

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

**Evaluación de las partículas resultantes del postratamiento de la
calcinación de piedra caliza, producidas en Sacrafamilia, como
material de subbase en pavimentos rígidos según la norma CE.010,**

Pasco 2023

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Junior Dayvis VIVAR ROQUE

Asesor:

Dr. José Fermín HINOJOSA DE LA SOTA

Cerro de Pasco – Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

**Evaluación de las partículas resultantes del postratamiento de la
calcinación de piedra caliza, producidas en Sacrafamilia, como
material de subbase en pavimentos rígidos según la norma CE.010,
Pasco 2023**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Marco Antonio SURICHAQUI HIDALGO
PRESIDENTE

Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL
MIEMBRO

Mg. José Germán RAMIREZ MEDRANO
MIEMBRO



**Universidad Nacional Daniel Alcides
Carrión Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación**

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 158-2024-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

“Evaluación de las partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza, producidas en Sacrafamilia, como material de subbase en pavimentos rígidos según la norma CE.010, Pasco 2023”

Apellidos y nombres de los tesistas:

Bach. VIVAR ROQUE, Junior Dayvis

Apellidos y nombres del Asesor:

Dr. HINOJOSA DE LA SOTA, José Fermín

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Civil

Índice de Similitud

12 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 22 de julio del 2024



Firmado digitalmente por MEJIA
CACERES Reynaldo FAU
20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 22.07.2024 11:02:36 -05:00

DEDICATORIA

A Francisco COTRINA GONZALES; por ser el padre que nunca tuve y apoyar incansablemente en mi formación profesional.

A mi madre y hermanos, porque siempre me entendieron pese a lo complicado de mi carácter.

A mi querido y adorado Santiago Rupert Borán VIVAR MURILLO, el quien con esa sonrisa motiva a esforzarse mucho día a día, y a su madre por traer al mundo a este precioso ser.

A mis amigos 3JR GROUP, quienes con su apoyo lograron que esta meta sea cumplida.

AGRADECIMIENTO

Principalmente, a mi familia, amigos y en especial a mi alma mater la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión lugar donde formé mis conocimientos y pasé buenos años de mi vida; no puedo dejar de agradecer a una persona muy importante para mí, el Ingeniero Manuel LIMAY CÁCERES (Q.E.P.D y D.D.G) quien, a pesar de no poder leer estas líneas, sé que en donde esté descansado sabe lo mucho que extraño.

RESUMEN

La producción de materiales para pavimentos rígidos es crucial para la durabilidad de las infraestructuras viales. Este estudio evalúa las partículas generadas del postratamiento de la calcinación de piedra caliza en Sacrafamilia como material de subbase para pavimentos rígidos, en conformidad con la normativa CE.010. El objetivo principal es determinar si estas partículas cumplen con las especificaciones técnicas para su uso en carreteras, enfocándose en propiedades físicas y mecánicas como granulometría, límites de consistencia, %CBR, desgaste Los Ángeles, equivalente de arena y sales solubles.

La investigación sigue un enfoque cuantitativo y experimental en cinco etapas: elección y selección de caleras, pruebas de laboratorio, análisis de datos e interpretación de resultados. Se realizaron ensayos con muestras de caleras Rebeca y Yoshi, obteniendo datos sobre las propiedades del material. Los resultados indican que el material tiene un desgaste Los Ángeles de 32.50%, un %CBR de 36.30%, un 65.30% de Equivalente de Arena y un 1.063% de Sales Solubles Totales. Aunque algunas propiedades cumplen con la normativa, el material no se ajusta completamente a los requerimientos CE.010 debido a problemas con la gradación y el contenido de sales solubles. Sin embargo, muestra potencial para ser usado como subbase con ajustes adecuados.

Palabras clave: pavimento, ceniza de cal, Sacrafamilia, Norma CE.010.

ABSTRACT

The production of materials for rigid pavements is crucial for the durability of road infrastructure. This study evaluates the particles resulting from the post-treatment of limestone calcination in Sacrafamilia as a potential subbase material for rigid pavements, in accordance with the CE.010 standard. The main objective is to determine whether these particles meet the technical specifications for use in road construction, focusing on physical and mechanical properties such as gradation, consistency limits, %CBR, Los Angeles abrasion, sand equivalent, and soluble salts.

The research follows a quantitative and experimental approach in five stages: selecting and choosing lime kilns, laboratory testing, data analysis, and result interpretation. Tests were conducted with samples from Rebeca and Yoshi kilns, providing data on the material's properties. Results indicate that the material has a Los Angeles abrasion of 32.50%, a %CBR of 36.30%, a 65.30% Sand Equivalent, and 1.063% Soluble Salts. Although some properties meet the standard, the material does not fully comply with CE.010 requirements due to issues with gradation and soluble salt content. However, it shows potential for use as a subbase with appropriate adjustments.

Keywords: pavement, ceniza de cal, Sacrafamilia, Norm CE.010.

INTRODUCCIÓN

Dado el crecimiento poblacional del Perú la construcción y el mantenimiento de pavimentos urbanos son actividades críticas para el desarrollo y la conectividad de las áreas urbanas en constante crecimiento. En la región de Pasco, específicamente en el centro poblado de Sacrafamilia, perteneciente al distrito de Simón Bolívar de la provincia de Pasco, se enfrentan desafíos significativos en la obtención y utilización eficiente de materiales para la construcción como es el caso de agregados y la cal viva.

En específico, la obtención de materiales para las estructuras de un pavimento como base, subbase granular y/o afirmados se ve agravado por los trámites burocráticos relacionados con la explotación de canteras y la obtención de permisos, que representan barreras económicas y logísticas para la ejecución eficiente de obras de pavimentación en zonas urbanas.

En este contexto, surge la oportunidad de aprovechar una fuente local abundante de piedra caliza en la cantera de Sacrafamilia para la obtención de cal viva como producto principal. Sin embargo, el proceso de postratamiento de la calcinación de la piedra caliza genera tres tipos de subproductos conocidos como "ceniza de cal" o "escoria de cal" y las "partículas" no calcinadas, en la presente investigación nos centramos directamente en las "partículas" esto a razón de poseer aparentemente una granulometría que puede ajustarse como material de subbase granular para pavimentos rígidos y también por ser el subproducto desechable de mayor cantidad en referencia a la ceniza y la escoria; es importante mencionar que el proceso de calcinación en la zona de estudio es netamente artesanal este hecho influye directamente en la producción del material desechable.

La falta de atención a las partículas resultantes del proceso de calcinación no solo representa una pérdida de recursos valiosos, sino que también plantea preocupaciones ambientales, ya que el material no controlado puede tener impactos negativos en el medio ambiente local. Además, la falta de una evaluación sistemática y optimización de las características de estas partículas constituye un obstáculo para la construcción de pavimentos de alta calidad y sostenibles en la región de Pasco.

Por lo tanto, esta investigación se enfoca en la evaluación de las partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza de la cantera de Sacrafamilia. El objetivo es determinar la idoneidad de estas partículas como material de subbase granular en pavimentos rígidos, asegurando su conformidad con los estándares técnicos y de calidad establecidos en la normativa CE-010 para pavimentos urbanos. Esta investigación no solo busca abordar los desafíos técnicos y normativos asociados con la utilización de las partículas no calcinadas como material de subbase, sino que también aspira a contribuir al desarrollo de soluciones sostenibles y económicamente viables para la construcción de pavimentos urbanos en la región de Pasco-Pasco.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	3
1.2.1. Delimitación espacial	3
1.2.2. Delimitación temporal	3
1.2.3. Delimitación conceptual	3
1.3. Formulación del problema.	3
1.3.1. Problema general.	4
1.3.2. Problemas específicos.	4
1.4. Formulación de Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo General.	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
1.5. Justificación de la investigación.	5
1.6. Limitaciones de la investigación.....	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	7
2.1.1. Antecedentes internacionales	7
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	9
2.2. Bases teóricas – científicas	13
2.2.1. Cal.....	13
2.2.2. Pavimento	30
2.2.3. Norma Técnica de Edificaciones CE.010 Pavimentos Urbanos	44
2.3. Definición de términos básicos	58
2.3.1. Subbase granular	58
2.3.2. Calera.....	58
2.3.3. Partículas resultantes al postratamiento de la calcinación de piedra caliza	
58	
2.3.4. Ceniza de cal.....	58
2.3.5. Escoria de cal.....	58
2.3.6. Granulometría.....	59
2.3.7. Límites de Consistencia.....	59
2.3.8. Abrasión	59
2.3.9. Abrasión los Ángeles.....	59
2.3.10. Capacidad de soporte.....	60

2.4.	Formulación de Hipótesis	60
2.4.1.	Hipótesis General	60
2.4.2.	Hipótesis Específicas	60
2.5.	Identificación de Variables	61
2.5.1.	Variables independientes	61
2.5.2.	Variables dependientes	61
2.6.	Definición Operacional de variables e indicadores	62

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación	63
3.2.	Nivel de Investigación	63
3.3.	Métodos de investigación	64
3.4.	Diseño de investigación	65
3.5.	Población y muestra	67
3.5.1.	Población	67
3.5.2.	Muestra	67
3.6.	Técnicas e instrumento recolección de datos	70
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.	71
3.7.1.	Selección	71
3.7.2.	Validación	71
3.7.3.	Confiabilidad	71

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	71
3.9. Tratamiento Estadístico.....	72
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica	74

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	75
4.1.1. Elección de las Caleras	75
4.1.2. Selección de muestras representativas.....	77
4.1.3. Pruebas de laboratorio	79
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	79
4.2.1. Presentación de resultados.....	79
4.2.2. Análisis de datos e interpretación de resultados.....	113
4.3. Prueba de Hipótesis.....	141
4.3.1. Prueba de Normalidad	141
4.3.2. Verificación de la Hipótesis General.....	143
4.4. Discusión de resultados.....	148

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Descomposición de la piedra caliza poscalcinación</i>	20
Tabla 2	<i>Definición operacional de variables</i>	62
Tabla 3	<i>Desviación Estandar de CBR</i>	68
Tabla 4	<i>Nivel de Confiabilidad</i>	68
Tabla 5	<i>Ubicación de Caleras</i>	77
Tabla 6	<i>Recolección y Codificación de Muestras</i>	79
Tabla 7	<i>Ensayos Requeridos</i>	79
Tabla 8	<i>Análisis Granulométrico Muestra M-01</i>	80
Tabla 9	<i>Análisis Granulométrico Muestra M-02</i>	81
Tabla 10	<i>Análisis Granulométrico Muestra M-03</i>	82
Tabla 11	<i>Análisis Granulométrico Muestra M-04</i>	83
Tabla 12	<i>Análisis Granulométrico Muestra M-05</i>	84
Tabla 13	<i>Análisis Granulométrico Muestra M-06</i>	85
Tabla 14	<i>Resumen de Gradación de las Muestras</i>	87
Tabla 15	<i>Ensayo de Abrasión Los Ángeles M-01</i>	88
Tabla 16	<i>Desgaste M-01</i>	88
Tabla 17	<i>Ensayo de Abrasión Los Ángeles M-02</i>	89
Tabla 18	<i>Desgaste M-02</i>	89
Tabla 19	<i>Ensayo de Abrasión Los Ángeles M-03</i>	90
Tabla 20	<i>Desgaste M-03</i>	90
Tabla 21	<i>Ensayo de Abrasión Los Ángeles M-04</i>	91
Tabla 22	<i>Desgaste M-04</i>	91
Tabla 23	<i>Ensayo de Abrasión Los Ángeles M-05</i>	92
Tabla 24	<i>Desgaste M-05</i>	92

Tabla 25	Ensayo de Abrasión Los Ángeles M-06.....	93
Tabla 26	<i>Desgaste M-06.....</i>	93
Tabla 27	<i>Ensayo de Proctor Modificado M-01</i>	94
Tabla 28	<i>Ensayo de Proctor Modificado M-02</i>	95
Tabla 29	<i>Ensayo de Proctor Modificado M-03</i>	96
Tabla 30	<i>Ensayo de Proctor Modificado M-04</i>	97
Tabla 31	<i>Ensayo de Proctor Modificado M-05</i>	98
Tabla 32	<i>Ensayo de Proctor Modificado M-06</i>	99
Tabla 33	<i>Ensayo CBR M-01</i>	100
Tabla 34	<i>Determinación del Valor Relativo de Soporte M-01</i>	100
Tabla 35	<i>Resultados de %CBR - M-01</i>	101
Tabla 36	<i>Ensayo CBR M-02</i>	102
Tabla 37	<i>Determinación del Valor Relativo de Soporte M-02</i>	102
Tabla 38	<i>Resultados de %CBR - M-02</i>	103
Tabla 39	<i>Ensayo CBR M-03</i>	104
Tabla 40	<i>Determinación del Valor Relativo de Soporte M-03</i>	104
Tabla 41	<i>Resultados de %CBR - M-03</i>	105
Tabla 42	<i>Ensayo CBR M-04</i>	106
Tabla 43	<i>Determinación del Valor Relativo de Soporte M-04</i>	106
Tabla 44	<i>Resultados de %CBR - M-04</i>	107
Tabla 45	<i>Ensayo CBR M-05</i>	108
Tabla 46	<i>Determinación del Valor Relativo de Soporte M-05</i>	108
Tabla 47	<i>Resultados de %CBR - M-05</i>	109
Tabla 48	<i>Ensayo CBR M-06</i>	110
Tabla 49	<i>Determinación del Valor Relativo de Soporte M-06</i>	110

Tabla 50 <i>Resultados de %CBR - M-06</i>	111
Tabla 51 <i>Límites de Consistencia de las Muestras</i>	112
Tabla 52 <i>Ensayo de Equivalente de Arena a las Muestras</i>	113
Tabla 53 <i>Ensayo de Sales Solubles Totales a las Muestras</i>	113
Tabla 54 <i>Gradación Requerida de materiales de Subbase Granular</i>	114
Tabla 55 <i>Distribución de partículas de las Muestras</i>	115
Tabla 56 <i>Análisis de ensayo Proctor modificado de las muestras</i>	121
Tabla 57 <i>Análisis del ensayo CBR de las muestras</i>	123
Tabla 58 <i>Análisis de Resultados del Ensayo de Equivalente de Arena de las Muestras</i>	129
Tabla 59 <i>Resultados Finales</i>	134
Tabla 60 <i>Promedio de Gradación Presente en el Material</i>	137
Tabla 61 <i>Propuesta de Optimización de la Gradación del Material</i>	138
Tabla 62 <i>Prueba de Hipótesis</i>	142
Tabla 63 <i>Valor de Prueba Shapiro Wilks</i>	142
Tabla 64 <i>Verificación de Hipótesis</i>	145
Tabla 65 <i>Valor de Prueba t student</i>	146

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Fotografía 3.88 Secuencias calcáreas de la Formación Jumasha</i>	15
Figura 2 <i>Estructura típica de las caleras artesanales</i>	17
Figura 3 <i>Calera Sacrafamilia</i>	19
Figura 4 <i>Partículas no descompuestas luego del proceso de calcinación de la piedra caliza</i>	23
Figura 5 <i>Proceso de calcinación en hornos artesanales de Sacrafamilia</i>	23
Figura 6 <i>Identificación de los subproductos posteriores a la calcinación</i>	25
Figura 7 <i>Ceniza de Cal</i>	26
Figura 8 <i>Escoria de cal</i>	26
Figura 9 <i>Partículas no calcinadas</i>	27
Figura 10 <i>Partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza</i>	29
Figura 11 <i>Granulometría de las partículas</i>	29
Figura 12 <i>Estructura típica de pavimentos flexibles</i>	32
Figura 13 <i>Estructura típica de pavimentos rígidos</i> <i>Estructura típica de pavimentos rígidos</i>	33
Figura 14 <i>Comportamiento Estructural de los Pavimentos</i>	34
Figura 15 <i>Distribución de cargas en pavimentos rígidos</i>	40
Figura 16 <i>Requisitos Granulométricos para subbase granular por la CE.010</i>	46
Figura 17 <i>Requerimientos de calidad para subbase granular por la CE.010</i>	48
Figura 18 <i>Ubicación de las caleras en el Centro Poblado de Sacrafamilia</i>	76
Figura 19 <i>Curva Granulométrica M-01</i>	81
Figura 20 <i>Curva Granulométrica M-02</i>	82
Figura 21 <i>Curva Granulométrica M-03</i>	83

Figura 22	<i>Curva Granulométrica M-04</i>	84
Figura 23	<i>Curva Granulométrica M-05</i>	85
Figura 24	<i>Curva Granulométrica M-06</i>	86
Figura 25	<i>Curva de Compactación M-01</i>	94
Figura 26	<i>Curva de Compactación M-02</i>	95
Figura 27	<i>Curva de Compactación M-03</i>	96
Figura 28	<i>Curva de Compactación M-04</i>	97
Figura 29	<i>Curva de Compactación M-05</i>	98
Figura 30	<i>Curva de Compactación M-06</i>	99
Figura 31	<i>Curva Esfuerzo Penetración M-01</i>	101
Figura 32	<i>%CBR a 0.1" Penetración M-01</i>	101
Figura 33	<i>Curva Esfuerzo Penetración M-02</i>	103
Figura 34	<i>%CBR 0.1" Penetración M-02</i>	103
Figura 35	<i>Curva Esfuerzo Penetración M-03</i>	105
Figura 36	<i>%CBR 0.1" Penetración M-03</i>	105
Figura 37	<i>Curva Esfuerzo Penetración M-04</i>	107
Figura 38	<i>%CBR 0.1" Penetración M-04</i>	107
Figura 39	<i>Curva Esfuerzo Penetración M-05</i>	109
Figura 40	<i>%CBR 0.1" Penetración M-05</i>	109
Figura 41	<i>Curva Esfuerzo Penetración M-06</i>	111
Figura 42	<i>%CBR 0.1" Penetración M-06</i>	111
Figura 43	<i>Diagrama de Fluidez</i>	112
Figura 44	<i>Análisis de la Gradación de las Muestras</i>	116
Figura 45	<i>Gradación a la que corresponden las Muestras</i>	117
Figura 46	<i>Análisis del ensayo de Abrasión los Ángeles %Desgaste de las Muestras</i>	119

Figura 47	<i>Análisis de Proctor Modificado de Muestras de calera Rebeca.....</i>	121
Figura 48	<i>Análisis de Proctor Modificado de Muestras de calera Yoshi</i>	122
Figura 49	<i>% CBR de las Muestras al 100%MDS.....</i>	124
Figura 50	<i>% CBR de las Muestras al 95%MDS.....</i>	125
Figura 51	<i>Análisis de Resultados de Equivalente de Arena.....</i>	129
Figura 52	<i>Análisis de Sales Solubles Totales de las Muestras.....</i>	131
Figura 53	<i>Análisis de Cloruros de las Muestras</i>	132
Figura 54	<i>Análisis de Contrastación de Cumplimiento Normativo</i>	135
Figura 55	<i>Análisis de Contrastación de no Cumplimiento Normativo</i>	135
Figura 56	<i>Curva de Distribución Normal Método t student Valor Crítico</i>	147

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

En el centro poblado de Sacrafamilia, ubicado en la región de Pasco, se generan las partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza este subproducto presenta potenciales para ser empleados como materiales de subbase en pavimentos rígidos, según los lineamientos establecidos por la normativa CE.010 para pavimentos urbanos. Sin embargo, la falta de una evaluación detallada y sistemática de las propiedades físicas y mecánicas de las partículas resultantes de este proceso constituye un obstáculo para determinar su idoneidad como material de subbase en pavimentos rígidos. La evaluación integral de estas propiedades es esencial para verificar si las partículas cumplen con los requisitos de durabilidad, resistencia y vida útil del pavimento establecidos por la normativa CE.010.

A pesar de derivar de un recurso abundante, estas partículas no resuelven completamente el desafío de la conformación de subbases granulares en la construcción de pavimentos rígidos. Por consiguiente, se requiere un proceso de

evaluación riguroso para garantizar su adecuación en la construcción de pavimentos urbanos en la región.

En este contexto, el planteamiento del problema se enfoca en la necesidad de evaluar las partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza producida en Sacrafamilia. La evaluación de las partículas es esencial para su uso como material de subbase en pavimentos rígidos, y su calidad es un factor crítico en la durabilidad, resistencia y vida útil de los pavimentos. La normativa CE.010 Pavimentos Urbanos establece los estándares técnicos y de calidad que deben cumplirse para garantizar la seguridad y sostenibilidad de los pavimentos urbanos. La falta actual de una evaluación sistemática de las características de las partículas resultantes de la calcinación representa un desafío para la construcción de pavimentos de alta calidad y sostenibles.

En este sentido, es fundamental plantear preguntas de investigación cruciales para abordar este problema de manera efectiva. ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de las partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza producidas en Sacrafamilia? Pregunta con la cual se pretende evaluar la calidad de las partículas resultantes; ¿Cómo contrastar, identificar y analizar las propiedades de las partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza con los criterios establecidos por la Norma CE.010 con los criterios especificados en la Norma CE.010, con el fin de determinar su idoneidad para su empleo en subbases de pavimentos rígidos?, Pregunta con la cual se delimita el uso específico que se quiere lograr para las partículas y ¿Qué medidas de optimización se debe proponer para mejorar el cumplimiento de las partículas provenientes de la calcinación de piedra caliza con

la norma CE.010 en caso se requiera.? Con la cual finalmente se establecerá la viabilidad del uso de las referidas partículas.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

El proyecto de investigación se llevará a cabo específicamente en Sacrafamilia, ubicada en el distrito de Simón Bolívar provincia y región Pasco, para los ensayos y pruebas requeridas se desarrollarán en laboratorios localizados en la provincia de Pasco.

1.2.2. Delimitación temporal

El proyecto de investigación se dará por un lapso de un mes el cual será a partir de febrero del 2024 de marzo del 2024.

1.2.3. Delimitación conceptual

El proyecto de investigación tiene un marco conceptual según:

- Proceso de calcinación de la piedra caliza y producción de la cal,
- Partículas resultantes de la calcinación de la piedra caliza,
- Pavimentos rígidos,
- Estructura de pavimentos,
- Subbase Granular,
- Norma Técnica de Edificación CE.010 Pavimentos Urbanos.

1.3. Formulación del problema

La ineficiencia en la utilización de las partículas resultantes del proceso de postratamiento de la calcinación de la piedra caliza como material de subbase en pavimentos rígidos. Esta ineficiencia se debe a la falta de evaluación sistemática,

la ausencia de estándares técnicos claros y la falta de conocimiento de las propiedades de estas partículas.

1.3.1. Problema general

- ¿Cómo evaluar las partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza producidas en Sacrafamilia, como material de subbase en pavimentos rígidos según la Norma CE.010?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de las partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza producidas en Sacra familia?
- ¿Cómo contrastar, identificar y analizar las propiedades de las partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza con los criterios establecidos por la Norma CE.010, con el fin de determinar su idoneidad para su empleo en subbases de pavimentos rígidos?
- ¿Qué medidas de optimización se debe proponer para mejorar el cumplimiento de las partículas provenientes de la calcinación de piedra caliza con la norma CE.010 en caso se requiera?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar las partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza producidas en Sacrafamilia, como material de subbase en pavimentos rígidos según la Norma CE.010.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas que exige la norma CE.010 de las partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza, producidas en Sacrafamilia.
- Contrastar, identificar y analizar las propiedades de las partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza con los criterios establecidos por la Norma CE.010, con el fin de determinar su idoneidad para su empleo en subbases de pavimentos rígidos.
- Proponer medidas de optimización para ciertas propiedades identificadas de las partículas resultantes de la calcinación de piedra caliza para asegurar el cumplimiento normativo para su uso como material de subbase granular CE.010.

1.5. Justificación de la investigación

La calidad del pavimento es fundamental para garantizar una infraestructura vial segura y duradera, evaluar las partículas producidas por el proceso de calcinación de piedra caliza puede ayudar a construir pavimentos rígidos de calidad, la evaluación del material resultante del proceso de calcinación de piedras calizas permite un uso más eficiente de los recursos naturales. Esto es relevante desde una perspectiva económica y ambiental, ya que puede reducir los costos y la huella ambiental asociados con la extracción de canteras.

El cumplimiento normativo se centra en estándares específicos que deben seguirse. Evaluar las partículas resultantes puede ayudar a garantizar el cumplimiento de estas regulaciones y evitar posibles sanciones y problemas legales relacionados con la calidad del pavimento.

Esta propuesta de investigación podría generar nuevos conocimientos en el campo de la construcción de pavimentos y producción de materiales de construcción. Los hallazgos de este artículo pueden ser de interés para académicos, profesionales de la ingeniería civil y la industria de la construcción en general.

1.6. Limitaciones de la investigación

El proyecto de investigación tiene como limitante principal que se realiza al entorno de las canteras de Sacrafamilia por lo tanto los hallazgos y conclusiones pueden ser específicos a la zona geográfica de estudios.

El proceso de calcinación es otro factor limitante al proyecto de investigación a razón de que en la zona solo se dispone de hornos artesanales para la producción de la cal lo que significa que las partículas resultantes objeto de evaluación se ven influenciadas por esta particularidad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

Ramírez & Hincapié (2018) Evaluación CBR de sub-base granular mezclada con tereftalato de polietileno (PET) para uso en vías terciarias.

Resumen: El presente tema de investigación intenta desarrollar y demostrar la influencia que tiene la adición del tereftalato de polietileno al material granular de sub-base para vías terciarias; de tal manera que actúe en conjunto con el material plástico, contribuyendo a disipar las cargas impuestas por el tráfico y contribuyendo al objetivo de implementar el uso de los materiales PET reciclados en la modificación de la sub base en las vías. Existen varias razones por las cuales se opta a utilizar este material, como sus propiedades físicas y químicas, saber cómo actúa este material con respecto a la resistencia debido a la creciente contaminación causada por el plástico, su uso puede favorecer tanto a la economía en construcción como al medio ambiente. Es muy probable que en el futuro

tengamos muchos desechos de este material, y por eso se busca reutilizar los mismos.

Pérez y Pardo (2019) Evaluación de la escoria de acería proveniente de ACERÍAS PAZ DEL RÍO S.A. como material para optimizar las propiedades de una SUBBASE GRANULAR (SBG) tipo INVIAS.

Resumen: El presente documento corresponde al Proyecto Final de Grado el cual tiene como título “EVALUACIÓN DE LA ESCORIA DE ACERÍA PROVENIENTE DE ACERÍAS PAZ DEL RÍO S.A. COMO MATERIAL PARA OPTIMIZAR LAS PROPIEDADES DE UNA

SUBBASE GRANULAR (SBG) TIPO INVIAS”, esto con el fin de combinar dichos materiales buscando implementar y optimizar la estructura de vías secundarias de acuerdo con las normas nacionales de control INVIAS para uso frecuente en los ensayos de laboratorio implementados en la construcción de carreteras, las cuales derivan de fundamentos geotécnicos internacionales. En el presente documento se hace un análisis comparativo entre los resultados de los ensayos de laboratorios realizados en el laboratorio de suelos de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas facultad tecnológica y las normas - especificaciones 2012 INVIAS; de estos ensayos se hace énfasis en la norma INV-E-148-07 “CBR de laboratorio” donde además de realizar las proporciones de 100% para la subbase (SBG) y escoria de acería (EA) se hicieron las combinaciones (90% SBG – 10% EA), (75% SBG – 25% EA), (50% SBG – 50% EA) y (25% SBG – 75% EA), como estudio adicional se analizó la viabilidad de la combinación de dichos materiales en el factor económico.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Vásquez (2019) Evaluación de la proporción óptima con ceniza de cal para la obtención de bloques de concreto tipo NP, elaborados con maquinaria semi industrial vibro-compactadora en la ciudad de Cerro de Pasco – 2018.

Resumen: El propósito de la presente investigación es la evaluación de una proporción óptima que permita la obtención de bloques de concreto tipo NP, usando el agregado alternativo conocido como Ceniza de Cal, material obtenido como residuo de la calcinación de la piedra Caliza y Carbón en hornos artesanales característicos de la localidad de Sacra Familia; para ello, en el desarrollo de la investigación se diferenciarán dos tipos de Ceniza de Cal comúnmente obtenidas, a las cuáles se analizarán sus propiedades físicas y químicas con el fin de obtener datos relevantes que nos permitan tener consideraciones para su utilización en mezclas para bloques de concreto vibro compactados. Para la evaluación y estudio de las proporciones se considerará dosificaciones en volumen y relaciones de agua/cemento mínimas recomendadas para la fabricación de este tipo de elementos, se elaborarán muestras de probetas cilíndricas a partir de las mezclas realizadas en laboratorio para observar el comportamiento del material, así como su resistencia a la compresión, de esta forma se podrá realizar un estimativo de la resistencia posible a obtener sobre el área bruta en bloques de concreto.

Huere (2022) Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de cal para carreteras no pavimentadas.

Resumen: El presente trabajo de investigación denominado “Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de cal para carreteras no pavimentadas” tiene como objetivo principal Evaluar el nivel de estabilización de

suelos arcillosos con la adición de ceniza de cal para carreteras no pavimentadas. Así mismo analizando la variable independiente y variable dependiente hemos planteado el problema general de la siguiente manera: ¿Cuál será el nivel de estabilización de suelos arcillosos con la adición de ceniza de cal para carreteras no pavimentadas?; y de manera consecuente se ha planteado la siguiente hipótesis general que menciona: La adición de ceniza de cal optimiza la estabilización de suelos arcillosos para carreteras no pavimentadas. La investigación se realizó bajo el diseño experimental y de tipo aplicada, toda vez que se experimentó con el material propio con alto contenido de arcilla adicionando cenizas de cal en los porcentajes de 25%, 50% y 75% con el fin de evaluar los resultados y los requisitos de calidad para ser empleados como material de afirmado en carreteras no pavimentadas. En base a la investigación realizada, se ha determinado que de todas las adiciones de ceniza de cal estudiadas el que presenta mejores resultados es la adición de 50% con el cual se logra estabilizar el material propio con alto contenido de arcillas llegando a obtener suelos con una buena gradación dentro del uso A-2, con índices de plasticidad de 9%, 9% y 8%, valores de CBR de 95.20%, 91.40 y 93.60% y en los ensayos de desgaste a los ángeles se obtuvo 48%, 48.84% y 49.66% resultados que se encuentran dentro de los parámetros de requisitos de calidad especificados por el Manual de especificaciones técnicas para carreteras EG (2013).

Canta (2023) Influencia de la estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cal en la capacidad portante para uso como capa de rodadura a nivel de afirmado en la carretera Lulicocha - Huancamachay del distrito de San Francisco de Yarusyacan – Pasco.

Resumen: En esta investigación se realizó el mejoramiento de suelo arcilloso con mucha grava la cual se encuentra en la carretera Lulicocha – Huancamachay con la ceniza de cal de la cantera de Sacrafamilia, para encontrar el porcentaje óptimo de mezcla de Arcilla con mucha grava con la ceniza de cal se realizaron 3 combinaciones o mezclas, la mezcla 1 fue de 80% de arcilla con mucha grava más 20% de ceniza de cal, la mezcla 2 es de 70% de arcilla con mucha grava más 30% de ceniza de cal y de 60% de arcilla con mucha grava más 40% de ceniza de cal, a estas 3 mezclas se realizaron los ensayos de clasificación de suelos (granulometría, límites de Atterberg), CBR, humedad, Proctor modificado, dichos resultados se verificaron si estarían dentro de los requisitos de calidad del manual de carreteras (EG – 2013) encontrando que la mezcla 2 (70%A+30%C) se encuentran dentro de dichos requisitos de calidad para que este material se pueda usar como capa de rodadura de la carretera Lulicocha – Huancamachay del distrito de San Francisco de Asís de Yarusyacan.

Avelino (2019) Evaluación de las calizas para el diseño de la planta de calcinación en la concesión Calquipa – Junín – 2018

Resumen: Esta investigación determina la problemática que son las propiedades físicas de las calizas que inciden en el diseño de una planta de calcinación, para formularlo en preguntas, objetivos que se pretende alcanzar, justificando la presente investigación, dada la importancia que significa llevarlo a explotar el yacimiento en forma sostenible. Los estudios desarrollados a través de las calicatas realizadas confirman la presencia de apreciables reservas en toda la concesión y resulta prometedor para su explotación. El objetivo general fue determinar el método de calcinación a desarrollar; después de tener la certeza de

las reservas cubiertas probables de calizas y sobre la formación geológica, elaborar el sistema de extracción y procesamiento. Este estudio se aborda desde el enfoque cuantitativo, del tipo aplicado y un diseño de investigación experimental y tiene cuatro etapas de desarrollo de la investigación del siguiente modo: el primero después de realizar las calicatas para obtener las muestras representativas, se determinó la muestra compuesta para desarrollar las pruebas experimentales. Las pruebas experimentales realizadas demuestran que a menor diámetro (1”), 10 horas de calcinación (entre 850°C y 950°C), se obtiene el más alto porcentaje de CaO (84,40 y 84,90% respectivamente), a mayor diámetro (3”), se obtiene (53,45 y 77,10 % CaO), lo que indica que la reacción química se da parcialmente, quedando el núcleo sin reaccionar, por tener reacciones endotérmicas. Se concluyó que en una primera fase se desarrollara pruebas de pilotaje con una planta a instalar pequeña y a esa escala que pague sus costos de procesamiento de las calizas.

Quiroz (2019) Aplicación de cenizas de carbón para mejorar la estabilidad de suelos arenosos, Mz. I Las Gardenias, Ancón, 2019

Resumen: En los últimos años, ha habido un gran incremento en el estudio de las cenizas de carbón, en países desarrollados alcanza en los últimos años un gran auge debido al crecimiento registrado en la producción de energía eléctrica vía carbón. El objetivo es determinar cómo la aplicación de cenizas de carbón mejora la estabilidad de suelos arenosos en la Mz. I del Asentamiento Humano Las Gardenias del distrito de Ancón. En la tesis, se presentaron y analizaron efectos logrados con los ensayos de mecánica de suelos. Las muestras obtenidas por la elaboración de calicatas fueron adicionadas con ceniza de carbón en

porcentajes de 7%, 14% y 21%, fallados y curados en diferentes tipos de ambiente y por 7 días. Se llegó a comprobar los efectos para asemejar los factores que más influyen sobre la variable de respuesta en cada uno de las muestras obtenidas por cada punto señalado. Se efectuara un balance entre los resultados obtenidos por los diferentes tipos de suelo y las dosis de ceniza de carbón manejadas en el estudio, además del predominio del hidróxido de sodio como activador alcalino. Se concluye que las cenizas de carbón mediante la aplicación de 7%, 14% y 21% en los suelos arenosos de Ancón, presentan mejor comportamiento, y aumentan con la adición del 3% de cemento.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Cal

2.2.1.1. Mineralogía de las calizas.

Se hace énfasis en conocer la mineralogía de las calizas puesto que de esta materia prima se obtienen las partículas objeto de investigación; Gálvez (2003) define a la mineralogía de las calizas según:

La caliza es una roca calcárea estratificada compuesta, principalmente del mineral calcita. La metamorfosis geológica produce yacimientos enormes de piedra caliza, mármol o cristales incoloros de calcita, sin embargo, aunque todas las formas difieren en apariencia, son carbonatos de calcio (CaCO_3).

El carbonato cálcico, principalmente en forma de calcita y el carbonato magnésico en forma de dolomita, son constituyentes principales de las rocas sedimentarias carbonatadas, llamadas respectivamente calizas y dolomitas. Estas rocas son

extraordinariamente abundantes en las series sedimentarias y constituyen un porcentaje muy considerable de todos los sedimentos que hoy se encuentran en la superficie terrestre. (p. 11)

Por su parte el INGEMMET (2018) define a las calizas como:

Son rocas sedimentarias compuestas principalmente por carbonato de calcio (CaCO_3), como calcita u ocasionalmente aragonito en depósitos recientes. Otros minerales asociados en menor cantidad son: la siderita (FeCO_3), la ankerita ($\text{Ca}_2\text{MgFe}(\text{CO}_3)_4$) y la magnesita (MgCO_3). Muchas dolomitas ($\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$) están formadas por reemplazamiento primario de calizas a través de la acción de aguas ricas en magnesio.

Las calizas son de origen químico y orgánico. Las de origen químico se han formado por precipitación de disoluciones bicarbonatadas o carbonatadas con dióxido de carbono y agua. Las de origen orgánico están formadas por caparzones de animales acuáticos (fragmentos de grandes organismos como corales, briozoos y moluscos, partes calcificadas de organismos simples como algas y foraminíferos). (p. 154)

El centro poblado de Sacrafamilia es conocido en la zona por ser fuente de abundantes canteras; en el boletín de Prospección de Recursos de Rocas y Minerales Industriales en la Región Pasco realizado por el INGEMMET, publicado en Lima Perú en el año 2008; distingue la presencia de Calizas en la Zona Pucará - Sacra Familia – Cachipampa, donde resalta la presencia de piedra caliza según:

En la parte central de la zona, en los alrededores de Colquijirca, cerca de Sacrafamilia, las secuencias calcáreas son de color gris claro, de textura esparítica, en estratos delgados a medianos que varían de 0.2 m a 0.60 m de espesor en niveles superiores, suprayace a estratos gruesos que varían de 0.8 m a 2 m en niveles inferiores, con contenido de venillas de calcita de 1 mm a 10 mm que cortan los estratos, y algunas concordantes de 2 mm a 200 mm de grosor, que son sinuosas, discontinuas e irregulares (Fotografía 3.88). Su rumbo es de N25°O y el buzamiento es de 20°SO, el grosor total se estima en 170 m y una longitud de 9 km.

Figura 1

Fotografía 3.88 Secuencias calcáreas de la Formación Jumasha



Nota. Adaptado de *INGEMMET* (p. 161), por Dirección de Recursos Minerales y Energéticos, 2018, Unidad de Relaciones Institucionales.

Fotografía 3.88 Secuencias calcáreas de la Formación Jumasha, caliza gris claro, con abundantes venillas de calcita formando parte de un

sinclinal hacia el oeste; vista al SO, paraje Sacrafamilia, en el distrito de Simón Bolívar. (INGEMMET, 2018, p. 161)

Dadas las características geológicas de la región donde se encuentra el centro poblado de Sacrafamilia, es una práctica común llevar a cabo operaciones de extracción en canteras. Estas operaciones se realizan tanto para obtener agregados utilizados en la industria de la construcción como para la producción artesanal de cal. La elección de producir cal de forma artesanal se debe a factores como la accesibilidad económica, la tradición cultural y la disponibilidad de recursos locales. Hasta la fecha, la obtención artesanal de cal sigue siendo una práctica común en la zona.

2.2.1.2. Hornos artesanales.

Los hornos convencionales para producir cal, ya sean los de estilo antiguo o los modernos de tipo industrial, se emplean en la calcinación de la piedra caliza. La práctica tradicional de calcinación está siendo reemplazada por el uso cada vez más extendido de los hornos industriales. En épocas pasadas, los hornos de cal solían construirse alrededor de los afloramientos de piedra caliza. Estos hornos se utilizaban para fines domésticos o locales.

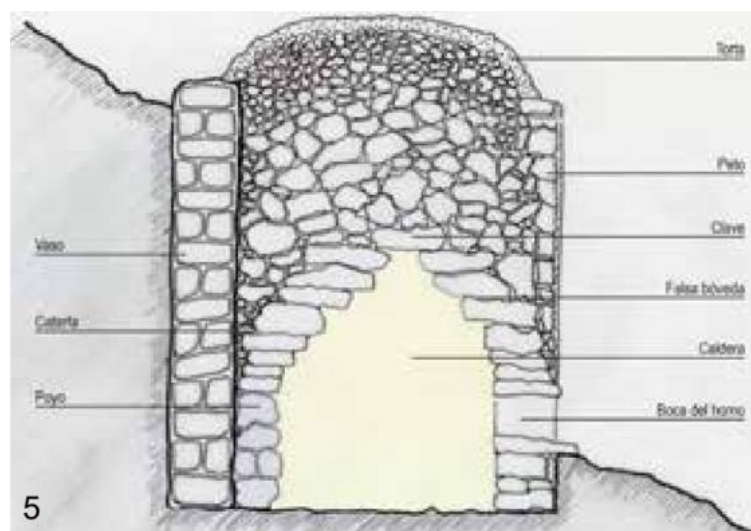
Los hornos tradicionales requieren una gran cantidad de combustible, el cual generalmente se obtenía a partir de ramas y vegetación. Por consiguiente, era común encontrar estos hornos en áreas donde se tuviera acceso a dichos recursos, contribuyendo de esta forma a mantener el entorno boscoso limpio y a prevenir posibles incendios. Frecuentemente, se aprovechaba la pendiente natural del terreno para erigir

el horno, lo que permitía el acceso a los niveles superiores y proporcionaba protección.

La chimenea para la quema de leña se construía debajo de la cúpula mencionada anteriormente. Cada fila de piedras se disponía con precisión en el centro de la estructura hasta completar la falsa cúpula. Posteriormente, se agregaban más piedras en la parte trasera del horno hasta llenarlo por completo. Con el fin de minimizar la pérdida de calor, tanto la parte trasera como la corona del horno se revestían con arcilla o una mezcla de cal tal como se muestra en la figura 2. El tiempo necesario para la calcinación dependía del volumen de producción y la cantidad de carbonato de calcio presente en la piedra utilizada. (Red Nacional de Maestros de la Construcción Tradicional, 2018)

Figura 2

Estructura típica de las caleras artesanales



Nota. Adaptado de *MAESTROS DE LA CAL* (p. 13), por Red Nacional de Maestros de cal Construcción Tradicional, 2018, INTBAU UK.

2.2.1.3. Transformación de la cal.

La producción de cal a partir de piedra caliza involucra un proceso dinámico y cíclico. Para obtener cal aérea, la piedra caliza, rica en carbonato de calcio, se calienta a temperaturas que oscilan entre 900 y 1.000 °C. durante este proceso, se libera dióxido de carbono, lo que conduce a la transformación química en monóxido de calcio o cal viva. Es necesario elevar la temperatura de la piedra caliza hasta alcanzar la temperatura en la que los carbonos se descomponen.

Esta temperatura debe mantenerse constante en el período específico durante todo el proceso, según Gálvez (2003) “Durante el proceso de calcinación la pérdida de dióxido de carbono, deja los óxidos de la cal en un estado poroso y muy activo. Si se sigue calentando hay contracción del material con pérdida de actividad química.” (p. 18).

La cal apagada resultante puede emplearse para elaborar una variedad de productos complejos, como agua de cal, pintura, pasta, mortero y concreto de cal. El ciclo de la cal se completa cuando estos nuevos materiales entran en contacto con el dióxido de carbono presente en la atmósfera, pierden su humedad por evaporación, atraviesan un proceso de carbonatación y vuelven a transformarse en carbonato de calcio con una consistencia similar a la de la piedra.

Figura 3

Calera Sacrafamilia



Nota: Fuente: *Elaboración propia.*

2.2.1.4. Descomposición térmica de la caliza: calcinación.

El proceso de descomposición de la piedra caliza es el factor a evaluar dado que a partir de este punto se debe tener en cuenta ese aspecto para la selección de la cal apta para el comercio y las partículas que no alcanzan el requerimiento son material de desecho de los hornos artesanales.

La descomposición de piedra caliza según Gálvez (2003), establece que “La calcinación es la descomposición de carbonato de calcio (CaCO_3 .) En óxido de calcio (CO) y dióxido de carbono (CO_2), por medio de la agregación de energía calorífica.” (p. 21) así mismo el autor explica que:

La presión ejercida por el desprendimiento de dióxido de carbono hace que la caliza aumente de tamaño al calcinar, de manera que la cal producida se compone de cristales muy finos, cuyo diámetro

depende de la temperatura y del tiempo que dure la calcinación. Durante el proceso, el dióxido de carbono debe removerse del horno, porque la reacción de calcinación es reversible. Si la presión del dióxido de carbono se hace mayor que la presión de equilibrio, el dióxido de carbono reacciona con el óxido de calcio para regenerar el carbonato de calcio.

De este argumento el cual fue estudiado en hornos industriales se puede indicar que al fabricarse la cal por procesos artesanales o tradicionales el control del dióxido de carbono es ineficiente lo que ocasiona la regeneración del carbonato de calcio y según VÁSQUEZ (2018) la descomposición de la piedra caliza está en el siguiente orden:

Tabla 1

Descomposición de la piedra caliza poscalcinación

ELEMENTOS	PORCENTAJE
CaO	49.56%
MgO	0.85%
SiO ₂	5.29%
Al ₂ O ₃	0.90%
Fe ₂ O ₃	0.43%
Na ₂ O	0.05%
K ₂ O	0.20%
MnO	<0.01%
TiO ₂	0.05%
P ₂ O ₅	<0.01%
Pérdida por calcinación	41.96%

Nota: Adaptado de *EVALUACIÓN DE LA PROPORCIÓN ÓPTIMA CON CENIZA DE CAL PARA LA OBTENCIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO NP, ELABORADOS CON MAQUINARIA SEMI INDUSTRIAL VIBRO-COMPACTADORA EN LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO - 2018.*(p.64), por VASQUEZ, 2019.

Se puede apreciar del porcentaje de elementos, que menos del 50% de este material representa el Carbonato de Calcio siendo de baja pureza para la obtención de óxido de Calcio CaCO para la obtención de la Cal, se observa también que cerca del 40% del material se pierde por calcinación, siendo estos en mayoría áridos calcinados, que van a parar a la Ceniza de Cal, ya que son parte de cantos rodados los que no pasan a ser parte de la Cal obtenida. , (p. 64-65)

Esta afirmación por parte del autor es coherente con lo registrado en la zona de hornos de cal de Sacrafamilia y al respecto se asevera que la gran pérdida por calcinación, es decir las partículas resultantes al postratamiento de la calcinación, es grande por el propio proceso artesanal de su obtención. Aún en procesos industrializados existe pérdidas por calcinación Gálvez (2003) establece que:

El rendimiento de la calcinación depende también de la forma y del tamaño de la caliza; es necesaria la regularidad en las dimensiones de la roca con el fin de evitar las partes no cocidas o sobrecocidas. Las partes sobrecocidas se originan como consecuencia de calentar demasiado la caliza. Si una caliza se sigue calentando más de lo

necesario, se llega a un punto donde la cal producida empieza a perder actividad química, se vuelve densa, y al final se quema y queda completamente inerte. Las cales sobrecocidas tienen aplicación en la fabricación de material refractario. (p.22)

Finalmente, la calcinación de piedra caliza ya sea por procesos artesanales o industriales siempre generan partículas que no se descompusieron adecuadamente y estas partículas son seleccionadas durante la etapa de postratamiento y selección de la cal.

Al final de la calcinación, siempre quedan partículas de carbonatos de calcio o de magnesio que no se descompusieron; si esta cantidad de partículas es muy grande, la cal será pobre o un producto con poca cal disponible; a esta cantidad se le llama pérdida al fuego del producto. (Gálvez Barrera, 2003, p. 22)

En la figura 4 se evidencia las partículas que no se descompusieron luego de la calcinación, sumado a ello se nota que en gran parte de la zona están acopiados montículos del mismo material lo cual genera impactos visuales negativos sin mencionar que no se han tratado de forma adecuada su almacenamiento.

Figura 4

Partículas no descompuestas luego del proceso de calcinación de la piedra caliza



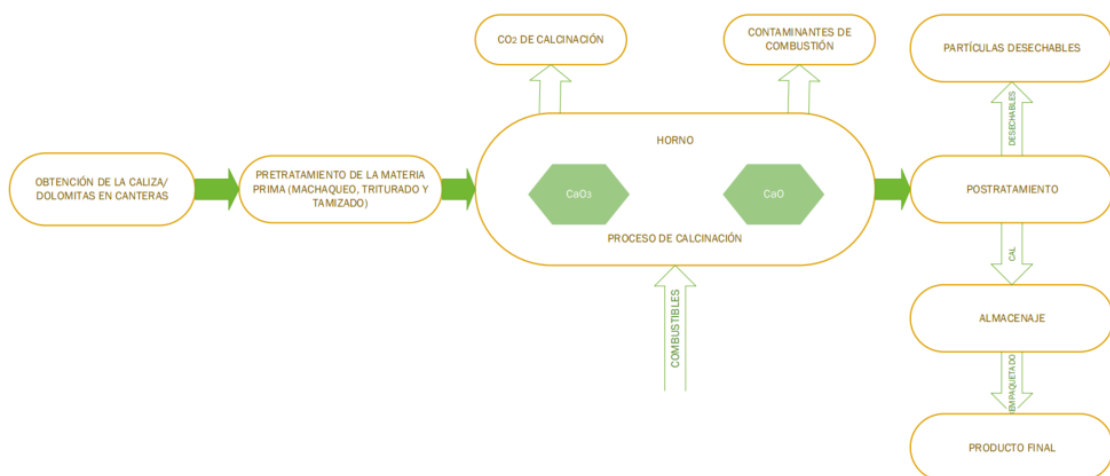
Nota: Fuente: *Elaboración propia.*

2.2.1.5. Proceso de obtención de la cal en Sacrafamilia.

En los hornos artesanales de Sacrafamilia el proceso para la obtención de la cal se da según el siguiente esquema.

Figura 5

Proceso de calcinación en hornos artesanales de Sacrafamilia



Nota: Fuente: *Elaboración propia.*

Como se muestra en el esquema de la figura 5 en el proceso de fabricación de la cal por medios tradicionales o artesanales existe una etapa de postratamiento el cual básicamente es el proceso de selección de la cal; el producto apto para el comercio es almacenado y distribuido al sector construcción de la zona, sin embargo, las partículas que no han alcanzado el grado de descomposición ni trituración requerida son desechados tal como se ha mostrado en la figura 4 este hecho genera impactos visuales negativos en la zona por lo que es apropiado realizar un adecuado tratamiento para su almacenamiento.

2.2.1.6. Subproductos de la calcinación de piedra caliza.

Conforme se ha referido en párrafos anteriores en la zona de Sacrafamilia únicamente se realiza la producción de cal por medios artesanales o tradicionales de este proceso se derivan las partículas no calcinadas, específicamente en la etapa de postratamiento en donde se selecciona la cal y se desecha las partículas que no lograron alcanzar la trituración requerida, estos subproductos son la "ceniza de cal", "escoria de cal" y las "partículas" no calcinadas.

Es relevante destacar que estos términos no son ampliamente reconocidos en el ámbito de la química o la industria de la construcción. No obstante, "ceniza de cal" podría aludir a los residuos o subproductos que permanecen tras la quema o calcinación de la caliza y materiales orgánicos como la madera, carbón, petróleo o residuos sólidos los cuales le dan un tono rojizo a su estructura ver figura 7, por otro lado, la "escoria de cal" es un subproducto de los procesos de fundición o metalurgia, donde se funden minerales metálicos, los mismos que son composición de las

piedras calizas. La escoria se forma cuando los fundentes reaccionan con las impurezas presentes en el mineral y forman una capa superficial de desechos fundidos lo cual puede contener una mezcla de óxidos metálicos, silicatos y otros compuestos de allí el color negro en su estructura ver figura 8; finalmente las “partículas” no calcinadas comprenden el subproducto que no alcanzó la trituración a través de la calcinación esto principalmente por el grado de calor aplicado a la quema de las calizas; a través de la calcinación artesanal se alcanza un máximo de 900°C lo cual a ciertas piedras calizas no son suficientes para descomponerlas este hecho no se presenta en un proceso industrial donde se registran hasta temperaturas de 3000°C, las partículas no calcinadas presentan tono blanquecino, grisáceo y rojizo ver figura 9.

Figura 6

Identificación de los subproductos posteriores a la calcinación.



Nota: Fuente: Elaboración propia.

Figura 7

Ceniza de Cal



Nota: Fuente: *Elaboración propia.* El subproducto conocido en el medio como ceniza de cal se obtiene de la boca del horno cuando se retira las brazas del fogon que se van consumiendo para ser reemplazarlas por más leña y continúe la calcinación.

Figura 8

Escoria de cal



Nota: Fuente: *Elaboración propia*. Estos subproductos son directamente obtenidos de la bóveda del horno durante el proceso de postratamiento y selección de la piedra caliza cocida allí se identifica los materiales no calcinados y son desechados.

Figura 9

Partículas no calcinadas



Nota: Fuente: *Elaboración propia*. Las piedras calizas que han cocido bien son fácilmente identificadas por que pierden aprox. el 40 a 50% de su peso generalmente las piedras que no alcanzaron la coccion requerida son los de la parte alta de la bóveda y del corazón de las piedras caliza todos estos son desechados.

La calcinación representa un proceso en el cual se somete a calor la caliza u otros materiales que contienen carbonato de calcio, con el fin de descomponerlos en óxido de calcio (cal viva) y dióxido de carbono. Estos residuos resultantes de la calcinación pueden contener una combinación de óxido de calcio sin reaccionar, otros elementos minerales, impurezas y posiblemente restos de carbono. La composición de estas partículas puede variar según la fuente y las condiciones específicas de la calcinación por lo cual es importante conocer las propiedades físicas y

químicas de las partículas resultantes al postratamiento de la calcinación, así como las condiciones en las que se obtienen. El postratamiento de la calcinación comprende la selección de la cal apta para la construcción y el desecho de las partículas que no se trituraron luego de la calcinación.

2.2.1.7. Partículas resultantes al postratamiento de la calcinación de piedra caliza.

Luego del proceso de calcinación existe un proceso de postratamiento el cual consiste en la selección de la cal apta para la venta en la industria de la construcción y por su parte las partículas que no son idóneas para la cal, generalmente son desechadas; es importante indicar que por el proceso artesanal de fabricación existen en mayor cantidad las partículas desechables a comparación de un proceso industrial estas partículas generalmente no se obtienen.

Las partículas desechadas se obtienen en diversos tamaños no existe un patrón con el cual clasificar a estas partículas que son obtenidas directamente del proceso de calcinación encontrándose de diversos tamaños hasta el máximo registrado de 5” las partículas grandes es decir de mayor a 2” son devueltas a los hornos en la siguiente calcinación las partículas de menor tamaño son desechadas en ese contexto el análisis de la presente investigación está dirigida a las partículas seleccionadas que puedan aplicarse como material de subbase en pavimentos rígidos como tamaño máximo de 1 1/2” si las hubiera.

Figura 10

Partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza



Nota: Fuente: Elaboración propia.

Figura 11

Granulometría de las partículas



Nota: Fuente: Elaboración propia.

2.2.2. Pavimento

Un pavimento es una superficie elástica que se ha construido con materiales duraderos con la intención de facilitar el paso de automóviles, personas y animales. Los objetivos físicos y mecánicos de un pavimento son distribuir uniformemente las cargas colocadas sobre el suelo utilizando varias capas y mantenerse dentro de la capacidad de carga del material de la subrasante. “Un pavimento es un elemento estructural monocapa o multicapa, apoyado en toda su superficie, diseñado y construido para soportar cargas estáticas y/o móviles durante un periodo de tiempo predeterminado...”. (Vivar, 1995, p.01)

Becerra (2012) señala que los pavimentos, son estructuras que están formadas por una carpa de rodadura y una serie de capas granulares, que descansan sobre el terreno natural, también conocido como: subrasante. El pavimento está diseñado para transmitir y distribuir las cargas vehiculares que circularán encima durante todo el periodo de tiempo para el cual fue diseñado. Debido a que, los esfuerzos producidos por los vehículos al momento del paso decrecen con la profundidad, se debe de colocar los materiales con mayor capacidad portante en las capas superiores. Toda esta estructura es diseñada para proteger al suelo natural.

2.2.2.1. Características del pavimento.

Los pavimentos deben cumplir con las características:

- Proporcionar solidez frente a las implicaciones de las cargas generadas por el tráfico.
- Presentar una configuración superficial adecuada para las velocidades de tráfico previstas.

