

ANEXO 01:

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable independiente: Vidrio soluble	Dosificación	1 % VS 3 % VS 5 % VS	Nivel de investigación Explicativo Diseño de investigación Experimental Tipo de investigación Aplicada Enfoque de investigación Cuantitativo Población La población de estudio está conforma por la vía Juliaca – Canchi Grande en la región Puno. Muestra La muestra está representada por 2 calicatas de donde se obtendrán las muestras para los ensayos físicos y mecánicos. Se ensayarán 48 muestras. Técnicas y métodos Recopilación de la Información Preliminar, Fichas de recolección de datos. Instrumentos Ensayo de límites de atterberg: Máquina de Casa Grande, acanalador, balanza Ensayo de CBR: Prensa de carga, Moldes cilíndricos de metal, Disco espaciador metálico, martillos de compactación, horno y otros. Ensayo de compresión no confinada: Aparato de compresión, deformímetro, instrumentos de medición, cronómetro, balanza y otros.
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas				
<p>¿Cuál es la influencia del vidrio soluble en suelos blandos y cohesivos para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de la vía Juliaca – Canchi Grande?</p> <p>¿Cuáles son los valores estándar de las propiedades físicas y mecánicas del material de subrasante blando y cohesivo de la vía Juliaca – Canchi Grande?</p> <p>¿Cuál es la influencia del vidrio soluble en diferentes porcentajes en las propiedades físicas y mecánicas del material de subrasante blando y cohesivo de la vía Juliaca – Canchi Grande?</p> <p>¿Cuál es el porcentaje óptimo de incorporación de vidrio soluble para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del material de subrasante blando y cohesivo de la vía Juliaca – Canchi Grande?</p>	<p>Evaluar la influencia del vidrio soluble en suelos blandos y cohesivos para el mejoramiento las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de la vía Juliaca – Canchi Grande, 2022.</p> <p>Determinar las propiedades físicas y mecánicas en estado natural del material de subrasante blando y cohesivo de la vía Juliaca – Canchi Grande.</p> <p>Determinar las propiedades físicas y mecánicas con la incorporación de vidrio soluble del material de subrasante blando y cohesivo de la vía Juliaca – Canchi Grande.</p> <p>- Establecer el óptimo porcentaje de incorporación de vidrio soluble para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del material de subrasante blanda y cohesiva de la vía Juliaca – Canchi Grande.</p>	<p>La incorporación del vidrio soluble en suelos blandos y cohesivos tiene un efecto significativo mejorando las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de la vía Juliaca – Canchi Grande.</p> <p>Las propiedades físicas y mecánicas del material de subrasante blando y cohesivo de la vía Juliaca – Canchi Grande, no cumple con la normativa MTC 2014.</p> <p>El vidrio soluble en diferentes porcentajes influye disminuyendo el índice de plasticidad e incrementando el grado de compactación, la capacidad de soporte, y la resistencia al corte del material de subrasante blando y cohesivo de la vía Juliaca – Canchi Grande.</p> <p>El vidrio soluble a cierto porcentaje es óptimo en cuanto al mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del material de subrasante blando y cohesivo de la vía Juliaca – Canchi Grande</p>	Propiedades de la Subrasante	Propiedades mecánicas	Límites de consistencia (%) Proctor modificado (Óptimo contenido de humedad (%)) Densidad máxima seca (kg/cm3)) CBR (%) Compresión simple (kg/cm2)	

ANEXO 02:

Constancia de uso de laboratorio



N° 018-2024-LMSM-EPIC-FICA/UNAP.

CONSTANCIA DE USO DE EQUIPOS DE LABORATORIO

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

Hace constar:

Que el tesista, **Bach. BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA**, hizo uso de los equipos del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales - FICA, para realizar los ensayos requeridos para su proyecto de Tesis: **"INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA - CANCHI GRANDE"**, Conducente a la obtención del Título profesional de Ingeniero Civil.

Los ensayos que realizaron son los siguientes:

ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS

ÍTEM	ENSAYOS	NORMA	CANTIDAD	U.M.
01	Análisis Granulométrico por Lavado.	ASTM D-6913	02	Und.
02	Límites de consistencia -Limite Liquido. -Limite Plástico.	ASTM D-4318	10	Und.
03	Proctor Modificado.	ASTM D-1557	10	Und.
04	Ensayo C.B.R.	ASTM D-1883	10	Und.
05	Pruebas de Compresión no Confinada	ASTM D-854	20	Und.

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

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

Puno, C. U. 06 de julio del 2024.



C.c.
Arch./LMSyM.
Adj solicitud (34 folios)

ANEXO 03:

Análisis granulométrico muestra C-1 y C-2



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-1

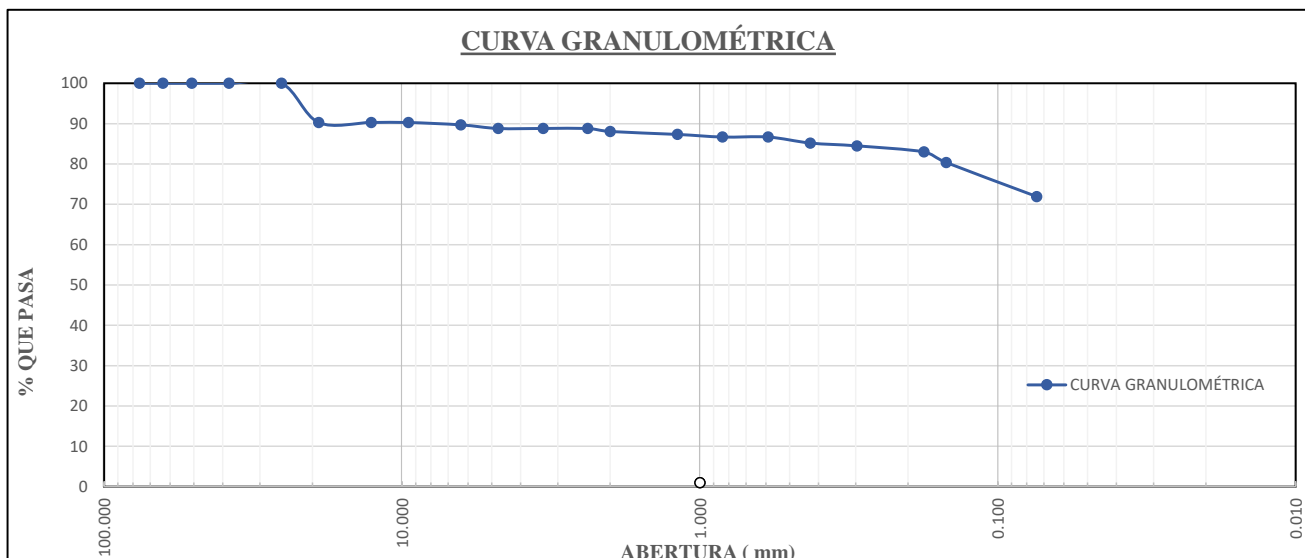
PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 19/07/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

Nº DE MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200		0	0	100	Peso inicial = 202.08 gr
2 1/2"	63.500		0.00	0.00	100.00	
2"	50.800		0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100		0.00	0.00	100.00	
1"	25.400		0.00	0.00	100.00	LÍMITES DE CONSISTENCIA
3/4"	19.050	19.64	9.72	9.72	90.28	L.L.= 69.54% L.P.= 33.28% I.P.= 36.27%
1/2"	12.700		0.00	9.72	90.28	
3/8"	9.525		0.00	9.72	90.28	
1/4"	6.350	1.19	0.59	10.31	89.69	
Nº 4	4.760	1.81	0.90	11.20	88.80	CLASIFICACIÓN DE SUELO
Nº 6	3.360		0.00	11.20	88.80	
Nº 8	2.380		0.00	11.20	88.80	AASHTO: A-7-6 SUCS: CH %GRAVA: 11.95 %ARENA: 16.14 % PASA Nº 200: 71.92
Nº 10	2.000	1.5	0.74	11.95	88.05	
Nº 16	1.190	1.47	0.73	12.67	87.33	
Nº 20	0.840	1.32	0.65	13.33	86.67	
Nº 30	0.590		0.00	13.33	86.67	
Nº 40	0.426	3	1.48	14.81	85.19	
Nº 60	0.297	1.42	0.70	15.51	84.49	OBSERVACIONES
Nº 80	0.177	3.03	1.50	17.01	82.99	
Nº 100	0.149	5.3	2.62	19.64	80.36	Suelo de partículas finas, con clasificación CH (Arcilla de alta plasticidad)
Nº 200	0.074	17.07	8.45	28.08	71.92	
BASE		145.33	71.92	100.00	0.00	
TOTAL		202.08	100			





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-2

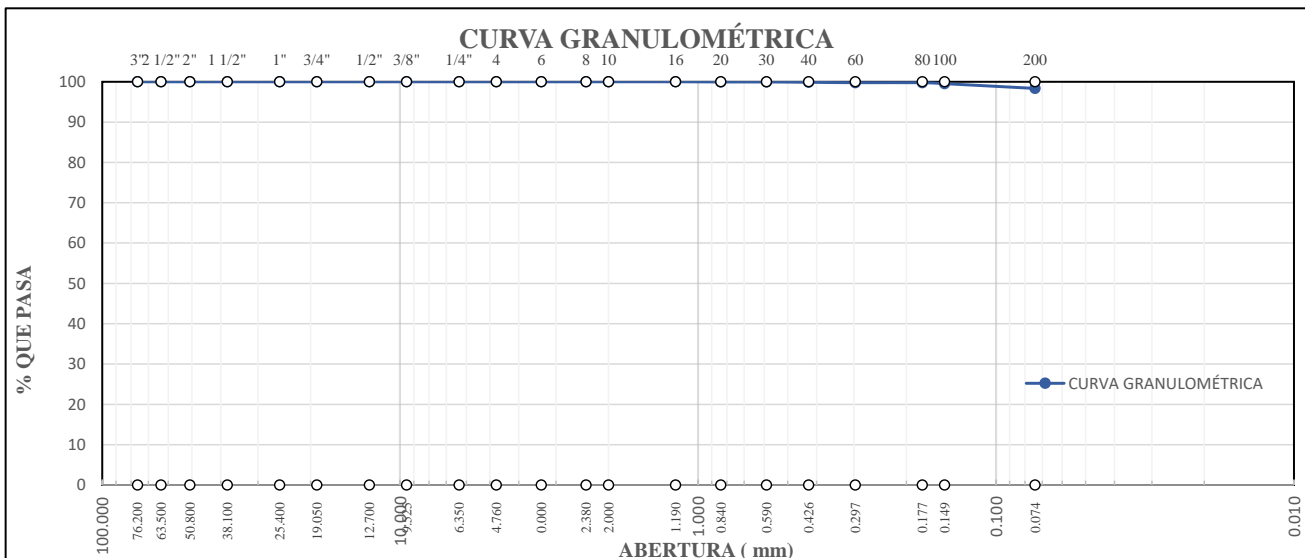
PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 19/07/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

Nº DE MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200		0	0	100	Peso inicial = 212.51 gr
2 1/2"	63.500		0.00	0.00	100.00	
2"	50.800		0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100		0.00	0.00	100.00	
1"	25.400		0.00	0.00	100.00	LÍMITES DE CONSISTENCIA
3/4"	19.050		0.00	0.00	100.00	L.L.= 51.14% L.P.= 26.00% I.P.= 25.14%
1/2"	12.700		0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525		0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.350		0.00	0.00	100.00	
Nº 4	4.760		0.00	0.00	100.00	CLASIFICACIÓN DE SUELO
Nº 6	3.360		0.00	0.00	100.00	
Nº 8	2.380		0.00	0.00	100.00	AASHTO: A-7-6 SUCS: CH % GRAVA: 0.00% % ARENA: 1.65% % PASA Nº 200: 98.35%
Nº 10	2.000		0.00	0.00	100.00	
Nº 16	1.190		0.00	0.00	100.00	
Nº 20	0.840	0.1	0.05	0.05	99.95	
Nº 30	0.590		0.00	0.05	99.95	
Nº 40	0.426	0.17	0.08	0.13	99.87	
Nº 60	0.297	0.22	0.10	0.23	99.77	OBSERVACIONES
Nº 80	0.177		0.00	0.23	99.77	
Nº 100	0.149	0.5	0.24	0.47	99.53	Suelo de partículas finas, con clasificación CH (arcilla de alta plasticidad)
Nº 200	0.074	2.52	1.19	1.65	98.35	
BASE		209	98.35	100.00	0.00	
TOTAL		212.51	100			



ANEXO 04:

Límites de atterberg natural muestra C-1 y C-2



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-1 DOSIFICACIÓN 0%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 24/07/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)**

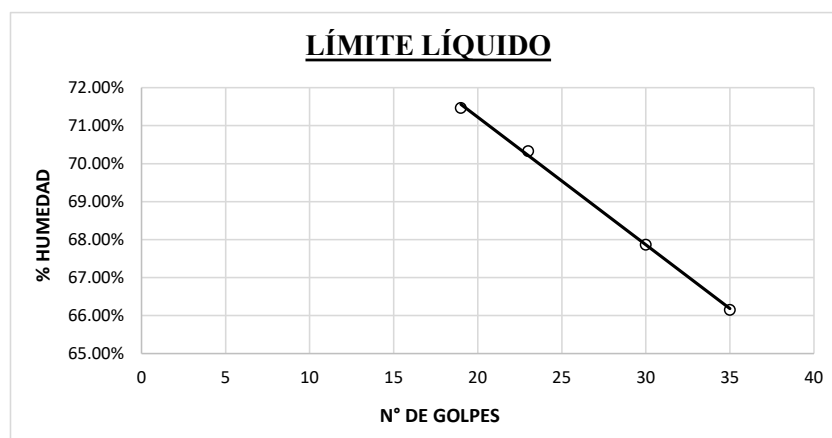
LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4
TARA	Nº	A-07	S-56	S-60	S-19
TARA + SUELO HÚMEDO	gr	42.55	40.96	48.75	42.95
TARA + SUELO SECO	gr	30.45	31.05	35.74	32.65
AGUA	gr	12.1	9.91	13.01	10.3
PESO DE LA TARA	gr	13.52	16.96	16.57	17.08
PESO DEL SUELO SECO	gr	16.93	14.09	19.17	15.57
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	71.47%	70.33%	67.87%	66.15%
NÚMERO DE GOLPES	Nº	19	23	30	35

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
TARA	Nº	S-57	S-16	JH-20
TARA + SUELO HÚMEDO	gr	25.04	24.89	23.42
TARA + SUELO SECO	gr	23.21	23.31	21.78
AGUA	gr	1.83	1.58	1.64
PESO DE LA TARA	gr	17.78	18.4	16.95
PESO DEL SUELO SECO	gr	5.43	4.91	4.83
LÍMITE PLÁSTICO	%	33.70%	32.18%	33.95%

LÍMITE LÍQUIDO = 69.54%
LÍMITE PLÁSTICO = 33.28%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 36.27%





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-2 **DOSIFICACIÓN:** 0% V.S.

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 24/07/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)**

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4
TARA	N°	S-32	B-07	A-08	S-08
TARA + SUELO HÚMEDO	gr	39.95	29.68	33.03	29.78
TARA + SUELO SECO	gr	32.92	24.32	26.35	24.49
AGUA	gr	7.03	5.36	6.68	5.29
PESO DE LA TARA	gr	20.04	13.99	13.15	13.83
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.88	10.33	13.2	10.66
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	54.58%	51.89%	50.61%	49.62%
NÚMERO DE GOLPES	N°	15	21	26	31

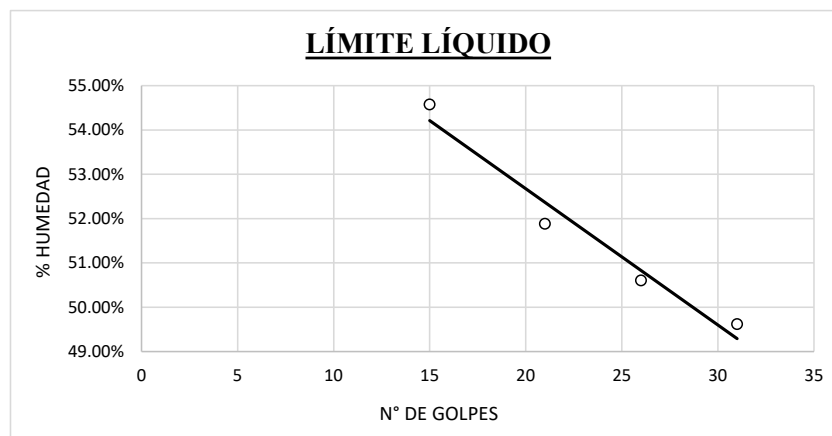
LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
TARA	N°	S-49	T-06	ES-2
TARA + SUELO HÚMEDO	gr	27.36	31.39	25.02
TARA + SUELO SECO	gr	25.69	29.71	23.38
AGUA	gr	1.67	1.68	1.64
PESO DE LA TARA	gr	19.48	23.01	17.08
PESO DEL SUELO SECO	gr	6.21	6.7	6.3
LÍMITE PLÁSTICO	%	26.89%	25.07%	26.03%

LÍMITE LÍQUIDO = 51.14%

LÍMITE PLÁSTICO = 26.00%

ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 25.14%



ANEXO 05:

Ensayos proctor modificado natural muestra C-1 y

C-2



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-1 **DOSIFICACIÓN:** 0%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 11/09/2023

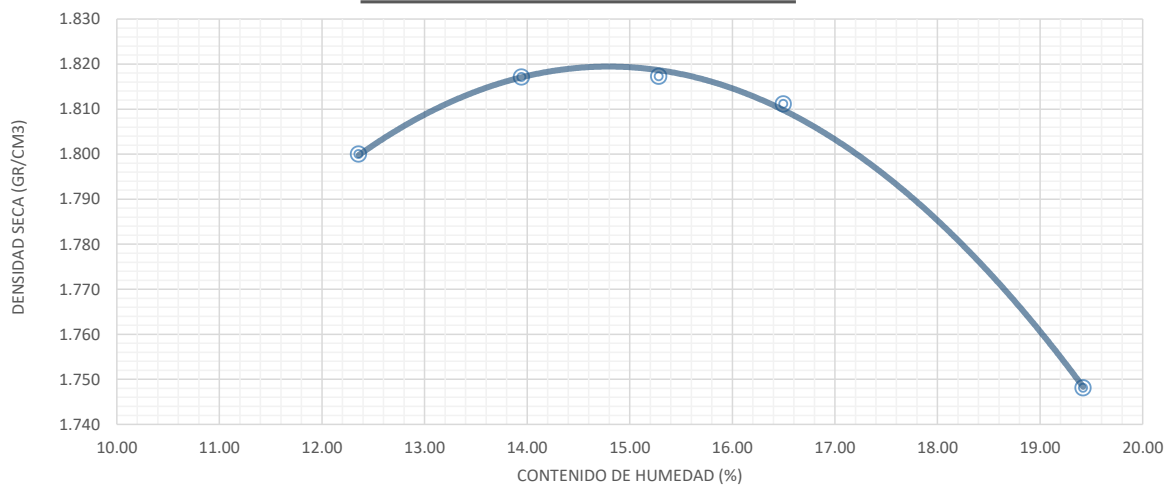
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
(NORMA ASTM D1557)**

PROCTOR MODIFICADO "METODO A"								
N° DE CAPAS		5	DIAMETRO		10.15	ALTURA	11.58	
N° DE GOLPES		25	VOLÚMEN DEL MOLDE			936.98	MOLDE	2
Peso del suelo + Molde	gr	6082	6128	6150	6164	6143		
Peso del molde	gr	4187	4188	4187	4187	4187		
Peso del suelo humedo	gr	1895	1940	1963	1977	1956		
Densidad Suelo Humedo	gr/cm ³	2.02	2.07	2.10	2.11	2.09		
TARA N°		RA-1	M-03	M-05	C-23	M-96		
Peso de la tara	gr	51.17	72.15	70.9	52.49	67.44		
Peso suelo humedo + tara	gr	446.66	613.13	729.01	804.9	662.88		
Peso suelo seco + tara	gr	403.16	546.92	641.76	698.34	566.05		
Peso del agua	gr	43.5	66.21	87.25	106.56	96.83		
Peso del suelo seco	gr	351.99	474.77	570.86	645.85	498.61		
Contenido de humedad	%	12.36	13.95	15.28	16.50	19.42		
Densidad del suelo seco	gr/cm ³	1.800	1.817	1.817	1.811	1.748		

MÁXIMA DENSIDAD SECA	=	1.819
HUMEDAD ÓPTIMA	=	14.79

CURVA DE COMPACTACIÓN





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-2 **DOSIFICACIÓN:** 0%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 11/09/2023

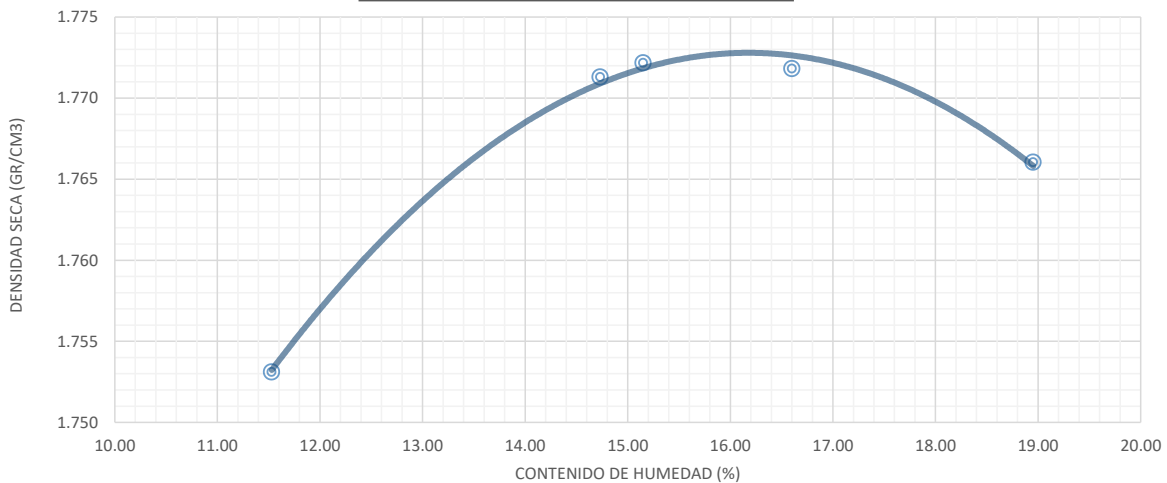
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
(NORMA ASTM D1557)**

PROCTOR MODIFICADO "METODO A"							
N° DE CAPAS		5	DIAMETRO	10.18	ALTURA	11.65	
N° DE GOLPES		25	VOLÚMEN DEL MOLDE		948.22	MOLDE	1
Peso del suelo + Molde	gr	5501	5574	5582	5606	5639	
Peso del molde	gr	3647	3647	3647	3647	3647	
Peso del suelo humedo	gr	1854	1927	1935	1959	1992	
Densidad Suelo Humedo	gr/cm ³	1.96	2.03	2.04	2.07	2.10	
TARA N°		S-10	D-03	J-23	HR-07	B-01	
Peso de la tara	gr	35.09	74.13	85.51	43.67	109.88	
Peso suelo humedo + tara	gr	765.12	775.64	893.60	865.33	459.46	
Peso suelo seco + tara	gr	689.65	685.57	787.28	748.34	403.76	
Peso del agua	gr	75.47	90.07	106.32	116.99	55.70	
Peso del suelo seco	gr	654.56	611.44	701.77	704.67	293.88	
Contenido de humedad	%	11.53	14.73	15.15	16.60	18.95	
Densidad del suelo seco	gr/cm ³	1.753	1.771	1.772	1.772	1.766	

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	=	1.773
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	=	16.18

CURVA DE COMPACTACIÓN



ANEXO 06:

Ensayos cbr natural muestra C-1 y C-2



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-1 **DOSIFICACIÓN:** 0%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 22/09/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
(ASTM D 1883)

INFORMACIÓN				
DESCRIPCIÓN		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
MOLDE		K-21	B-2	K-30
N° DE CAPAS		5	5	5
Peso suelo Humedo + Molde	gr	10524	11101	11985
Peso del Molde	gr	6713	7156	7597
Peso Suelo Humedo	gr	3811	3945	4388
Volumen	cm3	2119.66	2093.15	2099.47
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3	1.798	1.885	2.090

DATOS - CONDICIÓN DE LA MUESTRA							
DESCRIPCIÓN		SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Tara N°		S-11	B-08	S-10	S-99	S-06	S-73
Peso de la Tara	gr	34.91	14.01	35.24	10.31	35.05	13.72
Suelo Humedo + Tara	gr	141.12	63.78	142.55	71.73	139.53	75.84
Peso de Suelo Seco + Tara	gr	127.47	50.85	128.68	56.77	126.07	61.3
Peso del Agua	gr	13.65	12.93	13.87	14.96	13.46	14.54
Peso del Suelo Seco	gr	92.56	36.84	93.44	46.46	91.02	47.58
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	14.75%	35.10%	14.84%	32.20%	14.79%	30.56%
DENSIDAD SECA DEL SUELO	gr/cm3	1.567		1.641		1.821	

