

**ANEXO 1:**

**DECLARACIÓN JURADA SOBRE AUTORÍA,  
AUTENTICIDAD Y USO ÉTICO DE HERRAMIENTAS  
DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL**



**ANEXO 01**  
**DECLARACIÓN JURADA SOBRE AUTORÍA, AUTENTICIDAD Y USO ÉTICO**  
**DE HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

Yo, DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA, identificado con código de matrícula 041320, declaro de manera responsable que el presente proyecto de tesis titulado: MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO-CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSIOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA RUTA PU-16S, es producto de mi trabajo intelectual y creativo, habiendo realizado este trabajo de investigación en cumplimiento del “Reglamento de presentación, dictamen de borrador y defensa de la tesis” siguiendo los principios éticos y normas de integridad establecidos por la comunidad académica y los de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

Afirmo ser el autor del contenido aquí incluido y, en los casos en que haya utilizado material de otras fuentes, he citado adecuadamente su procedencia, incluyendo el uso ético de herramientas de inteligencia artificial cuando correspondía. Las ideas y aportaciones clave de este trabajo son de mi autoría y no provienen de fuentes externas, ni han sido reescritas a partir de material de terceros.

Además, garantizo que los datos y recursos empleados en la elaboración del documento son legítimos y verificables, obtenidos de fuentes confiables y autorizadas.

Firma

**ANEXO 2:**  
**CONSTANCIA DE USO DE EQUIPOS DE**  
**LABORATORIO**



N° 01-2025-LMSM-EPIC-FICA/UNAP.

## **CONSTANCIA DE USO DE EQUIPOS DE LABORATORIO**

EL QUE SUSCRIBE JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES DE LA FICA.

### **Hace constar:**

Que el tesista, **BACH. DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA**, hizo uso de los equipos del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales - FICA, para realizar los ensayos requeridos para su proyecto de Tesis: **"MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO-CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSIOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA PU-165 CARACOTO-HUATA, 2024"**, Conducente a la obtención del Título profesional de Ingeniero Civil.

Los ensayos que realizaron son los siguientes:

### **ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS**

<b>ÍTEM</b>	<b>ENSAYOS</b>	<b>NORMA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>U.M.</b>
01	Contenido de humedad	ASTM D-2216	1	Und.
02	Análisis Granulométrico por lavado	ASTM D-421	1	Und.
03	Límites de consistencia (L.L.;L.P.)	ASTM D-4318	1	Und.
04	Equivalente de Arena	ASTM D 2419	1	Und.
05	Ensayo de abrasión en agregado Menos de 1½"	ASTM C-131	1	Und.
06	Partículas Chatas y Alargadas del Agregado	MTC E 223	1	Und.
07	Determinación de Partículas Fracturadas del agregado	MTC E 210	1	Und.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



08	Proctor Modificado	ASTM D-1557	11	Und.
09	Valor de Soporte Relativo C.B.R.	ASTM D-1883	9	Und.
10	Resistencia a la Compresión no Confinada de Probetas Compactada	MTC E 210	18	Und.
11	Humedecimiento y Secado de Mezclado de suelo - cemento	MTC E 211	6	Und.

*Los resultados obtenidos, de los ensayos, no son responsabilidad del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales.*

Se le expide la presente constancia a solicitud escrita del interesado, para adjuntar en su proyecto de Tesis.

**Puno, C. U. 12 marzo del 2025.**



ING. SAMUEL HUÁQUISTO CACERES

JEFE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

C.c.  
Arch 2025/LMSyM.  
Adj. solicitud (103 folios)

# **USO DE EQUIPO CBR EXTERNO AL LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

Se toma la decisión de volver a realizar los ensayos de CBR en un laboratorio externo al de la Universidad Nacional del Altiplano, debido a que el equipo CBR de la universidad no tenía el certificado de calibración vigente al momento de los ensayos; por lo tanto, se volvió a realizar los ensayos CBR en el laboratorio “INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.” el cual tiene certificado de calibración con código LF-CC-011-24 que tiene vigencia desde la fecha 01/04/2024 al 31/03/2025. Este certificado de calibración fue dado por la empresa “METROLOGIA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.” que trabaja con la norma ISO 376:2011. A continuación, se anexa el certificado de calibración del equipo CBR y la constancia de pago por el servicio.



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

**CERTIFICADO DE CALIBRACION  
LF-CC-011-24**

Pag. 1 de 4

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

**INFORMACION DEL INSTRUMENTO:**


<b>EQUIPO</b>	CELDA DE CARGA
<b>FABRICANTE</b>	ORION
<b>MODELO</b>	SU 035
<b>N° SERIE</b>	20010706
<b>CAPACIDAD</b>	5000 Kgf
<b>INDICADOR</b>	INDICADOR DIGITAL
<b>FABRICANTE</b>	----
<b>MODELO</b>	----
<b>N° SERIE</b>	----
<b>PRECISION</b>	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



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**  
**LF-CC-011-24**

Pag. 2 de 4

La Trazabilidad mediante la Medición 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:

$$R^2 = 1$$

$$Y = -1 * 10^{-6} X^2 + 1.007 X - 2.6644$$

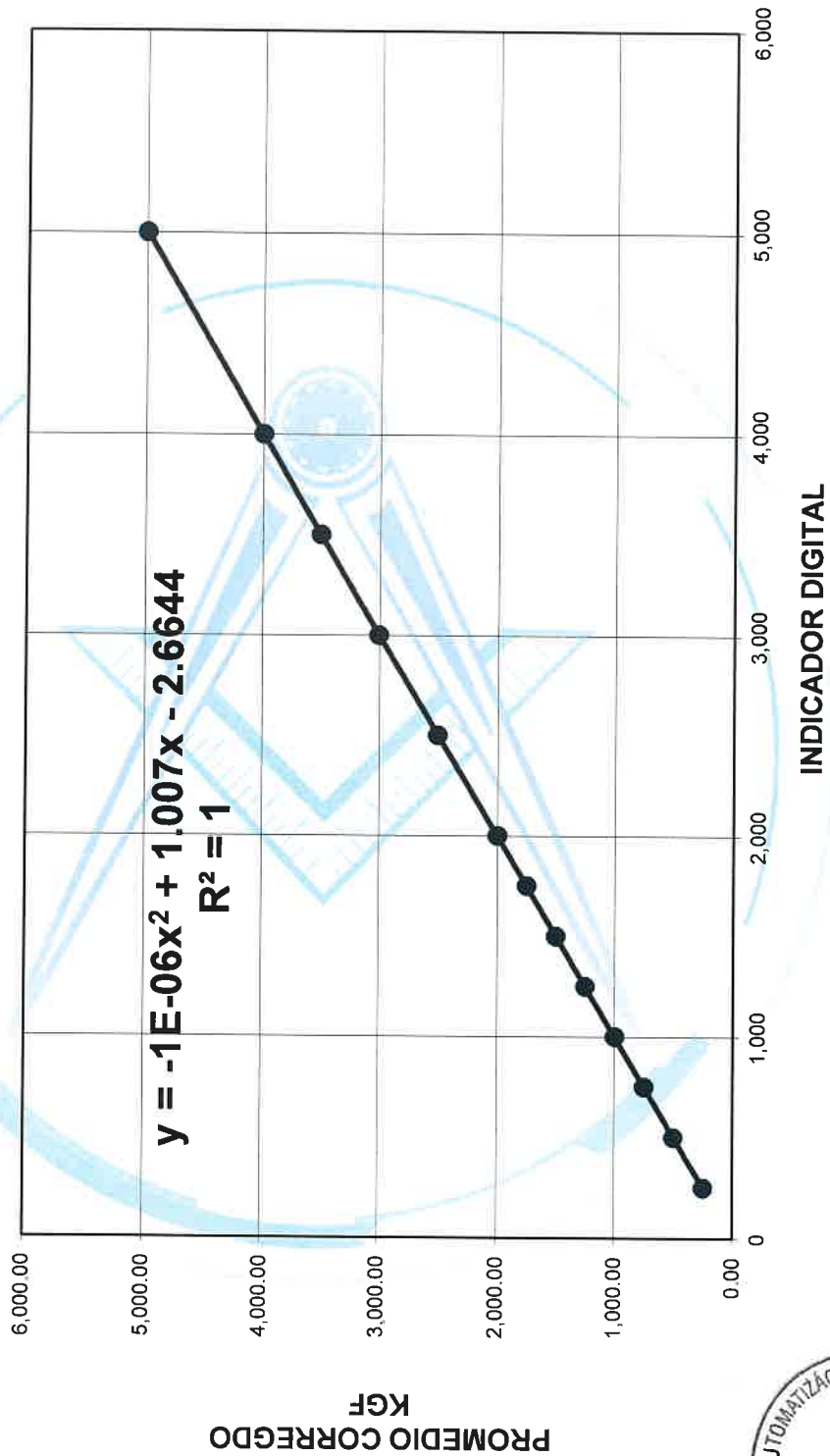
X : Lectura de la pantalla

Y : fuerza promedio ( Kgf )





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





## CONSTANCIA

En representación de la empresa laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfalto "INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C." con RUC N° 20267073580, INGENIERO CIVIL CHOQUE GUZMÁN EDWIN YOEL.

### DA CONSTANCIA LO SIGUIENTE:

El día viernes 10 de enero del presente 2025, se recepciono muestras de la cantera HUATA, tomadas en campo por el Sr. Dennis Marwin Ramos Medina.

### DATOS DE LAS MUESTRAS:

TESIS : "MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO-CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSIOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA RUTA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024".

SOLICITANTE : Dennis Marwin Ramos Medina.

MUESTRAS : Cantera HUATA

COSTO : El costo por ensayo de CBR es de s/ 120.00 soles.

SOLICITANTE	ENSAYOS DE LABORATORIO	CANTIDAD	PRECIO	
			UNITARIO	SUB TOTAL
Dennis Marwin Ramos Medina	ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO	8	120.00	960.00
TOTAL				960.00

El costo de los ensayos es de *NOVECIENTOS SESENTA CON 00/00* soles (s/ 960.00) el costo no incluye IGV. SE RECEPCIONO MENCIONADO MONTO.

Durante el periodo de ejecución de ensayos de laboratorio se realizarán ensayos FÍSICOS – MECÁNICOS de las muestras.

Es cuanto informo a usted, para su conocimiento y fines pertinentes.



  
Ing. Edwin Yoel Choque Guzman  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 239714  
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

Atentamente.

**ANEXO 3:**  
**FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO**

# CEMENTO RUMI

## ALTA DURABILIDAD



INTERTEK TESTING SERVICES PERU S.A.  
certifica que este producto cumple con los requisitos descritos en el DS N° 001-2022 - PRODUCE. "Reglamento Técnico sobre Cemento Hidráulico utilizado en Edificaciones y Construcciones en General"

## DESCRIPCIÓN

El cemento de Alta Durabilidad RUMI + Factor R, es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO<sub>2</sub>, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado con Clinker de alta calidad y adición de puzolana natural de origen volcánico y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado ISO 9001, de gestión ambiental ISO 14001 y de gestión de la seguridad y salud en el trabajo ISO 45001, asegurando un alto estándar de calidad.

Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el CEMENTO DE ALTA DURABILIDAD RUMI TIPO HS, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas

de ALTA DURABILIDAD, como alta Resistencia a los sulfatos, contrarresta la reactividad álcali - agregado, mejora la impermeabilidad, alta resistencia a la compresión, permitiendo que el concreto resista la acción de ataques químicos, del intemperismo, la abrasión y otros tipos de deterioro.

**Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general. Especialmente para OBRAS DE ALTA EXIGENCIA DE DURABILIDAD.**

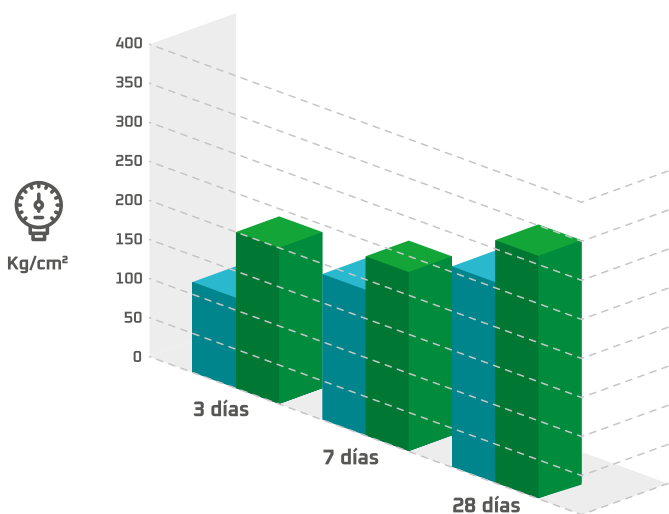
## DURABILIDAD

"Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción agresiva del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil".



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS	UNIDAD	Requisitos Norma Técnica Peruana 334.082:2020 Norma Americana ASTM C 1157/C 1157M-20 CEMENTO TIPO HS	CEMENTO DE ALTA DURABILIDAD RUMI TIPO HS
<b>REQUISITOS FÍSICOS</b>			
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	-	2.70 a 2.8
Expansión en Autoclave	%	máximo 0.80	-0.09 a 0.03
Tiempo de fraguado inicial Vicat	minutos	45 a 420	170 a 280
Contenido de aire	%	máximo 12	3 a 8
Expansión de la barra de mortero a 14 días	%	máximo 0.020	<0.020
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>			
3 días	kgf/cm <sup>2</sup>	mínimo 112	150 a 200
7 días	kgf/cm <sup>2</sup>	mínimo 184	190 a 230
28 días	kgf/cm <sup>2</sup>	mínimo 255	270 a 310
<b>RESISTENCIA A LOS SULFATOS</b>			
Expansión a 6 meses	%	máximo 0.05	0.03 a 0.05
Expansión a 12 meses	%	máximo 0.10	0.04 a 0.05
Expansión a 18 meses	%	-	0.04 a 0.06



## COMPARACIÓN RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

CEMENTO DE ALTA DURABILIDAD RUMI TIPO HS VS REQUISITOS NORMAS TECNICAS NTP 334.082

- Cemento Tipo HS Norma técnica NTP 334.082 (ASTM C1157)
- Cemento de Alta Durabilidad Rumi Tipo HS

## OTRAS PROPIEDADES

**01 ALTA RESISTENCIA**

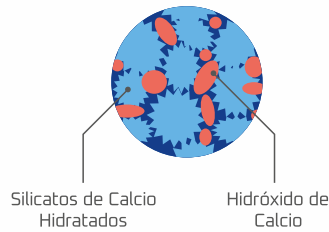


Debido a su contenido de puzolana natural de origen volcánico, la cual tiene mayor superficie específica interna en comparación con otros tipos de puzolanas, hacen que el CEMENTO RUMI DE ALTA DURABILIDAD desarrolle con el tiempo resistencias a la compresión superiores a las que ofrecen otros tipos de cemento.

Los silicatos de la puzolana reaccionan con el hidróxido de calcio liberado de la reacción de hidratación del cemento formando silicatos cálcicos que son compuestos hidráulicos que le dan una resistencia adicional al cemento, superando a otros tipos de cemento que no contienen puzolana.

## CON CEMENTO TIPO I

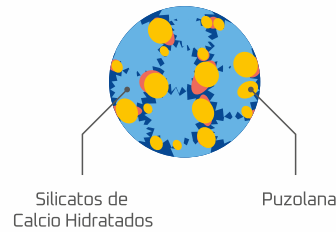
El cemento Tipo I produce un 75% de silicatos de calcio hidratados que generan resistencia a la compresión, el otro 25% es hidróxido de calcio que no ofrece resistencia y es susceptible a los ataques químicos, produciendo erosiones y/o expansiones.



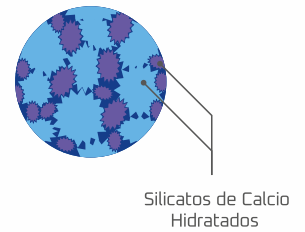
## CON CEMENTO RUMI DE ALTA DURABILIDAD



Hidróxido de calcio reacciona con la puzolana



Reacción puzolánica produce más Silicatos de Calcio Hidratados



## 02 RESISTENCIA AL ATAQUE DE SULFATOS Y CLORUROS



El hidróxido de calcio, liberado en la hidratación del cemento, reacciona con los sulfatos produciendo sulfato de calcio que genera una expansión del 18% y produce también etringita que es el compuesto causante de la fisuración del concreto.

Debido a la capacidad de la puzolana de Rumi para fijar este hidróxido de calcio liberado y a su mayor impermeabilidad, el CEMENTO DE ALTA DURABILIDAD RUMI HS tiene alta resistencia a los sulfatos, cloruros y al ataque químico de otros iones agresivos.

## 03 MAYOR IMPERMEABILIDAD



La puzolana que contiene el CEMENTO DE ALTA DURABILIDAD RUMI TIPO HS, reacciona con el hidróxido de calcio, produciendo más Silicatos de Calcio Hidratados, lo que otorga mayor resistencia, sellando los poros logrando un concreto más resistente e impermeable.

El CEMENTO DE ALTA DURABILIDAD RUMI TIPO HS, produce mayor cantidad de silicatos cálcicos, debido a la reacción de los silicatos de la puzolana con los hidróxido de calcio producidos en la hidratación del cemento disminuyendo la porosidad, así el concreto se hace más impermeable y protege a la estructura metálica de la corrosión.

## BENEFICIOS AMBIENTALES

Menor emisión de gases de efecto invernadero durante su fabricación.

Cemento fabricado con menor emisión de CO2.

## 04 CONTRARRESTA LA REACCIÓN NOCIVA ÁLCALI - AGREGADO

El CEMENTO DE ALTA DURABILIDAD RUMI TIPO HS cumple con este requisito opcional (Factor R) demostrado en ensayos de laboratorio. Así se demuestra la efectividad de su puzolana en controlar la expansión causada por la reacción entre los agregados reactivos de mala calidad y los álcalis del cemento.

## 05 MENOR CALOR DE HIDRATACIÓN

La reacción química de hidratación del cemento genera calor, calentando la mezcla de concreto, lo que la expande y cuando esta reacción termina, se enfría y contrae, generando fisuras y grietas. El CEMENTO RUMI DE ALTA DURABILIDAD, debido al contenido de puzolana reduce el calor generado en la reacción, disminuyendo la expansión térmica, evitando la presentación de fisuras en el concreto e impidiendo el ingreso de agentes externos dañinos.

## RECOMENDACIONES DE USO

- Curado adecuado con abundante agua.
- Mantener humectada la superficie para lograr la mayor resistencia y evitar fisuramiento por excesivo secado.
- Tomar precauciones para el adecuado curado en vaciados cuando se presentan bajas temperaturas.
- Asesorarse siempre con un profesional de la construcción/ingeniero civil.

## RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

- El contacto con este producto provoca irritación cutánea e irritación ocular grave, evite el contacto directo en piel y mucosas.
- En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua limpia.
- En caso de contacto con la piel, lavar con agua y jabón.
- Para su manipulación es obligatorio el uso de los siguientes elementos de protección:



Botas impermeables



Protección respiratoria



Guantes impermeables



Protección ocular

## ALMACENAMIENTO

Para mantener el cemento en óptimas condiciones, se recomienda:



- Almacenar en recinto seco, bajo techo, separado de piso y paredes, protegido de la intemperie.



- Protegerlos contra la humedad o corriente de aire húmedo.



- En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con polietileno.



- No apilar más de 10 bolsas o en 2 pallet de altura.

## PRESENTACIONES DISPONIBLES

**BOLSAS DE 42.5 KG**

Ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento.

## NORMAS TÉCNICAS

NORMA DE PAÍS	NORMA	DENOMINACIÓN	
NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 334.082	Cemento Hidráulico de Alta Resistencia a los Sulfatos	TIPO HS
NORMA AMERICANA	ASTM C1157	Hydraulic Cement High Sulfate Resistance	TYPE HS
NORMA CHILENA OFICIAL	NCh 148.0f68	Cemento Pozolánico	GRADO CORRIENTE
NORMA TÉCNICA ECUATORIANA	NTE INEN 2380	Cemento Hidráulico de Alta Resistencia a los Sulfatos	TIPO HS
NORMA BOLIVIANA	NB 011	Cemento Pozolánico	TIPO P 25
NORMA TÉCNICA COLOMBIANA	NTC 121	Cemento Hidráulico de Alta Resistencia a los Sulfatos	TIPO ARS
NORMA BRASILEIRA	NBR 16697	Cimento Portland Pozolánico	TIPO CP IV-25 RS



EL CEMENTO RUMI DE ALTA DURABILIDAD TIPO HS, es un Cemento Hidráulico de Alta Resistencia a los Sulfatos, que cumple con la Norma Técnica Peruana NTP 334.082 y la Norma Americana ASTM C1157, según lo señalado en el Reglamento Técnico sobre Cemento Hidráulico utilizado en Edificaciones y Construcciones en General (DS N° 001-2022-PRODUCE).



## DURACIÓN

Almacenar y consumir de acuerdo a la Fecha de Fabricación, utilizando el más antiguo. Se recomienda que el cemento sea utilizado antes de la Fecha Recomendada de Uso que se indica en el envase.



Cuidemos juntos el  
**MEDIO AMBIENTE.**

**Bolsas:**  
Se sugiere reciclar el envase



YURA S.A. RUC: 20312372895  
Planta: Carretera a Yura km. 26 (Estación Yura)  
Yura - Arequipa  
Telf.: (054) 49 5060  
[www.yura.com.pe](http://www.yura.com.pe)

/CementoRumi



HECHO EN PERÚ

**ANEXO 4:**  
**FICHA TÉCNICA DEL ADITIVO**

## **Modo de incorporación de la nano formulación líquida**

Para realizar la aplicación en campo del nanocompuesto tensioactivo catiónico, se necesita los siguientes equipos:

1. Camión cisterna para traslado y regado de agua.
2. Motoniveladora.
3. Rodillo liso vibratorio.
4. Volquetes.
5. Cargador frontal.
6. Excavadora sobre oruga.

Para realizar la aplicación in situ del nanocompuesto tensioactivo catiónico, se siguen los siguientes pasos:

1. Se extrae el material de cantera con excavadora, posteriormente este material es cargado a los volquetes con el cargador frontal.
2. Se descarga el material transportado por los volquetes en la vía, a cada cierta distancia de acuerdo con los cálculos topográficos.
3. Se extiende el suelo con la ayuda de la motoniveladora.
4. Se deja una cantidad de cemento a cada cierta distancia de acuerdo con los cálculos de dosificación suelo-cemento.
5. Se realiza un primer batido del suelo hasta que se haya mezclado uniformemente con el cemento. Este batido se realiza con la motoniveladora.
6. En la cisterna de agua se diluye el NLF. El porcentaje del NLF está entre 0.50 a 0.90 l/m<sup>3</sup>, la dosificación exacta será determinado por ensayos de laboratorio en donde se harán pruebas con diferentes dosificaciones del NLF que estén en el rango recomendado anteriormente, el cual es sugerido en la ficha técnica del fabricante.
7. Regar el suelo-cemento con la cisterna de agua mezclado con el NLF, hasta llegar a un contenido óptimo de humedad determinado por los ensayos de compactación (Proctor estándar o modificado).
8. Compactar el suelo-cemento-agua-nanocompuesto con el rodillo liso vibratorio, hasta llegar al 100% de su Máxima Densidad Seca.

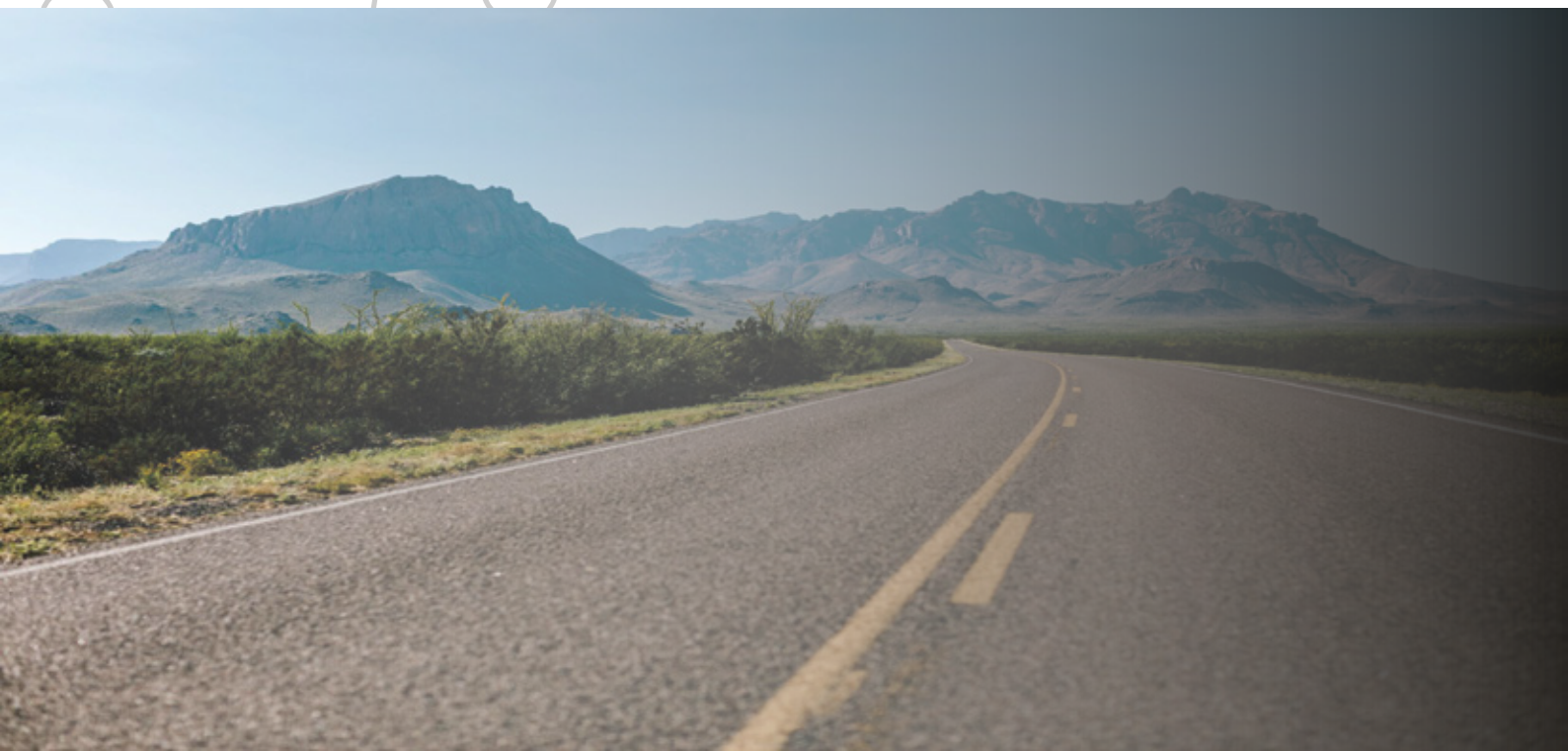


# MANUAL

## SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

NANOTECONOLOGÍA AMIGABLE CON EL MEDIO AMBIENTE

---





# ÍNDICE

▶ SISTEMA SNS 360	3
Nano Formulación Líquida (NLF)	3
Nano Formulación Sólida (NPF)	3
▶ OBJETIVO	4
▶ PRINCIPALES VENTAJAS	4
▶ ESTUDIOS PREVIOS	5
Exploración de suelos	5
Ensayos iniciales de laboratorio	5
Ensayos estándar	5
Ensayos especiales	5
Trabajo de gabinete	6
▶ CONDICIONES DEL MATERIAL A ESTABILIZAR	6
Suelos	6
Plasticidad	6
▶ DOSIFICACIONES	7
Nano Formulación Líquida	7
Nano Formulación Sólida	7
▶ MAQUINARIAS NECESARIAS A UTILIZAR	7
Mezcla en Cantera (Acopio)	8
Mezcla IN-SITU (Camino)	8
▶ MÉTODO DE APLICACIÓN	9
Primera fase (compactación de subrasante)	9
Segunda fase (aplicación de los aditivos)	10
Tercera fase (comparación)	13
Cuarta fase (curado)	14
▶ RECOMENDACIONES	14

# SISTEMA SNS 360



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



## NANO FORMULACIÓN SÓLIDA (NPF)

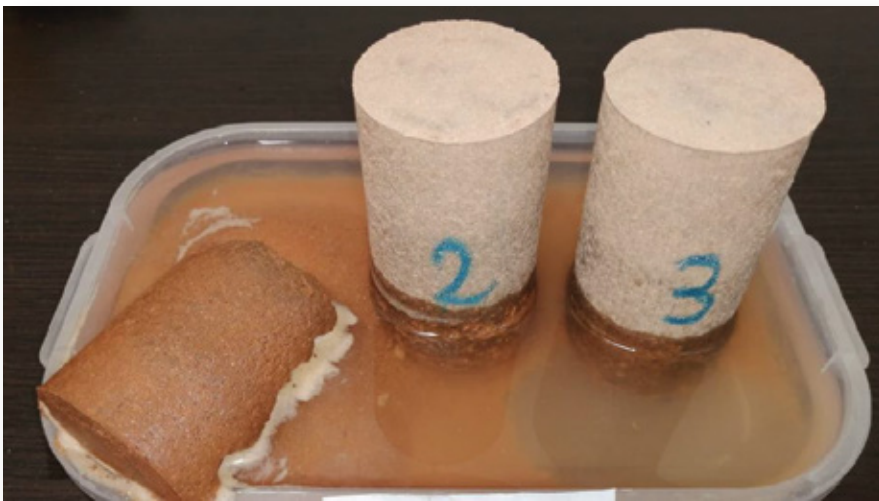
Es un producto sólido que se presenta en bolsas de 25kg, no es tóxico ni contamina el medio ambiente. Es un producto complementario al NLF y refuerza la protección del agua, bloqueando los capilares y permitiendo, además, que el agua de la superficie no penetre en la capa tratada.

## 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.

## 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 1 al estar en contacto con el agua, pero la probeta 2 y 3 presentan una mejor estabilidad, ya que ambas están estabilizadas.

## PRINCIPALES VENTAJAS



Evita el acarreo de materiales y botadores, 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 8 veces más del estado natural, logrando impermeabilizar el material tratado.



Los tiempos de ejecución son rápidos y sencillos, ya que existen catalizadores entre sus componentes.



Los aditivos están elaborados a base de tensioactivos catiónicos, por lo que no son contaminantes y sí amigables con el medio ambiente.



Ahorro considerable comparado con cualquier sistema tradicional.

# ESTUDIOS PREVIOS

## 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 pueden 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.

## ENSAYOS INICIALES DE LABORATORIO

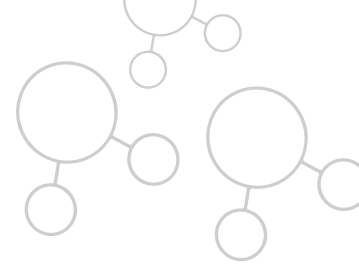
### ENSAYOS ESPECIALES

- Proctor modificado (MTC E 115)
- California Bearing Ratio (MTC E 111)

### 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





## 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 estos resultados se establece la dosificación necesaria del aditivo.

# CONDICIONES DEL MATERIAL A ESTABILIZAR



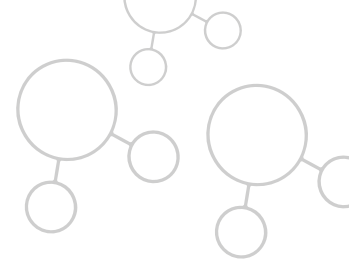
## SUELO

- 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% de material granular.
- Si en caso el material a tratar sea muy arenoso (SP o SW) se tiene que añadir de 10 a 30% de material fino.
- No se pueden estabilizar suelos orgánicos (OL u OH)



## PLASTICIDAD

- El material pasante la malla N°200 no deberá ser menor al 5%.
- Se puede estabilizar suelos plásticos y no plásticos.



# DOSIFICACIONES

## NANO FORMULACIÓN LÍQUIDA (NLF)

- La dosificación del aditivo líquido será de 0.50 a 0.90  $\text{lm}^3$ , dependiendo del material.

## NANO FORMULACIÓN SÓLIDA (NPF)

- La dosificación del aditivo sólido será de 10 a 30 $\text{kg/m}^3$ , dependiendo del material.



## 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.



## 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 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 del trabajo, para realizar la estabilización con los aditivos NLF y NPF, se necesitan las siguientes máquinas:

#### 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.

#### MEZCLA IN-SITU (CAMINO)

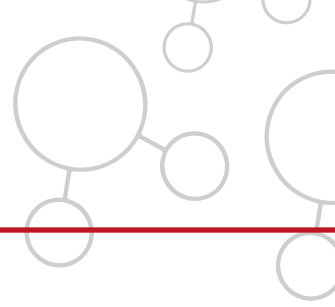
- Recicladora, para mezclar el material con los aditivos.
- Camión Cisterna o Aljibe, para mezclar el aditivo NLF con el agua.
- Motoniveladora, para mezclar, nivelar y perfilar.
- Cargador frontal, para transportar las bolsas de NPF.
- Rodillo liso vibratorio y/o Rodillo Pata de Cabra, para la compactación.

