

Título del proyecto: “Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme aplicado en subrasantes de vías no pavimentadas, tramo Lara – Lliqui, Región Cusco, 2022”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	METODLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General					
P.G: ¿Cuál será la influencia de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme aplicados en la subrasante de vías no pavimentadas, tramo Lara – Lliqui, Región Cusco, 2022?	O.G: Efectuar un análisis comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme aplicado en subrasantes de vías no pavimentadas, tramo Lara – Lliqui, Región Cusco, 2022.	H.G: Al realizar la comparativa de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme de la vía no pavimentada tramo Lara – Lliqui, Región Cusco, el estabilizador Proes mejora notablemente las características de la subrasante.					
Problema Específicos	Objetivo Específicos	Hipótesis Específicos					
P.E1: ¿Cuál será la influencia de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme en la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad de la subrasante de la vía no pavimentada, tramo Lara – Lliqui, Región Cusco, 2022?	O.E1: Determinar la influencia de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme en la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad de la subrasante de la vía no pavimentada, tramo Lara – Lliqui, Región Cusco, 2022.	H.E1: a. Al aplicar los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme en la subrasante de la vía no pavimentada, tramo Lara – Lliqui, Región Cusco, la mejora que se obtiene en la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad es con el estabilizante Conaid.	Variable Independiente: Aditivos Proes, Conaid y Terrazyme				
P.E2: ¿Cuál será la influencia de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme en el valor del CBR de la vía no pavimentada, tramo Lara – Lliqui, Región Cusco, 2022?	O.E2: Determinar la influencia de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme en el valor de CBR de la vía no pavimentada, tramo Lara – Lliqui, Región Cusco, 2022.	H.E2: Al aplicar los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme en la subrasante de la vía no pavimentada, tramo Lara – Lliqui, Región Cusco, la mejora que se obtiene en el valor del CBR es con el estabilizante Terrazyme.	Variable Dependiente: Estabilización de subrasante				
P.E3: ¿Cuál será el costo – beneficio al aplicar los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme en la subrasante de la vía no pavimentada, tramo Lara – Lliqui, Región Cusco, 2022?	O.E3: Analizar el costo – beneficio de la aplicación de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme en la subrasante de la vía no pavimentada, tramo Lara – Lliqui, Región Cusco, 2022.	H.E3: Al aplicar los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme en la subrasante de la vía no pavimentada, tramo Lara – Lliqui, Región Cusco, la mejor relación costo – beneficio la presenta el estabilizante Terrazyme.					
				% de incorporación	Cantidad de incorporación	Razón	TIPO Y DISEÑO Tipo de investigación: Investigación aplicada Enfoque de investigación: Cuantitativo. Nivel de Investigación: Descriptivo - Explicativo. Diseño de Investigación: Cuasi – Experimental Gc(a): Y1 - X – Y2 Ge(a): Y3 – X’ – Y4 Gc: Sin adición de estabilizantes Gc: Son adición de estabilizantes POBLACIÓN Y MUESTRA Población: Vías no pavimentadas a nivel de subrasante tramo Lara – Lliqui del distrito de Santo Tomas, Cusco. Muestra: (03 calicatas representativas) TÉCNICA E INSTRUMENTO Recolección de datos preliminares: Obtención de materiales a incorporar Realización de calicatas Extracción de muestras Ensayos de laboratorio Análisis de resultados Interpretación de resultados Instrumento de recolección de datos: Fichas de recolección de datos Cotización y obtención de material al adicionar Herramientas de apertura de calicatas Formato de campo Equipos y herramientas de laboratorio.
				Propiedades mecánicas	Óptimo contenido de humedad (%)	Razón	
					CBR (%)	Razón	
				Costo	Costo aditivo (S/.)	Razón	

Fuente: Autoría propia del autor.

ANEXO B. Matriz de operacionalización

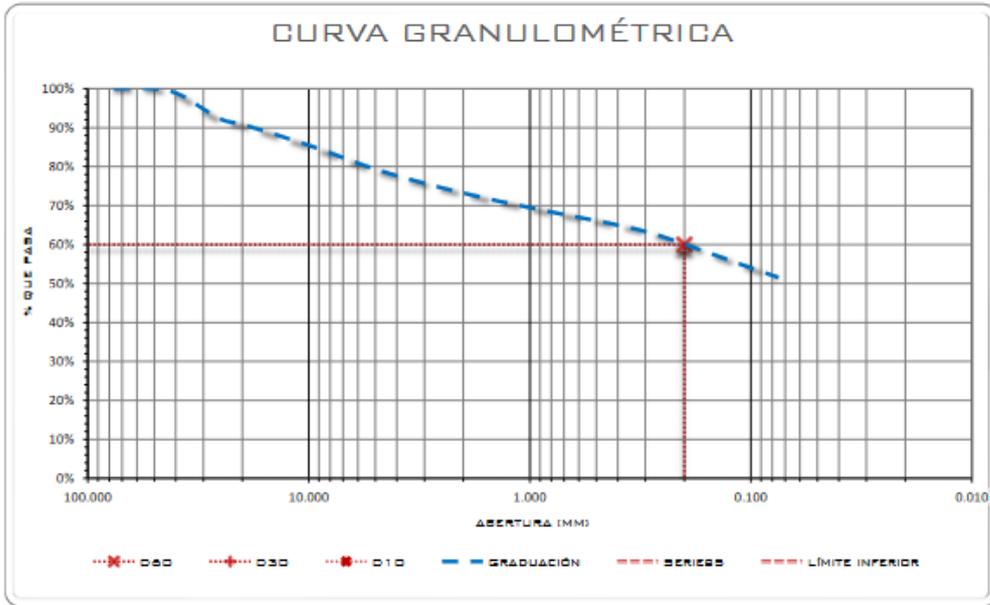
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VI: Aditivos Proes, Conaid y Terrazyme	Los aditivos estabilizantes se emplean para mejorar las propiedades geotécnicas de los suelos y lo que este sea apto teniendo características de resistencia adecuada.	% de incorporación	Cantidad de incorporación
VD: Estabilización de subrasante	El suelo presenta características único depende a su tipo. Por lo que las modificaciones en sus características dependen de la adición de aditivos químicos o naturales que mejores dichas capacidades insuficientes.	Propiedades mecánicas Costo	Máxima densidad seca (gr/cm ³) Óptimo contenido de humedad (%) CBR (%) Costo aditivo (S/.)

Fuente: Autoría propia del autor.

Anexo 1. Análisis granulométrico (suelo natural)

	ALLPA LABORATORIO		Código del Proyecto: 1411-TM-RC-01						
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por:						
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO		I.C.C.						
	NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422 y AASHTO T 88		Fecha: 31/08/2019						
			Registro CP-1						
			Revisión N° 0						
			Rev. por: V.A.H.D.						
			26/06/2023						
DATOS GENERALES									
PROYECTO : Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conzid y Terrazyme aplicado en subrasantes de vías no pavimentadas, SOLICITA : Edwin Romero Sara UBICACION : tramo Lara - Lliqui, Región Cusco									
DATOS ESPECIFICOS									
UBICACION : Sub Rasante 01 Natural FECHA : lunes, 26 de Junio de 2023 HECHO POR : V.A.H.D. y I.C.C.			CALICATA : - MUESTRA : C-01 PROFUNDIDAD : -						
Tamiz	AASHTO T-27 (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% QUE PASA	Especificaciones Superior / Inferior		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Peso de Muestras									
3"	76.200	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			Peso Total Seco (gr.)	7370.70
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			Peso Despues de Lavar (gr.)	3667.20
1½"	38.100	117.49	1.59%	1.59%	98.41%			Perdida por Lavado (gr.)	3703.50
1"	25.400	448.14	6.08%	7.67%	92.33%				
¾"	19.050	134.75	1.83%	9.50%	90.50%				
3/8"	9.525	400.16	5.43%	14.93%	85.07%				
Datos Generales									
Nº 4	4.760	452.62	6.14%	21.07%	78.93%			% de Gruesos	48.46%
Nº 10	2.000	422.24	5.73%	26.80%	73.20%			% de Finos	51.54%
Nº 20	0.840	339.41	4.60%	31.41%	68.59%			Total	100.00%
Fraciones de Grava, Arena y Finos									
Nº 40	0.425	242.27	3.29%	34.69%	65.31%			% de Grava (Ret. Tamiz Nº 4)	21.07%
Nº 60	0.260	223.37	3.03%	37.72%	62.28%			% de Arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200)	27.39%
Nº 140	0.106	571.83	7.76%	45.48%	54.52%			% de Finos (Pasa Tamiz Nº 200)	51.54%
Nº 200	0.075	219.48	2.98%	48.46%	51.54%			% que pasa el tamiz Nº 10	73.20%
< Nº 200	Cazuela	94.78	1.29%	100.00%	-			% que pasa el tamiz Nº 40	65.31%
Lavado	-	3703.5	50.25%	-	-			% que pasa el tamiz Nº 200	51.54%
Peso Total									7370.0
Error*									0.01%
Gradación									Ninguna

* La variación entre el peso total y la suma de los pesos de las fracciones debe ser menor al 1% para cumplir con la precisión exigida por el MTC.



PARAMETROS GRANULOMETRICOS	
D60 = 0.200	Tamaño Máximo Absoluto: 2"
D30 = N.P.	Tamaño Máximo Nominal: 1½"
D10 = N.P.	Cu = N.P.
	Cc = N.P.

Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.
 El ensayo cumple con la precisión exigida por el MTC.


RESPONSABLES DE LABORATORIO
 Ing. Sebastian Ojeda Garcia
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 17305

Anexo 2. Contenido de humedad natural de un suelo

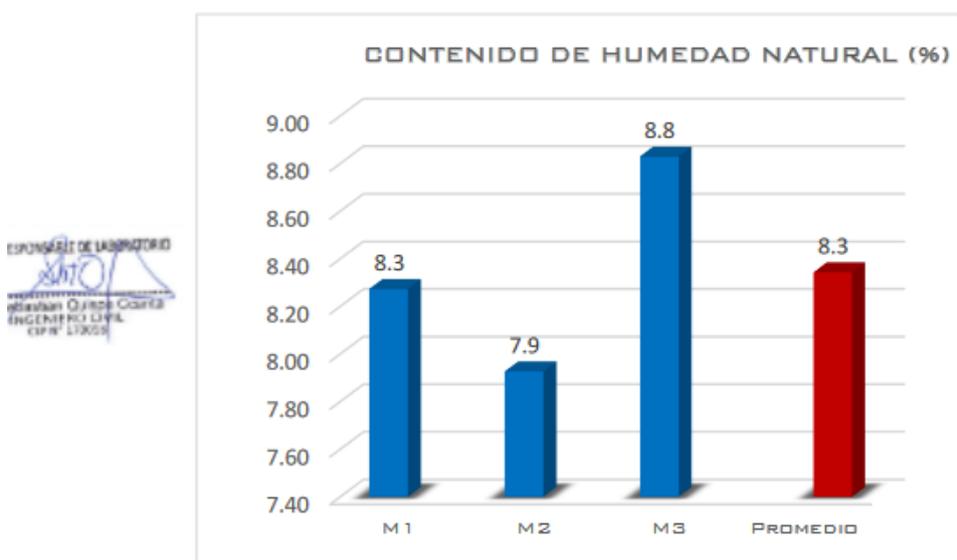
	Código del Proyecto:	1413-TH-RC-01
	ALLPA LABORATORIO	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO	
	CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO	
	NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108 y ASTM D 2216	
	V. Br 3.3	Rev. por: 26/06/2023

DATOS GENERALES	
PROYECTO	: Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme aplicado en
SOLICITA	: Edwin Romero Sara
UBICACIÓN	: tramo Lara – Lliqui, Región Cusco

DATOS ESPECÍFICOS			
UBICACIÓN	: Sub Rasante 01 Natural	CALICATA	: -
FECHA	: lunes, 26 de Junio de 2023	MUESTRA	: C-01
HECHO POR	: V.A.H.D. y I.C.C.	PROFUNDIDAD	: -

MUESTRA	M1	M2	M3
Peso del Contenedor (gr.)	132.10	132.20	133.43
Peso del Contenedor + Suelo Húmedo (gr.)	2730.30	2728.43	2731.79
Peso del Contenedor + Suelo Seco (gr.)	2531.77	2537.76	2520.99
Peso del Agua (gr.)	198.53	190.67	210.80
Peso del Suelo Seco (gr.)	2399.67	2405.56	2387.56
Contenido de Humedad (%)	8.27	7.93	8.83
Variación respecto de la media*	0.8%	5.0%	5.8%

* La variación respecto de la media de cada muestra debe ser menor al 7.8 % para cumplir con la precisión exigida por el MTC.



Contenido de Humedad (%)	8.3
--------------------------	-----

Observaciones: *El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.
El ensayo cumple con la precisión exigida por el MTC.*

Anexo 3. Límites de consistencia

	ALLPA LABORATORIO	Código del Proyecto: 1413-TH-RC-01
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO	Form. Aprob. por: L.C.C.
	LÍMITES DE CONSISTENCIA	Fecha: 31/08/2019
	NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318 Y AASHTO T 89 - T 90	Registro CP-1 Revisión N° 0 Rev. por: V.A.H.D. 26/06/2023

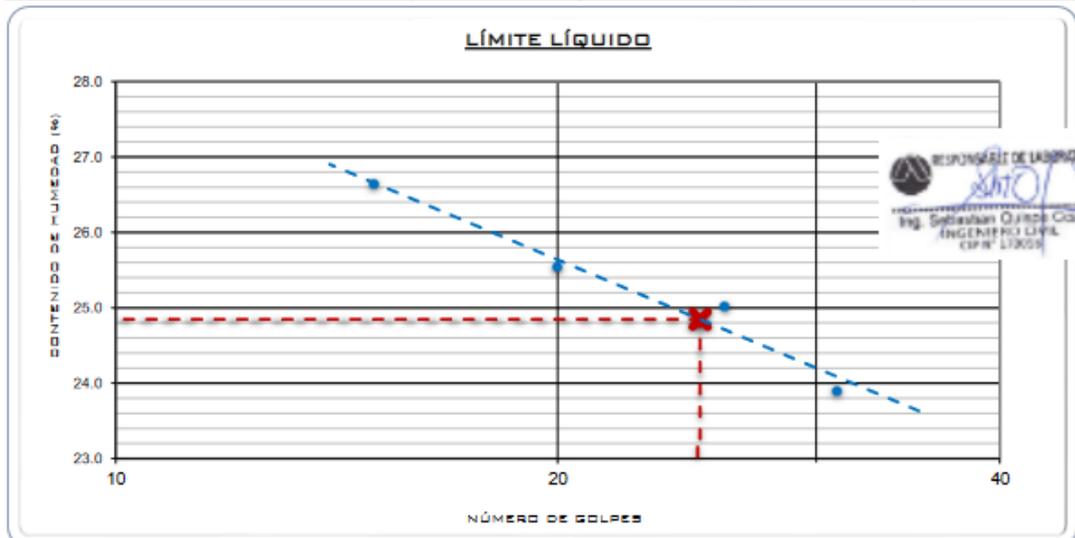
DATOS GENERALES	
PROYECTO	: Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme aplicado en subrasantes de vías
SOLICITA	: Edwin Romero Sara
UBICACIÓN	: tramo Lara – Lliqui, Región Cusco

DATOS ESPECÍFICOS			
UBICACIÓN	: Sub Rasante 01 Natural	CALICATA	: -
FECHA	: lunes, 26 de Junio de 2023	MUESTRA	: C-01
HECHO POR	: V.A.H.D. y I.C.C.	PROFUNDIDAD	: -

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)				
Peso del Contenedor (gr.)	21.34	21.92	22.48	X
Peso del Contenedor + Suelo Húmedo (gr.)	29.44	33.35	34.88	
Peso del Contenedor + Suelo Seco (gr.)	28.41	31.81	33.23	
Peso del Agua (gr.)	1.03	1.54	1.65	
Peso del Suelo Seco (gr.)	7.07	9.89	10.75	Rango*
Contenido de Humedad (%)*	14.6	15.6	15.3	1.00

* El rango debe ser menor al 2.6 % para cumplir con la precisión exigida por el MTC.

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)				
Número de Golpes	31	26	20	15
Peso del Contenedor (gr.)	17.48	17.49	17.50	17.67
Peso del Contenedor + Suelo Húmedo (gr.)	36.20	35.88	36.33	35.78
Peso del Contenedor + Suelo Seco (gr.)	32.59	32.20	32.50	31.97
Peso del Agua (gr.)	3.61	3.68	3.83	3.81
Peso del Suelo Seco (gr.)	15.11	14.71	15.00	14.30
Contenido de Humedad (%)	23.9	25.0	25.5	26.6



LÍMITES DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA			
Límite Plástico (%)	15	Índice de Plasticidad (%)	10
Límite Líquido (%)	25	Límite de Contracción (estimado) (%)	13

Observaciones: *El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.*
El ensayo de Límite Plástico cumple con la precisión exigida por el MTC.

Anexo 4. Gravedad específica del suelo

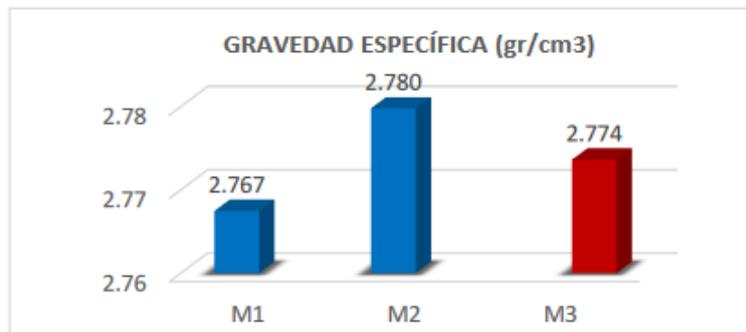
	Código del Proyecto:	1413-TH-RC-01
	ALLPA LABORATORIO	
	<small>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO</small>	
	GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL SUELO	
<small>NORMAS TÉCNICAS: MTC E 113, NTP 339.131 y ASTM D 854</small>		<small>V. Br 3.3</small>
		<small>Form. Aprob. por:</small> <small>L.C.C.</small> <small>Fecha: 31/08/2019</small> <small>Registro CP-1</small> <small>Revisión N° 0</small> <small>Rev. por: V.A.H.D.</small> <small>26/06/2023</small>

DATOS GENERALES	
PROYECTO	: Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme aplicado
SOLICITA	: Edwin Romero Sara
UBICACIÓN	: tramo Lara – Lliqui, Región Cusco

DATOS ESPECÍFICOS			
UBICACIÓN	: Sub Rasante 01 Natural	CALICATA	: -
FECHA	: lunes, 26 de Junio de 2023	MUESTRA	: C-01
HECHO POR	: V.A.H.D. y I.C.C.	PROFUNDIDAD	: -

MUESTRA	M1	M2
Número de Picnómetro	1	1
Volumen del Picnómetro (ml)	250	250
Peso del Contenedor (gr.)	57.91	57.76
Peso del Contenedor + Muestra Seca (gr.)	115.01	114.28
Peso de la Muestra Seca (gr.)	57.10	56.52
Peso del Picnómetro + Agua + Muestra (gr)	405.36	405.08
Temperatura del Agua (°C)	20.6	20.6
Peso del Picnómetro + Agua (gr.)	368.89	368.89
Peso de la Muestra Sumergida (gr.)	36.47	36.19
Peso del Agua Desplazada (gr.)	20.63	20.33
Gravedad Especifica a Temperatura de Ensayo (gr./cm3)	2.768	2.780
Factor de corrección por Temperatura	0.99987	0.99987
Peso Específico (gr./cm3)	2.767	2.780
Rango de los resultados* (gr./cm3)	0.012	

* El rango debe ser menor a 0.02 para cumplir con la precisión exigida por el MTC.



Gravedad Especifica Promedio (gr./cm3)	2.774
--	-------

Observaciones: *El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.
El ensayo cumple con la precisión exigida por el MTC.*

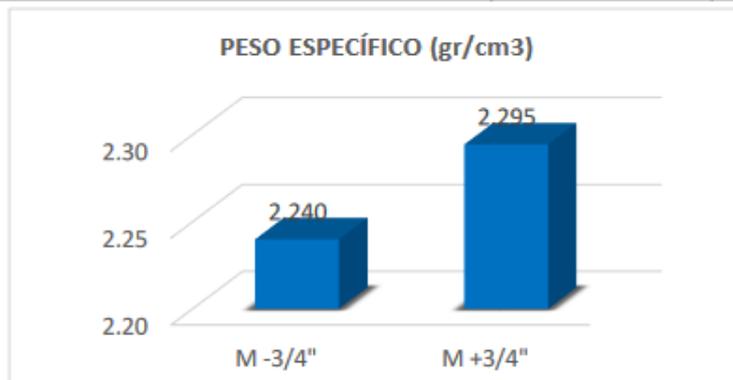
Anexo 5. Peso específico del suelo

	Código del Proyecto:	1413-TH-RC-01
	ALLPA LABORATORIO	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO	
	PESO ESPECÍFICO DEL SUELO	
	NORMAS TÉCNICAS: MTC E 206 y NTP 400.021	
V. Br 3.3		Form. Aprob. por: L.C.C. Fecha: 31/08/2019 Registro CP-1 Revisión N° 0 Rev. por: V.A.H.D. 26/06/2023

DATOS GENERALES	
PROYECTO	: Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme
SOLICITA	: Edwin Romero Sara
UBICACIÓN	: tramo Lara – Lliqui, Región Cusco

DATOS ESPECÍFICOS			
UBICACIÓN	: Sub Rasante 01 Natural	MUESTRA	: C-01
CALICATA	: -	PROFUNDIDAD	: -
FECHA	: lunes, 26 de Junio de 2023	HECHO POR	: I.C.C.

MUESTRA	T. Máx. < 3/4"	T. Máx. > 3/4"
Peso del Contenedor (gr.)	0.00	0.00
Peso del Contenedor + Muestra Seca (gr.)	1032.90	1158.20
Peso de la Muestra Seca (gr.)	1032.90	1158.20
Peso de la Muestra Saturada con Sup. Seca (gr.)	1105.00	1226.40
Peso de la Muestra Sumergida (gr.)	645.00	722.80
Temperatura del Agua (°C)	22.8	22.5
Peso del Agua Desplazada (gr.)	460.00	503.60
Peso del Agua Desplazada por los Sólidos (gr.)	387.90	435.40
Densidad del Agua a Temperatura de Ensayo (gr./cm ³)	0.99761	0.99768
Volumen del Agua Desplazada (cm ³)	461.10	504.77
Volumen de las Partículas Sólidas (cm ³)	388.83	436.41
Peso Específico (gr./cm ³)	2.240	2.295
Peso Específico Saturado (gr./cm ³)	2.396	2.430
Gravedad Específica (gr./cm ³)	2.656	2.654
Absorción (%)	7.0	5.9



Observaciones: *El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.*

Anexo 6. Proctor modificado y CBR de suelos (laboratorio).

	ALLPA LABORATORIO	Código del Proyecto: 1413-TH-RC-01
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO	Form. Aprob. por:
	PROCTOR MODIFICADO	L.C.C.
	NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, NTP 339.141 y ASTM D 1557	Fecha: 31/08/2019
	V. Re 3.3	Registro RP.1
		Revisión Nº 0
		Rev. por: T.A.D.C.
		Fecha: 26/06/2023

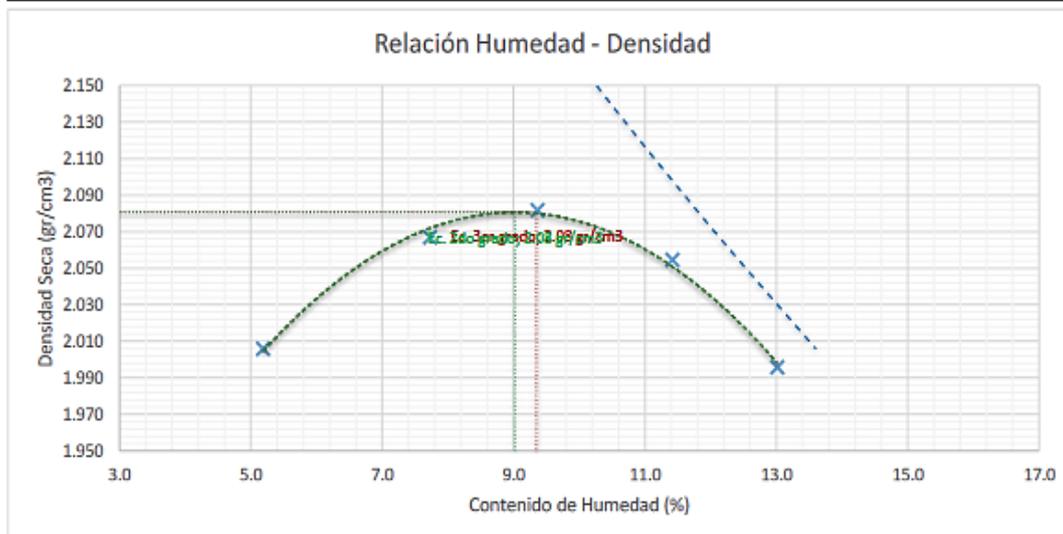
DATOS GENERALES

PROYECTO : Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme aplicado en subrasantes de vías no
SOLICITA : Edwin Romero Sara
UBICACION : tramo Lara – Lliqui, Región Cusco

DATOS ESPECIFICOS

UBICACION : Cantera 01 Natural
FECHA : lunes, 26 de Junio de 2023
HECHO POR : V.A.H.D. y I.C.C.
MUESTRA : C-01
PROFUNDIDAD : -
CALICATA : -

ENSAYO	M1	M2	M3	M4	M5					
Número de Capas (gr.)	5									
Golpes por Capa (gr.)	56	56	56	56	56					
Número de Molde	1	1	1	1	1					
Peso del Molde (gr.)	6627.7	6627.7	6627.7	6627.7	6627.7					
Peso del Molde + Suelo Húmedo (gr.)	11147.9	11397.4	11505.2	11531.4	11459.5					
Peso del Suelo Húmedo Compactado (gr.)	4520.2	4769.7	4877.5	4903.7	4831.8					
Volumen del Molde (cm ³)	2142.18	2142.18	2142.18	2142.18	2142.18					
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.110	2.227	2.277	2.289	2.256					
Peso del Contenedor (gr.)	44.49	44.87	48.53	68.83	44.64	82.00	45.76	43.71	47.03	46.88
Peso del Contenedor + Suelo Húmedo (gr.)	678.4	742.6	925.2	970.0	755.8	821.5	686.2	716.3	680.4	676.1
Peso del Contenedor + Suelo Seco (gr.)	652.5	702.4	862.1	905.6	695.7	757.3	620.7	647.3	608.3	602.8
Peso del Agua (gr.)	25.9	40.2	63.1	64.4	60.1	64.2	65.6	69.0	72.1	73.3
Peso del Suelo Seco (gr.)	608.0	657.5	813.6	836.8	651.1	675.3	574.9	603.6	561.3	556.0
Contenido de Agua (%)	4.3	6.1	7.8	7.7	9.2	9.5	11.4	11.4	12.8	13.2
Contenido de Agua Promedio (%)	5.2		7.7		9.4		11.4		13.0	
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.01		2.07		2.08		2.05		2.00	



	% Retenido	G.E.
T. Máx. < N° 4	78.93%	2.774
N° 4 < T. Máx. < 3/4"	11.57%	2.656
T. Máx. > 3/4"	9.50%	2.654
T. Máx. < 3/4"	90.50%	2.759

Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)	2.081
Densidad Húmeda Máxima (gr/cm ³)	2.275
Contenido de Humedad Óptima (%)	9.35

Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.



ALLPA LABORATORIO		Código del Proyecto: 1413-TH-RC-01
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por: I.C.C.
CBR DE SUELOS (LABORATORIO)		Fecha: 31/08/2019
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132 y ASTM D 1883		Registro RP-1
		Revisión Nº 0
		Rev. por: F.A.D.C.
		V. Br 3.3
		Fecha: 03/09/2021

DATOS GENERALES	
PROYECTO	: Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme aplicado en subrasantes de vías no pavimentadas,
SOLICITA	: Edwin Romero Sara
UBICACIÓN	: tramo Lara – Lliqui, Región Cusco

DATOS ESPECÍFICOS			
UBICACIÓN	: Sub Rasante 01 Natural	MUESTRA	: C-01
FECHA	: jueves, 2 de Setiembre de 2021	PROFUNDIDAD	: -
HECHO POR	: V.H.D. y I.C.C.	CALICATA	: -

ENSAYO	M01		M02		M03	
Relaciones Gravimétricas						
Número de Capas (gr.)	5					
Golpes por Capa (gr.)	55		26		12	
Número de Molde	19		14		16	
Número de Espaciador	1		1		1	
Peso del Molde (gr.)	7647.5		7566.9		7681.6	
Altura de la Muestra (cm3)	11.59		11.63		11.60	
Volumen de la Muestra (cm3)	2156.2		2168.6		2156.7	
Condición de la muestra	No sumergida	Sumergida	No sumergida	Sumergida	No sumergida	Sumergida
Peso del Molde + S. Húmedo (gr.)	12665.5		12800.5		12454.4	
Peso del S. Húmedo Compact. (gr.)	5018.0		5153.0		4887.5	
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.327		2.390		2.254	
Peso del Contenedor (gr.)	48.5		27.8		48.7	
Peso del Cont. + S. Húmedo (gr.)	762.2		352.5		726.9	
Peso del Cont. + S. Seco (gr.)	696.0		317.1		670.0	
Peso del Agua (gr.)	66.3		35.4		56.9	
Peso del Suelo Seco (gr.)	647.4		289.4		621.3	
Contenido de Agua (%)	10.2		12.2		9.1	
Contenido de Agua Promedio (%)	10.2		12.2		9.1	
Densidad Seca (gr/cm3)	2.111		2.130		2.065	

ENSAYO	M01		M02		M03			
Expansión								
Fecha	Hora	Tiempo	Dial			Expansión		
			*0.001"	mm	%	*0.001"	mm	%
16 de Junio de 2023	00:00	00	0	0.000	0.0%	0	0.000	0.0%
		#####						
		#####						
		#####						
		#####						

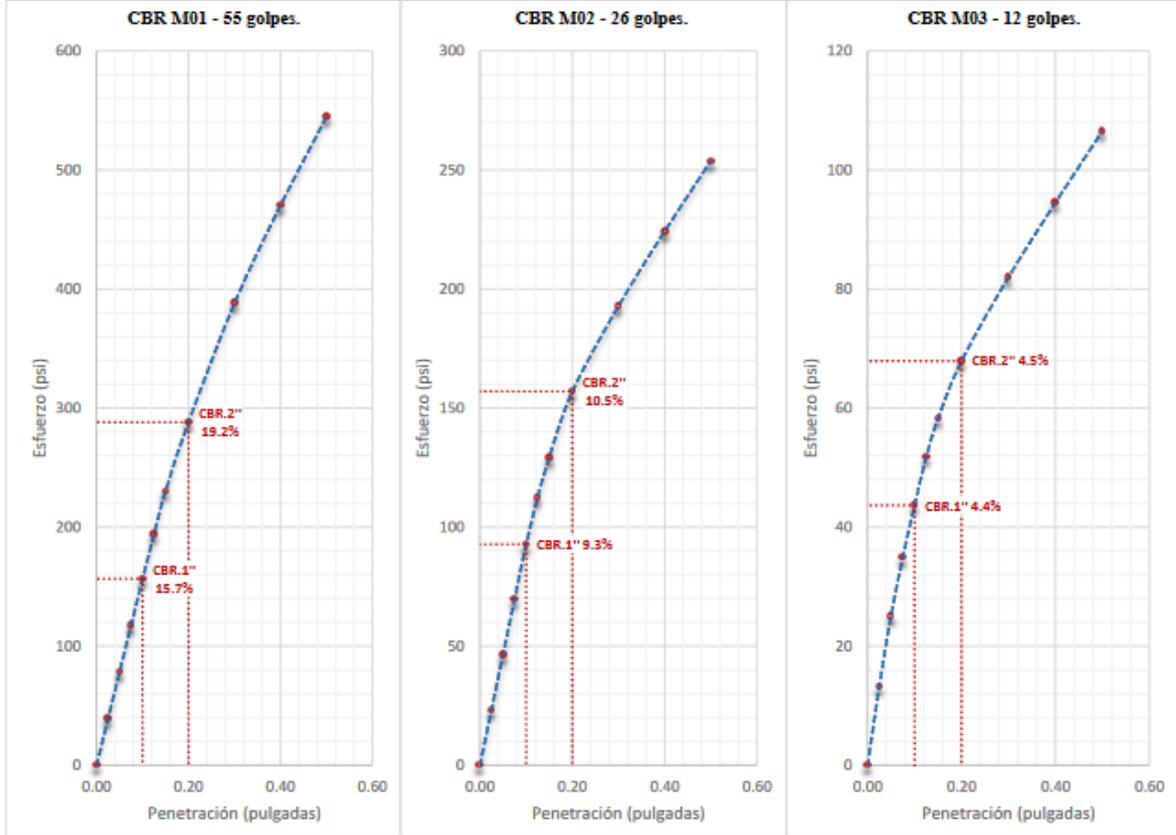
ENSAYO	M01		M02		M03		
Penetración							
Penetración *0.001" (in)	Carga Estándar (kg/cm2)	Carga			Corrección		
		Dial	kg/cm2	%	Dial	kg/cm2	%
0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
25	0.025	22.9	39.1	39.1	13.6	23.2	
50	0.050	45.7	78.2	78.3	27.1	46.4	
75	0.075	68.5	117.3	117.4	40.7	69.7	
100	0.100	91.4	156.4	156.5	54.1	92.7	
125	0.125	113.2	193.8	193.9	65.7	112.5	
150	0.150	134.5	230.3	230.4	75.4	129.1	
200	0.200	168.2	288.0	288.1	91.7	157.0	
300	0.300	226.7	388.1	388.1	112.6	192.8	
400	0.400	274.7	470.3	470.3	131.0	224.2	
500	0.500	318.1	544.5	544.6	148.2	253.7	

ENSAYO	M01		M02		M03	
Observaciones: <i>El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.</i>						

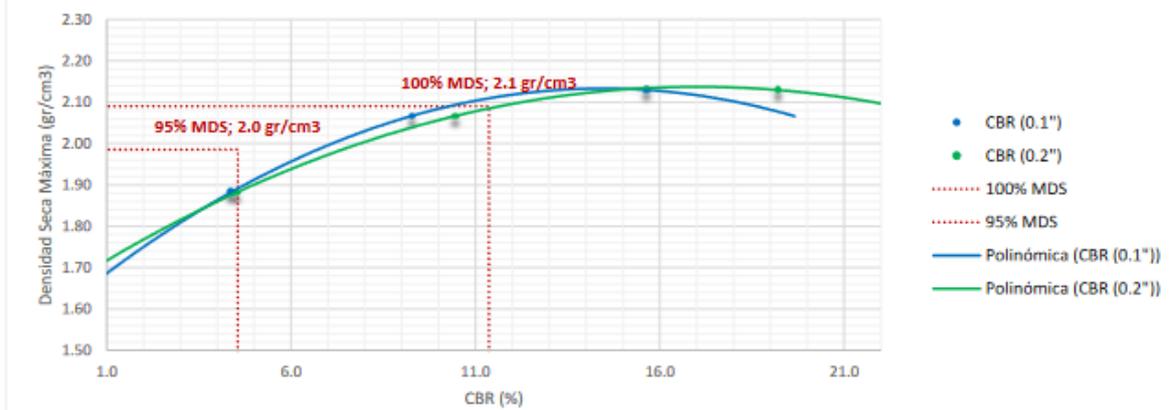


GRÁFICOS

Relaciones de Esfuerzo vs Penetración



Determinación del CBR



RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.090
95% de la M.D.S. (gr/cm ³)	1.986
C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1" de penetración (%)	11.4
C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1" de penetración (%)	4.6
C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2" de penetración (%)	13.3
C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2" de penetración (%)	4.2



Observaciones: *El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.*



ALLPA LABORATORIO		Código del Proyecto: 1413-TH-RC-01
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por: L.C.C.
PROCTOR MODIFICADO		Fecha: 31/08/2019
NORMAS TÉCNICAS: MTC E.115, NTP 339.141 y ASTM D 1557		Registro RP.1
		Revisión N° 8
		Rev. por: V.A.H.D.
		Fecha: 27/06/2023
V. Br 3.3		

DATOS GENERALES

PROYECTO : Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme aplicado en subrasantes de vías no
SOLICITA : Edwin Romero Sara
UBICACIÓN : tramo Lara – Lliqui, Región Cusco

DATOS ESPECÍFICOS

UBICACIÓN : Sub Rasante 01+ Aditivo Proes Dosis 0,25 lt/m³ **MUESTRA** : Natural
FECHA : lunes, 26 de Junio de 2023 **PROFUNDIDAD** : -
HECHO POR : V.A.H.D. y Y.S.A. **CALICATA** : -

ENSAYO	M1	M2	M3	M4	M5					
Número de Capas (gr.)	5									
Golpes por Capa (gr.)	56	56	56	56	56					
Número de Molde	1	1	1	1	1					
Peso del Molde (gr.)	6627.7	6627.7	6627.7	6627.7	6627.7					
Peso del Molde + Suelo Húmedo (gr.)	11147.9	11327.4	11505.2	11551.4	11459.5					
Peso del Suelo Húmedo Compactado (gr.)	4520.2	4699.7	4877.5	4923.7	4831.8					
Volumen del Molde (cm ³)	2142.18	2142.18	2142.18	2142.18	2142.18					
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.110	2.194	2.277	2.298	2.256					
Peso del Contenedor (gr.)	44.86	44.87	48.53	68.83	44.64	82.00	45.76	43.71	47.03	46.88
Peso del Contenedor + Suelo Húmedo (gr.)	678.4	742.6	925.2	970.0	755.8	821.5	686.2	716.3	680.4	676.1
Peso del Contenedor + Suelo Seco (gr.)	642.5	702.3	862.1	905.6	695.7	757.3	620.7	647.3	608.3	602.8
Peso del Agua (gr.)	35.9	40.3	63.1	64.4	60.1	64.2	65.6	69.0	72.1	73.3
Peso del Suelo Seco (gr.)	597.7	657.5	813.6	836.8	651.1	675.3	574.9	603.6	561.3	556.0
Contenido de Agua (%)	6.0	6.1	7.8	7.7	9.2	9.5	11.4	11.4	12.8	13.2
Contenido de Agua Promedio (%)	6.1		7.7		9.4		11.4		13.0	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.99		2.04		2.08		2.06		2.00	



	% Retenido	G.E.
T. Máx. < N° 4	78.93%	
N° 4 < T. Máx. < 3/4"	8.63%	2.656
T. Máx. > 3/4"	12.44%	2.654
T. Máx. < 3/4"	87.56%	

Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)	2.081
Densidad Húmeda Máxima (gr/cm ³)	2.293
Contenido de Humedad Óptima (%)	10.17

Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.