EXPANSIÓN											
DESCRIPCIÓN			12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES		
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	0.00	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/09/2023	16:06	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
19/09/2023	16:06	24 h	5.367	5.37	4.64	4.914	4.91	4.27	4.837	4.84	4.16
20/09/2023	16:06	48 h	6.821	6.82	5.90	6.731	6.73	5.84	6.089	6.09	5.24
21/09/2023	16:06	72 h	8.540	8.54	7.38	8.052	8.05	6.99	7.342	7.34	6.32
22/09/2023	16:06	96 h	10.057	10.06	8.69	9.511	9.51	8.26	9.117	9.12	7.85

PENETRACIÓN														
Penetración mm	Penetración (plg)	Carga Es.t	12 GOLPES				25 GOLPES				56 GOLPES			
			Dial	Kg	kg/cm2	%CBR	Dial	Kg	kg/cm2	%CBR	Dial	Kg	kg/cm2	%CBR
0	0.000		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
0.64	0.025		0.07	7.14	0.37		0.09	9.18	0.47		0.11	11.22	0.58	
1.27	0.050		0.15	15.30	0.79		0.17	17.33	0.90		0.23	23.45	1.21	
1.91	0.075		0.21	21.41	1.11		0.25	25.49	1.32		0.31	31.61	1.64	
2.54	0.100	70.2	0.25	25.49	1.32	1.88	0.31	31.61	1.64	2.33	0.38	38.75	2.01	2.86
3.18	0.125		0.28	28.55	1.48		0.36	36.71	1.90		0.47	47.93	2.48	
3.81	0.150		0.31	31.61	1.64		0.39	39.77	2.06		0.54	55.06	2.85	
4.45	0.175		0.34	34.67	1.79		0.43	43.85	2.27		0.58	59.14	3.06	
5.08	0.200	105.4	0.37	37.73	1.95	1.85	0.46	46.91	2.43	2.30	0.62	63.22	3.27	3.10
7.62	0.300		0.47	47.93	2.48		0.57	58.12	3.01		0.82	83.62	4.33	
10.16	0.400		0.61	62.20	3.22		0.78	79.54	4.12		1.08	110.13	5.70	
12.7	0.500		0.74	75.46	3.91		1.00	101.97	5.28		1.32	134.60	6.97	



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-1

DOSIFICACIÓN: 0%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 22/09/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
(ASTM D 1883)**

EST. QUÍMICA
DOSIFICACIÓN

SILICATO DE SODIO GEL (VIDRIO SOLUBLE)

0%

METODO DE COMPACTACIÓN

"A"

CONDICIÓN DE SATURACIÓN

4 DÍAS SUMERGIDO

MÁXIMA DENSIDAD SECA (GR/CM3)

1.819

HUMEDAD ÓPTIMA (%)

14.79%

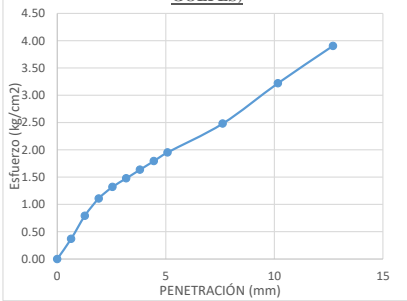
CBR AL 100 % DE MÁXIMA DENSIDAD SECA (%)

3.11

CBR AL 95 % DE MÁXIMA DENSIDAD SECA (%)

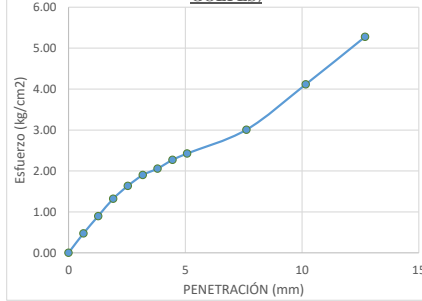
2.68

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN (12 GOLPES)



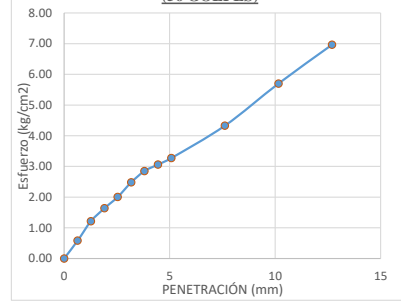
CBR = 1.88 %
D.S.= 1.567 gr/cm3

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN (25 GOLPES)



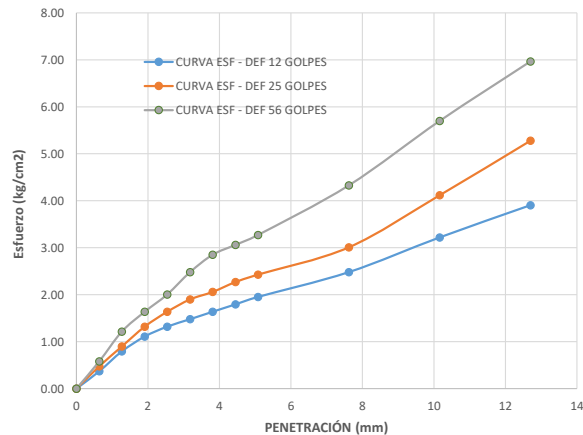
CBR = 2.33 %
D.S.= 1.641 gr/cm3

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN (56 GOLPES)

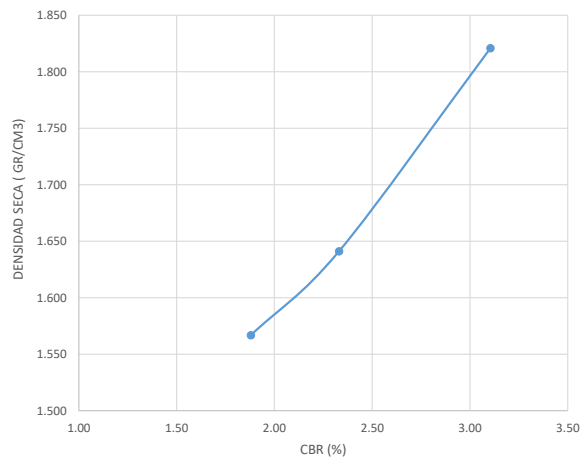


CBR = 3.10 %
D.S.= 1.821 gr/cm3

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN (12, 25 y 56 GOLPES)



RELACIÓN CBR - DENSIDAD SECA





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-2 **DOSIFICACIÓN:** 0%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 22/09/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
(ASTM D 1883)

INFORMACIÓN				
DESCRIPCIÓN		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
MOLDE		K-30	K-07/B-1	K-34
N° DE CAPAS		5	5	5
Peso suelo Humedo + Molde	gr	11073	11382	12074
Peso del Molde	gr	7280	7295	7697
Peso Suelo Humedo	gr	3793	4087	4377
Volumen	cm3	2109.50	2111.32	2122.34
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3	1.798	1.936	2.062

DATOS - CONDICIÓN DE LA MUESTRA							
DESCRIPCIÓN		SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Tara N°		S-06	JM-3	K-32	JM-2	M-22	S-61
Peso de la Tara	gr	35.08	25.34	16.42	23.85	16.48	22.17
Suelo Humedo + Tara	gr	150.64	87.53	138.14	75.18	139.61	85.25
Peso de Suelo Seco + Tara	gr	134.58	72.72	121.18	63.25	122.48	72.04
Peso del Agua	gr	16.06	14.81	16.96	11.93	17.13	13.21
Peso del Suelo Seco	gr	99.5	47.38	104.76	39.4	106	49.87
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	16.14%	31.26%	16.19%	30.28%	16.16%	26.49%
DENSIDAD SECA DEL SUELO	gr/cm3	1.548		1.666		1.775	

EXPANSIÓN											
DESCRIPCIÓN			12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES		
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	0.00	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/09/2023	11:41	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
19/09/2023	11:41	24 h	3.880	3.88	3.33	3.150	3.15	2.71	3.085	3.09	2.66
20/09/2023	11:41	48 h	5.901	5.90	5.07	5.541	5.54	4.77	5.350	5.35	4.61
21/09/2023	11:41	72 h	7.958	7.96	6.83	7.257	7.26	6.25	7.019	7.02	6.05
22/09/2023	11:41	96 h	9.541	9.54	8.19	8.951	8.95	7.70	8.731	8.73	7.52

PENETRACIÓN														
Penetración mm	Penetración (plg)	Carga Es.t	12 GOLPES				25 GOLPES				56 GOLPES			
			Dial	Kg	kg/cm2	%CBR	Dial	Kg	kg/cm2	%CBR	Dial	Kg	kg/cm2	%CBR
0	0.000		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
0.64	0.025		0.07	7.14	0.37		0.08	8.16	0.42		0.14	14.28	0.74	
1.27	0.050		0.12	12.24	0.63		0.15	15.30	0.79		0.24	24.47	1.27	
1.91	0.075		0.17	17.33	0.90		0.20	20.39	1.06		0.33	33.65	1.74	
2.54	0.100	70.2	0.20	20.39	1.06	1.50	0.26	26.51	1.37	1.95	0.39	39.77	2.06	2.93
3.18	0.125		0.23	23.45	1.21		0.31	31.61	1.64		0.47	47.93	2.48	
3.81	0.150		0.25	25.49	1.32		0.35	35.69	1.85		0.54	55.06	2.85	
4.45	0.175		0.28	28.55	1.48		0.41	41.81	2.16		0.62	63.22	3.27	
5.08	0.200	105.4	0.29	29.57	1.53	1.45	0.45	45.89	2.37	2.25	0.69	70.36	3.64	3.45
7.62	0.300		0.36	36.71	1.90		0.53	54.04	2.80		0.86	87.69	4.54	
10.16	0.400		0.39	39.77	2.06		0.60	61.18	3.17		1.02	104.01	5.38	
12.7	0.500		0.43	43.85	2.27		0.72	73.42	3.80		1.17	119.30	6.17	



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-2 **DOSIFICACIÓN:** 0%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 22/09/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
(ASTM D 1883)**

EST. QUÍMICA	SILICATO DE SODIO GEL (VIDRIO SOLUBLE)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (GR/CM3)	1.773
DOSIFICACIÓN	0%	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	16.18%
METODO DE COMPACTACIÓN	"A"	CBR AL 100 % DE MÁXIMA DENSIDAD SECA (%)	3.45
CONDICIÓN DE SATURACIÓN	4 DÍAS SUMERGIDO	CBR AL 95 % DE MÁXIMA DENSIDAD SECA (%)	2.58



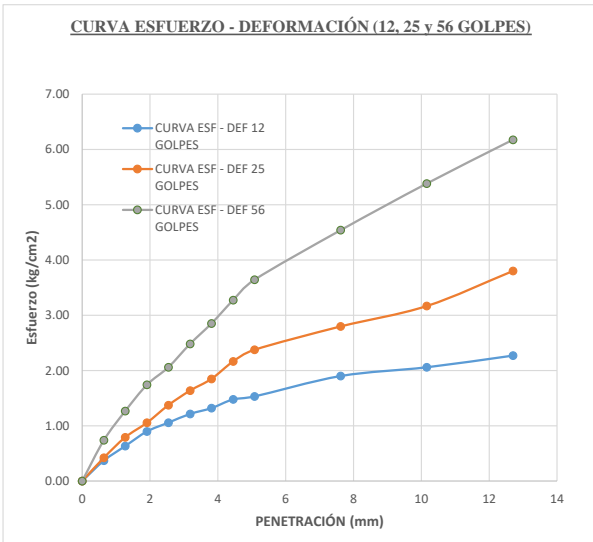
CBR = 1.50 %
DENS. SECA = 1.55 gr/cm³



CBR = 2.25 %
D.S.= 1.67 gr/cm³



CBR = 3.45 %
D.S.= 1.78 gr/cm³



ANEXO 07:

Ensayo compresión no confinada natural muestra C-

1 y C-2



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-1 V.S. 0%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 28/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**

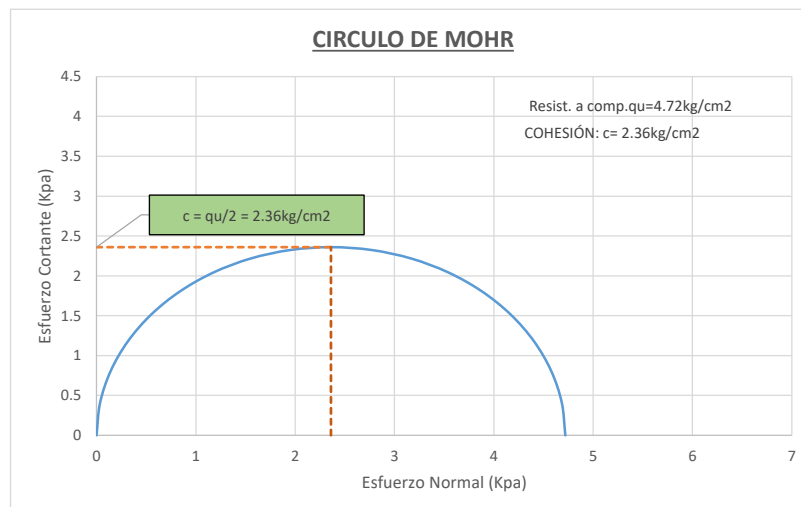
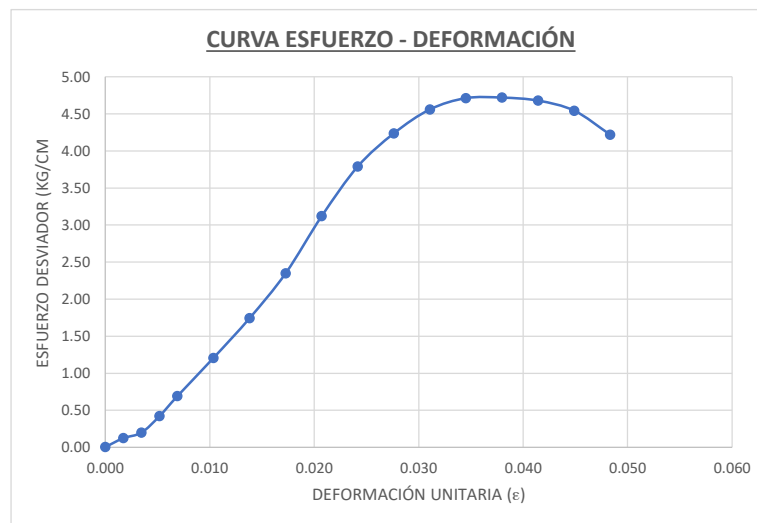
DESCRIPCIÓN	ESPECIMEN		
Peso (gr)	1157.08	Volumen	592.83 cm ³
Diámetro (cm)	7.22	Wtara	72.11 gr
Área (Ao) (cm ²)	40.94	Wtara+mh	528.78 gr
Altura (Lo) (cm)	14.48	Wtara+ms	466.95 gr
Densidad (gr/cm ³)	1.95	Peso seco	394.84 gr
Humedad W (%)	15.66%	Agua	61.83 gr

Deformación Δ (mm)	Deformación unitaria $\epsilon = \Delta L/L_0$	Area corr. (cm ²) $A' = A_0 / (1 - \epsilon)$	Lectura Dial de Carga (KN)	Carga (kg)	Esfuerzo Normal (Kpa)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²) $\sigma = P/A$
0.00	0.000	40.942	0.00	0.20394	0.49	0.00
0.25	0.002	41.012	0.05	5.0985	12.19	0.12
0.50	0.003	41.083	0.08	8.1576	19.47	0.20
0.75	0.005	41.155	0.17	17.3349	41.31	0.42
1.00	0.007	41.226	0.28	28.5516	67.92	0.69
1.50	0.010	41.370	0.49	49.9653	118.44	1.21
2.00	0.014	41.515	0.71	72.3987	171.02	1.74
2.50	0.017	41.661	0.96	97.8912	230.43	2.35
3.00	0.021	41.808	1.28	130.5216	306.16	3.12
3.50	0.024	41.956	1.56	159.0732	371.82	3.79
4.00	0.028	42.105	1.75	178.4475	415.63	4.24
4.50	0.031	42.255	1.89	192.7233	447.29	4.56
5.00	0.035	42.406	1.96	199.8612	462.20	4.71
5.50	0.038	42.558	1.97	200.8809	462.90	4.72
6.00	0.041	42.711	1.96	199.8612	458.89	4.68
6.50	0.045	42.866	1.91	194.7627	445.58	4.54
7.00	0.048	43.021	1.78	181.5066	413.75	4.22



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-1 V.S. 0%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 28/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS Blandos y Cohesivos para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de la Vía Juliaca – Canchi Grande.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-1 V.S. 0%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 28/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**

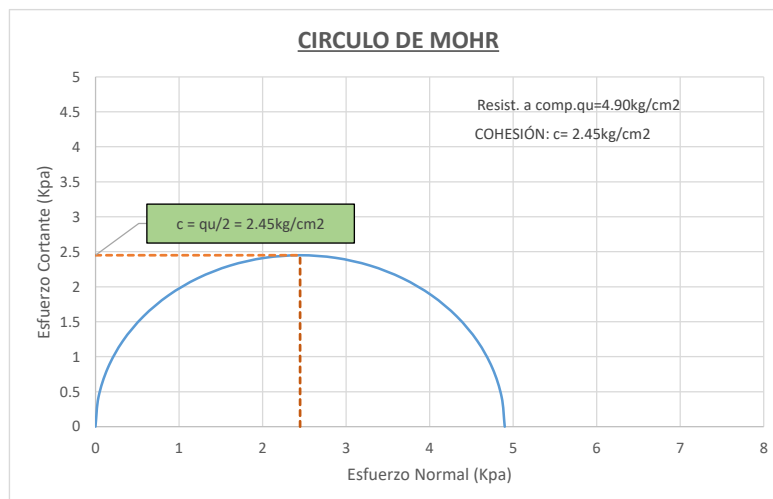
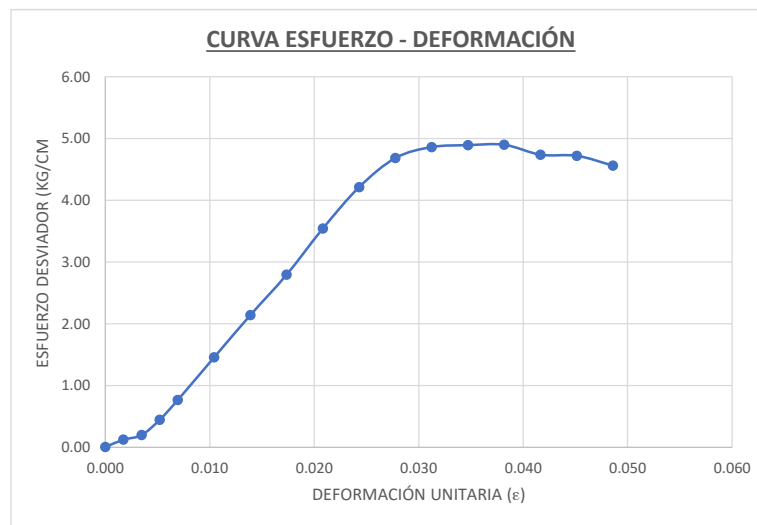
DESCRIPCIÓN	ESPECIMEN		
Peso (gr)	1154.84	Volumen	587.93 cm ³
Diámetro (cm)	7.21	Wtara	68.76 gr
Área (Ao) (cm ²)	40.83	Wtara+mh	700.21 gr
Altura (Lo) (cm)	14.4	Wtara+ms	613.92 gr
Densidad (gr/cm ³)	1.96	Peso seco	545.16 gr
Humedad W (%)	15.83%	Agua	86.29 gr

Deformación Δ (mm)	Deformación unitaria $\epsilon = \Delta L/L_0$	Area corr. (cm ²) $A' = A_0 / (1 - \epsilon)$	Lectura Dial de Carga (KN)	Carga (kg)	Esfuerzo Normal (Kpa)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²) $\sigma = P/A$
0.00	0.000	40.828	0.00	0.20394	0.49	0.00
0.25	0.002	40.899	0.05	5.0985	12.23	0.12
0.50	0.003	40.970	0.08	8.1576	19.53	0.20
0.75	0.005	41.042	0.18	18.3546	43.86	0.45
1.00	0.007	41.114	0.31	31.6107	75.40	0.77
1.50	0.010	41.258	0.59	60.1623	143.00	1.46
2.00	0.014	41.403	0.87	88.7139	210.13	2.14
2.50	0.017	41.550	1.14	116.2458	274.37	2.80
3.00	0.021	41.697	1.45	147.8565	347.75	3.55
3.50	0.024	41.845	1.73	176.4081	413.43	4.22
4.00	0.028	41.995	1.93	196.8021	459.58	4.69
4.50	0.031	42.145	2.01	204.9597	476.92	4.86
5.00	0.035	42.297	2.03	206.9991	479.94	4.89
5.50	0.038	42.450	2.04	208.0188	480.57	4.90
6.00	0.042	42.603	1.98	201.9006	464.75	4.74
6.50	0.045	42.758	1.98	201.9006	463.07	4.72
7.00	0.049	42.914	1.92	195.7824	447.40	4.56



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-1 V.S. 0%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 28/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-2 V.S. 0%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 27/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**

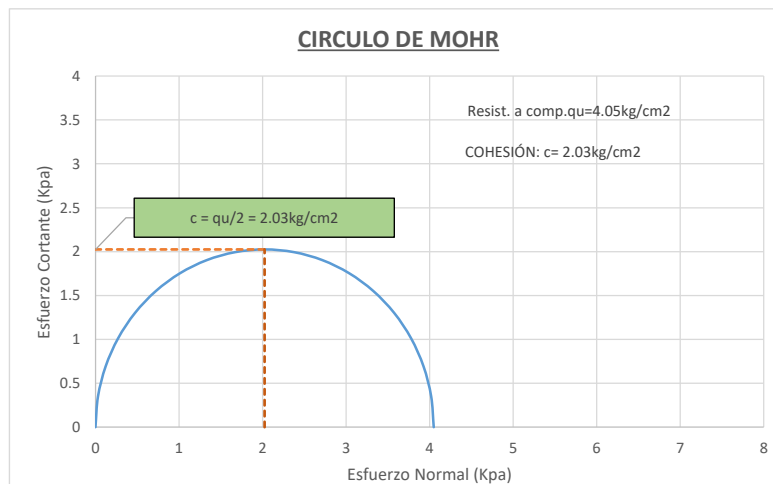
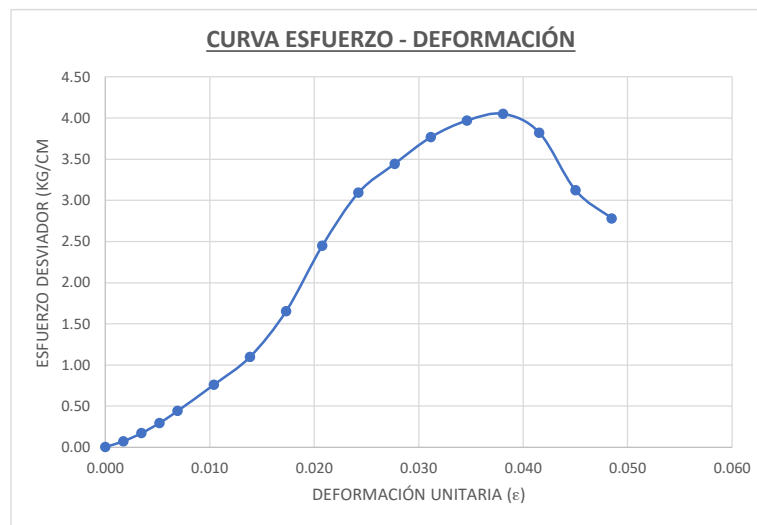
DESCRIPCIÓN	ESPECIMEN		
Peso (gr)	1173.81	Volumen	594.48 cm ³
Diámetro (cm)	7.24	Wtara	70.96 gr
Área (A _o) (cm ²)	41.17	Wtara+mh	395.05 gr
Altura (L _o) (cm)	14.44	Wtara+ms	350.02 gr
Densidad (gr/cm ³)	1.97	Peso seco	279.06 gr
Humedad W (%)	16.14%	Agua	45.03 gr

Deformación Δ (mm)	Deformación unitaria $\varepsilon = \Delta L / L_o$	Area corr. (cm ²) $A' = A_o / (1 - \varepsilon)$	Lectura Dial de Carga (KN)	Carga (kg)	Esfuerzo Normal (Kpa)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²) $\sigma = P / A$
0.00	0.000	41.169	0.00	0.20394	0.49	0.00
0.25	0.002	41.240	0.03	3.0591	7.27	0.07
0.50	0.003	41.312	0.07	7.1379	16.94	0.17
0.75	0.005	41.384	0.12	12.2364	29.00	0.30
1.00	0.007	41.456	0.18	18.3546	43.42	0.44
1.50	0.010	41.601	0.31	31.6107	74.52	0.76
2.00	0.014	41.747	0.45	45.8865	107.79	1.10
2.50	0.017	41.894	0.68	69.3396	162.31	1.66
3.00	0.021	42.042	1.01	102.9897	240.24	2.45
3.50	0.024	42.191	1.28	130.5216	303.38	3.09
4.00	0.028	42.342	1.43	145.8171	337.73	3.44
4.50	0.031	42.493	1.57	160.0929	369.47	3.77
5.00	0.035	42.645	1.66	169.2702	389.26	3.97
5.50	0.038	42.799	1.7	173.349	397.21	4.05
6.00	0.042	42.953	1.61	164.1717	374.82	3.82
6.50	0.045	43.109	1.32	134.6004	306.20	3.12
7.00	0.048	43.266	1.18	120.3246	272.73	2.78



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-2 V.S. 0%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 27/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-2 V.S. 0%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 27/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)

