



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL
MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES



**INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA
DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI
GRANDE, EN LA CIUDAD DE
JULIACA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

EDWIN YOEL CHOQUE GUZMAN

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL

MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL
MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

TESIS PRESENTADA POR:

EDWIN YOEL CHOQUE GUZMAN

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL


MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

APROBADA POR:

PRESIDENTE DEL JURADO :


Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

MIEMBRO DEL JURADO :


Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

MIEMBRO DEL JURADO :


Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ASESOR DE TESIS :


Dr. ARMANDITO YANA TORRES



TESIS UANCV

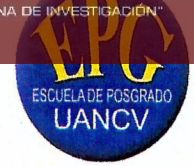


UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" ESCUELA DE POSGRADO



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 003-2025-D-EPG-UANCV/J

Juliaca, 03 de enero del 2025

VISTOS:

El expediente N° 2024-014889 presentado por el (a) Bachiller, **EDWIN YOEL CHOQUE GUZMAN**, quien solicita nominación de jurados y Fecha y hora de sustentación de tesis, de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez".

CONSIDERANDO:

Que, el (a) Bachiller. **EDWIN YOEL CHOQUE GUZMAN**, con número de DNI. **70922541** y con número de matrícula **1520100073**, ha solicitado asignación de jurados, Fecha y hora de sustentación de la tesis titulado: **INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024**, para optar el **GRADO** de **MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL** Mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES** de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez;

Que, de conformidad con lo previsto en el artículo 18° del Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, **COMITÉ DE INVESTIGACIÓN**;

Que, mediante Resolución N° 995-2024-USA-EPG/UANCV SE APRUEBA Y AUTORIZA LA EJECUCION DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACION y con Resolución N° 2228-2024-USA-EPG/UANCV, se APRUEBA y AUTORIZA EL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) titulado: **INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024** La misma que pertenece a la Línea de Investigación: **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50**;

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos en su artículo 28° **DE LA SUSTENTACIÓN**.

Y estando, la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y el Director de la Escuela de Posgrado mediante acta de sorteo de jurado, con registro N° 00076 de fecha 03 de enero del 2025 se nomina jurados.

Que, conforme al artículo 66° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que *la Tesis de Posgrado es un trabajo de investigación científica original de actualidad y de alto valor científico*;

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "J" del artículo 17° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el artículo 76° del Estatuto Universitario;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - **DECLARAR APTO** para la sustentación presencial del informe final de la investigación (BORRADOR DE TESIS), del (la) Bach: **EDWIN YOEL CHOQUE GUZMAN**, para optar el **GRADO** de **MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL**, Mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES**, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO. - **NOMINAR JURADOS** para la sustentación presencial y defensa de la tesis a los siguientes docentes ordinarios:

| | |
|------------------------|---------------------------------------|
| Presidente | : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO |
| Primer miembro | : Dr. EFRAIN PARILO SOSA |
| Segundo miembro | : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA |
| Asesor | : Dr. ARNALDO YANA TORRES |

ARTÍCULO TERCERO. - **PROGRAMAR FECHA Y HORA** de sustentación como se detalla:

| | |
|--------------|--|
| Fecha | : Martes 07 de enero del 2025 |
| Hora | : 03:00 p.m. |
| Lugar | : Aula N° 310 EPG-UANCV-JULIACA |

ARTÍCULO CUARTO. - el Director de la Escuela de Posgrado queda encargado del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, comuníquese y Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO



TESIS UANCV

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 02228-2024-USA-EPG/UANCV

Juliaca, 12 de diciembre de 2024

VISTOS:

El Expediente N° 2024-014163 de fecha 25 de noviembre de 2024, el (la) Bach. EDWIN YOEL CHOQUE GUZMAN, con DNI N° 70922541, código de matrícula N° 1520100073, quien solicita Revisión de Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis); INFORME N° 001125-2024-UI-EPG-UANCV y el Anexo (04 o 05) "Ficha de Opinión del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis)" del 05 de diciembre de 2024, que fue revisada por el Comité de Investigación de la Escuela de Posgrado.

CONSIDERANDO:

Que, las Unidades de Investigación son unidades académicas que agrupan a docentes y estudiantes de diversas disciplinas, en razón del desarrollo de investigación científica, tecnológica y humanista de acuerdo al Estatuto Universitario Modificado 2020 de nuestra primera Casa Superior de Estudios.

Que, con Expediente N° 2024-014163 el (la) Bach. EDWIN YOEL CHOQUE GUZMAN, solicita la revisión y aprobación del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis) titulado: INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024 Línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50, para optar el GRADO de MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL, mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos plasmado en la Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R.

Que, el Comité de Investigación emitió su opinión FAVORABLE al Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis).

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, corroboró el asesoramiento en el Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis) del ASESOR Dr. ARNALDO YANA TORRES; y,

Estando, la opinión favorable del Comité de Investigación, según INFORME N° 001125-2024-UI-EPG-UANCV y el Anexo (04 o 05) "Ficha de Opinión del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis)" en concordancia con el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R, de conformidad a lo que establece la Ley Universitaria N° 30220, Ley de Creación de la UANCV N° 23738 y Modificatoria N° 24661 y el Estatuto de la UANCV, que confiere facultades a la unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR Y AUTORIZAR EL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) para la REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN, titulado: INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024 presentado por el (la) Bach. EDWIN YOEL CHOQUE GUZMAN, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTICULO SEGUNDO.- RATIFICAR, como ASESOR al (a) Dr. ARNALDO YANA TORRES.

ARTICULO TERCERO. - DISPONER que la Escuela de Posgrado, la Secretaría Académica y administrativa, quedan encargados del cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



Dr. Leopoldo Wajroesad Candón Cari
DIRECTOR (e)



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0995-2024-USA-EPG/UANCV

Juliaca, 25 de Julio de 2024

VISTOS:

El Expediente N° 2024-08148 de fecha 08 de julio de 2024, el (la) Bach. EDWIN YOEL CHOQUE GUZMAN, con DNI N° 70922541, código de matrícula N° 1520100073, quien solicita Revisión de propuesta de Investigación; INFORME N° 00186-2024-UI-EPG-UANCV y el Anexo (02 o 03) "Ficha de Opinión de la Propuesta de Investigación" del 19 de julio de 2024, que fue revisada por el Comité de Investigación de la Escuela de Posgrado.

CONSIDERANDO:

Que, las Unidades de Investigación son unidades académicas que agrupan a docentes y estudiantes de diversas disciplinas, en razón del desarrollo de investigación científica, tecnológica y humanista de acuerdo al Estatuto Universitario Modificado 2020 de nuestra primera Casa Superior de Estudios.

Que, con Expediente N° 2024-08148 el (la) Bach. EDWIN YOEL CHOQUE GUZMAN, solicita la revisión y aprobación de la propuesta de Investigación titulado: INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024 Línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50, para optar el GRADO de MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL con mención en: GEOTECNIA Y TRANSPORTES.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos plasmado en la Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R.

Que, el Comité de Investigación emitió su opinión FAVORABLE a la propuesta de investigación.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, corroboró la propuesta del ASESOR Mgtr. ARNALDO YANA TORRES, quien debe estar acreditado y facultado para orientar y ayudar al asesorado en el proceso de elaboración del trabajo de investigación (Tesis) de acuerdo a la DIRECTIVA N° 004-2019-UANCV-VRAD-OI; y,

Estando, la opinión favorable del Comité de Investigación, según INFORME N° 00186-2024-UI-EPG-UANCV y el Anexo (02 o 03) "Ficha de Opinión de la Propuesta de Investigación" en concordancia con el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R, de conformidad a lo que establece la Ley Universitaria N° 30220, Ley de Creación de la UANCV N° 23738 y Modificatoria N° 24661 y el Estatuto de la UANCV, que confiere facultades a la unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR Y AUTORIZAR LA EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, titulado: INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024 presentado por el (la) Bach. EDWIN YOEL CHOQUE GUZMAN, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como ASESOR al Mgtr. ARNALDO YANA TORRES.

ARTICULO TERCERO. - DISPONER que la Escuela de Posgrado, la Secretaría Académica y administrativa, quedan encargados del cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO

Dr. Leopoldo Wenceslao Cerdas Curi
DIRECTOR (e)

DISTRIBUCIÓN:
DIRECCIÓN EPG, INTERESADO.
ARCH. LWCC/cqm.



INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA EN SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

15%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS


| | | |
|---|--|-----|
| 1 | Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante | 10% |
| 2 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 4% |
| 3 | alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet | 2% |
| 4 | repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 5 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 6 | Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante | 1% |
| 7 | repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet | <1% |
| 8 | www.slideshare.net Fuente de Internet | <1% |



Metadatos Complementarios

| | |
|--|---|
| Título de la tesis | |
| INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024 | |
| Datos de autor | |
| Nombres y apellidos | EDWIN YOEL CHOQUE GUZMAN |
| Tipo de documento de identidad | DNI |
| Número de documento de identidad | 70922541 |
| URL de ORCID | https://orcid.org/0009-0003-3750-3074 |
| Datos de asesor | |
| Nombres y apellidos | ARNALDO YANA TORRES |
| Tipo de documento de identidad | DNI |
| Número de documento de identidad | 41414676 |
| URL de ORCID | https://orcid.org/0000-0002-6740-5024 |
| Datos del jurado | |
| Presidente del jurado | |
| Nombres y apellidos | LEONEL SUASACA PELINCO |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 40865558 |
| Miembro del jurado 1 | |
| Nombres y apellidos | EFRAIN PARILLO SOSA |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 02416058 |
| Miembro del jurado 2 | |
| Nombres y | |



| | |
|--|--|
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 02306659 |
| Datos de investigación | |
| Línea de investigación | Tecnología de la Construcción – P50 |
| Grupo de investigación | No aplica. |
| Agencia de financiamiento | Sin financiamiento |
| Ubicación geográfica de la investigación | <p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Caracoto Coordenadas Inicio Este: Coordenadas Inicio Norte: Coordenadas Fin Este: Coordenadas Fin Norte:</p>  <p>https://www.google.com/maps/dir/-15.4561635,-70.101054/-15.4759363,-70.04424/@-15.4675406,-70.0988369,7471m/data=!3m1!1e3!4m2!4m1!3e0?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI1MDEwOC4wKXMDSoASAFQAw%3D%3D</p> |
| Año o rango de años en que se realizó la investigación | Julio 2024 – Noviembre 2024 |
| URL de disciplinas OCDE | <p>Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</p> <p>Ingeniería de la Construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</p> |
| URL de disciplinas OCDE | <p>https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</p> |

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo EDWIN YOEL CHOQUE GUZMAN, identificado con DNI
Nro. 70922541, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
 Programa de Segunda Especialidad,
 Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES,

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico
denominada:

INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO
TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.


Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 14 de Enero del 2025


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)





DEDICATORIA

A Dios por brindarme la oportunidad de alcanzar este nivel y haberme brindado salud para alcanzar mis metas, por su inagotable bondad.

A mi esposa linda Katerine Cyntia por ser parte de mi vida y motivarme a la superación personal y profesional. Mi compañera de vida por darme el regalo más lindo del mundo mi hijo Erling Yael; mi pequeño encantador que me recarga las ganas de vivir y seguir adelante dando todo de mí.

A mis Padres "José Choque y Gimena Guzmán" por ser el soporte esencial en todo mi ser, en toda mi formación académica y vital, por su respaldo incondicional que he mantenido a lo largo del tiempo, por haberme respaldado en todo instante, por sus recomendaciones, sus principios, por la motivación constante que me ha capacitado para ser una persona de bien, por los ejemplos de tenacidad y constancia que lo definen y que siempre me han motivado, por el valor demostrado.

A mi hermanita kely y mi abuelita Vicentina por estar siempre conmigo en todo momento, las adoro; Mis abuelitos "Elías" – "Antonio - Asencia" que desde el cielo me ayudan y los tengo siempre en mi corazón.



AGRADECIMIENTO

Agradezco al Divino creador, por brindarme la oportunidad de llevar a cabo este trabajo actual, por brindarme salud, perseverancia y motivación.

A todos aquellos que me respaldaron de manera desinteresada para llevar a cabo este estudio de tesis y que resultaron esenciales para finalizar este logro.

A mi familia, mi esposa y mi querido hijo por estar conmigo en todo momento siendo importantísimos en el impulso y la motivación de superación personal y profesional de mi vida.

A mis progenitores, hermana y parientes por estar presentes en todo momento, proporcionándome soporte para continuar y motivándome para alcanzar nuevos objetivos.

Al Mgtr. Ing. Arnaldo Yana Torres por proporcionarme información de gran valor y nutrirme con conocimientos para concluir esta tesis.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA _____ i

AGRADECIMIENTO _____ ii

ÍNDICE GENERAL _____ iii

ÍNDICE DE TABLAS _____ vi

ÍNDICE DE FIGURAS _____ vii

ABREVIATURAS _____ viii

RESUMEN _____ ix

ABSTRACT _____ x

INTRODUCCIÓN _____ xi

CAPITULO I FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. EXPOSICIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA O ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA _____ 12

1.2. FORMULACIÓN DEL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA _____ 14

 1.2.1 PREGUNTA GENERAL _____ 14

 1.2.2 PREGUNTAS ESPECÍFICAS _____ 14

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN / EXPOSICIÓN DE LA JUSTIFICACIÓN Y RELEVANCIA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA / TECNOLÓGICA _____ 14

 1.3.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA _____ 14

 1.3.2 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA _____ 15

 1.3.3 JUSTIFICACIÓN SOCIAL _____ 15

 1.3.4 JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL _____ 15

1.4. OBJETIVOS _____ 16

 1.4.1 OBJETIVO GENERAL _____ 16

 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS _____ 16

1.5. IMPORTANCIA Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN _____ 16

1.6. LIMITACIONES Y DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN _____ 17

1.7. HIPÓTESIS _____ 17

 1.7.1 HIPÓTESIS GENERAL _____ 17

 1.7.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS _____ 17

1.8. VARIABLES E INDICADORES _____ 18

 1.8.1 CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLES _____ 18



| | | |
|---------|--|----|
| 1.8.1.1 | Influencia de polímeros. | 18 |
| 1.8.1.2 | Base estabilizada de suelo cemento tramo Juliaca Canchi Grande en la ciudad de Juliaca 2024. | 19 |
| 1.8.2 | <i>OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES</i> | 20 |

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

| | | |
|---------|--|----|
| 2.1 | ANTECEDENTES DE ESTUDIO | 21 |
| 2.1.1 | <i>A NIVEL INTERNACIONAL</i> | 21 |
| 2.1.2 | <i>A NIVEL NACIONAL</i> | 23 |
| 2.1.3 | <i>A NIVEL REGIONAL O LOCAL</i> | 25 |
| 2.2 | BASES TEÓRICAS | 27 |
| 2.2.1 | <i>MATERIALES</i> | 27 |
| 2.2.1.1 | Suelo – Cemento. | 27 |
| 2.2.1.2 | Cemento. | 27 |
| 2.2.1.3 | Polímeros. | 27 |
| 2.2.1.4 | Agua. | 28 |
| 2.2.2 | <i>CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS</i> | 28 |
| 2.2.2.1 | Ensayo de Humedecimiento – Secado. | 28 |
| 2.2.2.2 | Ensayo de Esfuerzo a la Compresión. | 29 |
| 2.2.2.3 | Ensayo de granulometría. | 29 |
| 2.2.2.4 | Ensayo de Límites de Consistencia. | 29 |
| 2.2.2.5 | Ensayo de Proctor Modificado. | 30 |
| 2.2.2.6 | Ensayo de CBR de laboratorio. | 30 |
| 2.3 | MARCO CONCEPTUAL | 30 |
| 2.3.1 | <i>BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO</i> | 30 |
| 2.3.2 | <i>ESTABILIZACIÓN DE SUELOS GRANULARES</i> | 31 |
| 2.3.3 | <i>PAVIMENTO</i> | 31 |
| 2.3.4 | <i>POBLACIÓN</i> | 31 |
| 2.3.5 | <i>POLÍMEROS NLF</i> | 31 |
| 2.3.6 | <i>SUELOS ESTABILIZADOS</i> | 32 |

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

| | | |
|-----|---------------------------------------|----|
| 3.1 | ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN | 33 |
| 3.2 | MÉTODOS APLICADOS EN LA INVESTIGACIÓN | 33 |
| 3.3 | TIPO DE INVESTIGACIÓN | 34 |
| 3.4 | NIVEL DE INVESTIGACIÓN | 34 |
| 3.5 | DISEÑO DE INVESTIGACIÓN | 34 |



| | | |
|-------|--|----|
| 3.6 | POBLACIÓN Y MUESTRA | 35 |
| 3.6.1 | POBLACIÓN | 35 |
| 3.6.2 | MUESTRA | 35 |
| 3.7 | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN | 35 |
| 3.7.1 | TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN | 35 |
| 3.7.2 | INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN | 36 |
| 3.8 | VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN | 37 |
| 3.8.1 | VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS | 37 |
| 3.8.2 | CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS | 38 |

CAPÍTULO IV RESULTADOS

| | | |
|---------|---|-----------|
| 4.1 | PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS | 39 |
| 4.1.1 | UBICACIÓN | 39 |
| 4.1.2 | CALICATAS DE EXPLORACIÓN | 40 |
| 4.1.2.1 | Límites de Consistencia – Afirmado. | 42 |
| 4.1.2.2 | Proctor Modificado – Afirmado. | 43 |
| 4.1.2.3 | CBR de Laboratorio – Afirmado. | 43 |
| 4.1.3 | DISEÑO DE SUELO CEMENTO | 44 |
| 4.1.4 | SUELO CEMENTO + ADICIÓN DE POLIMEROS. | 46 |
| 4.1.4.1 | Propiedades de una base estabilizada con polímeros. | 46 |
| 4.1.4.2 | Prueba de CBR de Laboratorio. | 50 |
| 4.1.4.3 | Resistencia a Compresión de Probetas. | 51 |
| 4.1.4.4 | Humedecimiento y Secado de Mezclas de Suelo Cemento. | 53 |
| 4.2 | PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS | 55 |
| 4.2.1 | PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL | 55 |
| 4.2.2 | PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECIFICA 01 | 58 |
| 4.2.3 | PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECIFICA 02 | 61 |
| 4.2.4 | PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECIFICA 03 | 64 |
| 4.3 | DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 67 |
| | CONCLUSIONES | 69 |
| | RECOMENDACIONES | 71 |
| | REFERENCIAS | 72 |
| | ANEXOS | 75 |
| A. | MATRIZ DE CONSISTENCIA | 75 |
| B. | CERTIFICADOS DE LABORATORIO (ENSAYOS) | 75 |
| C. | CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS DE LABORATORIO | 75 |
| D. | PANEL FOTOGRÁFICO | 75 |
| E. | FICHA TECNICA DE LOS POLIMEROS | 75 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Operacionalización de las variables _____ | 20 |
| Tabla 2 Ubicación de las calicatas _____ | 41 |
| Tabla 3 Calicatas de exploración _____ | 41 |
| Tabla 4 Valores de límites de consistencia para afirmado existente _____ | 42 |
| Tabla 5 Resultados de proctor modificado – afirmado existente _____ | 43 |
| Tabla 6 Resultados de CBR de laboratorio – afirmado existente _____ | 44 |
| Tabla 7 Valores alcanzados de límites de consistencia – suelo cemento + polímeros. _____ | 47 |
| Tabla 8 Valores de grado de compactación – suelo cemento + polímeros _____ | 48 |
| Tabla 9 Valores de compactación y CBR de laboratorio – suelo cemento + polímeros _____ | 50 |
| Tabla 10 Valores de esfuerzo a compresión – suelo cemento + polímeros _____ | 52 |
| Tabla 11 Resultados de humedecimiento y secado – suelo cemento + polímeros _____ | 53 |
| Tabla 12 Prueba de hipótesis general _____ | 56 |
| Tabla 13 Resultados estadísticos hipótesis general _____ | 56 |
| Tabla 14 Prueba de hipótesis específica 01 _____ | 58 |
| Tabla 15 Resultados estadísticos hipótesis específica 01 _____ | 59 |
| Tabla 16 Prueba de hipótesis específica 02 _____ | 61 |
| Tabla 17 Resultados estadísticos hipótesis específica 02 _____ | 61 |
| Tabla 18 Prueba de hipótesis específica 03 _____ | 64 |
| Tabla 19 Resultados estadísticos hipótesis específica 03 _____ | 64 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Ubicación del tramo de la presente tesis----- | 40 |
| Figura 2 Diseño de suelo cemento ----- | 45 |
| Figura 3 Modelo de estructura de una vía a nivel de soluciones básicas ----- | 45 |
| Figura 4 Valores de límites de consistencia – suelo cemento + polímeros.----- | 48 |
| Figura 5 Valores de grado de compactación – suelo cemento + polímeros ----- | 49 |
| Figura 6 Valores de compactación y CBR de laboratorio – suelo cemento + polímeros ----- | 51 |
| Figura 7 Valores de esfuerzo a compresión – suelo cemento + polímeros----- | 53 |
| Figura 8 Resultados de humedecimiento y secado – suelo cemento + polímeros ----- | 55 |
| Figura 9 Gráfico de prueba de hipótesis general ----- | 57 |
| Figura 10 Gráfico de prueba de hipótesis específica 01----- | 60 |
| Figura 11 Gráfico de prueba de hipótesis específica 02----- | 63 |
| Figura 12 Gráfico de prueba de hipótesis específica 03----- | 66 |



ABREVIATURAS

Las abreviaciones utilizadas en la presente tesis, representan lo que se indica a continuación:

- **AASHTO:**
American Association of State Highway and Transportation Officials o Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte.
- **ASTM:**
American Society for Testing and Materials ó Sociedad Americana para Ensayos y Materiales.
- **(EG - año de actualización):**
Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción.
- **(EM - año de actualización):**
Manual de Ensayo de Materiales.
- **NTP:**
Norma Técnica Peruana.
- **SI:**
Sistema Internacional de Unidades (Sistema Métrico Modernizado).
- **SUCS:**
Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.
- **LL:**
Limite Líquido.
- **LP:**
Limite Plástico.
- **IP:**
Índice de Plasticidad.
- **%W:**
Porcentaje de Humedad.
- **MTC:**
Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- **CBR:**
California Bearing Ratio
- **IP:**
Índice de plasticidad.



RESUMEN

La presente tesis "influencia de polímeros en una base estabilizada de suelo cemento tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024", nace a partir de la preocupación del deterioro y durabilidad de las vías de nuestra región de Puno. En la presente tesis se tiene como objetivo general hallar la influencia de los polímeros en una base estabilizada de suelo cemento tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024. Las vías de tercera clase y/o vías afirmadas en nuestra región están siendo atendidas por el MTC como afirmados mejorados, es decir sobre la capa de afirmado existente se coloca un material granular como base estabilizada de suelo cemento de acuerdo documento técnico de soluciones básicas en carreteras no pavimentadas. Sin embargo, estos materiales estabilizados requieren de un refuerzo durante el proceso constructivo y posteriormente de la construcción como (aditivos, polímeros, entre otros). Se está viendo que las vías ya ejecutadas tienen poco tiempo de servicio y ya están deterioradas, considerando que nuestra región de Puno tiene un clima variable y existen cambios bruscos de temperatura durante todo el año. En la presente tesis se plantea el estabilizado de los suelos con cemento adicionando en tres porcentajes de polímeros 0.5Lt/m³, 0.7Lt/m³ y 0.9Lt/m³ según su ficha técnica (dosis mínima, dosis promedio y dosis máxima). Se considero como muestra patrón las muestras de suelo cemento y se realizó la adición de polímero en varias dosis posteriormente con estas muestras se realizó las pruebas del ensayo de CBR, pruebas de humedecimiento – secado, esfuerzo a compresión de probetas, entre otro análisis físico – mecánicos. Durante la etapa de ensayos en laboratorio se obtuvo resultados positivos de mejoría de las características físico – mecánicas de las muestras de suelo cemento con la adición de polímeros con respecto a las muestras patrón. Bajando su plasticidad de 7.0% a 5.0% de Índice de plasticidad; llegando a una mayor compactación de 2.095gr/cm³ a 2.155gr/cm³ de máxima densidad seca; aumentando su CBR de 68.8% a 107.9% con respecto a 0.1" al 100%; reforzando el valor de resistencia a compresión de 1.81MPa a 2.62MPa de esfuerzo de probetas de suelo cemento y aumentando la durabilidad de las muestras de suelo cemento (se disminuyó el desgaste) de 15.1% a 8.2% de pérdida de peso en las muestras. Todos estos resultados antes mencionados con respecto a las muestras patrón de suelo cemento.

PALABRAS CLAVE: Ensayo De CBR, Esfuerzo A Compresión, Humedecimiento – Secado, Suelo-Cemento



ABSTRACT

The present thesis "Influence of polymers in a stabilized soil cement base, Juliaca Canchi Grande section, in the city of Juliaca 2024", was born from the concern about the deterioration and durability of the roads in our region of Puno. The general objective of this thesis is to find the influence of polymers in a stabilized soil cement base, Juliaca Canchi Grande section, in the city of Juliaca 2024. Third-class roads and/or paved roads in our region are being served by the MTC as improved pavements, that is, on the existing pavement layer a granular material is placed as a stabilized soil cement base in accordance with the technical document on basic solutions on unpaved roads. However, these stabilized materials require reinforcement during the construction process and after construction such as (additives, polymers, among others). It is being seen that the roads already executed have little time of service and are already deteriorated, considering that our region of Puno has a variable climate and there are sudden changes in temperature throughout the year. In this thesis, the stabilization of the soils with cement is proposed by adding three percentages of polymers 0.5Lt / m³, 0.7Lt / m³ and 0.9Lt / m³ according to its technical sheet (minimum dose, average dose and maximum dose). The samples of soil cement were considered as a standard sample and the addition of polymer was carried out in various doses later with these samples the tests of the CBR test, wetting - drying tests, compressive stress of specimens, among other physical - mechanical analysis were carried out. During the stage of laboratory tests, positive results were obtained of improvement of the physical - mechanical characteristics of the soil cement samples with the addition of polymers with respect to the standard samples. Lowering its plasticity from 7.0% to 5.0% of Plasticity Index; reaching a higher compaction of 2,095gr/cm³ to 2,155gr/cm³ of maximum dry density; increasing its CBR from 68.8% to 107.9% with respect to 0.1" to 100%; reinforcing the compressive strength value from 1.81MPa to 2.62MPa of stress of soil cement samples and increasing the durability of the soil cement samples (wear was reduced) from 15.1% to 8.2% weight loss in the samples. All these results mentioned above with respect to the standard soil cement samples

KEYWORDS: CBR Test, Compressive Strength, Wetting-Drying, Soil-Cement



INTRODUCCIÓN

En la presente tesis se realizó 03 calicatas de manera de tener resultados de los tipos de suelos existentes como M-01 se tiene un suelo de clasificación ASSTHO A-2-4 (0) y según SUCS "SC" correspondiente a (Arena Inorgánica De Baja Plasticidad); como M-02 se tiene un suelo de fundación de clasificación ASSTHO A-4 (2) y según SUCS "SC". El material con el que se trabajó para la estabilización es el M-01 perteneciente a nivel de afirmado existente, se realizó el diseño con suelo cemento obteniendo un valor de 2.5% de cemento para llegar a un esfuerzo de 1.80 MPa según normativa.

A partir del diseño de suelo cemento se realizó la adición de polímeros NLF Nano Formulación Líquida en dosis de 0.50 Lt/m³, 0.70 Lt/m³ y 0.90 Lt/m³; valor de dosis mínimo, promedio y máximo respectivamente según ficha técnica del producto Mejorando las características físico – mecánicas de estos suelos a nivel de afirmado mejorado de suelo cemento, en la presente tesis principalmente nos enfocamos en la adición con polímeros realizando los ensayos de CBR resistencia a la capacidad de soporte, durabilidad concerniente al humedecimiento – secado y el esfuerzo a compresión de probetas de suelo cemento; estos ensayos en comparación de las muestras de suelos cemento (muestras patrón).

Se desarrolló la Influencia de polímeros en una base estabilizada de suelo cemento tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024. Teniendo como resultado que si influye positivamente en las características físico – mecánicas. Aumentando su valor de CBR de 68.8% a 107.9% con respecto a 0.1" al 100%; reforzando el valor de resistencia a compresión de 1.81MPa a 2.62MPa de esfuerzo de especímenes de suelo cemento y aumentando la durabilidad de las muestras de suelo cemento (se disminuyó el desgaste) de 15.1% a 8.2% de pérdida de peso en las muestras. Todos estos resultados antes mencionados con respecto a las muestras patrón de suelo cemento.



CAPITULO I

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. EXPOSICIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA O ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

En general se viene implementando las nuevas tecnologías a nivel internacional en donde la industria de la construcción viene revolucionando a pasos agigantados sobre el uso de nuevos aditivos y nuevos procedimientos constructivos a nivel de la construcción de vías, sin embargo, se tiene una variedad de tipos de suelos, en climas y condiciones diferentes de todos estos suelos con los que se construyen estas vías. La adecuación, aplicaciones de estas nuevas tecnologías siguen en pie de evaluación con estudios y pruebas complementarias.

A nivel nacional se implementó el manual técnico a nivel de soluciones básicas en carreteras no pavimentadas en el Perú con el fin de implementar estas nuevas tecnologías en vías de poco volumen de tránsito dando opciones de estabilización a nivel de afirmados estabilizados y/o bases estabilizadas considerando el sustento de cálculos a nivel ingenieril, sin embargo cada lugar debido a las condiciones climáticas y condiciones de los lugares son únicos; con este concepto se tiene la necesidad de someter a evaluación y



aplicación estos métodos de estabilización como es de polímeros, estabilización suelo cemento, estabilización con aditivos, entre otros.

En el medio local en la actualidad se viene realizando el desarrollo y construcción de muchas vías; dentro de este contorno local se mencionan varias vías a nivel provincial de segunda y tercera categoría según distribución del MTC. Estos afirmados están siendo intervenidas por intermedio de Provias Nacional y Provias Descentralizado a nivel de BASE ESTABILIZADA con cemento con tecnologías a nivel de soluciones básicas. Es decir, la capa de afirmado, base granular estabilizada (afirmado estabilizado) y una capa superficial con algún tipo de bitumen. Dentro de la mencionada estructura en obras anteriores a la presente tesis se logró apreciar en caso del material granular estabilizado con suelo cemento existen varios controles de calidad, parámetros de calificación estos no están cumpliendo todas las características solicitadas a nivel de soluciones básicas ya que dentro de la normativa se requiere la prueba de HUMEDECIMIENTO Y SECADO (MTC E 1104) y esfuerzo a compresión simple testigos deberá ser mínimo 1.8Mpa (MTC E 1103).

Principalmente con la prueba de humedecimiento y secado se controla el desgaste físico – mecánico de los agregados en conjunto de una base granular estabilizada con una limitancia para suelos A-1; A-2-4; A-2-5; A3 = 14 % de Pérdida Máxima. En obras anteriores se aprecia que el desgaste físico – mecánico en las bases granulares estabilizadas excede los valores admitidos, es por tal motivo que se plantea en la presente tesis además de la estabilización suelos – cemento se propone la adición de polímeros a la base granular estabilizada con el objetivo de mejorar sus características y propiedades físico - mecánicas. Con estos resultados se garantizará superar los parámetros solicitados según normativa y vías de mayor calidad y durabilidad.



1.2. FORMULACIÓN DEL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 PREGUNTA GENERAL

¿Cómo influye los polímeros en una base estabilizada de suelo cemento tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024?

1.2.2 PREGUNTAS ESPECÍFICAS

2. ¿Cuánto influye en el CBR los polímeros en una base estabilizada de suelo cemento tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024?
3. ¿Cuánto influye en la durabilidad los polímeros en una base estabilizada de suelo cemento tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024?
4. ¿Cuánto influye en el esfuerzo a compresión los polímeros en una base estabilizada de suelo cemento tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024?

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN / EXPOSICIÓN DE LA JUSTIFICACIÓN Y RELEVANCIA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA / TECNOLÓGICA

1.3.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

Las vías de segunda y tercera categoría a nivel nacional con intervención de soluciones básicas están siendo construidas con criterios básicos regularmente duraderos. Debido a que no se está considerando las condiciones verdaderas del lugar en obra (clima, tipo de material, altitud, condiciones de lluvia, cambios de temperatura, entre otros criterios) estas condiciones son fundamentales. Se propone la utilización de estabilización con suelo/cemento más la adición de polímeros garantizando ser mayor durables y mejor resistentes mejorando sus características físico – mecánicas a nivel estructural; Estos materiales son accesibles para su uso.



1.3.2 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

La implementación de estas nuevas tecnologías tiene como objetivo garantizar la calidad de las vías y minimizar costos; considerando ello se demostró a nivel nacional a largo plazo se tiene un ahorro en economía debido a que se tiene vías o carreteras mayor duraderas.

Las vías de primera y segunda clase a nivel nacional son vías pavimentadas y asfaltadas considerando que son carreteras completas, comprende que se tiene la estructura de los pavimentos a nivel de subbase, base y carpeta de rodadura. Considerando el costo de estas vías son muy costosas en referencia al tipo de vía con aplicaciones según el manual por medio de intervenciones esenciales en vías no pavimentadas en el Perú.

1.3.3 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Se realizó la visita al tramo donde se propone realizar los trabajos de estabilización en donde se encuentran poco accesibles, donde las autoridades tienen por olvido el tramo. Los materiales existentes son a nivel de afirmados con baches, se plantea realizar a nivel de soluciones básicas el tramo Juliaca - Canchi Grande considerando la aplicación de suelo – cemento adicionando polímeros. De esta manera garantizando calidad y durabilidad de vías.

1.3.4 JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL

SEGÚN EL MANUAL DE (NLF, 2024) “Es un producto que se manifiesta como un líquido transparente en recipientes. Es soluble en agua, no es tóxico ni daña el entorno natural. El polímero NLF tiene un efecto en el agua absorbida que lubrica las partículas de arcilla o limo, fomentando la atracción electromagnética entre las mismas, lo que resulta en una mayor compactación del terreno y resistencia a la deformación.”



1.4. OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Hallar la influencia de los polímeros en una base estabilizada de suelo cemento tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar cuánto influye en el CBR los polímeros en una base estabilizada de suelo cemento tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024.
2. Hallar cuánto influye en la durabilidad los polímeros en una base estabilizada de suelo cemento tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024.
3. Determinar cuánto influye en el esfuerzo a compresión los polímeros en una base estabilizada de suelo cemento tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024.

1.5. IMPORTANCIA Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente estudio de tesis se complementa para usos de bases granulares estabilizados con suelo cemento la adición de polímeros cuya función es darle mayor durabilidad a la base en la estructura de un pavimento en este caso la carretera Juliaca – Canchi Grande.

Es importante mejorar los pavimentos con nuevas tecnologías por medio de intervenciones esenciales y complementar el uso adecuado de aditivos en tales casos como son cemento, aceite sulfonado, polímeros, ceniza volcánica, productos químicos, emulsión, entre otros. Estos materiales son comerciales en el rubro de la construcción de vías.



1.6. LIMITACIONES Y DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Se realizó la propuesta en una carretera de tercer grado, vale decir una vía afirmada la cual se propone mejorar las condiciones de transitabilidad y comodidad para las personas a nivel de soluciones básicas. Las limitaciones podrían ser el costo – beneficio del uso de estos materiales beneficiosos en durabilidad y calidad en la estructura del pavimento (base granular estabilizado).

1.7. HIPÓTESIS

1.7.1 HIPÓTESIS GENERAL

La influencia de los polímeros en una base estabilizada de suelo cemento MEJORA sus propiedades en el tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024.

1.7.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

1. El CBR de una base estabilizada de suelo cemento con la adición de polímeros del tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024 MEJORARÁN CONSIDERABLEMENTE.
2. MEJORARÁ la durabilidad de una base estabilizada de suelo cemento con la adición de polímeros del tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024.
3. AUMENTARÁ el esfuerzo a compresión de una base estabilizada de suelo cemento con la adición de polímeros del tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024.



1.8. VARIABLES E INDICADORES

| | | |
|-------------------------------|---|---|
| VARIABLE INDEPENDIENTE | : | INFLUENCIA DE LOS POLÍMEROS |
| INDICADORES | : | <ul style="list-style-type: none">- Límites de consistencia (Índice plástico)- Grado de compactación (Máxima Densidad Seca y Optimo Contenido de Humedad) |
| VARIABLE DEPENDIENTE | : | BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024 |
| INDICADORES | : | <ul style="list-style-type: none">- Granulometría- Límites de consistencia- Humedad presente de muestras- Proctor modificado- CBR de laboratorio- Humedecimiento y Secado- Esfuerzo a compresión simple |

1.8.1 CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLES

1.8.1.1 Influencia de polímeros.

Los polímeros consiguen mejorar en terrenos las características físico-mecánicas de la región hasta alcanzar la estabilización. Su objetivo principal es reducir la tensión superficial del agua en las partículas pequeñas del suelo, consiguiendo así disminuir la habilidad del agua para humedecer, disminuyendo así su habilidad para humedecer.



1.8.1.2 Base estabilizada de suelo cemento tramo Juliaca Canchi Grande en la ciudad de Juliaca 2024.

Hoy en día, el tramo de la ciudad de Juliaca y el centro poblado de Canchi Grande se encuentra a nivel de afirmado, en el cual existe un proyecto del MTC Provias descentralizado pretende estabilizar este afirmado con suelo cemento dándole el mejoramiento debido al tramo. Sin embargo, en la presente tesis se mejoró las características físico – mecánicas de estos suelos con la adición de polímeros.

1.8.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 1

Operacionalización de las variables

| VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | CRITERIOS DE VALORACIÓN | INSTRUMENTOS | DISEÑO |
|---|---|---|-----------------------------|--|---|
| VARIABLE INDEPENDIENTE INFLUENCIA DE LOS POLÍMEROS. | -Índice de plasticidad | | | -Laboratorio de mecánica de suelos | DISEÑO Experimental |
| | - Máxima densidad seca | -Límites de consistencia | -Alto -Medio -Bajo | -Notas de campo -Cámara fotográfica -Cuaderno de apuntes | ENFOQUE Cuantitativo |
| | - Optimo contenido de humedad | -Proctor modificado | | | NIVEL Explicativo |
| VARIABLE DEPENDIENTE BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024 | -Sumersión de muestras en agua | - Resistencia a compresión simple | | -Prensa a compresión de testigos | TIPO Aplicada |
| | -Esfuerzo a compresión de suelos granulares | -Granulometría | | -Exploración -Toma de muestras -Verificación | POBLACIÓN Ciudad de Juliaca |
| | -Parámetros de los suelos según normativa. | -Límites de consistencia | -Bueno -Regular -Malo | -Laboratorio de suelos -Datos de campo -Autobiografías -Nota de campo | MUESTRA TRAMO Emp pe-34h Pte. Ccacachi - Lori Punco |
| | -Control de calidad | -Contenido de humedad de muestras | | -Laboratorio de suelos -Datos de campo -Autobiografías -Nota de campo | |
| | -Estándares de calidad | -Proctor modificado | | -Análisis de documento -Cuadernos -Cámara fotográfica | |
| | | -CBR de laboratorio | | | |
| | | -Durabilidad de muestras de suelo – cemento | | | |

NOTA. Operacionalización de las variables



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIO

A continuación, se mencionan 05 antecedentes a nivel internacional, 05 antecedentes a nivel nacional y 05 antecedentes de nivel local.

2.1.1 A NIVEL INTERNACIONAL

Según (LEONES & HERNANDEZ, 2023) "El presente estudio se lleva a cabo en dos etapas, la primera busca describir el suelo extraído de cada calicata, que se clasifica según el Sistema AASTHO como A-7-5. La segunda fase se refiere a la estabilización del suelo procedente de la (calicata 1) con los estabilizadores cemento y cal. Esta fase implica la creación, preparación y curado de los cilindros, empleando dos porcentajes de 1 y 3%, considerando como variable principal el cemento. El procedimiento de estabilización se llevó a cabo en el terreno obtenido del sector Bachillerato, a través de Tosagua, donde se notó una mejora modesta al añadir el 1% de ambos aditivos cementantes. El porcentaje del 3% consiguió aumentar más de 5 veces respecto al patrón, siendo el porcentaje adecuado".



Así mismo, (TORRES, 2024) MENCIONA QUE: “La investigación incluyó una detallada caracterización de los materiales empleados, como SCBA, Caolín y Cemento Argos (UG), mediante ensayos de hidrometría, gravedad específica, límites y Proctor. Los resultados de estos análisis proporcionaron información esencial sobre las propiedades físicas y mecánicas de los materiales, fundamentales para comprender su comportamiento en las mezclas estudiadas. Además, se subrayó la importancia de la valorización de residuos, destacando el contexto colombiano donde la producción de panela genera grandes cantidades de SCBA. Según Fedepanela en un informe del 2016, Cundinamarca se destaca como la principal zona panelera en Colombia, con miles de pequeños productores”.

(TORRES & MARTÍNEZ, 2022) hacen mención que: “De acuerdo con los resultados de las pruebas realizadas de durabilidad, esfuerzo a compresión simple y CBR a la mezcla de 75% de suelos sucio, 25% de escoria y 10% cemento Realizó de forma eficiente los requisitos de aprobación necesarios para su utilización como material de terraplén o relleno para estructuras en proyectos de mejora de carreteras. El CBR alcanzado para la combinación de 75% de suelos sucios, 25% de escoria y 10% de cemento, resultó ser positivo, lo que posibilita una disminución de los espesores de la estructura sobre la subrasante y, consecuentemente, una disminución en los gastos de la edificación de pavimentos. Este estudio también proporciona una solución ecológica para el manejo de los suelos sucios y de las escorias provenientes del proceso siderúrgico de la chatarra, como material alterno para el mejorar vías, que era el objetivo principal de esta investigación”.

Así mismo, (Alarcón & Jiménez, 2020) mencionan: “La investigación en estabilización de suelos se presenta como una opción en la edificación de caminos para sustituir los materiales tradicionales empleados en las capas granulares y/o potenciar la subrasante de las estructuras pavimentadas. Al mismo tiempo, se utilizan los desechos derivados de la extracción de petróleo, con el objetivo de reducir los efectos perjudiciales en el ecosistema.



Se utilizaron suelos de la región de Tunja; un material granular y un suelo arcilloso de subrasante, los cuales fueron caracterizados y luego combinados con distintos porcentajes de lodo aceitado. A cada combinación se le llevaron a cabo diversos ensayos para establecer sus propiedades y evaluar su potencial comportamiento en terreno, incluyendo el CBR y módulos resilientes. Se estableció que añadiendo el 6% de lodo se obtienen los resultados más favorables”.

(García-Toro, 2019) Concluye que: “Este proyecto de investigación tiene como objetivo analizar la técnica de combinación de suelo-cemento y su reacción mecánica en una clase de arcilla. Para ello, se utiliza el caolín como suelo tipo, ya que este es un mineral altamente estable procedente de la caolinita. Adicionalmente, se añaden varios porcentajes de cemento que oscilan entre el 0% y el 12% de peso en masa”.

2.1.2 A NIVEL NACIONAL

(VELASQUEZ & VERGARA, 2022) expone “En el uso del estabilizado con cemento, se llevaron a cabo pruebas de resistencia a la compresión simple (Norma MTC E 1103), pues esta asegura una resistencia mínima de 1,8 MPa (18.35 kg/cm²) tras 7 días de curado. De igual forma, para el estabilizado con aditivo químico Megasoil, se llevaron a cabo pruebas de CBR (Norma MTC E132), asegurando un 100(%) de CBR 0.1" y una expansión inferior al 5%. Se deduce de los hallazgos de laboratorio que ambos estabilizadores polímero Megasoil y cemento potencian las propiedades mecánicas de resistencia del terreno, dado que influye de manera ligera en las características físicas del mismo, ya que los porcentajes de aplicación de aditivos son reducidos en relación al peso”

Según (REZZA & OCHOA, 2019) nos dice que “Esta tesis llevó a cabo el estudio del rendimiento de las estabilizaciones con cemento portland y emulsión asfáltica en una base granular, con el objetivo de contrastar su rendimiento mediante pruebas de laboratorio. En este estudio, se empleó como añadido el material de cantera SEOING E.I.R.L. para



nuestros ensayos. En el marco del estudio, se llevaron a cabo pruebas de laboratorio en el material de cantera utilizando estabilizadores. Se llevó a cabo esta comparación e interpretación final entre el material sin estabilizadores y con cada uno de ellos, con el objetivo de evaluar la variación en los resultados de cada situación. Finalmente, tras llevar a cabo la comparación, determinamos que el cemento portland es la estabilización que muestra los mejores resultados en los ensayos de laboratorio. Esto nos permite identificarnos”.

Según (ASTO, 2023) menciona que “Esta tesis busca realizar la “Caracterización de la Durabilidad y Resistencia del Suelo – Cemento para el Tramo del km 4.89 al km 8.89 de la Carretera Mazamari – Llaylla, del Distrito de Mazamari – Provincia Satipo – Departamento Junín”. Con la finalidad de reducir los daños tales como: deformación, erosión, baches y lodazal. El área de estudio es de 4 km en la trayectoria del km 4.89 al km 8.89 de la carretera Mazamari – Llaylla, donde se ejecutaron las excavaciones de 5 calicatas. Para la clasificación de suelos, se utilizó los sistemas AASHTO y SUCS; para encontrar el punto más crítico, se evaluó por medio del ensayo CBR; para verificar el incremento de densidades del suelo estabilizado con proporciones entre 3 % y 12 % de cemento del peso de la muestra de suelo, se utilizó el ensayo Proctor modificado. En conclusión, se afirma que la proporción racional más viable es el 3 % de cemento del peso de la muestra de suelo, ya que se obtuvo una resistencia de 33.10 kg/cm²; y, para la durabilidad, la pérdida de suelo cemento fue 5.80%, cumpliendo así con los parámetros”

Según (VALENZUELA, 2022) nos dice “En la tesis estudiada, el IP en c - 1 con la incorporación de NaCl al 6,00% rindió un 2,57%, mientras que la adición de MgCl₂ al 9,00% produjo un 10,95%; c - 2 se incrementó en un 9,00%. NaCl produjo un 6,89%, mientras que la inclusión de MgCl₂ al 9,00% produjo un 8,19%; para c - 3, la adición de NaCl al 9,00% dio lugar a un 5,22%, mientras que la incorporación de MgCl₂ al 9,00% condujo a un 5,89%; además, la densidad máxima del suelo se alcanzó en c - 1 con una adición del 6,00%. El NaCl produjo una densidad de 1,97 g/cm³, mientras que la muestra c - 2, con la



incorporación de NaCl al 6,00%, produjo una densidad de 2,08 g/cm³. La muestra c - 3, con la incorporación de MgCl₂ al 6,00%, dio lugar a una densidad de 2,13 g/cm³. En consecuencia, el CBR al 95% de MDS dio como resultado que c - 1 con 6,00% de MgCl₂ produjo un valor de 6,40%, c - 2 con 6,00% de NaCl produjo un valor de 5,50%, y c - 3 con 9,00% de NaCl produjo un valor de 4,7%".

Finalmente (REYES, 2021) nos dice que: "Esta investigación documental se ha enfocado en recopilar datos académicos acerca de la estabilización de turbas con cemento, con el objetivo de relacionar y contrastar los métodos más eficientes para estabilizar terrenos de turba según la clase de turba estabilizada. El estudio documental demostró que, en realidad, el uso combinado de otros aditivos y rellenos con el cemento presenta beneficios significativos en comparación con el uso exclusivo del cemento como único aglutinante. De igual manera, es crucial considerar el método de curado a emplear, ya que estos representan lo que se implementaría en terreno, siendo el curado en aire y el curado húmedo con sobrecarga los métodos más eficaces. De esta manera, un terreno tan problemático como la turba puede ser eficazmente estabilizado."

2.1.3 A NIVEL REGIONAL O LOCAL

Según (MERCADO, 2017) "El propósito principal de la realización de este estudio es determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos, cuyos resultados no han demostrado ser de calidad regular; de esta manera, los resultados obtenidos son de calidad regular ejemplo en el IP promedio de 10.26%, Ds de 1.65 gr/cm³, CBR al 100% de 39.58%, según el MTC se considera suelos regulares, por tal motivo se adiciono de Cemento y aditivo Terrasil. Los resultados con adición de cemento al 4% tiene un IP de 6.19%, Ds 2.09% y CBR al 100% en 64.87%, y con la adición de terrasil con 10 gr Por kilo IP de 6.74%, Ds de 1.99 gr/cm³ y CBR al 100% de 61.37%; Al analizar los resultados,



concluyo que es factible estabilizar los suelos de la cantera "Lumpoorcco" añadiendo Cemento y el aditivo Terrasil, logrando mejoras"

Dice (CHAMBI, 2021) nos menciona que "En la presente tesis se obtuvieron resultados del IP superiores a 18%, CBR de 1.6% una MDS de 1.55gr/cm³ y su OCH de 22.49% promedio, clasificado como MH; adicionando cal y cemento con dosis de 1%, 2% y 3%, se tienen cambios favorables en su CBR con 11.1% con la mín. dosis de cal y cemento, y redujo en 1% el IP patrón, de tal manera se concluye que la cal y cemento a máximas dosis incrementa su CBR y reduce su IP de los suelos"

Así mismo, (Borda Ingaluque, 2022) menciona "Los datos finales nos dicen que el suelo patrón tiene un CBR al 95% de la MDS de 4.3%, una DMS de 1.617 gr/cm³ y un OCH de 20.467%, con la adición del 30% de concreto reciclado se tiene una MDS de 1.547 gr/cm³, un CBR al 95% de 10.33% y un módulo de resiliencia de 13686.3 PSI. Se determinó que la subrasante se estabiliza de manera significativa al añadir un 30% clasificado como una subrasante excelente."

Así mismo, (Condori Supo, 2023) concluye que: "Los resultados nos dicen con la adición de residuos de mezclas asfálticas con dosis de 2%, 4% y 6% disminuye el IP de la subrasante de 18.7% a 16.7%, 16.0% y 15.0% respectivamente, también sube el CBR del suelo de 5% a 6.4%, 7.6% y 8.9%, consecuentemente se proyectó el espesor por estabilizar a 70 cm, Finalmente, se elaboró el pavimento flexible con los siguientes espesores: para carpeta asfáltica con un espesor de 8 cm, base con un espesor de 20 cm y subbase con un espesor de 15 cm. Se deduce que la inclusión de los desechos de mezcla asfáltica potencia las características físicas y mecánicas del suelo de subrasante en la Av. Asunción."

Finalmente (Tique Condori, 2022) concluye que: "usando el metodo de Eades & Grim para hallar la dosis óptima de cal el cual se halló 6% al que se le adiciono aceites reciclados en dosis de 1%, 2%, 3%, 4% con un CBR al 95% de 8,9 8,12 y 9.87 de cada muestra. En

resumen, el uso más apropiado para la estabilización de la subrasante en el tramo Collacachi - Inchupalla, Puno 2022 se realiza con una dosificación de 6% de cal y 3% de aceites reciclados, proporcionando propiedades hidrofóbicas al terreno estabilizado.”.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 MATERIALES

2.2.1.1 Suelo – Cemento.

(MTC-EG, 2013) menciona que: “El suelo-cemento es un material de construcción que se produce combinando suelo, cemento Portland y agua para mejorar las cualidades mecánicas del suelo original. Esta amalgama se comprime y se cura, produciendo un material robusto y duradero, adecuado para diversas aplicaciones en la construcción. El suelo-cemento es un material polifacético y eficaz que aúna suficientes capacidades mecánicas con ventajas económicas y ecológicas, lo que lo convierte en una opción favorecida en la construcción contemporánea.

2.2.1.2 Cemento.

(MTC-EG, 2013) menciona que: “La producción de cemento comienza con la extracción de materias primas, como la piedra caliza y la arcilla. Los materiales se calcinan a temperaturas elevadas (unos 1.450 °C) en hornos rotatorios, dando lugar a una sustancia denominada clínker. Posteriormente, el clínker se pulveriza en trozos gruesos y se mezcla con una cantidad mínima de yeso para controlar la duración del fraguado”.

2.2.1.3 Polímeros.

Según (NLF, 2024) establece que: “**Polímeros NLF (nano liquid formulation):** Los polímeros son productos que se presenta como un líquido lechoso. Es soluble en agua, no es tóxico ni daña el entorno natural. El NLF tiene un efecto sobre el agua



absorbida que lubrica las partículas de arcilla o limo, fomentando la atracción electromagnética entre las mismas, lo que resulta en una mayor compactación del terreno y resistencia a la deformación. Algunos beneficios de estos productos (Polímeros) Se consigue incrementar la capacidad de soporte del suelo (CBR) de 3 a 5 veces superior a la situación natural, consiguiendo así la impermeabilización del material tratado. Los procesos de implementación son veloces y simples, dado que hay un catalizador en este componente (velocidad de reacción química). Los aditivos se fabrican con tensioactivos catiónicos, lo que los hace inocuos y respetuosos con el entorno. Ahorro mínimo del 25% en relación a la comparación con cualquier sistema tradicional”

2.2.1.4 Agua.

La normativa (MTC-EG, 2013) establece que: “Es imprescindible que el agua sea limpia y esté exenta de partículas de álcalis y otros componentes deletéreos. El pH debe fluctuar de 5.5 a 8.0, y los sulfatos presentes, señalado como $SO_4=$ y establecido según normativa NTP 339.074, no debe exceder los 3.000 ppm, establecidos según normativa NTP 339.072. Por lo general, el agua es considerado apropiado cuando se evite realizar a cabo pruebas de calificación previamente mencionadas”.

