.0		
Peso molde	gr	5958.0	5958.0	5958.0	5958.0		
Peso suelo húmedo compactado	gr	4283.7	4546.0	4769.7	4751.0		
Volumen del molde	cm ³	2100.0	2100.0	2100.0	2100.0		
Peso volumétrico húmedo	gr	2.040	2.165	2.271	2.262		
Recipiente N°		1	2	3	4		
Peso del suelo húmedo+tara	gr	545.40	536.50	572.30	605.90		
Peso del suelo seco + tara	gr	544.10	524.40	549.80	569.70		
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00		
Peso de agua	gr	1.30	12.10	22.50	36.20		
Peso del suelo seco	gr	544.10	524.40	549.80	569.70		
Contenido de agua	%	0.24	2.31	4.09	6.35		
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.035	2.116	2.182	2.127		
Densidad máxima (gr/cm ³)							2.188
Humedad óptima (%)							4.7



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
 Ing. Soledad Borda Pampanaup
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 RUC: 910711407

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 8 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

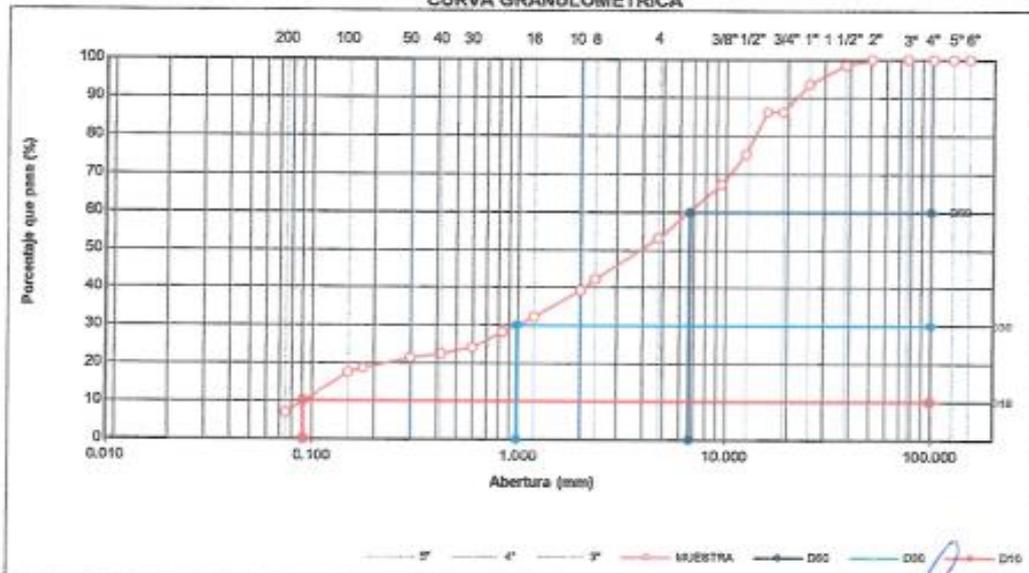
FECHA : Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : TINGUE BAJO	TAMAÑO MÁXIMO : 2"
MUESTRA : M-094	Peso inicial seco : 20100.0 g
PROGRESIVA : km 21+100 L.L.	Fracción : 610.0 g
TRAMO : 8	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
6"	152.400				100.0		Contenido de Humedad (%): 0.9
5"	127.000		0.0	0.0	100.0		Límite Líquido (LL): 19
4"	101.600		0.0	0.0	100.0		Límite Plástico (LP): NP
3"	76.200		0.0	0.0	100.0		Índice Plástico (IP): NP
2"	50.800		0.0	0.0	100.0		Clasificación (SUCS): GW - GM
1 1/2"	38.100	418.0	1.5	1.5	98.5		Clasificación (AASHTO): A-1-a
1"	25.400	1436.8	5.1	6.6	93.4		Índice de Grupo: (0)
3/4"	19.000	2023.2	7.2	13.8	88.2		Descripción (AASHTO): BUENO
5/8"	15.875		0.0	13.8	88.2		
1/2"	12.500	3119.1	11.1	24.9	75.1		Descripción (SUCS): Grava bien gradada con limo y arena
3/8"	9.500	2219.8	7.9	32.8	67.2		Coefficiente Unif. (Cu): 72.44
Nº 4	4.750	3862.1	14.1	46.9	53.1		Coefficiente Curv. (Cc): 1.58
Nº 8	2.360	125.4	11.0	57.9	42.1		Pot. Expansión: Bajo
Nº 10	2.000	34.5	3.0	60.9	38.1		Materia Orgánica:
Nº 18	1.150	79.3	6.9	67.8	32.2		Ind. de Consistencia: - - Solido
Nº 20	0.840	48.2	4.0	71.8	28.2		
Nº 30	0.600	48.9	4.1	75.9	24.1		Bolonería > 2": 0.0
Nº 40	0.425	19.5	1.7	77.8	22.4		Grava 2" - Nº 4: 46.9
Nº 50	0.300	12.2	1.1	78.7	21.3		Arena Nº4 - Nº 200: 46.3
Nº 60	0.177	31.5	2.7	81.4	18.8		Finos < Nº 200: 8.8
Nº 100	0.150	12.5	1.1	82.5	17.5		
Nº 200	0.075	122.5	10.7	93.2	6.8		
< Nº 200	FONDO	75.7	6.8	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMÉTRICA



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
 Ing. Jorge Borda Pampañau
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIM.
 REG. CIP N° 731

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

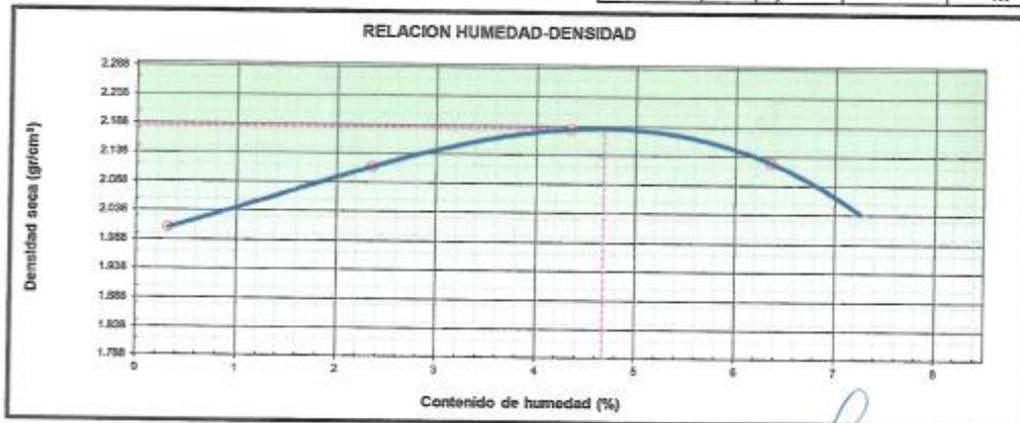
PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

FECHA : Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : TINGUE BAJO
 MUESTRA : M-004
 PROGRESIVA : km 21+100 L.L.
 TRAMO : 5
 CLASF. (SUCS) : GW - GM
 CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0)

METODO DE COMPACTACION	:	"C"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	58			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
Peso suelo + molde	gr	10189.1	10504.0	10739.4	10708.0
Peso molde	gr	5958.0	5958.0	5958.0	5958.0
Peso suelo húmedo compactado	gr	4231.1	4546.0	4781.4	4750.0
Volumen del molde	cm ³	2100.0	2100.0	2100.0	2100.0
Peso volumétrico húmedo	gr	2.015	2.165	2.277	2.262
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	545.85	536.80	573.72	605.94
Peso del suelo seco + tara	gr	544.10	524.45	549.82	569.71
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	gr	1.75	12.35	23.90	36.23
Peso del suelo seco	gr	544.10	524.45	549.82	569.71
Contenido de agua	%	0.32	2.35	4.35	6.36
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.008	2.115	2.182	2.127
Densidad máxima (gr/cm ³)					2.184
Humedad óptima (%)					4.7



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
[Firma]
 Ing. Santa Borda Palma*
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y
 REG. CIP. ...

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NORMA: MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SJELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV, COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

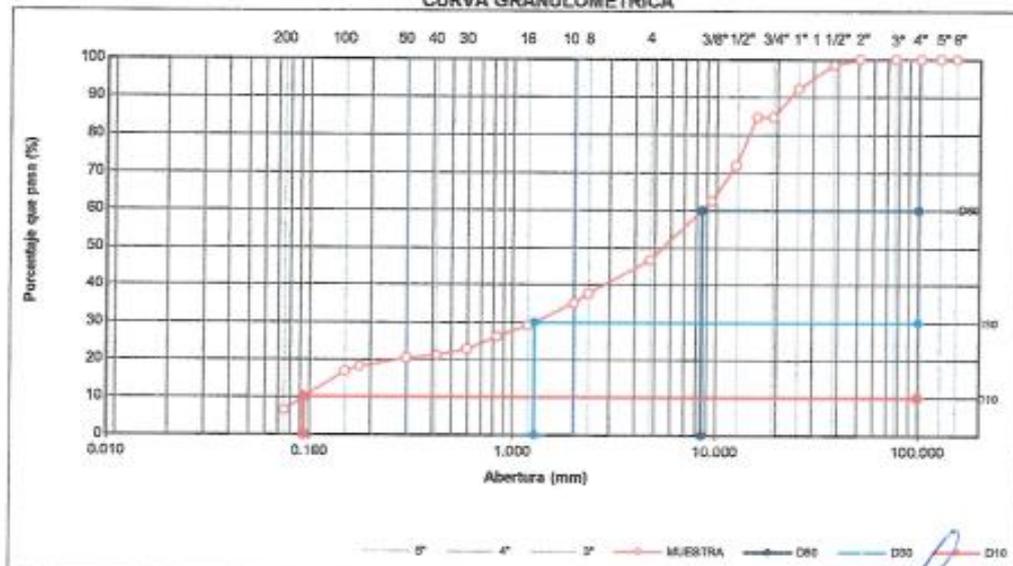
FECHA : Jul-24

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : TINGUE BAJO	TAMAÑO MAXIMO : 2"
MUESTRA : M-005	Peso inicial seco : 28450.0 g
PROGRESIVA : km 21+100 L.I.	Fraccion : 750.0 g
TRAMO : 5	

TAMIZ	ASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	Ømm	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
6"	152.400				100.0		Contenido de Humedad (%): 1.2
5"	127.000		0.0	0.0	100.0		Límite Líquido (LL): 19
4"	101.600		0.0	0.0	100.0		Límite Plástico (LP): NP
3"	76.200		0.0	0.0	100.0		Índice Plástico (IP): NP
2"	50.800		0.0	0.0	100.0		Clasificación (SUCS): GW - GM
1 1/2"	38.100	412.0	1.4	1.4	98.6		Clasificación (AASHTO): A-1-a
1"	25.400	1822.0	6.4	7.9	92.1		Índice de Grupo: (0)
3/4"	19.000	2137.0	7.5	15.4	84.6		Descripción (AASHTO): BUENO
5/8"	15.875		0.0	15.4	84.6		
1/2"	12.500	3628.0	12.8	28.1	71.9		Descripción (SUCS):
3/8"	9.500	2674.0	9.4	37.5	62.5		Grava bien gradada con limo y arena
Nº 4	4.750	4475.0	15.7	53.2	46.8		Coefficiente Unif. (Cu): 89.55
Nº 6	2.980	147.6	9.2	62.4	37.6		Coefficiente Curv. (Cc): 2.04
Nº 10	2.000	40.3	2.5	65.0	35.0		Pot. Expansión: Bajo
Nº 16	1.190	94.9	5.9	70.9	29.1		Materia Orgánica:
Nº 20	0.840	47.6	3.0	73.8	26.2		Índ. de Consistencia: - Solido
Nº 30	0.600	54.6	3.4	77.2	22.8		Bolometría > 2": 0.0
Nº 40	0.425	24.8	1.5	78.8	21.2		Grava 2" - Nº 4: 53.2
Nº 50	0.300	12.2	0.8	79.5	20.5		Arena Nº4 - Nº 200: 40.3
Nº 80	0.177	37.3	2.3	81.9	18.1		Finos < Nº 200: 6.5
Nº 100	0.150	21.5	1.3	83.2	16.8		
Nº 200	0.075	185.5	10.3	93.5	6.5		
< Nº 200	FONDO	103.8	6.5	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
 Ing. Sonia Borda Pampañaur
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 REG. C.P.A.

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
 (MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

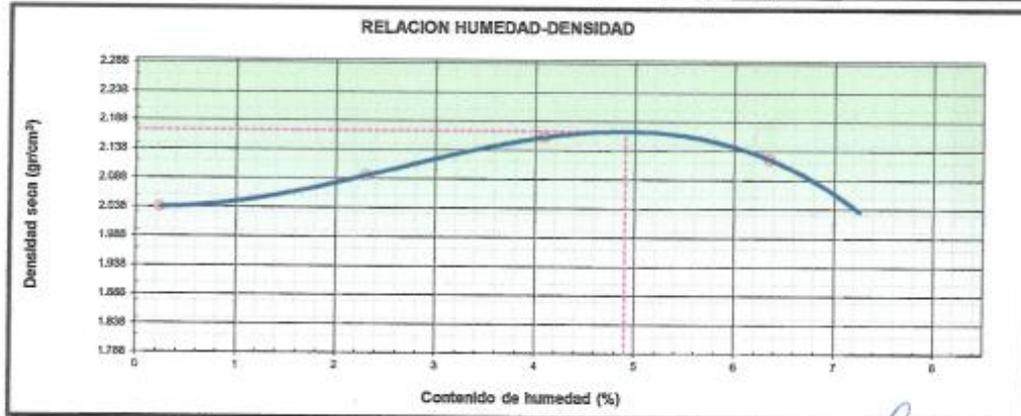
FECHA : Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : TINGUE BAJO
 MUESTRA : M-005
 PROGRESIVA : km 21+100 L.L.
 CLASF. (SUCS) : GW - GM
 CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0)

METODO DE COMPACTACION : "C"
 NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 55
 NUMERO DE CAPAS : 5

Peso suelc + molde	gr	10250.0	10455.0	10679.9	10701.0		
Peso molde	gr	5958.0	5958.0	5958.0	5958.0		
Peso suelc húmedo compactado	gr	4292.0	4497.0	4721.9	4743.0		
Volumen del molde	cm ³	2100.0	2100.0	2100.0	2100.0		
Peso volumétrico húmedo	gr	2.044	2.141	2.249	2.259		
Recipiente N°		1	2	3	4		
Peso del suelo húmedo+tara	gr	545.40	536.50	572.30	605.90		
Peso del suelo seco + tara	gr	544.10	524.40	549.80	569.70		
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00		
Peso de agua	gr	1.30	12.10	22.50	36.20		
Peso del suelo seco	gr	544.10	524.40	549.80	569.70		
Contenido de agua	%	0.24	2.31	4.09	6.35		
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.039	2.093	2.160	2.124		
						Densidad máxima (gr/cm ³)	2.171
						Humedad óptima (%)	4.9



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
[Firma]
 Ing. Sonia Borda Pampaña
 INGENIERA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 REG. CIP N° 11111

ANEXO 6

ENSAYOS CANTERA HUARANGAL

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

(MENDOZA & TAPIA S.A.C. - MOTILIMA CONSULTORES S.A.)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS TERCARIAS QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

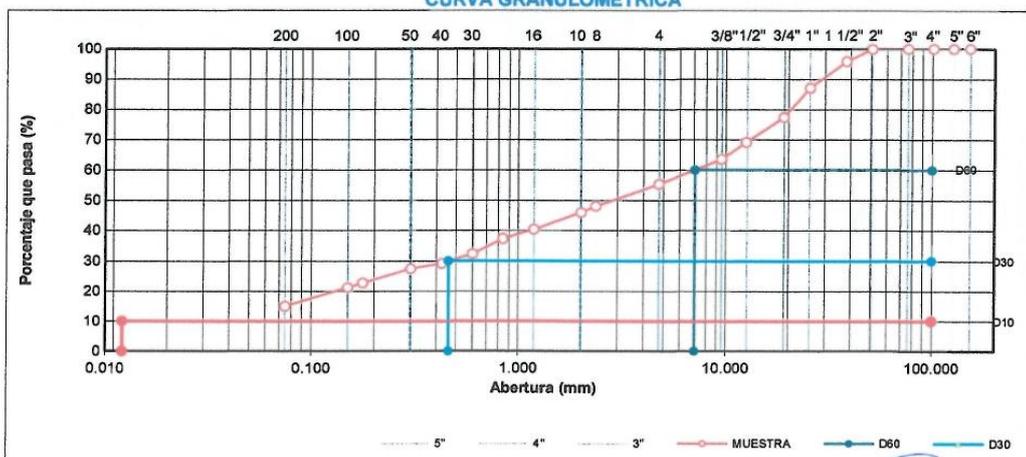
FECHA : 3-Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : HUARANGAL	TAMAÑO MAXIMO : 3"
MUESTRA : M-001	Peso Inicial seco : 22791 g
PROGRESIVA : km 34+580 L.D.	Fraccion : 784.1 g
TRAMO : 5	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
6"	152.400						Contenido de Humedad (%) : 1.5
5"	127.000						Límite Líquido (LL) : 19
4"	101.600						Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200						Índice Plástico (IP) : NP
2"	50.800				100.0		Clasificación (SUCS) : GM
1 1/2"	38.100	918.0	4.0	4.0	96.0		Clasificación (AASHTO) : A-1-a
1"	25.400	2014.0	8.8	12.9	87.1		Índice de Grupo : (0)
3/4"	19.000	2215.0	9.7	22.6	77.4		Descripción (AASHTO) : BUENO
1/2"	12.500	1914.0	8.4	31.0	69.0		Descripción (SUCS) :
3/8"	9.500	1250.0	5.5	36.5	63.5		Grava limosa con arena
Nº 4	4.750	1868.0	8.2	44.7	55.3		Coefficiente Unif. (Cu) : -
Nº 8	2.360	104.4	7.4	52.0	48.0		Coefficiente Curv. (Cc) : -
Nº 10	2.000	29.8	2.1	54.1	45.9		Pot. Expansión : Bajo
Nº 16	1.190	79.5	5.6	59.7	40.3		Materia Orgánica :
Nº 20	0.840	42.6					Ind. de Consistencia : - Solido
Nº 30	0.600	69.1	4.9	67.6	32.4		Bolonería > 2" : 0.0
Nº 40	0.425	45.0	3.2	70.8	29.2		Grava 2" - Nº 4 : 44.7
Nº 50	0.300	24.0	1.7	72.5	27.5		Arena Nº4 - Nº 200 : 40.3
Nº 80	0.177	66.1	4.7	77.2	22.8		Finos < Nº 200 : 15.0
Nº 100	0.150	23.2	1.6	78.8	21.2		
Nº 200	0.075	87.6	6.2	85.0	15.0		
< Nº 200	FONDO	212.8	15.0	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
 Ing. Sonia Borda Pampañaua
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 REG. CIP Nº 71402

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO
 (NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