- Exhibir resistencia al desgaste provocado por la fricción en los neumáticos o las llantas.
- Debe contar con una uniformidad en su superficie, tanto en dirección transversal como longitudinal, para garantizar la comodidad de los usuarios.
- Mostrar un desempeño aceptable en términos de drenaje.
- Deberá poseer una tonalidad adecuada para prevenir deslumbramientos y reflejos, proporcionando así seguridad al usuario.
- El nivel de ruido originado por la fricción entre los neumáticos y el pavimento no debe afectar la capacidad auditiva del usuario.

2.2.2.2. Funciones del pavimento.

La principal finalidad de un pavimento consiste en proporcionar una superficie adecuada para el tráfico vehicular y distribuir las cargas generadas por este de manera que no se excedan los límites de tensión permitidos en las diferentes capas del pavimento y en los suelos de base, subbase y subrasante.

Cuando el pavimento de una estructura está correctamente instalado sobre sus capas de base, subbase y subrasante, según el tipo de pavimento, sirve como superficie de apoyo que permite un tránsito de vehículos seguro y cómodo, velocidades operativas y condiciones meteorológicas necesarias para los vehículos.

En el ámbito urbano la pavimentación de las calles contribuye a evitar la contaminación ambiental como puede ser la emisión de polvos, el manejo del drenaje pluvial aportando a la conducción del flujo de agua y

a la mejora del ornato público lo cual permite también la accesibilidad y genera un flujo comercial.

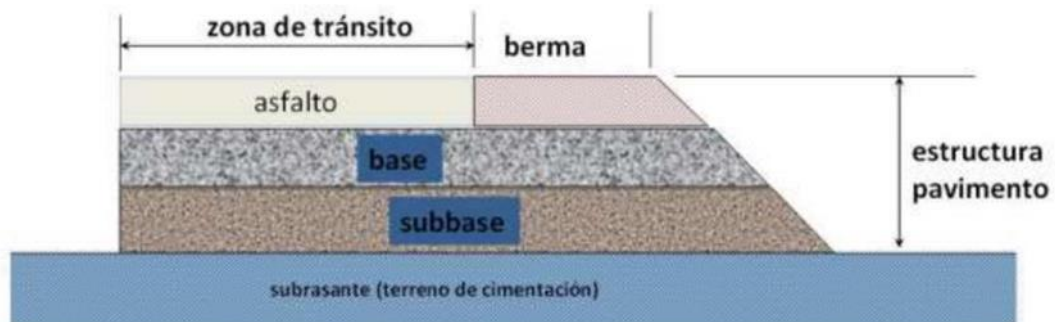
2.2.2.3. Tipos de pavimentos.

2.2.2.3.1. Pavimentos flexibles.

Según Becerra (2012), son aquellos que cuentan con una carpeta de rodadura formada por una mezcla asfáltica. Se le llama pavimento flexible debido a la forma en cómo se transmite las cargas desde la capa de rodadura hasta el terreno natural o subrasante. El asfalto no es quien absorbe, en su totalidad, las cargas de los vehículos, si no que actúa más como una capa transmisora. Debido a esto, los pavimentos flexibles requieren de una mayor cantidad de capas intermedias entre la capa de rodadura y la subrasante.

Figura 12

Estructura típica de pavimentos flexibles



Nota. Adaptado de *Tópicos de pavimentos de Concreto*, por Becerra, M., 2012,

(<http://bit.ly/3QiPFOy>).

Desde el punto de vista estructural fuera de la propia composición de la carpeta de rodadura del pavimento flexible el punto de análisis es respecto a las capas de relleno, este tipo de

pavimentos recibe ese nombre principalmente por la capa de rodadura la cual no es la que soporta las cargas vehiculares sino más bien las capas de relleno como la base y subbase por lo que en tema de diseño es muy importante la selección de estos materiales y los requerimientos que deben superar según las normativas de cada país.

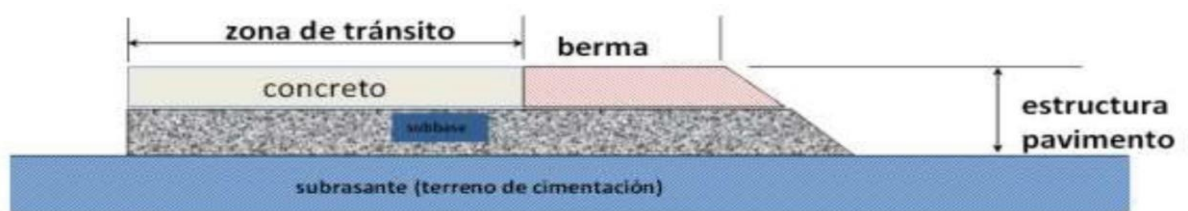
2.2.2.3.2. Pavimentos rígidos.

“Son aquellos que tienen una carpeta de rodadura conformada por concreto de cemento hidráulico. Recibe el nombre de pavimento rígido debido a las propiedades de la carpeta de concreto, que absorbe en mayor grado las cargas vehiculares” (Becerra, 2012, p.6).

Dado que el concreto utilizado en la superficie de rodamiento es intrínsecamente resistente, tiene la capacidad de distribuir las cargas de los vehículos de manera efectiva, lo que resulta en una menor necesidad de capas granulares entre la superficie de rodamiento y la base de la carretera.

Figura 13

Estructura típica de pavimentos rígidos



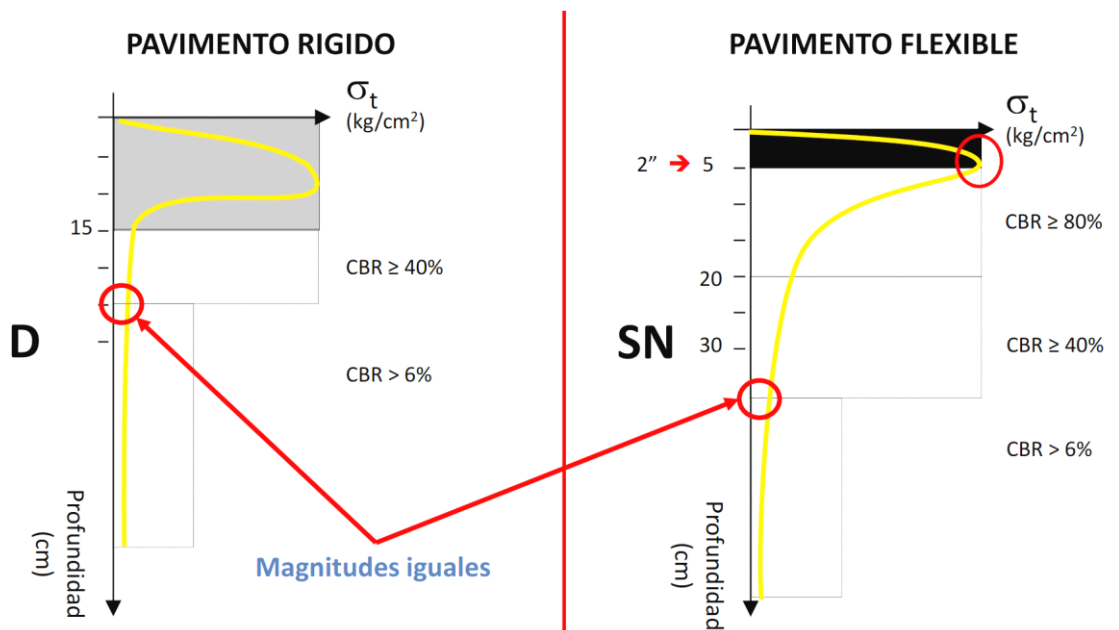
Nota. Adaptado de “Tópicos de pavimentos de Concreto”, por Becerra, M., 2012,

(<http://bit.ly/3QiPFOy>).

“La gran diferencia entre uno y otro tipo de pavimento es la forma en la que transmiten las cargas de tránsito, rigiendo este concepto la posterior concepción de su estructura.” (Becerra, 2012, p. 02)

Figura 14

Comportamiento Estructural de los Pavimentos



Nota: Adaptado de *Introducción a los Pavimentos Rígidos*, por Céspedes, 2020, 100%

INGENIEROS.

2.2.2.4. Bases y sub-bases.

En primer punto la capa base de una estructura de pavimentos Santiesteban (2023, pp.11-12) la define como:

Esta capa es la que soporta en mayor parte las cargas que son producidas por los vehículos al momento de transitar por la vía.

Sobre ella se coloca la carpeta de rodadura debido a que el material

que conforma esta carpeta posee una baja capacidad de carga en la superficie por falta de confinamiento.

La capa subbase, la definición que puntualiza el MEF, (2015) es la siguiente:

Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. (p.13)

Si bien la definición de subbase que establece el Ministerio de Economía y Finanzas en coordinación con el Ministerio de Transportes y Comunicaciones nos direcciona a un pavimento flexible otra definición coherente con la investigación la concreta Canaza (2020) que en su trabajo lo define como:

La subbase descansa sobre la subrasante y los requerimientos de calidad del material que la compone son menos estrictos, debido a que los esfuerzos verticales transmitidos a través de los estratos de pavimento son mayores en la superficie ya que disminuyen conforme se profundiza. (p. 43)

A esta definición se debe puntualizar que la capa subbase en pavimentos rígidos están directamente en contacto con la capa de rodadura o el concreto hidráulico y que según el valor de soporte relativo de la subrasante, esta capa pueda o no existir; de manera más clara, cuando se

presenta valores de CBR buenos o excelentes de la subrasante no es necesario colocar las capas de subbase los valores de buenos o excelentes lo establece las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013) .

Por otro lado, en términos de materiales las normativas vigentes resaltan que los materiales tanto para base y subbase deben ser granulares y cumplir con los requisitos de calidad de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013) que forma parte del Manual de Carreteras aprobado por D.S. N° 034-2008-MTC y Norma Técnica de Edificación CE.010 Pavimentos Urbanos que forma parte del reglamento Nacional de Edificaciones apartado Habilitaciones Urbanas - Componente Estructural; la diferencia entre la aplicación de estas normas se puntualizará en el apartado correspondiente sin embargo a grandes rasgos la aplicación de cada una de las normas es correspondiente a la envergadura del proyecto.

En lo que respecta al uso del material, la subbase o base se utilizará principalmente según el tipo de pavimento que se planea diseñar o construir. Se comprende que los pavimentos rígidos no incluyen la capa base en su estructura, lo que implica que los criterios para la selección del material difieren de los pavimentos flexibles.

La capa base se utiliza, en nuestro medio, en el diseño y/o construcción de pavimentos flexibles sin embargo en algunos países también se define a la capa base como estructura de pavimentos rígidos con lo cual el concepto del material será variable según la zona donde se

realice el diseño y/o construcción para tal efecto las normativas de cada país determinan la selección del material y la aplicación de las capas estructurales de los pavimentos. En términos generales la capa base y subbase no se define por su posicionamiento en las estructuras de los pavimentos sino por la clasificación del propio material y los ensayos y/o pruebas que deben superar según el tipo de pavimento.

A consecuencia de esta investigación se direccionará el estudio de la capa de subbase para pavimentos rígidos por lo que es importante notar las diferencias entre la subbase de un pavimento flexible y la subbase de un pavimento rígido las cuales se enuncian a continuación:

- a) Materiales: En términos de materiales según las normativas vigentes hay una similitud en su requerimiento sin embargo en las normas del MTC solicitan un CBR mínimo de 40% en cambio las normas del RNE el valor mínimo es del 30%; así también el MTC exige el ensayo especial de Partículas Chatas y Alargadas con un valor máximo del 20% lo cual no es exigencia del RNE.
- b) Transmisión de cargas: En un pavimento flexible, la subbase tiene la función de distribuir las cargas del tráfico y proporcionar soporte al pavimento. En cambio, en un pavimento rígido, la losa de concreto absorbe directamente los esfuerzos y en menor cantidad se transmite a la subbase y suelo de forma minimizada.
- c) Durabilidad: Debido a que la subbase de un pavimento flexible está compuesta por una capa de material granular, es más susceptible a la deformación y a la formación de baches con el tiempo. En cambio, la

losa de hormigón de un pavimento rígido es más resistente a la deformación y a la formación de baches, por lo que la subbase no debe presentar mayor deformación gracias a la losa de concreto lo que le confiere una mayor durabilidad.

- d) Costo: El costo de construcción de un pavimento rígido es generalmente mayor que el de un pavimento flexible, debido a que requiere una mayor cantidad de materiales y mano de obra. Sin embargo, el costo de mantenimiento de un pavimento rígido es generalmente menor que el de un pavimento flexible, debido a su mayor durabilidad.

En conclusión, la principal distinción entre la subbase de un pavimento flexible y la subbase de un pavimento rígido es cómo distribuye cada una de ellas las tensiones a la subrasante o al terreno natural. El pavimento rígido absorbe las cargas del tráfico vehicular directamente y las transfiere directamente a la subbase de forma minimizada y luego a su vez las transfiere mínimamente al suelo por lo que se dice que la losa del pavimento rígido absorbe la transferencia de cargas en su mayoría. Por el contrario, el pavimento flexible no absorbe las cargas, sino que las distribuye a las capas directamente, siendo la capa base la principal en dispersar las cargas para luego dirigir las a la subbase que como segunda función tiene la propiedad de ser un material granular que permite el adecuado drenaje de la estructura del pavimento. Además, el pavimento rígido suele ser más duradero y necesita menos mantenimiento que el flexible, pero sus costos de construcción suelen ser mayores, en ese contexto y a sabiendas que el material de subbase para pavimento rígido

tiene menores requerimientos de sus propiedades mecánicas que el pavimento flexible es recomendable la reducción de costos en la obtención de materiales por lo que se abre una inmensa variedad de materiales a requerir que cumplan los requisitos normativos vigentes.

2.2.2.5. Subbase Granular.

En el contexto del material de subbase, para uso en pavimentos rígidos, se define como la capa que se ubica inmediatamente después de la losa de concreto o capa de rodadura y encima de la subrasante o terreno natural lo cual depende del diseño y cálculo estructural.

Según la Norma Técnica de Edificación CE.010 "Pavimentos Urbanos" del Reglamento Nacional de Edificaciones en el apartado Habilitaciones Urbanas Componentes Estructurales, la subbase se define como una capa de material granular o tratado que se coloca directamente sobre el suelo de fundación y debajo de la capa de base en un pavimento rígido. Su función principal es proporcionar una superficie uniforme para la capa de base de concreto y distribuir las cargas del tráfico de manera efectiva hacia el suelo de fundación.

La normativa peruana establece requisitos específicos para el material de subbase, incluyendo propiedades relacionadas con la resistencia, la gradación, la compactación y otras características técnicas. Estos requisitos están diseñados para garantizar que la subbase cumpla con su función de soporte y distribución de cargas de manera adecuada.

Es importante señalar que la definición y los requisitos específicos para la subbase pueden variar según las normativas y estándares

específicos de cada país, por lo que es fundamental consultar la normativa local vigente al planificar y diseñar pavimentos rígidos en Perú.

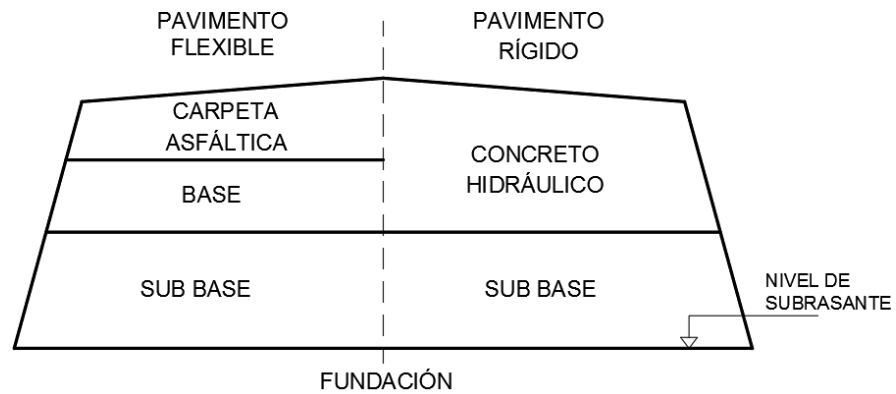
2.2.2.6. Importancia de la subbase granular.

Como tal, la normativa peruana establece el uso de material de subbase granular para pavimentos rígidos, la importancia de las capas granulares de un pavimento las analiza Quispe (2020) el cual la define como:

El desempeño de un pavimento, entre varios factores, depende fundamentalmente del comportamiento individual y en conjunto de su fundación y de sus capas granulares, capa de rodadura y otras capas de las que pudiese estar compuesta su estructura.

Figura 15

Distribución de cargas en pavimentos rígidos



Nota: Adaptado de *Importancia del desempeño de las capas granulares de un pavimento*, Estructuras típicas de pavimento flexible y rígido, por Quispe, 2020,

<https://www.linkedin.com/pulse/importancia-del->

[desempe%C3%B1o-de-las-capas-granulares-un-quispe-espinoza/](https://www.linkedin.com/pulse/importancia-del-desempe%C3%B1o-de-las-capas-granulares-un-quispe-espinoza/)

Las capas granulares típicas de un pavimento flexible son la sub-base y base. En el caso de los pavimentos rígidos puede omitirse la capa de base granular, dependiendo esto del nivel de solicitaciones del tráfico y de la calidad de la fundación.

Es importante prestar la debida atención a las características de los materiales que se emplean para estas capas granulares, pues de lo contrario cualquier deficiencia puede traducirse en fallas prematuras, desempeños deficientes y bajos índices de condición de los pavimentos.

Como indica el autor es necesario prestar atención al diseño de las capas granulares de los pavimentos pues un mal diseño de ellos puede ocasionar el deterioro de la capa de rodadura a edades prematuras por lo que es necesario establecer un plan de control de calidad para asegurar el cumplimiento de los requisitos de la normativa vigente.

La capa de Subbase representa una base de menor calidad puesto que están más alejadas de las cargas de tráfico dado que la transmisión de cargas las realiza directamente la losa de concreto del pavimento, la importancia principal radica entonces en la condición y función drenante lo cual evita el deterioro de la losa de concreto por efecto de la humedad esto contribuye directamente en la durabilidad del pavimento rígido.

2.2.2.7. Enfoque normativo de la subbase granular.

Las normativas peruanas vigentes para la selección del material de subbase granular lo establecen las siguientes:

- Especificaciones Generales para Construcción EG-2013 del Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, versión vigente julio 2013.
- Norma CE.010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, versión vigente enero 2010.

La diferencia entre ambos radica en que se aplican a diferentes tipos de proyectos y enfoques como son:

A. Tipo de Proyectos:

- EG-2013: Las "Especificaciones Generales para Construcción" están diseñadas principalmente para proyectos de carreteras y vías de transporte, incluyendo carreteras de mayor envergadura y vías de comunicación a nivel nacional.
- CE.010: La "Norma CE.010 Pavimentos Urbanos" se enfoca en pavimentos urbanos, que generalmente están relacionados con áreas urbanas y municipales, como calles, avenidas y áreas locales dentro de las ciudades.

B. Alcance de Aplicación:

- EG-2013: Las EG-2013 abordan una variedad de aspectos relacionados con la construcción de carreteras, incluyendo aspectos geotécnicos, materiales, diseño, construcción y mantenimiento de carreteras, lo que incluye la subbase.

- CE.010: La Norma CE.010 se centra específicamente en los pavimentos urbanos y las regulaciones relacionadas con la construcción de pavimentos dentro de áreas urbanas.

C. Enfoque Técnico:

- EG-2013: Las EG-2013 pueden ser más detalladas en términos técnicos debido a la complejidad de las carreteras y su función en la red de transporte. Pueden incluir especificaciones técnicas más específicas para la subbase.
- CE.010: La Norma CE.010 puede estar adaptada para pavimentos urbanos, que pueden ser de menor envergadura en comparación con las carreteras principales. Las regulaciones pueden ser más concisas y adecuadas para entornos urbanos.

D. Requisitos de Diseño y Construcción:

- EG-2013: Las EG-2013 pueden incluir requisitos específicos para el diseño y la construcción de subbases en carreteras, teniendo en cuenta la durabilidad y el rendimiento de largo plazo.
- CE.010: La Norma CE.010 puede abordar requisitos de diseño y construcción de subbases en pavimentos urbanos, pero estos requisitos pueden adaptarse a las condiciones y demandas específicas de áreas urbanas.

En resumen, la diferencia radica principalmente en la envergadura del proyecto a desarrollar y los requisitos solicitados para subbases de

pavimentos urbanos son menores por lo cual la selección de materiales no ofrece mayores restricciones para su uso.

2.2.3. Norma Técnica de Edificaciones CE.010 Pavimentos Urbanos

2.2.3.1. Regulaciones de la Norma Técnica de Edificaciones CE.010 Pavimentos Urbanos.

La Norma Técnica de Edificaciones CE.010 pertenece al Reglamento Nacional de Edificaciones en el apartado de Habilitaciones Urbanas lo correspondiente a Componente Estructural, la finalidad de la Norma Técnica CE.010 “Pavimentos Urbanos” es establecer los requisitos mínimos para el diseño, construcción, rehabilitación, mantenimiento, rotura y reposición de pavimentos urbanos.

Algunos de los objetivos específicos de esta norma son:

- Asegurar la durabilidad de los pavimentos urbanos, considerando aspectos como la resistencia de los materiales, la compactación adecuada y la calidad de la construcción.
- Promover el uso racional de los recursos en la construcción de pavimentos urbanos, optimizando el diseño y la selección de materiales.
- Garantizar el buen comportamiento de las aceras, pistas y veredas, contribuyendo a la seguridad y comodidad de los peatones y conductores.
- Conservar la infraestructura urbana, manteniendo el orden, la circulación y el tránsito eficiente en las vías urbanas.

- Establecer criterios técnicos para el análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad e inspección de pavimentos urbanos.

2.2.3.2. Importancia de la Norma Técnica de Edificaciones CE.010

Pavimentos Urbanos.

La Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos es de gran importancia debido a los siguientes aspectos:

- Establecimiento de requisitos mínimos: La norma define los requisitos mínimos para el diseño, construcción, rehabilitación, mantenimiento, rotura y reposición de pavimentos urbanos, lo que garantiza la calidad y durabilidad de las estructuras viales.
- Uso racional de los recursos: La norma promueve el uso eficiente de los recursos en la construcción de pavimentos, considerando aspectos como la optimización de los espesores y la selección adecuada de los materiales, lo que contribuye a la sostenibilidad y ahorro de costos.
- Seguridad y funcionalidad: La norma asegura el buen comportamiento de las aceras, pistas y veredas, garantizando la seguridad de los usuarios y la funcionalidad de las vías.
- Aplicación en proyectos de infraestructura: La norma es utilizada en el diseño y construcción de proyectos de infraestructura vial, como carreteras, calles y avenidas, lo que contribuye al desarrollo y modernización de las ciudades.
- Cumplimiento obligatorio: La norma es de cumplimiento obligatorio para todas las entidades públicas, personas naturales y jurídicas de derecho privado que proyectan o ejecutar habilitaciones urbanas y

edificaciones en el territorio nacional, lo que garantiza la uniformidad y calidad de los pavimentos urbanos en todo el país.

- Actualización periódica: La norma se actualiza periódicamente para incorporar avances tecnológicos y demandas de la sociedad, lo que asegura su vigencia y adaptación a las nuevas necesidades.

2.2.3.3. Requerimientos de la Norma Técnica de Edificación CE.010

Pavimentos Urbanos respecto los materiales para subbase granular.

Enfocado en los materiales para subbase estos deberán cumplir los requisitos mínimos establecidos siguientes:

Figura 16

Requisitos Granulométricos para subbase granular por la CE.010

TABLA 4				
Requerimientos Granulométricos para Sub-Base Granular				
Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A *	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 – 95	100	100
9,5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4,75 mm (N° 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2,0 mm (N° 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4,25 µm (N° 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 µm (N° 200)	2 – 8	5 – 15	5 – 15	8 – 15

Fuente: Sección 304 de las EG-2000 del MTC
* La curva de gradación "A" deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 msnmm.

Nota. Adaptado de *Norma Técnica de Edificación CE.010 Pavimentos Urbanos*,

(p.10), por Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010, ICG.

La figura 16 muestra que, según la altitud, la normativa establece que, por encima de los 3000 metros sobre el nivel del mar, se debe utilizar la gradación A. El estudio se lleva a cabo en centro poblado de Sacrafamilia con una altitud de 4100 msnm y se planea usar el material analizado en zonas aledañas. Principalmente, esta elección se basa en consideraciones económicas, ya que el costo del transporte aumenta con la distancia. Por lo tanto, la altitud de la zona será el principal factor a considerar en el estudio, priorizando el uso de la gradación A para el material de subbase granular.

Además, la normativa requiere valores mínimos para propiedades físicas y mecánicas, los cuales se detallan en la tabla 5 del CE.010, como se indica en la figura 17.

Figura 17

Requerimientos de calidad para subbase granular por la CE.010

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		< 3000 msnmm	≥ 3000 msnmm
Abrasión Los Angeles	NTP 400.019:2002	50 % máximo	
CBR de laboratorio	NTP 339.145:1999	30-40 % mínimo*	
Límite Líquido	NTP 339.129:1998	25% máximo	
Índice de Plasticidad	NTP 339.129:1998	6% máximo	4% máximo
Equivalente de Arena	NTP 339.146:2000	25% mínimo	35% mínimo
Sales Solubles Totales	NTP 339.152:2002	1% máximo	

* 30% para pavimentos rígidos y de adoquines. 40% para pavimentos flexibles.

Nota. Adaptado de *Norma Técnica de Edificación CE.010 Pavimentos Urbanos*, (p.11), por Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010, ICG.

Al respecto de la tabla se ha previsto que para la zona de estudio y aplicación se requieren los valores de:

- Abrasión Los Ángeles máximo 50%,
- CBR de laboratorio mínimo 30%,
- Límite Líquido máximo 25%,
- Índice de Plasticidad máximo 4%,
- Equivalente de Arena mínimo 35%,
- Sales Solubles máximo 1%.

2.2.3.3.1. Análisis granulométrico.

El análisis granulométrico es una técnica utilizada en geología, ingeniería civil, industria de la construcción y otras disciplinas para determinar la distribución de tamaños de partículas en un suelo, sedimento, agregado u otro material granular. Esta distribución de tamaños es fundamental para comprender y predecir el comportamiento de los materiales en diversas aplicaciones, como la construcción de carreteras, cimentaciones de edificios, diseño de mezclas de concreto, entre otros.

El proceso de análisis granulométrico implica separar y clasificar las partículas según su tamaño y luego cuantificar la cantidad de material en cada fracción de tamaño. Hay varias técnicas para llevar a cabo este análisis, pero una de las más comunes es el tamizado, donde se utilizan tamices de diferentes tamaños de malla para separar las partículas según su tamaño. Las partículas más grandes quedan atrapadas en los tamices con aberturas más grandes, mientras que las más pequeñas pasan a través de los tamices con aberturas más pequeñas.

Después de tamizar, se pesa la fracción retenida en cada tamiz y se registra el peso acumulado de las fracciones retenidas. Estos datos se utilizan para trazar una curva granulométrica, que muestra la distribución porcentual del material en función del tamaño de las partículas. Esta curva es

fundamental para comprender las propiedades del material, como su capacidad de drenaje, compactabilidad, estabilidad, entre otras.

2.2.3.3.2. Abrasión los Ángeles.

La prueba de abrasión Los Ángeles comúnmente utilizado para evaluar la resistencia al desgaste de los agregados gruesos utilizados en la construcción de carreteras y pavimentos. Esta prueba proporciona información crucial sobre la durabilidad y la resistencia de los agregados frente a las fuerzas abrasivas que experimentan en condiciones de tráfico real.

El procedimiento de la prueba implica colocar una muestra de agregado en un tambor giratorio junto con una carga específica de bolas de acero. El tambor gira durante un período de tiempo definido a una velocidad constante. Durante este proceso de rotación, las bolas de acero impactan repetidamente contra la muestra de agregado, generando un efecto de abrasión similar al que experimenta el agregado en una carretera debido al tráfico vehicular.

Después de completar el ciclo de abrasión, se retira la muestra del tambor y se evalúa el desgaste mediante la medición del peso perdido por el agregado y la realización de un análisis granulométrico de la muestra antes y después de la prueba. La pérdida de peso se calcula como el porcentaje de la masa inicial del agregado, y esta medida proporciona una indicación de la resistencia del agregado al desgaste abrasivo.

Los resultados de la prueba de abrasión Los Ángeles son importantes para determinar la idoneidad de un agregado para su uso en aplicaciones de pavimentación. Los agregados que experimentan una pérdida de peso excesiva pueden ser susceptibles a la erosión prematura y al desgaste en servicio, lo que podría resultar en una vida útil más corta del pavimento y costos adicionales de mantenimiento.

2.2.3.3.3. CBR de Laboratorio.

El Índice de Soporte California (CBR, por sus siglas en inglés: California Bearing Ratio) es una medida de la resistencia de un suelo a la penetración de una punta estándar bajo condiciones específicas. Esta prueba se utiliza principalmente para evaluar la capacidad portante de los suelos, es decir, su capacidad para soportar cargas aplicadas sin sufrir un asentamiento excesivo.

El procedimiento típico de la prueba CBR implica la compresión de una muestra de suelo compactada en condiciones controladas. Se utiliza un pistón o punta circular para penetrar el suelo a una velocidad específica, generalmente 1.25 mm/minuto. La carga requerida para penetrar el suelo a una profundidad estándar (generalmente 2.5 mm o 5.0 mm) se mide y se compara con la carga necesaria para penetrar un material estándar, generalmente una mezcla de agregado triturado y polvo de piedra caliza compactada en condiciones similares. La relación entre

estas dos cargas se expresa como un porcentaje y se denomina Índice de Soporte California (CBR).

Un valor de CBR del 100% indica que el suelo tiene la misma resistencia a la penetración que el material estándar. Los suelos con valores de CBR más altos se consideran más aptos para soportar cargas, mientras que los suelos con valores de CBR más bajos son menos capaces de soportar cargas sin deformarse. Los resultados de la prueba CBR se utilizan para determinar el espesor del pavimento necesario y para diseñar cimentaciones adecuadas, lo que ayuda a garantizar la seguridad y la durabilidad de las infraestructuras.

2.2.3.3.4. Límite Líquido.

El límite líquido es una propiedad importante de los suelos que describe su comportamiento de flujo. Es uno de los límites de consistencia utilizados en la mecánica de suelos para caracterizar la plasticidad de un suelo, es decir, su capacidad para deformarse sin romperse.

El límite líquido se define como el contenido de humedad del suelo en el cual el suelo pasa de un estado semilíquido a un estado plástico. Es el contenido de agua más bajo en el que el suelo todavía puede fluir bajo la influencia de un pequeño esfuerzo cortante. Este límite se determina utilizando la prueba del aparato de Casagrande, donde se manipula una

muestra de suelo con una herramienta estandarizada hasta que exhibe un cierto grado de fluidez.

Durante la prueba del límite líquido, se toma una muestra de suelo con un contenido de humedad inicial conocido y se coloca en una copa de Casagrande. Luego, se golpea suavemente la copa mientras se va agregando agua a la muestra, permitiendo que la humedad penetre en el suelo. La muestra se manipula con una herramienta estandarizada hasta que se observa un cierre de una ranura de cierta longitud en la muestra. Este cierre marca el punto en el que el suelo pasa de un estado semilíquido a uno plástico, y el contenido de humedad en este punto se registra como el límite líquido.

El límite líquido es una medida importante en la clasificación de suelos según el sistema de clasificación unificado del suelo (SUCS). Los suelos con límites líquidos más altos tienden a ser más plásticos y sensibles a cambios en el contenido de humedad, mientras que los suelos con límites líquidos más bajos tienden a ser menos plásticos y más estables.

2.2.3.3.5. Índice de Plasticidad.

El índice de plasticidad es otra propiedad importante de los suelos que se utiliza junto con el límite líquido para caracterizar su plasticidad. La plasticidad se refiere a la capacidad de un suelo para deformarse y mantener su forma cuando se le aplica un esfuerzo.

El índice de plasticidad se define como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico de un suelo. Mientras que el límite líquido representa el contenido de humedad en el que un suelo pasa de un estado semilíquido a uno plástico, el límite plástico representa el contenido de humedad en el que un suelo pasa de un estado plástico a uno semisólido. Por lo tanto, el índice de plasticidad proporciona información sobre la amplitud de la variación del contenido de humedad en la que un suelo exhibe comportamiento plástico.

Para determinar el índice de plasticidad, primero se determina el límite líquido y el límite plástico del suelo mediante pruebas de laboratorio. El límite líquido se determina utilizando la prueba del aparato de Casagrande, como mencioné anteriormente. El límite plástico, por otro lado, se determina utilizando la prueba del hilo de suelo de Atterberg, donde se enrolla una muestra de suelo con un contenido de humedad específico en una forma de hilo de aproximadamente 3 mm de diámetro.

Una vez que se han determinado el límite líquido y el límite plástico, el índice de plasticidad se calcula restando el límite plástico del límite líquido.

El índice de plasticidad es una medida útil para clasificar los suelos y comprender su comportamiento de ingeniería. Los suelos con índices de plasticidad más altos tienden

a ser más plásticos y sensibles a los cambios en el contenido de humedad, lo que puede afectar su estabilidad y capacidad de soporte de cargas. Por otro lado, los suelos con índices de plasticidad más bajos tienden a ser menos plásticos y más estables.

2.2.3.3.6. Equivalente de Arena.

El equivalente de arena es una medida de la limpieza de un suelo fino, como el limo y la arcilla, en términos de la cantidad relativa de partículas de arena y la presencia de materiales finos que puedan afectar su desempeño en diversas aplicaciones, como en la construcción de pavimentos y terraplenes.

El procedimiento de la prueba de equivalente de arena implica la agitación de una muestra de suelo en una mezcla de agua y una solución de sulfato de calcio. Durante la agitación, las partículas finas de arcilla y limo tienden a dispersarse en el agua, mientras que las partículas más grandes de arena tienden a asentarse en el fondo del recipiente. Luego, se mide la profundidad de la capa de material claro (partículas finas dispersas) sobre la capa de arena y se expresa como un porcentaje de la altura total de la muestra.

Un alto valor de equivalente de arena indica que la muestra contiene principalmente partículas de arena y muy pocas partículas finas, lo que sugiere un suelo limpio y adecuado para

su uso en aplicaciones donde la presencia de partículas finas podría afectar negativamente su desempeño. Por otro lado, un bajo valor de equivalente de arena indica la presencia de una cantidad significativa de partículas finas en la muestra, lo que podría indicar la necesidad de una mayor limpieza o tratamiento del suelo antes de su uso. La prueba de equivalente de arena es importante en la evaluación de la calidad de los suelos finos y en la selección de materiales adecuados para aplicaciones específicas.

2.2.3.3.7. Sales Solubles.

Los resultados de la prueba de sales solubles son importantes para evaluar la calidad del suelo y determinar su idoneidad para diferentes usos, como la agricultura, la jardinería y la construcción. Los suelos con altos niveles de sales solubles pueden requerir medidas de manejo especializado, como el lavado del suelo con agua para eliminar las sales en exceso o la selección de cultivos tolerantes a la salinidad. Cuando se trata de la construcción de pavimentos y, específicamente, la subbase granular, el contenido de sales solubles en el suelo es un factor importante a considerar debido a su potencial impacto en la durabilidad y estabilidad del pavimento. Las sales solubles pueden afectar negativamente la calidad del suelo utilizado en la subbase granular de varias maneras:

- Efectos sobre la compactación: Las sales solubles pueden interferir en el proceso de compactación del suelo, dificultando la obtención de la densidad adecuada durante la construcción de la subbase. Esto puede resultar en una subbase menos estable y más propensa a la deformación bajo cargas repetidas.
- Efectos sobre la resistencia al agua: Altos niveles de sales solubles pueden contribuir a la formación de suelos eflorescentes, lo que significa que las sales se depositan en la superficie del suelo cuando el agua subterránea lleva las sales hacia la superficie y luego se evapora. Esto puede debilitar la estructura del suelo, comprometiendo su capacidad para soportar cargas y resistir el daño por agua.
- Efectos sobre la corrosión: Algunas sales solubles, como el cloruro de sodio, pueden ser corrosivas para el acero utilizado en la construcción de pavimentos, como las armaduras de refuerzo en pavimentos de concreto. La presencia de estas sales en la subbase granular puede acelerar el proceso de corrosión, lo que a su vez puede comprometer la integridad estructural del pavimento.
- Efectos sobre la resistencia al desgaste: Las sales solubles pueden contribuir a la formación de suelos más blandos y menos cohesivos, lo que puede aumentar la susceptibilidad del pavimento a la erosión y el desgaste, especialmente en áreas con alta actividad de tráfico.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Subbase granular

Es la capa de material pétreo (agregados) seleccionado que se construye sobre la subrasante. Sus funciones principales son: proporcionar un apoyo uniforme a la base, soportar las cargas que ésta transmite aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediatamente inferior (subrasante),

2.3.2. Calera

Horno para calcinar piedra caliza.

2.3.3. Partículas resultantes al postratamiento de la calcinación de piedra caliza

Es un subproducto de la post calcinación de piedra caliza generalmente son fragmentos más pequeños de la piedra caliza obtenidas luego del proceso de calcinación en la obtención de la cal.

2.3.4. Ceniza de cal

Material de residuo, resultado de la calcinación conjunta de la materia prima de la cal (generalmente utilizando la piedra caliza, pero también utilizando canto rodado, conocido comúnmente como piedra collota) juntamente con carbón, apilados unos sobre otros al interior de hornos artesanales, propios de la zona en la localidad de Sacra Familia en el distrito de Simón Bolívar, en la provincia y región de Pasco. (VASQUEZ, 2018, p. 102)

2.3.5. Escoria de cal

La escoria de cal es un subproducto que surge tras la fundición de ciertos metales hallados en las piedras calizas. Se produce durante el proceso en el cual

las piedras calizas se someten a altas temperaturas, provocando la separación de las impurezas y materiales no deseados del producto principal.

2.3.6. Granulometría

La granulometría es el estudio de la distribución estadística de los tamaños de una colección de elementos de un material sólido fraccionado; la distribución del tamaño de las partículas es la representación, en forma de tablas, números o gráficos, de los resultados obtenidos experimentalmente.

2.3.7. Límites de Consistencia

Los límites de consistencia, son las fronteras que definen los estados de consistencia del suelo. Los límites más utilizados en la práctica son:

- a) Límite líquido: Contenido de agua en el que el suelo cambia del estado líquido al estado plástico.
- b) Límite plástico: Contenido de agua en el que el suelo cambia del estado plástico al semisólido.
- c) Límite de contracción: Contenido de agua en el que el suelo cambia del estado semisólido al sólido.

Y los Índices que podemos asociar a los límites de consistencia y que nos pueden ayudar a tomar decisiones en la práctica son el Índice plástico y el Índice de liquidez.

2.3.8. Abrasión

Desgaste de una superficie, mediante un proceso mecánico infrecuente o anómalo.

2.3.9. Abrasión los Ángeles

Se refiere al procedimiento que se debe seguir para realizar el ensayo de desgaste de los agregados gruesos hasta 37.5 mm 1 ½” por medio de la máquina de Los Ángeles.

2.3.10. Capacidad de soporte

La capacidad de soporte en carreteras es el empleo del ensayo CBR (California Bearing Ratio) de laboratorio para determinar la resistencia de los suelos con fines de diseño de pavimentos (Montejo Fonseca, 2006).

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

- Si se lleva a cabo un proceso de evaluación de las partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza producidas en Sacrafamilia, entonces será posible afirmar o negar su utilización como material de subbase en pavimentos rígidos según la Norma CE.010.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- Si se determina las propiedades físicas y mecánicas exigidos por la norma CE.010 entonces se podrá caracterizar a las partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza para su uso como material de subbase granular en pavimentos rígidos.
- Si se contrasta, identifica y analiza las propiedades de las partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza con la norma CE.010 entonces se podrá determinar su idoneidad para su empleo como material de subbase en pavimentos rígidos.

- Si se propone la optimización para ciertas propiedades previamente identificadas de las partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza entonces se podrá mejorar y asegurar el cumplimiento normativo CE.010 para su uso como material de subbase granular, en caso se requiera.

2.5. Identificación de Variables

2.5.1. Variables independientes

- Las partículas resultantes al postratamiento de la calcinación de piedra caliza producidas en Sacrafamilia.

2.5.2. Variables dependientes

- Propiedades de las partículas direccionadas para material de subbase en pavimentos rígidos según Norma CE.010.

2.6. Definición Operacional de variables e indicadores

Tabla 2

Definición operacional de variables Pav

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones de Definición Conceptual	Indicadores Definición Operacional	Tipo de Variable
Partículas resultantes al postratamiento de la calcinación de piedra caliza	Las partículas resultantes al proceso de calcinación de la caliza es un material que se desecha luego de la calcinación al no alcanzar el grado de trituración requerido el cual se clasifica como un agregado puesto que su procedencia es principalmente de calizas y dolomitas trituradas por la calcinación los cuales son áridos.	Granulometría	Ensayo de Análisis Granulométrico	Cuantitativo
		Valor relativo de Soporte (CBR)	Ensayo de CBR de Laboratorio	
		% de Desgaste de agregados	Ensayo de Abrasión los Ángeles	
		Límite Líquido Índice de Plasticidad	Ensayo de Límites de Consistencia	
		Equivalente de Arena	Ensayo de Equivalente de Arena	
		Sales Solubles	Ensayo de Sales Solubles	

Nota: Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación aplicada con enfoque cuantitativo, la justificación es debido al manejo y recopilación de datos numéricos que provienen del análisis del material estudiado en este caso las partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza.

3.2. Nivel de Investigación

La investigación es de nivel explicativo o causal, debido a que se busca comprender la relación entre el material de subbase granular (las partículas) y el desempeño en los pavimentos rígidos en concordancia con la norma CE.010, y establecer causas y efectos en este contexto específico.

3.3. Métodos de investigación

La investigación planteada es una combinación de métodos las cuales son Método Experimental y Análisis Documental.

A. Método Experimental:

La investigación se desarrollará por completo en laboratorio de mecánica de suelos siguiendo los procedimientos de las normas técnicas peruanas comprendiendo la selección, observación y registro sistemático, valido y confiable de acontecimientos, cuadros de comportamiento y ambientes significativos para el problema que se plantea según:

- a) **Recopilación de Muestras:** Recolecta muestras de las partículas de piedra caliza de la cantera de Sacrafamilia antes y después del proceso de calcinación. Estas muestras deben ser representativas de la población de interés.
- b) **Pruebas de Laboratorio:** Realiza pruebas de laboratorio para evaluar una serie de propiedades relevantes para su uso como material de subbase granular en pavimentos urbanos. Estas pruebas pueden incluir granulometría, resistencia a la compresión, resistencia al desgaste, permeabilidad y otras propiedades específicas.
- c) **Evaluación de resultados:** Se realiza el análisis estadístico de los resultados obtenidos. Esto permitirá identificar las características y propiedades físicos, químicos y mecánicos de las partículas analizadas y se obtendrá las tendencias de sus propiedades a fin de ser comparadas con requerimientos establecidos en las normativas.

B. Análisis Documental:

Es un método de investigación que implica la revisión y el estudio de documentos escritos, registros, normativas, literatura científica y cualquier tipo de material escrito o registrado que sea relevante para el tema de investigación. Se consultará a la normativa CE-010 con el cual se va a analizar cómo las propiedades de las partículas se comparan con los requisitos establecidos en la Normativa CE-010 para su uso como material de subbase en pavimentos urbanos. Esto implica un análisis detallado para determinar si las partículas cumplen con los estándares requeridos.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación planteado es el experimental, el plan a seguir para el desarrollo de la investigación es la siguiente:

A. Etapa 1 - Elección de las caleras

Las partículas a evaluar serán parte de la producción de las caleras del centro poblado de Sacrafamilia por lo que es necesario la elección de las caleras para la obtención de muestras representativas.

B. Etapa 2 - Selección de muestras representativas.

Se deben seleccionar muestras representativas de las partículas post-calcinación de piedra caliza producidas en Sacrafamilia. Estas muestras deberán representar la variabilidad del material que se utilizará como subbase en los pavimentos rígidos.

C. Etapa 3 - Pruebas de laboratorio:

Se realizarán pruebas de laboratorio para evaluar las propiedades físicas y mecánicas de las muestras, como resistencia a la compresión, resistencia al desgaste, capacidad de absorción de agua, entre otras. Estas pruebas ayudarán a determinar cómo cada tratamiento afecta las características del material las pruebas serán acorde a lo solicitado en la normativa CE.010.

D. Etapa 4 - Análisis de datos:

Se realizará un análisis estadístico de los datos obtenidos de las pruebas de laboratorio y para comparar los diferentes tratamientos y condiciones de preparación. Esto permitirá determinar la eficacia de cada tratamiento en relación con los requisitos de la normativa CE.010 para pavimentos rígidos.

E. Etapa 5 - Interpretación de resultados:

Se interpretarán los resultados del análisis de datos para determinar si las partículas post-calcinación de piedra caliza son adecuadas como material de subbase en pavimentos rígidos según la normativa establecida. Se discutirán las implicaciones de los hallazgos y se ofrecerán recomendaciones para futuras investigaciones o aplicaciones prácticas.

F. Etapa 7 – Evaluación de las partículas:

Se realizará la evaluación de las partículas de manera sistemática y rigurosa en cumplimiento con la normativa CE.010 donde se verá el potencial de las partículas de piedra caliza post-calcinación como material de subbase en pavimentos rígidos, proporcionando datos científicos para respaldar la toma de decisiones en el ámbito de la ingeniería vial.

G. Etapa 6 – Comprobación de la hipótesis:

Para esta etapa se realizará la comprobación de la hipótesis planteada de acuerdo a la interpretación de los datos y resultados obtenidos de las pruebas y/o ensayos de laboratorio practicados.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población de interés en esta investigación está compuesta por todas las partículas resultantes de la calcinación de piedra caliza en las caleras de Sacrafamilia que podrían considerarse para su uso como material de subbase granular en pavimentos urbanos de acuerdo con la Normativa CE-010.

3.5.2. Muestra

Para la elección del número de muestras a evaluar se ha seguido un proceso estadístico y experimental planteado por García (2022) la cual luego de una serie de experimentos ha podido establecer los CBR característicos para suelos finos y suelos granulares donde determina que un comportamiento de los suelos de una misma fuente está representado en la siguiente ecuación:

$$(X_{med} - \mu) = K \frac{\alpha}{2} * \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$$

Donde:

$(X_{med} - \mu)$: Error permitido

K : Confiabilidad

α : Nivel de significancia

σ : Desviación Estándar

n : Número de muestras

$(X_{med} - \mu)$: 1% Para suelos finos

: 3% Para suelos granulares

Tabla 3

Desviación Estandar de CBR

CBR%	Desviación Estándar		
	Mínimo	Promedio	Máximo
4-7	0.5	1	2
7-13	1	1.5	2.5
13-20	2.5	4	6
20-50	5	8	12
Mayor a 50	10	15	30

Nota. Adaptado de *Lab 012 Relación de Soporte CBR*, por García, 2022,

<https://www.youtube.com/watch?v=eDKobVpnuuw> . , What about if.

Tabla 4

Nivel de Confiabilidad

Confiabilidad	K $\alpha/2$
70	1
75	1.15
80	1.28
85	1.34
90	1.645
95	1.96
96	2.05
97	2.17
98	2.32
99	2.58

Nota. Adaptado de *Lab 012 Relación de Soporte CBR*, por García, 2022,

<https://www.youtube.com/watch?v=eDKobVpnuuw> . , What about if.

Por lo tanto, el número de muestras a usar para la determinación de un CBR característico se puede obtener de la siguiente ecuación:

$$n = \left[K \frac{\alpha}{2} * \left(\frac{\sigma}{(X_{med} - \mu)} \right) \right]^2$$

Para la fórmula se tiene los siguientes datos:

K : 1.96 para un nivel de confianza del 95%

α : 5%

σ : 4% los valores esperados para el CBR característico oscilan entre 20 - 50% los cuales son requeridos para subbase granular en pavimentos rígidos.

n : Número de muestras

$(X_{med} - \mu)$: 3% Para suelos granulares (subbase granular).

Por lo que en cuestión se tiene por evaluar un total de 6 muestras para la determinación de un CBR característico y por ende de las propiedades y requerimientos normativos estandarizados.

Si bien en la zona de Sacrafamilia existen alrededor de 9 hornos artesanales de calcinación solo se ha encontrado 02 caleras en producción constante; los hornos en su mayoría no están en funcionamiento la razón principal es que se han clausurado al estar alejados de su materia prima, en ese contexto la razón principal de la escogencia de estas 02 caleras es porque tienen producción diaria a diferencia de otras caleras que su producción se ve condicionada a la necesidad de sus propietarios.

Dentro de las muestras seleccionadas se ha establecido realizar en ensayo a 03 especímenes por cada calera esto a razón del cálculo probabilístico planteado; por lo que en suma se tendrá el análisis de 06 especímenes de las partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza.

3.6. Técnicas e instrumento recolección de datos

Se emplearán las Técnicas Descriptivas, las cuales tienen como propósito recolectar, registrar y analizar datos e información, así como llevar a cabo experimentos mediante la observación y registro de las variaciones del comportamiento. Esto incluye el control y la modificación de las variables relevantes, especialmente en lo que respecta a la evaluación de la conformidad normativa de los subproductos analizados en este caso específico. Las técnicas descriptivas constituyen un conjunto de procedimientos destinados a recopilar información específica. Para la investigación en cuestión, estas técnicas se enfocan en las siguientes actividades:

- **Documentales:** Los datos correspondientes al marco normativo del objeto de la investigación CE.010 Pavimentos Urbanos.
- **Campo:** Datos recolectados de las zonas de producción.
- **Experimentales:** Datos relacionados a las exigencias normativas en carácter de propiedades físicas y mecánicas referidos a la obtención de resultados de los ensayos de laboratorios.
- **Comparación:** Esto referente a los datos observados durante los ensayos y el cotejo con la base normativa establecida.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.

3.7.1. Selección

Las selecciones de los datos usados en la investigación fueron controladas en base a valores estándares dispuestos por los parámetros normativos del RNE CE.010 Pavimentos Urbanos y acorde a la cantidad de muestras necesarias para ser ensayadas.

3.7.2. Validación

Los datos obtenidos de los respectivos ensayos por normativa deben ser controlados de acuerdo a las disposiciones de las Normas Técnicas Peruanas por lo que es exigencia la calibración de los equipos con mínimo 12 meses de antigüedad eso en lo correspondiente a ensayos especializados de laboratorio.

3.7.3. Confiabilidad

La confiabilidad de los datos recolectados se fundamental en el cumplimiento de los estándares establecidos para los ensayos, el control riguroso en el laboratorio y la verificación de estos datos mediante los procedimientos normativos pertinentes, en particular en lo que respecta al manejo de los especímenes de muestra.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Este proceso implica la manipulación de los datos obtenidos a partir de las muestras sometidas a ensayos de laboratorio. Los datos son organizados y clasificados para facilitar el análisis de acuerdo con los requisitos de las hipótesis de la investigación. Se sigue un protocolo de cuatro pasos para llevar a cabo el análisis de datos:

- **Codificación:** Se asigna un código único a cada ensayo para su identificación.
- **Validación:** Se verifica la aceptabilidad de los resultados de los ensayos.
- **Ingreso de datos:** Los datos se introducen en hojas de cálculo de Excel para su digitalización.
- **Tabulación:** Se realizan cálculos para obtener datos representativos.

Para el análisis de datos en este estudio, se empleará un enfoque cuantitativo. Se seleccionarán pruebas adecuadas que estén alineadas con las hipótesis planteadas y los niveles de medición de las variables pertinentes.

Así mismo, se utilizarán la Técnica de la Comparación, cuyo instrumento establecerá las bases necesarias para el uso de los materiales y así alcanzar lo requerido necesario para satisfacer la normativa vigente.

3.9. Tratamiento Estadístico.

Para el análisis estadístico de los datos, se empleará la Estadística Descriptiva. Este proceso implicará organizar los datos en tablas y cuadros estandarizados, además de aplicar la Distribución de Frecuencias, Medidas de Tendencia Central y Medidas de Variabilidad para calcular parámetros relevantes. Posteriormente, los resultados obtenidos se representarán en gráficos con el fin de facilitar su interpretación.

Una Distribución de Frecuencias es un conjunto de puntuaciones ordenadas en sus respectivas categorías, las distribuciones de frecuencias pueden completarse agregando los porcentajes de casos en cada categoría, los porcentajes válidos (excluyendo los valores perdidos) y los porcentajes acumulados (porcentaje de lo que se va acumulando en cada categoría,

desde la más baja hasta la más alta) (Hernández, et. al., 2002, p. 419 y 420).

“Las Medidas de Tendencia Central son los valores medios o centrales de una distribución, que sirven para ubicarla dentro de la escala de medición” (Hernández, et. al., 2002, p. 425), dentro de estas se utilizará la media, desviación estándar las cuales el autor las define como:

Media: La cuál se denomina también como promedio aritmético, que es la medida de tendencia central más utilizada, la cual puede definirse como el promedio aritmético de una distribución. Se simboliza como \bar{X} y es la suma de todos los valores dividida entre el número de casos (Hernández, et. al., 2002, p. 427).

Su fórmula es:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

Donde:

\bar{X} : Promedio aritmético

$\sum X$: Sumatoria de los valores de una puntuación

N : Número total de casos o puntuaciones

Desviación Estándar: Es el promedio de desviación de las puntuaciones con respecto a la media. Esta medida se expresa en las unidades originales de medición de la distribución. Se interpreta en relación con la media. Cuanto mayor sea la dispersión de los datos alrededor de la media, mayor será la desviación estándar (Hernández, et. al., 2002, p.428). Su fórmula es:

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma(X - \bar{X})^2}{N}}$$

Donde:

S : Desviación estándar

\bar{X} : Promedio aritmético

X : Valor de una puntuación

N : Número total de casos o puntuaciones

Finalmente, las medidas de variabilidad el autor las define como:

Las medidas de variabilidad indican la dispersión de datos en la escala de medición y responden a la pregunta: ¿Dónde están diseminadas las puntuaciones o los valores obtenidos? Las medidas de tendencia central son valores en una distribución y las medidas de variabilidad son intervalos que designan distancias o un número de unidades en la escala de medición. (Hernández, et. al., 2002, p. 428)

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

El autor asume un compromiso firme con la ética profesional al seguir estrictamente los estándares éticos establecidos por el Vicerrectorado de Investigación y los institutos responsables de garantizar la integridad en la investigación. En caso de identificar cualquier error, inexactitud o imprecisión, el autor se compromete a informar de inmediato al área correspondiente para llevar a cabo las correcciones pertinentes. Además, el proyecto se distingue por su total originalidad, y cualquier referencia o cita de otros autores es debidamente reconocida y citada de manera apropiada.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

Para llevar a cabo la evaluación de las partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza, producidas en Sacrafamilia, como material de subbase en pavimentos rígidos según la Norma CE.010, se requiere de un proceso experimental detallado, el trabajo de campo incluye varias etapas las cuales se abordará conforme a la metodología de investigación seleccionada para la verificación de la hipótesis planteada.

4.1.1. Elección de las Caleras

Las caleras seleccionadas están incluidas en las muestras de este estudio, utilizando el método de muestreo no probabilístico consecutivo.

Figura 18

Ubicación de las caleras en el Centro Poblado de Sacrafamilia



Nota. Adaptado de Google Earth,.