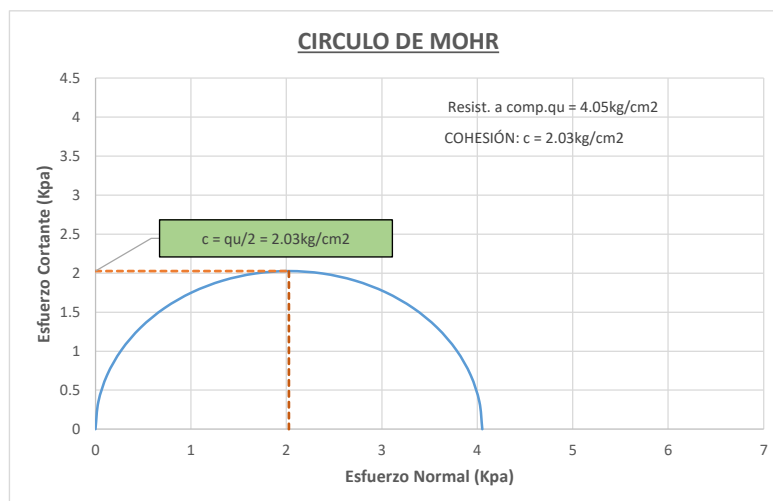
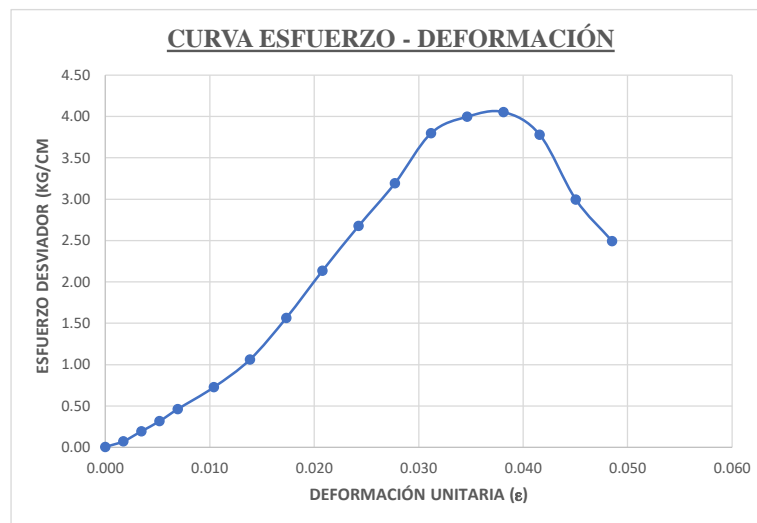
DESCRIPCIÓN	ESPECIMEN		
Peso (gr)	1178.06	Volumen	600.65 cm ³
Diámetro (cm)	7.28	Wtara	72.14 gr
Área (Ao) (cm ²)	41.62	Wtara+mh	488.95 gr
Altura (Lo) (cm)	14.43	Wtara+ms	431.25 gr
Densidad (gr/cm ³)	1.96	Peso seco	359.11 gr
Humedad W (%)	16.07%	Agua	57.7 gr

Deformación Δ (mm)	Deformación unitaria $\epsilon = \Delta L / L_0$	Area corr. (cm ²) $A' = A_0 / (1 - \epsilon)$	Lectura Dial de Carga (KN)	Carga (kg)	Esfuerzo Normal (Kpa)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²) $\sigma = P / A$
0.00	0.000	41.625	0.00	0.20394	0.48	0.00
0.25	0.002	41.697	0.03	3.0591	7.19	0.07
0.50	0.003	41.770	0.08	8.1576	19.15	0.20
0.75	0.005	41.842	0.13	13.2561	31.07	0.32
1.00	0.007	41.915	0.19	19.3743	45.33	0.46
1.50	0.010	42.062	0.3	30.591	71.32	0.73
2.00	0.014	42.210	0.44	44.8668	104.24	1.06
2.50	0.017	42.359	0.65	66.2805	153.45	1.56
3.00	0.021	42.509	0.89	90.7533	209.37	2.13
3.50	0.024	42.660	1.12	114.2064	262.54	2.68
4.00	0.028	42.812	1.34	136.6398	313.00	3.19
4.50	0.031	42.965	1.6	163.152	372.40	3.80
5.00	0.035	43.119	1.69	172.3293	391.94	4.00
5.50	0.038	43.274	1.72	175.3884	397.47	4.05
6.00	0.042	43.431	1.61	164.1717	370.71	3.78
6.50	0.045	43.588	1.28	130.5216	293.66	2.99
7.00	0.049	43.747	1.07	109.1079	244.59	2.49



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-2 V.S. 0%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 27/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**



ANEXO 08:

Ensayos con incorporaciones de 1%, 3%, 5% y 7%
de vidrio soluble de límites de consistencia, muestra
C-1 y C-2



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-1 DOSIFICACIÓN 1%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 25/07/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

LÍMITES DE CONSISTENCIA LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4
TARA	Nº	ES-2	T-06	A-07	S-56
TARA + SUELO HÚMEDO	gr	33.32	35.64	31.62	33.37
TARA + SUELO SECO	gr	26.68	30.51	24.38	26.83
AGUA	gr	6.64	5.13	7.24	6.54
PESO DE LA TARA	gr	17.09	23.02	13.51	16.97
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.59	7.49	10.87	9.86
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	69.24%	68.49%	66.61%	66.33%
NÚMERO DE GOLPES	Nº	17	24	29	33

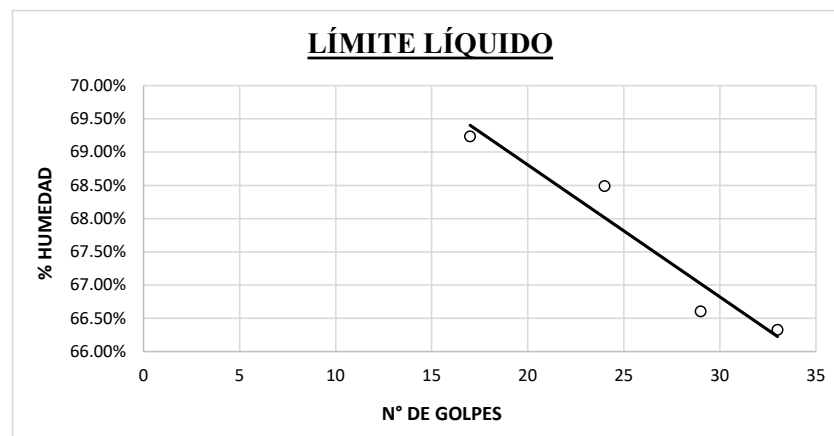
LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
TARA	Nº	JH-20	S-16	S-08
TARA + SUELO HÚMEDO	gr	29.05	32.28	29.62
TARA + SUELO SECO	gr	26.03	28.79	25.62
AGUA	gr	3.02	3.49	4
PESO DE LA TARA	gr	16.94	18.41	13.82
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.09	10.38	11.8
LÍMITE PLÁSTICO	%	33.22%	33.62%	33.90%

LÍMITE LÍQUIDO = 67.81%

LÍMITE PLÁSTICO = 33.58%

ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 34.23%





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-1 DOSIFICACIÓN 3%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 26/07/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

LÍMITES DE CONSISTENCIA LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4
TARA	Nº	JH-15	S-50	S-61	JH-09
TARA + SUELO HÚMEDO	gr	37.42	53.45	43.97	38.18
TARA + SUELO SECO	gr	30.52	42.39	35.39	30.9
AGUA	gr	6.9	11.06	8.58	7.28
PESO DE LA TARA	gr	20.05	25.5	22.17	19.64
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.47	16.89	13.22	11.26
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	65.90%	65.48%	64.90%	64.65%
NÚMERO DE GOLPES	Nº	18	23	31	33

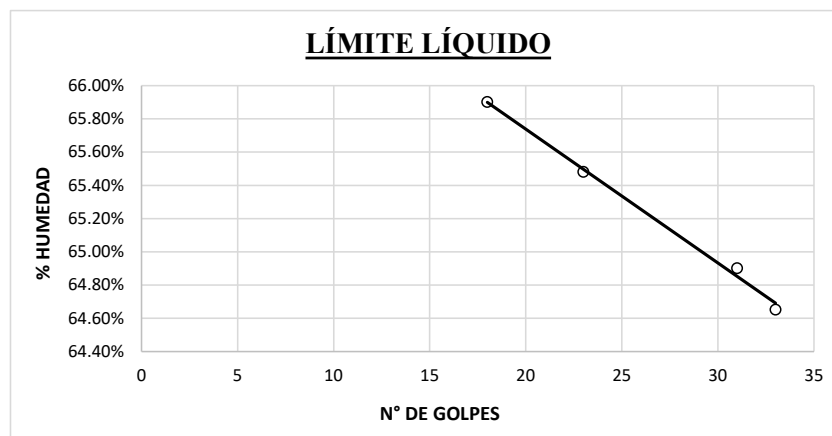
LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
TARA	Nº	JH-04	JH-18	T-07-1
TARA + SUELO HÚMEDO	gr	26.09	26.52	34.56
TARA + SUELO SECO	gr	24.25	24.6	32.14
AGUA	gr	1.84	1.92	2.42
PESO DE LA TARA	gr	18.94	19.15	25.21
PESO DEL SUELO SECO	gr	5.31	5.45	6.93
LÍMITE PLÁSTICO	%	34.65%	35.23%	34.92%

LÍMITE LÍQUIDO = 65.34%

LÍMITE PLÁSTICO = 34.93%

ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 30.40%





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-1 DOSIFICACIÓN 5%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 27/07/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

LÍMITES DE CONSISTENCIA LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4
TARA	Nº	JH-08	JH-20	S-56	ES-2
TARA + SUELO HÚMEDO	gr	49.59	50.48	45.5	52.1
TARA + SUELO SECO	gr	38.33	38.06	35.16	39.99
AGUA	gr	11.26	12.42	10.34	12.11
PESO DE LA TARA	gr	19.42	16.96	16.97	17.08
PESO DEL SUELO SECO	gr	18.91	21.1	18.19	21.61
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	59.55%	58.86%	56.84%	56.04%
NÚMERO DE GOLPES	Nº	17	19	27	32

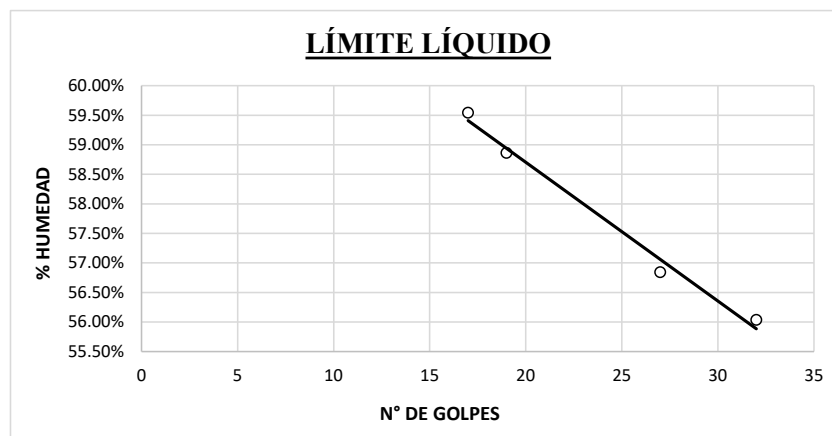
LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
TARA	Nº	A-07	A-03	JH-04
TARA + SUELO HÚMEDO	gr	20.96	21.6	27.18
TARA + SUELO SECO	gr	18.92	19.48	25.02
AGUA	gr	2.04	2.12	2.16
PESO DE LA TARA	gr	13.42	13.43	18.94
PESO DEL SUELO SECO	gr	5.5	6.05	6.08
LÍMITE PLÁSTICO	%	37.09%	35.04%	35.53%

LÍMITE LÍQUIDO = 57.53%

LÍMITE PLÁSTICO = 35.89%

ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 21.64%





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-1 DOSIFICACIÓN 7%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 28/07/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

LÍMITES DE CONSISTENCIA LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)

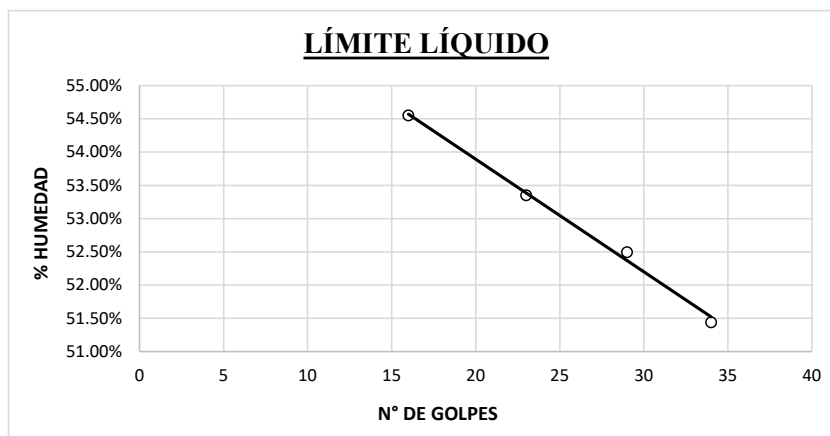
LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4
TARA	Nº	T-07-1	S-49	T-06	S-26
TARA + SUELO HÚMEDO	gr	40.13	29.78	36.75	32.58
TARA + SUELO SECO	gr	34.86	26.2	32.02	28.3
AGUA	gr	5.27	3.58	4.73	4.28
PESO DE LA TARA	gr	25.2	19.49	23.01	19.98
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.66	6.71	9.01	8.32
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	54.55%	53.35%	52.50%	51.44%
NÚMERO DE GOLPES	Nº	16	23	29	34

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
TARA	Nº	T-07-2	DC-06	S-61
TARA + SUELO HÚMEDO	gr	34.02	35.64	32.99
TARA + SUELO SECO	gr	31.58	33.17	30.12
AGUA	gr	2.44	2.47	2.87
PESO DE LA TARA	gr	24.88	26.46	22.16
PESO DEL SUELO SECO	gr	6.7	6.71	7.96
LÍMITE PLÁSTICO	%	36.42%	36.81%	36.06%

LÍMITE LÍQUIDO = 53.05%
LÍMITE PLÁSTICO = 36.43%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 16.62%





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-2 **DOSIFICACIÓN:** 1% V.S.

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 25/07/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)**

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4
TARA	N°	S-32	S-60	A-08	S-49
TARA + SUELO HÚMEDO	gr	25.87	29.77	23.51	31.2
TARA + SUELO SECO	gr	21.89	25.38	20.12	27.38
AGUA	gr	3.98	4.39	3.39	3.82
PESO DE LA TARA	gr	13.97	16.58	13.16	19.47
PESO DEL SUELO SECO	gr	7.92	8.8	6.96	7.91
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	50.25%	49.89%	48.71%	48.29%
NÚMERO DE GOLPES	N°	16	21	27	34

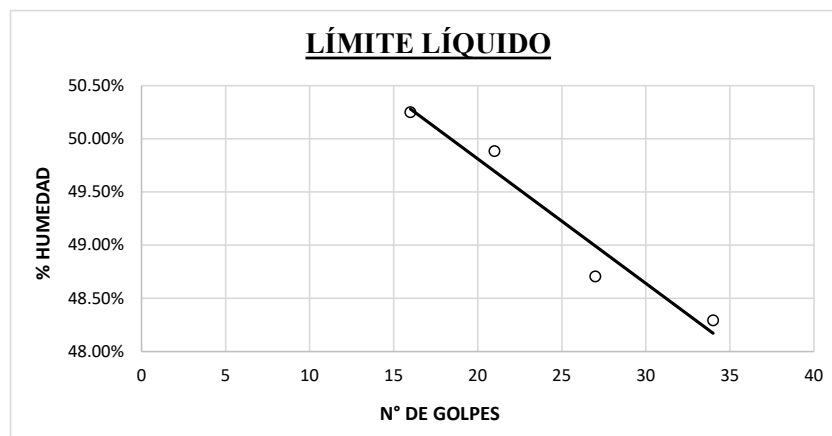
LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
TARA	N°	S-19	S-57	B-07
TARA + SUELO HÚMEDO	gr	29.37	29.89	23.45
TARA + SUELO SECO	gr	26.78	27.34	21.45
AGUA	gr	2.59	2.55	2
PESO DE LA TARA	gr	17.08	17.77	13.99
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.7	9.57	7.46
LÍMITE PLÁSTICO	%	26.70%	26.65%	26.81%

LÍMITE LÍQUIDO = 49.23%

LÍMITE PLÁSTICO = 26.72%

ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 22.51%





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-2 **DOSIFICACIÓN:** 3% V.S.

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 26/07/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)**

LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4
TARA	Nº	S-29	S-26	S-23	A-2
TARA + SUELO HÚMEDO	gr	34.51	34.03	30.26	34.64
TARA + SUELO SECO	gr	29.88	29.84	27.15	30.41
AGUA	gr	4.63	4.19	3.11	4.23
PESO DE LA TARA	gr	19.49	19.98	19.52	19.5
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.39	9.86	7.63	10.91
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	44.56%	42.49%	40.76%	38.77%
NÚMERO DE GOLPES	Nº	17	23	30	34

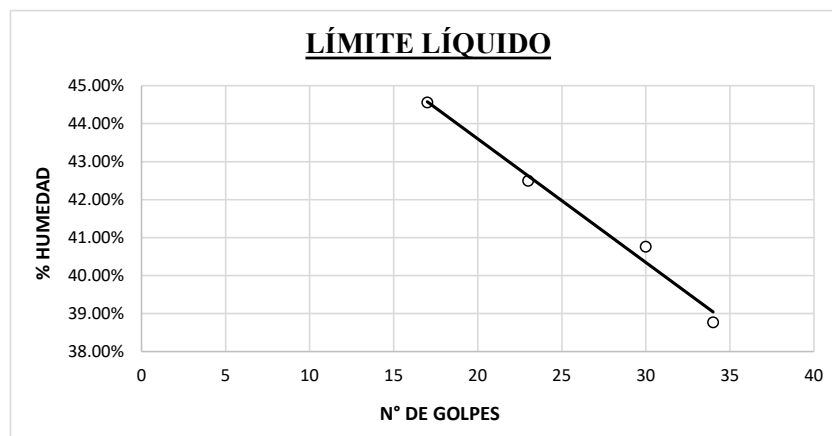
LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
TARA	Nº	S-28	S-41	S-54
TARA + SUELO HÚMEDO	gr	26.67	26.51	26.07
TARA + SUELO SECO	gr	25.13	24.69	24.46
AGUA	gr	1.54	1.82	1.61
PESO DE LA TARA	gr	19.43	18.03	18.56
PESO DEL SUELO SECO	gr	5.7	6.66	5.9
LÍMITE PLÁSTICO	%	27.02%	27.33%	27.29%

LÍMITE LÍQUIDO = 41.97%

LÍMITE PLÁSTICO = 27.21%

ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 14.76%





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-2 **DOSIFICACIÓN:** 5% V.S.

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 27/07/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)**

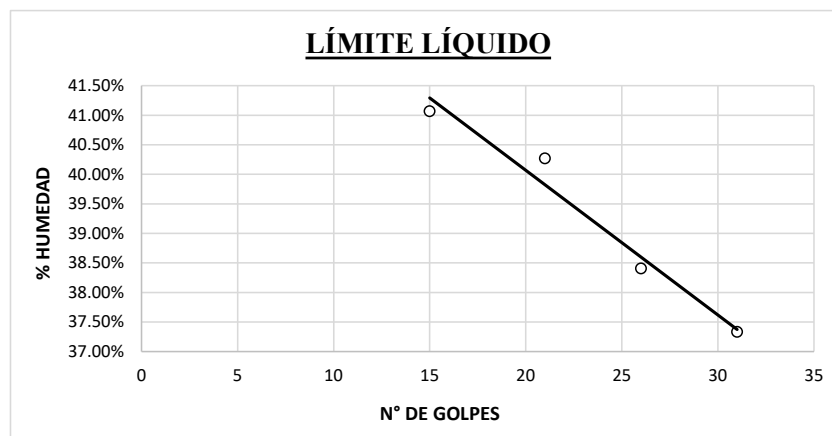
LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4
TARA	Nº	S-32	B-07	A-08	S-08
TARA + SUELO HÚMEDO	gr	38.21	28.48	31.42	28.47
TARA + SUELO SECO	gr	32.92	24.32	26.35	24.49
AGUA	gr	5.29	4.16	5.07	3.98
PESO DE LA TARA	gr	20.04	13.99	13.15	13.83
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.88	10.33	13.2	10.66
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	41.07%	40.27%	38.41%	37.34%
NÚMERO DE GOLPES	Nº	15	21	26	31

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
TARA	Nº	S-41	S-28	JH-18
TARA + SUELO HÚMEDO	gr	25.61	27.02	25.94
TARA + SUELO SECO	gr	23.96	25.36	24.45
AGUA	gr	1.65	1.66	1.49
PESO DE LA TARA	gr	18.04	19.44	19.15
PESO DEL SUELO SECO	gr	5.92	5.92	5.3
LÍMITE PLÁSTICO	%	27.87%	28.04%	28.11%

LÍMITE LÍQUIDO = 38.84%
LÍMITE PLÁSTICO = 28.01%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 10.83%





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-2 **DOSIFICACIÓN:** 7% V.S.

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 28/07/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)**

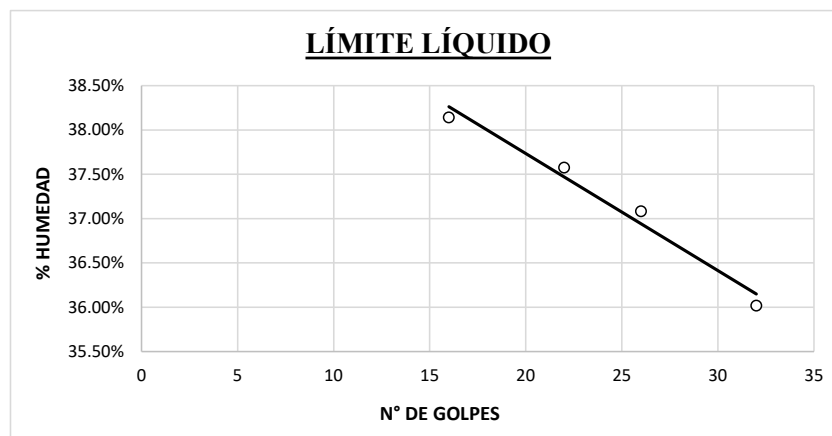
LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4
TARA	N°	S-48	S-45	S-29	S-56
TARA + SUELO HÚMEDO	gr	30.25	37.75	33.5	30.29
TARA + SUELO SECO	gr	26.39	33.47	29.71	26.76
AGUA	gr	3.86	4.28	3.79	3.53
PESO DE LA TARA	gr	16.27	22.08	19.49	16.96
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.12	11.39	10.22	9.8
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	38.14%	37.58%	37.08%	36.02%
NÚMERO DE GOLPES	N°	16	22	26	32

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
TARA	N°	A-2	S-54	T-06
TARA + SUELO HÚMEDO	gr	32.54	30.07	32.59
TARA + SUELO SECO	gr	29.66	27.54	29.73
AGUA	gr	2.88	2.53	2.86
PESO DE LA TARA	gr	19.52	18.57	19.64
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.14	8.97	10.09
LÍMITE PLÁSTICO	%	28.40%	28.21%	28.34%

LÍMITE LÍQUIDO = 37.07%
LÍMITE PLÁSTICO = 28.32%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 8.76%



ANEXO 09:

Ensayos con incorporaciones de 1%, 3%, 5% y 7%
de vidrio soluble de proctor modificado, muestra C-
1 y C-2



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-1 **DOSIFICACIÓN:** 1%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 12/09/2023

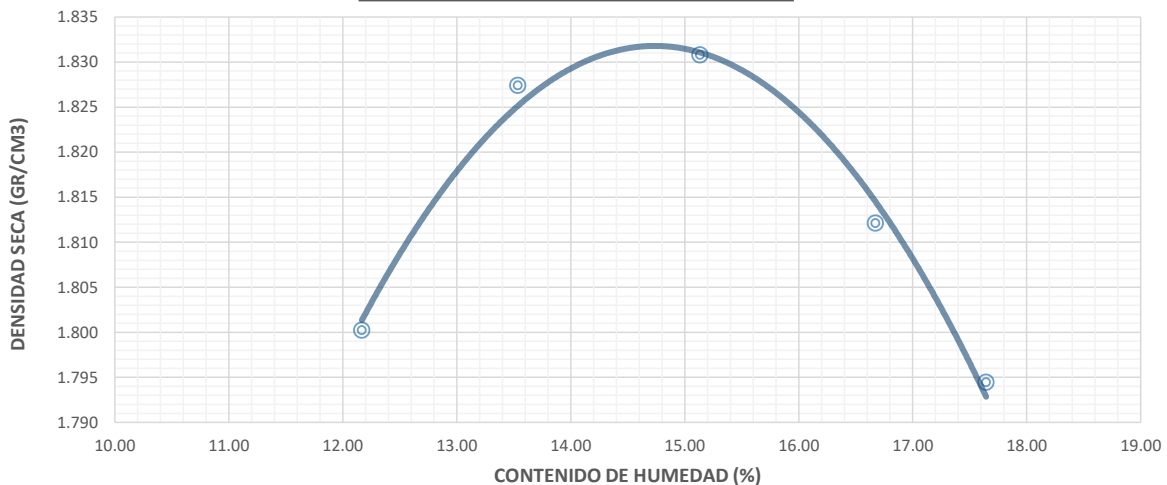
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
(NORMA ASTM D1557)**