FECHA : 3-Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA km 34+580 L.D.
CANTERA HUARANGAL
MUESTRA : M-001
TRAMO 5

N° de Prueba	1	2	3	4
N° de Recipiente	-	-		
(1) Peso Recip. + Suelo Húmedo (g)	535.1			
(2) Peso Recip + Suelo Seco (g)	527.2			
(3) Peso Recipiente (g)				
(4) Peso del Agua (1) - (2)	7.9			
(5) Peso Suelo Seco (2) - (3)	527.2			
(6) Humedad (4 / 5) * 100 %	1.50			

Humedad Promedio 1.50

COMENTARIOS / OBSERVACIONES:

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

Ing. Sonia Borda Pampa
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 REG. CIP N° 71402

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"
FECHA : 4-Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA HUARANGAL TAMAÑO MAXIMO : N° 40
MUESTRA : M-001
PROGRESIVA km 34+580 L.D.
TRAMO : 5

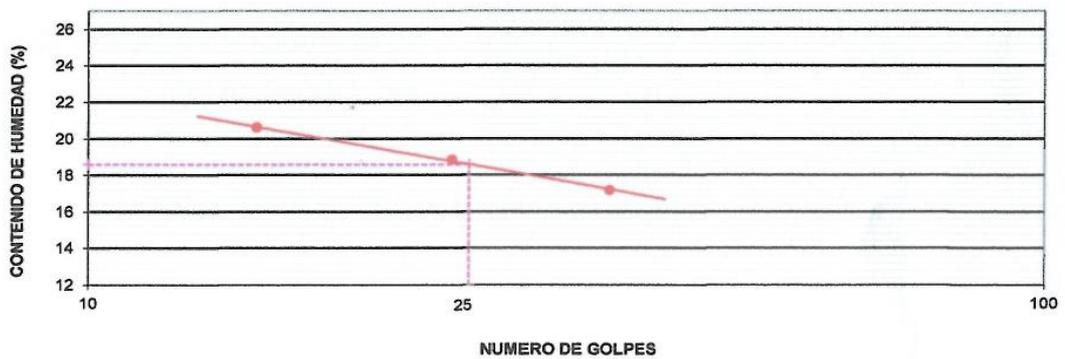
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		10	11	12	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		78.94	79.10	75.55	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		73.47	73.91	71.50	
PESO DE AGUA (g)		5.47	5.19	4.05	
PESO DEL TARRO (g)		46.93	46.35	47.90	
PESO DEL SUELO SECO (g)		26.54	27.56	23.60	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		20.61	18.83	17.16	19
NUMERO DE GOLPES		15	24	35	

LIMITE PLASTICO

N° TARRO					
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)					
PESO TARRO + SUELO SECO (g)					
PESO DE AGUA (g)					
PESO DEL TARRO (g)					
PESO DEL SUELO SECO (g)					
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		NP	NP	NP	

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	19
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	NP

OBSERVACIONES

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
Ing. Sonia Borda Pampañaup
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
REG. CIP N° 71402

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

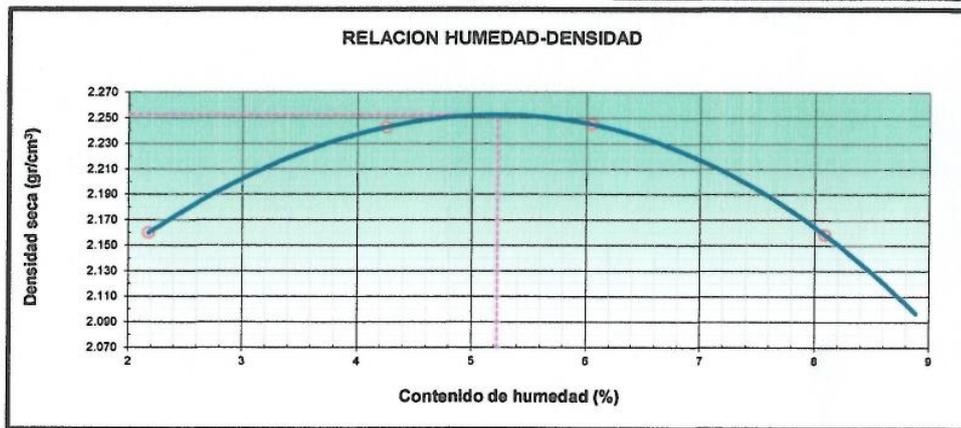
PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

FECHA : 6-Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA	HUARANGAL	CLASF. (SUCS) :	GM
MUESTRA	M-001	CLASF. (AASHTO) :	A-1-a (0)
PROGRESIVA	km 34+580 L.D.		
TRAMO	5		

METODO DE COMPACTACION	:	"C"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	56			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
Peso suelo + molde	gr	10600.00	10876.00	10965.00	10865.00
Peso molde	gr	5965.00	5965.00	5965.00	5965.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4635.00	4911.00	5000.00	4900.00
Volumen del molde	cm ³	2100.30	2100.30	2100.30	2100.30
Peso volumétrico húmedo	gr	2.207	2.338	2.381	2.333
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	619.30	683.90	564.90	600.00
Peso del suelo seco + tara	gr	606.10	656.00	532.70	555.10
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	gr	13.20	27.90	32.20	44.90
Peso del suelo seco	gr	606.10	656.00	532.70	555.10
Contenido de agua	%	2.18	4.25	6.04	8.09
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.160	2.243	2.245	2.158
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>					2.253
<i>Humedad óptima (%)</i>					5.2



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
Sonia Borda Pampa
Ing. Sonia Borda Pampa
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 REG. CIP N° 71402

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

(MENDOZA & TAPIA S.A.C. - MOTILMA CONSULTORES S.A.)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

(NORMA MTC E - 205, MTC E - 206)

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

FECHA : 4/07/2023

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA HUARANGAL
 MUESTRA : M-001
 PROGRESIVA km 34+580 L.D.
 TRAMO 5

AGREGADO GRUESO

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	1869.0	2064.0	2110		
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	1182.0	1304.0	1333		
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	687.0	760.0	777.0		
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1860.0	2054.0	2100		
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	678.0	750.0	767.0		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.707	2.703	2.703		2.704
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.721	2.716	2.716		2.717
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.743	2.739	2.738		2.740
	% de absorción = $((A - D) / D * 100)$	0.484	0.487	0.476		0.48

COMENTARIOS / OBSERVACIONES:

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

Ing. *Sonia Borda Pampañau*
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIME:
 REG. CIP N° 71407

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)

(NORMA MTC E-207, ASTM C-131, AASHTO T-96)

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

FECHA : 7/07/2023

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA HUARANGAL
MUESTRA : : M-001
PROGRESIVA km 34+580 L.D.
TRAMO 5

TAMIZ	GRADUACIONES			
	A	B	C	D
1 1/2" - 1"	1250.0			
1" - 3/4"	1251.0			
3/4" - 1/2"	1250.0			
1/2" - 3/8"	1251.0			
3/8" - 1/4"				
1/4" - No 4				
Nº 4 - No 8				
PESO TOTAL	5002.0			
(%) Retenido en la malla Nº 12	4139.4			
(%) Que pasa en la malla Nº 12	862.6			
No de esferas	12			
Peso de las esferas (gr)	5000 ± 25			
% Desgaste	17.2%			

OBSERVACIONES :

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

Ing. Sonia Borda Pampañaupa
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTO
 REG. CIP Nº 71402

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA MTC E-132, ASTM D 1883)

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS TERCIARIAS QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV, COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

FECHA : Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : HUARANGAL
 MUESTRA : M-001
 PROGRESIVA : km 34+580 L.D.
 TRAMO : 5
 CLASF. (SUCS) : GM
 CLASF. (AASHTO) : A-1-a

COMPACTACION

Molde N°	7		10		8	
	56		25		12	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo	12636		12285		12031	
Peso de molde (g)	7619		7343		7346	
Peso del suelo húmedo (g)	5017		4942		4685	
Volumen del molde (cm ³)	2105		2131		2169	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.383		2.319		2.160	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	508.30		539.20		515.30	
Peso suelo seco + tara (g)	480.40		509.40		486.70	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	27.90		29.80		28.60	
Peso de suelo seco (g)	480.40		509.40		486.70	
Contenido de humedad (%)	5.81		5.85		5.88	
Densidad seca (g/cm ³)	2.253		2.191		2.040	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO											

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		215	216.2			150	151.1			90	91.1		
0.050		415	416.5			330	331.6			261	262.3		
0.075		789	790.9			960	962.1			450	451.5		
0.100	70.455	1189	1191.4	1131.2	80.9	1045	1047.2	1156.2	82.7	630	631.7	552.4	39.5
0.150		1780	1783.1			1760	1763.1			907	909.1		
0.200		2475	2478.9			2179	2182.6			1204	1206.4		
0.250	105.68	3002	3006.6	2411.2	115.0	2628	2632.1	2180.9	104.0	1458	1460.7	1139.0	54.3
0.300		3641	3646.3			2988	2992.5			1670	1673.0		
0.400		4820	4826.7			3592	3597.3			2070	2073.4		
0.500		5711	5718.8			4057	4062.8			2380	2383.8		

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

Ing. Saime Borda Pampaupa
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 REG. CIP N° 11402

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA MTC E-132, ASTM D 1883)

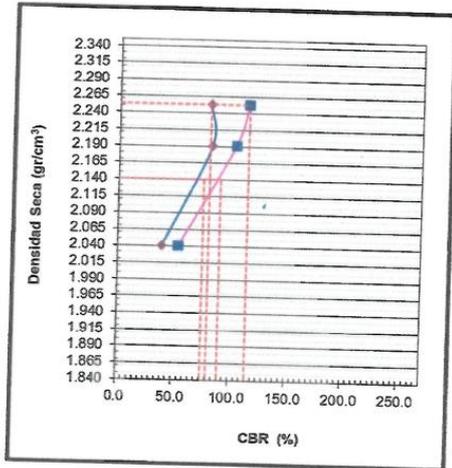
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

FECHA : 06/07/2023

DATOS DE LA MUESTRA

CANtera : HUARANGAL
 MUESTRA : M-001
 PROGRESIVA : km 34+580 L.D.
 TRAMO : 5

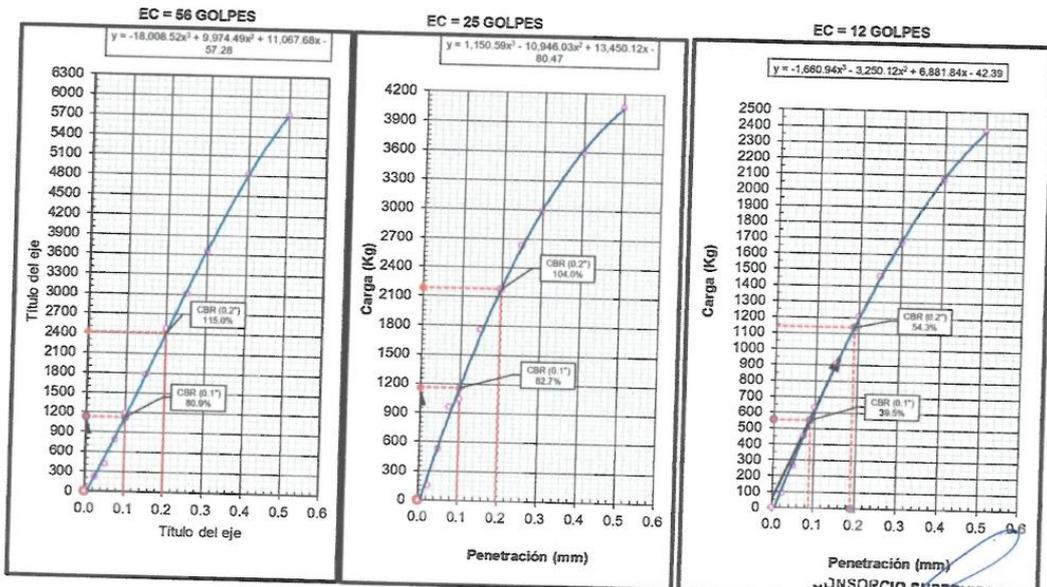
CLASF. (SUCS) : GM
 CLASF. (AASHTO) : A-1-a



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.253
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 5.2
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.140

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	80.9	0.2":	115.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	75.7	0.2":	90.8

OBSERVACIONES:



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

Ing. Sonia Borde Pampañaur
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIM.
 REG. CIP N° 71,111

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

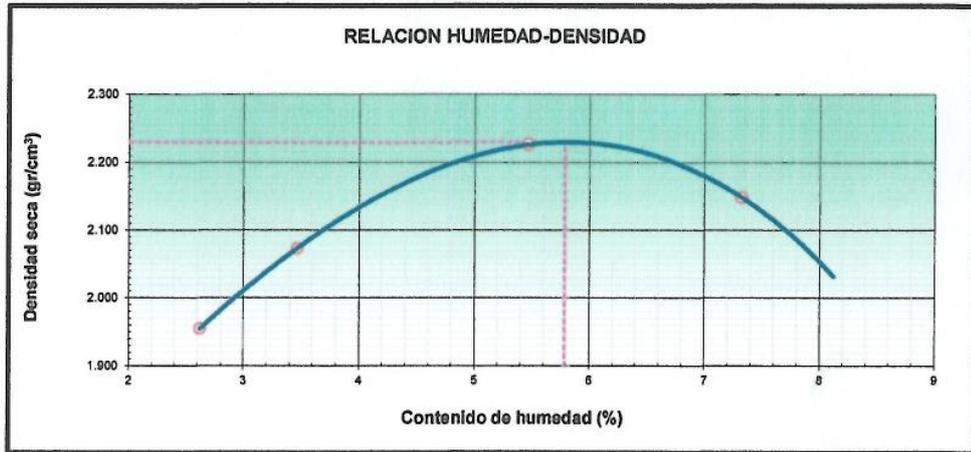
PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

MATERIAL SUELO ESTABILIZADO CON 1% de CEMENTO FECHA : 8-Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA HUARANGAL
 MUESTRA SUELO ESTABILIZADO CON 1% de CEMENTO CLASF. (SUCS) : GM
 PROGRESIVA km 34+580 L.D. CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0)
 TRAMO 5

METODO DE COMPACTACION	:	"C"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	56			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
Peso suelo + molde	gr	10170.00	10462.00	10888.00	10800.00
Peso molde	gr	5958.00	5958.00	5958.00	5958.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4212.00	4504.00	4930.00	4842.00
Volumen del molde	cm ³	2100.30	2100.30	2100.30	2100.30
Peso volumétrico húmedo	gr	2.005	2.144	2.347	2.305
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	634.20	701.50	654.20	752.20
Peso del suelo seco + tara	gr	618.00	678.00	620.30	700.89
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	gr	16.20	23.50	33.90	51.31
Peso del suelo seco	gr	618.00	678.00	620.30	700.89
Contenido de agua	%	2.62	3.47	5.47	7.32
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.954	2.073	2.226	2.148
Densidad máxima (gr/cm ³)					2.229
Humedad óptima (%)					5.8



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
 Ing. Sonia Borda Pampañaupa
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTO
 REG. CIP N° 71402

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

MATERIAL SUELO ESTABILIZADO CON 2% de CEMENTO

FECHA : 8-Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA HUARANGAL

MUESTRA SUELO ESTABILIZADO CON 2 % de CEMENTO

CLASF. (SUCS) : GM

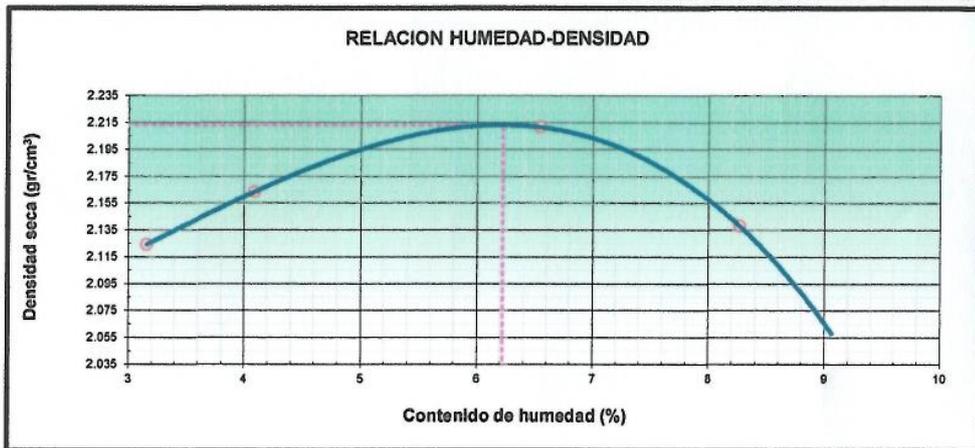
PROGRESIVA km 34+580 L.D.

CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0)

TRAMO 5

METODO DE COMPACTACION : "C"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 56
NUMERO DE CAPAS : 5

Peso suelo + molde	gr	11020.00	11149.00	11370.00	11282.00	
Peso molde	gr	6368.00	6368.00	6368.00	6368.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4652.00	4781.00	5002.00	4914.00	
Volumen del molde	cm ³	2123.00	2123.00	2123.00	2123.00	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.191	2.252	2.356	2.315	
Recipiente N°		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	490.00	458.00	521.00	655.00	
Peso del suelo seco + tara	gr	475.00	440.00	489.00	605.00	
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso de agua	gr	15.00	18.00	32.00	50.00	
Peso del suelo seco	gr	475.00	440.00	489.00	605.00	
Contenido de agua	%	3.16	4.09	6.54	8.26	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.124	2.163	2.211	2.138	
					<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>	2.213
					<i>Humedad óptima (%)</i>	6.2



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

Ing. Sonia Borda Pampañau
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 REG. CIP N° 71402

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

MATERIAL SUELO ESTABILIZADO CON 3% de CEMENTO

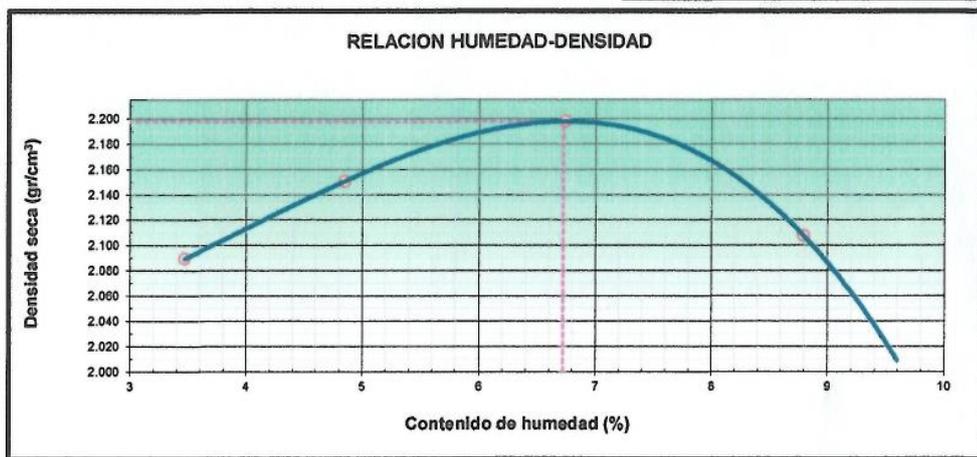
FECHA : 8-Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA HUARANGAL
 MUESTRA SUELO ESTABILIZADO CON 3 % de CEMENTO CLASF. (SUCS) : GM
 PROGRESIVA km 34+580 L.D. CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0)
 TRAMO 5

METODO DE COMPACTACION : "C"
 NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 56
 NUMERO DE CAPAS : 5

Peso suelo + molde	gr	10957.0	11155.0	11348.0	11235.0	
Peso molde	gr	6368.00	6368.00	6368.00	6368.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4589.00	4787.00	4980.00	4867.00	
Volumen del molde	cm ³	2123.00	2123.00	2123.00	2123.00	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.162	2.255	2.346	2.293	
Recipiente N°		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	418.00	584.00	586.00	470.00	
Peso del suelo seco + tara	gr	404.00	557.00	549.00	432.00	
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso de agua	gr	14.00	27.00	37.00	38.00	
Peso del suelo seco	gr	404.00	557.00	549.00	432.00	
Contenido de agua	%	3.47	4.85	6.74	8.80	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.089	2.151	2.198	2.107	
						Densidad máxima (gr/cm ³)
						2.198
						Humedad óptima (%)
						6.7




CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
Sonia Borda Pampa
Ing. Sonia Borda Pampa
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 REG. CIP N° 71402

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS TERCARIAS QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"		
-----------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

UBICACIÓN	Ruta IC-107 Km. 34+580 Tramo 5	Fecha:	20/09/2023
------------------	--------------------------------	---------------	------------

Datos Generales

PROCEDENCIA	:	Cantera: Huarangal	CLASF. (SUCS)	GM
MATERIAL	:	Cerro	CLASF. (AASHTO)	A-1-a(0)
DOSIFICACIÓN	:	Sin Cemento	LADO	Izq.
UBICACIÓN	:	Ruta IC-107 Km. 34+580 Tramo 5		

CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4	5
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FECHA DE MOLDEO	10/07/2023	10/07/2023	11/07/2023	11/07/2023	11/07/2023
FECHA DE ROTURA	17/07/2023	17/07/2023	18/07/2023	18/07/2023	18/07/2023
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL (kN)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (Kg)	891.00	767.00	634.00	812.00	782.00
COSTANTE K=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA CM 2	81	81	81	81	81
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	11.00	9.47	7.83	10.02	9.65
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	9.60				

CUERPO DE PROBETA N°	6	7	8	9	10
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FECHA DE MOLDEO	15/08/2023	15/08/2023	15/08/2023	15/08/2023	15/08/2023
FECHA DE ROTURA	22/08/2023	22/08/2023	22/08/2023	22/08/2023	22/08/2023
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (Kg)	806.00	812.00	754.00	722.00	745.00
COSTANTE K=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA CM 2	81	81	81	81	81
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	9.95	10.02	9.31	8.91	9.20
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	9.48				

CUERPO DE PROBETA N°	11	12	13	14	15
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FECHA DE MOLDEO	1/09/2023	1/09/2023	1/09/2023	1/09/2023	1/09/2023
FECHA DE ROTURA	8/09/2023	8/09/2023	8/09/2023	8/09/2023	8/09/2023
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (Kg)	823.00	757.00	860.00	698.00	807.00
COSTANTE K=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA CM 2	81	81	81	81	81
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	10.16	9.35	10.62	8.62	9.96
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	9.74				

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

Ing. Sonia Borda Pampaupa
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTO
REG CIP N° 71402

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

UBICACIÓN : Ruta IC-107 Km. 34+580 Tramo 5 Fecha: 20/09/2023

Datos Generales

PROCEDENCIA	:	Cantera: Huarangal	CLASF. (SUCS)	GM
MATERIAL	:	Cerro	CLASF. (AASHTO)	A-1-a(0)
DOSIFICACIÓN	:	Cemento: 1.0%	LADO	lza.
UBICACIÓN	:	Ruta IC-107 Km. 34+580 Tramo 5		

CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4	5
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
FECHA DE MOLDEO	10/07/2023	10/07/2023	11/07/2023	11/07/2023	11/07/2023
FECHA DE ROTURA	17/07/2023	17/07/2023	18/07/2023	18/07/2023	18/07/2023
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL (kn)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (Kg)	1657.00	1672.00	1475.00	1590.00	1326.00
COSTANTE K=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA CM 2	81	81	81	81	81
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	20.46	20.64	18.21	19.63	16.37
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	19.06				

CUERPO DE PROBETA N°	6	7	8	9	10
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
FECHA DE MOLDEO	15/08/2023	15/08/2023	15/08/2023	15/08/2023	15/08/2023
FECHA DE ROTURA	22/08/2023	22/08/2023	22/08/2023	22/08/2023	22/08/2023
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (Kg)	1560.00	1632.00	1360.00	1747.00	1633.00
COSTANTE K=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA CM 2	81	81	81	81	81
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	19.26	20.15	17.04	21.57	20.16
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	19.63				

CUERPO DE PROBETA N°	11	12	13	14	15
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
FECHA DE MOLDEO	1/09/2023	1/09/2023	1/09/2023	1/09/2023	1/09/2023
FECHA DE ROTURA	8/09/2023	8/09/2023	8/09/2023	8/09/2023	8/09/2023
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (Kg)	1424.00	1659.00	1679.00	1671.00	1638.00
COSTANTE K=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA CM 2	81	81	81	81	81
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	17.58	20.48	20.73	20.63	20.22
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	19.93				

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

Ing. Sonia Borda Pampañaupa
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTO
REG. CIP N° 71402

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS TERCARIAS QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

UBICACIÓN : Ruta IC-107 Km. 34+580 Tramo 5 **Fecha:** 20/09/2023

Datos Generales

PROCEDENCIA :	Cantera: Huarangal	CLASF. (SUCS)	GM
MATERIAL :	Cerro	CLASF. (AASHTO)	A-1-a(0)
DOSIFICACIÓN :	Cemento: 2.0%	LADO	lza.
UBICACIÓN :	Ruta IC-107 Km. 34+580 Tramo 5		

CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4	5
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
FECHA DE MOLDEO	10/07/2023	10/07/2023	11/07/2023	11/07/2023	11/07/2023
FECHA DE ROTURA	17/07/2023	17/07/2023	18/07/2023	27/09/2023	18/07/2023
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL (kN)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (Kg)	2008.00	1965.00	2027.00	1897.00	2211.00
COSTANTE K=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA CM 2	81	81	81	81	81
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	24.79	24.26	25.02	23.42	27.30
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	24.96				

CUERPO DE PROBETA N°	6	7	8	9	10
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
FECHA DE MOLDEO	15/08/2023	15/08/2023	15/08/2023	15/08/2023	15/08/2023
FECHA DE ROTURA	22/08/2023	22/08/2023	22/08/2023	22/08/2023	22/08/2023
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (Kg)	2214.00	2211.00	2200.00	2217.00	2243.00
COSTANTE K=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA CM 2	81	81	81	81	81
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	27.33	27.30	27.16	27.37	27.69
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	27.37				

CUERPO DE PROBETA N°	11	12	13	14	15
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
FECHA DE MOLDEO	2/09/2023	2/09/2023	2/09/2023	2/09/2023	2/09/2023
FECHA DE ROTURA	9/09/2023	9/09/2023	9/09/2023	9/09/2023	9/09/2023
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (Kg)	1890.00	1822.00	2246.00	2379.00	2011.00
COSTANTE K=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA CM 2	81	81	81	81	81
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	23.33	22.49	27.73	29.37	24.83
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	25.55				


CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
Ing. Sonia Borda Pampañaupa
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 REG. CIP N° 71402

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS TERCARIAS QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

UBICACIÓN : Ruta IC-107 Km. 34+680 Tramo 5 **Fecha:** 28/08/2023

Datos Generales

PROCEDENCIA	:	Cantera: Huarangal	CLASF. (SUCS)	GM
MATERIAL	:	Cerro	CLASF. (AASHTO)	A-1-a(0)
DOSIFICACIÓN	:	Cemento: 3.0%	LADO	Izq.
UBICACIÓN	:	Ruta IC-107 Km. 34+680 Tramo 5		

CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4	5
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
FECHA DE MOLDEO	10/07/2023	10/07/2023	11/07/2023	11/07/2023	11/07/2023
FECHA DE ROTURA	17/07/2023	17/07/2023	18/07/2023	18/07/2023	18/07/2023
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL (kN)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (Kg)	2677.00	3220.00	2647.00	2920.00	2569.00
COSTANTE K=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA CM 2	81	81	81	81	81
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	33.05	39.75	32.68	36.05	31.72
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	34.65				

CUERPO DE PROBETA N°	6	7	8	9	10
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
FECHA DE MOLDEO	3/09/2023	3/09/2023	3/09/2023	3/09/2023	3/09/2023
FECHA DE ROTURA	10/09/2023	10/09/2023	10/09/2023	10/09/2023	10/09/2023
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (Kg)	2647.00	2496.00	2420.00	2445.00	2508.00
COSTANTE K=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA CM 2	81	81	81	81	81
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	32.68	30.81	29.88	30.19	30.96
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	30.90				

CUERPO DE PROBETA N°	11	12	13	14	15
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
FECHA DE MOLDEO	5/09/2023	5/09/2023	5/09/2023	5/09/2023	5/09/2023
FECHA DE ROTURA	12/09/2023	12/09/2023	12/09/2023	12/09/2023	12/09/2023
EDAD (DIAS)	7	7	7	7	7
LECTURA DIAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARGA (Kg)	3313.00	2844.00	2799.00	2632.00	2875.00
COSTANTE K=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA CM 2	81	81	81	81	81
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	40.90	35.11	34.56	32.49	35.49
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	35.71				

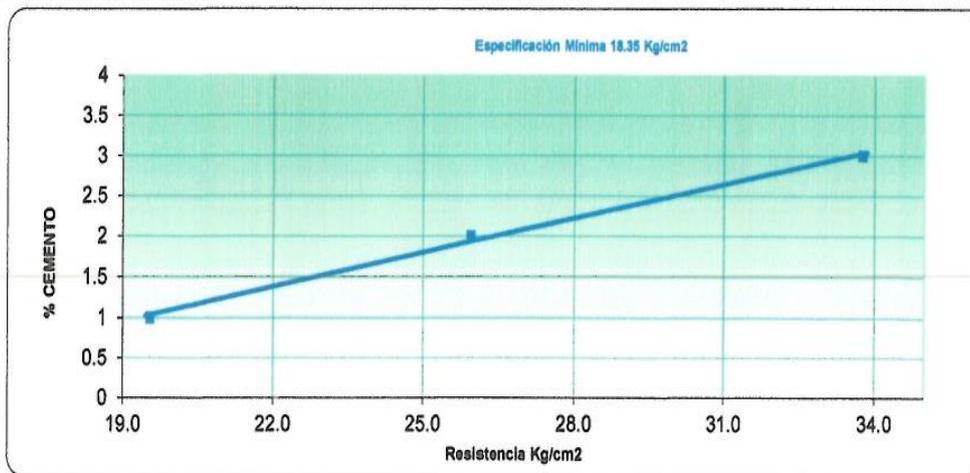
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

UBICACIÓN : Ruta IC-107 Km. 34+580 Tramo 5 Fecha: 20/09/2023

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : Cantera: Huarangal CLASF. (SUCS) GM
 MATERIAL : Cerro CLASF. (AASHTO) A-1-a(0)
 DOSIFICACIÓN : Cemento: 1.0% - 2.0% - 3.0% LADO Izq.
 UBICACIÓN : Ruta IC-107 Km. 34+580 Tramo 5

% de Cemento	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad de Rotura	Resistencia (Mpa)	Resistencia (Kg/cm ²)
1.00			7	1.95	19.54
2.00			7	2.60	25.96
3.00			7	3.38	33.75



Para una Resistencia de	% Cemento	1.00
18.35 Kg/cm2	Margen de Seguridad 5%	0.00
a 7 días	% Cemento Corregido	1.00

Observaciones: Este moldeo se realizó con materiales naturales.

% Cemento	-	1.00 %
Resistencia		19.64 Kg/cm2

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

 Ing. Sonia Borda Pampañup
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 REG. CIP N° 71402

**HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE BRIQUETAS DE SUELO - CEMENTO
 COMPACTADA
 MTC E-1104 - 2016**

CANTERA	Huarangal
PROGRESIVA	KM 34+580
LADO	Derecho
PORCENTAJE DE CEMENTO	1.00%
CLASIFICACIÓN	A-1-a(0)

DATOS DE LA MUESTRA	ESPECIMEN N° 01	ESPECIMEN N° 02
BRIQUETA N°	14	15
PESO HUMEDO DE LA MUESTRA	2138	2248
PESO SECO DE LA MUESTRA (A)	2040	2147
VOLUMEN	938.6	938.6
PESO UNITARIO	2.173	2.287
PORCENTAJE DE HUMEDAD	4.80%	4.81%

FECHA DE CICLO	N° DE CICLO	CAMBIO DE HUMEDAD Y VOLUMEN ESPECIMEN N°01									PÉRDIDA DE SUELO - CEMENTO ESPECIMEN N°02					
		Peso al final de las 5 horas	Diámetro	Altura	Volumen	Peso después de las 42 horas	Diámetro	Altura	Volumen	Humedad	Peso al final de las 5 horas	Peso después de las 42 horas	Peso después del Capillado	Diámetro	Altura	Volumen
16-Ago	INICIO	2132.0	10.15	11.64	941.8	2044.0	10.15	11.64	941.8	4.3	2235.0	2153.0	2115.0	10.16	11.80	940.4
18-Ago	1	2110.0	10.15	11.64	941.8	2034.0	10.15	11.64	941.8	3.7	2200.0	2112.0	2084.0	10.15	11.59	937.8
20-Ago	2	2104.0	10.13	11.63	937.3	2027.0	10.13	11.63	937.3	3.8	2166.0	2079.0	2068.0	10.15	11.58	937.0
22-Ago	3	2090.0	10.13	11.63	937.3	2017.0	10.13	11.63	937.3	3.6	2147.0	2063.0	2041.0	10.14	11.57	934.3
24-Ago	4	2080.0	10.12	11.62	934.7	2012.0	10.12	11.62	934.7	3.4	2121.0	2034.0	2021.0	10.14	11.55	932.7
26-Ago	5	2070.0	10.11	11.62	932.8	2007.0	10.11	11.62	932.8	3.1	2097.0	1969.0	1983.0	10.13	11.54	930.1
28-Ago	6	2062.0	10.108	11.617	932.2	2001.0	10.11	11.62	932.2	3.0	2076.0	1963.0	1925.0	10.132	11.53	929.6
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)										3.6	PESO FINAL A 110°C (B)					1925.0
DIFERENCIA DE VOLÚMENES (%)										1.0	% DE AGUA RETENIDA (C)					3.6
											PESO BRIQUETA CORREGIDA (D)					1858.6
											PÉRDIDA DE PESO (%)					13.4
											MÁXIMO PÉRDIDA PERMITIDA (%)					14.0

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

 Ing. Sonia Borda Pampaupa
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 REG. CIP N° 71402

CÁLCULOS
$D = (B/(1+C)) \times 100$
$\% \text{ Pérdida} = (1 - D/A) \times 100$

HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE BRIQUETAS DE SUELO - CEMENTO
COMPACTADA
MTC E-1104 - 2016

CANTERA	Huarangal
PROGRESIVA	KM 34+580
LADO	Derecho
PORCENTAJE DE CEMENTO	2.00%
CLASIFICACIÓN	A-1-a(0)

DATOS DE LA MUESTRA	ESPECIMEN N° 01	ESPECIMEN N° 02
BRIQUETA N°	14	15
PESO HUMEDO DE LA MUESTRA	2129	2243
PESO SECO DE LA MUESTRA (A)	2044	2154
VOLUMEN	938.6	938.6
PESO UNITARIO	2.178	2.295
PORCENTAJE DE HUMEDAD	4.18%	4.13%

FECHA DE CICLO	N° DE CICLO	CAMBIO DE HUMEDAD Y VOLUMEN ESPECIMEN N°01									PÉRDIDA DE SUELO - CEMENTO ESPECIMEN N°02					
		Peso al final de las 5 horas	Diámetro	Altura	Volumen	Peso después de las 42 horas	Diámetro	Altura	Volumen	Humedad	Peso al final de las 5 horas	Peso después de las 42 horas	Peso después del Cepillado	Diámetro	Altura	Volumen
16-Ago	INICIO	2118.0	10.20	11.80	947.9	2050.0	10.20	11.80	947.9	3.3	2231.0	2161.0	2127.0	10.20	11.84	951.1
18-Ago	1	2114.0	10.20	11.60	947.9	2041.0	10.20	11.60	947.9	3.6	2200.0	2124.0	2112.0	10.19	11.63	948.5
20-Ago	2	2111.0	10.20	11.59	947.1	2038.0	10.20	11.59	947.1	3.6	2118.0	2110.0	2104.0	10.19	11.62	947.6
22-Ago	3	2109.0	10.19	11.59	945.2	2035.0	10.19	11.59	945.2	3.6	2175.0	2102.0	2091.0	10.18	11.61	945.0
24-Ago	4	2100.0	10.18	11.59	943.3	2020.0	10.18	11.59	943.3	4.0	2164.0	2089.0	2075.0	10.18	11.60	944.2
26-Ago	5	2098.0	10.18	11.58	942.5	1981.0	10.18	11.58	942.5	5.8	2139.0	2019.0	2011.0	10.17	11.59	941.5
28-Ago	6	2090.0	10.165	11.577	939.5	1974.0	10.17	11.58	939.5	5.9	2128.0	2008.0	2002.0	10.163	11.58	939.4
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)										4.3	PESO FINAL A 110°C (B)					2002.0
DIFERENCIA DE VOLUMENES (%)										0.9	% DE AGUA RETENIDA (C)					4.3
											PESO BRIQUETA CORREGIDA (D)					1920.4
											PÉRDIDA DE PESO (%)					10.8
											MÁXIMO PÉRDIDA PERMITIDA (%)					14.0

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

 Ing. Sonia Borda Pampañau
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 REG. CIP N° 71402

CÁLCULOS
$D = (B/(1+C)) \times 100$
$\% \text{ Pérdida} = (1 - D/A) \times 100$

HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE BRIQUETAS DE SUELO - CEMENTO
COMPACTADA
MTC E-1104 - 2016

CANTERA	Huarangal
PROGRESIVA	KM 34+580
LADO	Derecho
PORCENTAJE DE CEMENTO	3.00%
CLASIFICACIÓN	A-1-a(0)

DATOS DE LA MUESTRA	ESPECIMEN N° 01	ESPECIMEN N° 02
BRIQUETA N°	14	15
PESO HUMEDO DE LA MUESTRA	2134	2182
PESO SECO DE LA MUESTRA (A)	2064	2111
VOLUMEN	938.6	938.8
PESO UNITARIO	2.199	2.249
PORCENTAJE DE HUMEDAD	3.39%	3.38%