ALLPA LABORATORIO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO	Código del Proyecto: 1413-TH-RC-01
CBR DE SUELOS (LABORATORIO) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132 y ASTM D 1883	Form. Aprob. por: L.C.C. Fecha: 31/08/2019 Registro RP-1 Revisión Nº 0 Rev. por V.A.H.D. Fecha: 03/09/2021
	V. Br 3.3

DATOS GENERALES

PROYECTO :	Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme aplicado en subrasantes de vías no pavimentadas,
SOLICITA :	Edwin Romero Sara
UBICACIÓN :	tramo Lara – Lliquí, Región Cusco

DATOS ESPECÍFICOS

UBICACIÓN :	Sub Rasante 01+ Aditivo Proes Dosis 0,25 lt/m ³	MUESTRA :	Natural
FECHA :	sábado, 10 de Junio de 2023	PROFUNDIDAD :	-
HECHO POR :	T.A.D.C. y I.C.C.	CALICATA :	-

ENSAYO	M01		M02		M03	
Relaciones Gravimétricas						
Número de Capas (gr.)	5					
Golpes por Capa (gr.)	55		26		12	
Número de Molde	7		8		6	
Número de Espaciador	1		1		1	
Peso del Molde (gr.)	6782.5		7817.0		7120.0	
Altura de la Muestra (cm ³)	11.46		11.45		11.27	
Volumen de la Muestra (cm ³)	2121.4		2083.8		2055.4	
Condición de la muestra	No sumergida	Sumergida	No sumergida	Sumergida	No sumergida	Sumergida
Peso del Molde + S. Húmedo (gr.)	11680.9	11826.1	12240.8	12421.3	11300.7	11640.9
Peso del S. Húmedo Compact. (gr.)	4898.4	5043.6	4423.8	4604.3	4180.7	4520.9
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.309	2.377	2.123	2.210	2.034	2.200
Peso del Contenedor (gr.)	46.4	28.2	45.6	28.0	57.6	31.0
Peso del Cont. + S. Húmedo (gr.)	812.3	344.2	721.4	408.3	771.9	401.6
Peso del Cont. + S. Seco (gr.)	745.8	309.2	708.4	361.9	709.9	346.6
Peso del Agua (gr.)	66.6	35.0	13.0	46.4	62.0	55.0
Peso del Suelo Seco (gr.)	699.3	281.0	662.8	333.9	652.3	315.7
Contenido de Agua (%)	9.5	12.5	2.0	13.9	9.5	17.4
Contenido de Agua Promedio (%)	9.5	12.5	2.0	13.9	9.5	17.4
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.108	2.114	2.082	1.940	1.858	1.873

ENSAYO	M01		M02		M03	
Expansión						
Fecha	Hora	Tiempo	Dial "0.001"	Expansión mm %	Dial "0.001"	Expansión mm %
16 de Junio de 2023	00:00	00	0	0.000 0.0%	0	0.000 0.0%
21 de Junio de 2023		120	108	0.108 0.9%	150	0.150 1.3%

ENSAYO	M01		M02		M03				
Penetración									
Penetración	Carga Estándar	Carga		Corrección		Carga		Corrección	
*0.001"	(in)	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
25	0.025	40.4	69.2	69.2		17.2	29.4	29.4	
50	0.050	80.8	138.3	138.3		34.4	58.9	58.9	
75	0.075	121.1	207.3	207.3		51.6	88.3	88.3	
100	0.100	157.3	269.3	269.3	26.9	67.2	115.1	115.1	11.5
125	0.125	188.1	322.0	322.0		82.1	140.6	140.6	
150	0.150	216.9	371.3	371.3		94.1	161.1	161.1	
200	0.200	269.7	461.7	461.7	30.8	115.7	198.1	198.1	13.2
300	0.300	359.1	614.8	614.8	32.4	151.1	258.7	258.7	13.6
400	0.400	425.6	728.7	728.7	31.7	174.6	298.9	298.9	13.0
500	0.500	487.4	834.5	834.5	32.1	195.6	334.9	334.9	12.9

ENSAYO	M01		M02		M03	
Grado de Saturación						
Gravedad Específica (%)						
Relación de vacíos						
Grado de Saturación (%)						

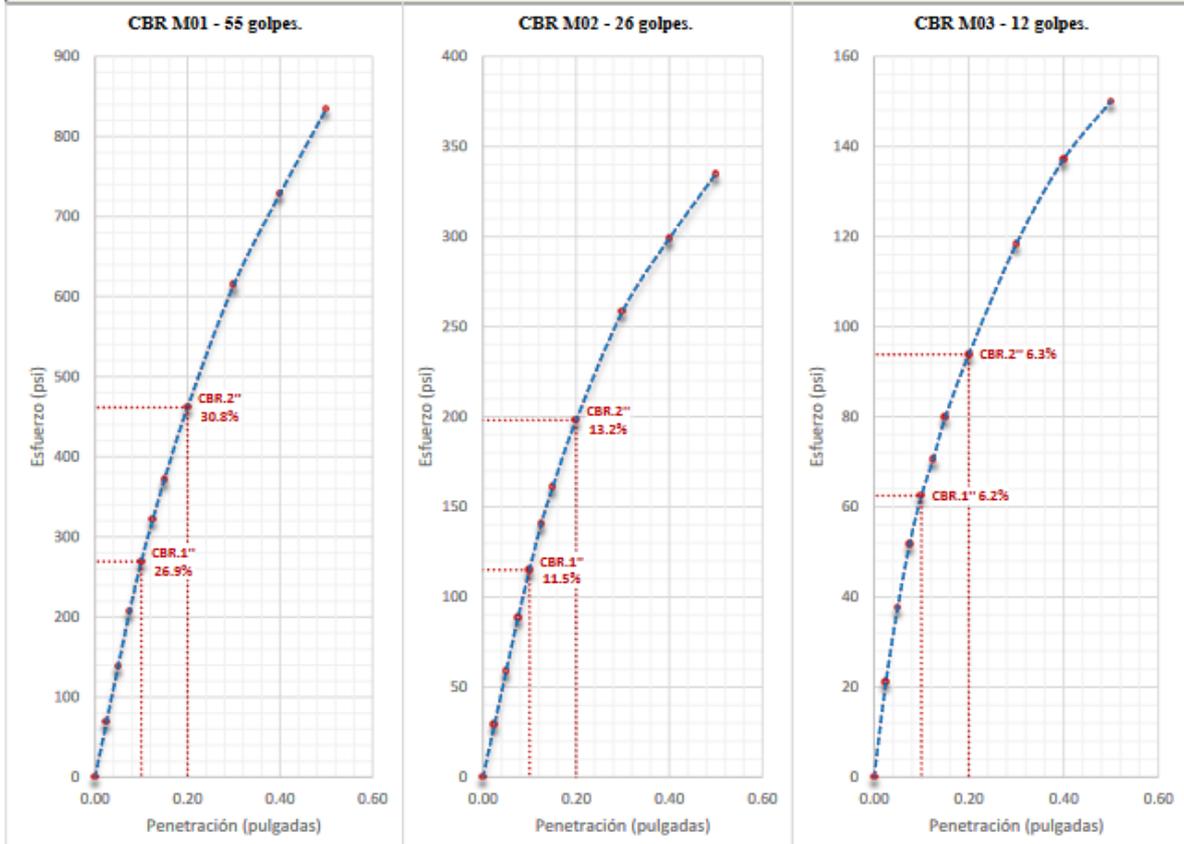
Observaciones: *El ensayo se ha realizado según las exigencias de la MTC.*

RESPONSABLE DE LABORATORIO

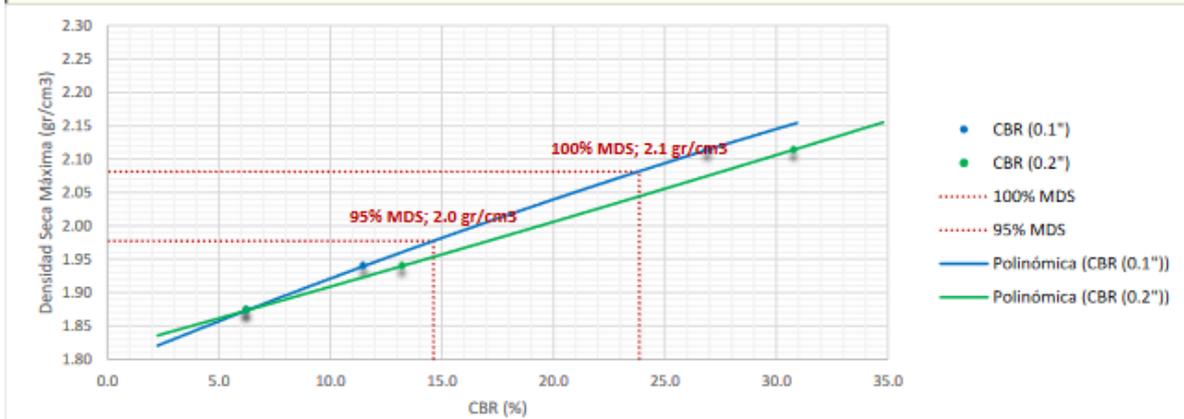
Ing. Sebastian Ojeda Cortez
INGENIERO CIVIL
C.O.E. 13346

GRÁFICOS

Relaciones de Esfuerzo vs Penetración



Determinación del CBR



RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.081
95% de la M.D.S. (gr/cm ³)	1.977
C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1" de penetración (%)	23.9
C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1" de penetración (%)	14.6
C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2" de penetración (%)	27.6
C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2" de penetración (%)	17.1



Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.



ALLPA LABORATORIO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Código del Proyecto: 1413-TH-RC-01
PROCTOR MODIFICADO NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, NTP 339.141 y ASTM D 1557		Form. Aprob. por: L.C.C. Fecha: 31/08/2019 Registro EP-1 Revisión N° 0 Rev. por: =U23 Fecha: 26/06/2023
		V. Br 3.3

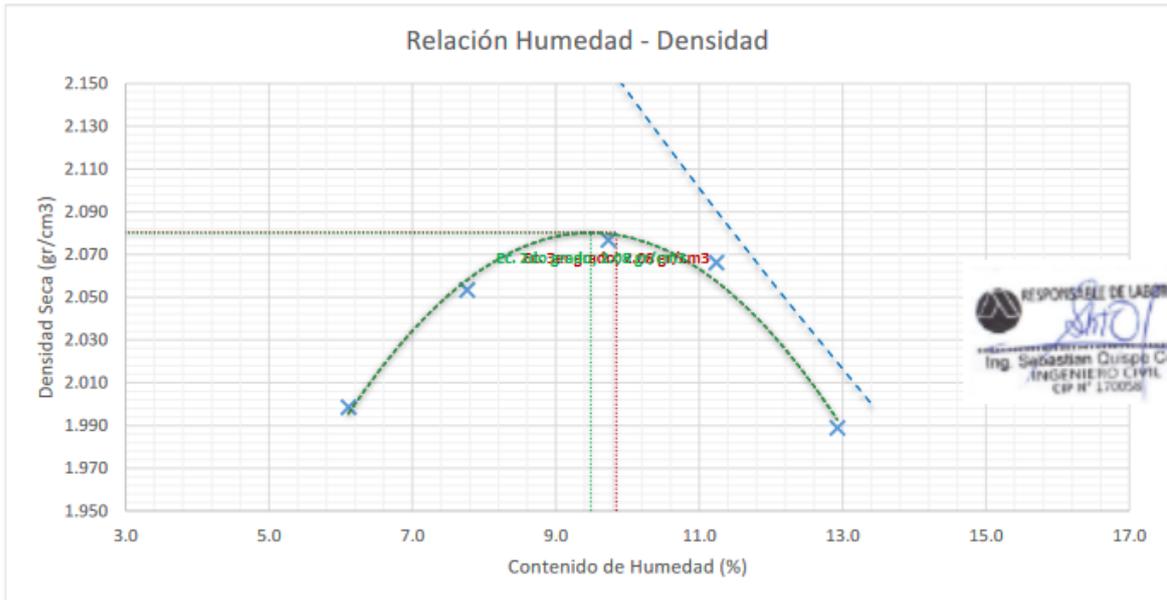
DATOS GENERALES

PROYECTO : Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme aplicado en subrasantes de vías no
SOLICITA : Edwin Romero Sara
UBICACIÓN : tramo Lara – Lliqui, Región Cusco

DATOS ESPECÍFICOS

UBICACIÓN : Sub Rasante 01+ Aditivo Proes Dosis 0,275 lt/m³ **MUESTRA** : C-01
FECHA : lunes, 26 de Junio de 2023 **PROFUNDIDAD** : -
HECHO POR : T.A.D.C. y I.C.C. **CALICATA** : -

ENSAYO	M1	M2	M3	M4	M5					
Número de Capas (gr.)	5									
Golpes por Capa (gr.)	56	56	56	56	56					
Número de Molde	1	1	1	1	1					
Peso del Molde (gr.)	6627.7	6627.7	6627.7	6627.7	6627.7					
Peso del Molde + Suelo Húmedo (gr.)	11170.2	11367.8	11509.3	11551.1	11438.8					
Peso del Suelo Húmedo Compactado (gr.)	4542.5	4740.1	4881.6	4923.4	4811.1					
Volumen del Molde (cm ³)	2142.18	2142.18	2142.18	2142.18	2142.18					
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.121	2.213	2.279	2.298	2.246					
Peso del Contenedor (gr.)	58.60	59.46	55.58	54.95	56.54	56.08	56.06	56.23	56.39	56.61
Peso del Contenedor + Suelo Húmedo (gr.)	813.4	887.8	765.5	760.1	918.4	830.0	864.1	814.5	865.2	784.2
Peso del Contenedor + Suelo Seco (gr.)	769.8	840.2	713.5	710.0	840.0	763.1	782.7	737.6	772.9	700.6
Peso del Agua (gr.)	43.6	47.5	51.9	50.0	78.4	66.9	81.3	76.9	92.3	83.5
Peso del Suelo Seco (gr.)	711.2	780.8	658.0	655.1	783.5	707.0	726.7	681.4	716.5	644.0
Contenido de Agua (%)	6.1	6.1	7.9	7.6	10.0	9.5	11.2	11.3	12.9	13.0
Contenido de Agua Promedio (%)	6.1		7.8		9.7		11.2		12.9	
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.00		2.05		2.08		2.07		1.99	



	% Retenido	G.E.
T. Máx. < N° 4	52.38%	2.774
N° 4 < T. Máx. < 3/4"	28.35%	2.656
T. Máx. > 3/4"	19.27%	2.654
T. Máx. < 3/4"	80.73%	2.732

Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)	2.080
Densidad Húmeda Máxima (gr/cm ³)	2.285
Contenido de Humedad Óptima (%)	9.84

Observaciones: *El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.*

	ALLPA LABORATORIO		Código del Proyecto: 1413-TH-RC-01	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO			Form. Aprob. por: L.C.C.
	CBR DE SUELOS (LABORATORIO)			Fecha: 31/08/2019
	NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132 y ASTM D 1883			Registro RP-1
				Revisión Nº 0 Rev. por: T.A.D.C. Fecha: 03/09/2021

DATOS GENERALES

PROYECTO : Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme aplicado en subrasantes de vías no pavimentadas,
SOLICITA : Edwin Romero Sara
UBICACION : tramo Lara – Lliqui, Región Cusco

DATOS ESPECIFICOS

UBICACION : Sub Rasante 01+ Aditivo Proes Dosis 0,275 lt/m³ **MUESTRA** : C-01
FECHA : sábado, 10 de Junio de 2023 **PROFUNDIDAD** : -
HECHO POR : T.A.D.C. y I.C.C. **CALICATA** : -

ENSAYO	M01			M02			M03		
Relaciones Gravimétricas									
Número de Capas (gr.)				5					
Golpes por Capa (gr.)	55			26			12		
Número de Molde	9			10			11		
Número de Espaciador	1			1			1		
Peso del Molde (gr.)	7305.0			7634.3			7775.0		
Altura de la Muestra (cm ³)	11.10			11.59			11.64		
Volumen de la Muestra (cm ³)	2025.9			2115.8			2110.1		
Condición de la muestra	No sumergida		Sumergida	No sumergida		Sumergida	No sumergida		Sumergida
Peso del Molde + S. Húmedo (gr.)	11891.4		12022.0	12182.9		12600.6	12080.9		12486.7
Peso del S. Húmedo Compact. (gr.)	4586.4		4717.0	4548.6		4966.3	4305.9		4711.7
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.264		2.328	2.150		2.347	2.041		2.233
Peso del Contenedor (gr.)	56.2		34.6	56.2		29.7	57.3		28.8
Peso del Cont. + S. Húmedo (gr.)	1199.9		396.1	997.1		337.0	928.3		399.0
Peso del Cont. + S. Seco (gr.)	1102.6		358.4	904.8		289.2	852.7		341.8
Peso del Agua (gr.)	97.3		37.7	92.3		47.8	75.6		57.2
Peso del Suelo Seco (gr.)	1046.4		323.8	848.6		259.5	795.4		313.0
Contenido de Agua (%)	9.3		11.6	10.9		18.4	9.5		18.3
Contenido de Agua Promedio (%)	9.3		11.6	10.9		18.4	9.5		18.3
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.071		2.086	1.939		1.982	1.864		1.888

ENSAYO			M01			M02			M03					
Expansión														
Fecha	Hora	Tiempo	Dial			Expansión			Dial			Expansión		
			*0.001"	mm	%	*0.001"	mm	%	*0.001"	mm	%	*0.001"	mm	%
16 de Junio de 2023	00:00	00	0	0.000	0.0%	0	0.000	0.0%	0	0.000	0.0%	0	0.000	0.0%
21 de Junio de 2023		120	93	0.093	0.8%	145	0.145	1.3%	135	0.135	1.2%			

ENSAYO		M01				M02				M03				
Penetración														
Penetración	Carga Estándar	Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección		
		Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	
*0.001"	(in)													
0	0.000		0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		
25	0.025		57.0	97.6	131.8		48.9	83.7	123.1		24.3	41.6	47.6	
50	0.050		113.9	194.9	263.7		120.8	206.8	232.2		45.5	77.8	95.1	
75	0.075		190.9	326.7	395.4		167.2	286.2	301.5		65.9	112.9	142.7	
100	0.100	1000.00	267.7	458.3	496.3	49.6	195.2	334.1	345.6	34.6	93.7	160.4	174.4	17.4
125	0.125		310.2	531.1	567.2		216.2	370.1	385.2		106.8	182.8	197.9	
150	0.150		350.7	600.4	638.2		243.8	417.3	425.1		120.9	207.0	218.4	
200	0.200	1500.00	435.3	745.2	779.4	52.0	272.3	466.1	470.7	31.4	142.1	243.3	252.7	16.8
300	0.300	1900.00	588.5	1007.5	1035.1	54.5	305.8	523.6	528.4	27.8	177.1	303.2	312.0	16.4
400	0.400	2300.00	712.2	1219.2	1233.1	53.6	341.5	584.7	587.4	25.5	210.0	359.5	364.8	15.9
500	0.500	2600.00	774.4	1325.7	1339.6	51.5	361.2	618.4	621.1	23.9	229.9	393.6	399.0	15.3

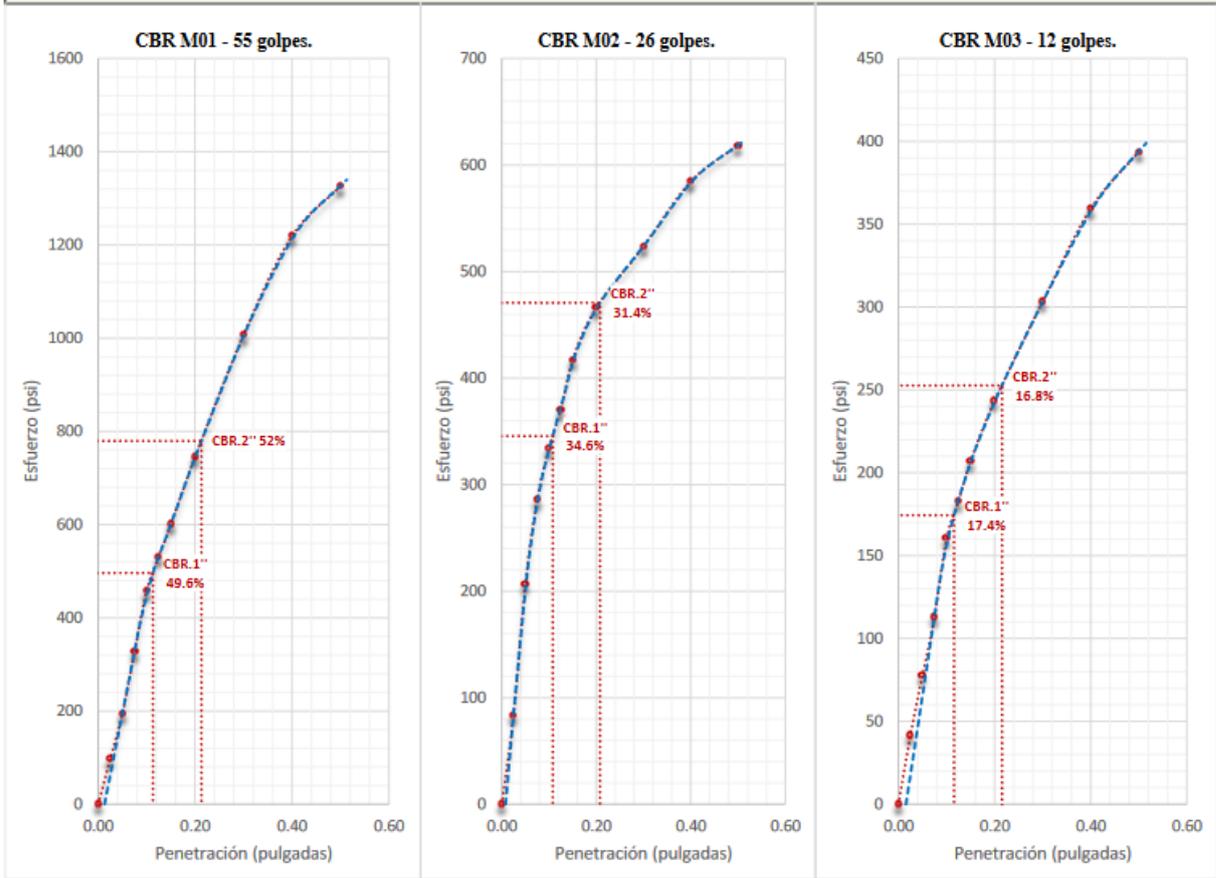
ENSAYO	M01			M02			M03		
Grado de Saturación									
Gravedad Específica (%)				2.732					
Relación de vacíos	0.319			0.310			0.409		
Grado de Saturación (%)	79.6			102.6			72.6		
							133.0		
							55.7		
							111.6		

Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.

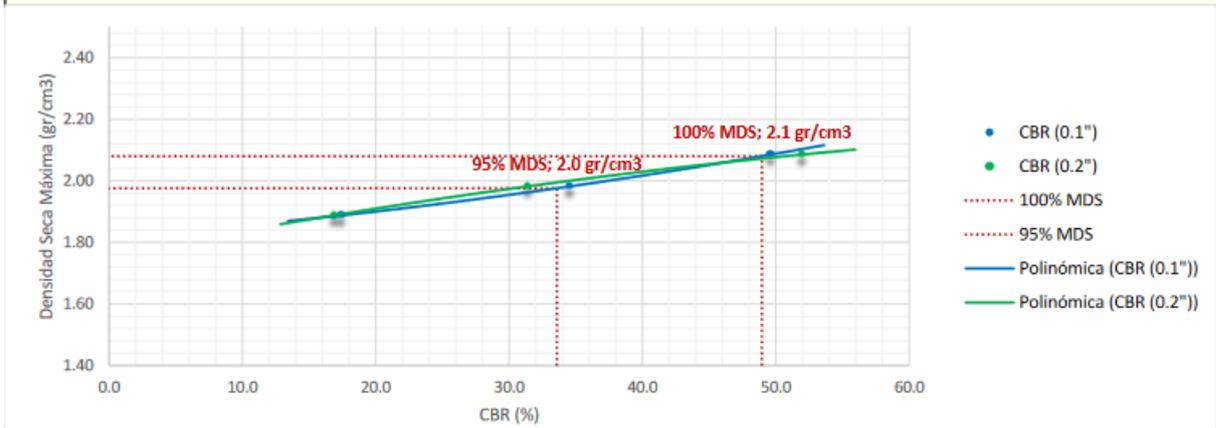

RESPONSABLE DE LABORATORIO
Ing. Sebastian Cuspo Garcia
 INGENIERO CIVIL
 CEP N° 170056

GRAFICOS

Relaciones de Esfuerzo vs Penetración



Determinación del CBR



RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.080
95% de la M.D.S. (gr/cm ³)	1.976
C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1" de penetración (%)	49.0
C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1" de penetración (%)	33.6
C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2" de penetración (%)	50.8
C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2" de penetración (%)	30.4



Observaciones: *El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.*



ALLPA LABORATORIO <small>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO</small> PROCTOR MODIFICADO <small>NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, NTP 339.141 y ASTM D 1557</small>	Código del Proyecto: 1413-TH-RC-01
	<small>Forma. Aprob. por:</small>
	<small>L.C.C.</small>
	<small>Fecha: 31/08/2019</small>
	<small>Registro RP 1</small>
	<small>Revisión N° 0</small>
	<small>Rev. por: -U23</small>
	<small>Fecha: 26/06/2023</small>

DATOS GENERALES

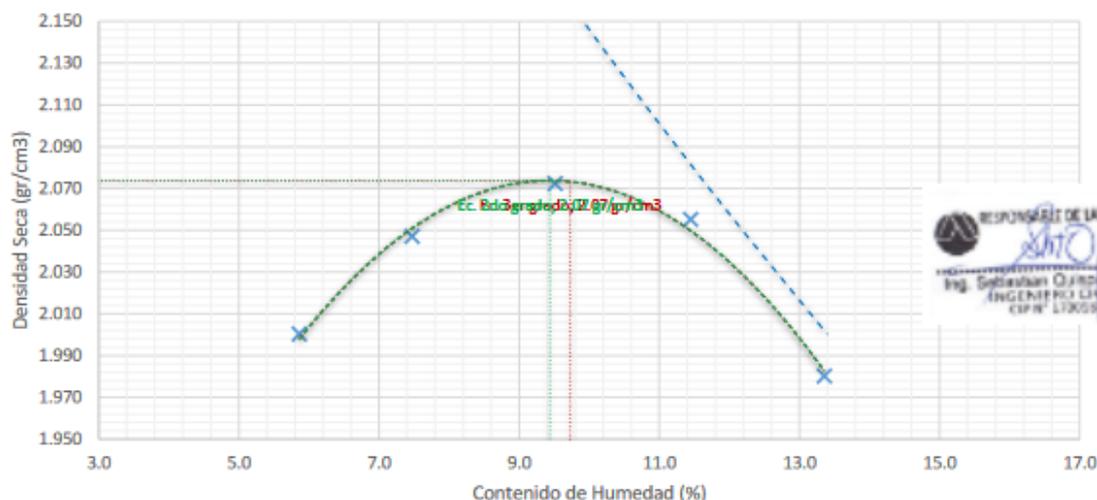
PROYECTO : Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme aplicado en subrasantes de vías no
SOLICITA : Edwin Romero Sara
UBICACIÓN : tramo Lara – Lliqui, Región Cusco

DATOS ESPECIFICOS

UBICACIÓN : Sub Rasante 01+ Aditivo Proes Dosis 0,30 lt/m³ **MUESTRA** : C-01
FECHA : lunes, 26 de Junio de 2023 **PROFUNDIDAD** : -
HECHO POR : V.A.H.D. y I.C.C. **CALICATA** : -

ENSAYO	M1	M2	M3	M4	M5					
Número de Capas (gr.)	5									
Golpes por Capa (gr.)	56	56	56	56	56					
Número de Molde	1	1	1	1	1					
Peso del Molde (gr.)	6626.9	6626.9	6626.9	6626.9	6626.9					
Peso del Molde + Suelo Húmedo (gr.)	11163.3	11339.7	11488.6	11533.2	11435.3					
Peso del Suelo Húmedo Compactado (gr.)	4536.4	4712.8	4861.7	4906.3	4808.4					
Volumen del Molde (cm ³)	2142.18	2142.18	2142.18	2142.18	2142.18					
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.118	2.200	2.270	2.290	2.245					
Peso del Contenedor (gr.)	56.57	56.36	44.84	47.02	56.23	56.06	58.59	55.59	44.65	45.77
Peso del Contenedor + Suelo Húmedo (gr.)	749.2	712.7	668.2	737.8	894.1	747.5	770.1	832.1	754.8	767.5
Peso del Contenedor + Suelo Seco (gr.)	710.4	676.7	625.4	689.1	824.4	684.9	697.9	751.4	671.4	682.2
Peso del Agua (gr.)	38.8	36.0	42.8	48.7	69.7	62.6	72.2	80.7	83.5	85.3
Peso del Suelo Seco (gr.)	653.9	620.3	580.5	642.1	768.2	628.8	639.3	695.8	626.7	636.4
Contenido de Agua (%)	5.9	5.8	7.4	7.6	9.1	10.0	11.3	11.6	13.3	13.4
Contenido de Agua Promedio (%)	5.9		7.5		9.5		11.4		13.4	
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.00		2.05		2.07		2.06		1.98	

Relación Humedad - Densidad



	% Retenido	G.E.
T. Máx. < N° 4	52.38%	2.774
N° 4 < T. Máx. < 3/4"	28.35%	2.656
T. Máx. > 3/4"	19.27%	2.654
T. Máx. < 3/4"	80.73%	2.732

Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)	2.074
Densidad Húmeda Máxima (gr/cm ³)	2.269
Contenido de Humedad Óptima (%)	9.44

Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.



ALLPA LABORATORIO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO CBR DE SUELOS (LABORATORIO) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132 y ASTM D 1883	Código del Proyecto: 1413-TH-RC-01 Form. Aprob. por: L.C.C. Fecha: 31/08/2019 Registro RP-1 Revisión N° 0 Rev. por: T.A.D.C. Fecha: 03/09/2021 V. Br 3.3
---	--

DATOS GENERALES	
PROYECTO :	Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme aplicado en subrasantes de vías no pavimentadas,
SOLICITA :	Edwin Romero Sara
UBICACIÓN :	tramo Lara – Lliqui, Región Cusco

DATOS ESPECIFICOS			
UBICACIÓN :	Sub Rasante 01+ Aditivo Proes Dosis 0,30 lt/m ³	MUESTRA :	C-01
FECHA :	sábado, 10 de Junio de 2023	PROFUNDIDAD :	-
HECHO POR :	T.A.D.C. y I.C.C.	CALICATA :	-

ENSAYO	M01		M02		M03	
Relaciones Gravimétricas						
Número de Capas (gr.)	5					
Golpes por Capa (gr.)	55		26		12	
Número de Molde	12		13		5	
Número de Espaciador	1		1		1	
Peso del Molde (gr.)	7194.4		7064.0		7805.0	
Altura de la Muestra (cm ³)	11.66		11.54		11.57	
Volumen de la Muestra (cm ³)	2120.9		2112.9		2106.4	
Condición de la muestra	No sumergida	Sumergida	No sumergida	Sumergida	No sumergida	Sumergida
Peso del Molde + S. Húmedo (gr.)	12165.7	12069.3	11934.4	11782.9	12370.6	12378.4
Peso del S. Húmedo Compact. (gr.)	4971.3	4874.9	4870.4	4718.9	4565.6	4573.4
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.344	2.299	2.305	2.233	2.168	2.171
Peso del Contenedor (gr.)	44.6	31.1	47.0	29.7	54.9	31.1
Peso del Cont. + S. Húmedo (gr.)	654.3	300.4	793.0	348.4	807.6	412.0
Peso del Cont. + S. Seco (gr.)	598.3	271.2	725.7	308.7	738.9	355.9
Peso del Agua (gr.)	56.0	29.2	67.3	39.7	68.7	56.1
Peso del Suelo Seco (gr.)	553.7	240.1	678.7	279.0	684.0	324.8
Contenido de Agua (%)	10.1	12.2	9.9	14.2	10.0	17.3
Contenido de Agua Promedio (%)	10.1	12.2	9.9	14.2	10.0	17.3
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.129	2.049	2.097	1.955	1.970	1.851

ENSAYO		M01			M02			M03			
Expansión											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
			*0.001"	mm	%	*0.001"	mm	%	*0.001"	mm	%
16 de Junio de 2023	00:00	00	0	0.000	0.0%	0	0.000	0.0%	0	0.000	0.0%
21 de Junio de 2023		120	138	0.138	1.2%	165	0.165	1.4%	125	0.125	1.1%
		#####									
		#####									
		#####									

ENSAYO		M01				M02				M03				
Penetración														
Penetración	Carga Estándar	Carga	Corrección		Carga	Corrección		Carga	Corrección		Carga	Corrección		
			Dial	kg/cm ²		Dial	kg/cm ²		Dial	kg/cm ²		Dial	kg/cm ²	
*0.001"	(in)	(kg/cm ²)	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0	0.000	/	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
25	0.025		96.4	165.0	165.4		36.2	62.0	137.0		27.2	46.6	46.6	
50	0.050		193.0	330.4	330.8		84.4	144.5	273.9		50.0	85.6	85.6034	
75	0.075		283.6	485.5	485.7		120.4	206.1	375.8		71.6	122.6	122.584	
100	0.100		324.6	555.7	555.9	55.6	200.4	343.1	437.5	43.7	85.0	145.5	145.526	14.6
125	0.125	377.4	646.1	646.4		239.0	409.2	480.4		100.8	172.6	172.576		
150	0.150	448.4	767.7	767.9		272.4	466.4	508.9		113.4	194.1	194.148		
200	0.200	1500.00	560.8	960.1	960.3	64.0	305.6	523.2	567.9	37.9	132.2	226.3	226.335	15.1
300	0.300	1900.00	755.6	1293.6	1293.8	68.1	375.4	642.7	681.9	35.9	159.6	273.2	273.246	14.4
400	0.400	2300.00	915.6	1567.6	1567.7	68.2	436.6	747.5	784.2	34.1	184.0	315.0	315.02	13.7
500	0.500	2600.00	1060.2	1815.1	1815.3	69.8	494.0	845.8	882.5	33.9	207.4	355.1	355.083	13.7

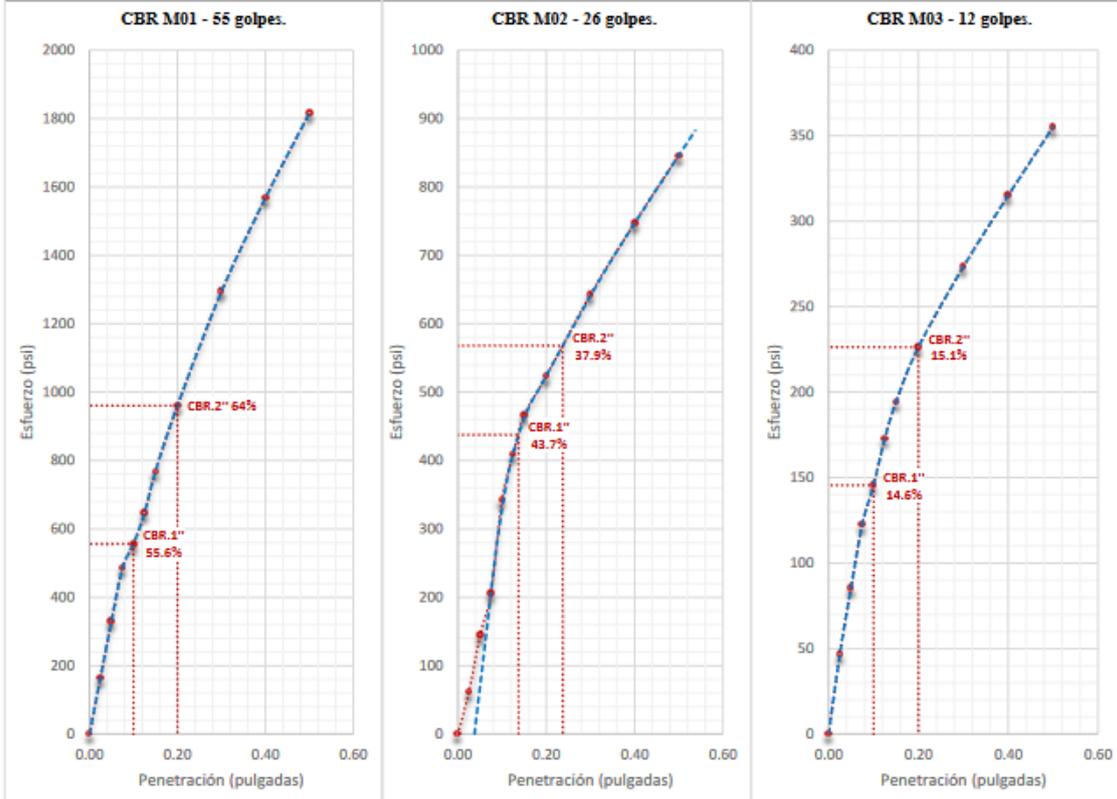
ENSAYO	M01		M02		M03	
Grado de Saturación						
Gravedad Especifica (%)	2.732					
Relación de vacíos	0.284	0.333	0.303	0.398	0.387	0.476
Grado de Saturación (%)	97.4	99.7	89.4	97.8	70.9	99.2

Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.

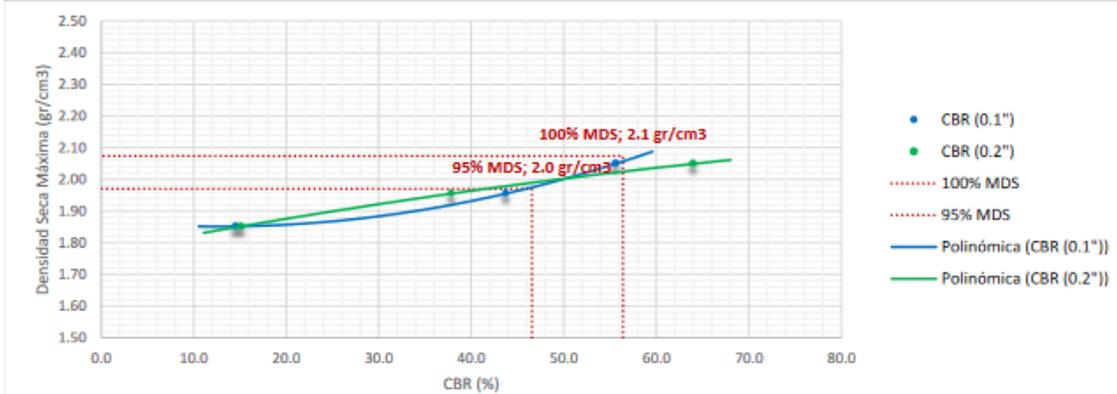


GRÁFICOS

Relaciones de Esfuerzo vs Penetración



Determinación del CBR



RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.074
95% de la M.D.S. (gr/cm ³)	1.970
C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1" de penetración (%)	56.4
C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1" de penetración (%)	46.6
C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2" de penetración (%)	71.7
C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2" de penetración (%)	41.7



Observaciones: *El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.*



ALLPA LABORATORIO <small>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO</small> PROCTOR MODIFICADO <small>NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, NTP 339.141 y ASTM D 1557</small>	Código del Proyecto:	1413-TH-RC-01
	Form. Aprob. por:	L.C.C.
	Fecha:	31/08/2019
	Registro RP-1	
	Revisión N° 0	
V. Br 3.3	Rev. por: V.A.H.D.	Fecha: 26/06/2023

DATOS GENERALES

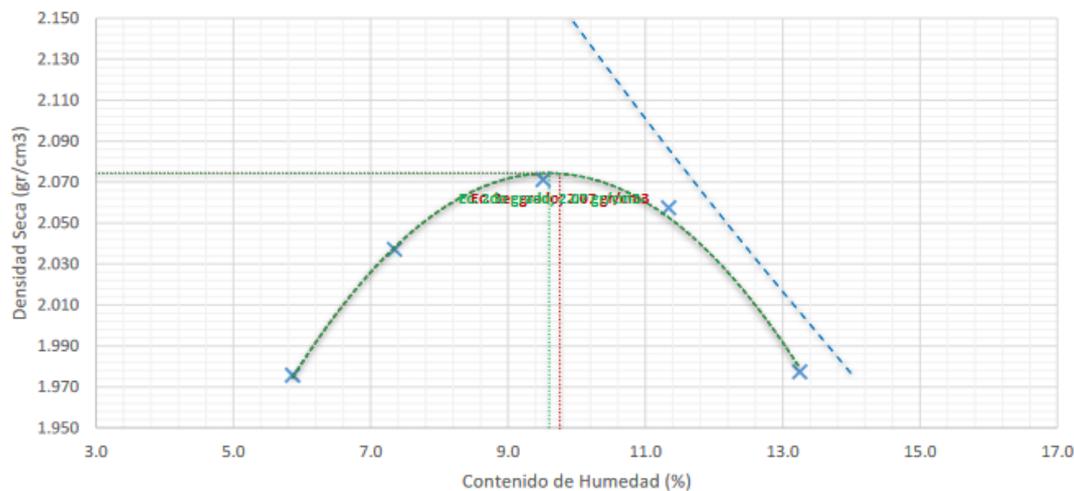
PROYECTO :	Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme aplicado en subrasantes de vías no
SOLICITA :	Edwin Romero Sara
UBICACIÓN :	tramo Lara – Lliqui, Región Cusco

DATOS ESPECÍFICOS

UBICACIÓN :	Sub rasante 01+ Aditivo Conaid Dosis 0,15 lt/m ³	MUESTRA :	C-01
FECHA :	lunes, 26 de Junio de 2023	PROFUNDIDAD :	-
HECHO POR :	T.A.D.C. y I.C.C.	CALICATA :	-

ENSAYO	M1	M2	M3	M4	M5					
Número de Capas (gr.)	5									
Golpes por Capa (gr.)	56	56	56	56	56					
Número de Molde	1	1	1	1	1					
Peso del Molde (gr.)	6626.9	6626.9	6626.9	6626.9	6626.9					
Peso del Molde + Suelo Húmedo (gr.)	11107.2	11311.4	11485.7	11534.1	11424.0					
Peso del Suelo Húmedo Compactado (gr.)	4480.3	4684.5	4858.8	4907.2	4797.1					
Volumen del Molde (cm ³)	2142.18	2142.18	2142.18	2142.18	2142.18					
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.091	2.187	2.268	2.291	2.239					
Peso del Contenedor (gr.)	43.72	46.89	56.54	54.98	56.11	59.46	44.92	48.55	82.01	68.86
Peso del Contenedor + Suelo Húmedo (gr.)	763.2	721.3	800.2	727.0	824.0	881.5	721.5	678.6	727.5	738.9
Peso del Contenedor + Suelo Seco (gr.)	724.0	683.4	751.7	678.9	758.9	808.3	653.0	614.1	651.9	660.6
Peso del Agua (gr.)	39.2	38.0	48.5	48.1	65.1	73.1	68.5	64.5	75.5	78.4
Peso del Suelo Seco (gr.)	680.3	636.5	695.1	623.9	702.8	748.9	608.1	565.5	569.9	591.7
Contenido de Agua (%)	5.8	6.0	7.0	7.7	9.3	9.8	11.3	11.4	13.3	13.2
Contenido de Agua Promedio (%)	5.9		7.3		9.5		11.3		13.2	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.98		2.04		2.07		2.06		1.98	

Relación Humedad - Densidad



	% Retenido	G.E.
T. Máx. < N° 4	52.38%	2.774
N° 4 < T. Máx. < 3/4"	28.35%	2.656
T. Máx. > 3/4"	19.27%	2.654
T. Máx. < 3/4"	80.73%	2.732

Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)	2.074
Densidad Húmeda Máxima (gr/cm ³)	2.277
Contenido de Humedad Optima (%)	9.75

Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.

RESPONSABLE DE LABO

 Ing. Sebastian Cuspi C.