Se eligieron específicamente las caleras Rebeca y Yoshi por las siguientes razones técnicas:

- Ambas caleras, Rebeca y Yoshi son ampliamente reconocidas a nivel local por su producción de cal, lo que garantiza una representación significativa en el área de estudio.
- La producción de estas caleras es constante y diaria, lo que permite obtener muestras consistentes a lo largo del tiempo para un análisis más preciso.
- Se encuentran ubicadas en lugares de fácil acceso desde diversas localidades y ciudades, lo que facilita el transporte de las muestras y reduce los costos logísticos.

- Además, estas caleras ofrecen precios competitivos, lo que favorece la viabilidad económica del estudio y la obtención de datos relevantes sin incurrir en gastos excesivos.

Tabla 5

Ubicación de Caleras

CALERAS				
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM		
		ESTE	NORTE	ALTITUD
1	CALERA YOSHI	356720	8812073	4179
2	CALERA REBECA	356731	8811947	4181

Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Selección de muestras representativas

Es imprescindible adherirse meticulosamente a las directrices establecidas por la normativa peruana para la recolección de muestras. Además, se requiere una planificación detallada de un sistema de muestreo integral para asegurar la confiabilidad de la toma de muestras representativas. En este sentido, se ejecuta un protocolo de muestreo de acuerdo con:

Planificación de la recolección de muestras: Antes de iniciar la recolección de muestras, es fundamental elaborar un plan detallado que especifique la ubicación, cantidad y tipo de muestras a recolectar. Este plan debe estar alineado con los requisitos y procedimientos establecidos por la normativa CE.010 y las normativas vinculadas como las Normas Técnicas Peruanas (NTP); para el caso se emplea las:

- **NTP 339.126-Métodos para la reducción de las muestras de campo a tamaños de muestras de ensayo.** La normativa correspondiente ha establecido procedimientos destinados a minimizar las variaciones en la

medición de las características entre las muestras de ensayo y las muestras de campo. Los errores que pudieran surgir del seguimiento descuidado de estos métodos podrían resultar en la obtención de muestras que no sean representativas por lo que es importante el cumplimiento minucioso del procedimiento.

- **NTP 339.089-Obtención en laboratorio de muestras representativas.**
Bajo esta normativa, se han establecido los procedimientos para obtener muestras en laboratorio de manera que sean representativas y válidas para someterlas a ensayos.
- **Método de recolección de muestras:** Se optó por utilizar el método de cuarteo manual para la recolección de las muestras, con el firme propósito de asegurar su representatividad y reducir al mínimo la posibilidad de contaminación o alteraciones durante todo el procedimiento.
- **Almacenamiento y etiquetado:** Cada muestra obtenida ha sido cuidadosamente etiquetada con la información pertinente, incluyendo datos como la ubicación, fecha y tipo de muestra. Además, se ha almacenado de manera apropiada para prevenir cualquier tipo de contaminación o deterioro hasta su análisis en el laboratorio.

En resumen, siguiendo las directrices establecidas, se ha decidido utilizar el método del cuarteo manual tanto para la recolección de muestras de campo como para las muestras de laboratorio. Estas muestras se han diferenciado según se detalla:

Tabla 6*Recolección y Codificación de Muestras*

ÍTEM	CALERA	CODIFICACIÓN	CANT.	FECHA DE RECOLECCIÓN
1	YOSHI	M-01	1.00	05 – 02 - 2024
2	YOSHI	M-02	1.00	05 – 02 - 2024
3	YOSHI	M-03	1.00	05 – 02 - 2024
4	REBECA	M-04	1.00	08 – 02 - 2024
5	REBECA	M-05	1.00	08 – 02 - 2024
6	REBECA	M-06	1.00	08 – 02 - 2024

Nota. Fuente: *Elaboración propia.*

4.1.3. Pruebas de laboratorio

De acuerdo con el método de investigación propuesto, que prioriza el método experimental y el análisis documental, se deduce la importancia del análisis de la normativa utilizada para la selección de los ensayos necesarios. Por lo tanto, los ensayos necesarios para evaluar las muestras se detallan en el siguiente cuadro:

Tabla 7*Ensayos Requeridos*

ÍTEM	ENSAYO	NORMA APLICADA	CANT.
1	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	NTP 339.128.1999	6
2	ABRASIÓN LOS ÁNGELES	NTP 400.019.2002	6
3	CBR DE LABORATORIO	NPT 339.145.1999	6
4	LÍMITES DE CONSISTENCIA	NTP 339.129.1998	6
5	EQUIVALENTE DE ARENA	NTP 339.146.2000	6
6	SALES SOLUBLES TOTALES	NTP 339.152.2002	6

Nota. Fuente: *Elaboración propia.*

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados**4.2.1. Presentación de resultados**

En este apartado se presenta los resultados obtenidos de los ensayos a las muestras seleccionadas de las caleras indicadas, a partir de estos resultados obtenidos se realizará la evaluación de cada propiedad analizada bajo

requerimiento normativo para su uso y aplicación en las subbases granulares conforme a la norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

4.2.1.1. Análisis Granulométrico.

Tabla 8

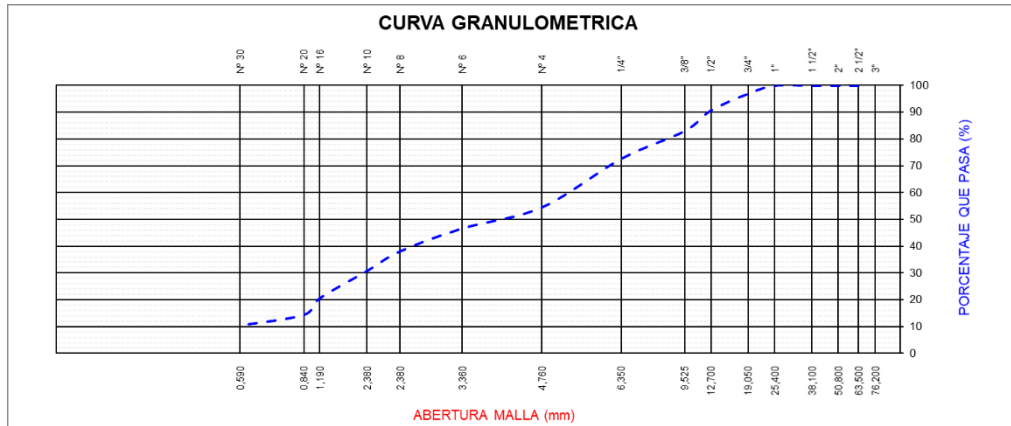
Análisis Granulométrico Muestra M-01

TAMICES A.S.T.M.	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (gr.)	RETENIDO (%)	RET. ACUM. (%)	ACUM.PASA ESPECIFIC. (%)
3"	76.200				100
2 1/2"	63.500				100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	148.00	11.38	11.38	88.62
N° 4	4.760	195.00	15.00	26.38	73.62
N° 10	2.000	232.00	17.85	44.23	55.77
N° 20	0.840	98.00	7.54	51.77	48.23
N° 40	0.426	107.00	8.23	60.00	40.00
N° 60	0.297	91.00	7.00	67.00	33.00
N° 80	0.177	129.00	9.92	76.92	23.08
N° 100	0.149	76.00	5.85	82.77	17.23
N° 200	0.074	48.00	3.69	86.46	13.54
< N° 200	0.000	176.00	13.54	100.00	0.00
PESO INICIAL		1300			

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 19

Curva Granulométrica M-01



Nota. Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 9

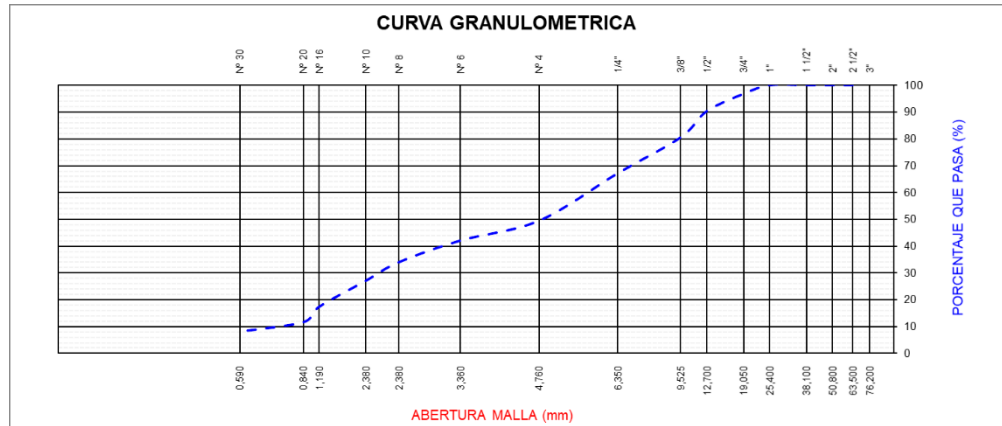
Análisis Granulométrico Muestra M-02

TAMICES A.S.T.M.		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (gr.)	RETENIDO (%)	RET. ACUM. (%)	ACUM.PASA (%)	ESPECIFIC.
3"	76.200					
2 1/2"	63.500				100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	42.00	3.23	3.23	96.77	
1/2"	12.700	84.00	6.46	9.69	90.31	
3/8"	9.525	127.00	9.77	19.46	80.54	
N° 4	4.760	174.00	13.38	32.85	67.15	
N° 10	2.000	230.00	17.69	50.54	49.46	
N° 20	0.840	96.00	7.38	57.92	42.08	
N° 40	0.426	105.00	8.08	66.00	34.00	
N° 60	0.297	89.00	6.85	72.85	27.15	
N° 80	0.177	127.00	9.77	82.62	17.38	
N° 100	0.149	74.00	5.69	88.31	11.69	
N° 200	0.074	46.00	3.54	91.85	8.15	
< N° 200		106.00	8.15	100.00	0.00	
PESO INICIAL		1300				

Nota. Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 20

Curva Granulométrica M-02



Nota. Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 10

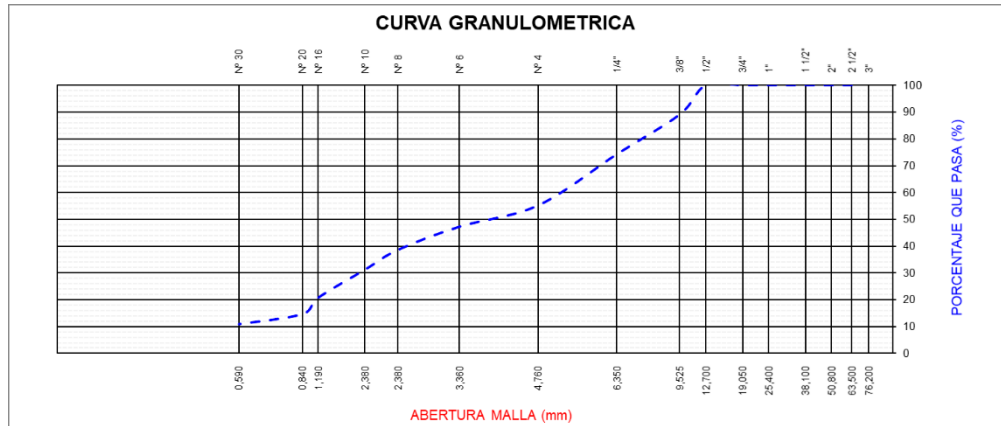
Análisis Granulométrico Muestra M-03

TAMICES A.S.T.M.		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (gr.)	RETENIDO (%)	RET. ACUM. (%)	ACUM.PASA (%)
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	131.00	10.92	10.92	89.08
N° 4	4.760	178.00	14.83	25.75	74.25
N° 10	2.000	229.00	19.08	44.83	55.17
N° 20	0.840	95.00	7.92	52.75	47.25
N° 40	0.426	104.00	8.67	61.42	38.58
N° 60	0.297	88.00	7.33	68.75	31.25
N° 80	0.177	126.00	10.50	79.25	20.75
N° 100	0.149	73.00	6.08	85.33	14.67
N° 200	0.074	45.00	3.75	89.08	10.92
< N° 200	0.000	131.00	10.92	100.00	0.00
PESO INICIAL		1300			

Nota. Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 21

Curva Granulométrica M-03



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11

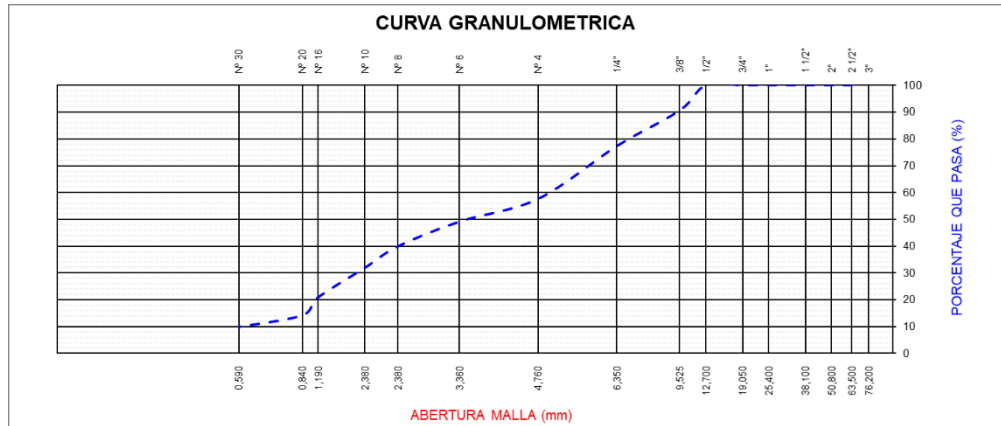
Análisis Granulométrico Muestra M-04

TAMICES A.S.T.M.		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (gr.)	RETENIDO (%)	RET. ACUM. (%)	ACUM.PASA (%)
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	113.00	9.42	9.42	90.58
N° 4	4.760	160.00	13.33	22.75	77.25
N° 10	2.000	236.00	19.67	42.42	57.58
N° 20	0.840	102.00	8.50	50.92	49.08
N° 40	0.426	111.00	9.25	60.17	39.83
N° 60	0.297	95.00	7.92	68.08	31.92
N° 80	0.177	133.00	11.08	79.17	20.83
N° 100	0.149	80.00	6.67	85.83	14.17
N° 200	0.074	52.00	4.33	90.17	9.83
< N° 200	0.000	118.00	9.83	100.00	0.00
PESO INICIAL		1300			

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 22

Curva Granulométrica M-04



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12

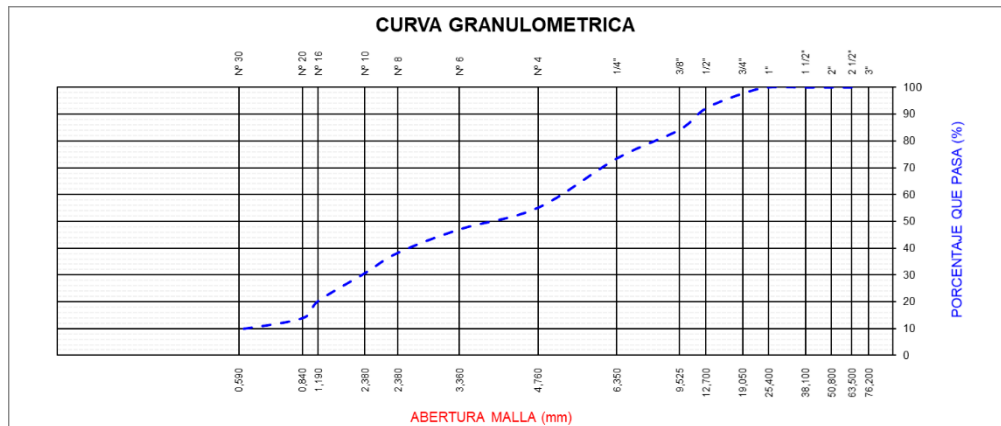
Análisis Granulométrico Muestra M-05

TAMICES A.S.T.M.		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (gr.)	RETENIDO (%)	RET. ACUM. (%)	ACUM.PASA (%)	ESPECIFIC.
3"	76.200					
2 1/2"	63.500				100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	30.00	2.31	2.31	97.69	
1/2"	12.700	72.00	5.54	7.85	92.15	
3/8"	9.525	103.00	7.92	15.77	84.23	
N° 4	4.760	140.00	10.77	26.54	73.46	
N° 10	2.000	239.00	18.38	44.92	55.08	
N° 20	0.840	105.00	8.08	53.00	47.00	
N° 40	0.426	114.00	8.77	61.77	38.23	
N° 60	0.297	98.00	7.54	69.31	30.69	
N° 80	0.177	136.00	10.46	79.77	20.23	
N° 100	0.149	83.00	6.38	86.15	13.85	
N° 200	0.074	55.00	4.23	90.38	9.62	
< N° 200	0.000	125.00	9.62	100.00	0.00	
PESO INICIAL		1300				

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 23

Curva Granulométrica M-05



Nota. Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 13

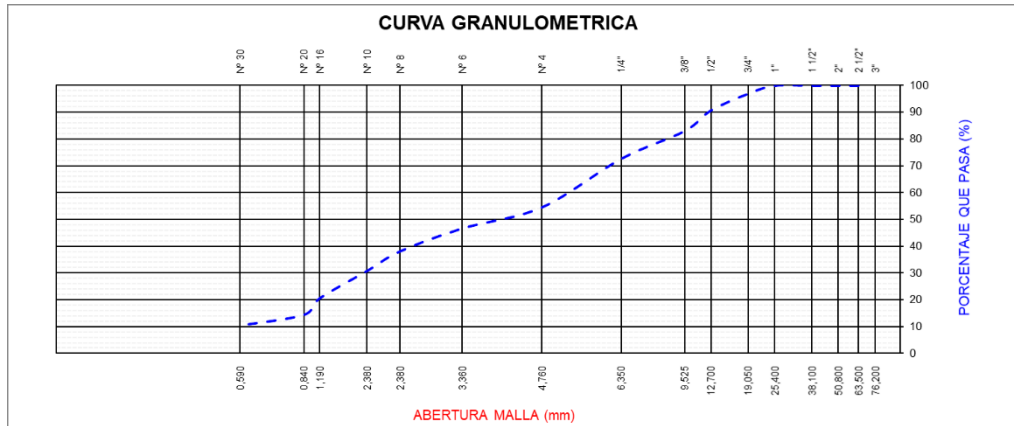
Análisis Granulométrico Muestra M-06

TAMICES A.S.T.M.		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (gr.)	RETENIDO (%)	RET. ACUM. (%)	ACUM.PASA (%)
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	39.00	3.00	3.00	97.00
1/2"	12.700	81.00	6.23	9.23	90.77
3/8"	9.525	100.00	7.69	16.92	83.08
N° 4	4.760	135.00	10.38	27.31	72.69
N° 10	2.000	236.00	18.15	45.46	54.54
N° 20	0.840	102.00	7.85	53.31	46.69
N° 40	0.426	111.00	8.54	61.85	38.15
N° 60	0.297	95.00	7.31	69.15	30.85
N° 80	0.177	133.00	10.23	79.38	20.62
N° 100	0.149	80.00	6.15	85.54	14.46
N° 200	0.074	52.00	4.00	89.54	10.46
< N° 200	0.000	136.00	10.46	100.00	0.00
PESO INICIAL		1300			

Nota. Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 24

Curva Granulométrica M-06



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14

Resumen de Gradación de las Muestras

GRADACIÓN							
TAMICES A.S.T.M.	ABERTURA (mm)	ACUM.PASA	ACUM.PASA	ACUM.PASA	ACUM.PASA	ACUM.PASA	ACUM.PASA
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
		MUESTRA	MUESTRA	MUESTRA	MUESTRA	MUESTRA	MUESTRA
		01	02	03	04	05	06
2"	50.800	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.400	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.525	88.62	80.54	89.08	90.58	84.23	83.08
N° 4	4.760	73.62	67.15	74.25	77.25	73.46	72.69
N° 10	2.000	55.77	49.46	55.17	57.58	55.08	54.54
N° 40	0.426	40.00	34.00	38.58	39.83	38.23	38.15
N° 200	0.074	13.54	8.15	10.92	9.83	9.62	10.46
GRADACIÓN		D	D	D	D	D	D
COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD		64.63	31.33	40.18	29.28	31.94	64.63
COEFICIENTE DE CURVATURA		0.69	0.33	0.50	0.44	0.41	0.46

Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.2. Abrasión Los Ángeles.

Tabla 15

Ensayo de Abrasión Los Ángeles M-01

TAMICES A.S.T.M.		MASA Y GRANULOMETRÍA			
PASA	RETIENE	A	B	C	D
3"	2 1/2"				
2 1/2"	2"				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"	1250.000			
1"	3/4"	1250.000	2500		
3/4"	1/2"	1250.000	2500		
1/2"	3/8"	1250.000		2500	
3/8"	1/4"			2500	
1/4"	N° 4				5000
N° 4	N° 8				
CARGA ABRASIVA		12.000	11.000	8.000	6.000
REVOLUCIONES		500.000	500.000	500.000	500.000

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16

Desgaste M-01

RESULTADOS DE ENSAYO	
GRADACIÓN	B
CARGA ABRASIVA (N° de Esferas)	11
NÚMERO DE REVOLUCIONES	500
PESO TOTAL DE LA MUESTRA (gr)	5000
PESO RETENIDO EN N°12 (gr)	3315.69
DIFERENCIA (%)	1684.31
DESGASTE (%)	33.69%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17*Ensayo de Abrasión Los Ángeles M-02*

TAMICES A.S.T.M.		MASA Y GRANULOMETRÍA			
PASA	RETIENE	A	B	C	D
3"	2 1/2"				
2 1/2"	2"				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"	1250.000			
1"	3/4"	1250.000	2500		
3/4"	1/2"	1250.000	2500		
1/2"	3/8"	1250.000		2500	
3/8"	1/4"			2500	
1/4"	N° 4				5000
N° 4	N° 8				
CARGA ABRASIVA		12.000	11.000	8.000	6.000
REVOLUCIONES		500.000	500.000	500.000	500.000

*Nota. Fuente: Elaboración propia.***Tabla 18***Desgaste M-02*

RESULTADOS DE ENSAYO	
GRADACIÓN	A
CARGA ABRASIVA (N° de Esferas)	12
NÚMERO DE REVOLUCIONES	500
PESO TOTAL DE LA MUESTRA (gr)	5000
PESO RETENIDO EN N°12 (gr)	3411.54
DIFERENCIA (%)	1588.46
DESGASTE (%)	31.77%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19*Ensayo de Abrasión Los Ángeles M-03*

TAMICES A.S.T.M.		MASA Y GRANULOMETRÍA			
PASA	RETIENE	A	B	C	D
3"	2 1/2"				
2 1/2"	2"				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"	1250.000			
1"	3/4"	1250.000	2500		
3/4"	1/2"	1250.000	2500		
1/2"	3/8"	1250.000		2500	
3/8"	1/4"			2500	
1/4"	N° 4				5000
N° 4	N° 8				
CARGA ABRASIVA		12.000	11.000	8.000	6.000
REVOLUCIONES		500.000	500.000	500.000	500.000

*Nota. Fuente: Elaboración propia.***Tabla 20***Desgaste M-03*

RESULTADOS DE ENSAYO	
GRADACIÓN	B
CARGA ABRASIVA (N° de Esferas)	11
NÚMERO DE REVOLUCIONES	500
PESO TOTAL DE LA MUESTRA (gr)	5000
PESO RETENIDO EN N°12 (gr)	3296.15
DIFERENCIA (%)	1703.85
DESGASTE (%)	34.08%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21*Ensayo de Abrasión Los Ángeles M-04*

TAMICES A.S.T.M.		MASA Y GRANULOMETRÍA			
PASA	RETIENE	A	B	C	D
3"	2 1/2"				
2 1/2"	2"				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"	1250.000			
1"	3/4"	1250.000	2500		
3/4"	1/2"	1250.000	2500		
1/2"	3/8"	1250.000		2500	
3/8"	1/4"			2500	
1/4"	N° 4				5000
N° 4	N° 8				
CARGA ABRASIVA		12.000	11.000	8.000	6.000
REVOLUCIONES		500.000	500.000	500.000	500.000

*Nota. Fuente: Elaboración propia.***Tabla 22***Desgaste M-04*

RESULTADOS DE ENSAYO	
GRADACIÓN	B
CARGA ABRASIVA (N° de Esferas)	11
NÚMERO DE REVOLUCIONES	500
PESO TOTAL DE LA MUESTRA (gr)	5000
PESO RETENIDO EN N°12 (gr)	3319.76
DIFERENCIA (%)	1680.24
DESGASTE (%)	33.60%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23

Ensayo de Abrasión Los Ángeles M-05

TAMICES A.S.T.M.		MASA Y GRANULOMETRÍA			
PASA	RETIENE	A	B	C	D
3"	2 1/2"				
2 1/2"	2"				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"	1250.000			
1"	3/4"	1250.000	2500		
3/4"	1/2"	1250.000	2500		
1/2"	3/8"	1250.000		2500	
3/8"	1/4"			2500	
1/4"	N° 4				5000
N° 4	N° 8				
CARGA ABRASIVA		12.000	11.000	8.000	6.000
REVOLUCIONES		500.000	500.000	500.000	500.000

*Nota. Fuente: Elaboración propia.***Tabla 24***Desgaste M-05*

RESULTADOS DE ENSAYO	
GRADACIÓN	A
CARGA ABRASIVA (N° de Esferas)	12
NÚMERO DE REVOLUCIONES	500
PESO TOTAL DE LA MUESTRA (gr)	5000
PESO RETENIDO EN N°12 (gr)	3442.97
DIFERENCIA (%)	1557.03
DESGASTE (%)	31.14%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25

Ensayo de Abrasión Los Ángeles M-06

TAMICES A.S.T.M.		MASA Y GRANULOMETRÍA			
PASA	RETIENE	A	B	C	D
3"	2 1/2"				
2 1/2"	2"				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"	1250.000			
1"	3/4"	1250.000	2500		
3/4"	1/2"	1250.000	2500		
1/2"	3/8"	1250.000		2500	
3/8"	1/4"			2500	
1/4"	N° 4				5000
N° 4	N° 8				
CARGA ABRASIVA		12.000	11.000	8.000	6.000
REVOLUCIONES		500.000	500.000	500.000	500.000

*Nota. Fuente: Elaboración propia.***Tabla 26***Desgaste M-06*

RESULTADOS DE ENSAYO	
GRADACIÓN	A
CARGA ABRASIVA (N° de Esferas)	12
NÚMERO DE REVOLUCIONES	500
PESO TOTAL DE LA MUESTRA (gr)	5000
PESO RETENIDO EN N°12 (gr)	3462.48
DIFERENCIA (%)	1537.52
DESGASTE (%)	30.75%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.3. CBR de laboratorio.

Tabla 27

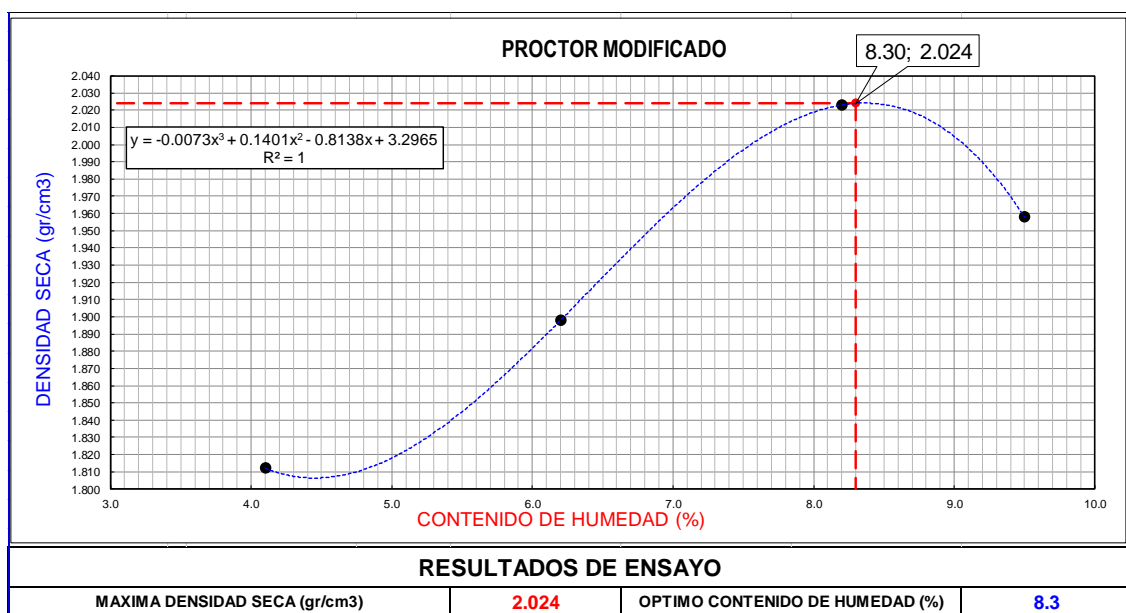
Ensayo de Proctor Modificado M-01

ENSAYO N°		1	2	3	4
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	(gr.)	9,995	10,270	10,633	10,540
PESO MOLDE	(gr.)	6,026	6,026	6,026	6,026
PESO SUELO COMPACTADO	(gr.)	3,969	4,244	4,607	4,514
VOLUMEN DEL MOLDE	(cc.)	2,105	2,105	2,105	2,105
DENSIDAD HÚMEDA	(gr./cc)	1.89	2.02	2.19	2.14
DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		7	5	5	7
SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	(gr.)	150.70	134.00	162.30	166.40
SUELO SECO + RECIPIENTE	(gr.)	147.10	129.60	154.50	157.10
PESO RECIPIENTE	(gr.)	58.90	58.90	59.50	58.90
PESO DE AGUA	(gr.)	3.60	4.40	7.80	9.30
PESO DE SUELO SECO	(gr.)	88.20	70.70	95.00	98.20
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	4.1	6.2	8.2	9.5
DENSIDAD SECA	(gr./cc)	1.812	1.898	2.023	1.958

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 25

Curva de Compactación M-01



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28

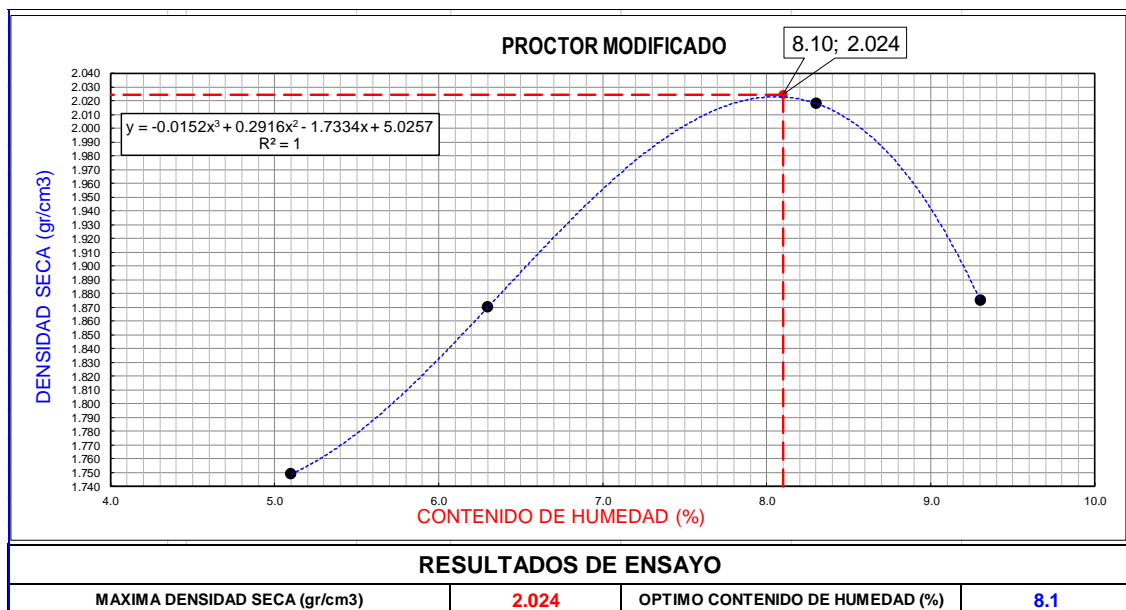
Ensayo de Proctor Modificado M-02

ENSAYO N°		1	2	3	4
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	(gr.)	9,896	10,211	10,628	10,340
PESO MOLDE	(gr.)	6,026	6,026	6,026	6,026
PESO SUELO COMPACTADO	(gr.)	3,870	4,185	4,602	4,314
VOLUMEN DEL MOLDE	(cc.)	2,105	2,105	2,105	2,105
DENSIDAD HÚMEDA	(gr./cc)	1.84	1.99	2.19	2.05
DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		1	2	3	4
SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	(gr.)	160.10	143.40	171.60	175.80
SUELO SECO + RECIPIENTE	(gr.)	155.20	138.40	163.00	165.90
PESO RECIPIENTE	(gr.)	58.90	58.90	59.50	58.90
PESO DE AGUA	(gr.)	4.90	5.00	8.60	9.90
PESO DE SUELO SECO	(gr.)	96.30	79.50	103.50	107.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	5.1	6.3	8.3	9.3
DENSIDAD SECA	(gr./cc)	1.749	1.870	2.018	1.875

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 26

Curva de Compactación M-02



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29

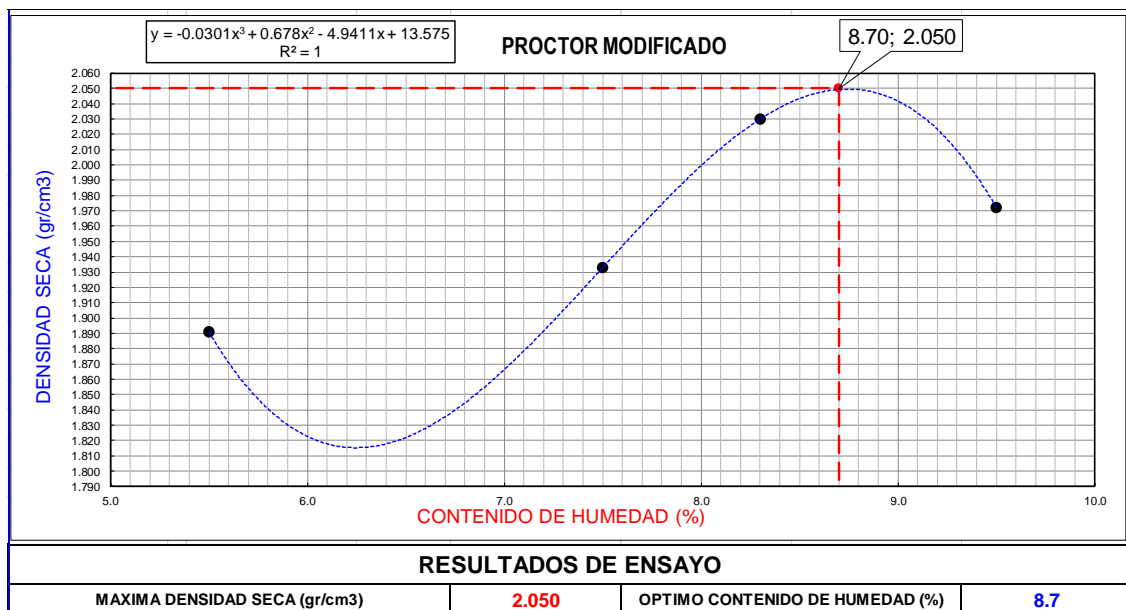
Ensayo de Proctor Modificado M-03

ENSAYO N°		1	2	3	4
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	(gr.)	10,225	10,400	10,654	10,570
PESO MOLDE	(gr.)	6,026	6,026	6,026	6,026
PESO SUELO COMPACTADO	(gr.)	4,199	4,374	4,628	4,544
VOLUMEN DEL MOLDE	(cc.)	2,105	2,105	2,105	2,105
DENSIDAD HÚMEDA	(gr./cc)	2.00	2.08	2.20	2.16
DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		7	5	5	7
SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	(gr.)	156.90	140.20	168.80	172.60
SUELO SECO + RECIPIENTE	(gr.)	151.80	134.50	160.40	162.70
PESO RECIPIENTE	(gr.)	58.90	58.90	59.50	58.90
PESO DE AGUA	(gr.)	5.10	5.70	8.40	9.90
PESO DE SUELO SECO	(gr.)	92.90	75.60	100.90	103.80
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	5.5	7.5	8.3	9.5
DENSIDAD SECA	(gr./cc)	1.891	1.933	2.030	1.972

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 27

Curva de Compactación M-03



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30

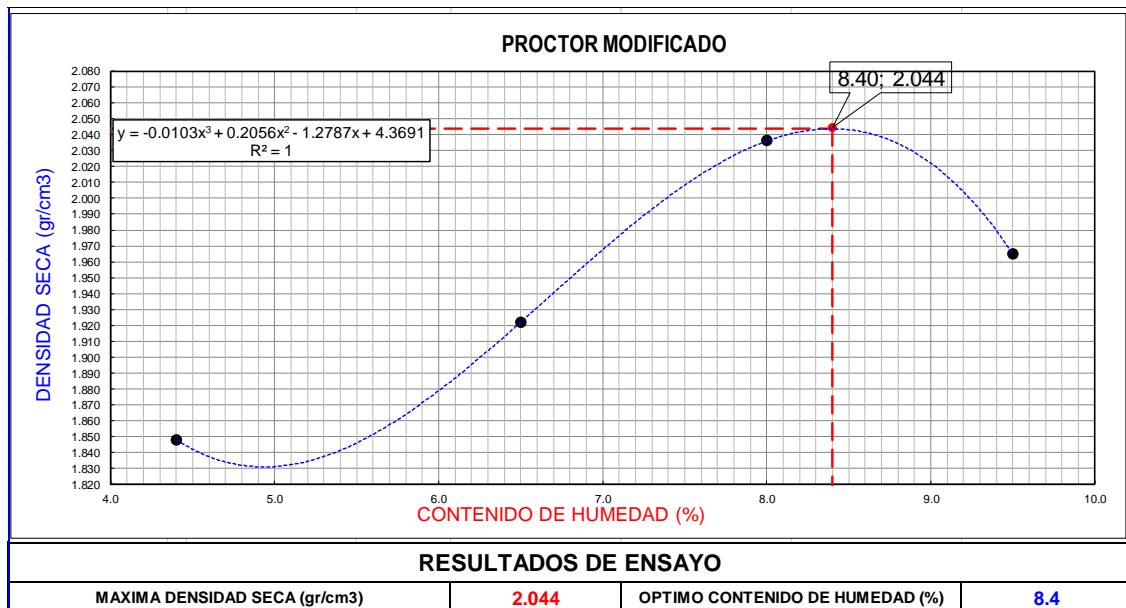
Ensayo de Proctor Modificado M-04

ENSAYO N°		1	2	3	4
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	(gr.)	10,087	10,335	10,654	10,555
PESO MOLDE	(gr.)	6,026	6,026	6,026	6,026
PESO SUELO COMPACTADO	(gr.)	4,061	4,309	4,628	4,529
VOLUMEN DEL MOLDE	(cc.)	2,105	2,105	2,105	2,105
DENSIDAD HÚMEDA	(gr./cc)	1.93	2.05	2.20	2.15
DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		1	2	3	4
SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	(gr.)	208.30	190.70	219.00	223.00
SUELO SECO + RECIPIENTE	(gr.)	202.00	182.70	207.20	208.80
PESO RECIPIENTE	(gr.)	58.90	58.90	58.90	58.90
PESO DE AGUA	(gr.)	6.30	8.00	11.80	14.20
PESO DE SUELO SECO	(gr.)	143.10	123.80	148.30	149.90
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	4.4	6.5	8.0	9.5
DENSIDAD SECA	(gr./cc)	1.848	1.922	2.036	1.965

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 28

Curva de Compactación M-04



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31

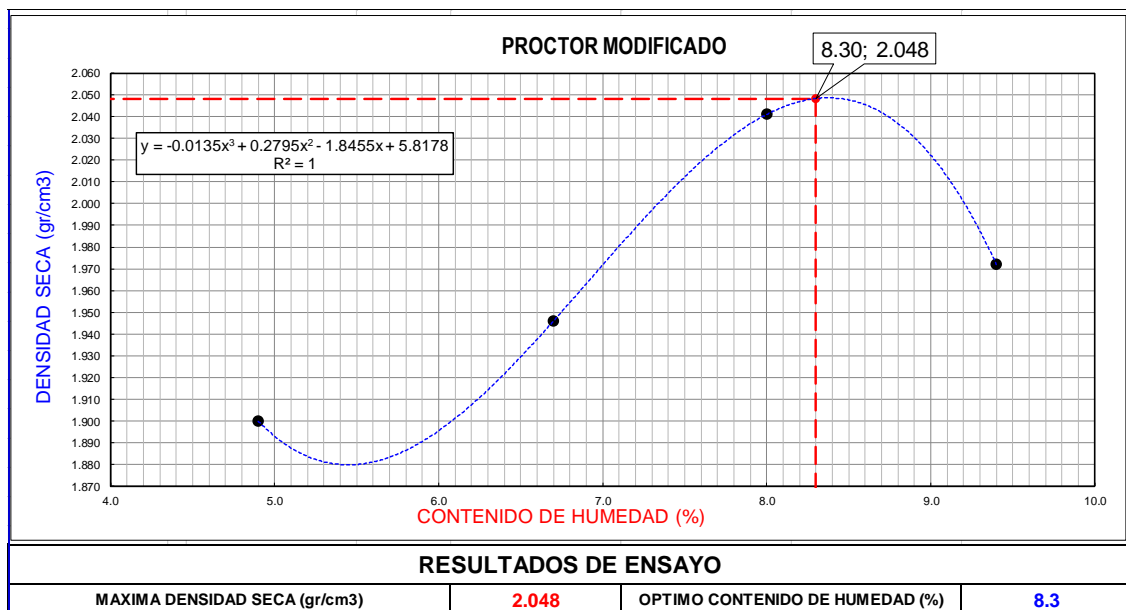
Ensayo de Proctor Modificado M-05

ENSAYO N°		1	2	3	4
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	(gr.)	10,222	10,397	10,666	10,567
PESO MOLDE	(gr.)	6,026	6,026	6,026	6,026
PESO SUELO COMPACTADO	(gr.)	4,196	4,371	4,640	4,541
VOLUMEN DEL MOLDE	(cc.)	2,105	2,105	2,105	2,105
DENSIDAD HÚMEDA	(gr./cc)	1.99	2.08	2.20	2.16
DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		7	5	5	7
SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	(gr.)	144.50	127.80	156.10	160.20
SUELO SECO + RECIPIENTE	(gr.)	140.50	123.50	148.94	151.50
PESO RECIPIENTE	(gr.)	58.90	58.90	59.40	58.90
PESO DE AGUA	(gr.)	4.00	4.30	7.16	8.70
PESO DE SUELO SECO	(gr.)	81.60	64.60	89.54	92.60
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	4.9	6.7	8.0	9.4
DENSIDAD SECA	(gr./cc)	1.900	1.946	2.041	1.972

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 29

Curva de Compactación M-05



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32

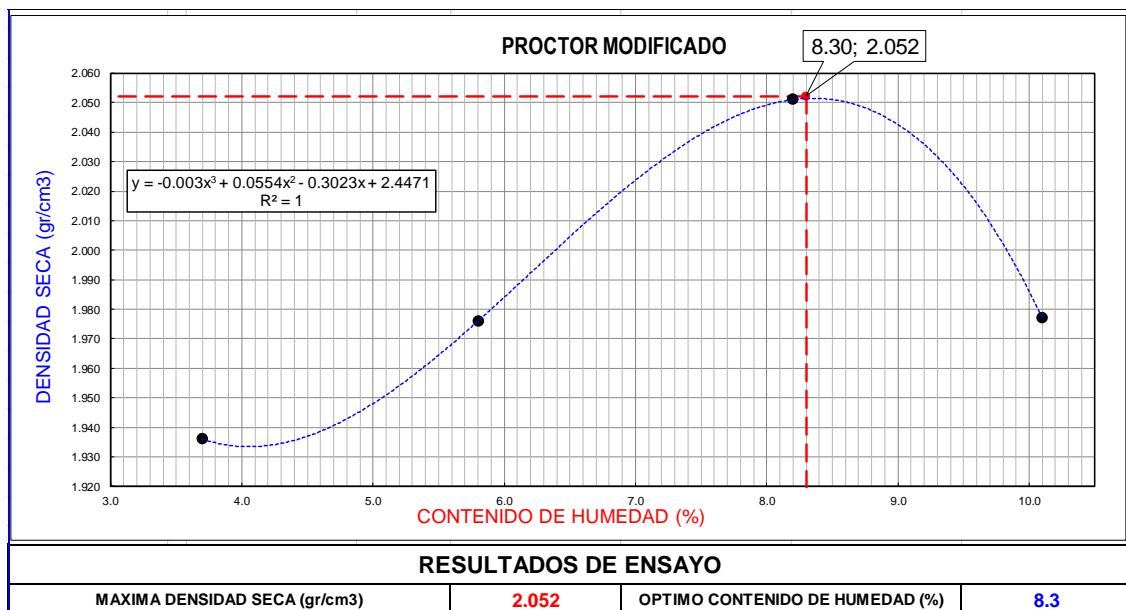
Ensayo de Proctor Modificado M-06

ENSAYO N°		1	2	3	4
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	(gr.)	10,253	10,428	10,697	10,608
PESO MOLDE	(gr.)	6,026	6,026	6,026	6,026
PESO SUELO COMPACTADO	(gr.)	4,227	4,402	4,671	4,582
VOLUMEN DEL MOLDE	(cc.)	2,105	2,105	2,105	2,105
DENSIDAD HÚMEDA	(gr./cc)	2.01	2.09	2.22	2.18
DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		1	2	3	4
SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	(gr.)	168.20	151.50	179.80	183.30
SUELO SECO + RECIPIENTE	(gr.)	164.30	146.40	170.60	171.90
PESO RECIPIENTE	(gr.)	58.90	58.90	58.90	58.90
PESO DE AGUA	(gr.)	3.90	5.10	9.20	11.40
PESO DE SUELO SECO	(gr.)	105.40	87.50	111.70	113.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	3.7	5.8	8.2	10.1
DENSIDAD SECA	(gr./cc)	1.936	1.976	2.051	1.977

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 30

Curva de Compactación M-06



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33

Ensayo CBR M-01

N° de Molde		1	2	3			
N° de Capas		5	5	5			
Golpes por capa		10	25	56			
CÓDIGO DE MUESTRA		SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso molde +	(gr.)	8,358.07	8,518.00	7,776.58	7,890.00	8,309.78	8,060.00
Peso Suelo Humedo							
Peso molde	(gr.)	4,173.00	4,113.00	3,424.00	3,424.00	3,731.20	3,417.00
Volúmen molde	(gr/cm3)	2,103.90	2,103.90	2,090.90	2,090.90	2,090.90	2,090.90
Peso Suelo Humedo	(gr.)	4,185.07	4,405.00	4,352.58	4,466.00	4,578.58	4,643.00
Densidad Suelo Humedo	(gr/cm3)	1.989	2.094	2.082	2.136	2.190	2.221
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD							
N° de recipiente		14.00	10.00	26.00	32.00	80.00	8.00
Peso Suelo Humedo + Peso recipiente	(gr.)	54.87	45.10	50.31	47.70	47.31	39.60
Peso Suelo Seco + Peso recipiente	(gr.)	52.60	42.70	48.10	45.10	45.80	38.60
Peso del Agua	(gr.)	2.27	2.40	2.21	2.60	1.51	1.00
Peso recipiente	(gr.)	25.20	25.60	21.50	27.80	27.60	31.60
Peso Suelo Seco	(gr.)	27.40	17.10	26.60	17.30	18.20	7.00
Humedad	(%)	8.3	14.0	8.3	15.0	8.3	14.3
Densidad Suelo Seco	(gr/cm3)	1.837	1.836	1.922	1.857	2.022	1.943

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34

Determinación del Valor Relativo de Soporte M-01

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE								
PENETRACIÓN			MOLDE N°01		MOLDE N°02		MOLDE N°03	
(mm.)	(pulg)	(seg)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)
0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
0.64	0.025	30	0.660	48.765	0.949	70.118	1.067	78.832
1.27	0.050	60	1.366	100.932	1.902	140.527	2.227	164.547
1.91	0.075	90	2.122	156.749	2.764	204.209	3.677	271.674
2.54	0.100	120	2.877	212.558	3.790	280.001	4.893	361.512
3.18	0.125	150	3.704	273.654	4.927	364.061	6.383	471.631
4.45	0.175	180	5.064	374.169	6.977	515.527	8.929	659.744
5.08	0.200	240	5.807	429.058	8.113	599.431	10.849	801.590
7.62	0.300	360	7.614	562.555	11.068	817.756	15.458	1,142.122
10.16	0.400	480	8.963	662.234	13.463	994.720	19.202	1,418.751
12.70	0.500	600	9.829	726.234	15.008	1,108.911	21.801	1,610.761

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 31

Curva Esfuerzo Penetración M-01

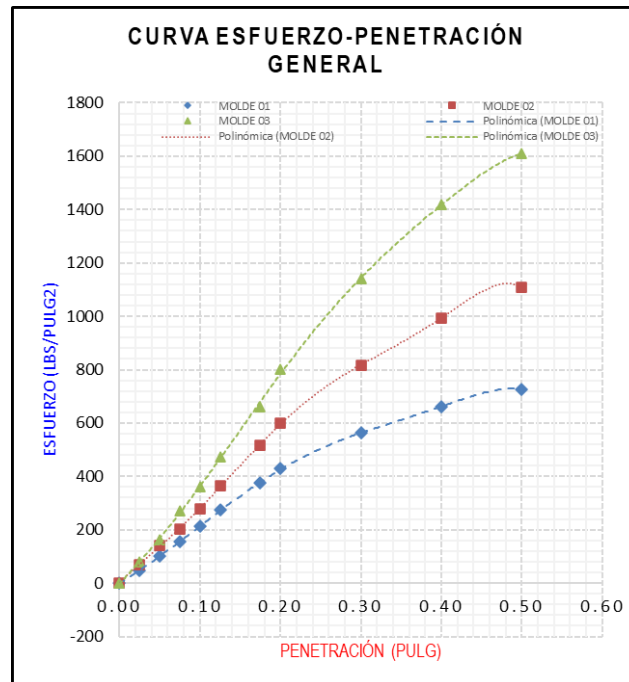


Figura 32

%CBR a 0.1" Penetración M-01

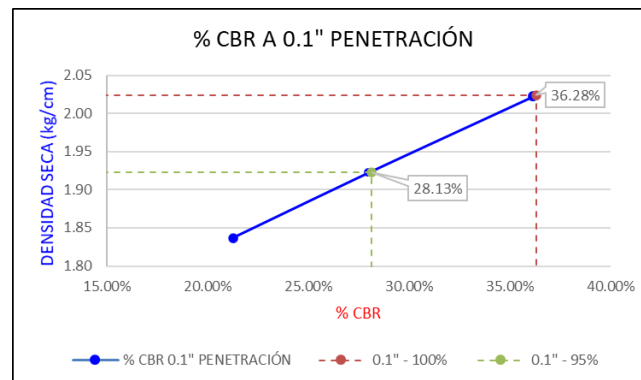


Tabla 35

Resultados de %CBR - M-01

RESULTADOS DE ENSAYO	
CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca a 0.1" de penetración	36.28%
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca a 0.1" de penetración	28.13%
CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca a 0.2" de penetración	53.69%
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca a 0.2" de penetración	40.10%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36

Ensayo CBR M-02

N° de Molde		1	2	3			
N° de Capas		5	5	5			
Golpes por capa		10	25	56			
CÓDIGO DE MUESTRA		SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso molde + Peso Suelo Humedo	(gr.)	8,351.21	8,509.00	7,769.20	7,851.00	8,118.18	8,060.00
Peso molde	(gr.)	4,181.00	4,121.00	3,432.00	3,432.00	3,555.00	3,417.00
Volúmen molde	(gr/cm3)	2,103.90	2,103.90	2,090.90	2,090.90	2,090.90	2,090.90
Peso Suelo Humedo	(gr.)	4,170.21	4,388.00	4,337.20	4,419.00	4,563.18	4,643.00
Densidad Suelo Humedo	(gr/cm3)	1.982	2.086	2.074	2.113	2.182	2.221
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD							
N° de recipiente							
Peso Suelo Humedo + Peso recipiente	(gr.)	56.11	46.30	51.55	48.90	48.57	39.60
Peso Suelo Seco + Peso recipiente	(gr.)	53.80	43.90	49.30	46.30	47.00	38.60
Peso del Agua	(gr.)	2.31	2.40	2.25	2.60	1.57	1.00
Peso recipiente	(gr.)	25.20	25.60	21.50	27.80	27.60	31.60
Peso Suelo Seco	(gr.)	28.60	18.30	27.80	18.50	19.40	7.00
Humedad	(%)	8.1	13.1	8.1	14.1	8.1	14.3
Densidad Suelo Seco	(gr/cm3)	1.834	1.844	1.919	1.853	2.019	1.943

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37

Determinación del Valor Relativo de Soporte M-02

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE								
PENETRACIÓN			MOLDE N°01		MOLDE N°02		MOLDE N°03	
(mm.)	(pulg)	(seg)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)
0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
0.64	0.025	30	0.639	47.202	0.928	68.555	1.046	77.270
1.27	0.050	60	1.245	91.980	1.781	131.576	2.206	162.985
1.91	0.075	90	2.104	155.419	2.643	195.258	3.656	270.112
2.54	0.100	120	2.856	210.996	3.769	278.438	4.872	359.949
3.18	0.125	150	3.683	272.092	4.606	340.333	6.362	470.069
4.45	0.175	180	5.143	379.994	6.556	484.410	8.508	628.627
5.08	0.200	240	5.886	434.884	7.792	575.703	10.428	770.473
7.62	0.300	360	7.793	575.770	10.947	808.805	15.437	1,140.560
10.16	0.400	480	9.242	682.837	13.142	970.992	19.181	1,417.188
12.70	0.500	600	10.008	739.449	14.487	1,070.405	20.180	1,490.981

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 33

Curva Esfuerzo Penetración M-02

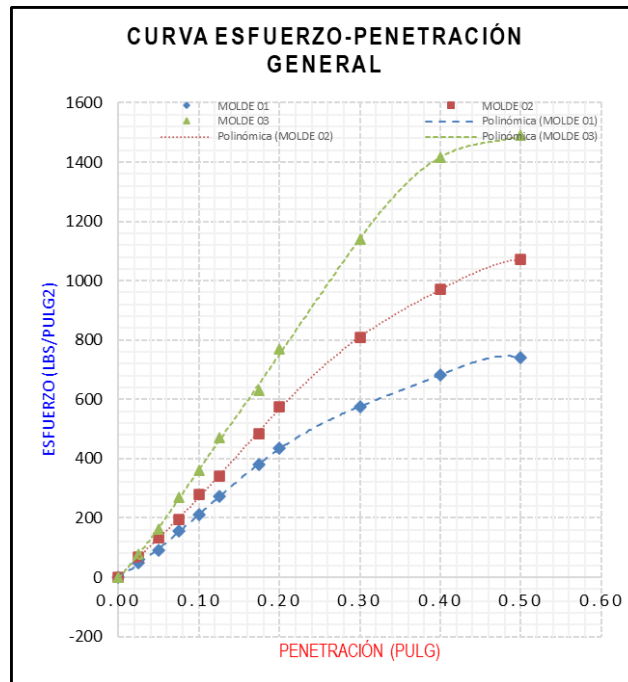


Figura 34

%CBR 0.1" Penetración M-02

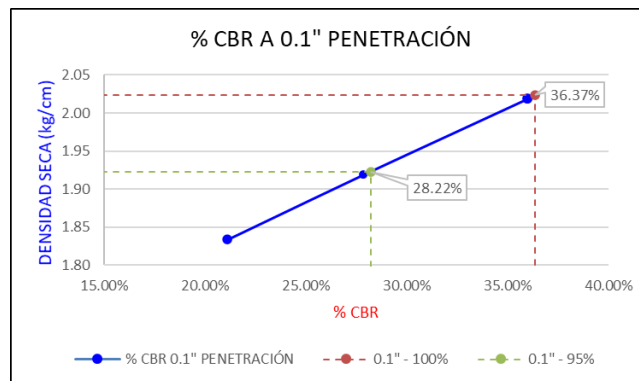


Tabla 38

Resultados de %CBR - M-02

RESULTADOS DE ENSAYO	
CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca a 0.1" de penetración	36.37%
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca a 0.1" de penetración	28.22%
CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca a 0.2" de penetración	51.70%
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca a 0.2" de penetración	39.43%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39