FECHA DE CICLO	N° DE CICLO	CAMBIO DE HUMEDAD Y VOLUMEN ESPECIMEN N°01									PÉRDIDA DE SUELO - CEMENTO ESPECIMEN N°02						
		Peso al final de las 5 horas	Diámetro	Altura	Volumen	Peso después de las 42 horas	Diámetro	Altura	Volumen	Humedad	Peso al final de las 5 horas	Peso después de las 42 horas	Peso después del Cepillado	Diámetro	Altura	Volumen	
16-Ago	INICIO	2149.0	10.16	11.60	940.4	2052.0	10.16	11.60	940.4	4.7	2179.0	2095.0	2092.0	10.16	11.60	944.2	
18-Ago	1	2146.0	10.16	11.60	940.4	2049.0	10.16	11.60	940.4	4.7	2169.0	2088.0	2084.0	10.16	11.60	944.2	
20-Ago	2	2139.0	10.15	11.60	938.6	2047.0	10.15	11.60	938.6	4.5	2157.0	2081.0	2079.0	10.17	11.59	941.5	
22-Ago	3	2135.0	10.15	11.59	937.8	2044.0	10.15	11.59	937.8	4.5	2148.0	2077.0	2075.0	10.17	11.59	941.5	
24-Ago	4	2132.0	10.15	11.59	937.8	2042.0	10.15	11.59	937.8	4.4	2143.0	2072.0	2068.0	10.16	11.58	938.8	
26-Ago	5	2128.0	10.15	11.58	937.0	2033.0	10.15	11.58	937.0	4.6	2131.0	2065.0	2059.0	10.16	11.58	938.8	
28-Ago	6	2122.0	10.15	11.58	937.0	2027.0	10.15	11.58	937.0	4.7	2125.0	2055.0	2050.0	10.15	11.57	938.2	
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)										4.6	PESO FINAL A 110°C (B)						2050.0
DIFERENCIA DE VOLÚMENES (%)										0.4	% DE AGUA RETENIDA (C)						4.6
										PESO BRIQUETA CORREGIDA (D)						1980.2	
										PÉRDIDA DE PESO (%)						7.1	
										MÁXIMO PÉRDIDA PERMITIDA (%)						14.0	

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
Ing. Sonia Borda Pampañaupa
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
REG. CIP N° 71402

CÁLCULOS
$D = (B/(1+C)) \times 100$
$\% \text{ Pérdida} = (1 - D/A) \times 100$

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E 197, ASTM D422, AASTHO T88)

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV, COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

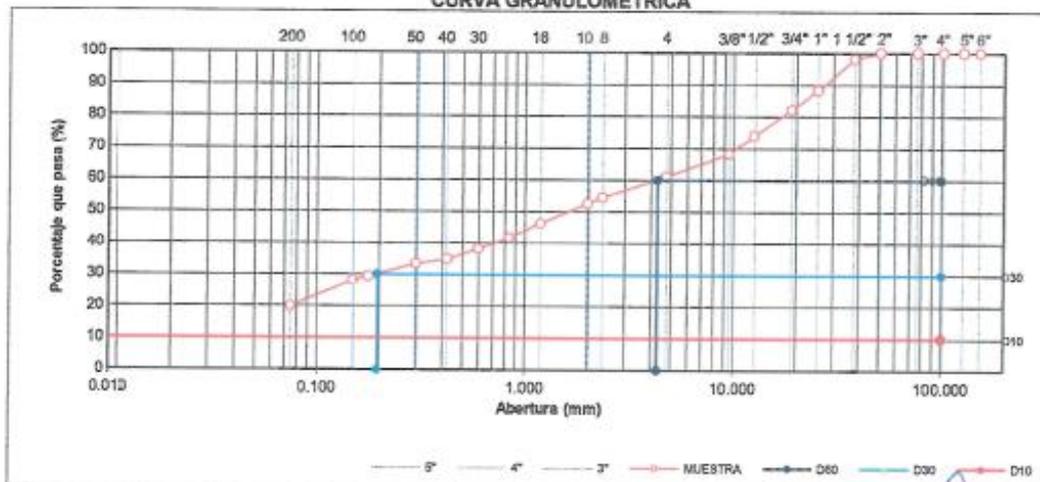
FECHA : Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANtera	HUARANGAL	TAMaNO MAXIMO	:	2"
MUESTRA	: M-002	Peso Inicial seco	:	20942 g
PROGRESIVA	: km 34+580 L.D.	Fraccion	:	622.2 g
TRAMO	: 5			

TAMIZ	ASTHO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	152.400				100.0		Contenido de Humedad (%): 1.5
5"	127.000		0.0	0.0	100.0		Límite Líquido (LL): 21
4"	101.600		0.0	0.0	100.0		Límite Plástico (LP): NP
3"	76.200		0.0	0.0	100.0		Índice Plástico (IP): NP
2"	50.800		0.0	0.0	100.0		Clasificación (SUCS): SM
1 1/2"	38.100	402.0	1.9	1.9	98.1		Clasificación (AASHTO): A-1-b
1"	25.400	2060.0	9.8	11.8	88.2		Índice de Grupo: (0)
3/4"	19.000	1310.0	6.3	18.0	82.0		Descripción (AASHTO): BUENO
1/2"	12.500	1706.0	8.1	26.2	73.8		Descripción (SUCS):
3/8"	9.500	1180.0	5.6	31.8	68.2		Arena limosa con grava
Nº 4	4.750	1522.0	7.3	39.1	60.9		Coefficiente Unif. (Cu): -
Nº 6	2.380	65.9	6.5	45.5	54.5		Coefficiente Curv. (Cc): -
Nº 10	2.000	21.0	2.1	47.6	52.4		Pot. Expansión: Bajo
Nº 16	1.180	64.1	6.3	53.8	46.2		Materia Orgánica:
Nº 20	0.840	46.5	4.6	58.4	41.6		Índ. de Consistencia: - Solido
Nº 30	0.600	36.8	3.8	62.0	38.0		Bolonería > 2": 0.0
Nº 40	0.425	32.7	3.2	65.2	34.8		Grava 2" - Nº 4: 39.1
Nº 50	0.300	18.2	1.6	66.6	33.2		Arena Nº4 - Nº 200: 41.0
Nº 60	0.177	40.9	4.0	70.8	29.2		Finos < Nº 200: 19.9
Nº 100	0.150	11.3	1.1	71.9	28.1		
Nº 200	0.075	63.4	6.2	80.1	19.9		
< Nº 200	FONDO	203.6	19.9	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
Ing. Sonia Borda Pampa
SPECIALISTA EN SUELOS Y
S.M. 2.11

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

FECHA: Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA: HUARANGAL TAMAÑO MAXIMO: N° 40
 MUESTRA: M-002
 PROGRESIVA: km 34+580 L.D.

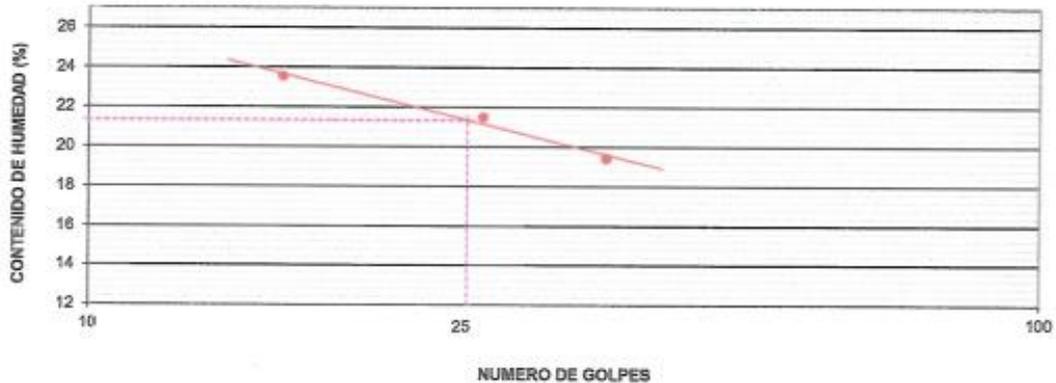
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		1	2	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	88.89	73.55	73.05	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	83.05	68.99	68.90	
PESO DE AGUA	(g)	3.84	4.56	4.15	
PESO DEL TARRO	(g)	46.72	47.74	47.51	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	16.33	21.25	21.39	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23.52	21.46	19.40	21
NUMERO DE GOLPES		18	28	35	

LIMITE PLASTICO

N° TARRO				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)			
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)			
PESO DE AGUA	(g)			
PESO DEL TARRO	(g)			
PESO DEL SUELO SECO	(g)			
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)			

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	21
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	NP

OBSERVACIONES

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
 Ing. *[Signature]*
 Ing. *[Signature]*
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIM.
 REG. CIP N° 7111

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-190)

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

FECHA : Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA	HUARANGAL				
MUESTRA	: M-002				
PROGRESIVA	: km 34+580 L.D.				
				CLASF. (SUCS) :	SM
				CLASF. (AASHTO) :	A-1-b (0)
METODO DE COMPACTACION	:	"C"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	56			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
Peso suelo + molde	gr	10104.00	10651.00	10929.00	10815.00
Peso molde	gr	5958.00	5958.00	5958.00	5958.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4146.00	4693.00	4971.00	4857.00
Volumen del molde	cm ³	2100.30	2100.30	2100.30	2100.30
Peso volumétrico húmedo	gr	1.974	2.234	2.367	2.313
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	561.80	540.10	659.60	586.70
Peso del suelo seco + tara	gr	555.10	523.40	627.10	546.50
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	gr	6.70	16.70	32.50	40.20
Peso del suelo seco	gr	555.10	523.40	627.10	546.50
Contenido de agua	%	1.21	3.19	5.18	7.36
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.950	2.165	2.250	2.154
				Densidad máxima (gr/cm ³)	2.250
				Humedad óptima (%)	5.3



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
 Ing. Sonia Borda Pampañauri
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 DCC: 7104771677

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 5 DV, COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

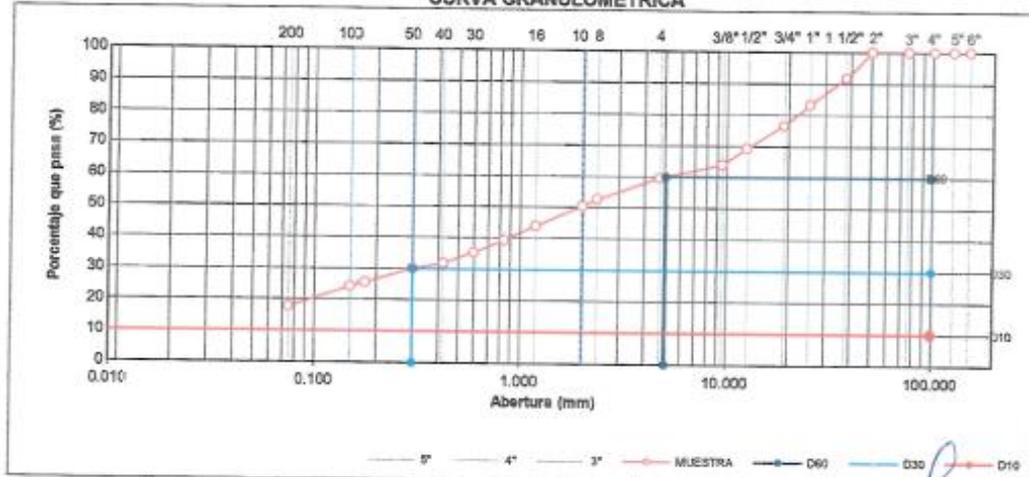
FECHA : Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA	HUARANGAL	TAMAÑO MAXIMO	: 2"
MUESTRA	: M-003	Peso Inicial seco	: 21740 g
PROGRESIVA	: km 34+580 L.D.	Fraccion	: 852.2 g
TRAMO	: 5		

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
6"	152.400				100.0		Contenido de Humedad (%): 1.3
5"	127.000		0.0	0.0	100.0		Límite Líquido (LL): 21
4"	101.600		0.0	0.0	100.0		Límite Plástico (LP): NP
3"	76.200		0.0	0.0	100.0		Índice Plástico (IP): NP
2"	50.800		0.0	0.0	100.0		Clasificación (SUCS): SM
1 1/2"	38.100	1797.0	8.3	8.3	91.7		Clasificación (AASHTO): A-1-b
1"	25.400	1874.0	8.8	16.9	83.1		Índice de Grupo: (0)
3/4"	19.000	1441.0	6.8	23.5	76.5		Descripción (AASHTO): BUENO
1/2"	12.500	1606.0	7.4	30.9	69.1		Descripción (SUCS): Arena limosa con grava
3/8"	9.500	1124.0	5.2	36.1	63.9		
Nº 4	4.750	944.0	4.3	40.4	59.6		Coefficiente Unif. (Cu): -
Nº 8	2.360	98.0	0.9	47.3	52.7		Coefficiente Curv. (Cc): -
Nº 10	2.000	34.9	2.4	49.7	50.3		Pot. Expansión: Bajo
Nº 16	1.190	93.5	6.5	56.2	43.8		Materia Orgánica:
Nº 20	0.840	65.8	4.8	60.8	39.2		Índ. de Consistencia: - - - Solido
Nº 30	0.600	57.0	4.0	64.8	35.2		Bolonería > 2": 0.0
Nº 40	0.425	48.6	3.4	68.2	31.8		Grava 2" - Nº 4: 40.4
Nº 50	0.300	26.4	1.8	70.1	29.9		Arena Nº 4 - Nº 200: 41.9
Nº 80	0.177	63.7	4.5	74.5	25.5		Finos < Nº 200: 17.7
Nº 100	0.150	18.4	1.3	75.8	24.2		
Nº 200	0.075	92.6	6.5	82.3	17.7		
< Nº 200	FONDO	253.1	17.7	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
 Ing. Sonia Borda Pampa
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 REG. CIP N° 11111

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS TERCARIAS QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

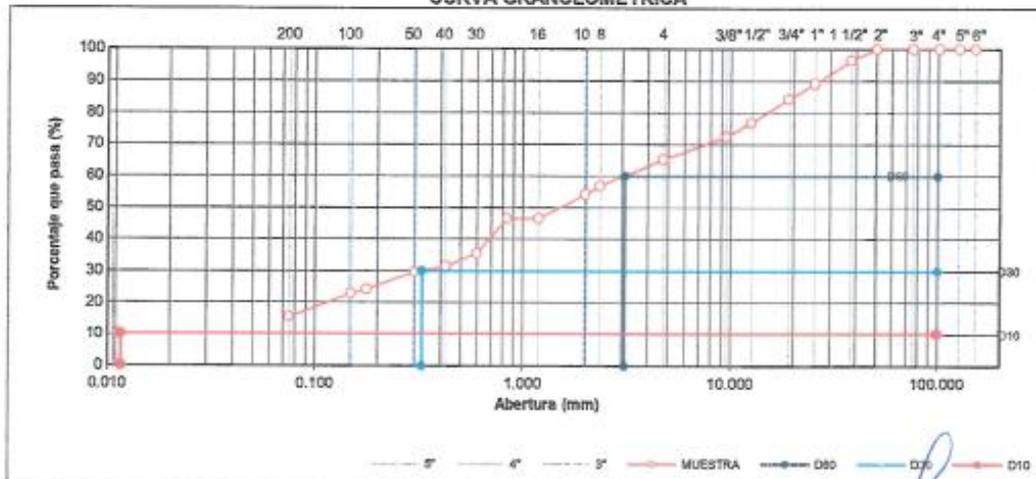
FECHA : Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA	HUARANGAL	TAMAÑO MAXIMO	:	2"
MUESTRA	: M-004	Peso inicial seco	:	25768 g
PROGRESIVA	: km 34+580 L.D.	Fraccion	:	600 g
TRAMO	: 5			

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
6"	152.400				100.0		Contenido de Humedad (%): 1.4
5"	127.000		0.0	0.0	100.0		Límite Líquido (LL): 21
4"	101.600		0.0	0.0	100.0		Límite Plástico (LP): NP
3"	76.200		0.0	0.0	100.0		Índice Plástico (IP): NP
2"	50.800		0.0	0.0	100.0		Clasificación (SUCS): SM
1 1/2"	38.100	913.0	3.5	3.5	96.5		Clasificación (AASHTO): A-1-b
1"	25.400	1859.0	7.8	11.1	88.9		Índice de Grupo: (0)
3/4"	19.000	1218.0	4.7	15.9	84.1		Descripción (AASHTO): BUENO
1/2"	12.500	1908.0	7.4	23.3	78.7		Descripción (SUCS): Arena limosa con grava
3/8"	9.500	1118.0	4.3	27.8	72.4		Coefficiente Unif. (Cu): -
Nº 4	4.750	1638.0	7.1	34.7	65.3		Coefficiente Curv. (Cc): -
Nº 8	2.360	77.8	8.5	43.2	56.8		Pot. Expansión: Bajo
Nº 10	2.000	24.0	2.6	45.8	54.2		Materia Orgánica:
Nº 16	1.190	71.2	7.7	53.6	46.4		Índ. de Consistencia: - - - - - Sólido
Nº 20	0.840		0.0	53.6	46.4		Bolonería > 2": 0.0
Nº 30	0.600	101.3	11.0	64.6	35.4		Grava 2" - Nº 4: 34.7
Nº 40	0.425	36.9	4.0	68.6	31.4		Arena Nº4 - Nº 200: 49.9
Nº 50	0.300	17.8	1.9	70.5	29.5		Finos < Nº 200: 15.4
Nº 80	0.177	49.7	5.4	75.9	24.1		
Nº 100	0.150	12.7	1.4	77.3	22.7		
Nº 200	0.075	67.3	7.3	84.8	15.4		
< Nº 200	FONDO	141.3	15.4	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
 Ing. Sonia Borda Pampañaur
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 R.E.A. N.º 10711

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-190)

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS Terciarias que contengan materiales granulares en el tramo 6 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

FECHA : Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA	HUARANGAL		
MUESTRA	: M-004	CLASF. (SUCS) :	SM
PROGRESIVA	: km 34+590 L.D.	CLASF. (AASHTO) :	A-1-b (0)

METODO DE COMPACTACION : "C"
 NUMERO DE GOLPES POR CAPA : 56
 NUMERO DE CAPAS : 5

Peso suelo + molde	gr	10189.00	10463.00	10882.00	10894.00
Peso molde	gr	5958.00	5958.00	5958.00	5958.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4231.00	4505.00	4924.00	4936.00
Volumen del molde	cm ³	2100.30	2100.30	2100.30	2100.30
Peso volumétrico húmedo	gr	2.014	2.145	2.344	2.350
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	634.20	700.40	653.20	752.20
Peso del suelo seco + tara	gr	624.85	677.60	620.30	700.89
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	gr	9.35	22.80	32.90	51.31
Peso del suelo seco	gr	624.85	677.60	620.30	700.89
Contenido de agua	%	1.50	3.36	5.30	7.32
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.985	2.075	2.226	2.190

Densidad máxima (gr/cm³) 2.250

Humedad óptima (%) 6.1



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

Ing. Sonia Borda Pampañeú
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIM.
 I.C. N° 04 311