<p align="center">ALLPA LABORATORIO</p> <p align="center">LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO</p> <p align="center">CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</p> <p align="center">NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132 y ASTM D 1883</p>	Código del Proyecto:	1413-TH-RC-01
	Form. Aprob. por:	L.C.C.
	Fecha:	31/08/2019
	Registro R.P.1	
	Revisión N° 0	
	Rev. por: T.A.D.C.	Fecha: 03/09/2021

DATOS GENERALES

PROYECTO :	Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme aplicado en subrasantes de vías no pavimentadas,
SOLICITA :	Edwin Romero Sara
UBICACION :	tramo Lara – Lliqui, Región Cusco

DATOS ESPECIFICOS

UBICACION :	Sub rasante 01+ Aditivo Conaid Dosis 0,15 lt/m ³	MUESTRA :	C-01
FECHA :	sábado, 10 de Junio de 2023	PROFUNDIDAD :	-
HECHO POR :	T.A.D.C. y I.C.C.	CALICATA :	-

ENSAYO	M01		M02		M03	
Relaciones Gravimétricas						
Número de Capas (gr.)	5					
Golpes por Capa (gr.)	55		26		12	
Número de Molde	15		17		18	
Número de Espaciador	1		1		1	
Peso del Molde (gr.)	7653.0		7617.0		7648.0	
Altura de la Muestra (cm ³)	11.62		11.59		11.66	
Volumen de la Muestra (cm ³)	2171.2		2162.3		2176.3	
Condición de la muestra	No sumergida	Sumergida	No sumergida	Sumergida	No sumergida	Sumergida
Peso del Molde + S. Húmedo (gr.)	12605.2	12725.0	12392.8	12600.7	12126.1	12434.2
Peso del S. Húmedo Compact. (gr.)	4952.2	5072.0	4775.8	4983.7	4478.1	4786.2
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.281	2.336	2.209	2.305	2.058	2.199
Peso del Contenedor (gr.)	46.9	27.1	44.8	31.1	71.0	24.7
Peso del Cont. + S. Húmedo (gr.)	702.3	300.4	735.6	345.5	850.6	359.8
Peso del Cont. + S. Seco (gr.)	647.7	270.3	674.2	306.1	779.3	309.9
Peso del Agua (gr.)	54.6	30.1	61.4	39.4	71.3	49.9
Peso del Suelo Seco (gr.)	600.8	243.2	629.4	275.0	708.3	285.2
Contenido de Agua (%)	9.1	12.4	9.8	14.3	10.1	17.5
Contenido de Agua Promedio (%)	9.1	12.4	9.8	14.3	10.1	17.5
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.091	2.079	2.012	2.016	1.869	1.872

ENSAYO			M01			M02			M03			
Expansión												
Fecha	Hora	Tiempo	Dial		Expansión		Dial		Expansión		Dial	
			*0.001"	mm	%	*0.001"	mm	%	*0.001"	mm	%	
16 de Junio de 2023	00:00	00	0	0.000	0.0%	0	0.000	0.0%	0	0.000	0.0%	
21 de Junio de 2023		120	138	0.138	1.2%	165	0.165	1.4%	125	0.125	1.1%	
		#####										
		#####										
		#####										

ENSAYO			M01				M02				M03			
Penetración														
Penetración	Carga Estándar	Carga	Corrección		Carga	Corrección		Carga	Corrección		Carga	Corrección		
			Dial	kg/cm ²		Dial	kg/cm ²		Dial	kg/cm ²		Dial	kg/cm ²	
*0.001"	(in)	(kg/cm ²)	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0	0.000		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
25	0.025		30.5	52.2	52.2		18.1	31.0	31.1		10.3	17.7	17.7	
50	0.050		60.9	104.2	104.4		36.2	61.9	62.1		19.5	33.4	33.4196	
75	0.075		91.4	156.4	156.6		54.3	93.0	93.2		27.2	46.6	46.5682	
100	0.100	1000.00	121.8	208.6	208.7	20.9	72.2	123.5	123.7	12.4	34.0	58.2	58.2103	5.8
125	0.125		151.0	258.5	258.6		87.6	150.0	150.1		40.3	69.0	69.0306	
150	0.150		179.4	307.1	307.2		100.6	172.2	172.3		45.4	77.7	77.6594	
200	0.200	1500.00	224.3	384.1	384.1	25.6	122.2	209.3	209.4	14.0	52.9	90.5	90.5341	6.0
300	0.300	1900.00	302.2	517.5	517.5	27.2	150.2	257.1	257.2	13.5	63.8	109.3	109.298	5.8
400	0.400	2300.00	366.2	627.0	627.1	27.3	174.6	299.0	299.1	13.0	73.6	126.0	126.008	5.5
500	0.500	2600.00	424.1	726.1	726.1	27.9	197.6	338.3	338.4	13.0	83.0	142.0	142.033	5.5

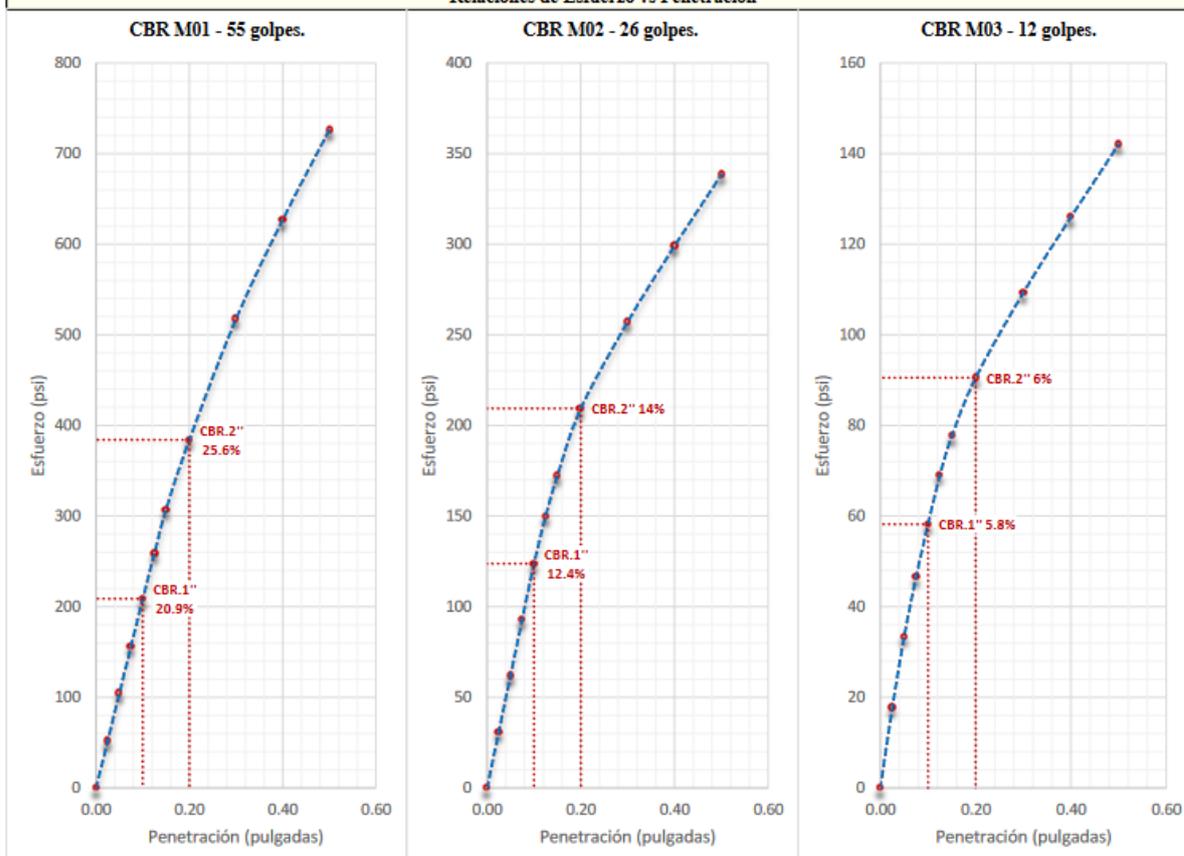
ENSAYO			M01		M02		M03	
Grado de Saturación								
Gravedad Específica (%)	2.732							
Relación de vacíos	0.307	0.314	0.358	0.355	0.462	0.460		
Grado de Saturación (%)	80.9	107.5	74.5	110.2	59.6	104.0		

Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.

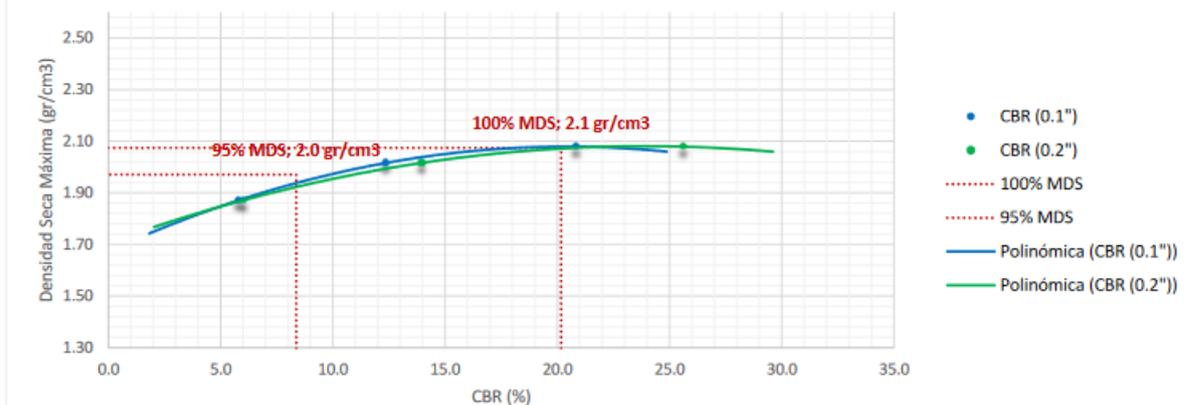

 RESPONSABLE DE LABORATORIO
 Ing. Sebastian Quispe Cortés
 INGENIERO CIVIL
 N° 170056

GRAFICOS

Relaciones de Esfuerzo vs Penetración



Determinación del CBR



RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.074
95% de la M.D.S. (gr/cm ³)	1.971
C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1" de penetración (%)	20.2
C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1" de penetración (%)	8.4
C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2" de penetración (%)	24.6
C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2" de penetración (%)	8.6



Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.



ALLPA LABORATORIO		Código del Proyecto: 1413-TH-RC-01
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por: L.C.C.
PROCTOR MODIFICADO		Fecha: 31/08/2019
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, NTP 339.141 y ASTM D 1557		Registro RP 1
		Revisión N° 0
		Rev. por: V.A.H.D.
		Fecha: 26/06/2023
V. Br 3.3		

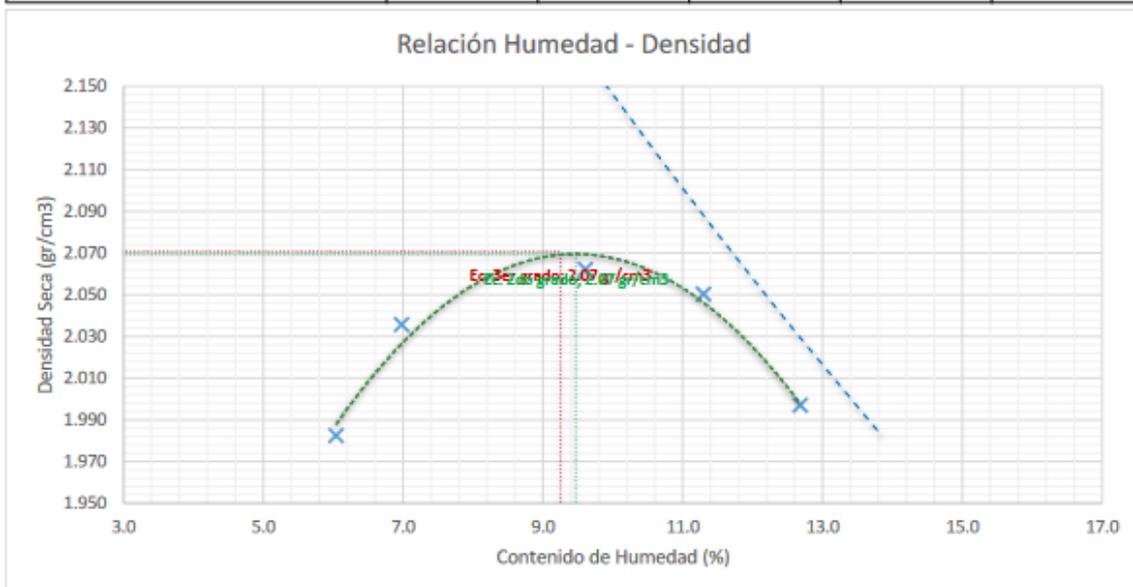
DATOS GENERALES

PROYECTO : Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme aplicado en subrasantes de vías no
SOLICITA : Edwin Romero Sara
UBICACIÓN : tramo Lara – Lliqui, Región Cusco

DATOS ESPECIFICOS

UBICACIÓN : Sub rasante 01+ Aditivo Conaid Dosis 0,175 lt/m³ **MUESTRA** : C-01
FECHA : lunes, 26 de Junio de 2023 **PROFUNDIDAD** : -
HECHO POR : T.A.D.C. y I.C.C. **CALICATA** : -

ENSAYO	M1	M2	M3	M4	M5					
Número de Capas (gr.)	5									
Golpes por Capa (gr.)	56	56	56	56	56					
Número de Molde	1	1	1	1	1					
Peso del Molde (gr.)	6627.3	6627.3	6627.3	6627.3	6627.3					
Peso del Molde + Suelo Húmedo (gr.)	11130.7	11292.5	11469.4	11515.5	11447.8					
Peso del Suelo Húmedo Compactado (gr.)	4503.4	4665.2	4842.1	4888.2	4820.5					
Volumen del Molde (cm ³)	2142.18	2142.18	2142.18	2142.18	2142.18					
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.102	2.178	2.260	2.282	2.250					
Peso del Contenedor (gr.)	57.68	57.64	46.45	47.98	56.95	58.12	56.22	55.87	55.87	48.74
Peso del Contenedor + Suelo Húmedo (gr.)	836.8	825.8	752.2	733.8	777.6	812.2	772.7	770.1	725.9	607.0
Peso del Contenedor + Suelo Seco (gr.)	791.5	783.0	702.5	692.7	716.6	743.8	699.7	698.0	650.4	544.1
Peso del Agua (gr.)	45.4	42.8	49.7	41.1	61.0	68.4	73.0	72.2	75.4	62.8
Peso del Suelo Seco (gr.)	733.8	725.3	656.0	644.7	659.7	685.6	643.4	642.1	594.6	495.4
Contenido de Agua (%)	6.2	5.9	7.6	6.4	9.2	10.0	11.3	11.2	12.7	12.7
Contenido de Agua Promedio (%)	6.0		7.0		9.6		11.3		12.7	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.98		2.04		2.06		2.05		2.00	



	% Retenido	G.E.
T. Máx. < N° 4	52.38%	2.774
N° 4 < T. Máx. < 3/4"	28.35%	2.656
T. Máx. > 3/4"	19.27%	2.654
T. Máx. < 3/4"	80.73%	2.732

Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)	2.071
Densidad Húmeda Máxima (gr/cm ³)	2.262
Contenido de Humedad Óptima (%)	9.25

Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.



	ALLPA LABORATORIO		Código del Proyecto:	1386-TH-RC-01
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por:	L.C.C.
	CBR DE SUELOS (LABORATORIO)		Fecha:	31/08/2019
	NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132 y ASTM D 1883		Registro RP-1	
			Revisión Nº 0	
			Rev. por: T.A.D.C.	
			V. Br 3.3	Fecha: 03/09/2021

DATOS GENERALES

PROYECTO : Estudio comparativo de los estabilizantes Proex, Conaid y Terrazyme aplicado en subrasantes de vías no pavimentadas,
SOLICITA : Edwin Romero Sara
UBICACIÓN : tramo Lara – Lliqui, Región Cusco

DATOS ESPECIFICOS

UBICACION : Sub rasante 01+ Aditivo Conaid Dosis 0,175 lt/m3
FECHA : sábado, 10 de Junio de 2023
HECHO POR : T.A.D.C. y I.C.C.
MUESTRA : C-01
PROFUNDIDAD : -
CALICATA : -

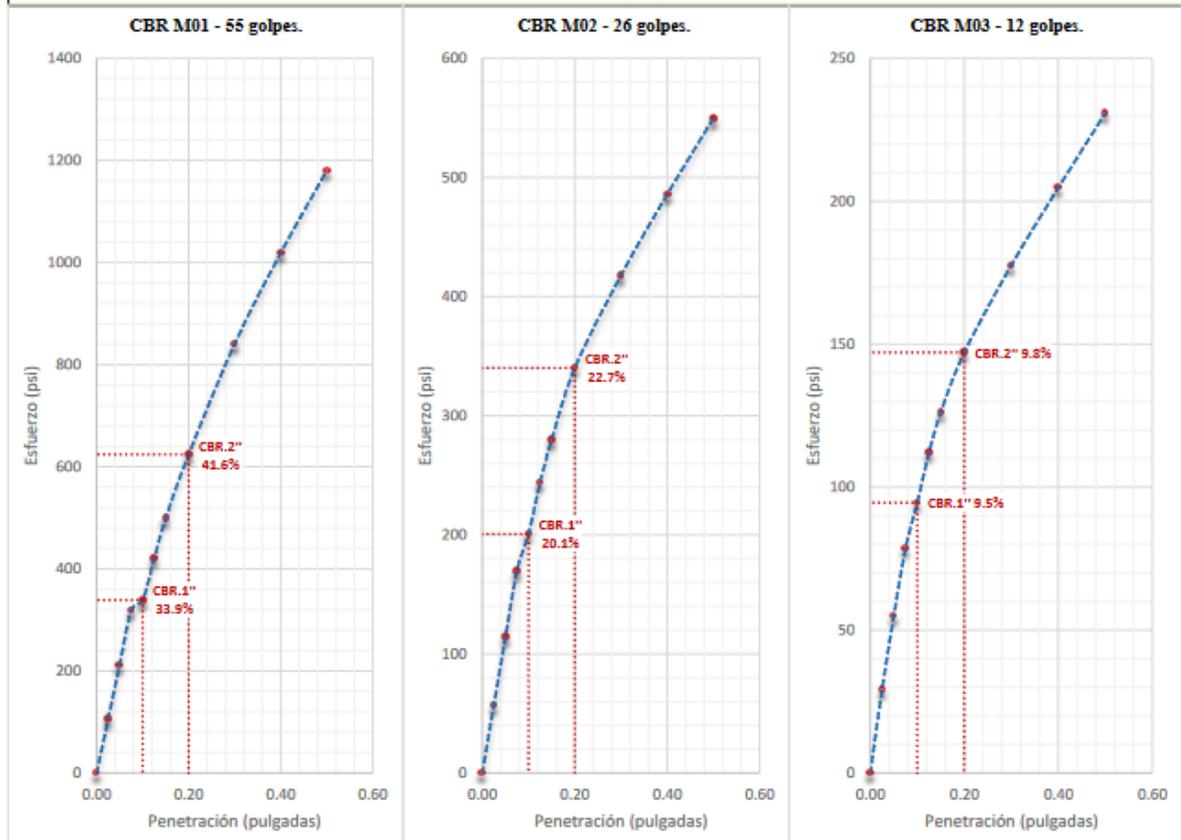
ENSAYO		M01				M02				M03							
Relaciones Gravimétricas																	
Número de Capas (gr.)	5																
Golpes por Capa (gr.)	55				26				12								
Número de Molde	20				22				21								
Número de Espaciador	1				1				1								
Peso del Molde (gr.)	7625.0				7658.0				7628.0								
Altura de la Muestra (cm3)	11.62				11.61				11.60								
Volumen de la Muestra (cm3)	2170.3				2168.4				2152.5								
Condición de la muestra	No sumergida		Sumergida		No sumergida		Sumergida		No sumergida		Sumergida						
Peso del Molde + S. Húmedo (gr.)	12611.2		12747.2		12417.9		12642.5		12056.1		12368.6						
Peso del S. Húmedo Compact. (gr.)	4986.2		5122.2		4759.9		4984.5		4428.1		4740.6						
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.298		2.360		2.195		2.299		2.057		2.202						
Peso del Contenedor (gr.)	85.8		27.7		44.7		30.9		70.3		28.5						
Peso del Cont. + S. Húmedo (gr.)	865.5		380.7		797.6		363.7		948.5		412.4						
Peso del Cont. + S. Seco (gr.)	798.9		342.8		733.6		321.3		872.5		354.8						
Peso del Agua (gr.)	66.6		37.9		64.0		42.4		76.0		57.6						
Peso del Suelo Seco (gr.)	713.1		315.1		688.9		290.4		802.2		326.3						
Contenido de Agua (%)	9.3		12.0		9.3		14.6		9.5		17.7						
Contenido de Agua Promedio (%)	9.3		12.0		9.3		14.6		9.5		17.7						
Densidad Seca (gr/cm3)	2.101		2.107		2.009		2.006		1.879		1.872						
ENSAYO		M01				M02				M03							
Expansión																	
Fecha	Hora	Tiempo	Dial		Expansión		Dial		Expansión		Dial		Expansión				
			*0.001"	mm	%	*0.001"	mm	%	*0.001"	mm	%	*0.001"	mm	%			
16 de Junio de 2023	00:00	00	0	0.000	0.0%	0	0.000	0.0%	0	0.000	0.0%	0.000	0.0%				
21 de Junio de 2023		120	138	0.138	1.2%	165	0.165	1.4%	125	0.125	1.1%	0.125	1.1%				
ENSAYO		M01				M02				M03							
Penetración																	
Penetración		Carga Estándar		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección			
*0.001"	(in)	(kg/cm2)		Dial	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial	kg/cm2	kg/cm2	%		
0	0.000	1000.00		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0			
25	0.025			62.0	106.2	106.2		33.3	57.0	57.0		17.0	29.2	29.2			
50	0.050			124.0	212.3	212.3		66.6	114.0	114.0		32.1	55.0	54.9745			
75	0.075			186.0	318.5	318.5		99.2	169.8	169.8		45.9	78.6	78.5668			
100	0.100			198.0	339.0	339.0	33.9	117.3	200.8	200.8	20.1	55.3	94.6	94.5917	9.5		
125	0.125	245.3	420.0	420.0		142.4	243.7	243.7		65.5	112.2	112.175					
150	0.150	291.5	499.0	499.0		163.4	279.8	279.8		73.7	126.2	126.196					
200	0.200	364.5	624.1	624.1	41.6	198.6	340.1	340.1	22.7	85.9	147.1	147.118	9.8				
300	0.300	491.1	840.9	840.9	44.3	244.0	417.8	417.8	22.0	103.7	177.6	177.61	9.3				
400	0.400	595.1	1018.9	1018.9	44.3	283.8	485.9	485.9	21.1	119.6	204.8	204.763	8.9				
500	0.500	689.1	1179.8	1179.8	45.4	321.1	549.7	549.7	21.1	134.8	230.8	230.804	8.9				
ENSAYO		M01				M02				M03							
Grado de Saturación																	
Gravedad Especifica (%)		2.732															
Relación de vacíos		0.300				0.297				0.360				0.362			
Grado de Saturación (%)		85.0				110.7				70.4				110.1			
		57.0				104.9											

Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.

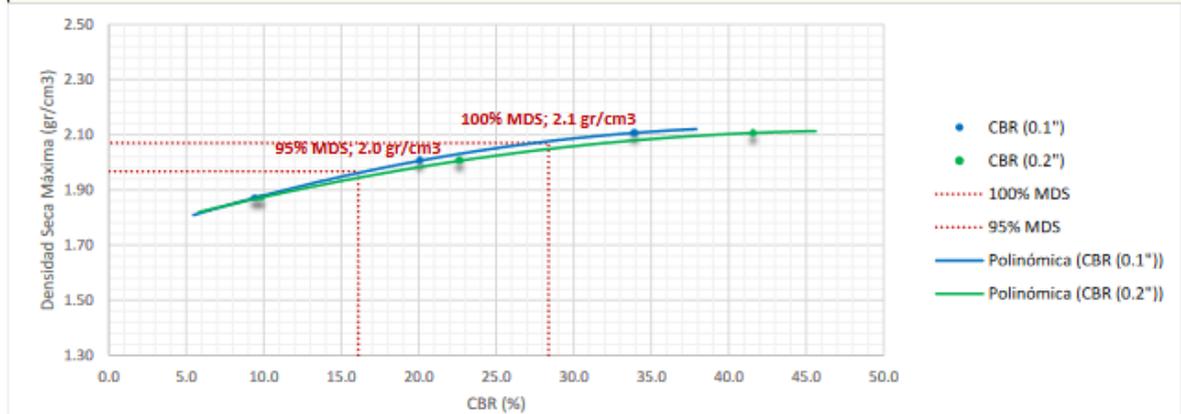


GRÁFICOS

Relaciones de Esfuerzo vs Penetración



Determinación del CBR



RESULTADOS

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.071
95% de la M.D.S. (gr/cm ³)	1.967
C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1" de penetración (%)	28.4
C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1" de penetración (%)	16.1
C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2" de penetración (%)	33.9
C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2" de penetración (%)	17.5



Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.



ALPA LABORATORIO		Código del Proyecto:	1413-TH-RC-01
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por:	L.C.C.
PROCTOR MODIFICADO		Fecha:	31/08/2019
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, NTP 339.141 y ASTM D 1557		Registro RP-1	
		Revisión N° 0	
		Rev. por: V.A.H.D.	
		Fecha:	26/06/2023

DATOS GENERALES

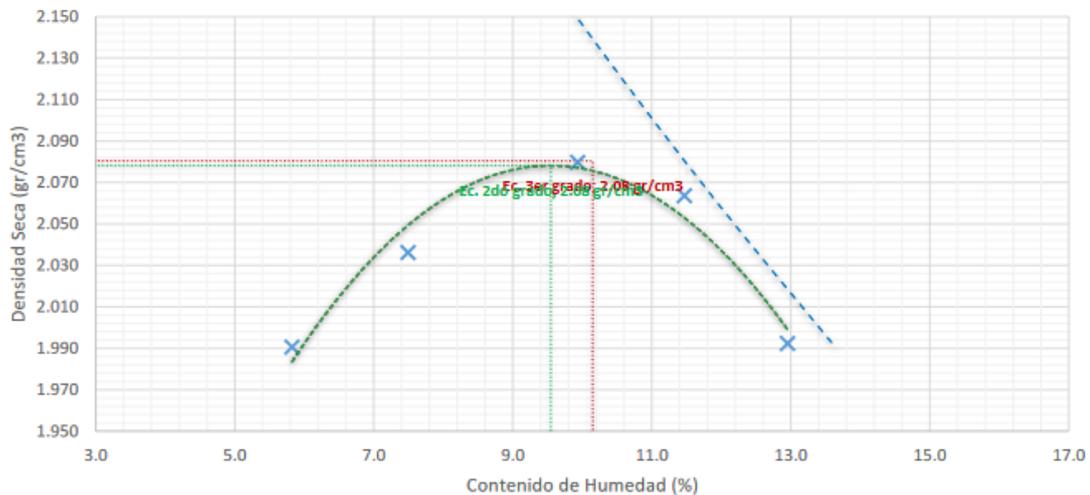
PROYECTO : Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y
SOLICITA : Edwin Romero Sara
UBICACIÓN : tramo Lara – Lliqui, Región Cusco

DATOS ESPECÍFICOS

UBICACIÓN : Sub rasante 01+ Aditivo Conaid Dosis 0,20 lt/m³ **MUESTRA** : C-01
FECHA : lunes, 26 de Junio de 2023 **PROFUNDIDAD** : -
HECHO POR : T.A.D.C. y I.C.C. **CALICATA** : -

ENSAYO	M1	M2	M3	M4	M5					
Número de Capas (gr.)	5									
Golpes por Capa (gr.)	56	56	56	56	56					
Número de Molde	1	1	1	1	1					
Peso del Molde (gr.)	6627.3	6627.3	6627.3	6627.3	6627.3					
Peso del Molde + Suelo Húmedo (gr.)	11139.5	11315.9	11525.1	11554.7	11448.0					
Peso del Suelo Húmedo Compactado (gr.)	4512.2	4688.6	4897.81	4927.4	4820.7					
Volumen del Molde (cm ³)	2142.18	2142.18	2142.18	2142.18	2142.18					
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.106	2.189	2.286	2.300	2.250					
Peso del Contenedor (gr.)	57.30	70.35	71.35	52.71	85.87	34.65	35.75	33.10	56.23	59.63
Peso del Contenedor + Suelo Húmedo (gr.)	804.5	770.9	976.0	661.6	1008.7	617.8	562.5	655.3	970.2	934.3
Peso del Contenedor + Suelo Seco (gr.)	762.5	733.1	913.2	619.0	921.2	567.7	508.7	590.7	866.6	832.9
Peso del Agua (gr.)	41.9	37.8	62.8	42.6	87.5	50.1	53.7	64.6	103.7	101.4
Peso del Suelo Seco (gr.)	705.2	662.8	841.9	566.2	835.3	533.0	473.0	557.6	810.4	773.3
Contenido de Agua (%)	5.9	5.7	7.5	7.5	10.5	9.4	11.4	11.6	12.8	13.1
Contenido de Agua Promedio (%)	5.8		7.5		9.9		11.5		13.0	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.99		2.04		2.08		2.06		1.99	

Relación Humedad - Densidad



	% Retenido	G.E.
T. Máx. < N° 4	52.38%	2.774
N° 4 < T. Máx. < 3/4"	28.35%	2.656
T. Máx. > 3/4"	19.27%	2.654
T. Máx. < 3/4"	80.73%	2.732

Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)	2.080
Densidad Húmeda Máxima (gr/cm ³)	2.292
Contenido de Humedad Óptima (%)	10.15

Observaciones: *El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.*

RESPONSABLE DE LABO

 Ing. Sebastian Quispe C
 INGENIERO CIVIL
 CP N° 170058



ALLPA LABORATORIO <small>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO</small> CBR DE SUELOS (LABORATORIO) <small>NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132 y ASTM D 1883</small>	Código del Proyecto: 1266-TH-RC-01
	<small>Form. Aprob. por:</small> L.C.C.
	<small>Fecha:</small> 31/08/2019
	<small>Registro RP.1</small>
	<small>Revisión Nº 0</small>
<small>Rev. por T.A.D.C.</small>	
<small>V. Br 3.3</small>	<small>Fecha:</small> 03/09/2021

DATOS GENERALES

PROYECTO :	Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y
SOLICITA :	Edwin Romero Sara
UBICACION :	tramo Lara – Lliqui, Región Cusco

DATOS ESPECÍFICOS

UBICACION :	Sub rasante 01+ Aditivo Conaid Dosis 0,20 lt/m ³	MUESTRA :	C-01
FECHA :	sábado, 10 de Junio de 2023	PROFUNDIDAD :	-
HECHO POR :	T.A.D.C. y L.C.C.	CALICATA :	-

ENSAYO	M01		M02		M03	
Relaciones Gravimétricas						
Número de Capas (gr.)	5					
Golpes por Capa (gr.)	55		26		12	
Número de Molde	8		7		13	
Número de Espaciador	1		1		1	
Peso del Molde (gr.)	7820.0		8432.6		7064.0	
Altura de la Muestra (cm ³)	11.45		11.46		11.54	
Volumen de la Muestra (cm ³)	2081.1		2110.4		2112.9	
Condición de la muestra	No sumergida	Sumergida	No sumergida	Sumergida	No sumergida	Sumergida
Peso del Molde + S. Húmedo (gr.)	12404.6	12515.5	12873.6	13071.4	11436.8	11729.3
Peso del S. Húmedo Compact. (gr.)	4584.6	4695.5	4441.0	4638.8	4372.8	4665.3
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.203	2.256	2.104	2.198	2.070	2.208
Peso del Contenedor (gr.)	68.8	34.8	46.4	39.2	48.5	30.9
Peso del Cont. + S. Húmedo (gr.)	831.6	199.7	833.8	473.2	734.3	236.7
Peso del Cont. + S. Seco (gr.)	767.0	182.7	762.9	418.4	675.6	206.0
Peso del Agua (gr.)	64.6	17.0	70.9	54.8	58.7	30.7
Peso del Suelo Seco (gr.)	698.2	147.9	716.5	379.2	627.1	175.1
Contenido de Agua (%)	9.3	11.5	9.9	14.5	9.4	17.5
Contenido de Agua Promedio (%)	9.3	11.5	9.9	14.5	9.4	17.5
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.016	2.024	1.915	1.921	1.892	1.879

ENSAYO			M01			M02			M03			
Expansión												
Fecha	Hora	Tiempo	Dial		Expansión		Dial		Expansión		Dial	
			*0.001"	mm	%	*0.001"	mm	%	*0.001"	mm	%	
16 de Junio de 2023	00:00	00	0	0.000	0.0%	0	0.000	0.0%	0	0.000	0.0%	
21 de Junio de 2023		120	85	0.085	0.7%	185	0.185	1.6%	250	0.250	2.2%	
		#####										
		#####										
		#####										

ENSAYO		M01				M02				M03							
Penetración																	
Penetración	Carga Estándar	Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección					
		*0.001"	(in)	(kg/cm ²)	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	
0	0.000			0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0				
25	0.025	1000.00		69.9	119.7	119.7		56.0	95.9	95.9		19.1	32.6	32.6			
50	0.050			139.8	239.3	239.3		77.9	133.3	133.3		36.9	63.2	63.1753			
75	0.075			209.6	358.8	358.8		101.9	174.4	174.4		51.5	88.1	88.0859			
100	0.100			251.5	430.5	430.5	43.0	135.3	231.6	231.6	23.2	63.8	109.1	109.144	10.9		
125	0.125			283.1	484.6	484.6		164.3	281.2	281.2		75.6	129.4	129.432			
150	0.150		336.3	575.8	575.8		188.6	322.8	322.8		85.1	145.6	145.611				
200	0.200	1500.00		420.6	720.1	720.1	48.0	229.2	392.4	392.4	26.2	99.2	169.8	169.751	11.3		
300	0.300	1900.00		566.7	970.2	970.2	51.1	281.6	482.0	482.0	25.4	119.7	204.9	204.934	10.8		
400	0.400	2300.00		686.7	1175.7	1175.7	51.1	327.5	560.6	560.6	24.4	138.0	236.3	236.265	10.3		
500	0.500	2600.00		795.2	1361.4	1361.4	52.4	370.5	634.3	634.3	24.4	155.6	266.3	266.312	10.2		

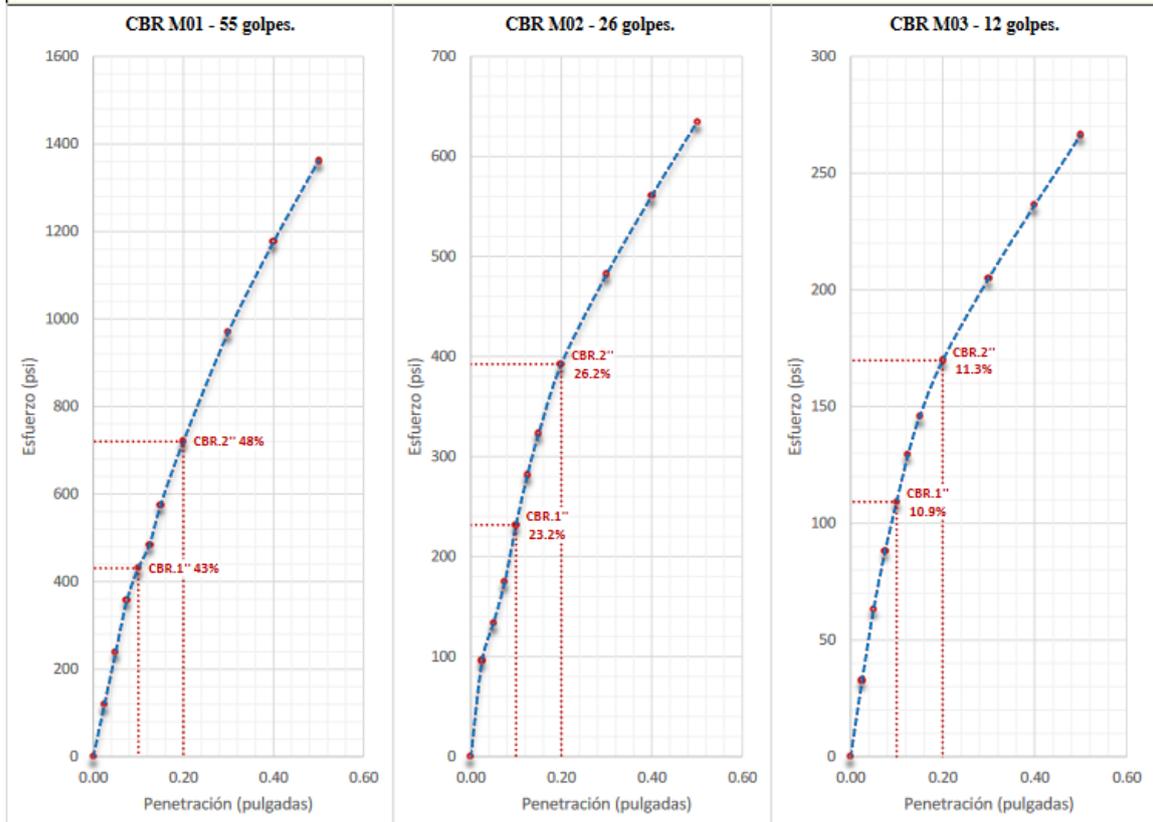
ENSAYO	M01		M02		M03	
Grado de Saturación						
Gravedad Específica (%)	2.732					
Relación de vacíos	0.355	0.350	0.427	0.423	0.444	0.454
Grado de Saturación (%)	71.2	89.7	63.3	93.4	57.6	105.4

Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.

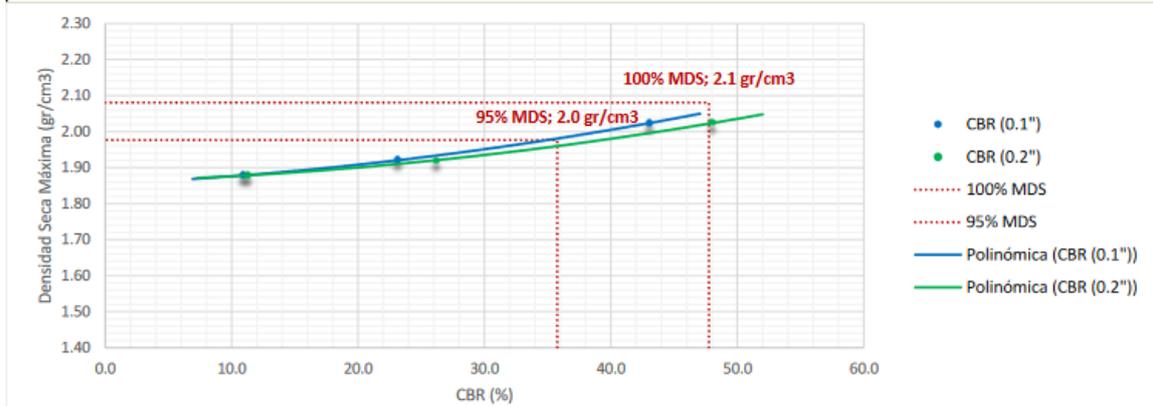
RESPONSABLE DE LABORATORIO
 Ing. Sebastián Cuspi Corra
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 170058

GRAFICOS

Relaciones de Esfuerzo vs Penetración



Determinación del CBR



RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.080
95% de la M.D.S. (gr/cm ³)	1.976
C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1" de penetración (%)	47.8
C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1" de penetración (%)	35.8
C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2" de penetración (%)	51.1
C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2" de penetración (%)	40.6



Observaciones: *El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.*



ALLPA LABORATORIO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Código del Proyecto: 1413-TH-RC-01
PROCTOR MODIFICADO NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, NTP 339.141 y ASTM D 1557		Form. Aprob. por: L.C.C. Fecha: 31/08/2019 Registro RP-1 Revisión N° 0 Rev. por: T.A.D.C. Fecha: 26/06/2023
		V. Br 3.3

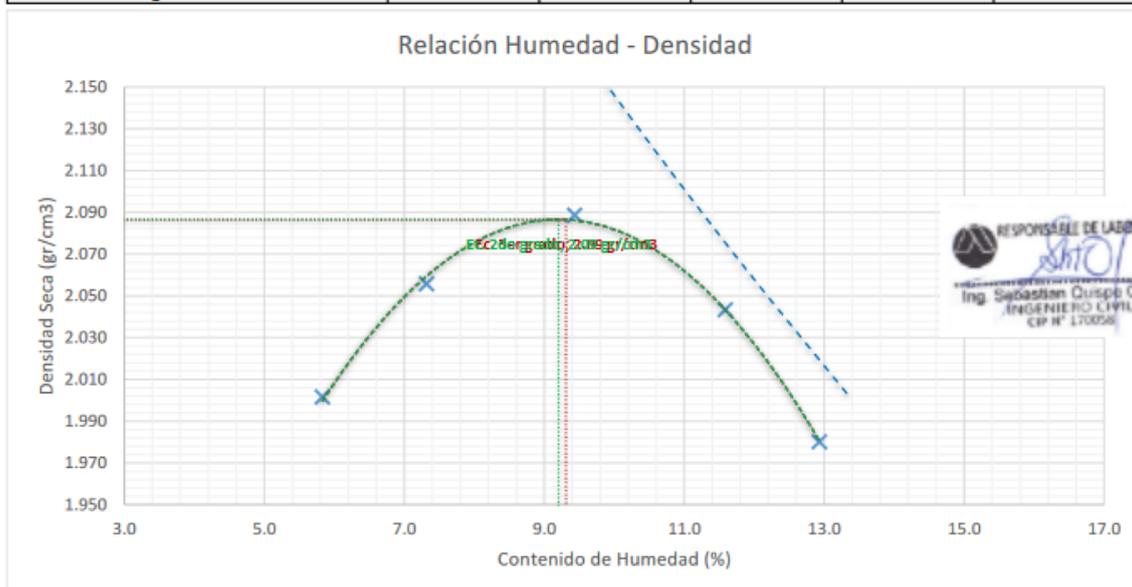
DATOS GENERALES

PROYECTO : Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme aplicado en subrasantes de vías no
SOLICITA : Edwin Romero Sara
UBICACIÓN : tramo Lara – Lliqui, Región Cusco

DATOS ESPECÍFICOS

UBICACIÓN : Sub rasante 01+ Aditivo Terrazyme Dosis 0,020 lt/m³ **MUESTRA** : C-01
FECHA : lunes, 26 de Junio de 2023 **PROFUNDIDAD** : -
HECHO POR : T.A.D.C. y I.C.C. **CALICATA** : -

ENSAYO	M1	M2	M3	M4	M5					
Número de Capas (gr.)	5									
Golpes por Capa (gr.)	56	56	56	56	56					
Número de Molde	1	1	1	1	1					
Peso del Molde (gr.)	6626.5	6626.5	6626.5	6626.5	6626.5					
Peso del Molde + Suelo Húmedo (gr.)	11164.0	11352.6	11522.7	11510.8	11416.6					
Peso del Suelo Húmedo Compactado (gr.)	4537.5	4726.1	4896.2	4884.3	4790.1					
Volumen del Molde (cm ³)	2142.18	2142.18	2142.18	2142.18	2142.18					
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.118	2.206	2.286	2.280	2.236					
Peso del Contenedor (gr.)	56.40	56.61	33.17	34.58	58.59	56.58	57.75	58.19	35.75	48.53
Peso del Contenedor + Suelo Húmedo (gr.)	810.6	806.8	628.7	566.6	718.0	782.5	770.5	799.5	490.7	796.0
Peso del Contenedor + Suelo Seco (gr.)	768.9	765.6	585.8	532.3	661.0	720.0	696.6	722.4	438.3	710.9
Peso del Agua (gr.)	41.7	41.2	42.9	34.2	57.0	62.4	73.9	77.1	52.4	85.1
Peso del Suelo Seco (gr.)	712.5	709.0	552.6	497.8	602.4	663.5	638.8	664.2	402.6	662.4
Contenido de Agua (%)	5.8	5.8	7.8	6.9	9.5	9.4	11.6	11.6	13.0	12.9
Contenido de Agua Promedio (%)	5.8		7.3		9.4		11.6		12.9	
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.00		2.06		2.09		2.04		1.98	



	% Retenido	G.E.
T. Máx. < N° 4	52.38%	2.774
N° 4 < T. Máx. < 3/4"	28.35%	2.656
T. Máx. > 3/4"	19.27%	2.654
T. Máx. < 3/4"	80.73%	2.732

Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)	2.087
Densidad Húmeda Máxima (gr/cm ³)	2.279
Contenido de Humedad Óptima (%)	9.20

Observaciones: *El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.*



ALLPA LABORATORIO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO	Código del Proyecto: 1284-TH-RC-01
CBR DE SUELOS (LABORATORIO) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132 y ASTM D 1883	Form. Aprob. por: I.C.C. Fecha: 31/08/2019 Registro RP-1 Revisión N° 0 Rev. por: T.A.D.C. Fecha: 03/09/2021
	V. Br 3.3

DATOS GENERALES

PROYECTO : Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme aplicado en subrasantes de vías no pavimentadas,
SOLICITA : Edwin Romero Sara
UBICACIÓN : tramo Lara – Lliqui, Región Cusco

DATOS ESPECIFICOS

UBICACION : Sub rasante 01+ Aditivo Terrazyme Dosis 0,020 lt/m3
FECHA : sábado, 10 de Junio de 2023
HECHO POR : T.A.D.C. y I.C.C.
MUESTRA : C-01
PROFUNDIDAD : -
CALICATA : -

ENSAYO	M01		M02		M03	
Relaciones Gravimétricas						
Número de Capas (gr.)	5					
Golpes por Capa (gr.)	55		26		12	
Número de Molde	17		14		15	
Número de Espaciador	1		1		1	
Peso del Molde (gr.)	7617.0		7573.0		7653.0	
Altura de la Muestra (cm3)	11.59		11.63		11.62	
Volumen de la Muestra (cm3)	2162.3		2168.6		2171.2	
Condición de la muestra	No sumergida		No sumergida		No sumergida	
Peso del Molde + S. Húmedo (gr.)	12599.5		12717.3		12344.7	
Peso del S. Húmedo Compact. (gr.)	4982.5		5100.3		4771.7	
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.304		2.359		2.200	
Peso del Contenedor (gr.)	47.0		25.1		85.8	
Peso del Cont. + S. Húmedo (gr.)	923.2		275.1		933.3	
Peso del Cont. + S. Seco (gr.)	848.8		248.5		858.4	
Peso del Agua (gr.)	74.4		26.6		74.9	
Peso del Suelo Seco (gr.)	801.8		223.4		772.6	
Contenido de Agua (%)	9.3		11.9		9.7	
Contenido de Agua Promedio (%)	9.3		11.9		9.7	
Densidad Seca (gr/cm3)	2.109		2.108		2.006	

ENSAYO	M01			M02			M03				
Expansión											
Fecha	Hora	Tiempo	Expansión			Expansión			Expansión		
			*0.001"	mm	%	*0.001"	mm	%	*0.001"	mm	%
23 de Junio de 2023	00:00	00	0	0.000	0.0%	0	0.000	0.0%	0	0.000	0.0%
26 de Junio de 2023		72	82	0.082	0.7%	137	0.137	1.2%	264	0.264	2.3%
		#####									
		#####									
		#####									

ENSAYO	M01				M02				M03								
Penetración																	
Penetración	Carga Estándar	Carga	Corrección				Carga	Corrección				Carga	Corrección				
			*0.001"	(in)	(kg/cm2)	Dial		kg/cm2	kg/cm2	%	Dial		kg/cm2	kg/cm2	%	Dial	kg/cm2
0	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.025	1000.00	30.6	52.4	52.4	15.1	25.9	25.9	9.0	15.5	15.5	16.7	28.5	28.523			
50	0.050		61.2	104.7	104.7	30.2	51.8	51.8	16.7	28.5	28.523	34.9	59.7	59.6827			
75	0.075		91.1	156.0	156.0	42.4	72.5	72.5	22.4	38.4	38.3503						
100	0.100		117.4	201.0	201.0	20.1	54.6	93.5	93.5	9.3	27.2	46.6	46.6196	4.7			
125	0.125		140.0	239.7	239.7	63.4	108.6	108.6	31.5	53.9	53.9301						
150	0.150	162.5	278.3	278.3	72.0	123.2	123.2	34.9	59.7	59.6827							
200	0.200	1500.00	202.8	347.2	347.2	23.1	84.4	144.5	144.5	9.6	40.0	68.4	68.4313	4.6			
300	0.300	1900.00	266.7	456.6	456.6	24.0	103.8	177.7	177.7	9.4	49.3	84.4	84.3707	4.4			
400	0.400	2300.00	308.5	528.2	528.2	23.0	122.9	210.3	210.3	9.1	58.6	100.3	100.31	4.4			
500	0.500	2600.00	352.2	602.9	602.9	23.2	138.0	236.3	236.3	9.1	66.5	113.9	113.852	4.4			

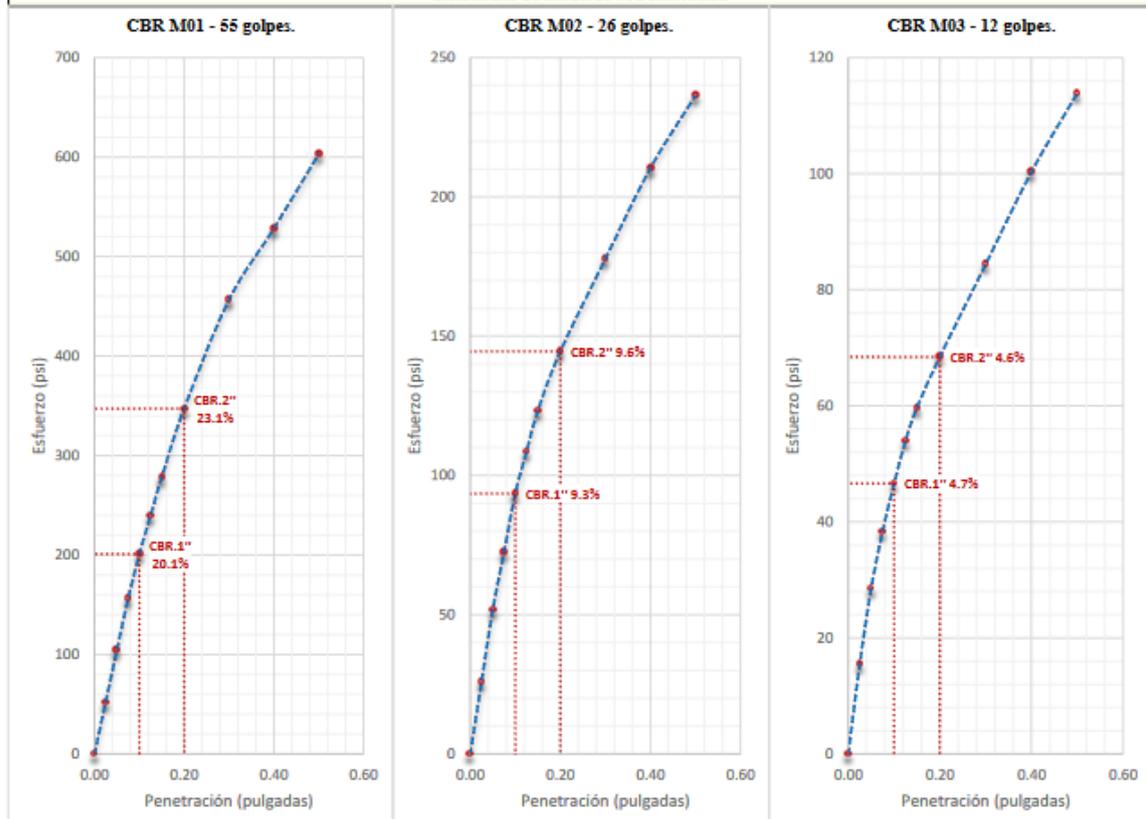
ENSAYO	M01		M02		M03	
Grado de Saturación						
Gravedad Específica (%)	2.732					
Relación de vacíos	0.296		0.296		0.362	
Grado de Saturación (%)	85.7		109.8		73.1	
					106.4	
					55.4	
					97.4	

Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.