2.2.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS

2.2.2.1 Ensayo de Humedecimiento – Secado.

Según el (MTC-EM, 2016) “El ensayo de humectación y secado es un proceso crítico para la evaluación de materiales, especialmente en los compuestos de suelo-cemento y asfalto. Este ensayo cuantifica los efectos de los ciclos de humectación y secado en las características mecánicas y viscoelásticas de los materiales. Los resultados del ensayo revelan fluctuaciones en las propiedades mecánicas del material, especialmente en el módulo dinámico, que se prevé que difiera notablemente entre



condiciones secas y húmedas. Se ha afirmado que la disparidad entre el módulo seco y el húmedo podría aumentar con cada ciclo, alcanzando hasta un 29% al tercer ciclo”.

2.2.2.2 Ensayo de Esfuerzo a la Compresión.

Él (MTC-EM, 2016) nos dice que: “El propósito de este ensayo es establecer la resistencia a la compresión de las probetas de suelo y cemento, ofreciendo dos métodos alternativos: Método A, este método utiliza un cilindro experimental de 101.6mm. (4 pulgadas) de diámetro y 116.4mm de longitud. Tiene una altura de 4.58 pulgadas. La relación entre el diámetro y el método B es de 1.15, este método utiliza un cilindro de ensayo de 71.1mm. de diámetro de 2.8pulg y de 142.2mm (5.6pulg) de altura”.

2.2.2.3 Ensayo de granulometría.

Según el (MTC-EM, 2016) establece que: “La prueba granulométrica es un método crucial en ingeniería civil y construcción, empleado para la clasificación de materiales en relación a su granulometría. Esta prueba suele realizarse mediante el método de tamizado, que separa el material en distintas fracciones granulométricas”.

2.2.2.4 Ensayo de Límites de Consistencia.

“El ensayo de límites de consistencia, denominado límites de Atterberg, se emplea para identificar y definir los suelos finos, en particular los que tienen un contenido significativo de arcilla. Esta prueba evalúa la variación del comportamiento del suelo en relación con la concentración de agua, clasificándolo en cuatro etapas de consistencia: sólida, semisólida, plástica y líquida. Los límites de consistencia son esenciales para comprender las propiedades mecánicas del suelo, su capacidad de retención de agua y su comportamiento en distintas situaciones ambientales. Estas pruebas son esenciales en ingeniería civil y geotécnica para el diseño y estudio de estructuras que interactúan con suelos finos”. (MTC-EM, 2016)



2.2.2.5 Ensayo de Proctor Modificado.

Según la normativa establece (MTC-EM, 2016) “El ensayo Proctor modificado es un proceso utilizado en mecánica de suelos para determinar la correlación entre la densidad seca y el contenido de humedad del suelo, así como para calcular su densidad máxima alcanzable dadas unas condiciones de compactación definidas. Este ensayo es crucial para el control de calidad de los materiales utilizados en la construcción, especialmente en pavimentos y terraplenes. La principal diferencia entre las pruebas Proctor estándar y modificada es la energía ejercida durante el proceso de compactación; la prueba modificada emplea mayor energía, esencial para reproducir circunstancias más rigurosas, como las que se observan en proyectos de infraestructuras sustanciales”.

2.2.2.6 Ensayo de CBR de laboratorio.

Según el (MTC-EM, 2016) “El ensayo California Bearing Ratio (CBR) es una evaluación crucial en ingeniería civil que se utiliza para determinar la capacidad portante de los suelos, en particular para la construcción de pavimentos e infraestructuras. Esta prueba evalúa la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, proporcionando un índice que ayuda a evaluar la capacidad del suelo para soportar cargas de estructuras o vehículos. La prueba CBR es un instrumento crucial en la planificación y ejecución de proyectos de construcción, garantizando que las estructuras sean seguras y eficientes en su diseño” .

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO

Las bases estabilizadas son suelos granulares que son estabilizado con cemento para elevar la calidad sus propiedades físico – mecánicas de los suelos en conjunto. Los cementos mejoran las características de resistencia y adherencia entre la unión de partículas de los suelos; de esta manera estabiliza los suelos.



2.3.2 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS GRANULARES

“La estabilización de suelos granulares es un procedimiento de ingeniería destinado a mejorar las características físicas y mecánicas de suelos no cohesivos, incluidas arenas y gravas, con el fin de hacerlos más apropiados para sustentar infraestructuras como carreteras, edificios y puentes. Este procedimiento es crucial en la construcción, ya que transforma suelos inadecuados en cimientos estables y resistentes.”. (MTCSolucionesBasicas, 2015)

2.3.3 PAVIMENTO

“Los pavimentos a nivel nacional deben adherirse a las normas del manual de carreteras: sección suelos y pavimentos en vigor, incluyendo la memoria de cálculo, planos y otros documentos, conforme corresponda, y considerando lo siguiente: parámetros del pavimento, análisis de suelos realizados en laboratorio, estrategias de conservación o mantenimiento, y un resumen de las acciones que se llevarán a cabo”. (MTC-DG, 2018)

2.3.4 POBLACIÓN

“Conjunto de individuos de la misma especie que conviven en un área donde las condiciones de vida son óptimas para satisfacer sus necesidades vitales” (MTCManualdeCarreteras, 2014)

2.3.5 POLÍMEROS NLF

“Los polímeros son macromoléculas formadas por uno o varios monómeros, que se replican a lo largo de toda la cadena química. Son estabilizadores aditivos basados en la nanotecnología, formado por una combinación de tensioactivos catiónicos (POLIMEROS). Realiza la compactación del terreno en una condición completamente irreversible,



transformándolo en un material extremadamente resistente, impermeable y adaptable.”

(NLF, 2024)

2.3.6 SUELOS ESTABILIZADOS

“Son terrenos deficientes o insuficientes de baja plasticidad a los que se requiere añadirles un estabilizador como cal, cemento o un aditivo químico o iónico”.

(MTCManualdeCarreteras, 2014)



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

En la actual tesis se hace uso del enfoque CUANTITATIVO debido a que se cuantifica los resultados numéricos de los análisis realizados con la adición de polímeros a una base estabilizada de suelo cemento, como también menciona que “Es fundamentalmente un paradigma de investigación que se centra en la cuantificación de los datos para deducir patrones, tendencias y relaciones objetivas entre variables. Este enfoque se caracteriza por su estructura formal y sistemática, orientada a resultados que se pueden medir y replicar. La investigación cuantitativa utiliza herramientas estadísticas para analizar datos numéricos recopilados a través de métodos como encuestas, experimentos y otras técnicas que permiten una recolección de datos masiva y estandarizada” (ALVAREZ, 2011)

3.2 MÉTODOS APLICADOS EN LA INVESTIGACIÓN

ANALÍTICO; se requirió el uso de laboratorio para los ensayos realizados, determinación de características de las propiedades físico – mecánicas de las muestras



de suelo cemento más polímeros, ensayo de CBR de laboratorio, ensayo de humedecimiento – secado y esfuerzo a compresión de probetas.

3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

De los suelos estabilizados con cemento se adiciona y aplica los polímeros para determinar la influencia de tal manera es APLICADA; porque se tiene como problema la durabilidad de la base suelo cemento en el que se ve deteriorado la capa de suelo cemento, describimos la problemática y planteamos la aplicación de una propuesta de solución con la adición de polímeros en una base estabilizada con suelo cemento.

3.4 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

En la presente tesis es de nivel EXPLICATIVO, debido a que los análisis y resultados obtenidos tienen causa efecto de tal manera se expone y explica las diferencias de adición de polímeros en las muestras de suelo cemento. Finalmente se menciona que “La investigación explicativa se refiere a aquellos trabajos que buscan identificar el origen o causa de un grupo específico o de un fenómeno y su meta es entender, examinando las interrelaciones de causa presentes o las circunstancias en las que estos ocurren” (SABINO, 2012)

3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El estudio comprende procedimientos de características físico - mecánicas de las muestras patrón y con adición de polímeros en el cual se realizó las mencionadas pruebas en los laboratorios elegidos para las pruebas de mecánica de suelos de tal forma el diseño es EXPERIMENTAL, así mismo (MONTES, 2014) “Se sostiene que cuando se requiere manejar variables en una investigación, se requiere llevar a cabo un diseño experimental.

En una investigación, los diseños experimentales se utilizan para estructurar la recolección de datos mediante la reproducción de las características del objeto de estudio en un modelo o en un prototipo”

3.6 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.6.1 POBLACIÓN

Como población se tiene la CIUDAD DE JULIACA debido a que en mencionada ciudad se tiene una jurisdicción de varias vías a nivel provincial. Como población se tiene varias vías a nivel provincial y como centro de comercio en toda la región puno se tiene Juliaca como eje a nivel regional y se necesitan vías para el desarrollo.

3.6.2 MUESTRA

Se considero el presente TRAMO EMP PE-34H PTE. CCACACHI - LORI PUNCO según registro del MTC a nivel de vías en todo el Perú. Se propuso me mencionada vía o tramo como muestra debido a que se encuentra a nivel de afirmado, en adelante se encuentra como proyecto por parte de Provias descentralizado.

3.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

3.7.1 TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN

- OBSERVACIÓN

Se realizo 03 calicatas en campo en cual se OBSERVÓ las capas existentes de la vía afirmada.



○ VERIFICACIÓN

Durante la etapa de campo se VERIFICO el tramo y sus componentes de materiales existentes.

○ TOMA DE MUESTRAS

De las calicatas ejecutadas se llevó la actividad de MUESTREO EN CAMPO para posteriormente realizar los ensayos de laboratorio.

○ ENSAYOS DE LABORATORIO

Se realizo ensayos de caracterización físico – mecánica de los agregados a nivel de afirmado con la adición de polímeros en una base estabilizada de suelo cemento.

3.7.2 INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

Los instrumentos utilizados son los siguientes:

- Exploración

En la etapa de campo se exploró la zona de muestreo considerando y ensayando las muestras consideradas en la etapa de exploración.

- Datos de campo

Se tomo apunte los datos obtenidos en campo progresivas, profundidad de calicata, estratos, nivel freático, entre otros

- Nota de campo

Se considero notas de campo en la etapa de exploración y muestreo

- Verificación

Se verifico los datos de campo y laboratorio en la etapa de la experimentación de las muestras

- Cámara fotográfica

Se tomo vistas fotográficas de las actividades realizadas en las etapas de la presente tesis.



- Toma de muestras
Se considero tomar muestras de las calicatas para posteriormente ser ensayadas bajo los criterios tomados en la presente tesis.
- Laboratorio de suelos
El laboratorio cuenta con instrumentos y equipos con los que se obtuvieron resultados
- Autobiografías
Se adquirido libros y material de internet para el desarrollo de la presente tesis
- Análisis de documento
- Cuadernos
Se utilizaron varios cuadernos para la recolección de datos en campo y laboratorio.
- Prensa a compresión de testigos
La prensa de esfuerzo utilizado nos brindó el laboratorio para la obtención de resultados

3.8 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

3.8.1 VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

Los instrumentos se validaron con la recolección de datos en campo y laboratorio

- Laboratorio de suelos
- Notas de campo
- Cámara fotográfica
- Cuaderno de apuntes
- Prensa a compresión de testigos
- Exploración
- Toma de muestras
- Verificación



- Laboratorio de suelos
- Datos de campo
- Autobiografías
- Nota de campo
- Análisis de documento
- Cuadernos
- Cámara fotográfica

3.8.2 CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS

Se adjuntan certificados de calibración de los instrumentos y equipos de laboratorio en donde se ejecutaron los ensayos caracterización físico mecánica de los suelos estabilizados con polímeros. Con el fin de darle realce y veracidad de los resultados obtenidos y expuestos



CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

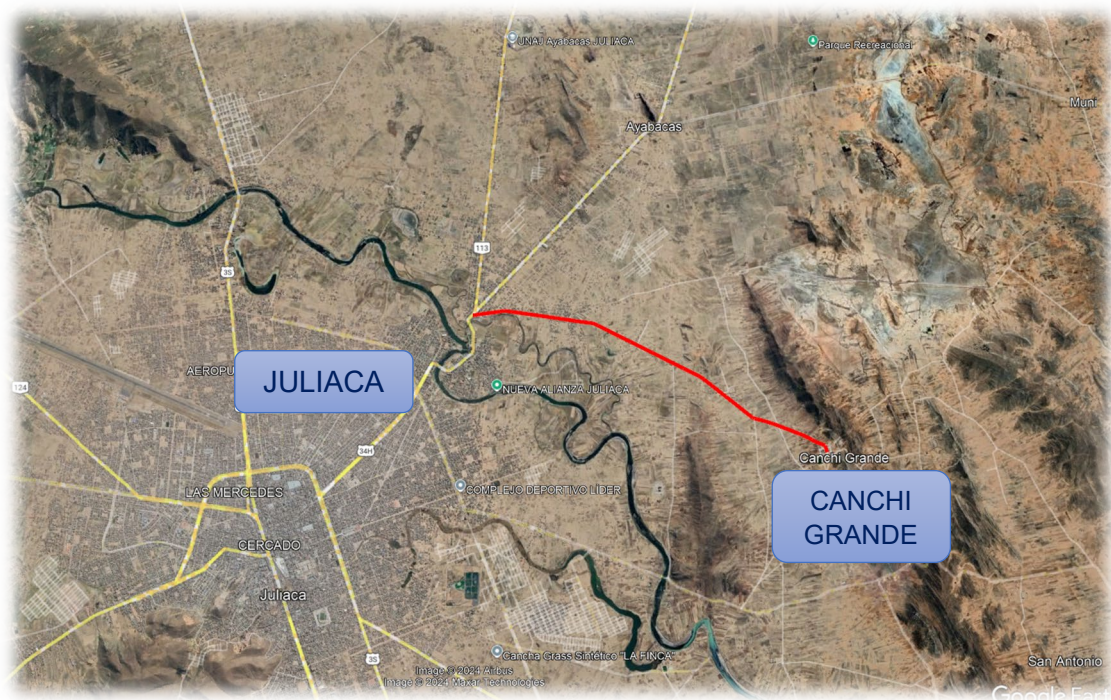
Se realizaron 03 calicatas a lo largo del tramo es estudio, de los cuales se adiciono polímeros NLF en varias dosis (dosis mínima, dosis promedio y dosis máxima según ficha técnica) a nivel de la capa de afirmado del tramo existente Emp. PE-34H (Pte. Ccacachi) - Lori Punco. En el presente capitulo se detallan los resultados obtenidos en laboratorio

4.1.1 UBICACIÓN

En el presente estudio de tesis se toma en consideración una vía AFIRMADA en la región de Puno, "Emp. PE-34H (Pte. Ccacachi) - Lori Punco" el tramo une la ciudad de JULIACA y el centro poblado de CANCHI GRANDE. A continuación, se muestra se muestra la imagen a lo largo de todo el tramo propuesto en la presente tesis.

Figura 1

Ubicación del tramo de la presente tesis



Nota. Google earth

Este tramo se encuentra a nivel afirmado cuyo material de afirmado tiene una clasificación de "SC" arenas inorgánicas de bajas plasticidades con clasificaciones AASHTO de A-4-2 (0) con índice de grupo 0. Se realizaron 03 calicatas en el tramo de muestra.

4.1.2 CALICATAS DE EXPLORACIÓN

En la presente tesis se realizó la etapa de exploración de calicatas a lo largo de todo el tramo "Emp. PE-34H (Pte. Ccacachi) - Lori Punco" uniendo a JULIACA y el C.P. de CANCHI GRANDE.

Se realizaron 03 calicatas, la carretera en la actualidad presenta una superficie de AFIRMADO.

Tabla 2

Ubicación de las calicatas

| CALICATAS | PROGRESIVA |
|------------------------|------------|
| Punto de muestreo - 01 | Km 03+00 |
| Punto de muestreo - 02 | Km 04+00 |
| Punto de muestreo - 03 | Km 05+00 |

Nota. Realización de orden propio

Se realizó los ensayos de cada calicata encontrando 02 estratos en cada una de ellas. Seguidamente, los valores obtenidos de las características físico – mecánicas del afirmado y suelo de fundación de las calicatas.

Tabla 3

Calicatas de exploración

| N° DE REGISTRO | FECHA | MUESTRA | | PROF (m) | CLASIFICACIÓN | |
|------------------|--------|-------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------|
| | | DESCRIPCIÓN | | | SUSC | AASHTO |
| CALICATAS | | | | | | |
| C - 01 | M - 01 | 14-08-24 | AFIRMADO | 0.00m. - 0.30m. | SC | A-2-4 (0) |
| C - 01 | M - 02 | 21-08-24 | TERRENO NATURAL | 0.30m. - 1.50m. | SC | A-4 (2) |
| C - 02 | M - 01 | 14-08-24 | AFIRMADO | 0.00m. - 0.40m. | SC | A-2-4 (0) |
| C - 02 | M - 02 | 21-08-24 | TERRENO NATURAL | 0.40m. - 1.50m. | SC | A-4 (2) |
| C - 03 | M - 01 | 14-08-24 | AFIRMADO | 0.00m. - 0.40m. | SC | A-2-4 (0) |
| C - 03 | M - 02 | 21-08-24 | TERRENO NATURAL | 0.40m. - 1.50m. | SC | A-4 (2) |

Nota. Certificados de laboratorio**Análisis de los valores**

Los materiales que se encontraron se detallan a continuación:

Afirmado : Arena inorgánica con presencia de arcillas de plasticidades bajas

Terreno Natural : Arena inorgánica con presencia de arcillas de plasticidades bajas

Las calicatas están a 1.50m de profundidad, en el cual la capa de afirmado cubre entre 0.30m y 0.40m de espesor a lo largo de todo el tramo.

La finalidad del estudio es optimizar las propiedades de orden mecánico de un afirmado adicionando cemento y polímeros.

4.1.2.1 Límites de Consistencia – Afirmado.

Se realizaron 03 calicatas de los cuales se presentan los siguientes valores de los límites de consistencia a nivel de afirmado:

Tabla 4

Valores de límites de consistencia para afirmado existente

| N° DE REGISTRO | MUESTRA | | PROF (m) | % DE HUMEDAD | LÍMITES | | | CLASIFICACIÓN | |
|------------------|-------------|----------|-----------------|--------------|---------|------|-----|---------------|------------------|
| | DESCRIPCIÓN | | | | LL | LP | IP | SUSC | AASHTO |
| CALICATAS | | | | | | | | | |
| C - 01 | M - 01 | AFIRMADO | 0.00m. - 0.30m. | 5.92 | 28.4 | 20.0 | 8.4 | SC | A-2-4 (0) |
| C - 02 | M - 01 | AFIRMADO | 0.00m. - 0.40m. | 5.23 | 28.0 | 20.0 | 8.0 | SC | A-2-4 (0) |
| C - 03 | M - 01 | AFIRMADO | 0.00m. - 0.40m. | 4.82 | 28.0 | 20.1 | 7.9 | SC | A-2-4 (0) |
| PROMEDIO | | AFIRMADO | ---- | 5.32 | 28.1 | 20.0 | 8.1 | ---- | ---- |

Nota. Certificados de laboratorio

Análisis de los valores

En el cuadro anterior se muestran valores promedio a nivel de afirmado de:

- LL : 28.1%
- LP : 20.0%
- IP : 8.1%

Los valores de índice de plasticidad indican que el material son arcillas de plasticidades bajas con un valor promedio de 8.1%. con relación a las calicatas tomadas en campo y desarrolladas en laboratorio.

4.1.2.2 Proctor Modificado – Afirmado.

Se realizaron 03 calicatas de los cuales se presentan los siguientes valores de los Proctor modificado a nivel de afirmado:

Tabla 5

Resultados de proctor modificado – afirmado existente

| N° DE REGISTRO | MUESTRA DESCRIPCIÓN | PROF (m) | % DE HUMEDAD | CLASIFICACIÓN | | PROCTOR | | |
|------------------|---------------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------|-------------|------|
| | | | | SUSC | AASHTO | M.D.S | O.C.H | |
| CALICATAS | | | | | | | | |
| C - 01 | M - 01 | AFIRMADO | 0.00m. - 0.30m. | 5.92 | SC | A-2-4 (0) | 2.058 | 8.6% |
| C - 02 | M - 01 | AFIRMADO | 0.00m. - 0.40m. | 5.23 | SC | A-2-4 (0) | 2.069 | 8.2% |
| C - 03 | M - 01 | AFIRMADO | 0.00m. - 0.40m. | 4.82 | SC | A-2-4 (0) | 2.052 | 8.5% |
| PROMEDIO | AFIRMADO | ---- | 5.32 | ---- | ---- | 2.060 | 8.4% | |

Nota. Certificados de laboratorio.

Análisis de los valores

En el cuadro anterior se muestran valores del ensayo de proctor modificado en los cuales se resalta las máximas densidades secas y los óptimos contenidos de humedad. Cuyos valores promedio son 2.060 gr/cm³ de y 8.4% para el afirmado.

4.1.2.3 CBR de Laboratorio – Afirmado.

Se realizaron 03 calicatas de los cuales se presentan los siguientes valores de la prueba de CBR de laboratorio a nivel de afirmado:

Tabla 6

Resultados de CBR de laboratorio – afirmado existente

| N° DE REGISTRO | MUESTRA | | PROF (m) | % DE HUMEDAD | CLASIFICACIÓN | | CBR | |
|------------------|-------------|----------|-----------------|--------------|---------------|-----------|-------|-------|
| | DESCRIPCIÓN | | | | SUSC | AASHTO | 95% | 100% |
| CALICATAS | | | | | | | | |
| C - 01 | M - 01 | AFIRMADO | 0.00m. - 0.30m. | 5.92 | SC | A-2-4 (0) | 27.4% | 42.8% |
| C - 02 | M - 01 | AFIRMADO | 0.00m. - 0.40m. | 5.23 | SC | A-2-4 (0) | 27.4% | 45.9% |
| C - 03 | M - 01 | AFIRMADO | 0.00m. - 0.40m. | 4.82 | SC | A-2-4 (0) | 24.8% | 41.2% |
| PROMEDIO | | AFIRMADO | ---- | 5.32 | ---- | ---- | 26.5% | 43.3% |

Nota. Certificados de laboratorio.

Análisis de los valores

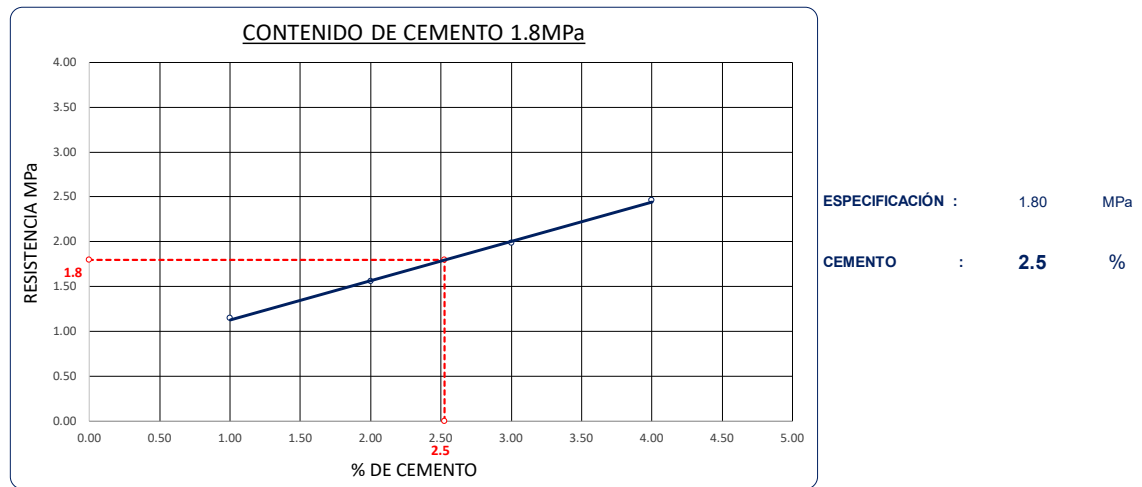
En el cuadro anterior se muestran valores del ensayo del valor relativo de soporte. Como valor promedio al 95% de penetración en 0.1" se tiene **26.5%** y al 100% de penetración en 0.1" se tiene **43.3%** de CBR.

4.1.3 DISEÑO DE SUELO CEMENTO

En las combinaciones de suelo con cemento, para determinar la cantidad optima mínima de cemento que debe de ir en la mezcla, llegando a un valor de 1.8MPa como resistencia mínima según normativas *MTC DOCUMENTO TÉCNICO SOLUCIONES BÁSICAS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS* y *MTC ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN EG-2013*.

Figura 2

Diseño de suelo cemento



Nota. Certificados de laboratorio – suelo cemento

Análisis de los valores

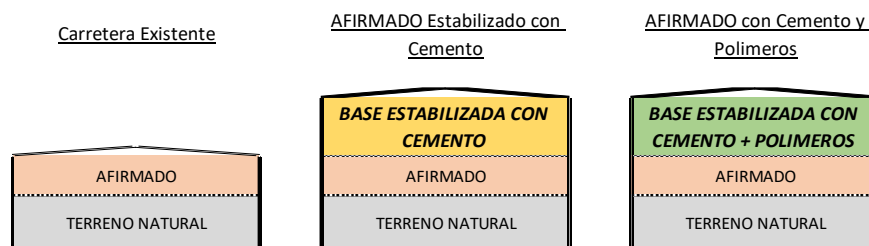
En la ilustración anterior logramos apreciar la cantidad mínima de cemento que tiene que contener el afirmado existente para llegar a la resistencia requerida según norma. (1.80 MPa) de esfuerzo a compresión simple.

A continuación, se muestra la propuesta planteada con el presente estudio de tesis considerando la vía existente de afirmado en la vía Juliaca – Canchi Grande

Figura 3

Modelo de estructura de una vía a nivel de soluciones básicas

SOLUCIONES BÁSICAS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS



Nota. Soluciones básicas en carreteras no pavimentadas



En la anterior ilustración mostramos un modelo de estructura de una vía, por medio del manual del MTC.

4.1.4 SUELO CEMENTO + ADICIÓN DE POLÍMEROS.

Luego de realizar los ensayos del material de AFIRMADO en su estado natural, se adiciono en distintas dosis y porcentajes de polímeros al suelo estabilizado con cemento.

A continuación, se hace mención los porcentajes adicionados de polímeros.

- Suelo cemento + 0.00 Lt/m³ de polímeros (Muestra Patrón)
- Suelo cemento + 0.50 Lt/m³ de polímeros
- Suelo cemento + 0.70 Lt/m³ de polímeros
- Suelo cemento + 0.90 Lt/m³ de polímeros

Según las especificaciones del producto (polímeros) se tiene como dosis mínima 0.50 Lt/m³ de polímeros y como dosis máxima 0.90 Lt/m³ de polímeros en defecto su promedio 0.70 Lt/m³ de polímeros. Razón por el cual fue tomada en cuenta las dosis aplicadas.

4.1.4.1 Propiedades de una base estabilizada con polímeros.

A. Límites de Consistencia

Los valores obtenidos por medio de las pruebas de límites de consistencia de las dosis planteadas tomando en consideración como patrón la muestra de suelo cemento.

Tabla 7

Valores alcanzados de límites de consistencia – suelo cemento + polímeros.

| DESCRIPCIÓN | FECHA | MUESTRA | | LÍMITES | | |
|-----------------------|----------|---------|--|---------|------|-----|
| | | MUESTRA | DESCRIPCIÓN | LL | LP | IP |
| MUESTRAS SUELO | | | | | | |
| SUELO - CEMENTO | 09-09-24 | M - 01 | CEMENTO + 0.0 Lt/m³ de POLIMEROS | 27.6 | 20.6 | 7.0 |
| SUELO - CEMENTO | 16-09-24 | M - 02 | CEMENTO + 0.5 Lt/m³ de POLIMEROS | 27.2 | 21.1 | 6.1 |
| SUELO - CEMENTO | 23-09-24 | M - 03 | CEMENTO + 0.7 Lt/m³ de POLIMEROS | 27.0 | 21.4 | 5.6 |
| SUELO - CEMENTO | 30-09-24 | M - 04 | CEMENTO + 0.9 Lt/m³ de POLIMEROS | 26.9 | 21.9 | 5.0 |

Nota. Certificados de laboratorio

Análisis de los valores

La muestra 01 es considerada muestra patrón, tiene un índice de plasticidad de **7.0%**.

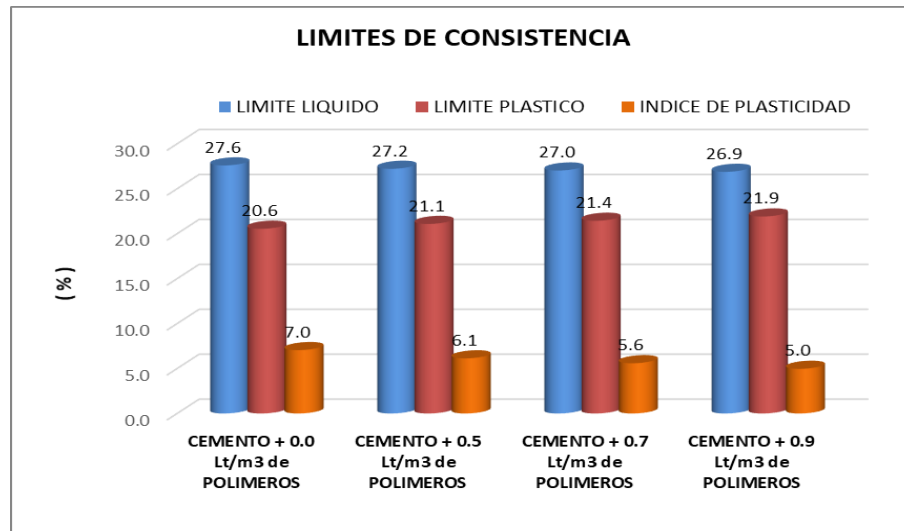
A continuación, se describe las diferencias en relación al suelo de control.

- La muestra 02 con incorporación de 0.50 Lt/m³ de polímeros reduce a un 6.1% el índice de plasticidad, es decir reduce su plasticidad en un 0.9% con respecto al patrón.
- La muestra 03 con incorporación de 0.70 Lt/m³ de polímeros reduce a un 5.6% el índice de plasticidad, es decir reduce su plasticidad en un 1.4% con respecto al patrón.
- La muestra 04 con incorporación de 0.90 Lt/m³ de polímeros reduce a un 5.0% el índice de plasticidad, es decir reduce su plasticidad en un 2.0% con respecto al patrón.

A continuación, mostramos gráficamente las diferencias entre el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.

Figura 4

Valores de límites de consistencia – suelo cemento + polímeros.



Nota. Límites de consistencia - resultados

Se aprecia la reducción de plasticidad con respecto al patrón de las muestras con adición de polímeros.

B. Proctor modificado

Se realizaron ensayos de Proctor modificado de laboratorio de las dosis planteadas tomando en consideración como grupo de control a la combinación suelo cemento.

Tabla 8

Valores de grado de compactación – suelo cemento + polímeros

| DESCRIPCIÓN | FECHA | MUESTRA | | CLASIFICACIÓN | | PROCTOR | |
|-----------------------|----------|---------|--|---------------|-----------|---------|-------|
| | | MUESTRA | DESCRIPCIÓN | SUSC | AASHTO | M.D.S | O.C.H |
| MUESTRAS SUELO | | | | | | | |
| SUELO - CEMENTO | 09-09-24 | M - 01 | CEMENTO + 0.0 Lt/m ³ de POLIMEROS | SC | A-2-4 (0) | 2.095 | 8.7% |
| SUELO - CEMENTO | 16-09-24 | M - 02 | CEMENTO + 0.5 Lt/m ³ de POLIMEROS | SC | A-2-4 (0) | 2.119 | 8.4% |
| SUELO - CEMENTO | 23-09-24 | M - 03 | CEMENTO + 0.7 Lt/m ³ de POLIMEROS | SC | A-2-4 (0) | 2.133 | 8.2% |
| SUELO - CEMENTO | 30-09-24 | M - 04 | CEMENTO + 0.9 Lt/m ³ de POLIMEROS | SC | A-2-4 (0) | 2.155 | 7.9% |

Nota. Certificados de laboratorio

Análisis de los valores

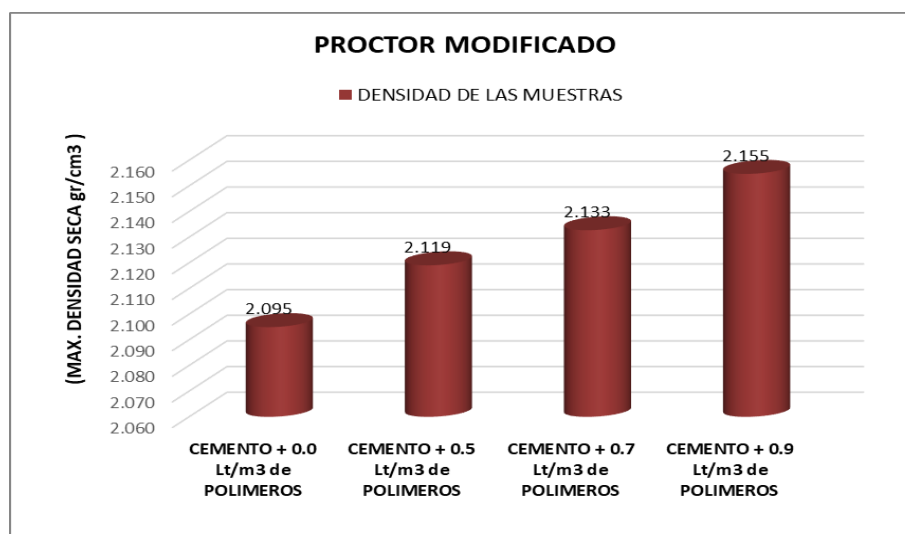
La muestra 01 es considerada el grupo de control, teniendo un grado de compactación de 2.095 gr/cm³. A continuación, se describe las diferencias en relación al grupo de control:

- La muestra 02 con incorporación de 0.50 Lt/m³ de polímeros aumenta su valor a 2.119 gr/cm³, es decir se densifica aumentando su valor en un 0.024gr/cm³ con respecto al patrón.
- La muestra 03 con incorporación de 0.70 Lt/m³ de polímeros aumenta su valor a 2.133 gr/cm³, es decir se densifica aumentando su valor en un 0.038gr/cm³ con respecto al patrón.
- La muestra 04 con incorporación de 0.90 Lt/m³ de polímeros aumenta su valor a 2.155 gr/cm³, es decir se densifica aumentando su valor en un 0.060gr/cm³ con respecto al patrón.

A continuación, mostramos gráficamente las diferencias entre las dosis adicionadas con respecto al patrón suelo - cemento.

Figura 5

Valores de grado de compactación – suelo cemento + polímeros



Nota. Proctor modificado - resultados

En el gráfico podemos apreciar visiblemente que se densifican las muestras al adicionar las dosis de polímeros.

4.1.4.2 Prueba de CBR de Laboratorio.

Se realizaron ensayos de CBR de laboratorio de las dosis planteadas tomando en consideración como patrón la muestra de suelo cemento.

Tabla 9

Valores de compactación y CBR de laboratorio – suelo cemento + polímeros

| DESCRIPCIÓN | FECHA | MUESTRA | | CLASIFICACIÓN | | CBR | |
|-----------------------|----------|---------|--|---------------|-----------|-------|---------------|
| | | MUESTRA | DESCRIPCIÓN | SUSC | AASHTO | 95% | 100% |
| MUESTRAS SUELO | | | | | | | |
| SUELO - CEMENTO | 09-09-24 | M - 01 | CEMENTO + 0.0 Lt/m ³ de POLIMEROS | SC | A-2-4 (0) | 40.9% | 68.8% |
| SUELO - CEMENTO | 16-09-24 | M - 02 | CEMENTO + 0.5 Lt/m ³ de POLIMEROS | SC | A-2-4 (0) | 48.3% | 85.9% |
| SUELO - CEMENTO | 23-09-24 | M - 03 | CEMENTO + 0.7 Lt/m ³ de POLIMEROS | SC | A-2-4 (0) | 51.0% | 95.4% |
| SUELO - CEMENTO | 30-09-24 | M - 04 | CEMENTO + 0.9 Lt/m ³ de POLIMEROS | SC | A-2-4 (0) | 60.3% | 107.9% |

Nota Certificados de laboratorio

Análisis de los valores

La muestra 01 es considerada muestra patrón, tiene un CBR a 0.1" al 95% de **40.9%** y un CBR a 0.1" al 100% de **68.8%**. A continuación, se describe las diferencias en relación al grupo de control:

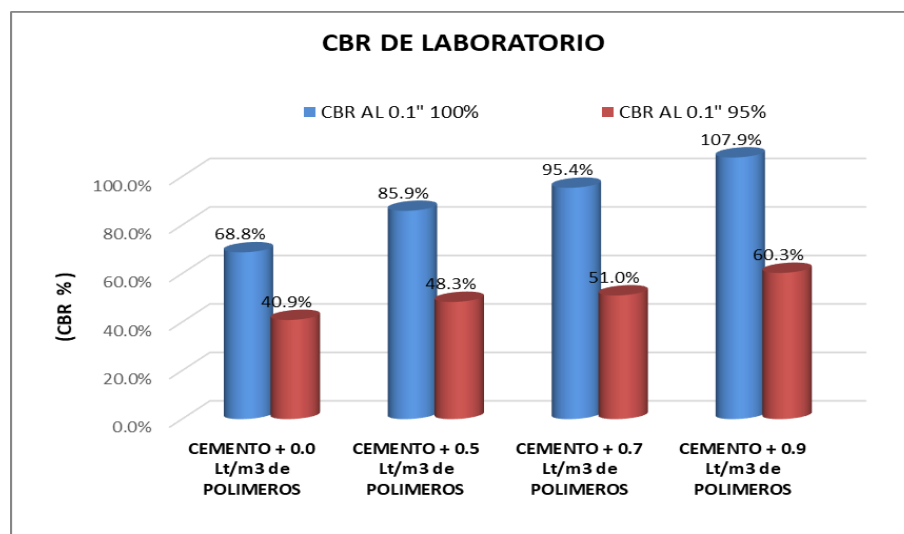
- La muestra 02 con incorporación de 0.50 Lt/m³ de polímeros aumenta su CBR a un 85.9%, en consecuencia, aumenta su capacidad de soporte en un 17.1% con respecto al patrón.
- La muestra 03 con incorporación de 0.70 Lt/m³ de polímeros aumenta su CBR a un 95.4%, en consecuencia, aumenta su capacidad de soporte en un 26.6% con respecto al patrón.

- La muestra 04 con incorporación de 0.90 Lt/m³ de polímeros aumenta su CBR a un 107.9%, en consecuencia, aumenta su capacidad de soporte en un 39.1% con respecto al patrón.

A continuación, mostramos gráficamente las diferencias entre las dosis adicionadas con respecto al patrón suelo - cemento.

Figura 6

Valores de compactación y CBR de laboratorio – suelo cemento + polímeros



Nota. CBR de laboratorio - resultados

En el gráfico podemos apreciar visiblemente que aumentan la capacidad de soporte respecto al patrón.

4.1.4.3 Resistencia a Compresión de Probetas

Se realizaron pruebas de esfuerzo a compresión de probetas en laboratorio de las dosis planteadas, tomando en consideración como patrón la muestra de suelo cemento.

Tabla 10*Valores de esfuerzo a compresión – suelo cemento + polímeros*

| DESCRIPCIÓN | FECHA | MUESTRA | | CLASIFICACIÓN | | ESFUERZO |
|-----------------------|----------|---------|--|---------------|-----------|-------------|
| | | MUESTRA | DESCRIPCIÓN | SUSC | AASHTO | Mpa |
| MUESTRAS SUELO | | | | | | |
| SUELO - CEMENTO | 09-09-24 | M - 01 | CEMENTO + 0.0 Lt/m³ de POLIMEROS | SC | A-2-4 (0) | 1.81 |
| SUELO - CEMENTO | 16-09-24 | M - 02 | CEMENTO + 0.5 Lt/m³ de POLIMEROS | SC | A-2-4 (0) | 2.12 |
| SUELO - CEMENTO | 23-09-24 | M - 03 | CEMENTO + 0.7 Lt/m³ de POLIMEROS | SC | A-2-4 (0) | 2.37 |
| SUELO - CEMENTO | 30-09-24 | M - 04 | CEMENTO + 0.9 Lt/m³ de POLIMEROS | SC | A-2-4 (0) | 2.62 |

Nota. Certificados de laboratorio de suelos, anexos

Análisis de los valores

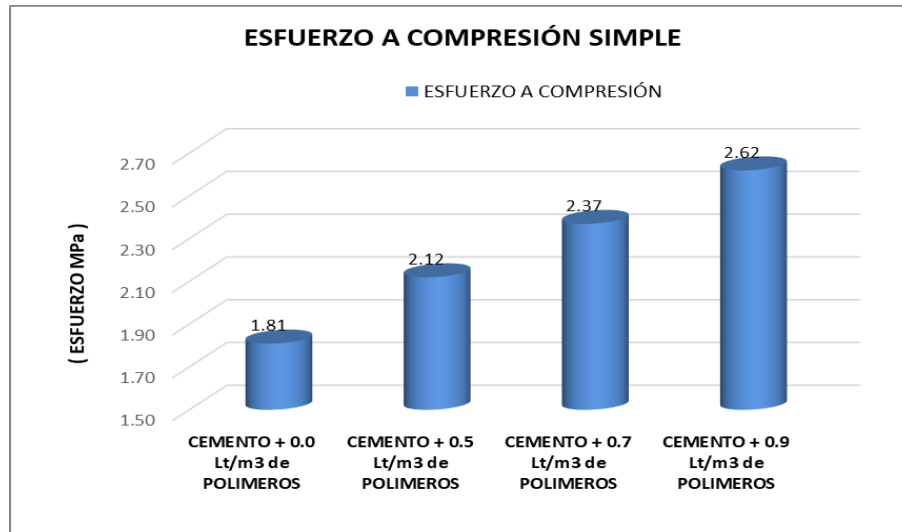
La muestra 01 es considerada muestra patrón, tiene un valor de esfuerzo a compresión simple de 1.81 MPa. A continuación, se describe las diferencias en relación al grupo de control:

- La muestra 02 con incorporación de 0.50 Lt/m³ de polímeros aumenta su valor de esfuerzo a compresión a 2.12 MPa, es decir aumenta su resistencia en un 0.31 MPa con respecto al patrón.
- La muestra 03 con incorporación de 0.70 Lt/m³ de polímeros aumenta su valor de esfuerzo a compresión a 2.37 MPa, es decir aumenta su resistencia en un 0.56 MPa con respecto al patrón.
- La muestra 04 con incorporación de 0.90 Lt/m³ de polímeros aumenta su valor de esfuerzo a compresión a 2.62 MPa, es decir aumenta su resistencia en un 0.81 MPa con respecto al patrón.

A continuación, mostramos gráficamente las diferencias entre las dosis adicionadas con respecto al patrón suelo - cemento.

Figura 7

Valores de esfuerzo a compresión – suelo cemento + polímeros



Nota. Esfuerzo a compresión simple - resultados

En el gráfico podemos apreciar visiblemente la ascensión de valor de esfuerzo a presión simple de los especímenes de suelo cemento + polímeros en distintas dosis.

4.1.4.4 Humedecimiento y Secado de Mezclas de Suelo Cemento.

Se realizaron ensayos de esfuerzo a compresión de las probetas en laboratorio de las dosis planteadas, tomando en consideración como patrón la muestra de suelo cemento.

Tabla 11

Resultados de humedecimiento y secado – suelo cemento + polímeros

| DESCRIPCIÓN | FECHA | MUESTRA | | CLASIFICACIÓN | | H - S |
|-----------------------|----------|---------|--|---------------|-----------|-------|
| | | MUESTRA | DESCRIPCIÓN | SUSC | AASHTO | % |
| MUESTRAS SUELO | | | | | | |
| SUELO - CEMENTO | 09-09-24 | M - 01 | CEMENTO + 0.0 Lt/m ³ de POLIMEROS | SC | A-2-4 (0) | 15.1% |
| SUELO - CEMENTO | 16-09-24 | M - 02 | CEMENTO + 0.5 Lt/m ³ de POLIMEROS | SC | A-2-4 (0) | 14.0% |
| SUELO - CEMENTO | 23-09-24 | M - 03 | CEMENTO + 0.7 Lt/m ³ de POLIMEROS | SC | A-2-4 (0) | 10.3% |
| SUELO - CEMENTO | 30-09-24 | M - 04 | CEMENTO + 0.9 Lt/m ³ de POLIMEROS | SC | A-2-4 (0) | 8.2% |

Nota. Certificados de laboratorio



Análisis de los valores

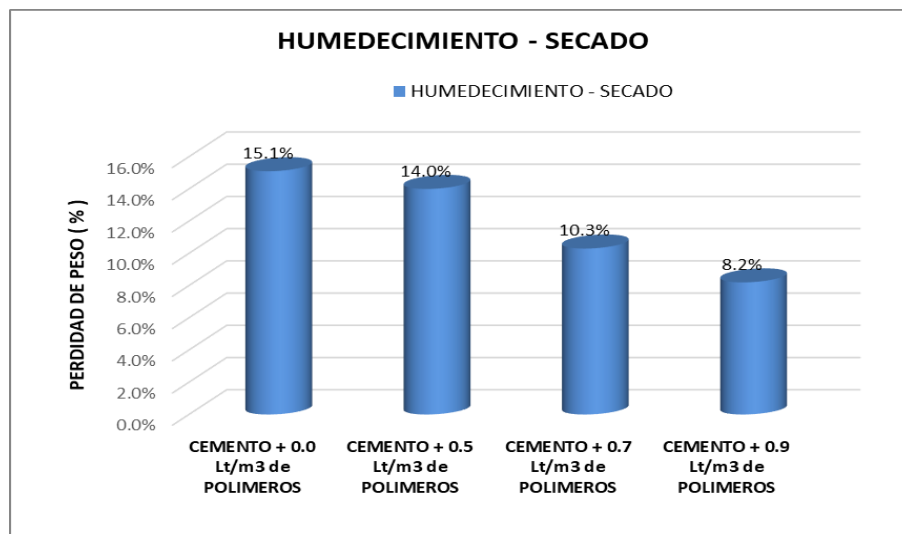
La muestra 01 es considerada muestra patrón, tiene un valor de pérdida de peso de 15.1% según el ensayo de humedecimiento y secado. A continuación, se describe las diferencias en relación al grupo de control:

- La muestra 02 con incorporación de 0.50 Lt/m³ de polímeros disminuye la pérdida de peso a un 14.0%, es decir en la prueba de saturación y secado de las probetas reduce en un 1.1% su valor de desgaste con respecto al patrón. En el cual podemos aducir que aumenta el valor de durabilidad de las muestras.
- La muestra 03 con incorporación de 0.70 Lt/m³ de polímeros disminuye la pérdida de peso a un 10.3%, es decir en la prueba de saturación y secado de las probetas reduce en un 4.8% su valor de desgaste con respecto al patrón. En el cual podemos aducir que aumenta el valor de durabilidad de las muestras.
- La muestra 04 con incorporación de 0.90 Lt/m³ de polímeros disminuye la pérdida de peso a un 8.2%, es decir en la prueba de saturación y secado de las probetas reduce en un 6.9% su valor de desgaste con respecto al patrón. En el cual podemos aducir que aumenta el valor de durabilidad de las muestras.

A continuación, mostramos gráficamente las diferencias entre las dosis adicionadas con respecto al patrón suelo - cemento

Figura 8

Resultados de humedecimiento y secado – suelo cemento + polímeros



Nota. Humedecimiento y secado - resultados

Se presenta una disminución considerable de desgaste de las muestras con respecto al patrón, aumentando de esta manera el valor de durabilidad de las muestras con polímeros.

4.2 PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.2.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL

PROCTOR MODIFICADO

A. PRUEBA DE HIPOTESIS

Para la contrastación de la hipótesis general, se realiza un estadístico de relación proporcional, mismo que se comprueba en seguida:

B. PRUEBA DE HIPOTESIS

Con la finalidad de contrastar la validez del valor de grado de compactación de 2.095 gr/cm³, se tiene:

Tabla 12

Prueba de hipótesis general

| DATOS OBTENIDOS | | |
|-----------------|-----------------------------------|---------------------------|
| Nº | CALICATAS | DMS gr/cm ³ |
| 1 | C + 0.0 Lt/m ³ de POL. | 2.095 |
| 2 | C + 0.5 Lt/m ³ de POL. | 2.119 |
| 3 | C + 0.7 Lt/m ³ de POL. | 2.133 |
| 4 | C + 0.9 Lt/m ³ de POL. | 2.155 |
| Cantidad | | 4 |

Nota. Datos DMS

C. RESULTADOS OBTENIDOS

Tabla 13

Resultados estadísticos hipótesis general

| ESTADÍSTICA | RESULTADOS | |
|----------------|------------|--------------------|
| Valor Maximo | 2.155 | gr/cm ³ |
| Valor Minimo | 2.095 | gr/cm ³ |
| Valor Promedio | 2.126 | gr/cm ³ |
| Desv. Estándar | 0.025 | |

Nota: Valores estadísticos

D. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

La prueba estadística es comprobar si el grado de compactación del grupo de control 2.095 gr/cm³ se ve mejorada con las combinaciones establecidas, para tal comprobación se emplea la prueba de t-Student.

E. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

-H₀: $u \leq 2.095$ gr/cm³ el promedio de los valores alcanzados por las pruebas de compactación **NO** son superiores a 2.095 gr/cm³.

-**Ha**: $u > 2.095 \text{ gr/cm}^3$ el promedio de los valores alcanzados por las pruebas de compactación **SI** son superiores a 2.095 gr/cm^3

-Sabiendo que "n" = 4 el estadístico de comprobación es:

$$Tc = \frac{x - u}{\sigma_{n-1} / \sqrt{n}}$$

En el que los grados de libertad está delimitado por 3 y considerando un error de confianza de 5%.

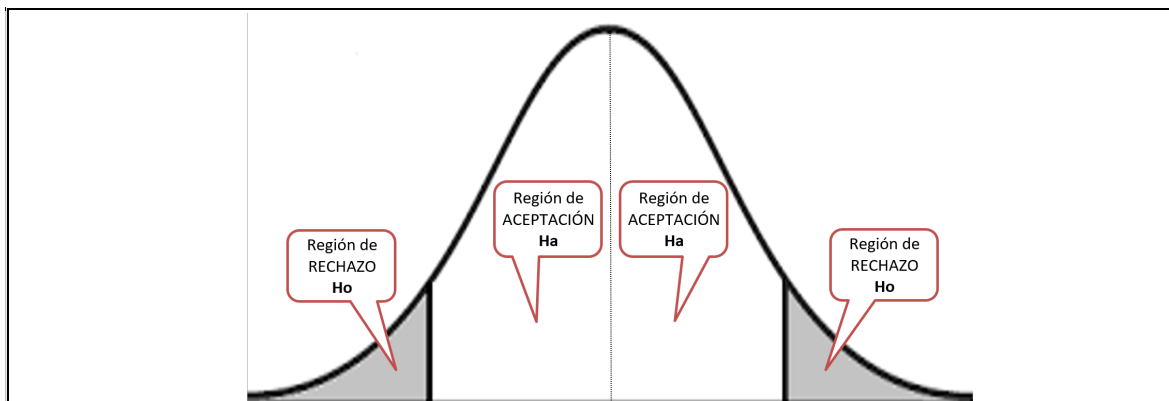
- Límite crítico o de rechazo: $T1 = T_{(n-1);0.05} = T_{3;0.05} = +/- 0.271$

Áreas sombreadas = se RECHAZA

Áreas no sombreadas = se ACEPTA

Figura 9

Gráfico de prueba de hipótesis general



Nota. Grafico

F. Resultando lo siguiente:

Promedio: $X = 2.126 \text{ gr/cm}^3$

Desviación estándar: $s = 0.025$

Muestra: $n = 4$



Al reemplazar, se tiene:

$$T_c = \frac{x - u}{\sigma_{n-1} / \sqrt{n}} = T_c = 2.425$$

G. CONCLUSIÓN DE HIPÓTESIS

Notándose que $T_c = 2.425$ es mayor que $T_t = 0.271$ se RECHAZA H_0 y se acepta H_a , lo que indica que, las combinaciones establecidas logran mayores valores de compactación que el grupo de control 2.095 gr/cm^3 .

4.2.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECIFICA 01

CBR DE LABORATORIO

A. PRUEBA DE HIPOTESIS

Para la contrastación de la hipótesis específica 01, se realiza un estadístico de relación proporcional, mismo que se comprueba en seguida.

B. PRUEBA DE HIPOTESIS

Con la finalidad de contrastar la validez del valor de relativo de soporte CBR de 68.8%, se tiene:

Tabla 14

Prueba de hipótesis específica 01

| DATOS OBTENIDOS | | |
|-----------------|-----------------------------------|-------|
| Nº | CALICATAS | CBR % |
| 1 | C + 0.0 Lt/m ³ de POL. | 68.8 |
| 2 | C + 0.5 Lt/m ³ de POL. | 85.9 |
| 3 | C + 0.7 Lt/m ³ de POL. | 95.4 |
| 4 | C + 0.9 Lt/m ³ de POL. | 107.9 |
| Cantidad | | 4 |

Nota. Datos CBR

C. RESULTADOS OBTENIDOS

Tabla 15

Resultados estadísticos hipótesis específica 01

| ESTADISTICA | RESULTADOS | |
|----------------|------------|---|
| Valor Maximo | 107.90 | % |
| Valor Minimo | 68.80 | % |
| Valor Promedio | 89.50 | % |
| Desv. Estándar | 16.48 | |

Nota. Datos estadísticos

D. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

La prueba estadística es comprobar si el CBR del grupo de control 68.8% se ve mejorada con las combinaciones establecidas, para tal comprobación se emplea la prueba de t-Student

E. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

-**H₀**: $u \leq 68.8\%$ el promedio de los valores alcanzados por las pruebas de CBR **NO** son superiores a 68.8%.