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS TERCARIAS QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

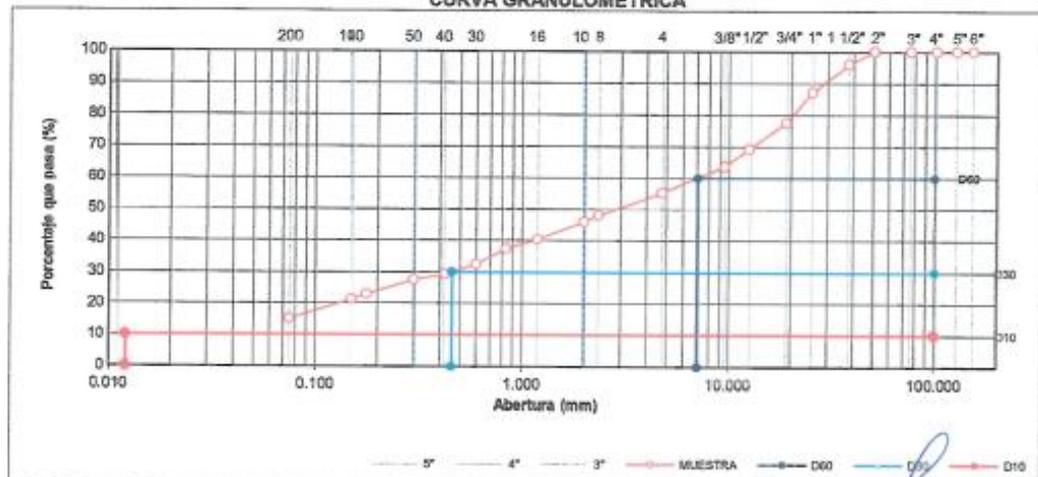
FECHA : Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA	HUARANGAL	TAMANO MAXIMO	: 2"
MUESTRA	: M-005	Peso Inicial seco	: 22791 g
PROGRESIVA	: km 34+580 L.D.	Fraccion	: 784.1 g
TRAMO	: 5		

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
6"	152.400				100.0		Contenido de Humedad (%): 1.5
5"	127.000		0.0	0.0	100.0		Límite Líquido (LL): 19
4"	101.600		0.0	0.0	100.0		Límite Plástico (LP): NP
3"	76.200		0.0	0.0	100.0		Índice Plástico (IP): NP
2"	50.800		0.0	0.0	100.0		Clasificación (SUCS): GM
1 1/2"	38.100	918.0	4.0	4.0	96.0		Clasificación (AASHTO): A-1-e
1"	25.400	2014.0	8.8	12.9	87.1		Índice de Grupo: (0)
3/4"	19.000	2215.0	9.7	22.6	77.4		Descripción (AASHTO): BUENO
1/2"	12.500	1914.0	8.4	31.0	69.0		Descripción (SUCS): Grava limosa con arena
3/8"	9.500	1250.0	5.5	36.5	63.5		Coefficiente Unif. (Cu): -
Nº 4	4.750	1968.0	8.2	44.7	55.3		Coefficiente Curv. (Cc): -
Nº 8	2.360	104.4	7.4	52.0	48.0		Pot. Expansión: Bajo
Nº 10	2.000	29.8	2.1	54.1	45.9		Materia Orgánica: -
Nº 16	1.190	78.5	5.6	59.7	40.3		Índ. de Consistencia: -
Nº 20	0.840	42.8	3.0	62.8	37.2		Bolonería > 2": 0.0
Nº 30	0.600	89.1	4.9	67.8	32.4		Grava 2" - Nº 4: 44.7
Nº 40	0.425	45.0	3.2	70.8	29.2		Arena Nº4 - Nº 200: 40.3
Nº 50	0.300	24.0	1.7	72.5	27.5		Finos < Nº 200: 15.0
Nº 80	0.177	66.1	4.7	77.2	22.8		
Nº 100	0.150	23.2	1.6	78.8	21.2		
Nº 200	0.075	87.6	6.2	85.0	15.0		
< Nº 200	FONDO	212.8	15.0	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
 Ing. Sonia Borda Pampañaupp
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(MTC E - 115, ASTM D-1557, AASHTO - T-180)

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO-CEMENTO EN VÍAS TERCARIAS QUE CONTENGAN MATERIALES GRANULARES EN EL TRAMO 5 DV. COCHARCAS - HUAMBO, REGION ICA, 2023"

FECHA : Jul-23

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA	HUARANGAL	
MUESTRA	: M-005	CLASF. (SUCS) : GM
PROGRESIVA	: km 34+580 L.D.	CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0)

METGDO DE COMPACTACION	:	"C"
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	56
NUMERO DE CAPAS	:	5

Peso suelo + molde	gr	10600.00	10876.00	10965.00	10865.00		
Peso molde	gr	5965.00	5965.00	5965.00	5965.00		
Peso suelo húmedo compactado	gr	4635.00	4911.00	5000.00	4900.00		
Volumen del molde	cm ³	2100.30	2100.30	2100.30	2100.30		
Peso volumétrico húmedo	gr	2.207	2.338	2.381	2.333		
Recipiente N°		1	2	3	4		
Pesc del suelo húmedo+tara	gr	619.30	683.90	564.90	600.00		
Pesc del suelo seco + tara	gr	606.10	656.00	532.70	555.10		
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00		
Pesc de agua	gr	13.20	27.90	32.20	44.90		
Pesc del suelo seco	gr	606.10	656.00	532.70	555.10		
Contenido de agua	%	2.18	4.25	6.04	8.09		
Pesc volumétrico seco	gr/cm ³	2.160	2.243	2.245	2.158		
						Densidad máxima (gr/cm ³)	2.253
						Humedad óptima (%)	5.2



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL
 Ing. Ponis Borda Pampaña
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAV.
 RGA

CONTROL DE COMPACTACION

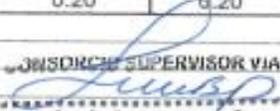
METODO DENSIMETRO NUCLEAR

NORMA ASTM D-2922, AASHTO T 238 Y MTC E 124-2000

OBRA	: «SERVICIO DE GESTIÓN, MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL N° 7 TRAMO 1: "LOS	N° REGISTRO
TRAMO	AQUJES – CORDOVA- DV. SANTA TERESA – RIO GRANDE – DV. SANTA TERESA – CAMALA"	TECNICO
MATERIAL	: Suelo Estabilizado con cemento	ING.RESPONS.
UBICACIÓN	: Km. 29+790 - 30+120	HECHO POR
CARRIL	: Plataforma Completa	TRAMO: 5
		FECHA

SECTOR	km. 29+790 - 30+120							
	1° Capa	1° Capa	1° Capa	1° Capa	1° Capa	1° Capa	1° Capa	1° Capa
FECHA DEL ENSAYO	05-09-23	05-09-23	05-09-23	05-09-23	05-09-23	06-09-23	06-09-23	06-09-23
PROGRESIVA (Km.)	29+820	29+860	29+900	29+940	29+980	30+020	30+060	30+100
LADO	Eje	Derecho	Izquierdo	Eje	Derecho	Izquierdo	Eje	Derecho
% HUMEDAD	7.00	7.10	7.10	6.80	6.90	7.10	7.00	7.20
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	2.296	2.267	2.281	2.282	2.271	2.265	2.277	2.307
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	2.146	2.117	2.130	2.137	2.124	2.115	2.128	2.152
MAX. DENSIDAD SECA (LABORATORIO) (gr/cm3)	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194
HUMEDAD OPTIMA (LABORATORIO)	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60
% DE COMPACTACION	97.8	96.5	97.1	97.4	96.8	96.4	97.0	98.1
% DE COMPACTACION CORREGIDO (F.C = 0.5111x + 46)	96.9	96.2	96.6	96.7	96.4	96.2	96.5	97.1
% DE COMPACTACION ESPECIFICADA	95	95	95	95	95	95	95	95
APROBACIÓN	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
ESPESOR CONTROLADO (m.)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

OBSERVACIONES :

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL

 Ing. Sonia Borda Pampañaupa
 INGENIERA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 REG. SUP. N° 71402

ANEXO 8

PANEL FOTOGRAFICO CANTERA TINGUE BAJO

Fotografía 1

Vista panorámica de la cantera Tingue Bajo



Fotografía 2

Perfil Estratigráfico



Fotografía 3
Muestras para laboratorio



Fotografía 4
Muestra para granulometría



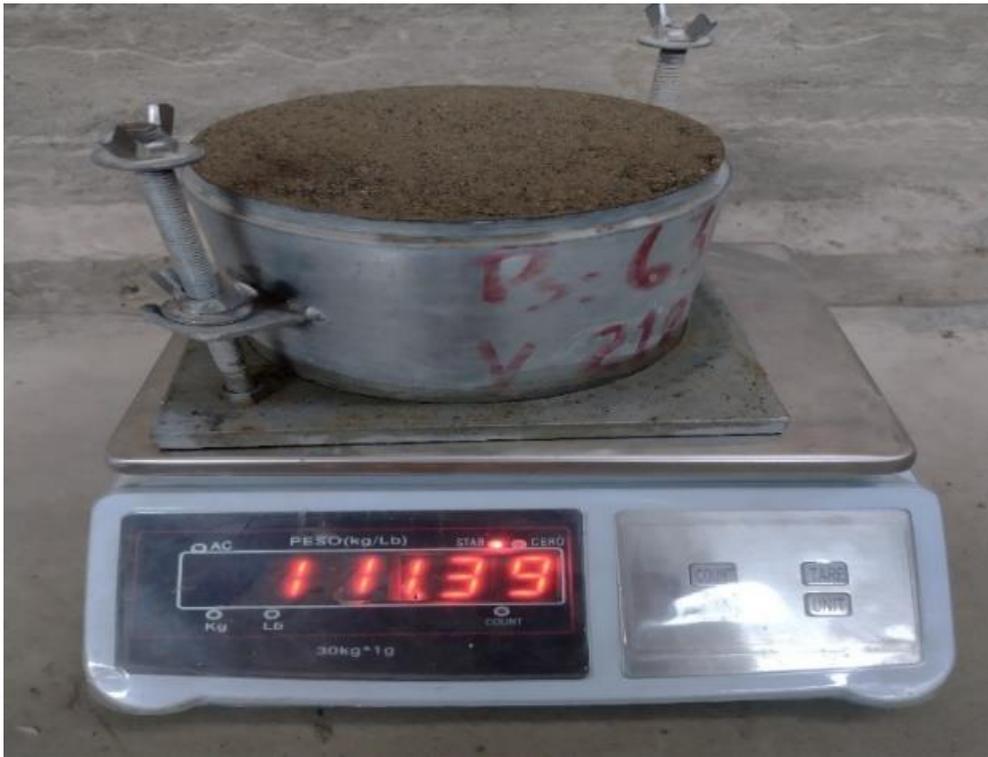
Fotografía 5
Peso del agua para el Proctor modificado



Fotografía 6
Suelo mezclado con cemento



Fotografía 7
Peso de la muestra + molde



Fotografía 8
Peso muestra húmeda



Fotografía 9
Secado de la muestra



Fotografía 10
Realización del moldeo para CBR



Fotografía 11
Colocación del dial analógico



Fotografía 12
Saturación del molde en agua



ANEXO 9

PANEL FOTOGRAFICO MOLDEO DE PROBETAS TINGUE BAJO

Fotografía 13

Probetas de suelo-cemento

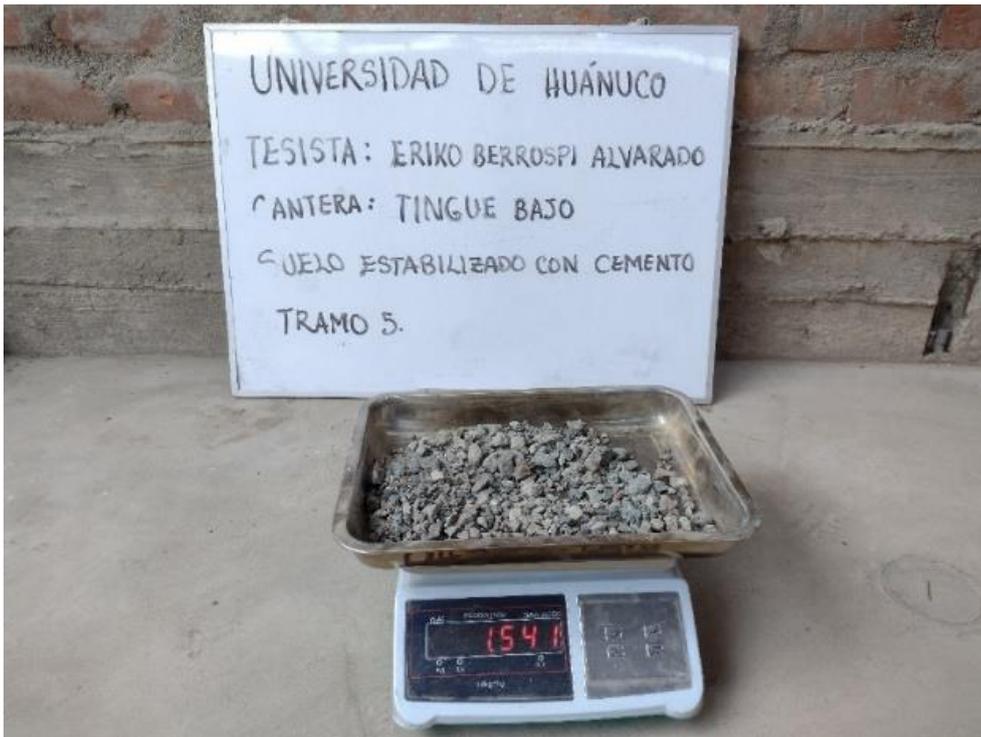


Fotografía 14

Moldeo de probeta suelo-cemento



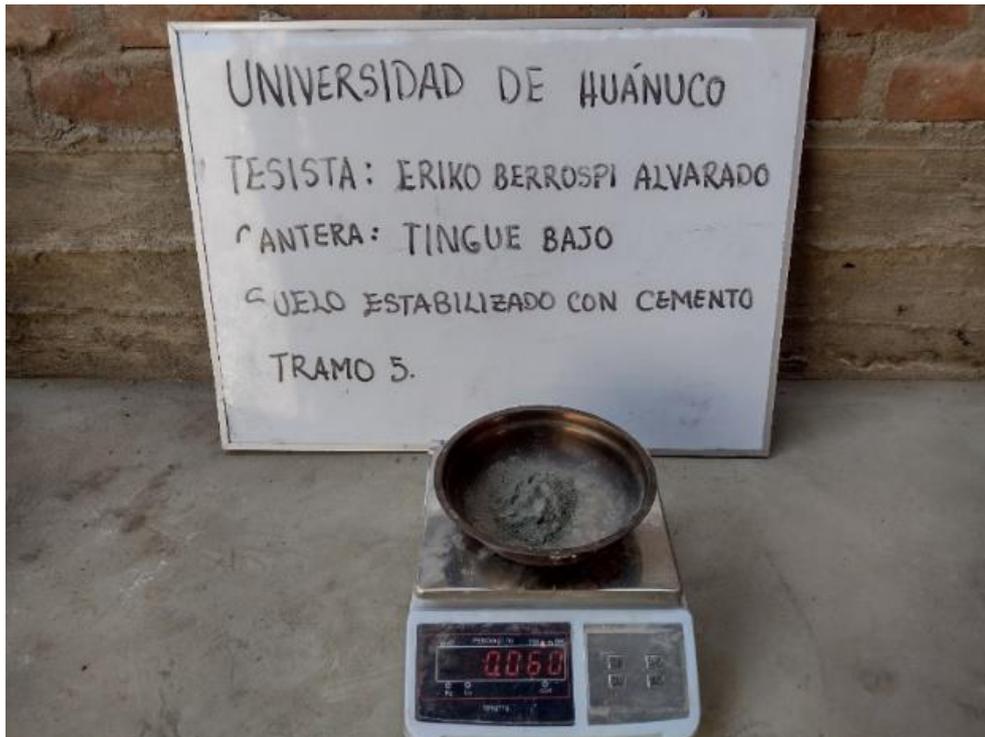
Fotografía 15
Peso del agregado grueso



Fotografía 16
Peso del agregado fino



Fotografía 17
Peso del cemento



Fotografía 18
Peso del agua



Fotografía 19
Peso de la probeta húmeda



Fotografía 20
Mezclado y moldeo



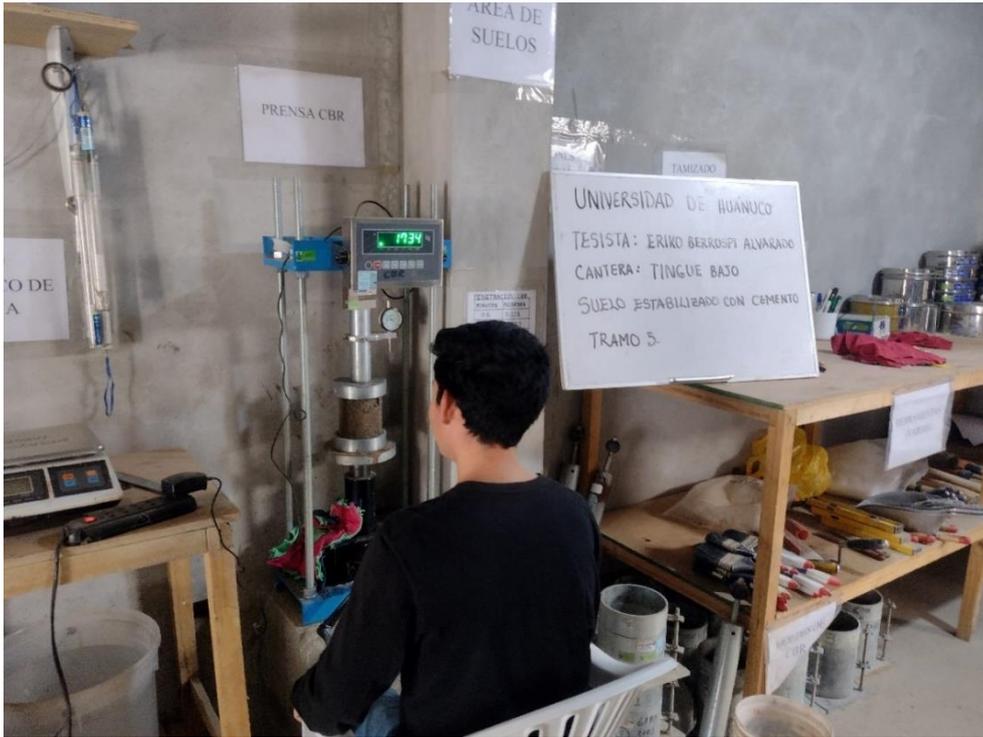
Fotografía 21
Curado de probeta suelo-cemento