PROCTOR MODIFICADO "METODO A"						
N° DE CAPAS		5	DIAMETRO	10.15	ALTURA	11.58
N° DE GOLPES		25	VOLÚMEN DEL MOLDE		936.98	MOLDE 2
Peso del suelo + Molde	gr	6079	6131	6162	6168	6166
Peso del molde	gr	4187	4187	4187	4187	4188
Peso del suelo humedo	gr	1892	1944	1975	1981	1978
Densidad Suelo Humedo	gr/cm ³	2.02	2.07	2.11	2.11	2.11
TARA N°		RA-1	S-10	M-01	D-03	HR-03
Peso de la tara	gr	51.17	35.12	61.55	74.14	53.65
Peso suelo humedo + tara	gr	402.21	501.58	459.44	553.7	498.58
Peso suelo seco + tara	gr	364.13	445.97	407.14	485.17	431.85
Peso del agua	gr	38.08	55.61	52.3	68.53	66.73
Peso del suelo seco	gr	312.96	410.85	345.59	411.03	378.2
Contenido de humedad	%	12.17	13.54	15.13	16.67	17.64
Densidad del suelo seco	gr/cm ³	1.800	1.827	1.831	1.812	1.794

MÁXIMA DENSIDAD SECA	=	1.832
HUMEDAD ÓPTIMA	=	14.74

CURVA DE COMPACTACIÓN





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-1 **DOSIFICACIÓN:** 3%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 13/09/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
(NORMA ASTM D1557)**

PROCTOR MODIFICADO "METODO A"								
N° DE CAPAS		5	DIAMETRO		10.15	ALTURA	11.58	
N° DE GOLPES		25	VOLÚMEN DEL MOLDE			936.98	MOLDE	2
Peso del suelo + Molde	gr	6120	6142	6167	6177	6181		
Peso del molde	gr	4190	4190	4190	4190	4190		
Peso del suelo humedo	gr	1930	1952	1977	1987	1991		
Densidad Suelo Humedo	gr/cm ³	2.06	2.08	2.11	2.12	2.12		
TARA N°		M-01	S-10	J-7	J-20	S-01		
Peso de la tara	gr	61.56	35.07	61.01	38.76	39.87		
Peso suelo humedo + tara	gr	973.57	776.55	762.52	597.74	618.64		
Peso suelo seco + tara	gr	872.96	689.22	672.88	520.1	535.08		
Peso del agua	gr	100.61	87.33	89.64	77.64	83.56		
Peso del suelo seco	gr	811.4	654.15	611.87	481.34	495.21		
Contenido de humedad	%	12.40	13.35	14.65	16.13	16.87		
Densidad del suelo seco	gr/cm ³	1.833	1.838	1.840	1.826	1.818		

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	=	1.840
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	=	14.04

CURVA DE COMPACTACIÓN





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-1 **DOSIFICACIÓN:** 5%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 14/09/2023

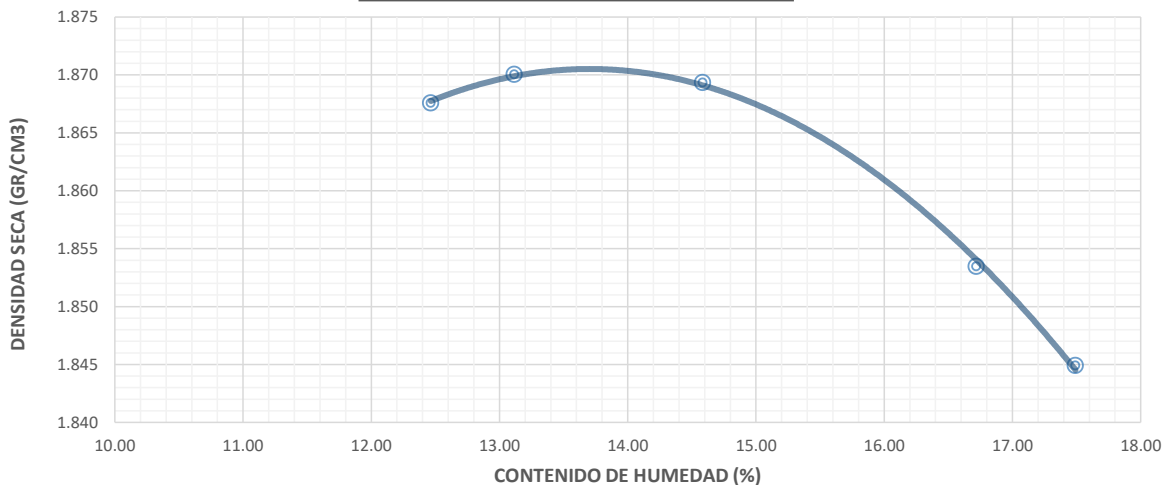
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
(NORMA ASTM D1557)**

PROCTOR MODIFICADO "METODO A"						
N° DE CAPAS		5	DIAMETRO	10.15	ALTURA	11.58
N° DE GOLPES		25	VOLÚMEN DEL MOLDE		936.98	MOLDE 2
Peso del suelo + Molde	gr	6158	6172	6197	6217	6221
Peso del molde	gr	4190	4190	4190	4190	4190
Peso del suelo humedo	gr	1968	1982	2007	2027	2031
Densidad Suelo Humedo	gr/cm ³	2.10	2.12	2.14	2.16	2.17
TARA N°		M-02	HR-03	HR-09	BLP	L-24
Peso de la tara	gr	67.53	53.64	45.71	70.66	73.44
Peso suelo humedo + tara	gr	724.82	936.62	573.82	632.75	590.19
Peso suelo seco + tara	gr	651.97	834.24	506.6	552.24	513.26
Peso del agua	gr	72.85	102.38	67.22	80.51	76.93
Peso del suelo seco	gr	584.44	780.6	460.89	481.58	439.82
Contenido de humedad	%	12.46	13.12	14.58	16.72	17.49
Densidad del suelo seco	gr/cm ³	1.868	1.870	1.869	1.853	1.845

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	=	1.871
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	=	13.70

CURVA DE COMPACTACIÓN





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-1 **DOSIFICACIÓN:** 7%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 15/09/2023

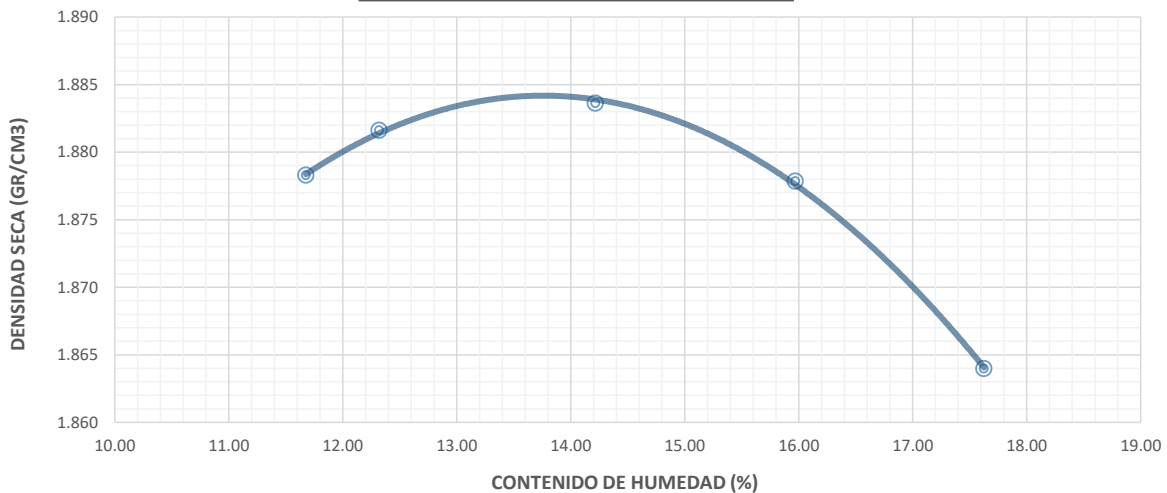
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
(NORMA ASTM D1557)**

PROCTOR MODIFICADO "METODO A"						
N° DE CAPAS		5	DIAMETRO	10.18	ALTURA	11.65
N° DE GOLPES		25	VOLÚMEN DEL MOLDE		948.22	MOLDE 1
Peso del suelo + Molde	gr	5640	5655	5691	5716	5730
Peso del molde	gr	3651	3651	3651	3651	3651
Peso del suelo humedo	gr	1989	2004	2040	2065	2079
Densidad Suelo Humedo	gr/cm ³	2.10	2.11	2.15	2.18	2.19
TARA N°		HR-02	J-03	S-04	D-01	S-03
Peso de la tara	gr	51.36	70.86	39.89	70.57	39.99
Peso suelo humedo + tara	gr	782.53	469.81	530.39	461.01	875.78
Peso suelo seco + tara	gr	706.08	426.05	469.34	407.24	750.54
Peso del agua	gr	76.45	43.76	61.05	53.77	125.24
Peso del suelo seco	gr	654.72	355.19	429.45	336.67	710.55
Contenido de humedad	%	11.68	12.32	14.22	15.97	17.63
Densidad del suelo seco	gr/cm ³	1.878	1.882	1.884	1.878	1.864

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	=	1.884
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	=	13.76

CURVA DE COMPACTACIÓN





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-2 **DOSIFICACIÓN:** 1%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 12/09/2023

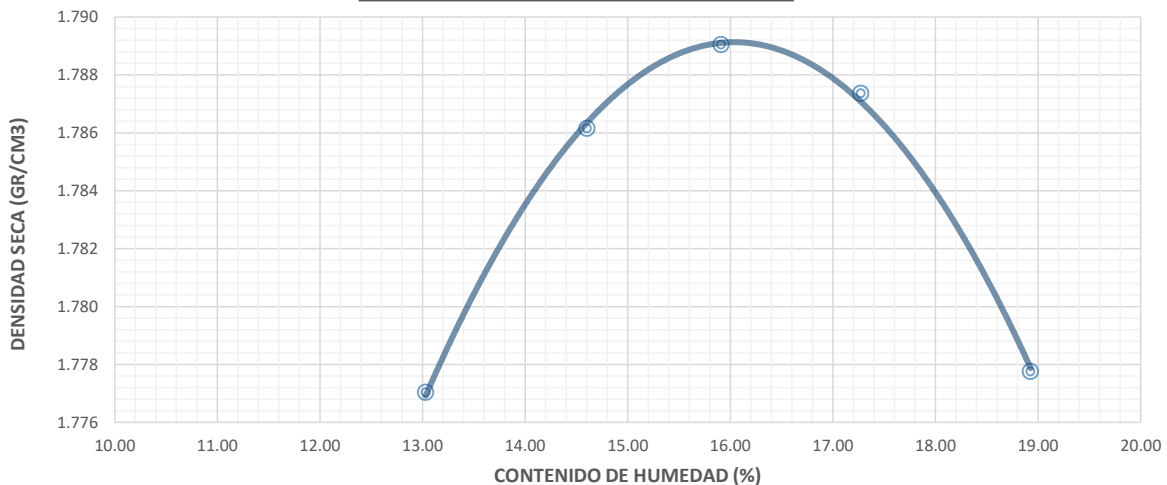
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
(NORMA ASTM D1557)**

PROCTOR MODIFICADO "METODO A"						
N° DE CAPAS		5	DIAMETRO	10.15	ALTURA	11.58
N° DE GOLPES		25	VOLÚMEN DEL MOLDE		936.98	MOLDE 2
Peso del suelo + Molde	gr	6072	6108	6133	6154	6171
Peso del molde	gr	4190	4190	4190	4190	4190
Peso del suelo humedo	gr	1882	1918	1943	1964	1981
Densidad Suelo Humedo	gr/cm ³	2.01	2.05	2.07	2.10	2.11
TARA N°		K-20	D-01	S-03	L-23	L-20
Peso de la tara	gr	76.69	50.58	74.15	72.07	73.19
Peso suelo humedo + tara	gr	573.39	603.19	561.46	561.17	435.11
Peso suelo seco + tara	gr	516.13	532.77	494.57	489.13	377.51
Peso del agua	gr	57.26	70.42	66.89	72.04	57.60
Peso del suelo seco	gr	439.44	482.19	420.42	417.06	304.32
Contenido de humedad	%	13.03	14.60	15.91	17.27	18.93
Densidad del suelo seco	gr/cm ³	1.777	1.786	1.789	1.787	1.778

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	=	1.789
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	=	16.04

CURVA DE COMPACTACIÓN





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-2 **DOSIFICACIÓN:** 3%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

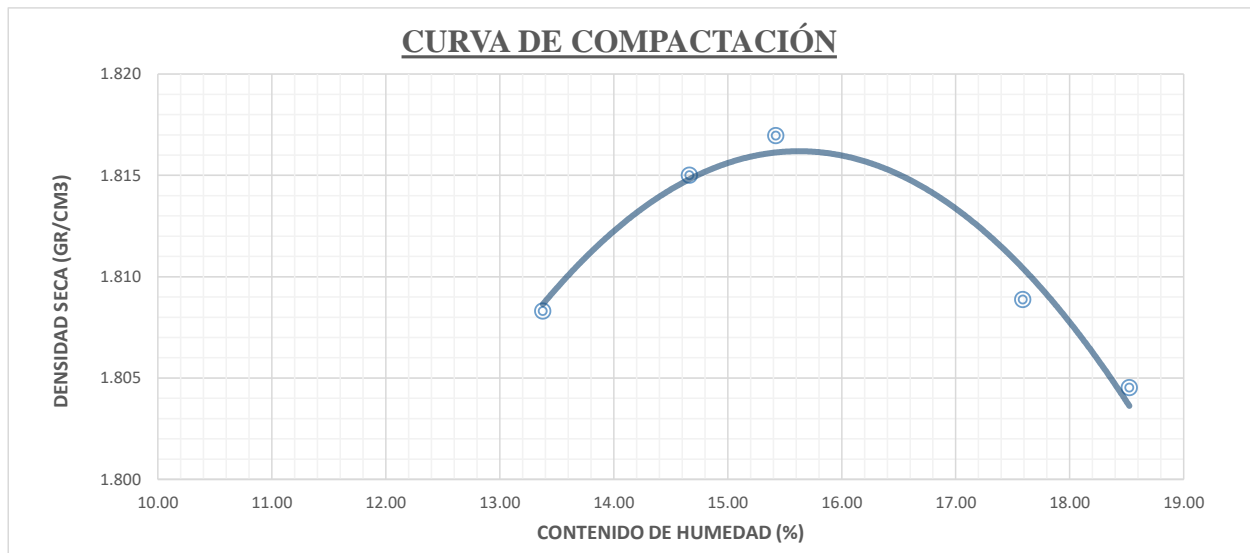
FECHA: 13/09/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
(NORMA ASTM D1557)**

PROCTOR MODIFICADO "METODO A"						
N° DE CAPAS		5	DIAMETRO	10.15	ALTURA	11.58
N° DE GOLPES		25	VOLÚMEN DEL MOLDE		936.98	MOLDE 2
Peso del suelo + Molde	gr	6111	6140	6155	6183	6194
Peso del molde	gr	4190	4190	4190	4190	4190
Peso del suelo humedo	gr	1921	1950	1965	1993	2004
Densidad Suelo Humedo	gr/cm ³	2.05	2.08	2.10	2.13	2.14
TARA N°		TA-07	M-05	M-01	S-10	S-03
Peso de la tara	gr	88.07	70.95	61.55	35.11	39.99
Peso suelo humedo + tara	gr	790.40	566.69	626.23	546.72	882.16
Peso suelo seco + tara	gr	707.53	503.29	550.78	470.19	750.54
Peso del agua	gr	82.87	63.40	75.45	76.53	131.62
Peso del suelo seco	gr	619.46	432.34	489.23	435.08	710.55
Contenido de humedad	%	13.38	14.66	15.42	17.59	18.52
Densidad del suelo seco	gr/cm ³	1.808	1.815	1.817	1.809	1.805

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	=	1.816
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	=	15.62





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-2 **DOSIFICACIÓN:** 5%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 14/09/2023

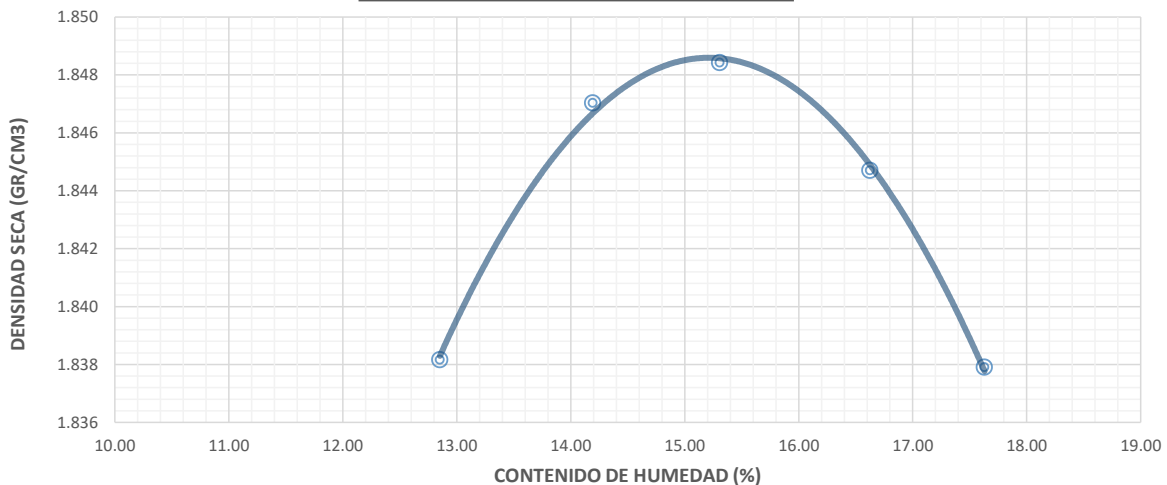
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
(NORMA ASTM D1557)**

PROCTOR MODIFICADO "METODO A"							
N° DE CAPAS		5	DIAMETRO		10.18	ALTURA	11.65
N° DE GOLPES		25	VOLÚMEN DEL MOLDE		948.22	MOLDE	1
Peso del suelo + Molde	gr	5615	5648	5669	5688	5698	
Peso del molde	gr	3648	3648	3648	3648	3648	
Peso del suelo humedo	gr	1967	2000	2021	2040	2050	
Densidad Suelo Humedo	gr/cm ³	2.07	2.11	2.13	2.15	2.16	
TARA N°		B-01	A-1	S-05	K-20	TA-07	
Peso de la tara	gr	109.88	75.63	39.96	76.69	88.04	
Peso suelo humedo + tara	gr	441.53	490.84	674.78	937.62	652.76	
Peso suelo seco + tara	gr	403.76	439.23	590.51	814.89	568.12	
Peso del agua	gr	37.77	51.61	84.27	122.73	84.64	
Peso del suelo seco	gr	293.88	363.60	550.55	738.20	480.08	
Contenido de humedad	%	12.85	14.19	15.31	16.63	17.63	
Densidad del suelo seco	gr/cm ³	1.838	1.847	1.848	1.845	1.838	

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	=	1.849
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	=	15.21

CURVA DE COMPACTACIÓN





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-2 **DOSIFICACIÓN:** 7%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 15/09/2023

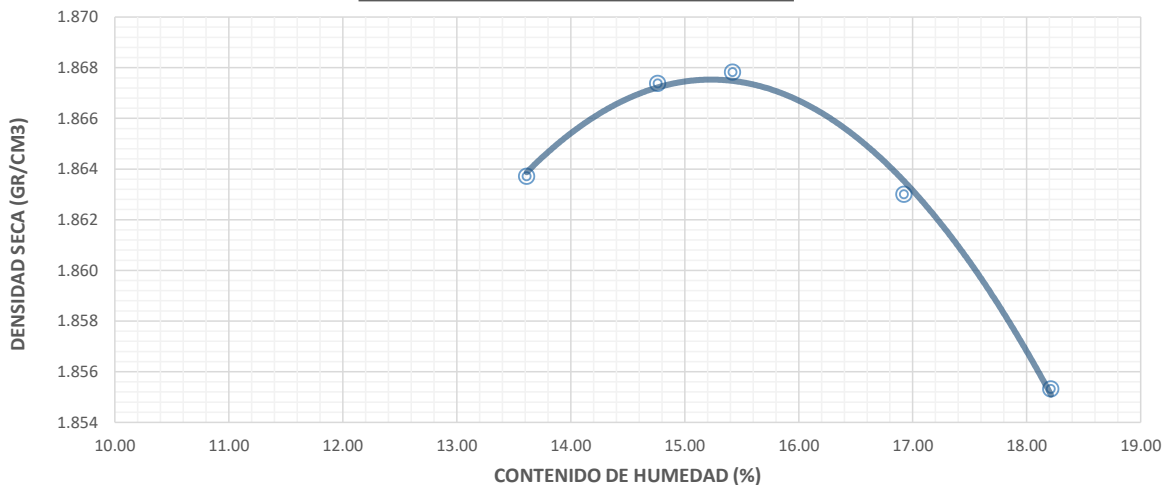
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
(NORMA ASTM D1557)**

PROCTOR MODIFICADO "METODO A"							
N° DE CAPAS		5	DIAMETRO		10.15	ALTURA	11.58
N° DE GOLPES		25	VOLÚMEN DEL MOLDE		936.98	MOLDE	2
Peso del suelo + Molde	gr	6174	6198	6210	6231	6245	
Peso del molde	gr	4190	4190	4190	4190	4190	
Peso del suelo humedo	gr	1984	2008	2020	2041	2055	
Densidad Suelo Humedo	gr/cm ³	2.12	2.14	2.16	2.18	2.19	
TARA N°		T-12	G-01	G-02	L-23	L-20	
Peso de la tara	gr	71.38	61.43	91.72	72.09	73.18	
Peso suelo humedo + tara	gr	722.89	624.55	661.36	572.99	654.35	
Peso suelo seco + tara	gr	644.82	552.11	585.25	500.49	564.81	
Peso del agua	gr	78.07	72.44	76.11	72.50	89.54	
Peso del suelo seco	gr	573.44	490.68	493.53	428.40	491.63	
Contenido de humedad	%	13.61	14.76	15.42	16.92	18.21	
Densidad del suelo seco	gr/cm ³	1.864	1.867	1.868	1.863	1.855	

MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	=	1.868
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	=	15.23

CURVA DE COMPACTACIÓN



ANEXO 10:

Ensayos con incorporaciones de 1%, 3%, 5% y 7%

de vidrio soluble de cbr, muestra C-1 y C-2



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-1 **DOSIFICACIÓN:** 1%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 29/09/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
(ASTM D 1883)

INFORMACIÓN				
DESCRIPCIÓN		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
MOLDE		HR	K-1	K-07
N° DE CAPAS		5	5	5
Peso suelo Humedo + Molde	gr	11055	10828	11724
Peso del Molde	gr	7156	6670	7293
Peso Suelo Humedo	gr	3899	4158	4431
Volumen	cm3	2145.34	2116.88	2106.82
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3	1.817	1.964	2.103

DATOS - CONDICIÓN DE LA MUESTRA							
DESCRIPCIÓN		SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Tara N°		S-10	S-224	T-08	S-32	E-07	S-28
Peso de la Tara	gr	35.26	19.33	37.35	21.63	53.79	17.46
Suelo Humedo + Tara	gr	143.06	75.93	134.7	80.75	163.01	75.14
Peso de Suelo Seco + Tara	gr	129.25	61.65	122.25	66.31	149.01	62.3
Peso del Agua	gr	13.81	14.28	12.45	14.44	14	12.84
Peso del Suelo Seco	gr	93.99	42.32	84.9	44.68	95.22	44.84
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	14.69%	33.74%	14.66%	32.32%	14.70%	28.64%
DENSIDAD SECA DEL SUELO	gr/cm3	1.585		1.713		1.834	

EXPANSIÓN											
DESCRIPCIÓN			12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES		
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	0.00	
				mm	%		mm	%		mm	%
25/09/2023	14:27	0	0.000	0.00	0.00	0.001	0.00	0.00	1.230	0.00	0.00
26/09/2023	14:27	24 h	4.917	4.92	4.25	4.819	4.82	4.15	5.124	3.89	3.32
27/09/2023	14:27	48 h	7.080	7.08	6.11	5.614	5.61	4.83	6.519	5.29	4.51
28/09/2023	14:27	72 h	8.005	8.01	6.91	7.362	7.36	6.33	7.800	6.57	5.60
29/09/2023	14:27	96 h	9.145	9.15	7.90	8.510	8.51	7.32	9.120	7.89	6.73