-**H_a**: $u > 68.8\%$ el promedio de los valores alcanzados por las pruebas de CBR **SI** son superiores a 68.8 %

- Sabiendo que "n" = 4 el estadístico de comprobación es:

$$T_c = \frac{x - u}{\sigma_{n-1} / \sqrt{n}}$$

En el que los grados de libertad está delimitado por 3 y considerando un error de confianza de 5%.

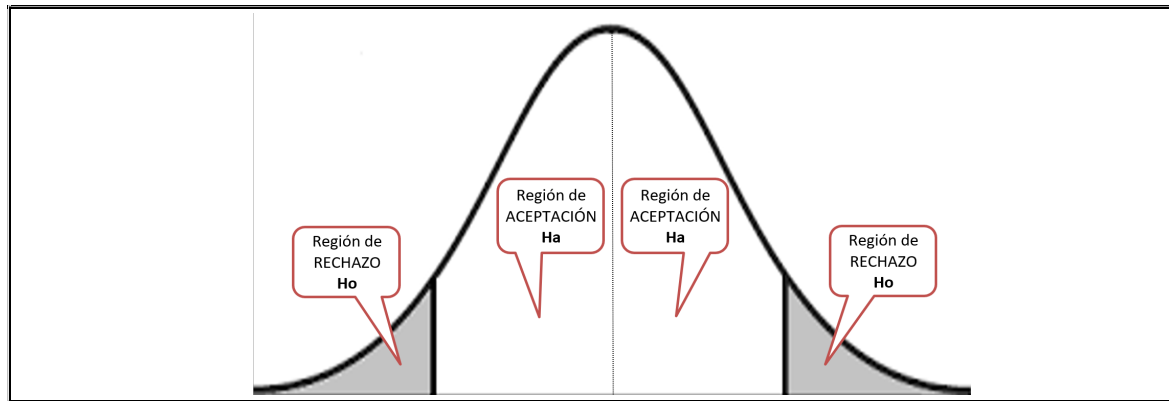
- Límite crítico o de rechazo: $T_1 = T_{(n-1);0.05} = T_{3;0.05} = +/- 0.281$

Áreas sombreadas = se RECHAZA

Áreas no sombreadas = se ACEPTA

Figura 10

Gráfico de prueba de hipótesis específica 01



Nota. Grafico

F. Resultando lo siguiente:

Promedio: $\bar{X} = 89.5 \%$

Desviación estándar: $s = 16.480$

Muestra: $n = 4$

Al reemplazar, se tiene:

$$T_c = \frac{x - u}{\sigma_{n-1}/\sqrt{n}} = T_c = 2.512$$

G. CONCLUSIÓN DE HIPÓTESIS

Notándose que $T_c = 2.512$ es mayor que $T_t = 0.281$ se RECHAZA H_0 y se acepta H_a , lo que indica que, las combinaciones establecidas logran mayores valores de CBR que el grupo de control 68.8%.

4.2.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECIFICA 02

A. PRUEBA DE HIPOTESIS

Para la contrastación de la hipótesis específica 02, se realiza un estadístico de relación proporcional, mismo que se comprueba en seguida.

B. PRUEBA DE HIPOTESIS

Con la finalidad de contrastar la validez de la durabilidad de 0.0%, se tiene:

Tabla 16

Prueba de hipótesis específica 02

| DATOS OBTENIDOS | | |
|-----------------|-----------------------------------|----------|
| Nº | CALICATAS | H-S % |
| 1 | PATRON | 0.00 |
| 2 | C + 0.5 Lt/m ³ de POL. | 1.10 |
| 3 | C + 0.7 Lt/m ³ de POL. | 4.80 |
| 4 | C + 0.9 Lt/m ³ de POL. | 6.90 |
| | Cantidad | 4 |

Nota. Datos H-S

C. RESULTADOS OBTENIDOS

Tabla 17

Resultados estadísticos hipótesis específica 02

| ESTADISTICA | RESULTADOS | |
|----------------|------------|---|
| Valor Maximo | 6.90 | % |
| Valor Minimo | 0.00 | % |
| Valor Promedio | 3.20 | % |
| Desv. Estándar | 3.21 | |

Nota. Datos estadísticos



D. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

La prueba estadística es comprobar si la durabilidad del grupo de control 0.0% se ve mejorada con las combinaciones establecidas, para tal comprobación se emplea la prueba de t-Student.

E. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

-**Ho**: $u \leq 0.00\%$ el promedio de los valores alcanzados por las pruebas de DURABILIDAD **NO** son superiores a 0.00%.

-**Ha**: $u > 0.00\%$ el promedio de los valores alcanzados por las pruebas de DURABILIDAD **SI** son superiores a 0.00%

- Sabiendo que "n" = 4 el estadístico de comprobación es:

$$Tc = \frac{x - u}{\sigma_{n-1} / \sqrt{n}}$$

En el que los grados de libertad está delimitado por 3 y considerando un error de confianza de 5%.

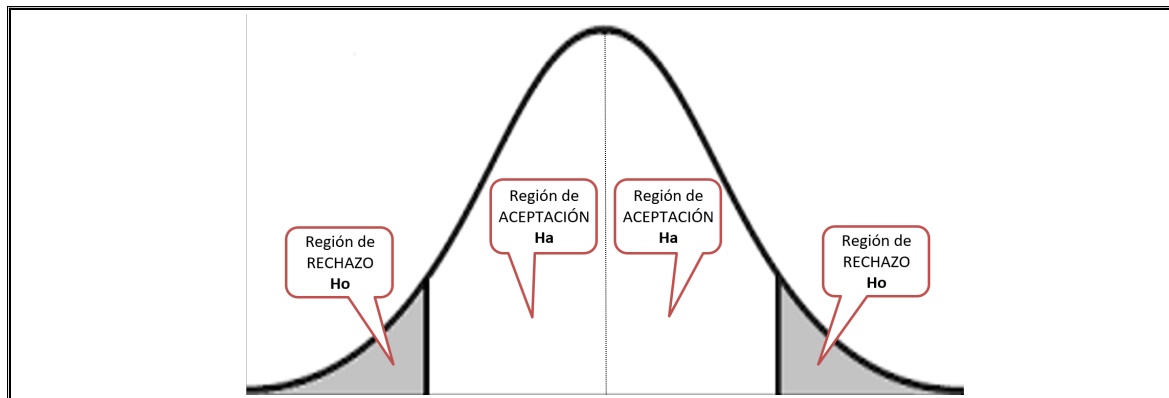
- Límite crítico o de rechazo: $T1 = T (n-1);0.05 = T3;0.05 = +/- 0.223$

Áreas sombreadas = se RECHAZA

Áreas no sombreadas = se ACEPTA

Figura 11

Gráfico de prueba de hipótesis específica 02

**Nota.** Grafico

F. Resultando lo siguiente:

| | | | |
|----------------------|---|---|-------|
| Promedio: | X | = | 3.2% |
| Desviación estándar: | s | = | 3.209 |
| Muestra: | n | = | 4 |

Al reemplazar, se tiene:

$$Tc = \frac{x - u}{\sigma_{n-1} / \sqrt{n}} = Tc = 1.994$$

G. CONCLUSIÓN DE HIPÓTESIS

Notándose que $Tc = 1.994$ es mayor que $Tt = 0.223$ se RECHAZA H_0 y se acepta H_a , lo que indica que, las combinaciones establecidas logran mayores valores de durabilidad que el grupo de control 0.0%.

4.2.4 PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECIFICA 03

ESFUERZO A COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

A. PRUEBA DE HIPOTESIS

Para la contrastación de la hipótesis específica 03, se realiza un estadístico de relación proporcional, mismo que se comprueba en seguida.

B. PRUEBA DE HIPOTESIS

Con la finalidad de contrastar la validez del esfuerzo a la compresión de 1.80 MPa, se tiene:

Tabla 18

Prueba de hipótesis específica 03

| DATOS OBTENIDOS | | |
|-----------------|-----------------------------------|-------------|
| Nº | CALICATAS | ESF. Mpa |
| 1 | C + 0.0 Lt/m ³ de POL. | 1.810 |
| 2 | C + 0.5 Lt/m ³ de POL. | 2.120 |
| 3 | C + 0.7 Lt/m ³ de POL. | 2.370 |
| 4 | C + 0.9 Lt/m ³ de POL. | 2.620 |
| Cantidad | | 4 |

Nota. Datos de Esfuerzo

C. RESULTADOS OBTENIDOS

Tabla 19

Resultados estadísticos hipótesis específica 03

| ESTADISTICA | RESULTADOS | |
|----------------|------------|-----|
| Valor Maximo | 2.620 | Mpa |
| Valor Minimo | 1.810 | Mpa |
| Valor Promedio | 2.230 | Mpa |
| Desv. Estándar | 0.347 | |

Nota. Datos estadísticos



D. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

La prueba estadística es comprobar si el esfuerzo a compresión del grupo de control 1.80 MPa se ve mejorada con las combinaciones establecidas, para tal comprobación se emplea la prueba de t-Student.

E. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

-**Ho**: $u \leq 1.80$ MPa el promedio de los valores alcanzados por las pruebas de esfuerzo a compresión **NO** son superiores a 1.80 Mpa.

-**Ha**: $u > 1.80$ Mpa el promedio de los valores alcanzados por las pruebas de esfuerzo a compresión **SI** son superiores a 1.80 Mpa

- Sabiendo que "n" = 4 el estadístico de comprobación es:

$$Tc = \frac{x - u}{\sigma_{n-1} / \sqrt{n}}$$

En el que los grados de libertad está delimitado por 3 y considerando un error de confianza de 5%.

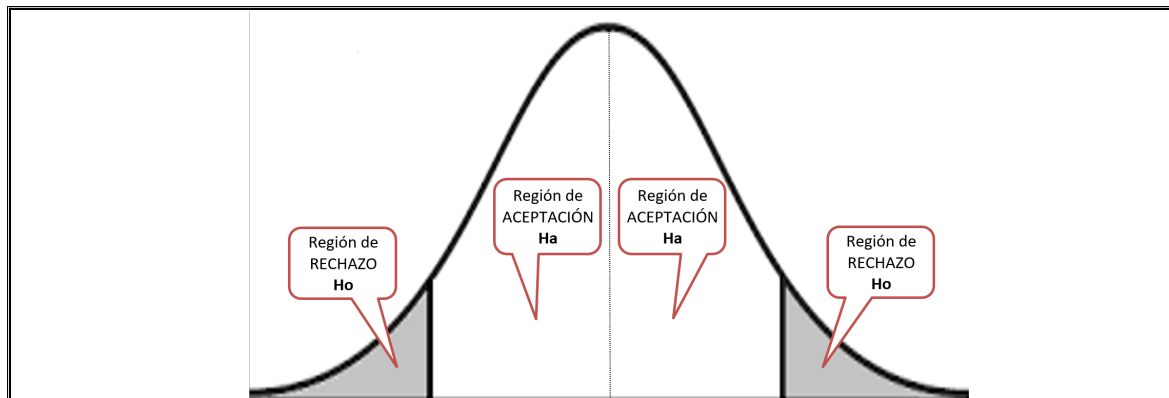
- Límite crítico o de rechazo: $T1 = T_{(n-1);0.05} = T_{3;0.05} = +/- 0.277$

Áreas sombreadas = se RECHAZA

Áreas no sombreadas = se ACEPTA

Figura 12

Gráfico de prueba de hipótesis específica 03

**Nota.** Grafico

F. Resultando lo siguiente:

Promedio: $X = 2.230$ MpaDesviación estándar: $s = 0.347$ Muestra: $n = 4$

Al reemplazar, se tiene:

$$Tc = \frac{x - u}{\sigma_{n-1}/\sqrt{n}} = Tc = 2.482$$

G. CONCLUSIÓN DE HIPÓTESIS

Notándose que $Tc = 2.482$ es mayor que $Tt = 0.277$ se RECHAZA H_0 y se acepta H_a , lo que indica que, las combinaciones establecidas logran mayores valores de esfuerzo a compresión que el grupo de control 1.80 MPa.



4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Según (Rezabala y Ortiz, 2023, pág. 1642) “El procedimiento de estabilización se llevó a cabo en el terreno obtenido del sector Bachillerato, a través de Tosagua, donde se notó una mejora modesta al añadir el 1% de ambos aditivos cementantes. El incremento del 3% en la resistencia del suelo inicial superó las 5 veces, categorizando la subrasante como regular, lo que representa el porcentaje más apropiado para una estabilidad con elementos cementantes.”.

- Lo concluido a diferencia con la presente tesis se trabajó con un material granular de préstamo llamado afirmado, en lo suscrito nos indique que se realizó a nivel de subrasante con material existente. Tomando en consideración los resultados del autor en la adición de cemento y cal estos materiales ayudan en las propiedades físico-mecánicas de los materiales, coincidiendo en lo favorable que es el cemento para la estabilización de los suelos.

(Villalba y Venegas, 2022, pág. 12) mencionan que: “Para el uso del estabilizado con cemento, se llevaron a cabo pruebas de esfuerzos a compresiones simples – según normativa MTC E 1103, pues ésta asegura resistencias mínimas de 18.35 kg/cm² tras la primera semana de saturación. De igual forma, las combinaciones con aditivos químicos Megasoil, se llevaron a cabo pruebas de CBR (según normativa MTC E132), asegurando un CBR de 100% para 1" y expansiones inferiores al 5%”.

- El autor anterior nos describe que con la adición de cemento y megasoil el resultado de CBR superan los valores del 100% a una penetración de 0.1" de 100%. Efectivamente en la actual tesis que a partir de la adición de cemento + polímeros en 0.70Lt/m³ superan el valor de 100% de CBR, cumpliendo con la normativa del MTC soluciones básicas requerido 100% mínimo.

Según (Reyes, 2019, pág. 16) “Además, con el objetivo de medir la durabilidad, se llevó a cabo el ensayo de Humedecimiento y Secado de mezclas compactadas de suelo



cemento, conforme a la norma ASTM D 559. Para finalizar, se sostiene que la proporción racional más factible es el 3% de cemento por cada peso de la muestra de suelo, dado que se logró una resistencia de 33.1 kg/cm²; y, en términos de durabilidad, la pérdida de cemento fue del 5.8%, cumpliendo de esta manera con los parámetros establecidos en la normativa CE.020 que trata de estabilizaciones de taludes y suelos”.

- En el texto anterior nos hace mención sobre las dosis de cemento a partir de 3% superando la resistencia de 1.8MPa que es la resistencia mínima de muestras de suelo cemento. La dosis de cemento es de acuerdo al tipo de suelo, si los suelos son granulares o con presencia de grava la dosis de cemento será menor como es el caso de la presente tesis. Se estabiliza el suelo con poca presencia de cemento como es el caso de 2% y para reforzar la durabilidad y resistencia al desgaste de la mezcla.



CONCLUSIONES

PRIMERA. Los polímeros si influyen en la base estabilizada de suelo cemento de manera positiva, es decir, el IP resultante de la muestra patrón de suelo cemento es 7.0%; al adicionar 0.5 Lt/m³ de polímeros disminuye a 6.1%; al adicionar 0.7 Lt/m³ de polímeros disminuye a 5.6% y al adicionar 0.9 Lt/m³ de polímeros disminuye a 5.0%. Con respecto al grado de compactación el grupo de control alcanza 2.095 gr/cm³; al adicionar 0.5 Lt/m³ de polímeros se densifica a un valor de 2.119; al adicionar 0.7 Lt/m³ de polímeros se densifica a un valor de 2.133 y al adicionar 0.9 Lt/m³ de polímeros se densifica a un valor de 2.155; considerándose que, si mejora las características, en reducción de plasticidad y se densifica aún más con las dosis en mezclas de suelo cemento con el uso de polímeros.

SEGUNDA. Los valores de porcentajes de CBR si mejoran considerablemente a partir de bases estabilizadas de suelo cemento con un CBR de 68.8% de capacidades de soporte al 100% a una penetración de 0.1"; al adicionar 0.5 Lt/m³ de polímeros el valor de CBR aumenta a 85.9%; al adicionar 0.7 Lt/m³ de polímeros el valor de CBR aumenta a 95.4% y al adicionar 0.9 Lt/m³ de polímeros el valor de CBR aumenta a 107.9%; en tal sentido, estos valores demuestran que con la adición de los polímeros aumentan sus valores de CBR.

TERCERA. La durabilidad en relación al humedecimiento - secado de la base estabilizada con cemento mejora con la adición de polímeros, reduciendo su porcentaje de desgaste en los diferentes valores, a partir del grupo de control de suelo cemento con un valor de 15.1% de porcentaje de desgaste; al adicionar 0.5 Lt/m³ de polímeros reduce a 14.0% de porcentaje de desgaste; al adicionar 0.7 Lt/m³ de polímeros reduce a 10.3% de porcentaje de desgaste; al adicionar 0.9 Lt/m³ de polímeros reduce a 8.2% de porcentaje de desgaste; demostrando la reducción de porcentaje de desgaste y una mayor durabilidad de muestras de suelo cemento con la adición de polímeros.



CUARTA. El esfuerzo a compresión aumento gracias a la adición de polímeros en una base estabilizada, el valor de la muestra suelo cemento patrón es de 1.81 MPa de esfuerzo a compresión; al adicionar 0.5 Lt/m³ de polímeros aumento su valor a 2.12 MPa de esfuerzo a compresión; al adicionar 0.7 Lt/m³ de polímeros aumento su valor a 2.37 MPa de esfuerzo a compresión y al adicionar 0.9 Lt/m³ de polímeros aumento su valor a 2.62 MPa de esfuerzo a compresión; lo que indica que con la adición de polímeros reforzamos el valor de esfuerzo a compresión simple en las muestras de suelo cemento.



RECOMENDACIONES

PRIMERA. Se recomienda en estudios próximos realizar el análisis de suelo cemento con adiciones de productos químicos como los aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, entre otros como recomienda la norma. De esta manera incentivar el uso de nuevas tecnologías en la industria de la construcción en vías a nivel regional y nacional.

SEGUNDA. Se recomienda realizar en próximos estudios de tesis el análisis insitu de una base estabilizada con polímeros con el uso de ensayos como PDC (Penetrómetro Dinámico de Cono) y CBR insitu (California Bearing Ratio INSITU).

TERCERA. Se recomienda con respecto a la durabilidad de las muestras de suelo cemento, (humedecimiento y secado) considerar un análisis químico de las aguas que vayan a intervenir insitu, es decir considerar un análisis de aguas de lluvias y aguas superficiales que estén en contacto con la base estabilizada de suelo cemento reforzada con polímeros.

CUARTA. Se recomienda realizar la adición de en muestras suelo – cemento con adición en otras dosis los polímeros NLF para carreteras no pavimentadas. Es aconsejable evaluar estas tecnologías de estabilización suelo-cemento incorporando polímeros para carreteras pavimentadas, específicamente pavimentos reciclados con bases estabilizadas. Esto refuerza la tensión de compresión dentro de las capas de las construcciones de pavimento.



REFERENCIAS

- ASTM C136 (2014). Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. Recuperado de ASTM International: <http://www.astm.org/Standards/C136.htm>.
- ASTM C702 (2018). Standard Practice Sampling Aggregates. Recuperado de ASTM International: <http://www.astm.org/Standards/C702.htm>. ASTM C136 (2014). Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. Recuperado de ASTM International: <http://www.astm.org/Standards/C136.htm>.
- ASTM C1252 (2017). Standard Test Methods for Uncompacted Void Content of Fine Aggregate (as Influenced by Particles Shape, Surface Texture, and Grading). Recuperado de ASTM International: <http://www.astm.org/Standards/C1252.htm>.
- ASTM D75 (2014). Standard Practice for Sampling Aggregates. Recuperado de ASTM International: <http://www.astm.org/Standards/D75.htm>.
- ASTM D979 (2015). Standard Practice for Sampling Bituminous Paving Mixtures. Recuperado de ASTM International: <http://www.astm.org/Standards/D979.htm>.
- ASTM D5821-13 (2017). Standard Test Method for Determining the Percentage of Fractured Particles in Coarse Aggregate. Recuperado de ASTM International: <http://www.astm.org/Standards/D5821-13.htm>.
- Alarcón, J., & Jiménez, M. (2020). Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitosa. TUNJA, COLOMBIA.
- ALVAREZ, C. A. (2011). METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA.
- ASTO, K. L. (2023). CARACTERIZACIÓN DE LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL SUELO - CEMENTO PARA EL TRAMO DEL KM 4.89 AL KM 8.89 DE LA CARRETERA MAZAMARI - LLAYLLA, DEL DISTRITO DE MAZAMARI - PROVINCIA SATIPO - DEPARTAMENTO JUNÍN. JUNIN, PERU.



- Borda Ingaluque, D. R. (2022). Estabilización de subrasantes modificados con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto-Coata, Puno 2021. PUNO, PERU.
- CHAMBI, J. C. (2021). ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA SANTA ROSA, PUNO, 2021. PUNO, PERU.
- Condori Supo, F. (2023). Estabilización del suelo arcilloso de subrasante de la Av. asunción adicionando residuos de mezclas asfálticas, San Miguel, Puno, 2023. PUNO, PERU.
- EG, M. (2013). ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN CAPITULO IV SECCIÓN 439. PERU.
- García-Toro, J. R. (2019). Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín. COLOMBIA.
- LEONES, D. M., & HERNANDEZ, E. O. (2023). PROPUESTA DE ESTABILIZACION CON CAL Y CEMENTO PARA SUBRSANTE CON PRESENCIA DE SUELOS ARCILLOSOS UBICADA EN LA VIA TOSAHUA-CHONE SECTOR BACHILLERO. ECUADOR.
- MERCADO, D. S. (2017). ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON ADICIÓN DE CEMENTO Y ADITIVO TERRASIL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA BASE DEL KM 11+000 AL KM 9+000 DE LA CARRETERA PUNO – TIQUILLACA – MAÑAZO. PUNO, PERU.
- MONTES, C. E. (2014). Metodología de la Investigación.
- MTC-DG. (2018). MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMETRICO DG-2018. LIMA, PERU.
- MTC-EG. (2013). ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN EG-2013. PERU.
- MTC-EM. (2016). MTC MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES EM-2016. PERU.
- MTCManualdeCarreteras. (2014). MANUAL DE CARRETERAS SUELOS GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS. LIMA, PERU.
- MTCSolucionesBasicas. (2015). DOCUMENTO TÉCNICO SOLUCIONES BASICAS, EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS. LIMA, PERU.
- NLF, P. (2024). Manual nano liquid formulation sns nano estabilisation. PERU.
- REYES, W. G. (2021). ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE ADITIVOS QUÍMICOS Y RELLENOS EN LA EFECTIVIDAD DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ORGÁNICOS CON CEMENTO. LIMA, PERU.
- REZZA, F. R., & OCHOA, C. E. (2019). ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO PORTLAND Y EMULSIÓN ASFÁLTICA EN BASES GRANULARES. LIMA, PERU.
- SABINO, C. (2012). El proceso de investigación. Caracas: Panamericana.



- Tique Condori, A. W. (2022). Estabilización de suelos incorporando cal y aceites reciclados de vehículos motorizados en el tramo Collacachi – Inchupalla, Puno 2022. PUNO, PERU.
- TORRES, A. S., & MARTÍNEZ, H. Y. (2022). ESTABILIZACIÓN DE SUELOS SUCIOS UTILIZANDO CEMENTO Y ESCORIA PARA EL MEJORAMIENTO DE VÍAS. BOGOTA, COLOMBIA.
- TORRES, L. A. (ENERO de 2024). EFECTOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS BLANDOS MODIFICADOS CON ADICIÓN DE CEMENTO Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN VÍAS Terciarias. BOGOTA, COLOMBIA.
- VALENZUELA, A. P. (2022). Análisis comparativo de la estabilización de suelos arcillosos adicionando cloruro de sodio y cloruro de magnesio, Huancayo 2022. HUANCAYO, PERU.
- VELASQUEZ, A. V., & VERGARA, M. D. (2022). EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE ENTRE UN SUELO ESTABILIZADO CON CEMENTO Y SUELO CON POLÍMERO 2022. CUSCO, PERU.



ANEXOS

- A. **MATRIZ DE CONSISTENCIA**
- B. **CERTIFICADOS DE LABORATORIO (ENSAYOS)**
- C. **CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS DE LABORATORIO**
- D. **PANEL FOTOGRÁFICO**
- E. **FICHA TECNICA DE LOS POLIMEROS**



ANEXO A

MATRIZ DE CONSISTENCIA



TEMA: INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

PROPIO: EDWIN YOEL CHOQUE GUZMAN

| PROBLEMAS | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | CRITERIOS DE VALORACIÓN | INSTRUMENTOS | DISEÑO |
|---|---|---|--|---|--|--|--|--|
| <p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cómo influye los polímeros en una base estabilizada de suelo cemento tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024?</p> | <p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Hallar la influencia de los polímeros en una base estabilizada de suelo cemento tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024</p> | <p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>la influencia de los polímeros en una base estabilizada de suelo cemento MEJORA sus propiedades en el tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024.</p> | <p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>INFLUENCIA DE LOS POLÍMEROS.</p> | <p>-Índice de plasticidad</p> <p>- Máxima densidad seca</p> <p>- Optimo contenido de humedad</p> | <p>-Límites de consistencia</p> <p>-Proctor modificado</p> | <p>-Alto</p> <p>-Medio</p> <p>-Bajo</p> | <p>-Laboratorio de mecánica de suelos</p> <p>-Notas de campo</p> <p>-Cámara fotográfica</p> <p>-Cuaderno de apuntes</p> | <p>DISEÑO</p> <p>Experimental</p> <p>ENFOQUE</p> <p>Cuantitativo</p> <p>NIVEL</p> <p>Explicativo</p> <p>TIPO</p> <p>Aplicada</p> |
| <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>¿Cuánto influye en el CBR los polímeros en una base estabilizada de suelo cemento tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024?</p> <p>¿Cuánto influye en la durabilidad los polímeros en una base estabilizada de suelo cemento tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024?</p> <p>¿Cuánto influye en el esfuerzo a compresión los polímeros en una base estabilizada de suelo cemento tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024?</p> | <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>Determinar cuánto influye en el CBR los polímeros en una base estabilizada de suelo cemento tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024.</p> <p>Hallar cuánto influye en la durabilidad los polímeros en una base estabilizada de suelo cemento tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024.</p> <p>Determinar cuánto influye en el esfuerzo a compresión los polímeros en una base estabilizada de suelo cemento tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024.</p> | <p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</p> <p>El CBR de una base estabilizada de suelo cemento con la adición de polímeros del tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024 MEJORARAN CONSIDERABLEMENTE.</p> <p>MEJORARÁ la durabilidad de una base estabilizada de suelo cemento con la adición de polímeros del tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024.</p> <p>AUMENTARÁ el esfuerzo a compresión de una base estabilizada de suelo cemento con la adición de polímeros del tramo Juliaca Canchi Grande, en la ciudad de Juliaca 2024.</p> | <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024</p> | <p>-Sumersión de muestras en agua</p> <p>-Esfuerzo a compresión de suelos granulares</p> <p>-Parámetros de los suelos según normativa.</p> <p>-Control de calidad</p> <p>-Estándares de calidad</p> | <p>- Resistencia a compresión simple</p> <p>-Granulometría</p> <p>-Límites de consistencia</p> <p>-Contenido de humedad de muestras</p> <p>-Proctor modificado</p> <p>-CBR de laboratorio</p> <p>-Durabilidad de muestras de suelo – cemento</p> | <p>-Bueno</p> <p>-Regular</p> <p>-Malo</p> | <p>-Prensa a compresión de testigos</p> <p>-Exploración</p> <p>-Toma de muestras</p> <p>-Verificación</p> <p>-Laboratorio de suelos</p> <p>-Datos de campo</p> <p>-Autobiografías</p> <p>-Nota de campo</p> <p>-Análisis de documento</p> <p>-Cuadernos</p> <p>-Cámara fotográfica</p> | <p>POBLACIÓN</p> <p>Ciudad de Juliaca</p> <p>MUESTRA</p> <p>TRAMO Emp pe-34h Pte. Ccacachi - Lori Punco</p> |



ANEXO B

**CERTIFICADOS DE
LABORATORIO (ENSAYOS)**



| | | | | |
|--|--|--|---------|-------------------|
| | LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS | | CODIGO: | RUC - 20806762357 |
| | "INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.G. | | PÁGINA: | |

INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

ING. CHOCQUE GUZMAN EDWIN YOEL

RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICAS

| FECHA | MUESTRA | DESCRIPCIÓN | PROG. | PROF (m) | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - % PASA TAMIZ | | | CONTENIDO DE HUMEDAD | | | LÍMITES | | | CLASIFICACIÓN | | | PROCTOR | | CBR | |
|----------|--------------------|-----------------|-------|-----------------|--|-------|--------|----------------------|----------------|----------------|---------|----|-----------|---------------|--------|-------|---------|-----|------|--|
| | | | | | 3" | No 4 | No 200 | W _p | W _L | W _U | LL | LP | IP | SUSC | AASHTO | M.D.S | O.C.H | 95% | 100% | |
| 14-08-24 | Km 03+000 | AFIRMADO | | 0.00m. - 0.30m. | 100.0 | 51.4 | 19.1 | 5.92 | 28.4 | 20.0 | 8.4 | SC | A-2-4 (0) | 2.058 | 8.6% | 27.4% | 42.8% | | | |
| 21-08-24 | Km 03+000 | TERRENO NATURAL | | 0.30m. - 1.50m. | 100.0 | 86.2 | 44.6 | 10.01 | 29.9 | 19.5 | 10.5 | SC | A-4 (2) | 1.938 | 10.6% | 13.7% | 21.5% | | | |
| 14-08-24 | Km 04+000 | AFIRMADO | | 0.00m. - 0.40m. | 100.0 | 50.6 | 18.8 | 5.23 | 28.0 | 20.0 | 8.0 | SC | A-2-4 (0) | 2.069 | 8.2% | 27.4% | 45.9% | | | |
| 21-08-24 | Km 04+000 | TERRENO NATURAL | | 0.40m. - 1.50m. | 100.0 | 82.5 | 45.0 | 9.31 | 29.6 | 19.2 | 10.4 | SC | A-4 (2) | 1.971 | 10.4% | 15.5% | 24.4% | | | |
| 14-08-24 | Km 05+000 | AFIRMADO | | 0.00m. - 0.40m. | 100.0 | 53.6 | 20.3 | 4.82 | 28.0 | 20.1 | 7.9 | SC | A-2-4 (0) | 2.052 | 8.5% | 24.8% | 41.2% | | | |
| 21-08-24 | Km 05+000 | TERRENO NATURAL | | 0.40m. - 1.50m. | 100.0 | 82.5 | 46.1 | 9.22 | 29.3 | 19.2 | 10.1 | SC | A-4 (2) | 1.960 | 10.6% | 12.5% | 19.9% | | | |
| | | | | | | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | | | 6 | 6 | 6 | 6 | | | |
| | Xp | | | | 100.0 | 67.8 | 32.3 | 7.4 | 28.9 | 19.7 | 9.2 | | | 2.008 | 9.5% | 20.2% | 32.6% | | | |
| | IMIN | | | | 100.0 | 50.6 | 18.8 | 4.8 | 28.0 | 19.2 | 7.9 | | | 1.938 | 8.2% | 12.5% | 19.9% | | | |
| | MAX | | | | 100.0 | 86.2 | 46.1 | 10.0 | 29.9 | 20.1 | 10.5 | | | 2.069 | 10.6% | 27.4% | 45.9% | | | |
| | DESV. ESTANDAR | | | | 0.0 | 17.5 | 14.2 | 2.3 | 0.9 | 0.4 | 1.2 | | | 0.1 | 1.1% | 7.1% | 11.9% | | | |
| | VARIANZA | | | | 0.0 | 307.0 | 200.3 | 5.5 | 0.7 | 0.2 | 1.5 | | | 0.0 | 0.0% | 0.5% | 1.4% | | | |
| | COEF. DE VARIACION | | | | 0.0 | 25.8 | 43.8 | 31.5 | 3.0 | 2.1 | 13.4 | | | 2.9 | 12.1 | 34.8 | 36.5 | | | |

Kayrine C. Mena Flores
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 225280

de ensayos de laboratorio



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO:

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.G.

PÁGINA:


INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICAS

| FECHA | MUESTRA | | LIMITES | | | CLASIFICACIÓN | | PROCTOR | | CBR | | ESFUERZO Mpa | H - S % |
|----------|---------|---------------------------------|---------|------|-----|---------------|-----------|---------|-------|-------|--------|-----------------|------------|
| | MUESTRA | DESCRIPCIÓN | LL | LP | IP | SUSC | AASHTO | M.D.S | O.C.H | 95% | 100% | | |
| 09-09-24 | M - 01 | CEMENTO + 0.0 Lúm3 de POLIMEROS | 27.6 | 20.6 | 7.0 | SC | A-2-4 (0) | 2.095 | 8.7% | 40.9% | 68.8% | 1.81 | 15.1% |
| 16-09-24 | M - 02 | CEMENTO + 0.5 Lúm3 de POLIMEROS | 27.2 | 21.1 | 6.1 | SC | A-2-4 (0) | 2.119 | 8.4% | 48.3% | 85.9% | 2.12 | 14.0% |
| 23-09-24 | M - 03 | CEMENTO + 0.7 Lúm3 de POLIMEROS | 27.0 | 21.4 | 5.6 | SC | A-2-4 (0) | 2.133 | 8.2% | 51.0% | 95.4% | 2.37 | 10.3% |
| 30-09-24 | M - 04 | CEMENTO + 0.9 Lúm3 de POLIMEROS | 26.9 | 21.9 | 5.0 | SC | A-2-4 (0) | 2.155 | 7.9% | 60.3% | 107.9% | 2.62 | 8.2% |

CEMENTO



Katherine C. Mamaní Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280





TESIS UANCV



**VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN**

"INGENIERIA Y GEOTECNIA" OFICINA DE INVESTIGACIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

CALICATAS DE EXPLORACIÓN



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 14/08/2024

CALICATA : C - 01

PROF. : 0.00m. - 0.30m.

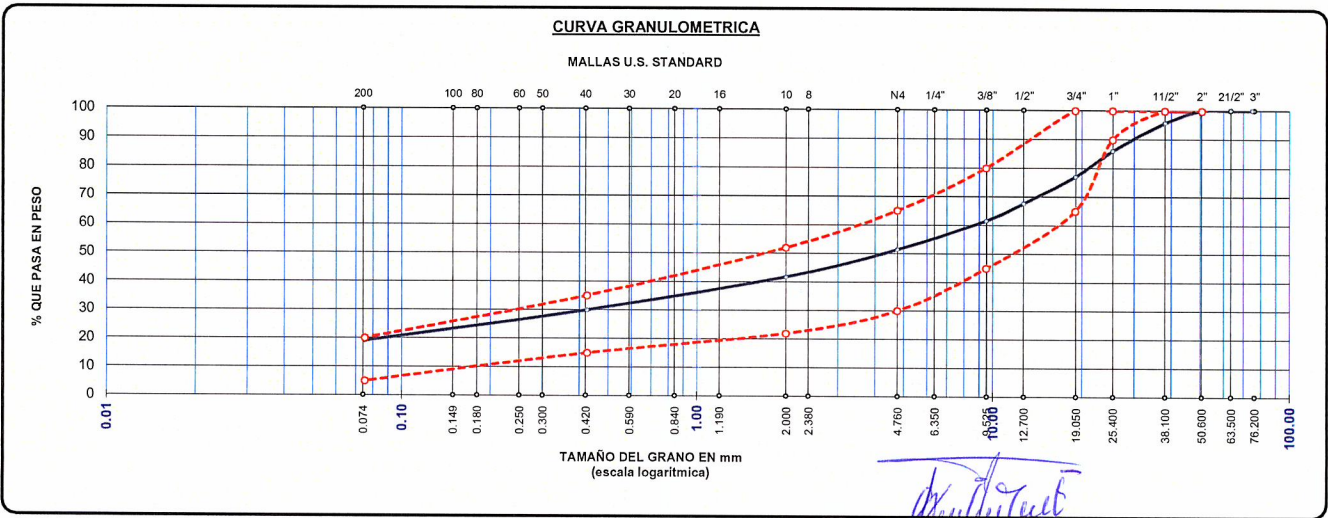
MUESTRA : M - 01

| | | | |
|---------------|---|---------|-------|
| TAMAÑO MÁXIMO | : | 2 | Pulg. |
| PESO INICIAL | : | 10000.0 | gr. |
| FRACCIÓN | : | 500.0 | gr. |

| TAMIZ ASTM | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO | % RET. PARCIAL | % RET. ACUMULADO | % QUE PASA | MTC | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|------------|---------------|---------------|----------------|------------------|------------|---------|--|
| 3" | 75.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 5.92 LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 28.39 LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 19.96 ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 8.43 CLASIFICACIÓN (SUCS) : SC CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-2-4 (0) |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 100 | |
| 2" | 50.800 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 100 | |
| 1 1/2" | 38.100 | 432.00 | 4.32 | 4.32 | 95.68 | 90 100 | |
| 1" | 25.400 | 969.00 | 9.69 | 14.01 | 85.99 | 65 100 | |
| 3/4" | 19.000 | 911.00 | 9.11 | 23.12 | 76.88 | 45 80 | |
| 1/2" | 12.700 | 936.00 | 9.36 | 32.48 | 67.52 | 30 65 | |
| 3/8" | 9.500 | 602.00 | 6.02 | 38.50 | 61.50 | 22 52 | |
| 1/4" | 6.350 | | | | | 15 35 | |
| No4 | 4.760 | 1010.00 | 10.10 | 48.60 | 51.40 | 5 20 | |
| No8 | 2.380 | | | | | | |
| No10 | 2.000 | 968.58 | 9.69 | 58.29 | 41.71 | | |
| No16 | 1.190 | | | | | | |
| No20 | 0.840 | | | | | | |
| No30 | 0.590 | | | | | | |
| No40 | 0.425 | 1181.79 | 11.82 | 70.10 | 29.90 | | |
| No 50 | 0.300 | | | | | | |
| No60 | 0.260 | | | | | | |
| No80 | 0.180 | | | | | | |
| No100 | 0.149 | | | | | | |
| No200 | 0.075 | 1081.46 | 10.81 | 80.92 | 19.08 | | |
| BASE | | 1908.17 | 19.08 | 100.00 | 0.00 | | |
| TOTAL | | 10000.00 | 100.00 | | | | |
| % PERDIDA | | 19.08 | 0.19 | | | | |

■ % GRAVA 48.60
■ % ARENA 32.32
■ % FINOS 19.08

| | | | | | |
|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| % GRAVA | 48.60 | % ARENA | 32.32 | % FINOS | 19.08 |
| D 10 = | --- | D 30 = | 0.439 | D 60 = | 8.796 |
| Cu = | --- | Cc = | --- | | |



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



| | | |
|--|------------|-------------------|
| LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS | CODIGO : | RUC - 20606762357 |
| | VERSIÓN : | |
| "INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C. | PAGINA : 2 | |

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 14/08/2024

CALICATA : C - 01

PROF. : 0.00m. - 0.30m.

MUESTRA : M - 01

| DESCRIPCIÓN | UNID. |
|------------------------------------|-------------|
| Nro. DEL RECIPIENTE | |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO | A gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO | B gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE | C gr. |
| PESO DEL AGUA | D=A-B gr. |
| PESO DEL SUELO SECO | E=B-C gr. |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (D/E)*100 % |
| PROMEDIO | % |

| HUMEDAD NATURAL | | |
|-----------------|--------|--------|
| 38 | 39 | 40 |
| 476.60 | 502.10 | 430.00 |
| 453.39 | 476.53 | 408.13 |
| 46.81 | 48.61 | 48.58 |
| 23.21 | 25.57 | 21.87 |
| 406.58 | 427.92 | 359.55 |
| 5.71 | 5.98 | 6.08 |
| 5.92 | | |

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

CODIGO :

VERSION :

RUC -
20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA : 3

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 14/08/2024

CALICATA : C - 01

PROF. : 0.00m. - 0.30m.

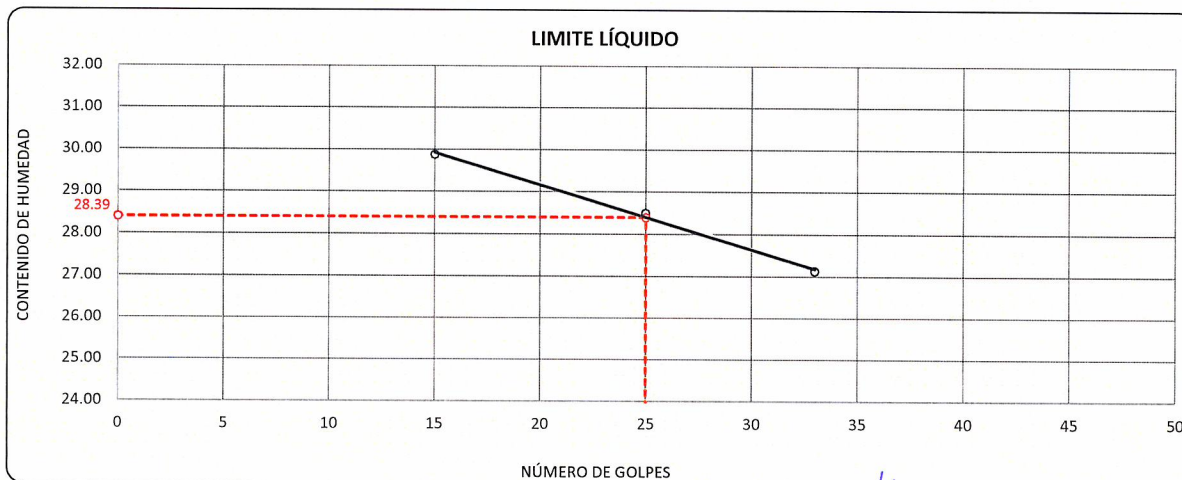
MUESTRA : M - 01

| DESCRIPCIÓN | UNID. | |
|------------------------------------|-----------|-----|
| Nro. DEL RECIPIENTE | | |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO | A | gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO | B | gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE | C | gr. |
| PESO DEL AGUA | D=A-B | gr. |
| PESO DEL SUELO SECO | E=B-C | gr. |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (D/E)*100 | % |
| Nro.DE GOLPES | | |
| PROMEDIO | | % |

| LIMITE LÍQUIDO | | |
|----------------|-------|-------|
| 8 | 9 | 10 |
| 68.77 | 66.66 | 67.56 |
| 64.28 | 62.68 | 63.59 |
| 49.25 | 48.71 | 48.95 |
| 4.49 | 3.98 | 3.97 |
| 15.03 | 13.97 | 14.64 |
| 29.87 | 28.49 | 27.12 |
| 15 | 25 | 33 |
| --- | | |

| LIMITE PLÁSTICO | |
|-----------------|-------|
| 5 | 6 |
| 31.78 | 27.33 |
| 30.75 | 26.46 |
| 25.58 | 22.11 |
| 1.03 | 0.87 |
| 5.17 | 4.35 |
| 19.92 | 20.00 |
| --- | --- |
| 19.96 | |

| RESULTADOS / PARAMETROS | LL | LP | IP | % W |
|---------------------------|------|------|-----|------|
| OBTENIDOS | 28.4 | 20.0 | 8.4 | 5.92 |
| ESPECIFICACIONES TECNICAS | | | | |



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

PAGINA : 4

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 14/08/2024

CALICATA : C - 01

PROF. : 0.00m. - 0.30m.

MUESTRA : M - 01

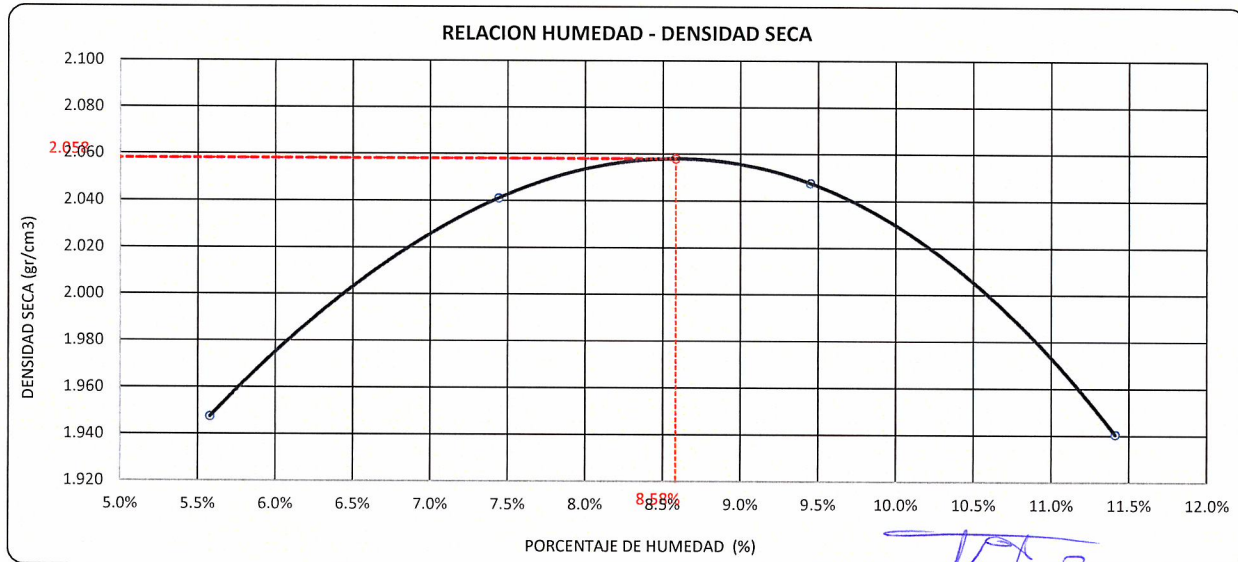
| | | | | | | | | |
|--------------------|----|---|----|-------------------|------|-----------------|------------------|----|
| DIÁMETRO DEL MOLDE | 4" | | 6" | VOLUMEN DEL MOLDE | 2134 | cm ³ | NÚMERO DE CAPAS | 5 |
| MÉTODO | A | B | C | PESO DEL MOLDE | 6042 | | NÚMERO DE GOLPES | 56 |

| | | | | | |
|----------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE | gr. | 10430 | 10722 | 10825 | 10656 |
| P. DEL MOLDE | gr. | 6042 | 6042 | 6042 | 6042 |
| P. SUELO HUMEDO | gr/cm ³ . | 4388 | 4680 | 4783 | 4614 |
| DENSIDAD DE SUELO HUMEDO | gr/cm ³ . | 2.056 | 2.193 | 2.241 | 2.162 |

| | | | | | |
|-----------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|
| | No | 10 | 11 | 12 | 13 |
| PESO SUELO HUMEDO + P. TARA | gr. | 571.58 | 481.99 | 539.51 | 520.18 |
| PESO SUELO SECO + P. TARA | gr. | 545.41 | 453.75 | 499.68 | 475.06 |
| PESO DE TARA | gr. | 76.40 | 74.20 | 76.20 | 79.65 |
| PESO DEL AGUA | gr. | 26.17 | 28.24 | 39.83 | 45.12 |
| PESO DE SUELO SECO | gr. | 469.01 | 379.55 | 421.48 | 395.41 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD | % | 5.58% | 7.44% | 9.45% | 11.41% |
| PROMEDIO DE HUMEDAD | % | 5.58% | 7.44% | 9.45% | 11.41% |
| DENSIDAD DE SUELO SECO | % | 1.947 | 2.041 | 2.048 | 1.940 |

RESULTADOS

| | | | | |
|----------------------|-------|--------------------|-----------------------------|-------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA | 2.058 | gr/cm ³ | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 8.58% |
|----------------------|-------|--------------------|-----------------------------|-------|



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katerine C. Maman Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA : 5

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 14/08/2024

CALICATA : C - 01

PROF. : 0.00m. - 0.30m.

MUESTRA : M - 01

| MOLDE N° | UNID. | 1 | | 2 | | 3 | |
|---------------------------|---------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| | | 5 | | 5 | | 5 | |
| CAPAS | | 55 | | 26 | | 12 | |
| CONDICIÓN DE MUESTRA | | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO | gr. | 12981 | 13013 | 12885 | 12944 | 12640 | 12726 |
| PESO DEL MOLDE | gr. | 8245 | 8245 | 8387 | 8387 | 8255 | 8255 |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA | cm3 | 2119 | 2119 | 2110 | 2110 | 2119 | 2119 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO | gr. | 4736 | 4768 | 4498 | 4557 | 4385 | 4471 |
| DENSIDAD HUMEDA | gr./cm3 | 2.235 | 2.250 | 2.132 | 2.160 | 2.069 | 2.110 |
| TARRO N° | | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 |
| TARRO + SUELO HUMEDO | gr. | 532.13 | 473.46 | 408.27 | 421.83 | 463.51 | 532.99 |
| TARRO + SUELO SECO | gr. | 494.07 | 437.28 | 380.46 | 388.41 | 431.03 | 485.95 |
| PESO DEL TARRO | gr. | 51.54 | 52.425 | 53.31 | 54.195 | 55.08 | 55.965 |
| PESO DEL AGUA | gr. | 38.06 | 36.18 | 27.81 | 33.42 | 32.48 | 47.04 |
| PESO DEL SUELO SECO | gr. | 442.53 | 384.855 | 327.15 | 334.215 | 375.95 | 429.985 |
| HUMEDAD | % | 8.60% | 9.40% | 8.50% | 10.00% | 8.64% | 10.94% |
| DENSIDAD SECA | gr./cm3 | 2.058 | 2.057 | 1.965 | 1.963 | 1.905 | 1.902 |

ENSAYO EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO (HORAS) | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
|----------|-----------|----------------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| | | | | m.m. | % | | m.m. | % | | m.m. | % |
| 10/08/24 | 09.00 AM. | 00:00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 11/08/24 | 09.00 AM. | 24:00:00 | 16 | 0.40 | 0.32 | 23 | 0.57 | 0.45 | 35 | 0.89 | 0.70 |
| 12/08/24 | 09.00 AM. | 48:00:00 | 22 | 0.56 | 0.45 | 33 | 0.84 | 0.67 | 50 | 1.26 | 0.99 |
| 13/08/24 | 09.00 AM. | 72:00:00 | 31 | 0.77 | 0.61 | 43 | 1.10 | 0.87 | 68 | 1.72 | 1.36 |
| 14/08/24 | 09.00 AM. | 96:00:00 | 35 | 0.88 | 0.69 | 50 | 1.26 | 1.00 | 75 | 1.91 | 1.50 |

PENETRACIÓN

| TIEMPO | PENETRACIÓN | | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. |
|--------|-------------|-------|--------|---------|----------|---------|--------|--------|----------|---------|-------|--------|----------|---------|
| | mm | pulg. | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 00:30 | 0.635 | 0.025 | 164.1 | 164.1 | 8.3 | | 108.5 | 108.5 | 5.5 | | 74.7 | 74.7 | 3.8 | |
| 01:00 | 1.270 | 0.050 | 284.2 | 284.2 | 14.4 | | 191.8 | 191.8 | 9.7 | | 127.4 | 127.4 | 6.4 | |
| 01:30 | 1.900 | 0.075 | 443.7 | 443.7 | 22.4 | | 296.8 | 296.8 | 15.0 | | 202.0 | 202 | 10.2 | |
| 02:00 | 2.540 | 0.100 | 593.3 | 593.3 | 30.0 | | 397.9 | 397.9 | 20.1 | | 269.1 | 269.1 | 13.6 | |
| 03:00 | 3.810 | 0.150 | 877.7 | 877.7 | 44.4 | | 588.9 | 588.9 | 29.8 | | 396.3 | 396.3 | 20.0 | |
| 04:00 | 5.080 | 0.200 | 1158.6 | 1158.6 | 58.6 | | 772.4 | 772.4 | 39.0 | | 521.4 | 521.4 | 26.4 | |
| 05:00 | 6.350 | 0.250 | 1284.4 | 1284.35 | 64.9 | | 873.3 | 873.3 | 44.1 | | 576.3 | 576.25 | 29.1 | |
| 06:00 | 7.620 | 0.300 | 1410.1 | 1410.1 | 71.3 | | 974.2 | 974.2 | 49.2 | | 631.1 | 631.1 | 31.9 | |
| 08:00 | 10.160 | 0.400 | 1687.0 | 1687 | 85.3 | | 1183.3 | 1183.3 | 59.8 | | 711.2 | 711.2 | 36.0 | |
| 10:00 | 12.700 | 0.500 | 1921.0 | 1921 | 97.1 | | 1204.3 | 1204.3 | 60.9 | | 813.5 | 813.5 | 41.1 | |

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

6

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

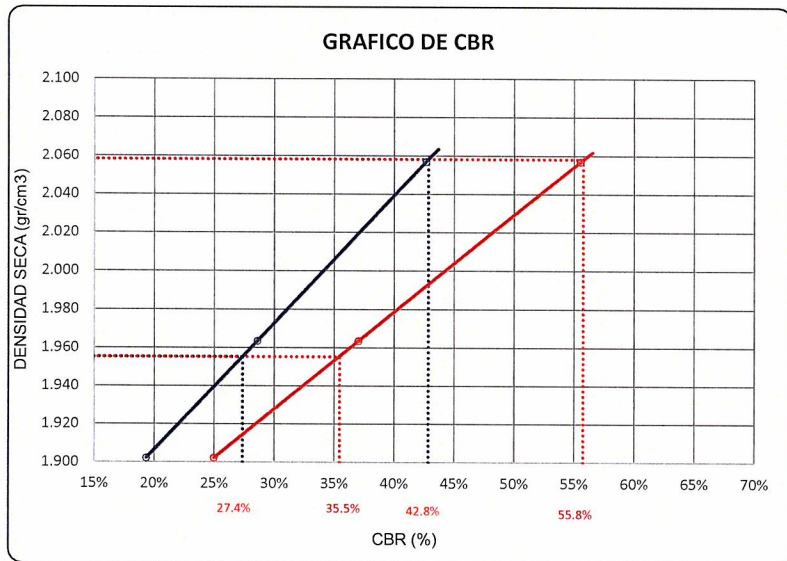
CALICATA : C - 01

MUESTRA : M - 01

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 14/08/2024

PROF. : 0.00m. - 0.30m.



PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 0.1" AL 100% = 42.8%

C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S. = 27.4%

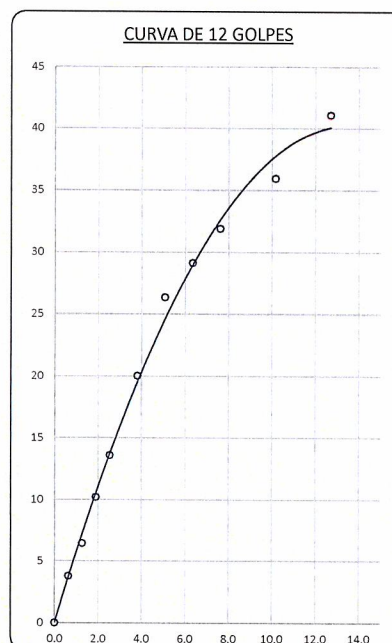
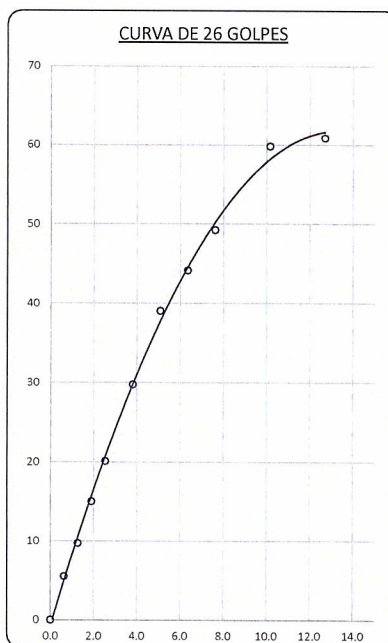
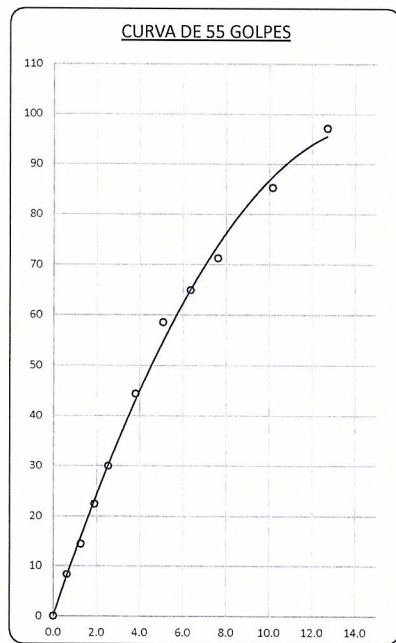
C.B.R. 0.2" AL 100% = 55.8%

C.B.R. 0.2" AL 95% M.D.S. = 35.5%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"

— CURVA A 0.2"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 21/08/2024

CALICATA : C - 01

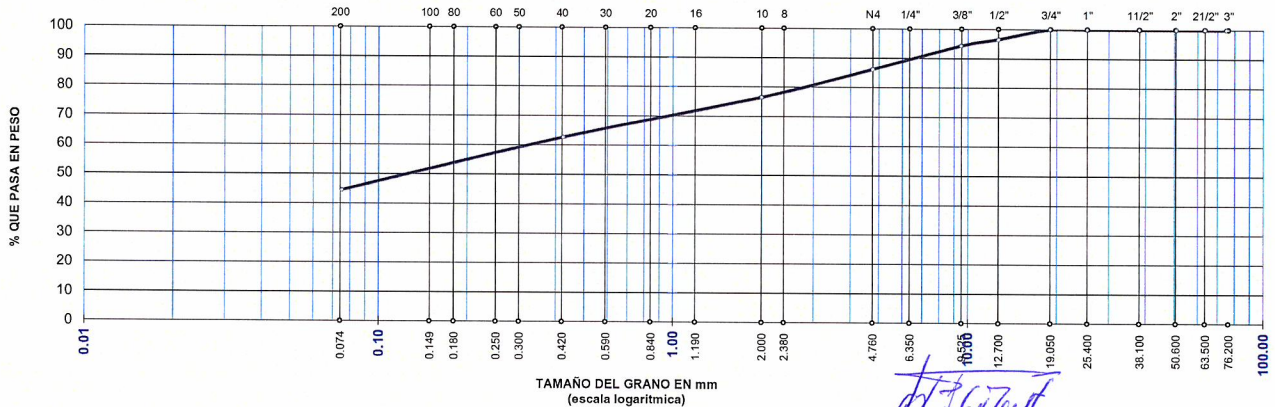
PROF. : 0.30m. - 1.50m.

MUESTRA : M - 02

| | | | |
|---------------|---|---------|-------|
| TAMAÑO MAXIMO | : | 3/4 | Pulg. |
| PESO INICIAL | : | 10000.0 | gr. |
| FRACCIÓN | : | 500.0 | gr. |

| TAMIZ ASTM | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO | % RET. PARCIAL | % RET. ACUMULADO | % QUE PASA | MTC | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|---------------|----------------|------------------|------------|---------|---|---------|-------|---------|-------|---------|-------|--------|------|--------|------|--------|-------|------|------|------|------|--|--|
| 3" | 75.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10.01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 29.93 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2" | 50.800 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 100 | LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 19.46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 100 | ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 10.47 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1" | 25.400 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 90 100 | CLASIFICACIÓN (SUCS) : SC | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3/4" | 19.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 65 100 | CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-4 (2) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1/2" | 12.700 | 349.00 | 3.49 | 3.49 | 96.51 | | <p>44.56 13.81 41.63</p> <p>■ % GRAVA ■ % ARENA ■ % FINOS</p> <table border="1"> <tr> <td>% GRAVA</td> <td>13.81</td> <td>% ARENA</td> <td>41.63</td> <td>% FINOS</td> <td>44.56</td> </tr> <tr> <td>D 10 =</td> <td>----</td> <td>D 30 =</td> <td>----</td> <td>D 60 =</td> <td>0.373</td> </tr> <tr> <td>Cu =</td> <td>----</td> <td>Cc =</td> <td>----</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | % GRAVA | 13.81 | % ARENA | 41.63 | % FINOS | 44.56 | D 10 = | ---- | D 30 = | ---- | D 60 = | 0.373 | Cu = | ---- | Cc = | ---- | | |
| % GRAVA | 13.81 | % ARENA | 41.63 | % FINOS | 44.56 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D 10 = | ---- | D 30 = | ---- | D 60 = | 0.373 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cu = | ---- | Cc = | ---- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3/8" | 9.500 | 216.00 | 2.16 | 5.65 | 94.35 | 45 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1/4" | 6.350 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No4 | 4.760 | 816.00 | 8.16 | 13.81 | 86.19 | 30 65 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No8 | 2.380 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No10 | 2.000 | 970.50 | 9.70 | 23.51 | 76.49 | 22 52 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No16 | 1.190 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No20 | 0.840 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No30 | 0.590 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No40 | 0.425 | 1380.76 | 13.81 | 37.32 | 62.68 | 15 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No 50 | 0.300 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No60 | 0.260 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No80 | 0.180 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No100 | 0.149 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No200 | 0.075 | 1811.71 | 18.12 | 55.44 | 44.56 | 5 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BASE | | 4456.02 | 44.56 | 100.00 | 0.00 | | OBSERVACIONES : | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | 10000.00 | 100.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| % PERDIDA | | 44.56 | 0.45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA
MALLAS U.S. STANDARD



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mameni Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



| | | |
|--|------------|-------------------|
| LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS | CODIGO : | RUC - 20606762357 |
| | VERSIÓN : | |
| "INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C. | PAGINA : 2 | |

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 21/08/2024

CALICATA : C - 01

PROF. : 0.30m. - 1.50m.

MUESTRA : M - 02

| DESCRIPCIÓN | UNID. |
|------------------------------------|-------------|
| Nro. DEL RECIPIENTE | |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO | A gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO | B gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE | C gr. |
| PESO DEL AGUA | D=A-B gr. |
| PESO DEL SUELO SECO | E=B-C gr. |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (D/E)*100 % |
| PROMEDIO | % |

| HUMEDAD NATURAL | | |
|-----------------|--------|--------|
| 33 | 34 | 35 |
| 533.80 | 564.50 | 471.70 |
| 489.34 | 517.29 | 433.31 |
| 48.69 | 46.46 | 46.24 |
| 44.46 | 47.21 | 38.39 |
| 440.65 | 470.83 | 387.07 |
| 10.09 | 10.03 | 9.92 |
| 10.01 | | |

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katerine C. Mamani Flores
Katerine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

CODIGO :

VERSION :

RUC -
20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA : 3

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 21/08/2024

CALICATA : C - 01

PROF. : 0.30m. - 1.50m.

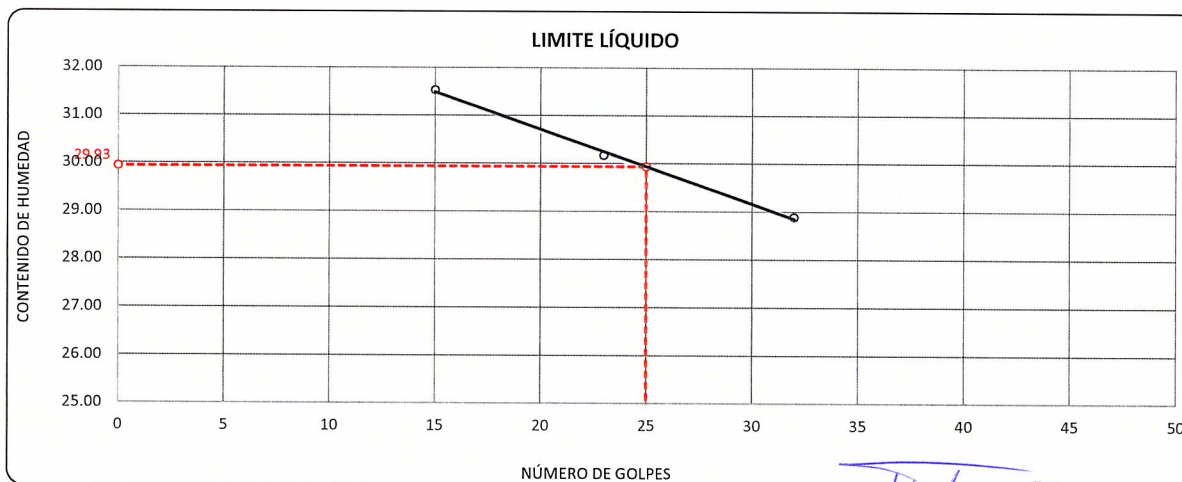
MUESTRA : M - 02

| DESCRIPCIÓN | UNID. | |
|------------------------------------|-----------|-----|
| Nro. DEL RECIPIENTE | | |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO | A | gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO | B | gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE | C | gr. |
| PESO DEL AGUA | D=A-B | gr. |
| PESO DEL SUELO SECO | E=B-C | gr. |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (D/E)*100 | % |
| Nro.DE GOLPES | | |
| PROMEDIO | | % |

| LIMITE LÍQUIDO | | |
|----------------|-------|-------|
| 5 | 6 | 7 |
| 67.04 | 67.30 | 68.32 |
| 62.62 | 63.49 | 63.95 |
| 48.60 | 50.86 | 48.82 |
| 4.42 | 3.81 | 4.37 |
| 14.02 | 12.63 | 15.13 |
| 31.53 | 30.17 | 28.88 |
| 15 | 23 | 32 |
| --- | | |

| LIMITE PLÁSTICO | |
|-----------------|-------|
| 11 | 12 |
| 29.05 | 28.25 |
| 27.94 | 27.25 |
| 22.25 | 22.10 |
| 1.11 | 1.00 |
| 5.69 | 5.15 |
| 19.51 | 19.42 |
| --- | --- |
| 19.46 | |

| RESULTADOS / PARAMETROS | LL | LP | IP | % W |
|---------------------------|------|------|------|-------|
| OBTENIDOS | 29.9 | 19.5 | 10.5 | 10.01 |
| ESPECIFICACIONES TECNICAS | | | | |



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katerine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

PAGINA : 4

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 21/08/2024

CALICATA : C - 01

PROF. : 0.30m. - 1.50m.

MUESTRA : M - 02

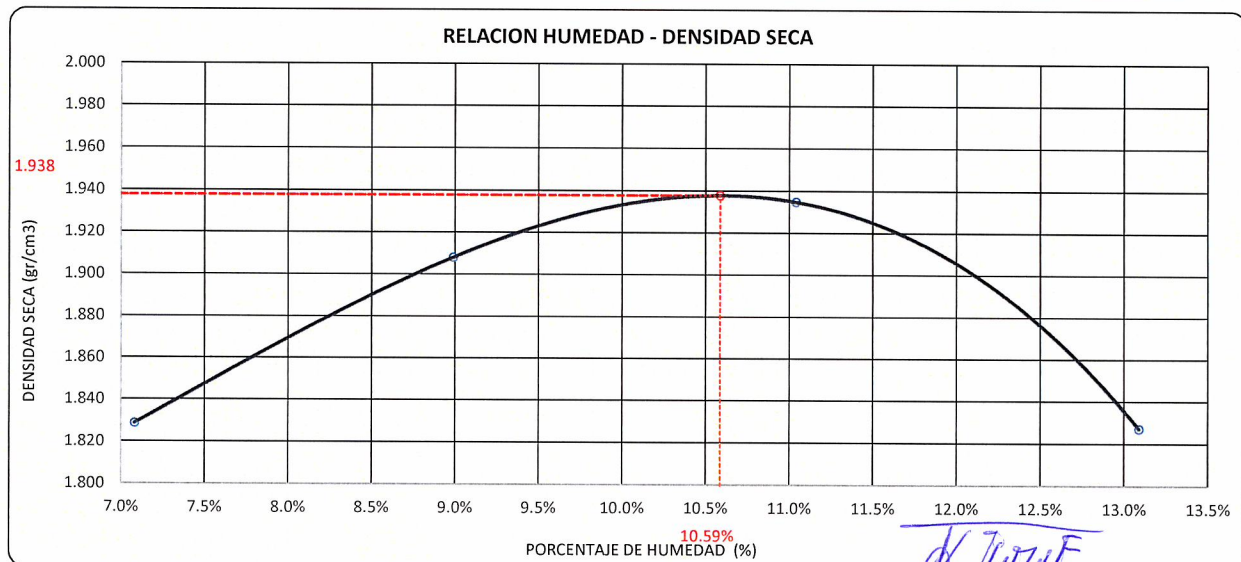
| | | | | | | | | | |
|--------------------|----|---|---|----|-------------------|------|-----------------|------------------|----|
| DIÁMETRO DEL MOLDE | 4" | | | 6" | VOLUMEN DEL MOLDE | 2134 | cm ³ | NÚMERO DE CAPAS | 5 |
| MÉTODO | A | B | C | | PESO DEL MOLDE | 6042 | | NÚMERO DE GOLPES | 56 |

| | | | | | |
|----------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE | gr. | 10221 | 10480 | 10627 | 10452 |
| P. DEL MOLDE | gr. | 6042 | 6042 | 6042 | 6042 |
| P. SUELO HUMEDO | gr/cm ³ . | 4179 | 4438 | 4585 | 4410 |
| DENSIDAD DE SUELO HUMEDO | gr/cm ³ . | 1.958 | 2.079 | 2.148 | 2.066 |

| | | | | | |
|-----------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|
| | No | 18 | 19 | 20 | 21 |
| PESO SUELO HUMEDO + P. TARA | gr. | 510.18 | 480.76 | 412.80 | 434.18 |
| PESO SUELO SECO + P. TARA | gr. | 481.17 | 447.05 | 378.84 | 392.17 |
| PESO DE TARA | gr. | 71.48 | 72.05 | 71.23 | 71.22 |
| PESO DEL AGUA | gr. | 29.01 | 33.71 | 33.96 | 42.01 |
| PESO DE SUELO SECO | gr. | 409.69 | 375.00 | 307.61 | 320.95 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD | % | 7.08% | 8.99% | 11.04% | 13.09% |
| PROMEDIO DE HUMEDAD | % | 7.08% | 8.99% | 11.04% | 13.09% |
| DENSIDAD DE SUELO SECO | % | 1.829 | 1.908 | 1.935 | 1.827 |

RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA **1.938** gr/cm³ ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD **10.59%**



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katerine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA : 5

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 21/08/2024

CALICATA : C - 01

PROF. : 0.30m. - 1.50m.

MUESTRA : M - 02

| MOLDE N° | UNID. | 1 | | 2 | | 3 | |
|---------------------------|---------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| | | 5 | | 5 | | 5 | |
| CAPAS | | 55 | | 26 | | 12 | |
| CONDICIÓN DE MUESTRA | | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO | gr. | 12905 | 12935 | 12571 | 12624 | 12536 | 12620 |
| PESO DEL MOLDE | gr. | 8387 | 8387 | 8255 | 8255 | 8374 | 8374 |
| VOLÚMEN DE LA MUESTRA | cm3 | 2110 | 2110 | 2119 | 2119 | 2105 | 2105 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO | gr. | 4518 | 4548 | 4316 | 4369 | 4162 | 4246 |
| DENSIDAD HUMEDA | gr./cm3 | 2.141 | 2.155 | 2.037 | 2.062 | 1.977 | 2.017 |
| TARRO N° | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| TARRO + SUELO HUMEDO | gr. | 453.08 | 423.72 | 423.42 | 490.54 | 502.66 | 524.97 |
| TARRO + SUELO SECO | gr. | 414.48 | 385.37 | 389.15 | 445.09 | 459.63 | 470.29 |
| PESO DEL TARRO | gr. | 46.83 | 45.95 | 42.95 | 46.39 | 49.02 | 45.79 |
| PESO DEL AGUA | gr. | 38.6 | 38.35 | 34.27 | 45.45 | 43.03 | 54.68 |
| PESO DEL SUELO SECO | gr. | 367.65 | 339.42 | 346.2 | 398.7 | 410.61 | 424.5 |
| HUMEDAD | % | 10.50% | 11.30% | 9.90% | 11.40% | 10.48% | 12.88% |
| DENSIDAD SECA | gr./cm3 | 1.938 | 1.937 | 1.853 | 1.851 | 1.790 | 1.787 |

ENSAYO EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO (HORAS) | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
|----------|-----------|----------------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| | | | | m.m. | % | | m.m. | % | | m.m. | % |
| 17/08/24 | 09.00 AM. | 00:00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 18/08/24 | 09.00 AM. | 24:00:00 | 16 | 0.41 | 0.33 | 23 | 0.59 | 0.47 | 37 | 0.93 | 0.74 |
| 19/08/24 | 09.00 AM. | 48:00:00 | 23 | 0.59 | 0.46 | 34 | 0.87 | 0.69 | 55 | 1.39 | 1.10 |
| 20/08/24 | 09.00 AM. | 72:00:00 | 31 | 0.80 | 0.63 | 48 | 1.21 | 0.95 | 75 | 1.90 | 1.50 |
| 21/08/24 | 09.00 AM. | 96:00:00 | 35 | 0.89 | 0.70 | 56 | 1.42 | 1.12 | 84 | 2.13 | 1.68 |

PENETRACIÓN

| TIEMPO | PENETRACIÓN | | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. |
|--------|-------------|-------|-------|--------|----------|---------|-------|-------|----------|---------|-------|-------|----------|---------|
| | mm | pulg. | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 00:30 | 0.635 | 0.025 | 80.9 | 80.9 | 4.1 | | 53.0 | 53 | 2.7 | | 38.0 | 38 | 1.9 | |
| 01:00 | 1.270 | 0.050 | 144.3 | 144.3 | 7.3 | | 93.8 | 93.8 | 4.7 | | 62.3 | 62.3 | 3.1 | |
| 01:30 | 1.900 | 0.075 | 224.4 | 224.4 | 11.3 | | 148.2 | 148.2 | 7.5 | | 100.2 | 100.2 | 5.1 | |
| 02:00 | 2.540 | 0.100 | 299.7 | 299.7 | 15.1 | | 198.1 | 198.1 | 10.0 | | 133.7 | 133.7 | 6.8 | |
| 03:00 | 3.810 | 0.150 | 444.8 | 444.8 | 22.5 | | 293.5 | 293.5 | 14.8 | | 193.7 | 193.7 | 9.8 | |
| 04:00 | 5.080 | 0.200 | 582.8 | 582.8 | 29.5 | | 382.4 | 382.4 | 19.3 | | 256.3 | 256.3 | 13.0 | |
| 05:00 | 6.350 | 0.250 | 647.9 | 647.85 | 32.7 | | 435.6 | 435.6 | 22.0 | | 290.7 | 290.7 | 14.7 | |
| 06:00 | 7.620 | 0.300 | 712.9 | 712.9 | 36.0 | | 488.8 | 488.8 | 24.7 | | 325.1 | 325.1 | 16.4 | |
| 08:00 | 10.160 | 0.400 | 895.3 | 895.3 | 45.3 | | 528.6 | 528.6 | 26.7 | | 364.3 | 364.3 | 18.4 | |
| 10:00 | 12.700 | 0.500 | 955.2 | 955.2 | 48.3 | | 617.1 | 617.1 | 31.2 | | 405.4 | 405.4 | 20.5 | |

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katerine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.D.

PAGINA :

6

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

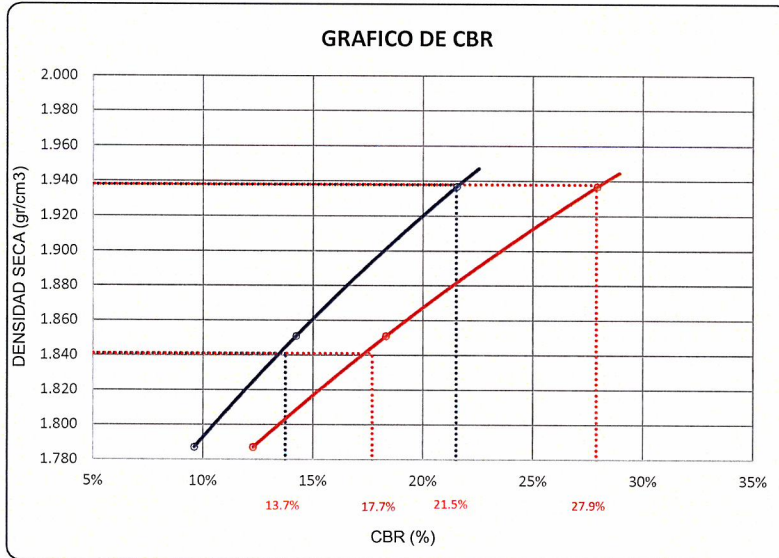
CALICATA : C - 01

MUESTRA : M - 02

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 21/08/2024

PROF. : 0.30m. - 1.50m.



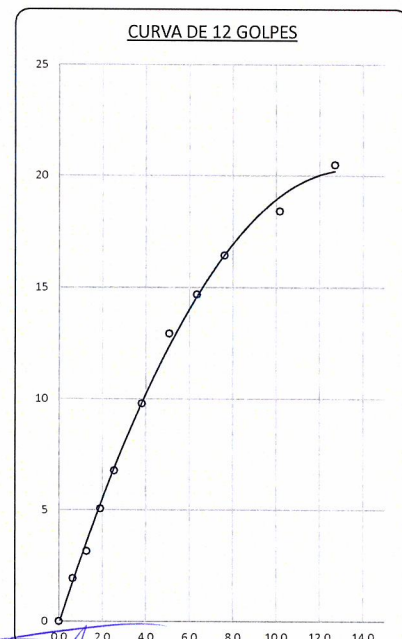
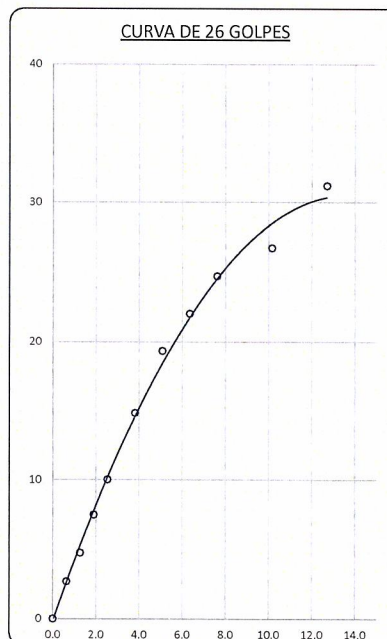
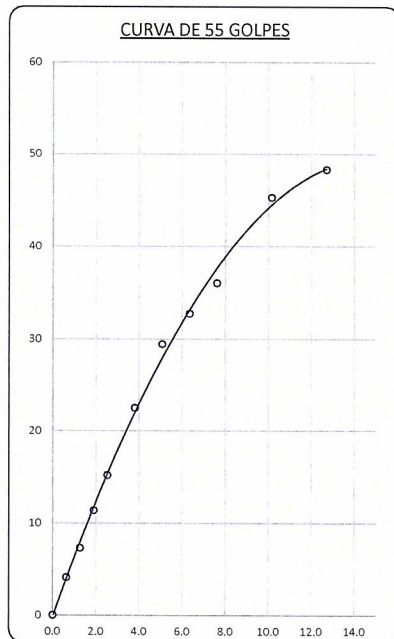
PARAMETROS DE C.B.R.

| | | |
|---------------------------|---|-------|
| C.B.R. 0.1" AL 100% | = | 21.5% |
| C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S. | = | 13.7% |
| C.B.R. 0.2" AL 100% | = | 27.9% |
| C.B.R. 0.2" AL 95% M.D.S. | = | 17.7% |

LEYENDA

— CURVA A 0.1"

— CURVA A 0.2"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
 Katherine C. Mamani Flores
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 225280



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 14/08/2024

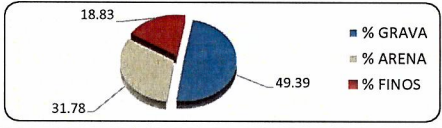
CALICATA : C - 02

PROF. : 0.00m. - 0.40m.

MUESTRA : M - 01

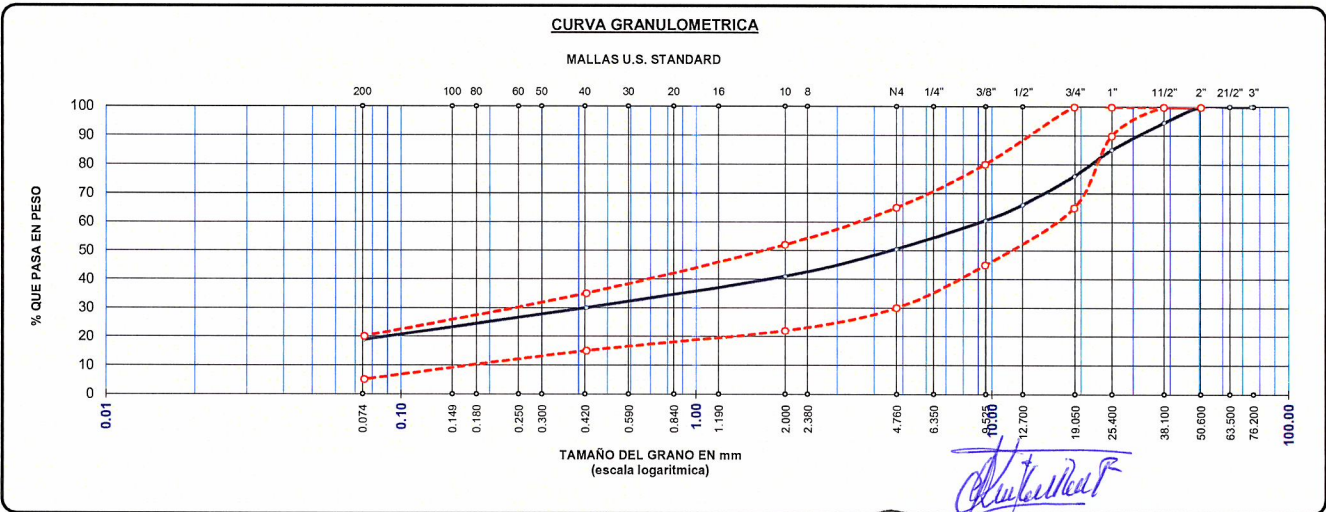
| | | | |
|---------------|---|---------|-------|
| TAMAÑO MÁXIMO | : | 2 | Pulg. |
| PESO INICIAL | : | 10000.0 | gr. |
| FRACCIÓN | : | 500.0 | gr. |

| TAMIZ ASTM | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO | % RET. PARCIAL | % RET. ACUMULADO | % QUE PASA | MTC | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|------------|---------------|---------------|----------------|------------------|------------|---------|------------------------------------|
| 3" | 75.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 5.23 |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 27.99 |
| 2" | 50.800 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 20.00 |
| 1 1/2" | 38.100 | 551.00 | 5.51 | 5.51 | 94.49 | 100 100 | ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 7.99 |
| 1" | 25.400 | 944.00 | 9.44 | 14.95 | 85.05 | 90 100 | CLASIFICACIÓN (SUCS) : SC |
| 3/4" | 19.000 | 911.00 | 9.11 | 24.06 | 75.94 | 65 100 | CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-2-4 (0) |
| 1/2" | 12.700 | 991.00 | 9.91 | 33.97 | 66.03 | | |
| 3/8" | 9.500 | 548.00 | 5.48 | 39.45 | 60.55 | 45 80 | |
| 1/4" | 6.350 | | | | | | |
| No4 | 4.760 | 994.00 | 9.94 | 49.39 | 50.61 | 30 65 | |
| No8 | 2.380 | | | | | | |
| No10 | 2.000 | 963.61 | 9.64 | 59.03 | 40.97 | 22 52 | |
| No16 | 1.190 | | | | | | |
| No20 | 0.840 | | | | | | |
| No30 | 0.590 | | | | | | |
| No40 | 0.425 | 1097.22 | 10.97 | 70.00 | 30.00 | 15 35 | |
| No 50 | 0.300 | | | | | | |
| No60 | 0.260 | | | | | | |
| No80 | 0.180 | | | | | | |
| No100 | 0.149 | | | | | | |
| No200 | 0.075 | 1117.47 | 11.17 | 81.17 | 18.83 | 5 20 | |
| BASE | | 1882.69 | 18.83 | 100.00 | 0.00 | | |
| TOTAL | | 10000.00 | 100.00 | | | | |
| % PERDIDA | | 18.83 | 0.19 | | | | |



■ % GRAVA
■ % ARENA
■ % FINOS

| | | | | | |
|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| % GRAVA | 49.39 | % ARENA | 31.78 | % FINOS | 18.83 |
| D 10 = | ---- | D 30 = | 0.425 | D 60 = | 9.238 |
| Cu = | ---- | Cc = | ---- | | |



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katarine C. Momani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



| | | |
|--|------------|-------------------|
| LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS | CODIGO : | RUC - 20606762357 |
| | VERSIÓN : | |
| "INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C. | PAGINA : 2 | |

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 14/08/2024

CALICATA : C - 02

PROF. : 0.00m. - 0.40m.

MUESTRA : M - 01

| DESCRIPCIÓN | UNID. | |
|------------------------------------|-----------|-----|
| Nro. DEL RECIPIENTE | | |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO | A | gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO | B | gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE | C | gr. |
| PESO DEL AGUA | D=A-B | gr. |
| PESO DEL SUELO SECO | E=B-C | gr. |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (D/E)*100 | % |
| PROMEDIO | | % |

| HUMEDAD NATURAL | | |
|-----------------|--------|--------|
| 36 | 37 | 38 |
| 476.30 | 497.90 | 507.50 |
| 453.10 | 476.53 | 485.52 |
| 46.20 | 46.54 | 46.81 |
| 23.20 | 21.37 | 21.98 |
| 406.90 | 429.99 | 438.71 |
| 5.70 | 4.97 | 5.01 |
| 5.23 | | |

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
 Katherine C. Mamani Flores
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSION :

RUC -
20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA : 3

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 14/08/2024

CALICATA : C - 02

PROF. : 0.00m. - 0.40m.

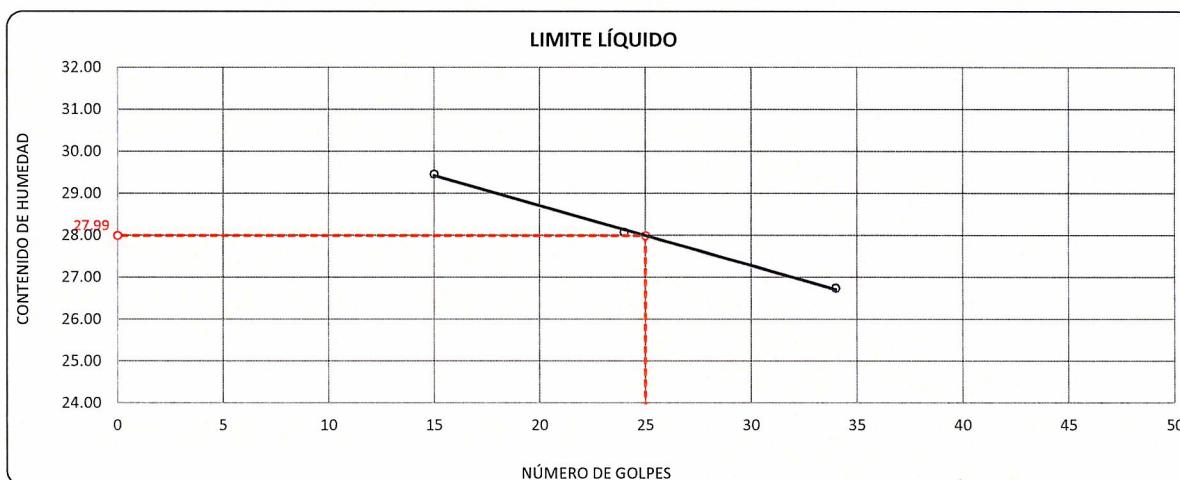
MUESTRA : M - 01

| DESCRIPCIÓN | UNID. | |
|------------------------------------|-----------|-----|
| Nro. DEL RECIPIENTE | | |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO | A | gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO | B | gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE | C | gr. |
| PESO DEL AGUA | D=A-B | gr. |
| PESO DEL SUELO SECO | E=B-C | gr. |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (D/E)*100 | % |
| Nro.DE GOLPES | | |
| PROMEDIO | | % |

| LIMITE LÍQUIDO | | |
|----------------|-------|-------|
| 4 | 5 | 6 |
| 67.47 | 64.66 | 67.88 |
| 62.92 | 61.14 | 64.29 |
| 47.47 | 48.60 | 50.86 |
| 4.55 | 3.52 | 3.59 |
| 15.45 | 12.54 | 13.43 |
| 29.45 | 28.07 | 26.73 |
| 15 | 24 | 34 |
| --- | | |

| LIMITE PLÁSTICO | |
|-----------------|-------|
| 5 | 6 |
| 32.05 | 28.18 |
| 30.97 | 27.17 |
| 25.58 | 22.11 |
| 1.08 | 1.01 |
| 5.39 | 5.06 |
| 20.04 | 19.96 |
| --- | --- |
| 20.00 | |

| RESULTADOS / PARAMETROS | LL | LP | IP | % W |
|---------------------------|------|------|-----|------|
| OBTENIDOS | 28.0 | 20.0 | 8.0 | 5.23 |
| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS | | | | |



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katerine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

PAGINA : 4

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 14/08/2024

CALICATA : C - 02

PROF. : 0.00m. - 0.40m.

MUESTRA : M - 01

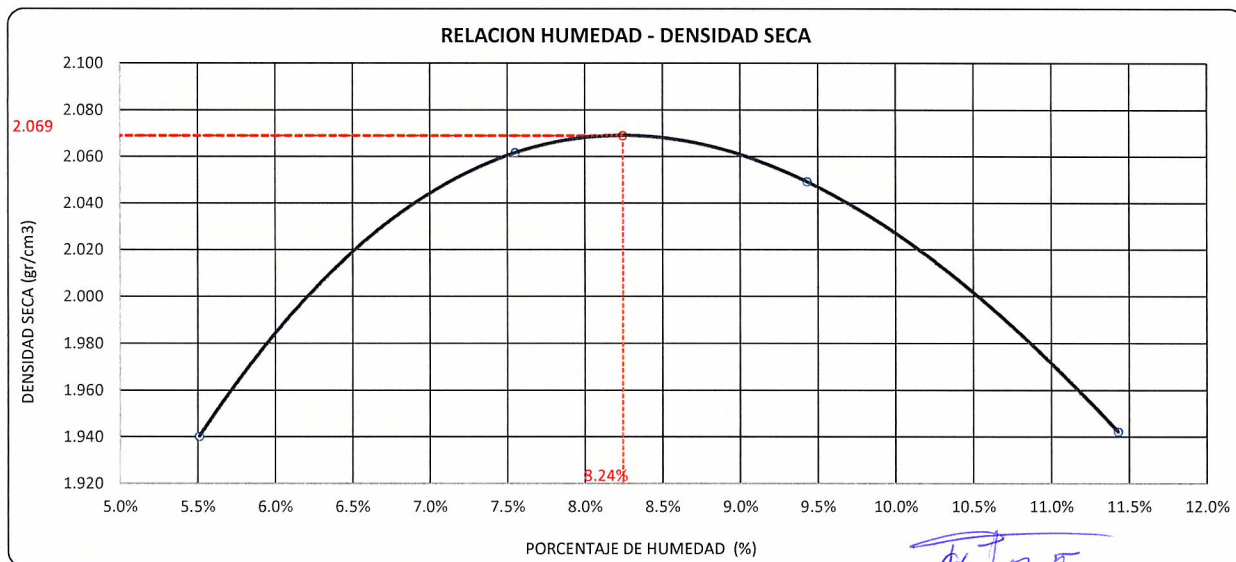
| | | | | | | | | | |
|--------------------|----|---|---|----|-------------------|------|-----------------|------------------|----|
| DIÁMETRO DEL MOLDE | 4" | | | 6" | VOLUMEN DEL MOLDE | 2134 | cm ³ | NÚMERO DE CAPAS | 5 |
| MÉTODO | A | B | C | | PESO DEL MOLDE | 6042 | | NÚMERO DE GOLPES | 56 |

| | | | | | |
|----------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE | gr. | 10411 | 10774 | 10828 | 10661 |
| P. DEL MOLDE | gr. | 6042 | 6042 | 6042 | 6042 |
| P. SUELO HUMEDO | gr/cm ³ . | 4369 | 4732 | 4786 | 4619 |
| DENSIDAD DE SUELO HUMEDO | gr/cm ³ . | 2.047 | 2.217 | 2.242 | 2.164 |

| | | | | | |
|-----------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|
| | No | 26 | 27 | 28 | 29 |
| PESO SUELO HUMEDO + P. TARA | gr. | 419.31 | 429.82 | 478.07 | 589.04 |
| PESO SUELO SECO + P. TARA | gr. | 401.29 | 404.78 | 443.06 | 536.05 |
| PESO DE TARA | gr. | 74.29 | 73.10 | 71.80 | 72.44 |
| PESO DEL AGUA | gr. | 18.02 | 25.04 | 35.01 | 52.99 |
| PESO DE SUELO SECO | gr. | 327.00 | 331.68 | 371.26 | 463.61 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD | % | 5.51% | 7.55% | 9.43% | 11.43% |
| PROMEDIO DE HUMEDAD | % | 5.51% | 7.55% | 9.43% | 11.43% |
| DENSIDAD DE SUELO SECO | % | 1.940 | 2.062 | 2.049 | 1.942 |

RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA **2.069** gr/cm³ ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD **8.24%**



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Katherine C. Mamani Flores
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

5

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 14/08/2024

CALICATA : C - 02

PROF. : 0.00m. - 0.40m.

MUESTRA : M - 01

| MOLDE N° | UNID. | 1 | | 2 | | 3 | |
|---------------------------|---------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| | | 5 | | 5 | | 5 | |
| GOLPES POR CAPA N° | | 55 | | 26 | | 12 | |
| CONDICIÓN DE MUESTRA | | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO | gr. | 13003 | 13033 | 12878 | 12935 | 12509 | 12596 |
| PESO DEL MOLDE | gr. | 8270 | 8270 | 8315 | 8315 | 8113 | 8113 |
| VOLÚMEN DE LA MUESTRA | cm3 | 2114 | 2114 | 2117 | 2117 | 2115 | 2115 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO | gr. | 4733 | 4763 | 4563 | 4620 | 4396 | 4483 |
| DENSIDAD HUMEDA | gr./cm3 | 2.239 | 2.253 | 2.155 | 2.182 | 2.078 | 2.120 |
| TARRO N° | | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 |
| TARRO + SUELO HUMEDO | gr. | 505.96 | 397.59 | 492.6 | 437.42 | 449.32 | 451.57 |
| TARRO + SUELO SECO | gr. | 471.14 | 368.63 | 457.06 | 401.43 | 418.87 | 413.31 |
| PESO DEL TARRO | gr. | 46.54 | 46.81 | 48.61 | 48.58 | 49.77 | 50.655 |
| PESO DEL AGUA | gr. | 34.82 | 28.96 | 35.54 | 35.99 | 30.45 | 38.26 |
| PESO DEL SUELO SECO | gr. | 424.6 | 321.82 | 408.45 | 352.85 | 369.1 | 362.655 |
| HUMEDAD | % | 8.20% | 9.00% | 8.70% | 10.20% | 8.25% | 10.55% |
| DENSIDAD SECA | gr./cm3 | 2.069 | 2.067 | 1.983 | 1.980 | 1.920 | 1.917 |

ENSAYO EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO (HORAS) | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
|----------|-----------|----------------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| | | | | m.m. | % | | m.m. | % | | m.m. | % |
| 10/08/24 | 09.00 AM. | 00:00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 11/08/24 | 09.00 AM. | 24:00:00 | 16 | 0.40 | 0.32 | 23 | 0.57 | 0.45 | 36 | 0.91 | 0.72 |
| 12/08/24 | 09.00 AM. | 48:00:00 | 24 | 0.60 | 0.47 | 32 | 0.82 | 0.65 | 51 | 1.29 | 1.02 |
| 13/08/24 | 09.00 AM. | 72:00:00 | 31 | 0.78 | 0.62 | 44 | 1.11 | 0.88 | 67 | 1.69 | 1.34 |
| 14/08/24 | 09.00 AM. | 96:00:00 | 34 | 0.87 | 0.69 | 51 | 1.29 | 1.02 | 76 | 1.92 | 1.51 |

PENETRACIÓN

| TIEMPO | PENETRACIÓN | | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. |
|--------|-------------|-------|--------|--------|----------|---------|--------|--------|----------|---------|-------|--------|----------|---------|
| | mm | pulg. | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 00:30 | 0.635 | 0.025 | 173.0 | 173 | 8.7 | | 112.9 | 112.9 | 5.7 | | 70.7 | 70.7 | 3.6 | |
| 01:00 | 1.270 | 0.050 | 305.3 | 305.3 | 15.4 | | 197.4 | 197.4 | 10.0 | | 127.2 | 127.2 | 6.4 | |
| 01:30 | 1.900 | 0.075 | 475.9 | 475.9 | 24.1 | | 307.1 | 307.1 | 15.5 | | 199.9 | 199.9 | 10.1 | |
| 02:00 | 2.540 | 0.100 | 636.1 | 636.1 | 32.2 | | 410.9 | 410.9 | 20.8 | | 266.5 | 266.5 | 13.5 | |
| 03:00 | 3.810 | 0.150 | 943.0 | 943 | 47.7 | | 608.0 | 608 | 30.7 | | 388.4 | 388.4 | 19.6 | |
| 04:00 | 5.080 | 0.200 | 1227.9 | 1227.9 | 62.1 | | 791.6 | 791.6 | 40.0 | | 510.4 | 510.4 | 25.8 | |
| 05:00 | 6.350 | 0.250 | 1397.5 | 1397.5 | 70.6 | | 888.9 | 888.9 | 44.9 | | 569.9 | 569.85 | 28.8 | |
| 06:00 | 7.620 | 0.300 | 1567.1 | 1567.1 | 79.2 | | 986.2 | 986.2 | 49.9 | | 629.3 | 629.3 | 31.8 | |
| 08:00 | 10.160 | 0.400 | 1833.7 | 1833.7 | 92.7 | | 1133.9 | 1133.9 | 57.3 | | 751.9 | 751.9 | 38.0 | |
| 10:00 | 12.700 | 0.500 | 2014.3 | 2014.3 | 101.8 | | 1279.9 | 1279.9 | 64.7 | | 808.6 | 808.6 | 40.9 | |

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

6

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA : 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

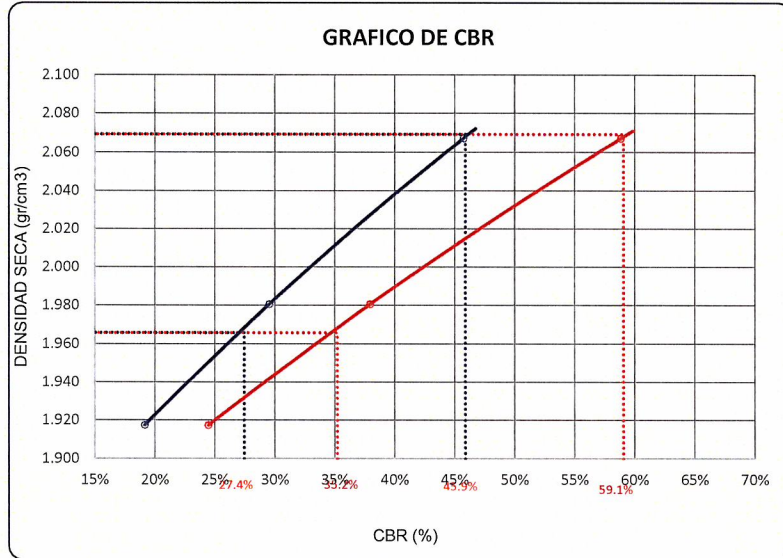
DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 14/08/2024

CALICATA : C - 02

PROF. : 0.00m. - 0.40m.

MUESTRA : M - 01



PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 0.1" AL 100% = 45.9%

C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S. = 27.4%

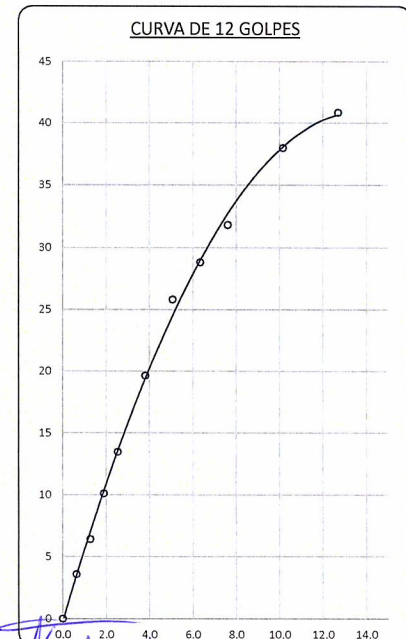
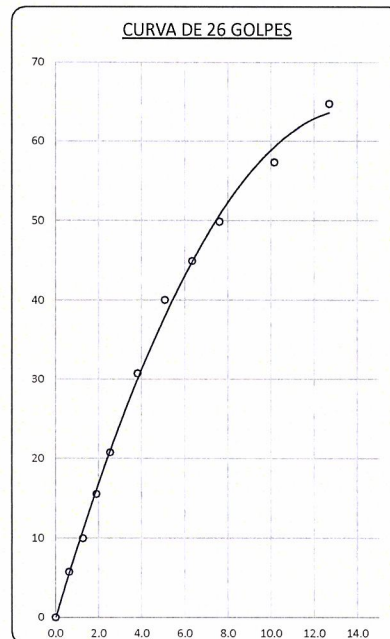
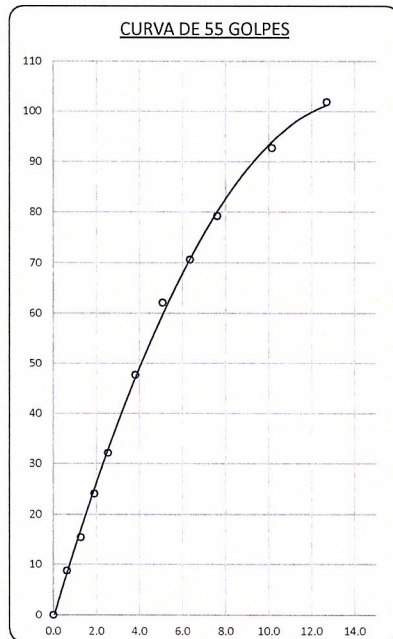
C.B.R. 0.2" AL 100% = 59.1%

C.B.R. 0.2" AL 95% M.D.S. = 35.2%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"

— CURVA A 0.2"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Momani Flores
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 225280



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 21/08/2024

CALICATA : C - 02

PROF. : 0.40m. - 1.50m.

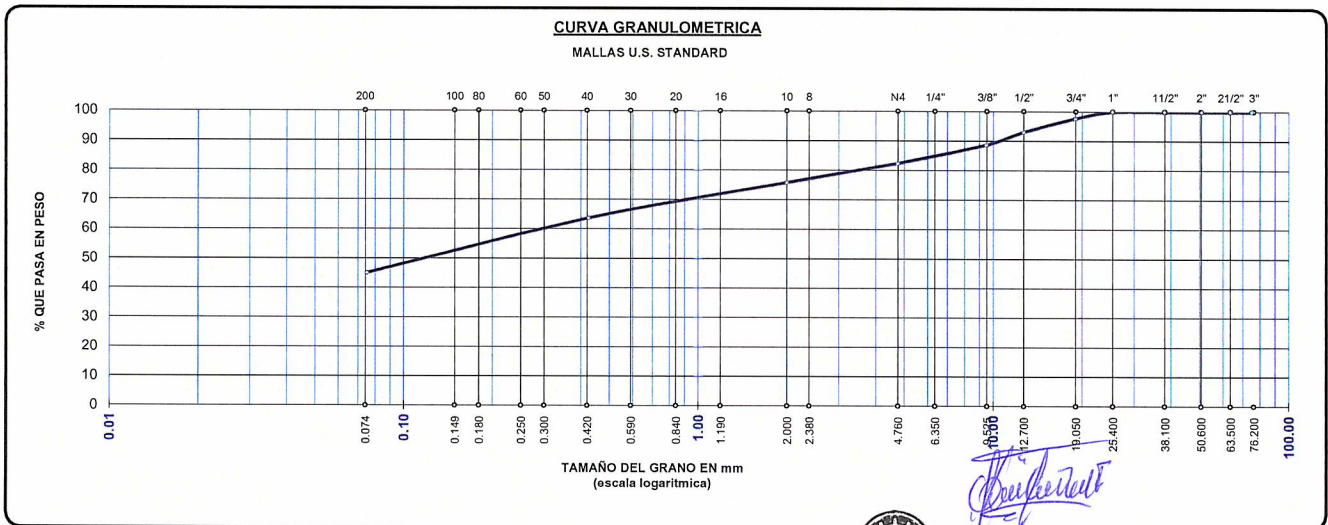
MUESTRA : M - 02

| | | | |
|---------------|---|---------|-------|
| TAMAÑO MÁXIMO | : | 1 | Pulg. |
| PESO INICIAL | : | 10000.0 | gr. |
| FRACCIÓN | : | 500.0 | gr. |

| TAMIZ ASTM | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO | % RET. PARCIAL | % RET. ACUMULADO | % QUE PASA | MTC | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|------------|---------------|---------------|----------------|------------------|------------|---------|----------------------------------|
| 3" | 75.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.31 |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 29.61 |
| 2" | 50.800 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 100 | LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 19.23 |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 100 | ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 10.38 |
| 1" | 25.400 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 90 100 | CLASIFICACIÓN (SUCS) : SC |
| 3/4" | 19.000 | 230.00 | 2.30 | 2.30 | 97.70 | 65 100 | CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-4 (2) |
| 1/2" | 12.700 | 462.00 | 4.62 | 6.92 | 93.08 | | |
| 3/8" | 9.500 | 432.00 | 4.32 | 11.24 | 88.76 | 45 80 | |
| 1/4" | 6.350 | | | | | | |
| No4 | 4.760 | 626.00 | 6.26 | 17.50 | 82.50 | 30 65 | |
| No8 | 2.380 | | | | | | |
| No10 | 2.000 | 661.65 | 6.62 | 24.12 | 75.88 | 22 52 | |
| No16 | 1.190 | | | | | | |
| No20 | 0.840 | | | | | | |
| No30 | 0.590 | | | | | | |
| No40 | 0.425 | 1224.30 | 12.24 | 36.36 | 63.64 | 15 35 | |
| No 50 | 0.300 | | | | | | |
| No60 | 0.260 | | | | | | |
| No80 | 0.180 | | | | | | |
| No100 | 0.149 | | | | | | |
| No200 | 0.075 | 1862.85 | 18.63 | 54.99 | 45.01 | 5 20 | |
| BASE | | 4501.20 | 45.01 | 100.00 | 0.00 | | |
| TOTAL | | 10000.00 | 100.00 | | | | |
| % PERDIDA | | 45.01 | 0.45 | | | | |

45.01 — % GRAVA
37.49 — % ARENA
17.50 — % FINOS

| | | | | | |
|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| % GRAVA | 17.50 | % ARENA | 37.49 | % FINOS | 45.01 |
| D 10 = | ---- | D 30 = | ---- | D 60 = | 0.357 |
| Cu = | ---- | Cc = | ---- | | |



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katerine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



| | | |
|--|------------|-------------------|
| LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS | CÓDIGO : | RUC - 20606762357 |
| | VERSIÓN : | |
| "INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.G. | PAGINA : 2 | |

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 21/08/2024

CALICATA : C - 02

PROF. : 0.40m. - 1.50m.