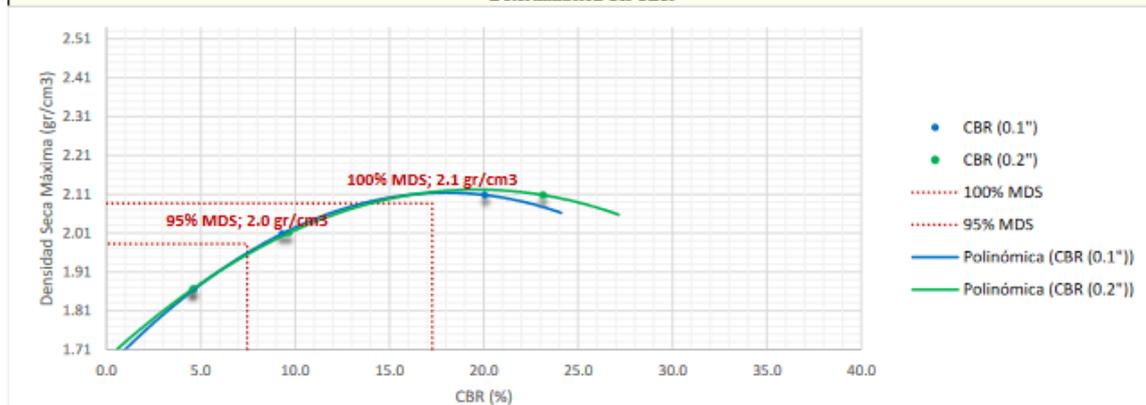


GRÁFICOS

Relaciones de Esfuerzo vs Penetración



Determinación del CBR



RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.087
95% de la M.D.S. (gr/cm ³)	1.982
C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1" de penetración (%)	17.3
C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1" de penetración (%)	7.5
C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2" de penetración (%)	19.5
C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2" de penetración (%)	7.3



Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.



ALLPA LABORATORIO		Código del Proyecto: 1286-TH-RC-01
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por: L.C.C.
PROCTOR MODIFICADO		Fecha: 31/08/2019
NORMAS TECNICAS: MTC E 115, NTP 339.141 y ASTM D 1557		Registro RP-1
		Revisión N° 0
		Rev. por: T.A.D.C.
		Fecha: 26/06/2023
V. Br 3.3		

DATOS GENERALES

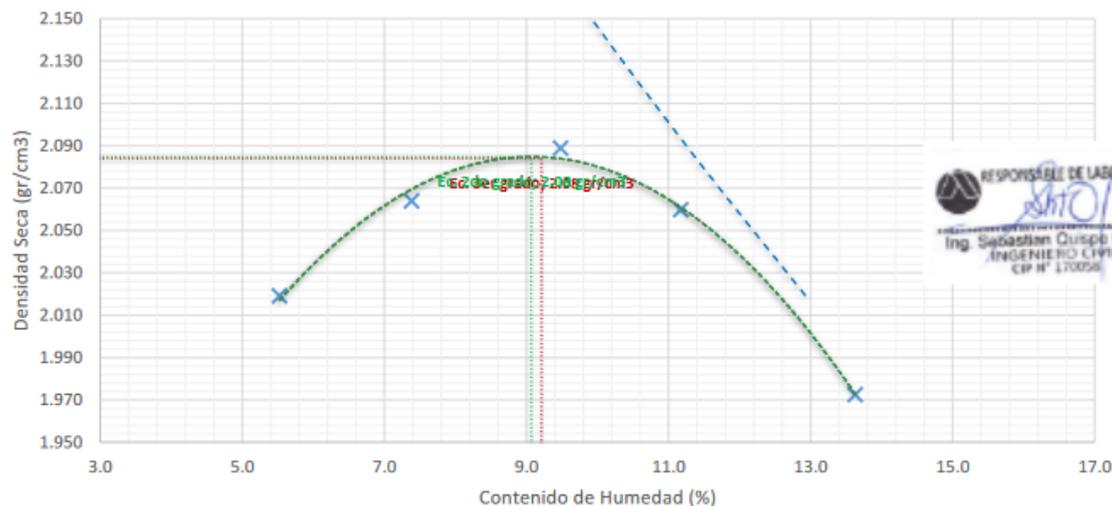
PROYECTO : Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y
SOLICITA : Edwin Romero Sara
UBICACIÓN : tramo Lara – Lliqui, Región Cusco

DATOS ESPECÍFICOS

UBICACIÓN : Sub rasante 01+ Aditivo Terrazyme Dosis 0,030 lt/m³ **MUESTRA** : C-01
FECHA : lunes, 26 de Junio de 2023 **PROFUNDIDAD** : -
HECHO POR : T.A.D.C. y I.C.C. **CALICATA** : -

ENSAYO	M1	M2	M3	M4	M5					
Número de Capas (gr.)	5									
Golpes por Capa (gr.)	56	56	56	56	56					
Número de Molde	1	1	1	1	1					
Peso del Molde (gr.)	6626.5	6626.5	6626.5	6626.5	6626.5					
Peso del Molde + Suelo Húmedo (gr.)	11190.5	11374.3	11525.3	11531.7	11427.6					
Peso del Suelo Húmedo Compactado (gr.)	4564	4747.8	4898.8	4905.2	4801.1					
Volumen del Molde (cm ³)	2142.18	2142.18	2142.18	2142.18	2142.18					
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.131	2.216	2.287	2.290	2.241					
Peso del Contenedor (gr.)	47.03	56.07	70.38	70.99	46.44	44.72	44.67	46.98	57.68	57.33
Peso del Contenedor + Suelo Húmedo (gr.)	713.9	968.0	894.6	804.6	814.5	796.1	749.9	785.8	710.1	752.4
Peso del Contenedor + Suelo Seco (gr.)	679.0	920.3	837.4	754.7	747.2	731.8	679.0	711.7	631.7	669.1
Peso del Agua (gr.)	34.9	47.7	57.3	49.9	67.3	64.3	71.0	74.1	78.4	83.2
Peso del Suelo Seco (gr.)	631.9	864.3	767.0	683.7	700.7	687.1	634.3	664.7	574.0	611.8
Contenido de Agua (%)	5.5	5.5	7.5	7.3	9.6	9.4	11.2	11.2	13.7	13.6
Contenido de Agua Promedio (%)	5.5		7.4		9.5		11.2		13.6	
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.02		2.06		2.09		2.06		1.97	

Relación Humedad - Densidad



	% Retenido	G.E.
T. Máx. < N° 4	52.38%	2.774
N° 4 < T. Máx. < 3/4"	28.35%	2.656
T. Máx. > 3/4"	19.27%	2.654
T. Máx. < 3/4"	80.73%	2.732

Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)	2.085
Densidad Húmeda Máxima (gr/cm ³)	2.274
Contenido de Humedad Óptima (%)	9.07

Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.

	ALLPA LABORATORIO	Código del Proyecto:	1413-TH-RC-01
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO	Form. Aprob. por:	L.C.C.
	CBR DE SUELOS (LABORATORIO)	Fecha:	31/08/2019
	NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132 y ASTM D 1883	Registro RP-1	Revisión N° 0
	V. Dr 3.3	Rev. por: V.A.H.D.	Fecha: 26/06/2023

DATOS GENERALES

PROYECTO : Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y
SOLICITA : Edwin Romero Sara
UBICACION : tramo Lara – Lliqui, Región Cusco

DATOS ESPECÍFICOS

UBICACION : Sub rasante 01+ Aditivo Terrazyme Dosis 0,030 lt/m³ **MUESTRA** : C-01
FECHA : sábado, 10 de Junio de 2023 **PROFUNDIDAD** : -
HECHO POR : T.A.D.C. y I.C.C. **CALICATA** : -

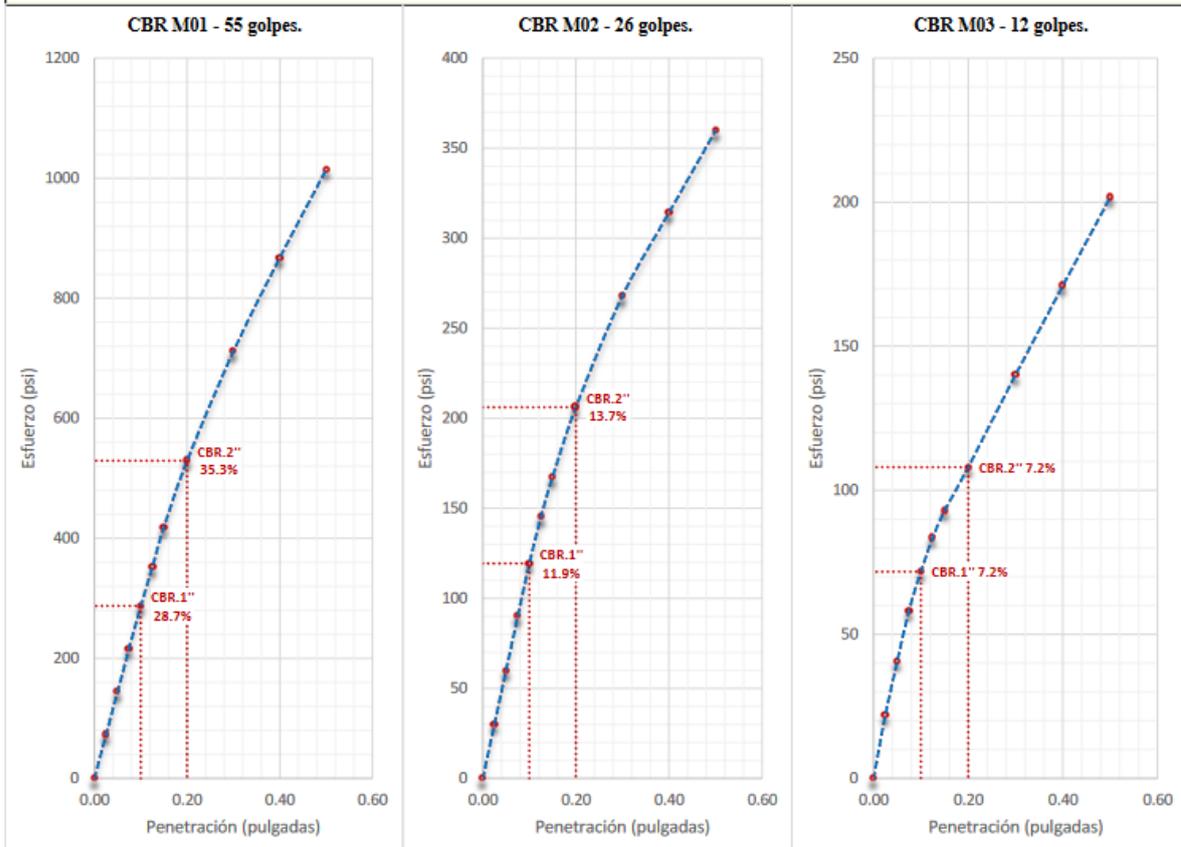
ENSAYO		M01			M02			M03							
Relaciones Gravimétricas															
Número de Capas (gr.)	5														
Golpes por Capa (gr.)	55			26			12								
Número de Molde	18			16			19								
Número de Espaciador	1			1			1								
Peso del Molde (gr.)	7648.0			7687.0			7656.0								
Altura de la Muestra (cm ³)	11.66			11.60			11.59								
Volumen de la Muestra (cm ³)	2176.3			2156.7			2161.8								
Condición de la muestra	No sumergida	Sumergida		No sumergida	Sumergida		No sumergida	Sumergida							
Peso del Molde + S. Húmedo (gr.)	12662.0	12790.5		12465.1	12666.1		12097.3	12394.2							
Peso del S. Húmedo Compact. (gr.)	5014.0	5142.5		4778.1	4979.1		4441.3	4738.2							
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.304	2.363		2.215	2.309		2.054	2.192							
Peso del Contenedor (gr.)	57.6	33.1		55.9	25.0		56.2	24.7							
Peso del Cont. + S. Húmedo (gr.)	1042.3	231.9		1015.9	264.8		1008.3	310.5							
Peso del Cont. + S. Seco (gr.)	956.5	210.4		931.7	236.0		923.5	270.0							
Peso del Agua (gr.)	85.8	21.5		84.2	28.8		84.8	40.5							
Peso del Suelo Seco (gr.)	898.9	177.3		875.8	211.0		867.3	245.3							
Contenido de Agua (%)	9.5	12.1		9.6	13.6		9.8	16.5							
Contenido de Agua Promedio (%)	9.5	12.1		9.6	13.6		9.8	16.5							
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.103	2.107		2.021	2.031		1.871	1.881							
ENSAYO		M01			M02			M03							
Expansión															
Fecha	Hora	Tiempo	Dial			Expansión			Dial			Expansión			
			*0.001"	mm	%	*0.001"	mm	%	*0.001"	mm	%	*0.001"	mm	%	
23 de Junio de 2023	00:00	00	0	0.000	0.0%	0	0.000	0.0%	0	0.000	0.0%	0	0.000	0.0%	
26 de Junio de 2023		72	293	0.293	2.5%	136	0.136	1.2%	134	0.134	1.2%				
		#####													
		#####													
		#####													
ENSAYO		M01			M02			M03							
Penetración															
Penetración		Carga Estándar		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
*0.001"	(in)	(kg/cm ²)		Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0	0.000	1000.00		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
25	0.025			42.2	72.2	72.2		17.5	30.0	30.0		12.8	21.9	21.9	
50	0.050			84.4	144.5	144.5		35.0	59.9	59.9		23.7	40.6	40.576	
75	0.075			126.6	216.7	216.7		52.5	89.9	89.9		34.0	58.2	58.2103	
100	0.100			167.8	287.3	287.3	28.7	69.7	119.3	119.3	11.9	41.9	71.7	71.7356	7.2
125	0.125	205.7	352.2	352.2		84.9	145.4	145.4		48.8	83.5	83.5489			
150	0.150	244.5	418.6	418.6		97.7	167.3	167.3		54.2	92.8	92.7941			
200	0.200	309.1	529.2	529.2	35.3	120.4	206.1	206.1	13.7	63.1	108.0	108.031	7.2		
300	0.300	415.6	711.5	711.5		156.5	267.9	267.9		81.8	140.0	140.047			
400	0.400	506.7	867.5	867.5		183.5	314.2	314.2		99.9	171.0	171.036			
500	0.500	592.4	1014.2	1014.2		210.1	359.7	359.7		117.8	201.7	201.682			
ENSAYO		M01			M02			M03							
Grado de Saturación															
Gravedad Específica (%)	2.732														
Relación de vacíos	0.299		0.297		0.352		0.345		0.460		0.453				
Grado de Saturación (%)	87.2		111.7		74.6		108.1		58.1		99.7				

Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.

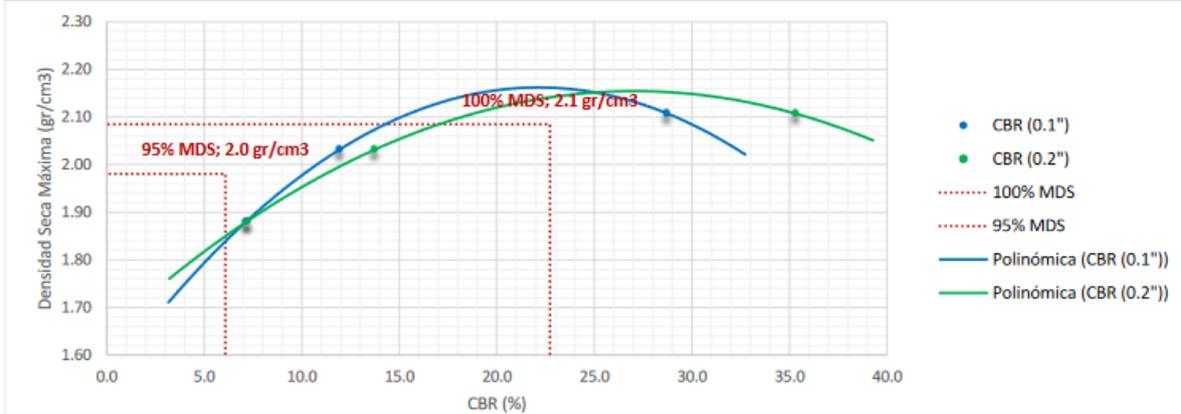


GRAFICOS

Relaciones de Esfuerzo vs Penetración



Determinación del CBR



RESULTADOS	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.085
95% de la M.D.S. (gr/cm ³)	1.981
C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1" de penetración (%)	22.7
C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1" de penetración (%)	6.1
C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2" de penetración (%)	27.6
C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2" de penetración (%)	6.2

RESPONSABLE DE LABORATORIO

 Ing. Sebastian Cuspi Corra
 INGENIERO CIVIL
 CEP N° 170056

Observaciones: *El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.*



ALLPA LABORATORIO <small>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO</small> PROCTOR MODIFICADO <small>NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, NTP 339.141 y ASTM D 1557</small>	Código del Proyecto: 1413-TH-RC-01
	Form. Aprob. por: L.C.C.
	Fecha: 31/08/2019
	Registro RP-1
	Revisión N° 0
Rev. por: V.A.H.D.	
V. Br 33	Fecha: 26/06/2023

DATOS GENERALES

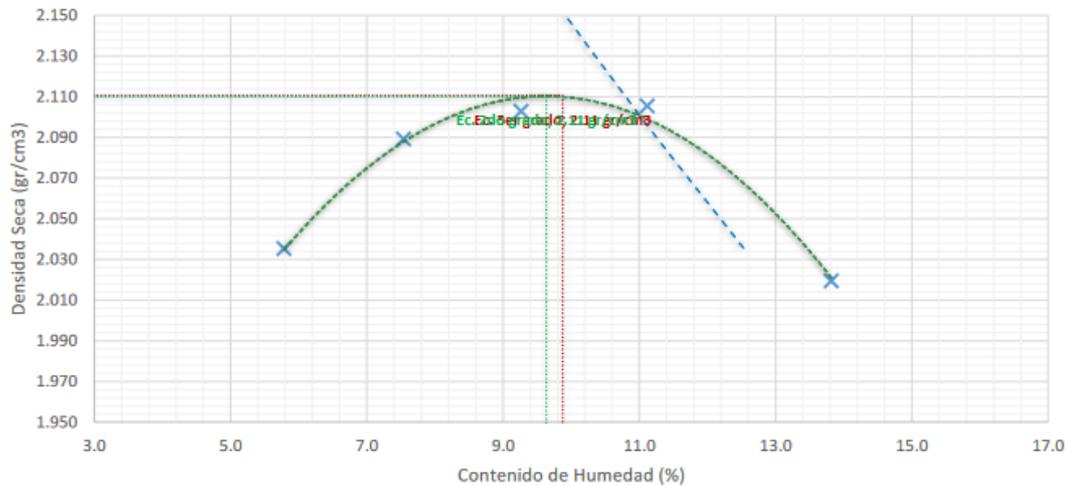
PROYECTO :	Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme aplicado en subrasantes de vías no
SOLICITA :	Edwin Romero Sara
UBICACIÓN :	tramo Lara – Lliqui, Región Cusco

DATOS ESPECÍFICOS

UBICACIÓN :	Sub rasante 01+ Aditivo Terrazyme Dosis 0,040 lt/m ³	MUESTRA :	C-01
FECHA :	lunes, 26 de Junio de 2023	PROFUNDIDAD :	-
HECHO POR :	T.A.D.C. y I.C.C.	CALICATA :	-

ENSAYO	M1	M2	M3	M4	M5					
Número de Capas (gr.)	5									
Golpes por Capa (gr.)	56	56	56	56	56					
Número de Molde	1	1	1	1	1					
Peso del Molde (gr.)	6535	6535	6535	6535	6535					
Peso del Molde + Suelo Húmedo (gr.)	11147.2	11347.7	11456.7	11546.6	11458.7					
Peso del Suelo Húmedo Compactado (gr.)	4612.2	4812.7	4921.7	5011.6	4923.7					
Volumen del Molde (cm ³)	2142.18	2142.18	2142.18	2142.18	2142.18					
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.153	2.247	2.298	2.339	2.298					
Peso del Contenedor (gr.)	45.61	43.72	44.84	46.89	59.73	56.91	56.21	54.93	59.47	56.21
Peso del Contenedor + Suelo Húmedo (gr.)	741.5	815.6	796.3	821.5	944.7	931.0	853.7	897.3	869.0	834.1
Peso del Contenedor + Suelo Seco (gr.)	703.4	773.5	743.9	766.8	870.1	856.5	773.2	813.9	769.5	740.8
Peso del Agua (gr.)	38.2	42.1	52.3	54.7	74.6	74.5	80.6	83.5	99.5	93.3
Peso del Suelo Seco (gr.)	657.7	729.8	699.1	719.9	810.3	799.6	717.0	759.0	710.0	684.6
Contenido de Agua (%)	5.8	5.8	7.5	7.6	9.2	9.3	11.2	11.0	14.0	13.6
Contenido de Agua Promedio (%)	5.8		7.5		9.3		11.1		13.8	
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.04		2.09		2.10		2.11		2.02	

Relación Humedad - Densidad



	% Retenido	G.E.
T. Máx. < N° 4	52.38%	2.774
N° 4 < T. Máx. < 3/4"	28.35%	2.656
T. Máx. > 3/4"	19.27%	2.654
T. Máx. < 3/4"	80.73%	2.732

Densidad Seca Máxima (gr/cm ³)	2.111
Densidad Húmeda Máxima (gr/cm ³)	2.319
Contenido de Humedad Óptima (%)	9.88

Observaciones: *El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.*

RESPONSABLE DE LABOR
 Ing. Sebastian Guispe C.
 INGENIERO CIVIL
 CEP N° 170058



ALLPA LABORATORIO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO CBR DE SUELOS (LABORATORIO) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132 y ASTM D 1883	Código del Proyecto:	1286-TH-RC-01
	Form. Aprob. por:	L.C.C.
	Fecha:	31/08/2019
	Registro RP-1	
	Revisión N° 0	
	Rev. por: T.A.D.C.	Fecha: 03/09/2021

DATOS GENERALES	
PROYECTO	: Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme aplicado en subrasantes de vías no pavimentadas,
SOLICITA	: Edwin Romero Sara
UBICACION	: tramo Lara – Lliqui, Región Cusco

DATOS ESPECIFICOS			
UBICACION	: Sub rasante 01+ Aditivo Terrazyme Dosis 0,040 lt/m3	MUESTRA	: C-01
FECHA	: sábado, 10 de Junio de 2023	PROFUNDIDAD	: -
HECHO POR	: T.A.D.C. y I.C.C.	CALICATA	: -

ENSAYO	M01		M02		M03	
Relaciones Gravimétricas						
Número de Capas (gr.)			5			
Golpes por Capa (gr.)	55		26		12	
Número de Molde	21		20		22	
Número de Espaciador	1		1		1	
Peso del Molde (gr.)	7628.0		7625.0		7658.0	
Altura de la Muestra (cm3)	11.60		11.62		11.61	
Volumen de la Muestra (cm3)	2152.5		2170.3		2168.4	
Condición de la muestra	No sumergida	Sumergida	No sumergida	Sumergida	No sumergida	Sumergida
Peso del Molde + S. Húmedo (gr.)	12577.9	12695.4	12411.6	12619.8	12121.9	12411.4
Peso del S. Húmedo Compact. (gr.)	4949.9	5067.4	4786.6	4994.8	4463.9	4753.4
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.300	2.354	2.206	2.301	2.059	2.192
Peso del Contenedor (gr.)	55.0	30.8	55.6	24.5	56.1	28.5
Peso del Cont. + S. Húmedo (gr.)	990.5	228.1	1014.4	282.6	1015.0	276.3
Peso del Cont. + S. Seco (gr.)	905.8	207.2	927.5	250.5	931.3	240.9
Peso del Agua (gr.)	84.7	20.9	86.9	32.1	83.7	35.4
Peso del Suelo Seco (gr.)	850.8	176.4	871.9	226.0	875.2	212.4
Contenido de Agua (%)	10.0	11.8	10.0	14.2	9.6	16.7
Contenido de Agua Promedio (%)	10.0		11.8		10.0	
Densidad Seca (gr/cm3)	2.091	2.105	2.006	2.015	1.879	1.879

ENSAYO	M01		M02		M03						
Expansión											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
			*0.001"	mm	%	*0.001"	mm	%	*0.001"	mm	%
23 de Junio de 2023	00:00	00	0	0.000	0.0%	0	0.000	0.0%	0	0.000	0.0%
27 de Junio de 2023		96	264	0.264	2.3%	136	0.136	1.2%	123	0.123	1.1%

ENSAYO	M01		M02		M03							
Penetración												
Penetración *0.001" (in)	Carga Estándar (kg/cm2)	Carga		Corrección		Carga		Corrección				
		Dial	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial	kg/cm2	kg/cm2	%			
0	0.000	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0		
25	0.025	41.7	71.4	71.4		23.2	39.7	39.7	12.1	20.7	20.7	
50	0.050	83.4	142.8	142.8		46.4	79.4	79.4	21.8	37.3	37.3231	
75	0.075	125.1	214.2	214.2		69.6	119.2	119.2	31.4	53.8	53.7589	
100	0.100	165.6	283.5	283.5	28.4	92.0	157.5	157.5	15.8	41.1	70.4	70.366
125	0.125	202.1	346.0	346.0		113.9	195.0	195.0	50.3	86.1	86.117	
150	0.150	235.8	403.7	403.7		133.4	228.4	228.4	57.3	98.1	98.1015	
200	0.200	302.6	518.1	518.1	34.5	164.4	281.5	281.5	18.8	67.8	116.1	116.078
300	0.300	413.4	707.8	707.8	37.3	208.5	357.0	357.0	18.8	85.9	147.1	147.067
400	0.400	508.1	869.9	869.9	37.8	237.0	405.8	405.8	17.6	101.6	173.9	173.946
500	0.500	559.0	957.0	957.0	36.8	257.7	441.2	441.2	17.0	115.9	198.4	198.429

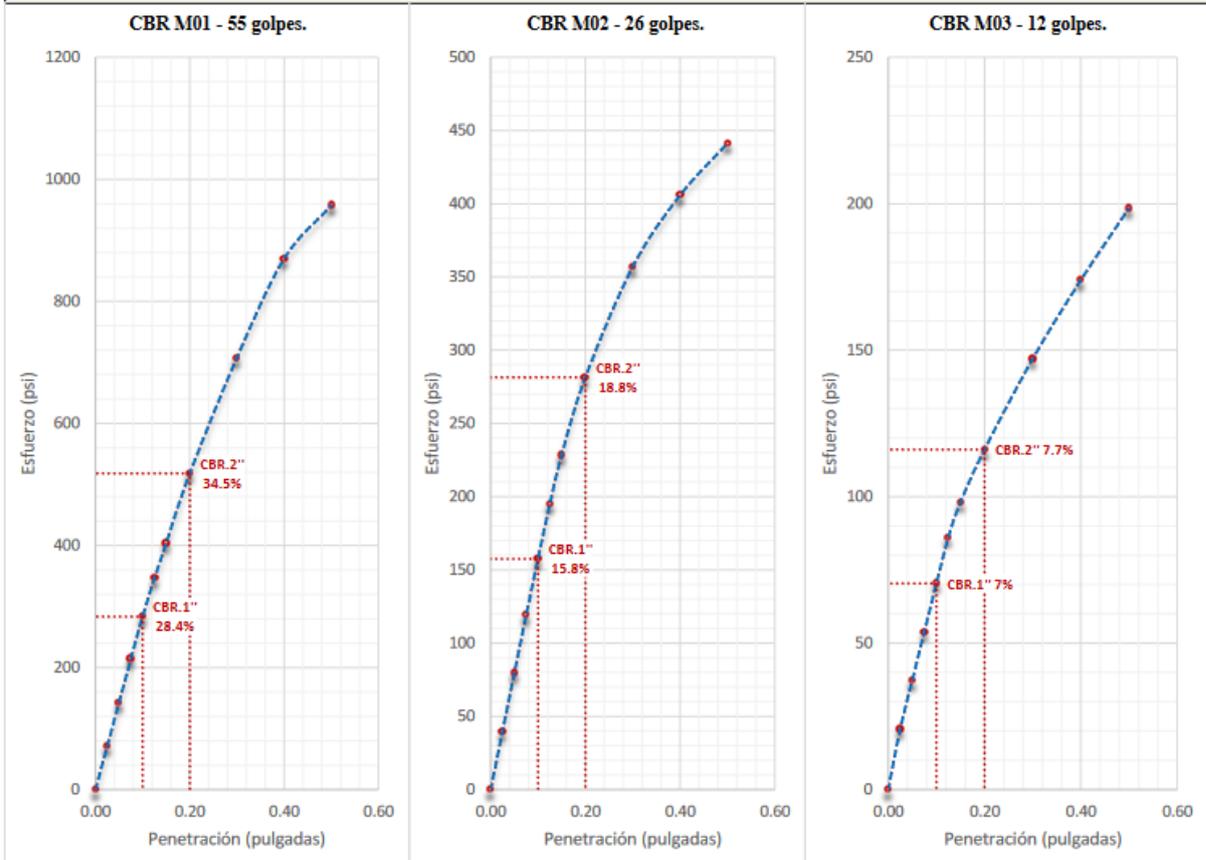
ENSAYO	M01		M02		M03	
Grado de Saturación						
Gravedad Específica (%)			2.732			
Relación de vacíos	0.307	0.298	0.362	0.356	0.454	0.454
Grado de Saturación (%)	88.7	108.6	75.2	109.0	57.5	100.3

Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.

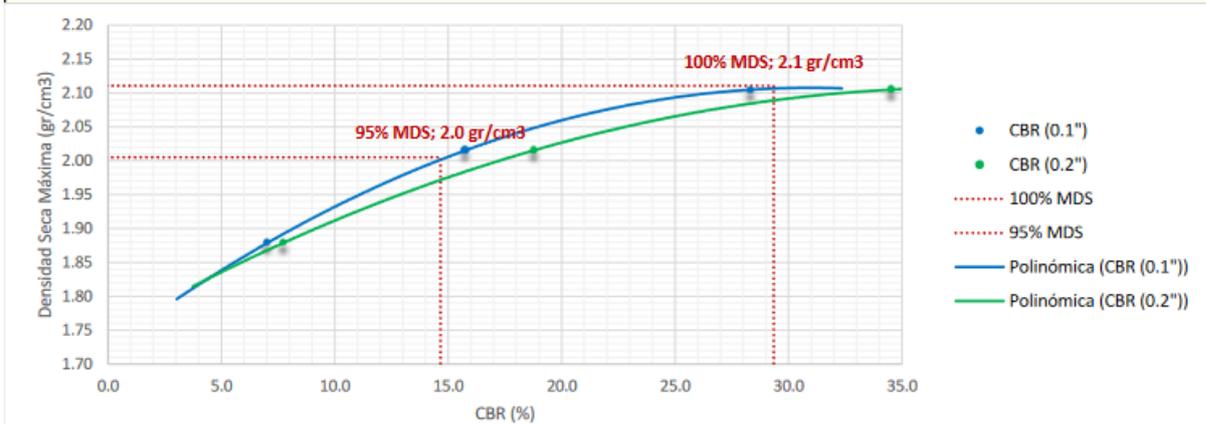


GRAFICOS

Relaciones de Esfuerzo vs Penetración



Determinación del CBR



RESULTADOS

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.111
95% de la M.D.S. (gr/cm ³)	2.005
C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1" de penetración (%)	29.3
C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1" de penetración (%)	14.7
C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2" de penetración (%)	35.8
C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2" de penetración (%)	17.4


RESPONSABLE DE LABORATORIO

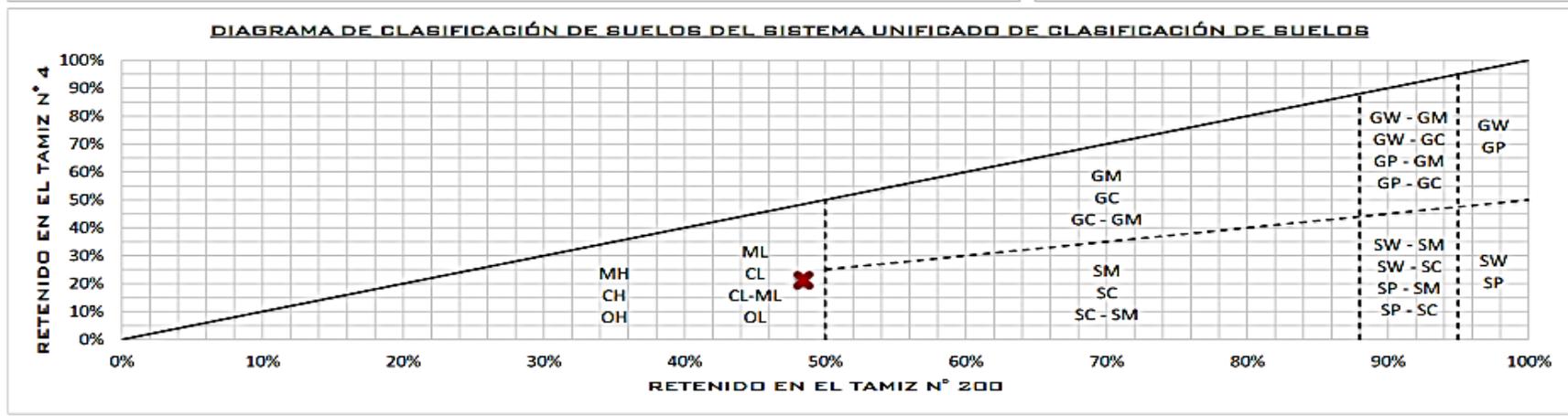
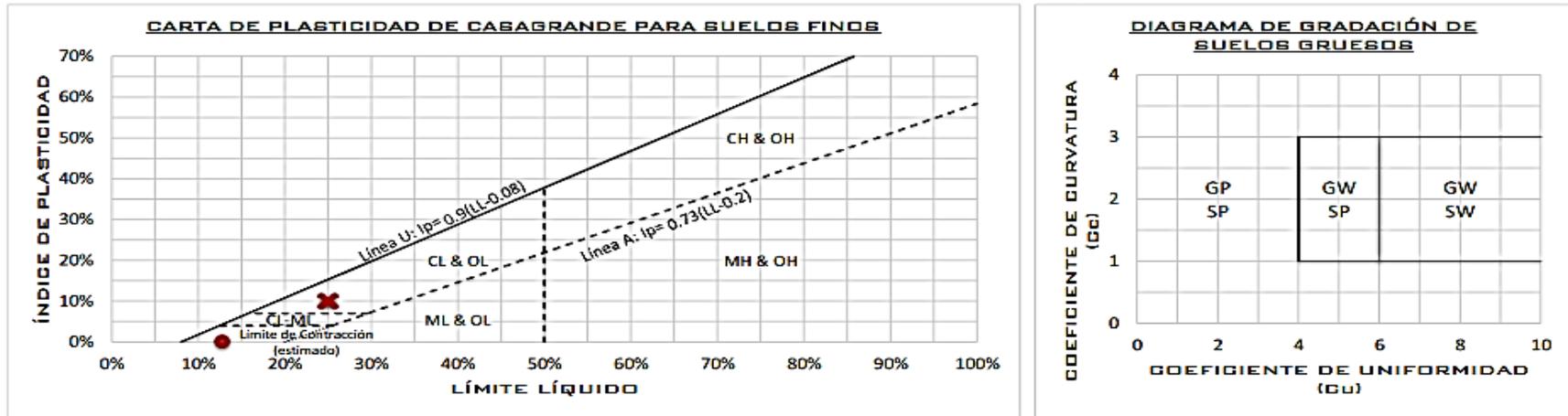
 Ing. Sebastian Ouspé Cortés
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 170058

Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias del MTC.