PENETRACIÓN														
Penetración mm	Penetración (pulg)	Carga Es.t	12 GOLPES				25 GOLPES				56 GOLPES			
			Dial	Kg	kg/cm2	%CBR	Dial	Kg	kg/cm2	%CBR	Dial	Kg	kg/cm2	%CBR
0.00	0.000		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
0.64	0.025		0.10	10.20	0.53		0.19	19.37	1.00		0.23	23.45	1.21	
1.27	0.050		0.22	22.43	1.16		0.36	36.71	1.90		0.42	42.83	2.22	
1.91	0.075		0.31	31.61	1.64		0.48	48.95	2.53		0.55	56.08	2.90	
2.54	0.100	70.2	0.41	41.81	2.16	3.08	0.55	56.08	2.90	4.13	0.67	68.32	3.54	5.04
3.18	0.125		0.47	47.93	2.48		0.63	64.24	3.32		0.76	77.50	4.01	
3.81	0.150		0.52	53.02	2.74		0.70	71.38	3.69		0.87	88.71	4.59	
4.45	0.175		0.57	58.12	3.01		0.75	76.48	3.96		0.93	94.83	4.91	
5.08	0.200	105.4	0.61	62.20	3.22	3.05	0.80	81.58	4.22	4.01	0.98	99.93	5.17	4.91
7.62	0.300		0.73	74.44	3.85		0.89	90.75	4.70		1.15	117.27	6.07	
10.16	0.400		0.82	83.62	4.33		0.95	96.87	5.01		1.28	130.52	6.76	
12.70	0.500		0.91	92.79	4.80		1.12	114.21	5.91		1.41	143.78	7.44	



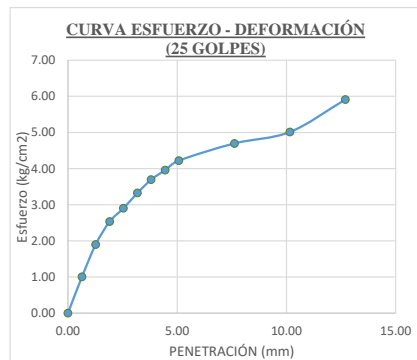
PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-1 **DOSIFICACIÓN:** 1%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 29/09/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
(ASTM D 1883)**

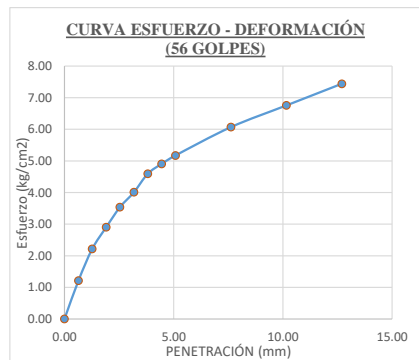
EST. QUÍMICA	SILICATO DE SODIO GEL (VIDRIO SOLUBLE)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (GR/CM3)	1.833
DOSIFICACIÓN	1%	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	14.86%
METODO DE COMPACTACIÓN	"A"	CBR AL 100 % DE MÁXIMA DENSIDAD SECA (%)	5.04
CONDICIÓN DE SATURACIÓN	4 DÍAS SUMERGIDO	CBR AL 95 % DE MÁXIMA DENSIDAD SECA (%)	4.33



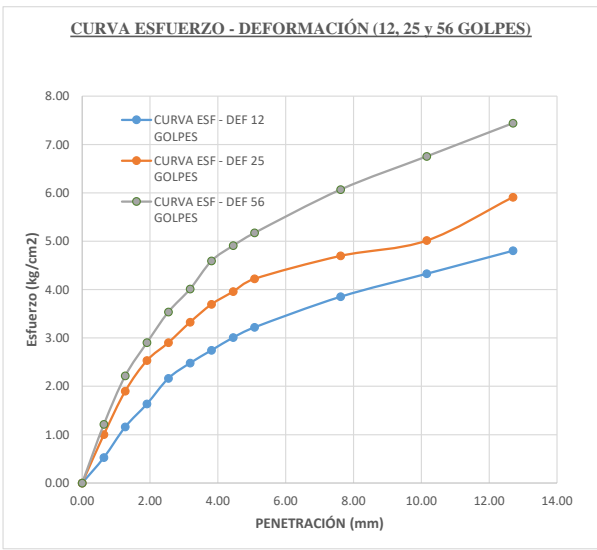
CBR = 3.08 %
DENS. SECA = 1.585 gr/cm3



CBR = 4.13 %
D.S.= 1.713 gr/cm3



CBR = 5.04 %
D.S.= 1.834 gr/cm3





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-1 **DOSIFICACIÓN:** 3%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 10/11/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
(ASTM D 1883)

INFORMACIÓN				
DESCRIPCIÓN		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
MOLDE		K-21	K-30	K-2
N° DE CAPAS		5	5	5
Peso suelo Humedo + Molde	gr	10657	11744	11193
Peso del Molde	gr	6714	7597	6682
Peso Suelo Humedo	gr	3943	4147	4511
Volumen	cm3	2125.86	2103.10	2147.66
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3	1.855	1.972	2.100

DATOS - CONDICIÓN DE LA MUESTRA							
DESCRIPCIÓN		SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Tara N°		S-57	A-8	S-41	S-224	A-8-1	T-06
Peso de la Tara	gr	17.80	13.14	22.11	19.33	13.15	24.44
Suelo Humedo + Tara	gr	127.85	62.81	129.02	68.79	119.05	77.72
Peso de Suelo Seco + Tara	gr	114.28	51.20	115.88	58.11	105.98	67.54
Peso del Agua	gr	13.57	11.61	13.14	10.68	13.07	10.18
Peso del Suelo Seco	gr	96.48	38.06	93.77	38.78	92.83	43.10
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	14.07%	30.50%	14.01%	27.54%	14.08%	23.62%
DENSIDAD SECA DEL SUELO	gr/cm3	1.626		1.729		1.841	

EXPANSIÓN											
DESCRIPCIÓN			12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES		
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	0.00	
				mm	%		mm	%		mm	%
06/11/2023	13:09	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.330	0.00	0.00
07/11/2023	13:09	24 h	3.737	3.74	3.16	3.127	3.13	2.70	2.605	2.28	1.94
08/11/2023	13:09	48 h	4.560	4.56	3.86	4.226	4.23	3.65	3.527	3.20	2.73
09/11/2023	13:09	72 h	5.904	5.90	4.99	5.198	5.20	4.48	4.165	3.84	3.28
10/11/2023	13:09	96 h	7.103	7.10	6.01	6.045	6.05	5.22	4.871	4.54	3.88

PENETRACIÓN														
Penetración mm	Penetración (pulg)	Carga Es.t	12 GOLPES				25 GOLPES				56 GOLPES			
			Dial	Kg	kg/cm2	%CBR	Dial	Kg	kg/cm2	%CBR	Dial	Kg	kg/cm2	%CBR
0	0.000		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
0.64	0.025		0.21	21.41	1.11		0.31	31.61	1.64		0.41	41.81	2.16	
1.27	0.050		0.37	37.73	1.95		0.59	60.16	3.11		0.67	68.32	3.54	
1.91	0.075		0.53	54.04	2.80		0.79	80.56	4.17		0.93	94.83	4.91	
2.54	0.100	70.2	0.65	66.28	3.43	4.89	0.98	99.93	5.17	7.37	1.24	126.44	6.54	9.32
3.18	0.125		0.72	73.42	3.80		1.15	117.27	6.07		1.41	143.78	7.44	
3.81	0.150		0.81	82.60	4.27		1.28	130.52	6.76		1.59	162.13	8.39	
4.45	0.175		0.90	91.77	4.75		1.37	139.70	7.23		1.76	179.47	9.29	
5.08	0.200	105.4	0.98	99.93	5.17	4.91	1.45	147.86	7.65	7.26	1.85	188.64	9.76	9.26
7.62	0.300		1.21	123.38	6.39		1.65	168.25	8.71		2.17	221.27	11.45	
10.16	0.400		1.45	147.86	7.65		1.91	194.76	10.08		2.45	249.83	12.93	
12.7	0.500		1.61	164.17	8.50		2.16	220.26	11.40		2.71	276.34	14.30	



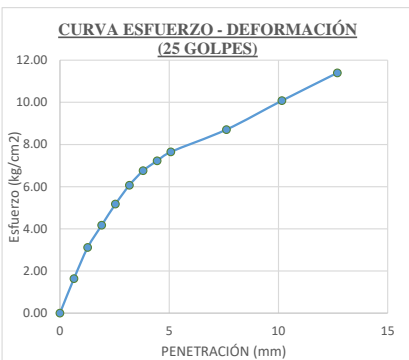
PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-1 DOSIFICACIÓN: 3%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 10/11/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
(ASTM D 1883)**

EST. QUÍMICA	SILICATO DE SODIO GEL (VIDRIO SOLUBLE)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (GR/CM3)	1.84
DOSIFICACIÓN	3%	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	14.04%
METODO DE COMPACTACIÓN	"A"	CBR AL 100 % DE MÁXIMA DENSIDAD SECA (%)	9.32
CONDICIÓN DE SATURACIÓN	4 DÍAS SUMERGIDO	CBR AL 95 % DE MÁXIMA DENSIDAD SECA (%)	7.52



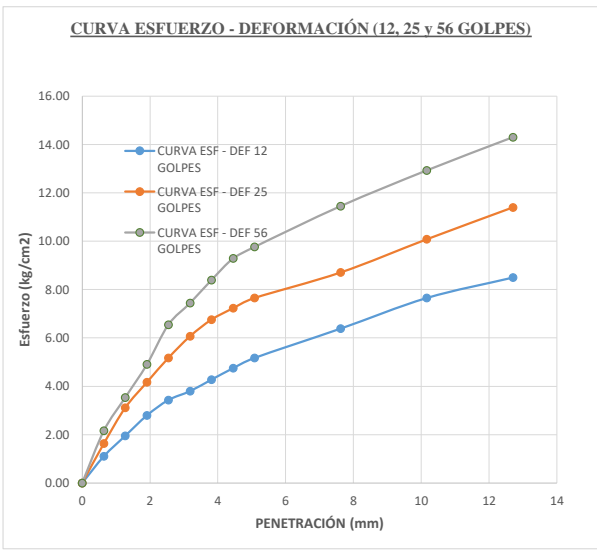
CBR = 4.91 %
 DENS. SECA = 1.626 gr/cm3



CBR = 7.37 %
 D.S.= 1.729 gr/cm3



CBR = 9.32 %
 D.S.= 1.841 gr/cm3





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-1 DOSIFICACIÓN 5%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 17/11/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
(ASTM D 1883)

DESCRIPCIÓN			12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
MOLDE			K-2		K-30		K-21	
N° DE CAPAS			5		5		5	
Peso suelo Humedo + Molde	gr		11178		11291		11137	
Peso del Molde	gr		7293		7124		6579	
Peso Suelo Humedo	gr		3885		4167		4558	
Volumen	cm3		2075.89		2075.89		2141.62	
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3		1.871		2.007		2.128	

DATOS - CONDICIÓN DE LA MUESTRA							
DESCRIPCIÓN		SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Tara N°		A-100	S-54	M-09	S-32	M-53	Es-2
Peso de la Tara	gr	31.93	18.6	35.47	21.64	37.7	21.56
Suelo Humedo + Tara	gr	133.87	73.49	153.57	72.21	150.3	72.31
Peso de Suelo Seco + Tara	gr	121.61	62.08	139.35	62.18	136.71	63.77
Peso del Agua	gr	12.26	11.41	14.22	10.03	13.59	8.54
Peso del Suelo Seco	gr	89.68	43.48	103.88	40.54	99.01	42.21
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	13.67%	26.24%	13.69%	24.74%	13.73%	20.23%
DENSIDAD SECA DEL SUELO	gr/cm3	1.646		1.766		1.871	

EXPANSIÓN											
DESCRIPCIÓN			12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES		
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	0	
				mm	%		mm	%		mm	%
13/11/2023	12:55:00	0	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14/11/2023	12:55:00	24 h	1.92	1.92	1.64	2.21	2.11	1.85	0.66	0.66	0.58
15/11/2023	12:55:00	48 h	3.28	3.28	2.80	2.81	2.71	2.37	1.39	1.39	1.22
16/11/2023	12:55:00	72 h	4.54	4.54	3.87	3.60	3.50	3.07	2.17	2.17	1.89
17/11/2023	12:55:00	96 h	5.05	5.05	4.31	4.13	4.03	3.53	2.51	2.51	2.20

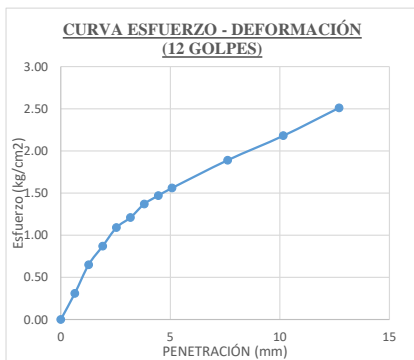
PENETRACIÓN														
Penetración mm	Penetración (pulg)	Carga Es.t	12 GOLPES				25 GOLPES				56 GOLPES			
			Dial	Kg	kg/cm2	%CBR	Dial	Kg	kg/cm2	%CBR	Dial	Kg	kg/cm2	%CBR
0	0.000		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
0.64	0.025		0.31	31.61	1.64		0.48	48.95	2.53		0.61	62.20	3.22	
1.27	0.050		0.65	66.28	3.43		0.83	84.64	4.38		1.19	121.34	6.28	
1.91	0.075		0.87	88.71	4.59		1.21	123.38	6.39		1.69	172.33	8.92	
2.54	0.100	70.2	1.09	111.15	5.75	8.19	1.54	157.03	8.13	11.58	2.11	215.16	11.14	15.86
3.18	0.125		1.21	123.38	6.39		1.74	177.43	9.18		2.42	246.77	12.77	
3.81	0.150		1.37	139.70	7.23		1.98	201.90	10.45		2.69	274.30	14.20	
4.45	0.175		1.47	149.90	7.76		2.15	219.24	11.35		2.96	301.83	15.62	
5.08	0.200	105.4	1.56	159.07	8.23	7.81	2.28	232.49	12.03	11.42	3.15	321.21	16.62	15.77
7.62	0.300		1.89	192.72	9.97		2.68	273.28	14.14		3.64	371.17	19.21	
10.16	0.400		2.18	222.29	11.50		3.01	306.93	15.88		3.97	404.82	20.95	
12.7	0.500		2.51	255.94	13.25		3.45	351.80	18.21		4.35	443.57	22.96	



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-1 **DOSIFICACIÓN:** 5%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 17/11/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
(ASTM D 1883)**

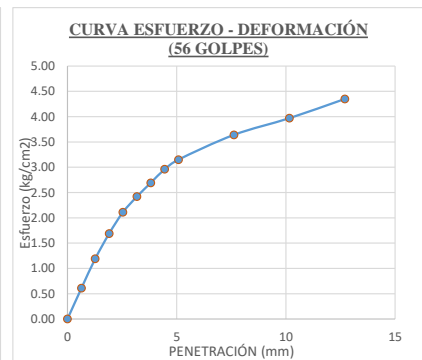
EST. QUÍMICA	SILICATO DE SODIO GEL (VIDRIO SOLUBLE)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (GR/CM ³)	1.871
DOSIFICACIÓN	5%	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	13.70%
METODO DE COMPACTACIÓN	"A"	CBR AL 100 % DE MÁXIMA DENSIDAD SECA (%)	15.86
CONDICIÓN DE SATURACIÓN	4 DÍAS SUMERGIDO	CBR AL 95 % DE MÁXIMA DENSIDAD SECA (%)	12.43



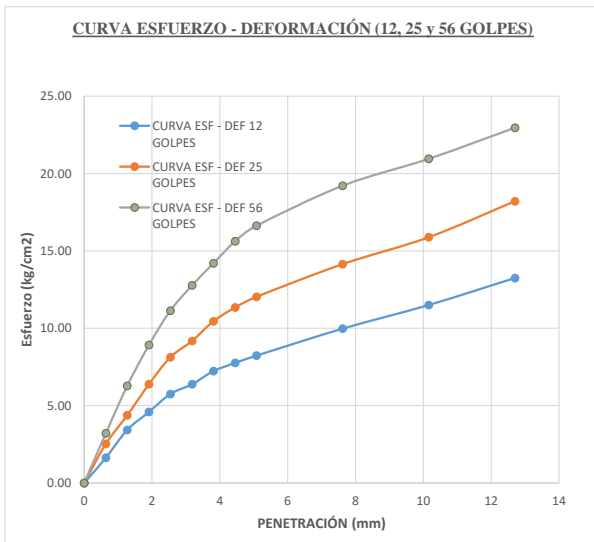
CBR = 8.19 %
DENS. SECA = 1.646 gr/cm³



CBR = 11.58 %
D.S.= 1.766 gr/cm³



CBR = 15.86 %
D.S.= 1.871 gr/cm³





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-1 DOSIFICACIÓN 7% V.S.

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 24/11/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
(ASTM D 1883)

INFORMACIÓN				
DESCRIPCIÓN		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
MOLDE		K16/K07	MDI/III	B3/H-25
N° DE CAPAS		5	5	5
Peso suelo Humedo + Molde	gr	11208	11727	11170
Peso del Molde	gr	7293	7616	6579
Peso Suelo Humedo	gr	3915	4111	4591
Volumen	cm3	2075.89	2075.89	2141.62
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3	1.886	1.980	2.144

DATOS - CONDICIÓN DE LA MUESTRA							
DESCRIPCIÓN		SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Tara N°		C-21	S-49	M-02	S-115	M-05	S-63
Peso de la Tara	gr	50.67	19.48	67.49	16.66	76.46	16.87
Suelo Humedo + Tara	gr	183.88	69.88	183.79	69.65	192.51	76.54
Peso de Suelo Seco + Tara	gr	167.91	59.35	169.78	59.10	178.48	66.13
Peso del Agua	gr	15.97	10.53	14.01	10.55	14.03	10.41
Peso del Suelo Seco	gr	117.24	39.87	102.29	42.44	102.02	49.26
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	13.62%	26.41%	13.70%	24.86%	13.75%	21.13%
DENSIDAD SECA DEL SUELO	gr/cm3	1.660		1.742		1.885	

EXPANSIÓN											
DESCRIPCIÓN			12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES		
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
20/11/2023	12:36	0	0.005	0.00	0.00	0.010	0.00	0.00	0.001	0.00	0.00
21/11/2023	12:36	24 h	1.725	1.72	1.47	2.345	2.34	2.04	2.001	2.00	1.75
22/11/2023	12:36	48 h	2.950	2.95	2.51	2.350	2.34	2.05	2.482	2.48	2.17
23/11/2023	12:36	72 h	4.265	4.26	3.63	3.235	3.23	2.82	2.890	2.89	2.53
24/11/2023	13:05	96 h	5.190	5.19	4.42	4.210	4.20	3.68	3.145	3.14	2.75

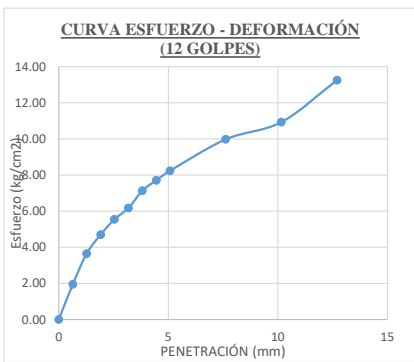
PENETRACIÓN														
Penetración mm	Penetración (plg)	Carga Es.t	12 GOLPES				25 GOLPES				56 GOLPES			
			Dial	Kg	kg/cm2	%CBR	Dial	Kg	kg/cm2	%CBR	Dial	Kg	kg/cm2	%CBR
0	0.000		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
0.64	0.025		0.37	37.73	1.95		0.52	53.02	2.74		0.61	62.20	3.22	
1.27	0.050		0.69	70.36	3.64		0.91	92.79	4.80		1.27	129.50	6.70	
1.91	0.075		0.89	90.75	4.70		1.26	128.48	6.65		1.59	162.13	8.39	
2.54	0.100	70.2	1.05	107.07	5.54	7.89	1.48	150.92	7.81	11.13	2.03	207.00	10.71	15.26
3.18	0.125		1.17	119.30	6.17		1.71	174.47	9.03		2.31	235.55	12.19	
3.81	0.150		1.35	137.66	7.12		1.85	188.64	9.76		2.61	266.14	13.77	
4.45	0.175		1.46	148.88	7.70		2.01	204.96	10.61		2.85	290.61	15.04	
5.08	0.200	105.4	1.56	159.07	8.23	7.81	2.21	225.35	11.66	11.07	3.01	306.93	15.88	15.07
7.62	0.300		1.89	192.72	9.97		2.56	261.04	13.51		3.45	351.80	18.21	
10.16	0.400		2.07	211.08	10.92		2.91	296.73	15.36		3.89	396.66	20.53	
12.7	0.500		2.51	255.94	13.25		3.38	344.66	17.84		4.54	462.94	23.96	



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-1 **DOSIFICACIÓN:** 7% V.S.
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 24/11/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
(ASTM D 1883)**

EST. QUÍMICA	SILICATO DE SODIO GEL (VIDRIO SOLUBLE)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (GR/CM3)	1.884
DOSIFICACIÓN	7%	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	15.17%
METODO DE COMPACTACIÓN	"A"	CBR AL 100 % DE MÁXIMA DENSIDAD SECA (%)	15.26
CONDICIÓN DE SATURACIÓN	4 DÍAS SUMERGIDO	CBR AL 95 % DE MÁXIMA DENSIDAD SECA (%)	12.32



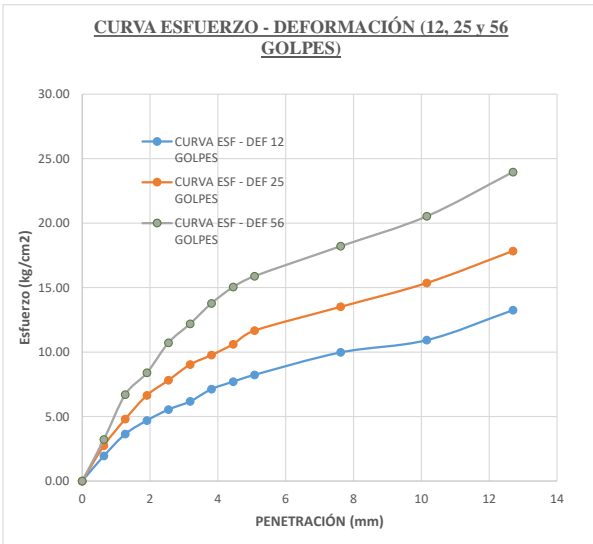
CBR = 7.89 %
 DENS. SECA = 1.660 g/cm³



CBR = 11.13 %
 D.S.= 1.742 g/cm³



CBR = 15.26 %
 D.S.= 1.885 g/cm³





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-2 **DOSIFICACIÓN:** 1%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 29/09/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
(ASTM D 1883)

INFORMACIÓN				
DESCRIPCIÓN		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
MOLDE		H-02/K-30	B-1	K-2/K-30
N° DE CAPAS		5	5	5
Peso suelo Humedo + Molde	gr	10503	10203	12165
Peso del Molde	gr	7161	6793	7851
Peso Suelo Humedo	gr	3342	3410	4314
Volumen	cm3	1842.26	1811.24	2075.89
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3	1.814	1.883	2.078

DATOS - CONDICIÓN DE LA MUESTRA							
DESCRIPCIÓN		SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Tara N°		M-08	S-62	E-11	S-12	D-06	S-41
Peso de la Tara	gr	37.06	16.84	74.17	19.09	71.48	17.30
Suelo Humedo + Tara	gr	167.77	67.30	242.61	74.75	291.00	68.10
Peso de Suelo Seco + Tara	gr	149.64	55.45	219.42	62.25	260.57	57.85
Peso del Agua	gr	18.13	11.85	23.19	12.50	30.43	10.25
Peso del Suelo Seco	gr	112.58	38.61	145.25	43.16	189.09	40.55
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	16.10%	30.69%	15.97%	28.96%	16.09%	25.28%
DENSIDAD SECA DEL SUELO	gr/cm3	1.562	1.623	1.623	1.790	1.790	1.790

EXPANSIÓN											
DESCRIPCIÓN			12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES		
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	0.00	
				mm	%		mm	%		mm	%
25/09/2023	15:05	0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
26/09/2023	15:05	24 h	4.545	4.55	3.98	3.80	3.80	3.36	3.310	3.31	2.91
27/09/2023	15:05	48 h	5.575	5.58	4.88	5.37	5.37	4.74	4.270	4.27	3.75
28/09/2023	15:05	72 h	7.710	7.71	6.75	7.04	7.04	6.22	6.105	6.11	5.37
29/09/2023	15:05	96 h	8.365	8.37	7.32	8.18	8.18	7.22	7.545	7.55	6.63

PENETRACIÓN														
Penetración mm	Penetración (plg)	Carga Es.t	12 GOLPES				25 GOLPES				56 GOLPES			
			Dial	Kg	kg/cm2	%CBR	Dial	Kg	kg/cm2	%CBR	Dial	Kg	kg/cm2	%CBR
0	0.000		0.00	0.00	0.00					0.00	0.00	0.00		
0.64	0.025		0.13	13.26	0.69					0.21	21.41	1.11		
1.27	0.050		0.22	22.43	1.16					0.42	42.83	2.22		
1.91	0.075		0.33	33.65	1.74					0.59	60.16	3.11		
2.54	0.100	70.2	0.40	40.79	2.11	3.01	0.51	52.00	2.69	3.83	0.73	74.44	3.85	5.49
3.18	0.125		0.47	47.93	2.48		0.58	59.14	3.06		0.82	83.62	4.33	
3.81	0.150		0.51	52.00	2.69		0.63	64.24	3.32		0.92	93.81	4.86	
4.45	0.175		0.56	57.10	2.96		0.70	71.38	3.69		1.00	101.97	5.28	
5.08	0.200	105.4	0.61	62.20	3.22	3.05	0.77	78.52	4.06	3.86	1.08	110.13	5.70	5.41
7.62	0.300		0.68	69.34	3.59		0.91	92.79	4.80		1.28	130.52	6.76	
10.16	0.400		0.72	73.42	3.80		1.02	104.01	5.38		1.41	143.78	7.44	
12.7	0.500		0.79	80.56	4.17		1.10	112.17	5.81		1.56	159.07	8.23	