MUESTRA : M - 02

| DESCRIPCIÓN | UNID. | |
|------------------------------------|-----------|-----|
| Nro. DEL RECIPIENTE | | |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO | A | gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO | B | gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE | C | gr. |
| PESO DEL AGUA | D=A-B | gr. |
| PESO DEL SUELO SECO | E=B-C | gr. |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (D/E)*100 | % |
| PROMEDIO | | % |

| HUMEDAD NATURAL | | |
|-----------------|--------|--------|
| 15 | 16 | 17 |
| 471.90 | 524.10 | 515.40 |
| 437.12 | 482.67 | 474.60 |
| 46.74 | 46.18 | 46.11 |
| 34.78 | 41.43 | 40.80 |
| 390.38 | 436.49 | 428.49 |
| 8.91 | 9.49 | 9.52 |
| 9.31 | | |

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 21/08/2024

CALICATA : C - 02

PROF. : 0.40m. - 1.50m.

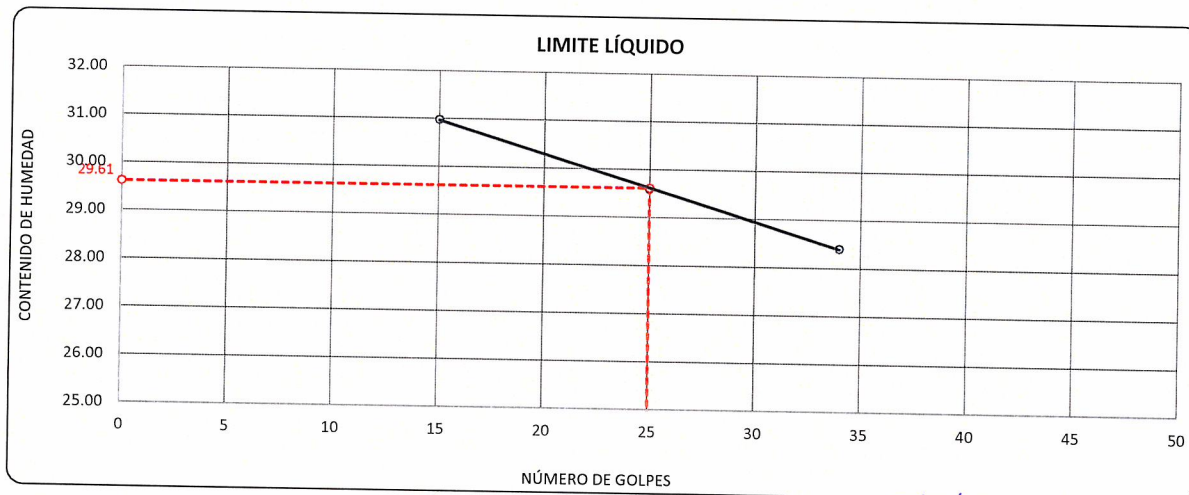
MUESTRA : M - 02

| DESCRIPCIÓN | UNID. | |
|------------------------------------|-----------|-----|
| Nro. DEL RECIPIENTE | | |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO | A | gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO | B | gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE | C | gr. |
| PESO DEL AGUA | D=A-B | gr. |
| PESO DEL SUELO SECO | E=B-C | gr. |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (D/E)*100 | % |
| Nro.DE GOLPES | | |
| PROMEDIO | | % |

| LIMITE LÍQUIDO | | |
|----------------|-------|-------|
| 7 | 8 | 9 |
| 67.51 | 69.40 | 68.24 |
| 63.09 | 64.80 | 63.92 |
| 48.82 | 49.25 | 48.71 |
| 4.42 | 4.60 | 4.32 |
| 14.27 | 15.55 | 15.21 |
| 30.97 | 29.58 | 28.40 |
| 15 | 25 | 34 |
| --- | | |

| LIMITE PLÁSTICO | |
|-----------------|-------|
| 8 | 9 |
| 27.13 | 27.12 |
| 26.34 | 26.31 |
| 22.23 | 22.10 |
| 0.79 | 0.81 |
| 4.11 | 4.21 |
| 19.22 | 19.24 |
| --- | --- |
| 19.23 | |

| RESULTADOS / PARAMETROS | LL | LP | IP | % W |
|---------------------------|------|------|------|------|
| OBTENIDOS | 29.6 | 19.2 | 10.4 | 9.31 |
| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS | | | | |



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katarine C. Mamaní Flores

Katarine C. Mamaní Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 21/08/2024

CALICATA : C - 02

PROF. : 0.40m. - 1.50m.

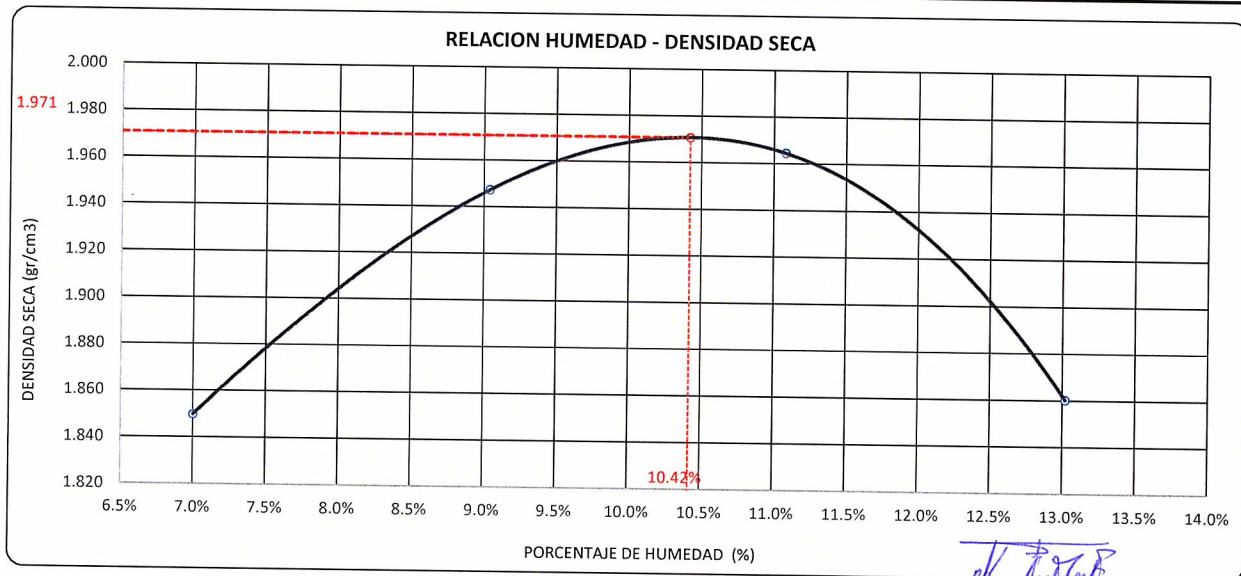
MUESTRA : M - 02

| | | | | | | | | |
|--------------------|----|---|----|-------------------|------|-----------------|------------------|----|
| DIÁMETRO DEL MOLDE | 4" | | 6" | VOLUMEN DEL MOLDE | 2134 | cm ³ | NÚMERO DE CAPAS | 5 |
| MÉTODO | A | B | C | PESO DEL MOLDE | 6042 | | NÚMERO DE GOLPES | 56 |

| | | | | | |
|----------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE | gr. | 10266 | 10573 | 10699 | 10529 |
| P. DEL MOLDE | gr. | 6042 | 6042 | 6042 | 6042 |
| P. SUELO HUMEDO | gr/cm ³ . | 4224 | 4531 | 4657 | 4487 |
| DENSIDAD DE SUELO HUMEDO | gr/cm ³ . | 1.979 | 2.123 | 2.182 | 2.102 |

| | | | | | |
|-----------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|
| | No | 29 | 30 | 31 | 32 |
| PESO SUELO HUMEDO + P. TARA | gr. | 493.36 | 540.95 | 603.65 | 621.11 |
| PESO SUELO SECO + P. TARA | gr. | 465.82 | 502.08 | 550.52 | 558.11 |
| PESO DE TARA | gr. | 72.44 | 72.08 | 71.05 | 74.24 |
| PESO DEL AGUA | gr. | 27.54 | 38.87 | 53.13 | 63.00 |
| PESO DE SUELO SECO | gr. | 393.38 | 430.00 | 479.47 | 483.87 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD | % | 7.00% | 9.04% | 11.08% | 13.02% |
| PROMEDIO DE HUMEDAD | % | 7.00% | 9.04% | 11.08% | 13.02% |
| DENSIDAD DE SUELO SECO | % | 1.850 | 1.947 | 1.964 | 1.860 |

| RESULTADOS | | | |
|----------------------|-------|--------------------|-----------------------------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA | 1.971 | gr/cm ³ | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD |
| | | | 10.42% |



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katerine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 21/08/2024

CALICATA : C - 02

PROF. : 0.40m. - 1.50m.

MUESTRA : M - 02

| MOLDE N° | UNID. | 1 | | 2 | | 3 | |
|---------------------------|---------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| | | 5 | | 5 | | 5 | |
| | | 55 | | 26 | | 12 | |
| | | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO |
| CAPAS | | | | | | | |
| GOLPES POR CAPA N° | | | | | | | |
| CONDICIÓN DE MUESTRA | | | | | | | |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO | gr. | 12840 | 12869 | 12745 | 12800 | 12500 | 12585 |
| PESO DEL MOLDE | gr. | 8245 | 8245 | 8387 | 8387 | 8255 | 8255 |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA | cm3 | 2119 | 2119 | 2110 | 2110 | 2119 | 2119 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO | gr. | 4595 | 4624 | 4358 | 4413 | 4245 | 4330 |
| DENSIDAD HUMEDA | gr./cm3 | 2.168 | 2.182 | 2.065 | 2.091 | 2.003 | 2.043 |
| TARRO N° | | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
| TARRO + SUELO HUMEDO | gr. | 497.46 | 423.01 | 516.6 | 436.16 | 427.97 | 437.86 |
| TARRO + SUELO SECO | gr. | 456.47 | 386.38 | 475.45 | 397.45 | 393.16 | 394.53 |
| PESO DEL TARRO | gr. | 46.61 | 47.18 | 46.82 | 48.69 | 46.46 | 46.24 |
| PESO DEL AGUA | gr. | 40.99 | 36.63 | 41.15 | 38.71 | 34.81 | 43.33 |
| PESO DEL SUELO SECO | gr. | 409.86 | 339.2 | 428.63 | 348.76 | 346.7 | 348.29 |
| HUMEDAD | % | 10.00% | 10.80% | 9.60% | 11.10% | 10.04% | 12.44% |
| DENSIDAD SECA | gr./cm3 | 1.971 | 1.969 | 1.884 | 1.883 | 1.821 | 1.817 |

ENSAYO EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO (HORAS) | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
|----------|-----------|----------------|------|-----------|-----------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| | | | | m.m. | % | | m.m. | % | | m.m. | % |
| | | | | 17/08/24 | 09.00 AM. | | 00:00 | 0 | | 0.00 | 0.00 |
| 18/08/24 | 09.00 AM. | 24:00:00 | 16 | 0.42 | 0.33 | 24 | 0.60 | 0.48 | 36 | 0.92 | 0.72 |
| 19/08/24 | 09.00 AM. | 48:00:00 | 24 | 0.62 | 0.49 | 35 | 0.89 | 0.70 | 52 | 1.33 | 1.05 |
| 20/08/24 | 09.00 AM. | 72:00:00 | 34 | 0.86 | 0.68 | 48 | 1.22 | 0.96 | 72 | 1.83 | 1.44 |
| 21/08/24 | 09.00 AM. | 96:00:00 | 39 | 0.98 | 0.78 | 57 | 1.44 | 1.13 | 86 | 2.17 | 1.72 |

PENETRACIÓN

| TIEMPO | PENETRACIÓN | | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. |
|--------|-------------|-------|--------|--------|----------|---------|-------|-------|----------|---------|-------|-------|----------|---------|
| | mm | pulg. | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 00:30 | 0.635 | 0.025 | 92.7 | 92.7 | 4.7 | | 59.9 | 59.9 | 3.0 | | 40.8 | 40.8 | 2.1 | |
| 01:00 | 1.270 | 0.050 | 161.0 | 161 | 8.1 | | 106.5 | 106.5 | 5.4 | | 72.7 | 72.7 | 3.7 | |
| 01:30 | 1.900 | 0.075 | 253.7 | 253.7 | 12.8 | | 169.6 | 169.6 | 8.6 | | 112.2 | 112.2 | 5.7 | |
| 02:00 | 2.540 | 0.100 | 340.0 | 340 | 17.2 | | 224.1 | 224.1 | 11.3 | | 151.0 | 151 | 7.6 | |
| 03:00 | 3.810 | 0.150 | 503.5 | 503.5 | 25.5 | | 334.1 | 334.1 | 16.9 | | 219.0 | 219 | 11.1 | |
| 04:00 | 5.080 | 0.200 | 656.9 | 656.9 | 33.2 | | 436.3 | 436.3 | 22.1 | | 290.4 | 290.4 | 14.7 | |
| 05:00 | 6.350 | 0.250 | 736.5 | 736.45 | 37.2 | | 492.1 | 492.1 | 24.9 | | 325.7 | 325.7 | 16.5 | |
| 06:00 | 7.620 | 0.300 | 816.0 | 816 | 41.2 | | 547.9 | 547.9 | 27.7 | | 361.0 | 361 | 18.2 | |
| 08:00 | 10.160 | 0.400 | 897.8 | 897.8 | 45.4 | | 612.8 | 612.8 | 31.0 | | 409.6 | 409.6 | 20.7 | |
| 10:00 | 12.700 | 0.500 | 1094.2 | 1094.2 | 55.3 | | 681.4 | 681.4 | 34.4 | | 491.1 | 491.1 | 24.8 | |

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Maman Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA :

RUC - 20606762357

6

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA : 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

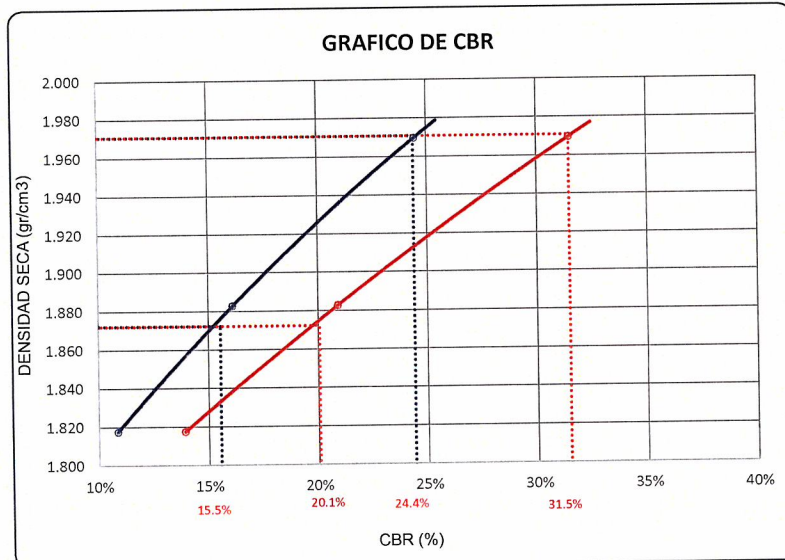
CALICATA : C - 02

MUESTRA : M - 02

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 21/08/2024

PROF. : 0.40m. - 1.50m.

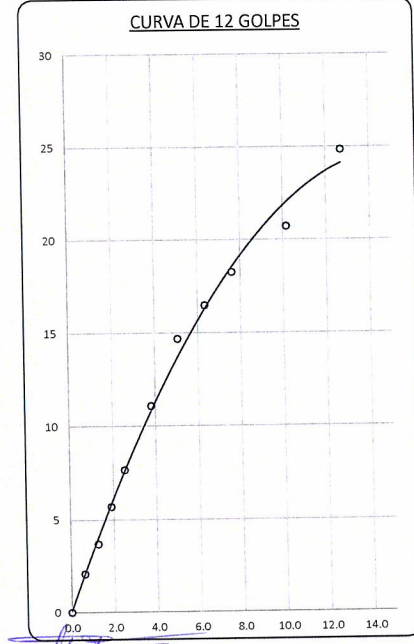
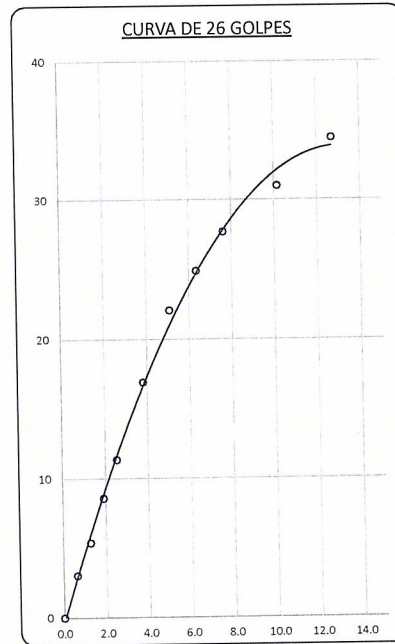
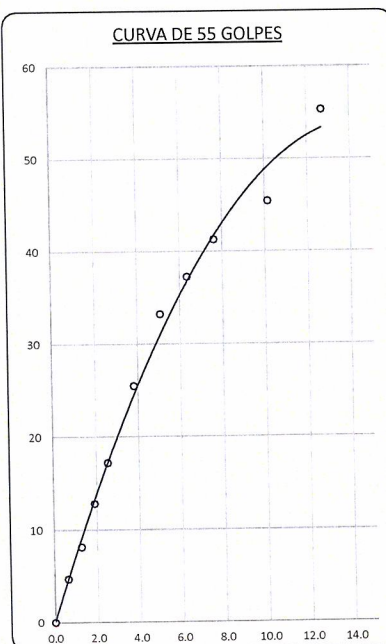


PARAMETROS DE C.B.R.

| | | |
|---------------------------|---|-------|
| C.B.R. 0.1" AL 100% | = | 24.4% |
| C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S. | = | 15.5% |
| C.B.R. 0.2" AL 100% | = | 31.5% |
| C.B.R. 0.2" AL 95% M.D.S. | = | 20.1% |

LEYENDA

| | |
|--|--------------|
| | CURVA A 0.1" |
| | CURVA A 0.2" |



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katerine C. Mamani Flores
Katerine C. Mamani Flores
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 225280



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 14/08/2024

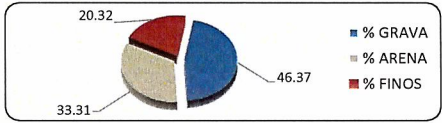
CALICATA : C - 03

PROF. : 0.00m. - 0.40m.

MUESTRA : M - 01

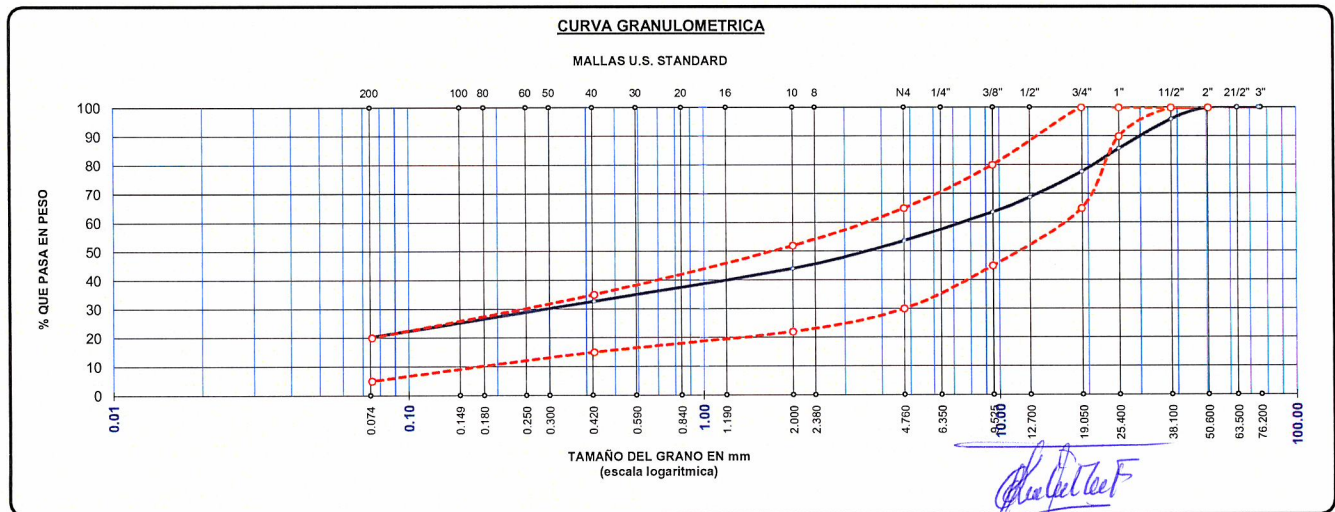
| | | | |
|---------------|---|---------|-------|
| TAMAÑO MÁXIMO | : | 2 | Pulg. |
| PESO INICIAL | : | 10000.0 | gr. |
| FRACCIÓN | : | 500.0 | gr. |

| TAMIZ ASTM | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO | % RET. PARCIAL | % RET. ACUMULADO | % QUE PASA | MTC | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|------------|---------------|---------------|----------------|------------------|------------|---------|------------------------------------|
| 3" | 75.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 4.82 |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 27.97 |
| 2" | 50.800 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 100 | LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 20.11 |
| 1 1/2" | 38.100 | 415.00 | 4.15 | 4.15 | 95.85 | 100 100 | ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 7.86 |
| 1" | 25.400 | 1025.00 | 10.25 | 14.40 | 85.60 | 90 100 | CLASIFICACIÓN (SUCS) : SC |
| 3/4" | 19.000 | 811.00 | 8.11 | 22.51 | 77.49 | 65 100 | CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-2-4 (0) |
| 1/2" | 12.700 | 882.00 | 8.82 | 31.33 | 68.67 | | |
| 3/8" | 9.500 | 512.00 | 5.12 | 36.45 | 63.55 | 45 80 | |
| 1/4" | 6.350 | | | | | | |
| No4 | 4.760 | 992.00 | 9.92 | 46.37 | 53.63 | 30 65 | |
| No8 | 2.380 | | | | | | |
| No10 | 2.000 | 966.41 | 9.66 | 56.03 | 43.97 | 22 52 | |
| No16 | 1.190 | | | | | | |
| No20 | 0.840 | | | | | | |
| No30 | 0.590 | | | | | | |
| No40 | 0.425 | 1128.38 | 11.28 | 67.32 | 32.68 | 15 35 | |
| No 50 | 0.300 | | | | | | |
| No60 | 0.260 | | | | | | |
| No80 | 0.180 | | | | | | |
| No100 | 0.149 | | | | | | |
| No200 | 0.075 | 1236.71 | 12.37 | 79.68 | 20.32 | 5 20 | |
| BASE | | 2031.50 | 20.32 | 100.00 | 0.00 | | |
| TOTAL | | 10000.00 | 100.00 | | | | |
| % PERDIDA | | 20.32 | 0.20 | | | | |



■ % GRAVA
 ■ % ARENA
 ■ % FINOS

| | | | | | |
|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| % GRAVA | 46.37 | % ARENA | 33.31 | % FINOS | 20.32 |
| D 10 = | --- | D 30 = | 0.349 | D 60 = | 7.804 |
| Cu = | --- | Cc = | --- | | |



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



| | | |
|--|-----------|-------------------|
| LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS | CODIGO : | RUC - 20606762357 |
| "INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C. | VERSIÓN : | |
| | PAGINA : | 2 |

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 14/08/2024

CALICATA : C - 03

PROF. : 0.00m. - 0.40m.

MUESTRA : M - 01

| DESCRIPCIÓN | UNID. | |
|------------------------------------|-----------|-----|
| Nro. DEL RECIPIENTE | | |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO | A | gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO | B | gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE | C | gr. |
| PESO DEL AGUA | D=A-B | gr. |
| PESO DEL SUELO SECO | E=B-C | gr. |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (D/E)*100 | % |
| PROMEDIO | | % |

| HUMEDAD NATURAL | | |
|-----------------|--------|--------|
| 50 | 51 | 52 |
| 539.10 | 468.00 | 574.30 |
| 518.79 | 448.16 | 549.79 |
| 57.74 | 57.74 | 57.74 |
| 20.32 | 19.85 | 24.52 |
| 461.05 | 390.42 | 492.05 |
| 4.41 | 5.08 | 4.98 |
| 4.82 | | |

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSION :

RUC -
20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA : 3

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

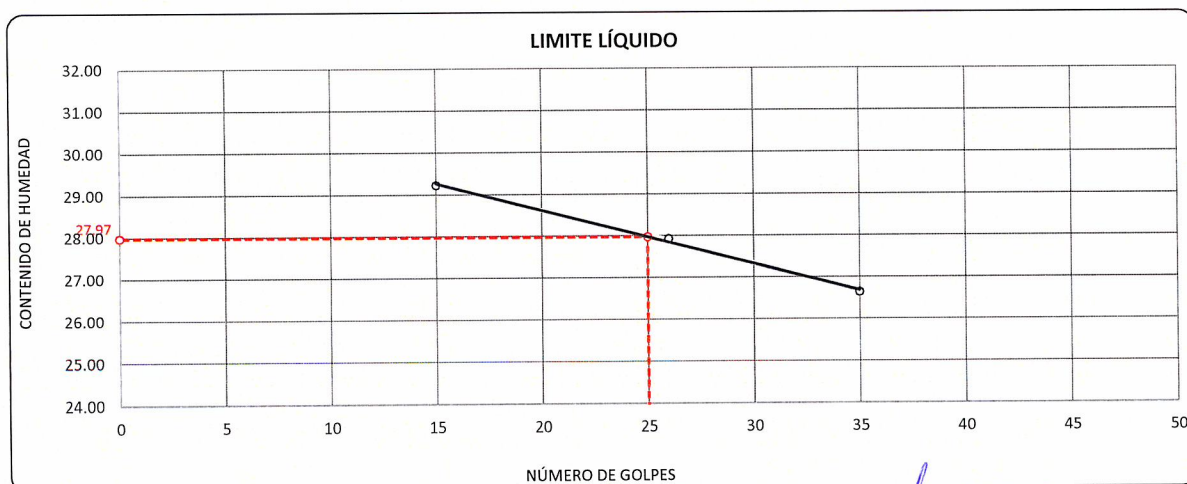
DESCRIPCIÓN : AFIRMADO FECHA : 14/08/2024

CALICATA : C - 03 PROF. : 0.00m. - 0.40m.

MUESTRA : M - 01

| DESCRIPCIÓN | UNID. | LIMITE LÍQUIDO | | | LIMITE PLÁSTICO | |
|------------------------------------|-------------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|
| | | 10 | 11 | 12 | 5 | 6 |
| Nro. DEL RECIPIENTE | | | | | | |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO | A gr. | 66.77 | 64.00 | 66.63 | 31.09 | 27.41 |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO | B gr. | 62.74 | 60.08 | 63.20 | 30.17 | 26.52 |
| PESO DEL RECIPIENTE | C gr. | 48.95 | 46.04 | 50.32 | 25.58 | 22.11 |
| PESO DEL AGUA | D=A-B gr. | 4.03 | 3.92 | 3.43 | 0.92 | 0.89 |
| PESO DEL SUELO SECO | E=B-C gr. | 13.79 | 14.04 | 12.88 | 4.59 | 4.41 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (D/E)*100 % | 29.22 | 27.92 | 26.63 | 20.04 | 20.18 |
| Nro.DE GOLPES | | 15 | 26 | 35 | --- | --- |
| PROMEDIO | % | | --- | | 20.11 | |

| RESULTADOS / PARAMETROS | LL | LP | IP | % W |
|---------------------------|------|------|-----|------|
| OBTENIDOS | 28.0 | 20.1 | 7.9 | 4.82 |
| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS | | | | |



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katerine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOGAT" S.A.C.

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

PAGINA : 4

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 14/08/2024

CALICATA : C - 03

PROF. : 0.00m. - 0.40m.

MUESTRA : M - 01

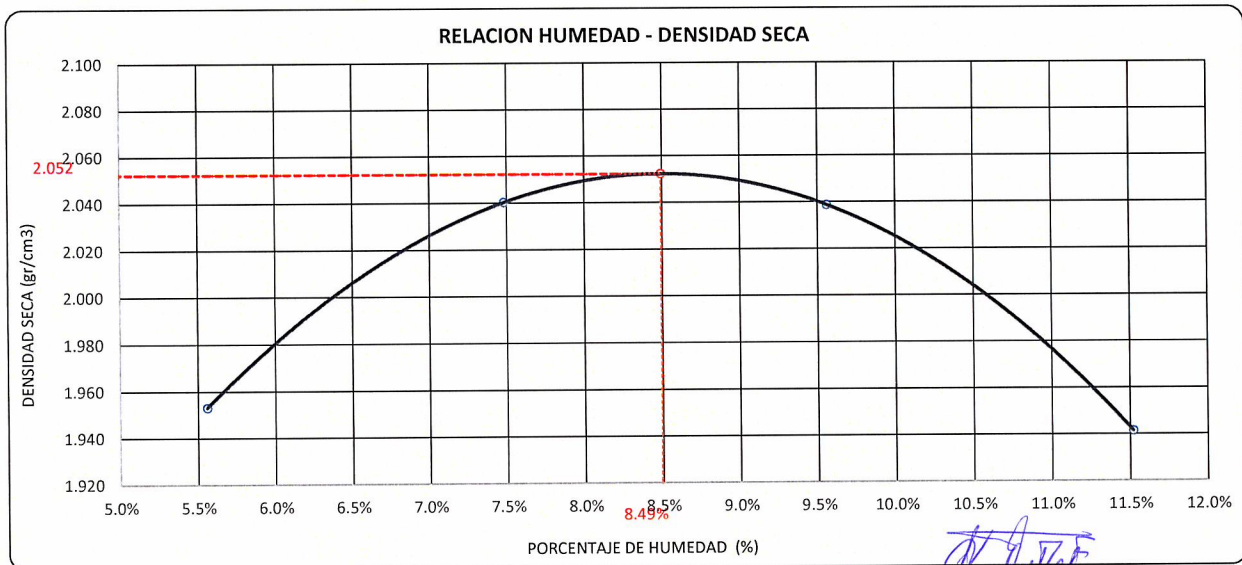
| | | | | | | | | |
|--------------------|----|---|----|-------------------|------|-----------------|------------------|----|
| DIÁMETRO DEL MOLDE | 4" | | 6" | VOLUMEN DEL MOLDE | 2134 | cm ³ | NÚMERO DE CAPAS | 5 |
| MÉTODO | A | B | C | PESO DEL MOLDE | 6042 | | NÚMERO DE GOLPES | 56 |

| | | | | | |
|----------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE | gr. | 10442 | 10722 | 10809 | 10663 |
| P. DEL MOLDE | gr. | 6042 | 6042 | 6042 | 6042 |
| P. SUELO HUMEDO | gr/cm ³ . | 4400 | 4680 | 4767 | 4621 |
| DENSIDAD DE SUELO HUMEDO | gr/cm ³ . | 2.062 | 2.193 | 2.234 | 2.165 |

| | | | | | |
|-----------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|
| | No | 19 | 20 | 21 | 22 |
| PESO SUELO HUMEDO + P. TARA | gr. | 415.15 | 562.04 | 507.04 | 502.13 |
| PESO SUELO SECO + P. TARA | gr. | 397.08 | 527.88 | 469.01 | 457.76 |
| PESO DE TARA | gr. | 72.05 | 71.23 | 71.22 | 72.60 |
| PESO DEL AGUA | gr. | 18.07 | 34.16 | 38.03 | 44.37 |
| PESO DE SUELO SECO | gr. | 325.03 | 456.65 | 397.79 | 385.16 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD | % | 5.56% | 7.48% | 9.56% | 11.52% |
| PROMEDIO DE HUMEDAD | % | 5.56% | 7.48% | 9.56% | 11.52% |
| DENSIDAD DE SUELO SECO | % | 1.953 | 2.040 | 2.039 | 1.942 |

RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA **2.052** gr/cm³ ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD **8.49%**



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA : 5

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

FECHA : 14/08/2024

CALICATA : C - 03

PROF. : 0.00m. - 0.40m.

MUESTRA : M - 01

| MOLDE N° | UNID. | 1 | | 2 | | 3 | |
|---------------------------|---------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| | | 5 | | 5 | | 5 | |
| GOLPES POR CAPA N° | | 55 | | 26 | | 12 | |
| CONDICIÓN DE MUESTRA | | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO | gr. | 12703 | 12734 | 12798 | 12855 | 12745 | 12830 |
| PESO DEL MOLDE | gr. | 7983 | 7983 | 8245 | 8245 | 8387 | 8387 |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA | cm3 | 2122 | 2122 | 2119 | 2119 | 2110 | 2110 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO | gr. | 4720 | 4751 | 4553 | 4610 | 4358 | 4443 |
| DENSIDAD HUMEDA | gr./cm3 | 2.224 | 2.239 | 2.149 | 2.176 | 2.065 | 2.106 |
| TARRO N° | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| TARRO + SUELO HUMEDO | gr. | 488.97 | 525.96 | 490.06 | 457.63 | 415.31 | 476.91 |
| TARRO + SUELO SECO | gr. | 454.64 | 485.52 | 453.47 | 418.69 | 386.91 | 435.43 |
| PESO DEL TARRO | gr. | 45.92 | 45.91 | 46.94 | 47.87 | 46.83 | 45.95 |
| PESO DEL AGUA | gr. | 34.33 | 40.44 | 36.59 | 38.94 | 28.4 | 41.48 |
| PESO DEL SUELO SECO | gr. | 408.72 | 439.61 | 406.53 | 370.82 | 340.08 | 389.48 |
| HUMEDAD | % | 8.40% | 9.20% | 9.00% | 10.50% | 8.35% | 10.65% |
| DENSIDAD SECA | gr./cm3 | 2.052 | 2.050 | 1.971 | 1.969 | 1.906 | 1.903 |

ENSAYO EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO (HORAS) | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
|----------|-----------|----------------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| | | | | m.m. | % | | m.m. | % | | m.m. | % |
| 10/08/24 | 09.00 AM. | 00:00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 11/08/24 | 09.00 AM. | 24:00:00 | 17 | 0.42 | 0.33 | 24 | 0.61 | 0.48 | 38 | 0.96 | 0.76 |
| 12/08/24 | 09.00 AM. | 48:00:00 | 24 | 0.62 | 0.49 | 35 | 0.88 | 0.70 | 57 | 1.44 | 1.13 |
| 13/08/24 | 09.00 AM. | 72:00:00 | 34 | 0.85 | 0.67 | 48 | 1.21 | 0.96 | 79 | 2.00 | 1.58 |
| 14/08/24 | 09.00 AM. | 96:00:00 | 40 | 1.01 | 0.80 | 56 | 1.42 | 1.12 | 92 | 2.32 | 1.83 |

PENETRACIÓN

| TIEMPO | PENETRACIÓN | | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. |
|--------|-------------|-------|--------|---------|----------|---------|--------|--------|----------|---------|-------|-------|----------|---------|
| | mm | pulg. | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 00:30 | 0.635 | 0.025 | 155.6 | 155.6 | 7.9 | | 104.7 | 104.7 | 5.3 | | 66.1 | 66.1 | 3.3 | |
| 01:00 | 1.270 | 0.050 | 271.5 | 271.5 | 13.7 | | 180.1 | 180.1 | 9.1 | | 117.1 | 117.1 | 5.9 | |
| 01:30 | 1.900 | 0.075 | 425.8 | 425.8 | 21.5 | | 282.5 | 282.5 | 14.3 | | 183.1 | 183.1 | 9.3 | |
| 02:00 | 2.540 | 0.100 | 572.5 | 572.5 | 28.9 | | 377.8 | 377.8 | 19.1 | | 248.5 | 248.5 | 12.6 | |
| 03:00 | 3.810 | 0.150 | 846.7 | 846.7 | 42.8 | | 558.2 | 558.2 | 28.2 | | 364.3 | 364.3 | 18.4 | |
| 04:00 | 5.080 | 0.200 | 1111.2 | 1111.2 | 56.2 | | 729.7 | 729.7 | 36.9 | | 474.1 | 474.1 | 24.0 | |
| 05:00 | 6.350 | 0.250 | 1239.0 | 1238.95 | 62.6 | | 810.3 | 810.25 | 41.0 | | 523.0 | 523 | 26.4 | |
| 06:00 | 7.620 | 0.300 | 1366.7 | 1366.7 | 69.1 | | 890.8 | 890.8 | 45.0 | | 571.9 | 571.9 | 28.9 | |
| 08:00 | 10.160 | 0.400 | 1559.9 | 1559.9 | 78.9 | | 1107.0 | 1107 | 56.0 | | 695.7 | 695.7 | 35.2 | |
| 10:00 | 12.700 | 0.500 | 1743.7 | 1743.7 | 88.1 | | 1225.8 | 1225.8 | 62.0 | | 779.1 | 779.1 | 39.4 | |

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA : 6

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO

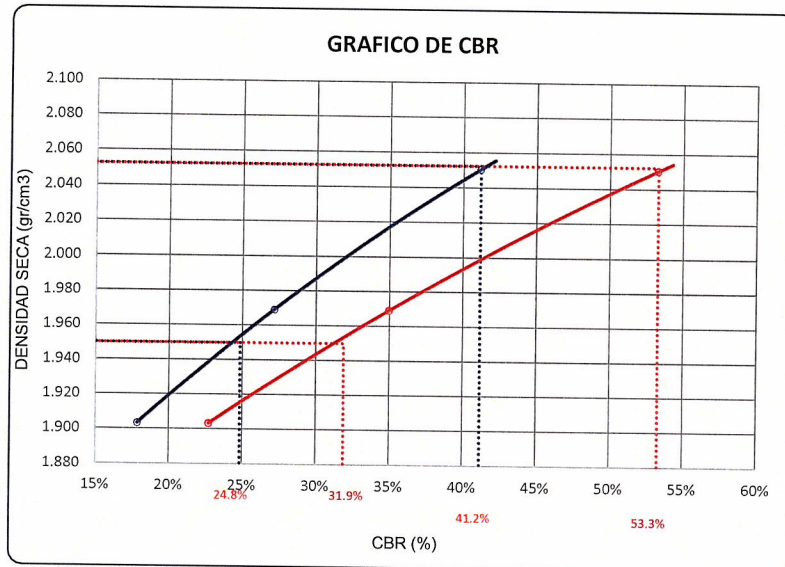
CALICATA : C - 03

MUESTRA : M - 01

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 14/08/2024

PROF. : 0.00m. - 0.40m.

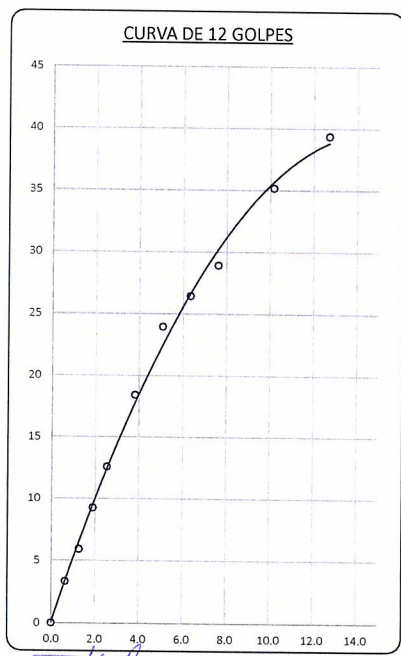
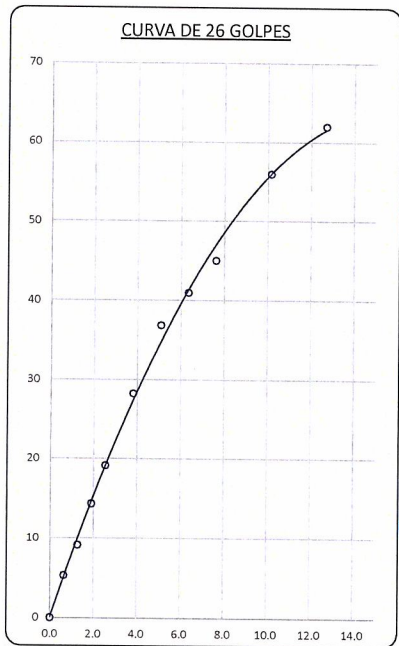
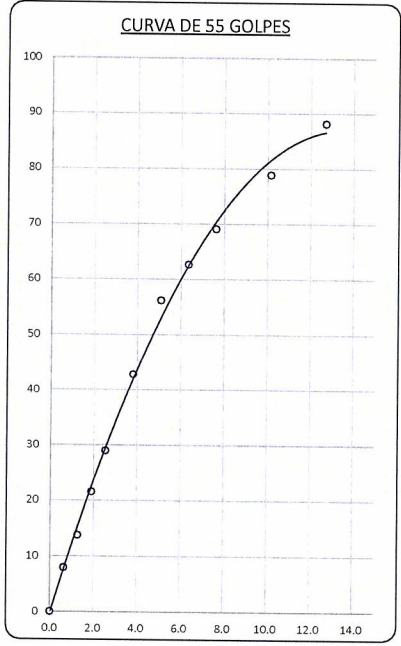


PARAMETROS DE C.B.R.

| | | |
|---------------------------|---|-------|
| C.B.R. 0.1" AL 100% | = | 41.2% |
| C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S. | = | 24.8% |
| C.B.R. 0.2" AL 100% | = | 53.3% |
| C.B.R. 0.2" AL 95% M.D.S. | = | 31.9% |

LEYENDA

- CURVA A 0.1"
- CURVA A 0.2"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Katerine C. Mamani Flores
Katerine C. Mamani Flores
 INGENIERO CIVIL.
 CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO: "OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

VERSION:

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOGAT" S.A.C.

PAGINA: 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

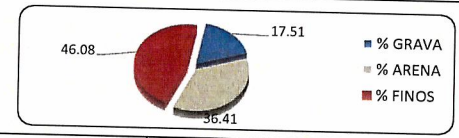
FECHA : 21/08/2024

CALICATA : C - 03

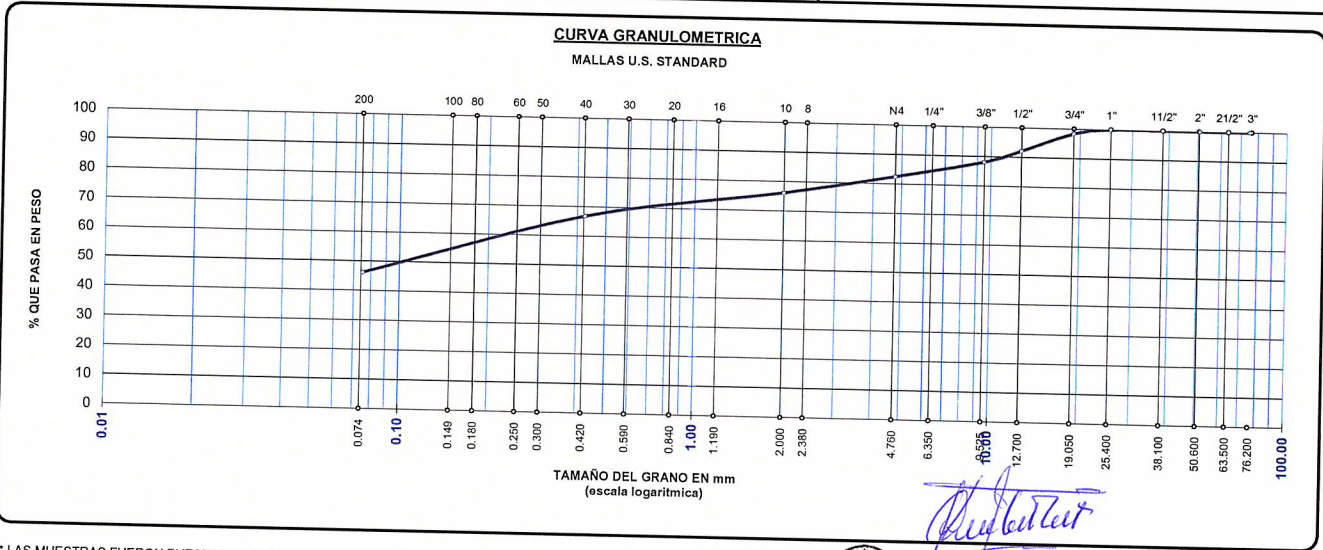
PROF. : 0.40m. - 1.50m.

MUESTRA : M - 02

| TAMIZ ASTM | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO | % RET. PARCIAL | % RET. ACUMULADO | % QUE PASA | MTC | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|------------|---------------|---------------|----------------|------------------|------------|---------|---|
| 3" | 75.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.22 LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 29.27 LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 19.20 ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 10.07 CLASIFICACIÓN (SUCS) : SC CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-4 (2) |
| 2 1/2" | 63.500 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 100 | |
| 2" | 50.800 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 100 | |
| 1 1/2" | 38.100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 100 | |
| 1" | 25.400 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 90 100 | |
| 3/4" | 19.000 | 133.00 | 1.66 | 1.66 | 98.34 | 65 100 | |
| 1/2" | 12.700 | 502.00 | 6.28 | 7.94 | 92.06 | | |
| 3/8" | 9.500 | 322.00 | 4.03 | 11.96 | 88.04 | 45 80 | |
| 1/4" | 6.350 | | | | | | |
| No4 | 4.760 | 444.00 | 5.55 | 17.51 | 82.49 | 30 65 | |
| No8 | 2.380 | | | | | | |
| No10 | 2.000 | 506.80 | 6.34 | 23.85 | 76.15 | 22 52 | |
| No16 | 1.190 | | | | | | |
| No20 | 0.840 | | | | | | |
| No30 | 0.590 | | | | | | |
| No40 | 0.425 | 750.97 | 9.39 | 33.23 | 66.77 | 15 35 | |
| No 50 | 0.300 | | | | | | |
| No60 | 0.260 | | | | | | |
| No80 | 0.180 | | | | | | |
| No100 | 0.149 | | | | | | |
| No200 | 0.075 | 1655.03 | 20.69 | 53.92 | 46.08 | 5 20 | |
| BASE | | 3686.20 | 46.08 | 100.00 | 0.00 | | |
| TOTAL | | 8000.00 | 100.00 | | | | |
| % PERDIDA | | 46.08 | 0.58 | | | | |



| | | | | | |
|--------|------|--------|------|--------|-------|
| D 10 = | ---- | D 30 = | ---- | D 60 = | 0.311 |
| Cu = | ---- | Cc = | ---- | | |



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

[Firma]
Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



| | | |
|--|-----------|-------------------|
| LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS | CODIGO : | RUC - 20606762357 |
| "INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C. | VERSIÓN : | |
| | PAGINA : | 2 |

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 21/08/2024

CALICATA : C - 03

PROF. : 0.40m. - 1.50m.

MUESTRA : M - 02

| DESCRIPCIÓN | UNID. | |
|------------------------------------|-----------|-----|
| Nro. DEL RECIPIENTE | | |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO | A | gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO | B | gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE | C | gr. |
| PESO DEL AGUA | D=A-B | gr. |
| PESO DEL SUELO SECO | E=B-C | gr. |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (D/E)*100 | % |
| PROMEDIO | | % |

| HUMEDAD NATURAL | | |
|-----------------|--------|--------|
| 37 | 38 | 39 |
| 496.80 | 548.00 | 490.70 |
| 461.14 | 504.06 | 452.56 |
| 46.54 | 46.81 | 48.61 |
| 35.66 | 43.94 | 38.14 |
| 414.60 | 457.25 | 403.95 |
| 8.60 | 9.61 | 9.44 |
| 9.22 | | |

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katerine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

CALICATA : C - 03

MUESTRA : M - 02

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 21/08/2024

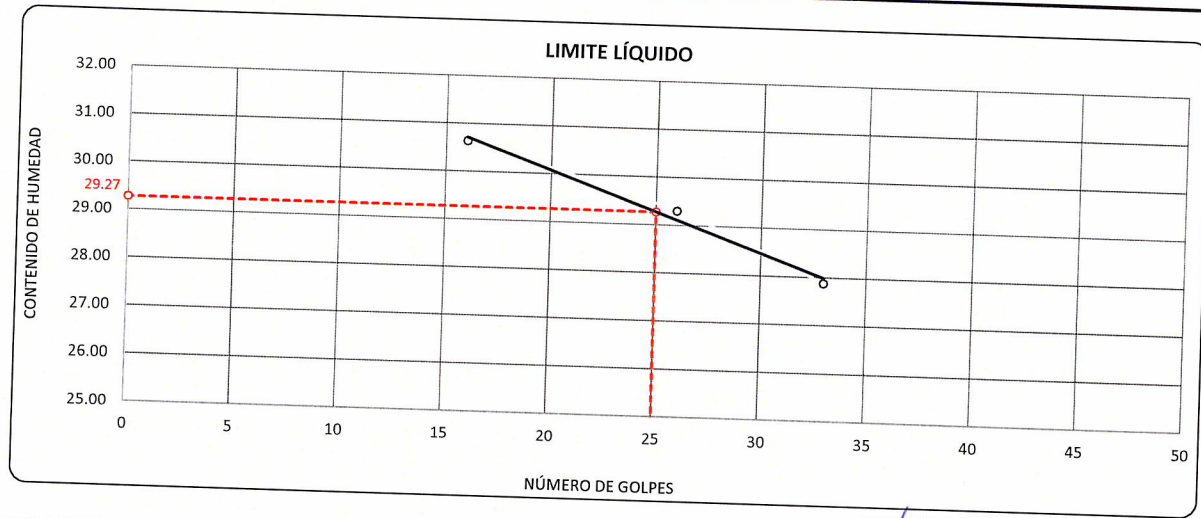
PROF. : 0.40m. - 1.50m.

| DESCRIPCIÓN | UNID. |
|------------------------------------|-------------|
| Nro. DEL RECIPIENTE | |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO | A gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO | B gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE | C gr. |
| PESO DEL AGUA | D=A-B gr. |
| PESO DEL SUELO SECO | E=B-C gr. |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (D/E)*100 % |
| Nro.DE GOLPES | |
| PROMEDIO | % |

| LIMITE LÍQUIDO | | |
|----------------|-------|-------|
| 3 | 4 | 5 |
| 70.36 | 63.36 | 68.60 |
| 65.79 | 59.76 | 64.24 |
| 50.87 | 47.47 | 48.60 |
| 4.57 | 3.60 | 4.36 |
| 14.92 | 12.29 | 15.64 |
| 30.63 | 29.29 | 27.88 |
| 16 | 26 | 33 |
| --- | --- | --- |

| LIMITE PLÁSTICO | |
|-----------------|-------|
| 2 | 3 |
| 28.46 | 28.43 |
| 27.33 | 27.42 |
| 21.43 | 22.17 |
| 1.13 | 1.01 |
| 5.90 | 5.25 |
| 19.15 | 19.24 |
| --- | --- |
| 19.20 | |

| RESULTADOS / PARAMETROS | LL | LP | IP | % W |
|---------------------------|------|------|------|------|
| OBTENIDOS | 29.3 | 19.2 | 10.1 | 9.22 |
| ESPECIFICACIONES TECNICAS | | | | |



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
 Katherine C. Mamani Flores
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 225280



"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

CÓDIGO :

VERSIÓN :

PÁGINA : 4

RUC - 20606762357

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

CALICATA : C - 03

MUESTRA : M - 02

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 21/08/2024

PROF. : 0.40m. - 1.50m.

| | | | | | | | |
|--------------------|----|---|----|-------------------|----------------------|------------------|----|
| DIÁMETRO DEL MOLDE | 4" | | 6" | VOLUMEN DEL MOLDE | 2134 cm ³ | NÚMERO DE CAPAS | 5 |
| | A | B | C | | | | |
| MÉTODO | | | | PESO DEL MOLDE | 6042 | NÚMERO DE GOLPES | 56 |

| | | | | | |
|----------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE | gr. | 10283 | 10536 | 10678 | 10482 |
| P. DEL MOLDE | gr. | 6042 | 6042 | 6042 | 6042 |
| P. SUELO HUMEDO | gr/cm ³ | 4241 | 4494 | 4636 | 4440 |
| DENSIDAD DE SUELO HUMEDO | gr/cm ³ | 1.987 | 2.106 | 2.172 | 2.080 |

| | | | | | |
|-----------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|
| PESO SUELO HUMEDO + P. TARA | No | 28 | 29 | 30 | 31 |
| PESO SUELO SECO + P. TARA | gr. | 418.87 | 451.78 | 468.48 | 493.67 |
| PESO DE TARA | gr. | 395.98 | 420.36 | 429.10 | 445.02 |
| PESO DEL AGUA | gr. | 71.80 | 72.44 | 72.08 | 71.05 |
| PESO DE SUELO SECO | gr. | 22.89 | 31.42 | 39.38 | 48.65 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD | gr. | 324.18 | 347.92 | 357.02 | 373.97 |
| PROMEDIO DE HUMEDAD | % | 7.06% | 9.03% | 11.03% | 13.01% |
| DENSIDAD DE SUELO SECO | % | 7.06% | 9.03% | 11.03% | 13.01% |
| | % | 1.856 | 1.931 | 1.956 | 1.841 |

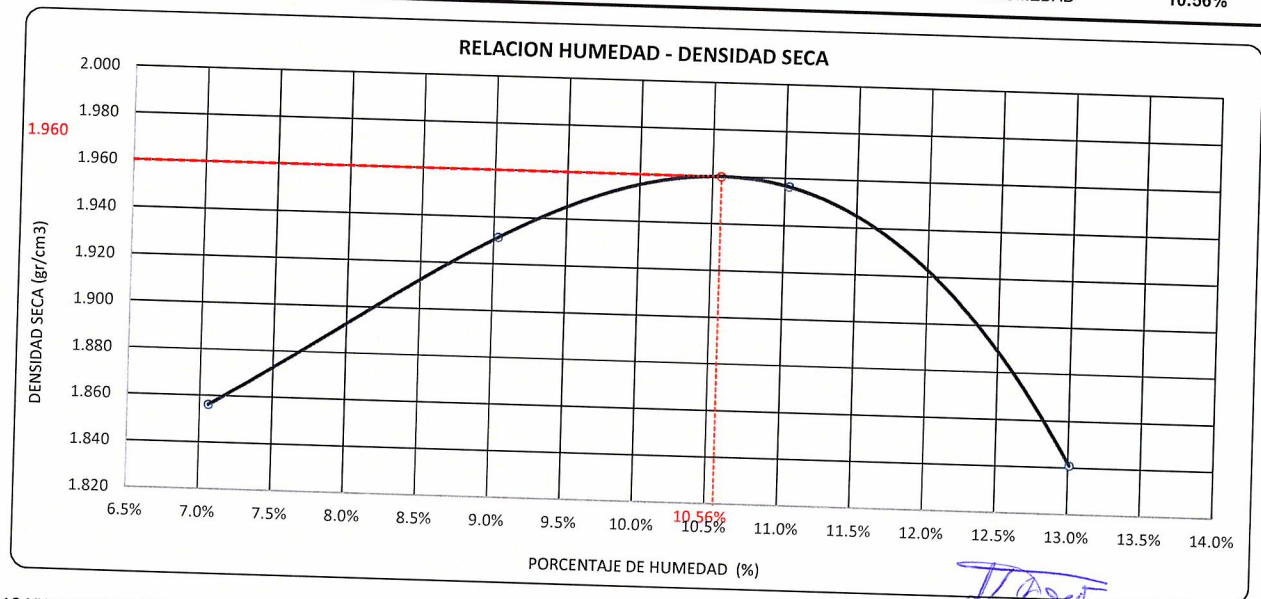
RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA

1.960 gr/cm³

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

10.56%



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA : 5

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

FECHA : 21/08/2024

CALICATA : C - 03

PROF. : 0.40m. - 1.50m.