## MÉTODO DE APLICACIÓN

### 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).



## 2 SEGUNDA FASE

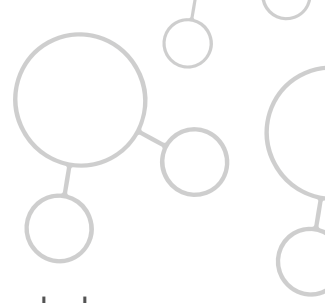
### Aplicación de los aditivos

Una vez extendido el material o 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 ellos, se realizarán cálculos adecuados para obtener el distanciamiento entre bolsas.



Una vez colocadas las bolsas a lo largo de la vía, se abren 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 NFL diluído 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.





## 3 TERCERCA FASE

### Compactación

Las máquinas 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.



## 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).



## 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.



992194007



info@nanosistema.com



www.nanosistema.com



Lima, 21 de marzo del 2025

Señor: DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA

**REF: COTIZACION 003303-2025 CH**

De mi mayor consideración.

Previo un cordial saludo, me dirijo a usted para presentar la **COTIZACION 003303-2025 CH**, sobre nuestro Aditivo Químico de Estabilización de Suelos “**NLF (NANO LIQUID FORMULATION)**” para el proyecto “**MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO-CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSIOCTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA RUTA PU . 165 CARACOTO – HUATA, 2024**” con las siguientes características:

**Datos asumidos como referencia:**

**DOSIFICACION ADITIVO NLF:** Según estudio

**COSTO ADITIVO NLF :** S/. 40.00 por litro más IGV

**CONDICIONES GENERALES**

El precio no incluye transporte a la obra, la entrega se hará en nuestro almacén en Lima.

El precio incluye el asesoramiento y capacitación en campo para la dosificación y aplicación correcta de los aditivos estabilizadores.

El aditivo NLF se deberá complementar con un porcentaje de aglomerante (cemento) según expediente técnico.



### **CONDICIONES LOGISTICAS**

La maquinaria que se requiere para la aplicación del aditivo NLF es la misma que para cualquier obra de pavimentación tradicional.

El despacho se realiza según programación a partir de los 15 días de emitida la Orden de Compra

### **CONDICIONES COMERCIALES**

Forma de pago: Según requerimiento y la emisión de las órdenes de compra se deben realizar a nombre de CH33 SAC con RUC 20605794557

Número de cuenta para depósitos del Banco **BBVA Continental**

**MN SOLES:** Cta.: 0011 0182 0100066379 CCI: 011 182000100066379 37

Jorge Cabrejos Soiffer

Gerente Comercial

**ANEXO 5:**

**REGISTRO DE RESULTADOS DE LABORATORIO**

**REGISTRO DE RESULTADOS DEL LABORATORIO**  
**RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES**  
**(OE1)**

**Código de ensayo para el MTC:** MTC E 107

**Código de Ensayo para la Investigación:** AG-1.

**Nombre del ensayo:** Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado

**Objetivo del ensayo:** Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo.

**Datos Registrados**

**Fecha del ensayo:**

Del 17.06.2024 al 19.06.2024

**Ubicación de extracción de la muestra:**

Coordenadas UTM Norte: 8272892.0728 Este: 397418.6591.

Cantera ubicada al lado de una carretera rural, con acceso de 30 m.

---

**Código de ensayo para el MTC:** MTC E 108

**Código de Ensayo para la Investigación:** CH-1.

**Nombre del ensayo:** Determinación del contenido de humedad de un suelo.

**Objetivo del ensayo:** Determinar la humedad o contenido de humedad de un suelo mediante la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.

**Datos Registrados**

**Fecha del ensayo:**

07.08.2024 al 08.08.2024

**Ubicación de extracción de la muestra:**

Coordenadas UTM Norte: 8272892.0728 Este: 397418.6591.

Cantera ubicada al lado de una carretera rural, con acceso de 30 m.

---

**Código de ensayo para el MTC:** MTC E 110

**Código de Ensayo para la Investigación:** Código LL-1

**Nombre del ensayo:** Determinación del límite líquido de los suelos

**Objetivo del ensayo:** Determinar el contenido de humedad del suelo en el punto donde este se empieza a comportar de un estado plástico a un estado líquido.

**Fecha del ensayo:**

18.06.2024 al 19.06.2024

---

**Código de ensayo para el MTC:** MTC E 111

**Código de Ensayo para la Investigación:** LP-1

**Nombre del ensayo:** Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.).

**Objetivo del ensayo:** Determinar el contenido de humedad del suelo en el punto donde este se empieza a comportar de un estado sólido a un estado plástico. El índice de plasticidad es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

**Fecha del ensayo:**

Del 18.06.2024 al 19.06.2024

---

**Código de ensayo para el MTC:** MTC E 114

**Código de Ensayo para la Investigación:** EA-1

**Nombre del ensayo:** Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.

**Objetivo del ensayo:** El propósito de este método es indicar, bajo condiciones estándar, las proporciones relativas de suelos arcillosos o finos plásticos y polvo en suelos granulares y agregados finos que pasan el tamiz N°4 (4,75mm).

**Fecha del ensayo:**

10.09.2024 al 11.09.2024

---

**Código de ensayo para el MTC:** MTC E 207

**Código de Ensayo para la Investigación:** AA-1

**Nombre del ensayo:** Abrasión los ángeles (L.A.) al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 ½”).

**Objetivo del ensayo:** El propósito de este método es determinar la degradación utilizando la Máquina de Los Ángeles, de agregados gruesos de tamaños menores que 37,5 mm (1 ½”).

**Fecha del ensayo:**

11.09.2024 al 13.09.2024

---

**Código de ensayo para el MTC:** MTC E 223

**Código de Ensayo para la Investigación:** CHA-1

**Nombre del ensayo:** Partículas chatas y alargadas en agregados.

**Objetivo del ensayo:** Determinar el porcentaje de partículas chatas y alargadas en el agregado grueso.

**Fecha del ensayo:**

11.09.2024 al 12.09.2024

---

**Código de ensayo para el MTC:** MTC E 210

**Código de Ensayo para la Investigación:** PF-1

**Nombre del ensayo:** Método de ensayo estándar para la determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso

**Objetivo del ensayo:** Determinación del porcentaje, en masa o cantidad, de una muestra de agregado grueso que contiene partículas fracturadas que reúnen requerimientos especificados.

**Fecha del ensayo:**

11.09.2024 al 12.09.2024

---

**Código de ensayo para el MTC:** MTC E 219

**Código de Ensayo para la Investigación:** SS-1

**Nombre del ensayo:** Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles

**Objetivo del ensayo:** Establecer el procedimiento analítico de cristalización para determinar el contenido de cloruros y sulfatos, solubles en agua, de los agregados pétreos empleados en bases estabilizadas.

**Fecha del ensayo:**

Del 23.09.2024 al 30.09.2024

---

## **Resultados Específicos del Ensayo**

### **Análisis granulométrico de suelos por tamizado (MTC E 107):**

Porcentaje de grava 42.51% que son las partículas retenidas en el tamiz N° 4, porcentaje de arenas 42.74% que son las partículas que pasan el tamiz N° 4 y que son retenidas en el tamiz N° 200 y porcentaje que pasa el tamiz N° 200 es el 15%.

### **Determinación del contenido de Humedad de un Suelo (MTC E 108):**

El contenido natural de humedad del suelo es de 3.44%.

### **Determinación del límite líquido de los suelos (MTC E 110):**

El límite líquido del suelo es del 25%.

### **Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.) (MTC E 111)**

#### **Límite Plástico:**

El límite plástico del suelo es de 16.3%.

#### **Índice de plasticidad:**

El índice de plasticidad del suelo es del 8.7%.

### **Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino (MTC E 114):**

El valor del equivalente de arena del suelo es del 25%.

### **Abrasión los Ángeles (L.A.) al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 ½") (MTC E 207):**

El porcentaje que paso la malla N° 12 después del ensayo es el 25.9%, el cual es a su vez es el porcentaje de pérdida por abrasión.

### **Partículas chatas y alargadas en agregados (MTC E 223):**

El porcentaje de partículas chatas y alargadas del suelo es del 3.3%.

### **Método de ensayo estándar para la determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso (MTC E 210):**

El porcentaje de partículas con una cara fracturada del suelo es del 19.99%.

El porcentaje de partículas con dos o más caras fracturadas del suelo es del 6.22%.

### **Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles (MTC E 219):**

El contenido de sales solubles totales del material fino es de 9.78 ppm, el cual equivale a una concentración de 0.000978% de contenido de sales solubles en el suelo.

El contenido de sales solubles totales del material grueso es de 9.65 ppm, el cual equivale a una concentración de 0.000965% de contenido de sales solubles en el suelo.

---

## **Conclusiones Preliminares del Ensayo**

Del ensayo granulométrico y de los límites de consistencia se determina que la clasificación del suelo según AASHTO es A-2-4 (0) y la clasificación según SUCS es una arena arcillosa (SC). También se determina que la curva granulométrica encaja en la gradación B de requerimientos granulométricos para base granular, aunque según el manual de carreteras de "Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013" recomienda que los suelos para bases deben estar dentro de la gradación A para carretas ubicadas a más de 3000 msnm, por lo que se recomienda en campo de ser necesario realizar el mezclado con otras canteras para ajustar la curva granulométrica dentro de la gradación A.

Del ensayo de equivalente de arena se determina que no cumple con los requerimientos para el agregado fino según el manual de carreteras de "Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013" recomienda que los suelos, el cual pide un equivalente de arena

mínimo de 45% para carretas ubicadas a más de 3000 msnm y en este caso llega a 25%, por lo que se recomienda en campo de ser necesario realizar el mezclado con otras canteras para ajustar la cantidad de arena.

El manual de carreteras de “Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013” en sus requerimientos para el agregado fino pide un 2% mínimo de índice plástico para carreteras ubicadas a más de 3000 msnm y en este caso se tiene 16.3% de índice plástico; por lo cual, si cumple con este requerimiento.

El manual de carreteras de “Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013” en sus requerimientos para el agregado fino y grueso pide un 0.5% máximo de contenido de sales solubles para carreteras ubicadas a más de 3000 msnm y en este caso se tiene 0.000978% de contenido de sales solubles en la parte fina y 0.000965% de contenido de sales solubles en la parte gruesa; por lo cual, si cumple con estos dos requerimientos.

El manual de carreteras de “Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013” en sus requerimientos para el agregado grueso pide un 80% mínimo de partículas con una cara fracturada para carreteras ubicadas a más de 3000 msnm y en este caso se tiene 19.99% de partículas con una cara fracturada; por lo cual, no cumple con este requerimiento. Se recomienda en campo de ser necesario realizar el mezclado con piedra chancada para cumplir el requerimiento.

El manual de carreteras de “Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013” en sus requerimientos para el agregado grueso pide un 50% mínimo de partículas con dos caras fracturada para carreteras ubicadas a más de 3000 msnm y en este caso se tiene 6.22% de partículas con dos o más caras fracturadas; por lo cual, no cumple con este requerimiento. Se recomienda en campo de ser necesario realizar el mezclado con piedra chancada para cumplir el requerimiento.

El manual de carreteras de “Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013” en sus requerimientos para el agregado grueso pide un 40% máximo de pérdida por abrasión para carreteras ubicadas a más de 3000 msnm y en este caso se tiene 25.9% de pérdida por abrasión; por lo cual, si cumple con este requerimiento.

El manual de carreteras de “Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013” en sus requerimientos para el agregado grueso pide un 15% máximo de partículas chatas y alargadas para carreteras ubicadas a más de 3000 msnm y en este caso se tiene 3.3% de partículas chatas y alargadas; por lo cual, si cumple con este requerimiento.

## **REGISTRO PARA ENSAYOS DE DOSIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN (OE2)**

OE2: Determinar la cantidad óptima de nanocompuestos tensioactivos catiónicos que deben incorporarse a las bases suelo-cemento para alcanzar la máxima densidad seca, a través de pruebas de dosificación y análisis de compactación.

Para determinar la cantidad optima de nanocompuestos a agregar se realizado primero

**Código:** MTC E 115

**Código de Ensayo para la Investigación:** PM-1.

**Nombre del ensayo:** Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando Energía Modificada (Proctor Modificado)

**Objetivo del ensayo:** Determinar la relación entre el contenido de agua y peso unitario seco de los suelos (curva de compactación).

Datos Registrados

**Fecha del ensayo:**

Del 17.07.2024 al 05.09.2024.

**Número de ensayos:**

Se realizaron 10 Ensayos de Proctor modificado con la ejecución de 5 moldes por cada ensayo, adicionalmente se realizaron 5 ensayos Proctor con la ejecución de 1 molde por cada ensayo, haciendo un total de 55 moldes realizados.

Estas combinaciones son las que se muestran en la tabla Nro. 10, en las siguientes líneas se muestra en texto cada ensayo con su correspondiente cantidad de nanocompuesto y con la cantidad de cemento que se ha agregado

**Proporción de cemento utilizado (%):**

Nota 4.1: el cemento se agrega al suelo antes de añadir el aditivo y agua al suelo. Al momento de agregar el cemento al suelo se debe realizar el batido tal que la conformación de esta mezcla sea uniforme.

Nota 4.2: El cemento usado es de la marca Rumi Factor R el cual cumple la Norma Técnica Peruana NTP 334.082 Cemento hidráulico de alta resistencia a los sulfatos.

**Peso de la muestra:**

Se realizó 55 moldes los cuales tienen pesos variados.

Se usaron 02 balanzas electrónicas, la primera con una precisión a 1g y la segunda con una precisión a 0.01 g. Estas balanzas son de propiedad del laboratorio de suelos de la Universidad Nacional del Altiplano.

Resultados de Compactación

**La densidad máxima seca (gr/cm<sup>3</sup>) y contenido óptimo de humedad (%) se nota en el siguiente cuadro:**

**TABLA NRO. 01**

ÍTEM	CEMENTO (%)	ADITIVO (%)	Densidad máx. seca (gr/cm <sup>3</sup> )	Contenido óptimo de humedad (%)
1	0.00	0.00	2.215	6.12
2	0.50	0.00	2.194	6.46
3	1.00	0.00	2.219	6.58
4	1.50	0.00	2.204	6.32
5	2.00	0.00	2.220	6.22
6	0.00	0.03	2.212	5.98
7	0.50	0.03	2.246	5.82
8	1.00	0.03	2.213	6.38
9	1.50	0.03	2.232	5.39
10	2.00	0.03	2.211	6.01
11	0.50	0.01	2.241	5.88
12	0.50	0.02	2.241	5.82
13	0.50	0.05	2.249	6.02
14	0.50	0.07	2.230	6.02
15	0.50	0.10	2.246	6.02

Estos datos son los resultantes de la adición tanto de cemento como de aditivo en las proporciones indicadas cuales se modelan por medio de unas ecuaciones matemáticas que permitan correlacionar y establecer el mejor modelo para el ajuste de los datos, que seguidamente se realizara un cuadro de ANOVA para demostrar la dependencia del valor de densidad final de suelo con agregados como el cemento y los aditivos

Seguidamente se realizará una contrastación de hipótesis señalando si se cumplen los objetivos específicos de la investigación.

#### **Conclusiones Preliminares del Ensayo**

De los resultados se puede apreciar que con la aplicación del cemento la densidad seca de la muestra aumenta y cuando también se adiciona el nanocompuesto tensioactivo catiónico la densidad máxima seca tiene un leve aumento todo de acuerdo al modelo matemático mostrado; por lo tanto, se demuestra que el nanocompuesto tensioactivo catiónico mejora la densidad de los suelos y que existe una relación directa más con el cemento o con los nanocompuestos.

### **REGISTRO PARA ENSAYOS DE CBR, HUMEDECIMIENTO Y SECADO, COMPRESIÓN (OE3)**

RESULTADOS DE RESISTENCIA Y ESTABILIDAD (OE3)

**OE3: Analizar el desempeño de diversas combinaciones de nanocompuestos tensioactivos y bases suelo-cemento en el índice de soporte California Bearing Ratio (CBR), evaluando su resistencia y estabilidad bajo condiciones específicas de carga y deformación.**

**Código:** MTC E 132

**Código de Ensayo para la Investigación:** CBR-1.

**Nombre del ensayo:** Índice de Soporte California (CBR) de Suelos

**Objetivo del ensayo:** Determinar la resistencia de un suelo al punzonamiento, el cual me proporciona un valor de soporte CBR (California Bearing Ratio), bajo condiciones controladas de carga y deformación, con el fin de determinar la efectividad de las mezclas en soportar esfuerzos estructurales en la carretera en estudio.

Datos Registrados

**Fecha del ensayo:**

Del 15.01.2025 al 25.01.2025.

**Número de ensayos:**

Se realizaron 08 ensayos de CBR, con la ejecución de 3 moldes por cada ensayo, haciendo un total de 24 moldes realizados.

De igual manera a continuación se muestran las descripciones de cada ensayo

**Proporción de nanocompuesto aplicado (%):**

Nota: el nanocompuesto tensioactivo catiónico que se usó está en presentación líquida. Para agregar este aditivo en el suelo primero se debe de mezclar el aditivo en el agua a usar, batir bien y aplicar al suelo al momento del humedecimiento del suelo y/o suelo cemento.

**Proporción de cemento utilizado (%):**

Nota: Especificación del tipo de cemento: Cemento Rumi Tipo HS, cumple la norma técnica NTP 334.082 (ASTM C1157).

**Tiempo sumergido en agua:**

Las probetas se sumergirán en agua por 96 horas antes de realizar la toma de datos en la prensa de CBR.

Resultados del ensayo CBR

Los resultados del ensayo CBR con las diferentes dosificaciones se muestra en el cuadro siguiente:

**TABLA NRO. 02 CONJUNTA DE EVOLUCIÓN DEL CBR**

Item	Descripción		CBR 0.1" (%)	CBR 0.1" (%)
	Cemento (%)	NLF (%)	95%	100 %
1	0.00 %	0.00	29.40%	49.50%
2	2.00 %	0.00	305.20%	464.70%
3	1.50 %	0.00	232.40%	482.50%
4	1.50 %	0.03	228.40%	433.90%
5	1.50 %	0.05	218.40%	454.50%
6	1.50 %	0.07	141.50%	430.50%
7	1.50 %	0.10	150.20%	413.60%
8	2.00 %	0.03	242.40%	440.70%

#### **Conclusiones Preliminares del Ensayo**

De acuerdo con los resultados del ensayo CBR se concluye que al aplicar el aditivo al suelo cemento la cantidad óptima de aditivo sería el 0.05% del peso del material el cual para mayor precisión se obtiene del modelamiento matemático.

También se concluye que, para encontrar la cantidad óptima de cemento y aditivo, el ensayo CBR no es exacto o ha resultado extremadamente eficiente dado que supera ampliamente el valor de 100% que corresponde al suelo patrón ; por lo que es necesario realizar los ensayos de durabilidad y compresión simple ya que la adición de cemento y nanocompuestos si supera ampliamente los resultados esperados cuales ahora se deben verificar con ensayos de compresión, pues se está obteniendo suelos muy resistentes.

#### **RESULTADOS PARA HUMEDECIMIENTO Y SECADO (OE3)**

**Código:** MTC E 1104

**Código de Ensayo para la Investigación:** HS-1.

**Nombre del ensayo:** Humedecimiento y secado de mezclas de suelo-cemento compactadas

**Objetivo del ensayo:** Determinar las pérdidas del suelo-cemento, los cambios de humedad y de volumen (expansión y contracción) producidos por el humedecimiento y secado repetido de especímenes endurecidos de suelo-cemento.

---

#### **Resultados del ensayo de humedecimiento y secado**

Los resultados del ensayo de humedecimiento y secado se muestran en el siguiente cuadro:

**TABLA NRO. 03 HUMEDECIMIENTO Y SECADO SIN CEPILLADO**

ÍTEM	CEMENTO (%)	ADITIVO (%)	SIN CEPILLADO	PERDIDA DE VOLUMEN
1A	0.00	0.00	NO	100%
3A	2.00	0.00	NO	0.73%
5A	0.50	0.03	NO	100%
7A	1.00	0.03	NO	2.69%
9A	1.50	0.03	NO	0.82%
11A	2.00	0.03	NO	1.35%

**TABLA NRO. 04 HUMEDECIMIENTO Y SECADO CON CEPILLADO**

ÍTEM	CEMENTO (%)	ADITIVO (%)	CON CEPILLADO	PERDIDA DE VOLUMEN
2A	0.00	0.00	SI	100%
4A	2.00	0.00	SI	4.72%
6A	0.50	0.03	SI	100%
8A	1.00	0.03	SI	3.73%
10A	1.50	0.03	SI	3.04%
12A	2.00	0.03	SI	1.11%

Conclusiones Preliminares del Ensayo

**De los resultados se puede apreciar que el desgaste es menor cuando se aplica el nanocompuesto tensioactivo catiónico cual es mostrado en el modelo matemático. Cuando no se hizo el ensayo a la muestra sin adición de cemento ni el aditivo, este tuvo un desgaste del 100%, cuando se le aplicó a la muestra de suelo un 2% de cemento este tuvo un desgaste del 4.72%, en cambio cuando a la muestra de suelo se le aplicó 2% cemento y 0.03% del nanocompuesto tensioactivo catiónico se tuvo un desgaste de 1.11%; por lo tanto, se puede concluir que el aditivo mejora las propiedades mecánicas del suelo al desgaste.**

Según el manual de carreteras “Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013” exige que los suelos estabilizados con cemento tengan una pérdida máxima de 14% para un suelo A-2-4, en nuestro caso la pérdida es de 1.11%; por lo tanto, cumple los requerimientos del manual.

### **RESULTADOS PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (OE3)**

**Código:** MTC E 1103

**Código de Ensayo para la Investigación:** COM-1.

**Nombre del ensayo:** Resistencia a la compresión de probetas de suelo-cemento

**Objetivo del ensayo:** Determinar la resistencia a la compresión simple de probetas suelo-cemento.

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión

Los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de probetas de suelo-cemento se muestran en el siguiente cuadro:

**TABLA NRO. 05 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

CÓDIGO DE ESPÉCIMEN	% DE CEMENTO EN PESO	% DE NLF EN PESO	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO DE RESISTENCIA POR GRUPO (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO DE RESISTENCIA POR GRUPO (MPa)
1A	0.5	0.03	4.8	3.8	0.4
2A	0.5	0.03	3.8		
3A	0.5	0.03	2.9		
4B	2	0	14.9	18.4	1.8
5B	2	0	17.7		
6B	2	0	22.6		
7C	0	0	11.1	11.2	1.1
8C	0	0	11.4		
9C	0	0	11		
10D	1	0.03	12.9	13.6	1.3
11D	1	0.03	14		
12D	1	0.03	13.8		
13E	1.5	0.03	25.5	25.5	2.5
14E	1.5	0.03	25.5		
15E	1.5	0.03	25.6		
16F	2	0.03	29.1	31.4	3.1
17F	2	0.03	29.8		
18F	2	0.03	35.3		

**Conclusiones Preliminares del Ensayo**

Cuando se hizo el ensayo a la muestra sin adición de cemento ni el aditivo, este tuvo una resistencia a la compresión promedio 1.1 MPa, cuando se le aplicó a la muestra de suelo un 2% de cemento este tuvo una resistencia a la compresión de 1.8 MPa, en cambio cuando a la muestra de suelo se le aplicó 2% cemento y 0.03% del nanocompuesto tensioactivo catiónico se tuvo una resistencia a la compresión de 3.1 MPa; por lo tanto, se puede concluir que el aditivo mejora las propiedades mecánicas del suelo a la compresión.

Según el manual de carreteras “Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013” exige que los suelos estabilizados con cemento deben garantizar una resistencia mínima de 1.8 Mpa, en nuestro caso la resistencia es de 3.1 Mpa; por lo tanto, cumple los requerimientos del manual.

**ANEXO 6:**

**ENSAYOS DE LABORATORIO**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**  
**(MTC E 107 - REFERENCIA ASTM D422)**

<b>LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS</b>			
<b>TESIS :</b>	MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO - CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024.		
<b>UBICACION :</b>	CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA		
<b>TESISTA :</b>	DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA		
<b>ASESOR :</b>	M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA	<b>F. ENSAYO I. :</b>	17-06-24
<b>CANTERA :</b>	HUATA	<b>F. ENSAYO F.:</b>	19-06-24

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
<b>CALICATA</b>	CERRO HUATA	<b>COORDENADAS UTM NORTE / ESTE:</b>	8272892.0728 / 397418.6591
<b>PROF. (m)</b>	5,00 m - 6,50 m		

Nº DE MALLAS	ABERT. DE MALL. (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN GRADACIÓN "B"	DESCRIPCIÓN DEL ESPÉCIMEN
3"	76.200	0.00			<b>100</b>		<i>Masa total de los espéCIMENES</i> Fracción >3/4" : 36661.37 g Fracción #4-3/4": 1483.72 g Fracción <#4 : 200
2 1/2"	63.500					100	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	<b>100</b>		
1 1/2"	38.100	1139.00	3.11	3.11	<b>97</b>	75	95
1"	25.400	2396.00	6.54	9.64	<b>90</b>		
3/4"	19.050	1640.00	4.47	14.12	<b>86</b>		
1/2"	12.700						
3/8"	9.525	234.81	13.59	27.71	<b>72</b>	40	- 75
1/4"	6.350						
Nº 4	4.760	255.70	14.80	42.51	<b>57</b>	30	- 60
Nº 6	3.360						
Nº 8	2.380						
Nº 10	2.000	59.36	17.06	59.57	<b>40</b>	20	- 45
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	33.24	9.56	69.13	<b>31</b>		
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.426	20.32	5.84	74.97	<b>25</b>	15	- 30
Nº 60	0.250	14.79	4.25	79.22	<b>21</b>		
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.149	10.22	2.94	82.16	<b>18</b>		
Nº 200	0.074	10.76	3.09	85.25	<b>15</b>	5	- 15
Pan		51.31	14.75	100.00	<b>0</b>		

<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>	
Límite Líquido :	25.0%
Límite Plástico :	16.3%
Índice Plástico :	8.7%

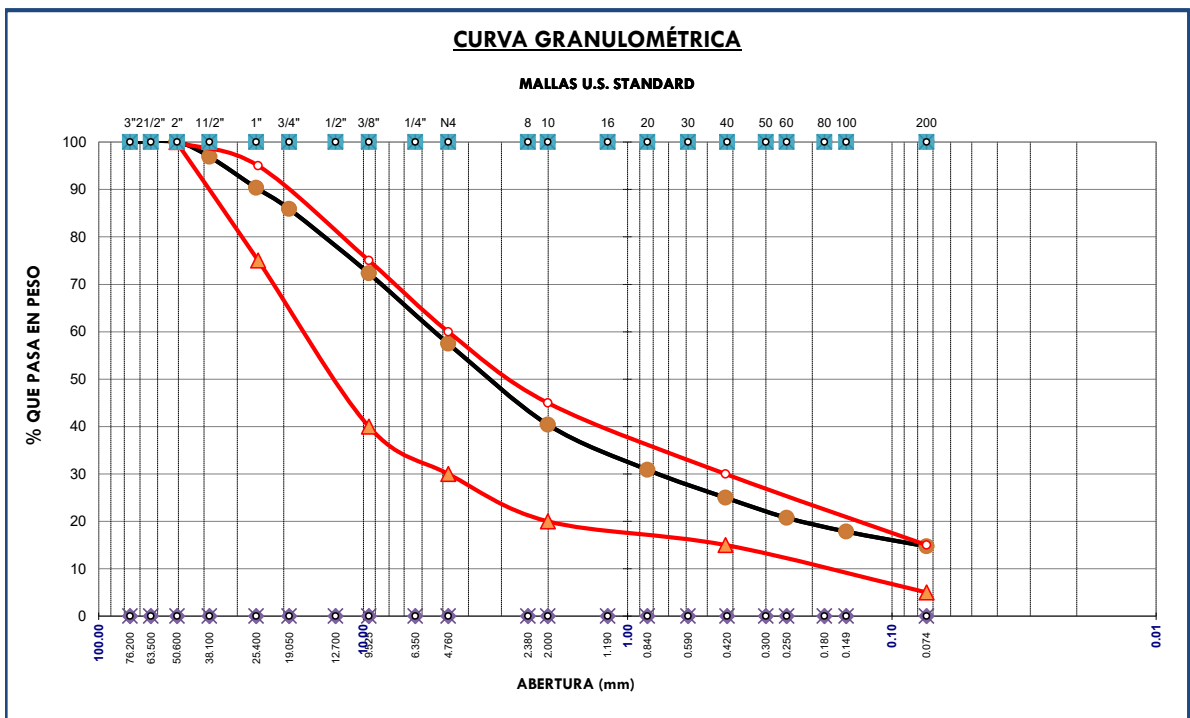
  

<b>CLASIFICACIÓN DEL SUELO</b>	
AASHTO :	<b>A-2-4 (0)</b>
SUCS :	<b>SC</b>

% de Grava :	42.51 %
% de Arena :	42.74 %
% Pasa Nº 200 :	14.75 %

**Observaciones :**





# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



## DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (MTC E 108 - REFERENCIA ASTM D 2216)

<b>LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS</b>			
TESIS	: MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO - CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSIOACTIVOS CATIÓNICOS EN LA CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024.		
UBICACION	: CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA		
TESISTA	: DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA		
ASESOR	: M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA	F. ENSAYO I.:	07-08-24
CANTERA	: HUATA	F. ENSAYO F.:	08-08-24
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
CALICATA	CERRO HUATA	COORDENADAS UTM NORTE / ESTE:	8272892.0728 / 397418.6591
PROF. (m)	5,00 m - 6,50 m		

ENSAYO N°	1
Nro. DE BANDEJA	S/N
PESO BANDEJA + SUELO HUMEDO gr.	908.06
PESO BANDEJA + SUELO SECO gr.	887.43
PESO DE LA BANDEJA gr.	288.18
PESO DEL AGUA gr.	20.63
PESO SUELO SECO gr.	599.25
HUMEDAD %	3.44
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	3.44



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**LÍMITE LÍQUIDO / MTC E 110 - REFERENCIA ASTM D 4318**  
**LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD / MTC E 111 - REFERENCIA ASTM D 4318**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS			
TESIS :	MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO - CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSIOSACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024.		
UBICACION :	CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA		
TESISTA :	DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA		
ASESOR :	M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA	F. ENSAYO I. :	18-06-24
CANTERA :	HUATA	F. ENSAYO F.:	19-06-24

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	CERRO HUATA	COORDENADAS UTM NORTE / ESTE:	8272892.0728 / 397418.6591
PROF. (m)	5,00 m - 6,50 m		

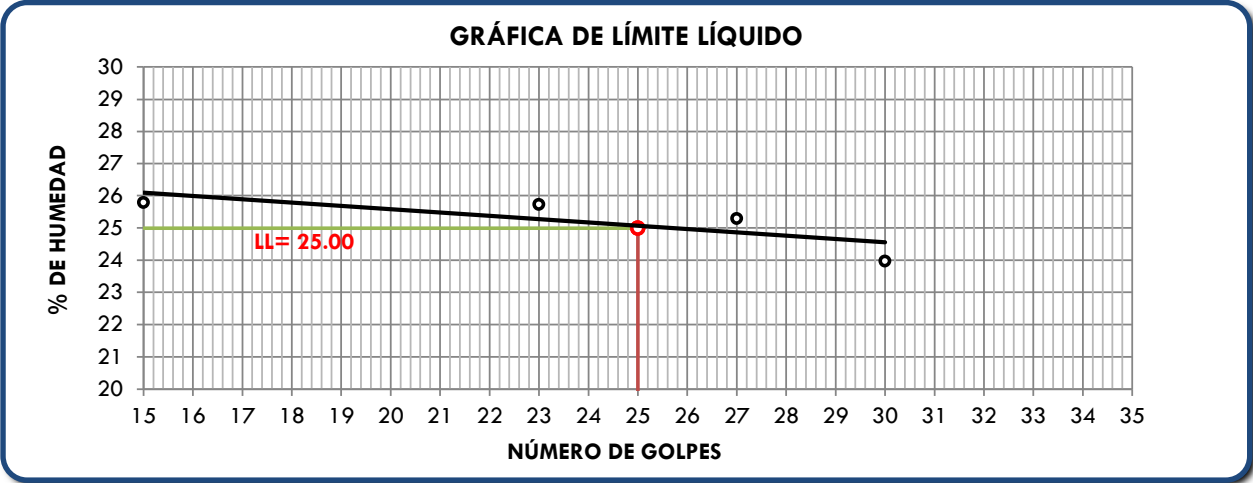
**LÍMITE LÍQUIDO**

# Tara		JK-19	JK-22	JK-23	JK-13
Peso de la Tara	(g)	22.61	21.91	24.18	21.51
T. + Suelo Húmedo	(g)	38.28	40.14	39.13	38.14
T. + Suelo Seco	(g)	35.25	36.46	36.07	34.73
Peso del Agua	(g)	3.03	3.68	3.06	3.4
Suelo Seco	(g)	12.64	14.55	11.89	13.2
% de Humedad	(%)	23.97	25.29	25.74	25.8
Nro. De Golpes		30	27	23	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

# Tara		S-42	S-51	S-17	
Peso de la Tara	(g)	18.13	15.98	18.55	
T. + Suelo Húmedo	(g)	26.64	26.03	32.78	
T. + Suelo Seco	(g)	25.45	24.64	30.77	
Peso del Agua	(g)	1.19	1.39	2.01	
Suelo Seco	(g)	7.32	8.66	12.22	
% de Humedad	(%)	16.3	16.1	16.4	