Anexo 7. Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)

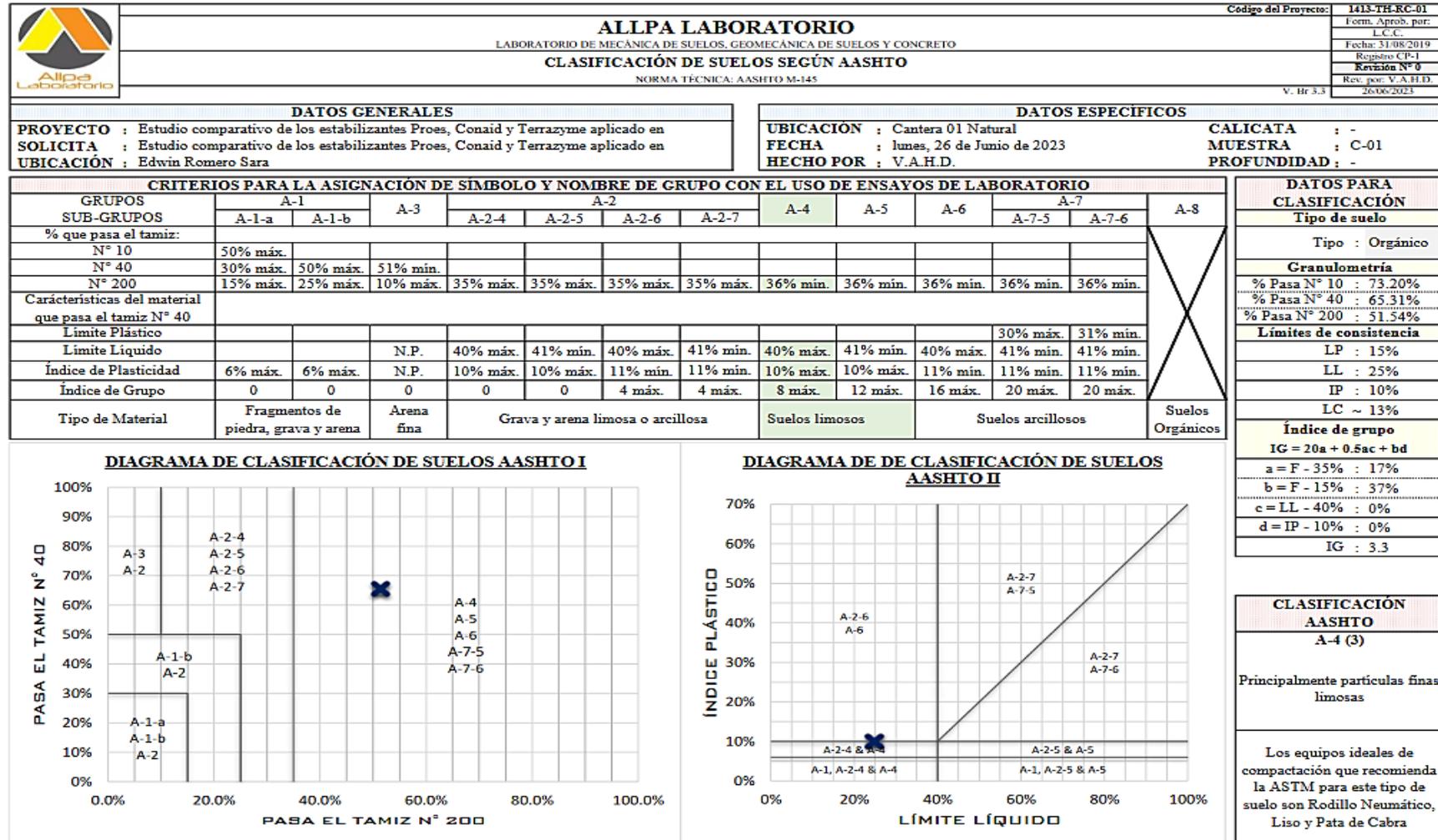
		ALLPA LABORATORIO <small>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO</small> SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS) <small>NORMA TÉCNICA: ASTM D-2487</small>			<small>Código del Proyecto:</small> 1413-TH-RC-01 <small>Form. Aprob. por:</small> L.C.C. <small>Fecha:</small> 31/08/2019 <small>Registro CP-I</small> <small>Revisión Nº 0</small> <small>Rev. por: V.A.H.D.</small> <small>V. Br 3.3</small> 26/06/2023	
DATOS GENERALES			DATOS ESPECÍFICOS			
PROYECTO : Estudio comparativo de los estabilizantes Proes, Conaid y Terrazyme aplicado SOLICITA : Edwin Romero Sara UBICACIÓN : tramo Lara – Lliqui, Región Cusco			UBICACIÓN : Cantera 01 Natural FECHA : lunes, 26 de Junio de 2023 HECHO POR : V.A.H.D.		CALICATA : - MUESTRA : C-01 PROFUNDIDAD : -	
CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE SIMBOLO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO						
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS	MÁS DEL 50% DE LA FRACCIÓN GRUESA SE RETIENE EN LA MALLA Nº 4	GRAVAS LIMPIAS	Menos del 5% pasa la malla Nº 200	$Cu > 4$ y $l < Cc < 3$ $Cu < 4$ ó $l > Cc > 3$	GW GP	Grava bien gradada Grava mal gradada
		GRAVAS CON FINOS	Más del 12% pasa la malla Nº 200	$IP < 4$ ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad $IP > 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad $4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM GC GC - GM	Grava limosa Grava arcillosa Grava arcillosa y limosa
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS	MÁS DEL 50% SE RETIENE EN LA MALLA Nº 200	GRAVAS LIMPIAS Y CON FINOS	Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200	Cumple los criterios para GW y GM Cumple los criterios para GW y GC o para GW y GC - GM Cumple los criterios para GP y GM Cumple los criterios para GP y GC o para GP y GC - GM	GW - GM GW - GC GP - GM GP - GC	Grava bien gradada con limo Grava bien gradada con arcilla Grava mal gradada con limo Grava mal gradada con arcilla
		ARENAS LIMPIAS	Menos del 5% pasa la malla Nº 200	$Cu > 6$ y $l < Cc < 3$ $Cu < 6$ ó $l > Cc > 3$	SW SP	Arena bien gradada Arena mal gradada
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS	MÁS DEL 50% DE LA FRACCIÓN GRUESA PASA LA MALLA Nº 4	ARENAS CON FINOS	Más del 12% pasa la malla Nº 200	$IP < 4$ ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad $IP > 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad $4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM SC SC - SM	Arena limosa Arena arcillosa Arena arcillosa y limosa
		ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS	Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200	Cumple los criterios para SW y SM Cumple los criterios para SW y SC o para SW y SC - SM Cumple los criterios para SP y SM Cumple los criterios para SP y SC o para SP y SC - SM	SW - SM SW - SC SP - SM SP - SC	Arena bien gradada con limo Arena bien gradada con arcilla Arena mal gradada con limo Arena mal gradada con arcilla
SUELOS DE PARTICULAS FINAS	EL 50% O MÁS PASA LA MALLA Nº 200	LIMOS Y ARCILLAS	Inorgánicos	$IP < 4$ o abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad $IP > 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad $4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	ML CL CL - ML	Limo de baja plasticidad Arcilla de baja plasticidad Arcilla limosa de baja plasticidad
			Orgánicos	$IP < 4$ o abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad $IP > 4$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	OL	Limo orgánico de baja plasticidad Arcilla orgánica de baja plasticidad
		LIMOS Y ARCILLAS	Inorgánicos	Se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A" Se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	MH CH	Limo de alta plasticidad Arcilla de alta plasticidad
			Orgánicos	Se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A" Se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	OH	Limo orgánico de alta plasticidad Arcilla orgánica de alta plasticidad
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS			Principalmente materia orgánica de color oscuro	Pt	Turba	
LA CLASIFICACIÓN SUCS DEL SUELO ES: CL Arcilla de baja plasticidad con grava y arena			DATOS PARA CLASIFICACION SUCS			
Los equipos ideales de compactación que recomienda la ASTM para este tipo de suelo son Rodillo de neumáticos y rodillo de pata de cabra.			Cu : N.P. Cc : N.P. Límites de consistencia LP : 15% LL : 25% IP : 10% LC ~ 13%	Coeficientes Grava : 43,48% Arena : 56,52% Total : 100,00%	Fracción Gruesa Total : 48,46%	Grava : 21,07% Arena : 27,39% Total : 48,46%
			Gruesos : 48,46% Finos : 51,54% Total : 100,00%	Tipo : Inorgánico Granulometría	Tipo de Suelo	Tipo de Suelo

GRÁFICOS DEL SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS) ASTM D-2487



CLASIFICACION SUCS	CL	Arcilla de baja plasticidad con grava y arena
Los equipos ideales de compactación que recomienda la ASTM para este tipo de suelo son Rodillo de neumáticos y rodillo de pata de cabra.		

Anexo 8. Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)



Anexo 9. Certificados de calibración.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD NTP-ISO/IEC 17025



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Cotización : 3487

SOLICITANTE : THIBUS CONSULTORIA & CONSTRUCCION
S.R.L.- THIBUS S.R.L.

Dirección : Mza. L Lote. 8 Urb. Zaguan Del Cielo Cusco -
Cusco - Cusco

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MALLA TAMIZ

Marca : TECNICAS CP SAC
Modelo : No indica
N° de serie : No indica
Tamaño de abertura : 425 µm
Número de Malla : 40
Identificación : TCP-089
Procedencia : No indica
Ubicación : No indica

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de calibración : 2023-07-01
Fecha de emisión : 2023-07-04
Lugar de calibración : Laboratorio de Longitud /
METRINDUST S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibración realizada por comparación directa con patrones de longitud
calibrados, tomando como referencia la Norma ASTM E11-20.

N° DE CERTIFICADO

MT - 4431 - 2023

METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



Gamarra Rodríguez Dennis
Gerente Técnico

Página 1 de 3

www.metrindust.com.pe

Informes@metrindust.com.pe

Calle los Jazmines Mz. G Lt. 13
EL Agustino, Lima

915972598 | 917607794
998699562 | 925033922 | 945111762



CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	20,4 °C	20,5 °C
Humedad relativa	58 %hr	58 %hr

TRAZABILIDAD

TRAZABILIDAD	PATRÓN DE TRABAJO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Patrones de referencia de INACAL - DM	Reticula de medición	LLA - 626 - 2022
Patrones de referencia de UNIMETRO S.A.C.	Pie de rey	CL-050-2023

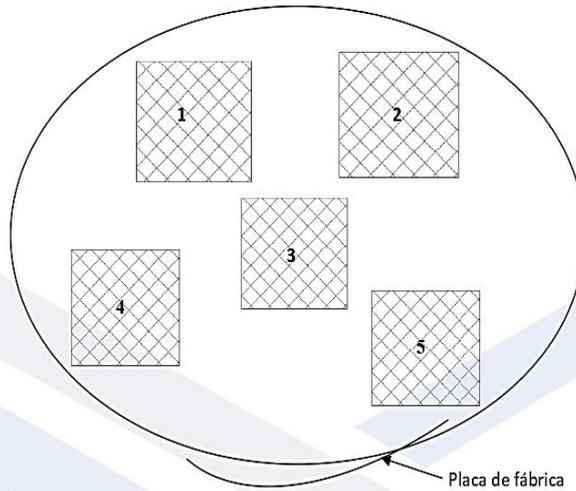
RESULTADOS DE MEDICIÓN

REGIÓN N°	VALOR NOMINAL (mm)	VALOR ENCONTRADO (mm)	VARIACION ENCONTRADA (mm)	INCERTIDUMBRE (μm)
1	0,425	0,410	-0,015	0,026
2		0,415	-0,010	0,026
3		0,410	-0,015	0,026
4		0,408	-0,017	0,026
5		0,412	-0,013	0,026

VARIACIÓN PERMISIBLE: 0,073 mm

PARA EL PROMEDIO

Valor nominal (mm)	Valor Promedio Medido (mm)	Variación de abertura para el promedio (mm)	Incertidumbre (μm)	Variación permisible para el promedio de aberturas (± mm)
0,425	0,411	-0,014	0,058	0,014



OBSERVACIONES

Se realizó una exploración por regiones.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación (CALIBRADO).

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida reportada es la incertidumbre combinada multiplicada por el factor de cobertura ($k = 2$) de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

** FIN DEL DOCUMENTO **

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

N° DE CERTIFICADO

MT - 4362 - 2023

Cotización : 3483
SOLICITANTE : THIBUS CONSULTORIA & CONSTRUCCION S.R.L.-
THIBUS S.R.L.
Dirección : Mza. L Lote. 8 Urb. Zaguán Del Cielo Cusco - Cusco -
Cusco

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Marca : EXELTOR
Modelo : No indica
N° de Serie : No indica
Capacidad Máxima : 1000 g
Capacidad Mínima : 0,2 g
División de Escala (d) : 0,01 g
División de Verificación (e) : 0,01 g
Clase de Exactitud : II
Procedencia : No indica
Identificación : No indica
Tipo : Electrónica
Ubicación : No Indica

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración : 2023-07-03
Fecha de emisión : 2023-07-05
Lugar de calibración : Laboratorio de METRINDUST S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II" 4ta edición 2010 INACAL-DM.

METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

REVISADO:



Gamarra Rodríguez Dennis
Gerente Técnico

Página 1 de 3

 www.metrindust.com.pe

 Calle los Jazmines Mz. G Lt.13
EL Agustino, Lima

 Informes@metrindust.com.pe

 915972598 | 917607794
998699562 | 925033922 | 945111762



TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de KOSSOMET	Pesas de 1 mg a 1 kg (Clase de exactitud E2)	N° PE22-C-0884

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

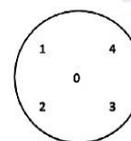
Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene	Dispositivo Indicador Auxiliar	No Tiene

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,3 °C	23,6 °C
Humedad Relativa	53 %hr	54 %hr

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	500,000	500,00	6	-1	1	1 000,001	1 000,00	6	-2
2		500,00	6	-1	2		1 000,00	6	-2
3		500,00	7	-2	3		1 000,00	7	-3
4		500,00	6	-1	4		1 000,00	7	-3
5		500,00	6	-1	5		1 000,00	6	-2
6		500,00	6	-1	6		1 000,00	6	-2
7		500,00	7	-2	7		1 000,00	6	-2
8		500,00	7	-2	8		1 000,00	6	-2
9		500,00	6	-1	9		1 000,00	7	-3
10		500,00	6	-1	10		1 000,00	7	-3
E _{máx} - E _{mín}		1 mg			E _{máx} - E _{mín}		1 mg		
error máximo permitido		± 30 mg			error máximo permitido		± 30 mg		

VISTA FRONTAL



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,5 °C	23,3 °C
Humedad Relativa	54 %hr	54 %hr

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±mg)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)		Ec (mg)
0	0,100	0,10	6	-1	300,000	300,00	6	-1	0	30
1		0,10	6	-1		300,00	6	-1	0	
2		0,10	6	-1		300,00	6	-1	0	
3		0,10	6	-1		300,00	6	-1	0	
4		0,10	6	-1		300,00	6	-1	0	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,3 °C	23,1 °C
Humedad Relativa	56 %hr	56 %hr

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,100	0,10	6	-1						
0,200	0,20	7	-2	-1	0,20	6	-1	0	10
10,000	10,00	7	-2	-1	10,00	6	-1	0	10
50,000	50,00	7	-2	-1	50,00	6	-1	0	20
100,000	100,00	6	-1	0	100,00	7	-2	-1	20
150,000	150,00	6	-1	0	150,00	7	-2	-1	20
200,000	200,00	7	-2	-1	200,00	7	-2	-1	20
400,000	400,00	7	-2	-1	400,00	6	-1	0	30
600,000	600,00	6	-1	0	600,00	7	-2	-1	30
800,000	800,00	6	-1	0	800,00	6	-1	0	30
1 000,001	1 000,00	7	-3	-2	1 000,00	7	-3	-2	30

Donde: l : Lectura de la balanza
 ΔL : Carga incrementada
 R : Carga corregida
 e.m.p. : Error máximo permitido

E : Error del instrumento
 Eo : Error en cero
 Ec : Error corregido

$$\text{Lectura Corregida : } R_{\text{corregida}} = R + 8,00 \times 10^{-7} \times R$$

$$\text{Incertidumbre de Medición : } U_R = 2 \times \sqrt{1,8 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 2,1 \times 10^{-10} \times R^2}$$

OBSERVACIONES

Se realizó una precarga usando la carga patrón de 1000 g para lo cual la balanza indico: 1000,00 g
 No se está considerando la incertidumbre por deriva de la balanza.
 Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva (CALIBRADO).
 Los valores mencionados se escogieron según NMP-003-2009.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida reportada es la incertidumbre combinada multiplicada por el factor de cobertura (k = 2) de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

** FIN DEL DOCUMENTO **

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Cotización : 3487

SOLICITANTE : THIBUS CONSULTORIA & CONSTRUCCION
S.R.L. - THIBUS S.R.L.

N° DE CERTIFICADO

MT - 4405 - 2023

Dirección : Mza. L Lote. 8 Urb. Zaguán Del Cielo Cusco -
Cusco - Cusco

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MALLA TAMIZ

Marca : TECNICAS CP SAC
Modelo : No indica
N° de serie : No indica
Tamaño de abertura : 9,5 mm
Número de Malla : 3/8"
Código de identificación : TCP-086
Procedencia : No indica
Ubicación : No indica

METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados.

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de calibración : 2023-07-01
Fecha de emisión : 2023-07-04
Lugar de calibración : Laboratorio de Longitud /
METRINDUST S.A.C.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibración realizada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la Norma ASTM E11-20

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



Gamarra Rodríguez Dennis
Gerente Técnico

Página 1 de 3

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	20,7 °C	20,6 °C
Humedad relativa	58 %hr	58 %hr

TRAZABILIDAD

TRAZABILIDAD	PATRÓN DE TRABAJO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Patrones de referencia de INACAL - DM	Reticula de medición	LLA - 626 - 2022
Patrones de referencia de UNIMETRO S.A.C.	Pie de rey	CL-050-2023

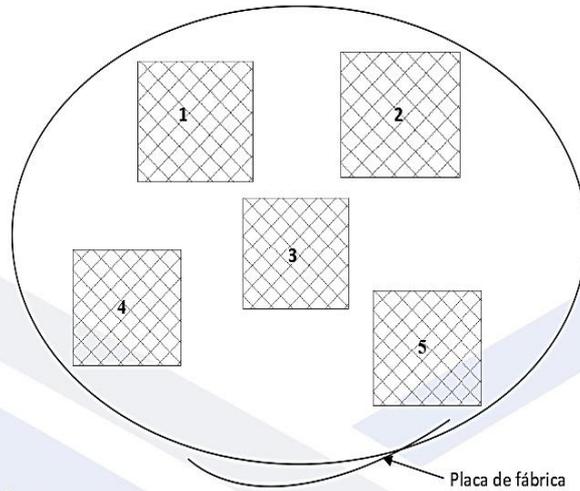
RESULTADOS DE MEDICIÓN

REGIÓN N°	VALOR NOMINAL (mm)	VALOR ENCONTRADO (mm)	VARIACION ENCONTRADA (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
1	9,50	9,40	-0,10	0,03
2		9,49	-0,01	0,03
3		9,70	0,20	0,03
4		9,51	0,01	0,03
5		9,46	-0,04	0,03

VARIACIÓN PERMISIBLE: 0,61 mm

PARA EL PROMEDIO

Valor nominal (mm)	Valor Promedio Medido (mm)	Variación de abertura para el promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Variación permisible para el promedio de aberturas (±mm)
9,500	9,512	0,012	0,058	0,265



OBSERVACIONES

Se realizó una exploración por regiones.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación (CALIBRADO).

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida reportada es la incertidumbre combinada multiplicada por el factor de cobertura ($k = 2$) de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

** FIN DEL DOCUMENTO **

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Cotización : 3487

SOLICITANTE : THIBUS CONSULTORIA & CONSTRUCCION
S.R.L. - THIBUS S.R.L.

N° DE CERTIFICADO

MT - 4380 - 2023

Dirección : Mza. L Lote. 8 Urb. Zaguán Del Cielo Cusco -
Cusco - Cusco

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MALLA TAMIZ

Marca : TECNICAS CP SAC
Modelo : No indica
N° de serie : No indica
Tamaño de abertura : 4,75 mm
Número de Malla : 4
Código de identificación : TCP-088
Procedencia : No indica
Ubicación : No indica

METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados.

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de calibración : 2023-07-01
Fecha de emisión : 2023-07-04
Lugar de calibración : Laboratorio de Longitud /
METRINDUST S.A.C.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibración realizada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la Norma ASTM E11-20

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



Gamarra Rodríguez Dennis
Gerente Técnico

Página 1 de 3

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	20,7 °C	20,6 °C
Humedad relativa	58 %hr	58 %hr

TRAZABILIDAD

TRAZABILIDAD	PATRÓN DE TRABAJO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Patrones de referencia de INACAL - DM	Reticula de medición	LLA - 626 - 2022
Patrones de referencia de UNIMETRO S.A.C.	Pie de rey	CL-050-2023

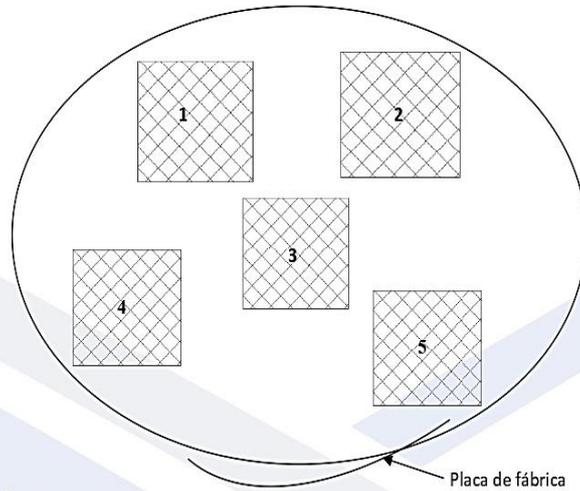
RESULTADOS DE MEDICIÓN

REGIÓN N°	VALOR NOMINAL (mm)	VALOR ENCONTRADO (mm)	VARIACION ENCONTRADA (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
1	4,75	4,73	-0,02	0,03
2		4,76	0,01	0,03
3		4,71	-0,04	0,03
4		4,68	-0,07	0,03
5		4,68	-0,07	0,03

VARIACIÓN PERMISIBLE: 0,37 mm

PARA EL PROMEDIO

Valor nominal (mm)	Valor Promedio Medido (mm)	Variación de abertura para el promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Variación permisible para el promedio de aberturas (±mm)
4,750	4,712	-0,038	0,058	0,135



OBSERVACIONES

Se realizó una exploración por regiones.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación (CALIBRADO).

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida reportada es la incertidumbre combinada multiplicada por el factor de cobertura ($k = 2$) de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

** FIN DEL DOCUMENTO **

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Cotización : 3487

SOLICITANTE : THIBUS CONSULTORIA & CONSTRUCCION
S.R.L. - THIBUS S.R.L.

N° DE CERTIFICADO

MT - 4455 - 2023

Dirección : Mza. L Lote. 8 Urb. Zaguán Del Cielo Cusco -
Cusco - Cusco

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MALLA TAMIZ

Marca : TECNICAS CP SAC
Modelo : No indica
N° de serie : No indica
Tamaño de abertura : 2 mm
Número de Malla : 10
Código de identificación : TCP-071
Procedencia : No indica
Ubicación : No indica

METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados.

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de calibración : 2023-07-01
Fecha de emisión : 2023-07-04
Lugar de calibración : Laboratorio de Longitud /
METRINDUST S.A.C.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibración realizada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la Norma ASTM E11-20

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



Gamarra Rodríguez Dennis
Gerente Técnico

Página 1 de 3

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	20,7 °C	20,6 °C
Humedad relativa	58 %hr	58 %hr

TRAZABILIDAD

TRAZABILIDAD	PATRÓN DE TRABAJO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Patrones de referencia de INACAL - DM	Reticula de medición	LLA - 626 - 2022
Patrones de referencia de UNIMETRO S.A.C.	Pie de rey	CL-050-2023

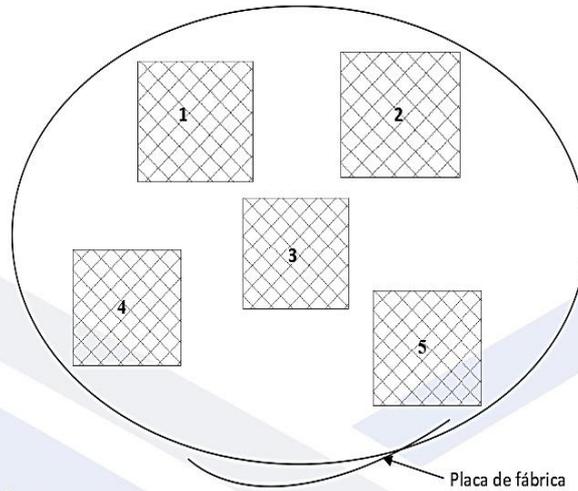
RESULTADOS DE MEDICIÓN

REGIÓN N°	VALOR NOMINAL (mm)	VALOR ENCONTRADO (mm)	VARIACION ENCONTRADA (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
1	2,00	1,99	-0,01	0,03
2		1,99	-0,01	0,03
3		1,99	-0,01	0,03
4		1,99	-0,01	0,03
5		1,99	-0,01	0,03

VARIACIÓN PERMISIBLE: 0,20 mm

PARA EL PROMEDIO

Valor nominal (mm)	Valor Promedio Medido (mm)	Variación de abertura para el promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Variación permisible para el promedio de aberturas (±mm)
2,000	1,990	-0,010	0,058	0,059



OBSERVACIONES

Se realizó una exploración por regiones.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación (CALIBRADO).

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida reportada es la incertidumbre combinada multiplicada por el factor de cobertura ($k = 2$) de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

** FIN DEL DOCUMENTO **

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Cotización : 3487

SOLICITANTE : THIBUS CONSULTORIA & CONSTRUCCION
S.R.L.- THIBUS S.R.L.

Dirección : Mza. L Lote. 8 Urb. Zaguan Del Cielo Cusco -
Cusco - Cusco

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MALLA TAMIZ

Marca : TECNICAS CP SAC
Modelo : No indica
N° de serie : No indica
Tamaño de abertura : 850 µm
Número de Malla : 20
Identificación : TCP-080
Procedencia : No indica
Ubicación : No indica

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de calibración : 2023-07-01
Fecha de emisión : 2023-07-04
Lugar de calibración : Laboratorio de Longitud /
METRINDUST S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibración realizada por comparación directa con patrones de longitud
calibrados, tomando como referencia la Norma ASTM E11-20.

N° DE CERTIFICADO

MT - 4481 - 2023

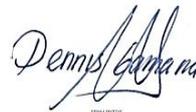
METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



Gamarra Rodríguez Dennis
Gerente Técnico

Página 1 de 3

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	20,4 °C	20,5 °C
Humedad relativa	58 %hr	58 %hr

TRAZABILIDAD

TRAZABILIDAD	PATRÓN DE TRABAJO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Patrones de referencia de INACAL - DM	Reticula de medición	LLA - 626 - 2022
Patrones de referencia de UNIMETRO S.A.C.	Pie de rey	CL-050-2023

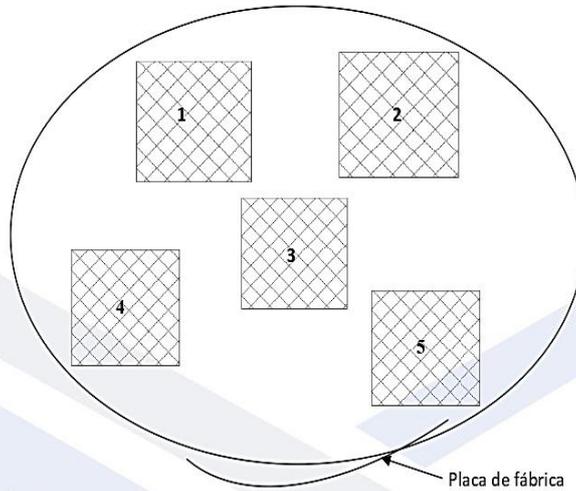
RESULTADOS DE MEDICIÓN

REGIÓN N°	VALOR NOMINAL (mm)	VALOR ENCONTRADO (mm)	VARIACION ENCONTRADA (mm)	INCERTIDUMBRE (μm)
1	0,850	0,795	-0,055	0,026
2		0,800	-0,050	0,026
3		0,795	-0,055	0,026
4		0,790	-0,060	0,026
5		0,800	-0,050	0,026

VARIACIÓN PERMISIBLE: 0,114 mm

PARA EL PROMEDIO

Valor nominal (mm)	Valor Promedio Medido (mm)	Variación de abertura para el promedio (mm)	Incertidumbre (μm)	Variación permisible para el promedio de aberturas (± mm)
0,850	0,796	-0,054	0,058	0,026



OBSERVACIONES

Se realizó una exploración por regiones.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación (CALIBRADO).

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida reportada es la incertidumbre combinada multiplicada por el factor de cobertura ($k = 2$) de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

** FIN DEL DOCUMENTO **

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Cotización : 3487

SOLICITANTE : THIBUS CONSULTORIA & CONSTRUCCION S.R.L.- THIBUS S.R.L.

Dirección : Mza. L Lote. 8 Urb. Zaguan Del Cielo Cusco - Cusco - Cusco

N° DE CERTIFICADO
MT - 4356 - 2023

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MALLA TAMIZ

Marca : No indica
 Modelo : No indica
 N° de serie : No indica
 Tamaño de abertura : 250 µm
 Número de Malla : 60
 Identificación : No indica
 Procedencia : No indica
 Ubicación : No indica

METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados.

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de calibración : 2023-07-01
 Fecha de emisión : 2023-07-04
 Lugar de calibración : Laboratorio de Longitud / METRINDUST S.A.C.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibración realizada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la Norma ASTM E11-20.

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.




Gamarra Rodríguez Dennis
Gerente Técnico

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	20,4 °C	20,5 °C
Humedad relativa	58 %hr	58 %hr

TRAZABILIDAD

TRAZABILIDAD	PATRÓN DE TRABAJO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Patrones de referencia de INACAL - DM	Reticula de medición	LLA - 626 - 2022
Patrones de referencia de UNIMETRO S.A.C.	Pie de rey	CL-050-2023

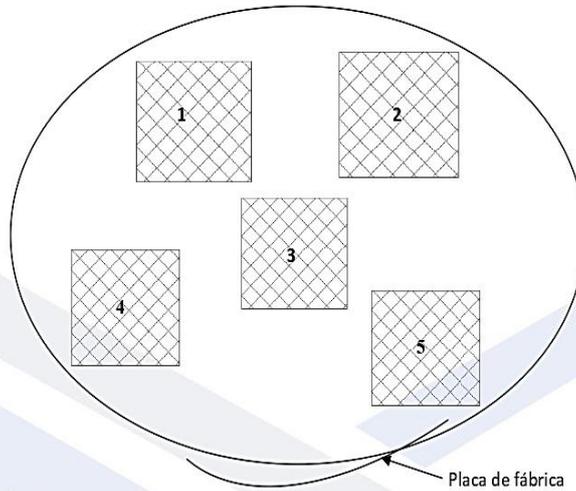
RESULTADOS DE MEDICIÓN

REGIÓN N°	VALOR NOMINAL (mm)	VALOR ENCONTRADO (mm)	VARIACION ENCONTRADA (mm)	INCERTIDUMBRE (µm)
1	0,250	0,251	0,001	0,026
2		0,245	-0,005	0,026
3		0,243	-0,007	0,026
4		0,242	-0,008	0,026
5		0,251	0,001	0,026

VARIACIÓN PERMISIBLE: 0,052 mm

PARA EL PROMEDIO

Valor nominal (mm)	Valor Promedio Medido (mm)	Variación de abertura para el promedio (mm)	Incertidumbre (µm)	Variación permisible para el promedio de aberturas (± mm)
0,250	0,246	-0,004	0,058	0,009



OBSERVACIONES

Se realizó una exploración por regiones.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación (CALIBRADO).

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida reportada es la incertidumbre combinada multiplicada por el factor de cobertura ($k = 2$) de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

** FIN DEL DOCUMENTO **

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Cotización : 3487

SOLICITANTE : THIBUS CONSULTORIA & CONSTRUCCION
S.R.L.- THIBUS S.R.L.

Dirección : Mza. L Lote. 8 Urb. Zaguan Del Cielo Cusco -
Cusco - Cusco

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MALLA TAMIZ

Marca : No indica
Modelo : No indica
N° de serie : No indica
Tamaño de abertura : 106 µm
Número de Malla : 140
Identificación : TCP-432
Procedencia : Colombia
Ubicación : No indica

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de calibración : 2023-07-01
Fecha de emisión : 2023-07-04
Lugar de calibración : Laboratorio de Longitud /
METRINDUST S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibración realizada por comparación directa con patrones de longitud
calibrados, tomando como referencia la Norma ASTM E11-20.

N° DE CERTIFICADO

MT - 4430 - 2023

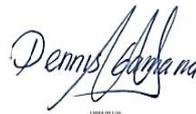
METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



Gamarra Rodríguez Dennis
Gerente Técnico

Página 1 de 3

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	20,4 °C	20,5 °C
Humedad relativa	58 %hr	58 %hr

TRAZABILIDAD

TRAZABILIDAD	PATRÓN DE TRABAJO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Patrones de referencia de INACAL - DM	Reticula de medición	LLA - 626 - 2022
Patrones de referencia de UNIMETRO S.A.C.	Pie de rey	CL-050-2023

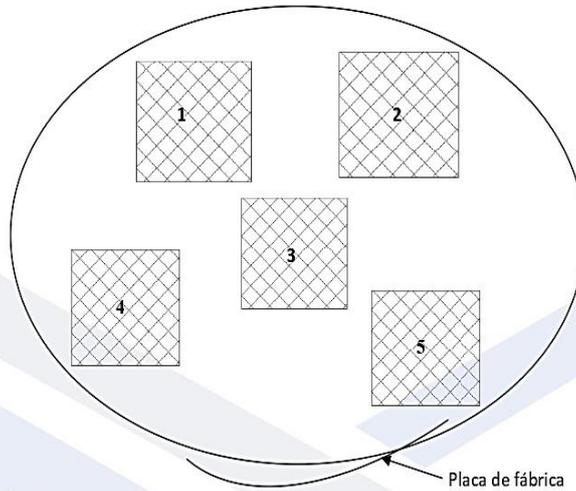
RESULTADOS DE MEDICIÓN

REGIÓN N°	VALOR NOMINAL (mm)	VALOR ENCONTRADO (mm)	VARIACION ENCONTRADA (mm)	INCERTIDUMBRE (µm)
1	0,106	0,101	-0,005	0,026
2		0,100	-0,006	0,026
3		0,103	-0,003	0,026
4		0,102	-0,004	0,026
5		0,104	-0,002	0,026

VARIACIÓN PERMISIBLE: 0,031 mm

PARA EL PROMEDIO

Valor nominal (mm)	Valor Promedio Medido (mm)	Variación de abertura para el promedio (mm)	Incertidumbre (µm)	Variación permisible para el promedio de aberturas (± mm)
0,106	0,102	-0,004	0,058	0,005



OBSERVACIONES

Se realizó una exploración por regiones.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación (CALIBRADO).

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida reportada es la incertidumbre combinada multiplicada por el factor de cobertura ($k = 2$) de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

** FIN DEL DOCUMENTO **

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Cotización : 3487

SOLICITANTE : THIBUS CONSULTORIA & CONSTRUCCION
S.R.L.- THIBUS S.R.L.

Dirección : Mza. L Lote. 8 Urb. Zaguan Del Cielo Cusco -
Cusco - Cusco

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MALLA TAMIZ

Marca : TECNICAS CP SAC
Modelo : No indica
N° de serie : No indica
Tamaño de abertura : 75 µm
Número de Malla : 200
Identificación : No indica
Procedencia : No indica
Ubicación : No indica

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de calibración : 2023-07-01
Fecha de emisión : 2023-07-04
Lugar de calibración : Laboratorio de Longitud /
METRINDUST S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibración realizada por comparación directa con patrones de longitud
calibrados, tomando como referencia la Norma ASTM E11-20.

N° DE CERTIFICADO

MT - 4506 - 2023

METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



Gamarra Rodríguez Dennis
Gerente Técnico

Página 1 de 3

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	20,4 °C	20,5 °C
Humedad relativa	58 %hr	58 %hr

TRAZABILIDAD

TRAZABILIDAD	PATRÓN DE TRABAJO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Patrones de referencia de INACAL - DM	Reticula de medición	LLA - 626 - 2022
Patrones de referencia de UNIMETRO S.A.C.	Pie de rey	CL-050-2023

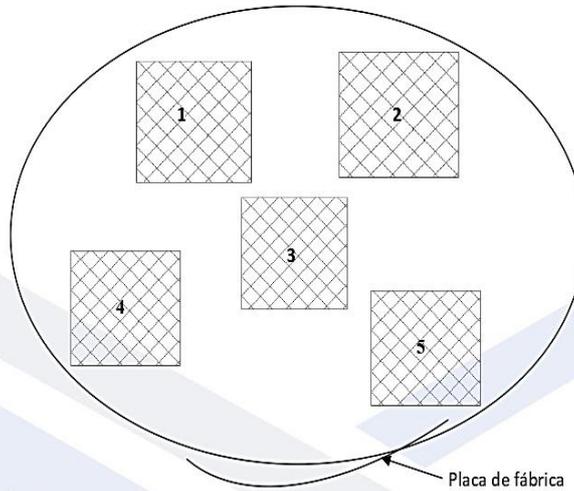
RESULTADOS DE MEDICIÓN

REGIÓN N°	VALOR NOMINAL (mm)	VALOR ENCONTRADO (mm)	VARIACION ENCONTRADA (mm)	INCERTIDUMBRE (μm)
1	0,075	0,073	-0,002	0,026
2		0,074	-0,001	0,026
3		0,072	-0,003	0,026
4		0,073	-0,002	0,026
5		0,073	-0,002	0,026

VARIACIÓN PERMISIBLE: 0,026 mm

PARA EL PROMEDIO

Valor nominal (mm)	Valor Promedio Medido (mm)	Variación de abertura para el promedio (mm)	Incertidumbre (μm)	Variación permisible para el promedio de aberturas (± mm)
0,075	0,073	-0,002	0,058	0,004



OBSERVACIONES

Se realizó una exploración por regiones.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación (CALIBRADO).

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida reportada es la incertidumbre combinada multiplicada por el factor de cobertura ($k = 2$) de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

** FIN DEL DOCUMENTO **

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Cotización : 3267

SOLICITANTE : THIBUS CONSULTORIA & CONSTRUCCION S.R.L. - THIBUS S.R.L.

Dirección : Mza. L Lote. 8 Urb. Zagan Del Cielo Cusco - Cusco - Cusco

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TORQUÍMETRO

Marca : SATA
Modelo : 48111
N° de serie : No indica
Alcance de indicación : 0 N.m a 300 N.m
División de escala : 10 N.m
Tipo de indicación : Analógico
Tipo : I
Clase : A
Código de identificación : ME-1107 (*)
Procedencia : China
Ubicación : No indica

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de calibración : 2023-06-12
Fecha de emisión : 2023-06-13
Lugar de calibración : Laboratorio de Fuerza - Presión /
METRINDUST S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Método de comparación directa según norma internacional ISO 6789-2: 2019 "Herramientas de maniobra para tornillos y tuercas. Herramientas dinámométricas manuales. Parte 2: Requisitos para la calibración y determinación de la incertidumbre de medida". Noviembre 2019.

N° DE CERTIFICADO

MT - 3884 - 2023

METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



Dennis Gamarra Rodríguez
Gerente Técnico

TRAZABILIDAD

TRAZABILIDAD	PATRÓN DE TRABAJO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Patrones de referencia de AEP TRANSDUCERS	Analizador de Torque de 2000 Nm	LAT 093 28923M

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	22,9 °C	23,2 °C
Humedad Relativa	55 %hr	54 %hr

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Repetibilidad

Valor Instrumento X_s	Valor Patrón X_r (N.m)	Valor Instrumento X_s	Valor Patrón X_r (N.m)	Valor Instrumento X_s	Valor Patrón X_r (N.m)
50 N.m	50,5	150 N.m	150,4	300 N.m	300,3
	49,9		151,4		299,5
	51,2		150,2		301,5
	50,2		150,0		298,9
	49,8		154,8		299,8
$\bar{X}_r =$	50,3	$\bar{X}_r =$	151,3	$\bar{X}_r =$	300,0

Reproducibilidad

Valor Instrumento X_s	Valor Patrón X_r (N.m)						
	Secuencia I	Secuencia II	Secuencia III	Secuencia IV			
50 N.m	50,6	51,0	50,4	50,9			
	49,7	51,0	49,9	50,8			
	50,4	50,9	51,0	50,9			
	50,1	50,1	49,8	50,1			
	50,6	50,5	51,0	50,6			
$\bar{X}_r =$	50,3	$\bar{X}_r =$	50,7	$\bar{X}_r =$	50,4	$\bar{X}_r =$	50,7

Efectos Geométricos del Adaptador de la Herramienta Dinamométrica

Valor Instrumento X_i	Valor Patrón X_r (N.m)			
	Posición 1 (0°)	Posición 2 (90°)	Posición 3 (180°)	Posición 4 (270°)
50 N.m	50,1	50,0	51,1	49,8
	51,1	50,1	51,1	50,3
	51,1	51,0	49,8	51,0
	49,9	50,7	49,9	50,3
	49,7	51,0	51,1	51,0
	51,1	51,0	50,2	50,0
	50,1	50,2	50,8	49,9
	50,6	50,7	49,7	50,7
	50,8	50,6	50,8	50,1
	50,3	51,1	50,4	50,7
	$\bar{X}_r =$	50,5	$\bar{X}_r =$ 50,4	$\bar{X}_r =$ 50,3

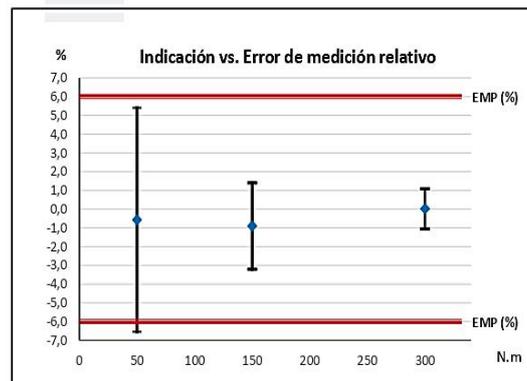
Efectos Geométricos de la interfaz entre el Adaptador de la Herramienta Dinamométrica y el Sistema de Calibración

Valor Instrumento X_i	Valor Patrón X_r (N.m)			
	Posición 1 (0°)	Posición 2 (90°)	Posición 3 (180°)	Posición 4 (270°)
50 N.m	50,2	50,1	51,2	49,8
	51,2	50,2	51,2	50,4
	51,2	51,1	49,8	51,1
	49,9	50,8	49,9	50,4
	49,7	51,1	51,2	51,1
	51,2	51,1	50,3	50,1
	50,2	50,3	50,9	49,9
	50,7	50,8	49,7	50,8
	50,9	50,7	50,9	50,2
	50,4	51,2	50,5	50,8
	$\bar{X}_r =$	50,5	$\bar{X}_r =$ 50,4	$\bar{X}_r =$ 50,4

Variación debido a la Alteración del Punto de Aplicación de la Fuerza

Valor Instrumento X_s	Valor Patrón X_r (N.m)	
	Posición 1 (-10 mm)	Posición 2 (+10 mm)
	50 N.m	51,0
50,5		50,4
50,4		50,9
49,9		50,6
50,9		50,9
49,8		50,3
49,9		49,7
50,7		50,7
50,9		50,0
50,3		50,1
$\bar{X}_r =$		50,4

Valor de calibración X_s N.m	Valor medio del error de medición $ \bar{a}_s $ (%)	Incertidumbre de medida relativa expandida W (%)	Máximo valor del error de medición del equipo de calibración $ b_{ep} $ (%)	Intervalo de incertidumbre de medida relativa W' (%)
50,0	0,57	5,98	0,13	6,67
150,0	0,90	2,30	0,13	3,33
300,0	0,02	1,07	0,10	1,19



OBSERVACIONES

(*) Código de identificación asignado por METRINDUST S.A.C.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva (CALIBRADO).

Nota:

La desviación admisible para un torquímetro tipo I clase A con par de torsión mayor a 10 N.m es de ($\pm 6\%$).

Según ISO 6789-1:2017.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida reportada es la incertidumbre combinada multiplicada por el factor de cobertura ($k = 2$) de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN

Cotización : 3287

SOLICITANTE : THIBUS CONSULTORIA & CONSTRUCCION
S.R.L.- THIBUS S.R.L.