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-2 **DOSIFICACIÓN:** 1%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 29/09/2023

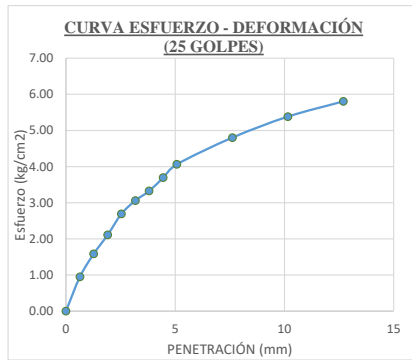
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
(ASTM D 1883)**

EST. QUÍMICA	SILICATO DE SODIO GEL (VIDRIO SOLUBLE)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (GR/CM3)	1.789
DOSIFICACIÓN	1%	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	16.04%
METODO DE COMPACTACIÓN	"A"	CBR AL 100 % DE MÁXIMA DENSIDAD SECA (%)	5.49
CONDICIÓN DE SATURACIÓN	4 DÍAS SUMERGIDO	CBR AL 95 % DE MÁXIMA DENSIDAD SECA (%)	4.56



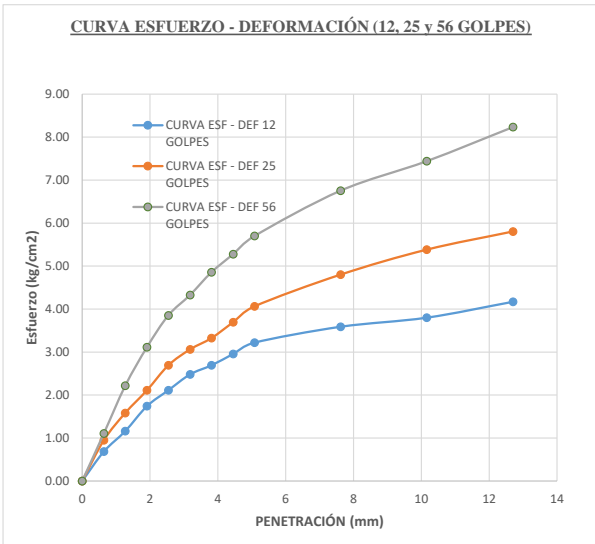
CBR = 3.05 %
 DENS. SECA = 1.56 gr/cm3



CBR = 3.86 %
 D.S.= 1.62 gr/cm3



CBR = 5.49 %
 D.S.= 1.79 gr/cm3





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-2 **DOSIFICACIÓN:** 3%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 10/11/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
(ASTM D 1883)

INFORMACIÓN				
DESCRIPCIÓN		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
MOLDE		K-30	K-21	K-3/T-01
N° DE CAPAS		5	5	5
Peso suelo Humedo + Molde	gr	11491	10891	12286
Peso del Molde	gr	7598	6714	7846
Peso Suelo Humedo	gr	3893	4177	4440
Volumen	cm3	2108.43	2114.10	2113.14
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3	1.85	1.98	2.10

DATOS - CONDICIÓN DE LA MUESTRA							
DESCRIPCIÓN		SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Tara N°		M-27	S-22	S-01	S-02	J-20	S-05
Peso de la Tara	gr	16.96	10.33	10.62	13.08	38.71	12.95
Suelo Humedo + Tara	gr	116.45	86.71	111.25	65.61	139.75	90.14
Peso de Suelo Seco + Tara	gr	102.91	70.46	97.61	55.12	126.04	76.37
Peso del Agua	gr	13.54	16.25	13.64	10.49	13.71	13.77
Peso del Suelo Seco	gr	85.95	60.13	86.99	42.04	87.33	63.42
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	15.75%	27.02%	15.68%	24.95%	15.70%	21.71%
DENSIDAD SECA DEL SUELO	gr/cm3	1.595		1.708		1.816	

EXPANSIÓN											
DESCRIPCIÓN			12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES		
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	0.00	
				mm	%		mm	%		mm	%
06/11/2023	12:12	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
07/11/2023	12:12	24 h	2.809	2.81	2.42	2.709	2.71	2.33	2.599	2.60	2.23
08/11/2023	12:12	48 h	4.127	4.13	3.55	4.020	4.02	3.46	3.668	3.67	3.15
09/11/2023	12:12	72 h	5.302	5.30	4.56	5.075	5.08	4.37	4.105	4.11	3.52
10/11/2023	12:12	96 h	6.450	6.45	5.55	5.735	5.74	4.94	4.709	4.71	4.04

PENETRACIÓN														
Penetración mm	Penetración (plg)	Carga Es.t	12 GOLPES				25 GOLPES				56 GOLPES			
			Dial	Kg	kg/cm2	%CBR	Dial	Kg	kg/cm2	%CBR	Dial	Kg	kg/cm2	%CBR
0	0.000		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
0.64	0.025		0.21	21.41	1.11		0.36	36.71	1.90		0.41	41.81	2.16	
1.27	0.050		0.47	47.93	2.48		0.61	62.20	3.22		0.76	77.50	4.01	
1.91	0.075		0.61	62.20	3.22		0.89	90.75	4.70		1.07	109.11	5.65	
2.54	0.100	70.2	0.81	82.60	4.27	6.09	1.10	112.17	5.81	8.27	1.45	147.86	7.65	10.90
3.18	0.125		0.97	98.91	5.12		1.26	128.48	6.65		1.67	170.29	8.81	
3.81	0.150		1.07	109.11	5.65		1.41	143.78	7.44		1.89	192.72	9.97	
4.45	0.175		1.14	116.25	6.02		1.55	158.05	8.18		2.03	207.00	10.71	
5.08	0.200	105.4	1.21	123.38	6.39	6.06	1.63	166.21	8.60	8.16	2.14	218.22	11.29	10.72
7.62	0.300		1.45	147.86	7.65		1.86	189.66	9.82		2.51	255.94	13.25	
10.16	0.400		1.61	164.17	8.50		2.18	222.29	11.50		2.81	286.54	14.83	
12.7	0.500		1.89	192.72	9.97		2.41	245.75	12.72		3.24	330.38	17.10	



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-2 DOSIFICACIÓN: 3%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 10/11/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
(ASTM D 1883)**

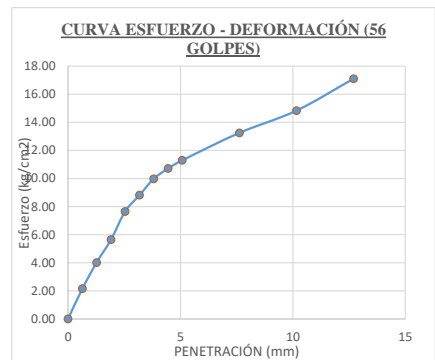
EST. QUÍMICA	SILICATO DE SODIO GEL (VIDRIO SOLUBLE)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (GR/CM3)	1.816
DOSIFICACIÓN	3%	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	15.63%
METODO DE COMPACTACIÓN	"A"	CBR AL 100 % DE MÁXIMA DENSIDAD SECA (%)	10.90
CONDICIÓN DE SATURACIÓN	4 DÍAS SUMERGIDO	CBR AL 95 % DE MÁXIMA DENSIDAD SECA (%)	8.83



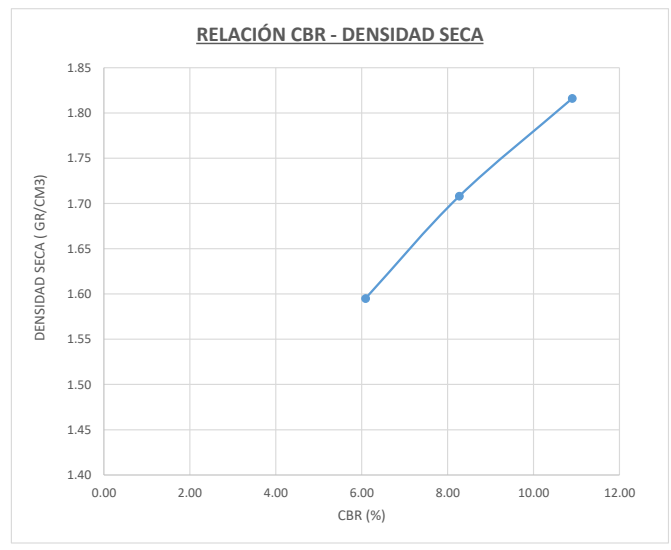
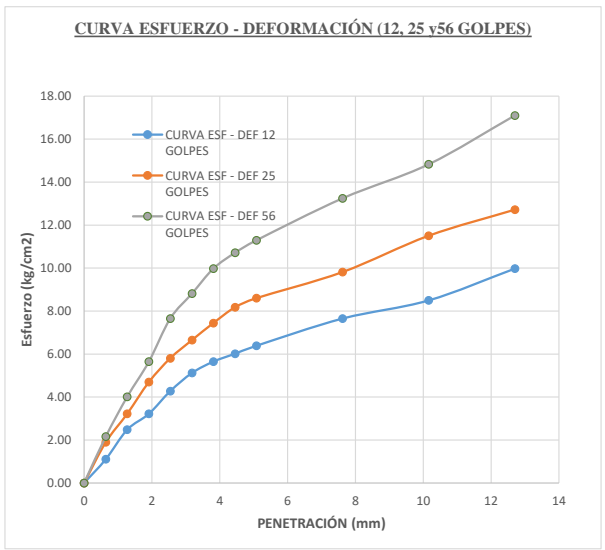
CBR = 6.09 %
 DENS. SECA = 1.60 gr/cm3



CBR = 8.27 %
 D.S.= 1.71 gr/cm3



CBR = 10.90 %
 D.S.= 1.816 gr/cm3





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-2 **DOSIFICACIÓN:** 5%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 17/11/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
(ASTM D 1883)

INFORMACIÓN				
DESCRIPCIÓN		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
MOLDE		K-7	K-3/T-01	HR
N° DE CAPAS		5	5	5
Peso suelo Humedo + Molde	gr	10931	12050	11658
Peso del Molde	gr	7292	7845	7142
Peso Suelo Humedo	gr	3639	4205	4516
Volumen	cm3	1971.41	2113.14	2118.59
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3	1.846	1.990	2.132

DATOS - CONDICIÓN DE LA MUESTRA							
DESCRIPCIÓN		SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Tara N°		S-13	S-47	S-224	S-57	T-06	S-13
Peso de la Tara	gr	15.58	22.13	19.32	17.8	24.42	15.58
Suelo Humedo + Tara	gr	114.64	125.14	110.71	71.02	122.99	64.88
Peso de Suelo Seco + Tara	gr	101.59	106.68	98.57	62.19	109.92	57.4
Peso del Agua	gr	13.05	18.46	12.14	8.83	13.07	7.48
Peso del Suelo Seco	gr	86.01	84.55	79.25	44.39	85.5	41.82
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	15.17%	21.83%	15.32%	19.89%	15.29%	17.89%
DENSIDAD SECA DEL SUELO	gr/cm3	1.603		1.726		1.849	

EXPANSIÓN											
DESCRIPCIÓN			12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES		
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	0.00	
				mm	%		mm	%		mm	%
13/11/2023	13:07	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
14/11/2023	13:07	24 h	1.891	1.89	1.62	1.785	1.79	1.53	1.698	1.70	1.56
15/11/2023	13:07	48 h	2.410	2.41	2.07	2.366	2.37	2.03	1.870	1.87	1.72
16/11/2023	13:07	72 h	2.874	2.87	2.46	2.705	2.71	2.33	2.052	2.05	1.89
17/11/2023	13:07	96 h	4.512	4.51	3.87	4.057	4.06	3.49	2.305	2.31	2.12

PENETRACIÓN														
Penetración mm	Penetración (plg)	Carga Es.t	12 GOLPES				25 GOLPES				56 GOLPES			
			Dial	Kg	kg/cm2	%CBR	Dial	Kg	kg/cm2	%CBR	Dial	Kg	kg/cm2	%CBR
0	0.000		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
0.64	0.025		0.35	35.69	1.85		0.46	46.91	2.43		0.65	66.28	3.43	
1.27	0.050		0.71	72.40	3.75		0.85	86.67	4.49		1.12	114.21	5.91	
1.91	0.075		0.95	96.87	5.01		1.18	120.32	6.23		1.67	170.29	8.81	
2.54	0.100	70.2	1.14	116.25	6.02	8.57	1.57	160.09	8.29	11.80	2.11	215.16	11.14	15.86
3.18	0.125		1.28	130.52	6.76		1.88	191.70	9.92		2.43	247.79	12.82	
3.81	0.150		1.45	147.86	7.65		2.05	209.04	10.82		2.71	276.34	14.30	
4.45	0.175		1.55	158.05	8.18		2.27	231.47	11.98		2.95	300.81	15.57	
5.08	0.200	105.4	1.67	170.29	8.81	8.36	2.38	242.69	12.56	11.92	3.21	327.32	16.94	16.07
7.62	0.300		1.91	194.76	10.08		2.95	300.81	15.57		4.10	418.08	21.64	
10.16	0.400		2.36	240.65	12.45		3.31	337.52	17.47		4.76	485.38	25.12	
12.7	0.500		2.65	270.22	13.99		3.91	398.70	20.63		5.58	568.99	29.45	



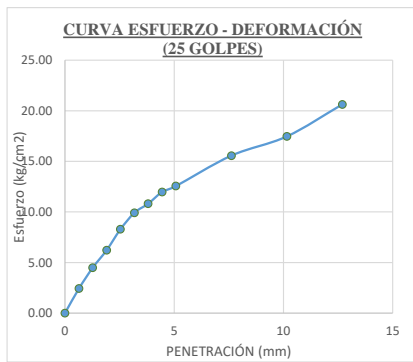
PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-2 **DOSIFICACIÓN:** 5%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 17/11/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
(ASTM D 1883)**

EST. QUÍMICA	SILICATO DE SODIO GEL (VIDRIO SOLUBLE)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (GR/CM ³)	1.849
DOSIFICACIÓN	5%	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	15.21%
METODO DE COMPACTACIÓN	"A"	CBR AL 100 % DE MÁXIMA DENSIDAD SECA (%)	16.07
CONDICIÓN DE SATURACIÓN	4 DÍAS SUMERGIDO	CBR AL 95 % DE MÁXIMA DENSIDAD SECA (%)	13.12



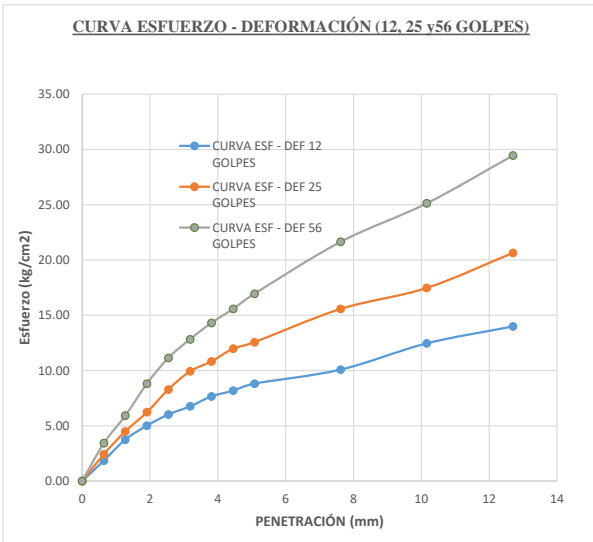
CBR = 8.57 %
DENS. SECA = 1.603 gr/cm³



CBR = 11.92 %
D.S.= 1.726 gr/cm³



CBR = 16.07 %
D.S.= 1.849 gr/cm³





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.

TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA

CALICATA: C-2 DOSIFICACIÓN 7%

PROFUNDIDAD: 1.5 m

FECHA: 01/12/2023

UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
(ASTM D 1883)

INFORMACIÓN				
DESCRIPCIÓN		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
MOLDE		LII/H02/H2/K30	B-1	K-2/K-30
N° DE CAPAS		5	5	5
Peso suelo Humedo + Molde	gr	10324	10996	12461
Peso del Molde	gr	6854	6770	7851
Peso Suelo Humedo	gr	3470	4226	4610
Volumen	cm3	1839.69	2092.30	2141.62
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3	1.886	2.020	2.153

DATOS - CONDICIÓN DE LA MUESTRA							
DESCRIPCIÓN		SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Tara N°		J-20	S-32	D-08	T-07	S-10	S-54
Peso de la Tara	gr	38.71	21.63	71.48	24.91	35.11	18.59
Suelo Humedo + Tara	gr	179.85	78.4	219.05	75.48	138.91	70.62
Peso de Suelo Seco + Tara	gr	161.17	68.11	199.5	66.95	125.19	62.62
Peso del Agua	gr	18.68	10.29	19.55	8.53	13.72	8
Peso del Suelo Seco	gr	122.46	46.48	128.02	42.04	90.08	44.03
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	15.25%	22.14%	15.27%	20.29%	15.23%	18.17%
DENSIDAD SECA DEL SUELO	gr/cm3	1.637		1.752		1.868	

EXPANSIÓN											
DESCRIPCIÓN			12 GOLPES			25 GOLPES			56 GOLPES		
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	0.00	
				mm	%		mm	%		mm	%
27/11/2023	02:14	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
28/11/2023	02:14	24 h	1.875	1.88	1.60	1.565	1.57	1.37	1.145	1.15	1.01
29/11/2023	02:14	48 h	2.695	2.70	2.30	2.310	2.31	2.02	1.360	1.36	1.20
30/11/2023	02:14	72 h	4.025	4.03	3.43	3.215	3.22	2.81	1.680	1.68	1.48
01/12/2023	02:14	96 h	5.030	5.03	4.29	4.212	4.21	3.69	2.675	2.68	2.35

PENETRACIÓN														
Penetración mm	Penetración (plg)	Carga Es.t	12 GOLPES				25 GOLPES				56 GOLPES			
			Dial	Kg	kg/cm2	%CBR	Dial	Kg	kg/cm2	%CBR	Dial	Kg	kg/cm2	%CBR
0	0.000		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
0.64	0.025		0.28	28.55	1.48		0.38	38.75	2.01		0.51	52.00	2.69	
1.27	0.050		0.59	60.16	3.11		0.90	91.77	4.75		1.03	105.03	5.44	
1.91	0.075		0.79	80.56	4.17		1.25	127.46	6.60		1.47	149.90	7.76	
2.54	0.100	70.2	0.98	99.93	5.17	7.37	1.45	147.86	7.65	10.90	1.93	196.80	10.19	14.51
3.18	0.125		1.16	118.29	6.12		1.62	165.19	8.55		2.32	236.57	12.24	
3.81	0.150		1.34	136.64	7.07		1.78	181.51	9.39		2.56	261.04	13.51	
4.45	0.175		1.43	145.82	7.55		1.99	202.92	10.50		2.81	286.54	14.83	
5.08	0.200	105.4	1.51	153.97	7.97	7.56	2.16	220.26	11.40	10.82	2.97	302.85	15.67	14.87
7.62	0.300		1.88	191.70	9.92		2.75	280.42	14.51		3.67	374.23	19.37	
10.16	0.400		2.29	233.51	12.09		3.15	321.21	16.62		4.45	453.77	23.48	
12.7	0.500		2.59	264.10	13.67		3.76	383.41	19.84		5.02	511.89	26.49	



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-2 DOSIFICACIÓN 7%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 01/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
(ASTM D 1883)**

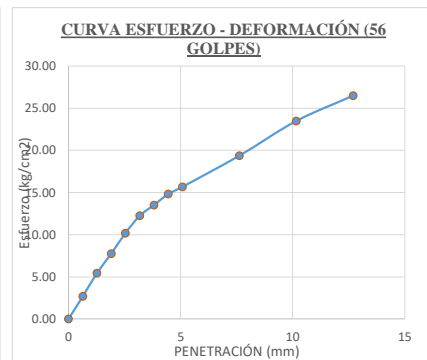
EST. QUÍMICA	SILICATO DE SODIO GEL (VIDRIO SOLUBLE)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (GR/CM ³)	1.868
DOSIFICACIÓN	7%	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	15.23%
METODO DE COMPACTACIÓN	"A"	CBR AL 100 % DE MÁXIMA DENSIDAD SECA (%)	14.87
CONDICIÓN DE SATURACIÓN	4 DÍAS SUMERGIDO	CBR AL 95 % DE MÁXIMA DENSIDAD SECA (%)	11.82



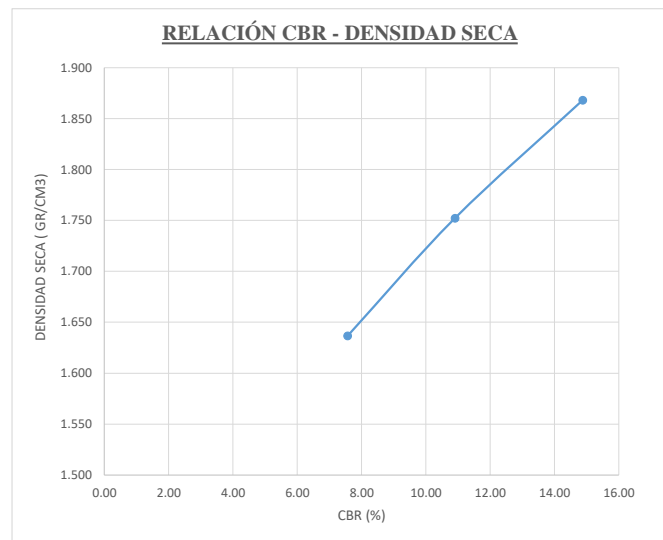
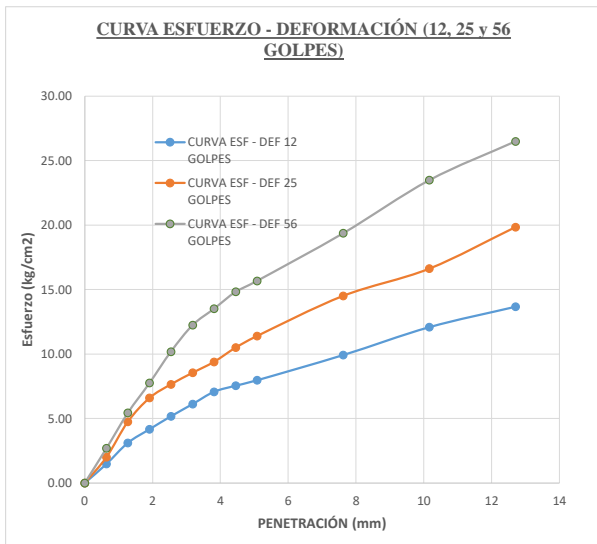
CBR = 7.56 %
DENS. SECA = 1.637 gr/cm³



CBR = 10.90 %
D.S.= 1.752 gr/cm³



CBR = 14.87 %
D.S.= 1.868 gr/cm³



ANEXO 11:

Ensayos con incorporaciones de 1%, 3%, 5% y 7%
de vidrio soluble de compresión no confinada,
muestra C-1 y C-2



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-1 V.S. 1%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 28/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**

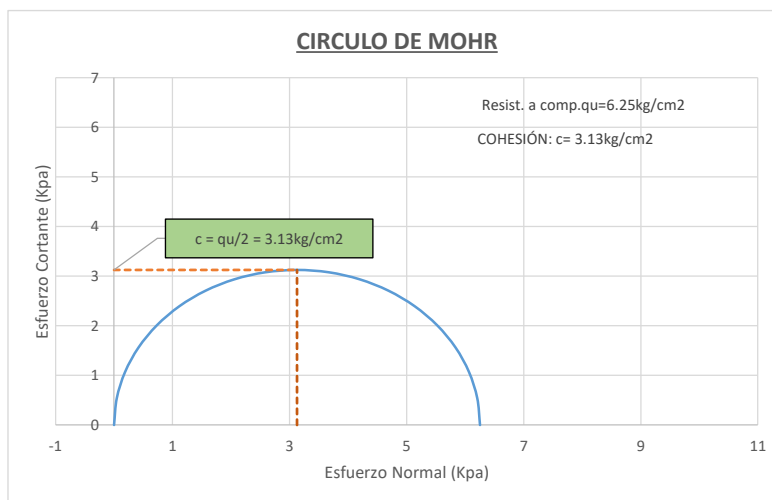
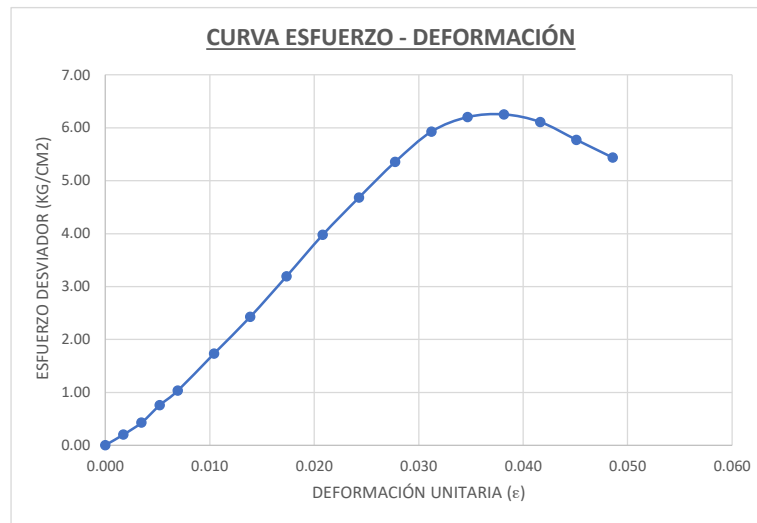
DESCRIPCIÓN	ESPECIMEN		
Peso (gr)	1152.89	Volumen	578.58 cm ³
Diámetro (cm)	7.15	Wtara	36.33 gr
Área (Ao) (cm ²)	40.15	Wtara+mh	428.21 gr
Altura (Lo) (cm)	14.41	Wtara+ms	377.59 gr
Densidad (gr/cm ³)	1.99	Peso seco	341.26 gr
Humedad W (%)	14.83%	Agua	50.62 gr