LÍMITE LÍQUIDO                      L.L. = 25.00 %  
LÍMITE PLÁSTICO                    L.P. = 16.3 %  
ÍNDICE DE PLASTICIDAD            I.P. = 8.7 %





# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



## ABRASION LOS ANGELES AL DESGASTE DE AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5 MM (1 1/2")

(MTC E 207)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS			
TESIS :	MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO - CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSOACTIVOS CATIÓNICOS EN LA CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024.		
UBICACION :	CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA		
TESISTA :	DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA		
ASESOR :	M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA	F. ENSAYO I. :	11-09-24
CANTERA :	HUATA	F. ENSAYO F.:	13-09-24

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA :	CERRO HUATA	COORDENADAS UTM NORTE / ESTE:	8272892.0728 / 397418.6591
PROF. (m) :	5,00 m - 6,50 m		

TAMAÑO DE MALLAS		GRADACIONES DE LA MUESTRA			
PASA	RETIENE	A	B	C	D
1 1/2" (38.1mm)	1" (25.4mm)	1248	---	---	---
1" (25.4mm)	3/4" (19.0mm)	1254	---	---	---
3/4" (19.0mm)	1/2" (12.7mm)	1251	---	---	---
1/2" (12.7mm)	3/8" (9.5mm)	1250	---	---	---
3/8" (9.5mm)	1/4" (6.3mm)	---	---	---	---
1/4" (6.3mm)	N°4 (4.75mm)	---	---	---	---
N° 4 (4.75mm)	N° 8 (2.36mm)	---	---	---	---
PESO TOTAL		5003	---	---	---
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO		1297	---	---	---
PESO OBTENIDO		3706	---	---	---
N° DE ESFERAS		12	---	---	---
PESO DE LAS ESFERAS		5011	---	---	---
PORCENTAJE DE PÉRDIDA OBTENIDO		<b>25.9</b>	---	---	---

COMENTARIOS :



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



## METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO

(MTC E 210 - REFERENCIA ASTM D 5821)

<b>LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS</b>			
TESIS	:	MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO - CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSIOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024.	
UBICACION	:	CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA	
TESISTA	:	DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA	
ASESOR	:	M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA	F. ENSAYO I. : 11-09-24
CANTERA	:	HUATA	F. ENSAYO F.: 12-09-24

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
CALICATA	CERRO HUATA	COORDENADAS UTM NORTE / ESTE:	8272892.0728 / 397418.6591
PROF. (m)	5,00 m - 6,50 m		

TAMIZ	PESO PARCIAL (gr)	PESO SIN CARAS FRACTURADAS (gr)	PESO CON 01 CARA FRACTURADA (gr)	PESO CON 02 O MÁS CARAS FRACTURADAS (gr)
1 1/2" a 1"	1456.47	840.71	564.7	51.06
1" a 3/4"	1314.16	990.13	254.33	69.7
3/4" a 1/2"	2436.00	1935.8	352.19	148.01
1/2" a 3/8"	1748.00	1338.65	239.47	169.88
3/8" a N° 4	225.36	192.59	24.57	8.2
<b>PESO TOTAL</b>	<b>7179.99</b>	<b>5297.88</b>	<b>1435.26</b>	<b>446.85</b>
<b>PORCENTAJE</b>		<b>73.79%</b>	<b>19.99%</b>	<b>6.22%</b>



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



## PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS

(MTC E 223 - REFERENCIA ASTM D 4791)

<b>LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS</b>			
TESIS	MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO - CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSIOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024.		
UBICACION	CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA		
TESISTA	DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA		
ASESOR	M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA	F. ENSAYO I.:	11-09-24
CANTERA	HUATA	F. ENSAYO F.:	12-09-24
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
CALICATA	CERRO HUATA	COORDENADAS UTM NORTE / ESTE:	8272892.0728 / 397418.6591
PROF. (m)	5,00 m - 6,50 m		

TAMIZ	PESO PARCIAL (gr)	PESO PARTICULAS CHATAS	PESO PARTICULAS ALARGADAS
1 1/2" a 1"	1460	122.00	42.00
1" a 3/4"	1312	67.00	63.00
3/4" a 1/2"	2436	48.11	53.18
1/2" a 3/8"	1748	38.98	18.27
PESOS TOTALES (gr.)	<b>6956</b>	<b>276</b>	<b>176</b>
PORCENTAJES	100	4.0	2.5
<b>PORCENTAJE TOTAL DE CHATAS Y ALARGADAS</b>		<b>3.3</b>	

N.º 003106

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico de SUELO  
**PROCEDENCIA** : CANTERA HUATA MATERIAL FINO  
**PROYECTO** : MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO - CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSIOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA PU - 165 CARACOTO - HUATA, 2024  
**INTERESADO** : DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA  
**MOTIVO** : PARA TESIS  
**MUESTREO** : 23/09/2024, por el interesado  
**ANÁLISIS** : 23/09/2024  
**COD. MUESTRA** : B009 - 000

### CARACTERISTICAS FISICO - QUIMICAS

PARAMETROS FISICO QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADOS	METODOS
1.- Potencial de Hidrogeno	pH	9.822	Potenciómetro
2.- Conductividad Eléctrica	$\mu\text{S}/\text{cm}$	16.05	Potenciómetro
4.- Sales Solubles Totales	ppm	9.78	Colorimetría

Nota: no se usaron equipos que requieran certificado de calibración

Puno, C.U. 02 de octubre del 2024.

VºBº



ING. LUZ MARINA TEVES PONCE  
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
FIQ - UNA - CIP - 182393



Dr. Teófilo Donaires Flores  
DECANO DE LA F.I.Q.  
UNA - PUNO

N.º 003107

## Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico de SUELO  
**PROCEDENCIA** : CANTERA HUATA MATERIAL GRUESO  
**PROYECTO** : MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO - CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSIOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA PU - 165 CARACOTO - HUATA, 2024  
**INTERESADO** : DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA  
**MOTIVO** : PARA TESIS  
**MUESTREO** : 23/09/2024, por el interesado  
**ANÁLISIS** : 23/09/2024  
**COD. MUESTRA** : B009 - 000

### CARACTERISTICAS FISICO - QUIMICAS

PARAMETROS FISICO QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADOS	METODOS
1.- Potencial de Hidrogeno	pH	11.353	Potenciómetro
2.- Conductividad Eléctrica	$\mu\text{S}/\text{cm}$	15.84	Potenciómetro
4.- Sales Solubles Totales	ppm	9.65	Colorimetría

Nota: no se usaron equipos que requieran certificado de calibración

Puno, C.U. 02 de octubre del 2024.

VºBº



ING. LUZ MARINA TEVES PONCE  
AG. LISTA DE CALIBR. LABOR. DE CONTROL DE CALIDAD  
FIQ - UNA - CIP - 102393



DECANO DE LA F.I.Q.  
UNA - PUNO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



## ENSAYO ESTANDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS (MTC E 114)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS			
TESIS	MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO - CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSIOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024.		
UBICACION	CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA		
TESISTA	DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA		
ASESOR	M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA	F. ENSAYO I.:	10-09-24
CANTERA	HUATA	F. ENSAYO F.:	11-09-24

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	CERRO HUATA	COORDENADAS UTM NORTE / ESTE:	8272892.0728 / 397418.6591
PROF. (m)	5,00 m - 6,50 m		

Muestra N°.	1	2	3	Observaciones
Cronómetro tiempo inicial	0:00:00	0:02:00	0:03:30	Tiempo de humedecimiento del espécimen
Cronómetro tiempo final	0:10:00	0:12:00	0:13:30	
Cronómetro tiempo inicial	0:13:00	0:17:00	0:19:30	Periodo de sedimentación
Cronómetro tiempo final	0:33:00	0:37:00	0:39:30	
Lectura altura de material fino (plg)	12.00	11.50	11.10	
Lectura altura de la arena (plg)	2.90	2.70	2.70	
Equivalente de Arena (%)	25.00	24.00	25.00	
<b>EQUIVALENTE ARENA PROMEDIO (%)</b>	<b>25.0</b>			



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

### LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

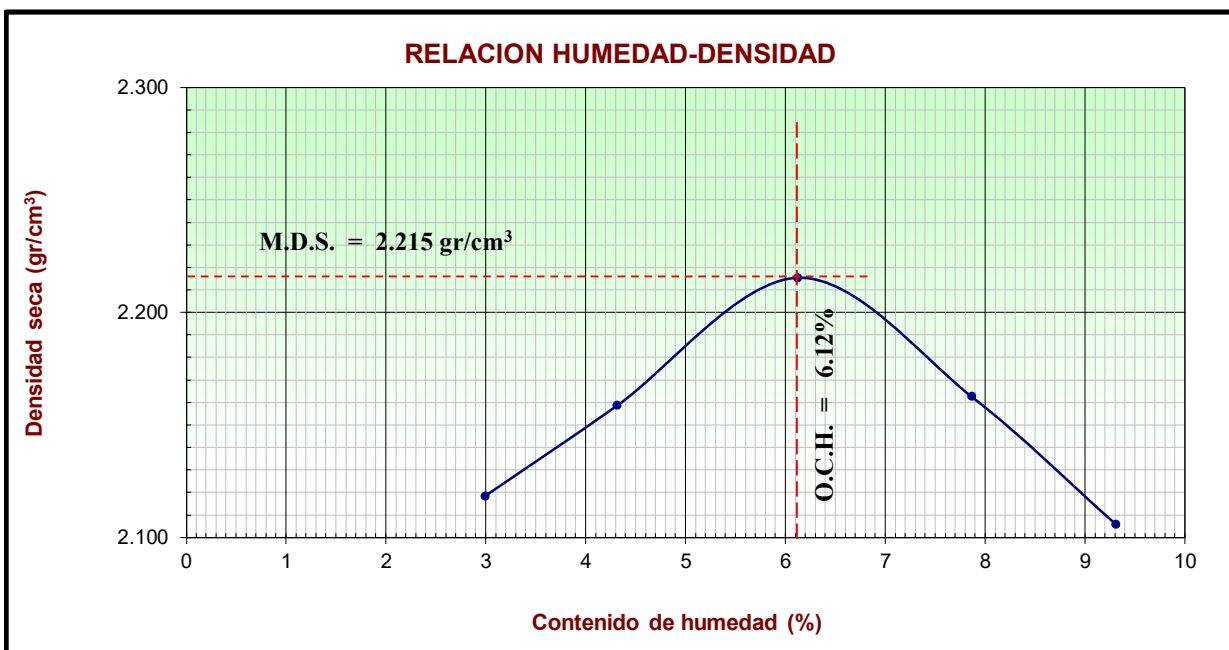
TESIS	: Mejora del desempeño de bases Suelo - Cemento mediante nanocompuestos tensioactivos catiónicos en la carretera PU-165 Caracoto - Huata, 2024.		
UBICACION	: Carretera PU-165 Caracoto - Huata		
TESISTA	: DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA		
ASESOR	: M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA	F. ENSAYO I. :	17-07-24
Cantera	: Huata	F. ENSAYO F. :	19-07-24

### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	CERRO HUATA	COORDENADAS UTM NORTE / ESTE:	8272892.0728 / 397418.6591
MUESTRA	M-1	DOSIFICACIÓN:	SUELO + AGUA
PROF. (m)	5,00 m - 6,50 m		

METODO DE COMPACTACION : C

Peso suelo + molde	gr	10249.00	10398.00	10610.00	10571.00	10505.00
Peso molde	gr	5594.00	5594.00	5594.00	5594.00	5594.00
Peso suelo húmedo compacta	gr	4655.00	4804.00	5016.00	4977.00	4911.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2133.45	2133.45	2133.45	2133.45	2133.45
Peso volumétrico húmedo	gr	2.18	2.25	2.35	2.33	2.30
Recipiente N°		1	2	3	4	5
Peso del suelo húmedo+tara	gr	559.46	568.00	558.00	598.50	589.50
Peso del suelo seco + tara	gr	546.30	547.08	528.41	562.04	545.05
Tara	gr	106.67	61.92	45.08	98.43	67.39
Peso de agua	gr	13.16	20.92	29.59	36.47	44.46
Peso del suelo seco	gr	439.63	485.16	483.33	463.61	477.66
Contenido de agua	%	2.99	4.31	6.12	7.87	9.31
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.118	2.159	2.215	2.163	2.106
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						2.215
Humedad óptima (%)						6.12



Observaciones:



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

### LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

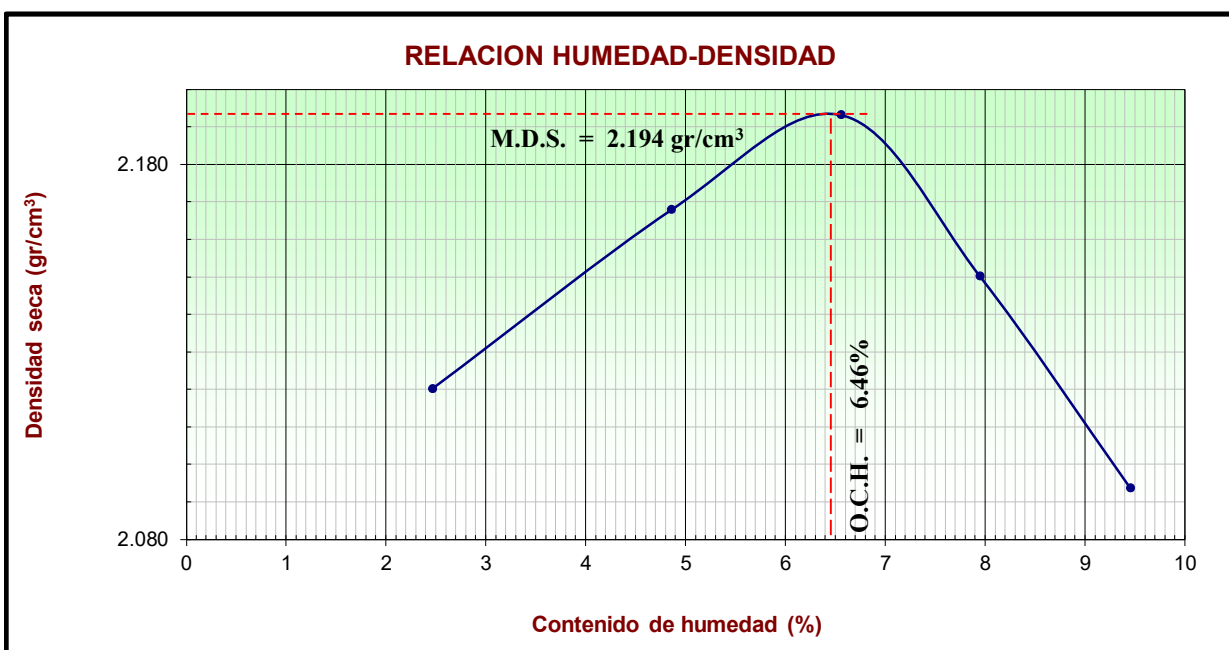
TESIS	: Mejora del desempeño de bases Suelo - Cemento mediante nanocompuestos tensioactivos catiónicos en la carretera PU-165 Caracoto - Huata, 2024.		
UBICACION	: Carretera PU-165 Caracoto - Huata		
TESISTA	: DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA		
ASESOR	: M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA	F. ENSAYO I.:	24-07-24
Cantera	: Huata	F. ENSAYO F.:	30-07-24

### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	CERRO HUATA	COORDENADAS UTM NORTE / ESTE:	8272892.0728 / 397418.6591
MUESTRA	M-1	DOSIFICACIÓN:	SUELO + 0.5 % CEMENTO + AGUA
PROF. (m)	5,00 m - 6,50 m		

METODO DE COMPACTACION : C

Peso suelo + molde	gr	10239.00	10454.00	10590.00	10556.00	10493.00
Peso molde	gr	5604.00	5604.00	5604.00	5604.00	5604.00
Peso suelo húmedo compacta	gr	4635.00	4850.00	4986.00	4952.00	4889.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2133.45	2133.45	2133.45	2133.45	2133.45
Peso volumétrico húmedo	gr	2.17	2.27	2.34	2.32	2.29
Recipiente N°		1	2	3	4	5
Peso del suelo húmedo+tara	gr	590.12	560.79	550.99	551.01	550.36
Peso del suelo seco + tara	gr	577.97	536.94	519.91	514.12	506.80
Tara	gr	85.53	45.90	45.90	50.10	45.91
Peso de agua	gr	12.15	23.85	31.09	36.89	43.56
Peso del suelo seco	gr	492.44	491.04	474.01	464.03	460.89
Contenido de agua	%	2.47	4.86	6.56	7.95	9.45
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.120	2.168	2.193	2.150	2.094
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						2.194
Humedad óptima (%)						6.46



Observaciones:



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

### LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

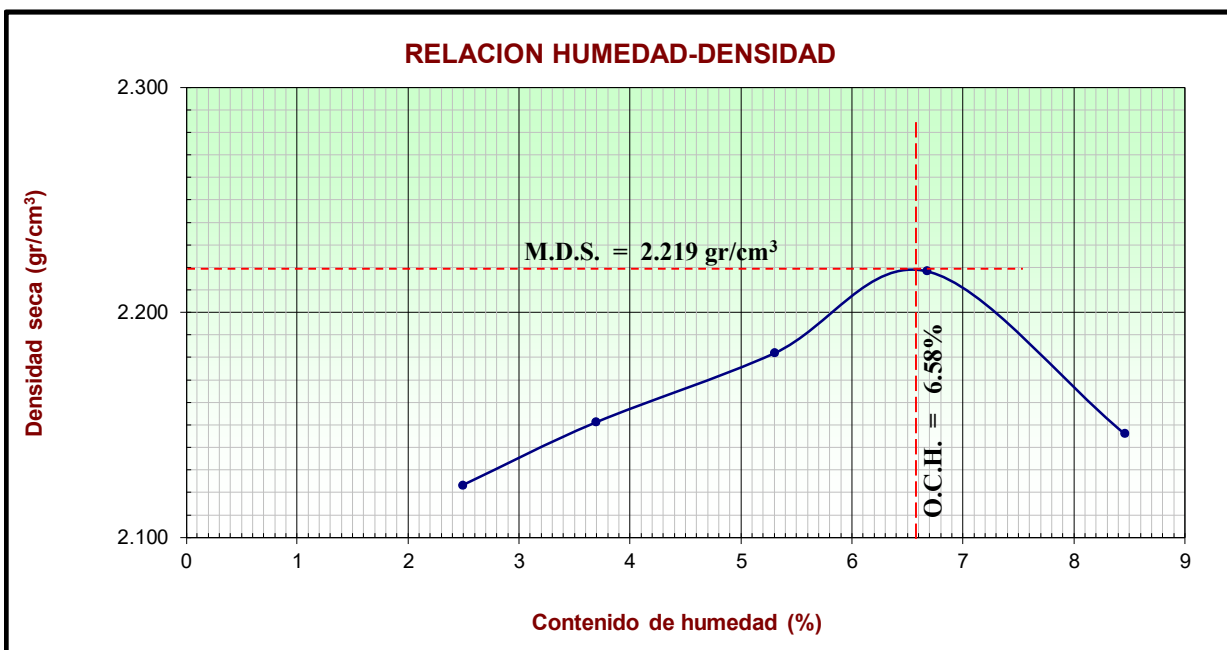
TESIS	: Mejora del desempeño de bases Suelo - Cemento mediante nanocompuestos tensioactivos catiónicos en la carretera PU-165 Caracoto - Huata, 2024.		
UBICACION	: Carretera PU-165 Caracoto - Huata		
TESISTA	: DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA		
ASESOR	: M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA	F. ENSAYO I. :	30-07-24
Cantera	: Huata	F. ENSAYO F. :	07-08-24

### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	CERRO HUATA	COORDENADAS UTM NORTE / ESTE:	8272892.0728 / 397418.6591
MUESTRA	M-1	DOSIFICACIÓN:	SUELO + 1 % CEMENTO + AGUA
PROF. (m)	5,00 m - 6,50 m		

METODO DE COMPACTACION : C

Peso suelo + molde	gr	10247.00	10363.00	10506.00	10653.00	10570.00
Peso molde	gr	5604.00	5604.00	5604.00	5604.00	5604.00
Peso suelo húmedo compacta	gr	4643.00	4759.00	4902.00	5049.00	4966.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2133.45	2133.45	2133.45	2133.45	2133.45
Peso volumétrico húmedo	gr	2.18	2.23	2.30	2.37	2.33
Recipiente N°		1	2	3	4	5
Peso del suelo húmedo+tara	gr	548.87	556.38	558.01	550.15	595.52
Peso del suelo seco + tara	gr	536.64	538.26	532.23	518.60	555.77
Tara	gr	46.14	47.31	45.91	45.90	85.59
Peso de agua	gr	12.23	18.12	25.78	31.55	39.76
Peso del suelo seco	gr	490.50	490.96	486.33	472.71	470.18
Contenido de agua	%	2.49	3.69	5.30	6.67	8.46
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.123	2.151	2.182	2.219	2.146
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						2.219
Humedad óptima (%)						6.58



Observaciones:



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

### LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

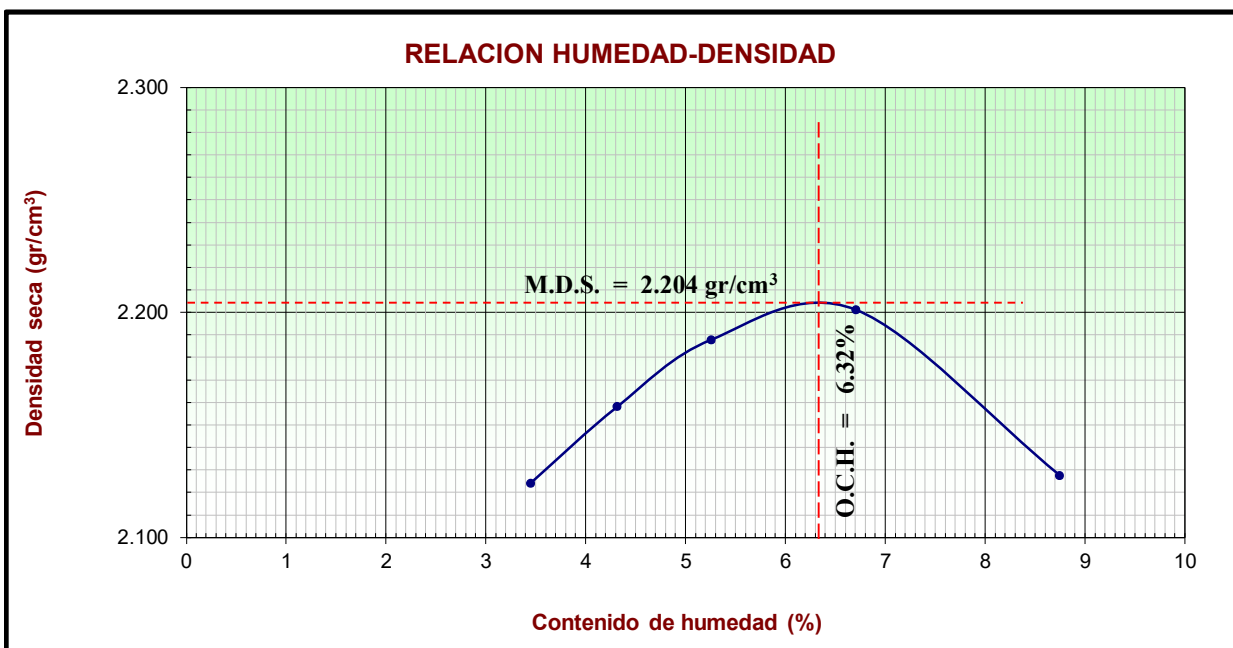
TESIS	: Mejora del desempeño de bases Suelo - Cemento mediante nanocompuestos tensioactivos catiónicos en la carretera PU-165 Caracoto - Huata, 2024.		
UBICACION	: Carretera PU-165 Caracoto - Huata		
TESISTA	: DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA		
ASESOR	: M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA	F. ENSAYO I. :	08-08-24
Cantera	: Huata	F. ENSAYO F. :	12-08-24

### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	CERRO HUATA	COORDENADAS UTM NORTE / ESTE:	8272892.0728 / 397418.6591
MUESTRA	M-1	DOSIFICACIÓN:	SUELO + 1.5 % CEMENTO + AGUA
PROF. (m)	5,00 m - 6,50 m		

METODO DE COMPACTACION : C

Peso suelo + molde	gr	10292.00	10407.00	10517.00	10615.00	10540.00
Peso molde	gr	5604.00	5604.00	5604.00	5604.00	5604.00
Peso suelo húmedo compacta	gr	4688.00	4803.00	4913.00	5011.00	4936.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2133.45	2133.45	2133.45	2133.45	2133.45
Peso volumétrico húmedo	gr	2.20	2.25	2.30	2.35	2.31
Recipiente N°		1	2	3	4	5
Peso del suelo húmedo+tara	gr	597.84	600.12	595.71	552.56	556.01
Peso del suelo seco + tara	gr	580.75	578.83	570.25	520.81	515.01
Tara	gr	85.35	85.07	85.61	47.35	46.25
Peso de agua	gr	17.09	21.30	25.47	31.75	41.00
Peso del suelo seco	gr	495.40	493.76	484.64	473.47	468.76
Contenido de agua	%	3.45	4.31	5.25	6.70	8.75
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.124	2.158	2.188	2.201	2.128
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						2.204
Humedad óptima (%)						6.32



Observaciones:



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

### LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

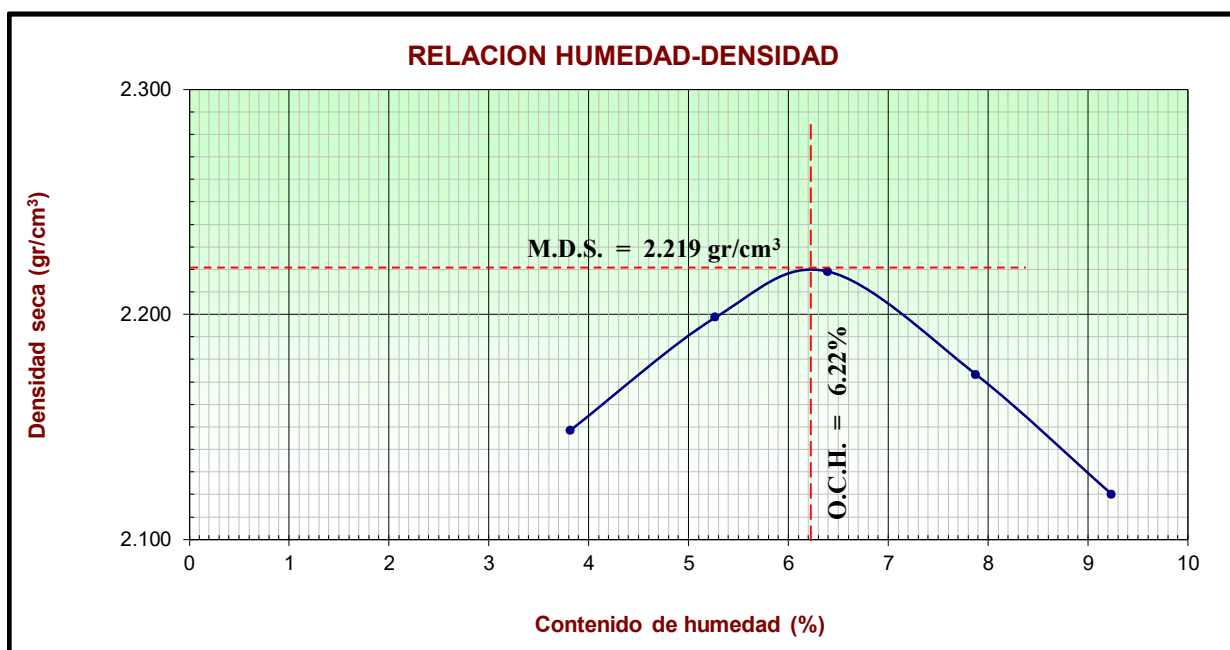
TESIS	: Mejora del desempeño de bases Suelo - Cemento mediante nanocompuestos tensioactivos catiónicos en la carretera PU-165 Caracoto - Huata, 2024.		
UBICACION	: Carretera PU-165 Caracoto - Huata		
TESISTA	: DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA		
ASESOR	: M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA	F. ENSAYO I. :	12-08-24
Cantera	: Huata	F. ENSAYO F. :	13-08-24

### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	CERRO HUATA	COORDENADAS UTM NORTE / ESTE:	8272892.0728 / 397418.6591
MUESTRA	M-1	DOSIFICACIÓN:	SUELO + 2 % CEMENTO + AGUA
PROF. (m)	5,00 m - 6,50 m		

METODO DE COMPACTACION : C

Peso suelo + molde	gr	10363.00	10542.00	10641.00	10606.00	10545.00
Peso molde	gr	5604.00	5604.00	5604.00	5604.00	5604.00
Peso suelo húmedo compacta	gr	4759.00	4938.00	5037.00	5002.00	4941.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2133.45	2133.45	2133.45	2133.45	2133.45
Peso volumétrico húmedo	gr	2.23	2.31	2.36	2.34	2.32
Recipiente N°		1	2	3	4	5
Peso del suelo húmedo+tara	gr	553.33	599.06	565.32	580.90	585.07
Peso del suelo seco + tara	gr	534.68	573.37	534.58	542.50	542.19
Tara	gr	45.91	85.52	53.67	54.80	77.82
Peso de agua	gr	18.65	25.69	30.74	38.40	42.88
Peso del suelo seco	gr	488.77	487.86	480.91	487.70	464.37
Contenido de agua	%	3.82	5.26	6.39	7.87	9.23
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.149	2.199	2.219	2.173	2.120
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						2.219
Humedad óptima (%)						6.22



Observaciones:



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

### LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

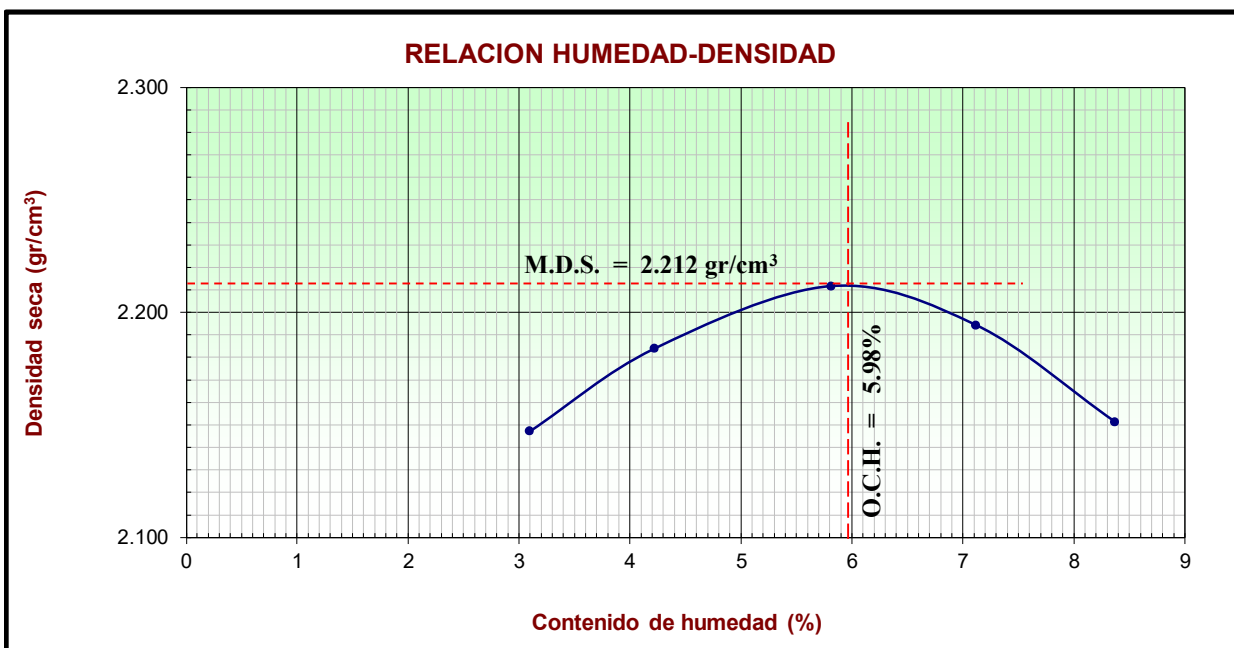
TESIS	: Mejora del desempeño de bases Suelo - Cemento mediante nanocompuestos tensioactivos catiónicos en la carretera PU-165 Caracoto - Huata, 2024.		
UBICACION	: Carretera PU-165 Caracoto - Huata		
TESISTA	: DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA		
ASESOR	: M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA	F. ENSAYO I.:	14-08-24
Cantera	: Huata	F. ENSAYO F.:	15-08-24

### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	CERRO HUATA	COORDENADAS UTM NORTE / ESTE:	8272892.0728 / 397418.6591
MUESTRA	M-1	DOSIFICACIÓN:	SUELO + 0.03 % NFL + AGUA
PROF. (m)	5,00 m - 6,50 m		