MUESTRA : M - 02

| MOLDE N° | UNID. | 1 | | 2 | | 3 | |
|---------------------------|---------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| | | 5 | | 5 | | 5 | |
| CAPAS | | 55 | | 26 | | 12 | |
| CONDICIÓN DE MUESTRA | | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO | gr. | 12152 | 12182 | 12011 | 12065 | 11811 | 11896 |
| PESO DEL MOLDE | gr. | 7556 | 7556 | 7620 | 7620 | 7562 | 7562 |
| VOLÚMEN DE LA MUESTRA | cm3 | 2124 | 2124 | 2125 | 2125 | 2126 | 2126 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO | gr. | 4596 | 4626 | 4391 | 4445 | 4249 | 4334 |
| DENSIDAD HUMEDA | gr./cm3 | 2.164 | 2.178 | 2.066 | 2.092 | 1.999 | 2.039 |
| TARRO N° | | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 |
| TARRO + SUELO HUMEDO | gr. | 549.64 | 526.49 | 432.59 | 445.71 | 432.19 | 488.61 |
| TARRO + SUELO SECO | gr. | 503.22 | 479.28 | 399.13 | 406.32 | 397.13 | 439.95 |
| PESO DEL TARRO | gr. | 56.85 | 57.735 | 57.735 | 57.735 | 57.735 | 57.735 |
| PESO DEL AGUA | gr. | 46.42 | 47.21 | 33.46 | 39.39 | 35.06 | 48.66 |
| PESO DEL SUELO SECO | gr. | 446.37 | 421.545 | 341.395 | 348.585 | 339.395 | 382.215 |
| HUMEDAD | % | 10.40% | 11.20% | 9.80% | 11.30% | 10.33% | 12.73% |
| DENSIDAD SECA | gr./cm3 | 1.960 | 1.959 | 1.882 | 1.879 | 1.811 | 1.808 |

ENSAYO EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO (HORAS) | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
|----------|-----------|----------------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| | | | | m.m. | % | | m.m. | % | | m.m. | % |
| 17/08/24 | 09.00 AM. | 00:00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 18/08/24 | 09.00 AM. | 24:00:00 | 16 | 0.41 | 0.32 | 23 | 0.58 | 0.46 | 35 | 0.88 | 0.70 |
| 19/08/24 | 09.00 AM. | 48:00:00 | 24 | 0.61 | 0.48 | 34 | 0.87 | 0.69 | 52 | 1.32 | 1.04 |
| 20/08/24 | 09.00 AM. | 72:00:00 | 32 | 0.81 | 0.64 | 45 | 1.13 | 0.89 | 68 | 1.73 | 1.37 |
| 21/08/24 | 09.00 AM. | 96:00:00 | 37 | 0.95 | 0.75 | 52 | 1.33 | 1.05 | 78 | 1.99 | 1.57 |

PENETRACIÓN

| TIEMPO | PENETRACIÓN | | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. |
|--------|-------------|-------|-------|--------|----------|---------|-------|-------|----------|---------|-------|--------|----------|---------|
| | mm | pulg. | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 00:30 | 0.635 | 0.025 | 75.0 | 75 | 3.8 | | 49.1 | 49.1 | 2.5 | | 33.4 | 33.4 | 1.7 | |
| 01:00 | 1.270 | 0.050 | 132.3 | 132.3 | 6.7 | | 86.5 | 86.5 | 4.4 | | 58.6 | 58.6 | 3.0 | |
| 01:30 | 1.900 | 0.075 | 205.9 | 205.9 | 10.4 | | 137.8 | 137.8 | 7.0 | | 91.4 | 91.4 | 4.6 | |
| 02:00 | 2.540 | 0.100 | 278.2 | 278.2 | 14.1 | | 182.6 | 182.6 | 9.2 | | 122.4 | 122.4 | 6.2 | |
| 03:00 | 3.810 | 0.150 | 406.1 | 406.1 | 20.5 | | 270.7 | 270.7 | 13.7 | | 177.0 | 177 | 8.9 | |
| 04:00 | 5.080 | 0.200 | 531.3 | 531.3 | 26.9 | | 354.8 | 354.8 | 17.9 | | 235.8 | 235.8 | 11.9 | |
| 05:00 | 6.350 | 0.250 | 605.7 | 605.65 | 30.6 | | 399.5 | 399.5 | 20.2 | | 266.5 | 266.45 | 13.5 | |
| 06:00 | 7.620 | 0.300 | 680.0 | 680 | 34.4 | | 444.2 | 444.2 | 22.5 | | 297.1 | 297.1 | 15.0 | |
| 08:00 | 10.160 | 0.400 | 787.5 | 787.5 | 39.8 | | 524.4 | 524.4 | 26.5 | | 330.0 | 330 | 16.7 | |
| 10:00 | 12.700 | 0.500 | 873.8 | 873.8 | 44.2 | | 568.5 | 568.5 | 28.7 | | 377.9 | 377.9 | 19.1 | |

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 Katherine C. Mamani Flores
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 225280





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA :

RUC - 20606762357

6

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

DESCRIPCIÓN : TERRENO NATURAL

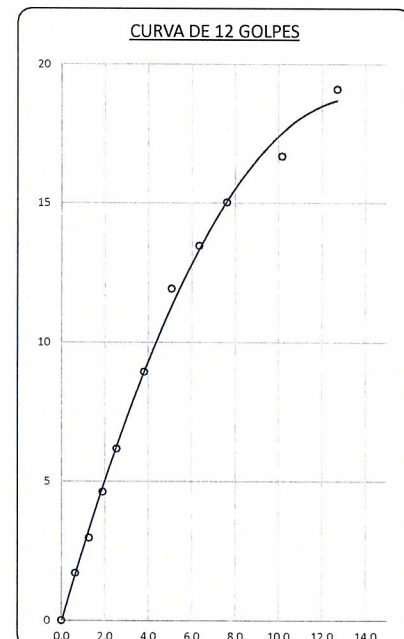
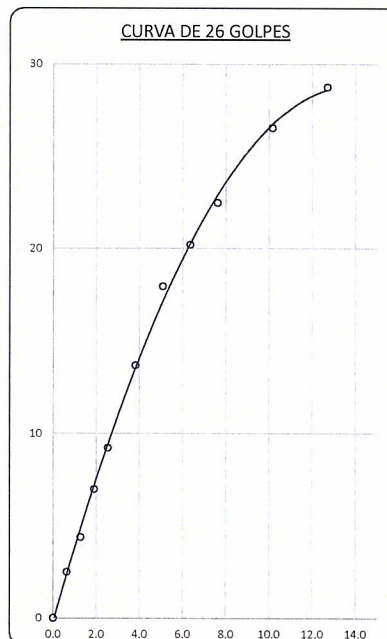
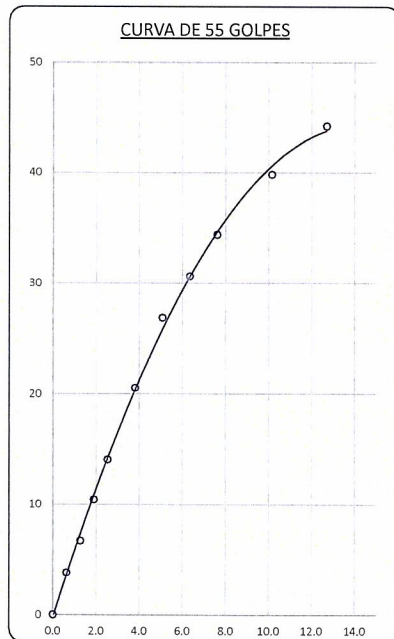
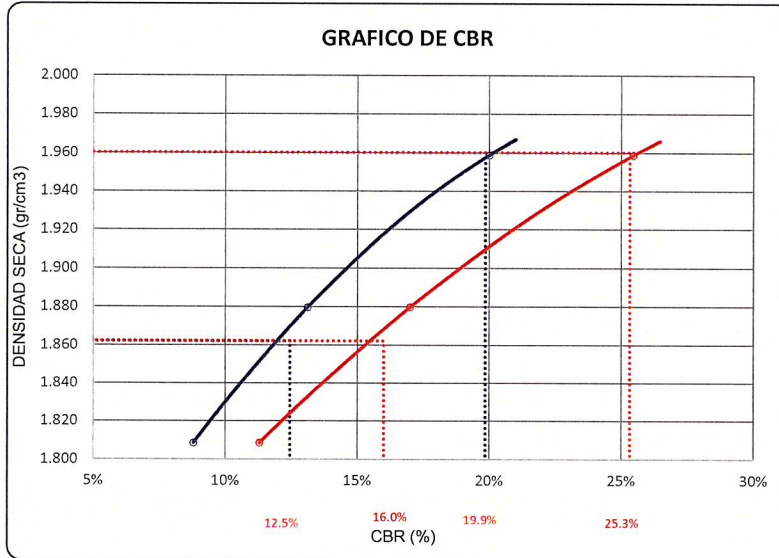
CALICATA : C - 03

MUESTRA : M - 02

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 21/08/2024

PROF. : 0.40m. - 1.50m.



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 Katherine C. Mamani Flores
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 225280



TESIS UANCV

INGENIERÍA Y GEOTECNIA



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA LOCALIZADA" OFICINA DE INVESTIGACIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

DISEÑO SUELO - CEMENTO



| | | | |
|--|--|-----------|-------------------|
| | LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS | CODIGO : | RUC - 20606762357 |
| | "INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C. | VERSIÓN : | |
| | | PAGINA: 1 | |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS

(SUELO CEMENTO)
(MTC E-1103)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO C/N CEMENTO FECHA : 2/09/2024

CALICATA : --- PROF. : ---

MUESTRA : M - 01

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CEMENTO (%) | CARGA (kg) | Ø (cm) | ÁREA (cm ²) | ESF. ROTURA (kg/cm ²) | PROMEDIO | | FECHA | | EDAD (DIAS) |
|----|---------------------------|-------------|------------|--------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------|------|------------|-----------|-------------|
| | | | | | | | (kg/cm ²) | MPa | MOLDEO | ROTURA | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 1.00 | 960.0 | 10.2 | 82.0 | 11.70 | 11.70 | 1.15 | 26/08/2024 | 2/09/2024 | 7 |
| | 10.22 cm. x 20.22 cm. | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 1.00 | 940.0 | 10.2 | 82.0 | 11.46 | 11.70 | 1.15 | 26/08/2024 | 2/09/2024 | 7 |
| | 10.22 cm. x 20.20 cm. | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 1.00 | 980.0 | 10.2 | 82.0 | 11.95 | 11.70 | 1.15 | 26/08/2024 | 2/09/2024 | 7 |
| | 10.22 cm. x 20.18 cm. | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 4 | BRIQUETA DE PRUEBA | 2.00 | 1320.0 | 10.2 | 81.2 | 16.25 | 15.89 | 1.56 | 26/08/2024 | 2/09/2024 | 7 |
| | 10.17 cm. x 20.27 cm. | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 5 | BRIQUETA DE PRUEBA | 2.00 | 1210.0 | 10.2 | 81.9 | 14.78 | 15.89 | 1.56 | 26/08/2024 | 2/09/2024 | 7 |
| | 10.21 cm. x 20.24 cm. | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 6 | BRIQUETA DE PRUEBA | 2.00 | 1360.0 | 10.2 | 81.7 | 16.64 | 15.89 | 1.56 | 26/08/2024 | 2/09/2024 | 7 |
| | 10.20 cm. x 20.28 cm. | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 7 | BRIQUETA DE PRUEBA | 3.00 | 1660.0 | 10.2 | 81.2 | 20.44 | 20.26 | 1.99 | 26/08/2024 | 2/09/2024 | 7 |
| | 10.17 cm. x 20.25 cm. | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 8 | BRIQUETA DE PRUEBA | 3.00 | 1690.0 | 10.2 | 81.9 | 20.64 | 20.26 | 1.99 | 26/08/2024 | 2/09/2024 | 7 |
| | 10.21 cm. x 20.27 cm. | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 9 | BRIQUETA DE PRUEBA | 3.00 | 1620.0 | 10.2 | 82.2 | 19.71 | 20.26 | 1.99 | 26/08/2024 | 2/09/2024 | 7 |
| | 10.23 cm. x 20.25 cm. | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 10 | BRIQUETA DE PRUEBA | 4.00 | 2130.0 | 10.2 | 81.7 | 26.07 | 25.11 | 2.46 | 26/08/2024 | 2/09/2024 | 7 |
| | 10.20 cm. x 20.22 cm. | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 11 | BRIQUETA DE PRUEBA | 4.00 | 2060.0 | 10.2 | 82.0 | 25.11 | 25.11 | 2.46 | 26/08/2024 | 2/09/2024 | 7 |
| | 10.22 cm. x 20.25 cm. | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 12 | BRIQUETA DE PRUEBA | 4.00 | 1990.0 | 10.2 | 82.4 | 24.16 | 25.11 | 2.46 | 26/08/2024 | 2/09/2024 | 7 |
| | 10.24 cm. x 20.20 cm. | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

CONTENIDO DE CEMENTO 1.8MPa



ESPECIFICACIÓN : 1.80 MPa

CEMENTO : 2.5 %



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL



TESIS UANCV



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

"INGENIERIA Y GEOTECNICA" OFICINA DE INVESTIGACIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

CEMENTO 2.5% + POLÍMEROS



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC -
20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

1

LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.5% CEMENTO

FECHA : 9/09/2024

CALICATA : ---

PROF. : ---

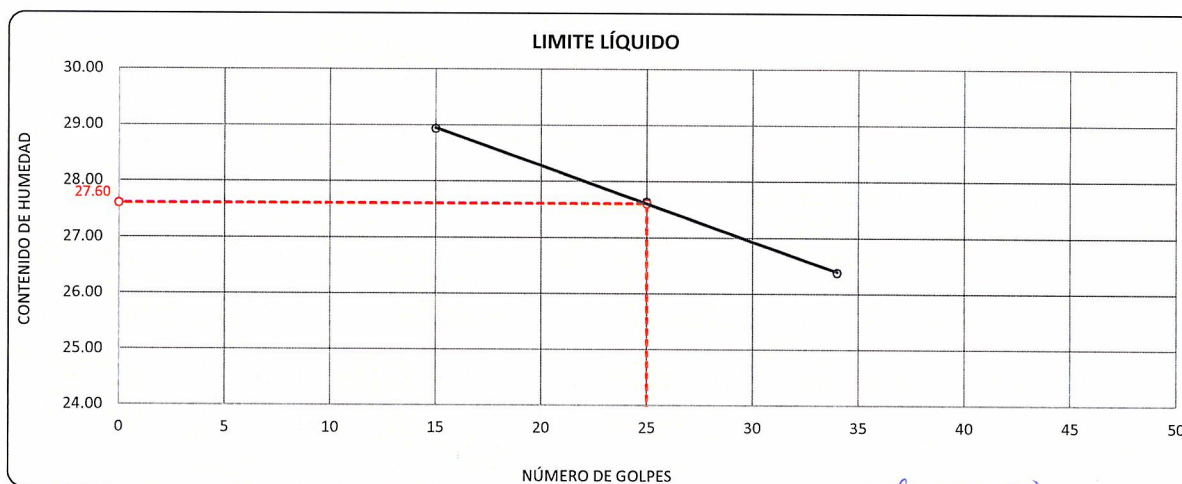
MUESTRA : M - 01

| DESCRIPCIÓN | UNID. | |
|------------------------------------|-----------|-----|
| Nro. DEL RECIPIENTE | | |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO | A | gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO | B | gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE | C | gr. |
| PESO DEL AGUA | D=A-B | gr. |
| PESO DEL SUELO SECO | E=B-C | gr. |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (D/E)*100 | % |
| Nro.DE GOLPES | | |
| PROMEDIO | | % |

| LIMITE LÍQUIDO | | |
|----------------|-------|-------|
| 2 | 3 | 4 |
| 65.87 | 68.10 | 67.69 |
| 61.95 | 64.37 | 63.47 |
| 48.40 | 50.87 | 47.47 |
| 3.92 | 3.73 | 4.22 |
| 13.55 | 13.50 | 16.00 |
| 28.93 | 27.63 | 26.38 |
| 15 | 25 | 34 |
| --- | | |

| LIMITE PLÁSTICO | |
|-----------------|-------|
| 1 | 2 |
| 31.13 | 27.13 |
| 30.16 | 26.16 |
| 25.45 | 21.43 |
| 0.97 | 0.97 |
| 4.71 | 4.73 |
| 20.59 | 20.51 |
| --- | --- |
| 20.55 | |

| RESULTADOS / PARAMETROS | LL | LP | IP | % W |
|---------------------------|------|------|-----|-----|
| OBTENIDOS | 27.6 | 20.6 | 7.0 | |
| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS | | | | |



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CC-001

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.G.

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

PAGINA : 2

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.5% CEMENTO

FECHA : 9/09/2024

CALICATA : ----

PROF. : ----

MUESTRA : M - 01

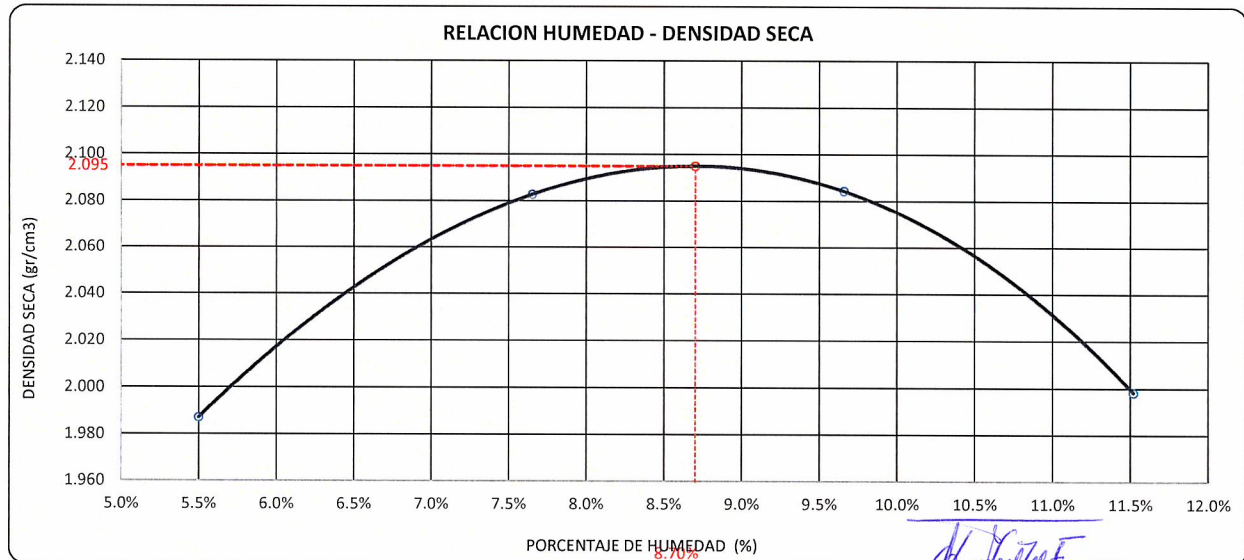
| | | | | | | | | |
|--------------------|----|---|----|-------------------|------|-----------------|------------------|----|
| DIÁMETRO DEL MOLDE | 4" | | 6" | VOLUMEN DEL MOLDE | 2134 | cm ³ | NÚMERO DE CAPAS | 5 |
| MÉTODO | A | B | C | PESO DEL MOLDE | 6042 | | NÚMERO DE GOLPES | 56 |

| | | | | | |
|----------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE | gr. | 10516 | 10827 | 10920 | 10798 |
| P. DEL MOLDE | gr. | 6042 | 6042 | 6042 | 6042 |
| P. SUELO HUMEDO | gr/cm ³ . | 4474 | 4785 | 4878 | 4756 |
| DENSIDAD DE SUELO HUMEDO | gr/cm ³ . | 2.096 | 2.242 | 2.286 | 2.228 |

| | | | | | |
|-----------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|
| | No | 14 | 15 | 16 | 17 |
| PESO SUELO HUMEDO + P. TARA | gr. | 599.60 | 497.30 | 422.77 | 557.73 |
| PESO SUELO SECO + P. TARA | gr. | 572.42 | 467.23 | 392.08 | 507.45 |
| PESO DE TARA | gr. | 78.20 | 74.20 | 74.35 | 71.00 |
| PESO DEL AGUA | gr. | 27.18 | 30.07 | 30.69 | 50.28 |
| PESO DE SUELO SECO | gr. | 494.22 | 393.03 | 317.73 | 436.45 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD | % | 5.50% | 7.65% | 9.66% | 11.52% |
| PROMEDIO DE HUMEDAD | % | 5.50% | 7.65% | 9.66% | 11.52% |
| DENSIDAD DE SUELO SECO | % | 1.987 | 2.083 | 2.084 | 1.998 |

RESULTADOS

| | | | | |
|----------------------|-------|--------------------|-----------------------------|-------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA | 2.095 | gr/cm ³ | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 8.70% |
|----------------------|-------|--------------------|-----------------------------|-------|



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katerine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA : 3

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.5% CEMENTO

FECHA : 9/09/2024

CALICATA : ---

PROF. : ---

MUESTRA : M - 01

| MOLDE N° | UNID. | 1 | | 2 | | 3 | |
|---------------------------|---------------------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| | | 5 | | 5 | | 5 | |
| CAPAS | | 55 | | 26 | | 12 | |
| GOLPES POR CAPA N° | | 55 | | 26 | | 12 | |
| CONDICIÓN DE MUESTRA | | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO | gr. | 12282 | 12310 | 12219 | 12272 | 12143 | 12224 |
| PESO DEL MOLDE | gr. | 7434 | 7434 | 7556 | 7556 | 7620 | 7620 |
| VOLÚMEN DE LA MUESTRA | cm ³ | 2127 | 2127 | 2124 | 2124 | 2125 | 2125 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO | gr. | 4848 | 4876 | 4663 | 4716 | 4523 | 4604 |
| DENSIDAD HUMEDA | gr./cm ³ | 2.279 | 2.292 | 2.195 | 2.220 | 2.128 | 2.167 |
| TARRO N° | | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 |
| TARRO + SUELO HUMEDO | gr. | 544.01 | 407.59 | 519.47 | 522.09 | 475.3 | 423.99 |
| TARRO + SUELO SECO | gr. | 504.39 | 377.01 | 479.26 | 476.55 | 441.53 | 387.99 |
| PESO DEL TARRO | gr. | 54.195 | 55.08 | 55.965 | 56.85 | 57.735 | 57.735 |
| PESO DEL AGUA | gr. | 39.62 | 30.58 | 40.21 | 45.54 | 33.77 | 36 |
| PESO DEL SUELO SECO | gr. | 450.195 | 321.93 | 423.295 | 419.7 | 383.795 | 330.255 |
| HUMEDAD | % | 8.80% | 9.50% | 9.50% | 10.85% | 8.80% | 10.90% |
| DENSIDAD SECA | gr./cm ³ | 2.095 | 2.094 | 2.005 | 2.003 | 1.956 | 1.954 |

ENSAYO EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO (HORAS) | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
|----------|-----------|----------------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| | | | | m.m. | % | | m.m. | % | | m.m. | % |
| 05/09/24 | 09.00 AM. | 00:00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 06/09/24 | 09.00 AM. | 24:00:00 | 9 | 0.22 | 0.18 | 13 | 0.33 | 0.26 | 20 | 0.50 | 0.39 |
| 07/09/24 | 09.00 AM. | 48:00:00 | 13 | 0.32 | 0.25 | 19 | 0.49 | 0.38 | 28 | 0.72 | 0.57 |
| 08/09/24 | 09.00 AM. | 72:00:00 | 17 | 0.44 | 0.35 | 25 | 0.64 | 0.50 | 37 | 0.94 | 0.74 |
| 09/09/24 | 09.00 AM. | 96:00:00 | 19 | 0.49 | 0.39 | 28 | 0.70 | 0.56 | 42 | 1.07 | 0.84 |

PENETRACIÓN

| TIEMPO | PENETRACIÓN | | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. |
|--------|-------------|-------|--------|--------|----------|---------|--------|---------|----------|---------|--------|--------|----------|---------|
| | mm | pulg. | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 00:30 | 0.635 | 0.025 | 259.3 | 259.3 | 13.1 | | 173.2 | 173.2 | 8.8 | | 116.5 | 116.5 | 5.9 | |
| 01:00 | 1.270 | 0.050 | 449.7 | 449.7 | 22.7 | | 302.6 | 302.6 | 15.3 | | 205.1 | 205.1 | 10.4 | |
| 01:30 | 1.900 | 0.075 | 703.5 | 703.5 | 35.6 | | 471.5 | 471.5 | 23.8 | | 318.0 | 318 | 16.1 | |
| 02:00 | 2.540 | 0.100 | 944.5 | 944.5 | 47.7 | | 633.8 | 633.8 | 32.0 | | 422.8 | 422.8 | 21.4 | |
| 03:00 | 3.810 | 0.150 | 1394.3 | 1394.3 | 70.5 | | 922.7 | 922.7 | 46.6 | | 629.6 | 629.6 | 31.8 | |
| 04:00 | 5.080 | 0.200 | 1813.7 | 1813.7 | 91.7 | | 1224.6 | 1224.6 | 61.9 | | 821.4 | 821.4 | 41.5 | |
| 05:00 | 6.350 | 0.250 | 2036.1 | 2036.1 | 102.9 | | 1399.4 | 1399.35 | 70.7 | | 906.3 | 906.3 | 45.8 | |
| 06:00 | 7.620 | 0.300 | 2258.5 | 2258.5 | 114.2 | | 1574.1 | 1574.1 | 79.6 | | 991.2 | 991.2 | 50.1 | |
| 08:00 | 10.160 | 0.400 | 2704.3 | 2704.3 | 136.7 | | 1827.5 | 1827.5 | 92.4 | | 1139.5 | 1139.5 | 57.6 | |
| 10:00 | 12.700 | 0.500 | 3080.5 | 3080.5 | 155.7 | | 1920.5 | 1920.5 | 97.1 | | 1380.1 | 1380.1 | 69.8 | |

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO:

VERSIÓN:

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.O.

PAGINA:

4

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA : 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.5% CEMENTO

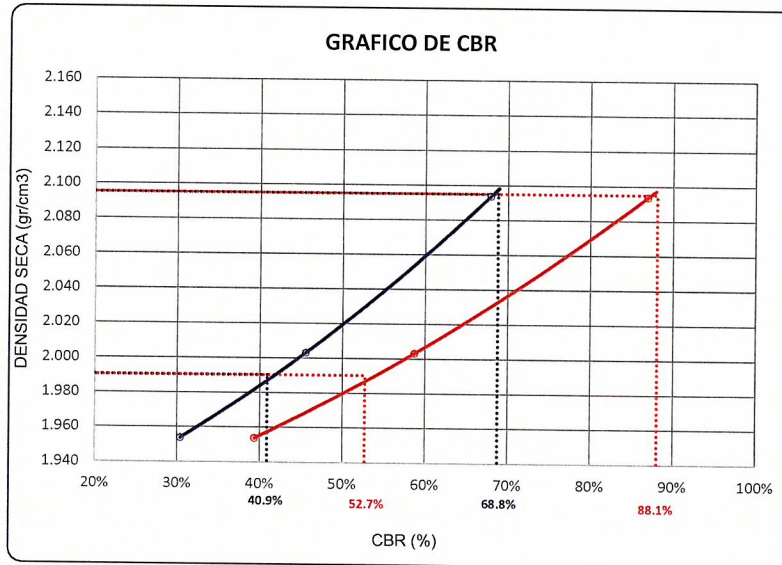
CALICATA : ----

MUESTRA : M - 01

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 9/09/2024

PROF. : ----

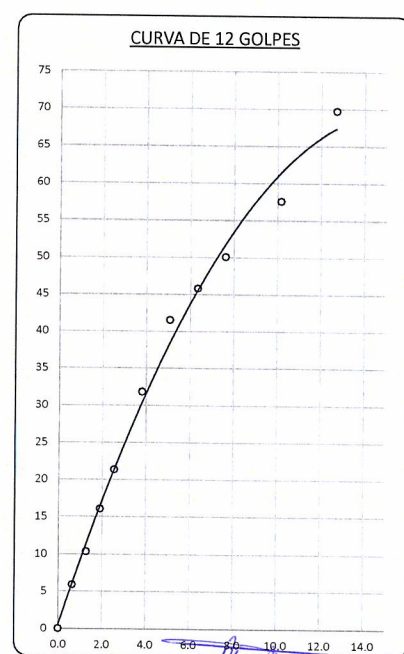
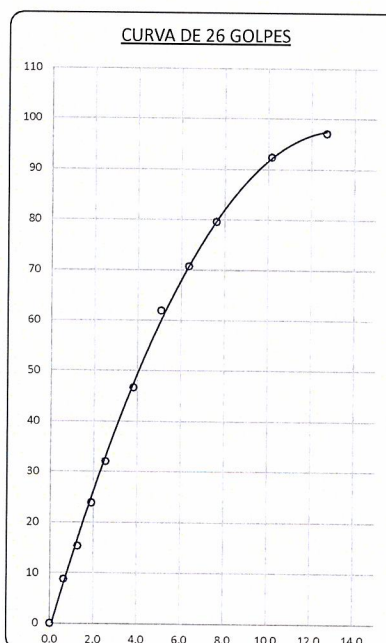
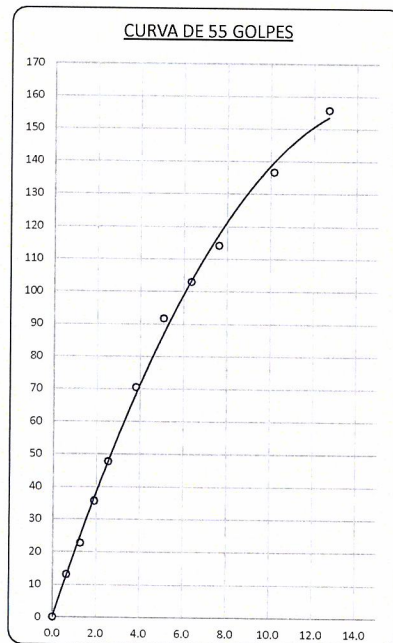


PARAMETROS DE C.B.R.

| | | |
|---------------------------|---|-------|
| C.B.R. 0.1" AL 100% | = | 68.8% |
| C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S. | = | 40.9% |
| C.B.R. 0.2" AL 100% | = | 88.1% |
| C.B.R. 0.2" AL 95% M.D.S. | = | 52.7% |

LEYENDA

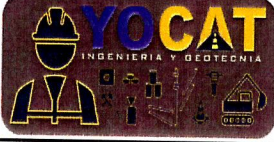
| | |
|--|--------------|
| | CURVA A 0.1" |
| | CURVA A 0.2" |



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
 Katherine C. Mamani Flores
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA : 6

RUC - 20606762357

HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO

MTCE 1104 - 2016 / ASTM D-559 / AASHTO T-135

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.5% CEMENTO FECHA : 1/10/2024

CALICATA : --- PROF. : ---

MUESTRA : M - 01

| | | |
|-----------------------|---------------------------------------|-------|
| DESCRIPCIÓN | MATERIAL + ACEITE SULFONADO + CEMENTO | |
| PORCENTAJE DE CEMENTO | 2.0 | % |
| POLÍMEROS | 0.0 | Lt/m3 |
| FECHA DE MOLDEO | 9/09/2024 | |

| |
|----------------------------|
| CÁLCULOS: |
| $D = (B/(1+C)) \times 100$ |
| % Pérdida = D/A x 100 |

| DATOS DE LA MUESTRA: | ESPECIMEN N° 1 | | ESPECIMEN N° 2 | |
|-----------------------------|----------------|--------|----------------|--------|
| BRIQUETA N° | 01 | | 02 | |
| PESO HUMEDO DE LA MUESTRA | 3768.2 | gr | 3768.2 | gr |
| PESO SECO DE LA MUESTRA (A) | 3466.5 | gr | 3466.5 | gr |
| DIAMETRO | 10.20 | cm | 10.20 | cm |
| ALTURA | 20.25 | cm | 20.25 | cm |
| VOLUMEN | 1654.7 | cm3 | 1654.7 | cm3 |
| PESO UNITARIO | 2.095 | gr/cm3 | 2.095 | gr/cm3 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD | 8.7 | % | 8.7 | % |

| FECHA DE CICLO | N° de ciclo | CAMBIO DE HUMEDAD Y VOLUMEN | | | | | | | | | PERDIDA DE SUELO - CEMENTO | | | | | |
|----------------|-------------|------------------------------|----------|--------|---------|------------------------------|----------|--------|---------|---------|------------------------------|------------------------------|------------------------|----------|--------|---------|
| | | ESPECIMEN N° 1 | | | | | | | | | ESPECIMEN N° 2 | | | | | |
| | | Peso al final de las 5 horas | Diametro | Altura | Volumen | Peso despues de las 42 horas | Diametro | Altura | Volumen | Humedad | Peso al final de las 5 horas | Peso despues de las 42 horas | Peso despues Cepillado | Diametro | Altura | Volumen |
| gr. | cm | cm | cm3 | gr | cm | cm | cm3 | % | gr | gr | gr | cm | cm | cm3 | | |
| 9/09/2024 | 1 | 3768.2 | 10.20 | 20.25 | 1654.7 | 3674.5 | 10.1 | 20.1 | 1613.5 | 2.5 | 3514.7 | 3712.7 | 3515 | 9.90 | 20.05 | 1543.4 |
| 11/09/2024 | 2 | 3747.9 | 10.18 | 20.24 | 1645.8 | 3520.2 | 9.9 | 20.0 | 1545.8 | 6.5 | 3473.6 | 3585.6 | 3474 | 9.85 | 20.01 | 1525.3 |
| 13/09/2024 | 3 | 3726.1 | 10.15 | 20.21 | 1636.2 | 3504.4 | 9.9 | 20.1 | 1538.9 | 6.3 | 3430.9 | 3623.9 | 3431 | 9.80 | 19.97 | 1506.6 |
| 15/09/2024 | 4 | 3708.9 | 10.13 | 20.20 | 1628.7 | 3525.1 | 9.9 | 20.0 | 1548.0 | 5.2 | 3400.4 | 3488.4 | 3400 | 9.77 | 19.93 | 1493.2 |
| 17/09/2024 | 5 | 3685.3 | 10.11 | 20.18 | 1618.3 | 3504.0 | 9.9 | 20.0 | 1538.7 | 5.2 | 3366.2 | 3469.2 | 3366 | 9.73 | 19.89 | 1478.2 |
| 19/09/2024 | 6 | 3665.8 | 10.09 | 20.15 | 1609.8 | 3457.0 | 9.8 | 20.0 | 1518.0 | 6.0 | 3330.4 | 3428.4 | 3330 | 9.69 | 19.84 | 1462.4 |
| 21/09/2024 | 7 | 3648.8 | 10.07 | 20.14 | 1602.3 | 3404.2 | 9.8 | 19.8 | 1494.8 | 7.2 | 3294.6 | 3398.6 | 3295 | 9.65 | 19.80 | 1446.7 |
| 23/09/2024 | 8 | 3629.8 | 10.05 | 20.11 | 1593.9 | 3420.5 | 9.8 | 19.9 | 1502.0 | 6.1 | 3261.2 | 3423.2 | 3261 | 9.61 | 19.76 | 1432.1 |
| 25/09/2024 | 9 | 3608.5 | 10.02 | 20.09 | 1584.6 | 3428.1 | 9.8 | 19.8 | 1505.3 | 5.3 | 3227.5 | 3364.5 | 3228 | 9.57 | 19.72 | 1417.3 |
| 27/09/2024 | 10 | 3583.4 | 9.99 | 20.06 | 1573.5 | 3348.4 | 9.7 | 19.8 | 1470.4 | 7.0 | 3196.2 | 3341.2 | 3196 | 9.53 | 19.68 | 1403.5 |
| 29/09/2024 | 11 | 3563.7 | 9.97 | 20.04 | 1564.9 | 3305.6 | 9.7 | 19.8 | 1451.6 | 7.8 | 3156.8 | 3263.8 | 3157 | 9.48 | 19.63 | 1386.2 |
| 1/10/2024 | 12 | 3547.6 | 9.95 | 20.03 | 1557.9 | 3317.4 | 9.7 | 19.8 | 1456.7 | 6.9 | 3119.4 | 3291.4 | 3119 | 9.44 | 19.59 | 1369.8 |

PROMEDIO DE HUMEDAD

6.0

%



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP: 225299

PESO FINAL A 110 °C (B)

3119.4

gr

% DE AGUA RETENIDA (C)

6.01

gr

PESO BRIQUETA CORREGIDA (D)

2942.57

gr



LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.5% CEMENTO + 0.5 l/m3 POLIMEROS

FECHA : 16/09/2024

CALICATA : ---

PROF. : ---

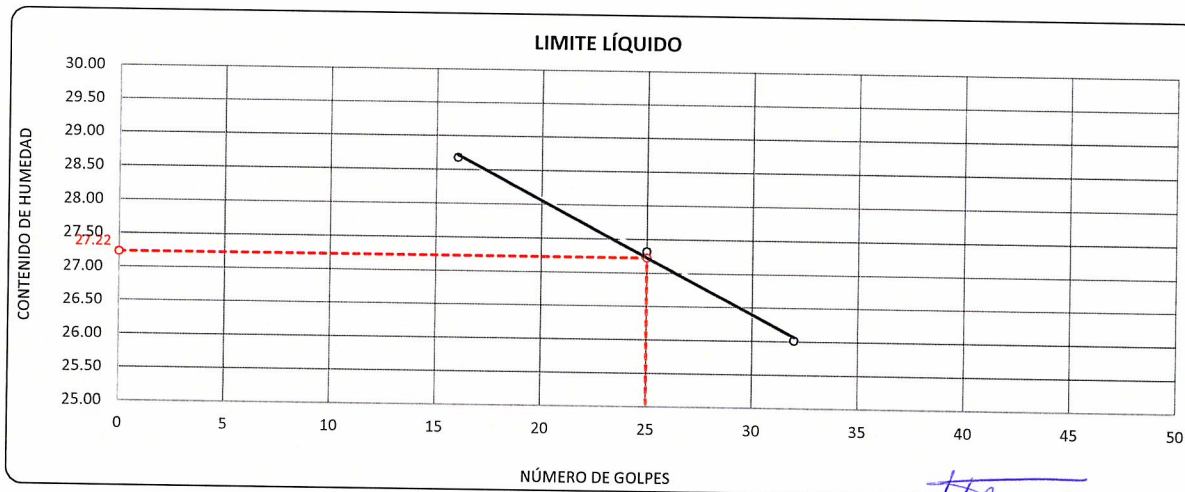
MUESTRA : M - 02

| DESCRIPCIÓN | UNID. | |
|------------------------------------|-----------|-----|
| Nro. DEL RECIPIENTE | | |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO | A | gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO | B | gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE | C | gr. |
| PESO DEL AGUA | D=A-B | gr. |
| PESO DEL SUELO SECO | E=B-C | gr. |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (D/E)*100 | % |
| Nro.DE GOLPES | | |
| PROMEDIO | | % |

| LIMITE LÍQUIDO | | |
|----------------|-------|-------|
| 3 | 4 | 5 |
| 68.19 | 64.11 | 68.51 |
| 64.33 | 60.54 | 64.40 |
| 50.87 | 47.47 | 48.60 |
| 3.86 | 3.57 | 4.11 |
| 13.46 | 13.07 | 15.80 |
| 28.68 | 27.31 | 26.01 |
| 16 | 25 | 32 |
| --- | --- | --- |

| LIMITE PLÁSTICO | |
|-----------------|-------|
| 6 | 7 |
| 28.07 | 26.53 |
| 27.03 | 25.64 |
| 22.11 | 21.41 |
| 1.04 | 0.89 |
| 4.92 | 4.23 |
| 21.14 | 21.04 |
| --- | --- |
| 21.09 | |

| RESULTADOS / PARAMETROS | LL | LP | IP | % W |
|---------------------------|------|------|-----|-----|
| OBTENIDOS | 27.2 | 21.1 | 6.1 | |
| ESPECIFICACIONES TECNICAS | | | | |



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katerine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

CÓDIGO :

VERSIÓN :

PAGINA :

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

RUC - 20606762357

2

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.5% CEMENTO + 0.5 l/m3 POLIMEROS

FECHA : 16/09/2024

CALICATA : ----

PROF. : ----

MUESTRA : M - 02

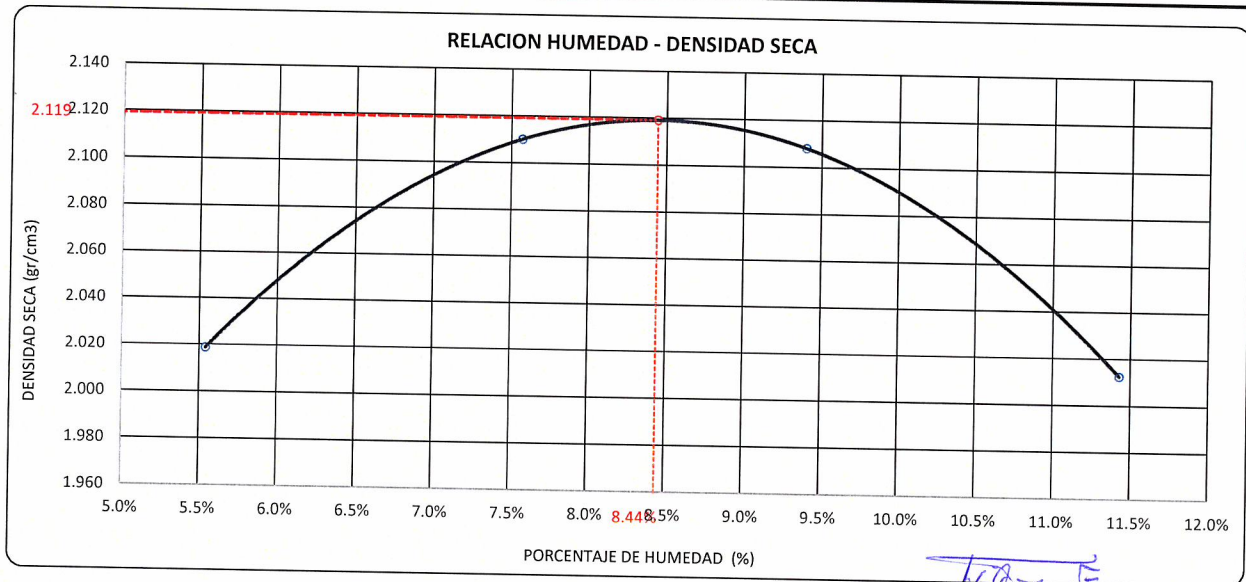
| | | | | | | | |
|--------------------|----|---|----|-------------------|----------------------|------------------|----|
| DIÁMETRO DEL MOLDE | 4" | | 6" | VOLUMEN DEL MOLDE | 2134 cm ³ | NÚMERO DE CAPAS | 5 |
| | A | B | C | | | | |
| MÉTODO | | | | PESO DEL MOLDE | 6042 | NÚMERO DE GOLPES | 56 |

| | | | | | |
|----------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE | gr. | 10589 | 10886 | 10964 | 10828 |
| P. DEL MOLDE | gr. | 6042 | 6042 | 6042 | 6042 |
| P. SUELO HUMEDO | gr/cm ³ . | 4547 | 4844 | 4922 | 4786 |
| DENSIDAD DE SUELO HUMEDO | gr/cm ³ . | 2.130 | 2.270 | 2.306 | 2.242 |

| | | | | | |
|-----------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|
| | No | 6 | 7 | 8 | 9 |
| PESO SUELO HUMEDO + P. TARA | gr. | 399.41 | 580.61 | 612.96 | 456.26 |
| PESO SUELO SECO + P. TARA | gr. | 382.39 | 544.78 | 566.82 | 416.77 |
| PESO DE TARA | gr. | 75.20 | 71.48 | 75.95 | 71.24 |
| PESO DEL AGUA | gr. | 17.02 | 35.83 | 46.14 | 39.49 |
| PESO DE SUELO SECO | gr. | 307.19 | 473.30 | 490.87 | 345.53 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD | % | 5.54% | 7.57% | 9.40% | 11.43% |
| PROMEDIO DE HUMEDAD | % | 5.54% | 7.57% | 9.40% | 11.43% |
| DENSIDAD DE SUELO SECO | % | 2.019 | 2.110 | 2.108 | 2.012 |

RESULTADOS

| | | | | |
|----------------------|-------|--------------------|-----------------------------|-------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA | 2.119 | gr/cm ³ | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD | 8.44% |
|----------------------|-------|--------------------|-----------------------------|-------|



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.5% CEMENTO + 0.5 l/m3 POLIMEROS

FECHA : 16/09/2024

CALICATA : ---

PROF. : ---

MUESTRA : M - 02

| MOLDE N° | UNID. | 1 | | 2 | | 3 | |
|---------------------------|---------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| | | 5 | | 5 | | 5 | |
| | | 55 | | 26 | | 12 | |
| | | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO |
| CAPAS | | | | | | | |
| GOLPES POR CAPA N° | | | | | | | |
| CONDICIÓN DE MUESTRA | | | | | | | |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO | gr. | 12248 | 12276 | 12164 | 12218 | 12057 | 12138 |
| PESO DEL MOLDE | gr. | 7385 | 7385 | 7442 | 7442 | 7496 | 7496 |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA | cm3 | 2115 | 2115 | 2129 | 2129 | 2114 | 2114 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO | gr. | 4863 | 4891 | 4722 | 4776 | 4561 | 4642 |
| DENSIDAD HUMEDA | gr./cm3 | 2.299 | 2.313 | 2.218 | 2.243 | 2.158 | 2.196 |
| TARRO N° | | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 |
| TARRO + SUELO HUMEDO | gr. | 495.85 | 541.64 | 461.07 | 514.11 | 422.27 | 530.51 |
| TARRO + SUELO SECO | gr. | 461.46 | 500.87 | 428.79 | 472.43 | 393.62 | 485.08 |
| PESO DEL TARRO | gr. | 56.85 | 57.735 | 57.735 | 57.735 | 57.735 | 57.735 |
| PESO DEL AGUA | gr. | 34.39 | 40.77 | 32.28 | 41.68 | 28.65 | 45.43 |
| PESO DEL SUELO SECO | gr. | 404.61 | 443.135 | 371.055 | 414.695 | 335.885 | 427.345 |
| HUMEDAD | % | 8.50% | 9.20% | 8.70% | 10.05% | 8.53% | 10.63% |
| DENSIDAD SECA | gr./cm3 | 2.119 | 2.118 | 2.040 | 2.038 | 1.988 | 1.985 |

ENSAYO EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO (HORAS) | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
|----------|-----------|----------------|------|-----------|-----------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| | | | | m.m. | % | | m.m. | % | | m.m. | % |
| | | | | 12/09/24 | 09.00 AM. | | 00:00 | 0 | | 0.00 | 0.00 |
| 13/09/24 | 09.00 AM. | 24:00:00 | 5 | 0.12 | 0.10 | 7 | 0.18 | 0.14 | 11 | 0.27 | 0.21 |
| 14/09/24 | 09.00 AM. | 48:00:00 | 7 | 0.18 | 0.14 | 10 | 0.26 | 0.20 | 15 | 0.38 | 0.30 |
| 15/09/24 | 09.00 AM. | 72:00:00 | 10 | 0.24 | 0.19 | 14 | 0.35 | 0.27 | 21 | 0.53 | 0.42 |
| 16/09/24 | 09.00 AM. | 96:00:00 | 11 | 0.27 | 0.22 | 15 | 0.38 | 0.30 | 24 | 0.61 | 0.48 |

PENETRACIÓN

| TIEMPO | PENETRACIÓN | | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. |
|--------|-------------|-------|--------|---------|----------|---------|--------|--------|----------|---------|--------|--------|----------|---------|
| | mm | pulg. | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 00:30 | 0.635 | 0.025 | 325.5 | 325.5 | 16.5 | | 218.0 | 218 | 11.0 | | 146.0 | 146 | 7.4 | |
| 01:00 | 1.270 | 0.050 | 569.1 | 569.1 | 28.8 | | 380.5 | 380.5 | 19.2 | | 253.3 | 253.3 | 12.8 | |
| 01:30 | 1.900 | 0.075 | 886.5 | 886.5 | 44.8 | | 595.9 | 595.9 | 30.1 | | 398.0 | 398 | 20.1 | |
| 02:00 | 2.540 | 0.100 | 1188.2 | 1188.2 | 60.1 | | 797.0 | 797 | 40.3 | | 532.9 | 532.9 | 28.9 | |
| 03:00 | 3.810 | 0.150 | 1742.6 | 1742.6 | 88.1 | | 1176.7 | 1176.7 | 59.5 | | 787.7 | 787.7 | 39.8 | |
| 04:00 | 5.080 | 0.200 | 2310.8 | 2310.8 | 116.8 | | 1533.5 | 1533.5 | 77.5 | | 1037.3 | 1037.3 | 52.4 | |
| 05:00 | 6.350 | 0.250 | 2627.7 | 2627.65 | 132.8 | | 1743.7 | 1743.7 | 88.1 | | 1162.0 | 1162 | 58.7 | |
| 06:00 | 7.620 | 0.300 | 2944.5 | 2944.5 | 148.8 | | 1953.9 | 1953.9 | 98.8 | | 1286.7 | 1286.7 | 65.0 | |
| 08:00 | 10.160 | 0.400 | 3215.4 | 3215.4 | 162.5 | | 2184.2 | 2184.2 | 110.4 | | 1448.5 | 1448.5 | 73.2 | |
| 10:00 | 12.700 | 0.500 | 3778.4 | 3778.4 | 191.0 | | 2552.1 | 2552.1 | 129.0 | | 1661.0 | 1661 | 84.0 | |

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE


 Katherine C. Mamani Flores
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 225280





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA : 4

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.5% CEMENTO + 0.5 l/m3 POLIMEROS

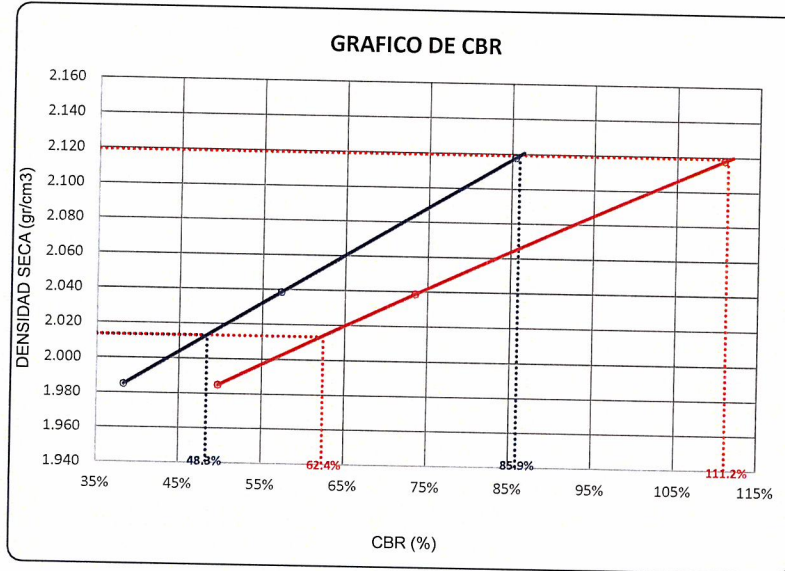
CALICATA : ----

MUESTRA : M - 02

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 16/09/2024

PROF. : ----

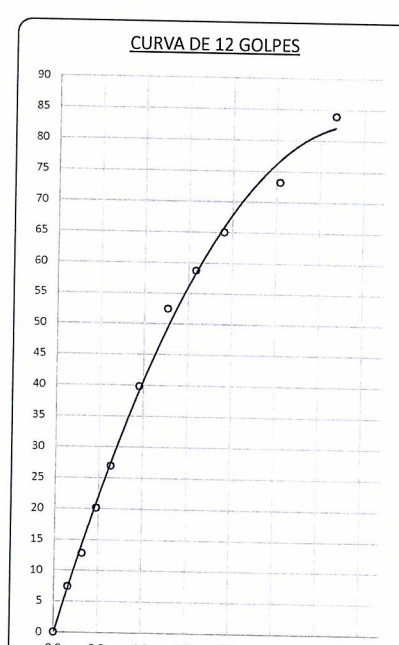
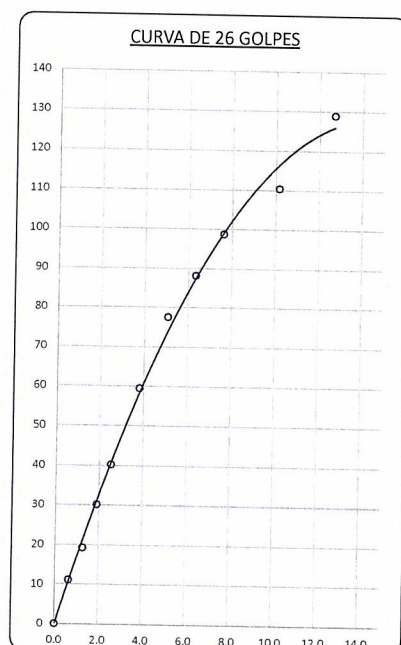
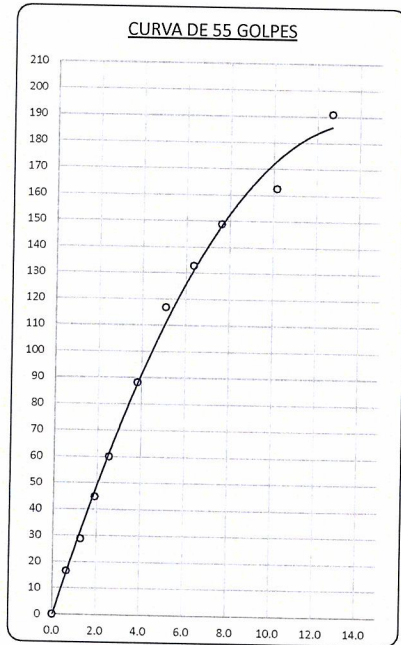


PARAMETROS DE C.B.R.

| | | |
|---------------------------|---|--------|
| C.B.R. 0.1" AL 100% | = | 85.9% |
| C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S. | = | 48.3% |
| C.B.R. 0.2" AL 100% | = | 111.2% |
| C.B.R. 0.2" AL 95% M.D.S. | = | 62.4% |

LEYENDA

- CURVA A 0.1"
- CURVA A 0.2"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Katherine C. Mamani Flores
 Katherine C. Mamani Flores
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 225280





| | | | |
|--|--|-----------|-------------------|
| | LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS | CODIGO : | RUC - 20606762357 |
| | "INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C. | VERSIÓN : | |
| | | PAGINA: 5 | |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS

(SUELO CEMENTO)

(MTC E-1103)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.5% CEMENTO + 0.5 l/m3 POLIMEROS FECHA : 23/09/2024

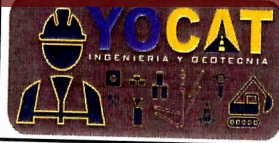
CALICATA : --- PROF. : ---

MUESTRA : M - 02

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA (kg) | Ø (cm) | ÁREA (cm ²) | ESF. ROTURA (kg/cm ²) | PROMEDIO | | FECHA | | EDAD (DIAS) |
|----|---------------------------|-----------------|-------------|-----------------------------|--|------------------------|------------|------------|------------|------------------|
| | | | | | | (kg/cm ²) | MPa | MOLDEO | ROTURA | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 1760.0 | 10.3 | 82.5 | 21.33 | 21.60 | 2.12 | 16/09/2024 | 23/09/2024 | 7 |
| | 10.25 cm. x 20.19 cm. | | | | | | | | | |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 1780.0 | 10.2 | 82.4 | 21.61 | | | 16/09/2024 | 23/09/2024 | 7 |
| | 10.24 cm. x 20.22 cm. | | | | | | | | | |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 1790.0 | 10.2 | 81.9 | 21.86 | 16/09/2024 | 23/09/2024 | 7 | | |
| | 10.21 cm. x 20.23 cm. | | | | | | | | | |



Katherine C. Mamaní Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.G.