Fotografía 22
Probetas sumergidas en agua para su rotura



Fotografía 23
Rotura de probeta suelo-cemento en prensa CBR



Fotografía 24
Medición de altura de la probeta suelo-cemento



Fotografía 25
 Rotura de probeta 1% cemento



Fotografía 26
 Rotura de probeta 2% cemento



Fotografía 27
 Rotura de probeta 2% cemento



Fotografía 28
 Rotura de probeta 3% cemento



Fotografía 29
Probetas sin cemento



Fotografía 30
Rotura de probeta sin cemento



ANEXO 10

PANEL FOTOGRAFICO CANTERA HUARANGAL

Fotografía 31

Vista panorámica de la cantera Huarangal

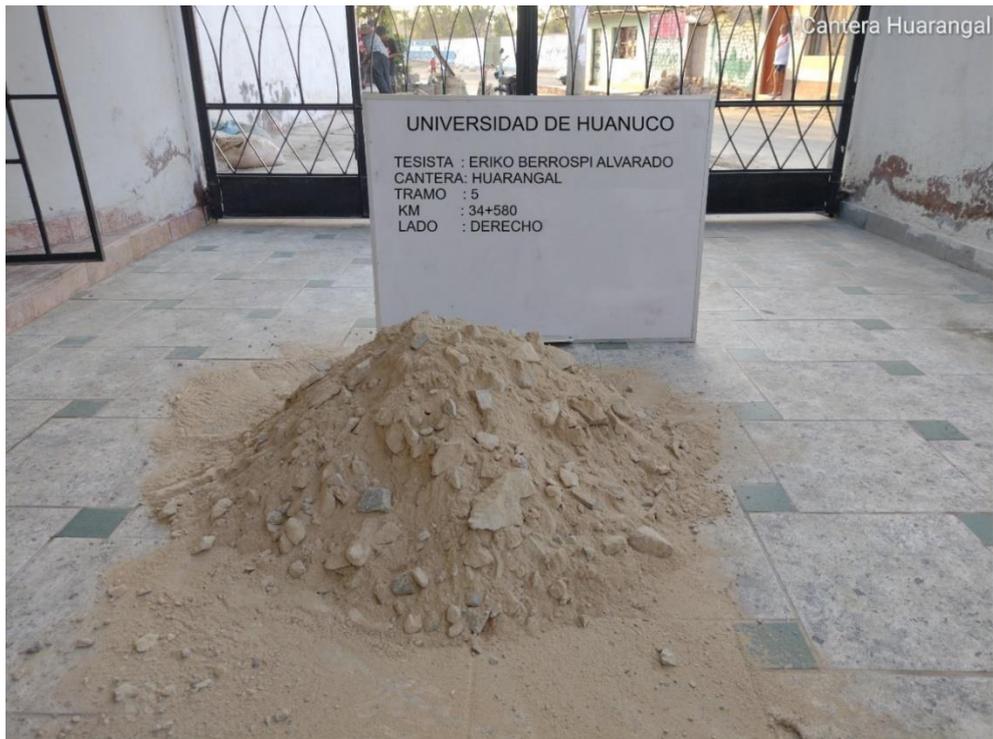


Fotografía 32

Muestras para el laboratorio



Fotografía 33
Muestra para cuarteo



Fotografía 34
Cuarteo de material



Fotografía 35
Tamizado del agregado grueso



Fotografía 36
Lavado de la fracción fina



Fotografía 37
Material con cemento para Proctor



Fotografía 38
Peso del molde + material



Fotografía 39
 Saturación en agua de los moldes de CBR



Fotografía 40
 Realización del ensayo de CBR



ANEXO 11

PANEL FOTOGRAFICO MOLDEO DE PROBETAS HUA- RANGAL

Fotografía 41

Probetas con 1%, 2% y 3% de cemento



Fotografía 42

Moldeo de probeta suelo-cemento



Fotografía 43
Curado de las probetas



Fotografía 44
Rotura de probeta suelo-cemento en prensa CBR



Fotografía 45
Rotura de probetas 1% cemento



Fotografía 46
Rotura de probetas de suelo-cemento



Fotografía 47
Probetas sin cemento



Fotografía 48
Rotura de probetas sin cemento



ANEXO 12
PANEL FOTOGRAFICO HUMEDECIMIENTO Y SECADO
TINGUE BAJO

Fotografía 49
Peso probeta húmeda



Fotografía 50
Peso probeta húmeda



Fotografía 51
Peso probeta seca



Fotografía 52
Saturación en agua de las Probetas de suelo-cemento



Fotografía 53

Secado en el horno de las probetas de suelo-cemento



Fotografía 54

Medición del diámetro luego del escobillado



Fotografía 55
Peso húmedo probeta 3% cemento



Fotografía 56
Peso seco probeta 3% cemento



Fotografía 57
Escobillado y limpieza de la probeta



Fotografía 58
Medición del diámetro y la altura



Fotografía 59
Medición de diámetro y la altura



Fotografía 60
Medición de diámetro y la altura



ANEXO 13

PANEL FOTOGRAFICO HUMEDECIMIENTO Y SECADO

HUARANGAL

Fotografía 61
Saturación en agua de las probetas



Fotografía 62
Secado en el horno de las probetas



Fotografía 63
Escobillado y limpieza de probetas



Fotografía 64
Medición de la altura



Fotografía 65
Medición de diámetro



Fotografía 66
Medición de diámetro y la altura



ANEXO 14

PANEL FOTOGRAFICO DE ENSAYOS DE CAMPO

Fotografía 67

Llenado de material en el molde



Fotografía68

Golpes con el pisón



Fotografía 69
Enrazado de la probeta



Fotografía 70
Curado en arena húmeda



Fotografía 71
Lisura en sección transversal



Fotografía 72
Densidades con el Densímetro Nuclear



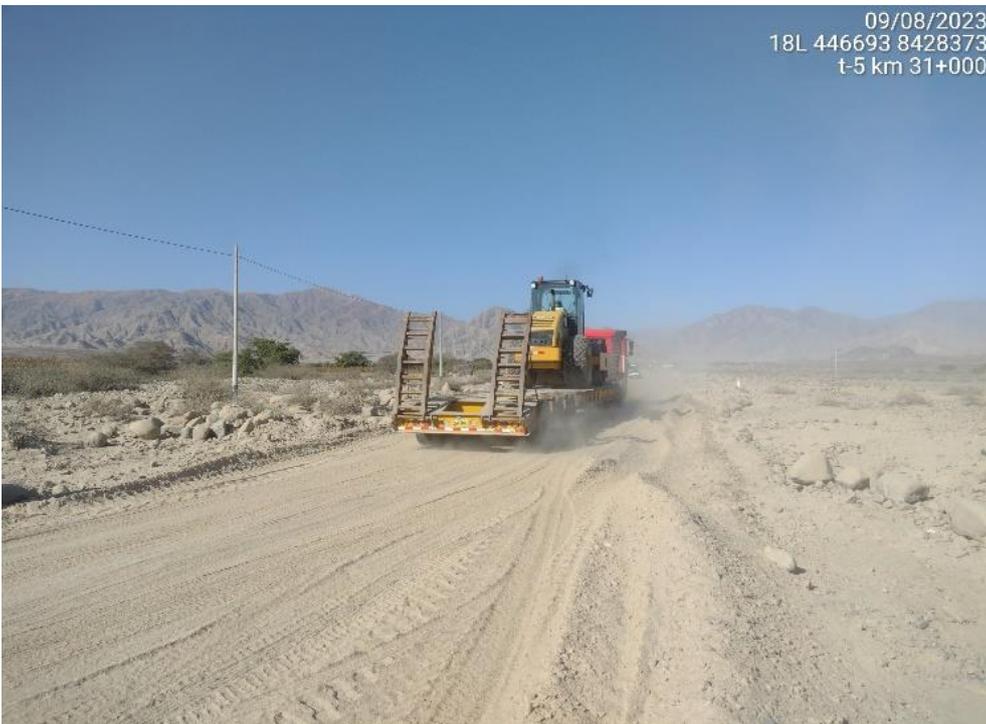
ANEXO 15

PANEL FOTOGRAFICO TIPOS DE VEHICULOS

Fotografía 73
Cama Baja T3S3



Fotografía 74
Cama Baja T3S3



Fotografía 75
Bus de 2 ejes B2



Fotografía 76
Semi tráiler T3S3



Fotografía 77
Camión de 2 ejes



Fotografía 78
Autos



Fotografía 79
Camioneta Pick up



Fotografía 80
Station-Wagon



ANEXO 16
PANEL FOTOGRAFICO ESTADO DE LA VIA

Fotografía 81
Encalaminado



Fotografía 82
Encalaminado



Fotografía 83
Perdida de la superficie de rodadura



Fotografía 84
Baches



Fotografía 85

Acumulación de material fino en las curvas



Fotografía 86

Ahuellamiento



ANEXO 17

CERTIFICADOS DE CALIBRACION



**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0223023**

Expediente : N° 0264-2023

Fecha de Emisión : 2023-11-25

1. SOLICITANTE : CONSORCIO VIAL SIETE UNO

DIRECCIÓN : CAL.MANUEL GONZALES OLAECHEA NRO. 259
URB. LIMATAMBO LIMA - LIMA - SAN ISIDRO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : Prensa CBR con Sistema Digital

Prensa

Marca : PALIO

Modelo : PE7026.2

Número de Serie : 0221007

Celda de Carga

Marca : ZENIC

Modelo : H3-C3-5.OT-6B

Número de Serie : No indica

Capacidad : 5TN

Indicador digital

Marca : PRECISA

Modelo : RS232C

Número de Serie : No indica

Unidad : kg

Procedencia : PERU

Identificación : No indica

Ubicación : Campo (**)

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha : 2023-11-23

Lugar : Instalaciones del Cliente

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-01 y la Norma NTP ISO/IEC 17025:2017. Se aplicaron tres series de carga a la celda mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	26,9	27,1
Humedad Relativa (%)	36	39

Página 1 de 2

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados sólo están relacionados con los items calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Sello



Laboratorio de Metrología

CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANC.
MEJÍAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEL-02

Rev00

Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP

Aprovado:AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



**CALITEST
S.A.C.**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0223023

Página 2 de 2

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Pontificia Universidad Católica del Perú	Celda de Carga 150 TN	INF-LE 023-23/C

7. OBSERVACIONES

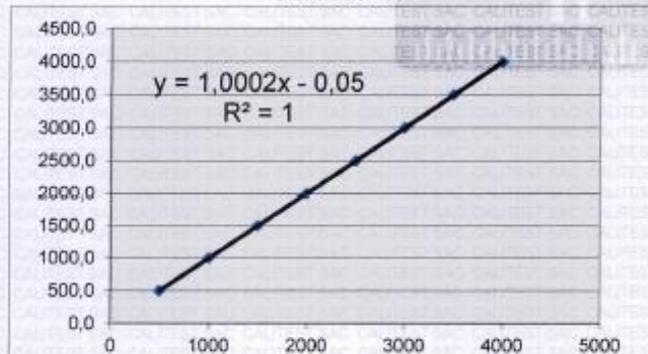
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

TABLA N° 01

SISTEMA DIGITAL "A" kg	SERIES DE VERIFICACIÓN				PROMEDIO "B" kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	Serie (1) kg	Serie (2) kg	Error (1) %	Error (2) %			
500	500,2	500,1	0,04	0,02	500,2	0,03	0,0
1000	1000,6	1000,7	0,06	0,07	1000,7	0,07	0,0
1500	1500,0	1500,1	0	0,01	1500,1	0,00	0,0
2000	2000,2	2000,1	0,01	0	2000,2	0,01	0,0
2500	2500,2	2500,3	0,01	0,01	2500,3	0,01	0,0
3000	3000,1	3000,2	0	0,01	3000,2	0,0050	0,0
3500	3502,1	3501,0	0,06	0,03	3501,6	0,0443	0,0
4000	4000,9	4000,8	0,02	0,02	4000,9	0,021	0,0

GRAFICO N° 01



NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- 1.- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ASTM E4-01.
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100$$

$$Rp = Error(2) - Error(1)$$
- 3.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el $\pm 1,0$ %.

Coefficiente Correlación:
 $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste:
 $y = 1,0002x - 0,05$

x : Lectura de la pantalla (kg)
y : Fuerza promedio (kg)



Laboratorio de Metrologia

CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBIT
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGIA



CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDRÉS
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-02

Rev00

Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP

Aprobado:AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

1. **CLIENTE** : MENDOZA & TAPIA S.A.C
 Dirección : La Calibración se efectuó en Lima
2. **EQUIPO** : **Horno de Laboratorio.**
 Marca : RICELI EQUIPOS
 Capacidad : 80 Lts
 Serie : 21402
 Modelo : HR01
 Procedencia : ---
 Tipo de Ventilación : Natural
 Punto de Operación : 110 °C +/- 5 °C
- 2.1 **INDICADOR** : **AUTONICS**
 Alcance : 0°C a 400°C
 División de escala : 0.1 °C
- 2.2 **SENSOR** : **TERMOCUPLA TIPO "J"**
 Alcance : 0°C a 400°C
 División de escala : 0.1 °C
3. **METODO DE CALIBRACIÓN.**
 - SNM – PC-007 – Procedimiento de Calibración de Estufas e Incubadoras. INACAL.
4. **PATRÓN DE CALIBRACIÓN.**
 Patrón de calibración: Marca AMARELL, N/S MT-5824 (*)
 Informe de calibración de INACAL IAT-1749-2022
5. **RESULTADOS**
- 5.1 **CONDICIONES AMBIENTALES.**
 - Temperatura : 19°C
 - Humedad Relativa : 70 %
 - Presión Atmosférica : 1016 hPa.
- 5.2 **INSPECCION VISUAL.**
 - El equipo se encuentra en buen estado de conservación.
- 5.3 **CONTROL DE DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA.**
 - En función del tamaño de la cámara del equipo se han instalado 10 sensores (Termocuplas) distribuidos de acuerdo a los esquemas indicados en las Páginas siguientes.
 - Los valores de temperatura expresados en el ensayo corresponden a los valores alcanzados luego de haber estabilizado la temperatura dentro de la cámara. Los datos de los ensayos ejecutados, así como las curvas correspondientes a los 10 sensores utilizados, se detalla en las páginas siguientes.
6. **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**
 - Antes de utilizar este equipo, verificar que los resultados del presente certificados, correspondan con los requisitos establecidos en los ensayos a ejecutar.
 - El periodo de las calibraciones está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
 Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIA 86551

Página 2 de 7

Los Huertos de Huachipa Mz. E Lt. 15. Lurigancho | Telf. 371 0531 - 371 0475 | Entel: 971 707 204 - 936 601 894 - 945 101 989
 laboratorio@orionrep.com | areatecnica@orionrep.com | ventas@orionrep.com | www.orionrep.com

Página 1 de 7

Los Huertos de Huachipa Mz. E Lt. 15. Lurigancho | Telf. 371 0531 - 371 0475 | Entel: 971 707 204 - 936 601 894 - 945 101 989
 laboratorio@orionrep.com | areatecnica@orionrep.com | ventas@orionrep.com | www.orionrep.com

1. Control de la distribución de la temperatura:

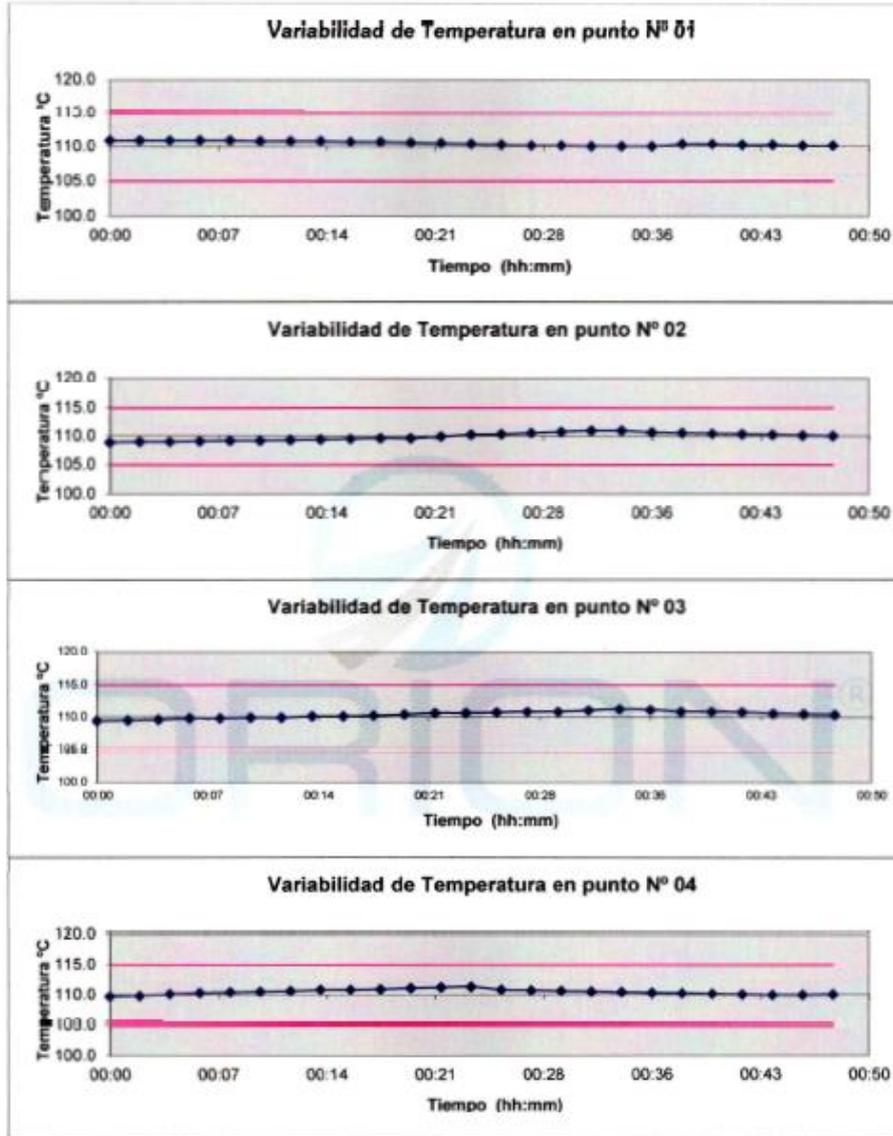
Ensayo para un valor esperado de: 110 °C