METODO DE COMPACTACION : C

Peso suelo + molde	gr	10327.00	10460.00	10597.00	10619.00	10578.00
Peso molde	gr	5604.00	5604.00	5604.00	5604.00	5604.00
Peso suelo húmedo compacta	gr	4723.00	4856.00	4993.00	5015.00	4974.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2133.45	2133.45	2133.45	2133.45	2133.45
Peso volumétrico húmedo	gr	2.21	2.28	2.34	2.35	2.33
Recipiente N°		1	2	3	4	5
Peso del suelo húmedo+tara	gr	571.55	555.08	578.69	600.68	615.92
Peso del suelo seco + tara	gr	556.01	534.58	550.83	566.67	575.09
Tara	gr	53.78	48.38	71.38	88.73	87.10
Peso de agua	gr	15.54	20.51	27.86	34.01	40.83
Peso del suelo seco	gr	502.23	486.20	479.45	477.94	487.99
Contenido de agua	%	3.09	4.22	5.81	7.12	8.37
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.147	2.184	2.212	2.194	2.151
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						2.212
Humedad óptima (%)						5.98



Observaciones:



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

### LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

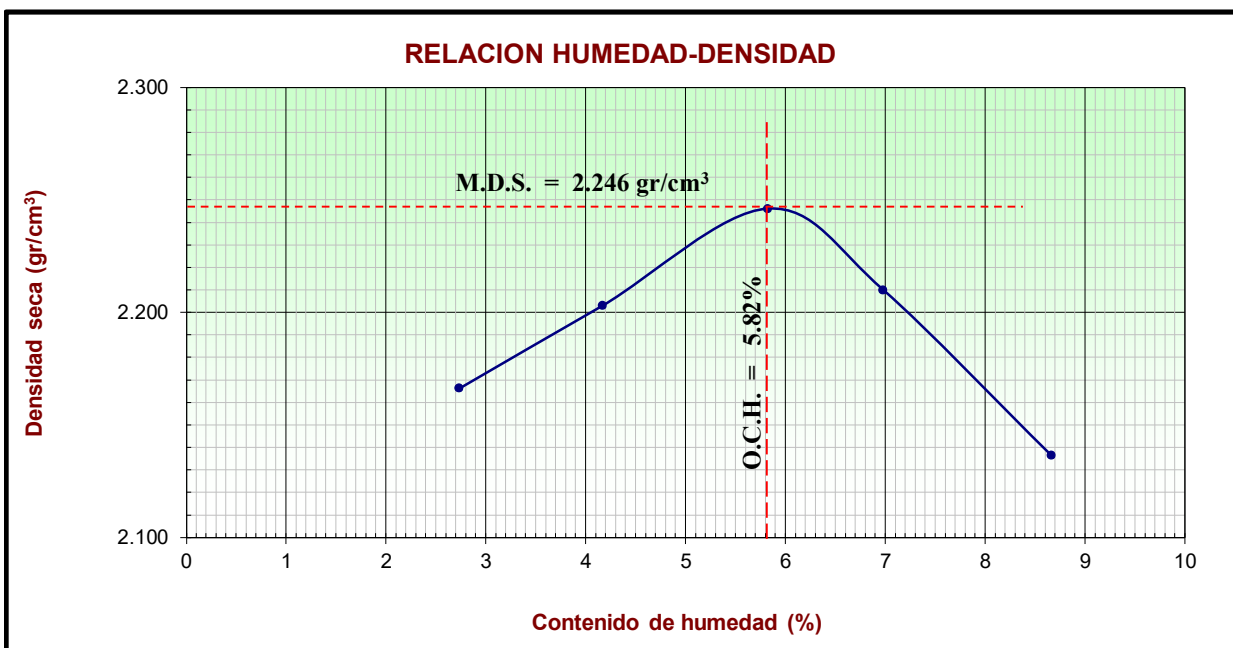
TESIS	: Mejora del desempeño de bases Suelo - Cemento mediante nanocompuestos tensioactivos catiónicos en la carretera PU-165 Caracoto - Huata, 2024.		
UBICACION	: Carretera PU-165 Caracoto - Huata		
TESISTA	: DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA		
ASESOR	: M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA	F. ENSAYO I. :	15-08-24
Cantera	: Huata	F. ENSAYO F. :	16-08-24

### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	CERRO HUATA	COORDENADAS UTM NORTE / ESTE:	8272892.0728 / 397418.6591
MUESTRA	M-1	DOSIFICACIÓN:	SUELO + 0.5 % CEMENTO + 0.03 % NLF + AGUA
PROF. (m)	5,00 m - 6,50 m		

METODO DE COMPACTACION : C

Peso suelo + molde	gr	10352.00	10500.00	10683.00	10648.00	10557.00
Peso molde	gr	5604.00	5604.00	5612.00	5604.00	5604.00
Peso suelo húmedo compacta	gr	4748.00	4896.00	5071.00	5044.00	4953.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2133.45	2133.45	2133.45	2133.45	2133.45
Peso volumétrico húmedo	gr	2.23	2.29	2.38	2.36	2.32
Recipiente N°		1	2	3	4	5
Peso del suelo húmedo+tara	gr	604.38	566.39	557.77	575.49	567.84
Peso del suelo seco + tara	gr	590.78	546.14	529.91	542.77	527.31
Tara	gr	92.82	59.77	51.32	73.89	59.34
Peso de agua	gr	13.60	20.25	27.86	32.72	40.53
Peso del suelo seco	gr	497.96	486.37	478.59	468.89	467.97
Contenido de agua	%	2.73	4.16	5.82	6.98	8.66
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.166	2.203	2.246	2.210	2.137
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						2.246
Humedad óptima (%)						5.82



Observaciones:



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

### LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

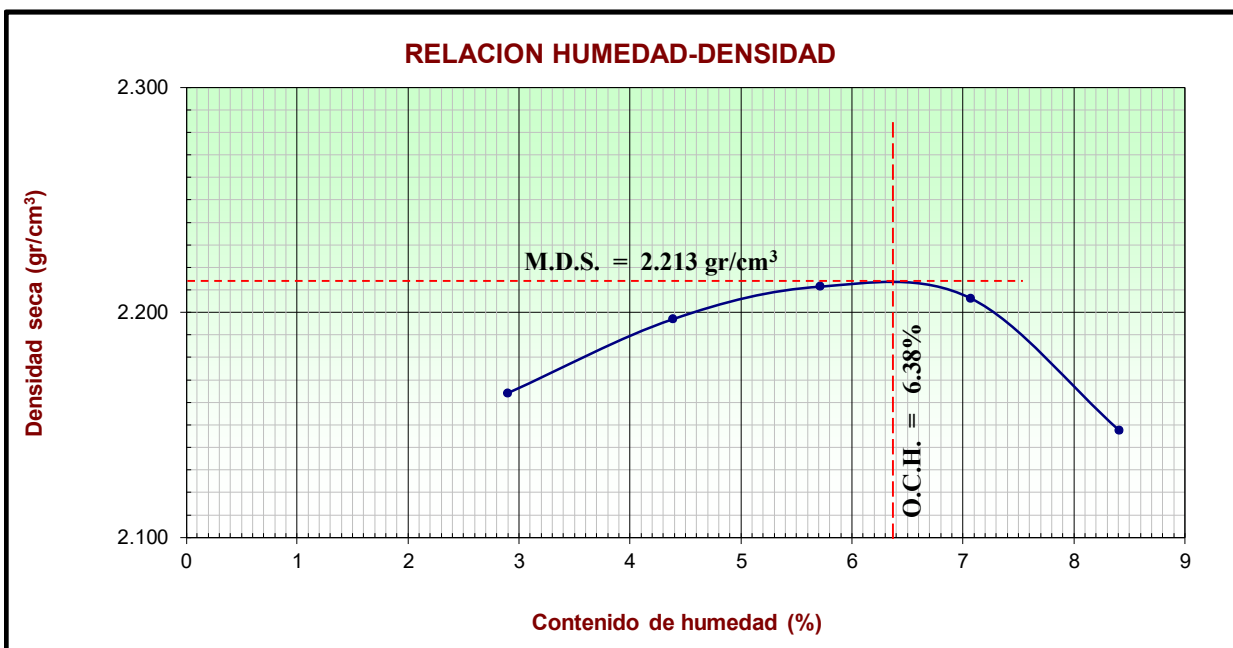
TESIS	: Mejora del desempeño de bases Suelo - Cemento mediante nanocompuestos tensioactivos catiónicos en la carretera PU-165 Caracoto - Huata, 2024.		
UBICACION	: Carretera PU-165 Caracoto - Huata		
TESISTA	: DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA		
ASESOR	: M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA	F. ENSAYO I. :	19-08-24
Cantera	: Huata	F. ENSAYO F. :	20-08-24

### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	CERRO HUATA	COORDENADAS UTM NORTE / ESTE:	8272892.0728 / 397418.6591
MUESTRA	M-1	DOSIFICACIÓN:	SUELO + 1 % CEMENTO + 0.03 % NLF + AGUA
PROF. (m)	5,00 m - 6,50 m		

METODO DE COMPACTACION : C

Peso suelo + molde	gr	10355.00	10497.00	10592.00	10644.00	10571.00
Peso molde	gr	5604.00	5604.00	5604.00	5604.00	5604.00
Peso suelo húmedo compacta	gr	4751.00	4893.00	4988.00	5040.00	4967.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2133.45	2133.45	2133.45	2133.45	2133.45
Peso volumétrico húmedo	gr	2.23	2.29	2.34	2.36	2.33
Recipiente N°		1	2	3	4	5
Peso del suelo húmedo+tara	gr	581.44	556.78	586.96	566.12	560.74
Peso del suelo seco + tara	gr	567.15	535.39	559.22	532.67	521.88
Tara	gr	73.89	47.37	73.85	59.35	59.74
Peso de agua	gr	14.29	21.39	27.74	33.45	38.86
Peso del suelo seco	gr	493.26	488.02	485.37	473.32	462.15
Contenido de agua	%	2.90	4.38	5.71	7.07	8.41
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.164	2.197	2.212	2.206	2.148
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						2.213
Humedad óptima (%)						6.38



Observaciones:



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

### LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

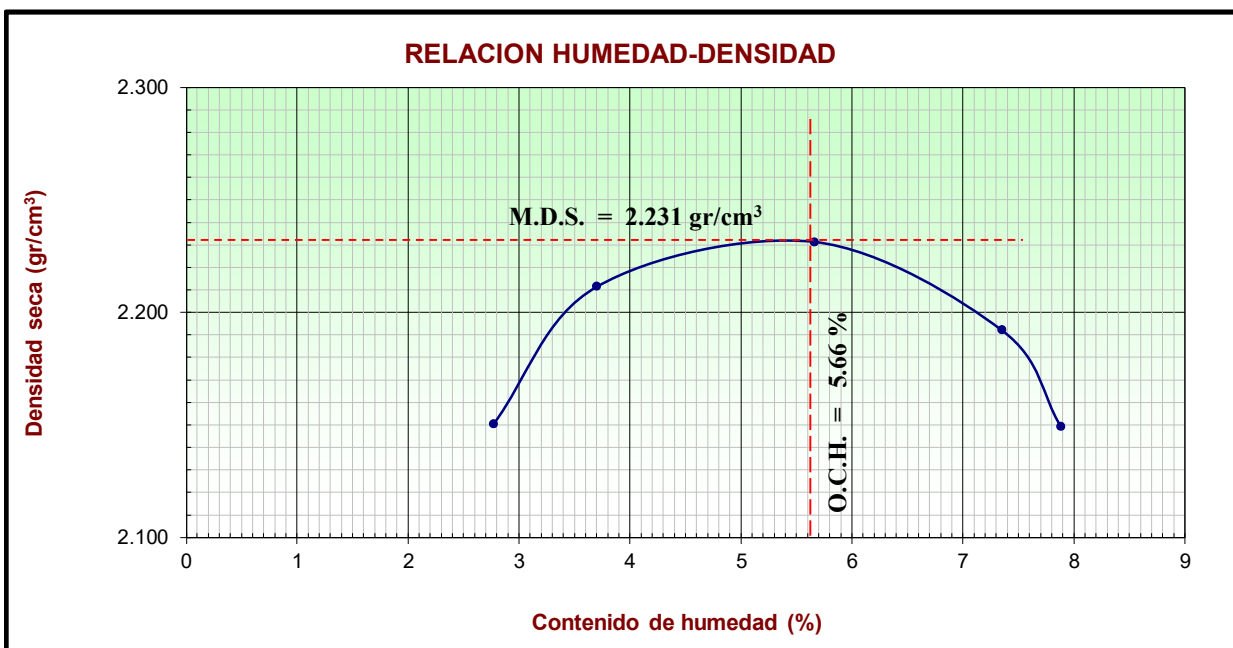
TESIS	: Mejora del desempeño de bases Suelo - Cemento mediante nanocompuestos tensioactivos catiónicos en la carretera PU-165 Caracoto - Huata, 2024.		
UBICACION	: Carretera PU-165 Caracoto - Huata		
TESISTA	: DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA		
ASESOR	: M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA	F. ENSAYO I. :	20-08-24
Cantera	: Huata	F. ENSAYO F. :	26-08-24

### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	CERRO HUATA	COORDENADAS UTM NORTE / ESTE:	8272892.0728 / 397418.6591
MUESTRA	M-1	DOSIFICACIÓN:	SUELO + 1.5 % CEMENTO + 0.03 % NLF + AGUA
PROF. (m)	5,00 m - 6,50 m		

METODO DE COMPACTACION : C

Peso suelo + molde	gr	10319.00	10497.00	10634.00	10625.00	10551.00
Peso molde	gr	5604.00	5604.00	5604.00	5604.00	5604.00
Peso suelo húmedo compacta	gr	4715.00	4893.00	5030.00	5021.00	4947.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2133.45	2133.45	2133.45	2133.45	2133.45
Peso volumétrico húmedo	gr	2.21	2.29	2.36	2.35	2.32
Recipiente N°		1	2	3	4	5
Peso del suelo húmedo+tara	gr	567.10	555.85	564.37	563.34	579.99
Peso del suelo seco + tara	gr	553.43	537.91	537.32	528.86	543.21
Tara	gr	59.75	52.95	59.35	59.78	76.35
Peso de agua	gr	13.67	17.95	27.05	34.48	36.78
Peso del suelo seco	gr	493.68	484.96	477.97	469.09	466.87
Contenido de agua	%	2.77	3.70	5.66	7.35	7.88
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.150	2.212	2.231	2.192	2.149
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						2.231
Humedad óptima (%)						5.66



Observaciones:



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

### LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

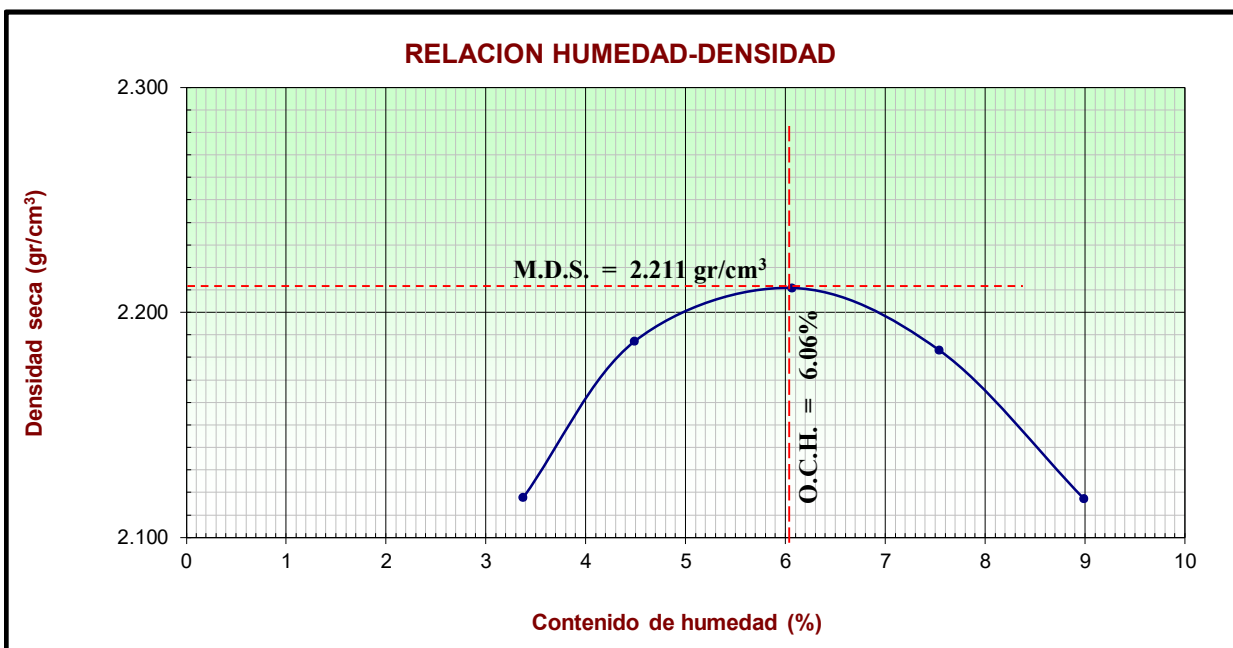
TESIS	: Mejora del desempeño de bases Suelo - Cemento mediante nanocompuestos tensioactivos catiónicos en la carretera PU-165 Caracoto - Huata, 2024.		
UBICACION	: Carretera PU-165 Caracoto - Huata		
TESISTA	: DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA		
ASESOR	: M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA	F. ENSAYO I. :	26-08-24
Cantera	: Huata	F. ENSAYO F. :	27-08-24

### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	CERRO HUATA	COORDENADAS UTM NORTE / ESTE:	8272892.0728 / 397418.6591
MUESTRA	M-1	DOSIFICACIÓN:	SUELO + 2 % CEMENTO + 0.03 % NLF + AGUA
PROF. (m)	5,00 m - 6,50 m		

METODO DE COMPACTACION : C

Peso suelo + molde	gr	10275.00	10480.00	10607.00	10613.00	10527.00
Peso molde	gr	5604.00	5604.00	5604.00	5604.00	5604.00
Peso suelo húmedo compacta	gr	4671.00	4876.00	5003.00	5009.00	4923.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2133.45	2133.45	2133.45	2133.45	2133.45
Peso volumétrico húmedo	gr	2.19	2.29	2.35	2.35	2.31
Recipiente N°		1	2	3	4	5
Peso del suelo húmedo+tara	gr	569.28	566.14	562.85	560.71	596.82
Peso del suelo seco + tara	gr	552.57	544.38	533.96	525.17	554.47
Tara	gr	57.42	59.76	57.41	53.65	83.40
Peso de agua	gr	16.71	21.76	28.89	35.55	42.35
Peso del suelo seco	gr	495.15	484.62	476.55	471.52	471.07
Contenido de agua	%	3.37	4.49	6.06	7.54	8.99
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.118	2.187	2.211	2.183	2.117
				Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		2.211
				Humedad óptima (%)		6.06



Observaciones:



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



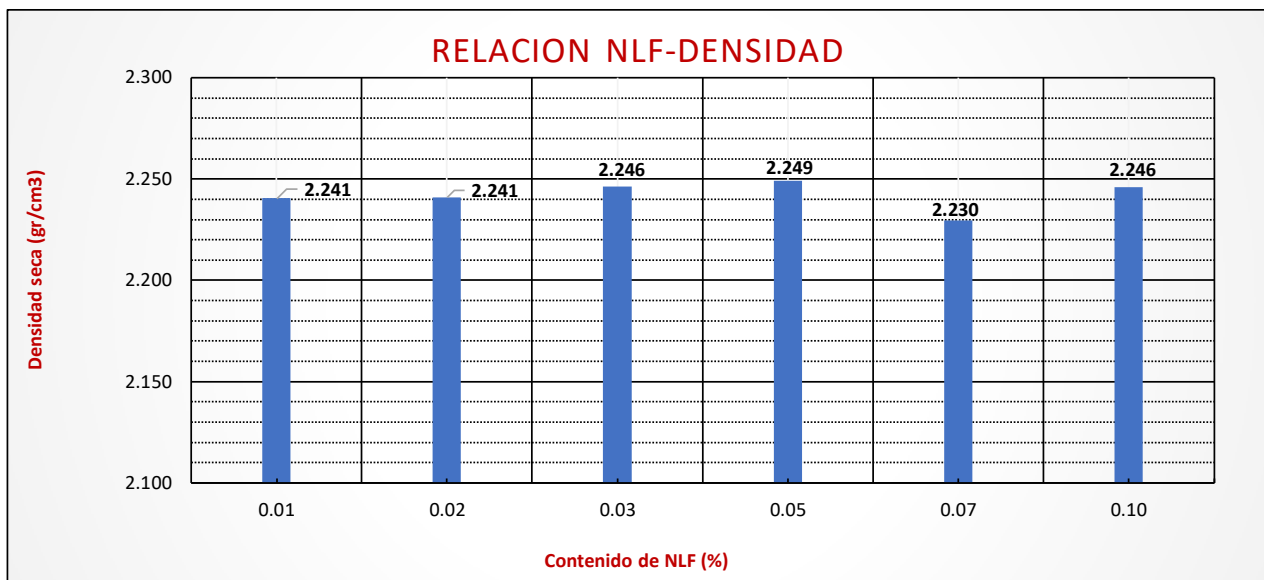
## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
TESIS	Mejora del desempeño de bases Suelo - Cemento mediante nanocompuestos tensioactivos catiónicos en la carretera PU-165 Caracoto - Huata, 2024.		
UBICACION	Carretera PU-165 Caracoto - Huata		
TESISTA	DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA		
ASESOR	M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA	F. ENSAYO I.:	03-09-24
Cantera	Huata	F. ENSAYO F.:	05-09-24

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	CERRO HUATA	COORDENADAS UTM NORTE / ESTE:	
MUESTRA	M-2	DOSIFICACIÓN: SUELO + 0.5% CEMENTO + % VARIABLE DE NLF + AGUA	
PROF. (m)	5,00 m - 6,50 m		

METODO DE COMPACTACION : C

Contenido de Aditivo NLF	%	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.10
Peso suelo + molde	gr	10673.00	10671.00	10683.00	10699.00	10655.00	10692.00
Peso molde	gr	5612.00	5612.00	5612.00	5612.00	5612.00	5612.00
Peso suelo húmedo compacta	gr	5061.00	5059.00	5071.00	5087.00	5043.00	5080.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2133.45	2133.45	2133.45	2133.45	2133.45	2133.45
Peso volumétrico húmedo	gr	2.37	2.37	2.38	2.38	2.36	2.38
Recipiente N°		1	2	3	4	5	6
Peso del suelo húmedo+tara	gr	573.71	569.79	557.77	569.14	563.74	564.83
Peso del suelo seco + tara	gr	545.21	541.73	529.91	540.21	535.59	537.11
Tara	gr	60.29	59.23	51.32	59.75	59.76	59.75
Peso de agua	gr	28.51	28.06	27.86	28.93	28.15	27.72
Peso del suelo seco	gr	484.92	482.50	478.59	480.46	475.83	477.36
Contenido de agua	%	5.88	5.82	5.82	6.02	6.02	6.02
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.241	2.241	2.246	2.249	2.230	2.246



Observaciones:



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

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

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : "MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO-CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSIOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA RUTA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024".

SOLICITANTE : DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA

DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE CANTERA + 0.0 % CEMENTO + 0.00 % ADITIVO

CANTERA : HUATA

MUESTRA : M - 01

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 15/01/2025

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		5		5		5	
		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	12754	12789	12238	12302	12244	12341
PESO DEL MOLDE	gr.	7699	7699	7386	7386	7538	7538
VOLÚMEN DE LA MUESTRA	cm3	2151	2151	2151	2151	2151	2151
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	5055	5090	4852	4916	4706	4803
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.350	2.366	2.256	2.285	2.188	2.233
TARRO N°		43	44	45	46	47	48
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	479.6	497.8	529.0	501.0	526.9	528.9
TARRO + SUELO SECO	gr.	455.0	469.0	501.6	469.5	499.7	492.1
PESO DEL TARRO	gr.	51.5	52.4	53.3	54.2	55.1	56.0
PESO DEL AGUA	gr.	24.61	28.75	27.35	31.56	27.25	36.77
PESO DEL SUELO SECO	gr.	403.45	416.615	448.29	415.285	444.61	436.135
HUMEDAD	%	6.10%	6.90%	6.10%	7.60%	6.13%	8.43%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	2.215	2.214	2.126	2.124	2.061	2.059

### ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
				15/01/25	09.00 AM.		00:00	0		0.00	0.00
16/01/25	09.00 AM.	24:00:00	15	0.38	0.30	22	0.56	0.45	34	0.87	0.69
17/01/25	09.00 AM.	48:00:00	22	0.56	0.44	33	0.84	0.66	48	1.23	0.97
18/01/25	09.00 AM.	72:00:00	30	0.77	0.61	46	1.16	0.91	63	1.60	1.26
19/01/25	09.00 AM.	96:00:00	34	0.86	0.68	50	1.28	1.01	74	1.89	1.49

### 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	188.9	188.9	9.5		121.7	121.7	6.2		84.7	84.7	4.3	
01:00	1.270	0.050	331.3	331.3	16.7		216.7	216.7	11.0		143.2	143.2	7.2	
01:30	1.900	0.075	513.0	513	25.9		334.1	334.1	16.9		228.3	228.3	11.5	
02:00	2.540	0.100	688.5	688.5	34.8		449.6	449.6	22.7		301.8	301.8	15.3	
03:00	3.810	0.150	1009.3	1009.3	51.0		656.8	656.8	33.2		443.8	443.8	22.4	
04:00	5.080	0.200	1337.9	1337.9	67.6		873.5	873.5	44.2		591.1	591.1	29.9	
05:00	6.350	0.250	1486.4	1486.35	75.1		959.7	959.7	48.5		669.7	669.7	33.9	
06:00	7.620	0.300	1634.8	1634.8	82.6		1045.9	1045.9	52.9		748.3	748.3	37.8	
08:00	10.160	0.400	1861.3	1861.3	94.1		1199.5	1199.5	60.6		810.2	810.2	41.0	
10:00	12.700	0.500	2049.3	2049.3	103.6		1351.3	1351.3	68.3		942.6	942.6	47.6	

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

  
  
 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 239714  
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

PROYECTO : "MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO-CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA RUTA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024".

SOLICITANTE : DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA

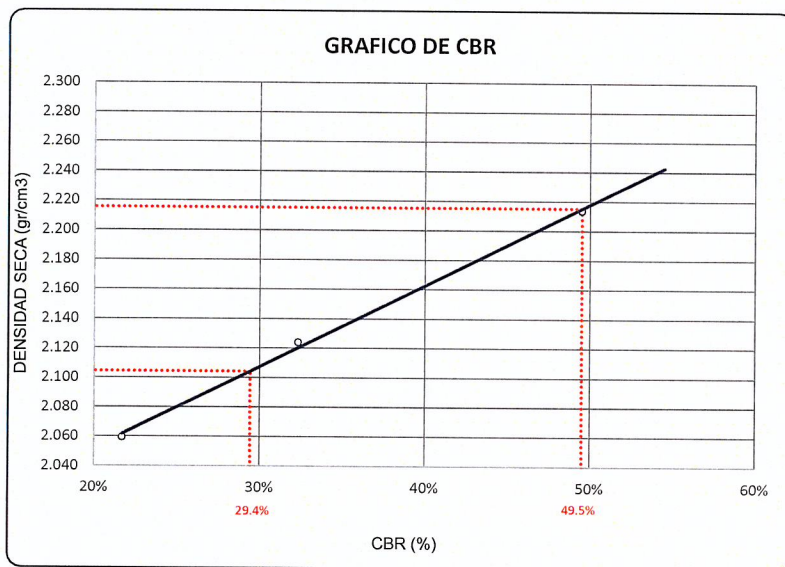
DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE CANTERA + 0.0 % CEMENTO + 0.00 % ADITIVO

CANTERA : HUATA

MUESTRA : M - 01

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 19/01/2025



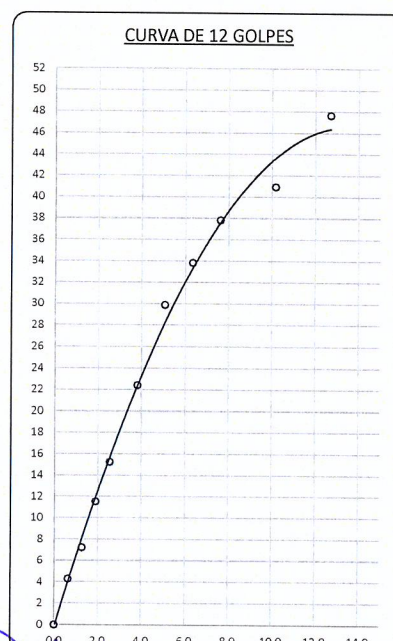
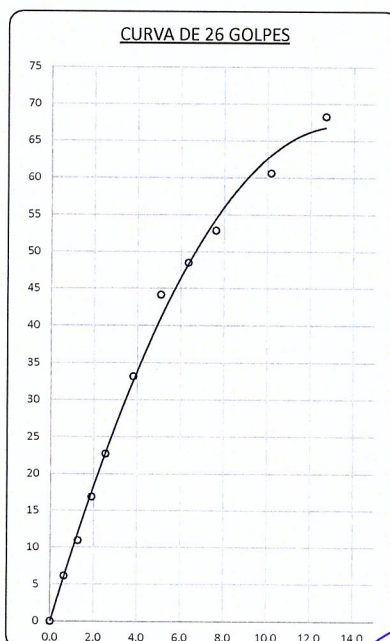
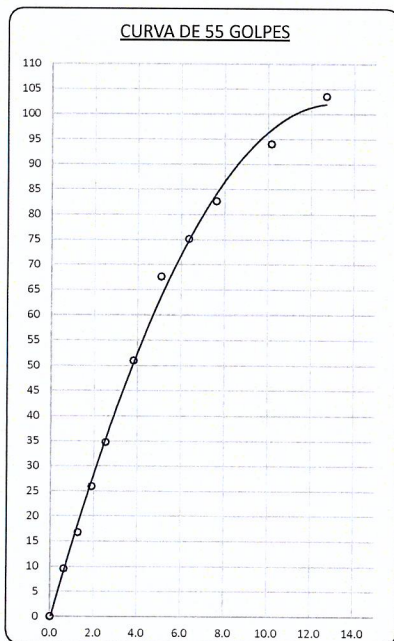
#### PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 0.1" AL 100% = 49.5%

C.B.R. 0.1" AL 95% = 29.4%

#### LEYENDA

— CURVA A 0.1"



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 239714  
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



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

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

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : "MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO-CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSIOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA RUTA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024".

SOLICITANTE : DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE CANTERA + 2.0 % CEMENTO + 0.00 % ADITIVO FECHA : 15/01/2025

CANTERA : HUATA

MUESTRA : M - 02

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.	12706	12739	12433	12494	12354	12443
PESO DEL MOLDE	gr.	7635	7635	7545	7545	7589	7589
VOLÚMEN DE LA MUESTRA	cm3	2151	2151	2151	2151	2151	2151
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	5071	5104	4888	4949	4765	4854
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.358	2.373	2.272	2.301	2.215	2.257
TARRO N°		43	44	45	46	47	48
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	421.0	456.1	485.2	481.6	445.7	506.4
TARRO + SUELO SECO	gr.	399.4	429.8	461.2	452.5	423.0	471.9
PESO DEL TARRO	gr.	51.5	52.4	53.3	54.2	55.1	56.0
PESO DEL AGUA	gr.	21.57	26.23	24.06	29.08	22.77	34.48
PESO DEL SUELO SECO	gr.	347.86	377.395	407.85	398.305	367.89	415.965
HUMEDAD	%	6.20%	6.95%	5.90%	7.30%	6.19%	8.29%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	2.220	2.219	2.146	2.144	2.086	2.084

### ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
15/01/25	09.00 AM.	00:00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
16/01/25	09.00 AM.	24:00:00	5	0.13	0.10	8	0.19	0.15	11	0.29	0.23
17/01/25	09.00 AM.	48:00:00	8	0.19	0.15	11	0.29	0.23	17	0.42	0.33
18/01/25	09.00 AM.	72:00:00	10	0.26	0.20	15	0.38	0.30	22	0.55	0.43
19/01/25	09.00 AM.	96:00:00	12	0.30	0.24	17	0.42	0.33	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	2582.0	2582	130.5		590.0	590	29.8		950.0	950	48.0	
01:00	1.270	0.050	4800.0	4800	242.6		3270.0	3270	165.3		2760.0	2760	139.5	
01:30	1.900	0.075	5853.7	5853.7	295.9		4000.0	4000	202.2		3300.0	3300	166.8	
02:00	2.540	0.100	6498.5	6498.5	328.5		4772.0	4772	241.2		3860.0	3860	195.1	
03:00	3.810	0.150	9584.6	9584.6	484.5		5832.3	5832.3	294.8		4115.0	4115	208.0	
04:00	5.080	0.200	10812.8	10812.8	546.6		8131.8	8131.8	411.0		6481.3	6481.3	327.6	
05:00	6.350	0.250	14333.5	14333.45	724.5		8663.6	8663.55	437.9		7188.8	7188.75	363.4	
06:00	7.620	0.300	16054.1	16054.1	811.5		9595.3	9595.3	485.0		7596.2	7596.2	384.0	
08:00	10.160	0.400	17474.3	17474.3	883.3		10846.8	10846.8	548.3		8089.9	8089.9	408.9	

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Yoel Choque Guzman  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 239714  
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

PAGINA :

PROYECTO : "MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO-CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA RUTA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024".