Ensayo CBR M-03

N° de Molde		1	2	3			
N° de Capas		5	5	5			
Golpes por capa		10	25	56			
CÓDIGO DE MUESTRA		SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso molde + Peso Suelo Humedo	(gr.)	8,466.12	8,610.00	7,884.89	7,952.00	8,233.64	8,152.00
Peso molde	(gr.)	4,249.00	4,189.00	3,500.00	3,500.00	3,623.00	3,493.00
Volúmen molde	(gr/cm3)	2,103.90	2,103.90	2,090.90	2,090.90	2,090.90	2,090.90
Peso Suelo Humedo	(gr.)	4,217.12	4,421.00	4,384.89	4,452.00	4,610.64	4,659.00
Densidad Suelo Humedo	(gr/cm3)	2.004	2.101	2.097	2.129	2.205	2.228
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD							
N° de recipiente							
Peso Suelo Humedo + Peso recipiente	(gr.)	58.24	48.20	53.68	50.80	50.64	42.70
Peso Suelo Seco + Peso recipiente	(gr.)	55.60	45.70	51.10	48.80	48.80	41.60
Peso del Agua	(gr.)	2.64	2.50	2.58	2.00	1.84	1.10
Peso recipiente	(gr.)	25.20	25.60	21.50	27.80	27.60	31.60
Peso Suelo Seco	(gr.)	30.40	20.10	29.60	21.00	21.20	10.00
Humedad	(%)	8.7	12.4	8.7	9.5	8.7	11.0
Densidad Suelo Seco	(gr/cm3)	1.844	1.869	1.929	1.944	2.029	2.007

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40

Determinación del Valor Relativo de Soporte M-03

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE								
PENETRACIÓN			MOLDE N°01		MOLDE N°02		MOLDE N°03	
(mm.)	(pulg)	(seg)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)
0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
0.64	0.025	30	0.719	53.105	0.895	66.138	1.079	79.690
1.27	0.050	60	1.278	94.405	1.605	118.554	2.161	159.691
1.91	0.075	90	1.976	146.009	2.489	183.902	3.515	259.676
2.54	0.100	120	2.768	204.501	3.533	261.044	4.649	343.524
3.18	0.125	150	3.626	267.927	4.402	325.216	6.040	446.302
4.45	0.175	180	4.829	356.815	5.962	440.477	8.297	613.030
5.08	0.200	240	5.489	405.583	7.348	542.924	10.209	754.264
7.62	0.300	360	7.209	532.642	10.319	762.457	14.310	1,057.317
10.16	0.400	480	8.368	618.288	12.368	913.831	18.005	1,330.281
12.70	0.500	600	9.043	668.170	13.624	1,006.617	20.430	1,509.490

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 35

Curva Esfuerzo Penetración M-03

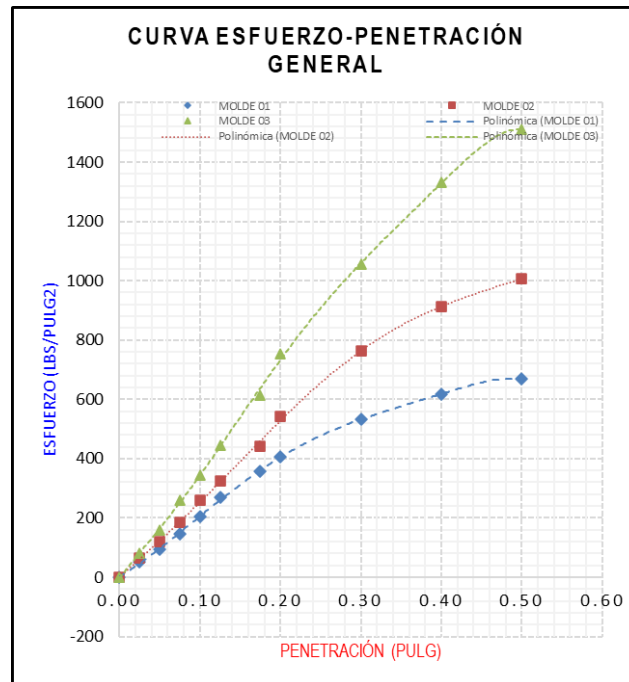


Figura 36

%CBR 0.1" Penetración M-03

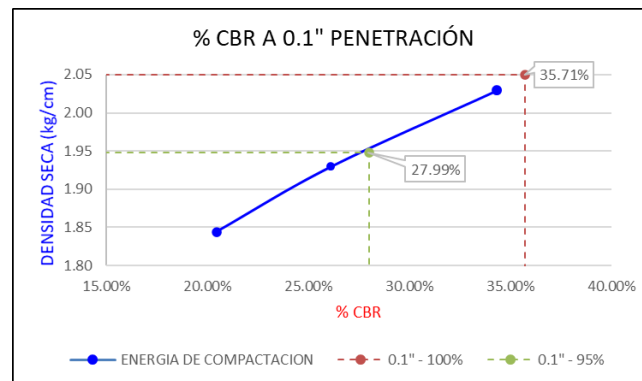


Tabla 41

Resultados de %CBR - M-03

RESULTADOS DE ENSAYO	
CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca a 0.1" de penetración	35.71%
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca a 0.1" de penetración	27.99%
CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca a 0.2" de penetración	52.47%
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca a 0.2" de penetración	39.54%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42

Ensayo CBR M-04

N° de Molde		1	2	3			
N° de Capas		5	5	5			
Golpes por capa		10	25	56			
CÓDIGO DE MUESTRA		SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso molde + Peso Suelo Humedo	(gr.)	8,510.88	8,655.00	7,928.48	7,997.00	8,277.37	8,197.00
Peso molde	(gr.)	4,294.00	4,234.00	3,545.00	3,545.00	3,668.00	3,538.00
Volúmen molde	(gr/cm3)	2,103.90	2,103.90	2,090.90	2,090.90	2,090.90	2,090.90
Peso Suelo Humedo	(gr.)	4,216.88	4,421.00	4,383.48	4,452.00	4,609.37	4,659.00
Densidad Suelo Humedo	(gr/cm3)	2.004	2.101	2.096	2.129	2.204	2.228
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD							
N° de recipiente							
Peso Suelo Humedo + Peso recipiente	(gr.)	61.30	51.30	56.73	53.90	53.72	45.80
Peso Suelo Seco + Peso recipiente	(gr.)	58.50	48.60	54.00	51.00	51.70	44.50
Peso del Agua	(gr.)	2.80	2.70	2.73	2.90	2.02	1.30
Peso recipiente	(gr.)	25.20	25.60	21.50	27.80	27.60	31.60
Peso Suelo Seco	(gr.)	33.30	23.00	32.50	23.20	24.10	12.90
Humedad	(%)	8.4	11.7	8.4	12.5	8.4	10.1
Densidad Suelo Seco	(gr/cm3)	1.849	1.880	1.934	1.892	2.034	2.024

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43

Determinación del Valor Relativo de Soporte M-04

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE								
PENETRACIÓN			MOLDE N°01		MOLDE N°02		MOLDE N°03	
(mm.)	(pulg)	(seg)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)
0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
0.64	0.025	30	0.713	52.712	0.994	73.444	1.189	87.846
1.27	0.050	60	1.388	102.560	1.718	126.932	2.297	169.752
1.91	0.075	90	2.106	155.568	2.828	208.964	3.683	272.118
2.54	0.100	120	2.918	215.629	3.795	280.419	4.845	357.962
3.18	0.125	150	3.900	288.130	4.591	339.218	6.269	463.188
4.45	0.175	180	5.022	371.042	6.281	464.085	8.637	638.179
5.08	0.200	240	5.609	414.461	7.517	555.425	10.036	741.539
7.62	0.300	360	7.158	528.890	10.650	786.869	14.940	1,103.879
10.16	0.400	480	8.447	624.139	12.747	941.848	18.518	1,368.213
12.70	0.500	600	9.753	720.595	14.033	1,036.843	20.401	1,507.358

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 37

Curva Esfuerzo Penetración M-04

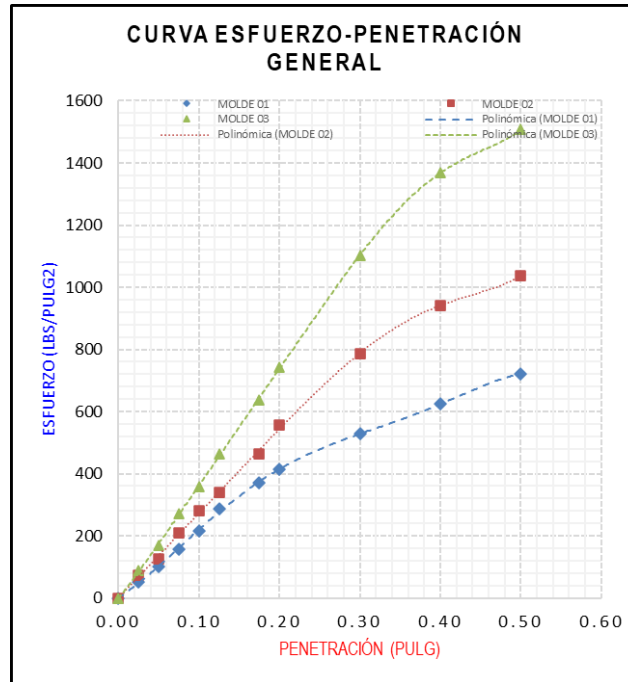


Figura 38

%CBR 0.1" Penetración M-04

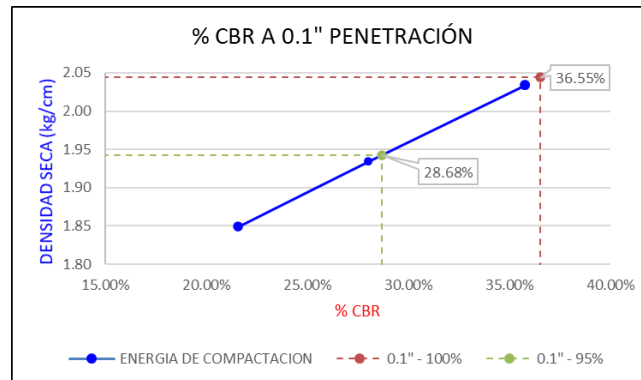


Tabla 44

Resultados de %CBR - M-04

RESULTADOS DE ENSAYO	
CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca a 0.1" de penetración	36.55%
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca a 0.1" de penetración	28.68%
CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca a 0.2" de penetración	50.43%
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca a 0.2" de penetración	38.36%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45

Ensayo CBR M-05

N° de Molde		1	2	3			
N° de Capas		5	5	5			
Golpes por capa		10	25	56			
CÓDIGO DE MUESTRA		SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso molde + Peso Suelo Humedo	(gr.)	8,570.22	8,718.00	7,987.39	8,060.00	8,154.68	8,260.00
Peso molde	(gr.)	4,339.00	4,279.00	3,590.00	3,590.00	3,530.00	3,583.00
Volúmen molde	(gr/cm3)	2,103.90	2,103.90	2,090.90	2,090.90	2,090.90	2,090.90
Peso Suelo Humedo	(gr.)	4,231.22	4,439.00	4,397.39	4,470.00	4,624.68	4,677.00
Densidad Suelo Humedo	(gr/cm3)	2.011	2.110	2.103	2.138	2.212	2.237
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD							
N° de recipiente							
Peso Suelo Humedo + Peso recipiente	(gr.)	67.19	57.50	62.49	60.10	59.77	52.00
Peso Suelo Seco + Peso recipiente	(gr.)	63.97	54.20	59.35	56.60	57.30	50.10
Peso del Agua	(gr.)	3.22	3.30	3.14	3.50	2.47	1.90
Peso recipiente	(gr.)	25.20	25.60	21.50	27.80	27.60	31.60
Peso Suelo Seco	(gr.)	38.77	28.60	37.85	28.80	29.70	18.50
Humedad	(%)	8.3	11.5	8.3	12.2	8.3	10.3
Densidad Suelo Seco	(gr/cm3)	1.857	1.892	1.942	1.906	2.042	2.029

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46

Determinación del Valor Relativo de Soporte M-05

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE								
PENETRACIÓN			MOLDE N°01		MOLDE N°02		MOLDE N°03	
(mm.)	(pulg)	(seg)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)
0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
0.64	0.025	30	0.898	66.359	1.079	79.703	1.274	94.105
1.27	0.050	60	1.473	108.819	1.703	125.802	2.382	176.011
1.91	0.075	90	2.190	161.827	2.713	200.446	3.768	278.376
2.54	0.100	120	3.003	221.888	3.784	279.601	4.930	364.221
3.18	0.125	150	3.684	272.223	4.776	352.865	6.354	469.446
4.45	0.175	180	5.107	377.301	6.466	477.732	8.522	629.660
5.08	0.200	240	5.694	420.720	7.502	554.295	10.121	747.798
7.62	0.300	360	7.643	564.703	10.735	793.128	14.225	1,051.029
10.16	0.400	480	8.932	659.952	12.832	948.106	18.603	1,374.472
12.70	0.500	600	9.838	726.854	14.118	1,043.101	21.086	1,557.948

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 39

Curva Esfuerzo Penetración M-05

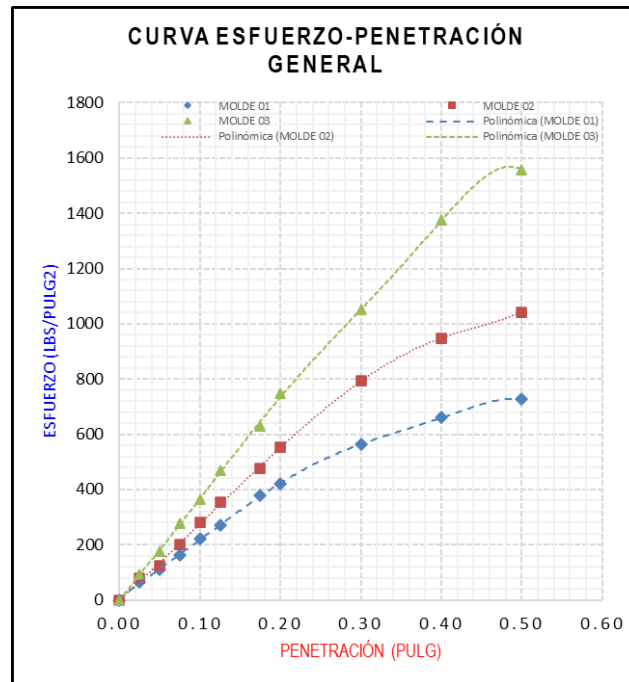


Figura 40

%CBR 0.1" Penetración M-05

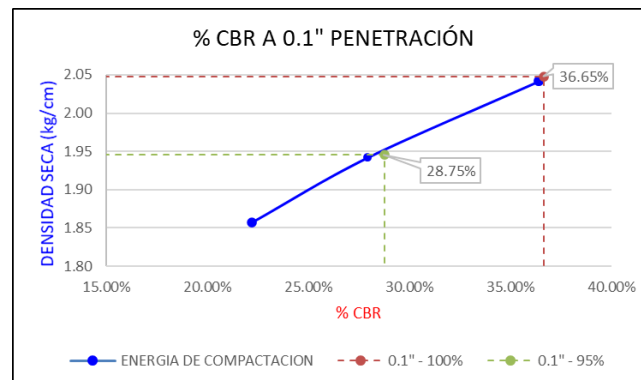


Tabla 47

Resultados de %CBR - M-05

RESULTADOS DE ENSAYO	
CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca a 0.1" de penetración	36.65%
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca a 0.1" de penetración	28.75%
CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca a 0.2" de penetración	50.22%
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca a 0.2" de penetración	38.12%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48

Ensayo CBR M-06

N° de Molde		1	2	3			
N° de Capas		5	5	5			
Golpes por capa		10	25	56			
CÓDIGO DE MUESTRA		SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso molde + Peso Suelo Humedo	(gr.)	8,656.73	8,800.00	8,074.30	8,142.00	8,423.46	8,342.00
Peso molde	(gr.)	4,405.00	4,345.00	3,656.00	3,656.00	3,779.00	3,642.00
Volúmen molde	(gr/cm3)	2,103.90	2,103.90	2,090.90	2,090.90	2,090.90	2,090.90
Peso Suelo Humedo	(gr.)	4,251.73	4,455.00	4,418.30	4,486.00	4,644.46	4,700.00
Densidad Suelo Humedo	(gr/cm3)	2.021	2.117	2.113	2.145	2.221	2.248
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD							
N° de recipiente							
Peso Suelo Humedo + Peso recipiente	(gr.)	70.25	60.60	65.69	63.20	62.69	55.10
Peso Suelo Seco + Peso recipiente	(gr.)	66.80	56.90	62.30	59.30	60.00	52.80
Peso del Agua	(gr.)	3.45	3.70	3.39	3.90	2.69	2.30
Peso recipiente	(gr.)	25.20	25.60	21.50	27.80	27.60	31.60
Peso Suelo Seco	(gr.)	41.60	31.30	40.80	31.50	32.40	21.20
Humedad	(%)	8.3	11.8	8.3	12.4	8.3	10.8
Densidad Suelo Seco	(gr/cm3)	1.866	1.893	1.951	1.909	2.051	2.028

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49

Determinación del Valor Relativo de Soporte M-06

DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE								
PENETRACIÓN			MOLDE N°01		MOLDE N°02		MOLDE N°03	
(mm.)	(pulg)	(seg)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)
0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
0.64	0.025	30	0.767	56.667	0.843	62.312	1.327	98.030
1.27	0.050	60	1.526	112.745	1.653	122.117	2.410	178.031
1.91	0.075	90	2.324	171.737	2.537	187.464	3.763	278.016
2.54	0.100	120	3.016	222.841	3.881	286.773	4.898	361.864
3.18	0.125	150	3.974	293.656	4.650	343.555	6.289	464.642
4.45	0.175	180	4.978	367.766	6.398	472.736	8.418	621.990
5.08	0.200	240	5.438	401.757	7.396	546.487	10.057	743.050
7.62	0.300	360	7.157	528.817	10.568	780.797	14.758	1,090.434
10.16	0.400	480	8.564	632.743	12.716	939.559	18.253	1,348.620
12.70	0.500	600	9.692	716.064	13.872	1,024.957	20.678	1,527.830

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 41

Curva Esfuerzo Penetración M-06

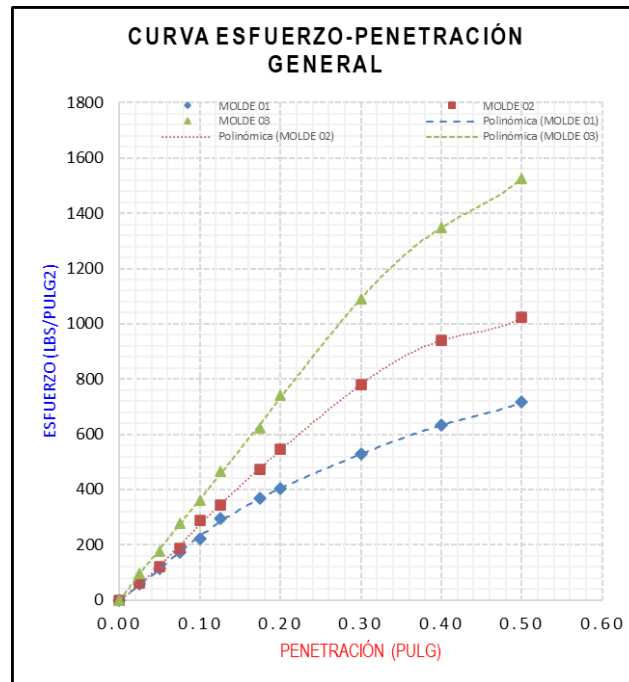


Figura 42

%CBR 0.1" Penetración M-06

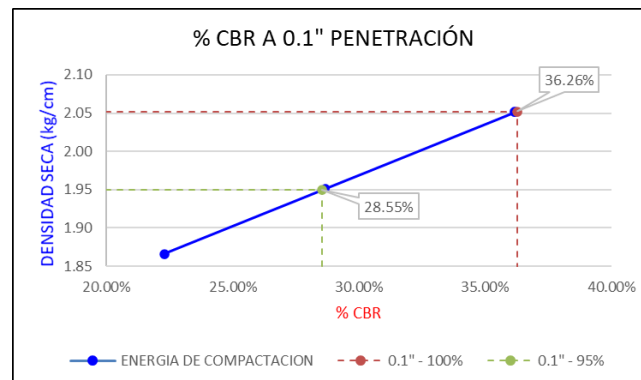


Tabla 50

Resultados de %CBR - M-06

RESULTADOS DE ENSAYO	
CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca a 0.1" de penetración	36.26%
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca a 0.1" de penetración	28.55%
CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca a 0.2" de penetración	49.41%
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca a 0.2" de penetración	36.77%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.4. Límites de consistencia.

El material evaluado no presenta características plásticas.

Tabla 51

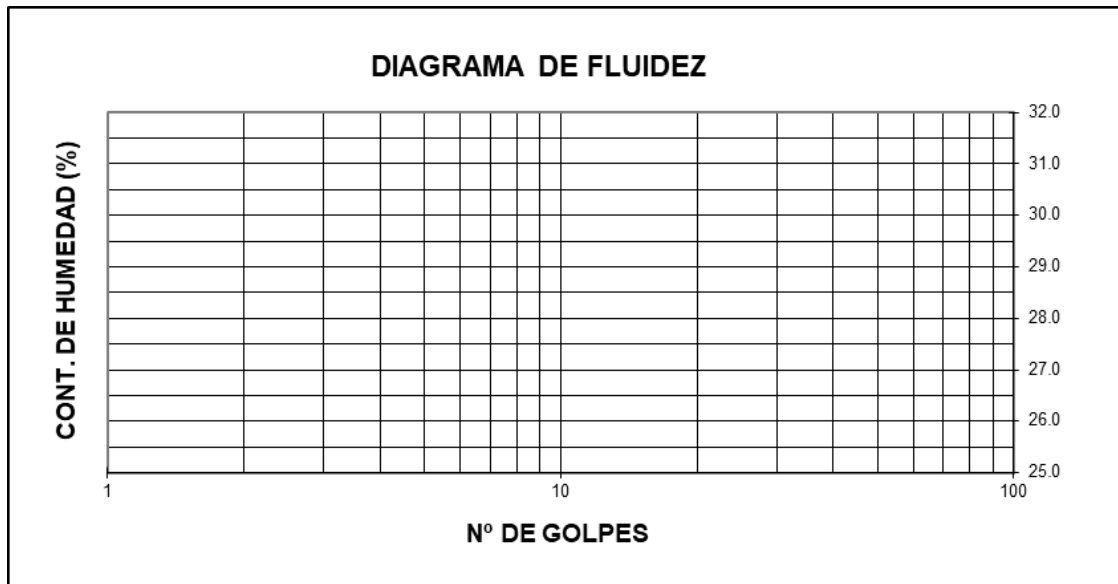
Límites de Consistencia de las Muestras

		LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D-423)	LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D-424)
Nº GOLPES			
Nº TARA			
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr.)		
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	NO LÍQUIDO	NO PLÁSTICO
PESO DE AGUA	(gr.)		
PESO DEL TARA	(gr.)		
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)		

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 43

Diagrama de Fluidéz



Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.5. Equivalente de arena.

Tabla 52

Ensayo de Equivalente de Arena a las Muestras

MUESTRAS ENSAYADAS	LECTURA DE ARENA	LECTURA DE ARCILLA	EQUIVALENTE DE ARENA
MUESTRA 01	63.00	100.00	63.00%
MUESTRA 02	64.50	100.00	64.50%
MUESTRA 03	64.10	100.00	64.10%
MUESTRA 04	66.00	100.00	66.00%
MUESTRA 05	67.40	100.00	67.40%
MUESTRA 06	66.80	100.00	66.80%

Nota. Fuente: *Elaboración propia.*

4.2.1.6. Sales solubles totales.

Tabla 53

Ensayo de Sales Solubles Totales a las Muestras

MUESTRAS ENSAYADAS	LECTURA PPM SALES	% SALES SOLUBLES TOTALES	LECTURA PPM CLORUROS	% SALES CLORUROS
MUESTRA 01	10700	1.070	300	0.030
MUESTRA 02	10630	1.063	283	0.028
MUESTRA 03	10710	1.071	350	0.035
MUESTRA 04	10570	1.057	285	0.029
MUESTRA 05	10680	1.068	340	0.034
MUESTRA 06	10500	1.050	301	0.030

Nota. Fuente: *Elaboración propia.*

4.2.2. Análisis de datos e interpretación de resultados

4.2.2.1. Análisis granulométrico.

Inicialmente, se establece como un requisito mínimo de conformidad con la norma CE 0.10 Pavimentos Urbanos que el material debe cumplir con la gradación A, según se detalla en la tabla siguiente.

Tabla 54*Gradación Requerida de materiales de Subbase Granular*

TAMIZ	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A*	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50mm (2")	100	100	---	---
25mm (1")	---	75-95	100	100
9.5mm (3/8")	30-65	40-75	50-85	60-100
4.75mm (N°4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2.0mm (N°10)	15-40	20-45	25-50	40-70
4.25um (N°40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75um (N°200)	2-8	5-15	5-15	8-15

Nota. Adaptado de *Norma Técnica de Edificación CE.010 Pavimentos Urbanos*,

(p.10), por Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010, ICG.

*La curva de gradación A deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000msnm.

Bajo la premisa mencionada, la normativa peruana ha establecido que, para altitudes superiores a los 3000 metros sobre el nivel del mar (msnm), el material destinado a la subbase granular debe cumplir con la gradación A esto se justifica principalmente por las condiciones climáticas características de esa altitud, donde se busca un material que facilite el drenaje.

Los resultados del proceso experimental realizado en las muestras de partículas provenientes de la calcinación de la piedra caliza, muestran una tendencia de comportamiento que se ajusta a las arenas bien graduadas (SW-SM), según se muestra en la tabla:

Tabla 55*Distribución de partículas de las Muestras*

ITEM	MUESTRA	CALERA	% GRAVAS	% ARENAS	% FINOS
1	M-01	REBECA	26.38	60.08	13.54
2	M-02	REBECA	32.85	59.00	8.15
3	M-03	REBECA	25.75	63.33	10.92
4	M-04	YOSHI	22.75	67.42	9.83
5	M-05	YOSHI	26.54	63.85	9.62
6	M-06	YOSHI	27.31	62.23	10.46
PROMEDIO			26.93	62.65	10.42

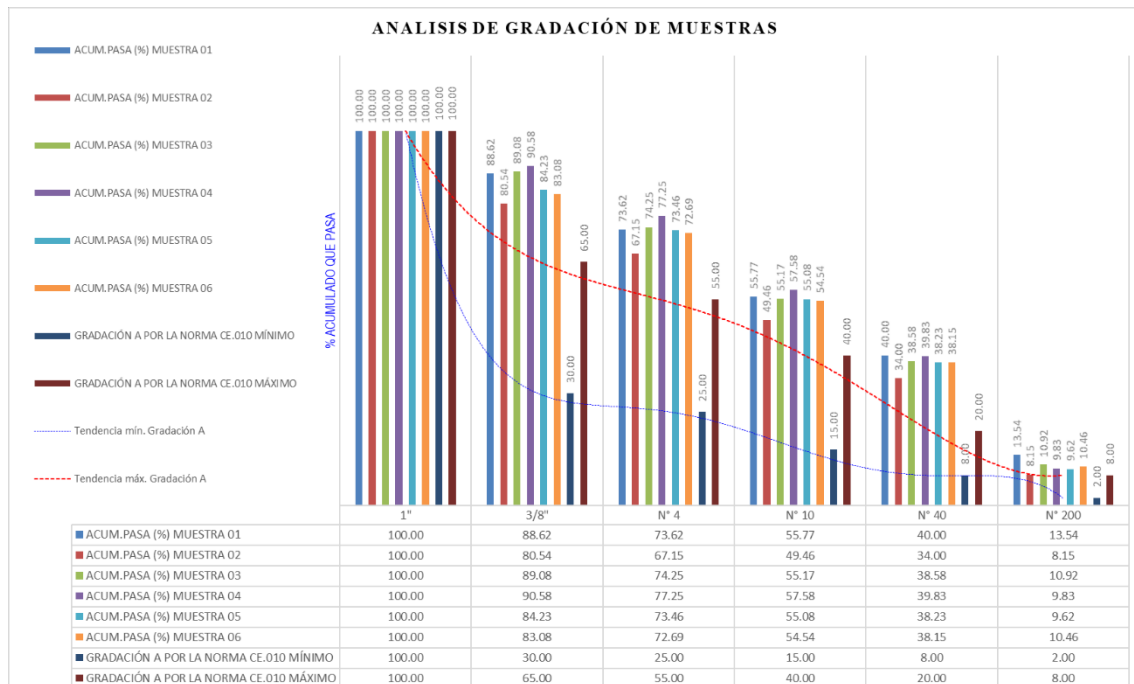
Nota. Fuente: *Elaboración propia.*

Los ensayos realizados han permitido establecer valores promedio del material analizado, considerando que éste procede de un proceso con poca variabilidad y que se producen bajo condiciones consistentes entre su fabricación y su posterior obtención. La variación en las propiedades del material se ajusta principalmente a las diferencias en el tamaño de las partículas y en las características afectadas por este factor; al respecto también se hace referencia y se pone énfasis en un número adecuado de muestras que basadas en datos experimentales y estadísticos nos evidencian comportamientos comunes. En consecuencia, estos valores promedio representan características distintivas de las propiedades del material, dada la mínima variación observada entre las muestras, lo cual sugiere un comportamiento prácticamente constante lo que en el campo del análisis se establece como valores característicos. Este nivel de consistencia en los resultados facilita la estimación estadística del comportamiento del material analizado.

En promedio, se ha encontrado que el material contiene aproximadamente un 26.93% de gravas, un 62.65% de arenas y un 10.42% de finos. Sin embargo, al examinar la distribución granulométrica de las muestras analizadas, representada en la figura 44, se observa que el comportamiento del material en términos de granulometría no cumple con los límites establecidos por la normativa ya que muestra una proporción significativa de partículas que pasan a través de los tamices 3/8”, N°4, N°10 y N°40, lo que lo hace un material más fino del necesario.

Figura 44

Análisis de la Gradación de las Muestras



Nota. Fuente: Elaboración propia.

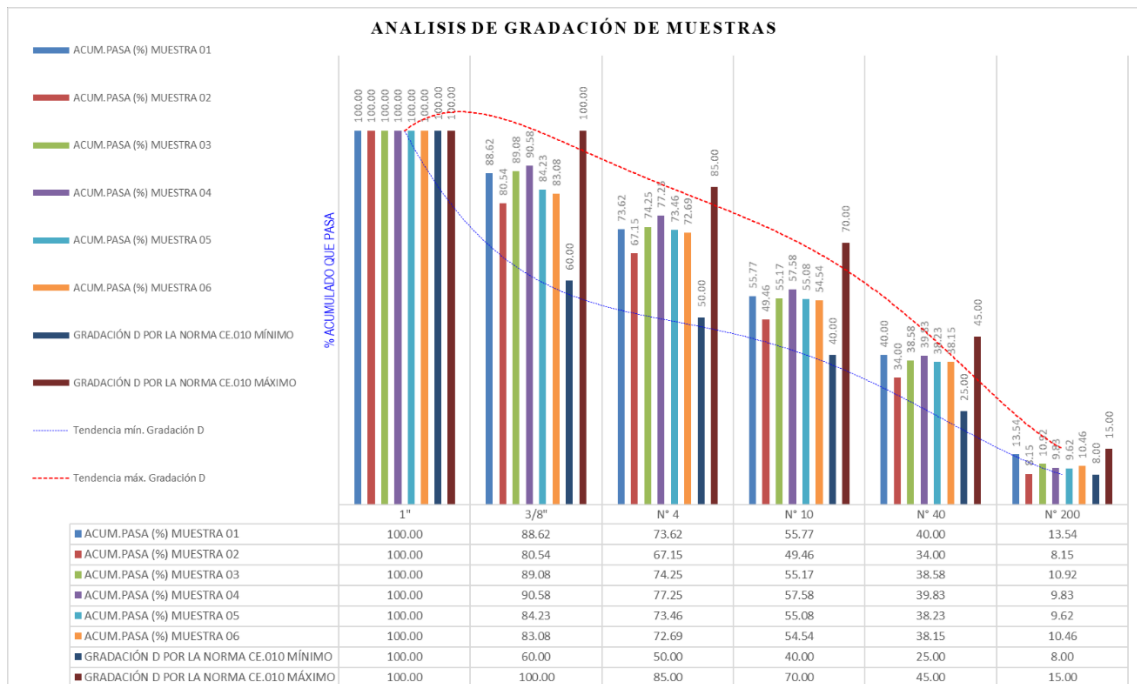
La tendencia promedio del material no cumple con los valores requeridos, ya que se encuentra significativamente por encima del máximo permitido. Esto se debe a que el material destinado a cumplir con la gradación A debe ser granular y poseer propiedades drenantes. Sin

embargo, la clasificación SUCS del material analizado muestra que se trata de arenas bien graduadas (SW-SM).

Además, es importante destacar que el comportamiento del material se corresponde con la gradación D, como se puede observar en la figura 45. Sin embargo, esta clasificación no está permitida por la normativa para su uso en la altitud que se está estudiando y que se pretende poner en aplicación.

Figura 45

Gradación a la que corresponden las Muestras



Nota. Fuente: Elaboración propia.

El procedimiento empleado en el ensayo se ajusta a las regulaciones especificadas en las NTP 339.128.199, que establecen el método de análisis granulométrico así también durante el proceso de ensayo, se han observado una serie de directrices normativas para la manipulación de muestras, conforme a las cuales se ha seguido

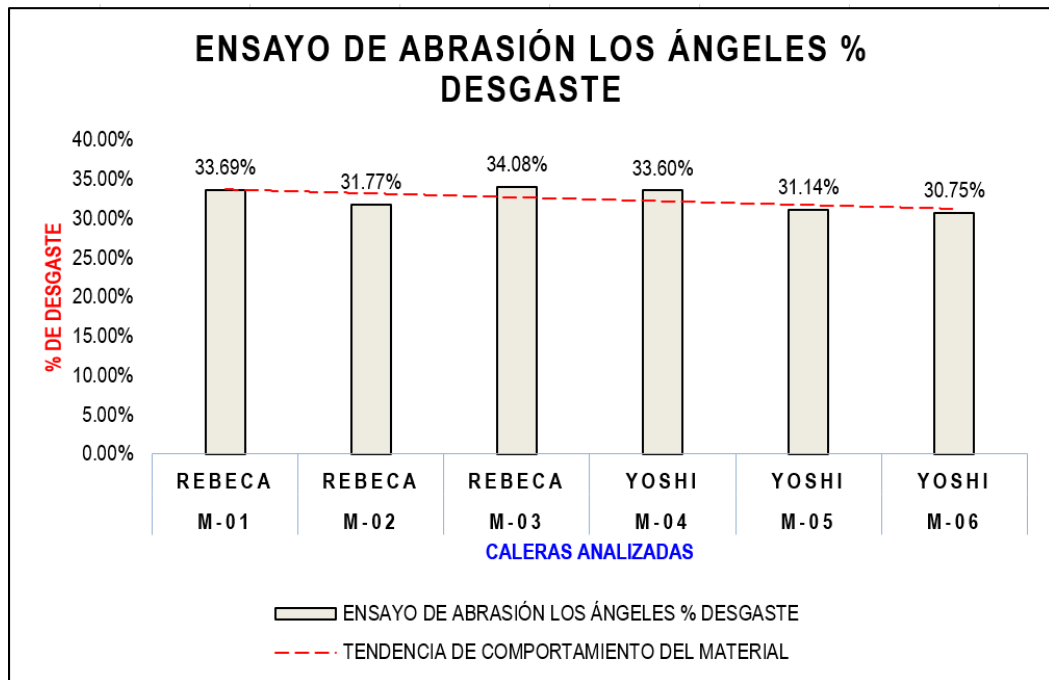
rigurosamente para asegurar la fiabilidad de los resultados. Para llevar a cabo el análisis granulométrico, se han seguido las normativas NTP 339.089:1998 para la obtención de muestras representativas en laboratorio, NTP. 339.090:1998 para la preparación en seco de muestras y la determinación de las constantes del suelo, y NTP. 339.136:1999 para los símbolos, unidades, terminologías y definiciones pertinentes.

4.2.2.2. Abrasión los Ángeles.

Mediante este ensayo se busca evaluar la resistencia al desgaste y la durabilidad de las partículas gruesas o gravas del material analizado conforme ha establecido la normativa NTP 400.019-2002 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina los Ángeles; se ha seguido de forma rigurosa los procedimientos del ensayo obteniéndose los resultados siguientes:

Figura 46

Análisis del ensayo de Abrasión los Ángeles %Desgaste de las Muestras



Nota. Fuente: Elaboración propia.

La norma peruana CE.010 Pavimentos Urbanos establece que, para cumplir con los requisitos mínimos de utilización del material como subbase granular, este debe satisfacer un valor máximo del 50%, según lo indicado en la Figura 19. En el caso analizado, las partículas resultantes de la calcinación de la piedra caliza presentan un valor promedio estimado del 32.50%. Este valor indica la cantidad de masa del material que se ha desgastado o perdido debido a la abrasión en relación con su masa original.

En general, un menor porcentaje de desgaste por abrasión indica una mayor resistencia del material al desgaste, lo que implica una mayor durabilidad e idoneidad para su uso como subbase granular. Un valor relativamente alto de desgaste en porcentaje contribuye a evitar la

generación de finos como consecuencia de las cargas aplicadas, lo cual preserva la granulometría inicial del material.

4.2.2.3. CBR de laboratorio.

El CBR, o Índice de Soporte California (California Bearing Ratio, por sus siglas en inglés) se ha desarrollado conforme a los procedimientos indicados en la norma NTP 339.145-1999 Método de ensayo CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en laboratorio, siguiendo además los procedimientos de las normativas referidas para el proceso como son NTP 339.127:1998 Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo, NTP. 339.128:1999 Método de ensayo para el análisis granulométrico, NTP. 339.129:1999 Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos, NTP. 339.134:1999 Método de clasificación de suelos con propósitos de ingeniería SUCS y NTP. 339.141:1999 Método de ensayo para la compactación en laboratorio de las características del suelo utilizando una energía modificada (56,000 pie-lbf/pie³ (2,700 kNm/m³)).

Por consiguiente, se han registrado los siguientes valores referente al ensayo:

Tabla 56

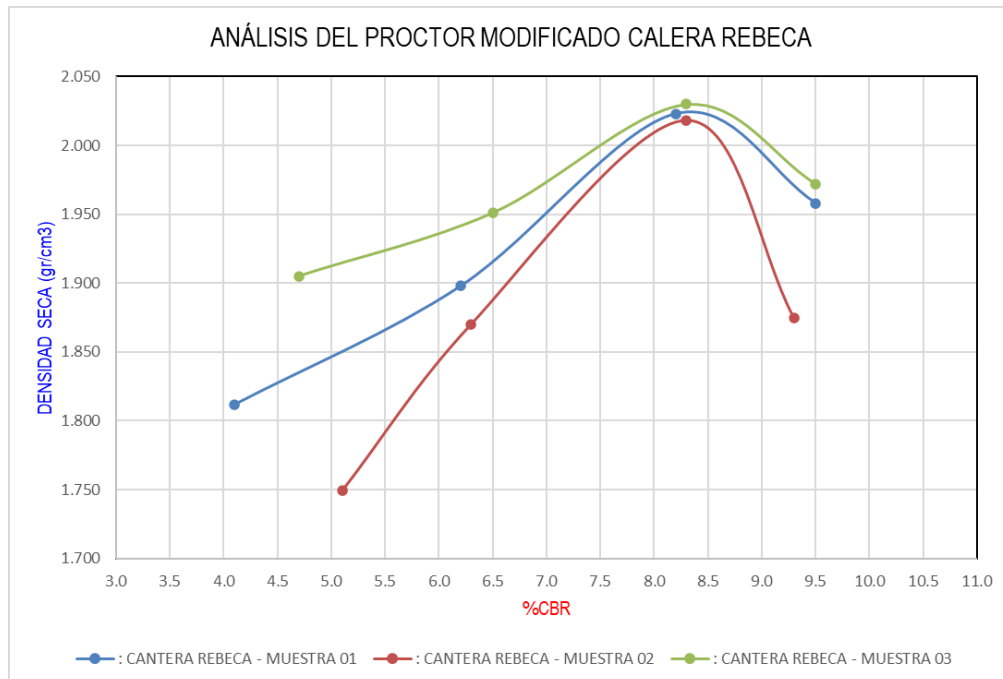
Análisis de ensayo Proctor modificado de las muestras

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO			
ITEM	MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)	DENSIDAD MÁXIMA SECA (gr/cm3)
1	M-01	8.3	2.024
2	M-02	8.1	2.024
3	M-03	8.7	2.05
4	M-04	8.4	2.044
5	M-05	8.3	2.048
6	M-06	8.3	2.052
		8.350	2.040

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 47

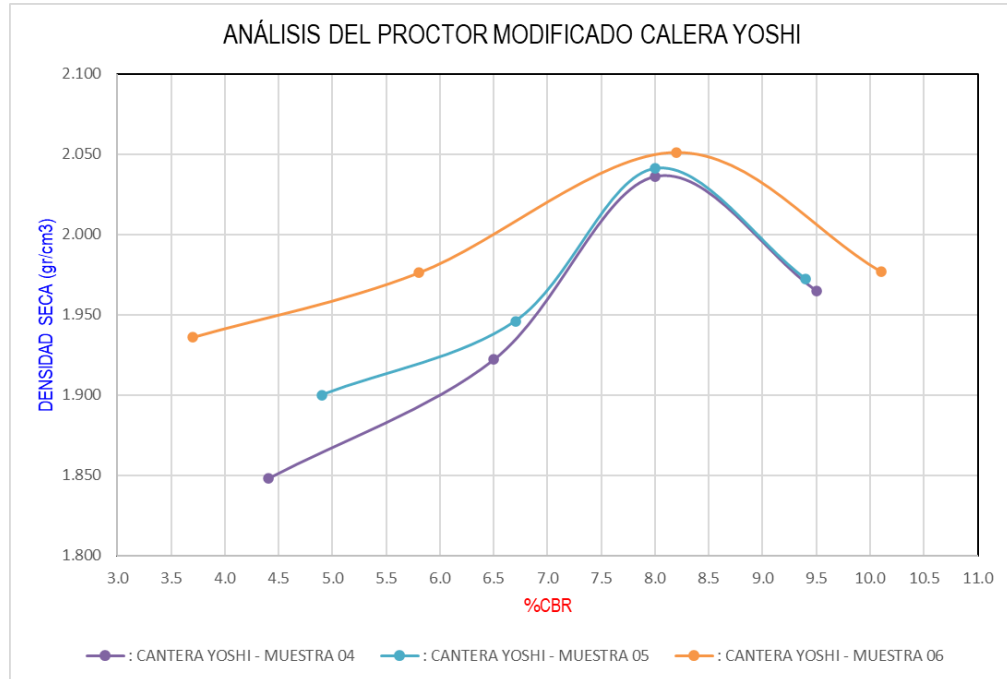
Análisis de Proctor Modificado de Muestras de calera Rebeca



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 48

Análisis de Proctor Modificado de Muestras de calera Yoshi



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Las figuras 47 y 48 revelan que las partículas analizadas muestran una baja sensibilidad al agua, lo que se traduce en una curvatura pronunciada en las gráficas. Se observa que tanto en las muestras de las caleras de Rebeca como en las de Yoshi, el contenido de humedad óptimo se sitúa alrededor de los 56 golpes en todos los casos, con un promedio del 8.35%, y una densidad seca máxima de 2.04 gr/cm³. Esto indica que las partículas en estudio muestran patrones similares en cuanto a su respuesta a la absorción de agua, independientemente de su procedencia.

Sin embargo, el hecho de que el contenido óptimo de humedad promedio sea 8.35% es relativamente alto y podría asociarse más comúnmente con suelos arcillosos en la práctica. Por el contrario, los

suelos clasificados como SW-SM, es decir, arenas, suelen alcanzar valores de contenido óptimo de humedad más bajos, alrededor del 2% al 4%. Esto se debe a que el material analizado proviene de un proceso de calcinación de piedra caliza, lo que aumenta su capacidad de absorción de humedad y, por ende, eleva los valores buscados de contenido óptimo de humedad. Esta característica del material bajo evaluación está directamente relacionada con su proceso de formación y composición.

Por otro lado, el ensayo CBR de laboratorio arroja los siguientes datos:

Tabla 57

Análisis del ensayo CBR de las muestras

ENSAYO CBR					
ÍTEM	MUESTRA	CBR AL 100.00%		CBR AL 95.00%	
PENETRACIÓN		0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
1	M-01	36.28%	53.69%	28.13%	40.10%
2	M-02	36.37%	51.70%	28.22%	39.43%
3	M-03	35.71%	52.47%	27.99%	39.54%
4	M-04	36.55%	50.43%	28.68%	38.36%
5	M-05	36.65%	50.22%	28.75%	38.12%
6	M-06	36.26%	49.41%	28.55%	36.77%
		36.30%	51.32%	28.39%	38.72%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

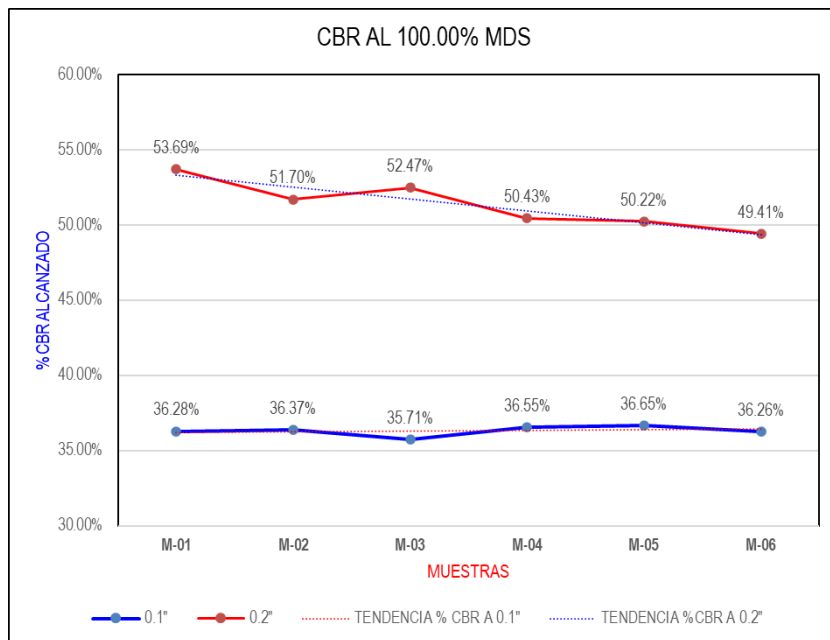
En general la variación de resultados del CBR entre muestras es variable debido principalmente al acomodo de los áridos durante el procedimiento del ensayo pese a ser materiales provenientes de las mismas condiciones de obtención.

La lectura final de los porcentajes de CBR se realiza a una penetración de 0.1", y se determina el CBR característico o de diseño

mediante el cálculo de la media aritmética de las muestras ensayadas. Este valor se toma como el CBR de diseño debido a las consideraciones normativas del RNE, especialmente porque el tipo de material analizado muestra características homogéneas.

Figura 49

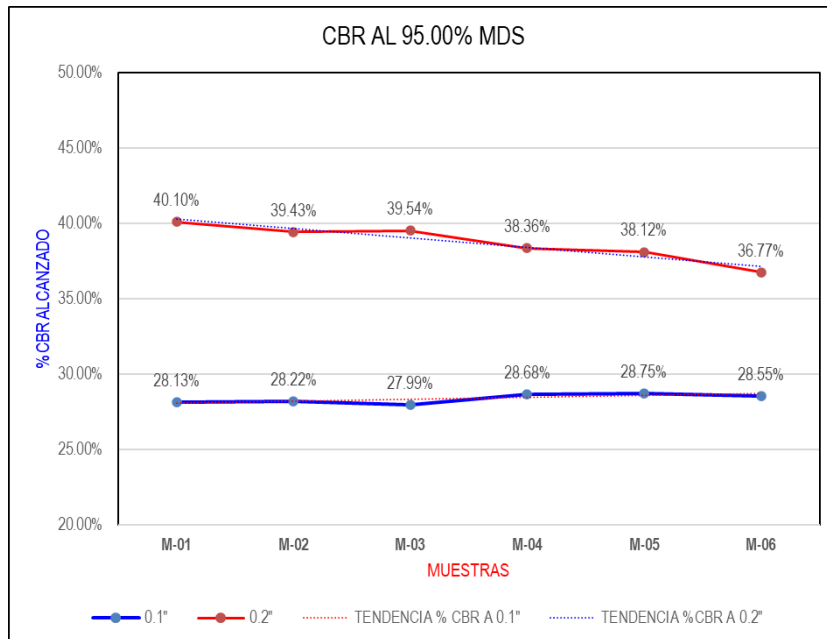
% CBR de las Muestras al 100%MDS



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 50

% CBR de las Muestras al 95%MDS



Nota. Fuente: Elaboración propia.

El ensayo realizado ha cumplido con los estándares normativos requeridos. La conclusión del resumen indica que el ensayo está bien realizado, ya que la penetración a 0.1" es menor que la penetración a 0.2". La normativa específicamente exige el control de la penetración a 0.2" para verificar los procesos del ensayo, donde si esta es mayor que la penetración a 0.1", indica que el ensayo se ha realizado correctamente.

En cuanto a la lectura del CBR del material a una penetración de 0.1", se obtiene un promedio de 36.30%. Esta cifra supera la exigencia mínima de la normativa de análisis, que es del 30.00% para altitudes mayores a 3000 metros sobre el nivel del mar (msnm), lo cual el material cumple en la zona de estudio. Sin embargo, su cumplimiento en zonas de

menor altitud se ve limitado por la falta de resistencia, ya que se requiere un valor mínimo del 40.00%.

4.2.2.4. Límites de consistencia.

El material analizado no muestra expansión alguna y ninguna de las muestras exhibe valores para el Límite Líquido e Índice Plástico. Esto se atribuye principalmente al proceso de calcinación, el cual elimina completamente la humedad del material, dejándolo con un contenido de humedad del 0%.

Como resultado, el ensayo no puede ser aplicado efectivamente debido a la extrema sequedad del material, lo cual impide la manifestación de características plásticas. La ausencia de un punto claro de transición entre los estados semisólido y plástico dificulta la determinación precisa del Límite Líquido, aunque se puede inferir que se aproxima al 0% realmente no es este el valor que se podría demostrar al tener limitantes en el ensayo de Casagrande por lo que lo más adecuado sería indicar que el suelo No presenta Límite Líquido y tampoco presenta índice de Plasticidad; en tal entendido se podría asumir que el suelo no presente un límite líquido e índice de plasticidad a razón:

- Composición del suelo: Algunos tipos de suelos, como las arenas limpias, gravas y rocas trituradas, pueden tener una estructura granular que les confiere una cohesión muy baja. En estos casos, el suelo puede no mostrar un comportamiento plástico discernible, lo que dificulta la determinación del límite líquido.

- Bajo contenido de arcilla: El límite líquido está más relacionado con el contenido de arcilla y limo fino en el suelo. Si una muestra de suelo tiene un contenido muy bajo de estos materiales finos, es posible que no exhiba un comportamiento plástico claramente definido, lo que hace que el límite líquido sea difícil de determinar.
- Suelos muy secos: Como el caso del material en evaluación, en suelos extremadamente secos, la humedad puede estar presente en cantidades tan bajas que no contribuyen significativamente a las propiedades plásticas del suelo. En tales casos, el límite líquido puede ser difícil de determinar debido a la falta de comportamiento plástico observable.
- Limitaciones de la prueba: Como en cualquier prueba de laboratorio, existen límites de detección y precisión que pueden hacer que sea difícil determinar un límite líquido en ciertas muestras de suelo, como es el caso del ensayo de Casagrande.

Si bien se ha indicado que el material no presenta Índice de Plasticidad asumir que tampoco presenta Límite Líquido sería equivocado, lo correcto es precisar que el material presenta un Límite Líquido que no es posible su medición a través del ensayo de Casagrande sin embargo su valor se acerca al 0% y esto principalmente por las siguientes razones:

- Límite de precisión de la prueba: El ensayo de Casagrande tienen límites de precisión y detección. Incluso si un suelo parece estar completamente seco, el límite de detección de la prueba podría no ser

lo suficientemente sensible como para detectar pequeñas cantidades de humedad que podrían estar presentes.

- Presencia de agua adsorbida: Incluso en condiciones muy secas, los suelos pueden contener agua adsorbida en las superficies de las partículas. Esta agua no es fácilmente detectable y puede no contribuir significativamente al comportamiento plástico, pero técnicamente no sería 0%.
- Variabilidad natural del suelo: Los suelos son materiales naturalmente heterogéneos, y la presencia de pequeñas cantidades de agua en algunas partes del suelo podría no ser evidente en todas las muestras. Por lo tanto, incluso en un suelo que parece extremadamente seco, podría haber variaciones locales que contengan pequeñas cantidades de agua.

En conclusión, las partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza no presentan Índice de Plasticidad, y el Límite Líquido es muy cercano al 0%. Esto indica que el material carece de propiedades plásticas o deformables bajo carga, lo que sugiere su rigidez y dificultad para ser moldeado fácilmente. Esta característica es buscada específicamente al diseñar las capas granulares de un pavimento

4.2.2.5. Equivalente de arena.

Ensayo realizado acorde a la normativa del CE.010 se ha seguido el ensayo a las muestras del material del cual se ha conseguido los siguientes resultados:

Tabla 58

Análisis de Resultados del Ensayo de Equivalente de Arena de las Muestras

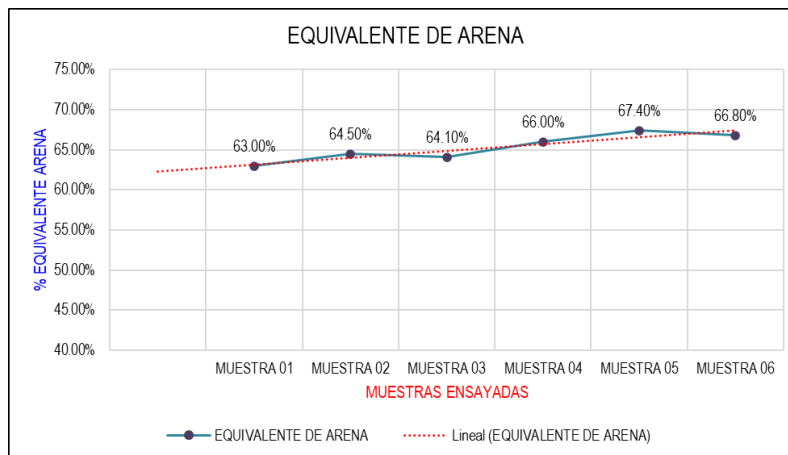
MUESTRAS ENSAYADAS	LECTURA DE ARENA	LECTURA DE FINOS	EQUIVALENTE DE ARENA
MUESTRA 01	63.00	100.00	63.00%
MUESTRA 02	64.50	100.00	64.50%
MUESTRA 03	64.10	100.00	64.10%
MUESTRA 04	66.00	100.00	66.00%
MUESTRA 05	67.40	100.00	67.40%
MUESTRA 06	66.80	100.00	66.80%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La Normativa del CE.010 ha establecido como exigencia mínima el 25% en equivalente de arena para altitudes mayores a 3000 msnm

Figura 51

Análisis de Resultados de Equivalente de Arena



Nota. Fuente: Elaboración propia.