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA : 6

RUC - 20606762357

HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO

MTC E 1104 - 2016 / ASTM D-559 / AASHTO T-135

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.5% CEMENTO + 0.5 l/m3 POLIMEROS FECHA : 8/10/2024

CALICATA : --- PROF. : ---

MUESTRA : M - 02

| | | |
|-----------------------|---------------------------------------|-------|
| DESCRIPCIÓN | MATERIAL + ACEITE SULFONADO + CEMENTO | |
| PORCENTAJE DE CEMENTO | 2.0 | % |
| POLIMEROS | 0.5 | Lt/m3 |
| FECHA DE MOLDEO | 16/09/2024 | |

| |
|----------------------------|
| CÁLCULOS: |
| $D = (B/(1+C)) \times 100$ |
| % Pérdida = D/A x 100 |

| DATOS DE LA MUESTRA: | ESPECIMEN N° 1 | | ESPECIMEN N° 2 | |
|-----------------------------|----------------|--------|----------------|--------|
| BRIQUETA N° | 01 | | 02 | |
| PESO HUMEDO DE LA MUESTRA | 3802.4 | gr | 3802.4 | gr |
| PESO SECO DE LA MUESTRA (A) | 3506.4 | gr | 3506.4 | gr |
| DIAMETRO | 10.20 | cm | 10.20 | cm |
| ALTURA | 20.25 | cm | 20.25 | cm |
| VOLUMEN | 1654.7 | cm3 | 1654.7 | cm3 |
| PESO UNITARIO | 2.119 | gr/cm3 | 2.119 | gr/cm3 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD | 8.4 | % | 8.4 | % |

| FECHA DE CICLO | N° de ciclo | CAMBIO DE HUMEDAD Y VOLUMEN | | | | | | | | | PERDIDA DE SUELO - CEMENTO | | | | | |
|----------------|-------------|------------------------------|----------|--------|---------|------------------------------|----------|--------|---------|---------|------------------------------|------------------------------|------------------------|----------|--------|---------|
| | | ESPECIMEN N° 1 | | | | | | | | | ESPECIMEN N° 2 | | | | | |
| | | Peso al final de las 5 horas | Diametro | Altura | Volumen | Peso despues de las 42 horas | Diametro | Altura | Volumen | Humedad | Peso al final de las 5 horas | Peso despues de las 42 horas | Peso despues Cepillado | Diametro | Altura | Volumen |
| gr. | cm | cm | cm3 | gr | cm | cm | cm3 | % | gr | gr | gr | cm | cm | cm3 | | |
| 16/09/2024 | 1 | 3802.4 | 10.20 | 20.25 | 1654.7 | 3737.1 | 10.2 | 20.0 | 1626.3 | 1.7 | 3573.6 | 3645.7 | 3574 | 9.94 | 20.04 | 1555.1 |
| 18/09/2024 | 2 | 3780.2 | 10.17 | 20.24 | 1645.0 | 3527.2 | 9.9 | 20.0 | 1534.9 | 7.2 | 3538.7 | 3629.2 | 3539 | 9.90 | 20.00 | 1539.9 |
| 20/09/2024 | 3 | 3757.6 | 10.15 | 20.21 | 1635.2 | 3530.4 | 9.9 | 20.0 | 1536.3 | 6.4 | 3500.1 | 3586.1 | 3500 | 9.86 | 19.96 | 1523.1 |
| 22/09/2024 | 4 | 3734.9 | 10.13 | 20.18 | 1625.3 | 3501.6 | 9.9 | 19.9 | 1523.8 | 6.7 | 3465.9 | 3548.3 | 3466 | 9.82 | 19.92 | 1508.2 |
| 24/09/2024 | 5 | 3705.4 | 10.09 | 20.15 | 1612.5 | 3505.2 | 9.9 | 19.9 | 1525.3 | 5.7 | 3428.2 | 3479.8 | 3428 | 9.78 | 19.88 | 1491.8 |
| 26/09/2024 | 6 | 3680.8 | 10.07 | 20.12 | 1601.8 | 3425.2 | 9.8 | 19.9 | 1490.5 | 7.5 | 3393.4 | 3447.6 | 3393 | 9.74 | 19.83 | 1476.7 |
| 28/09/2024 | 7 | 3656.9 | 10.04 | 20.09 | 1591.4 | 3479.6 | 9.9 | 19.8 | 1514.2 | 5.1 | 3361.5 | 3489.5 | 3362 | 9.70 | 19.78 | 1462.8 |
| 30/09/2024 | 8 | 3631.1 | 10.01 | 20.08 | 1580.2 | 3489.7 | 9.9 | 19.9 | 1518.6 | 4.1 | 3326.4 | 3371.8 | 3326 | 9.66 | 19.75 | 1447.6 |
| 2/10/2024 | 9 | 3600.2 | 9.98 | 20.04 | 1566.7 | 3424.4 | 9.8 | 19.9 | 1490.2 | 5.1 | 3290.0 | 3389.9 | 3290 | 9.62 | 19.71 | 1431.7 |
| 4/10/2024 | 10 | 3572.0 | 9.94 | 20.03 | 1554.4 | 3326.4 | 9.7 | 19.7 | 1447.6 | 7.4 | 3260.3 | 3358.2 | 3260 | 9.58 | 19.68 | 1418.8 |
| 6/10/2024 | 11 | 3549.6 | 9.92 | 20.00 | 1544.7 | 3313.4 | 9.6 | 19.8 | 1441.9 | 7.1 | 3231.3 | 3342.5 | 3231 | 9.55 | 19.63 | 1406.2 |
| 8/10/2024 | 12 | 3520.2 | 9.88 | 19.97 | 1531.9 | 3307.7 | 9.6 | 19.7 | 1439.4 | 6.4 | 3191.6 | 3322.8 | 3192 | 9.50 | 19.59 | 1388.9 |

PROMEDIO DE HUMEDAD

5.9

%



Katherine C. Mamaní Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280

PESO FINAL A 110 °C (B)

3191.6

gr

% DE AGUA RETENIDA (C)

5.87

gr

PESO BRIQUETA CORREGIDA (D)

3014.72

gr



LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.5% CEMENTO + 0.7 l/m3 POLIMEROS

FECHA : 23/09/2024

CALICATA : ----

PROF. : ----

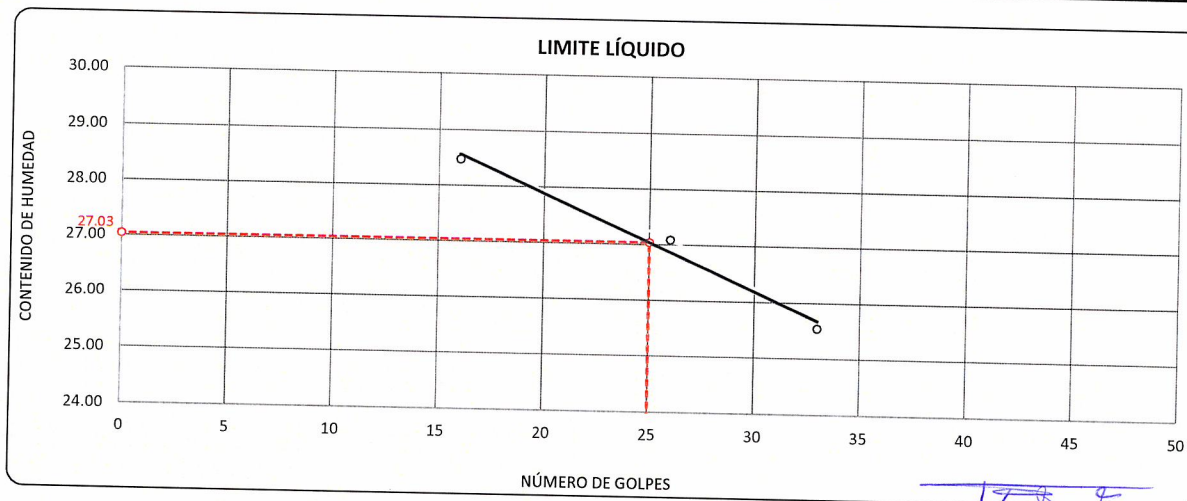
MUESTRA : M - 03

| DESCRIPCIÓN | UNID. | |
|------------------------------------|-----------|-----|
| Nro. DEL RECIPIENTE | | |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO | A | gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO | B | gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE | C | gr. |
| PESO DEL AGUA | D=A-B | gr. |
| PESO DEL SUELO SECO | E=B-C | gr. |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (D/E)*100 | % |
| Nro.DE GOLPES | | |
| PROMEDIO | | % |

| LIMITE LÍQUIDO | | |
|----------------|-------|-------|
| 2 | 3 | 4 |
| 66.45 | 67.81 | 64.28 |
| 62.45 | 64.20 | 60.86 |
| 48.40 | 50.87 | 47.47 |
| 4.00 | 3.61 | 3.42 |
| 14.05 | 13.33 | 13.39 |
| 28.47 | 27.08 | 25.54 |
| 16 | 26 | 33 |
| --- | --- | --- |

| LIMITE PLÁSTICO | |
|-----------------|-------|
| 8 | 9 |
| 27.16 | 28.95 |
| 26.29 | 27.74 |
| 22.23 | 22.10 |
| 0.87 | 1.21 |
| 4.06 | 5.64 |
| 21.43 | 21.45 |
| --- | --- |
| 21.44 | |

| RESULTADOS / PARAMETROS | LL | LP | IP | % W |
|---------------------------|------|------|-----|-----|
| OBTENIDOS | 27.0 | 21.4 | 5.6 | |
| ESPECIFICACIONES TECNICAS | | | | |



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katerine C. Mamani Flores
Katerine C. Mamani Flores
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 225280



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.5% CEMENTO + 0.7 l/m³ POLIMEROS

FECHA : 23/09/2024

CALICATA : ----

PROF. : ----

MUESTRA : M - 03

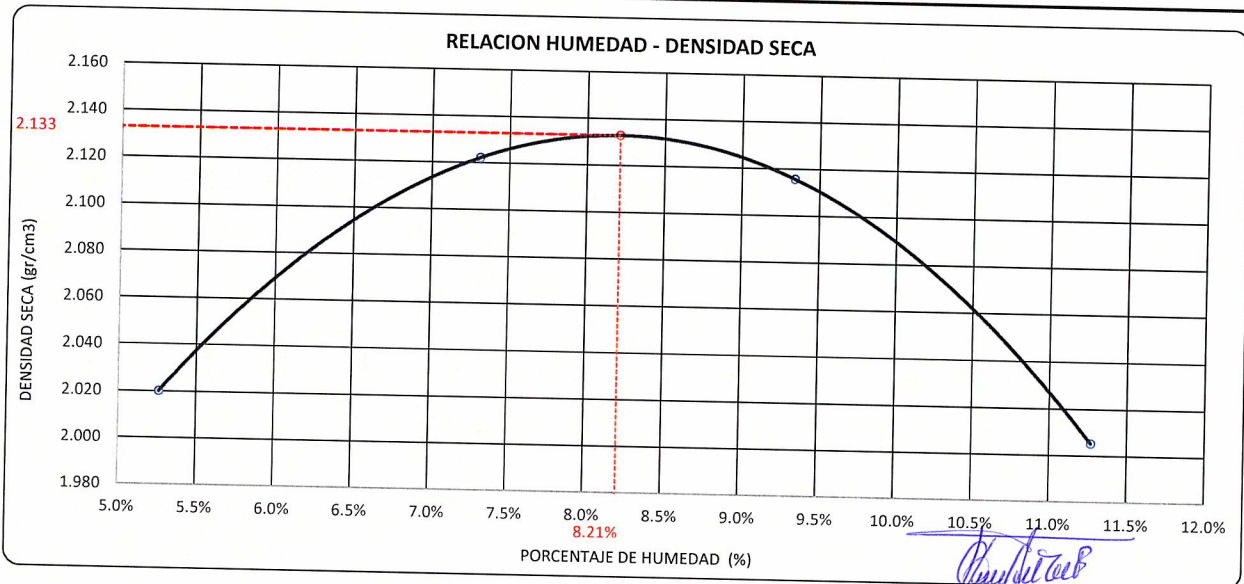
| | | | | | | | |
|--------------------|----|---|----|-------------------|----------------------|------------------|----|
| DIÁMETRO DEL MOLDE | 4" | | 6" | VOLUMEN DEL MOLDE | 2134 cm ³ | NÚMERO DE CAPAS | 5 |
| | A | B | C | | | | |
| MÉTODO | | | | PESO DEL MOLDE | 6042 | NÚMERO DE GOLPES | 56 |

| | | | | | |
|----------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE | gr. | 10580 | 10902 | 10979 | 10804 |
| P. DEL MOLDE | gr. | 6042 | 6042 | 6042 | 6042 |
| P. SUELO HUMEDO | gr/cm ³ . | 4538 | 4860 | 4937 | 4762 |
| DENSIDAD DE SUELO HUMEDO | gr/cm ³ . | 2.126 | 2.277 | 2.313 | 2.231 |

| | | | | | |
|-----------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|
| | No | 22 | 23 | 24 | 25 |
| PESO SUELO HUMEDO + P. TARA | gr. | 408.11 | 498.13 | 591.58 | 501.17 |
| PESO SUELO SECO + P. TARA | gr. | 391.34 | 469.21 | 547.48 | 457.93 |
| PESO DE TARA | gr. | 72.60 | 73.64 | 75.28 | 74.24 |
| PESO DEL AGUA | gr. | 16.77 | 28.92 | 44.10 | 43.24 |
| PESO DE SUELO SECO | gr. | 318.74 | 395.57 | 472.20 | 383.69 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD | % | 5.26% | 7.31% | 9.34% | 11.27% |
| PROMEDIO DE HUMEDAD | % | 5.26% | 7.31% | 9.34% | 11.27% |
| DENSIDAD DE SUELO SECO | % | 2.020 | 2.122 | 2.116 | 2.005 |

RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA **2.133** gr/cm³ ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD **8.21%**



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katerine C. Momani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.5% CEMENTO + 0.7 l/m3 POLIMEROS

FECHA : 23/09/2024

CALICATA : ---

PROF. : ---

MUESTRA : M - 03

| MOLDE N° | UNID. | 1 | | 2 | | 3 | |
|---------------------------|---------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| | | 5 | | 5 | | 5 | |
| | | 55 | | 26 | | 12 | |
| | | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO | SIN SUMERGIR | SUMERGIDO |
| CAPAS | | | | | | | |
| GOLPES POR CAPA N° | | | | | | | |
| CONDICIÓN DE MUESTRA | | | | | | | |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO | gr. | 12583 | 12611 | 12119 | 12173 | 12054 | 12137 |
| PESO DEL MOLDE | gr. | 7679 | 7679 | 7385 | 7385 | 7442 | 7442 |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA | cm3 | 2123 | 2123 | 2115 | 2115 | 2129 | 2129 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO | gr. | 4904 | 4932 | 4734 | 4788 | 4612 | 4695 |
| DENSIDAD HUMEDA | gr./cm3 | 2.310 | 2.323 | 2.238 | 2.264 | 2.166 | 2.205 |
| TARRO N° | | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 |
| TARRO + SUELO HUMEDO | gr. | 508.47 | 485.54 | 438.12 | 467.41 | 464.59 | 453.9 |
| TARRO + SUELO SECO | gr. | 473.23 | 449.46 | 406.71 | 429.01 | 433.18 | 416.31 |
| PESO DEL TARRO | gr. | 48.61 | 48.58 | 49.77 | 50.655 | 51.54 | 52.425 |
| PESO DEL AGUA | gr. | 35.24 | 36.08 | 31.41 | 38.4 | 31.41 | 37.59 |
| PESO DEL SUELO SECO | gr. | 424.62 | 400.88 | 356.94 | 378.355 | 381.64 | 363.885 |
| HUMEDAD | % | 8.30% | 9.00% | 8.80% | 10.15% | 8.23% | 10.33% |
| DENSIDAD SECA | gr./cm3 | 2.133 | 2.131 | 2.057 | 2.055 | 2.002 | 1.999 |

ENSAYO EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO (HORAS) | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
|----------|-----------|----------------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| | | | | m.m. | % | | m.m. | % | | m.m. | % |
| 19/09/24 | 09.00 AM. | 00:00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 20/09/24 | 09.00 AM. | 24:00:00 | 3 | 0.07 | 0.05 | 4 | 0.10 | 0.08 | 6 | 0.15 | 0.12 |
| 21/09/24 | 09.00 AM. | 48:00:00 | 4 | 0.10 | 0.08 | 6 | 0.15 | 0.12 | 9 | 0.22 | 0.18 |
| 22/09/24 | 09.00 AM. | 72:00:00 | 5 | 0.13 | 0.11 | 8 | 0.21 | 0.16 | 12 | 0.31 | 0.25 |
| 23/09/24 | 09.00 AM. | 96:00:00 | 6 | 0.16 | 0.13 | 10 | 0.25 | 0.19 | 14 | 0.36 | 0.28 |

PENETRACIÓN

| TIEMPO | PENETRACIÓN | | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. |
|--------|-------------|-------|--------|--------|----------|---------|--------|--------|----------|---------|--------|--------|----------|---------|
| | mm | pulg. | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 00:30 | 0.635 | 0.025 | 360.8 | 360.8 | 18.2 | | 236.1 | 236.1 | 11.9 | | 151.2 | 151.2 | 7.6 | |
| 01:00 | 1.270 | 0.050 | 636.6 | 636.6 | 32.2 | | 412.0 | 412 | 20.8 | | 268.8 | 268.8 | 13.6 | |
| 01:30 | 1.900 | 0.075 | 991.4 | 991.4 | 50.1 | | 645.2 | 645.2 | 32.6 | | 415.7 | 415.7 | 21.0 | |
| 02:00 | 2.540 | 0.100 | 1324.3 | 1324.3 | 66.9 | | 864.7 | 864.7 | 43.7 | | 559.6 | 559.6 | 28.3 | |
| 03:00 | 3.810 | 0.150 | 1967.7 | 1967.7 | 99.5 | | 1266.6 | 1266.6 | 64.0 | | 825.1 | 825.1 | 41.7 | |
| 04:00 | 5.080 | 0.200 | 2552.4 | 2552.4 | 129.0 | | 1662.1 | 1662.1 | 84.0 | | 1080.7 | 1080.7 | 54.6 | |
| 05:00 | 6.350 | 0.250 | 2859.0 | 2859 | 144.5 | | 1840.6 | 1840.6 | 93.0 | | 1235.9 | 1235.9 | 62.5 | |
| 06:00 | 7.620 | 0.300 | 3165.6 | 3165.6 | 160.0 | | 2019.1 | 2019.1 | 102.1 | | 1391.1 | 1391.1 | 70.3 | |
| 08:00 | 10.160 | 0.400 | 3760.2 | 3760.2 | 190.1 | | 2317.9 | 2317.9 | 117.2 | | 1625.3 | 1625.3 | 82.2 | |
| 10:00 | 12.700 | 0.500 | 4222.3 | 4222.3 | 213.4 | | 2671.0 | 2671 | 135.0 | | 1783.1 | 1783.1 | 90.1 | |

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.S.

PAGINA : 4

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.5% CEMENTO + 0.7 l/m3 POLIMEROS

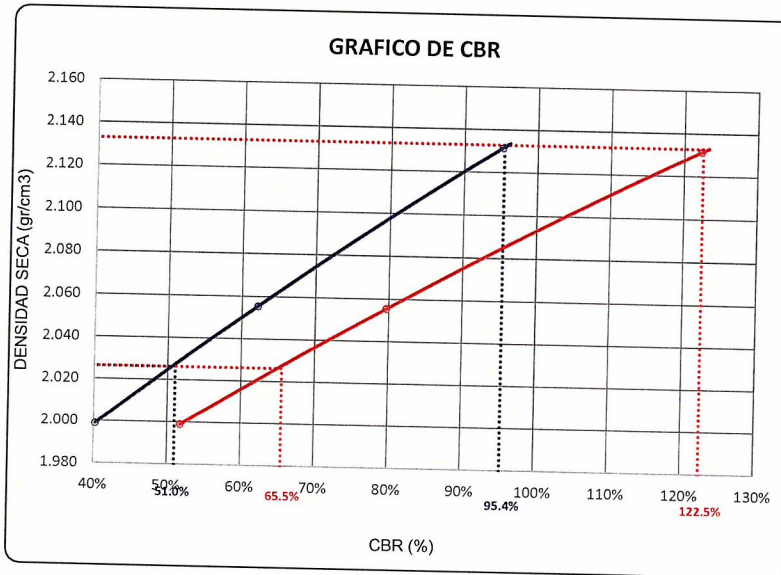
CALICATA : ----

MUESTRA : M - 03

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 23/09/2024

PROF. : ----

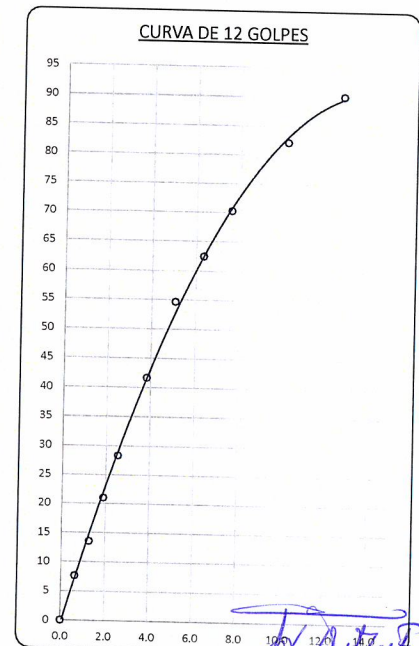
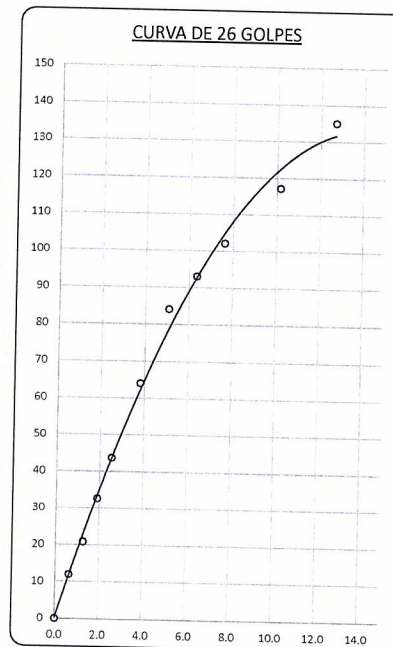
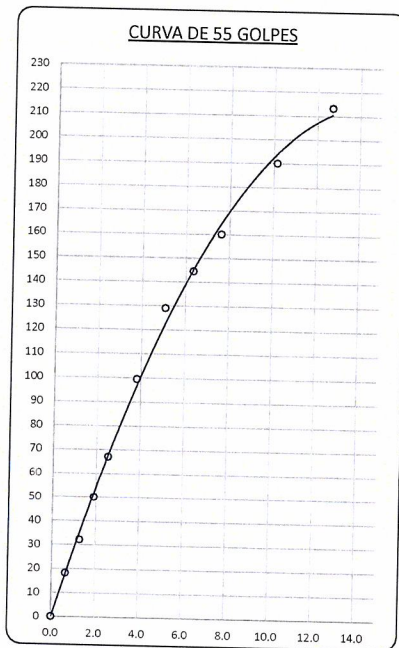


PARAMETROS DE C.B.R.

| | | |
|---------------------------|---|--------|
| C.B.R. 0.1" AL 100% | = | 95.4% |
| C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S. | = | 51.0% |
| C.B.R. 0.2" AL 100% | = | 122.5% |
| C.B.R. 0.2" AL 95% M.D.S. | = | 65.5% |

LEYENDA

| | |
|--|--------------|
| | CURVA A 0.1" |
| | CURVA A 0.2" |



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



| | | | |
|--|--|-----------|-------------------|
| | LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS | CODIGO : | RUC - 20606762357 |
| | "INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C. | VERSIÓN : | |
| | | PAGINA: 5 | |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS

(SUELO CEMENTO)

(MTC E-1103)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.5% CEMENTO + 0.7 l/m³ POLIMEROS FECHA : 30/09/2024

CALICATA : ---- PROF. : ----

MUESTRA : M - 03

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA (kg) | Ø (cm) | ÁREA (cm ²) | ESF. ROTURA (kg/cm ²) | PROMEDIO | | FECHA | | EDAD (DIAS) |
|----|---------------------------|-----------------|-------------|-----------------------------|--|------------------------|------|------------|------------|------------------|
| | | | | | | (kg/cm ²) | MPa | MOLDEO | ROTURA | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 1950.0 | 10.2 | 82.0 | 23.77 | 24.14 | 2.37 | 23/09/2024 | 30/09/2024 | 7 |
| | 10.22 cm. x 20.22 cm. | | | | | | | | | |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 1990.0 | 10.2 | 82.2 | 24.21 | 24.14 | 2.37 | 23/09/2024 | 30/09/2024 | 7 |
| | 10.23 cm. x 20.27 cm. | | | | | | | | | |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 2000.0 | 10.2 | 81.9 | 24.43 | 24.14 | 2.37 | 23/09/2024 | 30/09/2024 | 7 |
| | 10.21 cm. x 20.21 cm. | | | | | | | | | |

Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA : 6

RUC - 20606762357

HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO

MTC E 1104 - 2016 / ASTM D-559 / AASHTO T-135

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.5% CEMENTO + 0.7 l/m3 POLIMEROS FECHA : 15/10/2024

CALICATA : --- PROF. : ---

MUESTRA : M - 03

| | | |
|-----------------------|---------------------------------------|------|
| DESCRIPCIÓN | MATERIAL + ACEITE SULFONADO + CEMENTO | |
| PORCENTAJE DE CEMENTO | 2.0 | % |
| POLIMEROS | 0.7 | l/m3 |
| FECHA DE MOLDEO | 23/09/2024 | |

| |
|----------------------------|
| CÁLCULOS: |
| $D = (B/(1+C)) \times 100$ |
| % Pérdida = D/A x 100 |

| DATOS DE LA MUESTRA: | ESPECIMEN N° 1 | | ESPECIMEN N° 2 | |
|-----------------------------|----------------|--------|----------------|--------|
| BRIQUETA N° | 01 | | 02 | |
| PESO HUMEDO DE LA MUESTRA | 3818.8 | gr | 3818.8 | gr |
| PESO SECO DE LA MUESTRA (A) | 3529.0 | gr | 3529.0 | gr |
| DIAMETRO | 10.20 | cm | 10.20 | cm |
| ALTURA | 20.25 | cm | 20.25 | cm |
| VOLUMEN | 1654.7 | cm3 | 1654.7 | cm3 |
| PESO UNITARIO | 2.133 | gr/cm3 | 2.133 | gr/cm3 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD | 8.2 | % | 8.2 | % |

| FECHA DE CICLO | N° de ciclo | CAMBIO DE HUMEDAD Y VOLUMEN | | | | | | | | | | PERDIDA DE SUELO - CEMENTO | | | | | |
|---------------------|-------------|------------------------------|----------|--------|---------|------------------------------|----------|--------|---------|---------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------|---------|----|
| | | ESPECIMEN N° 1 | | | | | | | | | | ESPECIMEN N° 2 | | | | | |
| | | Peso al final de las 5 horas | Diametro | Altura | Volumen | Peso despues de las 42 horas | Diametro | Altura | Volumen | Humedad | Peso al final de las 5 horas | Peso despues de las 42 horas | Peso despues de las 42 horas | Diametro | Altura | Volumen | |
| gr. | cm | cm | cm3 | gr | cm | cm | cm3 | % | gr | gr | gr | cm | cm | cm3 | | | |
| 23/09/2024 | 1 | 3818.8 | 10.20 | 20.25 | 1654.7 | 3733.0 | 10.1 | 20.0 | 1617.5 | 2.3 | 3663.4 | 3724.3 | 3663 | 10.03 | 20.09 | 1587.4 | |
| 25/09/2024 | 2 | 3789.1 | 10.17 | 20.22 | 1641.8 | 3540.6 | 9.9 | 20.1 | 1534.1 | 7.0 | 3634.6 | 3691.4 | 3635 | 10.00 | 20.06 | 1574.9 | |
| 27/09/2024 | 3 | 3761.2 | 10.14 | 20.20 | 1629.7 | 3526.4 | 9.9 | 20.0 | 1528.0 | 6.7 | 3605.5 | 3629.0 | 3605 | 9.96 | 20.04 | 1562.2 | |
| 29/09/2024 | 4 | 3737.8 | 10.11 | 20.17 | 1619.6 | 3475.8 | 9.8 | 19.9 | 1506.1 | 7.5 | 3573.7 | 3568.6 | 3574 | 9.93 | 20.00 | 1548.5 | |
| 1/10/2024 | 5 | 3708.3 | 10.08 | 20.16 | 1606.8 | 3550.5 | 9.9 | 19.9 | 1538.4 | 4.4 | 3542.4 | 3502.0 | 3542 | 9.89 | 19.98 | 1534.9 | |
| 3/10/2024 | 6 | 3682.0 | 10.04 | 20.14 | 1595.4 | 3459.4 | 9.8 | 19.9 | 1498.9 | 6.4 | 3510.6 | 3487.8 | 3511 | 9.86 | 19.94 | 1521.2 | |
| 5/10/2024 | 7 | 3652.2 | 10.01 | 20.11 | 1582.5 | 3465.9 | 9.8 | 19.9 | 1501.8 | 5.4 | 3485.1 | 3482.3 | 3485 | 9.83 | 19.91 | 1510.1 | |
| 7/10/2024 | 8 | 3626.6 | 9.98 | 20.10 | 1571.4 | 3434.0 | 9.8 | 19.9 | 1488.0 | 5.6 | 3459.2 | 3421.4 | 3459 | 9.80 | 19.88 | 1498.9 | |
| 9/10/2024 | 9 | 3602.5 | 9.95 | 20.08 | 1561.0 | 3365.6 | 9.7 | 19.8 | 1458.3 | 7.0 | 3430.9 | 3480.4 | 3431 | 9.77 | 19.85 | 1486.6 | |
| 11/10/2024 | 10 | 3573.8 | 9.92 | 20.04 | 1548.5 | 3407.7 | 9.8 | 19.7 | 1476.5 | 4.9 | 3406.5 | 3331.9 | 3406 | 9.74 | 19.82 | 1476.0 | |
| 13/10/2024 | 11 | 3548.7 | 9.89 | 20.01 | 1537.7 | 3379.7 | 9.7 | 19.8 | 1464.4 | 5.0 | 3374.8 | 3318.8 | 3375 | 9.70 | 19.78 | 1462.3 | |
| 15/10/2024 | 12 | 3521.9 | 9.86 | 19.99 | 1526.1 | 3284.4 | 9.6 | 19.8 | 1423.1 | 7.2 | 3347.4 | 3322.2 | 3347 | 9.67 | 19.75 | 1450.4 | |
| PROMEDIO DE HUMEDAD | | 5.8 | | | | | | | | | | % | | PESO FINAL A 110 °C (B) | | 3347.4 | gr |
| | | | | | | | | | | | | | | % DE AGUA RETENIDA (C) | | 5.79 | gr |
| | | | | | | | | | | | | | | PESO BRIQUETA CORREGIDA (D) | | 3164.03 | gr |



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP 225240



LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.5% CEMENTO + 0.9 l/m3 POLIMEROS

CALICATA : ---

MUESTRA : M - 04

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 30/09/2024

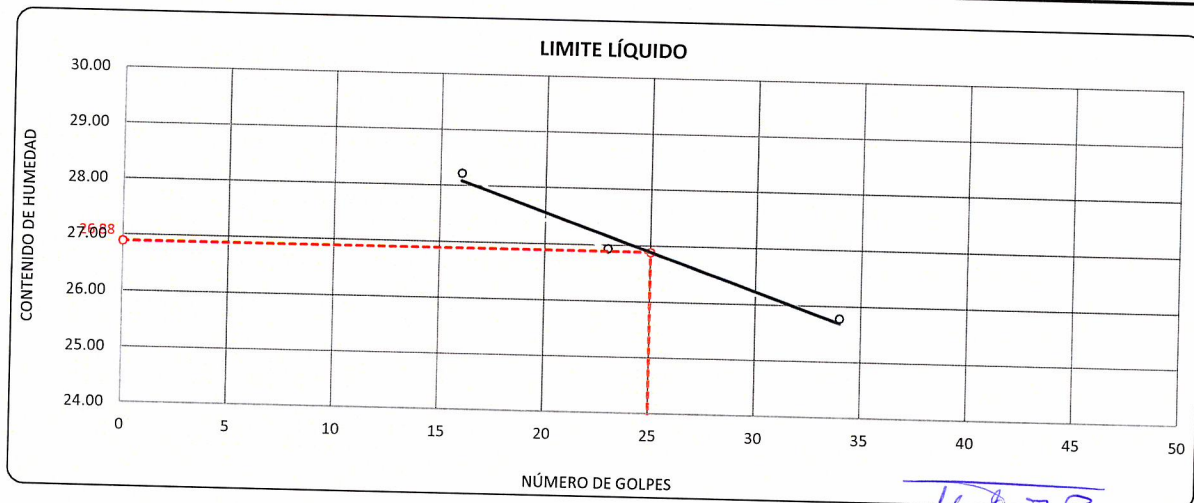
PROF. : ---

| DESCRIPCIÓN | UNID. | |
|------------------------------------|-----------|-----|
| Nro. DEL RECIPIENTE | | |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO | A | gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO | B | gr. |
| PESO DEL RECIPIENTE | C | gr. |
| PESO DEL AGUA | D=A-B | gr. |
| PESO DEL SUELO SECO | E=B-C | gr. |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | (D/E)*100 | % |
| Nro.DE GOLPES | | |
| PROMEDIO | | % |

| LIMITE LÍQUIDO | | |
|----------------|-------|-------|
| 6 | 7 | 8 |
| 71.31 | 66.59 | 67.89 |
| 66.81 | 62.82 | 64.07 |
| 50.86 | 48.82 | 49.25 |
| 4.50 | 3.77 | 3.82 |
| 15.95 | 14.00 | 14.82 |
| 28.21 | 26.93 | 25.78 |
| 16 | 23 | 34 |
| --- | | |

| LIMITE PLÁSTICO | |
|-----------------|-------|
| 5 | 6 |
| 32.08 | 28.46 |
| 30.91 | 27.32 |
| 25.58 | 22.11 |
| 1.17 | 1.14 |
| 5.33 | 5.21 |
| 21.95 | 21.88 |
| --- | --- |
| 21.92 | |

| RESULTADOS / PARAMETROS | LL | LP | IP | % W |
|---------------------------|------|------|-----|-----|
| OBTENIDOS | 26.9 | 21.9 | 5.0 | |
| ESPECIFICACIONES TECNICAS | | | | |



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

| | |
|-----------|-------------------|
| CÓDIGO : | |
| VERSIÓN : | RUC - 20606762357 |
| PAGINA : | 2 |

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.5% CEMENTO + 0.9 l/m3 POLIMEROS

FECHA : 30/09/2024

CALICATA : ----

PROF. : ----

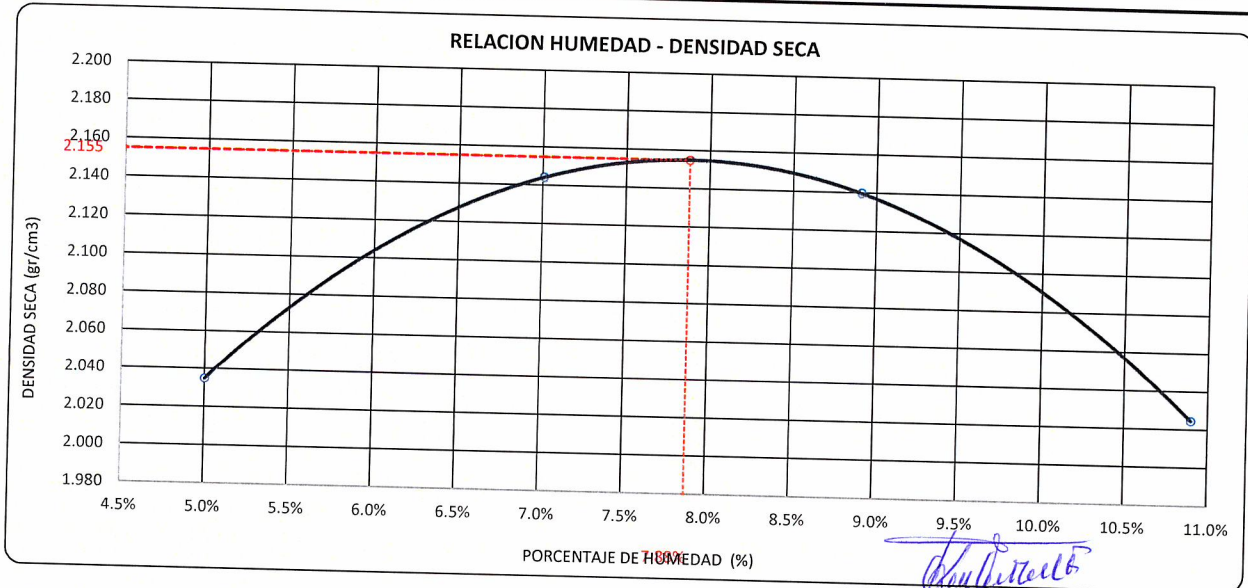
MUESTRA : M - 04

| | | | | | | | | |
|------------------------------|----|---|----|-------------------------------------|--------------|-----|-------------------------------------|---------|
| DIÁMETRO DEL MOLDE MÉTODO | 4" | | 6" | VOLUMEN DEL MOLDE PESO DEL MOLDE | 2134 6042 | cm3 | NÚMERO DE CAPAS NÚMERO DE GOLPES | 5 56 |
| | A | B | C | | | | | |

| | | | | | |
|----------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|
| P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE | gr. | 10602 | 10938 | 11015 | 10834 |
| P. DEL MOLDE | gr. | 6042 | 6042 | 6042 | 6042 |
| P. SUELO HUMEDO | gr/cm3. | 4560 | 4896 | 4973 | 4792 |
| DENSIDAD DE SUELO HUMEDO | gr/cm3. | 2.137 | 2.294 | 2.330 | 2.245 |

| | | | | | |
|-----------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|
| | No | 16 | 17 | 18 | 19 |
| PESO SUELO HUMEDO + P. TARA | gr. | 553.78 | 406.14 | 454.00 | 509.46 |
| PESO SUELO SECO + P. TARA | gr. | 530.95 | 384.19 | 422.71 | 466.47 |
| PESO DE TARA | gr. | 74.35 | 71.00 | 71.48 | 72.05 |
| PESO DEL AGUA | gr. | 22.83 | 21.95 | 31.29 | 42.99 |
| PESO DE SUELO SECO | gr. | 456.60 | 313.19 | 351.23 | 394.42 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD | % | 5.00% | 7.01% | 8.91% | 10.90% |
| PROMEDIO DE HUMEDAD | % | 5.00% | 7.01% | 8.91% | 10.90% |
| DENSIDAD DE SUELO SECO | % | 2.035 | 2.144 | 2.139 | 2.025 |

| RESULTADOS | | | |
|----------------------|-------|--------|-----------------------------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA | 2.155 | gr/cm3 | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD |
| | | | 7.88% |



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katerine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



| | | |
|--|-----------|-------------------|
| LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS | CODIGO : | |
| "INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C. | VERSIÓN : | RUC - 20606762357 |
| | PAGINA : | 3 |

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.5% CEMENTO + 0.9 l/m3 POLIMEROS

CALICATA : ---

MUESTRA : M - 04

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 30/09/2024

PROF. : ---

| MOLDE N° | UNID. | 1 | | 2 | | 3 | |
|---------------------------|---------|--------------|--------|-----------|--------|--------------|--------|
| | | 55 | | 26 | | 12 | |
| CAPAS | | 5 | | 5 | | 5 | |
| GOLPES POR CAPA N° | | 55 | | 26 | | 12 | |
| CONDICIÓN DE MUESTRA | | SIN SUMERGIR | | SUMERGIDO | | SIN SUMERGIR | |
| PESO MOLDE + SUELO HUMEDO | gr. | 12303 | 12332 | 12238 | 12294 | 12099 | 12182 |
| PESO DEL MOLDE | gr. | 7385 | 7385 | 7442 | 7442 | 7496 | 7496 |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA | cm3 | 2115 | 2115 | 2129 | 2129 | 2114 | 2114 |
| PESO DEL SUELO HUMEDO | gr. | 4918 | 4947 | 4796 | 4852 | 4603 | 4686 |
| DENSIDAD HUMEDA | gr./cm3 | 2.325 | 2.339 | 2.253 | 2.279 | 2.177 | 2.217 |
| TARRO N° | | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| TARRO + SUELO HUMEDO | gr. | 483.38 | 480.32 | 434.52 | 433.51 | 487.77 | 427.13 |
| TARRO + SUELO SECO | gr. | 451.58 | 445.91 | 405.23 | 398.72 | 455.43 | 392.58 |
| PESO DEL TARRO | gr. | 49.02 | 45.79 | 48.08 | 34.45 | 45.56 | 46.74 |
| PESO DEL AGUA | gr. | 31.8 | 34.41 | 29.29 | 34.79 | 32.34 | 34.55 |
| PESO DEL SUELO SECO | gr. | 402.56 | 400.12 | 357.15 | 364.27 | 409.87 | 345.84 |
| HUMEDAD | % | 7.90% | 8.60% | 8.20% | 9.55% | 7.89% | 9.99% |
| DENSIDAD SECA | gr./cm3 | 2.155 | 2.154 | 2.082 | 2.080 | 2.018 | 2.015 |

ENSAYO EXPANSIÓN

| FECHA | HORA | TIEMPO (HORAS) | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
|----------|-----------|----------------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| | | | | m.m. | % | | m.m. | % | | m.m. | % |
| 26/09/24 | 09.00 AM. | 00:00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 27/09/24 | 09.00 AM. | 24:00:00 | 2 | 0.05 | 0.04 | 3 | 0.07 | 0.06 | 5 | 0.11 | 0.09 |
| 28/09/24 | 09.00 AM. | 48:00:00 | 3 | 0.08 | 0.06 | 4 | 0.11 | 0.08 | 6 | 0.16 | 0.13 |
| 29/09/24 | 09.00 AM. | 72:00:00 | 4 | 0.10 | 0.08 | 6 | 0.15 | 0.12 | 9 | 0.22 | 0.17 |
| 30/09/24 | 09.00 AM. | 96:00:00 | 4 | 0.11 | 0.09 | 6 | 0.16 | 0.13 | 10 | 0.24 | 0.19 |

PENETRACIÓN

| TIEMPO | PENETRACIÓN | | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. | DIAL | CARGA | ESFUERZO | CORREG. |
|--------|-------------|-------|--------|--------|----------|---------|--------|---------|----------|---------|--------|--------|----------|---------|
| | mm | pulg. | | | | | | | | | | | | |
| 00:00 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 00:30 | 0.635 | 0.025 | 410.8 | 410.8 | 20.8 | | 275.6 | 275.6 | 13.9 | | 179.1 | 179.1 | 9.1 | |
| 01:00 | 1.270 | 0.050 | 723.9 | 723.9 | 36.6 | | 484.4 | 484.4 | 24.5 | | 318.7 | 318.7 | 16.1 | |
| 01:30 | 1.900 | 0.075 | 1128.3 | 1128.3 | 57.0 | | 753.8 | 753.8 | 38.1 | | 493.3 | 493.3 | 24.9 | |
| 02:00 | 2.540 | 0.100 | 1509.2 | 1509.2 | 76.3 | | 1009.9 | 1009.9 | 51.0 | | 664.5 | 664.5 | 33.6 | |
| 03:00 | 3.810 | 0.150 | 2212.8 | 2212.8 | 111.9 | | 1486.6 | 1486.6 | 75.1 | | 971.5 | 971.5 | 49.1 | |
| 04:00 | 5.080 | 0.200 | 2910.7 | 2910.7 | 147.1 | | 1940.8 | 1940.8 | 98.1 | | 1279.1 | 1279.1 | 64.7 | |
| 05:00 | 6.350 | 0.250 | 3293.2 | 3293.2 | 166.5 | | 2148.2 | 2148.15 | 108.6 | | 1448.6 | 1448.6 | 73.2 | |
| 06:00 | 7.620 | 0.300 | 3675.7 | 3675.7 | 185.8 | | 2355.5 | 2355.5 | 119.1 | | 1618.1 | 1618.1 | 81.8 | |
| 08:00 | 10.160 | 0.400 | 4103.0 | 4103 | 207.4 | | 2727.7 | 2727.7 | 137.9 | | 1781.6 | 1781.6 | 90.1 | |
| 10:00 | 12.700 | 0.500 | 4743.4 | 4743.4 | 239.8 | | 3028.1 | 3028.1 | 153.1 | | 2056.0 | 2056 | 103.9 | |

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Katherine C. Mamani Flores
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA : 4

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA
 : 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.5% CEMENTO + 0.9 l/m³ POLIMEROS

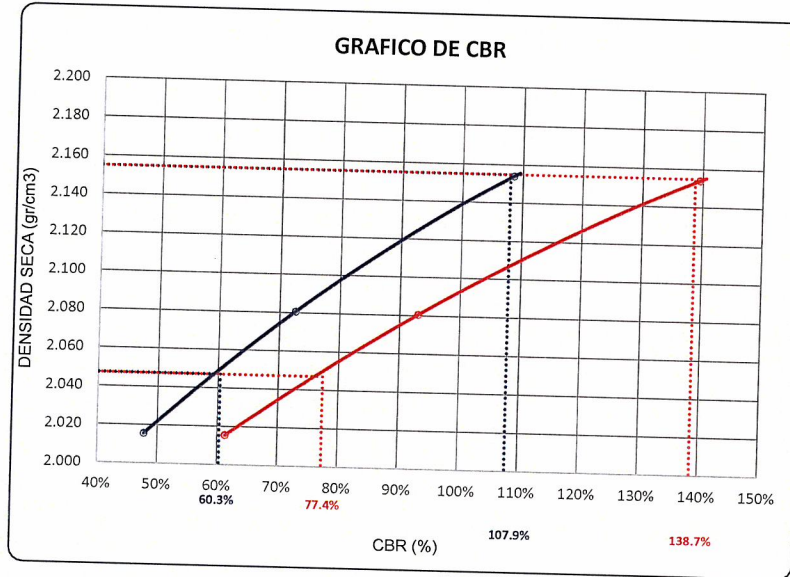
CALICATA : ----

MUESTRA : M - 04

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 30/09/2024

PROF. : ----

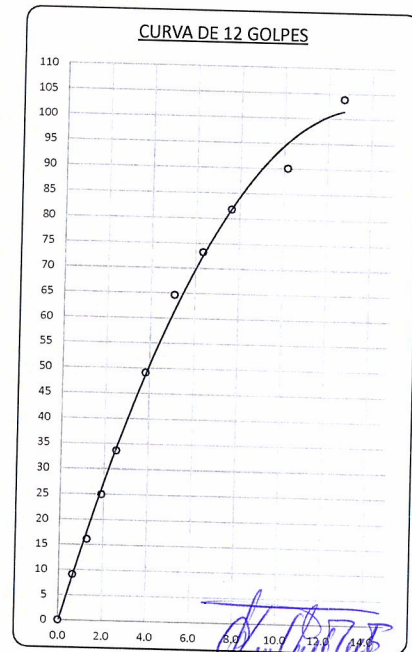
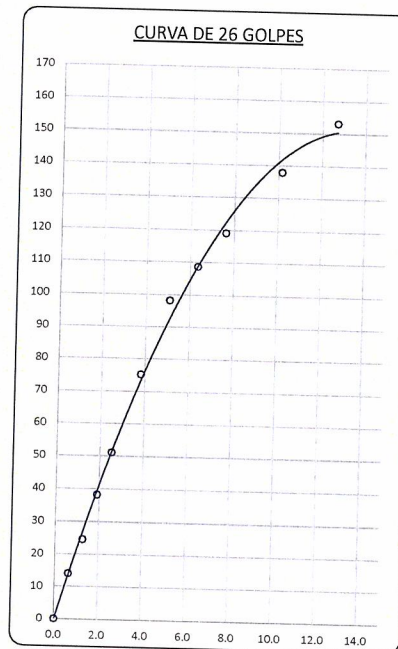
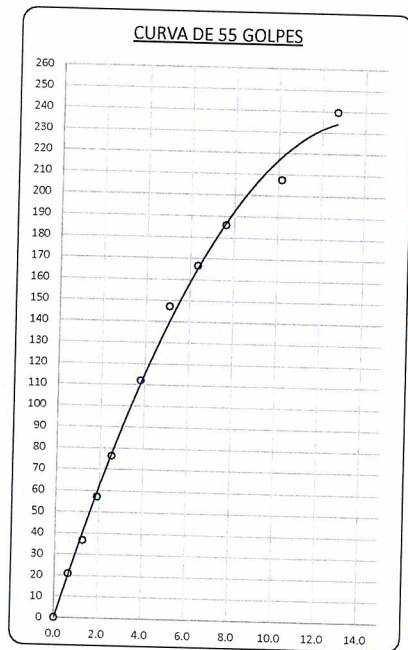


PARAMETROS DE C.B.R.