SOLICITANTE : DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA

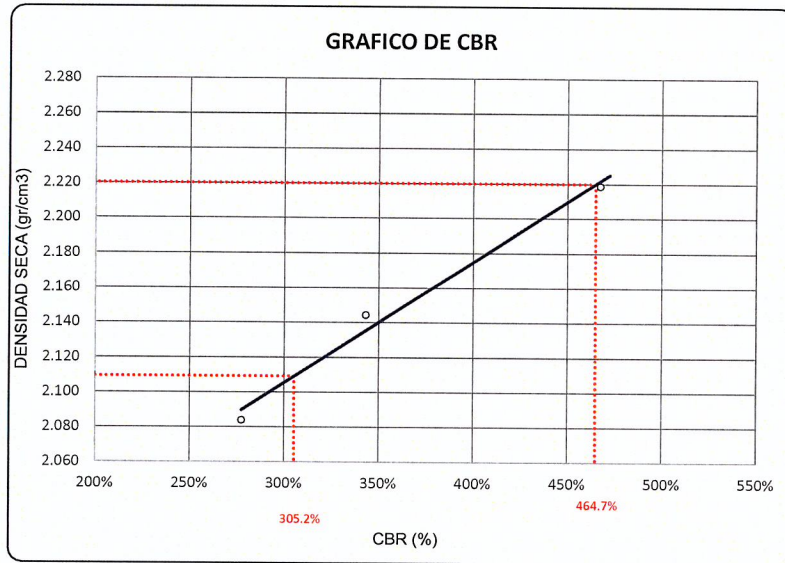
DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE CANTERA + 2.0 % CEMENTO + 0.00 % ADITIVO

CANTERA : HUATA

MUESTRA : M - 02

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 19/01/2025



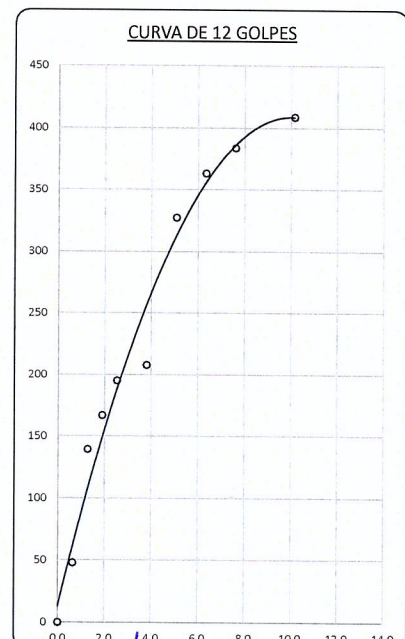
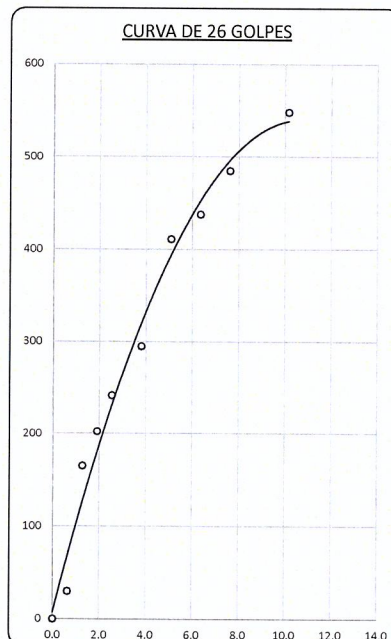
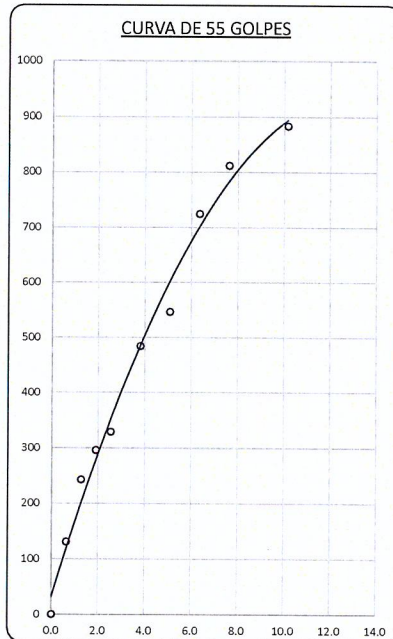
#### PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 0.1" AL 100% = 464.7%

C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S. = 305.2%

#### LEYENDA

— CURVA A 0.1"



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 239714  
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

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

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : "MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO-CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSIOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA RUTA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024".

SOLICITANTE : DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE CANTERA + 1.5 % CEMENTO + 0.00 % ADITIVO

FECHA : 15/01/2025

CANTERA : HUATA

MUESTRA : M - 03

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.	12475	12505	12441	12497	11935	12008
PESO DEL MOLDE	gr.	7496	7496	7635	7635	7235	7235
VOLÚMEN DE LA MUESTRA	cm3	2125	2125	2124	2124	2127	2127
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4979	5009	4806	4862	4700	4773
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.343	2.357	2.263	2.289	2.210	2.244
TARRO N°		13	14	15	16	17	18
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	394.9	410.0	439.8	475.1	432.5	411.4
TARRO + SUELO SECO	gr.	373.5	386.2	416.5	444.8	409.5	383.3
PESO DEL TARRO	gr.	34.5	45.6	46.7	46.2	46.1	45.5
PESO DEL AGUA	gr.	21.36	23.84	23.3	30.29	22.97	28.1
PESO DEL SUELO SECO	gr.	339.05	340.62	369.77	398.61	363.4	337.77
HUMEDAD	%	6.30%	7.00%	6.30%	7.60%	6.32%	8.32%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	2.204	2.203	2.129	2.127	2.078	2.072

## ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
15/01/25	09.00 AM.	00:00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
16/01/25	09.00 AM.	24:00:00	6	0.14	0.11	8	0.20	0.16	12	0.30	0.24
17/01/25	09.00 AM.	48:00:00	8	0.20	0.16	12	0.29	0.23	17	0.43	0.34
18/01/25	09.00 AM.	72:00:00	10	0.26	0.21	16	0.40	0.31	23	0.57	0.45
19/01/25	09.00 AM.	96:00:00	12	0.31	0.25	18	0.46	0.36	25	0.64	0.51

## 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	4201.0	4201	212.4		2034.0	2034	102.8		1282.0	1282	64.8	
01:00	1.270	0.050	5003.0	5003	252.9		3505.0	3505	177.2		1770.0	1770	89.5	
01:30	1.900	0.075	5851.2	5851.2	295.8		4234.0	4234	214.0		2168.0	2168	109.6	
02:00	2.540	0.100	6501.3	6501.3	328.6		4622.0	4622	233.6		2384.0	2384	120.5	
03:00	3.810	0.150	9572.6	9572.6	483.9		6488.0	6488	328.0		3015.0	3015	152.4	
04:00	5.080	0.200	12590.6	12590.6	636.4		8211.8	8211.8	415.1		3352.0	3352	169.4	
05:00	6.350	0.250	14074.5	14074.5	711.4		9130.0	9129.95	461.5		3731.0	3731	188.6	
06:00	7.620	0.300	15558.4	15558.4	786.5		10048.1	10048.1	507.9		4340.3	4340.3	219.4	
08:00	10.160	0.400	17398.8	17398.8	879.5		11058.1	11058.1	559.0		4448.3	4448.3	224.9	

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 239714  
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

**PROYECTO** : "MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO-CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA RUTA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024".

**SOLICITANTE** : DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA

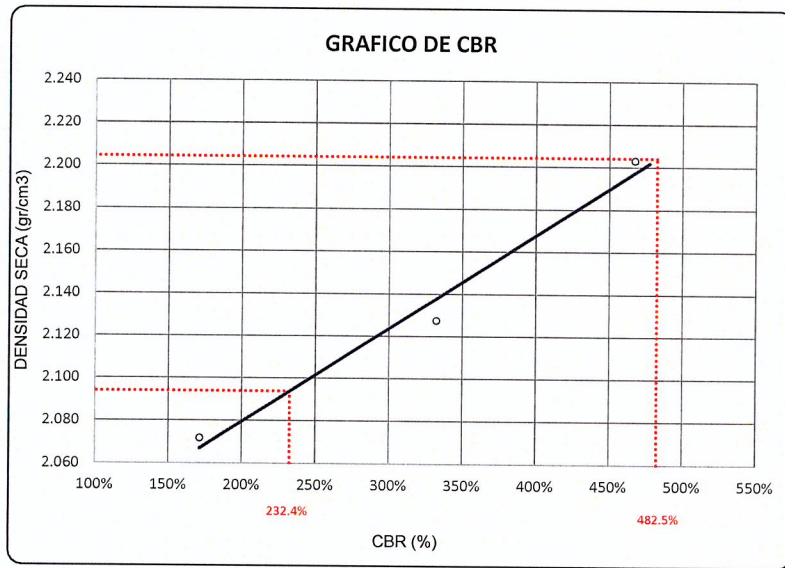
**DESCRIPCIÓN** : MATERIAL DE CANTERA + 1.5 % CEMENTO + 0.00 % ADITIVO

**CANTERA** : HUATA

**MUESTRA** : M - 03

**UBICACIÓN** : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

**FECHA** : 19/01/2025



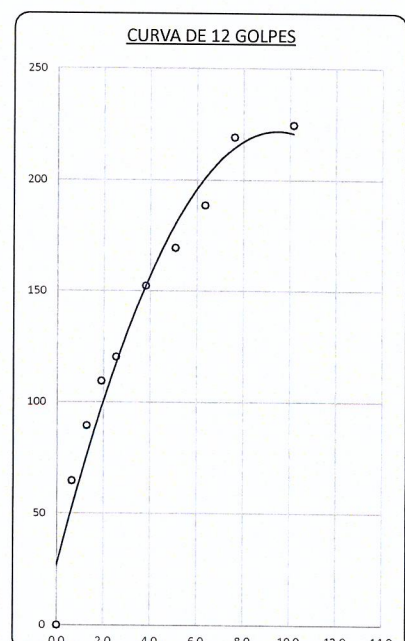
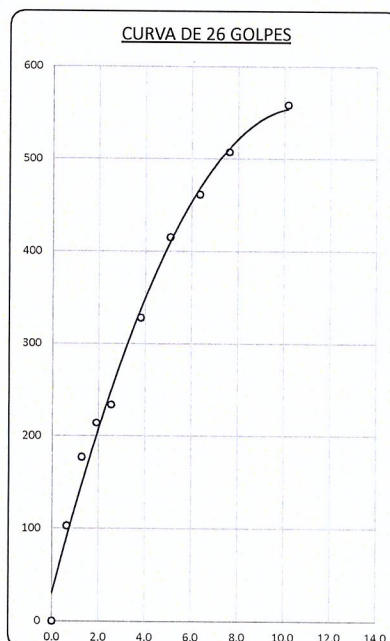
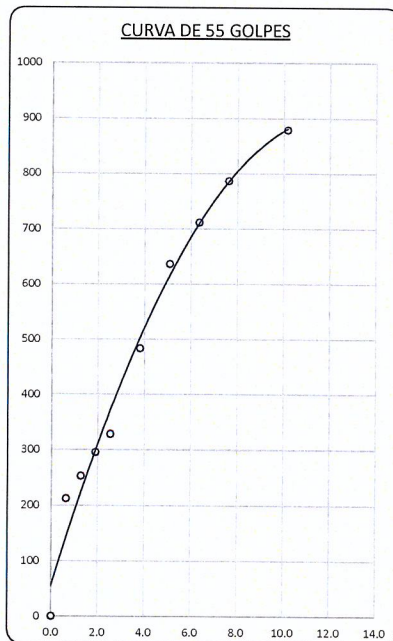
#### PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 0.1" AL 100% = 482.5%

C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S. = 232.4%

#### LEYENDA

— CURVA A 0.1"



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 239714  
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

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

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : "MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO-CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSIOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA RUTA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024".

SOLICITANTE : DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE CANTERA + 1.5 % CEMENTO + 0.03 % ADITIVO

FECHA : 15/01/2025

CANTERA : HUATA

MUESTRA : M - 04

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.	12631	12664	12424	12484	11902	11991
PESO DEL MOLDE	gr.	7563	7563	7536	7536	7153	7153
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm <sup>3</sup>	2151	2151	2151	2151	2151	2151
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	5068	5101	4888	4948	4749	4838
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm <sup>3</sup>	2.356	2.371	2.272	2.300	2.208	2.249
TARRO N°		37	38	39	40	41	42
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	426.4	422.9	417.6	414.5	445.9	433.0
TARRO + SUELO SECO	gr.	406.2	400.4	399.4	391.8	424.8	405.5
PESO DEL TARRO	gr.	46.5	46.8	48.6	48.6	49.8	50.7
PESO DEL AGUA	gr.	20.14	22.46	18.24	22.65	21.15	27.46
PESO DEL SUELO SECO	gr.	359.7	353.63	350.77	343.24	375	354.845
HUMEDAD	%	5.60%	6.35%	5.20%	6.60%	5.64%	7.74%
DENSIDAD SECA	gr./cm <sup>3</sup>	2.231	2.230	2.160	2.158	2.090	2.088

## ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
15/01/25	09.00 AM.	00:00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
16/01/25	09.00 AM.	24:00:00	5	0.12	0.09	7	0.17	0.14	11	0.27	0.21
17/01/25	09.00 AM.	48:00:00	7	0.18	0.14	10	0.25	0.19	16	0.40	0.31
18/01/25	09.00 AM.	72:00:00	9	0.23	0.18	13	0.34	0.27	22	0.55	0.44
19/01/25	09.00 AM.	96:00:00	11	0.27	0.21	16	0.40	0.31	25	0.62	0.49

## PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pu/g.												
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	3760.0	3760	190.1		2137.0	2137	108.0		649.0	649	32.8	
01:00	1.270	0.050	4835.0	4835	244.4		3434.0	3434	173.6		1657.0	1657	83.8	
01:30	1.900	0.075	5327.8	5327.8	269.3		4316.0	4316	218.2		2000.0	2000	101.1	
02:00	2.540	0.100	5798.4	5798.4	293.1		4490.0	4490	227.0		2241.0	2241	113.3	
03:00	3.810	0.150	8537.3	8537.3	431.5		5987.4	5987.4	302.7		2544.0	2544	128.6	
04:00	5.080	0.200	10304.9	10304.9	520.9		7852.4	7852.4	396.9		2804.0	2804	141.7	
05:00	6.350	0.250	12559.1	12559.05	634.8		8421.8	8421.75	425.7		3114.0	3114	157.4	
06:00	7.620	0.300	14813.2	14813.2	748.8		9391.1	9391.1	474.7		3326.2	3326.2	168.1	
08:00	10.160	0.400	15325.7	15325.7	774.7		10663.8	10663.8	539.0		3637.9	3637.9	183.9	

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Yoel Choque Guzman  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 239714  
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

PROYECTO : "MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO-CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA RUTA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024".

SOLICITANTE : DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA

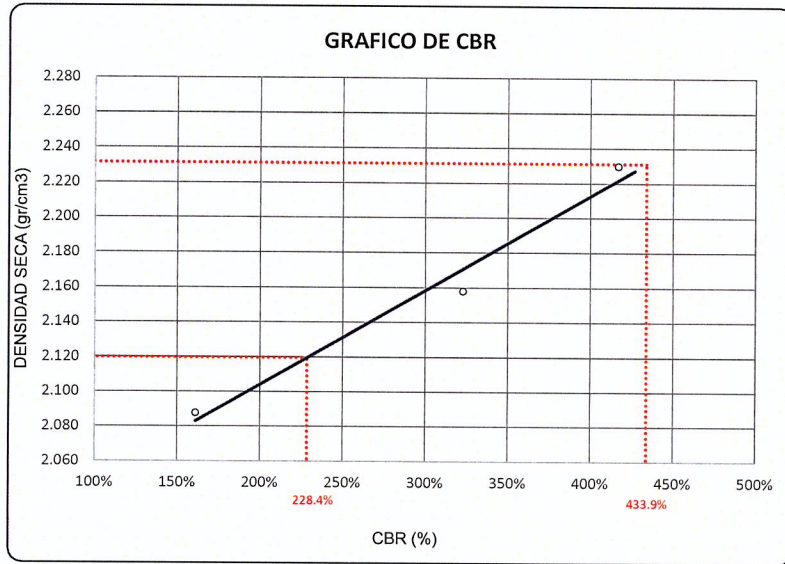
DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE CANTERA + 1.5 % CEMENTO + 0.03 % ADITIVO

CANTERA : HUATA

MUESTRA : M - 04

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 19/01/2025



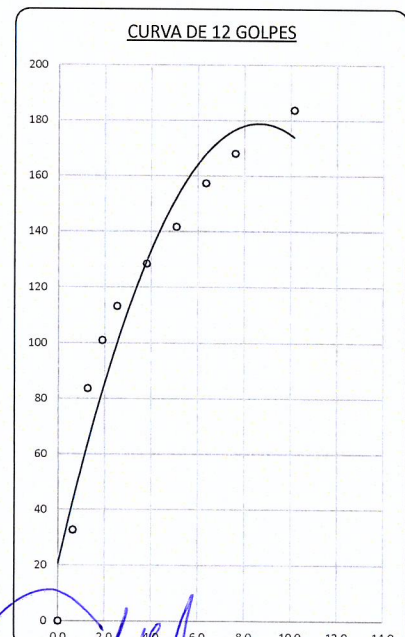
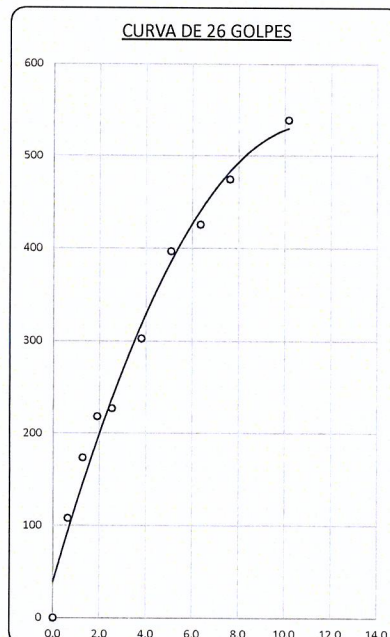
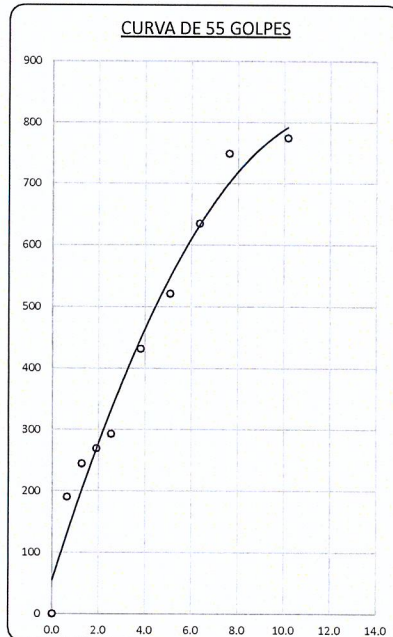
#### PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 0.1" AL 100% = 433.9%

C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S. = 228.4%

#### LEYENDA

— CURVA A 0.1"



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 239714  
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

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

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : "MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO-CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSIOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA RUTA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024".

SOLICITANTE : DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE CANTERA + 1.5 % CEMENTO + 0.05 % ADITIVO

FECHA : 20/01/2025

CANTERA : HUATA

MUESTRA : M - 05

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.	12769	12802	12335	12396	12291	12381
PESO DEL MOLDE	gr.	7699	7699	7386	7386	7538	7538
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm3	2151	2151	2151	2151	2151	2151
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	5070	5103	4949	5010	4753	4843
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.357	2.372	2.301	2.329	2.210	2.252
TARRO N°		30	31	32	33	34	35
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	435.6	442.2	438.9	439.1	457.5	420.6
TARRO + SUELO SECO	gr.	414.8	418.5	415.8	411.3	435.5	393.7
PESO DEL TARRO	gr.	46.6	47.2	46.8	48.7	46.5	46.2
PESO DEL AGUA	gr.	20.8	23.76	23.06	27.74	21.98	26.93
PESO DEL SUELO SECO	gr.	368.18	371.28	369.01	362.64	389.08	347.45
HUMEDAD	%	5.65%	6.40%	6.25%	7.65%	5.65%	7.75%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	2.231	2.230	2.165	2.164	2.092	2.090

**ENSAYO EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
20/01/25	09.00 AM.	00:00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
21/01/25	09.00 AM.	24:00:00	5	0.13	0.10	7	0.19	0.15	12	0.30	0.23
22/01/25	09.00 AM.	48:00:00	7	0.19	0.15	11	0.27	0.21	16	0.42	0.33
23/01/25	09.00 AM.	72:00:00	10	0.25	0.20	15	0.38	0.30	22	0.55	0.44
24/01/25	09.00 AM.	96:00:00	11	0.27	0.22	18	0.45	0.35	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	2490.0	2490	125.9		2527.0	2527	127.7		1143.0	1143	57.8	
01:00	1.270	0.050	4897.0	4897	247.5		3696.0	3696	186.8		1570.0	1570	79.4	
01:30	1.900	0.075	5298.7	5298.7	267.8		4443.0	4443	224.6		1833.0	1833	92.7	
02:00	2.540	0.100	6062.0	6062	306.4		4677.0	4677	236.4		2041.0	2041	103.2	
03:00	3.810	0.150	8540.7	8540.7	431.7		5821.3	5821.3	294.3		2387.0	2387	120.7	
04:00	5.080	0.200	11225.7	11225.7	567.4		7747.6	7747.6	391.6		2645.0	2645	133.7	
05:00	6.350	0.250	12653.9	12653.9	639.6		8958.4	8958.35	452.8		2911.0	2911	147.1	
06:00	7.620	0.300	14082.1	14082.1	711.8		9669.1	9669.1	488.8		3200.0	3200	161.8	
08:00	10.160	0.400	15892.1	15892.1	803.3		10116.2	10116.2	511.4		3594.1	3594.1	181.7	

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 239714  
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

PROYECTO : "MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO-CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA RUTA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024".

SOLICITANTE : DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA

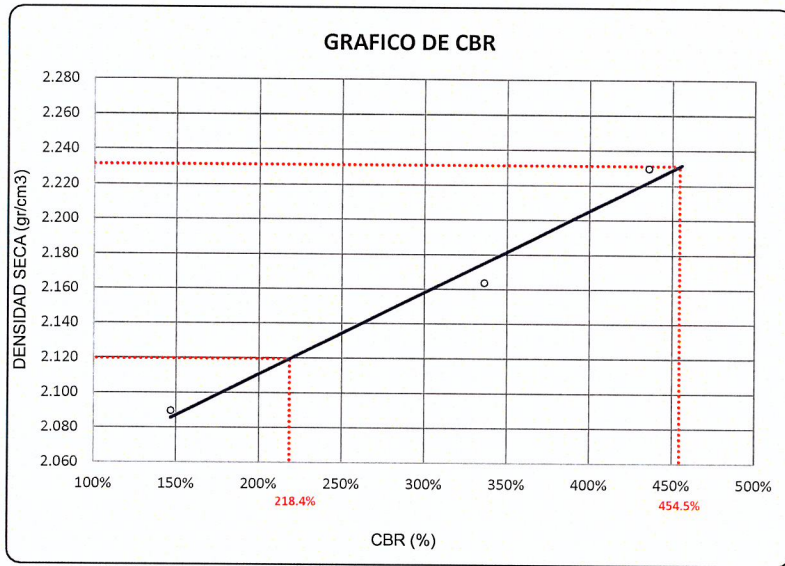
DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE CANTERA + 1.5 % CEMENTO + 0.05 % ADITIVO

CANTERA : HUATA

MUESTRA : M - 05

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 24/01/2025



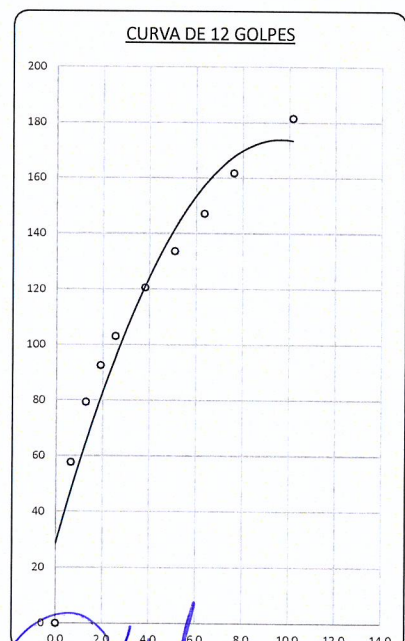
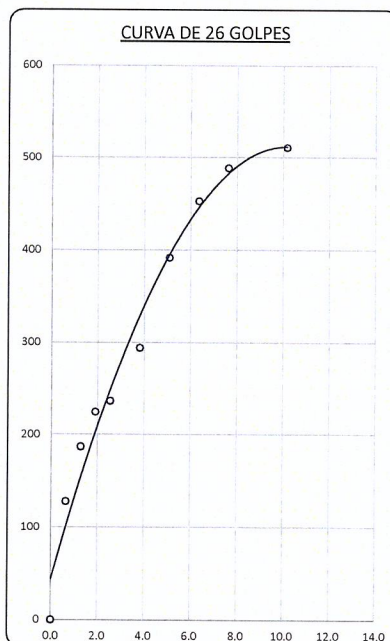
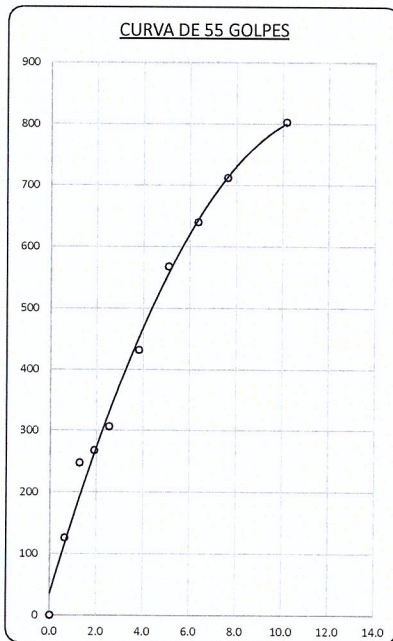
#### PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 0.1" AL 100% = 454.5%

C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S. = 218.4%

#### LEYENDA

— CURVA A 0.1"



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 239714  
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

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

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : "MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO-CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSIOSACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA RUTA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024".

SOLICITANTE : DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE CANTERA + 1.5 % CEMENTO + 0.07 % ADITIVO

FECHA : 20/01/2025

CANTERA : HUATA

MUESTRA : M - 06

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.	12706	12738	12435	12494	12362	12452
PESO DEL MOLDE	gr.	7635	7635	7545	7545	7589	7589
VOLÚMEN DE LA MUESTRA	cm3	2151	2151	2151	2151	2151	2151
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	5071	5103	4890	4949	4773	4863
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.358	2.372	2.273	2.301	2.219	2.261
TARRO N°		3	4	5	6	7	8
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	515.2	445.0	423.9	505.8	438.7	479.5
TARRO + SUELO SECO	gr.	490.0	421.0	404.8	477.0	417.7	448.1
PESO DEL TARRO	gr.	45.9	46.9	47.9	46.8	46.0	43.0
PESO DEL AGUA	gr.	25.14	23.98	19.13	28.86	20.97	31.36
PESO DEL SUELO SECO	gr.	444.1	374.08	356.91	430.15	371.74	405.14
HUMEDAD	%	5.66%	6.41%	5.36%	6.71%	5.64%	7.74%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	2.231	2.229	2.158	2.156	2.100	2.098

### ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
20/01/25	09.00 AM.	00:00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
21/01/25	09.00 AM.	24:00:00	4	0.10	0.08	6	0.14	0.11	9	0.22	0.17
22/01/25	09.00 AM.	48:00:00	6	0.14	0.11	8	0.20	0.16	13	0.33	0.26
23/01/25	09.00 AM.	72:00:00	8	0.19	0.15	11	0.28	0.22	18	0.45	0.36
24/01/25	09.00 AM.	96:00:00	9	0.22	0.18	13	0.32	0.25	20	0.50	0.39

### 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	4171.0	4171	210.8		1695.0	1695	85.7		450.0	450	22.7	
01:00	1.270	0.050	5000.0	5000	252.7		2172.0	2172	109.8		778.0	778	39.3	
01:30	1.900	0.075	5582.4	5582.4	282.2		2545.0	2545	128.6		1184.0	1184	59.8	
02:00	2.540	0.100	6040.7	6040.7	305.3		2969.0	2969	150.1		1423.0	1423	71.9	
03:00	3.810	0.150	8071.1	8071.1	408.0		3635.0	3635	183.7		1883.0	1883	95.2	
04:00	5.080	0.200	10795.1	10795.1	545.7		4237.0	4237	214.2		2202.0	2202	111.3	
05:00	6.350	0.250	12270.3	12270.3	620.2		4679.0	4679	236.5		2434.0	2434	123.0	
06:00	7.620	0.300	14745.6	14745.6	745.4		5699.5	5699.5	288.1		2586.6	2586.6	130.7	
08:00	10.160	0.400	16275.4	16275.4	822.7		6891.7	6891.7	348.4		2761.6	2761.6	139.6	

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Yoel Choque Guzman  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 239714  
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

PROYECTO : "MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO-CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA RUTA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024".

SOLICITANTE : DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA

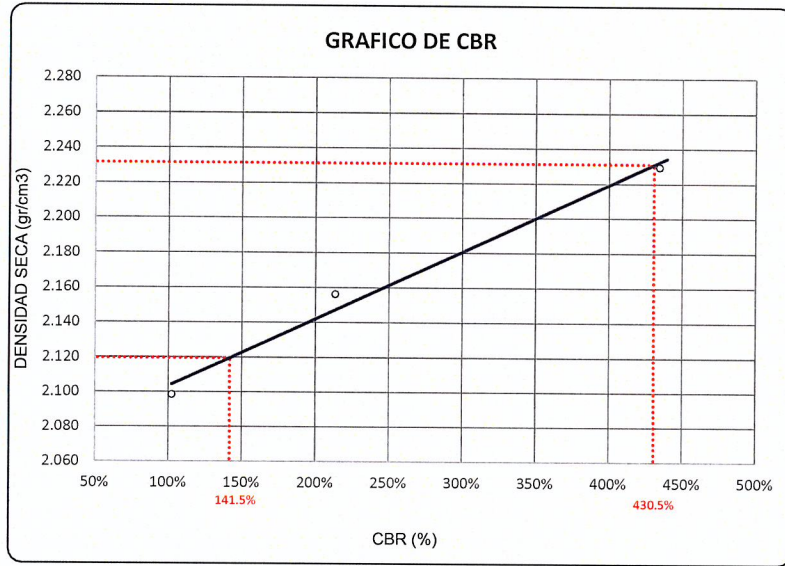
DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE CANTERA + 1.5 % CEMENTO + 0.07 % ADITIVO

CANTERA : HUATA

MUESTRA : M - 06

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 24/01/2025



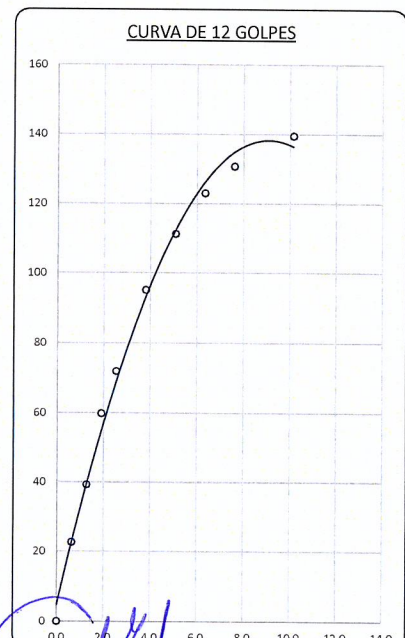
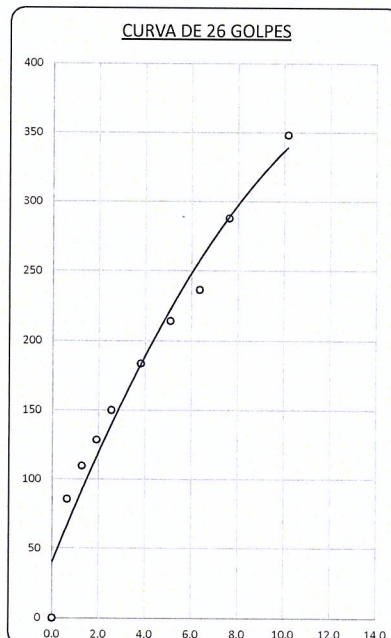
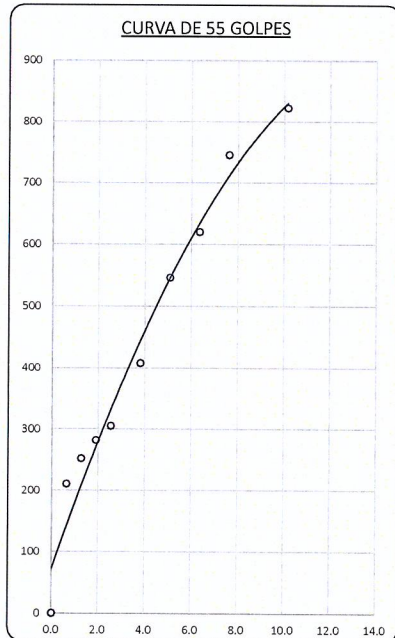
#### PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 0.1" AL 100% = 430.5%

C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S. = 141.5%

#### LEYENDA

— CURVA A 0.1"



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 239714  
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



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

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

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : "MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO-CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSIOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA RUTA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024".