N° DE CERTIFICADO
CV - 106 - 2023

Dirección : Av. Costanera Mza. D Lote. 5 Cusco - Cusco -
Wanchaq

METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza verificaciones y certificaciones metrológicas según procedimientos de verificación validados o normalizados.

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : VELETA

Marca : No indica
Modelo : No indica
N° de serie : 0591837030-001
Alcance de detección : No indica
Resolución : No indica
Código de identificación : No Indica
Procedencia : No indica
Ubicación : No Indica

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados.

FECHA Y LUGAR DE VERIFICACIÓN

Fecha de verificación : 2023-06-12
Fecha de emisión : 2023-06-13
Lugar de verificación : Laboratorio de Longitud /
METRINDUST S.A.C.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a verificación, no deben ser utilizados como una verificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

MÉTODO DE VERIFICACIÓN

La verificación se efectuó por determinar los radios de la veleta, basado en las recomendaciones de la norma D 2573-1.

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la verificación aquí declarados. El certificado de verificación sin firma y sello carece de validez.




Gamarra Rodríguez Dennis
Gerente Técnico

Página 1 de 2

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	25,4 °C	25,3 °C
Humedad relativa	56 %hr	56 %hr

TRAZABILIDAD

TRAZABILIDAD	PATRÓN DE TRABAJO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Patrones de referencia de UNIMETRO S.A.C.	Pie de rey	CL - 050 - 2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Diámetro de la veleta	CONFORME
Diámetro del eje de la veleta	CONFORME
Grosor de la veleta	CONFORME
Relación de área de la veleta	CONFORME

OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación (VERIFICADO).

** FIN DEL DOCUMENTO **

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Cotización : 2291

SOLICITANTE : THIBUS CONSULTORIA & CONSTRUCCION S.R.L. - THIBUS S.R.L.

Dirección : MzA. L Lote. 8 Urb. Zagan Del Cielo Cusco - Cusco - Cusco

N° DE CERTIFICADO
MT - 1324 - 2023

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CELDA DE CARGA

Marca : MAVIN
 Modelo : NS1-300kg
 N° de serie : HE9801307
 Rango : 300 kg
 Rated : 2,9942 mV / V
 Tensión de alimentación : 10 V
 Código de identificación : No Indica
 Tipo : S
 Procedencia : No Indica
 Ubicación : No Indica
 Dirección de fuerza : Compresión

METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados.

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de calibración : 2023-03-03
 Fecha de emisión : 2023-03-03
 Lugar de calibración : Laboratorio de Fuerza - Presión / **METRINDUST S.A.C.**

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Para la calibración se tomo como referencia los procedimientos:
 PC-021* Procedimiento para la calibración de multímetros digitales". Segunda edición - 2016 INACAL - DM y la norma UNE-EN ISO 7500-1:2018 Calibración y verificación de máquinas de ensayos uniaxiales estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Calibración y verificación del sistema de medida de fuerza. (ISO 7500-1:2018).

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.




Dennis Gamarra Rodríguez
Gerente Técnico

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	22,4 °C	22,6 °C
Humedad Relativa	58 %hr	57 %hr

TRAZABILIDAD

TRAZABILIDAD	PATRÓN DE TRABAJO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Patrones de referencia de INACAL - DM	Multímetro de precisión	LE - 252 - 2022
Patrones de referencia de METRINDUST	Pesa de 10 kg Clase de Exactitud M2	MT - 6528 - 2022 Octubre 2022
Patrones de referencia de METRINDUST	Juego de Pesas de 20 kg Clase de Exactitud M2	MT - 5591 - 2022 Octubre 2022

Dirección de Carga : Compresión

PESO PATRON (kg)	VOLTAJE DE SALIDA DEL SENSOR (mV/V)	PESO CALCULADO POR SEÑAL (kg)	ERROR (kg)	INCERTIDUMBRE (kg)
0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
50,000	4,992	50,017	0,017	0,010
100,000	9,983	100,023	0,023	0,010
150,000	14,975	150,040	0,040	0,010
200,000	19,966	200,047	0,047	0,010
250,000	24,958	250,063	0,063	0,010
300,000	29,950	300,080	0,080	0,010



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva (CALIBRADO).

Se tomó un rated output de 2,9942 mV/V para obtener resultados calculados en kg. "Para medición de ensayos de compresión no confinada y corte directo consolidado drenado."

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida reportada es la incertidumbre combinada multiplicada por el factor de cobertura (k = 2) de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

** FIN DEL DOCUMENTO **

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° DE CERTIFICADO

MT - 3865 - 2023

Laboratorio de Masa

Cotización : 3266
SOLICITANTE : THIBUS CONSULTORIA & CONSTRUCCION S.R.L. - THIBUS S.R.L.
Dirección : Av. Costanera Mza. D Lote. 5 Cusco - Cusco - Wanchaq

METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma carece de validez.

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

Marca : PATRICKS
Modelo : ACS-708W
N° de Serie : No indica
Capacidad Máxima : 30 kg
Capacidad Mínima : 0,1 kg
División de Escala (d) : 0,005 kg
División de Verificación (e) : 0,005 kg
Clase de Exactitud : III
Procedencia : No indica
Identificación : ME-1110 (*)
 ΔT del Local : 10 °C (**)
Tipo : Electrónica
Ubicación : Laboratorio

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de calibración : 2023-06-12
Fecha de emisión : 2023-06-14
Lugar de calibración : Instalaciones de THIBUS CONSULTORIA & CONSTRUCCION S.R.L. - THIBUS S.R.L.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

REVISADO:



Gamarra Rodríguez Dennis
Gerente Técnico

PGC-16-r01/Octubre 2021/Rev. 04

Página : 1 de 3

 www.metrindust.com.pe

 informes@metrindust.com.pe

 Calle Los Jazmines Mz. G Lt. 13
El Agustino, Lima.

 915972598 | 917607794
998699562 | 925033922 | 945111762



TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de METRINDUST S.A.C.	Juego de Pesas 100 mg a 2 kg Clase de exactitud M2	MT - 4246 - 2023 Junio 2023
Patrones de referencia de METRINDUST S.A.C.	Pesa 5 kg Clase de exactitud M2	MT - 5587 - 2022 Octubre 2022
Patrones de referencia de METRINDUST S.A.C.	Pesa 10 kg Clase de exactitud M2	MT - 6528 - 2022 Octubre 2022
Patrones de referencia de METRINDUST S.A.C.	Juego de Pesas 20 kg Clase de exactitud M2	MT - 5592 - 2022 Octubre 2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	18,3 °C	18,2 °C
Humedad Relativa	64 %hr	63 %hr

Medición N°	Carga (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)
1	15,000	15,000	3,0	-0,5	1	30,001	30,000	3,5	-2,0
2		15,000	3,0	-0,5	2		30,000	3,0	-1,5
3		15,000	3,5	-1,0	3		30,000	3,0	-1,5
4		15,000	3,0	-0,5	4		30,000	3,0	-1,5
5		15,000	3,5	-1,0	5		30,000	3,0	-1,5
6		15,000	3,0	-0,5	6		30,000	3,5	-2,0
7		15,000	3,0	-0,5	7		30,000	3,0	-1,5
8		15,000	3,5	-1,0	8		30,000	3,5	-2,0
9		15,000	3,0	-0,5	9		30,000	3,0	-1,5
10		15,000	3,0	-0,5	10		30,000	3,5	-2,0
Emax - Emin (g)				0,5	Emax - Emin (g)				0,5
e.m.p. ± (g)				15	e.m.p. ± (g)				15

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	18,2 °C	18,0 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

N°	Determinación de Eo				Determinación del Error Corregido Ec					e.m.p. ± (g)
	Carga (kg)	I (kg)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	0,050	0,050	3,0	-0,5	10,000	10,000	3,0	-0,5	0,0	10
2		0,050	3,5	-1,0		10,000	3,0	-0,5	0,5	
3		0,050	3,0	-0,5		10,000	3,5	-1,0	-0,5	
4		0,050	3,0	-0,5		10,005	3,5	4,0	4,5	
5		0,050	3,5	-1,0		10,000	3,0	-0,5	0,5	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	18,0 °C	17,7 °C
Humedad Relativa	63 %	64 %

Carga (kg)	Carga Creciente				Carga Decreciente				e.m.p. ± (g)
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0,050	0,050	3,0	-0,5						
0,100	0,100	3,0	-0,5	0,0	0,100	3,0	-0,5	0,0	5
1,000	1,000	3,5	-1,0	-0,5	1,000	2,5	0,0	0,5	5
2,500	2,500	3,5	-1,0	-0,5	2,500	3,0	-0,5	0,0	5
5,000	5,000	3,0	-0,5	0,0	5,000	2,5	0,0	0,5	10
7,500	7,500	3,0	-0,5	0,0	7,500	3,0	-0,5	0,0	10
10,000	10,000	3,5	-1,0	-0,5	10,000	3,0	-0,5	0,0	10
15,000	15,000	3,0	-0,5	0,0	15,000	3,0	-0,5	0,0	15
20,001	20,000	3,0	-1,5	-1,0	20,000	3,5	-2,0	-1,5	15
25,001	25,000	3,5	-2,0	-1,5	25,000	3,0	-1,5	-1,0	15
30,001	30,000	3,0	-1,5	-1,0	30,000	3,0	-1,5	-1,0	15

Donde:

I : Indicación de la balanza
e.m.p. : Error máximo permitido

ΔL : Carga incrementada
E : Error encontrado

Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura Corregida} = R + 3,26 \times 10^{-5} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{4,4 \times 10^{-6} \text{ kg}^2 + 2,1 \times 10^{-8} \times R^2}$$

R : Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración (kg)

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

La indicación de la balanza fue de 30,000 kg para una carga de valor nominal 30 kg.

No se está considerando la incertidumbre por deriva de la balanza.

(*) Código de identificación asignado por METRINDUST S.A.C.

(**) Información proporcionado por el cliente.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

** FIN DEL DOCUMENTO **

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Cotización : 3486

SOLICITANTE : THIBUS CONSULTORIA & CONSTRUCCION S.R.L.-
THIBUS S.R.L.

Dirección : Mza. L Lote. 8 Urb. Zagan Del Cielo Cusco - Cusco -
Cusco

EQUIPO DE CALIBRACIÓN : HORNO
Marca : TECNICAS CP
Modelo : STHX-1A
N° de serie : 221263
Código de identificación : No indica
Ubicación : No indica
Procedencia : Perú
Tipo de Ventilación : Forzada
Superficies Internas : 2

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de calibración : 2023-07-04
Fecha de emisión : 2023-07-05
Lugar de calibración : Laboratorio de Temperatura / METRINDUST
S.A.C

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018-"Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOPI (Segunda Edición) - Junio 2009.

N° DE CERTIFICADO

MT - 4358 - 2023

METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



Dennis Gamarra Rodríguez
Gerente Técnico

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	22,6 °C	22,8 °C
Humedad	52 %hr	51 %hr

PATRONES DE REFERENCIA

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

TRAZABILIDAD	PATRÓN UTILIZADO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Patrones de referencia de INACAL - DM	Termometro digital	LT - 126 - 2023
Patrones de referencia de INACAL - DM	Multímetro de precisión	LE - 252 - 2022
Patrones de referencia de INACAL - DM	Cronómetro	LTF - C - 085 - 2022

OBSERVACIÓN

- Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma cumple con los límites especificados de temperatura.
- Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerado, luego del tiempo de estabilización.
- Las lecturas se iniciaron luego de un tiempo de precalentamiento y estabilización de 120 minutos.
- La calibración se realizó con 10 % de la carga típica.
- El esquema de distribución y posición de los termopares en los puntos de medición se muestra en la página 5.
- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

Especificaciones de los instrumentos del equipo

Descripción	Termómetro Controlador
Temperatura de trabajo (°C)	110 °C
Resolución (°C)	0,1 °C
Tipo de indicación	Digital
Identificación	No indica

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	112,30	111,90	111,20	110,40	110,30	110,60	111,30	111,70	112,20	112,50	111,44	2,20
02	110,0	112,20	112,00	111,30	110,60	110,50	110,60	111,40	111,70	112,20	112,40	111,49	1,90
04	110,0	112,70	112,00	111,40	110,30	110,40	110,60	111,40	111,80	112,30	112,40	111,53	2,40
06	110,0	111,90	112,10	111,40	110,30	110,30	110,70	111,40	111,80	112,20	112,40	111,45	2,10
08	110,0	112,00	112,20	111,50	110,30	110,20	110,80	111,30	111,80	112,50	112,40	111,50	2,30
10	110,0	112,10	112,20	111,50	110,30	110,50	110,80	111,60	111,80	112,30	112,30	111,54	2,00
12	110,0	112,30	112,40	111,80	110,30	110,30	110,80	111,60	111,70	112,40	112,00	111,56	2,10
14	110,0	112,20	112,60	111,80	110,50	110,60	110,80	111,50	111,70	112,40	112,30	111,64	2,10
16	110,0	112,60	112,70	111,70	110,40	110,20	110,80	111,50	111,60	112,40	112,30	111,62	2,50
18	110,0	112,40	112,80	111,80	110,70	110,40	110,80	111,80	111,90	112,30	112,40	111,73	2,40
20	110,0	112,30	112,40	111,90	110,40	110,40	110,90	111,70	111,80	112,50	112,40	111,67	2,10
22	110,0	112,50	112,40	111,90	110,50	110,40	110,90	111,40	111,80	112,40	112,50	111,67	2,10
24	110,0	112,80	112,10	112,00	110,30	110,40	110,90	111,40	111,80	112,40	112,50	111,66	2,50
26	110,0	112,00	112,30	111,70	110,50	110,40	110,90	111,80	111,80	112,30	112,50	111,62	2,10
28	110,0	112,00	112,30	111,50	110,60	110,60	110,90	111,70	111,60	112,50	112,40	111,61	1,90
30	110,0	112,10	112,40	111,40	110,60	110,30	111,00	111,60	111,70	112,50	112,40	111,60	2,20
32	110,0	112,20	112,60	111,50	110,70	110,20	111,00	111,50	111,70	112,50	112,30	111,62	2,40
34	110,0	112,20	112,50	111,70	110,30	110,70	111,00	111,80	111,80	112,40	112,40	111,68	2,20
36	110,0	112,20	112,40	111,50	110,50	110,30	111,00	111,70	111,90	112,10	112,30	111,59	2,10
38	110,0	112,30	111,90	111,20	110,70	110,50	110,90	111,50	112,00	112,30	112,40	111,57	1,90
40	110,0	112,30	111,90	111,00	110,60	110,30	110,90	111,60	112,00	112,30	112,40	111,53	2,10
42	110,0	112,40	111,80	111,30	110,50	110,50	110,90	111,70	112,00	112,40	112,40	111,59	1,90
44	110,0	112,50	111,80	111,40	110,30	110,20	110,90	111,80	112,30	112,50	112,40	111,61	2,30
46	110,0	112,40	111,70	111,50	110,50	110,30	111,00	111,80	112,20	112,60	112,50	111,65	2,30
48	110,0	112,30	111,90	111,60	110,70	110,30	111,00	111,80	112,20	112,50	112,50	111,68	2,20
50	110,0	112,30	112,00	111,40	110,40	110,30	111,00	111,60	112,20	112,50	112,60	111,63	2,30
52	110,0	112,00	112,30	111,60	110,30	110,40	111,00	111,80	112,40	112,40	112,50	111,67	2,20
54	110,0	111,80	112,20	111,70	110,60	110,50	111,10	112,00	112,30	112,40	112,40	111,70	1,90
56	110,0	112,20	112,20	111,50	110,30	110,60	111,10	112,00	112,30	112,60	112,40	111,72	2,30
58	110,0	112,30	112,10	111,40	110,60	110,60	111,10	112,00	112,30	112,60	112,40	111,74	2,00
60	110,0	112,20	112,00	111,40	110,40	110,60	111,10	112,00	112,30	112,30	112,30	111,66	1,90
T. PROM	110,0	112,26	112,20	111,53	110,46	110,40	110,90	111,65	111,93	112,39	112,40	111,61	
T. MAX	110,0	112,80	112,80	112,00	110,70	110,70	111,10	112,00	112,40	112,60	112,60		
T. MIN	110,0	111,80	111,70	111,00	110,30	110,20	110,60	111,30	111,60	112,10	112,00		
DTT	0,00	1,00	1,10	1,00	0,40	0,50	0,50	0,70	0,80	0,50	0,60		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	112,80	0,21
Mínima Temperatura Medida	110,20	0,20
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,10	0,04
Desviación de Temperatura en el Espacio	1,99	0,44
Estabilidad Medida (±)	0,55	0,02
Uniformidad Medida	2,50	0,31

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

Tprom : Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición en un instante dado.

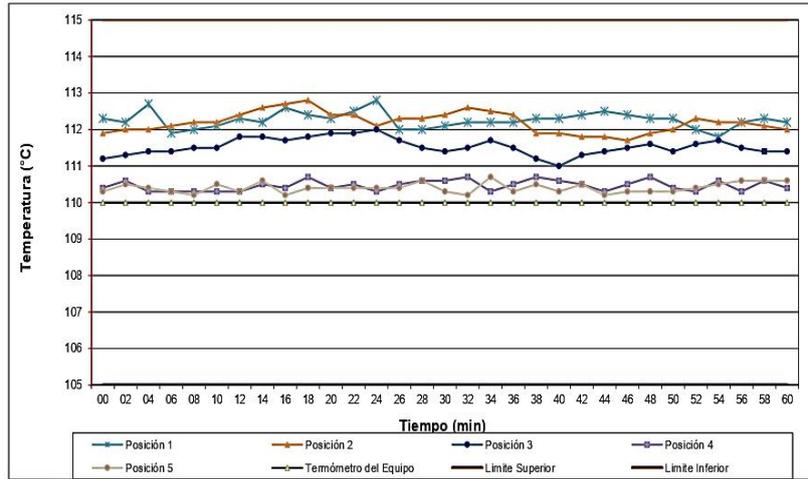
T.MAX : Temperatura máxima.

T.MIN : Temperatura mínima.

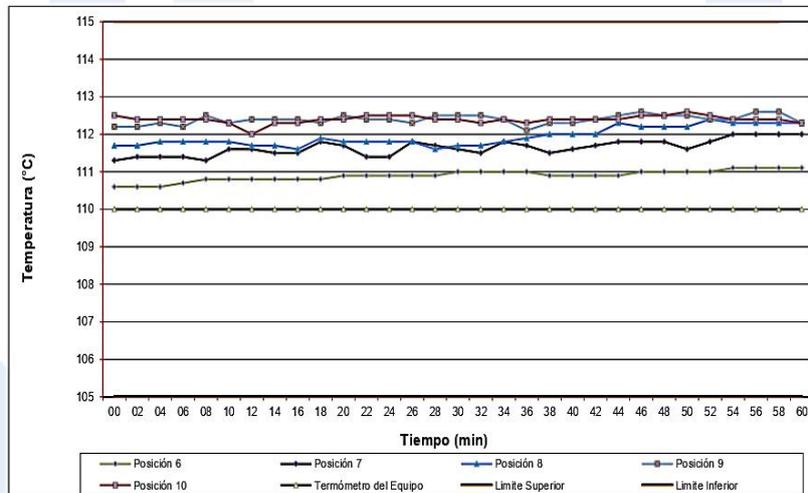
DTT : Desviación de temperatura en el tiempo.

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma 0,06 °C

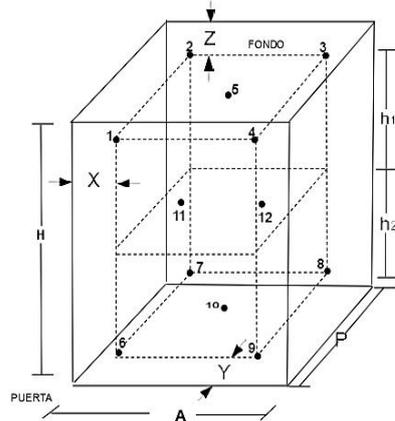
**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C**



**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C**



Distribución de los sensores en el volumen interno del equipo



Dimensiones internas de la cámara

A= 45,0 cm
H= 45,0 cm
P= 35,0 cm

Ubicación de los sensores

X= 4,5 cm
Z= 4,5 cm
Y= 3,5 cm

- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 1,5 cm por encima de la parilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parilla inferior.

Fotografía del Interior del Equipo



**** FIN DEL DOCUMENTO ****

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

N° DE CERTIFICADO

MT - 4362 - 2023

Cotización : 3483
SOLICITANTE : THIBUS CONSULTORIA & CONSTRUCCION S.R.L.-
THIBUS S.R.L.
Dirección : Mza. L Lote. 8 Urb. Zaguán Del Cielo Cusco - Cusco -
Cusco

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Marca : EXELTOR
Modelo : No indica
N° de Serie : No indica
Capacidad Máxima : 1000 g
Capacidad Mínima : 0,2 g
División de Escala (d) : 0,01 g
División de Verificación (e) : 0,01 g
Clase de Exactitud : II
Procedencia : No indica
Identificación : No indica
Tipo : Electrónica
Ubicación : No Indica

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración : 2023-07-03
Fecha de emisión : 2023-07-05
Lugar de calibración : Laboratorio de METRINDUST S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II" 4ta edición 2010 INACAL-DM.

METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

REVISADO:



Gamarra Rodríguez Dennis
Gerente Técnico

Página 1 de 3

 www.metrindust.com.pe

 Calle los Jazmines Mz. G Lt.13
EL Agustino, Lima

 Informes@metrindust.com.pe

 915972598 | 917607794
998699562 | 925033922 | 945111762



TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de KOSSOMET	Pesas de 1 mg a 1 kg (Clase de exactitud E2)	N° PE22-C-0884

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

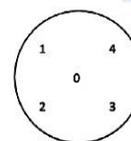
Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene	Dispositivo Indicador Auxiliar	No Tiene

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,3 °C	23,6 °C
Humedad Relativa	53 %hr	54 %hr

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	500,000	500,00	6	-1	1	1 000,001	1 000,00	6	-2
2		500,00	6	-1	2		1 000,00	6	-2
3		500,00	7	-2	3		1 000,00	7	-3
4		500,00	6	-1	4		1 000,00	7	-3
5		500,00	6	-1	5		1 000,00	6	-2
6		500,00	6	-1	6		1 000,00	6	-2
7		500,00	7	-2	7		1 000,00	6	-2
8		500,00	7	-2	8		1 000,00	6	-2
9		500,00	6	-1	9		1 000,00	7	-3
10		500,00	6	-1	10		1 000,00	7	-3
E _{máx} - E _{mín}		1 mg			E _{máx} - E _{mín}		1 mg		
error máximo permitido		± 30 mg			error máximo permitido		± 30 mg		

VISTA FRONTAL



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,5 °C	23,3 °C
Humedad Relativa	54 %hr	54 %hr

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±mg)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)		Ec (mg)
0	0,100	0,10	6	-1	300,000	300,00	6	-1	0	30
1		0,10	6	-1		300,00	6	-1	0	
2		0,10	6	-1		300,00	6	-1	0	
3		0,10	6	-1		300,00	6	-1	0	
4		0,10	6	-1		300,00	6	-1	0	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,3 °C	23,1 °C
Humedad Relativa	56 %hr	56 %hr

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,100	0,10	6	-1						
0,200	0,20	7	-2	-1	0,20	6	-1	0	10
10,000	10,00	7	-2	-1	10,00	6	-1	0	10
50,000	50,00	7	-2	-1	50,00	6	-1	0	20
100,000	100,00	6	-1	0	100,00	7	-2	-1	20
150,000	150,00	6	-1	0	150,00	7	-2	-1	20
200,000	200,00	7	-2	-1	200,00	7	-2	-1	20
400,000	400,00	7	-2	-1	400,00	6	-1	0	30
600,000	600,00	6	-1	0	600,00	7	-2	-1	30
800,000	800,00	6	-1	0	800,00	6	-1	0	30
1 000,001	1 000,00	7	-3	-2	1 000,00	7	-3	-2	30

Donde: l : Lectura de la balanza
 ΔL : Carga incrementada
 R : Carga corregida
 e.m.p. : Error máximo permitido

E : Error del instrumento
 Eo : Error en cero
 Ec : Error corregido

$$\text{Lectura Corregida : } R_{\text{corregida}} = R + 8,00 \times 10^{-7} \times R$$

$$\text{Incertidumbre de Medición : } U_R = 2 \times \sqrt{1,8 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 2,1 \times 10^{-10} \times R^2}$$

OBSERVACIONES

Se realizó una precarga usando la carga patrón de 1000 g para lo cual la balanza indico: 1000,00 g
 No se está considerando la incertidumbre por deriva de la balanza.
 Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva (CALIBRADO).
 Los valores mencionados se escogieron según NMP-003-2009.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida reportada es la incertidumbre combinada multiplicada por el factor de cobertura (k = 2) de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

** FIN DEL DOCUMENTO **

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Cotización : 4397

SOLICITANTE : THIBUS CONSULTORIA & CONSTRUCCION S.R.L.-
THIBUS S.R.L.

Dirección : MZA. L LOTE. 8 URB. ZAGUAN DEL CIELO CUSCO -
CUSCO - CUSCO

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MAQUINA DE ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN

Marca : A & A INSTRUMENTS
Modelo : WG-1B
N° de serie : 161127
Tipo de indicación : Analógico
Código de identificación : No indica
Procedencia : No indica
Ubicación : No indica

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de calibración : 2023 - 09 - 28
Fecha de emisión : 2023 - 10 - 09
Lugar de calibración : Laboratorio de Longitud / METRINDUST
S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa tomando como referencia los siguientes procedimientos: por comparación:
PC-008 Procedimiento para la Calibración de Pesas de Clases de Exactitud M1-2, M2, M2-3 y M3 de la NMP 004-2007 - 1° Ed. Abril 2021 INACAL - DM.
PC-014 "Procedimiento de calibración de comparadores utilizando bloques patrón de longitud". Tercera edición - 2019 INACAL - DM.

N° DE CERTIFICADO

MT - 8389 - 2023

METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



Dennis Gamarra Rodríguez
Gerente Técnico

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	20,7 °C	20,6 °C
Humedad Relativa	49 %hr	51 %hr

TRAZABILIDAD

TRAZABILIDAD	PATRÓN DE TRABAJO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Patrones de referencia de INACAL - DM	Bloque de Longitud 1 mm a 100 mm	LLA-C-080-2023
Patrones de referencia de LO JUSTO S.A.C.	Medidor de Condiciones Ambientales de Temperatura y Humedad en Aire	E029-L-074B- 2023-1
Patrones de referencia de LO JUSTO S.A.C.	Termómetro digital de incertidumbre 0,08 °C	E246-L-482A-2022-1
Patrones de referencia de INACAL - DM	Juego de Pesas 1 mg a 2 kg Clase de exactitud E2	LM - C - 226 - 2023
Patrones de referencia de INACAL - DM	Pesa de 2 kg Clase de exactitud F1	LM - C - 316 - 2023
Patrones de referencia de INACAL - DM	Pesa de 5 kg Clase de exactitud F1	LM - C - 182 - 2023
Patrones de referencia de METRINDUST S.A.C.	Juego de pesas de 20 kg Clase de exactitud M1	MT - 8822 - 2023
Patrones de referencia de METRINDUST S.A.C.	Juego de pesas de 20 kg Clase de exactitud M1	MT - 8824 - 2023

RESULTADOS DE MEDICIÓN

CALIBRACIÓN DE RELOJES COMPARADOR

Error de referencia Inicial = 0 µm

DIAL DE BRAZO 1

Marca : No indica
 Modelo : No indica
 N° Serie : 014760
 Código : No indica
 Alcance : 0 a 10 mm
 Resolución : 0,01 mm
 Procedencia : No indica

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN µm	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± (µm)
1,000	1,02	20	12
2,000	2,02	20	12
3,000	3,02	20	12
4,000	4,02	20	12
5,000	5,02	20	12
6,000	6,02	20	12
7,000	7,03	30	12
8,000	8,03	30	12
9,000	9,03	30	12
10,000	10,03	30	12

DIAL DE BRAZO 2

Marca : No indica
Modelo : 2046F
N° Serie : 016574
Código : No indica
Alcance : 0 a 10 mm
Resolución : 0,01 mm
Procedencia : No indica

Error de referencia Inicial = 0 μ m

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN μ m	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN \pm (μ m)
1,000	1,00	0	12
2,000	2,00	0	12
3,000	3,00	0	12
4,000	4,00	0	12
5,000	5,00	0	12
6,000	6,00	0	12
7,000	7,00	0	12
8,000	8,00	0	12
9,000	9,00	0	12
10,000	10,00	0	12

DIAL DE BRAZO 3

Marca : No indica
Modelo : No indica
N° Serie : 163887
Código : No indica
Alcance : 0 a 10 mm
Resolución : 0,01 mm
Procedencia : No indica

Error de referencia Inicial = 0 μ m

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN μ m	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN \pm (μ m)
1,000	1,03	30	12
2,000	2,03	30	12
3,000	3,03	30	12
4,000	4,03	30	12
5,000	5,03	30	12
6,000	6,03	30	12
7,000	7,03	30	12
8,000	8,03	30	12
9,000	9,03	30	12
10,000	10,03	30	12

ENSAYO DE SUSPENSIÓN DE PESAS

ENSAYO REALIZADO EN EL BRAZO N°1

Peso del piñón -->

MASA SUSPENDIDA (kg)	INDICACIÓN DE CELDA DE CARGA		INCERTIDUMBRE (kg)
	CRECIENTE (kg)	DECRECIENTE (kg)	
0,3194	3,72	4,20	0,02
0,6394	7,54	8,09	0,02
1,2764	15,24	15,87	0,02
2,5532	30,89	31,56	0,02
5,1044	61,89	62,47	0,02
10,2118	123,83	124,60	0,02
20,4192	248,60	248,75	0,02
40,8432	497,80	497,80	0,02

ENSAYO REALIZADO EN EL BRAZO N° 2

	MASA SUSPENDIDA (kg)	INDICACIÓN DE CELDA DE CARGA		INCERTIDUMBRE (kg)
		CRECIENTE (kg)	DECRECIENTE (kg)	
Peso del pilón -->	0,3189	3,71	4,20	0,02
	0,6389	7,53	8,06	0,02
	1,2759	15,24	15,85	0,02
	2,5527	30,90	31,54	0,02
	5,1039	61,89	62,45	0,02
	10,2113	123,82	124,58	0,02
	20,4187	248,61	248,73	0,02
	40,8427	497,78	497,77	0,02

ENSAYO REALIZADO EN EL BRAZO N°3

	MASA SUSPENDIDA (kg)	INDICACIÓN DE CELDA DE CARGA		INCERTIDUMBRE (kg)
		CRECIENTE (kg)	DECRECIENTE (kg)	
Peso del pilón -->	0,3195	3,72	4,21	0,02
	0,6395	7,54	8,09	0,02
	1,2765	15,24	15,87	0,02
	2,5533	30,90	31,56	0,02
	5,1045	61,90	62,47	0,02
	10,2119	123,83	124,60	0,02
	20,4193	248,60	248,75	0,02
	40,8433	497,80	497,80	0,02

CALIBRACIÓN DE PESAS

Item	Valor Nominal	Masa Convencional	Incertidumbre	Forma	Material	Cavidad de Ajuste
1	5,1 kg	5100 g + 6,1 g	0,8 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
2	5,1 kg	5100 g + 3,9 g	0,8 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
3	5,1 kg	5100 g + 3,4 g	0,8 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
4	5,1 kg	5100 g - 9,6 g	0,8 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
5	5,1 kg	5100 g + 4,1 g	0,8 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
6	5,1 kg	5100 g + 5,6 g	0,8 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
7	5,1 kg	5100 g + 6,8 g	0,8 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
8	5,1 kg	5100 g + 7,4 g	0,8 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
9	5,1 kg	5100 g + 7,4 g	0,8 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
10	5,1 kg	5100 g + 5,3 g	0,8 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
11	5,1 kg	5100 g + 4,8 g	0,8 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
12	5,1 kg	5100 g + 5,3 g	0,8 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
13	5,1 kg	5100 g + 4,8 g	0,8 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
14	5,1 kg	5100 g + 5,2 g	0,8 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
15	5,1 kg	5100 g + 5,2 g	0,8 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
16	5,1 kg	5100 g + 4,6 g	0,8 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
17	5,1 kg	5100 g + 4,9 g	0,8 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene

Item	Valor Nominal	Masa Convencional	Incertidumbre	Forma	Material	Cavidad de Ajuste
1	2,55 kg	2550 g + 2,9 g	0,3 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
2	2,55 kg	2550 g + 3,5 g	0,3 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
3	2,55 kg	2550 g + 2,5 g	0,3 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
4	2,55 kg	2550 g + 2,6 g	0,3 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
5	2,55 kg	2550 g + 1,1 g	0,3 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
6	2,55 kg	2550 g + 1,2 g	0,3 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene

Item	Valor Nominal	Masa Convencional	Incertidumbre	Forma	Material	Cavidad de Ajuste
1	1,275 kg	1275 g + 1,6 g	0,16 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
2	1,275 kg	1275 g + 0,9 g	0,16 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
3	1,275 kg	1275 g + 1,8 g	0,16 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene

Item	Valor Nominal	Masa Convencional	Incertidumbre	Forma	Material	Cavidad de Ajuste
1	0,637 kg	637 g + 0,6 g	0,08 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
2	0,637 kg	637 g - 0,9 g	0,08 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
3	0,637 kg	637 g - 0,1 g	0,08 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene

Item	Valor Nominal	Masa Convencional	Incertidumbre	Forma	Material	Cavidad de Ajuste
1	0,319 kg	319 g - 1,4 g	0,03 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
2	0,319 kg	319 g + 0,3 g	0,03 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene
3	0,319 kg	319 g + 1,0 g	0,03 g	Circular	Hierro Fundido	No tiene

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva (CALIBRADO).

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida reportada es la incertidumbre combinada multiplicada por el factor de cobertura ($k = 2$) de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

** FIN DEL DOCUMENTO **

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CL-050-2023

Página 1 de 3

Fecha de emisión: 2023-05-11
Expediente: 1122-2023 REV.01

SOLICITANTE : METROLOGIA E INSTRUMENTACION INDUSTRIAL S.A.C.
Dirección : Av. Del Aire Nro. 579, Urb. Santa Catalina

UNIDAD BAJO PRUEBA : PIE DE REY
Marca : MITUTOYO
Modelo : CD-12"ASX
Cód. fábrica : 500-193-30
Número de serie : 0042696
Cód. de identificación : LA-18 (*)
Ubicación : No Indica
Alcance Indic. : 0 mm a 300 mm;
0 in a 12 in
Resolución : 0,01 mm; 0,0005 in
Tipo de Indicación : Digital
Procedencia : Japón

DE LA CALIBRACIÓN
Fecha : 2023-05-11
Lugar : Laboratorio de Calibración de UNIMETRO S.A.C.
Método : Según el PC-012 Procedimiento de calibración de pie de rey 5ta. Edición, Agosto

UNIMETRO S.A.C. ofrece a la industria y laboratorios de ensayo en general, los servicios de calibración de equipos e instrumentos de medición, contando para ello con un laboratorio equipado con equipos de alta tecnología y patrones trazables a patrones nacionales y patrones de referencia (DM-INACAL).

Los resultados del presente certificado sólo son válidos para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIMETRO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo e instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de calibración que figuren en este documento.

El usuario debe recalibrar sus equipos en intervalos adecuados, teniendo como base las características del trabajo realizado así como el mantenimiento del instrumento y el tiempo de vida del mismo.

RESULTADO DE LAS MEDICIONES

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento. La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura	20,0 °C ± 2,0 °C
--------------------	------------------

TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones de referencia del Laboratorio Nacional y/o laboratorios acreditados, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia del INACAL-DM	Bloques Patrón de Longitud IL-04	LLA-C-003-2023 - INACAL-DM
Patrones de referencia del INACAL-DM	Varillas Cilíndricas IL-15	LLA-200-2021 - INACAL-DM
Patrones de referencia del INACAL-DM	Anillo Patrón IL-14	LLA-174-2021 - INACAL-DM

OBSERVACIONES

(*) Identificación asignada por METROLOGIA E INSTRUMENTACION INDUSTRIAL S.A.C., grabada en una etiqueta adherida al instrumento.

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" en el instrumento.
- La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.



Ing. Moisés A. Inga Chuco
Gerente de Metrología
Reg. CIP N° 137294

INGENIERÍA EN METROLOGÍA

Av. Gran Chimú N° 451 Urb. Zárate, San Juan de Lurigancho - Lima
Telf.: 376-8271 Cel.: 998446498 Entel: 981 421 743 RPM: #998446498
Web: www.unimetrosac.com E-mail: ventas@unimetrosac.com / unimetrosac@hotmail.com

RESULTADOS DE MEDICIÓN

ERROR DE REFERENCIA INICIAL (I): 0 μm

ERROR DE INDICACIÓN DEL PIE DE REY PARA MEDICIÓN DE EXTERIORES

VALOR PATRÓN (mm)	PROMEDIO DE INDICACIÓN DEL PIE DE REY (mm)	ERROR (μm)
0,000	0,000	0
50,001	50,001	0
100,001	100,001	0
150,002	150,002	0
200,002	200,003	1
300,004	300,004	0

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL (E) (μm)
150,00	0

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE REPETIBILIDAD (R) (μm)
150,00	0

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A INTERIORES (Si-E) (μm)
30,00	0

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A PROFUNDIDAD (Sp-E) (μm)
30,00	3

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CONTACTO LINEAL (L) (μm)
9,98	10



INGENIERÍA EN METROLOGÍA

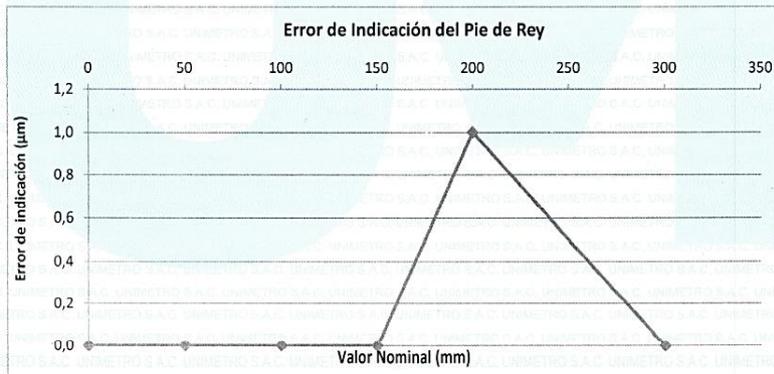
Av. Gran Chimú N° 451 Urb. Zárate, San Juan de Lurigancho - Lima
 Telf.: 376-8271 Cel.: 998446498 Entel: 981 421 743 RPM: #998446498
 Web: www.unimetrosac.com E-mail: ventas@unimetrosac.com / unimetrosac@hotmail.com

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CONTACTO DE SUPERFICIE COMPLETA (J) (µm)
30,00	0

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DEBIDO A LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICIÓN PARA MEDICIÓN DE INTERIORES (K) (µm)
5,00	10

Incertidumbre del error de indicación del pie de rey: $[(10,19^2 + 0,015^2 * L^2)]^{1/2} \mu\text{m}$
 L: indicación del pie de rey expresado en milímetros

- Nota 1:** Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de Indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a interiores (Se-I)
- Nota 2:** Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de Indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (Se-P).
- Nota 3:** El instrumento tiene un error máximo permisible de $\pm 30 \mu\text{m}$, según norma DIN 862-1988.



FIN DEL DOCUMENTO



INGENIERÍA EN METROLOGÍA

Av. Gran Chimú N° 451 Urb. Zárate, San Juan de Lurigancho - Lima
 Telf.: 376-8271 Cel.: 998446498 Entel: 981 421 743 RPM: #998446498
 Web: www.unimetrosac.com E-mail: ventas@unimetrosac.com / unimetrosac@hotmail.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 06048 - 2023

PROFORMA : 19004

Fecha de emisión: 2023 - 03 - 21

Página : 1 de 3

SOLICITANTE : TTHIBUS CONSULTORIA & CONSTRUCCION S.R.L.

Dirección : Mza. L Lote. 8 Urb. Zaguán Del Cielo Cusco - Cusco - Cusco

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : COMPARADOR DE CUADRANTE

Tipo : Digital
Marca : No Indica
Modelo : No Indica
N° de Serie : SYA210560561
Intervalo de Indicación : 0 mm a 12,7 mm
División de Escala : 0,001 mm
Procedencia : No Indica
Identificación : No Indica
Fecha de Calibración : 2023 - 03 - 21

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestros bloques patrón según procedimiento PC - 014 "Procedimiento para la calibración de comparadores utilizando bloques patrón de longitud" Edición 3 - Julio 2019 INACAL

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	19,9 °C	20,0 °C
Humedad Relativa	53,1 %	55,1 %

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

PGC-16-r07/ Noviembre 2022/Rev.04



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 0,5 mm a 100 mm Grado 0	LLA-C-081-2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

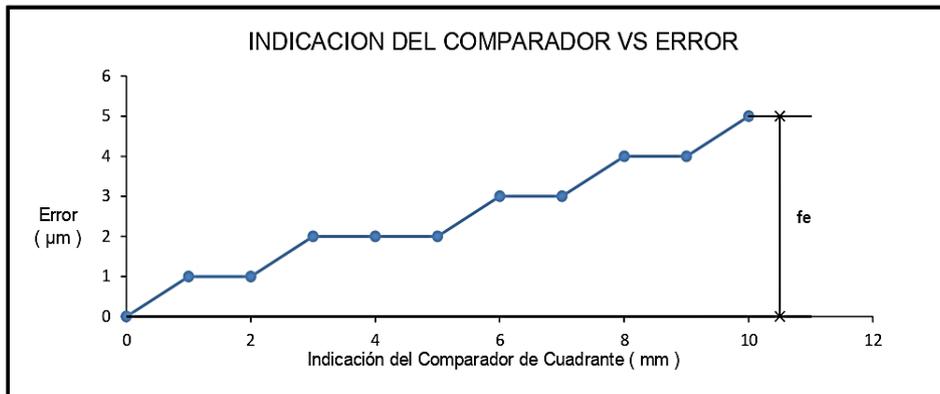
Error de referencia inicial = 0 μm

Error de Indicación

Valor Patrón (mm)	Indicación del Comparador (mm)	Error (μm)
1,000	1,001	1
2,000	2,001	1
3,000	3,002	2
4,000	4,002	2
5,000	5,002	2
6,000	6,003	3
7,000	7,003	3
8,000	8,004	4
9,000	9,004	4
10,000	10,005	5

Alcance de error de indicación (f_e): 5 μm

Incertidumbre del error de indicación: 4 μm

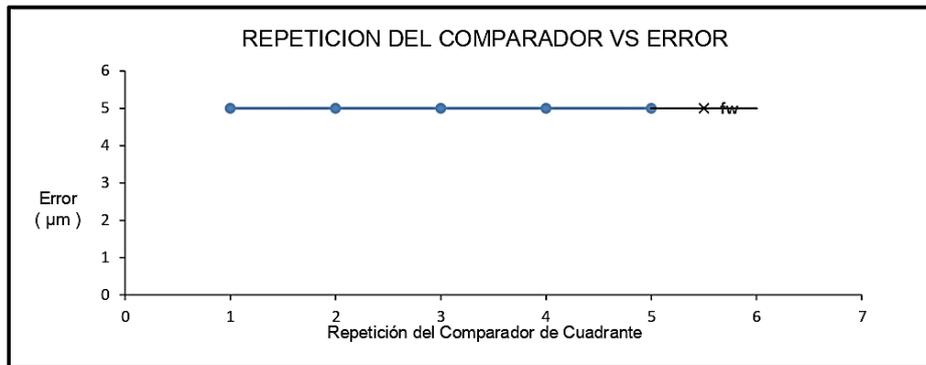


RESULTADOS DE MEDICIÓN

Error de Repetibilidad

Valor Patrón (mm)	Indicación del Comparador (mm)	Error (µm)
10,000	10,005	5
	10,005	5
	10,005	5
	10,005	5
	10,005	5

Alcance de error de indicación (f_w): 0 µm
Incertidumbre del error de indicación: 4 µm



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. Para una mejor aproximación del instrumento bajo calibración, se subdividió la división de escala en 2 partes. El instrumento tiene un error máximo permisible (f_e) de 15 µm, según norma DIN 878.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Cotización : 4397

SOLICITANTE : THIBUS CONSULTORIA & CONSTRUCCION S.R.L.- THIBUS S.R.L.