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110.0	109.4	109.0	109.5	109.8	108.9	109.6	109.4	109.3	109.0	109.5	109.3	0.9
00:02	110.0	109.4	109.1	109.6	109.9	108.9	109.6	109.4	109.4	109.2	109.6	109.4	1.0
00:04	110.0	109.5	109.1	109.7	110.2	109.2	109.7	109.5	109.5	109.2	109.7	109.5	1.1
00:06	110.0	109.5	109.2	109.9	110.4	109.2	109.9	109.6	109.6	109.2	109.9	109.7	1.2
00:08	110.0	109.6	109.3	109.9	110.5	109.3	109.9	109.6	109.6	109.3	109.9	109.7	1.2
00:10	110.0	109.8	109.3	110.0	110.6	109.4	110.0	109.8	109.8	109.4	110.0	109.8	1.3
00:12	110.0	109.8	109.4	110.0	110.7	109.5	110.0	109.8	109.8	109.5	110.0	109.9	1.3
00:14	110.0	110.0	109.5	110.2	110.9	109.5	110.2	110.0	110.0	109.5	110.2	110.0	1.4
00:16	110.0	110.0	109.6	110.2	110.9	109.6	110.2	110.0	110.0	109.6	110.2	110.0	1.3
00:18	110.0	110.1	109.7	110.3	111.0	109.7	110.3	110.1	110.1	109.7	110.3	110.1	1.3
00:20	110.0	110.1	109.7	110.5	111.2	109.9	110.5	110.1	110.1	109.9	110.5	110.3	1.5
00:22	110.0	110.2	110.0	110.7	111.3	110.0	110.7	110.2	110.2	110.0	110.7	110.4	1.3
00:24	110.0	110.5	110.3	110.7	111.4	110.3	110.7	110.5	110.5	110.3	110.7	110.6	1.1
00:26	110.0	110.5	110.4	110.8	110.9	110.4	110.8	110.3	110.3	110.4	110.8	110.6	0.9
00:28	110.0	110.7	110.6	110.9	110.8	110.6	110.9	110.7	110.7	110.6	110.9	110.7	0.9
00:30	110.0	110.9	110.8	110.9	110.7	110.8	110.9	110.9	110.9	110.8	111.0	110.9	0.9
00:32	110.0	110.9	111.0	111.1	110.6	111.0	111.1	110.9	110.9	110.9	111.1	111.0	0.5
00:34	110.0	111.0	111.0	111.3	110.5	111.0	111.3	111.0	111.0	111.0	111.3	111.0	0.8
00:36	110.0	111.0	110.7	111.2	110.4	110.7	111.2	111.0	111.0	110.7	111.2	110.9	0.8
00:38	110.0	111.0	110.6	110.9	110.3	110.6	110.9	111.0	111.0	110.6	110.9	110.8	0.7
00:40	110.0	110.9	110.5	110.9	110.2	110.5	110.9	110.9	110.9	110.5	110.9	110.1	0.7
00:42	110.0	110.6	110.4	110.8	110.1	110.4	110.8	110.6	110.6	110.4	110.8	110.1	0.7
00:44	110.0	110.5	110.3	110.6	110.0	110.3	110.6	110.5	110.5	110.3	110.6	110.1	0.6
00:46	110.0	110.4	110.2	110.9	110.0	110.0	110.1	110.0	110.0	110.0	110.1	110.1	0.9
00:48	110.0	110.3	110.1	110.4	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.0	110.0	110.1	0.4
00:50	110.0	110.3	110.1	110.2	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.0	110.0	110.1	0.3
T. PROM.	110.0	110.3	110.0	110.5	110.5	110.0	110.4	110.2	110.2	110.0	110.4	110.2	
T. MAX.	110.0	111.0	111.0	111.3	111.4	111.0	111.3	111.0	111.0	111.0	111.3		
T. MIN.	110.0	109.4	109.0	109.5	109.8	108.9	109.6	109.4	109.3	109.0	109.5		

NOMENCLATURA:

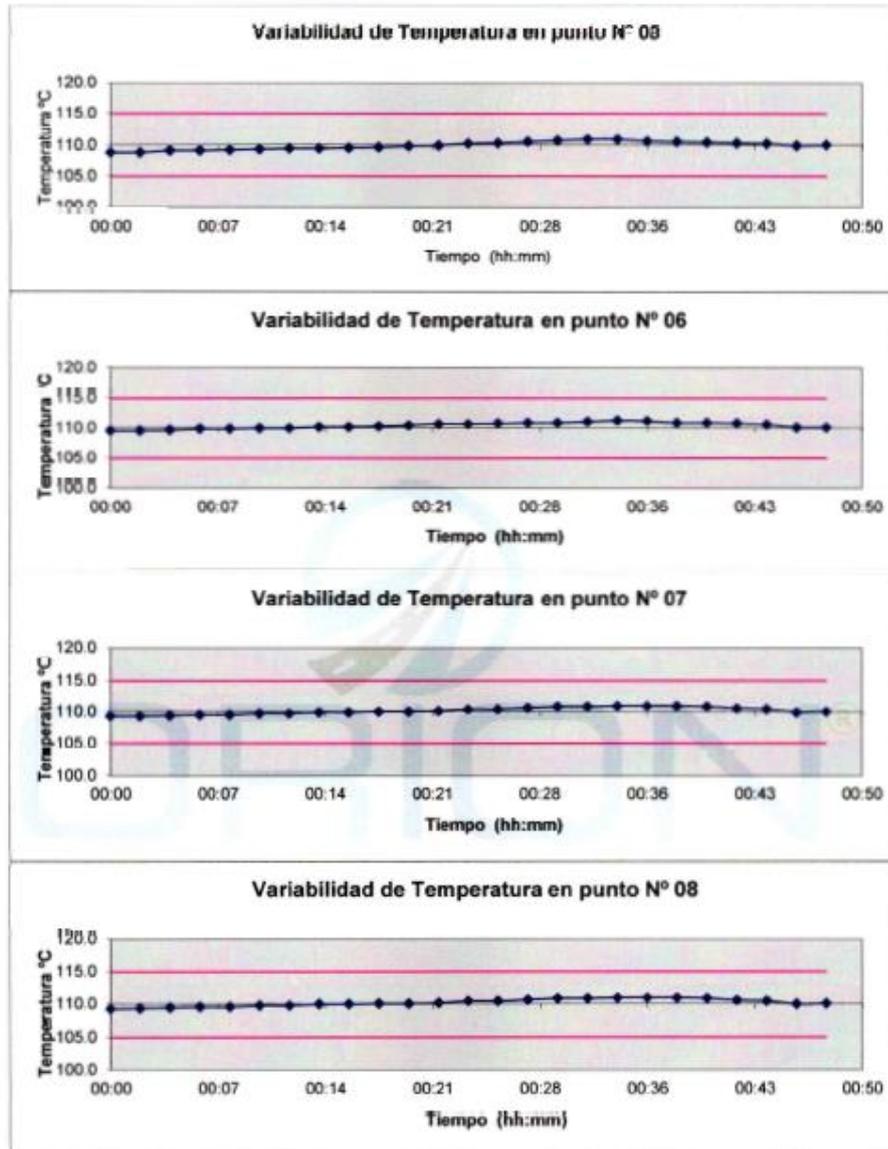
- T .Prom. Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tmax - Tmin Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. PROM Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MAX La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MIN La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C



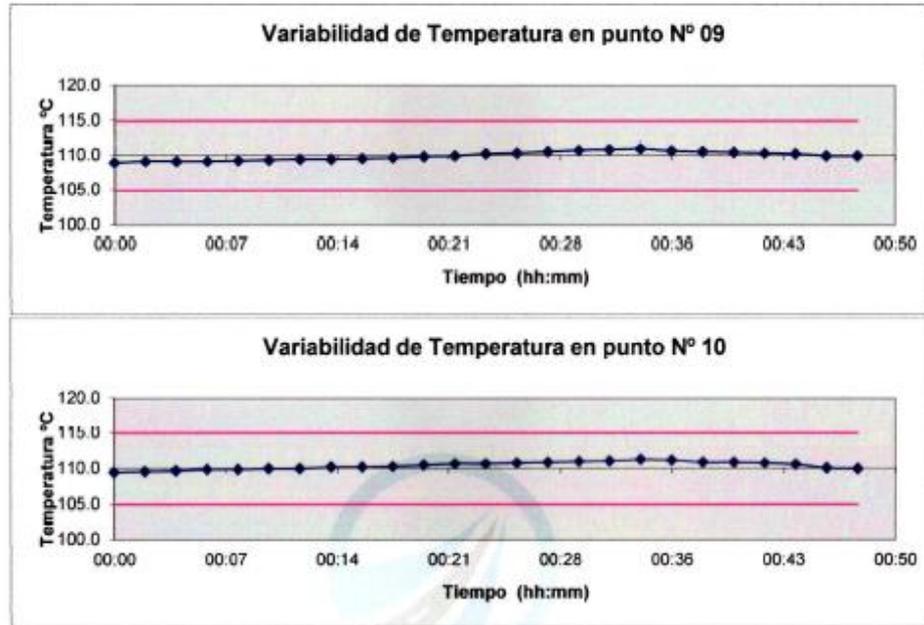
ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
 ING. Luis Taboada Palacios
 CFE DE LABORATORIO
 CIP 56651

GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C



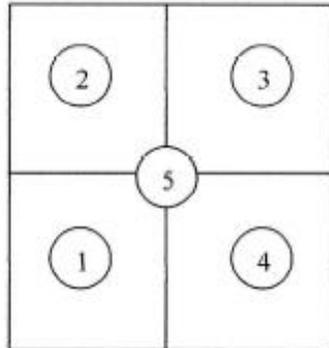
ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
 Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 96551

GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C

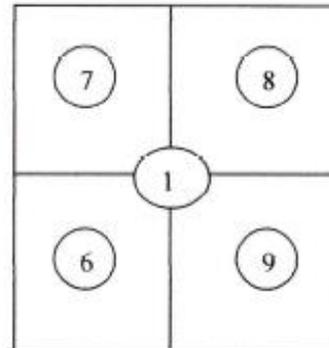


ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
Luis Tabnada Palacios
Ing. Luis Tabnada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 88551

DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO PARA 110 °C

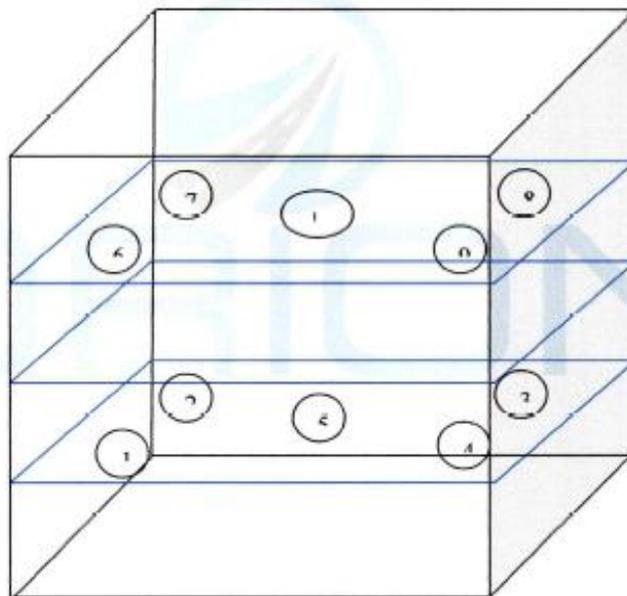


NIVEL INFERIOR



NIVEL SUPERIOR

GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 86851



**CALITEST
S.A.C.**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0923009**

Página 1 de 2

Expediente	: N° 0264-2023							
Fecha de Emisión	: 2023-11-25							
1. SOLICITANTE	: CONSORCIO VIAL SIETE UNO	El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.						
DIRECCIÓN	: CAL. MANUEL GONZALES OLAECHEA NRO. 259 URB. LIMATAMBO LIMA - LIMA - SAN ISIDRO							
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: MAQUINA DE ABRASIÓN LOS ANGELES	Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.						
Marca	: ORION							
Modelo	: LA-01							
Número de Serie	: 21020109							
Estructura	: Metálica							
Acabado	: Hierro Pintado							
Indicador	: Digital							
Marca	: Autonics							
Modelo	: No indica							
Senal	: No indica							
Incluye	: 12 billas de acero y bandeja de recepción de muestra.	CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.						
Procedencia	: PERÚ							
Identificación	: No indica							
Ubicación	: Campo (**)							
3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN								
Fecha	: 2023-11-23							
Lugar	: Instalaciones del Cliente							
4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN								
La Calibración se realizó por comparación entre las lecturas del indicador digital de la máquina los Ángeles y un cronómetro, se usó una balanza certificada para el peso de las cargas abrasivas, y el vernier para el diámetro de las esferas. Tomando como referencia el manual de ensayo materiales (EM 2016) ABRASION LOS ANGELES (L.A.) al desgaste de los agregados MTC E207-2016, AASHTO T-96 y la norma ASTM C 131- 1 Standard Test Method for Resistance to degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact In the Angeles Machine.								
5. CONDICIONES AMBIENTALES								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Inicial</th> <th>Final</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura (°C)</td> <td>26,9</td> </tr> <tr> <td>Humedad Relativa (%)</td> <td>36</td> </tr> </tbody> </table>	Inicial	Final	Temperatura (°C)	26,9	Humedad Relativa (%)	36	
Inicial	Final							
Temperatura (°C)	26,9							
Humedad Relativa (%)	36							

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
IFFF DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-09

Rev00

Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP

Aprovado:AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



CALITEST
S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0923009

Página 2 de 2

6. TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
METROSYSTEMS S.R.L.	Vernier (Pie de rey)	MS-0084-2023
METROIL S.A.C.	Flexómetro (wincha)	1AD-0088-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa 5 kg (Exactitud M2)	0381-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa 10 kg (Exactitud M2)	0380-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa 20 kg (Exactitud M2)	0382-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa 1 g a 1 kg (Exactitud M2)	0379-MPES-C-2023

7. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

Dimensiones cilindro : Long Int. 20" x Diam Int 28" +/- 0.2"

N° de vueltas por Norma	Indicación Tiempo promedio
Ensayo 1	30 - 33 T = 1':00"
Ensayo 2	500 15':15" < T < 17':06"
Ensayo 3	1000 30':30" < T < 33':33"

Medición	D. esferas (mm)		Promedio (mm)	U	P. Bilias	U
Nro.	1era Lectura	2da Lectura	47 ± 0.63	(mm)	417.5 + 27.5	(g)
1	47.62	47.63	47.63	0.01	414,00	1,00
2	47.57	47.64	47.61	0.01	417,00	1,00
3	47.65	47.61	47.63	0.01	414,00	1,00
4	47.67	47.44	47.56	0.01	414,00	1,00
5	47.67	47.61	47.64	0.01	414,00	1,00
6	47.59	47.63	47.61	0.01	415,00	1,00
7	47.64	47.61	47.63	0.01	414,00	1,00
8	47.61	47.65	47.63	0.01	414,00	1,00
9	47.67	47.67	47.67	0.01	414,00	1,00
10	47.65	47.62	47.64	0.01	414,00	1,00
11	47.61	47.62	47.62	0.01	416,00	1,00
12	47.63	47.39	47.51	0.01	414,00	1,00
					Total	4974,00

D. = Diámetro

T. = Tiempo

U = Incertidumbre

P. = Pesos de las bojillas (carga Abrasiva)



Laboratorio de Metrología

CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGIA



CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDRI
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-09

Rev00

Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP

Aprobado:AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562.8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



**CALITEST
S.A.C.**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1423020**

Expediente : N° 0264-2023
Fecha de Emisión : 2023-11-25

Página 1 de 1

1. SOLICITANTE : CONSORCIO VIAL SIETE UNO
DIRECCIÓN : CAL. MANUEL GONZALES OLAECHEA NRO. 259
URB. LIMATAMBO LIMA - LIMA - SAN ISIDRO

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : VERNIER (PIE DE REY)

Marca : INSIZE
Modelo : No indica
Número de Serie : 2202171718
Rango : 200 mm
Resolución : 0,01 mm
Procedencia : USA
Identificación : No indica
Ubicación : Campo (**)

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha : 2023-11-23
Lugar : Instalaciones del Cliente

4. MÉTODO Y TRAZABILIDAD

Método: La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL.
Trazabilidad: Equipo con Certificado de Calibración N° MS-0084-2023 de METROSYSTEMS.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	23,1	23,5
Humedad Relativa (%)	57	56

6. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

7. RESULTADOS

Vernier (Pie de rey) (Patrón) (mm)	Indicación Promedio del Vernier (Pie de Rey)			Máximo Error Encontrado	Máximo Error Permitido
	Medición Interior Punta (mm)	Fondo (mm)	Medición Exterior Punta (mm)	(± mm)	(± mm)
25	25,00	25,00	25,00	0,00	0,05
50	50,00	50,01	50,00	0,00	0,05
75	75,00	75,01	75,01	-0,01	0,05
100	100,00	99,99	100,00	0,00	0,05
125	125,00	125,01	125,01	-0,01	0,05
150	150,00	150,01	150,01	-0,01	0,05
175	175,00	175,00	175,01	0,00	0,05
200	200,00	200,01	200,00	0,00	0,05



Laboratorio de Metrología

CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDRÉ
MEJÍAS PIZANGO
CIP 256285
JEFE DE LABORATORIO

Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP

Aprovado:AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD MARTILLO PROCTOR MODIFICADO	INFORME 018-22 MTPM
-------------------------------------------------------------------	---------------------

Solicitante :	MENDOZA & TAPIA S.A.C	Fecha de Verificación :	04.10.2023
Equipo :	Martillo Proctor Modificado 10 Lbs	Frecuencia de Verificación :	6 Meses
Marca :	---	Fecha de Prox. Verificación :	04.04.2024
Serie :	---	Fecha de Emisión :	0410.2023
Equipo de Verificación usado :	Calibrador de 0 a 300 mm pres. 0.01 mm INSIZE / Japan Mod. 1108-300W, N/S 0405171013 (Calibrado)-IAD-0870-2022		
Norma de Ensayo :	ASTM D1557		

Peso de Martillo		Peso Martillo	4540.0 gr.
Peso de Martillo Especificado	4536 +/- 9 gr (10 +/- 0.02 lbs)		
Diametro de Cara de Impacto del Martillo		Diam	50.70 mm
Diam. de Cara de Impacto del Martillo Espec.	50.8 +/- 0.13 mm		
Caida Libre de Martillo		Caida	456.00 mm
Caida Libre de Martillo Especificado	457.2 +/- 1.6 mm (18" +/- 0.05 in)		

Acción Recomendada

Reparación y/o dar de baja	NO
Equipo OK	SI

Comentarios EQUIPO ACEPTABLE PARA SER USADO


ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
 Ing. Luis Taboada Pulacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 8651

CERTIFICADO DE VERIFICACION MOLDE PROCTOR MODIFICADO	INFORME 020-22 MPM
-----------------------------------------------------------------	--------------------

Solicitante : MENDOZA & TAPIA S.A.C **Fecha de Verificación** : 04.10.2023
Equipo : Molde Proctor Modificado 6" **Frecuencia de Verificación** : 6 meses
Marca : --- **Fecha de Prox. Verificación** : 04.04.2024
Cantidad : 01 und

Equipo de Verificación usado : Calibrador de 0 a 300 mm prec. 0.01 mm INSIZE / Japan
Mod. 1108-300W, NS 0405171013 (Calibrado)-1AD-0870-2022-INACAL

Norma de Ensayo : ASTM D1557, D559, D560, D698, D1558, AASHTO T99, T134, T180, T220

Diam. Interior Medido

152.27	152.41	152.27	152.41
--------	--------	--------	--------

Promedio

152.3

 mm

Diametro Especificado 152.4 +/- 0.66 mm (6 +/- 0.026 in)

Altura Medido

116.52	116.52	116.52	116.52
--------	--------	--------	--------

Promedio

116.52

 mm

Altura Especificada 116.43 +/- 0.5 mm (4.584 +/- 0.018 in)