La figura 51 muestra un patrón lineal notable en relación con el equivalente de arena de las partículas sometidas a ensayo, demostrando que, en promedio, el material exhibe un impresionante 65.30%. Este valor resalta la alta calidad de los finos presentes en el material derivado de la

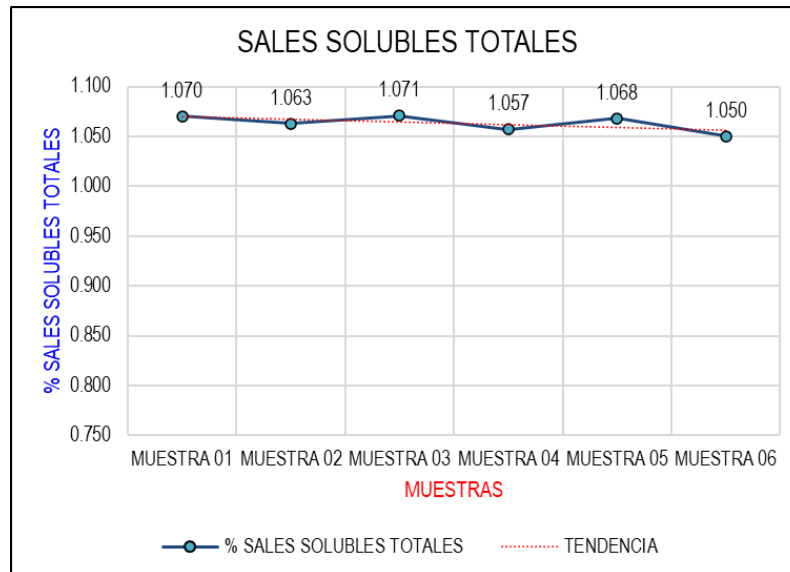
calcinación de la piedra caliza, lo cual sugiere que, gracias a la completa calcinación en los hornos, cualquier partícula volátil presente en la materia prima es eliminada por completo, evitando así la contaminación del material con impurezas. En la práctica, esto significa que el material resultante carece de los materiales indeseables típicos, como las arcillas, lo que contribuye a su excelente resistencia y óptimas condiciones de drenaje. Estas características son altamente valoradas en los materiales destinados a subbases granulares, ya que garantizan la estabilidad y durabilidad necesarias para el buen desempeño de las subbases de los pavimentos en general.

4.2.2.6. Sales solubles totales.

La prueba consiste en la evaluación en la cantidad de sales solubles presentes en el material en el contexto de los suelos, las sales solubles son minerales que se encuentran en el suelo y pueden provenir de diversas fuentes, como la descomposición de minerales, la deposición atmosférica, la infiltración de agua de riego o la actividad humana, como la aplicación de fertilizantes o la sal de carreteras.

Figura 52

Análisis de Sales Solubles Totales de las Muestras



Nota. Fuente: Elaboración propia.

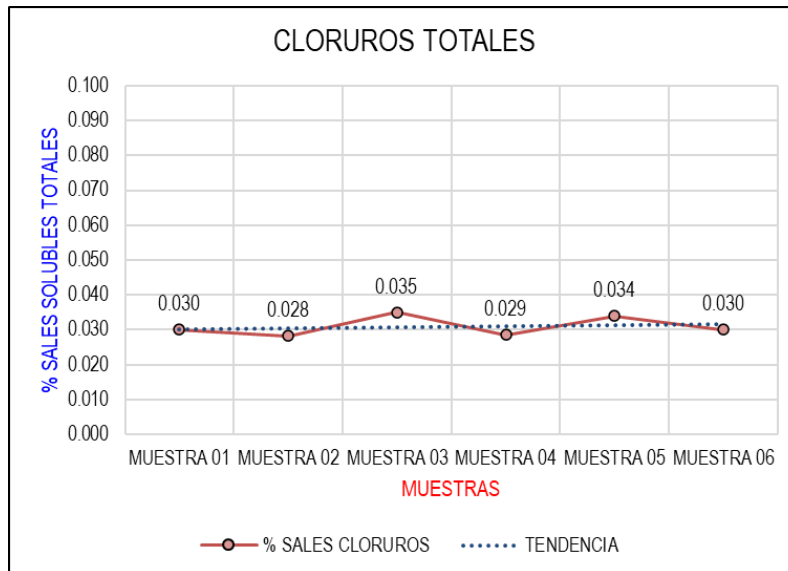
Las muestras analizadas no cumplen estrictamente con los estándares establecidos por la normativa CE.010 para su uso como material de subbase granular. Sin embargo, el porcentaje de sales solubles totales presentes en ellas, con un promedio del 1.063%, no excede significativamente el límite máximo permitido del 1.00%; sin embargo este efecto tiene una explicación y es debido a la composición del material analizado, recordemos que el material objeto del estudio proviene de la calcinación de la piedra caliza y el residuo de las aguas es altamente mineralizada donde existe un contenido considerable de calcio y este material se ha demostrado que es higroscópico es decir que absorbe humedad.

En relación a este efecto no se puede inferir que el material afecta directamente a la estructura de la subbase granular por lo que es necesario llevar a cabo el ensayo específico de cloruros para evaluar su efecto ante el concreto o la propia capa de subbase granular.

La presencia de cloruros puede desencadenar corrosión en las estructuras de concreto, como los dowels o las juntas de expansión, donde pueden corroer las barras de acero y generar productos de corrosión expansivos, que a su vez podrían ocasionar fisuras o grietas en el concreto. Por lo tanto, es esencial evaluar cuidadosamente la concentración de cloruros en el material analizado para comprender su potencial impacto en la durabilidad y resistencia del concreto.

Figura 53

Análisis de Cloruros de las Muestras



Nota. Fuente: Elaboración propia.

En resumen, según el análisis promedio, se determina que el contenido de cloruros en las muestras es del 0.031%. En términos prácticos

y normativos, en este caso, las regulaciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) establecen un límite máximo de aceptación para los cloruros del 1.00%, dado que la normativa CE.010 no ha especificado límites permisibles para los cloruros. Por lo tanto, los cloruros encontrados en las muestras analizadas no tienen un efecto negativo sobre el concreto ni las estructuras que puedan estar en contacto con ellas.

4.2.2.7. Resultados finales

En resumen, los valores característicos de las muestras ensayadas correspondientes a las partículas provenientes al postratamiento de la calcinación de piedra caliza se representan en la tabla 59.

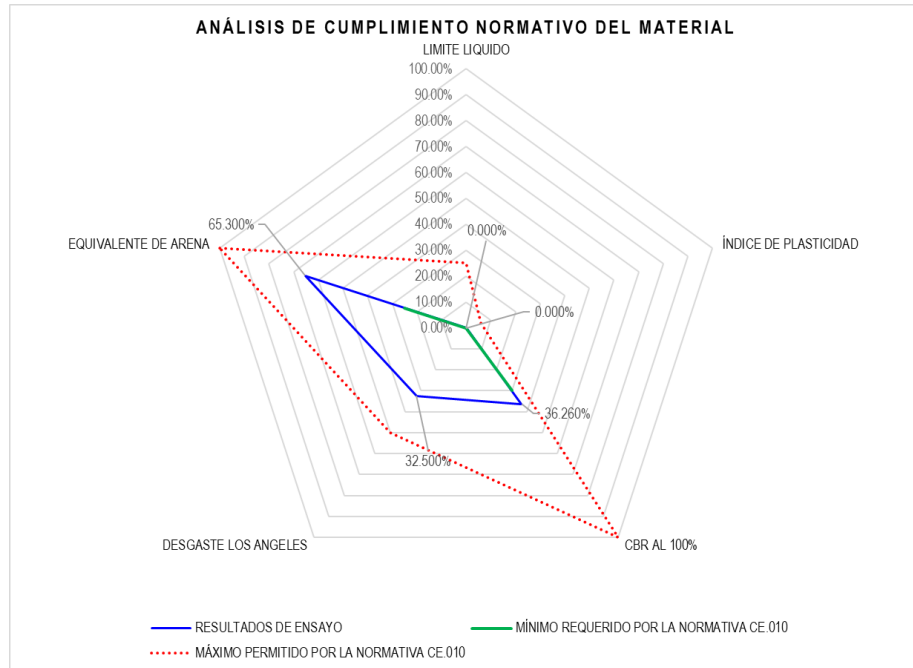
Tabla 59*Resultados Finales*

RESULTADOS FINALES	
MATERIAL	PARTÍCULAS PROVENIENTES AL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA OBTENIDAS EN SACRAFAMILIA
TIPO DE MATERIAL	Arena bien graduada con limo, cal y presencia mínima de gravas
GRADACIÓN	D
TAMAÑO MÁXIMO (Pulg)	1/2"
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/8"
CLASIFICACIÓN SUCS	SW – SM; A - 1 - b
AASTHO	
LÍMITE LÍQUIDO	0% - NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	0% - NP
MÁXIMA DENSIDAD SECA	2.04
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	8.4%
CBR AL 100%	36.26%
CBR AL 95%	28.39%
DESGASTE LOS ÁNGELES EQUIVALENTE DE ARENA	32.50%
SALES SOLUBLES TOTALES	1.063%
CLORUROS	0.031%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 54

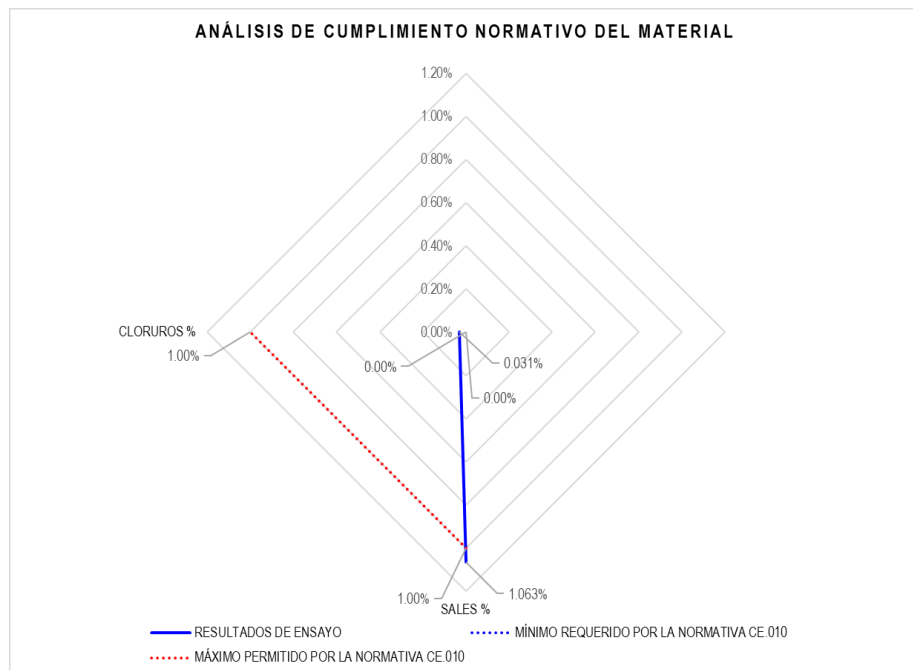
Análisis de Contrastación de cumplimiento Normativo



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 55

Análisis de Contrastación de no Cumplimiento Normativo



Nota. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 54 se puede observar el cumplimiento de todas las propiedades mecánicas y físicas de las partículas lo cual es un buen indicador al momento de su uso, mientras tanto en la figura 55 existe el incumplimiento normativo de las sales solubles totales el cual excede aproximadamente 6% del máximo permitido.

En resumen, el material no cumple completamente con todas las propiedades requeridas para ser utilizado directamente como material de subbase granular de acuerdo con la norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

4.2.2.8. Propuesta de optimización para mejora de gradación.

Concluyendo, se determina que el material no cumple con todos los requisitos establecidos por la normativa CE.010 Pavimentos Urbanos para su aplicación como material de subbase. No obstante, este material puede ser fácilmente mejorado mediante la optimización de dos propiedades específicas: la gradación y la reducción del contenido de sales solubles totales. En cuanto a la mejora y optimización del material, se sugiere llevar a cabo un proceso de combinación cuidadosamente seleccionado para alcanzar la gradación requerida. Además, se podría mejorar el contenido de sales solubles mediante un proceso de lavado del material obtenido.

Para la mejora de la gradación se sugiere seguir el siguiente plan:

A. Evaluación inicial:

Al ser los suelos, o en este caso las partículas provenientes de la calcinación de piedra caliza, los materiales más heterogéneos de la industria de la construcción se debe indicar el proceso de mejora con

el análisis detallado de la distribución de tamaños de partículas del material mediante pruebas de tamizado y análisis granulométricos.

En el presente análisis se ha determinado el orden de la gradación tipo D con la siguiente distribución:

Tabla 60

Promedio de Gradación Preseente en el Material

TAMICES A.S.T.M.	PROMEDIO DE MATERIAL ANALIZADO	GRADACIÓN EXIGIBLE POR LA NORMA CE.010
		GRADACIÓN A
2"	100	100
1"	100	100
3/8"	86.02	30 - 65.
N° 4	73.07	25 - 55.
N° 10	54.6	15 - 40.
N° 40	38.13	8 - 20.
N° 200	10.42	2 - 8.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Como se ve existe poca cantidad de material retenido en el tamiz 3/8" lo que significa que carece de gravas por lo que la mejora debe ser puntualmente en el tamaño de las gravas teóricamente si se adiciona entre un 25% y 35% de grava o piedra chancada se tendría:

Tabla 61*Propuesta de Optimización de la Gradación del Material*

TAMICES A.S.T.M.	TENDENCIA MATERIAL ANALIZADO	GRADACIÓN A	COMBINACIÓN CON 25% GRAVA O PC	COMBINACIÓN CON 35% GRAVA O PC
2"	100.00	100	100.00	100.00
1"	100.00	100	100.00	100.00
3/8"	86.02	30 - 65.	46.51	65.11
N° 4	73.07	25 - 55.	18.27	25.57
N° 10	54.60	15 - 40.	13.65	19.11
N° 40	38.13	8 - 20.	9.53	13.35
N° 200	10.42	2 - 8.	2.60	3.65

*Nota. Fuente: Elaboración propia.***B. Establecimiento de objetivos:**

Definir los rangos de tamaño de partículas requeridos para cumplir con los requisitos de gradación especificados en la normativa CE.010 para su uso como material de subbase; la gradación D se ve condicionada a la presencia de una mayor cantidad de arena en referencia a la gradación A por lo que para llegar a la gradación A se requiere adicionar gravas que estén entre 3/8" y 1" y para mantener similares características en el orden del CBR y el desgaste los Ángulos el material adicionado debe de obligatoriamente cumplir con un CBR mínimo de 30% y un desgaste 50% máximo con estas características se garantiza que el material es óptimo para una gradación A.

C. Selección de método de combinación:

La recomendación sería realizar el método de mezcla o combinación en relación al volumen entre el rango de 25% a 35% de gravas o piedras chancadas con el 65% a 75% de las partículas provenientes

del postratamiento de la calcinación de piedra caliza sugerimos realizar la mezcla en laboratorio con cantidades de muestreo controlados.

D. Control de calidad:

Establecido el procedimiento de combinación y las cantidades en relación al volumen se debe implementar controles de calidad durante el proceso de tamizado para garantizar la consistencia y la precisión de los resultados. Esto puede incluir la verificación periódica de la distribución de tamaños de partículas mediante análisis granulométricos.

E. Documentación y seguimiento:

Registrar y documentar los resultados del proceso de mejora de la gradación, incluyendo los métodos utilizados, los resultados obtenidos y cualquier ajuste realizado durante el proceso. Realizar un seguimiento continuo de la calidad del material para asegurar que se mantenga dentro de los rangos de gradación requeridos.

4.2.2.9. Propuesta de optimización para mejora de sales solubles totales.

El método que se recomienda para la mejora del exceso de sales solubles totales es a través del lavado el cual es la técnica más efectiva al momento de eliminar el exceso de sales solubles la propuesta a seguir es la siguiente:

A. Preparación del equipo y materiales:

Se debe tener a disposición los equipos necesarios, como recipientes para contener el material, mangueras de agua, bombas de agua (si es necesario), y un sistema de filtrado. Además de contar con una fuente de agua limpia y suficiente para el lavado.

B. Preparación de la muestra:

Dividir el material en lotes más pequeños y manejables para facilitar el proceso de lavado se recomienda realizar el primer proceso experimental en un lote pequeño y de este proceso realizar análisis y resultados si es satisfactorio tomar lotes más grandes. Esto puede implicar el uso de maquinaria de excavación o cargadores para mover el material.

C. Proceso de lavado:

- Crear canales o zanjas en el suelo para dirigir el flujo de agua a través del material. Estos canales deben ser lo suficientemente profundos para contener el material y permitir que el agua circule libremente.
- Utilizar bombas de agua o mangueras de alta presión para suministrar agua a los canales y lavar el material. Ajusta el flujo de agua según sea necesario para garantizar un lavado efectivo.
- Agitar manualmente el material dentro de los canales para ayudar a eliminar las sales solubles adheridas y mejorar la eficiencia del lavado.

- Supervisar el proceso de lavado para asegurar de que se eliminen la mayor cantidad posible de sales solubles y residuos del material.

D. Recuperación y secado del material lavado:

Recolectar el material lavado en áreas designadas para su secado. Extender el material lavado en capas delgadas para facilitar el secado al sol. Si es necesario, utiliza maquinaria para mover y esparcir el material de manera uniforme. Dejar que el material se seque completamente antes de su posterior análisis o uso.

E. Análisis y evaluación:

Realizar un análisis del material lavado para determinar la concentración de sales solubles restantes y evaluar la efectividad del proceso de lavado. Si es necesario, repetir el proceso de lavado en áreas específicas donde se detecten concentraciones elevadas de sales solubles para mejorar la calidad del material.

4.3. Prueba de Hipótesis

4.3.1. Prueba de Normalidad

4.3.1.1. Recopilación de datos.

Se está trabajando con los resultados de los ensayos CBR A 0.1” de penetración.

Tabla 62*Prueba de Hipótesis*

i	X_i	(X_i-MED)²	a_i	X_i INV	Dif (X_i-X_i INV)
1	0.35710934	3.51106E-05	0.6431	0.36650282	-0.0093935
2	0.36263301	1.61401E-07	0.2806	0.36547247	-0.0028395
3	0.36281863	4.67118E-08	0.0875	0.36367228	-0.0008537
4	0.36367228	4.06435E-07		0.36281863	
5	0.36547247	5.94243E-06		0.36263301	
6	0.36650282	1.20275E-05		0.35710934	

Nota. Fuente: *Elaboración propia.*

4.3.1.2. Nivel de significancia.

Nivel de significancia asumido $\alpha=5\%=0.05$

4.3.1.3. Valor de prueba.

Se está aplicando el Test de normalidad – Shapiro Wilks dado que se tiene muestras menores a 50 por lo que para la verificación de normalidad es aplicable este test.

4.3.1.4. Cálculo del valor de la prueba p y comparación con el valor crítico α .**Tabla 63***Valor de Prueba Shapiro Wilks*

X_i	0.36303476
(X_i-MED)²	0.00005370
a_i * Dif	- 0.00691240
SW c	0.88986267
SW t	0.78800000
p-valor	0.35
α	0.05
p-valor > nivel de significancia	

Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.5. Decisión.

Ho: $X_i = N(u, \delta^2)$	se ajusta a distribución normal
Hi: $X_i \neq N(u, \delta^2)$	no se ajusta a distribución normal

Dado que el valor de prueba es mayor al nivel de significancia la probabilidad que la hipótesis nula sea cierta es muy alta, por lo que se concluye que las muestras tienen distribución normal.

4.3.2. Verificación de la Hipótesis General

La hipótesis es bilateral o no direccional.

Hipótesis nula (H₀): No hay diferencias significativas entre las características de las partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza evaluadas y los criterios establecidos por la Norma CE.010 para su utilización como material de subbase en pavimentos rígidos.

La hipótesis nula planteada sugiere que el proceso de evaluación de las partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza no tiene un impacto significativo en la determinación de su idoneidad como material de subbase en pavimentos rígidos, de acuerdo con la normativa CE.010. En otras palabras, si llevamos a cabo un análisis exhaustivo de estas partículas, los resultados obtenidos serán estadísticamente similares a los criterios establecidos por la normativa. Esto implica que la evaluación no revelará diferencias sustanciales entre el material analizado y los estándares de calidad exigidos por la norma.

Este enfoque considera que el proceso de evaluación no introducirá cambios significativos en la percepción de la adecuación del material para su uso en pavimentos rígidos. Si la hipótesis nula se confirma, esto podría sugerir que el material proveniente del postratamiento de la calcinación de piedra caliza en Sacrafamilia cumple con los requisitos necesarios para ser utilizado como subbase en pavimentos rígidos, de acuerdo con la normativa vigente. En consecuencia, la evaluación no encontraría diferencias sustanciales que justifiquen la exclusión del material para su uso en la construcción de pavimentos rígidos, proporcionando así una base sólida para su implementación en proyectos de infraestructura vial en la región.

Hipótesis Alternativa (H₁): Existen diferencias significativas entre las características de las partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza evaluadas y los criterios establecidos por la Norma CE.010 para su utilización como material de subbase en pavimentos rígidos.

$$H_0: \mathcal{U}_1 = \mathcal{U}_2 \quad \text{vs} \quad H_1: \mathcal{U}_1 \neq \mathcal{U}_2$$

En conclusión, la hipótesis alternativa sugiere que el proceso de evaluación de las partículas tiene un efecto significativo en la determinación de si las partículas son adecuadas o no para su uso como material de subbase en pavimentos rígidos según la normativa. En otras palabras, las características de las partículas evaluadas son diferentes de los criterios de la normativa CE.010, lo que puede influir en su idoneidad para su uso en pavimentos rígidos.

En el caso presente, para la comprobación de la hipótesis la \mathcal{U}_1 está relacionado a la muestra analizada y \mathcal{U}_2 al parámetro establecido por la normativa

CE.010 en tal contexto y viendo los criterios optados para la elección del valor de prueba se elige el estadístico t student independiente o pareada donde μ_2 será el parámetro exigido por la norma CE.010.

4.3.2.1. Recopilación de datos.

En este punto

Tabla 64

Verificación de Hipótesis

i	X_i
1	0.35710934
2	0.36263301
3	0.36281863
4	0.36367228
5	0.36547247
6	0.36650282

Nota. Fuente: *Elaboración propia.*

4.3.2.2. Cálculo de estadísticos de interés.

Dado que las muestras tienen una distribución normal y provienen de muestreos probabilísticos además que se tiene muestras menores a 30 unidades y que se necesita comparar la media analizada entre un parámetro normativo los datos se adecuan a la t student para muestras independientes o pareadas.

4.3.2.3. Nivel de significancia.

Nivel de significancia asumido $\alpha=5\%$

4.3.2.4. Valor de prueba.

T student pareada – método del valor crítico

$$t = \frac{\bar{X} - u}{s/\sqrt{n}}$$

t : es el estadístico de la prueba de hipótesis para la media, el cual está definido por una distribución t Student

\bar{X} : media de la muestra

u : valor de la media propuesta en la hipótesis (parámetro de norma CE.010)

s : desviación estándar

n : número de muestras

4.3.2.5. Cálculo del valor de la prueba p y comparación con el valor crítico α .

Tabla 65

Valor de Prueba t student

TEST t student DE MUESTRAS PAREADAS		
H ₀ : $\mathcal{U}_1 = 30\%$		$\mathcal{U}_2=30\%$
H ₁ : $\mathcal{U}_1 \neq 30\%$		
Significancia	$\alpha=$	0.05
	$\alpha/2=$	0.025
Media		0.36
Desviación Estándar		0.003277043
Varianza		1.0739E-05
Número de Datos		6
Grados de Libertad		5

t experimental	47.11656619		
Valor crítico	0.475		
Valor crítico	0.475	→	1.96

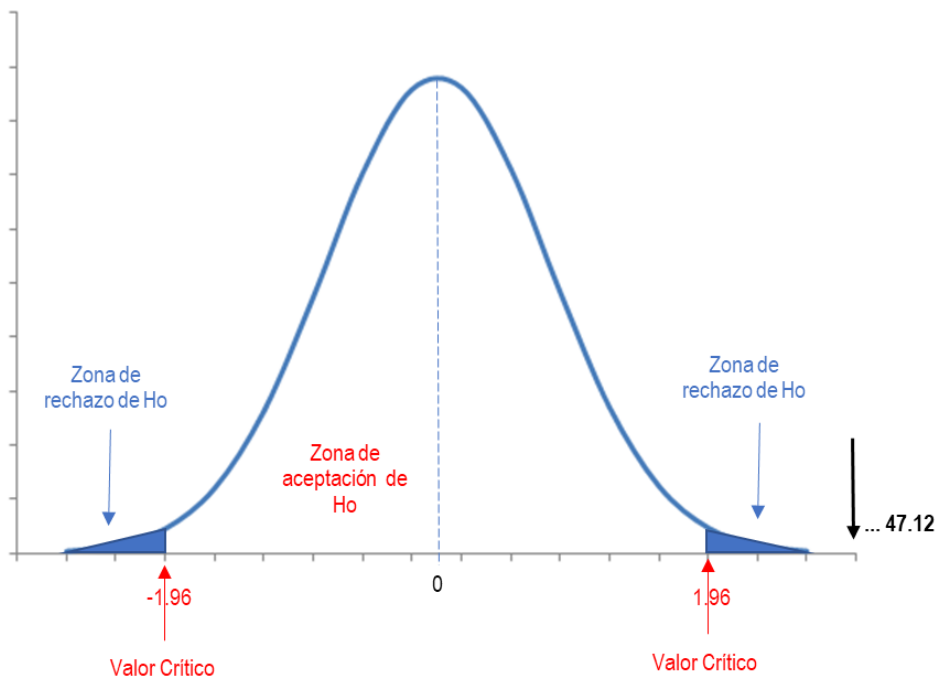
Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.6. Decisión (rechazo de la hipótesis H_0 p valor α).

Dado que el t experimental es mayor al valor crítico se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Figura 56

Curva de Distribución Normal Método t student Valor Crítico



Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.7. Conclusión.

En consecuencia, después del análisis estadístico y la verificación de hipótesis se puede decir que existen diferencias significativas entre las características de las partículas resultantes del postratamiento de la

calcinación de piedra caliza evaluadas y los criterios establecidos por la Norma CE.010 para su utilización como material de subbase en pavimentos rígidos.

Lo **que** indica que el proceso de evaluación de las partículas resultantes a postratamiento de la calcinación de piedra caliza determinará que los resultados obtenidos confirmarán que el material cumple con los requisitos necesarios para su aplicación como subbase granular, según lo estipulado por la normativa. Esta afirmación sugiere que el proceso de evaluación proporcionará una validación objetiva de la idoneidad del material para su uso en la construcción de pavimentos rígidos, lo que respaldaría su implementación en proyectos de infraestructura vial según las regulaciones vigentes.

4.4. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos sugieren que, si bien pueden existir variaciones entre las muestras analizadas, estas diferencias se atribuyen principalmente al acomodo natural de las partículas en el material. Como se mencionó anteriormente, tanto el suelo en general como las partículas provenientes de la calcinación son los materiales más heterogéneos en la industria de la construcción. Esto implica que, incluso al realizar múltiples ensayos con las mismas muestras, es poco probable obtener resultados exactamente idénticos debido a la variabilidad inherente del material.

La comprensión de esta heterogeneidad es fundamental para interpretar los resultados de manera adecuada. Tanto las normativas nacionales como el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y las especificaciones del

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) han anticipado esta variabilidad y han establecido criterios como es el caso de tomar valores de diseño que están íntimamente relacionados al número de muestras tomadas y a la percepción del diseñador pudiendo asumir valores promedios según su propia experiencia.

Por lo tanto, la búsqueda de tendencias y valores característicos en los resultados de los ensayos permite una mejor comprensión del comportamiento de materiales con estas características heterogéneas. Esto permite que los ingenieros y diseñadores tomen decisiones informadas y apliquen medidas de mitigación apropiadas para garantizar la calidad y seguridad de las estructuras construidas con estos materiales, en línea con las regulaciones y normativas establecidas.

En cuanto al enfoque de la producción de las partículas, es importante reconocer que diversos factores intervienen en el proceso de calcinación de la piedra caliza y la producción resultante de las partículas. Aspectos como el tamaño de los hornos, la naturaleza de los hornos (ya sean artesanales o industriales), las temperaturas alcanzadas y la calidad de la materia prima utilizada tienen un impacto directo en las características finales de las partículas generadas como subproducto. Estos elementos pueden variar significativamente según las condiciones específicas de producción. Por lo tanto, cualquier análisis de las propiedades de las partículas debe considerar la variabilidad inherente al proceso de producción y asegurar que se realice en condiciones controladas y representativas de la realidad.

En cuanto al cumplimiento normativo, es evidente que el material analizado no cumple con todas las disposiciones de la normativa vigente,

especialmente en lo que respecta a la gradación y el contenido de sales solubles totales. Sin embargo, se observa que el material presenta propiedades mecánicas favorables, como indican los resultados del CBR, la abrasión y el equivalente de arena. Estas propiedades sugieren que, si bien hay aspectos por mejorar, el material podría ser adecuado para su uso como subbase granular, siempre y cuando se realicen ajustes para cumplir con los requisitos normativos.

Es fundamental comprender que, a pesar de que el material generado a partir del proceso de calcinación no presenta humedad natural debido a su naturaleza desecada, esta conserva la capacidad de absorber humedad del ambiente debido a su origen a partir de la caliza o piedra caliza. Esta capacidad de absorción de humedad es una característica inherente del material, influenciada por su composición y estructura. Dado que la cal ha demostrado históricamente su eficacia para reducir la humedad en varias aplicaciones de la industria de la construcción, existe un interés significativo en explorar cómo el material resultante del proceso de calcinación puede influir en la humedad del suelo y en la estabilidad de los suelos cohesivos. Los estudios adicionales que se proponen permitirían investigar en profundidad la capacidad de drenaje y estabilización del material en estas condiciones específicas. La comprensión de la capacidad de absorción de humedad del material y su efecto en los suelos cohesivos es crucial para optimizar su rendimiento y aplicación como subbase granular en diferentes entornos de construcción. Estos estudios proporcionarían información valiosa para mejorar el diseño y la implementación de pavimentos, así como para explorar nuevas oportunidades de uso del material en diversas condiciones y aplicaciones constructivas. En última instancia, esta investigación adicional ayudaría a

maximizar el potencial del material y a garantizar su eficacia y durabilidad en una variedad de contextos de construcción.

CONCLUSIONES

- La evaluación detallada de las partículas resultantes del proceso de calcinación revela que, en todos los ensayos realizados, se observan tendencias características que muestran una variabilidad mínima. Esta consistencia en los resultados permite realizar estimaciones probabilísticas confiables sobre las propiedades del material. Esta baja variabilidad se atribuye principalmente a las condiciones particulares del proceso de obtención del subproducto mediante la calcinación, el cual se lleva a cabo de manera artesanal.
- Durante el proceso de calcinación, factores como la selección cuidadosa de la materia prima, la temperatura específica de calcinación y las dimensiones de los hornos artesanales contribuyen a la uniformidad en las características del material producido. Esta uniformidad se conserva siempre y cuando se mantenga constante el proceso de producción. Por lo tanto, el material generado exhibe una variabilidad mínima en sus propiedades, lo que permite establecer valores característicos consistentes y confiables.
- En base a los resultados obtenidos de los ensayos, se determina que las características del material se ajustan a una gradación tipo D, con valores específicos que incluyen un 32.50% de desgaste Los Ángeles, un 36.30% de CBR, NP de Límite Líquido, NP de Índice Plástico, un 65.30% de Equivalente de Arena y un 1.063% de Sales Solubles Totales. Estos resultados confirman la consistencia en las propiedades del material y respaldan la estimación probabilística de su comportamiento en aplicaciones específicas, como su uso como material de subbase en pavimentos rígidos.
- De los resultados característicos presentados se concluye que las partículas resultantes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza, producidas en

Sacrafamilia, no cumplen completamente con los requisitos establecidos por la norma CE.010 para su uso como material de subbase en pavimentos rígidos, especialmente en términos de gradación y contenido de sales solubles totales.

- A pesar de las deficiencias en el cumplimiento normativo, se observa que las partículas presentan propiedades mecánicas favorables, como indican los resultados del CBR, la abrasión y el equivalente de arena. Esto sugiere que el material tiene potencial para su uso como subbase granular, siempre y cuando se realicen ajustes para mejorar su cumplimiento con la normativa.
- Se reconoce la importancia de considerar la heterogeneidad inherente del material producido a partir del proceso de calcinación de piedra caliza en la interpretación de los resultados de los ensayos y su aplicación en la construcción de pavimentos rígidos. Esta variabilidad debe ser tomada en cuenta en el diseño y la implementación de proyectos de infraestructura vial.
- Se destaca la importancia de encontrar un equilibrio entre el cumplimiento de la normativa y las propiedades mecánicas favorables del material. Si bien es fundamental que el material cumpla con los requisitos establecidos por la normativa CE.010, también es importante reconocer y valorar las propiedades mecánicas favorables que pueden mejorar la durabilidad y resistencia de los pavimentos rígidos y sobre todo considerar el factores como costo-beneficio y ambiental.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere investigar y desarrollar técnicas de mejoramiento del material, como la combinación o el tratamiento de lavado controlado, para mejorar sus propiedades y cumplir con los requisitos de la normativa CE.010.
- Específicamente se recomienda una combinación del 70% de las partículas provenientes del postratamiento de la calcinación de piedra caliza con un 30% de gravas o piedras chancadas de las siguientes características tamaño entre 3/8" y 1" con un CBR de 30% mínimo esto con la finalidad de alcanzar la gradación requerida.
- El valor característico de las sales solubles totales, evaluado en 1.063%, si bien no excede ampliamente el límite establecido por la norma CE.010, sugiere la necesidad de tomar medidas para optimizar la calidad del material. Una recomendación sólida para reducir este valor es implementar un proceso de lavado del material. Este procedimiento permitiría eliminar parte de las sales solubles presentes, lo que contribuiría a cumplir con los requisitos de la normativa y mejorar la calidad general del material de subbase granular.
- Además, es importante destacar que la presencia de cloruros en el material es notablemente baja, con un valor característico de 0.031%. Esta baja concentración de cloruros indica que, a pesar del contenido medianamente alto de sales solubles totales, el riesgo de daños al material de subbase granular o a la losa de concreto del pavimento hidráulico es mínimo. En otras palabras, la presencia de sales solubles totales no influye significativamente en la integridad y durabilidad del pavimento, lo que respalda la viabilidad del material para su uso en proyectos de construcción de pavimentos rígidos.

- Se propone llevar a cabo estudios adicionales sobre las propiedades de absorción de humedad del material, así como su capacidad de drenaje y estabilización en suelos cohesivos. Estos estudios proporcionarán información crucial para optimizar el rendimiento y la aplicación del material como subbase granular en diferentes condiciones y entornos de construcción.
- Se sugiere continuar la investigación para explorar nuevas oportunidades de uso del material resultante del postratamiento de la calcinación de piedra caliza en aplicaciones de construcción de pavimentos rígidos, así como para evaluar su desempeño a largo plazo en la práctica. Esto permitirá maximizar el potencial del material y garantizar su eficacia y durabilidad en una variedad de contextos de construcción.
- Se recomienda realizar un monitoreo continuo del desempeño del material en campo una vez implementado en proyectos de construcción de pavimentos rígidos. Esto permitirá evaluar su comportamiento a largo plazo, identificar posibles áreas de mejora y realizar ajustes necesarios en el diseño y aplicación del material para optimizar su rendimiento y durabilidad en condiciones reales de uso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Becerra, M. (2012). Tópicos de Pavimentos de Concreto. Obtenido de Diseño, Construcción y Supervisión: <http://bit.ly/3QiPFOy>
- Canaza, J. U. (2020). Evaluación de las propiedades de los materiales de base y sub base para pavimentos del distrito de José Luis Bustamante y Rivero.
- EG-2013. (2013). Manual De Carreteras. *Especificaciones Técnicas Generales Para La Construcción*. MTC.
- Gálvez Barrera, H. A. (Septiembre de 2003). evaluación del comportamiento de la piedra caliza con diferente contenido de carbonato de magnesio (mgco_3) a través del proceso de calcinación a 8500c y 640 mm hg en la obtención de cal viva mediante la determinación de la densidad aparente (astm 188-95). Evaluación del comportamiento de la piedra caliza con diferente contenido de carbonato de magnesio (mgco_3) a través del proceso de calcinación a 8500c y 640 mm hg en la obtención de cal viva mediante la determinación de la densidad aparente (*ASTM 188-95*). Guatemala.
- García, M. F. (08 de Marzo de 2022). *What about if*. Obtenido de Lab 012 Relación de Soporte CBR: <https://www.youtube.com/watch?v=eDKobVpnuuw>
- INGEMMET. (2018). Prospección de Recursos de Rocas y Minerales Industriales en la Región Pasco. *INGEMMET, Boletín Serie B: Geología Económica N°52, B(52)*, 317.
- MEF. (2015). Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras. Servicios Gráficos JMD S.R.L.

QUISPE, F. E. (2021). Evaluación del fenómeno de erosión de material granular de pavimentos rígidos estabilizadas con cal, mediante ensayos de erosión por pulverizado de agua a presión.

Quispe, S. (30 de Abril de 2020). *Importancia del desempeño de las capas granulares de un pavimento*. Obtenido de <https://es.linkedin.com/pulse/importancia-del-desempe%C3%B1o-de-las-capas-granulares-un-quispe-espinoza>

Red Nacional de Maestros de la Construcción Tradicional. (2018). *MAESTROS DE LA CAL*. INTBAU UK.

VASQUEZ, A. J. (2018). Evaluación de la proporción óptima con ceniza de cal para la obtención de bloques de concreto tipo np, elaborados con maquinaria semi industrial vibro-compactadora en la ciudad de cerro de Pasco - 2018.

ANEXOS

Instrumentos de Recolección de Datos



GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

ENSAYO DE CANTERA PARA LA TESIS
“EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL
POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA,
PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE
SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA
CE.010, PASCO 2023”



FECHA DE ENTREGA: 26 DE FEBRERO DEL 2024



Geontser J&S
E.I.R.L.

JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO



GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 PARTIDA: 11046338

ENSAYO DE CANTERA PARA LA TESIS
“EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL
POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA,
PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE
SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA
CE.010, PASCO 2023”



FECHA DE ENTREGA: 26 DE FEBRERO DEL 2024



Geontser J&S
E.I.R.L.

JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO

**ENSAYOS DE LABORATORIO
CANTERA REBECA - MUESTRA N° 01
COORDENADAS**

E: 356720.00 - N: 8812073.00

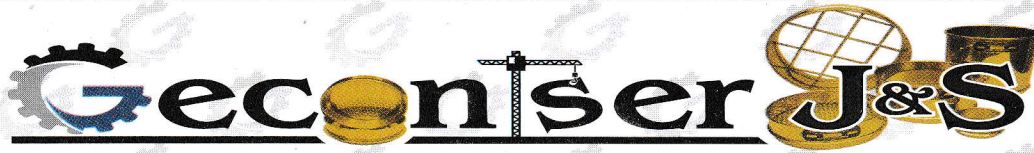
**(Incl. CBR, PROCTOR MODIFICADO, ANÁLISIS
GRANULOMÉTRICO, LIMITE DE CONSISTENCIA,
CONTENIDO DE HUMEDAD, ABRASIÓN LOS
ÁNGELES, EQUIVALENTE DE ARENA, SALES
SOLUBLES Y CLORUROS)**



Geotecnias S.A.S.
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO



Geotecnias S.A.S.
YASSIR ERICK ALMERCIO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

ENSAYO DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.

NTP - 339.145

TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 01
 COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

Humedad Optima	(%)	8.3					
Máxima Densidad Seca	(g/cm3)	2.024					
N° de Molde		1	2	3			
N° de Capas		5	5	5			
Golpes por capa		10	25	56			
CÓDIGO DE MUESTRA		SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso molde + Peso Suelo Humedo	(gr.)	8,358.07	8,518.00	7,776.58	7,890.00	8,309.78	8,060.00
Peso molde	(gr.)	4,173.00	4,113.00	3,424.00	3,424.00	3,731.20	3,417.00
Volúmen molde	(gr/cm3)	2,103.90	2,103.90	2,090.90	2,090.90	2,090.90	2,090.90
Peso Suelo Humedo	(gr.)	4,185.07	4,405.00	4,352.58	4,466.00	4,578.58	4,643.00
Densidad Suelo Humedo	(gr/cm3)	1.989	2.094	2.082	2.136	2.190	2.221
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD							
N° de recipiente		14.00	10.00	26.00	32.00	80.00	8.00
Peso Suelo Humedo + Peso recipiente	(gr.)	54.87	45.10	50.31	47.70	47.31	39.60
Peso Suelo Seco + Peso recipiente	(gr.)	52.60	42.70	48.10	45.10	45.80	38.60
Peso del Agua	(gr.)	2.27	2.40	2.21	2.60	1.51	1.00
Peso recipiente	(gr.)	25.20	25.60	21.50	27.80	27.60	31.60
Peso Suelo Seco	(gr.)	27.40	17.10	26.60	17.30	18.20	7.00
Humedad	(%)	8.3	14.0	8.3	15.0	8.3	14.3
Densidad Suelo Seco	(gr/cm3)	1.837	1.836	1.922	1.857	2.022	1.943
DETERMINACION DE LA EXPANSION (HINCHAMIENTO)							
Fecha	(Hrs)	DEFORMACIÓN	%	DEFORMACIÓN	%	DEFORMACIÓN	%
12/02/2024	0	0.000	0.0	0.000	0.00	0.00	0.00
13/02/2024	24	0.970	0.5	1.090	0.9	1.19	1.00
14/02/2024	48	1.240	0.7	1.350	1.2	1.47	1.30
15/02/2024	72	1.400	0.8	1.550	1.3	1.60	1.40
16/02/2024	92	1.470	0.8	1.600	1.4	1.63	1.40
Expansión		1.26		1.37		1.39	

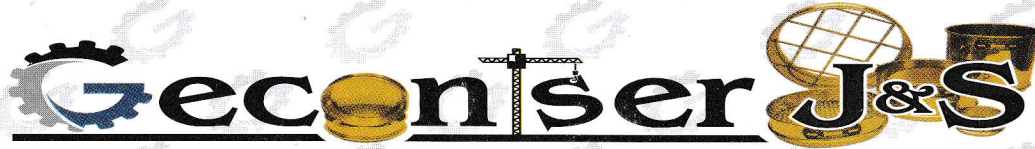
PENETRACIÓN			MOLDE N°01		MOLDE N°02		MOLDE N°03	
(mm.)	(pulg)	(seg)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)
0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
0.64	0.025	30	0.660	48.765	0.949	70.118	1.067	78.832
1.27	0.050	60	1.366	100.932	1.902	140.527	2.227	164.547
1.91	0.075	90	2.122	156.749	2.764	204.209	3.677	271.674
2.54	0.100	120	2.877	212.558	3.790	280.001	4.893	361.512
3.18	0.125	150	3.704	273.654	4.927	364.061	6.383	471.631
4.45	0.175	180	5.064	374.169	6.977	515.527	8.929	659.744
5.08	0.200	240	5.807	429.058	8.113	599.431	10.849	801.590
7.62	0.300	360	7.614	562.555	11.068	817.756	15.458	1,142.122
10.16	0.400	480	8.963	662.234	13.463	994.720	19.202	1,418.751
12.70	0.500	600	9.829	726.234	15.008	1,108.911	21.801	1,610.761

Geontser J&S
 YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



Geontser J&S
 JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 125917
 JEFE DE LABORATORIO





E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

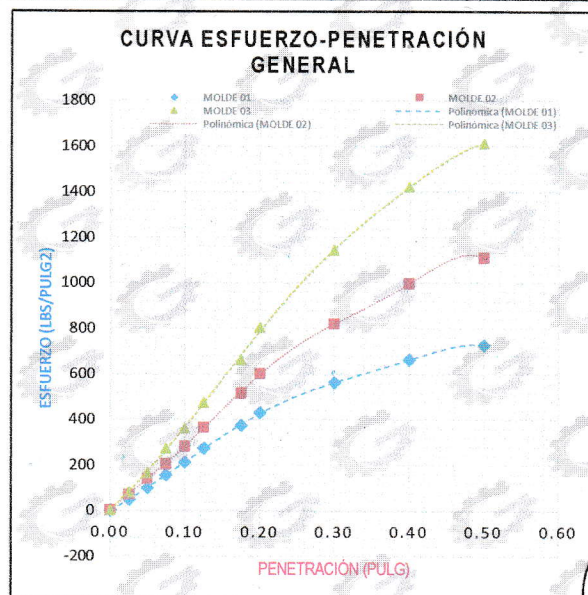
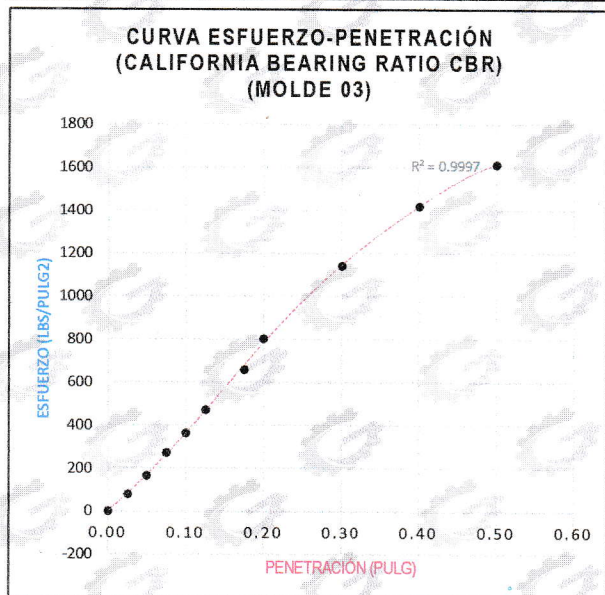
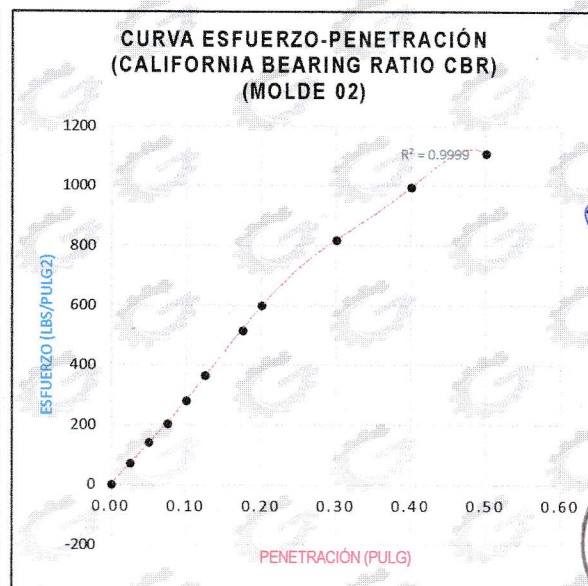
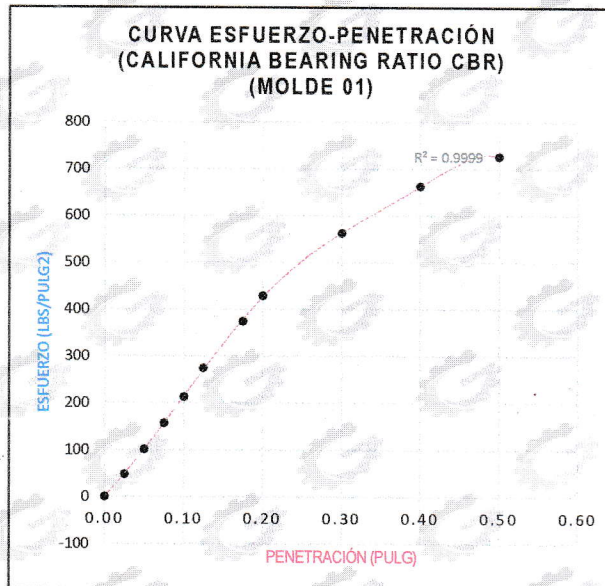
PARTIDA: 11046338

ENSAYO DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.