SOLICITANTE : DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE CANTERA + 1.5 % CEMENTO + 0.10 % ADITIVO FECHA : 20/01/2025

CANTERA : HUATA

MUESTRA : M - 07

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	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	12498	12528	12392	12449	12223	12306
PESO DEL MOLDE	gr.	7492	7492	7543	7543	7508	7508
VOLÚMEN DE LA MUESTRA	cm3	2125	2125	2124	2124	2127	2127
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	5006	5036	4849	4906	4715	4798
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.356	2.370	2.283	2.310	2.217	2.256
TARRO N°		37	38	39	40	41	42
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	413.0	457.2	426.7	391.5	512.6	495.6
TARRO + SUELO SECO	gr.	393.6	432.9	408.7	371.2	487.9	464.0
PESO DEL TARRO	gr.	46.5	46.8	48.6	48.6	49.8	50.7
PESO DEL AGUA	gr.	19.43	24.32	18	20.33	24.71	31.58
PESO DEL SUELO SECO	gr.	347.02	386.04	360.04	322.62	438.14	413.365
HUMEDAD	%	5.60%	6.30%	5.00%	6.30%	5.64%	7.64%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	2.231	2.229	2.174	2.173	2.098	2.096

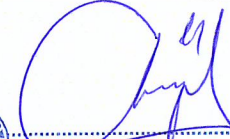

### ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
20/01/25	09.00 AM.	00:00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
21/01/25	09.00 AM.	24:00:00	4	0.10	0.08	6	0.14	0.11	8	0.21	0.17
22/01/25	09.00 AM.	48:00:00	6	0.15	0.12	8	0.20	0.16	13	0.32	0.25
23/01/25	09.00 AM.	72:00:00	8	0.21	0.16	11	0.27	0.21	17	0.44	0.35
24/01/25	09.00 AM.	96:00:00	9	0.24	0.19	12	0.30	0.24	20	0.51	0.40

### 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	3488.0	3488	176.3		3040.0	3040	153.7		366.0	366	18.5	
01:00	1.270	0.050	4872.0	4872	246.3		4347.0	4347	219.7		1275.0	1275	64.4	
01:30	1.900	0.075	5172.1	5172.1	261.4		4813.0	4813	243.3		1589.0	1589	80.3	
02:00	2.540	0.100	5987.4	5987.4	302.7		4915.5	4915.5	248.5		1782.0	1782	90.1	
03:00	3.810	0.150	7203.6	7203.6	364.1		5409.8	5409.8	273.5		2099.0	2099	106.1	
04:00	5.080	0.200	10807.5	10807.5	546.3		6381.6	6381.6	322.6		2333.0	2333	117.9	
05:00	6.350	0.250	11888.3	11888.3	600.9		7042.4	7042.35	356.0		2625.0	2625	132.7	
06:00	7.620	0.300	12569.1	12569.1	635.3		7503.1	7503.1	379.3		2702.9	2702.9	136.6	
08:00	10.160	0.400	13814.1	13814.1	698.3		7972.9	7972.9	403.0		2864.6	2864.6	144.8	

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

  
  
 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 239714  
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORT



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA :

RUC - 20606762357

PROYECTO : "MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO-CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA RUTA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024".

SOLICITANTE : DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA

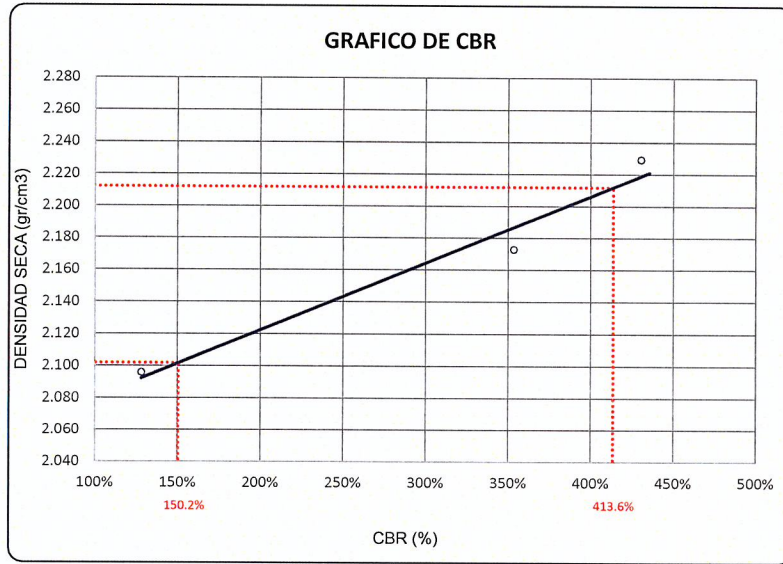
DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE CANTERA + 1.5 % CEMENTO + 0.10 % ADITIVO

CANTERA : HUATA

MUESTRA : M - 07

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 24/01/2025



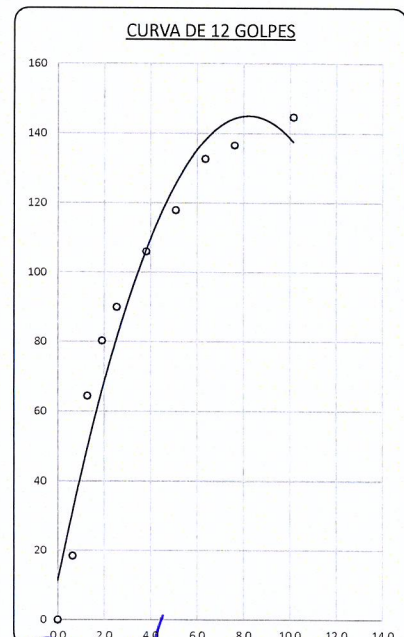
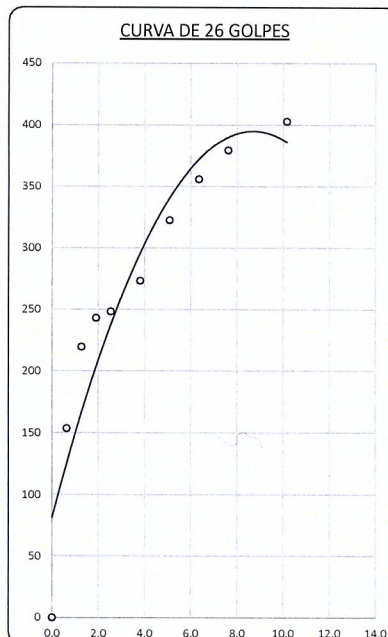
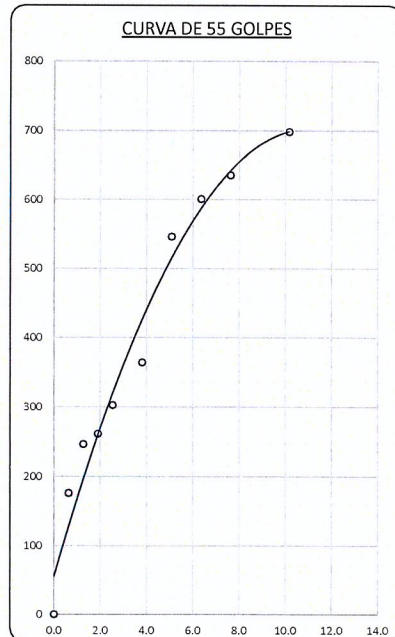
#### PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 0.1" AL 100% = 413.6%

C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S. = 150.2%

#### LEYENDA

— CURVA A 0.1"



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 239714  
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTF



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

PAGINA :

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

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : "MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO-CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSIÓACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA RUTA PU-195 CARACOTO - HUATA, 2024".

SOLICITANTE : DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE CANTERA + 2.0 % CEMENTO + 0.03 % ADITIVO

FECHA : 20/01/2025

CANTERA : HUATA

MUESTRA : M - 08

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	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	12604	12634	12487	12543	11894	11978
PESO DEL MOLDE	gr.	7563	7563	7536	7536	7153	7153
VOLÚMEN DE LA MUESTRA	cm3	2151	2151	2151	2151	2151	2151
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	5041	5071	4951	5007	4741	4825
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.344	2.358	2.302	2.328	2.204	2.243
TARRO N°		6	7	8	9	10	11
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	493.0	468.1	511.1	401.5	474.3	452.4
TARRO + SUELO SECO	gr.	467.8	441.6	483.0	376.1	450.0	422.0
PESO DEL TARRO	gr.	46.8	46.0	43.0	46.4	49.0	45.8
PESO DEL AGUA	gr.	25.26	26.51	28.16	25.39	24.34	30.36
PESO DEL SUELO SECO	gr.	420.94	395.6	440.02	329.68	400.96	376.21
HUMEDAD	%	6.00%	6.70%	6.40%	7.70%	6.07%	8.07%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	2.211	2.209	2.163	2.161	2.078	2.076

ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
20/01/25	09.00 AM.	00:00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
21/01/25	09.00 AM.	24:00:00	4	0.11	0.09	6	0.16	0.13	10	0.26	0.20
22/01/25	09.00 AM.	48:00:00	6	0.15	0.12	9	0.24	0.19	15	0.38	0.30
23/01/25	09.00 AM.	72:00:00	8	0.21	0.16	13	0.32	0.25	20	0.50	0.39
24/01/25	09.00 AM.	96:00:00	9	0.24	0.19	14	0.36	0.28	22	0.56	0.44

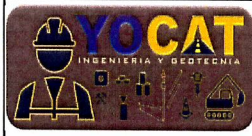
PENETRACIÓN

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	3940.0	3940	199.2		3270.0	3270	165.3		1233.0	1233	62.3	
01:00	1.270	0.050	4900.0	4900	247.7		4864.0	4864	245.9		1951.0	1951	98.6	
01:30	1.900	0.075	5106.1	5106.1	258.1		5062.2	5062.2	255.9		2404.0	2404	121.5	
02:00	2.540	0.100	5901.4	5901.4	298.3		5138.6	5138.6	259.7		2693.0	2693	136.1	
03:00	3.810	0.150	8684.7	8684.7	439.0		5667.2	5667.2	286.5		3217.0	3217	162.6	
04:00	5.080	0.200	11411.6	11411.6	576.8		7410.1	7410.1	374.6		3565.0	3565	180.2	
05:00	6.350	0.250	12824.4	12824.4	648.3		8352.9	8352.85	422.2		3931.0	3931	198.7	
06:00	7.620	0.300	14237.2	14237.2	719.7		9295.6	9295.6	469.9		4021.1	4021.1	203.3	
08:00	10.160	0.400	16275.4	16275.4	822.7		10578.2	10578.2	534.7		4152.2	4152.2	209.9	

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 239714  
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA :

RUC - 20606762357

PROYECTO : "MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO-CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA RUTA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024".

SOLICITANTE : DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA

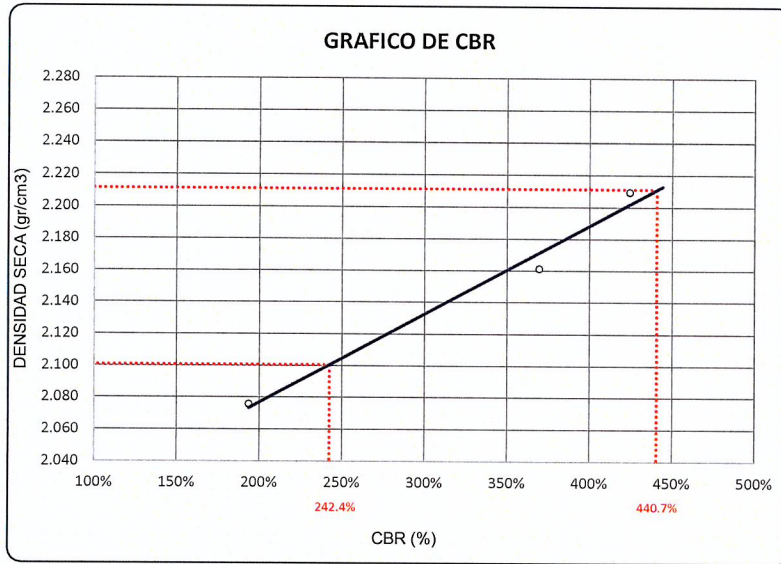
DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE CANTERA + 2.0 % CEMENTO + 0.03 % ADITIVO

CANTERA : HUATA

MUESTRA : M - 08

UBICACIÓN : CARACOTO - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 24/01/2025



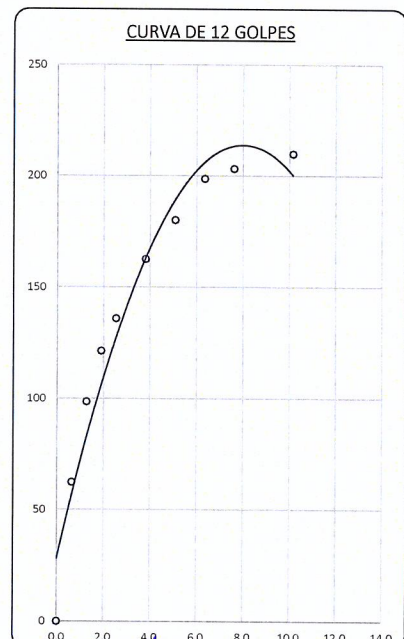
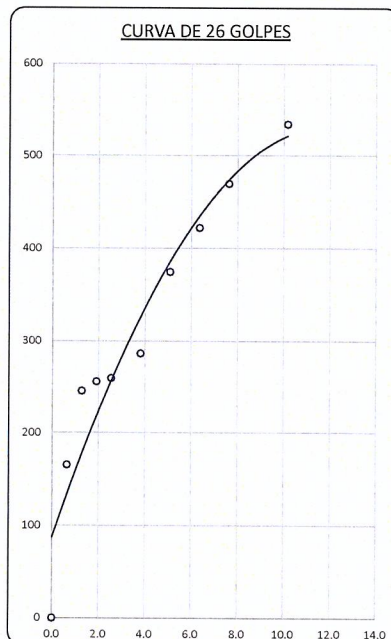
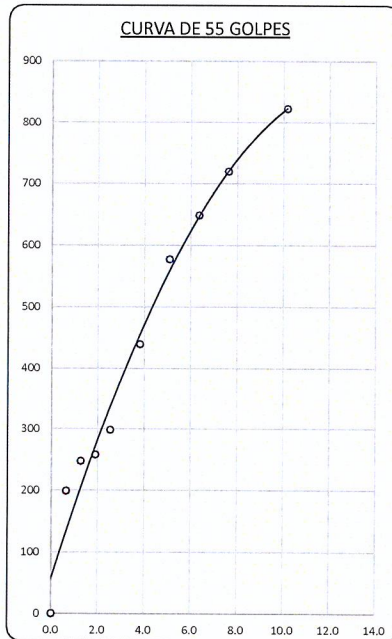
#### PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 0.1" AL 100% = 440.7%

C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S. = 242.4%

#### LEYENDA

— CURVA A 0.1"



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 239714  
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE











UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO COMPACTADAS  
(MTC E 1104 - REFERENCIA ASTM D 559)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
TESIS : MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO - CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024.
UBICACION : CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA
TESISTA : DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA
ASESOR : M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA
CANTERA : HUATA
F. ENSAYO I : 19/09/2024
F. ENSAYO F : 28/10/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA : CERRO HUATA	COORDENADAS UTM NORTE / ESTE: 8272892.0728 / 397418.6591
PROF. (m) : 5,00 m - 6,50 m	

DOSIFICACIÓN : SUELO + AGUA + 2.0% CEMENTO

DATOS DE PESO VOLUMETRICO SECO - ESPÉCIMEN 5A

CÓDIGO DE ESPÉCIMEN	TARA	PESO DE TARA (gr)	TARA + MUESTRA HUMEDA (gr)	TARA + MUESTRA SECA (gr)	PESO DEL AGUA (gr)	PESO DEL SUELO SECO (gr)	CONTENIDO DE AGUA (%)	DIÁMETRO DE BRIQUETA (cm)	ALTURA DE BRIQUETA (cm)	VOLUMEN DE BRIQUETA (cm3)	PESO DE BRIQUETA (kg)	PESO VOLUMETRICO HUMEDO (kg/cm3)	PESO VOLUMETRICO SECO (Kg/cm3)
5A	DR-04	58.37	407.97	391.08	16.89	332.71	5.08	10.17	11.79	957.74	2166.00	2.26	2.15

CAMBIO DE VOLUMEN Y HUMEDAD - ESPÉCIMEN 5A

FECHA DE CICLO	N° DE CICLO	DESPUES DE ESTAR SUMERGIDO 5 HORAS EN AGUA					DESPUES DE ESTAR POR 48 HORAS EN EL HORNO A 71°C					Variación de Contenido de Humedad (%)	
		Diámetro (cm)	Altura (cm)	Volumen (cm)	(*) % de variación de volumen	Peso (gr)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Volumen (cm3)	(*) % de variación de volumen	Peso (gr)		
30/09/2024	1	10.35	11.79	991.9	-3.57	2206	10.18	11.80	960.4	-0.28	2165		1.9
02/10/2024	2	10.17	11.80	958.6	-0.09	2207	10.17	11.79	957.7	0.00	2113	2.40	4.4
04/10/2024	3	10.20	11.78	962.6	-0.51	2199	10.17	11.79	957.7	0.00	2096	3.19	4.9
09/10/2024	4	10.11	11.79	946.5	1.18	2193	10.20	11.80	964.2	-0.68	2119	2.12	3.5
11/10/2024	5	10.17	11.79	957.7	0.00	2184	10.19	11.80	962.3	-0.48	2141	1.11	2.0
14/10/2024	6	10.18	11.81	961.3	-0.37	2160	10.18	11.83	962.9	-0.54	2135	1.39	1.2
16/10/2024	7	10.19	11.80	962.3	-0.48	2152	10.18	11.77	958.0	-0.03	2057	4.99	4.6
18/10/2024	8	10.17	11.75	954.5	0.34	2138	10.17	11.74	953.7	0.42	2037	5.91	5.0
21/10/2024	9	10.18	11.73	954.7	0.31	2121	10.18	11.74	955.6	0.23	1982	8.45	7.0
23/10/2024	10	10.16	11.72	950.2	0.79	2113	10.16	11.75	952.6	0.54	1999	7.67	5.7
25/10/2024	11	10.16	11.78	955.0	0.28	2108	10.15	11.77	952.4	0.56	1984	8.36	6.3
28/10/2024	12	10.16	11.76	953.4	0.45	2100	10.15	11.75	950.7	0.73	1978	8.64	6.2

DESPUES DE ESTAR EN EL HORNO A 110 °C POR 24 HORAS

10.150 950.7 0.73 1957 9.61

PROMEDIO DE VARIACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 4.4

(\*) Variación de volumen con respecto al volumen de la briqueta en el momento del moldeo

(\*\*) Variación de peso con respecto al peso seco del primer ciclo



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO COMPACTADAS**  
**(MTC E 1104 - REFERENCIA ASTM D 559)**

**LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS**

TECIS : MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO - CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024.  
 UBICACION: CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA  
 CANTERA : HUATA  
 TESIS TA : DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA  
 F. ENSAYO I.: 19/06/2024  
 F. ENSAYO F.: 28/10/2024  
 ASESOR : M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA

**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : CERRO HUATA  
 PROF. (m) : 5.00 m - 6.50 m  
 COORDENADAS UTM NORTE / ESTE: 8272892.0728 / 397418.6591

**DOSIFICACIÓN : SUELO + AGUA + 2.0% CEMENTO**

**DATOS DE PESO VOLUMETRICO SECO - ESPÉCIMEN 6A**

CÓDIGO DE ESPÉCIMEN	TARA	PESO DE TARA (gr)	TARA + MUESTRA HUMEDA (gr)	TARA + MUESTRA SECA (gr)	PESO DEL AGUA (gr)	PESO DEL SUELO SECO (gr)	CONTENIDO DE AGUA (%)	DIÁMETRO DE BRIQUETA (cm)	ALTURA DE BRIQUETA (cm)	VOLUMEN DE BRIQUETA (cm3)	PESO DE BRIQUETA (kg)	PESO VOLUMETRICO HUMEDO (Kg/cm3)	PESO VOLUMETRICO SECO (Kg/cm3)
6A	DR-04	58.37	407.97	391.08	16.89	332.71	5.08	10.17	11.78	956.92	2154.00	2.25	2.14

**PERDIDA DE SUELO - CEMENTO / ESPÉCIMEN 6A**

FECHA DE CICLO	N° DE CICLO	DESPUÉS DE ESTAR SUMERGIDO 5 HORAS EN AGUA			DESPUÉS DE ESTAR POR 48 HORAS EN EL HORNO A 71°C			DESPUÉS DEL CEPILLADO DEL ESPÉCIMEN			(*) % de variación de volumen	(**) % de Variación de peso - acumulado				
		Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (gr)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (gr)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (gr)						
30/09/2024	1	10.17	11.74	2191	10.19	11.75	2145	10.19	11.75	958.2	2101	-0.14	2.05			
02/10/2024	2	10.18	11.70	2145	10.16	11.71	2056	10.17	11.74	952.7	2034	0.44	5.17			
04/10/2024	3	10.17	11.68	2118	10.19	11.67	2022	10.18	11.67	949.9	2001	0.74	6.71			
09/10/2024	4	10.20	11.66	2090	10.15	11.61	2022	10.17	11.57	939.9	1988	1.78	7.32			
11/10/2024	5	10.17	11.69	2052	10.19	11.61	2014	10.12	11.58	931.5	1983	2.66	7.55			
14/10/2024	6	10.16	11.59	2025	10.15	11.60	2004	10.12	11.57	930.7	1978	2.75	7.79			
16/10/2024	7	10.11	11.52	1998	10.17	11.56	1914	10.13	11.53	929.3	1905	2.89	11.19			
18/10/2024	8	10.16	11.56	1981	10.14	11.51	1902	10.11	11.56	928.0	1896	3.02	11.61			
21/10/2024	9	10.15	11.52	1976	10.15	11.53	1851	10.11	11.55	927.2	1838	3.11	14.31			
23/10/2024	10	10.15	11.44	1959	10.18	11.60	1855	10.08	11.59	924.9	1838	3.35	14.31			
25/10/2024	11	10.15	11.54	1940	10.13	11.47	1828	10.09	11.50	919.5	1820	3.91	15.15			
28/10/2024	12	10.11	11.56	1928.0	10.13	11.52	1819	10.09	11.41	912.3	1800	4.66	16.08			
<b>DESPUÉS DE ESTAR EN EL HORNO A 110 °C POR 24 HORAS</b>											<b>10.087</b>	<b>11.41</b>	<b>911.8</b>	<b>1785</b>	<b>4.72</b>	<b>16.78</b>
<b>PESO SECO AL HORNO A 110°C - CORREGIDO</b>														<b>1710.0</b>		

(\*) Variación de volumen con respecto al volumen de la briqueeta en el momento del moldeo

(\*\*) Variación de peso con respecto al peso seco del primer ciclo antes del cepillado



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO COMPACTADAS**  
(MTC E 1104 - REFERENCIA ASTM D 559)

<b>LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS</b>	
TESIS :	MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO - CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024.
UBICACION :	CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA
TESISTA :	DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA
ASESOR :	M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA
	HUATA
	F. ENSAYO I : 01/10/2024
	F. ENSAYO F. : 12/11/2024

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>	
CALICATA :	CERRO HUATA
PROF. (m) :	5,00 m - 6,50 m
	COORDENADAS UTM NORTE / ESTE: 8272892.0728 / 397418.6591

**DOSIFICACIÓN :** SUELO + AGUA + 1.0% CEMENTO + 0.03% NLF

DATOS DE PESO VOLUMETRICO SECO - ESPÉCIMEN 7A													
CÓDIGO DE ESPÉCIMEN	TARA	PESO DE TARA (gr)	TARA + MUESTRA HUMEDA (gr)	TARA + MUESTRA SECA (gr)	PESO DEL AGUA (gr)	PESO DEL SUELO SECO (gr)	CONTENIDO DE AGUA (%)	DIÁMETRO DE BRIQUETA (cm)	ALTURA DE BRIQUETA (cm)	VOLUMEN DE BRIQUETA (cm3)	PESO DE BRIQUETA (kg)	PESO VOLUMETRICO HUMEDO (kg/cm3)	PESO VOLUMETRICO SECO (Kg/cm3)
7A	DR-03	56.47	386.20	368.55	17.65	312.08	5.66	10.17	11.74	953.67	2227.00	2.34	2.21

FECHA DE CICLO	N° DE CICLO	DESPUES DE ESTAR SUMERGIDO 5 HORAS EN AGUA					DESPUES DE ESTAR POR 48 HORAS EN EL HORNO A 71°C					Variación de Contenido de Humedad (%)	
		Diámetro (cm)	Altura (cm)	Volumen (cm)	(*) % de variación de volumen	Peso (gr)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Volumen (cm3)	(*) % de variación de volumen	Peso (gr)		(**) % de Variación de peso - acumulado
11/10/2024	1	10.19	11.77	959.9	-0.65	2242	10.19	11.77	959.9	-0.65	2203	2.34	1.8
14/10/2024	2	10.17	11.75	954.5	-0.09	2219	10.18	11.74	955.6	-0.20	2196	0.32	1.0
16/10/2024	3	10.20	11.74	959.3	-0.59	2203	10.17	11.73	952.9	0.09	2116	3.95	4.1
18/10/2024	4	10.17	11.75	954.5	-0.09	2173	10.17	11.76	955.3	-0.17	2083	5.45	4.3
21/10/2024	5	10.17	11.70	950.4	0.34	2109	10.18	11.69	951.5	0.23	1976	10.30	6.7
23/10/2024	6	10.19	11.65	950.1	0.38	2087	10.17	11.64	945.6	0.85	1974	10.39	5.7
25/10/2024	7	10.17	11.59	941.5	1.28	2062	10.16	11.59	939.6	1.47	1944	11.76	6.1
28/10/2024	8	10.15	11.61	939.4	1.50	2036	10.14	11.57	934.3	2.03	1921	12.80	6.0
30/10/2024	9	10.14	11.60	936.8	1.77	2011	10.16	11.61	941.3	1.30	1895	13.98	6.1
06/11/2024	10	10.15	11.56	935.4	1.92	1990	10.15	11.52	932.1	2.26	1883	14.53	5.7
11/11/2024	11	10.11	11.53	925.6	2.94	1970	10.13	11.58	933.3	2.14	1855	15.80	6.2
12/11/2024	12	10.15	11.55	934.6	2.01	1955	10.11	11.56	928.0	2.69	1844	16.30	6.0
		<b>DESPUES DE ESTAR EN EL HORNO A 110 °C POR 24 HORAS</b>					<b>DESPUES DE ESTAR EN EL HORNO A 71°C</b>						
		10.11	11.560	928.0	2.69	1835	10.11	11.560	928.0	2.69	1835	16.70	5.0

**PROMEDIO DE VARIACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** **5.0**

(\*) Variación de volumen con respecto al volumen de la briqueta en el momento del moldeo

(\*\*) Variación de peso con respecto al peso seco del primer ciclo



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO COMPACTADAS**  
**(MTC E 1104 - REFERENCIA ASTM D 559)**

**LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS**

TECIS : MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO - CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024.  
 UBICACION: CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA  
 CANTERA : HUATA  
 TESIS TA : DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA  
 F. ENSAYO I.: 01/10/2024  
 F. ENSAYO F.: 12/11/2024  
 ASESOR : M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA

**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : CERRO HUATA  
 PROF. (m) : 5.00 m - 6.50 m  
 COORDENADAS UTM NORTE / ESTE: 8272892.0728 / 397418.6591

**DOSIFICACIÓN : SUELO + AGUA + 1.0% CEMENTO + 0.03% NLF**

**DATOS DE PESO VOLUMETRICO SECO - ESPÉCIMEN 8A**

CÓDIGO DE ESPÉCIMEN	TARA	PESO DE TARA (gr)	TARA + MUESTRA HUMEDA (gr)	TARA + MUESTRA SECA (gr)	PESO DEL SUELO SECO (gr)	CONTENIDO DE AGUA (%)	DIÁMETRO DE BRIQUETA (cm)	ALTURA DE BRIQUETA (cm)	VOLUMEN DE BRIQUETA (cm³)	PESO DE BRIQUETA (kg)	PESO VOLUMETRICO HUMEDO (Kg/cm³)	PESO VOLUMETRICO SECO (Kg/cm³)
8A	DR-05	61.15	339.70	323.03	261.88	6.37	10.21	11.74	961.19	2235.00	2.33	2.19

**PERDIDA DE SUELO - CEMENTO / ESPÉCIMEN 8A**

FECHA DE CICLO	N° DE CICLO	DESPUÉS DE ESTAR SUMERGIDO 5 HORAS EN AGUA			DESPUÉS DE ESTAR POR 48 HORAS EN EL HORNO A 71°C			DESPUÉS DEL CEPILLADO DEL ESPÉCIMEN			(*) % de variación de volumen	(**) % de Variación de peso - acumulado	
		Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (gr)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (gr)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (gr)			
11/10/2024	1	10.19	11.38	2248	10.19	11.72	2207	10.20	11.71	2183	0.45	1.09	
14/10/2024	2	10.19	11.70	2209	10.17	11.72	2187	10.19	11.70	2168	0.73	1.77	
16/10/2024	3	10.18	11.65	2182	10.17	11.65	2098	10.16	11.67	2088	1.57	5.39	
18/10/2024	4	10.14	11.61	2159	10.16	11.49	2076	10.17	11.62	2061	1.80	6.62	
21/10/2024	5	10.16	11.63	2131	10.17	11.61	2000	10.16	11.61	1985	2.07	10.06	
23/10/2024	6	10.15	11.61	2105	10.15	11.61	1995	10.13	11.60	1971	2.74	10.69	
25/10/2024	7	10.15	11.63	2070	10.12	11.63	1955	10.15	11.60	1940	2.35	12.10	
28/10/2024	8	10.15	11.61	2046	10.15	11.58	1934	10.14	11.58	1917	2.71	13.14	
30/10/2024	9	10.16	11.63	2019	10.15	11.56	1909	10.09	11.59	1899	3.58	13.96	
06/11/2024	10	10.12	11.57	2003	10.14	11.55	1894	10.14	11.57	1879	2.79	14.86	
11/11/2024	11	10.14	11.57	1974	9.99	11.54	1862	10.12	11.54	1849	3.43	16.22	
12/11/2024	12	10.08	11.56	1957	10.11	11.53	1847	10.10	11.56	1834	3.64	16.90	
<b>DESPUÉS DE ESTAR EN EL HORNO A 110 °C POR 24 HORAS</b>										<b>10.10</b>	<b>11.55</b>	<b>1828</b>	<b>1741.3</b>
<b>PESO SECO AL HORNO A 110°C - CORREGIDO</b>													<b>21.10</b>

(\*) Variación de volumen con respecto al volumen de la briqueta en el momento del moldeo

(\*\*) Variación de peso con respecto al peso seco del primer ciclo antes del cepillado





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO COMPACTADAS**  
**(MTC E 1104 - REFERENCIA ASTM D 559)**

**LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS**

**TESIS :** MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO - CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024.  
**UBICACION:** CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA  
**TESISTA :** DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA  
**ASESOR :** M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA  
**CANTERA :** HUATA  
**F. ENSAYO I.:** 02/10/2024  
**F. ENSAYO F.:** 15/11/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA :** CERRO HUATA  
**PROF. (m) :** 5.00 m - 6.50 m  
**COORDENADAS UTM NORTE / ESTE:** 8272892.0728 / 397418.6591

**DOSIFICACIÓN :** SUELO + AGUA + 1.5% CEMENTO + 0.03% NLF

**DATOS DE PESO VOLUMETRICO SECO - ESPÉCIMEN 10A**

CÓDIGO DE ESPÉCIMEN	TARA	PESO DE TARA (gr)	TARA + MUESTRA HUMEDA (gr)	TARA + MUESTRA SECA (gr)	PESO DEL AGUA (gr)	PESO DEL SUELO SECO (gr)	CONTENIDO DE AGUA (%)	DIÁMETRO DE BRIQUETA (cm)	ALTURA DE BRIQUETA (cm)	VOLUMEN DE BRIQUETA (cm3)	PESO DE BRIQUETA (kg)	PESO VOLUMETRICO HUMEDO (Kg/cm3)	PESO VOLUMETRICO SECO (Kg/cm3)
10A	DR-05	61.15	373.38	358.28	15.10	297.13	5.08	10.19	11.75	958.24	2226.00	2.32	2.21