Dirección : MZA. L LOTE. 8 URB. ZAGUAN DEL CIELO CUSCO - CUSCO - CUSCO

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA CBR

Marca : HIWEIGHT
 Modelo : No indica
 N° de serie : No indica
 Rango : 5000 kg
 Resolución : 0,2 kg
 Código de identificación : No indica
 Tipo de indicación : Digital
 Procedencia : No indica
 Ubicación : Laboratorio de mecanica de suelos, goemecanica de suelos y concreto.

Dirección de fuerza : Compresión

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de calibración : 2023 - 10 - 30
 Fecha de emisión : 2023 - 10 - 31
 Lugar de calibración : Instalaciones de THIBUS CONSULTORIA & CONSTRUCCION S.R.L.- THIBUS S.R.L.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Para la calibración se tomó como referencia la norma UNE-EN ISO 7500-1:2018 Calibración y verificación de máquinas de ensayos uniaxiales estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Calibración y verificación del sistema de medida de fuerza. (ISO 7500-1:2018).

N° DE CERTIFICADO
MT - 9355 - 2023

METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.




Dennis Gamarra Rodríguez
Gerente Técnico

Página 1 de 3

Certificado : MT - 9355 - 2023

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	23,2 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	59 %hr	61 %hr

TRAZABILIDAD

TRAZABILIDAD	PATRÓN DE TRABAJO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Patrones de referencia de AEP transducers	Celda de 50 kN	LAT 087 225780F

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Dirección de Carga : Compresión

Indicación de Fuerza de la Máquina de Ensayo		Indicación en el instrumento de medición de fuerza patrón						Error de Medición
		1° Serie		3° Serie		4° Serie - Accesorios	Promedio	
		Ascenso	Descenso	Ascenso	Descenso			
%	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf
10%	500,00	502,62	502,71	502,67	-----	-----	502,67	-2,67
20%	1000,00	1003,82	1003,58	1004,13	-----	-----	1003,84	-3,84
30%	1500,00	1503,58	1503,65	1503,92	-----	-----	1503,71	-3,71
40%	2000,00	2004,82	2004,69	2004,16	-----	-----	2004,56	-4,56
50%	2500,00	2505,99	2504,89	2504,91	-----	-----	2505,27	-5,27
60%	3000,00	3004,89	3004,95	3005,67	-----	-----	3005,17	-5,17
70%	3500,00	3504,89	3505,27	3504,76	-----	-----	3504,98	-4,98
80%	4000,00	4003,58	4003,96	4003,42	-----	-----	4003,65	-3,65
90%	4500,00	4502,26	4502,69	4503,32	-----	-----	4502,75	-2,75
100%	5000,00	4999,75	4999,83	4999,79	-----	-----	4999,79	0,21

Errores de Medición Relativos Encontrados en la Máquina de Ensayo

Valor Nominal		Errores de Medición Relativos Encontrados en %					Incertidumbre del error de Indicación U(%) k=2
		Indicación (%)	Repetibilidad (%)	Reversibilidad (%)	Resolución Relativa (%)	Error con Accesorios (%)	
%	kgf	q	b	v	a		
10%	500	-0,53	0,02	-----	0,00	-----	0,04
20%	1000	-0,38	0,05	-----	0,00	-----	0,04
30%	1500	-0,25	0,02	-----	0,00	-----	0,03
40%	2000	-0,23	0,03	-----	0,00	-----	0,03
50%	2500	-0,21	0,04	-----	0,00	-----	0,03
60%	3000	-0,17	0,03	-----	0,00	-----	0,02
70%	3500	-0,14	0,01	-----	0,00	-----	0,02
80%	4000	-0,09	0,01	-----	0,00	-----	0,02
90%	4500	-0,06	0,02	-----	0,00	-----	0,02
100%	5000	0,00	0,00	-----	0,00	-----	0,01
Error relativo de cero (%) f_0		0,00					

Página 2 de 3

Clase de la escala de la máquina	Valor máximo permitido Según la Norma ISO 7500-1				
	Indicación (%) <i>a</i>	Repetibilidad (%) <i>b</i>	Reversibilidad (%) <i>v</i>	Resolución Relativa (%) <i>r</i>	Error de Cero (%)
0,5	± 0,5	0,5	± 0,75	0,25	± 0,05
1	± 1,0	1,0	± 1,5	0,5	± 0,1
2	± 2,0	2,0	± 3,0	1,0	± 0,2
3	± 3,0	3,0	± 4,5	1,5	± 0,3

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva (CALIBRADO).

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida reportada es la incertidumbre combinada multiplicada por el factor de cobertura ($k = 2$) de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

*** FIN DEL DOCUMENTO ***

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° DE CERTIFICADO

MT - 8388 - 2023

Laboratorio de Masa

Cotización : 4397

SOLICITANTE : THIBUS CONSULTORIA & CONSTRUCCION S.R.L.-
THIBUS S.R.L.

Dirección : Mza. L Lote. 8 Urb. Zaguán Del Cielo Cusco - Cusco -
Cusco

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

Marca : JBC
Modelo : KTACS Q7
N° de Serie : No indica
Capacidad Máxima : 30 kg
Capacidad Mínima : 0,02 kg
División de Escala (d) : 0,001 kg
División de Verificación (e) : 0,005 kg
Clase de Exactitud : III
Procedencia : No indica
Identificación : BC-02
 ΔT del Local : 10 °C (*)
Tipo : Electrónica
Ubicación : Laboratorio De Mecanica De Suelos,
Geomecánica De Suelos Y Concreto

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de calibración : 2023-09-28
Fecha de emisión : 2023-10-09
Lugar de calibración : Instalaciones de THIBUS CONSULTORIA &
CONSTRUCCION S.R.L.- THIBUS S.R.L.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

REVISADO:

METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma carece de validez.



Gamarra Rodríguez Dennis
Gerente Técnico

PGC-16-r01/Octubre 2021/Rev. 04

Página : 1 de 3

Certificado de Calibración
MT - 8388 - 2023

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de METRINDUST S.A.C.	Juego de Pesas 20 kg Clase de exactitud M2	MT-8824-2023 Octubre 2023
Patrones de referencia de METRINDUST S.A.C.	Pesa 10 kg Clase de exactitud M2	MT - 8528 - 2022 Octubre 2022
Patrones de referencia de METRINDUST S.A.C.	Pesa 5 kg Clase de exactitud M2	MT - 8527 - 2022 Octubre 2022
Patrones de referencia de METRINDUST S.A.C.	Juego de Pesas 100 mg a 2 kg Clase de exactitud M2	MT - 4246 - 2023 Junio 2023

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,2 °C	25,3 °C
Humedad Relativa	53 %	53 %

Medición N°	Carga (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)
1	15,000	15,004	0,6	3,9	1	30,000	30,006	0,6	5,9
2		15,005	0,5	5,0	2		30,006	0,7	5,8
3		15,005	0,6	4,9	3		30,006	0,6	5,9
4		15,004	0,5	4,0	4		30,007	0,5	7,0
5		15,006	0,8	5,7	5		30,006	0,7	5,8
6		15,004	0,7	3,8	6		30,007	0,6	6,9
7		15,006	0,8	5,7	7		30,006	0,7	5,8
8		15,004	0,7	3,8	8		30,006	0,7	5,8
9		15,005	0,8	4,7	9		30,007	0,8	6,7
10		15,006	0,7	5,8	10		30,007	0,7	6,8
Emax - Emin (g)				2,0	Emax - Emin (g)				1,2
e.m.p. ± (g)				15	e.m.p. ± (g)				15

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

N° DE CERTIFICADO

MT - 8387 - 2023

Cotización : 4397

SOLICITANTE : THIBUS CONSULTORIA & CONSTRUCCION S.R.L.-
THIBUS S.R.L.

Dirección : Mza. L Lote. 8 Urb. Zaguan Del Cielo Cusco - Cusco -
Cusco

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

Marca : JBC
Modelo : KTACS Q7
N° de Serie : HSJBC1500917
Capacidad Máxima : 30 kg
Capacidad Mínima : 0,1 kg
División de Escala (d) : 0,005 kg
División de Verificación (e) : 0,005 kg
Clase de Exactitud : III
Procedencia : No indica
Identificación : BC-03
 ΔT del Local : 10 °C (*)
Tipo : Electrónica
Ubicación : Laboratorio De Mecanica De Suelos,
Geomecánica De Suelos Y Concreto

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de calibración : 2023-09-28
Fecha de emisión : 2023-10-09
Lugar de calibración : Instalaciones de THIBUS CONSULTORIA &
CONSTRUCCION S.R.L.- THIBUS S.R.L.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma carece de validez.

REVISADO:



Gamarra Rodríguez Dennis
Gerente Técnico

PGC-16-r01/Octubre 2021/Rev. 04

Página : 1 de 3

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de METRINDUST S.A.C.	Juego de Pesas 20 kg Clase de exactitud M2	MT-8824-2023 Octubre 2023
Patrones de referencia de METRINDUST S.A.C.	Pesa 10 kg Clase de exactitud M2	MT - 6528 - 2022 Octubre 2022
Patrones de referencia de METRINDUST S.A.C.	Pesa 5 kg Clase de exactitud M2	MT - 6527 - 2022 Octubre 2022
Patrones de referencia de METRINDUST S.A.C.	Juego de Pesas 100 mg a 2 kg Clase de exactitud M2	MT - 4246 - 2023 Junio 2023

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,2 °C	25,2 °C
Humedad Relativa	50 %	50 %

Medición N°	Carga (kg)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (kg)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)
1	15,000	15,000	2,5	0,0	1	30,000	30,000	2,5	0,0
2		15,000	3,0	-0,5	2		30,000	3,0	-0,5
3		15,000	3,0	-0,5	3		30,000	3,5	-1,0
4		15,000	3,5	-1,0	4		30,000	3,5	-1,0
5		15,000	2,5	0,0	5		30,000	2,5	0,0
6		15,000	3,5	-1,0	6		30,000	3,5	-1,0
7		15,000	3,0	-0,5	7		30,000	3,5	-1,0
8		15,000	3,5	-1,0	8		30,000	3,0	-0,5
9		15,000	3,5	-1,0	9		30,000	3,5	-1,0
10		15,000	3,0	-0,5	10		30,000	3,0	-0,5
Emax - Emin (g)				1,0	Emax - Emin (g)				1,0
e.m.p. ± (g)				15	e.m.p. ± (g)				15

Certificado de Calibración
MT - 8387 - 2023

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,2 °C	25,3 °C
Humedad Relativa	50 %	49 %

N°	Determinación de Eo				Determinación del Error Corregido Ec					e.m.p. ± (g)
	Carga (kg)	I (kg)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	0,050	0,050	2,5	0,0	10,000	10,000	2,5	0,0	0,0	10
2		0,050	3,0	-0,5		10,000	3,5	-1,0	-0,5	
3		0,050	3,0	-0,5		10,000	3,0	-0,5	0,0	
4		0,050	2,5	0,0		10,000	3,5	-1,0	-1,0	
5		0,050	3,0	-0,5		10,000	2,5	0,0	0,5	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,3 °C	25,3 °C
Humedad Relativa	49 %	49 %

Carga (kg)	Carga Creciente				Carga Decreciente				e.m.p. ± (g)
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0,050	0,050	2,5	0,0						
0,100	0,100	2,0	0,5	0,5	0,100	2,5	0,0	0,0	5
0,500	0,500	2,5	0,0	0,0	0,500	3,5	-1,0	-1,0	5
1,000	1,000	3,0	-0,5	-0,5	1,000	3,5	-1,0	-1,0	5
2,500	2,500	3,0	-0,5	-0,5	2,500	3,5	-1,0	-1,0	5
5,000	5,000	3,5	-1,0	-1,0	5,000	3,0	-0,5	-0,5	10
10,000	10,000	3,5	-1,0	-1,0	10,000	2,5	0,0	0,0	10
15,000	15,000	4,0	-1,5	-1,5	15,000	3,5	-1,0	-1,0	15
20,000	20,005	3,5	4,0	4,0	20,000	3,0	-0,5	-0,5	15
25,001	25,005	3,0	3,5	3,5	25,000	3,5	-2,0	-2,0	15
30,000	30,005	2,5	5,0	5,0	30,005	2,5	5,0	5,0	15

Donde:

I : Indicación de la balanza
e.m.p. : Error máximo permitido

ΔL : Carga incrementada
E : Error encontrado

Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura Corregida} = R - 7,89 \times 10^{-5} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{6,9 \times 10^{-6} \text{ kg}^2 + 2,4 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R : Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración (kg)

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
La indicación de la balanza fue de 30,005 kg para una carga de valor nominal 30 kg.
No se está considerando la incertidumbre por deriva de la balanza.
(*) Información proporcionada por el cliente.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Cotización : 4397

SOLICITANTE : THIBUS CONSULTORIA & CONSTRUCCION S.R.L.-
THIBUS S.R.L.

N° DE CERTIFICADO
MT - 8384 - 2023

Dirección : Mza. L Lote. 8 Urb. Zaguán Del Cielo Cusco - Cusco -
Cusco

METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados.

EQUIPO DE CALIBRACIÓN : ESTUFA

Marca : PINZUAR

Modelo : PG190

N° de serie : 371

Código de identificación : No indica

Ubicación : Laboratorio de mecánica de suelos,
geomecánica de suelos y concreto.

Procedencia : No indica

Tipo de Ventilación : Forzada

Superficies Internas : 2

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados.

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de calibración : 2023-09-28

Fecha de emisión : 2023-10-09

Lugar de calibración : Instalaciones de THIBUS CONSULTORIA &
CONSTRUCCION S.R.L.- THIBUS S.R.L

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018-"Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOP (Segunda Edición) - Junio 2009.

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.




Dennis Gamarra Rodríguez
Gerente Técnico

Página 1 de 5

Certificado : MT - 8384 - 2023

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	23,5 °C	23,9 °C
Humedad	60 %hr	60 %hr

PATRONES DE REFERENCIA

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

TRAZABILIDAD	PATRÓN UTILIZADO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Patrones de referencia de INACAL - DM	Termometro digital	LT - 126 - 2023
Patrones de referencia de INACAL - DM	Multimetro Digital	LE - C - 011 - 2023
Patrones de referencia de INACAL - DM	Cronómetro	LTF - C - 119 - 2023

OBSERVACIÓN

- Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma cumple con los límites especificados de temperatura.
- Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerado, luego del tiempo de estabilización.
- Las lecturas se iniciaron luego de un tiempo de precalentamiento y estabilización de 120 minutos.
- La calibración se realizó con 90 % de la carga típica.
- El esquema de distribución y posición de los termopares en los puntos de medición se muestra en la página 7.
- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

Especificaciones de los instrumentos del equipo

Descripción	Termómetro Controlador
Temperatura de trabajo (°C)	110 °C
Resolución (°C)	0,1 °C
Tipo	Digital
Identificación	No indica

Página 2 de 5

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	109,65	108,70	109,40	107,35	107,90	110,50	109,55	111,45	108,20	107,80	109,05	4,10
02	110,0	110,35	111,30	111,15	107,15	109,75	113,55	113,30	112,35	111,90	113,40	111,42	6,40
04	110,0	111,35	111,15	113,35	108,65	111,60	113,80	113,50	112,65	113,10	113,25	112,24	5,15
06	110,0	111,75	111,80	112,85	108,95	110,85	112,30	113,65	113,45	112,40	113,30	112,13	4,70
08	110,0	110,35	110,75	111,35	108,35	109,50	113,35	112,75	113,75	110,15	110,35	111,07	5,40
10	110,0	109,55	109,75	109,40	107,25	107,85	110,50	109,85	111,40	108,05	107,80	109,14	4,15
12	110,0	110,55	111,35	111,60	107,35	109,85	113,75	113,05	112,55	112,05	113,30	111,54	6,40
14	110,0	111,50	112,55	113,60	108,75	111,80	114,10	113,20	113,65	113,30	113,40	112,59	5,35
16	110,0	111,85	112,85	112,95	109,05	111,00	112,70	112,00	112,65	112,45	113,50	112,10	4,45
18	110,0	110,45	110,85	111,50	108,45	109,55	113,50	112,65	111,00	110,30	110,45	110,87	5,05
20	110,0	108,65	108,70	109,55	107,40	107,95	110,45	109,65	111,40	108,10	107,75	108,96	4,00
22	110,0	110,35	112,20	111,50	107,40	109,90	113,60	113,05	112,45	111,85	113,20	111,55	6,20
24	110,0	111,05	112,90	113,35	108,60	111,40	114,00	113,25	113,05	113,85	113,55	112,50	5,40
26	110,0	111,30	112,35	112,35	108,75	110,65	114,85	113,15	112,05	112,05	112,85	112,04	6,10
28	110,0	109,95	110,35	110,90	108,10	109,10	112,85	112,30	113,30	109,90	110,05	110,68	5,20
30	110,0	108,75	109,25	109,75	107,20	108,05	111,10	111,35	112,00	108,50	108,80	109,48	4,80
32	110,0	111,30	113,40	112,45	107,75	110,75	114,80	113,30	112,05	113,35	114,10	112,33	7,05
34	110,0	111,90	113,40	113,10	108,70	111,15	114,45	113,20	112,60	113,15	113,75	112,54	5,75
36	110,0	110,85	111,60	112,00	108,60	110,10	113,80	112,40	112,05	111,20	111,75	111,44	5,20
38	110,0	109,35	109,65	110,35	107,75	108,45	111,90	111,30	112,55	109,15	108,95	109,94	4,80
40	110,0	109,55	110,55	110,50	107,10	108,75	113,15	112,00	113,05	110,00	111,40	110,61	6,05
42	110,0	112,05	114,15	112,95	108,30	111,40	113,60	112,40	112,75	113,00	113,30	112,39	5,85
44	110,0	111,70	112,95	112,95	108,80	110,85	113,65	113,85	113,80	112,55	113,75	112,49	5,05
46	110,0	110,45	111,05	111,60	108,45	109,55	113,60	113,25	113,10	110,50	110,70	111,23	5,15
48	110,0	108,90	109,00	109,75	107,40	108,05	111,05	110,15	111,80	108,45	108,30	109,29	4,40
50	110,0	111,20	111,40	112,25	107,75	110,60	113,40	112,70	112,80	113,20	113,85	111,92	6,10
52	110,0	111,95	111,40	112,95	108,70	111,15	113,55	112,80	112,35	112,95	113,60	112,14	4,90
54	110,0	110,90	111,65	111,95	108,60	110,00	114,75	113,50	112,00	111,25	111,90	111,65	6,15
56	110,0	109,45	109,55	110,35	107,85	108,55	111,85	110,85	112,50	109,10	109,05	109,91	4,65
58	110,0	109,80	111,10	111,05	107,25	109,00	113,95	112,35	112,45	110,65	112,30	110,99	6,70
60	110,0	112,10	111,20	113,20	108,50	111,60	113,90	112,40	112,85	113,10	113,45	112,23	5,40
T. PROM	110,0	110,61	111,25	111,68	108,07	109,89	113,11	112,35	112,51	111,22	111,71	111,24	
T. MAX	110,0	112,10	114,15	113,60	109,05	111,80	114,85	113,85	113,80	113,85	114,10		
T. MIN	110,0	108,65	108,70	109,40	107,10	107,85	110,45	109,55	111,00	108,05	107,75		
DTT	0,00	3,45	5,45	4,20	1,95	3,95	4,40	4,30	2,80	5,80	6,35		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,85	0,43
Mínima Temperatura Medida	107,10	0,23
Desviación de Temperatura en el Tiempo	6,35	0,04
Desviación de Temperatura en el Espacio	5,03	0,33
Estabilidad Medida (±)	3,18	0,02
Uniformidad Medida	7,05	0,33

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T.prom : Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición en un instante dado.

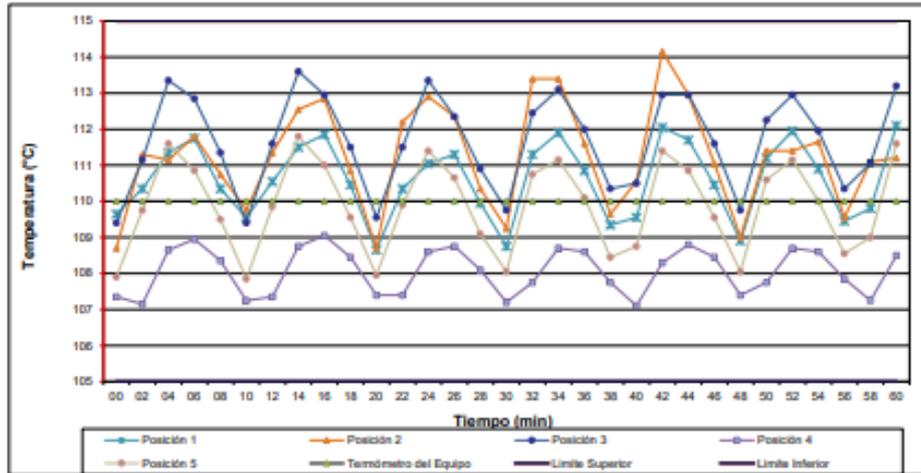
T.MAX : Temperatura máxima.

T.MIN : Temperatura mínima.

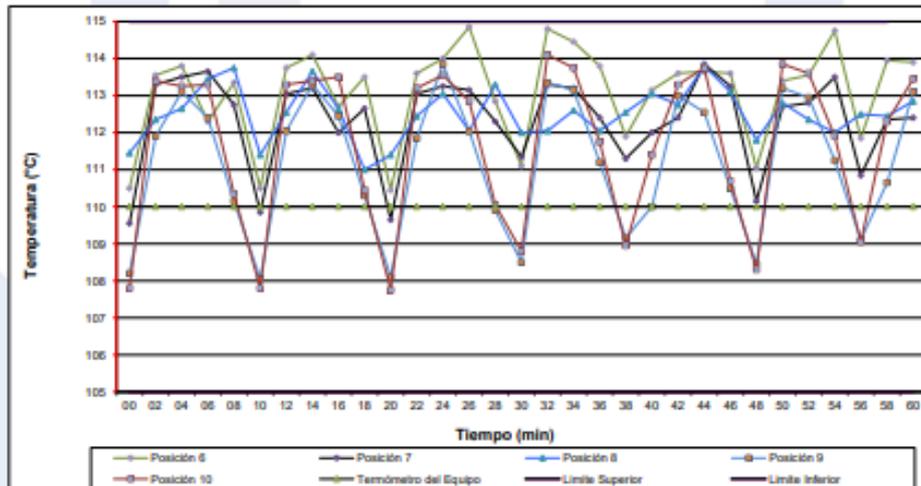
DTT : Desviación de temperatura en el tiempo.

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma 0,06 °C

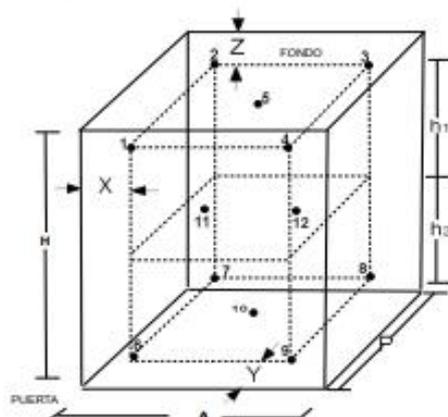
Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



Distribución de los sensores en el volumen interno del equipo



Dimensiones internas de la cámara

A= 50,0 cm

H= 51,0 cm

P= 41,0 cm

Ubicación de los sensores

X= 5,0 cm

Z= 5,1 cm

Y= 4,1 cm

- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 1,5 cm por encima de la parilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parilla inferior.

Fotografía del Interior del Equipo



**** FIN DEL DOCUMENTO ****

Anexo 10. Fichas Técnicas de los aditivos.



FICHA TÉCNICA



i. Tecnología PROES

El proceso PROES® de estabilización química de suelos (patentado) trata el suelo natural transformándolo en una base impermeable, resistente (CBR > 100%) y flexible.

Este proceso ocupa:

- El suelo natural con plasticidad
- El aditivo líquido PROES, que actúa por ionización y ordena las partículas del suelo.
- Aditivo sólido que sirve como aglomerante.

La base generada con PROES aporta toda la capacidad estructural necesaria, por lo que requiere de una carpeta de rodado sólo como protección de la abrasión producida por el tráfico y según el estándar de operación esperado.

ii. Consideraciones de uso.

- Se deben asegurar condiciones de homogeneidad y composición adecuada en el suelo a tratar de acuerdo a estudios y especificaciones de acuerdo a PROES.
- Al suelo a tratar se debe agregar un aditivo sólido, el cuál consiste en cemento u otro filler gestionable localmente.
- El aditivo líquido PROES se agrega al suelo en dosis de 0,30 a 0,35 lt/m³ de suelo estabilizado. La aplicación se realiza utilizando un camión aljibe, donde se diluye el aditivo PROES en agua previo a su aplicación.
- La finalización del proceso contempla revolver y extender el suelo tratado con motoniveladora, y luego el compactado con rodillo vibratorio. Este proceso debe realizarse en las 4 horas inmediatamente posteriores al riego.

iii. Condiciones de transporte del aditivo líquido

- Envase** : Estanque HDPE anillado de 55 galones 200 litros, sellado, diámetro 595 mm, altura 888 mm (ver ilustración adjunta).
- Transporte:** : los estanques se movilizan en pallets de 1000mm x 1200 mm.



iv. Condiciones químicas del aditivo líquido

- División de riesgo** : Clase 8 - Líquido corrosivo
- Código UN** : NU 3256
- Estado físico** : líquido de color oscuro y apariencia oleosa
- Peso específico** : 1,15
- pH** : 1 a 1,5 en estanque, 4 a 6 en aplicación según dilución.
- Estabilidad** : producto estable a temperatura ambiente, mantener bajo 100°C
- Fecha de caducación** : no tiene

Proes Tech Perú SAC 2 de Mayo 826, oficina 001, Miraflores, Lima, Perú. Fono: +56 1 445 9676
; www.proestech.com



Una solución alternativa y/o complementaria a las carreteras tradicionales pavimentadas en asfalto, consiste en la utilización de CON-AID CBR PLUS. Ampliamente aceptado en más de 100 países en el mundo, es un agente químico estabilizador, fácil de aplicar, amigable con el medio ambiente, con el método de construcción CON-AID CBR PLUS se utiliza materiales insitu, esto es, material existente. En consecuencia, el costo de rehabilitación de las carreteras es considerable menor, en comparación con los métodos convencionales de carreteras.

CON-AID CBR PLUS es un estabilizador iónico de suelos que mejora la capacidad de soporte de cargas en una variedad de arcillas y suelos arenosos.

Es utilizado para controlar la formación de polvo y su compactación.

Una mejor compactación significa un aumento de capacidad de carga, así como de densidad y una menor capacidad de la penetración del agua.

CON-AID CBR PLUS puede ser utilizado con éxito para la rehabilitación del pavimento de asfalto, así como la construcción de carreteras económicas, muchas veces no pavimentadas.

También puede ser utilizado para adecuar materiales que, en un principio, serían inapropiados para la construcción normal de carreteras.

Los costos para la construcción de carreteras tratadas con CON-AID CBR PLUS permiten un ahorro significativo de capital y construcción de mucha más superficie utilizando el mismo presupuesto

CON-AID CBR PLUS se mezcla con la capa superior de 20 cm de la superficie de la carretera. A su vez tiene el efecto, de poder asociar, de manera duradera, una capa protectora aceitosa con las superficies de arcilla u otros componentes.

El resultado es un material de suelo menos sensible a la humedad, más fácil de trabajar y cuya compactación es más eficaz por las fuerzas ejercidas por el equipo o el tráfico.

Análisis de suelo

Los suelos se tipifican de acuerdo con la clasificación de suelos AASTHO. Los analistas químicos de CON-AID CBR PLUS procesan una muestra de 200g para determinar la reactividad del suelo ante la aplicación de CON-AID CBR PLUS

Con esta información se puede determinar cuál es la aplicación correcta. Ya que CON-AID CBR PLUS reacciona de modo diferente a los diversos tipos de suelo.

www.conaidmexico.mx ventas@conaidmexico.mx

PROCESO CONSTRUCTIVO

Preparación Local.

1. Trazo y nivelación con equipo topográfico, estableciendo ejes de referencia y bancos de nivel para obtener los niveles deseados.
2. Escarificado a una profundidad de 20 cm
3. Reducir la granulometría de los materiales.

Aplicación de CON-AID CBR PLUS.

Disolver CON-AID CBR PLUS en una proporción de 1:500.

Aplicar uniformemente sobre la superficie del suelo la solución disuelta de CON-AID CBR PLUS, agregar una cantidad de agua suficiente para alcanzar un nivel de humedad de suelo del 1% por encima del nivel que se considera óptimo.

Mezclar CON-AID CBR PLUS con el suelo y nivelar hasta alcanzar la forma final.

Compactación.

Comenzar la compactación del material al nivel adecuado.

No hay un límite mínimo de tiempo entre la aplicación de CON-AID CBR PLUS y el inicio de la compactación.

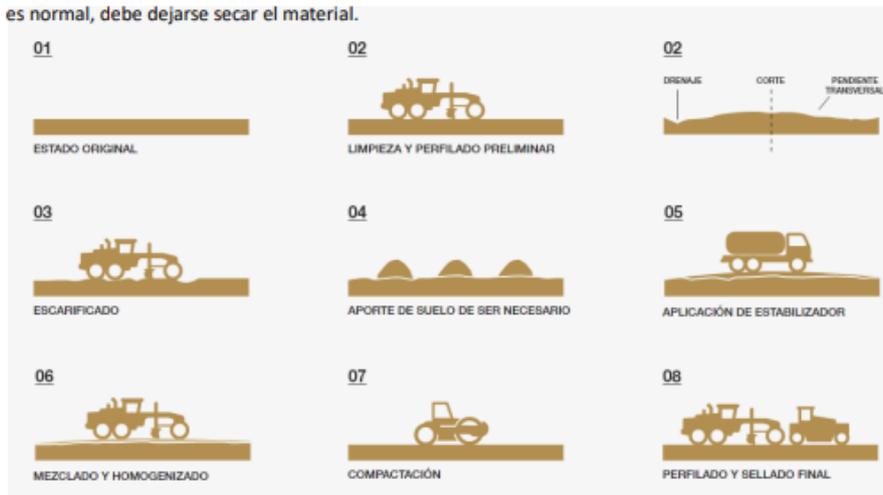
Puede usarse rodillos compactadores de tipo vibratorio para la compactación inicial y el secado debe ser concluido con un compactador neumático.

Con el tiempo, el tráfico de vehículos aumentará la compactación de la sección tratada.

Secado.

Una vez realizada la compactación, se deberá pulverizar, a diario, la superficie con agua limpia, durante 5 días o más tiempo, si fuera necesario.

En el caso de lluvia inmediata posterior a la compactación, la superficie puede volverse resbaladiza, esto es normal, debe dejarse secar el material.



Condiciones de Humedad

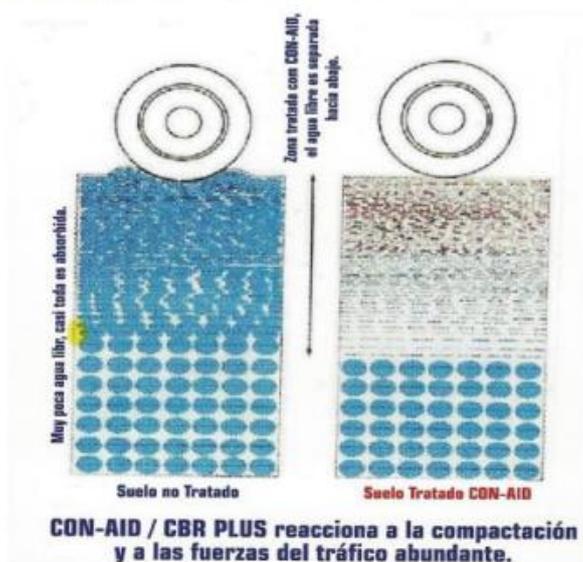
El suelo tratado con CON-AID CBR PLUS se vuelve hidrofóbica o repelente al agua. El suelo no se degrada en condiciones húmedas, mejorando así las condiciones del tráfico.

Suelo no tratado:

Muy poca agua libre, gran parte de agua es absorbida.

Suelos tratados con CON-AID:

La zona tratada con CON-AID CBR PLUS, el agua es lixiviada verticalmente.



Polvo o partículas.

El polvo disminuye hasta cerca del 90%.

De esta manera se reduce la necesidad de nivelación frecuente y otro tipo de mantenimiento, permitiendo mayor economía y condiciones más seguras de tráfico.

¿Necesidad de repetir tratamiento?

La reacción de CON-AID CBR PLUS con las partículas de arcilla en el suelo es permanente, algunas superficies construidas con este método están siendo utilizadas desde hace más de 20 años y muestran poca o ninguna señal de degradación a lo largo de este periodo.

www.conaidmexico.mx ventas@conaidmexico.mx

Beneficios

1. Una mayor capacidad de soporte de cargas.
2. Una mayor facilidad para trabajar el suelo.
3. Mejor desempeño de los materiales locales.
4. Reducción de la absorción del agua.
5. Reducción en la pérdida de gravilla.
6. Reducción de la actividad de la arcilla
7. Reducción hasta en un 90% de polvo.
8. Mantenimiento mínimo de la superficie.
9. Mayor seguridad en condiciones de tráfico durante la lluvia.
10. Menos costo de construcción
11. Tratamiento permanente.
12. Es un material no tóxico y amigable con el medio ambiente.



Usos principales de CON-AID CBR PLUS.

1. Construcción economía de las carreteras.
2. Reconstrucción de las carreteras.
3. Mantenimiento de las carreteras no pavimentadas.
4. Rehabilitación de carreteras degradadas.

Construcción de:

1. Carreteras.
2. Estacionamientos.
3. Plataformas.
4. Pistas de Aterrizaje.
5. Etc.

Para los que tienen formación técnica.

CON-AID CBR PLUS es un compuesto catiónico reactivo que forma capas aceitosas protectoras en la superficie de las partículas de los suelos y arcillas.

Reduce la movilidad y el intercambio iónico y simultáneamente convierte el material en hidrofóbico, eliminando la absorción del agua.

El resultado es un material de suelo que es mucho menos sensible a la humedad, más fácil de trabajar y que puede ser compactado por las fuerzas del propio peso del equipo y del tráfico, obteniendo una mejor ligación entre las partículas. El reactivo queda asociado, de forma duradera a la superficie de arcilla.

CON-AID CBR PLUS puede tratar una vasta gama de materiales desde arcillas hasta terrenos arcillo-arenosos y de gravilla.

www.conaidmexico.mx ventas@conaidmexico.mx

El material puede mostrar algunas propiedades cohesivas (contener arcillas) materiales no cohesivos como arena, solo pueden ser tratados después de haber sido modificados mediante la mezcla de materiales arcillosos adecuados.

¿Como funciona?

El proceso del agente de la superficie aniónica activa con CON-AID CBR PLUS fue desarrollado para mejorar la liberación del agua absorbida por la arcilla, de manera que consiga alcanzar una máxima densidad, con un esfuerzo mecánico menor y prevenir la reabsorción de agua.

En general los minerales arcillosos poseen una carga eléctrica predominante negativa o aniónica, provocando una fuerte atracción de esos minerales por los cationes que están presentes.

Los minerales arcillosos negativos atraen cationes, como la limalla de hierro es atraída por un imán y reacciona con el agua, cuando está presente, esta capa de agua se conoce como doble capa difusa de agua electrostática o agua absorbida.

El material arcilloso contiene espacio entre sus placas y pueden absorber el agua que las hace expandirse, estas arcillas, denominada expansivas, provocan muchas fallas en los cimientos y capas del suelo.

La solución pasa por impedir la absorción del agua suministrando moléculas positivas más fuertes, la carga negativa de los minerales arcillosos queda totalmente llena, lo que permite el movimiento del agua sobre el efecto de la compactación y aumento de la densidad.

Este proceso continuo con el tiempo para dar mayor fuerza a la superficie. Por lo tanto, se evita la entrada del agua y se obtiene una superficie duradera.

FASES DE LA ESTABILIZACIÓN



www.conaidmexico.mx ventas@conaidmexico.mx

Resultado de pruebas de laboratorio.

Se determinó que el suelo natural de la vía, según la clasificación SUCS es limo - arcilloso de baja plasticidad (ML-CL).

Por otro lado, según la clasificación AASHTO estos suelos se encuentran en el grupo A-4, A-5, A-6 y A-7-6.

Asimismo, se determina que el suelo de la vía presenta una plasticidad de baja a alta.

Se determinó que el aditivo CONAID mejoran las propiedades mecánicas del suelo mediante los ensayos de CBR y Compresión Simple no confinada.

Se determinó para el ensayo de CBR que el aditivo líquido CON-AID aumenta de 3% a un 13% teniendo mejores resultados en las propiedades mecánicas, lo cual mejoro la subrasante inadecuada a buena.

Se determinó para el ensayo de CBR que el aditivo CON-AID aumenta a un 70% lo cual mejoro la subrasante inadecuada a excelente.

Se determinó para el ensayo de Compresión Simple no Confinada, que el aditivo CON-AID obtiene mejores resultados en la resistencia a compresión teniendo un 208.16 kPa mejoro el suelo blando a un suelo muy firme.



www.conaidmexico.mx ventas@conaidmexico.mx

Anexo fotográfico.



www.conaidmexico.mx ventas@conaidmexico.mx

REVISIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE EL USO DEL ADITIVO TERRAZYME PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

1. INTRODUCCIÓN

En atención a la solicitud presentada por la Ing. María Lorena López, Viceministra del Ministerio de Obras Públicas y Transportes en el oficio DVOP-1810-04, se hace el presente análisis sobre las características del producto "terrazyme" como aditivo para la estabilización de suelos.

El presente estudio se hizo con base en la información suministrada por el Sr. Syed Murad, Presidente de Ecovias Tierraenzima S.A., conforme al siguiente detalle:

- Terrazyme concentrate specifications. Nature Plus, Inc.
- Terrazyme certificate of analysis. Nature Plus, Inc.
- CBR Soils Lab Analysis Procedures. Nature Plus, Inc.
- Terrazyme soil stabilizer application instructions. Nature Plus, Inc.
- Rollings, Kyle. Effect of soil treatment with terrazyme on CBR%. Brigham Young University.

2. OBJETIVO

Realizar un estudio de la información aportada sobre el uso del producto "terrazyme" para valorar la tecnología de estabilización de materiales para pavimentos con dicho aditivo.

3. ALCANCE

De acuerdo con lo anterior se analizaron los siguientes aspectos de la tecnología de estabilización con el producto terrazyme:

- Propiedades del aditivo terrazyme.
- Procedimiento de análisis en el laboratorio para incorporar el estabilizador.
- Procedimiento en campo para la construcción de capas estabilizadas con el aditivo terrazyme.

4. PROPIEDADES DEL TERRAZYME

De acuerdo con la información suministrada, terrazyme es un estabilizador de formulación líquida, natural, no tóxica, de enzimas que modifica las propiedades físicas y químicas, aumentando la densidad, estabilidad y resistencia de los suelos. Está compuesto por enzimas que permiten a los iones del suelo acercarse y formar enlaces estables. Las enzimas no forman parte de las reacciones, solo funcionan como un catalizador, facilitando que el suelo alcance con la compactación, una mayor densidad e impermeabilidad.

De igual forma se señala que el estabilizante se compone de moléculas orgánicas con capacidad o terminales iónicas. Estas trabajan o interactúan en conjunto con los iones metálicos que se encuentran en la fracción arcillosa del suelo. Por lo tanto, es importante asegurarse que la masa a estabilizar contenga arcilla cohesiva de plasticidad media como uno de sus componentes y no sólo limos plásticos.

Algunas características generales que se especifican de este producto se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades generales de terrazyme.

Propiedades generales	Resultado	Rango de tolerancia
Apariencia	líquida	líquida
Olor	característico	característico
Color de solución (*)	café dorado	café dorado
Claridad (*)	transparente	transparente
Gravedad específica a 20°C (g/ml)	1,042	1,000 – 1,080
pH	4,30	4,15 – 4,75

Fuente: Terrazyme certificate of analysis. Nature Plus, Inc.

(*) Dilución 1:100 (1 ml de concentrado terrazyme por cada 100 ml de agua)

5. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS EN EL LABORATORIO

De conformidad con la información suministrada se destaca lo siguiente:

5.1. POSIBLES MATERIALES A ESTABILIZAR

Para lograr mejores resultados es importante tener en cuenta tanto la granulometría, como la plasticidad del suelo a estabilizar. Se pueden considerar los siguientes tipos de suelo:

- Suelos altamente plásticos: generalmente presentan el mayor incremento de CBR al ser tratados con el estabilizador.
- Suelos moderadamente plásticos (IP entre 8% - 15%): generalmente contienen grava o arena gruesa, y tienen valores iniciales de CBR de 10% a 30%.
- Suelos no plásticos o de plasticidad marginal (suelos granulares): pueden tener valores iniciales de CBR altos (30% a 80%). Según se afirma en la documentación, el uso de terrazyme mejora la eficiencia de la compactación para estos materiales de base o subbase.

5.2. ESTUDIO DE LABORATORIO

De la información aportada se destaca lo siguiente:

Antes de iniciar la evaluación de la estabilización del suelo, se requiere caracterizar el tipo de suelo que se va a estabilizar con el objetivo de analizar si la aplicación de esta técnica es la opción adecuada. Para este fin recomiendan el siguiente análisis:

- Granulometría (ASTM E-11, D-422 u otro método similar de análisis de graduación similar). Según se dice, el terrazyme requiere de materiales finos cohesivos (plásticos) en el suelo para poder funcionar. Los materiales utilizados deberán tener al menos 15%, y no más de 65% de porcentaje de finos pasando la malla N° 200 (0,075 μ m).
- Acidez del suelo, pH (un suelo con pH de 4,5 a 9,5 lo consideran muy adecuado. Además, comentan que suelos con pH bajos pueden ser tratados con carbonato de calcio. Suelos con pH alto puede ser tratado con sulfato de sodio, sulfato de magnesio o ácido muriático.)
- Límites de Atterberg (ASTM D-4318: límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad). Recomendán que el límite líquido sea menor que 40%, y el índice de plasticidad entre 5% y 18%.