Deformación Δ (mm)	Deformación unitaria $\epsilon = \Delta L / L_0$	Area corr. (cm ²) $A' = A_0 / (1 - \epsilon)$	Lectura Dial de Carga (KN)	Carga (kg)	Esfuerzo Normal (Kpa)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²) $\sigma = P / A$
0.00	0.000	40.152	0.00	0.20394	0.50	0.01
0.25	0.002	40.221	0.08	8.1576	19.89	0.20
0.50	0.003	40.291	0.17	17.3349	42.19	0.43
0.75	0.005	40.362	0.3	30.591	74.33	0.76
1.00	0.007	40.432	0.41	41.8077	101.40	1.03
1.50	0.010	40.574	0.69	70.3593	170.06	1.73
2.00	0.014	40.717	0.97	98.9109	238.23	2.43
2.50	0.017	40.860	1.28	130.5216	313.26	3.19
3.00	0.021	41.005	1.6	163.152	390.19	3.98
3.50	0.024	41.151	1.89	192.7233	459.28	4.68
4.00	0.028	41.298	2.17	221.2749	525.45	5.36
4.50	0.031	41.446	2.41	245.7477	581.48	5.93
5.00	0.035	41.595	2.53	257.9841	608.25	6.20
5.50	0.038	41.745	2.56	261.0432	613.25	6.25
6.00	0.042	41.896	2.51	255.9447	599.10	6.11
6.50	0.045	42.048	2.38	242.6886	566.02	5.77
7.00	0.049	42.202	2.25	229.4325	533.16	5.44



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-1 V.S. 1%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 28/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-1 V.S. 1%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 28/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**

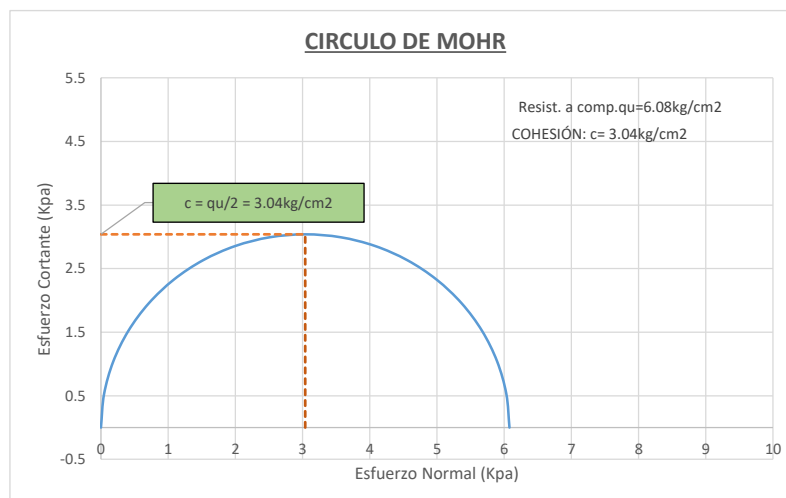
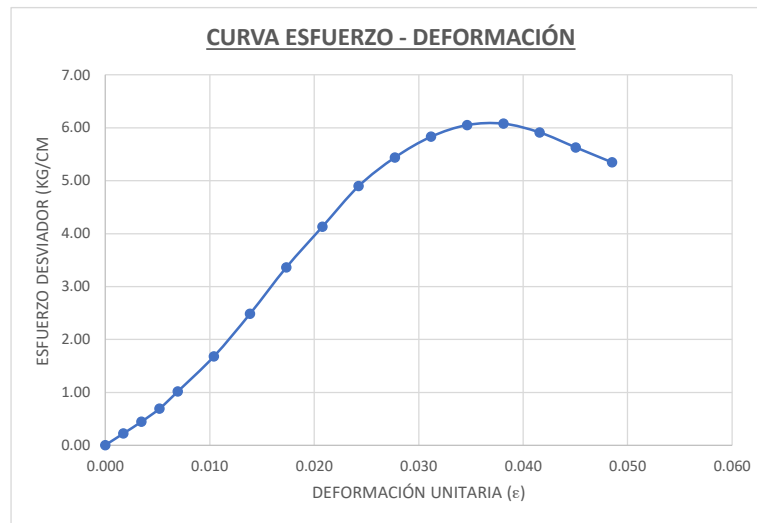
DESCRIPCIÓN	ESPECIMEN		
Peso (gr)	1168.94	Volumen	589.15 cm ³
Diámetro (cm)	7.21	Wtara	89.25 gr
Área (Ao) (cm ²)	40.83	Wtara+mh	622.96 gr
Altura (Lo) (cm)	14.43	Wtara+ms	554.87 gr
Densidad (gr/cm ³)	1.98	Peso seco	465.62 gr
Humedad W (%)	14.62%	Agua	68.09 gr

Deformación Δ (mm)	Deformación unitaria $\epsilon = \Delta L/L_0$	Area corr. (cm ²) $A' = A_0 / (1 - \epsilon)$	Lectura Dial de Carga (KN)	Carga (kg)	Esfuerzo Normal (Kpa)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²) $\sigma = P/A$
0.00	0.000	40.828	0.00	0.20394	0.49	0.00
0.25	0.002	40.899	0.09	9.1773	22.01	0.22
0.50	0.003	40.970	0.18	18.3546	43.93	0.45
0.75	0.005	41.042	0.28	28.5516	68.22	0.70
1.00	0.007	41.113	0.41	41.8077	99.72	1.02
1.50	0.010	41.257	0.68	69.3396	164.82	1.68
2.00	0.014	41.402	1.01	102.9897	243.95	2.49
2.50	0.017	41.548	1.37	139.6989	329.74	3.36
3.00	0.021	41.695	1.69	172.3293	405.32	4.13
3.50	0.024	41.843	2.01	204.9597	480.37	4.90
4.00	0.028	41.992	2.24	228.4128	533.43	5.44
4.50	0.031	42.142	2.41	245.7477	571.87	5.83
5.00	0.035	42.294	2.51	255.9447	593.47	6.05
5.50	0.038	42.446	2.53	257.9841	596.05	6.08
6.00	0.042	42.600	2.47	251.8659	579.82	5.91
6.50	0.045	42.754	2.36	240.6492	551.99	5.63
7.00	0.049	42.910	2.25	229.4325	524.36	5.35



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-1 V.S. 1%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 28/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-1 V.S. 3%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 28/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**

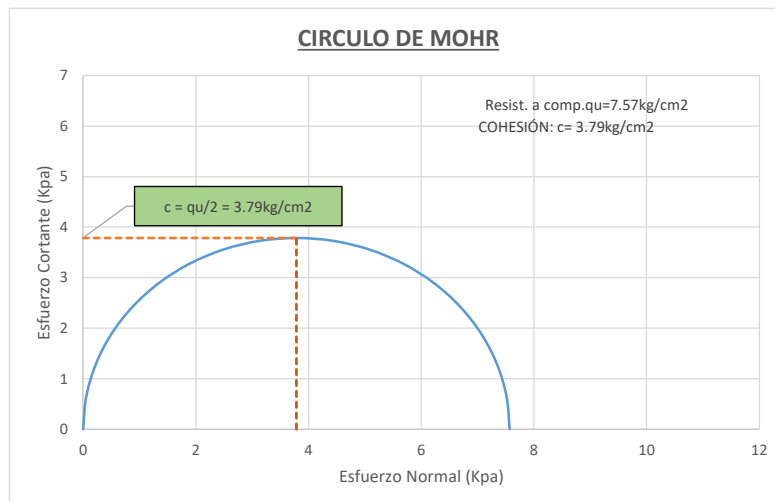
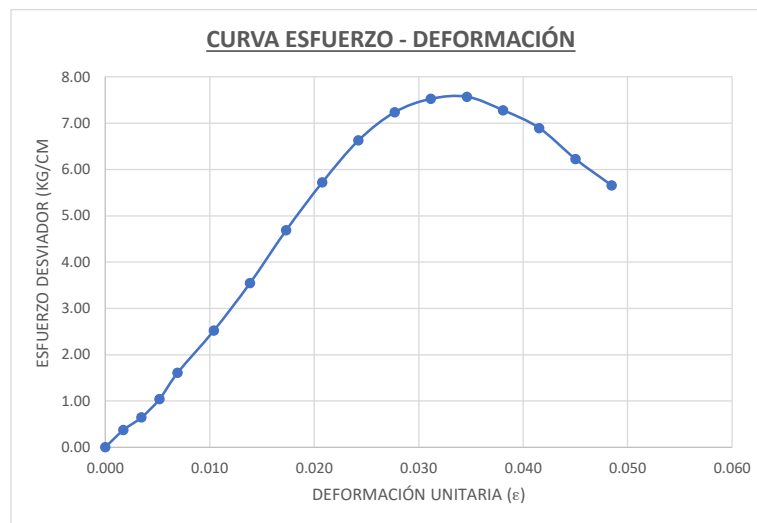
DESCRIPCIÓN	ESPECIMEN		
Peso (gr)	1178.92	Volumen	589.56 cm ³
Diámetro (cm)	7.21	Wtara	70.87 gr
Área (Ao) (cm ²)	40.83	Wtara+mh	321.48 gr
Altura (Lo) (cm)	14.44	Wtara+ms	290.14 gr
Densidad (gr/cm ³)	2.00	Peso seco	219.27 gr
Humedad W (%)	14.29%	Agua	31.34 gr

Deformación Δ (mm)	Deformación unitaria $\epsilon = \Delta L/L_0$	Area corr. (cm ²) $A' = A_0 / (1 - \epsilon)$	Lectura Dial de Carga (KN)	Carga (kg)	Esfuerzo Normal (Kpa)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²) $\sigma = P/A$
0.00	0.000	40.828	0.00	0.20394	0.49	0.00
0.25	0.002	40.899	0.15	15.2955	36.68	0.37
0.50	0.003	40.970	0.26	26.5122	63.46	0.65
0.75	0.005	41.041	0.42	42.8274	102.34	1.04
1.00	0.007	41.113	0.65	66.2805	158.10	1.61
1.50	0.010	41.257	1.02	104.0094	247.23	2.52
2.00	0.014	41.402	1.44	146.8368	347.81	3.55
2.50	0.017	41.548	1.91	194.7627	459.71	4.69
3.00	0.021	41.694	2.34	238.6098	561.23	5.72
3.50	0.024	41.842	2.72	277.3584	650.06	6.63
4.00	0.028	41.991	2.98	303.8706	709.67	7.24
4.50	0.031	42.141	3.11	317.1267	737.99	7.53
5.00	0.035	42.293	3.14	320.1858	742.45	7.57
5.50	0.038	42.445	3.03	308.9691	713.87	7.28
6.00	0.042	42.598	2.88	293.6736	676.08	6.89
6.50	0.045	42.753	2.61	266.1417	610.49	6.23
7.00	0.048	42.908	2.38	242.6886	554.67	5.66



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-1 V.S. 3%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 28/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-1 V.S. 3%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 28/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**

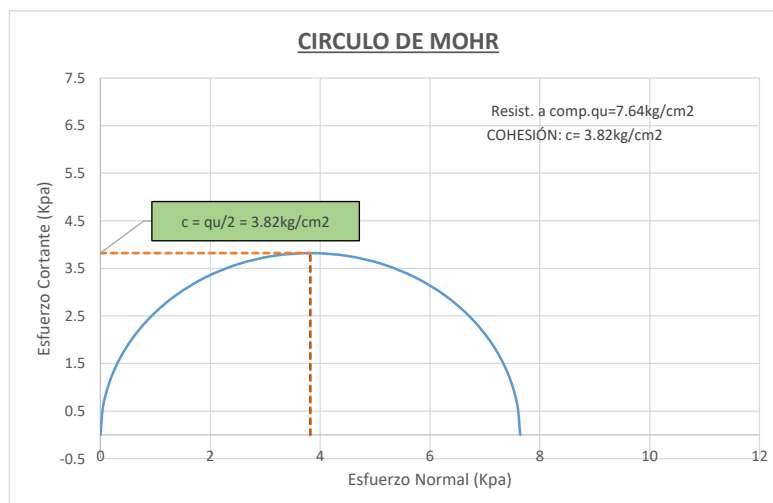
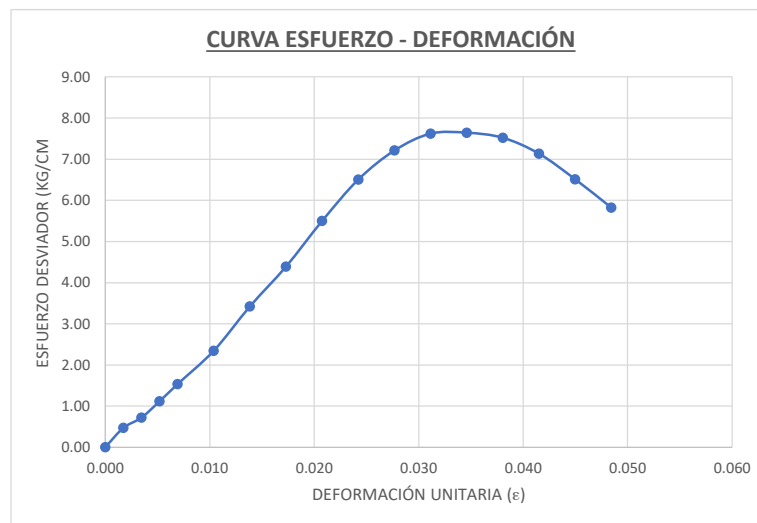
DESCRIPCIÓN	ESPECIMEN		
Peso (gr)	1179.31	Volumen	589.97 cm ³
Diámetro (cm)	7.21	Wtara	71.05 gr
Área (Ao) (cm ²)	40.83	Wtara+mh	476.7 gr
Altura (Lo) (cm)	14.45	Wtara+ms	425.85 gr
Densidad (gr/cm ³)	2.00	Peso seco	354.8 gr
Humedad W (%)	14.33%	Agua	50.85 gr

Deformación Δ (mm)	Deformación unitaria $\epsilon = \Delta L / L_0$	Area corr. (cm ²) $A' = A_0 / (1 - \epsilon)$	Lectura Dial de Carga (KN)	Carga (kg)	Esfuerzo Normal (Kpa)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²) $\sigma = P / A$
0.00	0.000	40.828	0.00	0.20394	0.49	0.00
0.25	0.002	40.899	0.19	19.3743	46.46	0.47
0.50	0.003	40.970	0.29	29.5713	70.78	0.72
0.75	0.005	41.041	0.45	45.8865	109.65	1.12
1.00	0.007	41.113	0.62	63.2214	150.80	1.54
1.50	0.010	41.256	0.95	96.8715	230.27	2.35
2.00	0.014	41.401	1.39	141.7383	335.74	3.42
2.50	0.017	41.547	1.79	182.5263	430.84	4.39
3.00	0.021	41.694	2.25	229.4325	539.65	5.50
3.50	0.024	41.842	2.67	272.2599	638.12	6.51
4.00	0.028	41.991	2.97	302.8509	707.30	7.21
4.50	0.031	42.141	3.15	321.2055	747.50	7.62
5.00	0.035	42.292	3.17	323.2449	749.56	7.64
5.50	0.038	42.444	3.13	319.1661	737.45	7.52
6.00	0.042	42.597	2.98	303.8706	699.58	7.13
6.50	0.045	42.751	2.73	278.3781	638.58	6.51
7.00	0.048	42.907	2.45	249.8265	571.01	5.82



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-1 V.S. 3%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 28/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-1 V.S. 5%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 28/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**

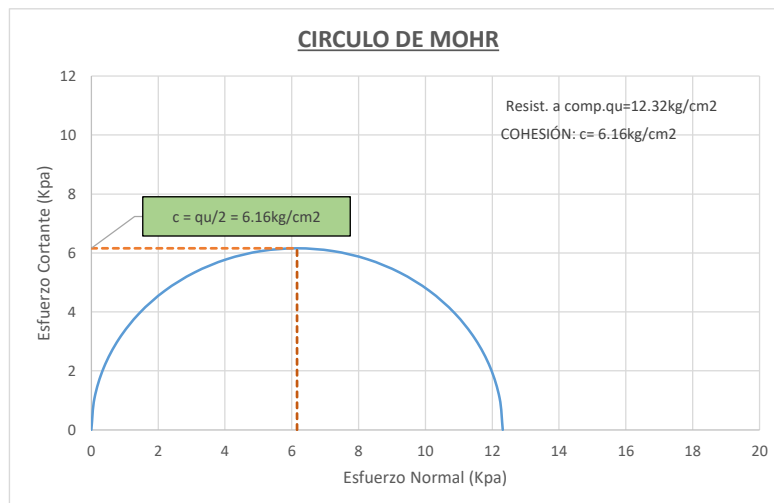
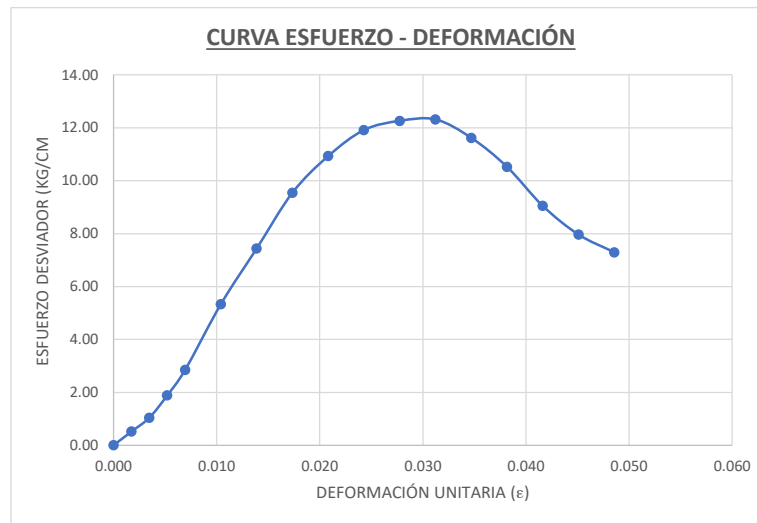
DESCRIPCIÓN	ESPECIMEN		
Peso (gr)	1197.98	Volumen	588.33 cm ³
Diámetro (cm)	7.21	Wtara	85.09 gr
Área (Ao) (cm ²)	40.83	Wtara+mh	438.91 gr
Altura (Lo) (cm)	14.41	Wtara+ms	395.59 gr
Densidad (gr/cm ³)	2.04	Peso seco	310.5 gr
Humedad W (%)	13.95%	Agua	43.32 gr
	13.95		

Deformación Δ (mm)	Deformación unitaria $\epsilon = \Delta L/L_0$	Area corr. (cm ²) $A' = A_0 / (1 - \epsilon)$	Lectura Dial de Carga (KN)	Carga (kg)	Esfuerzo Normal (Kpa)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²) $\sigma = P/A$
0.00	0.000	40.828	0.00	0.20394	0.49	0.00
0.25	0.002	40.899	0.21	21.4137	51.35	0.52
0.50	0.003	40.970	0.42	42.8274	102.51	1.05
0.75	0.005	41.042	0.76	77.4972	185.18	1.89
1.00	0.007	41.114	1.15	117.2655	279.71	2.85
1.50	0.010	41.258	2.16	220.2552	523.54	5.34
2.00	0.014	41.403	3.02	307.9494	729.42	7.44
2.50	0.017	41.549	3.89	396.6633	936.24	9.55
3.00	0.021	41.696	4.47	455.8059	1072.04	10.93
3.50	0.024	41.845	4.89	498.6333	1168.61	11.92
4.00	0.028	41.994	5.05	514.9485	1202.56	12.26
4.50	0.031	42.144	5.09	519.0273	1207.75	12.32
5.00	0.035	42.296	4.82	491.4954	1139.59	11.62
5.50	0.038	42.448	4.38	446.6286	1031.84	10.52
6.00	0.042	42.602	3.78	385.4466	887.28	9.05
6.50	0.045	42.757	3.34	340.5798	781.16	7.97
7.00	0.049	42.913	3.07	313.0479	715.40	7.29



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-1 V.S. 5%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 28/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-1 V.S. 5%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 28/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)

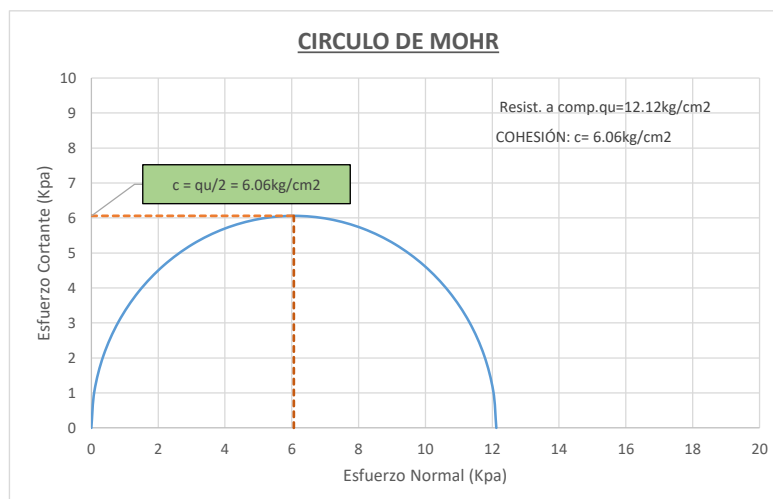
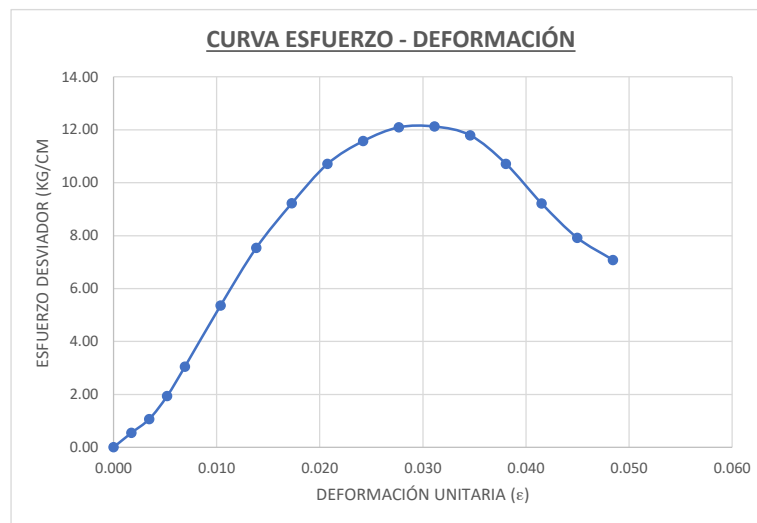
DESCRIPCIÓN	ESPECIMEN		
Peso (gr)	1201.65	Volumen	589.97 cm ³
Diámetro (cm)	7.21	Wtara	83.16 gr
Área (Ao) (cm ²)	40.83	Wtara+mh	489.99 gr
Altura (Lo) (cm)	14.45	Wtara+ms	439.93 gr
Densidad (gr/cm ³)	2.04	Peso seco	356.77 gr
Humedad W (%)	14.03%	Agua	50.06 gr

Deformación Δ (mm)	Deformación unitaria $\epsilon = \Delta L/L_0$	Area corr. (cm ²) $A' = A_0 / (1 - \epsilon)$	Lectura Dial de Carga (KN)	Carga (kg)	Esfuerzo Normal (Kpa)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²) $\sigma = P/A$
0.00	0.000	40.828	0.00	0.20394	0.49	0.00
0.25	0.002	40.899	0.22	22.4334	53.79	0.55
0.50	0.003	40.970	0.43	43.8471	104.95	1.07
0.75	0.005	41.041	0.78	79.5366	190.05	1.94
1.00	0.007	41.113	1.23	125.4231	299.18	3.05
1.50	0.010	41.256	2.17	221.2749	525.98	5.36
2.00	0.014	41.401	3.06	312.0282	739.11	7.54
2.50	0.017	41.547	3.76	383.4072	905.00	9.23
3.00	0.021	41.694	4.38	446.6286	1050.52	10.71
3.50	0.024	41.842	4.75	484.3575	1135.23	11.58
4.00	0.028	41.991	4.98	507.8106	1185.98	12.09
4.50	0.031	42.141	5.01	510.8697	1188.88	12.12
5.00	0.035	42.292	4.89	498.6333	1156.26	11.79
5.50	0.038	42.444	4.46	454.7862	1050.80	10.72
6.00	0.042	42.597	3.85	392.5845	903.82	9.22
6.50	0.045	42.751	3.32	338.5404	776.58	7.92
7.00	0.048	42.907	2.98	303.8706	694.53	7.08



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-1 V.S. 5%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 28/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-1 V.S. 7%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 28/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**