**PERDIDA DE SUELO - CEMENTO / ESPÉCIMEN 10A**

FECHA DE CICLO	N° DE CICLO	DESPUÉS DE ESTAR SUMERGIDO 5 HORAS EN AGUA						DESPUÉS DE ESTAR POR 48 HORAS EN EL HORNO A 71°C						(*) % de variación de volumen	(**) % de Variación de peso - acumulado
		Diámetro (cm)		Volumen (cm)		Peso (gr)		Diámetro (cm)		Volumen (cm3)		Peso (gr)			
		Altura (cm)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Volumen (cm)	Altura (cm)	Peso (gr)	Altura (cm)	Volumen (cm3)	Altura (cm)	Volumen (cm3)	Altura (cm)	Peso (gr)		
14/10/2024	1	10.18	10.18	955.6	2244	2244	11.73	956.6	2223	10.18	11.72	953.9	2204	0.45	0.85
16/10/2024	2	10.19	10.17	955.8	2223	2203	11.71	951.2	2144	10.18	11.69	951.5	2135	0.71	3.96
18/10/2024	3	10.17	11.67	948.0	2203	2188	11.68	946.9	2124	10.18	11.67	949.9	2114	0.88	4.90
21/10/2024	4	10.17	11.66	947.2	2188	2172	11.65	944.5	2055	10.17	11.67	948.0	2045	1.07	8.01
23/10/2024	5	10.16	11.65	944.5	2172	2153	11.64	943.7	2064	10.16	11.66	945.3	2049	1.35	7.83
25/10/2024	6	10.17	11.66	947.2	2153	2129	11.66	943.5	2037	10.16	11.66	945.3	2018	1.35	9.22
28/10/2024	7	10.16	11.65	944.5	2129	2105	11.65	946.4	2017	10.16	11.66	945.3	1997	1.35	10.17
30/10/2024	8	10.16	11.63	942.9	2105	2076	11.63	944.7	1995	10.15	11.66	943.5	1985	1.54	10.71
06/11/2024	9	10.18	11.63	946.6	2093	2076	11.65	942.6	1983	10.15	11.64	941.8	1976	1.71	11.11
11/11/2024	10	10.13	11.65	938.9	2076	2060	11.58	935.1	1960	10.14	11.64	940.0	1946	1.91	12.46
12/11/2024	11	10.16	11.65	944.5	2060	2050	11.62	945.8	1950	10.13	11.64	938.1	1941	2.10	12.69
15/11/2024	12	10.14	11.65	940.8	2050	2050	11.59	928.6	1945	10.10	11.62	931.0	1936	2.84	12.91
<b>DESPUÉS DE ESTAR EN EL HORNO A 110 °C POR 24 HORAS</b>										<b>10.09</b>	<b>11.62</b>	<b>929.1</b>	<b>1921</b>	<b>3.04</b>	<b>13.59</b>
<b>PESO SECO AL HORNO A 110°C - CORREGIDO</b>												<b>1824.2</b>			

(\*) Variación de volumen con respecto al volumen de la briqueeta en el momento del moldeo

(\*\*) Variación de peso con respecto al peso seco del primer ciclo antes del cepillado



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO COMPACTADAS**  
(MTC E 1104 - REFERENCIA ASTM D 559)

<b>LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS</b>	
TESIS :	MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO - CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024.
UBICACION :	CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA
TESISTA :	DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA
ASESOR :	M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA
	HUATA
	F. ENSAYO I : 03/10/2024
	F. ENSAYO F : 15/11/2024

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>	
CALICATA :	CERRO HUATA
PROF. (m) :	5,00 m - 6,50 m
COORDENADAS UTM NORTE / ESTE: 8272892.0728 / 397418.6591	

**DOSIFICACIÓN : SUELO + AGUA + 2.0% CEMENTO + 0.03% NLF**

DATOS DE PESO VOLUMETRICO SECO - ESPÉCIMEN 11A														
CÓDIGO DE ESPECIMEN	TARA	PESO DE TARA (gr)	TARA + MUESTRA HUMEDA (gr)	TARA + MUESTRA SECA (gr)	PESO DEL AGUA (gr)	PESO DEL SUELO SECO (gr)	PESO DEL SUELO SECO (gr)	CONTENIDO DE AGUA (%)	DIÁMETRO DE BRIQUETA (cm)	ALTURA DE BRIQUETA (cm)	VOLUMEN DE BRIQUETA (cm3)	PESO DE BRIQUETA (kg)	PESO VOLUMETRICO HUMEDO (kg/cm3)	PESO VOLUMETRICO SECO (Kg/cm3)
11A	DR-03	56.47	300.02	286.26	13.76	229.79	229.79	5.99	10.18	11.76	957.18	2224.00	2.32	2.19

FECHA DE CICLO	N° DE CICLO	DESPUES DE ESTAR SUMERGIDO 5 HORAS EN AGUA					DESPUES DE ESTAR POR 48 HORAS EN EL HORNO A 71°C					Variación de Contenido de Humedad (%)	
		Diámetro (cm)	Altura (cm)	Volumen (cm)	(*) % de variación de volumen	Peso (gr)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Volumen (cm3)	(*) % de variación de volumen	Peso (gr)		(**) % de Variación de peso - acumulado
14/10/2024	1	10.19	11.74	957.4	-0.03	2242	10.19	11.75	958.2	-0.11	2220	7.07	1.0
16/10/2024	2	10.17	11.74	953.7	0.37	2236	10.16	11.73	951.0	0.65	2143	3.47	4.3
18/10/2024	3	10.18	11.72	953.9	0.34	2207	10.16	11.73	951.0	0.65	2117	4.64	4.3
21/10/2024	4	10.18	11.73	954.7	0.25	2185	10.15	11.70	946.7	1.10	2080	6.31	5.0
23/10/2024	5	10.17	11.74	953.7	0.37	2181	10.15	11.70	946.7	1.10	2076	6.49	5.1
25/10/2024	6	10.17	11.73	952.9	0.45	2178	10.17	11.69	949.6	0.79	2063	7.07	5.6
28/10/2024	7	10.18	11.70	952.3	0.51	2175	10.16	11.71	949.4	0.82	2061	7.16	5.5
30/10/2024	8	10.17	11.73	952.9	0.45	2170	10.16	11.71	949.4	0.82	2056	7.39	5.5
06/11/2024	9	10.17	11.71	951.2	0.62	2165	10.15	11.70	946.7	1.10	2057	7.34	5.3
11/11/2024	10	10.16	11.69	947.8	0.98	2160	10.16	11.68	946.9	1.07	2048	7.75	5.5
12/11/2024	11	10.16	11.70	948.6	0.90	2159	10.15	11.70	946.7	1.10	2045	7.88	5.6
15/11/2024	12	10.15	11.70	946.7	1.10	2156	10.15	11.67	944.3	1.35	2043	7.97	5.5
		<b>DESPUES DE ESTAR EN EL HORNO A 110 °C POR 24 HORAS</b>					<b>DESPUES DE ESTAR EN EL HORNO A 71°C</b>						
							10.15	11.67	944.3	1.35	2039	8.15	

<b>PROMEDIO DE VARIACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>		<b>4.8</b>
--	--	------------

(\*) Variación de volumen con respecto al volumen de la briqueta en el momento del moldeo

(\*\*) Variación de peso con respecto al peso seco del primer ciclo



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO COMPACTADAS**  
**(MTC E 1104 - REFERENCIA ASTM D 559)**

**LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS**

TESIS : MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO - CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSOACTIVOS CATIONICOS EN LA CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024.  
 UBICACION: CARRETERA PU-165 CARACOTO - HUATA  
 CANTERA : HUATA  
 TESIS TA : DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA  
 F. ENSAYO I.: 03/10/2024  
 F. ENSAYO F.: 15/11/2024  
 ASESOR : M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA

**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : CERRO HUATA  
 PROF. (m) : 5.00 m - 6.50 m  
 COORDENADAS UTM NORTE / ESTE: 8272892.0728 / 397418.6591

**DOSIFICACIÓN : SUELO + AGUA + 2.0% CEMENTO + 0.03% NLF**

**DATOS DE PESO VOLUMETRICO SECO - ESPÉCIMEN 12A**

CÓDIGO DE ESPÉCIMEN	TARA	PESO DE TARA (gr)	TARA + MUESTRA HUMEDA (gr)	TARA + MUESTRA SECA (gr)	PESO DEL AGUA (gr)	PESO DEL SUELO SECO (gr)	CONTENIDO DE AGUA (%)	DIÁMETRO DE BRIQUETA (cm)	ALTURA DE BRIQUETA (cm)	VOLUMEN DE BRIQUETA (cm3)	PESO DE BRIQUETA (kg)	PESO VOLUMETRICO HUMEDO (Kg/cm3)	PESO VOLUMETRICO SECO (Kg/cm3)
12A	DR-05	61.15	496.38	471.83	24.55	410.68	5.98	10.18	11.73	954.74	2210.00	2.31	2.18

**PERDIDA DE SUELO - CEMENTO / ESPÉCIMEN 12A**

FECHA DE CICLO	N° DE CICLO	DESPUÉS DE ESTAR SUMERGIDO 5 HORAS EN AGUA			DESPUÉS DE ESTAR POR 48 HORAS EN EL HORNO A 71°C			DESPUÉS DEL CEPILLADO DEL ESPÉCIMEN			(*) % de variación de volumen	(**) % de Variación de peso - acumulado		
		Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (gr)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (gr)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Volumen (cm3)			Peso (gr)	
14/10/2024	1	10.23	11.71	2229	10.19	11.74	2207	10.19	11.74	957.4	2142	-0.28	2.95	
16/10/2024	2	10.19	11.73	2213	10.17	11.72	2134	10.18	11.71	952.1	2128	0.17	3.58	
18/10/2024	3	10.17	11.72	2196	10.18	11.72	2117	10.18	11.73	953.9	2107	0.00	4.53	
21/10/2024	4	10.16	11.72	2183	10.17	11.69	2047	10.17	11.72	949.6	2039	0.28	7.61	
23/10/2024	5	10.15	11.70	2171	10.16	11.67	2063	10.15	11.68	946.1	2057	1.01	6.80	
25/10/2024	6	10.18	11.70	2163	10.16	11.69	2045	10.16	11.67	947.8	2035	0.90	7.79	
28/10/2024	7	10.17	11.68	2149	10.15	11.70	2035	10.15	11.66	946.7	2023	1.18	8.34	
30/10/2024	8	10.13	11.66	2134	10.20	11.70	2021	10.17	11.70	956.0	2010	0.45	8.93	
06/11/2024	9	10.15	11.69	2121	10.16	11.67	2012	10.15	11.64	946.1	2005	1.35	9.15	
11/11/2024	10	10.13	11.66	2108	10.15	11.66	1987	10.16	11.67	943.5	1978	0.90	10.38	
12/11/2024	11	10.18	11.65	2097	10.16	11.66	1982	10.16	11.64	945.3	1977	1.16	10.42	
15/11/2024	12	10.15	11.62	2089	10.15	11.66	2003	10.18	11.60	943.5	1970	1.11	10.74	
<b>DESPUÉS DE ESTAR EN EL HORNO A 110 °C POR 24 HORAS</b>											<b>11.60</b>	<b>944.2</b>	<b>1957</b>	<b>11.33</b>
<b>PESO SECO AL HORNO A 110°C - CORREGIDO</b>											<b>1866.5</b>			<b>15.43</b>

(\*) Variación de volumen con respecto al volumen de la briqueta en el momento del moldeo

(\*\*) Variación de peso con respecto al peso seco del primer ciclo antes del cepillado



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE SUELO-CEMENTO**  
**(MTC E 1103 - REFERENCIA ASTM ED 1633)**

<b>LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS</b>			
<b>TESIS :</b>	Mejora del desempeño de bases Suelo - Cemento mediante nanocompuestos tensioactivos catiónicos en la carretera PU-165 Caracoto - Huata, 2024.		
<b>UBICACION :</b>	Carretera PU-165 Caracoto - Huata	<b>CANTERA :</b>	HUATA
<b>TESISTA :</b>	DENNIS MARWIN RAMOS MEDINA	<b>F. ENSAYO I. :</b>	17/09/2024
<b>ASESOR :</b>	M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA	<b>F. ENSAYO F. :</b>	22/10/2024

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
<b>CALICATA :</b>	CERRO HUATA	<b>COORDENADAS UTM NORTE / ESTE:</b>	8272892.0728 / 397418.6591
<b>PROF. (m) :</b>	5,00 m - 6,50 m		

**DATOS DE PESO VOLUMETRICO SECO**

CÓDIGO DE ESPECIMEN	TARA	PESO DE TARA (gr)	TARA + MUESTRA HUMEDA (gr)	TARA + MUESTRA SECA (gr)	PESO DEL AGUA (gr)	PESO DEL SUELO SECO (gr)	CONTENIDO DE AGUA (%)	VOLUMEN DE BRIQUETA (cm <sup>3</sup> )	PESO DE BRIQUETA (kg)	PESO VOLUMETRICO SECO (Kg/cm <sup>3</sup> )
1B	DR-01	57.29	468.41	450.06	18.35	392.77	4.67	953.35	2152.00	2.16
2B	DR-02	62.23	473.35	455.00	18.35	392.77	4.67	955.55	2146.00	2.15
3B	DR-03	56.47	488.41	472.06	16.35	415.59	3.93	954.74	2153.00	2.17
4B	DR-05	61.15	465.46	446.77	18.69	385.62	4.85	961.51	2160.00	2.14
5B	DR-04	58.37	472.68	453.99	18.69	395.62	4.72	958.55	2165.00	2.16
6B	DR-06	72.33	476.64	456.00	20.64	383.67	5.38	957.74	2167.00	2.15
7B	DR-02	62.23	447.00	431.52	15.48	369.29	4.19	953.11	2198.00	2.21
8B	DR-01	57.29	463.23	445.10	18.13	387.81	4.67	954.49	2219.00	2.22
9B	DR-03	56.47	380.52	365.22	15.30	308.75	4.96	956.11	2210.00	2.20
10B	DR-07	46.15	312.09	296.25	15.84	250.10	6.33	958.24	2240.00	2.20
11B	DR-03	56.47	301.7	287.39	14.31	230.92	6.20	948.80	2228.00	2.21
12B	DR-05	61.15	278.29	266.26	12.03	205.11	5.87	953.67	2203.00	2.18
13B	DR-04	58.37	325.15	308.98	16.17	250.61	6.45	945.55	2229.00	2.21
14B	DR-05	61.15	388.87	371.41	17.46	310.26	5.63	946.12	2217.00	2.22
15B	DR-07	46.15	300.82	287.47	13.35	241.32	5.53	947.50	2214.00	2.21
16B	DR-01	57.29	381.32	364.34	16.98	307.05	5.53	957.43	2222.00	2.20
17B	DR-02	62.23	331.24	318.08	13.16	255.85	5.14	952.86	2205.00	2.20
18B	DR-03	56.47	410.52	394.03	16.49	337.56	4.89	949.93	2205.00	2.21

**DATOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

CÓDIGO DE ESPECIMEN	% DE CEMENTO EN PESO	% DE NLF EN PESO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DIAS)	LECTURA DEL DIAL (Kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	ALTURA (cm)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>3</sup> )	PROMEDIO DE RESISTENCIA (Kg/cm <sup>3</sup> )
1B	0.5	0.03	19/09/2024	26/09/2024	7	393	81.55	11.69	4.8	3.8
2B	0.5	0.03	19/09/2024	26/09/2024	7	306	81.39	11.74	3.8	
3B	0.5	0.03	19/09/2024	26/09/2024	7	238	81.39	11.73	2.9	
4B	2.0	0.00	20/09/2024	27/09/2024	7	1213	81.55	11.79	14.9	18.4
5B	2.0	0.00	20/09/2024	27/09/2024	7	1437	81.23	11.80	17.7	
6B	2.0	0.00	20/09/2024	27/09/2024	7	1835	81.23	11.79	22.6	
7B	0.0	0.00	20/09/2024	27/09/2024	7	905	81.39	11.71	11.1	11.2
8B	0.0	0.00	20/09/2024	27/09/2024	7	928	81.23	11.75	11.4	
9B	0.0	0.00	20/09/2024	27/09/2024	7	894	81.23	11.77	11.0	
10B	1	0.03	09/10/2024	16/10/2024	7	1053	81.55	11.75	12.9	13.6
11B	1	0.03	09/10/2024	16/10/2024	7	1136	81.23	11.68	14.0	
12B	1	0.03	09/10/2024	16/10/2024	7	1120	81.23	11.74	13.8	
13B	1.5	0.03	14/10/2024	21/10/2024	7	2068	81.23	11.64	25.5	25.5
14B	1.5	0.03	14/10/2024	21/10/2024	7	2070	81.07	11.67	25.5	
15B	1.5	0.03	14/10/2024	21/10/2024	7	2070	80.91	11.71	25.6	
16B	2	0.03	15/10/2024	22/10/2024	7	2370	81.55	11.74	29.1	31.4
17B	2	0.03	15/10/2024	22/10/2024	7	2420	81.23	11.73	29.8	
18B	2	0.03	15/10/2024	22/10/2024	7	2860	80.91	11.74	35.3	

**ANEXO 7:**  
**PANEL FOTOGRÁFICO DE ENSAYOS DE**  
**LABORATORIO**



Extracción de suelo en cantera



Extracción de suelo en cantera



Secado de material



Cuarteo de material para llevar a laboratorio



Cuarteo manual de material para ensayos



Cuarteo manual de material para ensayos



Tamizado de material por malla 3/4"



Análisis Granulométrico de suelos por tamizado



Análisis Granulométrico suelos por tamizado



Análisis Granulométrico suelos por tamizado



Ensayo Contenido de Humedad Natural



Ensayo Contenido de Humedad Natural





Ensayo Abrasión los Ángeles



Ensayo Abrasión los Ángeles



Porcentaje de Partículas Chatas y Alargadas



Porcentaje de Partículas Chatas y Alargadas



Porcentaje de Partículas Fracturadas



Porcentaje de Partículas Fracturadas



Contenido de Sales Solubles



Contenido de Sales Solubles



Tamizado de suelo para ensayo Proctor



Ensayo Proctor Modificado



Ensayo Proctor Modificado



Ensayo Proctor Modificado



Ensayo Proctor Modificado



Ensayo Proctor Modificado



Ensayo Proctor Modific. – Medidas de molde



Ensayo Proctor Modific. – Medidas de molde



Ensayo CBR – Medidas de molde



Ensayo CBR – Medidas de molde



Ensayo CBR – Medida de aditivo



Ensayo CBR – Peso de molde mas muestra



Ensayo CBR – Sumergido de muestras



Ensayo CBR – Lectura en equipo



Ensayo CBR – Lectura en equipo



Muestras CBR después del punzonamiento



Ensayo Resistencia a la Compresión



Ensayo Resistencia a la Compresión



Ensayo Resistencia a la Compresión



Ensayo Resistencia a la Compresión



Ensayo Resistencia a la Compresión



Ensayo Resistencia a la Compresión



Ensayo Resistencia a la Compresión



Ensayo Resistencia a la Compresión



Ensayo Resistencia a la Compresión



Ensayo Resistencia a la Compresión



Ensayo Humedecimiento/Secado - Durabilidad



Ensayo Humedecimiento/Secado - Durabilidad



Ensayo Humedecimiento/Secado – Durabilidad



Ensayo Humedecimiento/Secado - Durabilidad



Ensayo Humedecimiento/Secado - Durabilidad



Ensayo Humedecimiento/Secado - Durabilidad



Ensayo Humedecimiento/Secado – Durabilidad

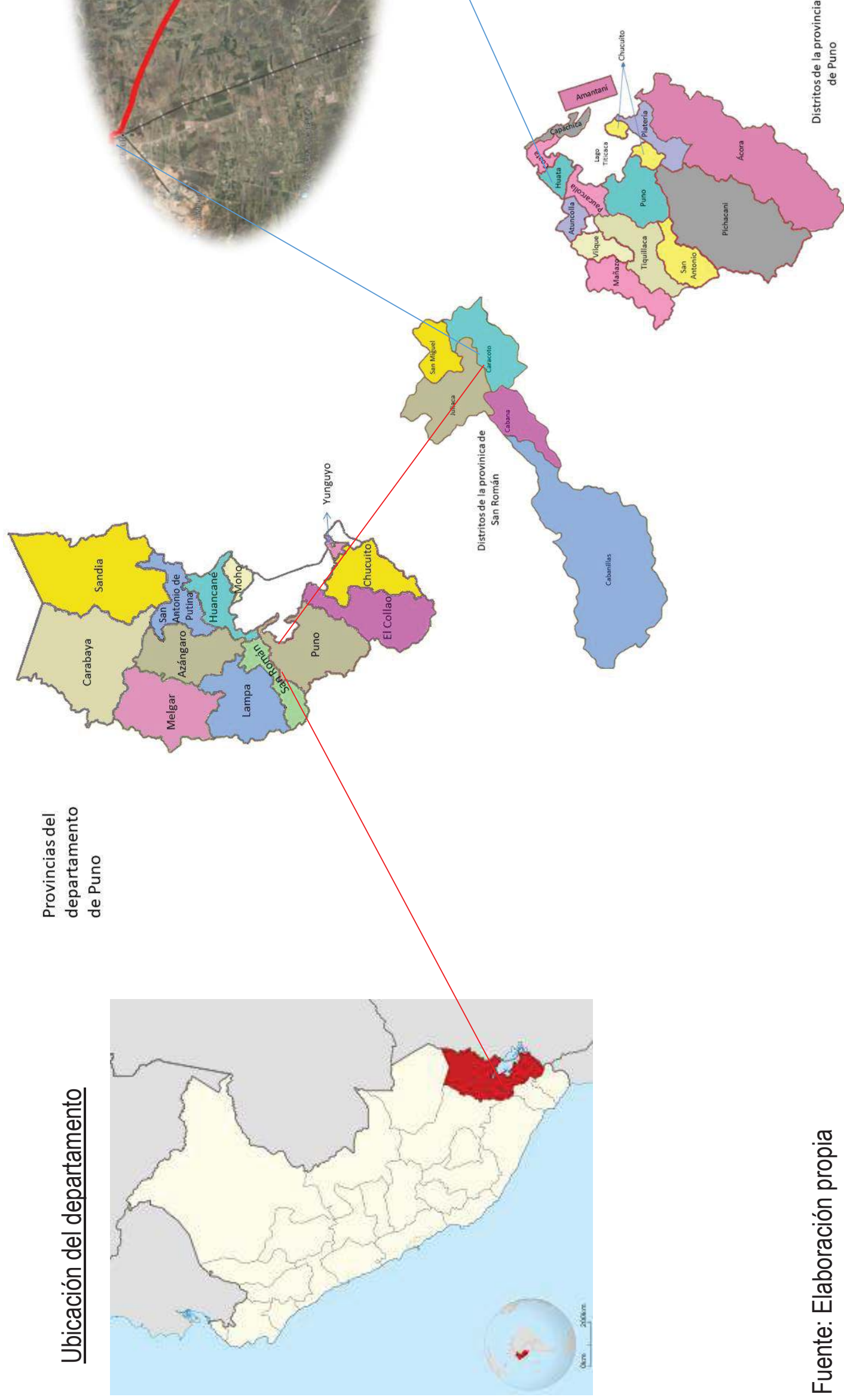


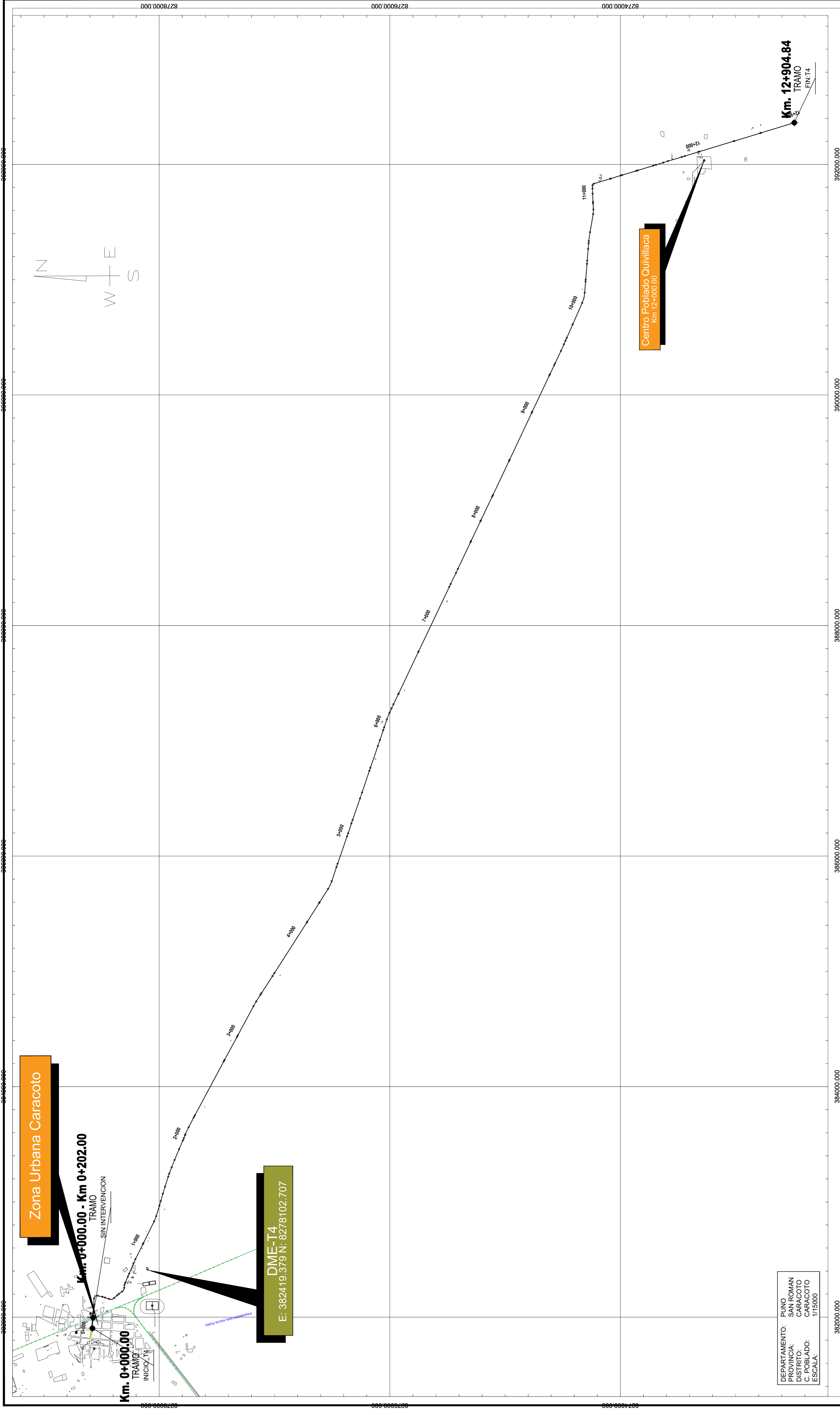
Ensayo Humedecimiento/Secado - Durabilidad

**ANEXO 8:**

**PLANOS DE LA CARRETERA**

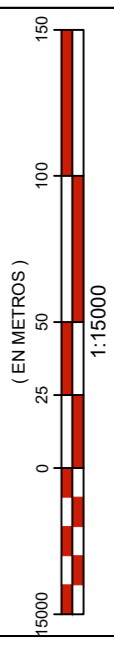
**Gráfico 01: Ubicación del Proyecto Ruta PU-165 (Tramo 4 “Caracoto – Huata”).**



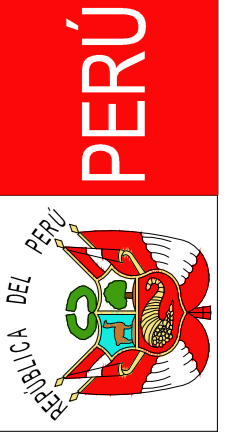


DEPARTAMENTO: PUNO  
 PROVINCIA: SAN ROMAN  
 DISTRITO: CARACOTO  
 C. POBLADO: CARACOTO  
 ESCALA: 1/15000

COORDENADAS TOPOGRAFICAS



NOTA :  
 ESCALA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A1  
 PARA EL FORMATO A3 CONSIDERAR EL DOBLE



Ministerio  
 de Transportes  
 y Comunicaciones

Viceministerio  
 de Transportes

Provias  
 Descentralizado

CONTRATISTA  
 E.I.R.L. TRAMADO POR DECORAR (S.A.)