Volumen

2135

 cc

Volumen Especificado 2124 +/- 25 cc

Acción Recomendada

Reparación y/o dar de baja NO
 Equipo OK SI

Comentarios

EQUIPO ACEPTABLE PARA SER USADO


ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
 Ing. Luis Taboada Pulacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 6661

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN MOLDE CBR	INFORME 024 - 22 MCBR
--------------------------------------------------	-----------------------

Solicitante :	MENDOZA & TAPIA S.A.C	Fecha de Verificación :	04.10.2023
Equipo :	Molde CBR	Frecuencia de Verificación :	6 meses
Marca :	---	Fecha de Prox. Verificación :	04.04.2024
Serie :	MI	Cantidad :	01 und
Equipo de Verificación usado :	Calibrador de 0 a 300 mm prec. 0.01 mm INSIZE / Japan Mod. 1108-300W, N/S 0405171013 (Calibrado)-IAD-0870-2022-INACAL		
Norma de Ensayo :	AASHTO T-193-1993 / ASTM D1883		

Diam. Interior Medido	<table border="1"><tr><td>152.05</td><td>152.05</td><td>152.05</td><td>152.05</td></tr></table>	152.05	152.05	152.05	152.05	Promedio <table border="1"><tr><td>152.05</td></tr></table> mm	152.05
152.05	152.05	152.05	152.05				
152.05							
	Diametro Especificado	152.4 +/- 0.66 mm (6 +/- 0.026 in)					

Altura Medido	<table border="1"><tr><td>177.88</td><td>177.88</td><td>177.88</td><td>177.88</td></tr></table>	177.88	177.88	177.88	177.88	Promedio <table border="1"><tr><td>177.88</td></tr></table> mm	177.88
177.88	177.88	177.88	177.88				
177.88							
	Altura Especificada	177.8 +/- 0.46 mm (7 +/- 0.018 in)					

Placa Base Perforada (Espesor)	<table border="1"><tr><td>9.5</td><td>9.5</td><td>9.5</td><td>9.5</td></tr></table>	9.5	9.5	9.5	9.5	Promedio <table border="1"><tr><td>9.5</td></tr></table> mm	9.5
9.5	9.5	9.5	9.5				
9.5							
	Espesor Especificado	9.5 mm (3/8 in)					

Acción Recomendada

Reparación y/o dar de baja	NO
Equipo OK	SI

Comentarios EQUIPO ACEPTABLE PARA SER USADO

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

 Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 99551



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN MOLDE CBR	INFORME 022 - 22 MCBR
--------------------------------------------------	-----------------------

Solicitante : MENDOZA & TAPIA S.A.C. **Fecha de Verificación** : 04.10.2023
Equipo : Molde CBR **Frecuencia de Verificación** : 6 meses
Marca : --- **Fecha de Prox. Verificación** : 04.04.2024
Serie : M2 **Cantidad** : 01 und
Equipo de Verificación usado : Calibrador de 0 a 300 mm prec. 0.01 mm INSIZE / Japan
 Mod. 1108-300W, N/S 0405 17 1013 (Calibrado)-1AD-0870-2022-INACAL
Norma de Ensayo : AASHTO T-193-1993 / ASTM D1883

Diam. Interior Medido

152.00	152.00	152.00	152.00
--------	--------	--------	--------

Promedio
152.00

 mm
 Diametro Especificado 152.4 +/- 0.66 mm (6 +/- 0.026 in)

Altura Medido

178.18	178.18	178.18	178.18
--------	--------	--------	--------

Promedio
178.18

 mm
 Altura Especificada 177.8 +/- 0.46 mm (7 +/- 0.018 in)

Placa Base Perforada (Espesor)

9.5	9.5	9.5	9.5
-----	-----	-----	-----

Promedio
9.5

 mm
 Espesor Especificado 9.5 mm (3/8 in)

Acción Recomendada

Reparación y/o dar de baja	NO
Equipo OK	SI

Comentarios
 EQUIPO ACEPTABLE PARA SER USADO

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

 LUIS TABOADA PALACIOS
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 8855

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN MOLDE CBR	INFORME 023 - 22 MCBR
--------------------------------------------------	-----------------------

Solicitante : MENDOZA & TAPIA S.A.C. Fecha de Verificación : 04.10.2023
 Equipo : Molde CBR Frecuencia de Verificación : 6 meses
 Marca : --- Fecha de Prox. Verificación : 04.04.2024
 Serie : MD Cantidad : 01 und

Equipo de Verificación usado : Calibrador de 0 a 300 mm prec. 0.01 mm INSIZE / Japan
 Mod. 1108-300W, N/S 0405171013 (Calibrado)-IAD-0870-2022-INACAL

Norma de Ensayo : AASHTO T-193-1993 / ASTM D1883

Diam. Interior Medido	152.10	152.10	152.10	152.10	Promedio
					152.10
Dímetro Especificado		152.4 +/- 0.66 mm (6 +/- 0.026 in)			

Altura Medido	177.34	177.34	177.34	177.34	Promedio
					177.34
Altura Especificada		177.8 +/- 0.46 mm (7 +/- 0.018 in)			

Placa Base Perforada (Espesor)	9.49	9.49	9.49	9.49	Promedio
					9.5
Espesor Especificado		9.5 mm (3/8 in)			

Acción Recomendada

Reparación y/o dar de baja	NO
Equipo OK	SI

Comentarios

EQUIPO ACEPTABLE PARA SER USADO


ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
 Ing. Luis Taborda Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 00001

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 039-22 DD

T A B L A N° 1

CALIBRACIÓN DE DIAL ANALÓGICO

Dial Marca INSIZE SN: 7624, Rango 1"

Sensibilidad 0.001"

DIAL COMPARADOR DIVIS. PULG.	LECTURA DEL PATRON PULG.			SERIE PROMEDIO PULG.
	SERIE (1)	SERIE (2)	SERIE (3)	
0.010	0.01004	0.01006	0.01004	0.010
0.020	0.02003	0.02005	0.02005	0.020
0.030	0.03003	0.03002	0.03003	0.030
0.040	0.03998	0.03997	0.03998	0.040
0.050	0.04997	0.04999	0.04999	0.050
0.060	0.05990	0.05992	0.05990	0.060
0.070	0.06988	0.06990	0.06988	0.070
0.080	0.07979	0.07981	0.07981	0.080
0.090	0.08975	0.08976	0.08975	0.090
0.100	0.09973	0.09974	0.09973	0.100
0.150	0.14989	0.14990	0.14990	0.150
0.200	0.19987	0.19988	0.19987	0.200
0.250	0.24972	0.24973	0.24972	0.250
0.300	0.29962	0.29963	0.29962	0.300
0.350	0.34980	0.34981	0.34980	0.350
0.400	0.40001	0.40002	0.40000	0.400
0.450	0.45018	0.45019	0.45018	0.450
0.500	0.49984	0.49987	0.49984	0.500

coeficiente de correlación: $R^2 = 1$

Recta de ajuste: $y = 0.9999x - 9E-05$

Donde:

X : Lectura del dial (pulg.)

Y : Promedio de lectura Patrón (pulg.)

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

 Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 56551

Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 56551

INFORMACIÓN DEL EQUIPO

1. GENERALIDADES

A solicitud de MENDOZA & TAPIA S.A.C se procedió a verificar el comportamiento del Sistema Digital. La Calibración se realizó 04 de Octubre del 2023.

2. DEL SISTEMA A VERIFICAR

Dial
Marca : INSIZE
Modelo : N°2307-1
Rango : 0 - 1"
Sensibilidad : 0.001"
Serie : 7624

3. DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN

Dispositivo : **Dial Digital**
Fabricante : INSIZE
Modelo : 2112-101
N°Serie : 2605212021
Incertidumbre : 0,001 mm

Cuadrante Indicador Calibrado en el Laboratorio acreditado por INACAL – Certificado IAD-0906-2022

4. PROCEDIMIENTO

Se determinó el error de indicación del Dial por comparación con nuestro Patrón Digital. Se aplicaron tres series de medición al dial mediante el mismo mecanismo de desplazamiento. En cada serie se registraron las lecturas correspondientes.

5. RESULTADOS

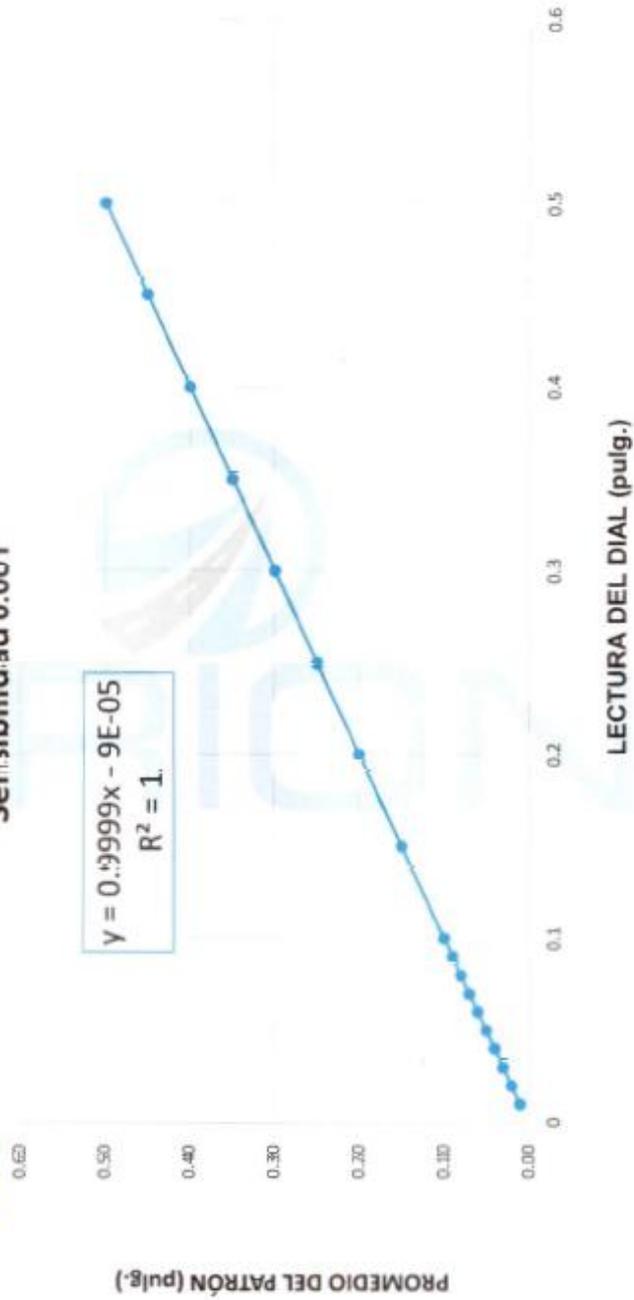
En la Tabla N° 1 se muestran las tres series de carga y la serie promedio correspondiente. En el Gráfico N°1 se muestra la curva de regresión y la ecuación de ajuste correspondientes a la presente calibración.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP 8881

INFORME : 039-22DD

GRAFICO N°1
CALIBRACIÓN DE DIAL ANALÓGICO
Dial Marca IMSIZE SN: 7624, Rango 1"
Sensibilidad: 0.001"

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
 Ing. Raúl Tejada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 86051





**CALITEST
S.A.C.**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 5423101**

Página 1 de 3

Expediente : N° 0264-2023
Fecha de Emisión : 2023-11-25

1. SOLICITANTE : CONSORCIO VIAL SIETE UNO

DIRECCIÓN : CAL.MANUEL GONZALES OLAECHEA NRO. 259
URB. LIMATAMBO LIMA - LIMA - SAN ISIDRO

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición. Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : Balanza Electrónica

Marca : VALTOX

Modelo : No indica

Número de Serie : 0721035

Alcance de Indicación : 30000 g

División de Escala Real (d) /Resolución : 1 g

División de Verificación (e) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : No indica

Tipo : Electrónica

Ubicación : Campo (**)

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha : 2023-11-23
Lugar : Instalaciones del Cliente

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII, PC - 001 del SNM INDECOPI, 3era edición Enero 2009.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Mínima	Máxima
Temperatura (°C)	23,9	24,1
Humedad Relativa (%)	58	59



Sello

Laboratorio de Metrología

CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST S.A.C.

Ing. GIANMARCO ANDRÉS
MESTAS PIZANGO
CIP 256285
JEFE DE LABORATORIO



**CALITEST
S.A.C.**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 5423101

Página 2 de 3

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa 5 kg (Exactitud M2)	0381-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa 10 kg (Exactitud M2)	0380-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa 20 kg (Exactitud M2)	0382-MPES-C-2023
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa 1g a 1 kg (Exactitud M2)	0379-MPES-C-2023

7. OBSERVACIONES

(*) Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponde a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003-2009.

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura (°C) Inicial / Final		23,9 / 23,9					
Medición N°	Carga L1 = 15000 g			Carga L2 = 30000 g			
	I (g)	Δ L (g)	E (g)	I (g)	Δ L (g)	E (g)	
1	15001	0,500	1,000	30001	0,500	1,000	
2	15001	0,500	1,000	30000	0,600	-0,100	
3	15001	0,600	0,900	30000	0,500	0,000	
4	15000	0,600	-0,100	29999	0,600	-1,100	
5	14999	0,500	-1,000	29999	0,500	-1,000	
6	14999	0,500	-1,000	30000	0,600	-0,100	
7	15000	0,600	-0,100	30000	0,600	-0,100	
8	15001	0,500	1,000	30001	0,500	1,000	
9	15001	0,600	0,900	29999	0,500	-1,000	
10	14999	0,600	-1,100	29999	0,500	-1,000	
Diferencia Máxima			2,100				2,100
Error máximo permitido			± 1,0				± 3,0

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGIA



CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP. 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-07

Rev00

Elaborado: PFSF

Revisado: GAMP

Aprobado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com



**CALITEST
S.A.C.**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 5423101

Página 3 de 3

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD									
Temperatura (°C) Inicial / Final		23,9 / 24							
Posición de la Carga	Carga Mínima * (g)	Determinación de E ₀			Determinación de Error corregido				
		l (g)	Δ L (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	l (g)	Δ L (g)	E (g)	E _c (g)
1	1,0	1	0,500	0,000	10000,0	10001	0,500	1,000	1,000
2		1	0,600	-0,100		10001	0,600	0,900	1,000
3		1	0,500	0,000		10000	0,500	0,000	0,000
4		1	0,600	-0,100		9999	0,600	-1,100	-1,000
5		1	0,500	0,000		9999	0,600	-1,100	-1,100
(*) valor entre 0 y 10 e									Error máximo permitido: ± 1,0

ENSAYO DE PESAJE									
Temperatura (°C) Inicial / Final		24 / 24,1							
Carga L (g)	l (g)	CRECIENTES			DECRECIENTES				emp (***) (± g)
		Δ L (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	Δ L (g)	E (g)	E _c (g)	
1	1	0,500	0,000						
5	5	0,500	0,000	0,000	5	0,500	0,000	0,000	1,000
10	10	0,600	-0,100	-0,100	10	0,600	-0,100	-0,100	1,000
50	50	0,600	-0,100	-0,100	49	0,500	-1,000	-1,000	1,000
100	99	0,600	-1,100	-1,100	100	0,600	-0,100	-0,100	1,000
200	199	0,600	-1,100	-1,100	200	0,500	0,000	0,000	1,000
500	500	0,500	0,000	0,000	500	0,500	0,000	0,000	1,000
1000	1000	0,500	0,000	0,000	999	0,600	-1,100	-1,100	1,000
5000	5001	0,500	1,000	1,000	4999	0,500	-1,000	-1,000	1,000
10000	10001	0,600	0,900	0,900	10001	0,600	0,900	0,900	1,000
15000	14999	0,500	-1,000	-1,000	15000	0,500	0,000	0,000	1,000
20000	20000	0,600	-0,100	-0,100	20001	0,600	0,900	0,900	3,000
30000	29999	0,500	-1,000	-1,000	30001	0,500	1,000	1,000	3,000

(***) error máximo permitido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	=	R -1,60E-02 x R
Incetidumbre Expandida	=	2 x (2,56E-04 mg ² + 3,77E-05 x R ²) 1/2
Donde el simbolo E-xx significa potencia de 10. Ejemplo E-03 = 10 ⁻³		

l; R : Indicación de la balanza E : Error encontrado E_c : Error corregido
Δ L : Carga Incrementada E₀ : Error en cero

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGIA



CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDRI
MESTAS PIZANGO
CIP 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-07

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com



**CALITEST
S.A.C.**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1823049**

Página 1 de 2

Expediente : N° 0264-2023
Fecha de Emisión : 2023-11-25

1. SOLICITANTE : CONSORCIO VIAL SIETE UNO
DIRECCIÓN : CAL.MANUEL GONZALES OLAECHEA NRO. 259
URB. LIMATAMBO LIMA - LIMA - SAN ISIDRO

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : COPA CASAGRANDE - LÍMITE LÍQUIDO
Marca : ORION
Modelo : No indica
Número de Serie : No indica
Mecanismo : Manual
Ranurador : ACERO INOX
Contador : Digital
Procedencia : PERÚ
Identificación : No indica
Ubicación : Campo (**)

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha : 2023-11-23
3. Lugar : Instalaciones del Cliente

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración de efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta. Ed., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del MTC 110..

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	24,4	24,6
Humedad Relativa (%)	50	55

6. TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
METROSYSTEMS	Vernier (Pie de rey)	MS-0064-2023

7. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC
Ing. GIANMARCO ALC
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-18

Rev00

Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP

Aprovado:AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com



**CALITEST
S.A.C.**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1823049

Página 2 de 2

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

Dimensiones	Aparato de Límite Líquido			Base				Ranurador		
	Conjunto de la Cazuela			Base				Extremo Curvado		
	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
Descripción	Radio de la Copa	Espesor de la Copa	Profundidad de la Copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho	Espesor	Borde Cortante	Ancho
Métrico, mm	54	2,0	27	47	50	150	125	10,0	2,0	13,5
Tolerancia, mm	2	0,1	1	1,5	5	5	5	0,1	0,1	0,1
Inglés, pulg.	2,13	0,079	1,063	1,850	1,97	5,90	4,92	0,394	0,079	0,531
Tolerancia, pulg.	0,08	0,004	0,4	0,6	0,2	0,2	0,2	0,004	0,004	0,004

	Dato Promedio (mm)	Tolerancia (mm)	Resultados
Cazuela			
Espesor	2,00	± 0,1	OK
Profundidad	26,0	± 1	OK
Base			
Guía del elevador	48,00	± 1,5	OK
Espesor	50,00	± 5	OK
Largo	152,00	± 5	OK
Ancho	126,00	± 5	OK
Huella	12,00	< 13	OK
Ranurador de Acero			
Cuadrado Calibrador	10,00	± 0,2	OK
Espesor	10,10	± 0,1	OK
Borde Cortante	2,00	± 0,1	OK
Ancho	13,48	± 0,1	OK

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZO
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC
Ing. GIANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-18

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJPM

ANEXO 18 PLANO SATELITAL



ANEXO 20 PLANO DE UBICACIÓN