NTP - 339.145

TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 01
 COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGELO ALFARO JANAMPA
 TÉCNICO RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024



Geoniser J&S E.I.R.L.
 YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TÉCNICO DE LABORATORIO



Geoniser J&S E.I.R.L.
 JIN ANGELO ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129917
 JEFE DE LABORATORIO





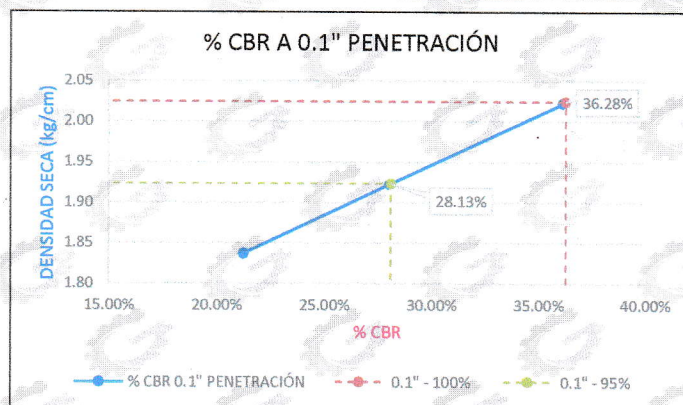
GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 **PARTIDA: 11046338**

ENSAYO DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.
NTP - 339.145

TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

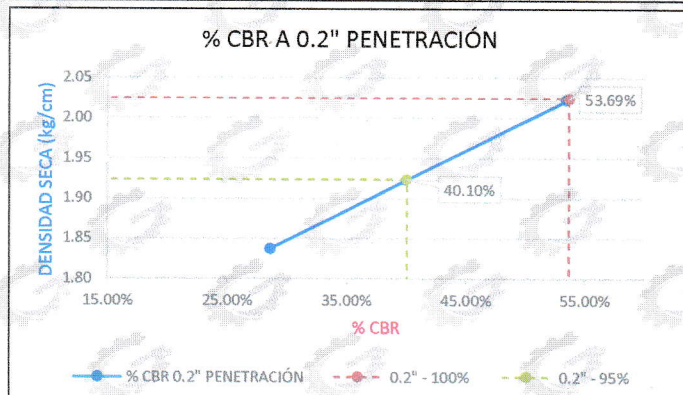
SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 01
COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
TECNICO RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

PENETRACIÓN	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg2)	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
		(lbs/pulg2)	CBR %	(lbs/pulg2)	CBR %	(lbs/pulg2)	CBR %
0.1	1000	212.56	21.26%	280.0	28.00%	361.5	36.15%
0.2	1500	429.06	28.60%	599.4	39.96%	801.6	53.44%
Humedad (%)		8.3		8.3		8.3	
Densidad Suelo Seco (gr/cm3)		1.837		1.922		2.022	
CBR		21.26%		28.00%		36.15%	



% CBR 0.1" PENETRACIÓN			
N° GOLPES	10	25	56
DENS. SECA	1.84	1.92	2.02
C.B.R. 01"	21.26%	28.00%	36.15%

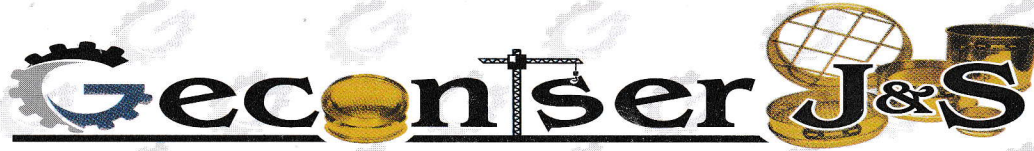
M.D.S. (gr/cc) 100%	2.024
M.D.S. (gr/cc) 95%	1.923
O.C.H.(%)	8.3
C.B.R. 01" al 95 % de M.D.S.	28.13%
C.B.R. 01" al 100 % de M.D.S.	36.28%



% CBR 0.2" PENETRACIÓN			
N° GOLPES	10	25	56
DENS. SECA	1.84	1.92	2.02
C.B.R. 02"	28.60%	39.96%	53.44%

M.D.S. (gr/cc) 100%	2.024
M.D.S. (gr/cc) 95%	1.923
O.C.H.(%)	8.3
C.B.R. 02" al 95 % de M.D.S.	40.10%
C.B.R. 02" al 100 % de M.D.S.	53.69%

RESULTADOS DE ENSAYO	
CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca a 0.1" de penetración	36.28%
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca a 0.1" de penetración	28.13%
CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca a 0.2" de penetración	53.69%
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca a 0.2" de penetración	40.10%



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

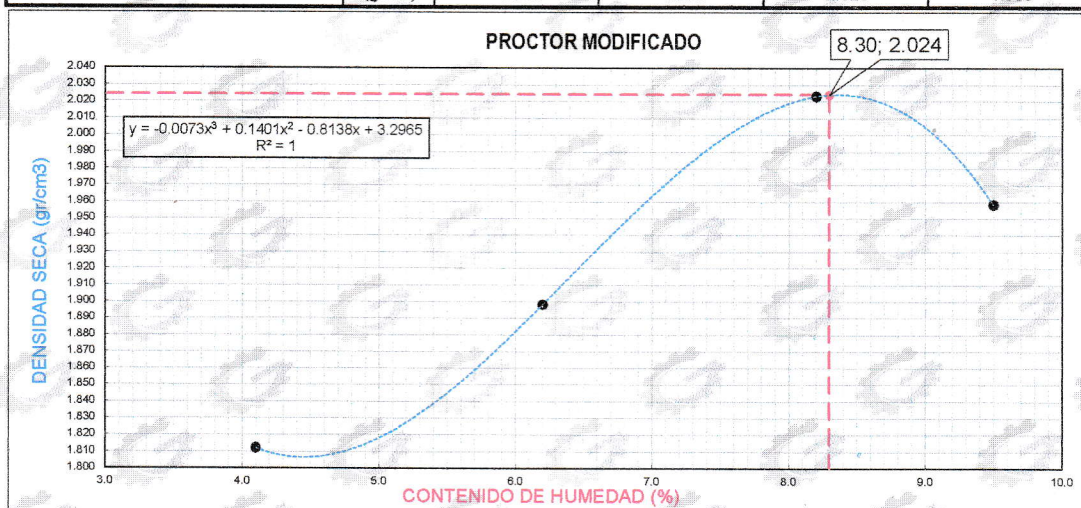
PARTIDA: 11046338

PROCTOR MODIFICADO
NTP - 339.142

TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 01
 COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

ENSAYO N°		1	2	3	4
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	(gr.)	9,995	10,270	10,633	10,540
PESO MOLDE	(gr.)	6,026	6,026	6,026	6,026
PESO SUELO COMPACTADO	(gr.)	3,969	4,244	4,607	4,514
VOLUMEN DEL MOLDE	(cc.)	2,105	2,105	2,105	2,105
DENSIDAD HUMEDA	(gr./cc)	1.89	2.02	2.19	2.14
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		7	5	5	7
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	(gr.)	150.70	134.00	162.30	166.40
SUELO SECO + RECIPIENTE	(gr.)	147.10	129.60	154.50	157.10
PESO RECIPIENTE	(gr.)	58.90	58.90	59.50	58.90
PESO DE AGUA	(gr.)	3.60	4.40	7.80	9.30
PESO DE SUELO SECO	(gr.)	88.20	70.70	95.00	98.20
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	4.1	6.2	8.2	9.5
DENSIDAD SECA	(gr./cc)	1.812	1.898	2.023	1.958

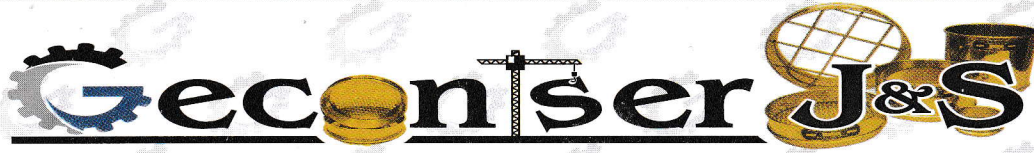


Geoniser J&S
 YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



Geoniser J&S
 JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 125417
 JEFE DE LABORATORIO





E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTP 339.128

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

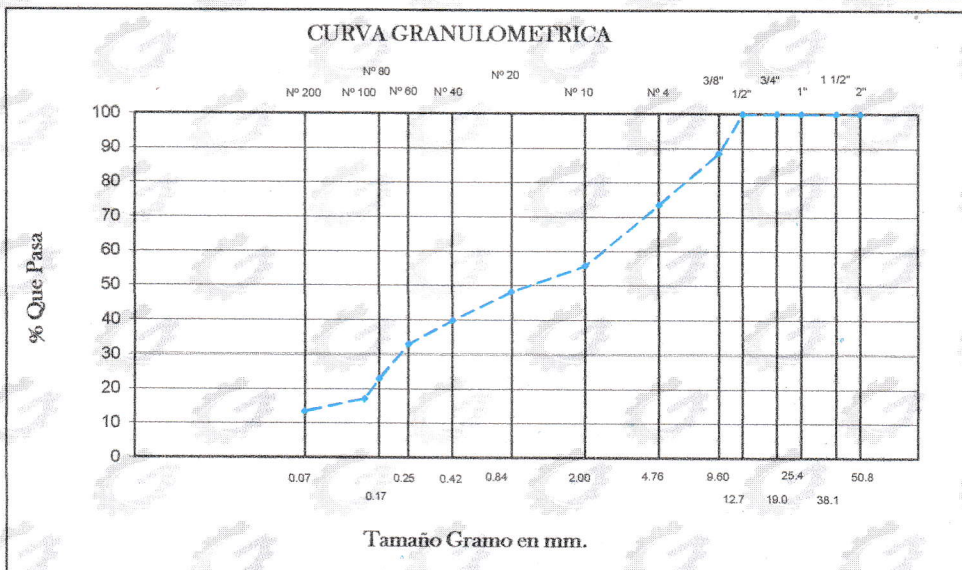
SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 01
 COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO REONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

wo =	1300 g			
Mallas A.S.T.M	PESO TOTAL DE LA MUESTRA			%
	GRM			
	Luz Tamiz En m.m	Retenido en g	Pasante en g (T1)	
			Que pasa T1 x 100 wo	
3"	76.200	0.0	1300	100
2 1/2"	63.500	0.0	1300	100.00
2"	50.800	0.0	1300	100.00
1 1/2"	38.100	0.0	1300	100.00
1"	25.400	0.0	1300	100.00
3/4"	19.000	0.0	1300	100.00
1/2"	12.700	0.0	1300	100.00
3/8"	9.600	148.0	1152	88.62
No. 4	4.760	195.0	957	73.62

w1 =	957.0 g			
Mallas A.S.T.M	PESO TOTAL DE LA MUESTRA			%
	GRM			
	Luz Tamiz En m.m	Retenido en g	Pasante en g (T1)	
			Que pasa T1 x 100 wo	
No. 4	4.76			
10	2.000	232.0	725	55.77
20	0.840	98.0	627	48.23
40	0.420	107.0	520	40.00
60	0.250	91.0	429	33.00
80	0.177	129.0	300	23.08
100	0.149	76.0	224	17.23
200	0.074	48.0	176	13.54
F				

wo x w1 = k
 k = Constante
 w2 = Peso total de la muestra
 w1 = Peso de la Fraccion Pasante del No. 4
 k = 1300.00 w2 = Peso Total de la Muestra Pasante del No. 4

% DE GRAVA = 26.38
 % DE ARENA = 60.08
 % DE FINOS = 13.54



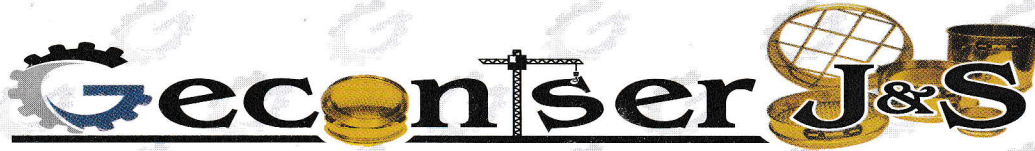
H.R.B. Clasif.: SW - SM A - 1 - b
 Arena bien graduada con limo, cal y presencia mínima de gravas

Geoniser J&S
 YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



Geoniser J&S
 JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO





E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA
NTP 333.129

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 01
 COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
 CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024

LIMITE LIQUIDO

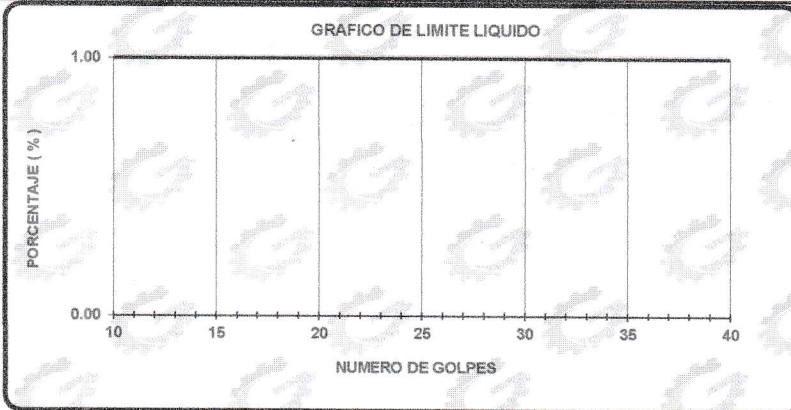
TARA			
PESO DE TARA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA grs			
PESO DEL SUELO SECO + TARA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
NUMERO DE GOLPES			

No Líquido

LIMITE PLASTICO

TARA			
PESO DE TARA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA grs			
PESO DEL SUELO SECO + TARA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
% PROMEDIO			

No Plástico



Límite Líquido (%)	N.P
Límite Plástico (%)	N.P
Índice de Plasticidad Ip (%)	N.P
Clasificación SUCS	SW - SM
Clasificación AASHTO	A - 1 - b
Ing. Responsable	JIN ALFARO JANAMPA
Tec. Responsable	YASSIR ALMERCO BONIFACIO
Fecha de entrega	26/02/2024



Jin Alvaro Janampa
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO



Yassir Almerco Bonifacio
YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

NTP 339.127

TESIS

“EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023”

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 01
 COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO REPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

TARA	18	7	34
PESO DE TARA grs	25.27	27.55	30.37
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA grs	91.63	89.43	89.77
PESO DEL SUELO SECO + TARA grs	90.25	88.22	88.51
PESO DEL AGUA grs	1.38	1.21	1.26
PESO DEL SUELO SECO grs	64.98	60.67	58.14
% DE HUMEDAD	2.12	1.99	2.17
PROMEDIO % DE HUMEDAD	2.10		



Geconser J&S
 E.I.R.L.
 JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO



Geconser J&S
 E.I.R.L.
 YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 **PARTIDA: 11046338**

ENSAYO ABRASION LOS ANGELES
NTP 400.019

PROYECTO: **TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"**

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 01
 COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

TAMICES		MASA Y GRANULOMETRIA			
(Abertura cuadrada)		A	B	C	D
PASA	RETIENE				
3	2 1/2				
2 1/2	2				
2	1 1/2				
1 1/2	1	1250			
1	3/4	1250			
3/4	1/2	1250	2500		
1/2	3/8	1250	2500		
3/8	1/4			2500	
1/4	N° 04			2500	
N° 04	N° 08				5000
CARGA ABRASIVA (ESFERAS)		12	11	8	6
REVOLUCIONES		500	500	500	500

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI GP004:1993)



Geoniser J&S
 JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO



Geoniser J&S
 YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 **PARTIDA: 11046338**

ENSAYO ABRASION LOS ANGELES
NTP 400.019

PROYECTO:

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 01
 COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO REONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

INFORME

Codigo : MTC E 207 - 2016

Titulo : AGREGADOS : Metodo de ensayo normalizado para la determinacion de la resistencia a la degradacion de agregados gruesos de tamaño grande por abrasion e impacto en la maquina de los angeles

GRADACION	"B"
CARGA ABRASIVA (N° de esferas)	11
NUMERO DE REVOLUCIONES	500
PESO MUESTRA TOTAL (gr)	5000.00
PESO RETENIDO EN N° 12 (gr)	3315.69
DIFERENCIA (%)	1684.31
DESGASTE (%)	33.69

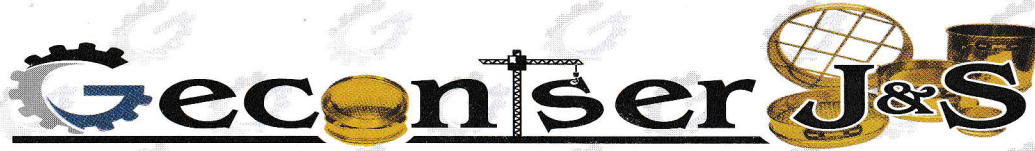
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI GP004:1993)



JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO



YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

EQUIVALENTE DE ARENA

NTP 339.146

TESIS

“EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL
POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA,
PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN
PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023”

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 01
COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
TECNICO REONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCOS BONIFACIO
CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

EQUIVALENTE DE ARENA : 63.00%

$$\text{Equivalente de arena (EA)} = \frac{\text{lectura de arena}}{\text{lectura de arcilla}} \times 100$$

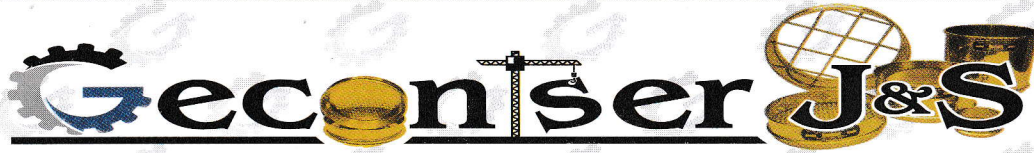
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA PRODUCCION SE EN SU TOTALIDAD (GUIA PERUANA INDECOPI: GP-004:1993).



JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO



YASSIR ERICK ALMERCOS BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

CLORUROS

NTP 339.177

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 01
COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

CONTENIDO : 0.0320 %

CONTENIDO : 300.00 PPM

ING. RESPONSABLE : JIN ALFARO JANAMPA
TEC. RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO



JIN ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO



YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO

**ENSAYOS DE LABORATORIO
CANTERA REBECA - MUESTRA N° 02
COORDENADAS**

E: 356720.00 - N: 8812073.00

**(Incl. CBR, PROCTOR MODIFICADO, ANÁLISIS
GRANULOMÉTRICO, LIMITE DE CONSISTENCIA,
CONTENIDO DE HUMEDAD, ABRASIÓN LOS
ÁNGELES, EQUIVALENTE DE ARENA, SALES
SOLUBLES Y CLORUROS)**

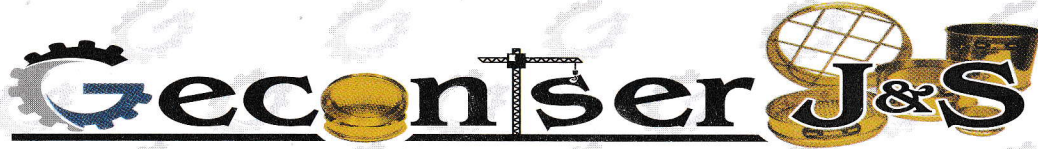


Geconser J&S
E.I.R.L.
[Signature]
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO



Geconser J&S
E.I.R.L.
[Signature]
YASSIR ERICK ALMERCIO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

ENSAYO DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.

NTP - 339.145

TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 02
COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
TECNICO REPOSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

Humedad Optima		(%)	8.1			
Máxima Densidad Seca		(g/cm3)	2.024			
N° de Molde			1	2	3	
N° de Capas			5	5	5	
Golpes por capa			10	25	56	
CÓDIGO DE MUESTRA			SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso molde + Peso Suelo Humedo	(gr.)		8,351.21	8,509.00	7,769.20	7,851.00
Peso molde	(gr.)		4,181.00	4,121.00	3,432.00	3,432.00
Volúmen molde	(gr/cm3)		2,103.90	2,103.90	2,090.90	2,090.90
Peso Suelo Humedo	(gr.)		4,170.21	4,388.00	4,337.20	4,419.00
Densidad Suelo Humedo	(gr/cm3)		1.982	2.086	2.074	2.113

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

N° de recipiente			16.00	12.00	28.00	34.00	82.00	10.00
Peso Suelo Humedo + Peso recipiente	(gr.)		56.11	46.30	51.55	48.90	48.57	39.60
Peso Suelo Seco + Peso recipiente	(gr.)		53.80	43.90	49.30	46.30	47.00	38.60
Peso del Agua	(gr.)		2.31	2.40	2.25	2.60	1.57	1.00
Peso recipiente	(gr.)		25.20	25.60	21.50	27.80	27.60	31.60
Peso Suelo Seco	(gr.)		28.60	18.30	27.80	18.50	19.40	7.00
Humedad	(%)		8.1	13.1	8.1	14.1	8.1	14.3
Densidad Suelo Seco	(gr/cm3)		1.834	1.844	1.919	1.853	2.019	1.943

DETERMINACION DE LA EXPANSION (HINCHAMIENTO)

Fecha	(Hrs)	DEFORMACIÓN	%	DEFORMACIÓN	%	DEFORMACIÓN	%
12/02/2024	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13/02/2024	24	1.17	1.00	1.19	1.00	1.27	1.10
14/02/2024	48	1.27	1.10	1.35	1.20	1.50	1.30
15/02/2024	72	1.30	1.10	1.35	1.20	1.52	1.30
16/02/2024	92	1.32	1.10	1.37	1.20	1.55	1.30
Expansión		1.13		1.17	0.00	1.32	0.00

DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE

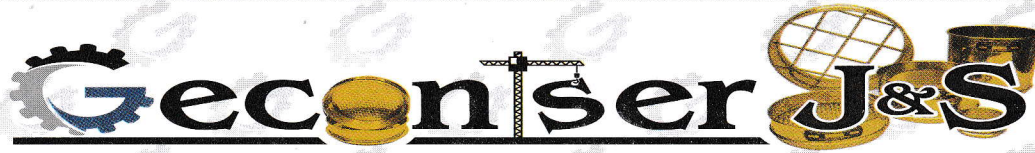
PENETRACIÓN			MOLDE N°01		MOLDE N°02		MOLDE N°03	
(mm.)	(pulg)	(seg)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)
0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
0.64	0.025	30	0.639	47.202	0.928	68.555	1.046	77.270
1.27	0.050	60	1.245	91.980	1.781	131.576	2.206	162.985
1.91	0.075	90	2.104	155.419	2.643	195.258	3.656	270.112
2.54	0.100	120	2.856	210.996	3.769	278.438	4.872	359.949
3.18	0.125	150	3.683	272.092	4.606	340.333	6.362	470.069
4.45	0.175	180	5.143	379.994	6.556	484.410	8.508	628.627
5.08	0.200	240	5.886	434.884	7.792	575.703	10.428	770.473
7.62	0.300	360	7.793	575.770	10.947	808.805	15.437	1,140.560
10.16	0.400	480	9.242	682.837	13.142	970.992	19.181	1,417.188
12.70	0.500	600	10.008	739.449	14.487	1,070.405	20.180	1,490.981

Geoniser J&S
 YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



Geoniser J&S
 JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 INGENIERO CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO





E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

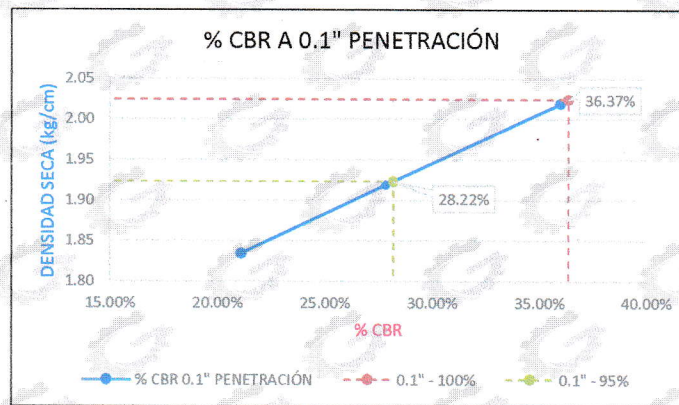
ENSAYO DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.

NTP - 339.145

TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

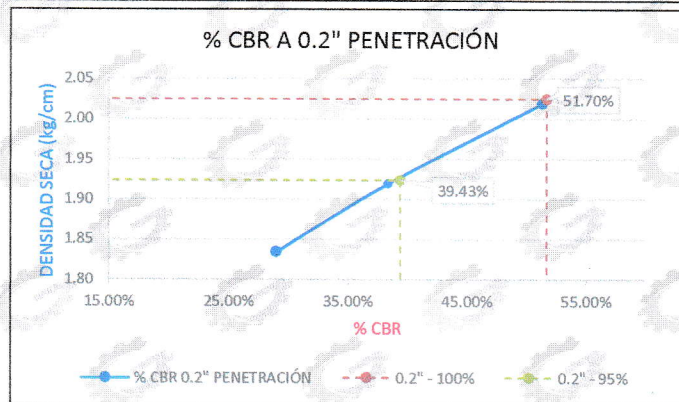
SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 02
 COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO REONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

PENETRACIÓN	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg2)	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
		(lbs/pulg2)	CBR %	(lbs/pulg2)	CBR %	(lbs/pulg2)	CBR %
0.1	1000	211.00	21.10%	278.4	27.84%	359.9	35.99%
0.2	1500	434.88	28.99%	575.7	38.38%	770.5	51.36%
Humedad	(%)	8.1		8.1		8.1	
Densidad Suelo Seco	(gr/cm3)	1.834		1.919		2.019	
CBR		21.10%		27.84%		35.99%	



N° GOLPES	10	25	56
DENS. SECA	1.83	1.92	2.02
C.B.R. 01"	21.10%	27.84%	35.99%

M.D.S. (gr/cc) 100%	2.024
M.D.S. (gr/cc) 95%	1.923
O.C.H.(%)	8.1
C.B.R. 01" al 95 % de M.D.S.	28.22%
C.B.R. 01" al 100 % de M.D.S.	36.37%



N° GOLPES	10	25	56
DENS. SECA	1.83	1.92	2.02
C.B.R. 02"	28.99%	38.38%	51.36%

M.D.S. (gr/cc) 100%	2.024
M.D.S. (gr/cc) 95%	1.923
O.C.H.(%)	8.1
C.B.R. 02" al 95 % de M.D.S.	39.43%
C.B.R. 02" al 100 % de M.D.S.	51.70%

CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca a 0.1" de penetración	36.37%
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca a 0.1" de penetración	28.22%
CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca a 0.2" de penetración	51.70%
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca a 0.2" de penetración	39.43%

Geoniser J&S
 YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



Geoniser J&S
 JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129017
 JEFE DE LABORATORIO





GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

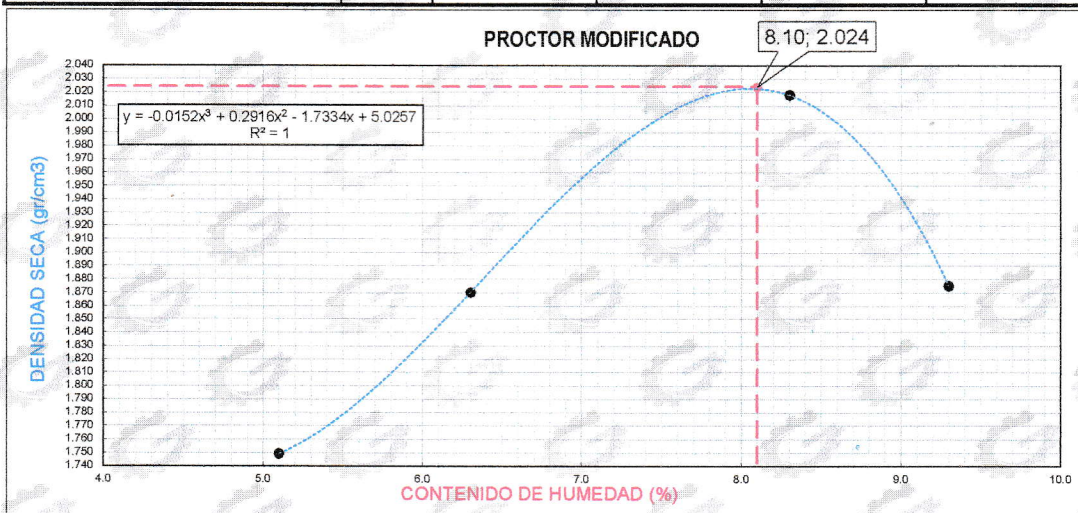
PARTIDA: 11046338

PROCTOR MODIFICADO
NTP - 339.142

TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 02
 COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO REPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

ENSAYO N°		1	2	3	4
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	(gr.)	9,896	10,211	10,628	10,340
PESO MOLDE	(gr.)	6,026	6,026	6,026	6,026
PESO SUELO COMPACTADO	(gr.)	3,870	4,185	4,602	4,314
VOLUMEN DEL MOLDE	(cc.)	2,105	2,105	2,105	2,105
DENSIDAD HUMEDA	(gr./cc)	1.84	1.99	2.19	2.05
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	(gr.)	160.10	143.40	171.60	175.80
SUELO SECO + RECIPIENTE	(gr.)	155.20	138.40	163.00	165.90
PESO RECIPIENTE	(gr.)	58.90	58.90	59.50	58.90
PESO DE AGUA	(gr.)	4.90	5.00	8.60	9.90
PESO DE SUELO SECO	(gr.)	96.30	79.50	103.50	107.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	5.1	6.3	8.3	9.3
DENSIDAD SECA	(gr./cc)	1.749	1.870	2.018	1.875



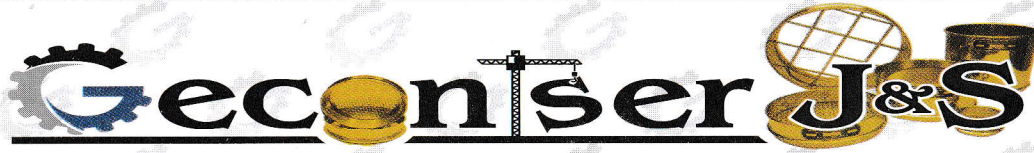
RESULTADOS DE ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3)	2.024	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.1

Geoniser J&S E.I.R.L.
 YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



Geoniser J&S E.I.R.L.
 JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 125417
 JEFE DE LABORATORIO





E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTP 339.128

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

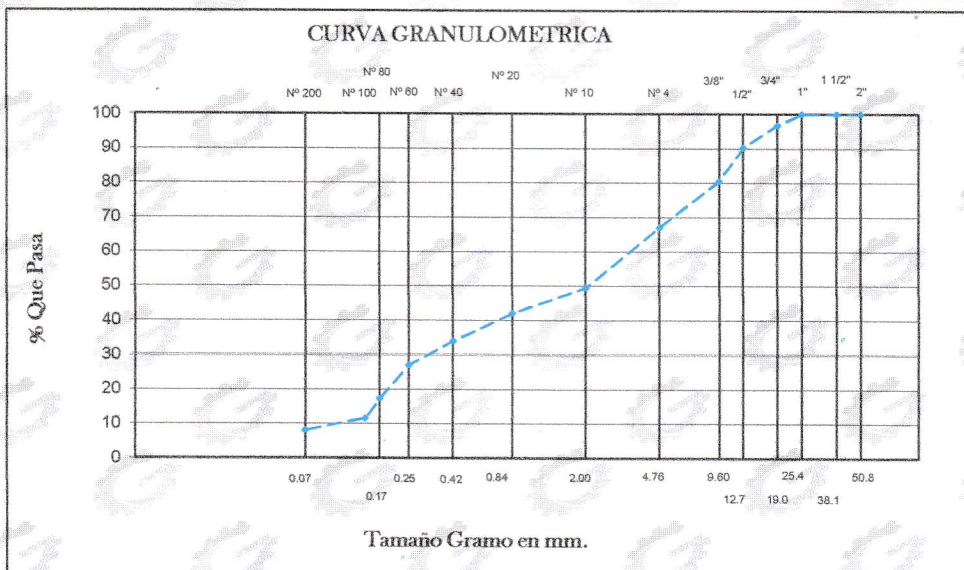
SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 02
 COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO REONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCÓ BONIFACIO
 CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

wo =	1300 g			
Mallas A.S.T.M	PESO TOTAL DE LA MUESTRA			%
	GRM			
	Luz Tamiz En m.m	Retenido en g	Pasante en g (T1)	
3"	76.200	0.0	1300	100
2 1/2"	63.500	0.0	1300	100.00
2"	50.800	0.0	1300	100.00
1 1/2"	38.100	0.0	1300	100.00
1"	25.400	0.0	1300	100.00
3/4"	19.000	42.0	1258	96.77
1/2"	12.700	84.0	1174	90.31
3/8"	9.600	127.0	1047	80.54
No. 4	4.760	174.0	873	67.15

w1 =	873.0 g			
Mallas A.S.T.M	GRANO < No. 4			%
	PESO TOTAL DE LA MUESTRA			
	Luz Tamiz En m.m	Retenido en g	Pasante en g (T1)	
No. 4	4.76			
10	2.000	230.0	643	49.46
20	0.840	96.0	547	42.08
40	0.420	105.0	442	34.00
60	0.250	89.0	353	27.15
80	0.177	127.0	226	17.38
100	0.149	74.0	152	11.69
200	0.074	46.0	106	8.15
F				

wo x w1 = k k = Constante
 w2 wo = Peso total de la muestra
 w1 = Peso de la Fraccion Pasante del No. 4
 k = 1300.00 w2 = Peso Total de la Muestra Pasante del No. 4

% DE GRAVA = 32.85
 % DE ARENA = 59.00
 % DE FINOS = 8.15



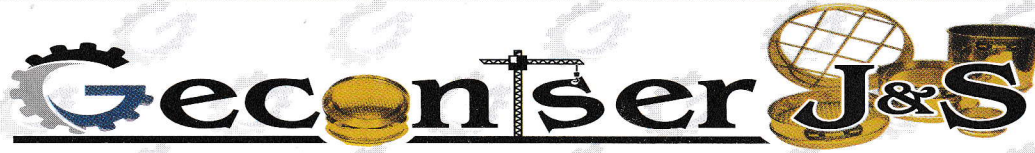
H.R.B. Clasif.: SW - SM A - 1 - b
 Arena bien graduada con limo, cal y presencia de gravas

Geoniser J&S
 YASSIR ERICK ALMERCÓ BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



Geoniser J&S
 JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 INGE. CIVIL CIP. 125417
 JEFE DE LABORATORIO





E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

NTP 333.129

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 02
 COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
 CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024

LIMITE LIQUIDO

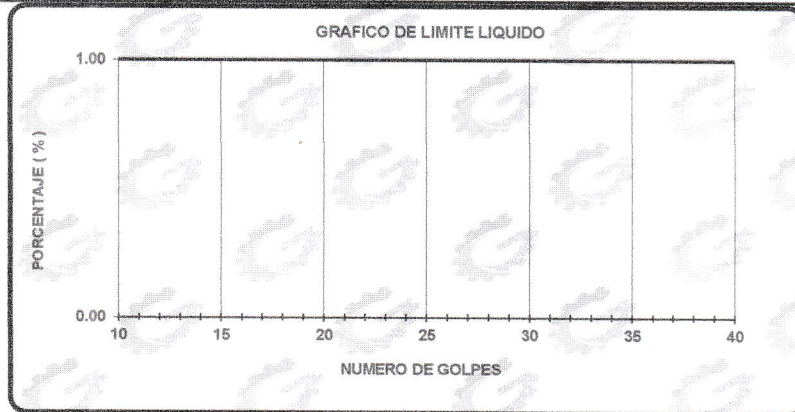
TARA			
PESO DE TARA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA grs			
PESO DEL SUELO SECO + TARA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
NUMERO DE GOLPES			

No Líquido

LIMITE PLÁSTICO

TARA			
PESO DE TARA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA grs			
PESO DEL SUELO SECO + TARA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
% PROMEDIO			

No Plástico



Límite Líquido (%)	N.P
Límite Plástico (%)	N.P
Índice de Plasticidad Ip (%)	N.P
Clasificación SUCS	SW - SM
Clasificación AASHTO	A - 1 - b
Ing. Responsable	JIN ALFARO JANAMPA
Tec. Responsable	YASSIR ALMERCO BONIFACIO
Fecha de entrega	26/02/2024



JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO



YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 **PARTIDA: 11046338**

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.127

TESIS

“EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023”

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 02
 COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO REPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

TARA	8	2	15
PESO DE TARA grs	25.13	26.55	25.37
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA grs	70.16	67.96	68.30
PESO DEL SUELO SECO + TARA grs	69.09	66.99	67.29
PESO DEL AGUA grs	1.07	0.97	1.01
PESO DEL SUELO SECO grs	43.96	40.44	41.92
% DE HUMEDAD	2.43	2.40	2.41
PROMEDIO % DE HUMEDAD	2.41		



Geontser J&S
 E.I.R.L.
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO



Geontser J&S
 E.I.R.L.
YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 **PARTIDA: 11046338**

ENSAYO ABRASION LOS ANGELES
NTP 400.019

PROYECTO: **TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"**

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 02
 COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

TAMICES		MASA Y GRANULOMETRIA			
(Abertura cuadrada)		A	B	C	D
PASA	RETIENE				
3	2 1/2				
2 1/2	2				
2	1 1/2				
1 1/2	1	1250			
1	3/4	1250			
3/4	1/2	1250	2500		
1/2	3/8	1250	2500		
3/8	1/4			2500	
1/4	N° 04			2500	
N° 04	N° 08				5000
CARGA ABRASIVA (ESFERAS)		12	11	8	6
REVOLUCIONES		500	500	500	500

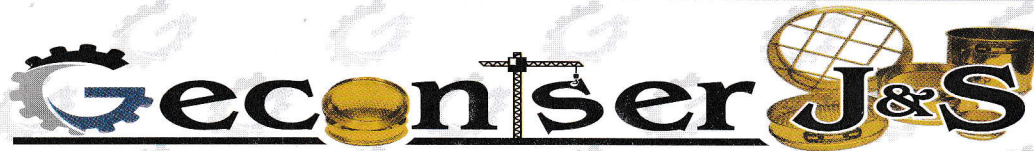
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI GP004:1993)



Geoniser J&S
 E.I.R.L.
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO



Geoniser J&S
 E.I.R.L.
YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

**ENSAYO ABRASION LOS ANGELES
NTP 400.019**

PROYECTO:

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 02
 COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO REONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

INFORME

Codigo : MTC E 207 - 2016

Titulo : AGREGADOS : Metodo de ensayo normalizado para la determinacion de la resistencia a la degradacion de agregados gruesos de tamaño grande por abrasion e impacto en la maquina de los angeles

GRADACION	"A"
CARGA ABRASIVA (N° de esferas)	12
NUMERO DE REVOLUCIONES	500
PESO MUESTRA TOTAL (gr)	5000.00
PESO RETENIDO EN N° 12 (gr)	3411.54
DIFERENCIA (%)	1588.46
DESGASTE (%)	31.77

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI GP004:1993)



JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO



YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 PARTIDA: 11046338

EQUIVALENTE DE ARENA
NTP 339.146

TESIS

“EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL
POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA,
PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN
PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023”

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 02
COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
TECNICO REONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCOS BONIFACIO
CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

EQUIVALENTE DE ARENA : 64.50%

$$\text{Equivalente de arena (EA)} = \frac{\text{lectura de arena}}{\text{lectura de arcilla}} \times 100$$

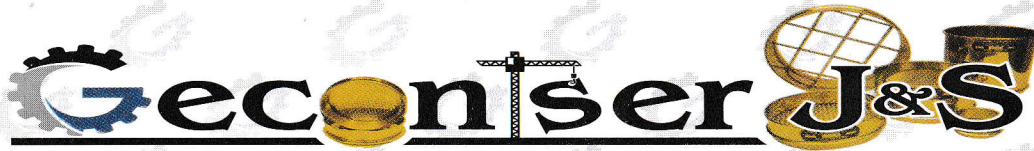
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA PRODUCCION SE EN SU TOTALIDAD (GUIA PERUANA INDECOPI: GP-004:1993).



JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO



YASSIR ERICK ALMERCOS BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

SALES SOLUBLES TOTALES

NTP 339.152

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 02
COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

CONTENIDO : 1.063 %

CONTENIDO : 10630 PPM

ING. RESPONSABLE : JIN ALFARO JANAMPA
TEC. RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO



JIN ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO



YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

CLORUROS

NTP 339.177

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 02
COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

CONTENIDO : 0.0283 %


CONTENIDO : 283.00 PPM

ING. RESPONSABLE : JIN ALFARO JANAMPA
TEC. RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCIO BONIFACIO




JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO



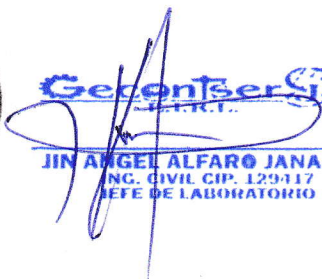

YASSIR ERICK ALMERCIO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO

**ENSAYOS DE LABORATORIO
CANTERA REBECA - MUESTRA N° 03
COORDENADAS**

E: 356720.00 - N: 8812073.00

**(Incl. CBR, PROCTOR MODIFICADO, ANÁLISIS
GRANULOMÉTRICO, LIMITE DE CONSISTENCIA,
CONTENIDO DE HUMEDAD, ABRASIÓN LOS
ÁNGELES, EQUIVALENTE DE ARENA, SALES
SOLUBLES Y CLORUROS)**




Geoniser J&S
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129-117
JEFE DE LABORATORIO




Geoniser J&S
YASSIR ERICK ALMERCÓ BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO



GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 **PARTIDA: 11046338**

ENSAYO DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.

NTP - 339.145

TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 03
COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
TECNICO REPOSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

Humedad Óptima	(%)	8.7					
Máxima Densidad Seca	(g/cm3)	2.050					
N° de Molde		1		2		3	
N° de Capas		5		5		5	
Golpes por capa		10		25		56	
CÓDIGO DE MUESTRA		SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso molde + Peso Suelo Humedo	(gr.)	8,466.12	8,610.00	7,884.89	7,952.00	8,233.64	8,152.00
Peso molde	(gr.)	4,249.00	4,189.00	3,500.00	3,500.00	3,623.00	3,493.00
Volúmen molde	(gr/cm3)	2,103.90	2,103.90	2,090.90	2,090.90	2,090.90	2,090.90
Peso Suelo Humedo	(gr.)	4,217.12	4,421.00	4,384.89	4,452.00	4,610.64	4,659.00
Densidad Suelo Humedo	(gr/cm3)	2.004	2.101	2.097	2.129	2.205	2.228

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

N° de recipiente		19.00	15.00	31.00	37.00	85.00	13.00
Peso Suelo Humedo + Peso recipiente	(gr.)	58.24	48.20	53.68	50.80	50.64	42.70
Peso Suelo Seco + Peso recipiente	(gr.)	55.60	45.70	51.10	48.80	48.80	41.60
Peso del Agua	(gr.)	2.64	2.50	2.58	2.00	1.84	1.10
Peso recipiente	(gr.)	25.20	25.60	21.50	27.80	27.60	31.60
Peso Suelo Seco	(gr.)	30.40	20.10	29.60	21.00	21.20	10.00
Humedad	(%)	8.7	12.4	8.7	9.5	8.7	11.0
Densidad Suelo Seco	(gr/cm3)	1.844	1.869	1.929	1.944	2.029	2.007

DETERMINACION DE LA EXPANSION (HINCHAMIENTO)

Fecha	(Hrs)	DEFORMACIÓN	%	DEFORMACIÓN	%	DEFORMACIÓN	%
12/02/2024	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13/02/2024	24	0.92	0.55	1.09	0.90	1.19	1.00
14/02/2024	48	1.20	0.70	1.35	1.20	1.47	1.30
15/02/2024	72	1.45	0.79	1.55	1.30	1.62	1.40
16/02/2024	92	1.45	0.83	1.60	1.40	1.62	1.40
Expansión		1.24		1.37		1.38	

DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE

PENETRACIÓN			MOLDE N°01		MOLDE N°02		MOLDE N°03	
(mm.)	(pulg)	(seg)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)
0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
0.64	0.025	30	0.719	53.105	0.895	66.138	1.079	79.690
1.27	0.050	60	1.278	94.405	1.605	118.554	2.161	159.691
1.91	0.075	90	1.976	146.009	2.489	183.902	3.515	259.676
2.54	0.100	120	2.768	204.501	3.533	261.044	4.649	343.524
3.18	0.125	150	3.626	267.927	4.402	325.216	6.040	446.302
4.45	0.175	180	4.829	356.815	5.962	440.477	8.297	613.030
5.08	0.200	240	5.489	405.583	7.348	542.924	10.209	754.264
7.62	0.300	360	7.209	532.642	10.319	762.457	14.310	1,057.317
10.16	0.400	480	8.368	618.288	12.368	913.831	18.005	1,330.281
12.70	0.500	600	9.043	668.170	13.624	1,006.617	20.430	1,509.490

Geoniser J&S
YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO



Geoniser J&S
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP-120417
JEFE DE LABORATORIO





E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

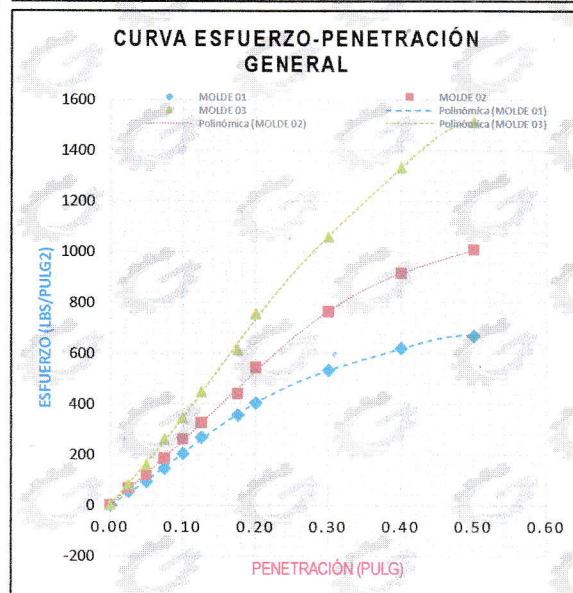
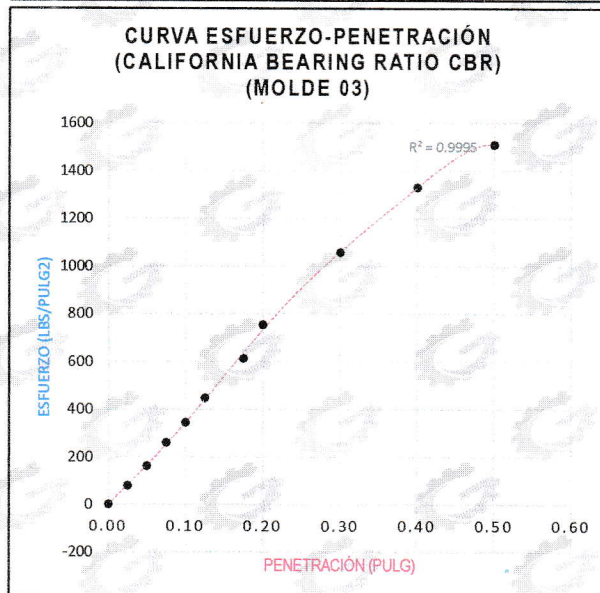
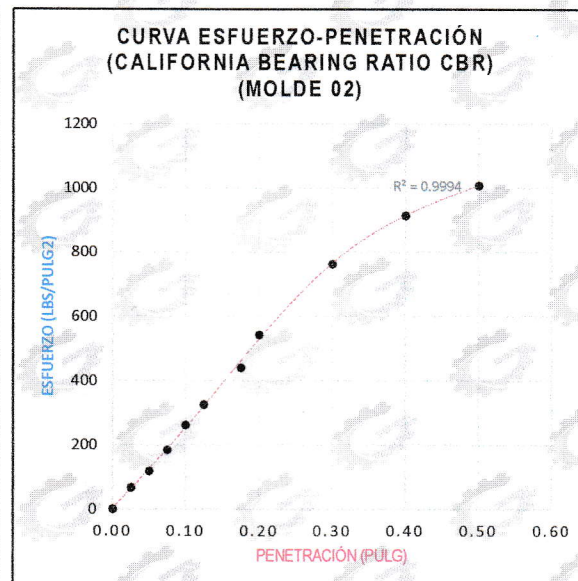
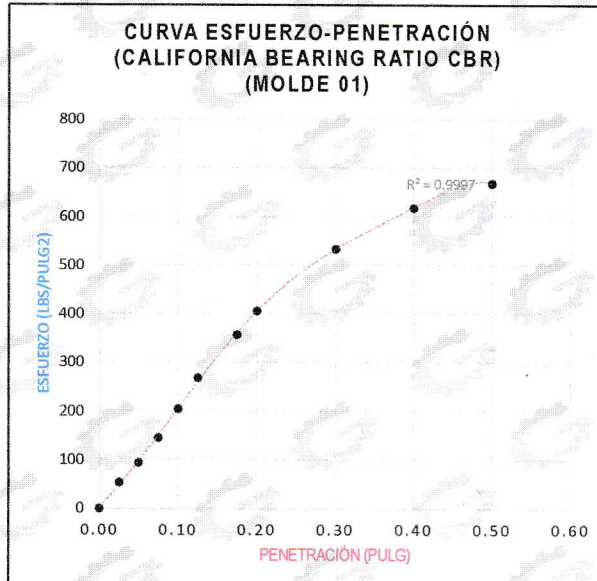
PARTIDA: 11046338

ENSAYO DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.

NTP - 339.145

TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 03
 COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO REONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024



Geoniser J&S E.I.R.L.
 YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



Geoniser J&S E.I.R.L.
 JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 123117
 JEFE DE LABORATORIO





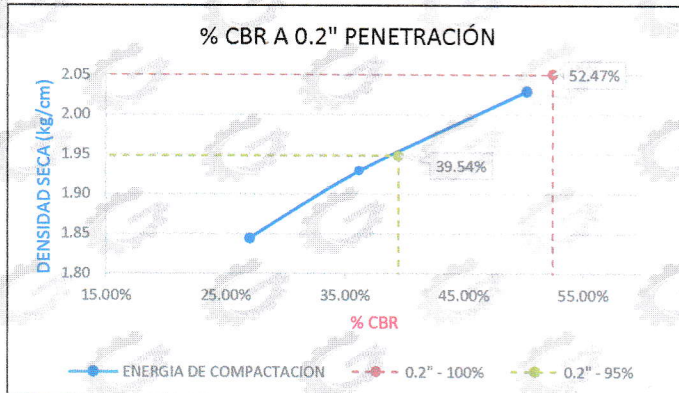
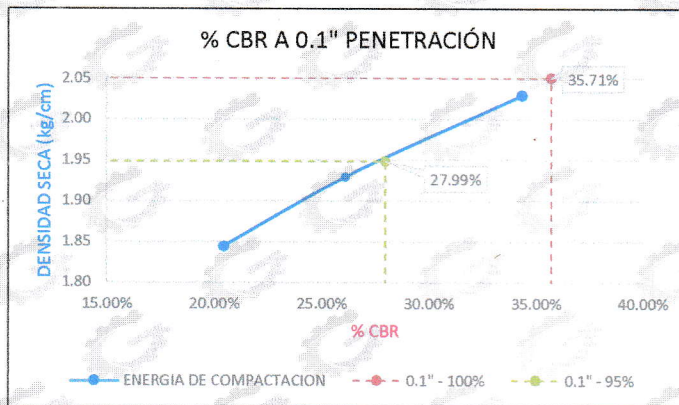
GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 **PARTIDA: 11046338**

ENSAYO DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.
NTP - 339.145

TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 03
COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
TECNICO REPOSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

PENETRACIÓN	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg2)	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
		(lbs/pulg2)	CBR %	(lbs/pulg2)	CBR %	(lbs/pulg2)	CBR %
0.1	1000	204.50	20.45%	261.0	26.10%	343.5	34.35%
0.2	1500	405.58	27.04%	542.9	36.19%	754.3	50.28%
Humedad		(%)	8.7	8.7	8.7		
Densidad Suelo Seco		(gr/cm3)	1.844	1.929	2.029		
CBR			20.45%	26.10%	34.35%		



RESULTADOS DE ENSAYO	
CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca a 0.1" de penetración	35.71%
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca a 0.1" de penetración	27.99%
CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca a 0.2" de penetración	52.47%
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca a 0.2" de penetración	39.54%

Geoniser J&S
LABORATORIO
TECNICO DE LABORATORIO
YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
LABORATORIO
TECNICO DE LABORATORIO
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO
LABORATORIO
JEFE DE LABORATORIO



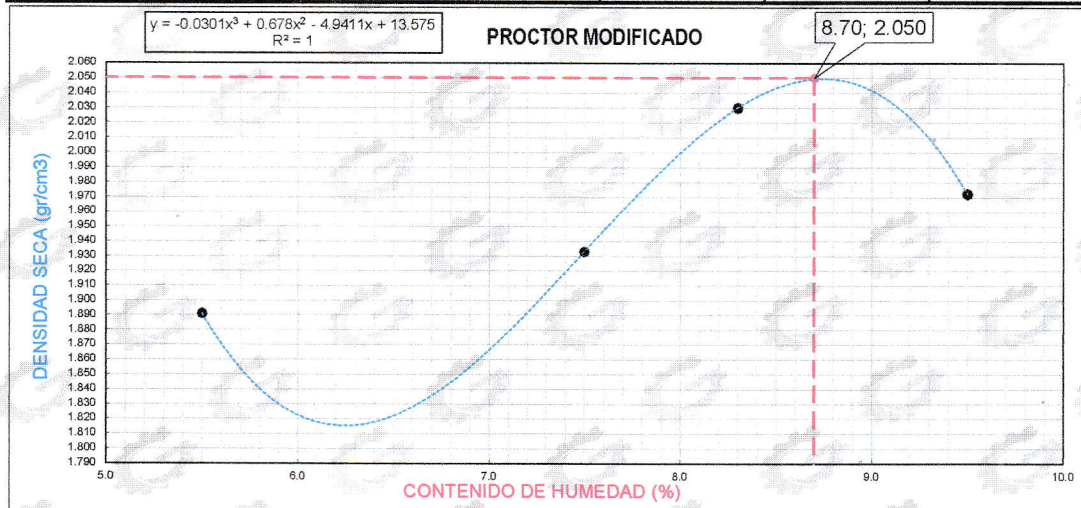
GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 **PARTIDA: 11046338**

PROCTOR MODIFICADO
NTP - 339.142

TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 03
COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
TECNICO REponsable : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

ENSAYO N°		1	2	3	4
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	(gr.)	10,225	10,400	10,654	10,570
PESO MOLDE	(gr.)	6,026	6,026	6,026	6,026
PESO SUELO COMPACTADO	(gr.)	4,199	4,374	4,628	4,544
VOLUMEN DEL MOLDE	(cc.)	2,105	2,105	2,105	2,105
DENSIDAD HUMEDA	(gr./cc)	2.00	2.08	2.20	2.16
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		7	5	5	7
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	(gr.)	156.90	140.20	168.80	172.60
SUELO SECO + RECIPIENTE	(gr.)	151.80	134.50	160.40	162.70
PESO RECIPIENTE	(gr.)	58.90	58.90	59.50	58.90
PESO DE AGUA	(gr.)	5.10	5.70	8.40	9.90
PESO DE SUELO SECO	(gr.)	92.90	75.60	100.90	103.80
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	5.5	7.5	8.3	9.5
DENSIDAD SECA	(gr./cc)	1.891	1.933	2.030	1.972



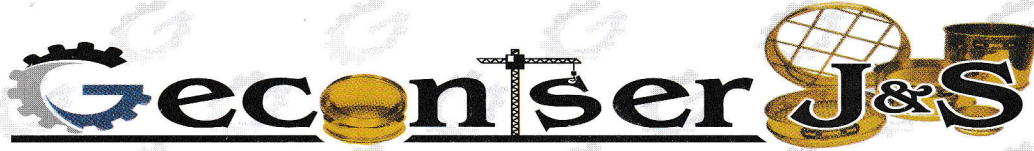
RESULTADOS DE ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3)	2.050	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.7

Geoniser J&S
YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO



Geoniser J&S
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 125917
JEFE DE LABORATORIO





E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTP 339.128

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

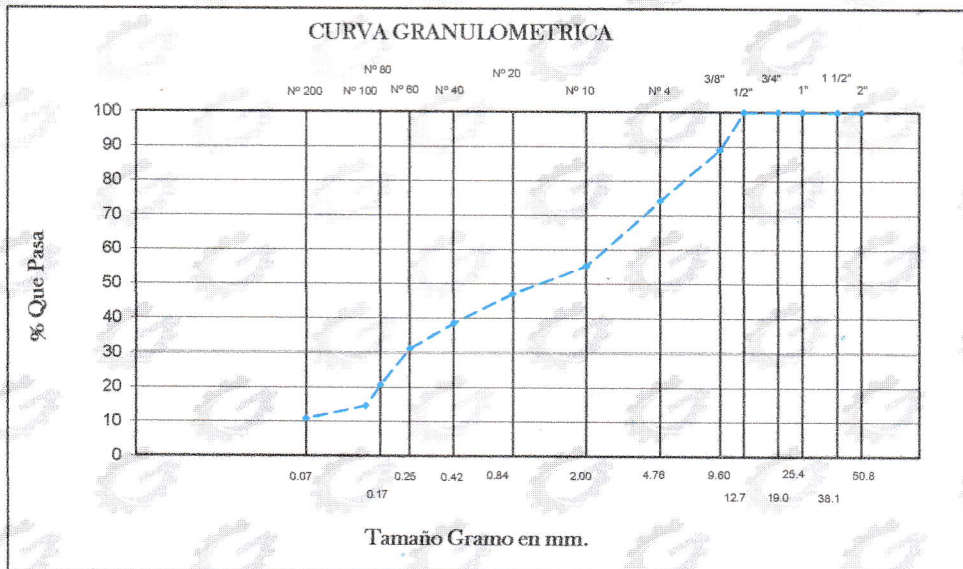
SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 03
 COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO REONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

wo =	1200 g			
Mallas A.S.T.M	PESO TOTAL DE LA MUESTRA			%
	GRM			
	Luz Tamiz En m.m	Retenido en g	Pasante en g (T1)	
				Que pasa T1 x 100 / wo
3"	76.200	0.0	1200	100
2 1/2"	63.500	0.0	1200	100.00
2"	50.800	0.0	1200	100.00
1 1/2"	38.100	0.0	1200	100.00
1"	25.400	0.0	1200	100.00
3/4"	19.000	0.0	1200	100.00
1/2"	12.700	0.0	1200	100.00
3/8"	9.600	131.0	1069	89.08
No. 4	4.760	178.0	891	74.25

	w1 = 891.0 g			
Mallas A.S.T.M	GRANO < No. 4			%
	PESO TOTAL DE LA MUESTRA			
	Luz Tamiz En m.m	Retenido en g	Pasante en g (T1)	
No. 4	4.76			
10	2.000	229.0	662	55.17
20	0.840	95.0	567	47.25
40	0.420	104.0	463	38.58
60	0.250	88.0	375	31.25
80	0.177	126.0	249	20.75
100	0.149	73.0	176	14.67
200	0.074	45.0	131	10.92
F				

wo x w1 = k
 w2
 k = 1200.00
 k = Constante
 wo = Peso total de la muestra
 w1 = Peso de la Fraccion Pasante del No. 4
 w2 = Peso Total de la Muestra Pasante del No. 4

% DE GRAVA = 25.75
 % DE ARENA = 63.33
 % DE FINOS = 10.92



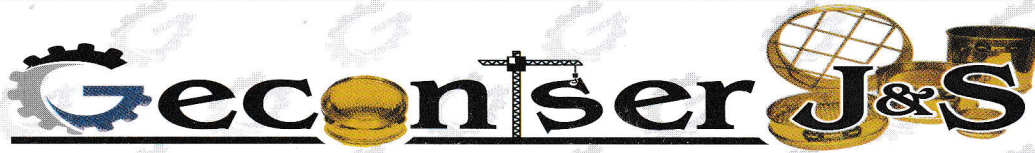
H.R.B. Clasif.: SW - SM A - 1 - b
 Arena bien graduada con limo, cal y presencia mínima de gravas

Geconser J&S
 YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TÉCNICO DE LABORATORIO



Geconser J&S
 JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 INGENIERO CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO





E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA
NTP 333.129

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 03
COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024

LIMITE LIQUIDO

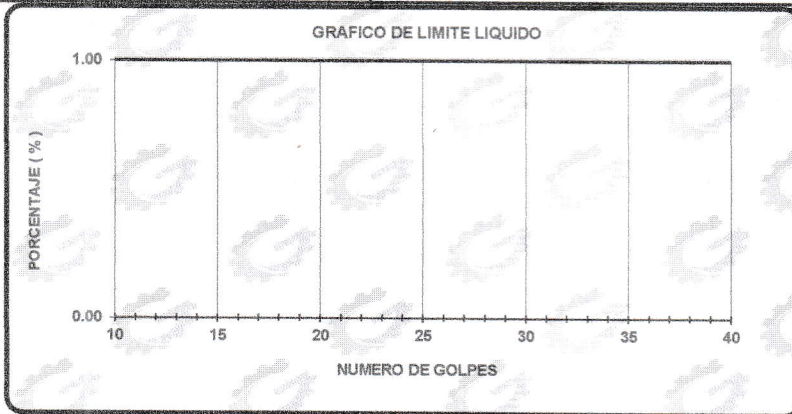
TARA			
PESO DE TARA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA grs			
PESO DEL SUELO SECO + TARA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
NUMERO DE GOLPES			

No Líquido

LIMITE PLÁSTICO

TARA			
PESO DE TARA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA grs			
PESO DEL SUELO SECO + TARA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
% PROMEDIO			

No Plástico



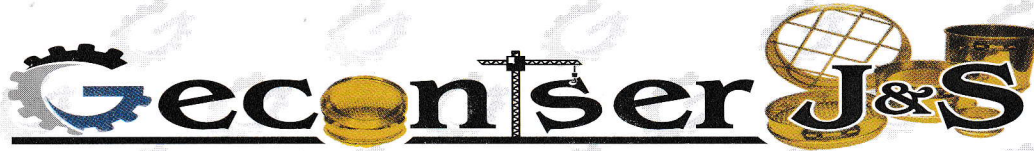
Límite Líquido (%)	N.P
Límite Plástico (%)	N.P
Índice de Plasticidad Ip (%)	N.P
Clasificación SUCS	SW - SM
Clasificación AASHTO	A - 1 - b
Ing. Responsable	JIN ALFARO JANAMPA
Tec. Responsable	YASSIR ALMERCO BONIFACIO
Fecha de entrega	26/02/2024



Geoniser J&S
E.I.R.L.
JIN ANSEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO



Geoniser J&S
E.I.R.L.
YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

NTP 339.127

TESIS

“EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023”

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 03
 COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO REONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

TARA	15	4	31
PESO DE TARA grs	26.56	28.84	31.66
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA grs	92.92	90.72	91.06
PESO DEL SUELO SECO + TARA grs	91.64	89.51	89.89
PESO DEL AGUA grs	1.28	1.21	1.17
PESO DEL SUELO SECO grs	65.08	60.67	58.23
% DE HUMEDAD	1.97	1.99	2.01
PROMEDIO % DE HUMEDAD	1.99		



Geconser J&S
 INGENIERO
 JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129117
 JEFE DE LABORATORIO



Geconser J&S
 TECNICO
 YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 **PARTIDA: 11046338**

ENSAYO ABRASION LOS ANGELES
NTP 400.019

PROYECTO: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 03
COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
TECNICO RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

TAMICES		MASA Y GRANULOMETRIA			
(Abertura cuadrada)		A	B	C	D
PASA	RETIENE				
3	2 1/2				
2 1/2	2				
2	1 1/2				
1 1/2	1	1250			
1	3/4	1250			
3/4	1/2	1250	2500		
1/2	3/8	1250	2500		
3/8	1/4			2500	
1/4	N° 04			2500	
N° 04	N° 08				5000
CARGA ABRASIVA (ESFERAS)		12	11	8	6
REVOLUCIONES		500	500	500	500

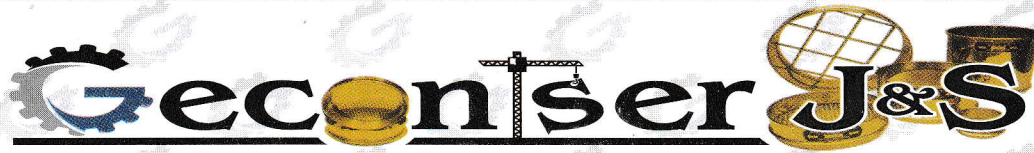
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI GP004:1993)



Geconser J&S
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO



Geconser J&S
YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

ENSAYO ABRASION LOS ANGELES
NTP 400.019

PROYECTO:

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 03
 COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

INFORME

Codigo : MTC E 207 - 2016

Titulo : AGREGADOS : Metodo de ensayo normalizado para la determinacion de la resistencia a la degradacion de agregados gruesos de tamaño grande por abrasion e impacto en la maquina de los angeles

GRADACION	"B"
CARGA ABRASIVA (N° de esferas)	11
NUMERO DE REVOLUCIONES	500
PESO MUESTRA TOTAL (gr)	5000.00
PESO RETENIDO EN N° 12 (gr)	3296.15
DIFERENCIA (%)	1703.85
DESGASTE (%)	34.08

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI GP004:1993)



Geoniser J&S
E.I.R.L.
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO



Geoniser J&S
E.I.R.L.
YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

EQUIVALENTE DE ARENA

NTP 339.146

TESIS

“EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL
POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA,
PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN
PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023”

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 03
COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
TECNICO REONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCOS BONIFACIO
CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

EQUIVALENTE DE ARENA : 64.10%

$$\text{Equivalente de arena (EA)} = \frac{\text{lectura de arena}}{\text{lectura de arcilla}} \times 100$$

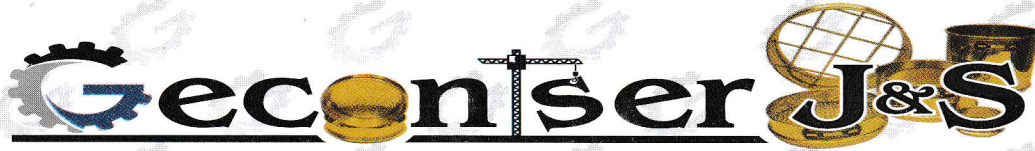
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA PRODUCCION SE EN SU TOTALIDAD (GUIA PERUANA INDECOPI: GP-004:1993).



JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO



YASSIR ERICK ALMERCOS BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

SALES SOLUBLES TOTALES

NTP 339.152

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 03
COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

CONTENIDO : 1.071 %

CONTENIDO : 10710 PPM

ING. RESPONSABLE : JIN ALFARO JANAMPA
TEC. RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO



JIN ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO



YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO



GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 PARTIDA: 11046338

CLORUROS

NTP 339.177

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA REBECA - MUESTRA 03
COORDENADAS : E: 356720.00 - N: 8812073.00
CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

CONTENIDO : 0.0350 %

CONTENIDO : 350.00 PPM

ING. RESPONSABLE : JIN ALFARO JANAMPA
TEC. RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO



JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL, CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO

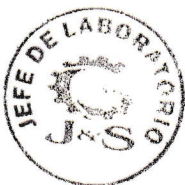


YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO

**ENSAYOS DE LABORATORIO
CANTERA YOSHI - MUESTRA N° 04
COORDENADAS**

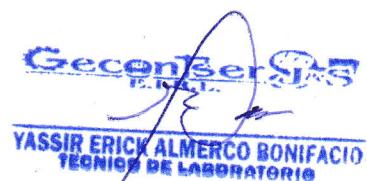
E: 356731.00 - N: 8811947.00

**(Incl. CBR, PROCTOR MODIFICADO, ANÁLISIS
GRANULOMÉTRICO, LIMITE DE CONSISTENCIA,
CONTENIDO DE HUMEDAD, ABRASIÓN LOS
ÁNGELES, EQUIVALENTE DE ARENA, SALES
SOLUBLES Y CLORUROS)**




JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO




YASSIR ERICK ALMERCÓ BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO



GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 **PARTIDA: 11046338**

ENSAYO DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.
NTP - 339.145

TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 04
COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
TECNICO REPOSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

Humedad Óptima		(%)	8.4					
Máxima Densidad Seca		(g/cm3)	2.044					
N° de Molde			1			3		
N° de Capas			5		5	5		
Golpes por capa			10		25	56		
CÓDIGO DE MUESTRA			SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO		
Peso molde + Peso Suelo Humedo	(gr.)		8,510.88	8,655.00	7,928.48	7,997.00	8,277.37	8,197.00
Peso molde	(gr.)		4,294.00	4,234.00	3,545.00	3,545.00	3,668.00	3,538.00
Volúmen molde	(gr/cm3)		2,103.90	2,103.90	2,090.90	2,090.90	2,090.90	2,090.90
Peso Suelo Humedo	(gr.)		4,216.88	4,421.00	4,383.48	4,452.00	4,609.37	4,659.00
Densidad Suelo Humedo	(gr/cm3)		2.004	2.101	2.096	2.129	2.204	2.228

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

N° de recipiente			24.00	20.00	36.00	42.00	90.00	18.00
Peso Suelo Humedo + Peso recipiente	(gr.)		61.30	51.30	56.73	53.90	53.72	45.80
Peso Suelo Seco + Peso recipiente	(gr.)		58.50	48.60	54.00	51.00	51.70	44.50
Peso del Agua	(gr.)		2.80	2.70	2.73	2.90	2.02	1.30
Peso recipiente	(gr.)		25.20	25.60	21.50	27.80	27.60	31.60
Peso Suelo Seco	(gr.)		33.30	23.00	32.50	23.20	24.10	12.90
Humedad	(%)		8.4	11.7	8.4	12.5	8.4	10.1
Densidad Suelo Seco	(gr/cm3)		1.849	1.880	1.934	1.892	2.034	2.024

DETERMINACION DE LA EXPANSION (HINCHAMIENTO)

Fecha	(Hrs)	DEFORMACIÓN	%	DEFORMACIÓN	%	DEFORMACIÓN	%
17/02/2024	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18/02/2024	24	1.17	1.00	1.19	1.00	1.27	1.10
19/02/2024	48	1.27	1.10	1.35	1.20	1.50	1.30
20/02/2024	72	1.30	1.10	1.35	1.20	1.52	1.30
21/02/2024	92	1.32	1.10	1.37	1.20	1.55	1.30
Expansión		1.13		1.17		1.32	

DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE

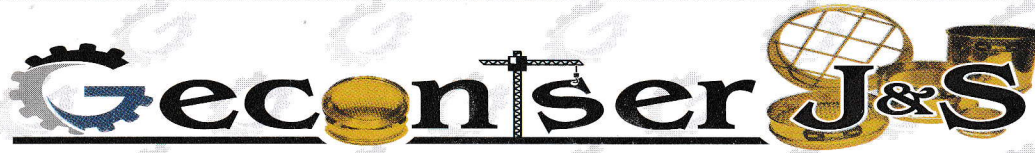
PENETRACIÓN			MOLDE N°01		MOLDE N°02		MOLDE N°03	
(mm.)	(pulg)	(seg)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)
0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
0.64	0.025	30	0.713	52.712	0.994	73.444	1.189	87.846
1.27	0.050	60	1.388	102.560	1.718	126.932	2.297	169.752
1.91	0.075	90	2.106	155.568	2.828	208.964	3.683	272.118
2.54	0.100	120	2.918	215.629	3.795	280.419	4.845	357.962
3.18	0.125	150	3.900	288.130	4.591	339.218	6.269	463.188
4.45	0.175	180	5.022	371.042	6.281	464.085	8.637	638.179
5.08	0.200	240	5.609	414.461	7.517	555.425	10.036	741.539
7.62	0.300	360	7.158	528.890	10.650	786.869	14.940	1,103.879
10.16	0.400	480	8.447	624.139	12.747	941.848	18.518	1,368.213
12.70	0.500	600	9.753	720.595	14.033	1,036.843	20.401	1,507.358

Geoniser J&S
YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO



Geoniser J&S
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 1259117
JEFE DE LABORATORIO





E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

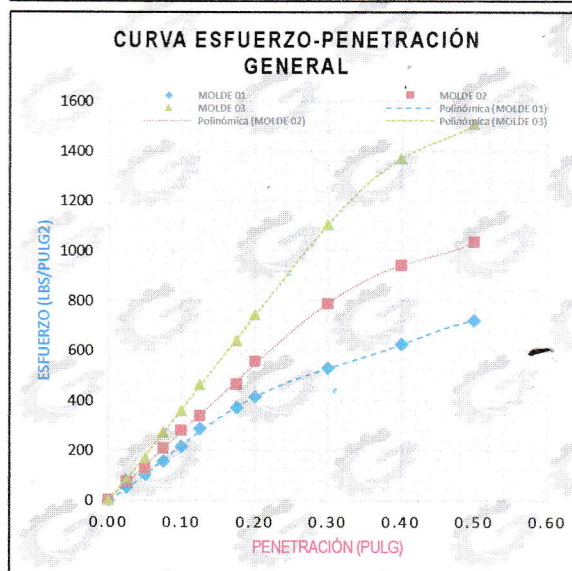
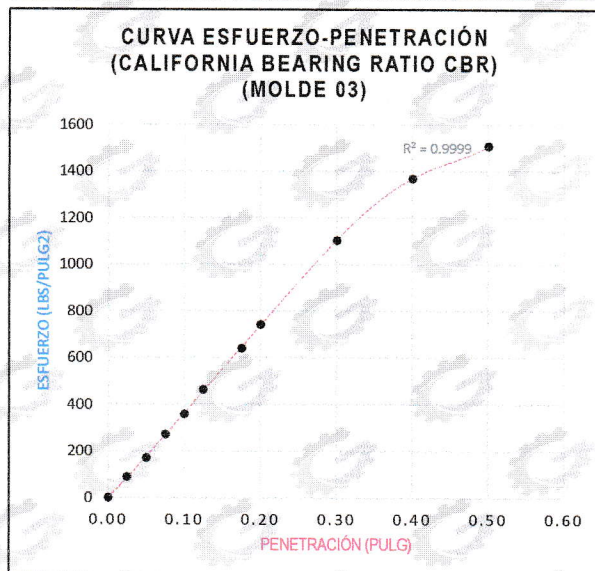
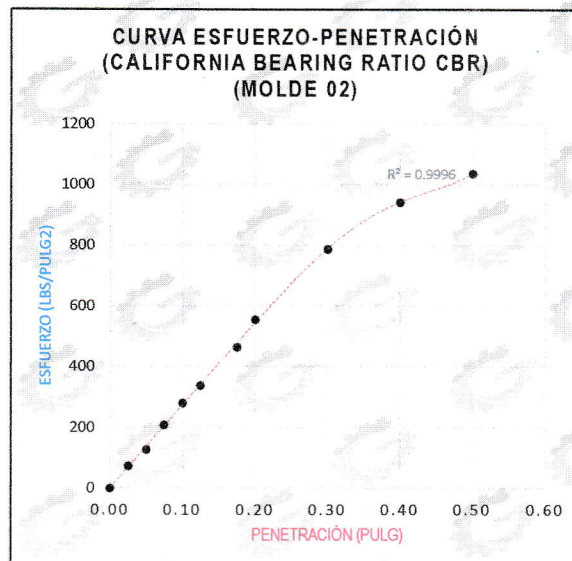
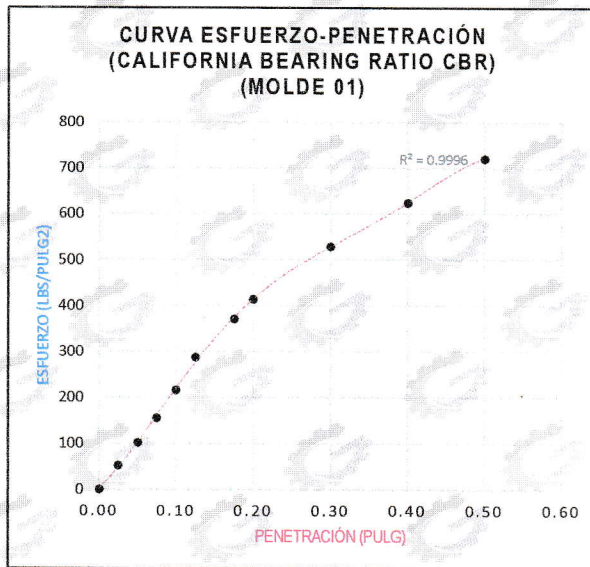
PARTIDA: 11046338

ENSAYO DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.

NTP - 339.145

TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 04
 COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO REponsable : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

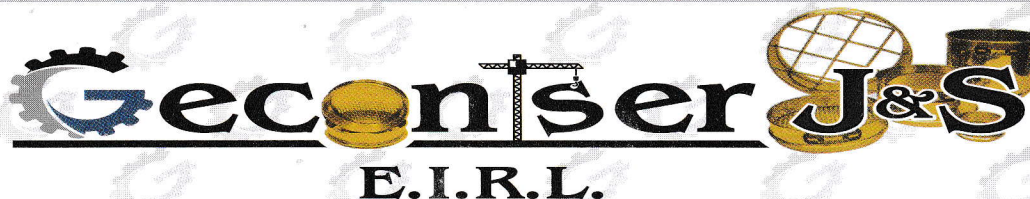


Geoniser J&S E.I.R.L.
 YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 JEFE DE LABORATORIO



Geoniser J&S E.I.R.L.
 JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO





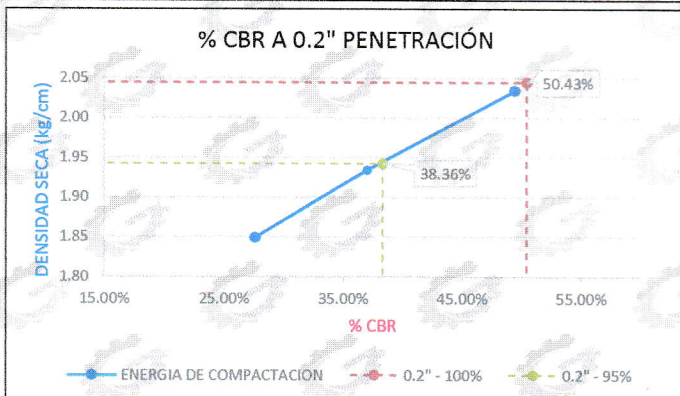
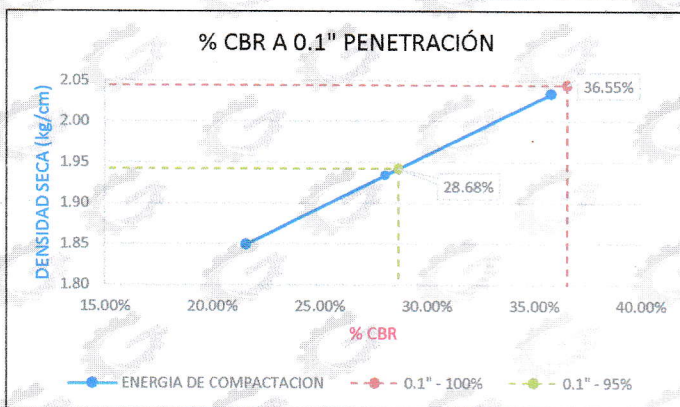
GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 **PARTIDA: 11046338**

ENSAYO DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.
NTP - 339.145

TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 04
COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
TECNICO REONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

PENETRACIÓN	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg2)	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
		(lbs/pulg2)	CBR %	(lbs/pulg2)	CBR %	(lbs/pulg2)	CBR %
0.1	1000	215.63	21.56%	280.4	28.04%	358.0	35.80%
0.2	1500	414.46	27.63%	555.4	37.03%	741.5	49.44%
Humedad		(%)		8.4		8.4	
Densidad Suelo Seco		(gr/cm3)		1.849		1.934	
CBR		21.56%		28.04%		35.80%	



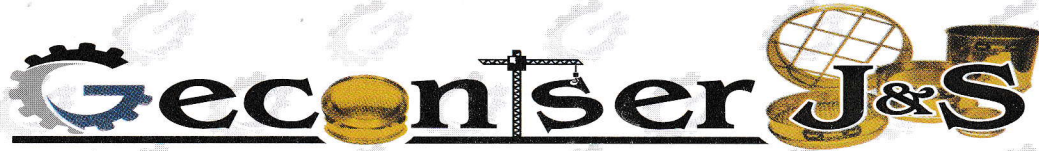
RESULTADOS DE ENSAYO	
CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca a 0.1" de penetración	36.55%
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca a 0.1" de penetración	28.68%
CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca a 0.2" de penetración	50.43%
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca a 0.2" de penetración	38.36%

Geoniser J&S
YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO



Geoniser J&S
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
INGENIERO CIVIL CIP. 1239417
JEFE DE LABORATORIO





E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

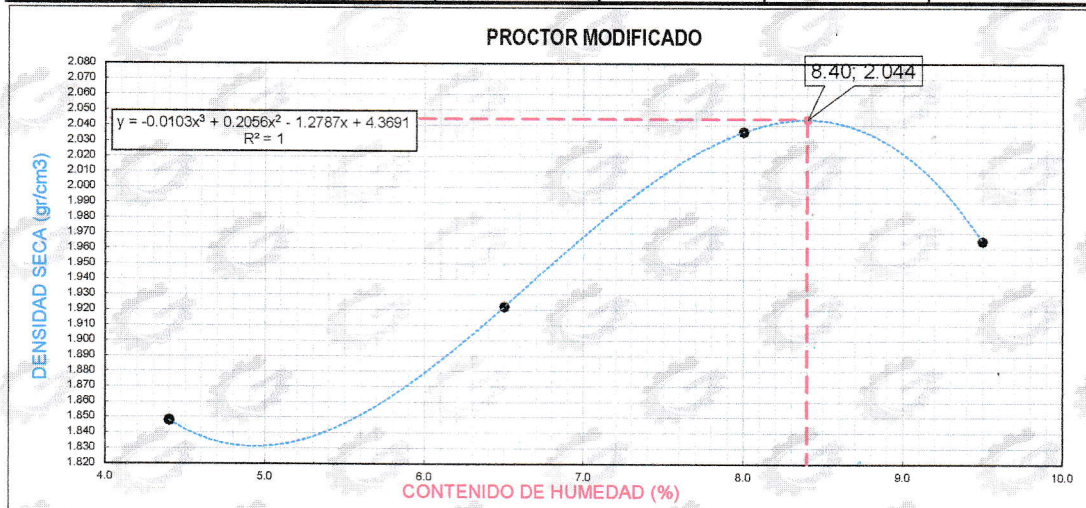
PARTIDA: 11046338

PROCTOR MODIFICADO
NTP - 339.142

TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 04
 COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO REPOSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

ENSAYO N°		1	2	3	4
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	(gr.)	10,087	10,335	10,654	10,555
PESO MOLDE	(gr.)	6,026	6,026	6,026	6,026
PESO SUELO COMPACTADO	(gr.)	4,061	4,309	4,628	4,529
VOLUMEN DEL MOLDE	(cc.)	2,105	2,105	2,105	2,105
DENSIDAD HUMEDA	(gr./cc)	1.93	2.05	2.20	2.15
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	(gr.)	208.30	190.70	219.00	223.00
SUELO SECO + RECIPIENTE	(gr.)	202.00	182.70	207.20	208.80
PESO RECIPIENTE	(gr.)	58.90	58.90	58.90	58.90
PESO DE AGUA	(gr.)	6.30	8.00	11.80	14.20
PESO DE SUELO SECO	(gr.)	143.10	123.80	148.30	149.90
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	4.4	6.5	8.0	9.5
DENSIDAD SECA	(gr./cc)	1.848	1.922	2.036	1.965



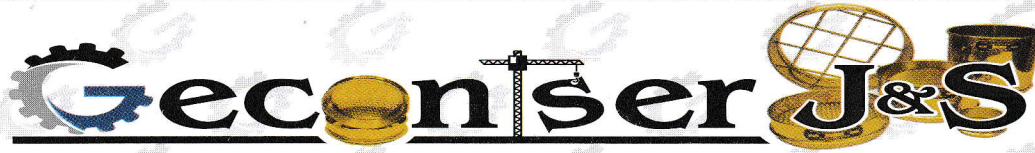
RESULTADOS DE ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3)	2.044	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.4

Geontser J&S
 YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



Geontser J&S
 JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO





E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTP 339.128

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 04
 COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO REPOSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

Mallas A.S.T.M	PESO TOTAL DE LA MUESTRA			%
	GRM			
	Luz Tamiz En m.m	Retenido en g	Pasante en g (T1)	
				Que pasa T1 x 100 wo
3"	76.200	0.0	1200	100
2 1/2"	63.500	0.0	1200	100.00
2"	50.800	0.0	1200	100.00
1 1/2"	38.100	0.0	1200	100.00
1"	25.400	0.0	1200	100.00
3/4"	19.000	0.0	1200	100.00
1/2"	12.700	0.0	1200	100.00
3/8"	9.600	113.0	1087	90.58
No. 4	4.760	160.0	927	77.25

Mallas A.S.T.M	GRANO < No. 4			%
	PESO TOTAL DE LA MUESTRA			
	Luz Tamiz En m.m	Retenido en g	Pasante en g (T1)	
				Que pasa T1 x 100 wo
No. 4	4.76			
10	2.000	236.0	691	57.58
20	0.840	102.0	589	49.08
40	0.420	111.0	478	39.83
60	0.250	95.0	383	31.92
80	0.177	133.0	250	20.83
100	0.149	80.0	170	14.17
200	0.074	52.0	118	9.83
F				

wo x w1 = k

k = Constante

w2

wo = Peso total de la muestra

w1 = Peso de la Fraccion Pasante del No. 4

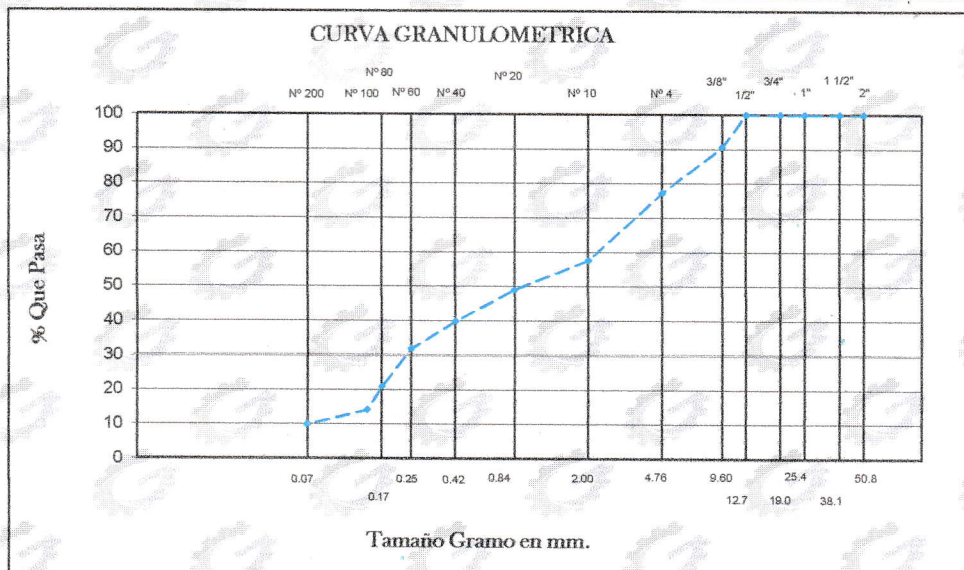
k = 1200.00

w2 = Peso Total de la Muestra Pasante del No. 4

% DE GRAVA = 22.75

% DE ARENA = 67.42

% DE FINOS = 9.83





GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 **PARTIDA: 11046338**

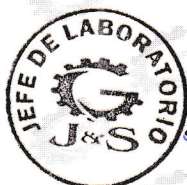
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.127

TESIS

“EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023”

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 04
 COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO REPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

TARA	19	8	11
PESO DE TARA grs	26.53	28.81	31.63
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA grs	71.42	69.22	69.56
PESO DEL SUELO SECO + TARA grs	70.58	68.45	68.84
PESO DEL AGUA grs	0.84	0.77	0.72
PESO DEL SUELO SECO grs	44.05	39.64	37.21
% DE HUMEDAD	1.91	1.94	1.93
PROMEDIO % DE HUMEDAD	1.93		



Geontser J&S
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO



Geontser J&S
YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 **PARTIDA: 11046338**

ENSAYO ABRASION LOS ANGELES
NTP 400.019

PROYECTO: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 04
COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
TECNICO RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

TAMICES		MASA Y GRANULOMETRIA			
(Abertura cuadrada)					
PASA	RETIENE	A	B	C	D
3	2 1/2				
2 1/2	2				
2	1 1/2				
1 1/2	1	1250			
1	3/4	1250			
3/4	1/2	1250	2500		
1/2	3/8	1250	2500		
3/8	1/4			2500	
1/4	N° 04			2500	
N° 04	N° 08				5000
CARGA ABRASIVA (ESFERAS)		12	11	8	6
REVOLUCIONES		500	500	500	500

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI GP004:1993)



JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO



YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 **PARTIDA: 11046338**

ENSAYO ABRASION LOS ANGELES
NTP 400.019

PROYECTO:

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 04
 COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

INFORME

Codigo : MTC E 207 - 2016

Titulo : AGREGADOS : Metodo de ensayo normalizado para la determinacion de la resistencia a la degradacion de agregados gruesos de tamaño grande por abrasion e impacto en la maquina de los angeles

GRADACION	"B"
CARGA ABRASIVA (N° de esferas)	11
NUMERO DE REVOLUCIONES	500
PESO MUESTRA TOTAL (gr)	5000.00
PESO RETENIDO EN N° 12 (gr)	3319.76
DIFERENCIA (%)	1680.24
DESGASTE (%)	33.60

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI GP004:1993)



Geontser J&S
 JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO



Geontser J&S
 YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TÉCNICO DE LABORATORIO



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

EQUIVALENTE DE ARENA

NTP 339.146

TESIS

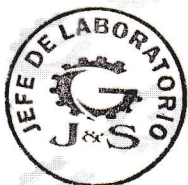
“EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL
POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA,
PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN
PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023”

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 04
COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
TECNICO REPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCOS BONIFACIO
CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

EQUIVALENTE DE ARENA : 66.00%

$$\text{Equivalente de arena (EA)} = \frac{\text{lectura de arena}}{\text{lectura de arcilla}} \times 100$$

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA PRODUCCION SE EN SU TOTALIDAD (GUIA PERUANA INDECOPI: GP-004:1993).



JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO



YASSIR ERICK ALMERCOS BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO



GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 PARTIDA: 11046338

SALES SOLUBLES TOTALES

NTP 339.152

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 04
COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

CONTENIDO : 1.050 %

CONTENIDO : 10500 PPM

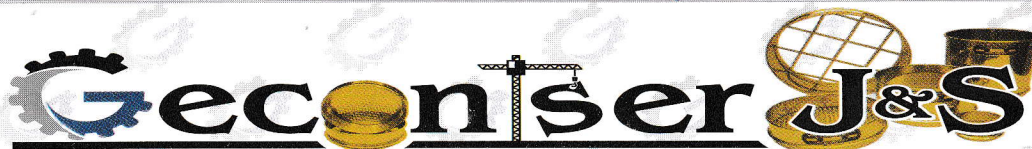
ING. RESPONSABLE : JIN ALFARO JANAMPA
TEC. RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO



JIN ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO



YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

CLORUROS

NTP 339.177

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 04
COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

CONTENIDO : 0.0301 %

CONTENIDO : 301.00 PPM

ING. RESPONSABLE : JIN ALFARO JANAMPA
TEC. RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO



JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL. CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO

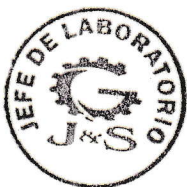


YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO

**ENSAYOS DE LABORATORIO
CANTERA YOSHI - MUESTRA N° 05
COORDENADAS**

E: 356731.00 - N: 8811947.00

**(Incl. CBR, PROCTOR MODIFICADO, ANÁLISIS
GRANULOMÉTRICO, LIMITE DE CONSISTENCIA,
CONTENIDO DE HUMEDAD, ABRASIÓN LOS
ÁNGELES, EQUIVALENTE DE ARENA, SALES
SOLUBLES Y CLORUROS)**

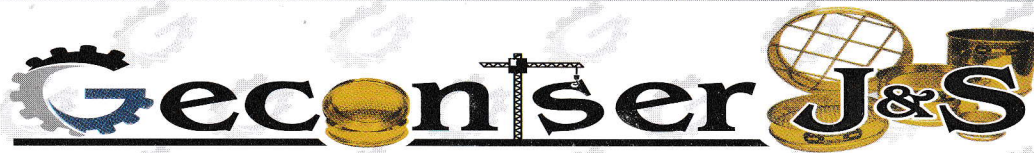


Geotiser J&S
S.R.L.
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO



Geotiser J&S
S.R.L.
YASSIR ERICK ALMERCÓ BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

ENSAYO DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.

NTP - 339.145

TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 05
COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
TECNICO REPOSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

Humedad Optima		(%)	8.3					
Máxima Densidad Seca		(g/cm3)	2.048					
N° de Molde			1		2		3	
N° de Capas			5		5		5	
Golpes por capa			10		25		56	
CÓDIGO DE MUESTRA			SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso molde + Peso Suelo Humedo	(gr.)		8,570.22	8,718.00	7,987.39	8,060.00	8,154.68	8,260.00
Peso molde	(gr.)		4,339.00	4,279.00	3,590.00	3,590.00	3,530.00	3,583.00
Volúmen molde	(gr/cm3)		2,103.90	2,103.90	2,090.90	2,090.90	2,090.90	2,090.90
Peso Suelo Humedo	(gr.)		4,231.22	4,439.00	4,397.39	4,470.00	4,624.68	4,677.00
Densidad Suelo Humedo	(gr/cm3)		2.011	2.110	2.103	2.138	2.212	2.237
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
N° de recipiente			28.00	24.00	40.00	46.00	94.00	22.00
Peso Suelo Humedo + Peso recipiente	(gr.)		67.19	57.50	62.49	60.10	59.77	52.00
Peso Suelo Seco + Peso recipiente	(gr.)		63.97	54.20	59.35	56.60	57.30	50.10
Peso del Agua	(gr.)		3.22	3.30	3.14	3.50	2.47	1.90
Peso recipiente	(gr.)		25.20	25.60	21.50	27.80	27.60	31.60
Peso Suelo Seco	(gr.)		38.77	28.60	37.85	28.80	29.70	18.50
Humedad	(%)		8.3	11.5	8.3	12.2	8.3	10.3
Densidad Suelo Seco	(gr/cm3)		1.857	1.892	1.942	1.906	2.042	2.029
DETERMINACION DE LA EXPANSION (HINCHAMIENTO)								
Fecha	(Hrs)	DEFORMACIÓN	%	DEFORMACIÓN	%	DEFORMACIÓN	%	
17/02/2024	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18/02/2024	24	0.97	0.80	1.09	0.90	1.19	1.00	
19/02/2024	48	1.24	1.10	1.35	1.20	1.47	1.30	
20/02/2024	72	1.40	1.20	1.50	1.30	1.60	1.40	
21/02/2024	92	1.47	1.30	1.60	1.40	1.63	1.40	
Expansión		1.26		1.37		1.39		

PENETRACIÓN			MOLDE N°01		MOLDE N°02		MOLDE N°03	
(mm.)	(pulg)	(seg)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)
0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
0.64	0.025	30	0.898	66.359	1.079	79.703	1.274	94.105
1.27	0.050	60	1.473	108.819	1.703	125.802	2.382	176.011
1.91	0.075	90	2.190	161.827	2.713	200.446	3.768	278.376
2.54	0.100	120	3.003	221.888	3.784	279.601	4.930	364.221
3.18	0.125	150	3.684	272.223	4.776	352.865	6.354	469.446
4.45	0.175	180	5.107	377.301	6.466	477.732	8.522	629.660
5.08	0.200	240	5.694	420.720	7.502	554.295	10.121	747.798
7.62	0.300	360	7.643	564.703	10.735	793.128	14.225	1,051.029
10.16	0.400	480	8.932	659.952	12.832	948.106	18.603	1,374.472
12.70	0.500	600	9.838	726.854	14.118	1,043.101	21.086	1,557.948

Geoniser J&S
YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



Geoniser J&S
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 JEFE DE LABORATORIO





E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

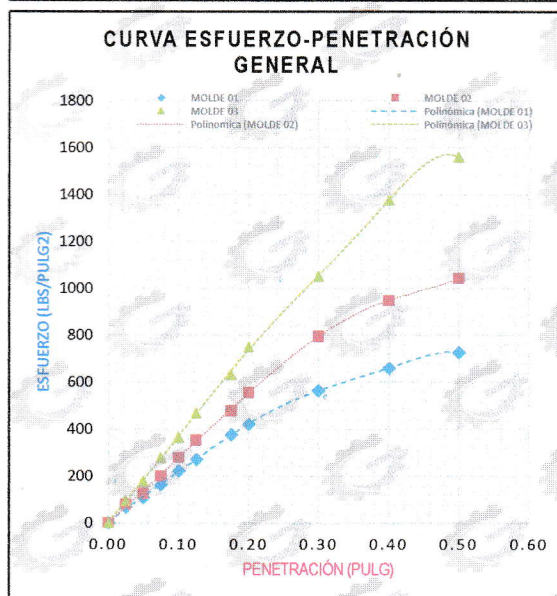
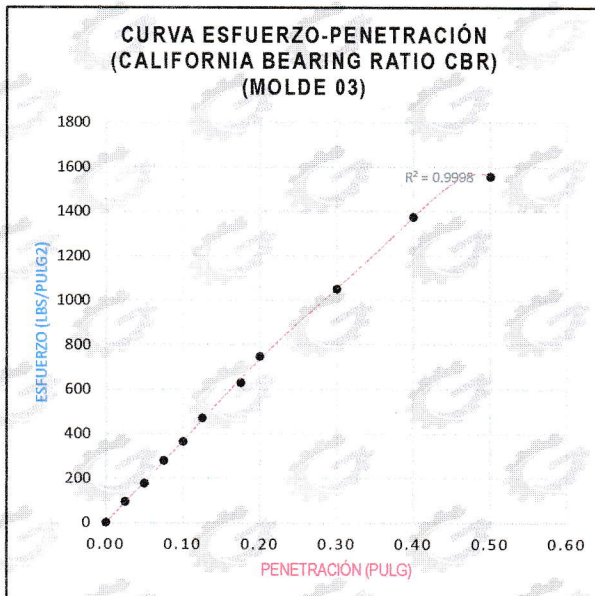
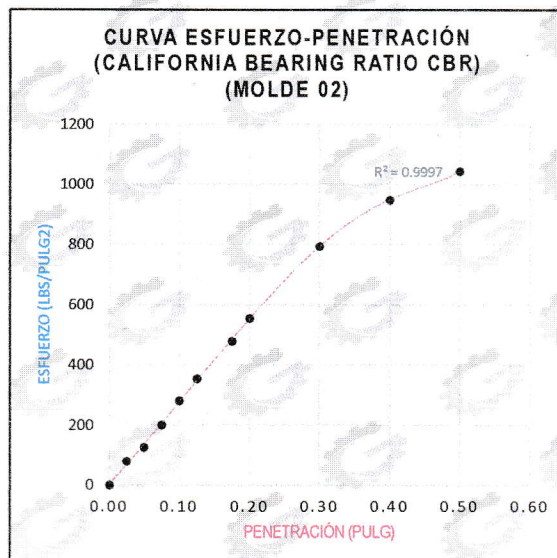
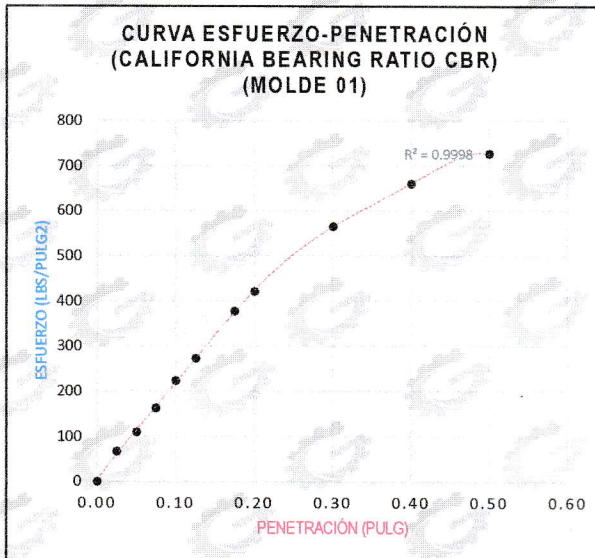
PARTIDA: 11046338

ENSAYO DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.

NTP - 339.145

TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 05
 COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO REONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024



Geoniser J&S E.I.R.L.
 YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



Geoniser J&S E.I.R.L.
 JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 INGENIERO CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO





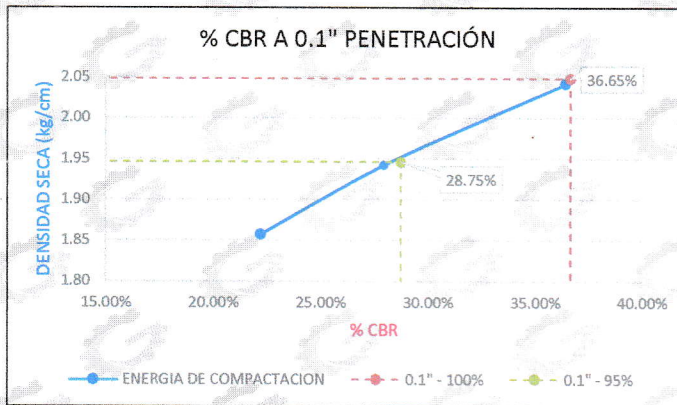
GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 **PARTIDA: 11046338**

ENSAYO DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.
NTP - 339.145

TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

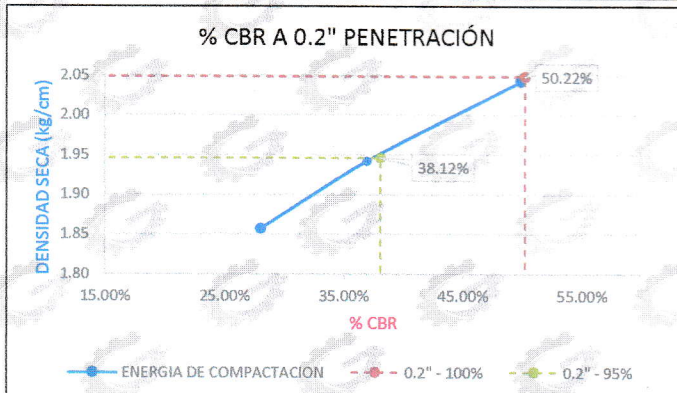
SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 05
COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
TECNICO REONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

PENETRACIÓN	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg2)	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
		(lbs/pulg2)	CBR %	(lbs/pulg2)	CBR %	(lbs/pulg2)	CBR %
0.1	1000	221.89	22.19%	279.6	27.96%	364.2	36.42%
0.2	1500	420.72	28.05%	554.3	36.95%	747.8	49.85%
Humedad	(%)	8.3		8.3		8.3	
Densidad Suelo Seco	(gr/cm3)	1.857		1.942		2.042	
CBR		22.19%		27.96%		36.42%	



ENERGIA DE COMPACTACION			
N° GOLPES	10	25	56
DENS. SECA	1.86	1.94	2.04
C.B.R. 01"	22.19%	27.96%	36.42%

M.D.S. (gr/cc) 100%	2.048
M.D.S. (gr/cc) 95%	1.946
O.C.H.(%)	8.3
C.B.R. 01" al 95% de M.D.S.	28.75%
C.B.R. 01" al 100% de M.D.S.	36.65%



ENERGIA DE COMPACTACION			
N° GOLPES	10	25	56
DENS. SECA	1.86	1.94	2.04
C.B.R. 02"	28.05%	36.95%	49.85%

M.D.S. (gr/cc) 100%	2.048
M.D.S. (gr/cc) 95%	1.946
O.C.H.(%)	8.3
C.B.R. 02" al 95% de M.D.S.	38.12%
C.B.R. 02" al 100% de M.D.S.	50.22%

RESULTADOS DE ENSAYO	
CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca a 0.1" de penetración	36.65%
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca a 0.1" de penetración	28.75%
CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca a 0.2" de penetración	50.22%
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca a 0.2" de penetración	38.12%

Geoniser J&S
YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TÉCNICO DE LABORATORIO



Geoniser J&S
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO





E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

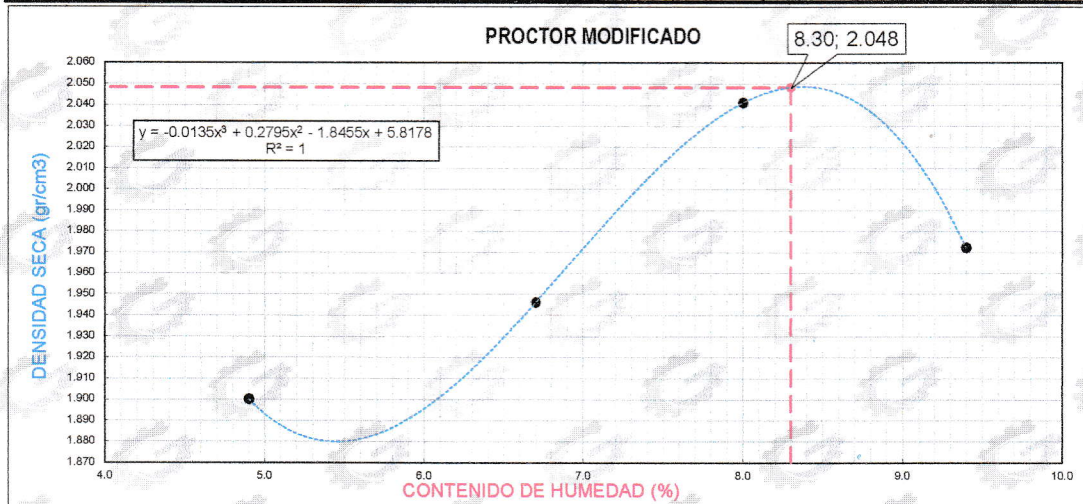
PARTIDA: 11046338

PROCTOR MODIFICADO
NTP - 339.142

TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 05
 COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO REponsable : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

ENSAYO N°		1	2	3	4
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	(gr.)	10,222	10,397	10,666	10,567
PESO MOLDE	(gr.)	6,026	6,026	6,026	6,026
PESO SUELO COMPACTADO	(gr.)	4,196	4,371	4,640	4,541
VOLUMEN DEL MOLDE	(cc.)	2,105	2,105	2,105	2,105
DENSIDAD HUMEDA	(gr./cc)	1.99	2.08	2.20	2.16
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		7	5	5	7
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	(gr.)	144.50	127.80	156.10	160.20
SUELO SECO + RECIPIENTE	(gr.)	140.50	123.50	148.94	151.50
PESO RECIPIENTE	(gr.)	58.90	58.90	59.40	58.90
PESO DE AGUA	(gr.)	4.00	4.30	7.16	8.70
PESO DE SUELO SECO	(gr.)	81.60	64.60	89.54	92.60
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	4.9	6.7	8.0	9.4
DENSIDAD SECA	(gr./cc)	1.900	1.946	2.041	1.972



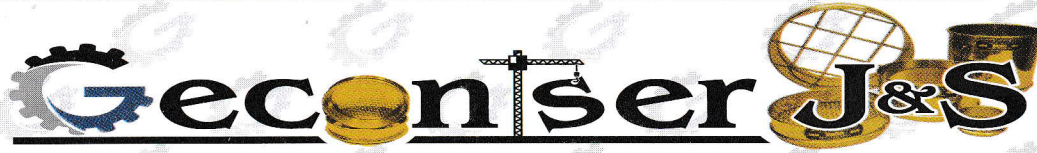
RESULTADOS DE ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.048	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.3

Geoniser J&S
YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO



Geoniser J&S
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 12317
JEFE DE LABORATORIO





E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTP 339.128

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

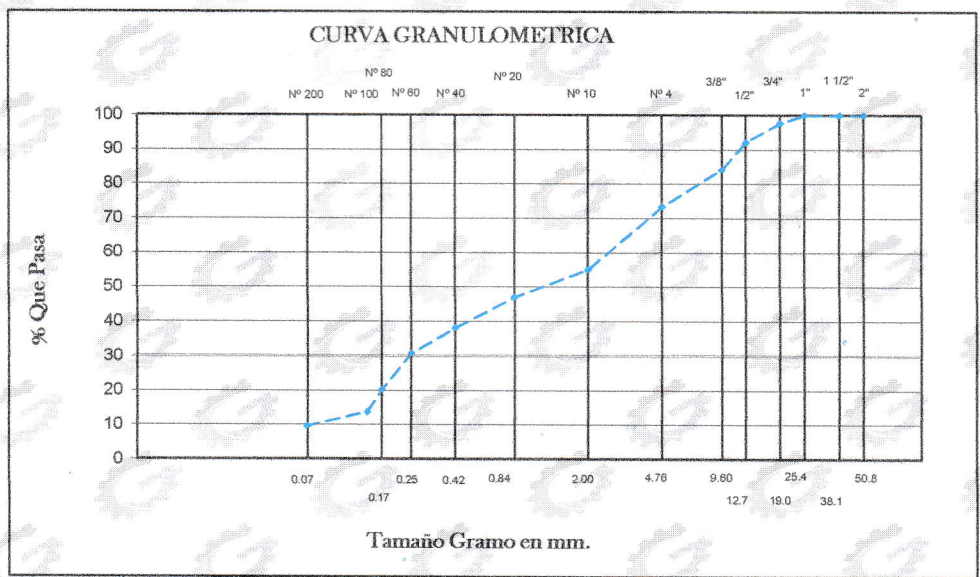
SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 05
 COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO REONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

wo =		1300 g			
Mallas A.S.T.M	PESO TOTAL DE LA MUESTRA			%	Que pasa T1 x 100 wo
	GRM				
	Luz Tamiz En m.m	Retenido en g	Pasante en g (T1)		
3"	76.200	0.0	1300	100	
2 1/2"	63.500	0.0	1300	100.00	
2"	50.800	0.0	1300	100.00	
1 1/2"	38.100	0.0	1300	100.00	
1"	25.400	0.0	1300	100.00	
3/4"	19.000	30.0	1270	97.69	
1/2"	12.700	72.0	1198	92.15	
3/8"	9.600	103.0	1095	84.23	
No. 4	4.760	140.0	955	73.46	

w1 =		955.0 g			
Mallas A.S.T.M	GRANO < No. 4			%	Que pasa T1 x 100 wo
	PESO TOTAL DE LA MUESTRA				
	Luz Tamiz En m.m	Retenido en g	Pasante en g (T1)		
No. 4	4.76				
10	2.000	239.0	716	55.08	
20	0.840	105.0	611	47.00	
40	0.420	114.0	497	38.23	
60	0.250	98.0	399	30.69	
80	0.177	136.0	263	20.23	
100	0.149	83.0	180	13.85	
200	0.074	55.0	125	9.62	
F					

wo x w1 = k
 k = Constante
 wo = Peso total de la muestra
 w1 = Peso de la Fraccion Pasante del No. 4
 k = 1300.00 w2 = Peso Total de la Muestra Pasante del No. 4

% DE GRAVA = 26.54
 % DE ARENA = 63.84
 % DE FINOS = 9.62



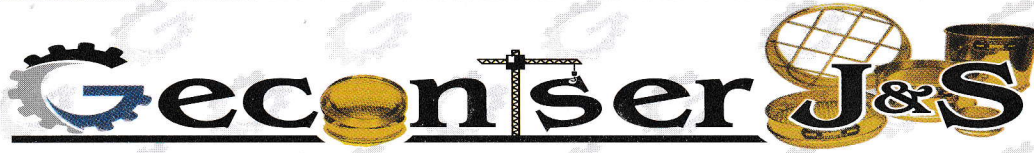
H.R.B. Clasif.: SW - SM A - 1 - b
 Arena bien graduada con limo, cal y presencia de gravas

Geoniser J&S
 YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



Geoniser J&S
 JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 123417
 JEFE DE LABORATORIO





E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

NTP 333.129

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 05
 COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
 CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024

LIMITE LIQUIDO

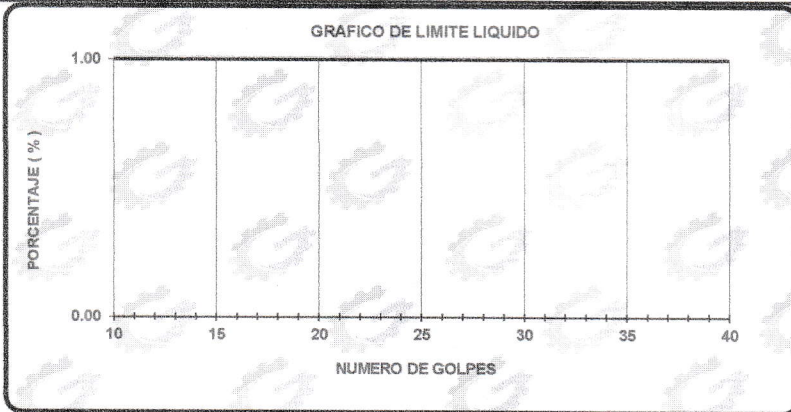
TARA			
PESO DE TARA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA grs			
PESO DEL SUELO SECO + TARA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
NUMERO DE GOLPES			

No Líquido

LIMITE PLÁSTICO

TARA			
PESO DE TARA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA grs			
PESO DEL SUELO SECO + TARA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
% PROMEDIO			

No Plástico



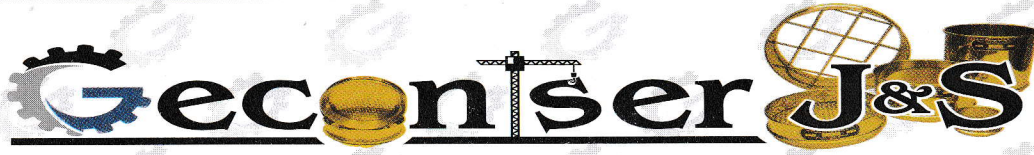
Límite Líquido (%)	N.P
Límite Plástico (%)	N.P
Índice de Plasticidad Ip (%)	N.P
Clasificación SUCS	SW - SM
Clasificación AASHTO	A - 1 - b
Ing. Responsable	JIN ALFARO JANAMPA
Tec. Responsable	YASSIR ALMERCO BONIFACIO
Fecha de entrega	26/02/2024



JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO



YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.127

TESIS

“EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023”

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 05
 COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO REPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERC0 BONIFACIO
 CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

TARA	12	1	28
PESO DE TARA grs	27.85	30.13	32.95
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA grs	94.21	92.01	92.35
PESO DEL SUELO SECO + TARA grs	93.01	90.89	91.27
PESO DEL AGUA grs	1.2	1.12	1.08
PESO DEL SUELO SECO grs	65.16	60.76	58.32
% DE HUMEDAD	1.84	1.84	1.85
PROMEDIO % DE HUMEDAD	1.85		



JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO



YASSIR ERICK ALMERC0 BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO



GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 **PARTIDA: 11046338**

ENSAYO ABRASION LOS ANGELES
NTP 400.019

PROYECTO: **TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"**

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 05
 COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

TAMICES		MASA Y GRANULOMETRIA			
(Abertura cuadrada)					
PASA	RETIENE	A	B	C	D
3	2 1/2				
2 1/2	2				
2	1 1/2				
1 1/2	1	1250			
1	3/4	1250			
3/4	1/2	1250	2500		
1/2	3/8	1250	2500		
3/8	1/4			2500	
1/4	N° 04			2500	
N° 04	N° 08				5000
CARGA ABRASIVA (ESFERAS)		12	11	8	6
REVOLUCIONES		500	500	500	500

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI GP004:1993)



JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO



YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

EQUIVALENTE DE ARENA

NTP 339.146

TESIS

“EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL
POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA,
PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN
PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023”

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 05
COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
TECNICO REPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCOC BONIFACIO
CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

EQUIVALENTE DE ARENA : 67.40%

$$\text{Equivalente de arena (EA)} = \frac{\text{lectura de arena}}{\text{lectura de arcilla}} \times 100$$

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA PRODUCCION SE EN SU TOTALIDAD (GUIA PERUANA INDECOPI: GP-004:1993).



JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO



YASSIR ERICK ALMERCOC BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO



GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 PARTIDA: 11046338

SALES SOLUBLES TOTALES

NTP 339.152

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 05
COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

CONTENIDO : 1.068 %

CONTENIDO : 10680 PPM

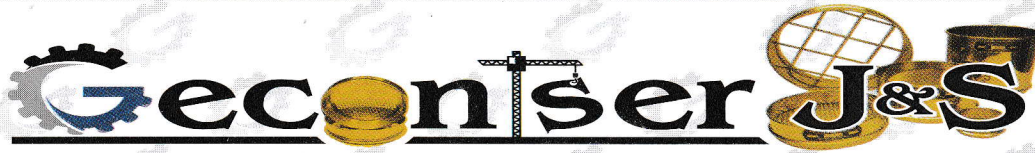
ING. RESPONSABLE : JIN ALFARO JANAMPA
TEC. RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO



Geconser J&S
E.I.R.L.
JIN ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO



Geconser J&S
E.I.R.L.
YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

CLORUROS

NTP 339.177

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 05
COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

CONTENIDO : 0.0340 %

CONTENIDO : 340.00 PPM

ING. RESPONSABLE : JIN ALFARO JANAMPA
TEC. RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO




JIN ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO




YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO

**ENSAYOS DE LABORATORIO
CANTERA YOSHI - MUESTRA N° 06
COORDENADAS**

E: 356731.00 - N: 8811947.00

**(Incl. CBR, PROCTOR MODIFICADO, ANÁLISIS
GRANULOMÉTRICO, LIMITE DE CONSISTENCIA,
CONTENIDO DE HUMEDAD, ABRASIÓN LOS
ÁNGELES, EQUIVALENTE DE ARENA, SALES
SOLUBLES Y CLORUROS)**



Geonter J&S
S.R.L.
[Handwritten Signature]
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO



Geonter J&S
S.R.L.
[Handwritten Signature]
YASSIR ERICK ALMERCÓ BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MÉCANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS



GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 **PARTIDA: 11046338**

ENSAYO DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.

NTP - 339.145

TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 06
COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
TECNICO REONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

Humedad Óptima	(%)	8.3					
Máxima Densidad Seca	(g/cm3)	2.052					
N° de Molde		1		2		3	
N° de Capas		5		5		5	
Golpes por capa		10		25		56	
CÓDIGO DE MUESTRA		SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso molde + Peso Suelo Humedo	(gr.)	8,656.73	8,800.00	8,074.30	8,142.00	8,423.46	8,342.00
Peso molde	(gr.)	4,405.00	4,345.00	3,656.00	3,656.00	3,779.00	3,642.00
Volúmen molde	(gr/cm3)	2,103.90	2,103.90	2,090.90	2,090.90	2,090.90	2,090.90
Peso Suelo Humedo	(gr.)	4,251.73	4,455.00	4,418.30	4,486.00	4,644.46	4,700.00
Densidad Suelo Humedo	(gr/cm3)	2.021	2.117	2.113	2.145	2.221	2.248

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

N° de recipiente		16.00	12.00	28.00	34.00	82.00	10.00
Peso Suelo Humedo + Peso recipiente	(gr.)	70.25	60.80	65.69	63.20	62.69	55.10
Peso Suelo Seco + Peso recipiente	(gr.)	66.80	56.90	62.30	59.30	60.00	52.80
Peso del Agua	(gr.)	3.45	3.70	3.39	3.90	2.69	2.30
Peso recipiente	(gr.)	25.20	25.60	21.50	27.80	27.60	31.60
Peso Suelo Seco	(gr.)	41.60	31.30	40.80	31.50	32.40	21.20
Humedad	(%)	8.3	11.8	8.3	12.4	8.3	10.8
Densidad Suelo Seco	(gr/cm3)	1.866	1.893	1.951	1.909	2.051	2.028

DETERMINACION DE LA EXPANSION (HINCHAMIENTO)

Fecha	(Hrs)	DEFORMACIÓN	%	DEFORMACIÓN	%	DEFORMACIÓN	%
17/02/2024	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18/02/2024	24	1.17	1.00	1.19	1.00	1.27	1.10
19/02/2024	48	1.27	1.10	1.35	1.20	1.50	1.30
20/02/2024	72	1.30	1.10	1.35	1.20	1.52	1.30
21/02/2024	92	1.32	1.10	1.37	1.20	1.55	1.30
Expansión		1.13		1.17		1.32	

DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE

PENETRACIÓN			MOLDE N°01		MOLDE N°02		MOLDE N°03	
(mm.)	(pulg)	(seg)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)	Lectura dial (kN)	Carga (lbs/pulg2)
0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
0.64	0.025	30	0.767	56.667	0.843	62.312	1.327	98.030
1.27	0.050	60	1.526	112.745	1.653	122.117	2.410	178.031
1.91	0.075	90	2.324	171.737	2.537	187.464	3.763	278.016
2.54	0.100	120	3.016	222.841	3.881	286.773	4.898	361.864
3.18	0.125	150	3.974	293.656	4.650	343.555	6.289	464.642
4.45	0.175	180	4.978	367.766	6.398	472.736	8.418	621.990
5.08	0.200	240	5.438	401.757	7.396	546.487	10.057	743.050
7.62	0.300	360	7.157	528.817	10.568	780.797	14.758	1,090.434
10.16	0.400	480	8.564	632.743	12.716	939.559	18.253	1,348.620
12.70	0.500	600	9.692	716.064	13.872	1,024.957	20.678	1,527.830

Geontser J&S
YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TÉCNICO DE LABORATORIO



Geontser J&S
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 127917
JEFE DE LABORATORIO





GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

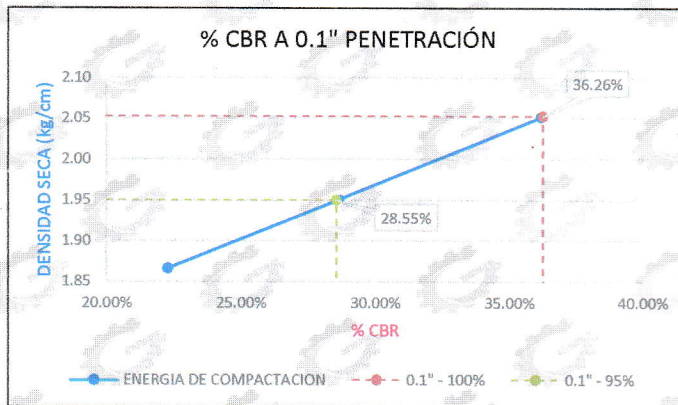
ENSAYO DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE C.B.R.

NTP - 339.145

TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

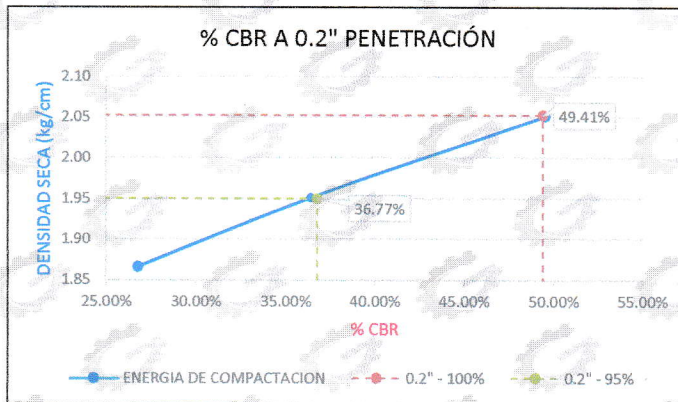
SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 06
 COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO REONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCOC BONIFACIO
 CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

PENETRACIÓN	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg2)	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
		(lbs/pulg2)	CBR %	(lbs/pulg2)	CBR %	(lbs/pulg2)	CBR %
0.1	1000	222.84	22.28%	286.8	28.68%	361.9	36.19%
0.2	1500	401.76	26.78%	546.5	36.43%	743.0	49.54%
Humedad	(%)	8.3		8.3		8.3	
Densidad Suelo Seco	(gr/cm3)	1.866		1.951		2.051	
CBR		22.28%		28.68%		36.19%	



ENERGIA DE COMPACTACION			
N° GOLPES	10	25	56
DENS. SECA	1.87	1.95	2.05
C.B.R. 01"	22.28%	28.68%	36.19%

M.D.S. (gr/cc) 100%	2.052
M.D.S. (gr/cc) 95%	1.949
O.C.H.(%)	8.3
C.B.R. 01" al 95 % de M.D.S.	28.55%
C.B.R. 01" al 100 % de M.D.S.	36.26%

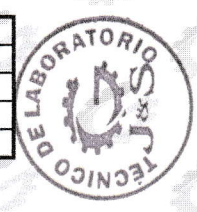


ENERGIA DE COMPACTACION			
N° GOLPES	10	25	56
DENS. SECA	1.87	1.95	2.05
C.B.R. 02"	26.78%	36.43%	49.54%

M.D.S. (gr/cc) 100%	2.052
M.D.S. (gr/cc) 95%	1.949
O.C.H.(%)	8.3
C.B.R. 02" al 95 % de M.D.S.	36.77%
C.B.R. 02" al 100 % de M.D.S.	49.41%

RESULTADOS DE ENSAYO	
CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca a 0.1" de penetración	36.26%
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca a 0.1" de penetración	28.55%
CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca a 0.2" de penetración	49.41%
CBR al 95% de la Máxima Densidad Seca a 0.2" de penetración	36.77%

Geoniser J&S
 YASSIR ERICK ALMERCOC BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



Geoniser J&S
 JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. L29017
 JEFE DE LABORATORIO





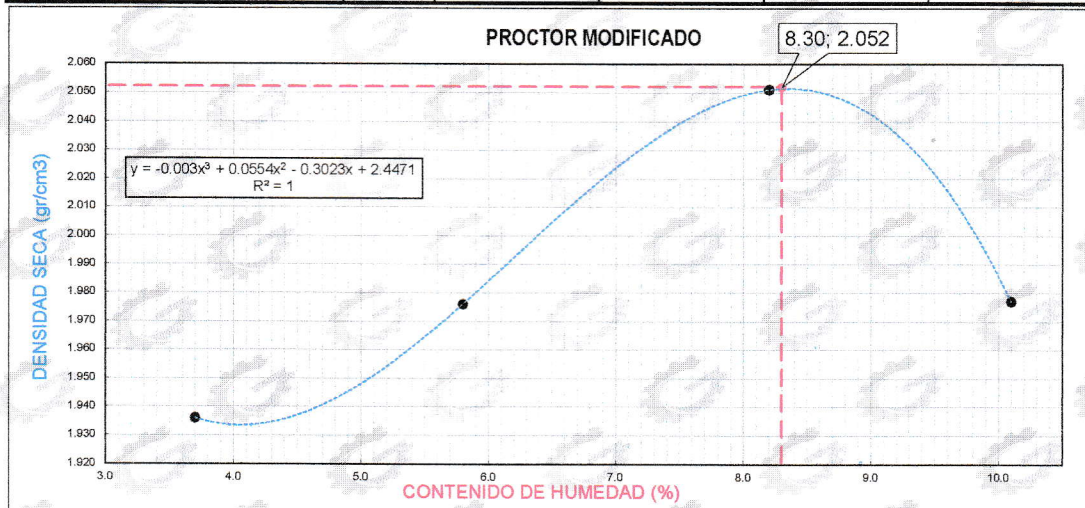
GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 **PARTIDA: 11046338**

PROCTOR MODIFICADO
NTP - 339.142

TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 06
COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
TECNICO REponsable : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

ENSAYO N°		1	2	3	4
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	(gr.)	10,253	10,428	10,697	10,608
PESO MOLDE	(gr.)	6,026	6,026	6,026	6,026
PESO SUELO COMPACTADO	(gr.)	4,227	4,402	4,671	4,582
VOLUMEN DEL MOLDE	(cc.)	2,105	2,105	2,105	2,105
DENSIDAD HUMEDA	(gr./cc)	2.01	2.09	2.22	2.18
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	(gr.)	168.20	151.50	179.80	183.30
SUELO SECO + RECIPIENTE	(gr.)	164.30	146.40	170.60	171.90
PESO RECIPIENTE	(gr.)	58.90	58.90	58.90	58.90
PESO DE AGUA	(gr.)	3.90	5.10	9.20	11.40
PESO DE SUELO SECO	(gr.)	105.40	87.50	111.70	113.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	3.7	5.8	8.2	10.1
DENSIDAD SECA	(gr./cc)	1.936	1.976	2.051	1.977

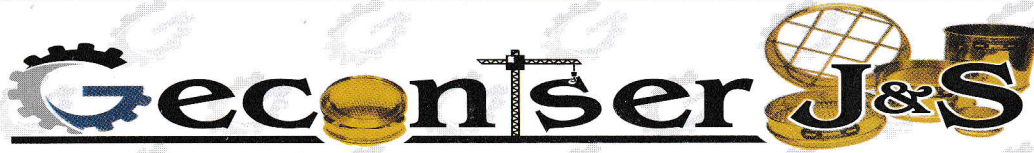


Geoniser J&S E.I.R.L.
YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO



Geoniser J&S E.I.R.L.
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO





E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTP 339.128

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 06
 COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO REONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

Mallas A.S.T.M	PESO TOTAL DE LA MUESTRA			%
	GRM			
	Luz Tamiz En m.m	Retenido en g	Pasante en g (T1)	
				Que pasa $\frac{T1 \times 100}{w_0}$
3"	76.200	0.0	1300	100
2 1/2"	63.500	0.0	1300	100.00
2"	50.800	0.0	1300	100.00
1 1/2"	38.100	0.0	1300	100.00
1"	25.400	0.0	1300	100.00
3/4"	19.000	39.0	1261	97.00
1/2"	12.700	81.0	1180	90.77
3/8"	9.600	100.0	1080	83.08
No. 4	4.760	135.0	945	72.69

Mallas A.S.T.M	GRANO < No. 4			%
	PESO TOTAL DE LA MUESTRA			
	Luz Tamiz En m.m	Retenido en g	Pasante en g (T1)	
				Que pasa $\frac{T1 \times 100}{w_0}$
No. 4	4.76			
10	2.000	236.0	709	54.54
20	0.840	102.0	607	46.69
40	0.420	111.0	496	38.15
60	0.250	95.0	401	30.85
80	0.177	133.0	268	20.62
100	0.149	80.0	188	14.46
200	0.074	52.0	136	10.46
F				

$w_0 \times w_1 = k$

k = Constante

w2

w0 = Peso total de la muestra

w1 = Peso de la Fraccion Pasante del No. 4

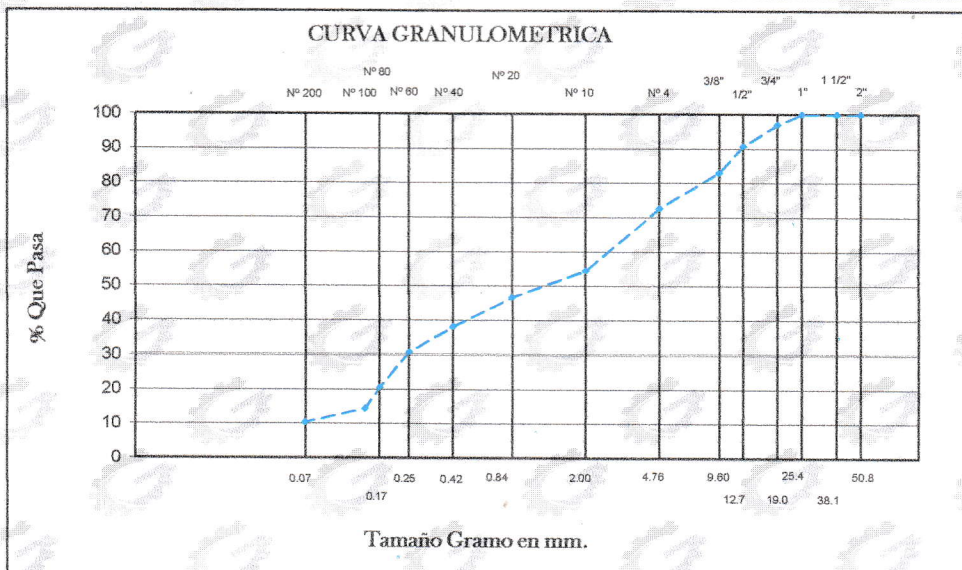
k = 1300.00

w2 = Peso Total de la Muestra Pasante del No. 4

% DE GRAVA = 27.31

% DE ARENA = 62.23

% DE FINOS = 10.46



H.R.B. Clasif.: SW - SM A - 1 - b
 Arena bien graduada con limo, cal y presencia de gravas

Geoniser J&S
 YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



Geoniser J&S
 JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129117
 JEFE DE LABORATORIO





GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 **PARTIDA: 11046338**

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.127

TESIS

“EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023”

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 06
 COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO REPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

TARA	12	1	5
PESO DE TARA grs	27.85	30.13	32.95
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA grs	94.21	92.01	92.33
PESO DEL SUELO SECO + TARA grs	93.07	90.97	91.30
PESO DEL AGUA grs	1.14	1.04	1.03
PESO DEL SUELO SECO grs	65.22	60.84	58.35
% DE HUMEDAD	1.75	1.71	1.77
PROMEDIO % DE HUMEDAD	1.74		



Geoniser J&S
 E.I.R.L.
 JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO



Geoniser J&S
 E.I.R.L.
 YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 **PARTIDA: 11046338**

ENSAYO ABRASION LOS ANGELES
NTP 400.019

PROYECTO: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 06
COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
TECNICO REONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

TAMICES		MASA Y GRANULOMETRIA			
(Abertura cuadrada)					
PASA	RETIENE	A	B	C	D
3	2 1/2				
2 1/2	2				
2	1 1/2				
1 1/2	1	1250			
1	3/4	1250			
3/4	1/2	1250	2500		
1/2	3/8	1250	2500		
3/8	1/4			2500	
1/4	N° 04			2500	
N° 04	N° 08				5000
CARGA ABRASIVA (ESFERAS)		12	11	8	6
REVOLUCIONES		500	500	500	500

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI GP004:1993)



Geconser J&S
E.I.R.L.
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 INC. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO



Geconser J&S
E.I.R.L.
YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 **PARTIDA: 11046338**

ENSAYO ABRASION LOS ANGELES
NTP 400.019

PROYECTO:

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
 UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 06
 COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
 INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 TECNICO RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
 FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

INFORME

Codigo : MTC E 207 - 2016

Titulo : AGREGADOS : Metodo de ensayo normalizado para la determinacion de la resistencia a la degradacion de agregados gruesos de tamaño grande por abrasion e impacto en la maquina de los angeles

GRADACION	"A"
CARGA ABRASIVA (N° de esferas)	12
NUMERO DE REVOLUCIONES	500
PESO MUESTRA TOTAL (gr)	5000.00
PESO RETENIDO EN N° 12 (gr)	3462.48
DIFERENCIA (%)	1537.52
DESGASTE (%)	30.75

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUIA PERUANA INDECOPI GP004:1993)



JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO



YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 PARTIDA: 11046338

EQUIVALENTE DE ARENA
NTP 339.146

TESIS

“EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL
POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA,
PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN
PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023”

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 06
COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
INGENIERO RESPONSABLE : JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
TECNICO REONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
CODIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

EQUIVALENTE DE ARENA : 66.80%

$$\text{Equivalente de arena (EA)} = \frac{\text{lectura de arena}}{\text{lectura de arcilla}} \times 100$$

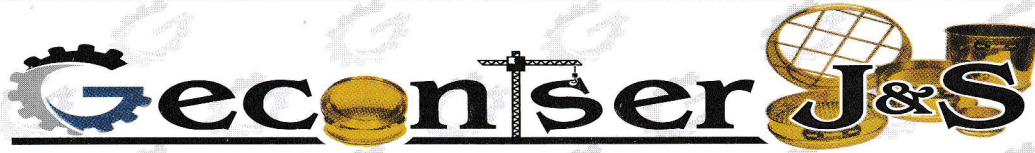
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA PRODUCCION SE EN SU TOTALIDAD (GUIA PERUANA INDECOPI: GP-004:1993).



JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO



YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

SALES SOLUBLES TOTALES

NTP 339.152

TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESULTANTES DEL POSTRATAMIENTO DE LA CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA, PRODUCIDAS EN SACRAFAMILIA, COMO MATERIAL DE SUBBASE EN PAVIMENTOS RÍGIDOS SEGÚN LA NORMA CE.010, PASCO 2023"

SOLICITANTE : VIVAR ROQUE, JUNIOR DAYVIS
UBICACIÓN : CANTERA YOSHI - MUESTRA 06
COORDENADAS : E: 356731.00 - N: 8811947.00
CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO : OR - 019 - 2024
FECHA DE ENTREGA : 26/02/2024

CONTENIDO : 1.057 %


CONTENIDO : 10570 PPM

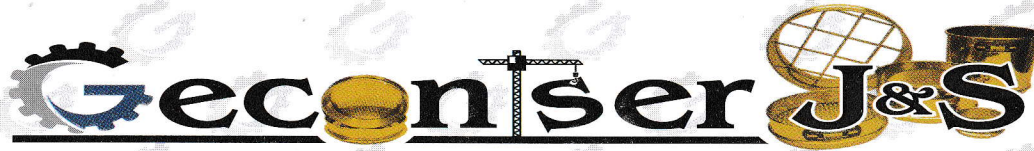
ING. RESPONSABLE : JIN ALFARO JANAMPA
TEC. RESPONSABLE : YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO




JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO




YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
TECNICO DE LABORATORIO



E.I.R.L.

GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS

RUC: 20608113640

PARTIDA: 11046338

INFORME DE RESULTADOS

N°	UBICACIÓN	TIPO DE MATERIAL	SUCS	INDICE DE PLASTICIDAD	CBR 100%	CBR 95%	MAXIMA DENSIDAD SECA	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
1	CANtera REBECA MUESTRA 01 COORDENADAS E: 356720.00 N: 8812073.00	Arena bien graduada con limo, cal y presencia mínima de gravas	SW - SM	N.P	36.28	28.13	2.024	8.30
2	CANtera REBECA MUESTRA 02 COORDENADAS E: 356720.00 N: 8812073.00	Arena bien graduada con limo, cal y presencia de gravas	SW - SM	N.P	36.37	28.22	2.024	8.10
3	CANtera REBECA MUESTRA 03 COORDENADAS E: 356720.00 N: 8812073.00	Arena bien graduada con limo, cal y presencia mínima de gravas	SW - SM	N.P	35.71	27.99	2.050	8.70



[Signature]
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO



[Signature]
YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO



GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
RUC: 20608113640 **PARTIDA: 11046338**

INFORME DE RESULTADOS

N°	UBICACIÓN	TIPO DE MATERIAL	SUCS	INDICE DE PLASTICIDAD	CBR 100%	CBR 95%	MAXIMA DENSIDAD SECA	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
1	CANtera YOSHI MUESTRA 04 COORDENADAS E: 356720.00 N: 8812073.00	Arena bien graduada con limo, cal y presencia mínima de gravas	SW - SM	N.P	36.55	28.68	2.044	8.40
2	CANtera YOSHI MUESTRA 05 COORDENADAS E: 356720.00 N: 8812073.00	Arena bien graduada con limo, cal y presencia de gravas	SW - SM	N.P	36.65	28.75	2.048	8.30
3	CANtera YOSHI MUESTRA 06 COORDENADAS E: 356720.00 N: 8812073.00	Arena bien graduada con limo, cal y presencia mínima de gravas	SW - SM	N.P	36.26	28.55	2.052	8.30



Geontser J&S
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 ING. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO



Geontser J&S
YASSIR ERICK ALMERCO BONIFACIO
 TECNICO DE LABORATORIO

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN



Gedentser J&S
INC. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO

JIN ANGEL ALFARO JANAMPA



Metrotest

E.
I.
R.
L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CFM - 011 - 2023

Pág. de 5

Solicitante: GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES,
TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS
J & S E.I.R.L.

Dirección: SAZARIO LA ESPERANZA MZA. B LOTE 14 LA ESPERANZA -
CHAUPIMARCA

Tipo: ANILLO DE CARGA

Marca: ORIÓN

Modelo: NO INDICA

Serie Anillo: 08050412

Reloj Comparador / Dial: ELE INTERNATIONAL

Modelo: 88-4000

Serie: 072519757

Resolucion: 0,0001 in

Cap. Max. Del Anillo: 10000 lbf (*)

Patron Utilizado: Celda de Carga Tipo "S"

Trazabilidad: INF-LE-283.17 A PUCH

Fecha de emision: 24 - 03 - 2023

Fecha Calibracion: 24 - 03 - 2023

Procedimiento de Calibracion:
Se empleo el procedimiento de acuerdo con la Norma ASTM E 4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"

RESULTADOS DE CALIBRACION

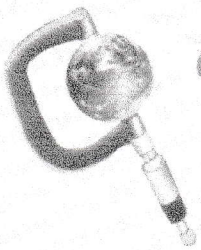
Lectura	Lecturas (kgf)			Promedio	Repetibilidad
	Unidades.	L1	L2		
0	0	0	0	0	0
100	352,6	352,6	352,7	352,6	0,03
190	705,6	705,8	705,8	705,7	0,03
290	1.066,3	1.067,9	1.067,7	1.067,5	0,10
380	1.432,9	1.434,6	1.434,6	1.433,9	0,14
470	1.801,7	1.802,7	1.802,7	1.802,4	0,06
560	2.172,0	2.173,6	2.174,6	2.173,4	0,12
650	2.551,0	2.550,4	2.550,4	2.550,6	0,02
720	2.926,3	2.926,4	2.926,7	2.926,5	0,01

Luigi Asenjo G.
Jefe de Metrologia



Geotest J&S
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
ING. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO

OBSERVACIÓN: El laboratorio solo esta presentando la primera hoja del certificado del equipo utilizado, si requiere que se adjunte las demás hojas hacerlo previa presentación de observaciones realizadas por la entidad a los certificados, se esta obtando esta medida ya que existen laboratorios mal intencionados que lucran con nuestros certificados.



Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CLM - 026 - 2023

Solicitante : GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES,
TOPOGRAFIA Y SERVICIOS
DIVERSOS J & S E.I.R.L

Dirección : BARRIO LA ESPERANZA MZA. B LOTE.
14 LA ESPERANZA - PASCO -
PERU MARCA

Instrumento de Medición : MÓDULO PROCTOR MODIFICADO

Marca : NO INDICA

Modelo : NO INDICA

Serie : NO INDICA

Identificación : CM-736 (*)

Procedencia : NO INDICA

Lugar de Calibración : Lab. Longitud de Metrotest E.I.R.L.

Fecha de Calibración : 21 - 03 - 2023

Fecha de Emisión : 21 - 03 - 2023

Misión:
Prestar servicios con política de mejoramiento continuo, cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos de medición y ensayos.

Visión:
Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.

Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

Método de Calibración Empleado

Tomando como referencia el manual de ensayo de materiales (EM 2000) COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA STANDARD 600 kN-m/m³ MTC E 116 - 2000 Y LA NORMA ASTM D 698

Resultados de las Mediciones

Los resultados de las mediciones realizadas se muestran en las siguientes páginas del presente documento. La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	21,7 °C	21,8 °C
Humedad Relativa	54 %	54 %

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
 - La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.
- (*) Código asignado por Metrotest E.I.R.L.



[Signature]
Luigi Aseño G.
Jefe de Metrología



OBSERVACION: El laboratorio solo está presentando la primera hoja del certificado del equipo utilizado, si requiere que se adjunte las demás hojas hacerlo previa presentación de observaciones realizadas por la entidad a los certificados, se está optando esta medida ya que existen laboratorios mal intencionados que lucran con nuestros certificados.



Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Página 1 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CLM - 025 - 2023

Solicitante : GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS J & S E.I.R.L. **Misión:** Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

Dirección : BARRIO LA ESPERANZA MZA. B LOTE. 14 LA ESPERANZA - PASCO - CHAUPIMARCA **Visión:** Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios. Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

Instrumento de Medición : MARTILLO PROCTOR MODIFICADO

Marca: 

Modelo:

Serie:

Identificación:

Procedencia:

Lugar de Calibración : Lab. Longitud de Metrotest E.I.R.L.

Fecha de Calibración : 21 - 03 - 2023

Fecha de Emisión : 21 - 03 - 2023

Método de Calibración Empleado

Tomando como referencia el manual de ensayo de materiales (EM 2000) Compactación de suelos en el Laboratorio utilizando una energía standard M.C.E.115 - 2000 Y LA NORMA ASTM D 1557

Resultados de las Mediciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en las siguientes páginas del presente documento.

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	21,8 °C	21,8 °C
Humedad Relativa	54 %	54 %

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

El resultado de cada una de las mediciones en el presente documento es de un promedio de dos valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

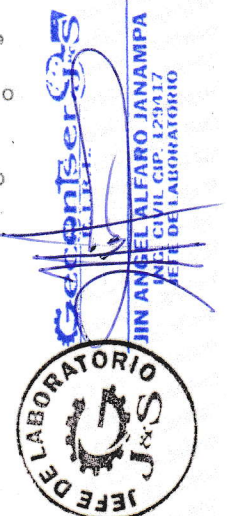
METROTEST E.I.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.




 Luigi Asenjo G.
 Jefe de Metrología



OBSERVACIÓN: El laboratorio solo esta presentando la primera hoja del certificado del equipo utilizado, si requiere que se adjunte las demas hojas hacerlo previa presentación de observaciones realizadas por la entidad a los certificados, se esta obteniendo esta medida ya que existen laboratorios mal intencionados que lucran con nuestros certificados.

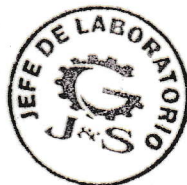
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LT - 042 - 2023

Laboratorio de Temperatura

Pág 1 de 3

Expediente	0062	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Solicitante	GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS J & S EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	
Dirección	BARRIO LA ESPERANZA MZA. B LOTE. 14 LA ESPERANZA (COSTADO IZQUIERDO DE LA CASA DE PIEDRA) PASCO - PASCO - CHAUPIMARCA	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.
Equipo		
Marca (o Fabricante)	EMMER	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.
Modelo	NO INDICA	
Numero de Serie	NO INDICA	Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	
Instrumento de Medición	Termometro con Indicación Digital.	
Marca/ Modelo	Autonics/ TC45	
Alcance de Indicación	0 °C a 200 °C	
Div. de escala (Resoluc)	1 °C	
Identificación	No indica	
Selector	Digital	
Marca/ Modelo	Autonics/ TC45	
Alcance de Indicación	0 °C a 200 °C	
Div. de escala (Resoluc)	1 °C	
Lugar de Calibración	Instalaciones del solicitante	
Fecha de Calibración	19-05-2023	
Metodo de Calibración	La calibración se realizo por comparación según el PC - 18, 2da.Ed., "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medio Isotermo" con Aire como medio Termostatico".	
Trazabilidad	Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)	
Patrones utilizados :	T - 580 - 2022	
Condiciones Ambientales	Temperatura ambiental : Inicial 16 °C ; Final : 16.2 °C Humedad Relativa ambiental : Inicial 70 HR % ; Final : 70	



Geoniter S.S
 ING. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO



Roberto Quiroga
 JEFE DE LABORATORIO

Fecha de emisión
 19 - 05 - 2023

Jefe del laboratorio de calibración

OBSERVACIÓN: El laboratorio solo esta presentando la primera hoja del certificado del equipo utilizado, si requiere que se adjunte las demas hojas hacerlo previa presentación de observaciones realizadas por la entidad a los certificados, se esta oblando esta medida ya que existen laboratorios mal intencionados que lucran con nuestros certificados.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MM - 145 - 2023

Laboratorio de Masa

Página 3

Expediente 101

Solicitante GEOTECNIA, CONSTRUCCIONES, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS DIVERSOS J & S EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

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

Dirección BARRIO LA ESPERANZA MZA. B LOTE. 14 LA ESPERANZA (COSTADO IZQUIERDO DE LA CASA DE PIEDRA) PASCO - PASCO - CHAUPIMARCA



Instrumento de Medición BALANZA NO AUTOMATICA

Marca (o Fabricante) PATRICK

Modelo HYSK

Numero de Serie NO INDICA

Procedencia CHINA

Tipo Electronica

Identificacion No indica

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una calibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Alcance de Indicación 0 gr a 10000

Division de escala (d) o resolución 0.1 gr

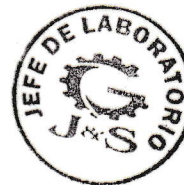
e) 1 gr

Capacidad Minima 2 gr

Clase de exactitud III

Lugar de Calibración Instalaciones del solicitante

Fecha de Calibración 19 - 05 - 2023



Geotecnia J & S
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
 INC. CIVIL CIP. 129417
 JEFE DE LABORATORIO

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionalidad no automática Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Edición tercera Enero 2009.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

Patrones utilizados

M-0151/M-0152/700-2022

Fecha de emisión

19 - 05 - 2023

Jefe del laboratorio de calibración



OBSERVACIÓN: El laboratorio solo esta presentando la primera hoja del certificado del equipo utilizado, si requiere que se adjunte las demas hojas hacerlo previa presentación de observaciones realizadas por la entidad a los certificados, se esta obtando esta medida ya que existen laboratorios mal intencionados que lucran con nuestros certificados.

Validez y confiabilidad de los datos cuantitativos

Por favor marque con una x si la respuesta escogida entre las opciones que se presentan

ÍTEM	SI	NO	OBSERVACIÓN	RECOMENDACIÓN
Los datos cuantitativos obtenidos en las pruebas son válidos	X		Ninguno	Ninguno
Los datos cuantitativos obtenidos en las pruebas son confiables	X		Ninguno	Ninguno
Los datos constituyen un riesgo para la prueba de hipótesis		X	Ninguno	Ninguno

Datos del Experto:

- **NOMBRE APELLIDOS DEL EXPERTO**

JIN ÁNGEL ALFARO JANAMPA

- **PROFESIÓN**

INGENIERO CIVIL CIP: 129417

- **GRADO ACADÉMICO**

Magister en Geotecnia

- **EXPERIENCIA**

JEFE DE LABORATORIO DE GECONTSER J&S E.I.R.L.

Firma del Experto



Gecontser J&S
E.I.R.L.
JIN ANGEL ALFARO JANAMPA
INC. CIVIL CIP. 129417
JEFE DE LABORATORIO

Validez y confiabilidad de los datos cuantitativos

Por favor marque con una x si la respuesta escogida entre las opciones que se presentan

ÍTEM	SI	NO	OBSERVACIÓN	RECOMENDACIÓN
Los datos cuantitativos obtenidos en las pruebas son válidos	X		Ninguno	Ninguno
Los datos cuantitativos obtenidos en las pruebas son confiables	X		Ninguno	Ninguno
Los datos constituyen un riesgo para la prueba de hipótesis		X	Ninguno	Ninguno

Datos del Experto:

- **NOMBRE APELLIDOS DEL EXPERTO**

JUAN EPIFANIO VARGAS VALVERDE

- **PROFESIÓN**

INGENIERO CIVIL CIP: 48519

- **GRADO ACADÉMICO**

MAESTRO EN LA CONSTRUCCIÓN MODERNA

ESPECIALISTA EN INGENIERÍA DE PAVIMENTOS Y CARRETERAS

- **EXPERIENCIA**

RESIDENTE DE OBRA EN MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL TRAMO

NARANJAL – RIO HUALLAGA;

CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD EN EL CENTRO POBLADO DE

HUANCHIPUQUIO SANTA ROSA QUE QUIVES; ETC

Firma del Experto



Juan Epifanio VARGAS VALVERDE
INGENIERO CIVIL
CIP: 48519

Validez y confiabilidad de los datos cuantitativos

Por favor marque con una x si la respuesta escogida entre las opciones que se presentan

ÍTEM	SI	NO	OBSERVACIÓN	RECOMENDACIÓN
Los datos cuantitativos obtenidos en las pruebas son válidos	X		Ninguno	Ninguno
Los datos cuantitativos obtenidos en las pruebas son confiables	X		Ninguno	Ninguno
Los datos constituyen un riesgo para la prueba de hipótesis		X	Ninguno	Ninguno

Datos del Experto:

- **NOMBRE APELLIDOS DEL EXPERTO**

DAVID VÁSQUEZ LÓPEZ

- **PROFESIÓN**

INGENIERO CIVIL CIP: 57142

- **GRADO ACADÉMICO**

MAGISTER EN GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

- **EXPERIENCIA**

JEFE DE LABORATORIO DE LA UNI,

ESPECIALISTA DE GEOLOGÍA Y GEOTECNIA EN LA SUPERVISIÓN DEL

CONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DEL MODERNO TERMINAL

INTERPROVINCIAL DE LA CIUDAD DE PASCO; ETC

Firma del Experto:



DAVID LEONCIO VASQUEZ LOPEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. Nº 57142

Validez y confiabilidad de los datos cuantitativos

Por favor marque con una x si la respuesta escogida entre las opciones que se presentan

ÍTEM	SI	NO	OBSERVACIÓN	RECOMENDACIÓN
Los datos cuantitativos obtenidos en las pruebas son válidos	X		Ninguno	Ninguno
Los datos cuantitativos obtenidos en las pruebas son confiables	X		Ninguno	Ninguno
Los datos constituyen un riesgo para la prueba de hipótesis		X	Ninguno	Ninguno

Datos del Experto:

- **NOMBRE APELLIDOS DEL EXPERTO**

YASSIR ERICK ALMERCÓ BONIFACIO

- **PROFESIÓN**

TÉCNICO DE LABORATORIO

- **GRADO ACADÉMICO**

TÉCNICO DE LABORATORIO

- **EXPERIENCIA**

TÉCNICO DE LABORATORIO DE GECONTSER J&S E.I.R.L.

Firma del Experto



YASSIR ERICK ALMERCÓ BONIFACIO
TÉCNICO DE LABORATORIO

Fotografía 1 Calera Rebeca



Fotografía 2 Calera Rebeca



Fotografía 3 Calera Yoshi



Fotografía 4 Calera Yoshi



Fotografía 5 Acopio de Partículas no calcinadas



Fotografía 6 Acopio de Partículas no calcinadas



Fotografía 7 Acopio de Partículas no calcinadas, escoria de cal y ceniza de cal



Fotografía 8 Verificación del material



Fotografía 9 Proceso de calcinación en hornos artesanales



Fotografía 10 Bóveda de hornos artesanales



Fotografía 11 Selección de materia prima para calcinación



Fotografía 12 Selección de materia prima para calcinación



Fotografía 13, Fotografía 14. Selección de material para ensayos calera Rebeca



Fotografía 15, Fotografía 16. Selección de material para ensayos calera Rebeca



Fotografía 17 Selección de material para ensayos calera Yoshi



Fotografía 18 Selección de material para ensayos calera Yoshi apoyo de expertos



Fotografía 19 Verificación de la selección de materia prima en la calera Yoshi



Fotografía 20 Codificación de Muestras



Fotografía 21, Fotografía 22. Traslado y recepción del material en el laboratorio



Fotografía 23, Fotografía 24. Selección de material para ensayos.



Fotografía 25, Fotografía 26. Ensayo de análisis granulométrico por tamizado mecánico. M-01 y M-02



Fotografía 27, Fotografía 28. Ensayo de análisis granulométrico por tamizado mecánico. M-03 y M-04



Fotografía 29, Fotografía 30. Ensayo de análisis granulométrico por tamizado mecánico.



Fotografía 31, Fotografía 32. Ensayo de Límites de consistencia limitantes en el ensayo de Casagrande el material es NO PLÁSTICO.



Fotografía 33, Fotografía 34. Procedimiento de secado de muestras para determinación del contenido óptimo de humedad y máxima densidad seca Proctor Modificado .



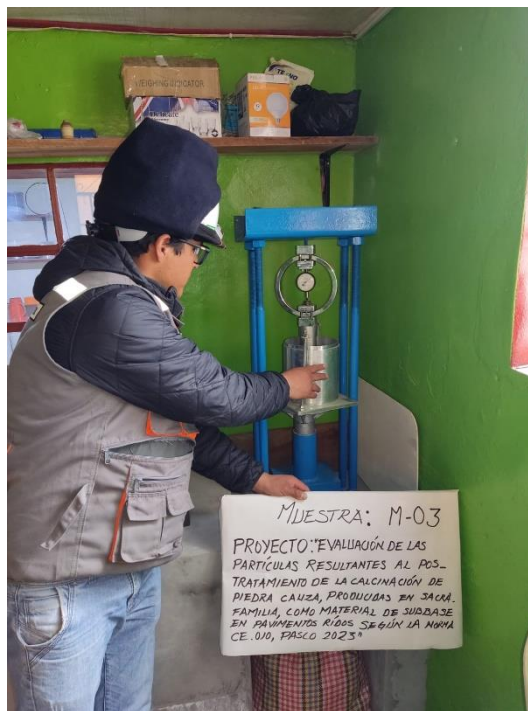
Fotografía 35, Fotografía 36. Procedimiento de ensayo de Proctor Modificado.



Fotografía 37, Fotografía 38. Procedimiento de ensayo de Proctor Modificado.



Fotografía 39, Fotografía 40. Procedimiento de ensayo de Proctor Modificado determinación de la carga de penetración.



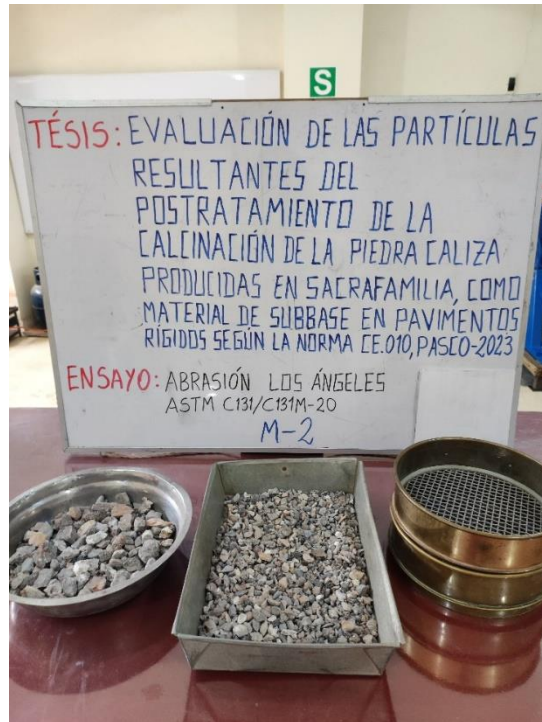
Fotografía 41 Tamizado de muestras para ensayo de Abrasión los Ángeles



Fotografía 42 Selección de muestras para ensayos Abrasión los Ángeles, equivalente de arena y sales solubles totales



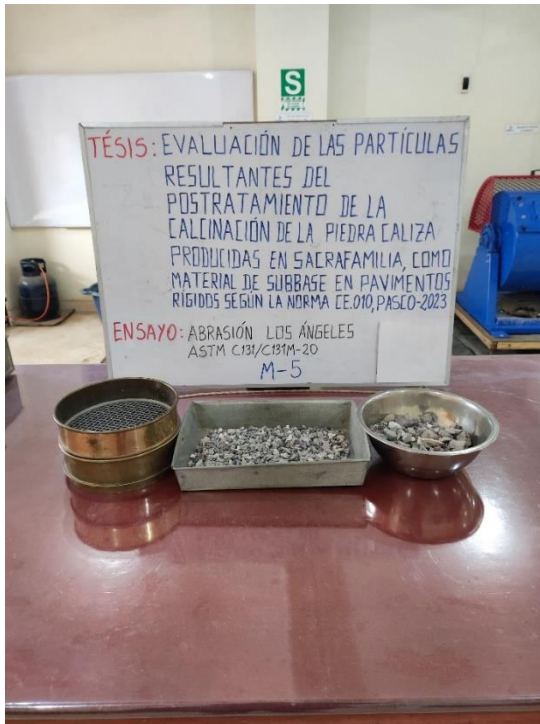
Fotografía 43, Fotografía 44. Selección granulométrica de gravas para ensayo Abrasión los Ángeles



Fotografía 45, Fotografía 46. Selección granulométrica de gravas para ensayo Abrasión los Ángeles



Fotografía 47, Fotografía 48. Selección granulométrica de gravas para ensayo Abrasión los Ángeles



Fotografía 49, Fotografía 50. Ensayo desgaste en Máquina Los Ángeles



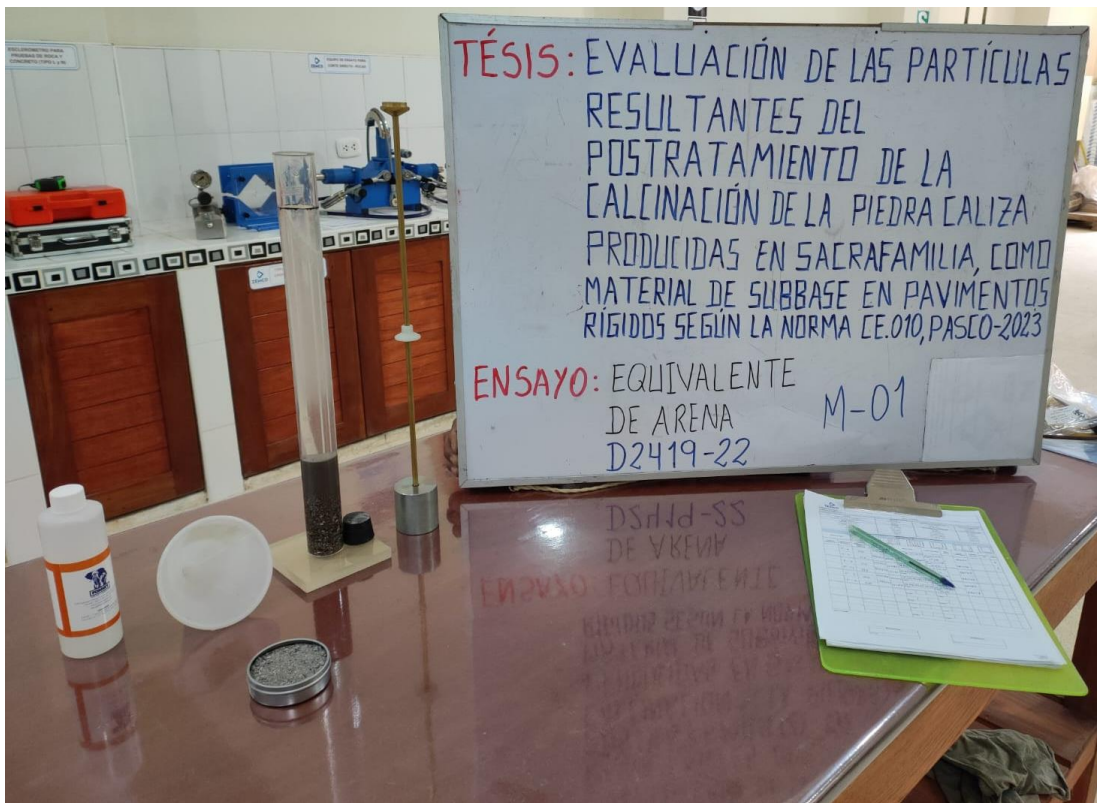
Fotografía 51, Fotografía 52. Ensayo desgaste en Máquina Los Ángeles



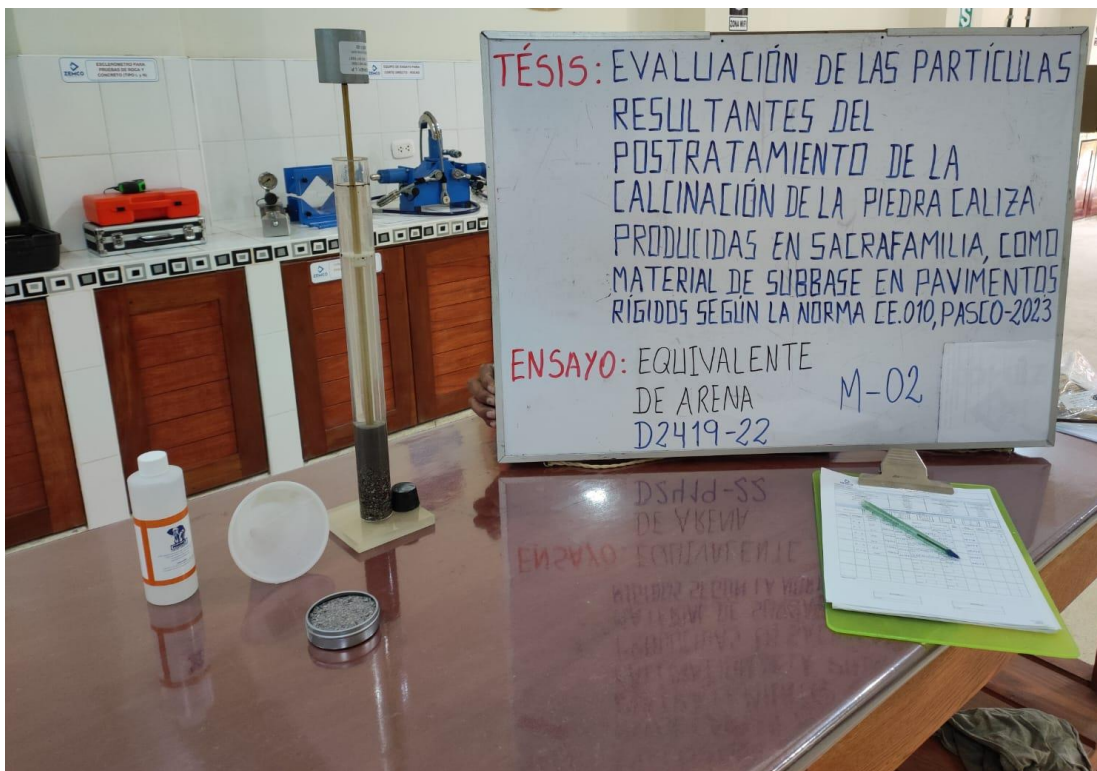
Fotografía 53, Fotografía 54. Ensayo desgaste en Máquina Los Ángeles



Fotografía 55. Ensayo Equivalente de Arena, Sales Solubles Totales y Cloruros



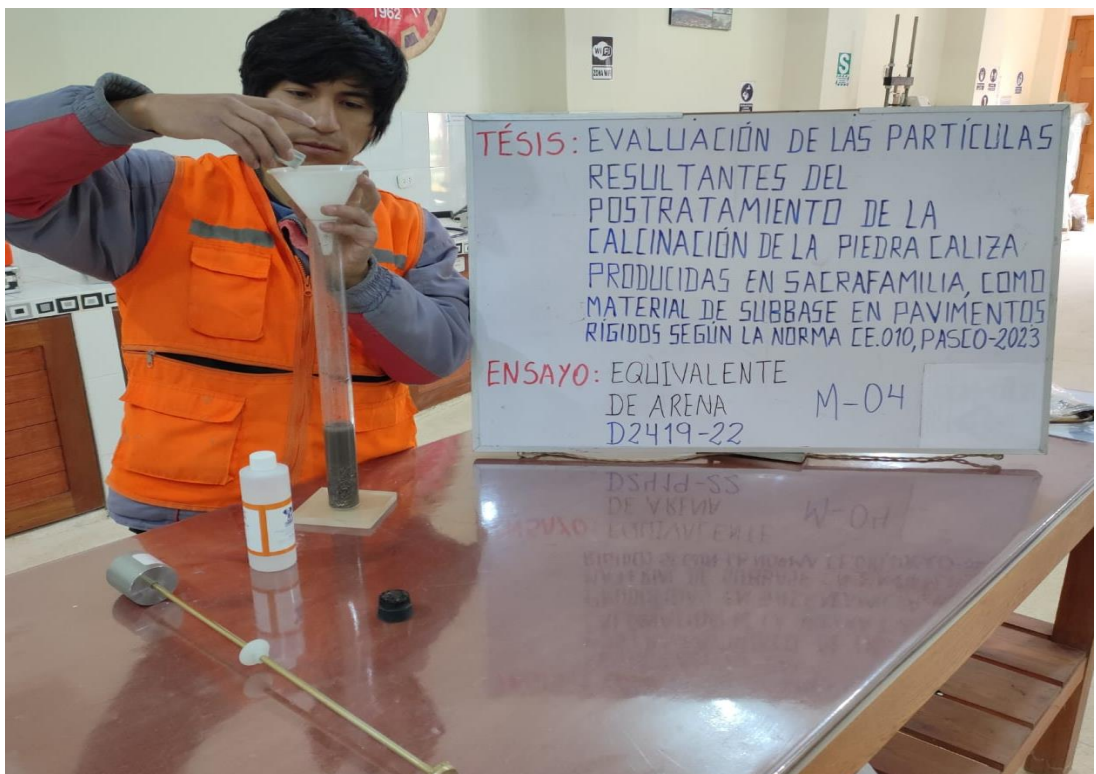
Fotografía 56. Ensayo Equivalente de Arena, Sales Solubles Totales y Cloruros



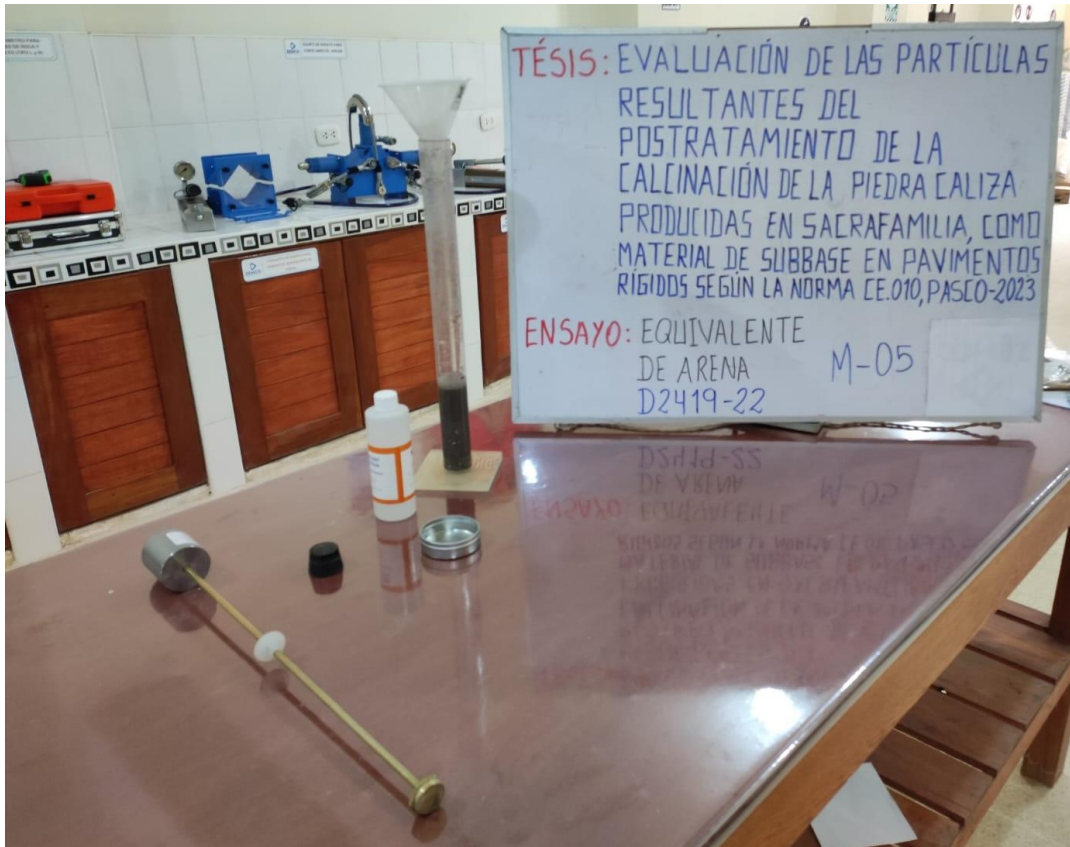
Fotografía 57. Ensayo Equivalente de Arena, Sales Solubles Totales y Cloruros



Fotografía 58. Ensayo Equivalente de Arena, Sales Solubles Totales y Cloruros



Fotografía 59. Ensayo Equivalente de Arena, Sales Solubles Totales y Cloruros



Fotografía 60. Ensayo Equivalente de Arena, Sales Solubles Totales y Cloruros