JEFE PROYECTO:	ING. LUIS A. FILARES CARRERO
ESPECIALISTA:	ING. RENE SUANA GUISEP
REV. SUPERVISOR:	INGENIERO VIAL LAMPA
REV. ENTUBO:	

REVISIONES	Nº	FECHA	DESCRIPCION

PROYECTO :  
**SERVICIO DE GESTIÓN, MEJORAMIENTO Y  
 CONSERVACIÓN VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL  
 CORREDOR VIAL N° 39 - 40**

PLANO :  
**CLAVE**  
**ruta\_pu-165\_tramo\_04**

UBICACION  
 DEPARTAMENTO: PUNO  
 PROVINCIA: SAN ROMAN  
 DISTRITO: CARACOTO  
 ESCALA: 1:15000  
 FECHA: FEBRERO-2024  
 COD. PLANO: FORMATO A3  
**INDICADA**  
**CARACOTO-C-1-T4-01**

**ANEXO 9:**

**PANEL FOTOGRAFICO DE LA CARRETERA**

**IMÁGENES CARRETERA CARACOTO - HUATA**



**ANEXO 10:**  
**PLANOS DE LA CANTERA**



**ANEXO 11:**

**PANEL FOTOGRÁFICO DE LA CANTERA**



Imagen panorámica de la cantera Huata



Extracción de muestras en cantera

**ANEXO 12:**

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

## Matriz de Consistencia:

Preguntas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Unidad de medida	Metodología
PG: ¿Cómo mejoraría el desempeño de la base suelo-cemento mediante un nanocompuesto tensioactivo catiónico en la carretera ruta PU-165 Caracoto-Huata?	OG: Determinar si mejora el desempeño de la base suelo-cemento mediante un nanocompuesto tensioactivo catiónico en la carretera ruta PU-165 Caracoto-Huata.	HG: El nanocompuesto tensioactivo catiónico mejora el desempeño de la base suelo-cemento en la carretera ruta PU-165.		- Concentración de nanocompuestos	Porcentaje, de 0.01% a 0.1%	Tipo de investigación: básica Enfoque: cuantitativo. Nivel de Investigación: explicativo. Diseño de la investigación: experimental, proveniente de los datos y resultados que se obtendrán en el laboratorio, porque se usará diversas muestras de base suelo-cemento sobre los cuales se aplicarán diferentes proporciones de nanocompuesto tensioactivo catiónico. Población de estudio: Carretera ruta PU-165, Emp. PE-3S (Caracoto) – Quivillaca – Emp. PU-947, entre los Distritos de Caracoto y Huata - Provincia de Puno – Departamento de Puno ubicado sobre las coordenadas UTM inicio NORTE 8278566.72 ESTE 381899.55 y coordenadas UTM fin NORTE 8272471.96 ESTE 392352.50 Muestreo: de tipo no estadístico con muestras provenientes de una cantera cercana a la ruta PU-165. Muestra: Probetas de acuerdo con los protocolos de los ensayos a realizar de bases de suelos- cemento para cada proporción de nanocompuesto tensioactivo catiónico que se aplicará, para lo cual se usará un método por juicio de experto.
PE1: ¿Cómo se caracterizan las propiedades físico-mecánicas de un suelo destinado a la base de la carretera PU-165 Caracoto - Huata?	OE1: Caracterizar las propiedades físico-mecánicas del suelo destinado a la base de la carretera PU-165 Caracoto – Huata mediante ensayos de laboratorio y análisis normativo.	HE1: El suelo destinado a la base de la carretera PU-165 Caracoto – Huata no cumple con los parámetros físico-mecánicos exigidos para base según la normativa, requiriendo procesos de estabilización de suelos.	Variable Independiente: Nanocompuestos tensioactivos catiónicos	- Granulometría, índice de plasticidad, equivalente de arena, abrasión los ángeles, % de partículas chatas y largas, % de partículas fracturadas y contenido de sales solubles.	Porcentaje de cemento en la mezcla a 0.5%, 1%, 1.5% y 2 %	
PE2: ¿Cómo incide el nanocompuesto tensioactivo catiónico al 0.01%, 0.02%, 0.03%, 0.05%, 0.07% y 0.1% en la máxima densidad seca de un suelo-cemento para base?	OE2: Determinar la incidencia del nanocompuesto tensioactivo catiónico al 0.01%, 0.02%, 0.03%, 0.05%, 0.07% y 0.1% en la máxima densidad seca de un suelo-cemento para base.	HE2: El nanocompuesto tensioactivo catiónico incide directamente en la densidad máxima seca de un suelo-cemento para base.	Variable Dependiente: Desempeño de la base suelo-cemento	- Máxima Densidad Seca	- Gramos por centímetro cúbico (g/cm <sup>3</sup> ), entre 1.0 g/cm <sup>3</sup> - 2.25 g/cm <sup>3</sup> - Porcentaje de contenido de humedad entre 0%-10%	
PE3: ¿Cómo influye el nanocompuesto tensioactivo catiónico al 0.03%, 0.05%, 0.07% y 0.1% en el valor de la relación de soporte de un suelo-cemento para base?	OE3: Determinar la influencia del nanocompuesto tensioactivo catiónico al 0.03%, 0.05%, 0.07% y 0.1% en el valor de la relación de soporte de un suelo-cemento para base.	HE3: El nanocompuesto tensioactivo catiónico influye directamente en el valor de relación de soporte de un suelo-cemento para base.	Variable Interviniente: Cemento	- Índice de soporte California Bearing Ratio (CBR)	Porcentaje, índice CBR entre 29%-483%	
PE4: ¿Cómo repercute el nanocompuesto tensioactivo catiónico al 0.03% en la durabilidad de un suelo-cemento para base?	OE4: Determinar cómo repercute el nanocompuesto tensioactivo catiónico al 0.03% en la durabilidad de un suelo-cemento para base.	HE4: El nanocompuesto tensioactivo catiónico repercute en un aumento de la durabilidad de un suelo-cemento para base.		- Durabilidad (Pérdida de volumen)	Porcentaje, entre 0%-100%	
PE5: ¿Qué efecto tiene el nanocompuesto tensioactivo catiónico al 0.03% en la resistencia a la compresión simple de un suelo-cemento para base?	OE5: Determinar el efecto del nanocompuesto tensioactivo catiónico al 0.03% en la resistencia a la compresión simple de un suelo-cemento para base.	HE5: El nanocompuesto tensioactivo catiónico tiene un efecto positivo en la resistencia a compresión simple de un suelo-cemento para base.		- Resistencia a la compresión simple	Mega Pascales, entre 0.2 MPa – 3.6 MPa	

**ANEXO 13:**  
**VIABILIDAD ECONÓMICA**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**VIABILIDAD ECONÓMICA DEL USO DE  
NANOCOMPUESTOS TENSIOSACTIVOS CATIONICOS**

**Costo de cemento y aditivo (nanocompuestos tensioactivos catiónicos)**

Item	Descripción	Und	Precio S/
1	Cemento Rumi (42.5 kg)	Bolsa	26.6
2	Aditivo	litro	40

**Densidad máxima seca del suelo cantera Huata**

Item	Descripción	gr/cm3	Kg/m3
1	Densidad máxima seca del suelo	2.215	2215

**Cantidad de cemento por m3 de suelo**

Item	Descripción	Und	1.50%	2.00%	5.00%
1	Cemento por m3	Kg	33.225	44.3	110.75
2	Cemento por m3	Bls	0.78	1.04	2.61

**Cantidad de nanocompuestos tensioactivos catiónicos por m3 de suelo**

Item	Descripción	Und	0.03%
1	Aditivo por m3	L	0.66

**Metrado de base suelo cemento Ruta PU-165**

PK INICIO	PK FIN	LONGITUD (m)	ANCHO PROM. (m)	ESPESOR (m)	VOLUMEN TOTAL (m3)
00+202	00+640	438.00	6.20	0.2	543.12
00+640	00+900	260.00	6.20	0.2	322.40
00+900	02+540	1,640.00	6.20	0.2	2,033.60
02+540	03+000	460.00	4.60	0.2	423.20
03+000	04+380	1,380.00	4.60	0.2	1,269.60
04+380	05+000	620.00	4.60	0.2	570.40
05+000	08+000	3,000.00	4.60	0.2	2,760.00
08+000	08+300	300.00	4.60	0.2	276.00
08+300	09+500	1,200.00	4.60	0.2	1,104.00
09+500	10+200	700.00	4.60	0.2	644.00
10+200	11+500	1,300.00	4.60	0.2	1,196.00
11+500	12+200	700.00	4.60	0.2	644.00
12+200	12+893.82	693.82	4.60	0.2	638.31
					<b>12,424.63</b>



**VIABILIDAD ECONÓMICA DEL USO DE  
 NANOCOMPUESTOS TENSIOACTIVOS CATIONICOS**

**A. Costo dosificación al 1.5% de cemento + 0.03% de aditivo**

Cantidad Cemento por m3 (bls)	Cantidad Aditivo por m3 (Lt)	Costo Cemento por m3 (S/)	Costo Aditivo por m3 (S/)	Volumen Base Estab. (m3)	Costo total Cemento S/	Costo total Aditivo S/	Costo total S/
0.78	0.66	20.75	26.58	12,424.63	257,786.31	330,246.78	588,033.10

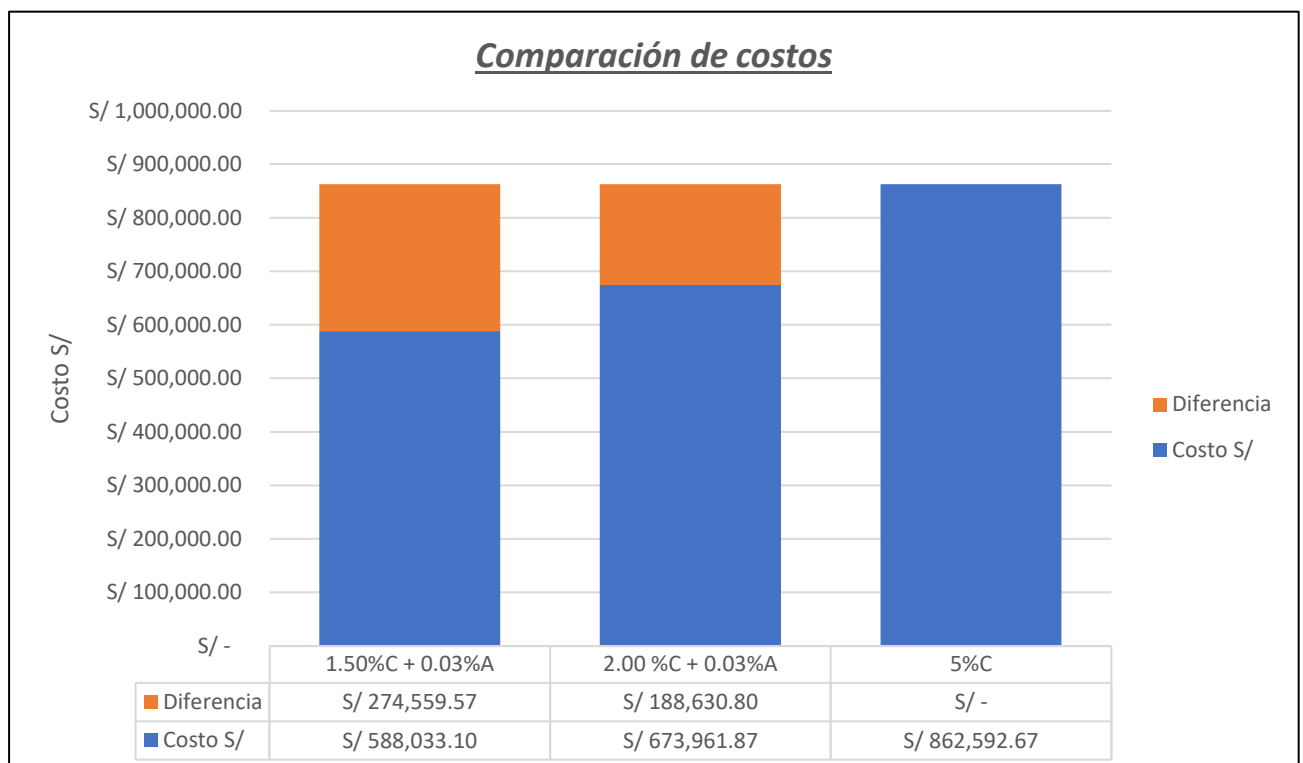
**B. Costo dosificación al 2% de cemento + 0.03% aditivo**

Cantidad Cemento por m3 (bls)	Cantidad Aditivo por m3 (Lt)	Costo Cemento por m3 (S/)	Costo Aditivo por m3 (S/)	Volumen Base Estab. (m3)	Costo total Cemento S/	Costo total Aditivo S/	Costo total S/
1.04	0.66	27.66	26.58	12,424.63	343,715.09	330,246.78	673,961.87

**C. Costo dosificación al 5 % de cemento (\*)**

Cantidad Cemento por m3 (bls)	Cantidad Aditivo por m3 (Lt)	Costo Cemento por m3 (S/)	Costo Aditivo por m3 (S/)	Volumen Base Estab. (m3)	Costo total Cemento S/	Costo total Aditivo S/	Costo total S/
2.61		69.43		12,424.63	862,592.67		862,592.67

(\*) Fuente: Estabilización de suelos de Alfonso Montejó Fonseca, el cual recomienda que el porcentaje de cemento para estabilización este entre un 5% a 9% de cemento por peso para suelos A-2



**ANEXO 14:**

**CERTIFICADO DE NECESIDAD TÉCNICA DE OBRA**

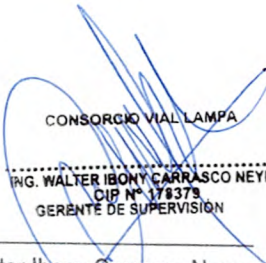
## CERTIFICADO DE NECESIDAD TÉCNICA DE OBRA

El gerente de supervisión de obra, Ing. Walter Ibono Carrasco Neyra con registro del colegio de Ingenieros del Perú 178379, supervisor de la obra **"MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (DV. CALAPUJA) – EMP. PE-34 A (DEUSTUA); EMP. PE-3S (CARACOTO) – QUIVILLACA– EMP. PU-947, EMP. PE-3S (JULIACA) -EMP. PE-3SO (COATA), EMP. PE-34H (PTE. CCACACHI)-LORI PUNCO – EMP. PU-120, EMP. PE-34H (TARACO) – SAMAN – EMP. PU -113(DV. ARAPA); EMP. PE-3S (CHASQUI)-PILCUYO -ACCASO-PUCARA; EMP. PE-3S (BUENAVISTA CHACACHACA)-YUNGUYO-ZEPITA, POR NIVELES DE SERVICIO, DISTRITO DE LAMPA-PROVINCIA DE LAMPA - DEPARTAMENTO DE PUNO"**, a solicitud del Bach. Dennis Marwin Ramos Medina de la Universidad Nacional de Altiplano de Puno de la carrera profesional de Ingeniería Civil, **certifica la necesidad técnica de ejecución de obra en la carretera Ruta PU-165 Caracoto – Huata**, tramo que actualmente es de afirmado y en el que se vio la necesidad de que se ejecute un mejoramiento que consta de trabajos de transitabilidad con un espesor de 10 cm, trabajos de base estabilizada con cemento y la inclusión de algún aditivo que mejore sus propiedades físicas y mecánicas, esta base tendrá un espesor de 20 cm y por último un recubrimiento de 12 mm con micropavimento. Esta necesidad fue identificada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de PROVIAS DESCENTRALIZADO efectuando estudios de pre-inversión a nivel de perfil y que se justifica en lo siguiente:

- El corredor vial une diferentes localidades de alta importancia para el desarrollo de la agricultura y contribuir con la superación de la pobreza, asimismo siendo una oportunidad para mejorar la transitabilidad de transporte departamental y rural, reduciendo los tiempos de viaje, costos de operación vehicular, costos de los usuarios, generando beneficios logísticos para la productividad.
- La envergadura de las soluciones básicas y conservación proyectadas para un período de 10 Y 5 años pretende mejorar la transitabilidad y seguridad, mitigando su deterioro prematuro.
- Las soluciones básicas se plantean en vías de bajo tránsito ya que es beneficioso económicamente para el estado peruano y al mismo tiempo da confort y seguridad a los usuarios.

Este certificado de necesidad técnica de obra se expide a solicitud del Bach. Dennis Marwin Ramos Medina, bachiller en Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Altiplano, con el fin de que pueda sustentar a sus jurados de tesis el motivo que lo lleva a realizar la tesis denominada **"MEJORA DEL DESEMPEÑO DE BASES SUELO-CEMENTO MEDIANTE NANOCOMPUESTOS TENSIOACTIVOS CATIÓNICOS EN LA CARRETERA RUTA PU-165 CARACOTO - HUATA, 2024"**.

Puno, 16 de junio de 2025

  
CONSORCIO VIAL LAMPA  
-----  
ING. WALTER IBONY CARRASCO NEYRA  
CIP N° 178379  
GERENTE DE SUPERVISION  
-----  
Ing. Walter Ibono Carrasco Neyra  
CIP. 178379

**ANEXO 15:**

**FICHA Y PANEL FOTOGRÁFICO DE DAÑOS EN LA**

**RUTA HUATA (KM 55+250) - EMP. PE-3S (DV.**

**HUATA)**



**1.1. FICHA RESUMEN DE SERVICIO - COMPONENTE CONSERVACIÓN**

**1.1.1 DATOS GENERALES**

NOMBRE DEL SERVICIO : SERVICIO DE GESTIÓN, MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL PRO REGIÓN PUÑO - PAQUETE 02: "PE3AQ, PE3AS, PE3AT, PE3SO, PE3SP, PE3SS Y PE3SN"

REGION : PUÑO

DISTRITO O CENTROS POBLADOS : PUÑO: Azángaro, Huancane, Melgar, Puno, San Antonio de Putina, San Roman.

RUTAS NACIONALES : PE - 3AQ, PE-34S, PE-34T, PE-3SO, PE-3SP,PE-3SS,PE-3SN

LONGITUD DE CONTRATO (km) : 264.72 km

LONGITUD REAL SEGÚN TDR (Km) : 265.14 km (según perfil de proyecto)

**1.1.2 DATOS CONTRACTUALES**

CONTRATISTA : CONSORCIO VIAL PRO, (TERMIREX S.A.C., CONSTRUCCIONES RUBAU S.A. y TABLEROS Y PUENTES S.A.)

CONTRATO DE SERVICIO N° : 100-2018-MTC/20.2

MONTO DE CONTRATO : S/. 115'995,297.06 (Incluido I.G.V)

MONTO ADELANTO DIRECTO-CONSERVACIÓN : S/.12'659,223.92 (Incluido I.G.V)

FECHA DE ENTREGA DEL ADELANTO DIRECTO : 18/09/2018

PLAZO DEL SERVICIO : 05 AÑOS (60 meses)

FECHA DE ENTREGA DEL TERRENO : 04/10/2018

FECHA DE INICIO CONTRACTUAL : 05/10/2018

FECHA DE CULMINACION CONTRACTUAL : 04/10/2023

**1.1.3 PERSONAL CONTRACTUAL**

**PROVIAS NACIONAL**

ADMINISTRADOR DE CONTRATO : Ing. Yony Ugarte Larico

JEFE DE SUPERVISIÓN : Ing. Roger Aguilar Araca

SUPERVISOR : Ing. Gilmar Gabriel Goyzueta Torres

ASISTENTE DE SUPERVISIÓN : Ing. Carlos Franco Moscoso

**CONTRATISTA CONSERVADOR - CONSORCIO VIAL PRO**

GERENTE VIAL : Ing. Carlos Ronald Murillo Pezo

RESIDENTE DE MEJORAMIENTO Y/O CONSERVACIÓN : Ing. Julio Cesar Aguilar Aguilar

JEFE DE OFICINA TECNICA : Ing. Richard Benny Caceres Lupaca

ESPECIALISTA EN PUENTES, OBRAS DE ARTE Y DRENAJE : Ing. Luis Pílares Carreño

ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS : Ing. Alfredo Alarcon Atahuachi

ESPECIALISTA EN IMPACTO AMBIENTAL : Ing. Miguel Angel Valdez Urbina

Desde Octubre 2022 hasta la actualidad  
Desde Octubre 2022 hasta la actualidad  
Desde el 16/11/2021 hasta la actualidad  
Desde noviembre del 2022 hasta la actualidad

Memorandum (M) N° 197-2021-MTC/20.13.1

Oficio N° 788-2021-MTC/20.13.1  
Oficio N° 1277-2022-MTC/20.13.1  
Oficio N° 569-2022-MTC/20.13.1  
Oficio N° 779-2019-MTC/20.23.1  
Oficio N° 253-2019-MTC/20.23.1  
Oficio N° 1337-2021-MTC/20.13.1



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y ComunicacionesViceministerio  
de TransportesProvias  
NacionalCONSORCIO  
VIAL PRO**1.1. FICHA RESUMEN DE SERVICIO - COMPONENTE CONSERVACIÓN****1.1.5 INTERVENCIÓN SEGÚN CONTRATO DE CONSERVACIÓN POR NIVELES DE SERVICIO**

TRAMOS	RUTA NACIONAL	TIPO DE INTERVENCIÓN	TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA SEGÚN ETAPA DE INTERVENCIÓN	LONGITUD SEGÚN TDR (KM)	LONGITUD SEGÚN PC (KM)
<b>RUTA 8</b> - Emp. PE-34 H (Putina) - Lloquecolla - Pte. Cambria - Viscapujuni - Emp. PU-111 (Muñani)	T2 (KM 02+380 - KM 24+008)	Transitabilidad	AFIRMADO	21.630	21.648
		Conservación Rutinaria Antes	AFIRMADO		
		Mejoramiento	OTTA SEAL		
		Conservación Rutinaria Despues	OTTA SEAL		
<b>RUTA 10</b> - Emp. PE-34 H (Dv. Huancho) - Huancho - Chupa - Rucanu - Emp. PU-113 (Arapa).	T1, T2 (KM 00+000 - KM 15+000)	Conservación Rutinaria Antes	AFIRMADO	15.000	15.000
		Conservación Periodic Inicial	OTTA SEAL		
		Conservación Rutinaria Despues	OTTA SEAL		
	T3 (KM 15+000 - KM 24+000)	Conservación Rutinaria Antes	AFIRMADO (01)	9.000	9.280
		Conservación Periodica Inicial	OTTA SEAL (01)		
		Conservación Rutinaria Despues	OTTA SEAL (01)		
	T4 (KM 24+000 - KM 51+938)	Transitabilidad	AFIRMADO (02)	27.940	27.160
		Conservación Rutinaria Antes	AFIRMADO (02)		
		Mejoramiento	OTTA SEAL (02)		
		Conservación Rutinaria Despues	OTTA SEAL (02)		
<b>RUTA 11</b> - Emp. PE-34 H (Dv. Inchupalla) - Dv. Janansaya - Inchupalla - Paccha - Emp. PE- 34 H (Huatasani).	T1, T2 (KM 00+000 - KM 36+676)	Transitabilidad	AFIRMADO (03)	36.680	36.709
		Conservación Rutinaria Antes	AFIRMADO (03)		
		Mejoramiento	OTTA SEAL (03)		
		Conservación Rutinaria Despues	OTTA SEAL (03)		



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y ComunicacionesViceministerio  
de TransportesProvias  
NacionalCONSORCIO  
VIAL PRO**1.1. FICHA RESUMEN DE SERVICIO - COMPONENTE CONSERVACIÓN****1.1.5 INTERVENCIÓN SEGÚN CONTRATO DE CONSERVACIÓN POR NIVELES DE SERVICIO**

TRAMOS	RUTA NACIONAL	TIPO DE INTERVENCIÓN	TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA SEGÚN ETAPA DE INTERVENCIÓN	LONGITUD SEGÚN TDR (KM)	LONGITUD SEGÚN PC (KM)
RUTA 13 -Emp. PE-34 H (Taraco) - Pusi - Dv. Capachica - Coata Ajrani - Huata - Emp. PE- 3S (Dv. Huata).	T1, T2 (KM 00+000 - KM 36+650)	Transitabilidad	AFIRMADO (04)	36.650	36.750
		Conservación Rutinaria Antes	AFIRMADO (04)		
		Mejoramiento	SELLO ASFALTICO (04)		
		Conservación Rutinaria Despues	SELLO ASFALTICO (04)		
	T3 (KM 36+650 - KM 48+300)	Conservación Rutinaria Antes	PAVIMENTO ASFALTICO	11.650	11.550
		Conservación Periodica Inicial	PAVIMENTO ASF. EN CALIENTE		
		Conservación Rutinaria Despues	PAVIMENTO ASF. EN CALIENTE		
	T4 (KM 48+300 - KM 55+250)	Conservación Rutinaria Antes	PAVIMENTO ASFALTICO	6.950	6.950
		Conservación Periodica Inicial	PAVIMENTO ASF. EN CALIENTE		
		Conservación Rutinaria Despues	PAVIMENTO ASF. EN CALIENTE		
	T5, T6, T7 (KM 55+250 - KM 67+570)	Transitabilidad	AFIRMADO	12.320	12.318
		Conservación Rutinaria Antes	AFIRMADO		
Mejoramiento		SELLO ASFALTICO			
Conservación Rutinaria Despues		SELLO ASFALTICO			
RUTA 14 -Emp. 34A (Arcopunco) - Cabana - Cahuaria- Atuncolla - Emp. 3S (Dv. Atuncolla).	T1, T2, T3, T4 (KM 00+000 - KM 24+050)	Transitabilidad	AFIRMADO (05)	24.050	24.050
		Conservación Rutinaria Antes	AFIRMADO (05)		
		Mejoramiento	OTTA SEAL (05)		
		Conservación Rutinaria Despues	OTTA SEAL (05)		
	T5, T6 (KM 24+050 - KM 35+162)	Conservación Rutinaria Antes	PAVIMENTO ASFALTICO	11.110	11.094
		Conservación Periodica Inicial	OTTA SEAL		
Conservación Rutinaria Despues		OTTA SEAL			
RUTA 17 -Emp. PE-3S (Chuquibambilla) - Macari - L.D. Cusco (CU-125 de Héctor Tejada).	T1, T2 (KM 00+000 - KM 31+811)	Transitabilidad	AFIRMADO (06)	31.810	31.858
		Conservación Rutinaria Antes	AFIRMADO (06)		
		Mejoramiento	OTTA SEAL (06)		
		Conservación Rutinaria Despues	OTTA SEAL (06)		



PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Provias Nacional



CONSORCIO VIAL PRO

1.1. FICHA RESUMEN DE SERVICIO - COMPONENTE CONSERVACIÓN

1.1.5 INTERVENCIÓN SEGÚN CONTRATO DE CONSERVACIÓN POR NIVELES DE SERVICIO

TRAMOS	RUTA NACIONAL	TIPO DE INTERVENCIÓN	TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA SEGÚN ETAPA DE INTERVENCIÓN	LONGITUD SEGÚN TDR (KM)	LONGITUD SEGÚN PC (KM)
RUTA 19 -Emp. PE-3S H (Est. Pucará) - Stgo. De Pupuja - Emp. PE-34 B -(Dv. Pucará).	T1, T2 (KM 00+000 - KM 01+200)	Conservacion Rutinaria Antes	AFIRMADO / PAV. ASFÁLTICO / CON. HIDRÁULICO (07)	1.200	1.200
		Conservacion Periodica Inicial	OTTA SEAL (07)		
		Conservacion Rutinaria Despues	OTTA SEAL / PAV. ASFÁLTICO / CON. HIDRÁULICO (07)		
	T3 (KM 01+200 - KM 20+351)	Transitabilidad	AFIRMADO (08)	19.150	19.153
		Conservacion Rutinaria Antes	AFIRMADO / CONCRETO HIDRÁULICO (08)		
		Mejoramiento	OTTA SEAL (08)		
		Conservacion Rutinaria Despues	OTTA SEAL / CONCRETO HIDRÁULICO (08)		
				<b>265.140</b>	<b>264.720</b>

(01) Del Km 22+970 al Km 24+280 es concreto hidráulico.

(02) Del Km 50+620 al Km 50+840 y del Km 51+440 al Km 51+957 es pavimento flexible.

(03) Del Km 13+740 al Km 13+820 es concreto hidráulico.

(04) Del Km 16+480 al Km 16+640 es concreto hidráulico, del Km 16+640 al Km 16+720 es pavimento flexible y del Km 16+720 al Km 16+870 es concreto hid

(05) Del Km 3+860 al Km 3+960 es concreto hidráulico y del Km 3+960 al Km 4+360 es pavimento flexible.

(06) Del Km 18+600 al Km 19+720 es concreto hidráulico.

(07) Del Km 0+050 al Km 0+140 y del Km 0+230 al Km 0+420 es concreto hidráulico.

(08) Del Km 7+060 al Km 7+780 es concreto hidráulico.

NOTA :

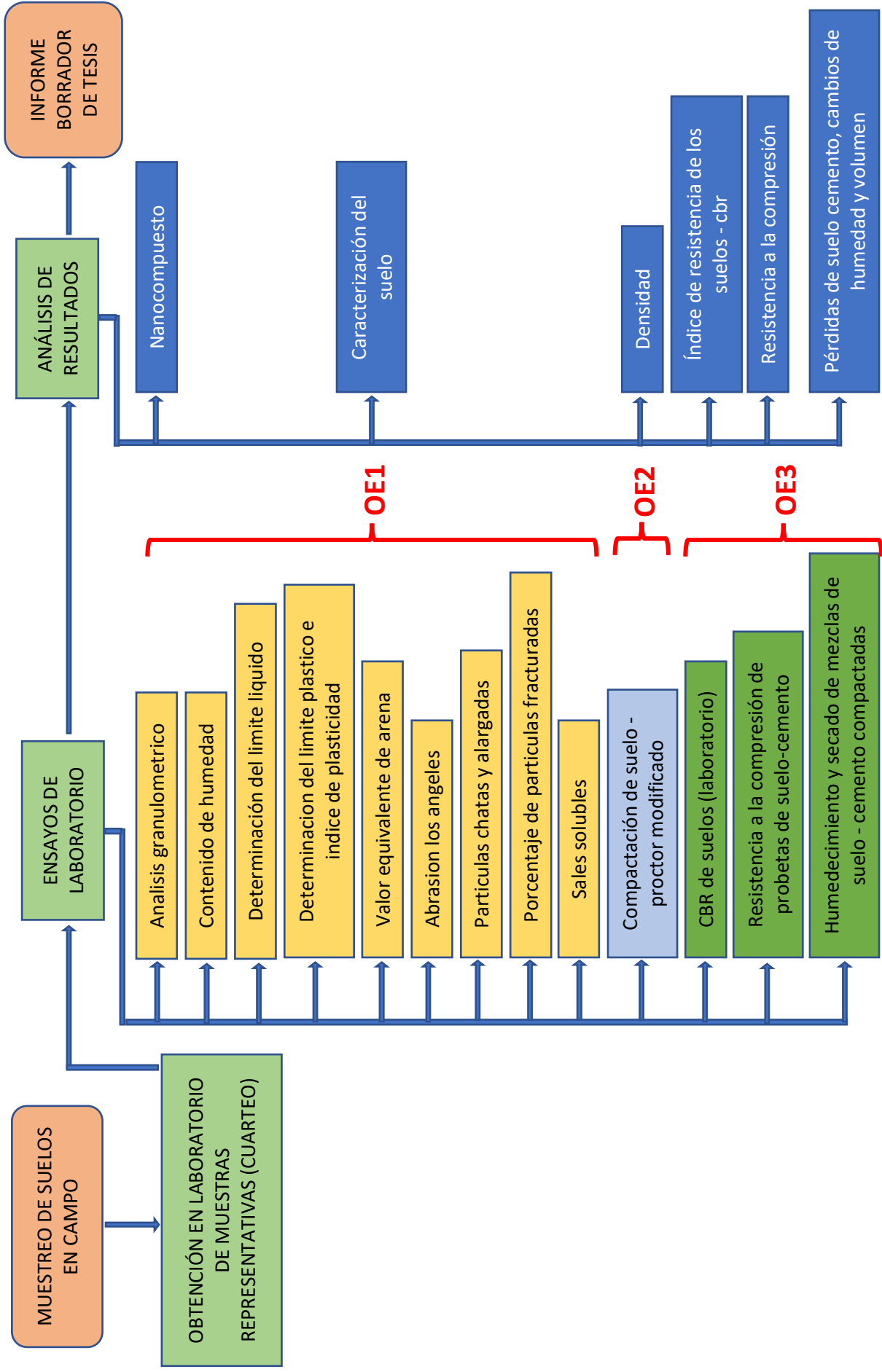
1. Cabe indicar que los tramos y rutas han sido extraidos del TDR del Contrato, del Plan de Mejoramiento Aprobado

**IMÁGENES CARRETERA HUATA (KM 55+250)-EMP. PE-3S (DV. HUATA), SETIEMBRE 2024**



**ANEXO 16:**

**DIAGRAMA DE FLUJO DE EJECUCIÓN DE TESIS**



**Nota:** OE1 y OE2 referidos a características físicas, OE3 referidos a características mecánicas

**ANEXO 17:**  
**RESUMEN DE RESULTADOS HALLADOS EN LOS**  
**ANTECEDENTES**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Item	Tesis / Artículo	Tipo de Suelo		Cal	LBS	PET	Ca(OH) <sub>2</sub>	Cem.	Ceniza de quinua	DMS	CBR (95%)	Compr. Sim.	Desgaste	
		%	gr/cm3											%
<b>01</b>	Estabilización de la subrasante con ceniza de quinua y cal en la Carretera Lago Sagrado, Puno, Perú	A-6-7/CL								1.833	8.2	12.5		
		A-6-3/SC	5					5		1.856	15.3	21.5		
		A-6-3/SC	5					7		1.88	23.1	29.9		
		A-4-3/SC	5					9		1.902	25.6	32		
<b>02</b>	Mejoramiento de suelos mediante sustitución química: Estudio de caso de la autopista Azogues - El Descanso (Ecuador)	A-7-6 / CH								1.568		0.155		
										1.572		2.02		
<b>03</b>	Refuerzo de suelos en la construcción de carreteras. Métodos integrales para la transformación de suelos cohesivos. Visión general de la estabilización del suelo													
			0.01											
			0.01					8					26.4	
			0.02										22	
<b>04</b>	Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín													
			0.02					4					39	
								0			0.174		7.65	
								4			0.168		14.28	
								8			0.168		16.32	
								10			0.168		14.48	
<b>05</b>	Estabilización de suelos arcillosos adicionando polímeros reciclados para mejoramiento de subrasante en el distrito de Mórrope, 2021	CL - ML								1.857	5.41			
		CL								1.868	5.8			
		CL								1.852	5.7			
		CL - ML		1						1.834	7.42			
		CL		1						1.844	8.42			
			1						1.843	8				





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Item	Tesis / Artículo	Tipo de Suelo	Megasoil %	Cem. %	Nano Cemento %	Ceniza de cáscara de quinua %	DMS gr/cm3	CBR (95%) %	Compr. Sim. Kg/cm2	Desgaste %	
<b>08</b>	Nano soil improvement technique using cement	arcilla Kelachay no tratada							1.21		
				1					4.08		
				3						11.22	
				5						16.32	
				7						21.41	
					1					6.12	
					3					13.77	
		5					18.86				
		7					23.45				
<b>09</b>	Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de entre un suelo estabilizado con cemento y suelo con polímero 2022	A-2-4 (0)					2.019	35.2			
				1			2.047		5.67		
				1.5			2.043		10.67	4.2	
				2			2.043		19.14		
				2.1						3.4	
				2.5			2.044		27.92	2.9	
				1.3	0.023		2.115	76.1	14.03		
		1.3	0.028		2.168	81.4	17.82				
		1.8	0.023		2.13	88	23.34				
		1.8	0.028		2.153	101.8	30.54				
<b>10</b>	Evaluación de la utilidad de la ceniza de cáscara de quinua (CCQ) como estabilizante de un suelo limoso de subrasante	A-7-5(19) / MH					1.5	2.90	7.04		
						3	1.49	3.80	7.56		
						6	1.49	61.20	7.84		
						9	1.48	107.90	7.91		
						12	1.47	117.30	8.04		





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Item	Tesis / Artículo	Tipo de Suelo	Aceite Sulfonado l/m3	Cloruro de sodio %	NLF %	Solidry %	Cem. %	DMS gr/cm3	CBR (95%) %	CBR (100%) %	Compr. Sim. Kg/cm2	Desgaste %
15	Aceite sulfonado con cemento para estabilización de suelos cohesivos en subrasante	SP-SC						1.916		10.70		
			0.3			3	1.932		19.60			
			0.5			5	2.008		36.20			
			0.7			7	2.126		63.00			
16	Análisis comparativo de estabilización para el mejoramiento de subrasante entre el uso del cloruro de sodio y el sistema consolid en zonas urbanas no pavimentadas de la urbanización el parral del distrito de La Victoria, 2020	CL						1.824	2.40		0.43	
				6			1.882	44.00		0.66		
					0.045	2	1.817	55.07		0.89		
17	Mejora del desempeño de bases suelo-cemento mediante nanocompuestos tensioactivos catiónicos en la carretera ruta PU-165 Caracoto - Huata, 2024	A-2-4(0) / SC						2.215	29.4		11.2	100
					0.03	1.5	2.232	228.4		25.5	3.04	
					0.03	2	2.211	242.4		31.4	1.11	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Item	Tesis / Artículo	Tipo de Suelo	Ceniza de cáscara de papa %	Cem. %	Emulsión asfáltica CSS-1h %	DMS gr/cm3	CBR (95%) %	CBR (100%) %	Compr. Sim. Kg/cm2	Desgaste %		
18	Mejoramiento de la resistencia del suelo con emulsión asfáltica y cemento para la conformación de solución básica, tramo Huancané-Cotapata-Huarisani, 2023	SP-SM							13.052			
				8					20.693			
					7.6					22.469		
										12.812		
				6.5						25.158		
19	Efecto de la ceniza de cáscara de papa adicionado en suelos arcillosos	CL			7.2				26.092			
			10							5-6		
			15								6-9	
			20								7-24	22-27