| | | |
|---------------------------|---|--------|
| C.B.R. 0.1" AL 100% | = | 107.9% |
| C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S. | = | 60.3% |
| C.B.R. 0.2" AL 100% | = | 138.7% |
| C.B.R. 0.2" AL 95% M.D.S. | = | 77.4% |

LEYENDA

- CURVA A 0.1"
- CURVA A 0.2"



* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Katerine C. Mamaní Flores
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 225280



| | | | |
|--|--|-----------|-------------------|
| | LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS | CODIGO : | RUC - 20606762357 |
| | "INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C. | VERSIÓN : | |
| | | PAGINA: 5 | |

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS

(SUELO CEMENTO)

(MTC E-1103)

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.5% CEMENTO + 0.9 l/m3 POLIMEROS FECHA : 7/10/2024

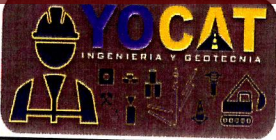
CALICATA : ---- PROF. : ----

MUESTRA : M - 04

| N° | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA | CARGA (kg) | Ø (cm) | ÁREA (cm ²) | ESF. ROTURA (kg/cm ²) | PROMEDIO | | FECHA | | EDAD (DIAS) |
|----|---------------------------|-----------------|-------------|-----------------------------|--|------------------------|------|------------|-----------|------------------|
| | | | | | | (kg/cm ²) | MPa | MOLDEO | ROTURA | |
| 1 | BRIQUETA DE PRUEBA | 2180.0 | 10.2 | 81.2 | 26.84 | 26.67 | 2.62 | 30/09/2024 | 7/10/2024 | 7 |
| | 10.17 cm. x 20.21 cm. | | | | | | | | | |
| 2 | BRIQUETA DE PRUEBA | 2200.0 | 10.2 | 82.2 | 26.77 | 26.67 | 2.62 | 30/09/2024 | 7/10/2024 | 7 |
| | 10.23 cm. x 20.25 cm. | | | | | | | | | |
| 3 | BRIQUETA DE PRUEBA | 2150.0 | 10.2 | 81.4 | 26.42 | | | 30/09/2024 | 7/10/2024 | 7 |
| | 10.18 cm. x 20.28 cm. | | | | | | | | | |



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA : 6

RUC - 20606762357

HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO

MTCE 1104 - 2016 / ASTM D-559 / AASHTO T-135

PROYECTO : INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

SOLICITANTE : ING. CHOQUE GUZMAN EDWIN YOEL UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : AFIRMADO + 2.5% CEMENTO + 0.9 l/m3 POLIMEROS FECHA : 22/10/2024

CALICATA : --- PROF. : ---

MUESTRA : M - 04

| DESCRIPCIÓN | MATERIAL + ACEITE SULFONADO + CEMENTO | |
|-----------------------|---------------------------------------|------|
| PORCENTAJE DE CEMENTO | 2.0 | % |
| POLIMEROS | 0.9 | L/m3 |
| FECHA DE MOLDEO | 30/09/2024 | |

| |
|----------------------------|
| CÁLCULOS: |
| $D = (B/(1+C)) \times 100$ |
| % Pérdida = D/A x 100 |

| DATOS DE LA MUESTRA: | ESPECIMEN N° 1 | | ESPECIMEN N° 2 | |
|-----------------------------|----------------|--------|----------------|--------|
| BRIQUETA N° | 01 | | 02 | |
| PESO HUMEDO DE LA MUESTRA | 3846.3 | gr | 3846.3 | gr |
| PESO SECO DE LA MUESTRA (A) | 3565.3 | gr | 3565.3 | gr |
| DIAMETRO | 10.20 | cm | 10.20 | cm |
| ALTURA | 20.25 | cm | 20.25 | cm |
| VOLUMEN | 1654.7 | cm3 | 1654.7 | cm3 |
| PESO UNITARIO | 2.155 | gr/cm3 | 2.155 | gr/cm3 |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD | 7.9 | % | 7.9 | % |

| FECHA DE CICLO | N° de ciclo | CAMBIO DE HUMEDAD Y VOLUMEN | | | | | | | | | PERDIDA DE SUELO - CEMENTO | | | | | |
|----------------|-------------|------------------------------|----------|--------|---------|------------------------------|----------|--------|---------|---------|------------------------------|------------------------------|------------------------|----------|--------|---------|
| | | ESPECIMEN N° 1 | | | | | | | | | ESPECIMEN N° 2 | | | | | |
| | | Peso al final de las 5 horas | Diametro | Altura | Volumen | Peso despues de las 42 horas | Diametro | Altura | Volumen | Humedad | Peso al final de las 5 horas | Peso despues de las 42 horas | Peso despues Cepillado | Diametro | Altura | Volumen |
| gr. | cm | cm | cm3 | gr | cm | cm | cm3 | % | gr | gr | gr | cm | cm | cm3 | | |
| 30/09/2024 | 1 | 3846.3 | 10.20 | 20.25 | 1654.7 | 3744.8 | 10.1 | 20.0 | 1611.0 | 2.7 | 3739.6 | 3860.6 | 3740 | 10.09 | 20.12 | 1608.8 |
| 2/10/2024 | 2 | 3816.7 | 10.17 | 20.22 | 1642.0 | 3568.1 | 9.9 | 20.1 | 1535.0 | 7.0 | 3711.5 | 3854.5 | 3711 | 10.06 | 20.09 | 1596.7 |
| 4/10/2024 | 3 | 3793.2 | 10.15 | 20.19 | 1631.9 | 3643.6 | 10.0 | 20.0 | 1567.5 | 4.1 | 3690.7 | 3786.7 | 3691 | 10.04 | 20.06 | 1587.7 |
| 6/10/2024 | 4 | 3763.0 | 10.11 | 20.17 | 1618.9 | 3506.2 | 9.8 | 19.9 | 1508.4 | 7.3 | 3665.9 | 3756.9 | 3666 | 10.01 | 20.04 | 1577.1 |
| 8/10/2024 | 5 | 3742.0 | 10.09 | 20.15 | 1609.8 | 3563.1 | 9.9 | 19.9 | 1532.8 | 5.0 | 3642.0 | 3744.0 | 3642 | 9.98 | 20.01 | 1566.8 |
| 10/10/2024 | 6 | 3714.8 | 10.06 | 20.12 | 1598.1 | 3472.3 | 9.8 | 19.9 | 1493.8 | 7.0 | 3618.7 | 3817.7 | 3619 | 9.96 | 19.99 | 1556.8 |
| 12/10/2024 | 7 | 3687.2 | 10.03 | 20.09 | 1586.2 | 3479.5 | 9.8 | 19.9 | 1496.9 | 6.0 | 3591.0 | 3784.0 | 3591 | 9.93 | 19.96 | 1544.9 |
| 14/10/2024 | 8 | 3663.3 | 10.00 | 20.07 | 1576.0 | 3442.6 | 9.8 | 19.8 | 1481.0 | 6.4 | 3567.5 | 3725.5 | 3568 | 9.90 | 19.93 | 1534.8 |
| 16/10/2024 | 9 | 3643.0 | 9.97 | 20.06 | 1567.2 | 3401.7 | 9.7 | 19.9 | 1463.4 | 7.1 | 3539.5 | 3725.5 | 3540 | 9.87 | 19.90 | 1522.7 |
| 18/10/2024 | 10 | 3612.8 | 9.94 | 20.03 | 1554.3 | 3391.9 | 9.7 | 19.9 | 1459.2 | 6.5 | 3512.9 | 3623.9 | 3513 | 9.84 | 19.87 | 1511.3 |
| 20/10/2024 | 11 | 3590.5 | 9.91 | 20.02 | 1544.7 | 3390.0 | 9.7 | 19.8 | 1458.4 | 5.9 | 3491.6 | 3622.6 | 3492 | 9.82 | 19.84 | 1502.1 |
| 22/10/2024 | 12 | 3562.4 | 9.88 | 20.00 | 1532.5 | 3367.8 | 9.6 | 19.8 | 1448.9 | 5.8 | 3464.9 | 3641.9 | 3465 | 9.79 | 19.81 | 1490.6 |

PROMEDIO DE HUMEDAD



Katherine C. Mamani Flores
INGENIERO CIVIL

CIP: 225286

5.9

%

PESO FINAL A 110 °C (B)

3464.9

gr

% DE AGUA RETENIDA (C)

5.90

gr

PESO BRIQUETA CORREGIDA (D)

3271.85

gr



ANEXO C

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS DE LABORATORIO



CERTIFICADO DE CALIBRACION LM-BAL-047-24

Pag. 1 de 3

CLIENTE : INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

| | |
|-------------------------------|---|
| EQUIPO | BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMATICO |
| FABRICANTE | OHAUS |
| MODELO | R31P30 |
| SERIE | 8340410374 |
| TIPO | ELECTRÓNICA |
| CAPACIDAD MÁXIMA | 30000 g |
| DIVISION DE ESCALA (d) | 1 g |
| DIVISION DE VERIF. (e) | 1 g |
| CLASE | II |
| F. CALIBRACIÓN | 1/04/2024 |
| F. PROX. CALIBRACIÓN * | 1/04/2025 |

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades (SI)

La dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados.

Para la realización del Proceso de calibración del equipo METAUT sigue el procedimiento PC-011 Procedimiento para la calibración de balanzas.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados

METODO DE CALIBRACION:

La calibración se realizó por comparación directa según PC-011 procedimiento para la Calibración de balanzas de funcionamiento automático Clase I y II SNM-INDECOPI – 4Ta Edición 2010.

TRAZABILIDAD:

03 Pesa de 10 kg, 01 Pesa de 5 kg, 01 Pesa de 2 kg, 01 Jgo. de Pesas de 1 mg. a 1 kg, Clase F1 certificados LM-C-101-2023, LM-C-102-2023, LM-C-103-2023, PE23-C-1072 Certificados trazables con INACAL-DM.

LUGAR DE LA CALIBRACIÓN:

El servicio de calibración se realizó en las instalaciones del cliente localizado en Av. Néstor Cáceres Velásquez Velásquez N° 425. Urbanización Santa María III etapa

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACIÓN:

| | |
|---------------------------|---------------------------|
| ΔT LOCAL | (19,1 °C Hasta 19,5 °C) |
| COEF. DERIVA TEMP. | 1x10 ⁻⁵ /°C |



STALIN OLAZABAL TREJO
JEFE LABORATORIO MASA
IE CIP N°182685



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-BAL-047-24

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

INSPECCION VISUAL

| | | | | | |
|------------------|----------|--------|----------|------------|----------|
| AJUSTE DE CERO | Tiene | ESCALA | No Tiene | PLATAFORMA | No Tiene |
| OSCILACION LIBRE | Tiene | CURSOR | No Tiene | NIVELACION | Tiene |
| SISTEMA DE TRABA | No Tiene | | | | |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| | | | | | |
|-------------|---------|-------|--------------------|---------|-------|
| Temperatura | Inicial | final | Humedad relativa % | Inicial | final |
| | 19.1 | 19.5 | | 50 | 50 |

| Medición Nro | Carga L1 = 15000 g | | E (g) |
|-----------------|--------------------|--------|--------|
| | I (g) | ΔL (g) | |
| 1 | 15000 | 0.400 | 0.072 |
| 2 | 15000 | 0.400 | 0.072 |
| 3 | 15000 | 0.400 | 0.072 |
| 4 | 15000 | 0.400 | 0.072 |
| 5 | 15000 | 0.500 | -0.028 |
| 6 | 15000 | 0.400 | 0.072 |
| 7 | 15000 | 0.400 | 0.072 |
| 8 | 15000 | 0.400 | 0.072 |
| 9 | 15000 | 0.500 | -0.028 |
| 10 | 15000 | 0.500 | -0.028 |

| Medición Nro | Carga L2 = 30000 g | | E (g) |
|-----------------|--------------------|--------|--------|
| | I (g) | ΔL (g) | |
| 1 | 30000 | 0.400 | 0.046 |
| 2 | 30000 | 0.400 | 0.046 |
| 3 | 30000 | 0.500 | -0.054 |
| 4 | 30000 | 0.400 | 0.046 |
| 5 | 30000 | 0.400 | 0.046 |
| 6 | 30000 | 0.400 | 0.046 |
| 7 | 30000 | 0.400 | 0.046 |
| 8 | 30000 | 0.400 | 0.046 |
| 9 | 30000 | 0.500 | -0.054 |
| 10 | 30000 | 0.500 | -0.054 |

| Carga (g) | ΔE Diferencia Maxima (g) | e.m.p. (g) |
|-------------|----------------------------|--------------|
| 15000 | 0.10 | 2.0 |
| 30000 | 0.10 | 3.0 |

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

| | | | | | |
|-------------|---------|-------|--------------------|---------|-------|
| Temperatura | Inicial | final | Humedad relativa % | Inicial | final |
| | 19.1 | 19.5 | | 50 | 50 |

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 1 | 5 |
| 3 | | 4 |

| Posic. de Carga | Determinación del error Eo | | | | Determinación de error corregido Ec | | | | e.m.p (g) | |
|-----------------|----------------------------|-------|--------|--------|-------------------------------------|-------|--------|--------|-------------|--------|
| | Carga Min. | I (g) | ΔL (g) | Eo (g) | Carga L | I (g) | ΔL (g) | E (g) | | Ec (g) |
| 1 | 5 g | 5 | 0.500 | 0.000 | 10000 g | 10000 | 0.500 | -0.018 | -0.018 | 2 |
| 2 | | 5 | 0.400 | 0.100 | | 10000 | 0.400 | 0.082 | -0.018 | 2 |
| 3 | | 5 | 0.500 | 0.000 | | 10000 | 0.400 | 0.082 | 0.082 | 2 |
| 4 | | 5 | 0.400 | 0.100 | | 10000 | 0.400 | 0.082 | -0.018 | 2 |
| 5 | | 5 | 0.400 | 0.100 | | 10000 | 0.500 | -0.018 | -0.118 | 2 |



FCC-MET-LM
Rev: 03 fecha: 01/22



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-BAL-047-24**

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

ENSAYO DE PESAJE

| | | | | | |
|-------------|---------|-------|--------------------|---------|-------|
| temperatura | Inicial | final | Humedad relativa % | Inicial | final |
| | 19.1 | 19.5 | | 50 | 50 |

ENSAYO DE PESAJE

| Carga L (g) | CRECIENTES | | | |
|----------------|------------|--------|-------|--------|
| | I (g) | ΔL (g) | E (g) | Ec (g) |
| 5 | 5 | 0.400 | 0.100 | |
| 10 | 10 | 0.400 | 0.100 | 0.000 |
| 20 | 20 | 0.400 | 0.100 | 0.000 |
| 50 | 50 | 0.400 | 0.100 | 0.000 |
| 100 | 100 | 0.500 | 0.000 | -0.100 |
| 200 | 200 | 0.400 | 0.100 | 0.000 |
| 500 | 500 | 0.400 | 0.099 | -0.001 |
| 1000 | 1000 | 0.400 | 0.099 | -0.001 |
| 5000 | 5000 | 0.400 | 0.090 | -0.010 |
| 10000 | 10000 | 0.400 | 0.082 | -0.018 |
| 20000 | 20000 | 0.400 | 0.064 | -0.036 |
| 30000 | 30000 | 0.400 | 0.046 | -0.054 |

| I (g) | DECRECIENTES | | | e.m.p (g) |
|-------|--------------|--------|--------|--------------|
| | ΔL (g) | E (g) | Ec (g) | |
| 10 | 0.500 | 0.000 | -0.100 | 1.00 |
| 20 | 0.400 | 0.100 | 0.000 | 1.00 |
| 50 | 0.400 | 0.100 | 0.000 | 1.00 |
| 100 | 0.400 | 0.100 | 0.000 | 1.00 |
| 200 | 0.500 | 0.000 | -0.100 | 1.00 |
| 500 | 0.400 | 0.099 | -0.001 | 1.00 |
| 1000 | 0.400 | 0.099 | -0.001 | 1.00 |
| 5000 | 0.500 | -0.010 | -0.110 | 1.00 |
| 10000 | 0.400 | 0.082 | -0.018 | 2.00 |
| 20000 | 0.400 | 0.064 | -0.036 | 3.00 |
| 30000 | 0.400 | 0.046 | -0.054 | 3.00 |

Lectura Corregida del Resultado de una pesada : $R_{\text{corregida}} = R - (-1,8 \times 10^{-6})R$

Incertidumbre de una Medición U : $2 \times \sqrt{1,675 \times 10^{-1}g^2 + 1,330 \times 10^{-10}R^2}$

- L : Carga Aplicada a la Balanza
- I : Indicación del Instrumento
- U : Incertidumbre Expandida de la Lectura Corregida
- R : Lectura de la balanza posterior a la calibración expresada en (g)
- ΔL : Valor de la Carga Adicional
- E : Error Encontrado
- Eo : Error en Cero
- Ec : Error Corregido

La incertidumbre reportada es la Incertidumbre expandida que resulta de la multiplicación de la Incertidumbre Combinada por el factor de cobertura k=2, para una probabilidad de cobertura aproximada a un nivel de confianza del 95%

Notas y aclaraciones

Se ha asumido un valor de $1,0 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ como coeficiente de deriva de la balanza por variación de temperatura para la calibración.

se ha colocado una etiqueta de color celeste, con el código de certificado asignado al documento en señal de haber realizado la calibración.

Se colo fecha de proxima calibración a solicitud del cliente a efectos de llevar un control de calidad de la balanza

El intervalo de variación de temperatura donde se ubica la balanza fue considerado de acuerdo a la variación de temperatura registrada durante la calibración

FCC-MET-LM
Rev: 03 - fecha: 01/22





CERTIFICADO DE CALIBRACION LF-PC-012-24

CLIENTE : INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO PRENSA DE CONCRETO

FABRICANTE PYS EQUIPOS

MODELO PYS 5001

N° SERIE 207

CAPACIDAD 100 TN

INDICADOR ----

N° SERIE ----

TRANSD. PRESION ZEMIC

RANGO 700 Bar

N° SERIE 4459

SISTEMA DE ACC. BOMBA ELECTRICA

FABRICANTE ----

MODELO ----

N° SERIE ----

UBICACIÓN Laboratorio In Situ - AV. NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
VELÁSQUEZ N° 425. URBANIZACIÓN SANTA MARÍA III ETAPA

DIA DE LA MEDICION 1/04/2024



Los resultados de la medición reportados en este certificado fueron obtenidos siguiendo los procedimientos de calibración dados en el siguiente párrafo, donde los estándares de referencia son indicados en la siguiente pagina el cual garantiza la trazabilidad del instrumento Patrón y los certificados de calibración acreditado validan lo expuesto El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025, Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

STALIN OLAZABAL TREJO
JEFE LABORATORIO FUERZA
IE CIP N°182685



CERTIFICADO DE CALIBRACION LF-PC-012-24

Pag. 2 de 4

La Trazabilidad mediante la Medición de referencia ISO 376:2011 Validado por el certificado de calibración N° OT N° 222-5367/Parcial 2 - INTI - Argentina

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACION:

Temperatura de Ambiente (19.1 +/- 1) °C
Humedad Relativa (50 +/- 5) °%Hr

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO PRENSA DE CONCRETO
FABRICANTE PYS EQUIPOS
MODELO PYS 5001
N° SERIE 207
CAPACIDAD 100 TN
INDICADOR ----
N° SERIE ----

INFORMACION DEL INSTRUMENTO PATRON:

EQUIPO DINAMOMETRO (Load cell)
CONSTRUCTOR AEP Transducers
MODELO C8S
N° SERIE 723547
CAPACIDAD 1000 KN
PROC. CAL. Compresión

INDICADOR: AEP TRANSDUCER (Indicador Digital)
MODELO MP10 Plus
N° SERIE 6593





CERTIFICADO DE CALIBRACION
LF-PC-012-24
Marca PYS EQUIPOS, Indicador Digital ---, Transductor --- de 700 bar

| SISTEMA DIGITAL "A" Kgf | SERIES DE CALIBRACION (Kgf) | | | | PROMEDIO "B" Kgf | ERROR Ep % | RPTBLD Rp % |
|-------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------|-------------|------------------|------------|-------------|
| | SERIE (1) Kgf | SERIE (2) Kgf | ERROR (1) % | ERROR (2) % | | | |
| 10,000 | 10,092 | 10,083 | -0.92 | -0.83 | 10,088 | -0.88 | 0.06 |
| 20,000 | 20,139 | 20,124 | -0.70 | -0.62 | 20,132 | -0.66 | 0.05 |
| 30,000 | 30,181 | 30,162 | -0.60 | -0.54 | 30,172 | -0.57 | 0.04 |
| 40,000 | 40,193 | 40,186 | -0.48 | -0.47 | 40,190 | -0.47 | 0.01 |
| 50,000 | 50,202 | 50,228 | -0.40 | -0.46 | 50,215 | -0.43 | 0.04 |
| 60,000 | 60,289 | 60,304 | -0.48 | -0.51 | 60,297 | -0.49 | 0.02 |
| 70,000 | 70,298 | 70,329 | -0.43 | -0.47 | 70,314 | -0.45 | 0.03 |
| 80,000 | 80,376 | 80,308 | -0.47 | -0.39 | 80,342 | -0.43 | 0.06 |

NOTAS SOBRE LA CALIBRACION

- 1.- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ASTM E4-07
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
Ep = ((A-B) / A) * 100 Rp = Desviación Estandar
- 3.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %
- 4.- Fecha de proxima calibración 01/04/2025

Coefficiente Correlación: **R² = 1**

Ecuación de ajuste: $Y = 1 * 10^{-9} X^2 + 1.0035 X + 54.694$
 Donde:

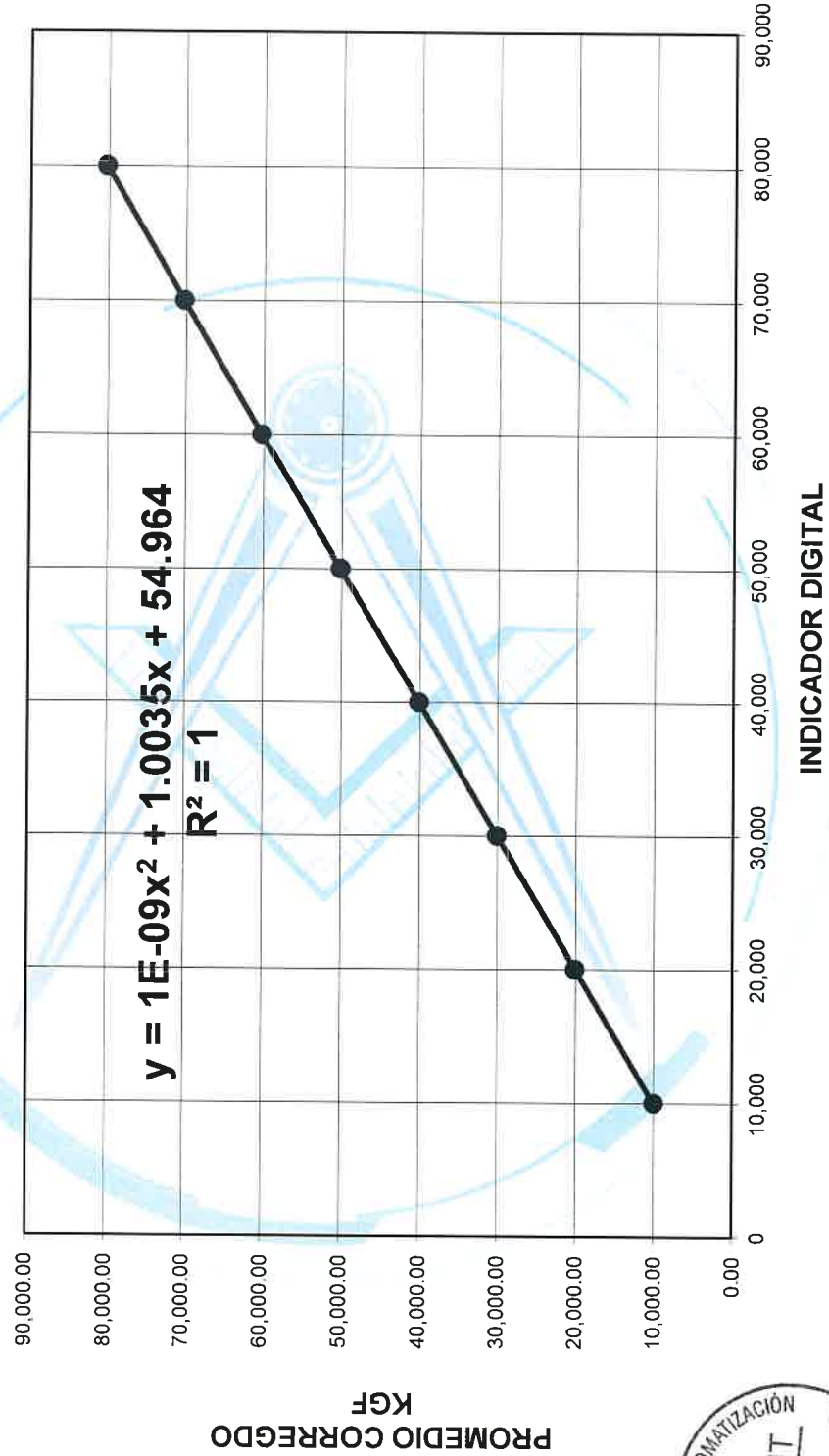
X : Lectura de la pantalla
 Y : fuerza promedio (Kgf)





Pag 4 de 4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LF-PC-012-24
Marca PYS EQUIPOS Indicador ---
Transductor --- de 700 bar





CERTIFICADO DE CALIBRACION LF-CC-011-24

Pag. 1 de 4

CLIENTE : INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

| | |
|-------------------|-------------------|
| EQUIPO | CELDA DE CARGA |
| FABRICANTE | ORION |
| MODELO | SU 035 |
| N° SERIE | 20010706 |
| CAPACIDAD | 5000 Kgf |
| INDICADOR | INDICADOR DIGITAL |
| FABRICANTE | ---- |
| MODELO | ---- |
| N° SERIE | ---- |
| PRECISION | 0.1 Kgf |


Los resultados de la medición reportados en este certificado fueron obtenidos siguiendo los procedimientos de calibración dados en el siguiente párrafo, donde los estándares de referencia son indicados en la siguiente pagina el cual garantiza la trazabilidad del instrumento Patrón y los certificados de calibración acreditado validan lo expuesto

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025, Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

UBICACIÓN Laboratorio In Situ - AV. NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
VELÁSQUEZ N° 425. URBANIZACIÓN SANTA MARÍA III ETAPA

DIA DE LA MEDICION 1/04/2024




STALIN OLAZABAL TREJO
 JEFE LABORATORIO FUERZA
 IE CIP N°182685



CERTIFICADO DE CALIBRACION LF-CC-011-24

Pag. 2 de 4

La Trazabilidad mediante la Medicón de referencia ISO 376:2011 Validado por el certificado de calibración N° OI N° 222-5367/Parcial 1 - INII - Argentina

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACION:

Temperatura de Ambiente (19.1 +/- 1) °C
Humedad Relativa (50 +/- 5) ° %Hr

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO CELDA DE CARGA
FABRICANTE ORION
MODELO SU 035
N° SERIE 20010706
CAPACIDAD 5000 kgf
INDICADOR INDICADOR DIGITAL
FABRICANTE ----
N° SERIE ----

INFORMACION DEL INSTRUMENTO PATRON:

EQUIPO DINAMOMETRO (Load cell)
FABRICANTE AEP Transducers
MODELO C8S
N° SERIE 731013
CAPACIDAD 100 KN
PROC. CAL. Compresión

INDICADOR: AEP TRANSDUCER (Indicador Digital)
MODELO MP10 Plus
N° SERIE 6593





CERTIFICADO DE CALIBRACION

LF-CC-011-24

Indicador ---, Celda ORION Modelo SU 035, Serie 20010706

| SISTEMA DIGITAL "A" Div. | SERIES DE CALIBRACION (Kgf) | | | PROMEDIO "B" Kgf | RPTBLD Rp % |
|--------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|------------------------|-------------------|
| | SERIE (1) Kgf | SERIE (2) Kgf | SERIE (3) Kgf | | |
| 250 | 250.2 | 250.4 | 250.7 | 250.4 | 0.10 |
| 500 | 501.1 | 501.6 | 501.8 | 501.5 | 0.07 |
| 750 | 751.6 | 751.9 | 751.7 | 751.7 | 0.02 |
| 1,000 | 1,002.1 | 1,002.4 | 1,002.6 | 1,002.4 | 0.03 |
| 1,250 | 1,252.7 | 1,252.9 | 1,252.4 | 1,252.7 | 0.02 |
| 1,500 | 1,504.5 | 1,504.7 | 1,505.0 | 1,504.7 | 0.02 |
| 1,750 | 1,753.3 | 1,753.4 | 1,753.7 | 1,753.5 | 0.01 |
| 2,000 | 2,002.6 | 2,002.9 | 2,003.1 | 2,002.9 | 0.01 |
| 2,500 | 2,509.8 | 2,510.2 | 2,510.4 | 2,510.1 | 0.01 |
| 3,000 | 3,009.2 | 3,009.5 | 3,009.8 | 3,009.5 | 0.01 |
| 3,500 | 3,506.6 | 3,506.9 | 3,507.2 | 3,506.9 | 0.01 |
| 4,000 | 4,002.4 | 4,002.6 | 4,002.5 | 4,002.5 | 0.00 |
| 5,000 | 4,998.8 | 4,999.1 | 4,999.3 | 4,999.1 | 0.01 |

NOTAS SOBRE LA CALIBRACION

- 1. - La Calibración se hizo según Basado en el Método C de la norma ASTM E4-07
- 2.- Rp es el Error de Repetibilidad definidos en la citada Norma:
Rp = Desviacion Estandar
- 3. - Rp no excedan el +/- 1.0 %
- 4. - Fecha de proxima calibración 01/04/2025

Coefficiente Correlación:

R² = 1

Y = -1 * 10⁻⁶X² + 1.007X - 2.6644

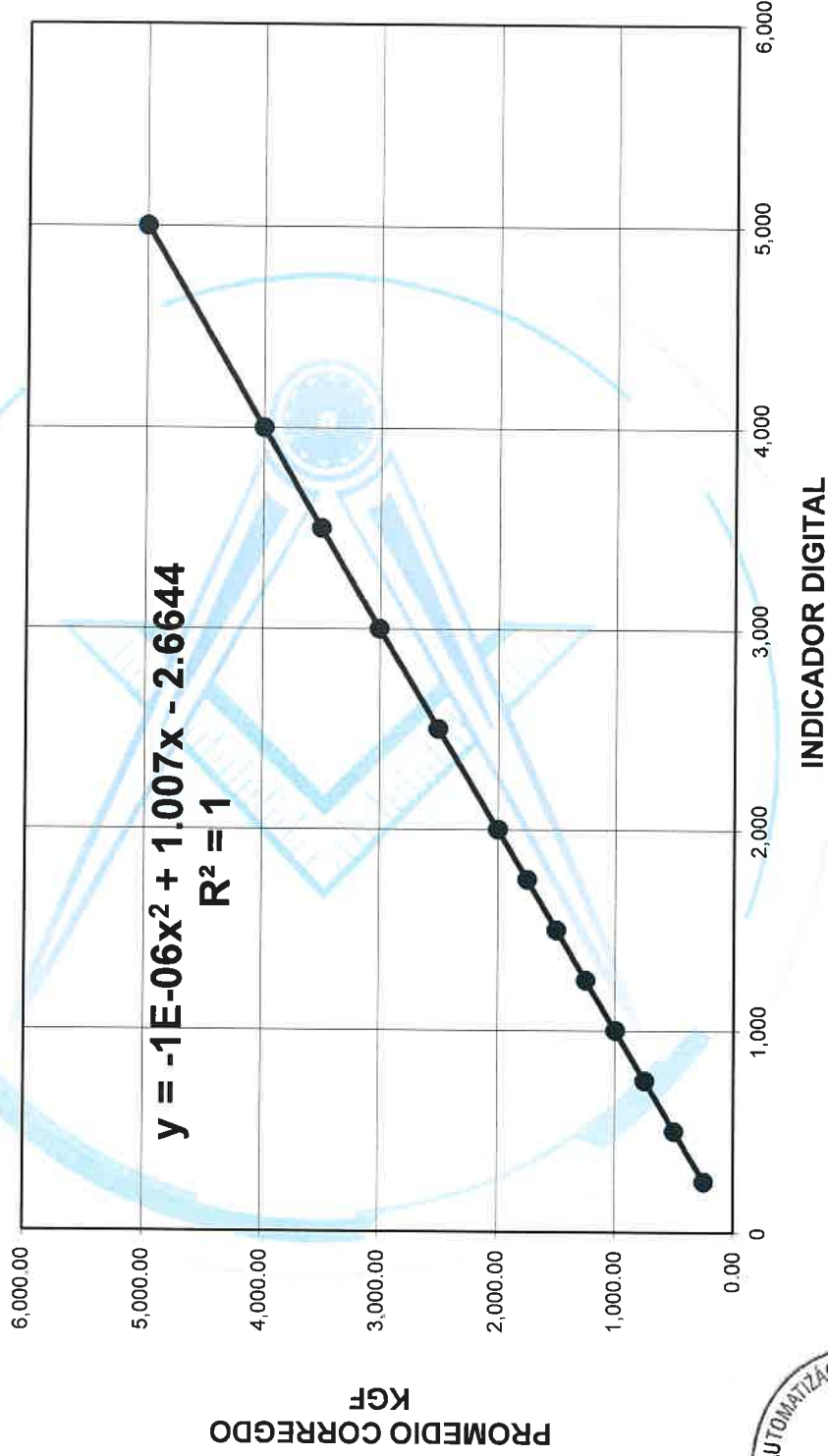
X : Lectura de la pantalla

Y : fuerza promedio (Kgf)





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LF-CC-011-24
Indicador Digital ---, Modelo --- Serie ---





**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-143-24**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
MICROSCOPIO DIGITAL MARCA ACCUD, MODELO DM600,
RETÍCULA MICROMÉTRICA CON CERTIFICADO DE
CALIBRACIÓN LLA-226-2023.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ Nº 200 TIENE UNA LUZ DE (75 ± 3.7
um).

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

| | | |
|-----------------|---|------------|
| MARCA | : | ORION |
| Nº SERIE | : | 19X45 |
| F. VERIFICACIÓN | : | 01-04-2024 |
| F. PROX. VERIF. | : | 01-04-2025 |



[Signature]
STALIN OLAZABAL TREJO
 JEFE LAB. LONGITUD Y ANGULO
 IE CIP Nº 182685



**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-142-24**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
MICROSCOPIO DIGITAL MARCA ACCUD, MODELO DM600,
RETÍCULA MICROMÉTRICA CON CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN FS-0104-2023.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE N° 40 TIENE UNA LUZ DE $(425 \pm 14.0 \text{ um})$.

FABRICADA EN ACERO INOX. DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 19X45
F. VERIFICACIÓN : 01-04-2024
F. PROX. VERIF. : 01-04-2025



STALIN OLAZABAL TREJO
JEFE LAB. LONGITUD Y ANGULO
IE CIP N°182685





**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-140-24**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
MICROSCOPIO DIGITAL MARCA ACCUD, MODELO DM600,
RETÍCULA MICROMÉTRICA CON CERTIFICADO DE
CALIBRACIÓN LLA-226-2023 INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE N° 4 TIENE UNA LUZ DE $(4.75 \pm 0.135 \text{ mm})$.

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 20M24
F. VERIFICACIÓN : 01-04-2024
F. PROX. VERIF. : 01-04-2025



STALIN OLAZABAL TREJO
JEFE LAB. LONGITUD Y ANGULO
IE CIP N°182685



**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-139-24**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-
JAPONES MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-
0351-2023 INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 3/8" TIENE UNA LUZ DE (9.5 ±
0.265 mm).

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

| | |
|-----------------|--------------|
| MARCA | : ORION |
| Nº SERIE | : 20114 |
| F. VERIFICACIÓN | : 01-04-2024 |
| F. PROX. VERIF. | : 01-04-2025 |



Stalin Olazabal Trejo
STALIN OLAZABAL TREJO
JEFE LAB. LONGITUD Y ANGULO
IE CIP N° 182685



**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-138-24**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.


INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-JAPONES
MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-0351-2023
INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 3/4" TIENE UNA LUZ DE $(19 \pm 0.522 \text{ mm})$.

FABRICADA EN ACERO INOX. DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 20H28
F. VERIFICACIÓN : 01-04-2024
F. PROX. VERIF. : 01-04-2025




STALIN OLAZABAL TREJO
JEFE LAB. LONGITUD Y ANGULO
IE CIP N°182685



**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-137-24**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-JAPONES
MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-0351-2023
INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 2" TIENE UNA LUZ DE (50 ± 1.34 mm).

FABRICADA EN ACERO INOX. DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 20F05
F. VERIFICACIÓN : 01-04-2024
F. PROX. VERIF. : 01-04-2025



STALIN OLAZABAL TREJO
JEFE LAB. LONGITUD Y ANGULO
IE CIP N°182685





**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-135-24**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-JAPONES
MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-0351-2023
INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 1 1/2" TIENE UNA LUZ DE (37.5 ± 1.01 mm).

FABRICADA EN ACERO INOX. DE 8" DE DIAMETRO;

| | |
|-----------------|--------------|
| MARCA | : ORION |
| N° SERIE | : 20A06 |
| F. VERIFICACIÓN | : 01-04-2024 |
| F. PROX. VERIF. | : 01-04-2025 |



Stalin Olazabal Trejo
STALIN OLAZABAL TREJO
 JEFE LAB. LONGITUD Y ANGULO
 IE CIP N°182685



**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-134-24**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-
JAPONES MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-
0351-2023 INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 1" TIENE UNA LUZ DE (25 + 0.682
mm).

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

| | |
|-----------------|--------------|
| MARCA | : ORION |
| Nº SERIE | : 20D04 |
| F. VERIFICACIÓN | : 01-04-2024 |
| F. PROX. VERIF. | : 01-04-2025 |



Stalin Olazabal Trejo
STALIN OLAZABAL TREJO
 JEFE LAB. LONGITUD Y ANGULO
 IE CIP N°182685



ANEXO D

PANEL FOTOGRAFICO



PANEL FOTOGRÁFICO



FOTOGRAFÍA 01: REALIZACIÓN DE LA CALICATA 01



FOTOGRAFÍA 02: REALIZACIÓN DE LA CALICATA 02



FOTOGRAFÍA 03: REALIZACIÓN DE LA CALICATA 03



FOTOGRAFÍA 04: VÍA EXISTENTE CON SUELO - CEMENTO



PANEL FOTOGRÁFICO



FOTOGRAFÍA 05: ENSAYO DE GRANULOMETRÍA



FOTOGRAFÍA 06: ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA



FOTOGRAFÍA 07: ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA



FOTOGRAFÍA 08: ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA



PANEL FOTOGRÁFICO



FOTOGRAFÍA 09: ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO



FOTOGRAFÍA 10: ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO



FOTOGRAFÍA 11: ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO



FOTOGRAFÍA 12: ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO

PANEL FOTOGRÁFICO



FOTOGRAFÍA 13: ADICIÓN DE CEMENTO A LA MUESTRA PATRON



FOTOGRAFÍA 14: POLIMEROS NLF



FOTOGRAFÍA 15: MUESTRAS SUELO CEMENTO + POLIMEROS



FOTOGRAFÍA 16: MUESTRAS SUELO CEMENTO + POLIMEROS



PANEL FOTOGRÁFICO



FOTOGRAFÍA 17: ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO



FOTOGRAFÍA 18: ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO



FOTOGRAFÍA 19: ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO



FOTOGRAFÍA 20: ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO



ANEXO E

FICHA TECNICA DE LOS POLIMEROS



MANUAL

NANO LIQUID FORMULATION

NANOTECNOLOGÍA AMIGABLE CON EL MEDIO AMBIENTE



992194007

info@nanosistema.com

www.nanosistema.com



ÍNDICE

- 1.1 NANO FORMULACIÓN LÍQUIDA (NLF) 3
- 2. OBJETIVO..... 3
- 3. PRINCIPALES VENTAJAS..... 3
- 4. ESTUDIOS PREVIOS..... 4
 - 4.1 EXPLORACIÓN DE SUELOS 4
 - 4.2 ENSAYOS INICIALES DE LABORATORIO..... 4
 - 4.2.1 ENSAYOS ESTÁNDAR..... 4
 - 4.2.1 ENSAYOS ESPECIALES 4
 - 4.3 TRABAJO DE GABINETE 4
- 5. CONDICIONES DEL MATERIAL A ESTABILIZAR..... 4
 - 5.1 SUELOS..... 4
 - 5.2 PLASTICIDAD 5
- 6. DOSIFICACIONES 5
 - 6.1 NANO FORMULACIÓN LÍQUIDA 5
 - 6.2 AGLOMERANTE..... 5
- 7. MAQUINARIAS NECESARIAS A UTILIZAR..... 5
 - 7.1 MEZCLA EN CANTERA (ACOPIO) 6
 - 7.2 MEZCLA IN-SITU (CAMINO)..... 6
- 8. MÉTODO DE APLICACIÓN 6
 - 8.1 PRIMERA FASE (compactación de la subrasante)..... 6
 - 8.2 SEGUNDA FASE (Aplicación de los aditivos)..... 7
 - 8.3 TERCERA FASE (Compactación) 9
 - 8.4 CUARTA FASE (curado)..... 10
- 9. RECOMENDACIONES..... 11

SISTEMA SNS 360

Son aditivos estabilizadores basados en la nanotecnología, **COMPUESTO POR UNA MEZCLA DE TENSIOACTIVOS CATIÓNICOS** de naturaleza vegetal (**POLIMEROS**). Toma la compactación del suelo en un estado absolutamente **irreversible**, convirtiéndolo en un material altamente resistente, impermeable y flexible.

1.1 NANO FORMULACIÓN LÍQUIDA (NLF)

Es un producto que se presenta como un líquido lechoso en tambores de 200 litros. Es soluble en agua, no es tóxico ni contamina el medio ambiente. El **NLF** actúa sobre el agua absorbida que lubrica las partículas de arcilla o de limo, promoviendo la atracción electromagnética entre ellas generando así mayor compactación del suelo y resistencia a la deformación.

2. OBJETIVO

Lograr el mejoramiento de las propiedades físicas-mecánicas de los suelos existentes en la zona hasta lograr estabilizarlas. Su función principal es disminuir la tensión superficial del agua de las partículas finas del suelo, logrando minimizar al agua su capacidad de humedecer.



Se puede apreciar en la imagen el desprendimiento del material de la probeta 0 al estar en contacto con el agua, pero la probeta 1 y 2 presentan una mejor estabilidad, ya que ambas están estabilizadas.

3. PRINCIPALES VENTAJAS

- Evita el acarreo de materiales y botaderos, ya que en el 80% de los casos se trabaja con el propio suelo nativo.
- Se logra elevar la capacidad de soporte del suelo (CBR) de 3 a 5 veces más del estado natural, logrando impermeabilizar el material tratado.



- Los tiempos de ejecución son rápidos y sencillos, ya que existe catalizador en este componente.
- Los aditivos están elaborados a base de tensioactivos catiónicos, por lo que no son contaminantes y si amigables con el medio ambiente.
- Ahorro mínimo del 25% comparado con cualquier sistema tradicional.

4. ESTUDIOS PREVIOS

4.1 EXPLORACIÓN DE SUELOS

Para la exploración de suelos, primero se debe efectuar un reconocimiento del terreno y como resultado de ello un programa de exploración e investigación de campo a lo largo de la vía y en zonas de cantera, de esta manera podemos identificar los diferentes tipos de suelos que puedan presentarse.

El programa de exploración, se basa en la ejecución de calicatas o pozos exploratorios, con dimensiones de 1 x 0.60m y profundidades de 1.50m. Se deberá obtener de cada estrato muestras representativas, una vez obtenidas se efectuarán los ensayos de laboratorio correspondientes y finalmente con los datos obtenidos se pasará a la fase de gabinete.

4.2 ENSAYOS INICIALES DE LABORATORIO

4.2.1 ENSAYOS ESTÁNDAR

- Análisis granulométrico por tamizado (MTC E 107)
- Humedad natural (MTC E 108)
- Límite líquido (MTC E 110)
- Límite plástico e Índice de plasticidad (MTC E 111)

4.2.1 ENSAYOS ESPECIALES

- Proctor modificado (MTC E 115)
- California Bearing Ratio (MTC E 132)

4.3 TRABAJO DE GABINETE

De acuerdo a los trabajos de campo y laboratorio, se tienen que procesar dichos datos para obtener los resultados. En base a éstos resultados se establece la dosificación necesaria del aditivo.

5. CONDICIONES DEL MATERIAL A ESTABILIZAR

5.1 SUELOS

- Se puede estabilizar cualquier tipo de suelo ya sea cohesivo o no cohesivo.
- Si en caso el material a tratar sea muy arcilloso (CH o MH) se tiene que añadir de 10 a 30% material granular.
- Si en caso el material a tratar sea arenoso (SP o SW) se tiene que añadir de 10 a 30% material fino.

-No se pueden estabilizar materiales orgánicos (OL u OH).

5.2 PLASTICIDAD

-El material pasante la malla N°200 no deberá ser menor al 5%.

-El índice de plasticidad (IP) no deberá ser menor al 3%.

6. DOSIFICACIONES

6.1 NANO FORMULACIÓN LÍQUIDA

La dosificación del aditivo líquido será de 0.50 a 0.90 l/m³, dependiendo del material.

6.2 AGLOMERANTE

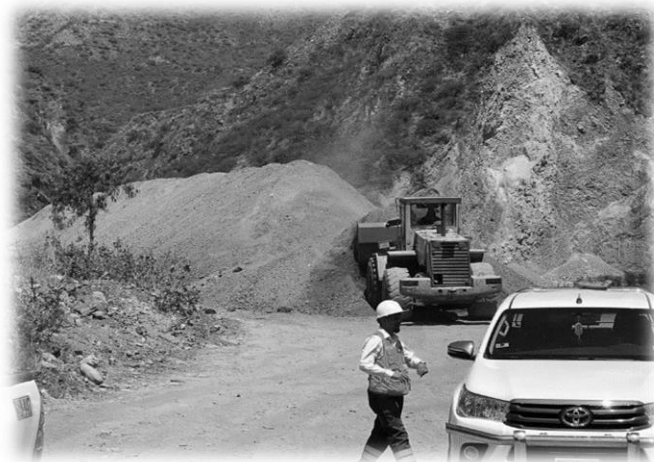
En el supuesto que el aditivo **NLF** no alcance los parámetros establecidos por la norma o especificaciones técnicas del proyecto (CBR), se debe incorporar de 10 a 30 kilogramos de aglomerante ya sea nuestro aditivo sólido NPF o cemento.

7. MAQUINARIAS NECESARIAS A UTILIZAR

En primer lugar, se debe determinar si la mezcla se realizará en acopio (cantera) o en la vía (camino), ya sea utilizando una recicladora o motoniveladora. Por lo general, para tener un mayor grado de factibilidad se recomienda utilizar una recicladora, si en caso se realiza la mezcla en cantera, se recomienda utilizar una excavadora.

A continuación, describiremos las metodologías de trabajo que se deben realizar.

- **Mezcla en Cantera:** Si el proyecto demanda traer los materiales de fuentes de cantera al camino a trabajar, se recomienda realizar la mezcla de los materiales con el NPF en la misma cantera, la cual permite realizar una mejor homogenización. El aditivo NLF y el agua se pueden adicionar en la misma vía a estabilizar o en caso contrario al momento que el material sea cargado en un camión volquete.



- **Mezcla en el camino:** Para este caso, se utilizará una máquina recicladora o motoniveladora, para asegurar la homogenización de los materiales con los aditivos correspondientes. El

aglomerante es distribuido a lo largo del camino a estabilizar, para ello se realizarán cálculos adecuados para obtener el distanciamiento entre bolsas.



Dependiendo de la metodología de trabajo, para realizar la estabilización con los aditivos NLF y NPF, se necesitan las siguientes maquinarias:

7.1 MEZCLA EN CANTERA (ACOPIO)

- Excavadora, para extraer el material y mezclarlo con los aditivos.
- Cargador frontal, para llenar el material mezclado a un camión volquete.
- Camión volquete, para transportar el material mezclado.
- Camión Cisterna o Aljibe, para mezclar el aditivo NLF con el agua.

7.2 MEZCLA IN-SITU (CAMINO)

- Recicladora, para mezclar el material con los aditivos.
- Camión Cisterna o Aljibe, para mezclar el aditivo NLF con el agua
- Motoniveladora, para mezclar, nivelar y perfilar.
- Cargador frontal, para transportar las bolsas de NPF.
- Rodillo liso vibratorio y/o Rodillo Pata de Cabra, para la compactación.

8. MÉTODO DE APLICACIÓN

8.1 PRIMERA FASE (compactación de la subrasante)

Antes de colocar las capas, ya sea de sub-base, base o afirmado, debemos tener en cuenta que el suelo de fundación (subrasante) debe ser perfilada y nivelada de acuerdo a los planos que se indica en el expediente técnico. Para ello, se deberá compactar dicho suelo hasta tener un Grado de compactación $\geq 95\%$ de la MDS (máxima densidad seca).

8.2 SEGUNDA FASE (Aplicación de los aditivos)

Una vez extendido el material de sub-base, base o afirmado sobre la plataforma, se procede a colocar las bolsas de NPF a lo largo del camino, con las dosificaciones ya establecidas.

Para ello, se realizarán cálculos adecuados para obtener el distanciamiento entre bolsas.



Una vez colocadas las bolsas a lo largo de la vía, se abren dichas bolsas para vaciar el contenido sobre todo el camino a trabajar. Se distribuye el contenido utilizando un rastrillo.



Posteriormente, se tiene que escarificar utilizando una motoniveladora.



En un camión cisterna, se diluye el aditivo NLF en un volumen máximo de agua, determinado por el diferencial entre la humedad óptima y la humedad natural del suelo, más el agua estimada por pérdidas de evaporación en la manipulación y tiempo de trabajo.

Se comienza a regar sobre la plataforma del camino como se puede observar en la siguiente imagen.



El mezclado del material y los aditivos debe ser homogéneo en toda la plataforma, con su respectivo espesor de diseño de acuerdo al proyecto (expediente técnico), se debe evitar la segregación del material estabilizado al momento de perfilar, mayormente sucede en las bermas del camino. Se debe considerar también los bombeos adecuados y el sistema de drenaje para evitar la acumulación del agua producidas por las precipitaciones



Si el trabajo se realiza con una recicladora, antes de ser conectado a una cisterna, se debe añadir el aditivo NLF diluido en agua de acuerdo a las dosificaciones ya establecidas. La recicladora realiza un trabajo mucho más rápido que la motoniveladora, ya que este posee un mecanismo mucho más tecnológico.



8.3 TERCERA FASE (Compactación)

Las maquinarias necesarias para realizar estos trabajos son el rodillo liso vibratorio o rodillo pata de cabra (depende del tipo de suelo a trabajar).



Nota: Evitar la compactación de espesores que superen los 25cm, para ello, es necesario compactar en dos etapas. Si en caso se tuviesen espesores menores a 15cm, evitar realizar la sobrecompactación.

La compactación deberá ser mayor o igual al 95% de la MDS, dependiendo de las especificaciones de cada proyecto (expediente técnico).

Los trabajos de compactación se deben realizar después de haber mezclado, nivelado y perfilado el material estabilizado. El mismo día de haber realizado la compactación, se procederá a realizar los ensayos de Control de Calidad (densidad de campo).

El grado de compactación no deberá ser inferior al 95% de la MDS, si en caso sea lo contrario, se deberán individualizar las zonas que no cumplan para luego realizar las correcciones correspondientes, logrando de esta manera la densidad adecuada exigida en el proyecto.



8.4 CUARTA FASE (curado)

Para proteger el suelo estabilizado y aumentar la vida útil del camino, se sugiere utilizar tratamientos asfálticos dependiendo de la zona en estudio.

Se recomienda utilizar un riego bituminoso, recubrimiento asfáltico (Slurry Seal), micro pavimento, tratamiento superficial bicapa, etc.

Debemos tener en cuenta que, la finalidad del suelo tratado es brindar aporte estructural y una superficie resistente a la erosión.

NOTA: Si el suelo estabilizado es con cemento, para lograr un adecuado curado es necesario mantener húmeda la superficie durante 7 días, aplicando riegos periódicos de acuerdo al clima (dos a tres veces por día).



9. RECOMENDACIONES

- Antes de adicionar el aditivo NLF en un regador, deberá batirse en contenido de los tambores, una forma sencilla es acostar los tambores y hacerlos rodar reiteradas veces.
- Deberá tenerse especial cuidado en cerrar bien los tambores cuando quede en ellos material sin usar.
- No dejar almacenados los tambores al sol
- Las bolsas de aglomerante se deben de almacenar en lugares cubiertos y secos, de preferencia colocarlos sobre estibas; protegidas de lluvias y de las corrientes del viento.



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: _____

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: EDWIN YOEL CHOQUE GUZMAN

Dirección: Av. Néstor Cáceres Velásquez 425

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70922541

Teléfono: 910608086 email: grupo_d_choque@hotmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: ESCUELA DE POSGRADO

Escuela Profesional o Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

Título o Grado Académico a optar: MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL

Asesor: Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: INFLUENCIA DE POLÍMEROS EN UNA BASE ESTABILIZADA DE SUELO CEMENTO TRAMO
JULIACA CANCHI GRANDE, EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): CBR, ESFUERZO A COMPRESION, HUMEDECIMIENTO - SECADO,
SUELO - CEMENTO

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1, 2?}
1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.

2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

Sí autorizo

Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50



Firma de Autor



huella digital

14 de mayo del 2025

Fecha