- Densidad máxima seca y contenido óptimo de humedad (ASTM D-1557, Proctor modificado). Para encontrar dicho contenido, recomiendan aplicar, a muestras distintas, terrazyme a 0,2, 0,3 y 0,4 ml/10kg de suelo y evaluar, para determinar la tasa de aplicación específica de terrazyme para resultados óptimos. Afirman que el tratamiento terrazyme incrementa la densidad del suelo y reduce el contenido óptimo de humedad entre el 1% y el 2%)

5.3. PREPARACIÓN DE MUESTRAS Y REALIZACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Recomiendan seguir los siguientes pasos:

1. Seguir la norma de ensayo estándar para CBR saturado y no saturado (ASTM D 1883), con excepción del tiempo de curado (curar como se indica en la siguiente sección).
2. Preparar y ensayar, al menos tres muestras de laboratorio, para cada combinación de tipo de suelo y dosificación de terrazyme a evaluar.
3. Estimar el volumen del suelo requerido para cada molde de CBR, para preparar las tres muestras de cada tipo de suelo y dosificación. Luego calcular la cantidad de suelo total requerida. Preparar tres muestras de suelo para ser humedecidas con agua, sin terrazyme, esto como especímenes de control.
4. Recomendamos basar la dosificación de terrazyme en el volumen y el tipo de suelo a ser evaluado de acuerdo con la siguiente figura:

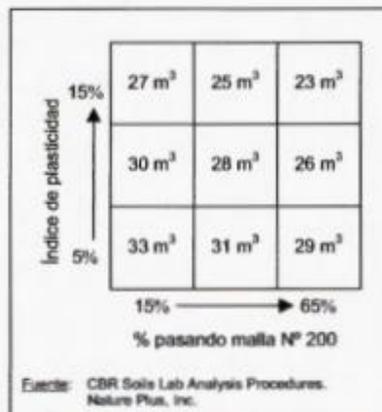


Figura 1. Metros cúbicos de suelo a ser tratados por litro de concentrado terrazyme

- Calcular el volumen de terrazyme necesario para cada tipo de suelo, basándose en el índice de plasticidad, granulometría y dosificación que recomiendan en la siguiente tabla (Tabla 2).

Tabla 2. Dosificación en laboratorio por kg de muestra.

		m ³ de suelo por litro de concentrado terrazyme							
		27	28	29	30	31	32	33	
Densidad del suelo (kg/m ³)	1400	2,65	2,55	2,46	2,38	2,30	2,23	2,16	0,01 ml de dilución en laboratorio por kg de muestra
	1500	2,47	2,38	2,30	2,22	2,15	2,08	2,02	
	1600	2,31	2,23	2,16	2,08	2,02	1,95	1,89	
	1700	2,18	2,10	2,03	1,96	1,90	1,84	1,78	
	1800	2,06	1,98	1,92	1,85	1,79	1,74	1,68	
	1900	1,95	1,88	1,81	1,75	1,70	1,64	1,69	

Fuente: CBR Soils Lab Analysis Procedures. Nature Plus, Inc.

- Medir la humedad del suelo y calcular el volumen de agua necesario para obtener una humedad del suelo entre un 1,0% y un 2,0% por debajo del contenido óptimo de humedad.
- Mezclar el volumen calculado de terrazyme con el volumen estimado de agua para cada muestra a ser tratada.
- Humedecer el suelo de cada muestra con el volumen preparado de la mezcla terrazyme / agua. Colocar y compactar el suelo en el molde. Si la compactación no va a ser realizada inmediatamente, la mezcla humedecida puede ser tapada, de manera que no sufra secado. Suelos de plasticidad alta o moderada deben ser cubiertos para prevenir la pérdida de humedad y deben dejarse descansar de 24 a 48 horas previo a ser compactadas.

5.3.1. CURADO EN EL LABORATORIO PARA SUELOS TRATADOS CON TERRAZYME

Recomiendan seguir los siguientes pasos para lograr obtener los beneficios de la estabilización de suelos con terrazyme:

- Hay que modificar el procedimiento estándar de CBR cuando se ensayan muestras estabilizadas con terrazyme, como se especifica a continuación. La modificación se debe a que se requiere de un período

adecuado de curado para que se desarrollen los beneficios de la estabilización después de haber aplicado el terrazyme.

- a. Las mezclas compactadas deben ser colocadas dentro de una bolsa plástica que permanezca sellada al menos durante las dos primeras semanas del período de curado de 30 días. Un corte de 2 cm a 3 cm puede realizarse en la bolsa después de las dos semanas de curado para permitir una pérdida gradual de humedad durante los días finales del período de curado.
- b. Las muestras deben retener humedad durante el período de curado, razón por la cual las muestras se colocan en bolsas selladas. Un secado rápido de las muestras compactadas no representa las condiciones reales de campo, además de que se pierde la humedad necesaria para que la acción de la enzima continúe.
- c. Para CBR no saturado, las muestras compactadas deben ser removidas de las bolsas después del período de 30 días de curado y permitir que los niveles de humedad alcancen las condiciones prevalecientes de humedad del medio.
- d. Para el CBR saturado, las muestras compactadas y curadas por 30 días deben ser sumergidas en un baño después del curado.

5.4. ENSAYOS ADICIONALES A SER CONSIDERADOS

Adicionalmente se sugiere que después de realizar el ensayo de CBR, el suelo estabilizado puede ser usado para determinar otras características, como lo son índice de plasticidad, permeabilidad y densidad, con el fin de valorar comparativamente con el suelo original el efecto del estabilizador sobre estas propiedades.

6. CONSTRUCCIÓN Y ESTABILIZACIÓN DE CAMINOS CON TERRAZYME

Algunas de las recomendaciones que señalan para la etapa constructiva son las siguientes:

1. Preparación de la superficie de la carretera.
 - a. Identificar la longitud del proyecto en la cual se va a trabajar durante el día. Escarificar la superficie de la vía al espesor designado (generalmente 15 – 20 cm) para desintegrar el material, usando el equipo adecuado.
 - b. Si se requiere, se puede distribuir grava o arcilla uniformemente a una dosificación constante sobre la superficie de la vía y

reescarificar ligeramente ambos materiales (el suelo existente y el material que se adiciona) para homogenizar la mezcla.

- c. Mezclar y pulverizar el material suelto para homogenizarlo y lograr una distribución y penetración uniforme del estabilizante líquido. Pulverizar los cúmulos o materiales más gruesos. Remover las piedras superficiales de más de 7,5 cm.
2. Estimación de agua, longitud a estabilizar y volumen de terrazyme. Al respecto recomiendan:
 - d. Se debe estimar los requerimientos de agua del material, justo antes del tratamiento, para alcanzar el contenido óptimo de humedad y lograr la compactación máxima; esta cantidad de agua depende del contenido de agua del suelo.
 - e. Determinar la cantidad total de agua que se debe adicionar al tramo que se va a estabilizar, teniendo en cuenta la capacidad del tanque del distribuidor de agua.
 - f. Calcular el volumen del aditivo terrazyme requerido para la longitud de carretera a ser tratada. Mezclar este volumen de terrazyme con el agua del camión requerida para el tramo de carretera que se va a estabilizar.
 3. Distribución y mezclado de solución terrazyme con agua. Para esto recomiendan:
 - g. Distribuir toda la carga de terrazyme diluida en el tanque en el tramo de carretera que está siendo tratada, administrando la presión de flujo / bombeo de agua y la velocidad del vehículo para obtener una distribución uniforme de todo el volumen de terrazyme.
 - h. Mezclar para homogenizar el agua, el estabilizador en el material a estabilizar.
 - i. Verificar el contenido de humedad en varios puntos a lo largo del tramo y uniformizar la capa tratada con terrazyme, con las pendientes longitudinal y transversal requeridas antes de empezar la compactación.
 4. Para la compactación del material tratado con terrazyme recomiendan:
 - j. El material debe ser compactado a un 1% o 2% por debajo del contenido óptimo de humedad. Si está muy seco, agregar más agua y remezclar. Si está muy húmedo, puede ser remezclado para permitir un tiempo de secado. El material puede ser compactado en un rango de 24 horas.

- k. Compactar la capa tratada usando un compactador adecuado: para materiales finos usar un compactador de pata de catro y, para material grueso usar un rodillo de tambor liso. La compactación debe ser realizada de los bordes hacia el centro de la calle; todas las pasadas deben traslaparse 30% para evitar la formación de zonas débiles. La compactación final debe realizarse con un compactador de rodillo liso. Una vez terminado, revisar el porcentaje de compactación para confirmar que cumpla con la densidad requerida. Esto puede realizarse con varios instrumentos como el densímetro nuclear.
- l. La carretera tratada puede ser usada para tránsito liviano inmediatamente después de la compactación. Antes de permitir el tránsito de vehículos pesados, un corto período de curado (desarrollo de propiedades de la estabilización) se debe permitir para que el material tratado reduzca su contenido de humedad. El curado inicial puede tomar varias horas en temperaturas calientes y ambientes secos para suelos con alto contenido de arcillas. Condiciones climáticas adversas (climas muy lluviosos, bajas temperaturas) pueden incrementar el tiempo de curado inicial. Adicionalmente, hay que proteger la superficie con un sello superficial, si la carretera va a ser pavimentada.

7. OBSERVACIONES REALIZADAS EN CAMPO

Con el fin de observar el desempeño de suelos estabilizados con la enzima, se visitaron cuatro caminos, donde se ha aplicado la enzima terrazyme, ubicados en Heredia, estos son: Calle Precario, Calle Solar, Calle Cloaca y Calle Ancha Mercedes Norte (según nomenclatura suministrada por el municipio).

Estas calles fueron estabilizadas entre marzo y mayo del año 2004, y se realizaron visitas a dichos proyectos el 2 de noviembre y el 10 de noviembre del mismo año.

En las fotografías se muestran diferentes patrones de deterioro que experimentan las vías tratadas con esta enzima.



Figura 2. Calle Precario.
Deformaciones en la superficie.



Figura 3. Calle Precario.
Formación de canales (erosión).

Anexo 11. Normas y Criterios técnicos para establecer la estabilización de Sub rasante con aditivos químicos.

De acuerdo al manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos, sección suelos y pavimentos aprobada por R.D. N°10-2024-MTC/14, indica que:

3.3 Sub rasante del camino

La Sub rasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado. La sub rasante es el asiento directo de la estructura del pavimento y forma parte del prisma de la carretera que se construye entre el terreno natural allanado o explanado y la estructura del pavimento. La sub rasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado, de tal manera que no se vea afectada por la carga de diseño que proviene del tránsito. Su capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, constituyen las variables básicas para el diseño de la estructura del pavimento que se colocará encima. En la etapa constructiva, los últimos 0.30m de suelo debajo del nivel superior de la sub rasante, deberán ser compactados al 95% de la máxima densidad seca obtenida del ensayo Proctor modificado (MTC EM 115).

Así mismo se indica en el numeral 4.5.4 Sub rasante lo siguiente:

Se considerarán como materiales aptos para las capas de la sub rasante suelos con $CBR \geq 6\%$. En caso de ser menor (sub rasante pobre o sub rasante inadecuada), se procederá a la estabilización de suelos, para lo cual se analizarán alternativas de solución, de acuerdo a la naturaleza del suelo, como la estabilización mecánica, el reemplazo del suelo de cimentación, estabilización química de suelos, estabilización con geosintéticos, elevación de la rasante, cambiar el trazo vial, eligiéndose la más conveniente técnica y económicamente.

El nivel superior de la sub rasante debe quedar encima del nivel de la napa freática como mínimo:

01	Mínimo a 0.60 m	Sub rasante excelente – muy buena	$CBR \geq 20\%$
02	0.80 m	Sub rasante buena -regular	$20\% > CBR \geq 6\%$
03	1.00 m	Sub rasante pobre	$6\% > CBR \geq 3\%$
04	1.20 m	Sub rasante inadecuada	$CBR < 3\%$

Ilustración 1: elaboración propia fuente: Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos.

Se estabilizarán las zonas húmedas locales o áreas blandas o sub rasantes inadecuadas, cuya estabilización o mejoramiento será materia de un estudio geotécnico de estabilidad y de asentamientos donde el ingeniero responsable analizara según la naturaleza del suelo diversas alternativas como estabilización con cal o cemento, estabilización química de suelos, geosintéticos, pedraplenes, enrocados, capas de arena, reemplazo, et; definiendo y justificando en su informe técnico la solución adoptada el suelo alcanzara estabilidad volumétrica, adecuada resistencia, permeabilidad, compresibilidad y durabilidad.

En zonas sobre los 4,000 msnm, se evaluará la acción de las heladas en los suelos. En general, la acción de congelamiento está asociada con la profundidad de la napa freática y la susceptibilidad del suelo al congelamiento. Si la profundidad de la napa freática es mayor a la indicada anteriormente (1.20 m), la acción de congelamiento no llegará a la capa superior de la subrasante. En el caso de presentarse en la capa superior de la subrasante (últimos 0.60 m) suelos susceptibles al congelamiento, se reemplazará este suelo en el espesor comprometido o se levantará la rasante con un relleno granular adecuado, hasta el nivel necesario. Son suelos susceptibles al congelamiento, los suelos limosos. Igualmente, los suelos que contienen más del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm, con excepción de las arenas

finas uniformes que aunque contienen hasta el 10% de materiales de tamaño inferior a los 0.02mm, no son susceptibles al congelamiento. En general, son suelos no susceptibles los que contienen menos del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm.

DE ACUERDO AL CAPITULO IX ESTABILIZACIÓN DE SUELOS.

La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos; naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en los suelos de sub rasante inadecuado o pobre, en este caso son conocidas como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros productos diversos.

La estabilización de suelos consiste en dotar a los mismos, de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Las técnicas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera será el mecanismo de estabilización, es seguido de un proceso de compactación.

El manual ilustra diferentes metodologías de estabilización como: mejoramiento por sustitución de suelos de la sub rasante, estabilización mecánica de suelos, mejoramiento por combinación de suelos, suelos estabilizados con cal, cemento, escorias, emulsión asfáltica, estabilización química del suelo, estabilización con geosintéticos (geotextiles, geomallas u otros). Sin embargo, debe destacarse la significación que adquiere contar con ensayos de laboratorio, que demuestren la aptitud y tramos construidos que ratifiquen el buen estado. Además, se debe garantizar que tanto la construcción como la conservación vial, puedan emplearse de forma simple, económica y con el equipamiento disponible.

Para establecer un tipo de estabilización de suelos es necesario determinar el tipo de suelo existente. Los suelos que predominantemente se encuentran en este ámbito son: los limos, las arcillas, o las arenas limosas o arcillosas.

Por lo que a continuación se presentan la guía referencial para la selección del tipo de estabilizador, que satisface las restricciones y observaciones siendo para nuestro suelo.

Aceites sulfonados		Aplicable en suelos con partículas finas limosas o arcillosas, con LL bajo, arcillas y limos muy plásticos CMO ⁽²⁾ < 1.0% Abrasión < 50%		De acuerdo a Especificaciones del fabricante	
--------------------	--	---	--	--	--

Fuente: Estudios Especiales del MTC

Así mismo, el procedimiento para determinar el espesor de reemplazo en función al valor de soporte o resistencia del suelo, se aplicara solo en casos de subrasantes pobres, con suelos de plasticidad media, no expansivos y con valores de soporte entre $CBR \geq 3\%$ y $CBR < 6\%$

Cuadro 9.3
Espesores Recomendados para Estabilización por
Sustitución de Suelos

$3\% \leq \text{CBR} \leq 6\%$

Tráfico		Espesor de Reemplazo con Material CBR>10% (cm)
0	25 000	25.0
25 001	75 000	30.0
75 001	150 000	30.0
150 001	300 000	35.0

SEGÚN EL (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. MANUAL DE CARRETERAS: SUELOS, 2014) EXISTEN CIERTOS CRITERIOS PARA ESTABLECER SUELOS LOS CUALES SON:

Se considerarán como materiales aptos para las capas de la subrasante suelos con $\text{CBR} \geq 6\%$. En caso de ser menor (subrasante pobre o subrasante inadecuada), o se presenten zonas húmedas locales o áreas blandas, será materia de un Estudio Especial para la estabilización, mejoramiento o reemplazo, donde el Ingeniero Responsable analizará diversas alternativas de estabilización o de solución, como: Estabilización mecánica: Reemplazo del suelo de cimentación, Estabilización con productos o aditivos que mejoran las propiedades del suelo, Estabilización con geo sintéticos (geotextiles, geomallas u otros), Pedraplenes, Capas de arena, Elevar la rasante o cambiar el trazo vial sí las alternativas analizadas resultan ser demasiado costosas y complejas.

Para establecer un tipo de estabilización de suelos es necesario determinar el tipo de suelo existente. Los suelos que predominantemente se encuentran en este ámbito son: los limos, las arcillas, o las arenas limosas o arcillosas. Los factores que se considerarán al seleccionar el método más conveniente de estabilización son:

- a. Tipo de suelo a estabilizar
- b. Uso propuesto del suelo estabilizado
- c. Tipo de aditivo estabilizador de suelos
- d. Experiencia en el tipo de estabilización que se aplicará
- e. Disponibilidad del tipo de aditivo estabilizador
- f. Disponibilidad del equipo adecuado
- g. Costos comparativos.

Así mismo de conformidad a la SECCIÓN 301 C SUELO ESTABILIZADO CON PRODUCTOS QUÍMICOS, se tiene que los productos químicos son estabilizadores de diversa índole, resultantes de fabricación industrial de productos químicos u orgánicos, aplicables a capas de afirmado, mejoramiento de suelos u otras, teniendo en consideración la ubicación, clima y tipo de material predominante en las vías a emplearse.

El suelo por estabilizar con productos químicos, podrán ser material de afirmado o provenir, de la escarificación de la capa superficial existente o ser un suelo natural proveniente de:

- Excavaciones o zonas de préstamo.
- Agregados locales.
- Mezclas de ellos.

Cualquiera que sea el material a emplear, deberá estar libre de materia orgánica u otra sustancia que pueda perjudicar la elaboración y fraguado del concreto. Deberá, además, cumplir los siguientes requisitos generales:

a. Granulometría (Agregados)

La granulometría del material a estabilizar puede corresponder a los siguientes tipos de suelos A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7.

Además, el tamaño máximo no podrá ser mayor de 5 cm (2") o 1/3 del espesor de la capa compactada.

b. Plasticidad

La fracción inferior del tamiz de 425 um (N.º 40) deberá presentar un Límite Líquido inferior a 40 y un Índice Plástico cuando menos de 6 pero no superior a 12%, determinados según normas de ensayo MTC E 110 y MTC E 111

c. Composición Química

La proporción de sulfatos del suelo, expresada como SO₄ = no podrá exceder de 0,2% en peso.

d. Abrasión

Si los materiales a estabilizar van a conformar capas estructurales, los agregados gruesos deben tener un desgaste a la abrasión (Máquina de Los Ángeles) MTC E 207 no mayor a 50%.

e. Solidez

Si los materiales a estabilizar van a conformar capas estructurales y el material se encuentra a una altitud ≥ 3.000 m.s.n.m, los agregados gruesos no deben presentar pérdidas en sulfato de magnesio superiores al 18% y en materiales finos superiores al 15%.

Así como la NORMA CE.020 SUELOS Y TALUDES MENCIONA QUE la ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE MÉTODOS QUÍMICOS Se aplican en la estabilización de suelos, en casos que:

- No cumpla con los requisitos mínimos de resistencia o deformación para sustentar obras de ingeniería civil.
- No pueda ser empleado en condiciones naturales.
- No pueda ser eliminado o reemplazado por otro.

Para aplicar métodos químicos, el Profesional Responsable deberá sustentar previamente mediante un estudio técnico, que el suelo alcanzará estabilidad volumétrica, adecuada resistencia, permeabilidad, compresibilidad y durabilidad. Tanto la técnica, como los insumos empleados, no deben generar riesgo para el hombre, otros seres vivos y el ambiente, o por lo que debe desarrollarse un EIA. **Los productos deberán estar fabricados a base de enzimas o compuestos multi enzimáticos que trabajen en forma eficiente para el beneficio del medio ambiente según el Trabajo Técnico del Banco Mundial N°140 "Libro de Consulta para la Evaluación Ambiental" y sólo requerirán de agua para su dilución y aplicación.**

ASI MISMO SE COLIGE LA NORMATIVIDAD INTERNACIONAL DENOMINADA CÓDIGO DE NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBRAS DE PAVIMENTACIÓN DEL MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO DEL GOBIERNO REGIONAL DE CHILE, LO SIGUIENTE:

ART. 2.9 ESTABILIZACION DE SUELOS QUE CONFORMAN LA SUBRASANTE

En este artículo se entregan los antecedentes generales que permiten emplear aditivos estabilizadores de suelos para la preparación de la subrasante. Cualquiera sea el material a usar como aditivo estabilizador,

deberá demostrar su eficiencia en el cumplimiento de las exigencias indicadas en las especificaciones técnicas del proyecto y en los ensayos de calidad que se realicen.

2.9.1 GENERALIDADES

En muchas ocasiones los suelos existentes en obra, o los disponibles localmente, no cumplen los requisitos de calidad establecidos para las capas de subrasante, subbase o base. Lo anterior conlleva al desarrollo de un proceso de reemplazo o de mejoramiento de dichos suelos, de manera que estos alcancen los requisitos establecidos. Tal proceso recibe el nombre de estabilización de suelos y consiste principalmente en mejorar un suelo, estabilizando su fase sólida o esqueleto resistente, obteniéndose de esta manera, el aumento de su capacidad de soporte y la disminución de las deformaciones inducidas por sollicitaciones externas.

La estabilización de suelos toma relevancia cuando los suelos del lugar o los disponibles localmente no cumplen con los requisitos establecidos en el proyecto, generando dificultades en la construcción, como puede ser el procesamiento o el transporte de materiales desde largas distancias. Es por lo anterior, que la estabilización de suelos permite el uso de materiales del lugar y puede ser aplicada tanto al reciclado de materiales como a construcciones nuevas.

Dentro de las técnicas de estabilización de un suelo se incluyen una serie de procesos anexados que hacen factible el aumento de sus capacidades. Es así como se pueden destacar: compactación, drenaje y protección contra erosión e infiltración de humedad. Sin embargo, la estabilización se ha restringido principalmente a la modificación en sí, del propio material, la cual se puede realizar a través de cementantes, impermeabilizantes, soluciones asfálticas, fillers (rellenos de poros) o por cambios en la graduación del suelo tratado.

La utilización de técnicas de estabilización permite la reutilización de suelos inicialmente no aptos, que luego de su estabilización cumplan las especificaciones exigidas. Es por ello que se disminuye el impacto al medioambiente, debido a la menor necesidad de la explotación de recursos de empréstitos y de necesidades de transporte extensivo, lo que se traduce en una menor alteración del entorno a una obra vial.

2.9.2 BENEFICIOS DE LA ESTABILIZACIÓN

Las técnicas de estabilización permiten mejorar en forma total o parcial las propiedades de un suelo, por medio de un conjunto de tratamientos y técnicas implementadas en la ejecución de la vía. Sin embargo, una estabilización podría verse afectada por una gran variedad de suelos y composiciones diferentes, haciendo que cada método sea aplicable a un número limitado de ellos. En cualquier caso, es recomendable que el procedimiento a aplicar sea económico y compatible con el suelo a tratar.

Toda estabilización de suelos, al mejorar sus propiedades, permite obtener los siguientes beneficios o ventajas:

- Mejoramiento de materiales marginales, es decir, materiales que no son utilizados por sus bajas propiedades de resistencia y cohesión.
- Mejoramiento de la resistencia del suelo.
- Aumento de la durabilidad.
- Control de las deformaciones volumétricas del suelo.
- Reducción de los requerimientos de espesor de los pavimentos.
- Aumento de la impermeabilidad del suelo.
- Reducción del polvo.

La optimización de materiales trae como consecuencia un menor impacto ambiental.

2.9.3 TIPOS DE AGENTES ESTABILIZADORES

Hoy en día, en el mundo se utilizan una variada gama de agentes estabilizadores. Estos incluyen compuestos químicos tales como: cloruro de calcio, polímeros y productos derivados del petróleo (aceites

sulfonados) y agentes ligantes más convencionales, como cemento, cal y asfalto. Todos ellos apuntan a alcanzar el mismo objetivo: ligar las partículas individuales de agregado para incrementar la resistencia y/o hacer el material más resistente al agua. Algunos son más efectivos, otros tienen claras ventajas de costo, pero todos tienen un lugar en el mercado.

Debido a la gran variedad y la constante innovación en el campo de productos estabilizantes, cuando se decida qué agente estabilizador se empleará, hay que tener presente las siguientes variables, en el orden de importancia que se dan a conocer:

Precio: El costo unitario de estabilizar (normalmente expresado en términos de costo por metro cuadrado de superficie completada).

Disponibilidad de Agentes Estabilizadores Específicos: Puede que no estén disponibles en algunos lugares (regiones y sectores remotos).

Características del Material: Algunos agentes estabilizadores son más efectivos que otros en ciertos tipos de materiales. Por ejemplo, la cal debiera ser preferida por sobre el cemento para suelos de alta plasticidad ($IP > 10$).

Los agentes estabilizadores como el cemento y, en un grado menor, los derivados del asfalto, han sido ampliamente estudiados. Estos son usados extensamente y los métodos estándar de ensayos están disponibles para determinar diseños óptimos de mezclas y requerimientos de garantía de calidad. Además, tanto el cemento como el asfalto tienen una gran utilización en la industria de la construcción y están generalmente disponibles. Lo anterior conlleva a que estos agentes alcancen una gran popularidad dentro del campo de los estabilizadores.

Los materiales granulares, no estabilizados en pavimentos flexibles, exhiben un comportamiento dependiente del nivel de tensiones. Esto significa que, cuando se confinan en una capa de pavimento, la rigidez efectiva aumenta o disminuye con el incremento del estado de carga. Cuando los materiales son repetidamente cargados a niveles de tensiones que superan su resistencia última, se presentan deformaciones de corte (cizalle) que se traducen en ahuellamiento. Al añadir un agente estabilizador, se ligan las partículas del material, cambiando el comportamiento bajo carga, a tal nivel que una capa de material estabilizado se comporta de forma similar a una losa con distintos patrones de tensiones.

Los agentes estabilizadores cementicios aportan rigidez, mientras que los agentes asfálticos tienden a producir un material relativamente flexible. El material cementicio es propenso a la retracción, que se manifiesta en un agrietamiento en bloque de la capa cuando se somete a cargas repetidas, mientras que los materiales ligados con asfalto tienden a ser más blandos, con mejores propiedades elásticas, tendiendo a deformarse bajo carga. Sin embargo, en la fibra inferior de las capas de material ligado se generan tensiones de tracción cuando el pavimento se deforma bajo carga. Las cargas cíclicas causan que el material sufra una falla por fatiga (o agrietamiento de abajo hacia arriba) y el tipo de agente ligante es uno de los determinantes más importantes en el número de repeticiones que una capa puede soportar, antes de que se desarrolle el agrietamiento.

2.9.3.1 AGENTES ESTABILIZADORES CEMENTANTES

La cal, el cemento y mezclas de estos productos con cenizas volantes, escoria de alto horno y otros materiales puzolánicos, son los agentes estabilizadores más utilizados. La función primaria de estos agentes es aumentar la capacidad de soporte.

La cal es el agente estabilizador más adecuado para materiales más plásticos. La cal liberada durante el proceso de hidratación reacciona con las partículas arcillosas en los suelos plásticos, reduciendo esa característica. El uso reactivo de mezclas de suelo con cemento puede, sin embargo, estar limitado al tratamiento de materiales con índice de plasticidad menor que 12 ($IP < 12$).

La resistencia adquirida está determinada por la cantidad del agente estabilizador agregado y el tipo de material que se está tratando. En algunas ocasiones, y en especial para algunos materiales, el agregar más cemento para aumentar la resistencia puede ser perjudicial para el desempeño de la capa.

El material tratado con un agente estabilizador cementado tiende a ser relativamente frágil, luego el aumentar la resistencia hace que el material sea aún más frágil, con la consecuente reducción en la flexibilidad de la capa estabilizada. Esto lleva inevitablemente a una proliferación de las grietas ante cargas repetitivas de tráfico (especialmente cargas pesadas), reduciendo así el desempeño estructural. Es por ello que es muy importante que los criterios de desempeño de la capa estabilizada sean objetivos y que se realice un diseño adecuado, basado en muestras representativas para determinar la tasa correcta de aplicación.

2.9.3.2 AGENTES ESTABILIZADORES ASFÁLTICOS

Debido a los grandes avances tecnológicos, el uso del asfalto como agente estabilizador ha incrementado enormemente su aplicación, principalmente aplicado en forma de emulsión o en forma de espuma de cemento asfáltico (asfalto espumado).

Estabilizar con asfalto es una manera efectiva, desde el punto de vista de los costos, de mejoramiento de resistencia de un material y, al mismo tiempo, de reducción de los efectos perjudiciales del agua.

Este tipo de estabilización es más flexible que aquella en que el material es tratado con un agente cementante.

El material estabilizado con asfalto, con menos de 1,5% en peso de cemento asfáltico, no sufre del fenómeno de agrietamiento por retracción y puede ser abierto al tránsito inmediatamente debido a su resistencia inicial, lo cual previene la pérdida de áridos superficial o desgaste bajo la acción del tráfico. Sin embargo, mientras el material adquiere resistencia y se produce el proceso de curado, es recomendable que los vehículos pesados (incluyendo a los compactadores) no se estacionen en la capa terminada.

Para la utilización de una emulsión asfáltica en un proceso de estabilización aplicado sobre materiales granulares, las probetas de muestra son fabricadas usando una compactación tipo Proctor y todos los procedimientos de mezclas emplean las propiedades de resistencia para determinar el nivel de aplicación requerido. Siendo esencialmente un material granular mejorado, las capas de pavimentos construidas de material estabilizado con asfalto poseen espesores mayores a 100 mm.

Estabilizar con un agente asfáltico crea un material estabilizado que no tiene la apariencia de un pavimento de asfalto. Típicamente, una base de asfalto de graduación continua presenta un contenido de vacíos entre un 3 y un 6%, y cada partícula es cubierta con una capa de asfalto delgada, actuando como un "adhesivo de contacto". El material estabilizado con asfalto, está caracterizado por la dispersión de asfalto, principalmente entre las partículas finas. Por lo tanto, se conforma un material granular con una matriz rica en asfalto. El contenido real de vacíos de este material, después de compactado, es rara vez menor que 10% y la resistencia bajo carga tiende a ser tomada en parte por la fracción granular, que es capaz de resistir tensiones de compresión/aplastamiento o "crushing", debido a la fricción inter-partícula y en parte por la matriz fina estabilizada, la cual presenta un comportamiento viscoelástico, capaz de resistir tensiones de tracción repetidas. Es por esto que se considera un material híbrido.

Ciertos materiales marginales tratados con un agente estabilizador no conservan en forma satisfactoria sus propiedades resistentes (por ejemplo, pierden resistencia al sumergirlos en agua). Esto puede ser enfrentado con la adición de un filler activo, como cal hidratada o cemento. En pequeñas cantidades el filler activo (0,5 a 1,5% en masa) puede producir un aumento significativo de la resistencia retenida sin afectar las propiedades de fatiga de la capa.

2.9.3.3 AGENTES ESTABILIZADORES QUÍMICOS

Pese a la gran variedad de productos químicos que existen en el mercado, tales como cloruro de sodio, cloruro de magnesio (bischofita) y otros, su utilización en obras viales es muy reducida comparada con el uso del asfalto, cal y cemento (estabilizadores tradicionales). Esto se produce principalmente porque los beneficios y ventajas económicas de la mayoría de estos productos no han sido verificados en extenso mediante investigaciones de laboratorio y pruebas en terreno. Además, en general, la durabilidad de estos productos es de corto y mediano plazo; en ningún caso su ciclo de vida es superior al de los estabilizadores tradicionales.

En vías de ripio y tierra, la gran mayoría de los compuestos químicos son utilizados principalmente para suprimir el polvo, reducir la formación de deterioros superficiales (baches, calamina, otros) y para mejorar la interacción del agua con el suelo. Pero a diferencia de los estabilizadores tradicionales, esto es consecuencia del pegado de las partículas finas del suelo o de la reducción de la permeabilidad o capacidad de absorción de agua del suelo estabilizado.

Hay que destacar que algunos compuestos químicos también producen cementación del suelo, pero en menor grado que el efecto producido por el cemento o la cal. Es recomendable que el proveedor del estabilizador químico asegure y certifique que su producto no daña el medioambiente. La certificación estará a cargo de un organismo internacional reconocido o por la autoridad sanitaria competente.

2.9.5 SELECCIÓN DE ESTABILIZADORES

La selección de los estabilizadores depende fundamentalmente del propósito que tenga su aplicación, distinguiéndose entonces, si los requerimientos son de tipo estructural o simplemente su empleo es para eliminación de polvo en la vía.

Las características del suelo que se va a estabilizar se orientan en la selección del estabilizador, por lo cual se requiere un mínimo de ensayos para determinar qué estabilizador se empleará. Entre los parámetros que se pueden considerar para su caracterización, se destacan: clasificación del suelo, granulometría, propiedades índices y, para cuantificar la mejora estructural de la estabilización, es conveniente disponer de un ensayo de CBR.

Una de las metodologías de selección usual del agente estabilizador se basa en la relación entre el porcentaje de material que pasa por la malla N° 200 y el índice de plasticidad, como se muestra en la siguiente ilustración

SELECCIÓN DE ESTABILIZANTES SEGÚN % QUE PASA POR MALLA N° 200 Y EL ÍNDICE DE PLASTICIDAD (*)

Índice de Plasticidad	MAYOR QUE 25% PASANDO POR TAMIZ N°200			MENOR QUE 25% PASANDO POR TAMIZ N°200		
	IP ≤ 10	10 ≤ IP ≤ 20	IP ≥ 20	IP ≤ 6 (IP x % pasando en N°200 ≤ 60)	IP ≤ 10	IP ≥ 10
Agente Estabilizador						
Emulsión Asfáltica	Normalmente apropiado	Normalmente apropiado	Normalmente no apropiado	Normalmente apropiado	Normalmente apropiado	Normalmente apropiado
Asfalto Espumado	Normalmente apropiado	Normalmente apropiado	Normalmente apropiado	Normalmente apropiado	Normalmente apropiado	Normalmente apropiado
Cemento	Normalmente apropiado	Normalmente apropiado	Normalmente no apropiado	Normalmente apropiado	Normalmente apropiado	Normalmente apropiado
Cal	Normalmente no apropiado	Normalmente apropiado	Normalmente apropiado	Normalmente no apropiado	Normalmente apropiado	Normalmente apropiado
Químico	Normalmente no apropiado	Normalmente apropiado	Normalmente apropiado	Normalmente no apropiado	Normalmente apropiado	Normalmente apropiado
Mecánica	Normalmente apropiado	Normalmente no apropiado	Normalmente no apropiado	Normalmente apropiado	Normalmente apropiado	Normalmente apropiado

■ Normalmente no apropiado
 ■ Cuestionable
 ■ Normalmente apropiado

(*) Es una adaptación extraída de documento Estabilización de Suelos G. Hicks 2002

En la tabla se puede seleccionar el estabilizador de acuerdo a objetivo y tipo de suelo.

El proceso de estabilización con asfalto se logra cuando este último se localiza en torno a las partículas, mejorando de esta forma la cohesión e impermeabilización del suelo.

2.9.5 SELECCIÓN DE ESTABILIZADORES

La selección de los estabilizadores depende fundamentalmente del propósito que tenga su aplicación, distinguiéndose entonces, si los requerimientos son de tipo estructural o simplemente su empleo es para eliminación de polvo en la vía.

Las características del suelo que se va a estabilizar orientan en la selección del estabilizador, por lo cual se requiere un mínimo de ensayos para determinar qué estabilizador se empleará. Entre los parámetros que se pueden considerar para su caracterización, se destacan: clasificación del suelo, granulometría,

propiedades índices y, para cuantificar la mejora estructural de la estabilización, es conveniente disponer de un ensayo de CBR.

Una de las metodologías de selección usual del agente estabilizador se basa en la relación entre el porcentaje de material que pasa por la malla N° 200 y el índice de plasticidad, como se muestra en la tabla SELECCIÓN DE ESTABILIZANTES SEGÚN % QUE PASA POR MALLA N° 200 Y EL ÍNDICE DE PLASTICIDAD.

MÉTODOS DE ESTABILIZACIÓN (**)		
OBJETIVO	TIPO DE SUELO	MÉTODO DE ESTABILIZACIÓN RECOMENDADO
1. Estabilización subrasante		
1.1 Mejora de distribución de cargas y esfuerzos.	Granular grueso Granular fino Arcillas de bajo IP Arcillas de alto IP	SA, SC, MB SA, SC, MB SC, CS SL
1.2 Reduce la susceptibilidad a helada.	Granular fino Arcillas de bajo IP	SA, SC, LF SC, SL
1.3 Impermeabilizar y mejorar la escorrentía.	Arcillas de bajo IP	SA, SL
1.4 Control de contracción e hinchamiento	Arcillas de bajo IP Arcillas de alto IP Arcillas de alto IP	SC, SL SL SL
1.5 Reduce elasticidad	Limos y arcillas elásticas	SC
2. Estabilización base gruesa		
2.1 Mejora de materiales de baja calidad	Granular fino Arcillas de bajo IP	SC, SA, LF, MB SC, SL
2.2 Mejora de la distribución de cargas y esfuerzos	Granular grueso Granular fino	SA, SC, MB, LF SC, SA, LF, MB
2.3. Reducción del bombeo	Granular fino	SC, SA, LF, MB
3. Aceras		
3.1 Mejorar la resistencia de carga	Todos los suelos	SA, SC, MB SA, SC, MB SC, SL SL
3.2 Mejorar la durabilidad	Todos los suelos	SA, SC, MB SA, SC, MB SL, LMS
3.3 Impermeabilización y es correntía	Suelos plásticos	CMS, SL
3.4 Control de contracción e hinchamiento	Suelos plásticos	SC
4. Atenuar el polvo		
	Granular fino Suelos plásticos	CL, SA CL, SL
5. Recubrimiento de zanjas		
	Granular fino Suelos plásticos	CS, SA CS
6. Rehabilitación y reconstrucción		
	Suelo granular	SC, SA, LF, MB
Sembología		
CL: Cloruros CS: Solidificante químico LF: Cenizas - cal MB: Mezcla mecánica		SA: Suelo asfalto SC: Suelo cemento SL: Suelo cal

(**) Es una adaptación de tabla de documento de US Army Corps Soil Stabilizations

En Tabla métodos de estabilización se puede seleccionar el estabilizador de acuerdo a objetivo y tipo de suelo. El proceso de estabilización con asfalto se logra cuando este último se localiza en torno a las partículas, mejorando de esta forma la cohesión e impermeabilización del suelo.

Anexo 10. Panel Fotográfico.



Ilustración 5; En la imagen adjunta, se muestra la extracción de muestra en la trocha carrozable – Lara Lique



Ilustración 4; En la imagen adjunta se evidencia, la extracción de muestra para los ensayos de laboratorio.





Ilustración 6; en la imagen adjunta se muestra todo el material que se trajo al laboratorio para los ensayos correspondientes.



Ilustración 6; En la imagen adjunta, se evidencia el lavado de muestra, para el análisis granulométrico.



Ilustración 7; En la imagen mostrada se evidencia el secado muestra en el horno.



Ilustración 8; En la imagen mostrada se evidencia la inmersión del espécimen, por un periodo de 4 días, de acuerdo a las especificaciones de la ASTM



Ilustración 9; En la imagen adjunta, se muestra el pesaje, para el ensayo de Proctor modificado con la incorporación de Conait.



Ilustración 10; El ensayo de Proctor modificado.

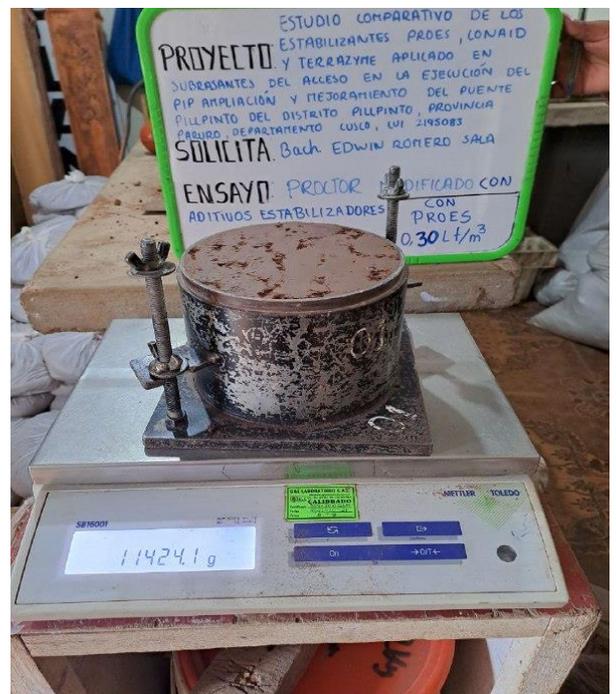


Ilustración 11; El ensayo de Proctor modificado.



Ilustración 12; El ensayo de Proctor modificado.



Ilustración 13; El ensayo de CBR.

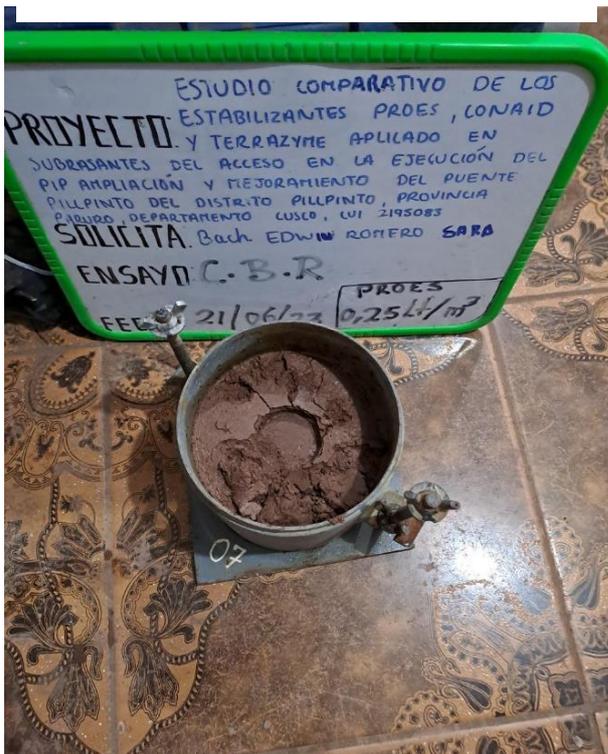


Ilustración 14; El ensayo de CBR.



Ilustración 15; El ensayo de CBR.