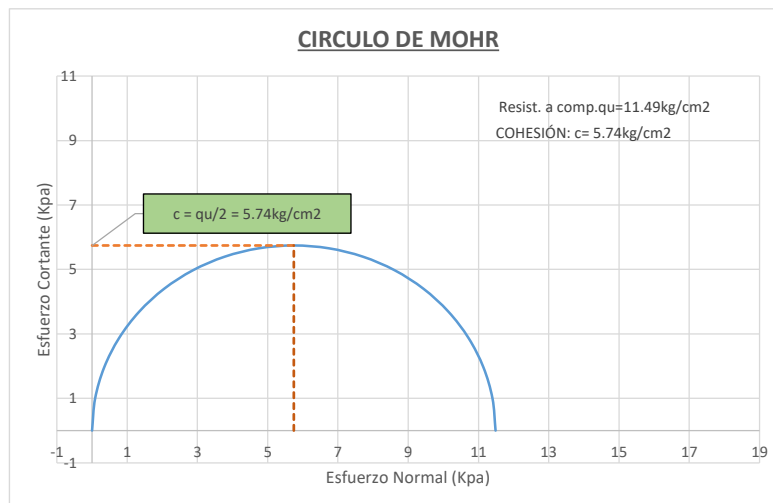
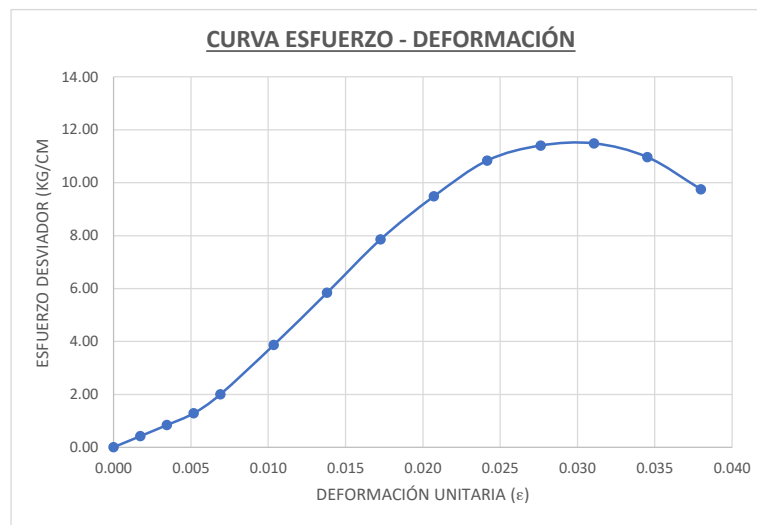
DESCRIPCIÓN	ESPECIMEN		
Peso (gr)	1217.08	Volumen	592.83 cm ³
Diámetro (cm)	7.22	Wtara	85.51 gr
Área (Ao) (cm ²)	40.94	Wtara+mh	536.86 gr
Altura (Lo) (cm)	14.48	Wtara+ms	480.35 gr
Densidad (gr/cm ³)	2.05	Peso seco	394.84 gr
Humedad W (%)	14.31%	Agua	56.51 gr

Deformación Δ (mm)	Deformación unitaria $\epsilon = \Delta L / L_0$	Area corr. (cm ²) $A' = A_0 / (1 - \epsilon)$	Lectura Dial de Carga (KN)	Carga (kg)	Esfuerzo Normal (Kpa)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²) $\sigma = P / A$
0.00	0.000	40.942	0.00	0.20394	0.49	0.00
0.25	0.002	41.012	0.17	17.3349	41.45	0.42
0.50	0.003	41.083	0.34	34.6698	82.76	0.84
0.75	0.005	41.155	0.52	53.0244	126.35	1.29
1.00	0.007	41.226	0.81	82.5957	196.48	2.00
1.50	0.010	41.370	1.57	160.0929	379.50	3.87
2.00	0.014	41.515	2.38	242.6886	573.29	5.85
2.50	0.017	41.661	3.21	327.3237	770.51	7.86
3.00	0.021	41.808	3.89	396.6633	930.45	9.49
3.50	0.024	41.956	4.46	454.7862	1063.03	10.84
4.00	0.028	42.105	4.71	480.2787	1118.64	11.41
4.50	0.031	42.255	4.76	485.3772	1126.50	11.49
5.00	0.035	42.406	4.56	464.9832	1075.32	10.97
5.50	0.038	42.558	4.07	415.0179	956.34	9.75
6.00	0.041	42.711	3.56	363.0132	833.50	8.50
6.50	0.045	42.866	3.14	320.1858	732.52	7.47
7.00	0.048	43.021	2.7	275.319	627.60	6.40



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-1 V.S. 7%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 28/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-1 V.S. 7%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 28/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**

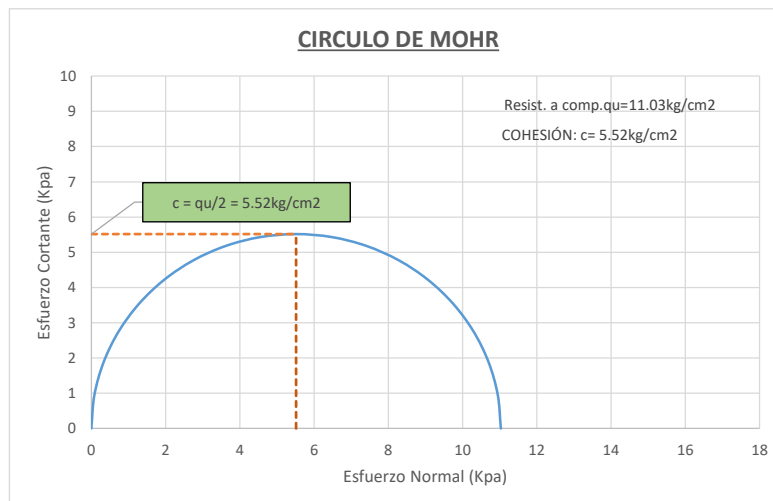
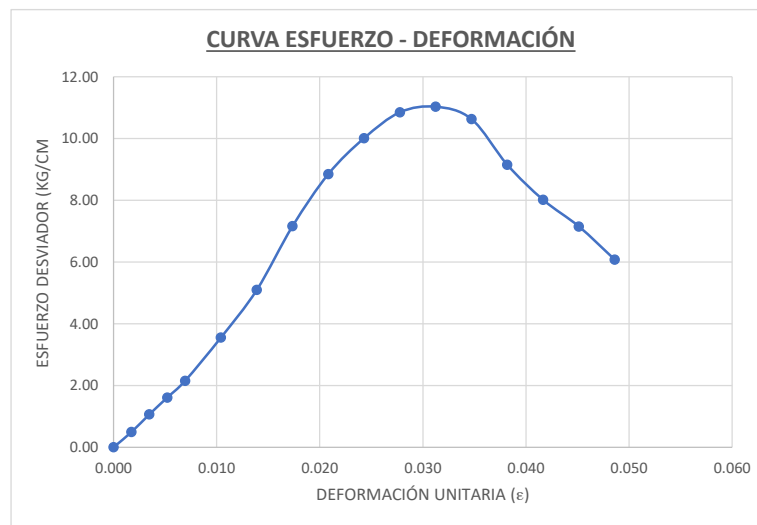
DESCRIPCIÓN	ESPECIMEN		
Peso (gr)	1209.84	Volumen	587.93 cm ³
Diámetro (cm)	7.21	Wtara	43.67 gr
Área (Ao) (cm ²)	40.83	Wtara+mh	667.16 gr
Altura (Lo) (cm)	14.4	Wtara+ms	588.83 gr
Densidad (gr/cm ³)	2.06	Peso seco	545.16 gr
Humedad W (%)	14.37%	Agua	78.33 gr

Deformación Δ (mm)	Deformación unitaria $\epsilon = \Delta L/L_0$	Area corr. (cm ²) $A' = A_0 / (1 - \epsilon)$	Lectura Dial de Carga (KN)	Carga (kg)	Esfuerzo Normal (Kpa)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²) $\sigma = P/A$
0.00	0.000	40.828	0.00	0.20394	0.49	0.00
0.25	0.002	40.899	0.20	20.394	48.90	0.50
0.50	0.003	40.970	0.43	43.8471	104.95	1.07
0.75	0.005	41.042	0.65	66.2805	158.37	1.61
1.00	0.007	41.114	0.87	88.7139	211.61	2.16
1.50	0.010	41.258	1.44	146.8368	349.02	3.56
2.00	0.014	41.403	2.07	211.0779	499.96	5.10
2.50	0.017	41.550	2.92	297.7524	702.78	7.17
3.00	0.021	41.697	3.62	369.1314	868.17	8.85
3.50	0.024	41.845	4.11	419.0967	982.19	10.02
4.00	0.028	41.995	4.47	455.8059	1064.42	10.85
4.50	0.031	42.145	4.56	464.9832	1081.97	11.03
5.00	0.035	42.297	4.41	449.6877	1042.63	10.63
5.50	0.038	42.450	3.81	388.5057	897.54	9.15
6.00	0.042	42.603	3.35	341.5995	786.32	8.02
6.50	0.045	42.758	3	305.91	701.62	7.15
7.00	0.049	42.914	2.56	261.0432	596.54	6.08



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-1 V.S. 7%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 28/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS Blandos y Cohesivos para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de la Vía Juliaca – Canchi Grande.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-2 V.S 1%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 27/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**

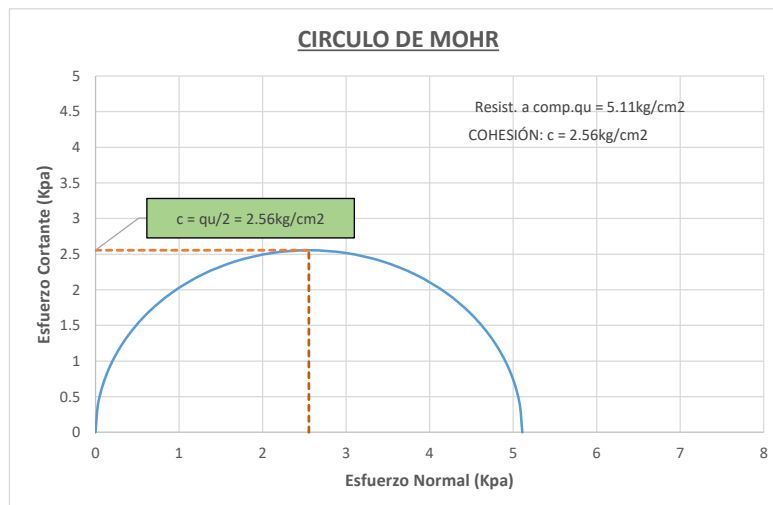
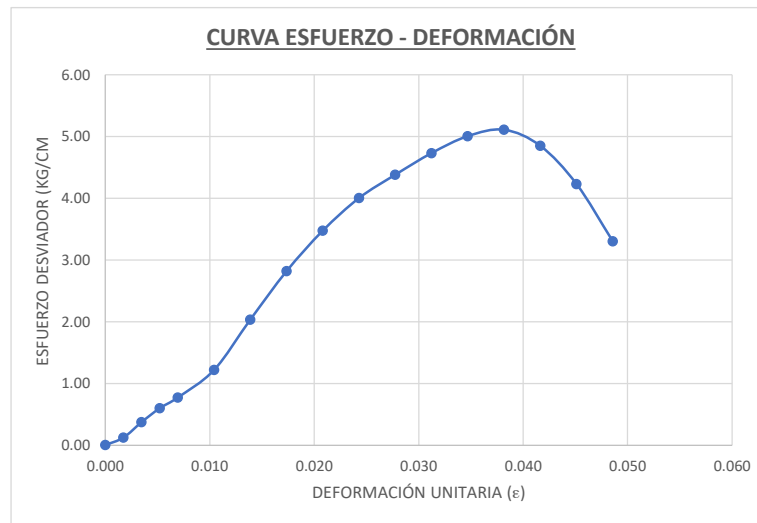
DESCRIPCIÓN	ESPECIMEN		
Peso (gr)	1156.52	Volumen	583.45 cm ³
Diámetro (cm)	7.18	Wtara	68.79 gr
Área (Ao) (cm ²)	40.49	Wtara+mh	614.21 gr
Altura (Lo) (cm)	14.41	Wtara+ms	538.81 gr
Densidad (gr/cm ³)	1.98	Peso seco	470.02 gr
Humedad W (%)	16.04%	Agua	75.4 gr

Deformación Δ (mm)	Deformación unitaria $\epsilon = \Delta L/L_0$	Area corr. (cm ²) $A' = A_0 / (1 - \epsilon)$	Lectura Dial de Carga (KN)	Carga (kg)	Esfuerzo Normal (Kpa)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²) $\sigma = P/A$
0.00	0.000	40.489	0.00	0.20394	0.49	0.01
0.25	0.002	40.560	0.05	5.0985	12.33	0.13
0.50	0.003	40.630	0.15	15.2955	36.92	0.38
0.75	0.005	40.701	0.24	24.4728	58.97	0.60
1.00	0.007	40.772	0.31	31.6107	76.03	0.78
1.50	0.010	40.915	0.49	49.9653	119.76	1.22
2.00	0.014	41.059	0.82	83.6154	199.71	2.04
2.50	0.017	41.204	1.14	116.2458	276.67	2.82
3.00	0.021	41.350	1.41	143.7777	340.99	3.48
3.50	0.024	41.497	1.63	166.2111	392.80	4.01
4.00	0.028	41.645	1.79	182.5263	429.82	4.38
4.50	0.031	41.794	1.94	197.8218	464.18	4.73
5.00	0.035	41.945	2.06	210.0582	491.12	5.01
5.50	0.038	42.096	2.11	215.1567	501.24	5.11
6.00	0.042	42.248	2.01	204.9597	475.76	4.85
6.50	0.045	42.402	1.76	179.4672	415.08	4.23
7.00	0.049	42.556	1.38	140.7186	324.28	3.31



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-2 V.S 1%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 27/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS Blandos y Cohesivos para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de la Vía Juliaca – Canchi Grande.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-2 V.S. 1%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 27/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**

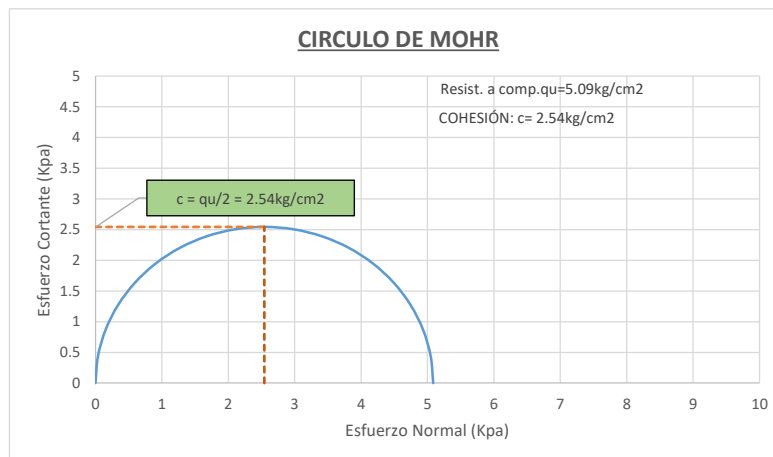
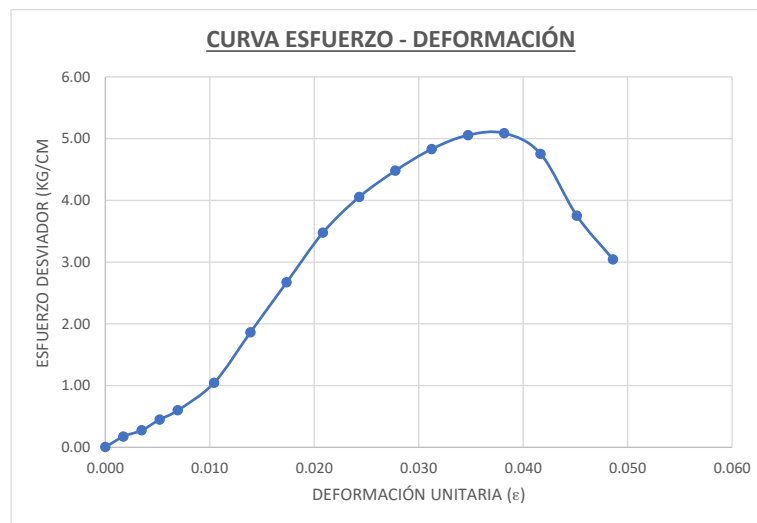
DESCRIPCIÓN	ESPECIMEN		
Peso (gr)	1160.25	Volumen	583.04 cm ³
Diámetro (cm)	7.18	Wtara	89.76 gr
Área (Ao) (cm ²)	40.49	Wtara+mh	682.78 gr
Altura (Lo) (cm)	14.4	Wtara+ms	601.12 gr
Densidad (gr/cm ³)	1.99	Peso seco	511.36 gr
Humedad W (%)	15.97%	Agua	81.66 gr

Deformación Δ (mm)	Deformación unitaria $\epsilon = \Delta L/L_0$	Area corr. (cm ²) $A' = A_0 / (1 - \epsilon)$	Lectura Dial de Carga (KN)	Carga (kg)	Esfuerzo Normal (Kpa)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²) $\sigma = P/A$
0.00	0.000	40.489	0.00	0.20394	0.49	0.01
0.25	0.002	40.560	0.07	7.1379	17.26	0.18
0.50	0.003	40.630	0.11	11.2167	27.07	0.28
0.75	0.005	40.701	0.18	18.3546	44.22	0.45
1.00	0.007	40.772	0.24	24.4728	58.86	0.60
1.50	0.010	40.915	0.42	42.8274	102.65	1.05
2.00	0.014	41.059	0.75	76.4775	182.66	1.86
2.50	0.017	41.205	1.08	110.1276	262.11	2.67
3.00	0.021	41.351	1.41	143.7777	340.99	3.48
3.50	0.024	41.498	1.65	168.2505	397.61	4.05
4.00	0.028	41.646	1.83	186.6051	439.42	4.48
4.50	0.031	41.795	1.98	201.9006	473.74	4.83
5.00	0.035	41.946	2.08	212.0976	495.88	5.06
5.50	0.038	42.097	2.1	214.137	498.85	5.09
6.00	0.042	42.250	1.97	200.8809	466.28	4.75
6.50	0.045	42.403	1.56	159.0732	367.90	3.75
7.00	0.049	42.558	1.27	129.5019	298.42	3.04



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-2 V.S. 1%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 27/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-2 V.S. 3%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 27/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**

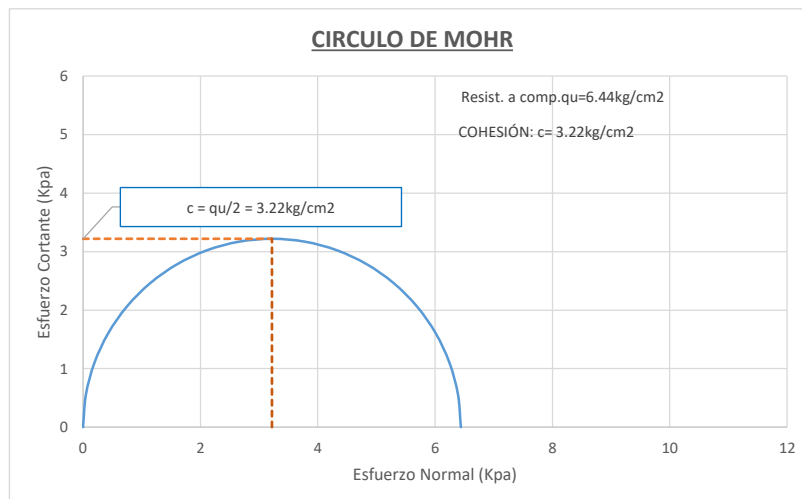
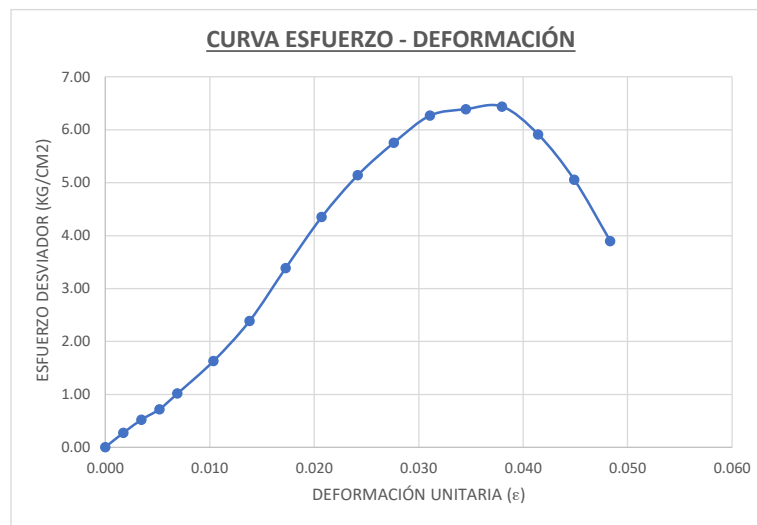
DESCRIPCIÓN	ESPECIMEN		
Peso (gr)	1193.41	Volumen	591.19 cm ³
Diámetro (cm)	7.21	Wtara	36.33 gr
Área (Ao) (cm ²)	40.83	Wtara+mh	457.41 gr
Altura (Lo) (cm)	14.48	Wtara+ms	400.02 gr
Densidad (gr/cm ³)	2.02	Peso seco	363.69 gr
Humedad W (%)	15.78%	Agua	57.39 gr

Deformación Δ (mm)	Deformación unitaria $\epsilon = \Delta L/L_0$	Area corr. (cm ²) $A' = A_0 / (1 - \epsilon)$	Lectura Dial de Carga (KN)	Carga (kg)	Esfuerzo Normal (Kpa)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²) $\sigma = P/A$
0.00	0.000	40.828	0.00	0.20394	0.49	0.00
0.25	0.002	40.899	0.11	11.2167	26.90	0.27
0.50	0.003	40.970	0.21	21.4137	51.26	0.52
0.75	0.005	41.041	0.29	29.5713	70.66	0.72
1.00	0.007	41.112	0.41	41.8077	99.73	1.02
1.50	0.010	41.256	0.66	67.3002	159.98	1.63
2.00	0.014	41.400	0.97	98.9109	234.30	2.39
2.50	0.017	41.546	1.38	140.7186	332.17	3.39
3.00	0.021	41.692	1.78	181.5066	426.94	4.35
3.50	0.024	41.840	2.11	215.1567	504.31	5.14
4.00	0.028	41.988	2.37	241.6689	564.45	5.76
4.50	0.031	42.138	2.59	264.1023	614.65	6.27
5.00	0.035	42.288	2.65	270.2205	626.65	6.39
5.50	0.038	42.440	2.68	273.2796	631.48	6.44
6.00	0.041	42.593	2.47	251.8659	579.91	5.91
6.50	0.045	42.747	2.12	216.1764	495.94	5.06
7.00	0.048	42.902	1.64	167.2308	382.26	3.90



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-2 V.S. 3%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 27/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-2 V.S 3%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 27/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**

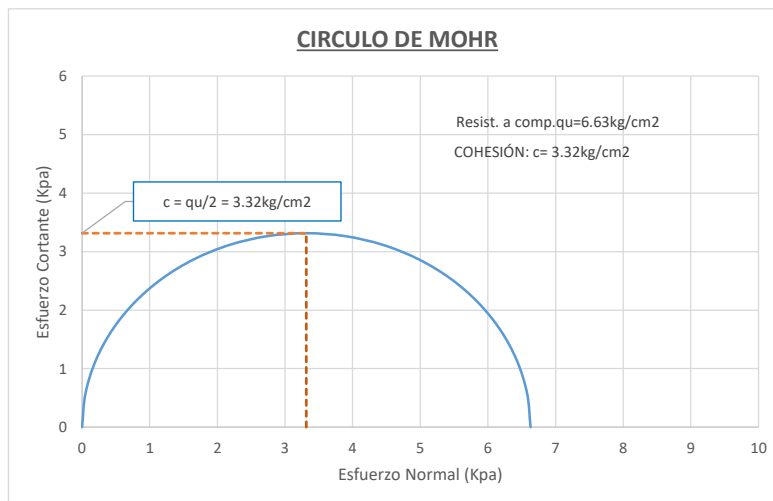
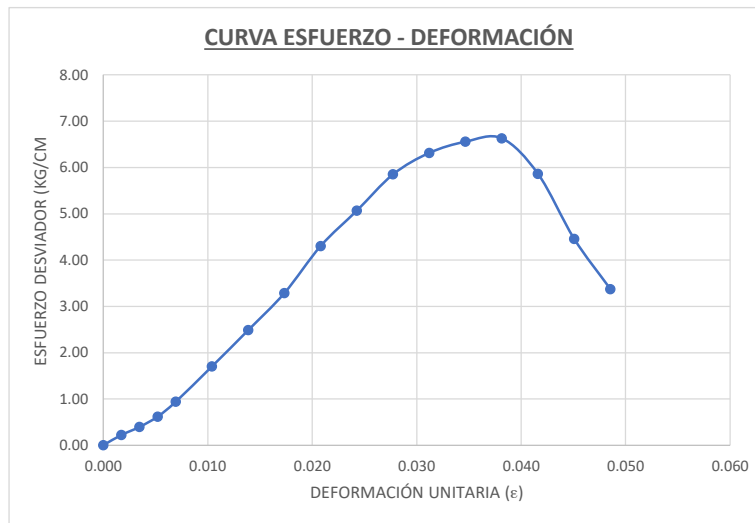
DESCRIPCIÓN	ESPECIMEN		
Peso (gr)	1191.56	Volumen	588.74 cm ³
Diámetro (cm)	7.21	Wtara	71.02 gr
Área (Ao) (cm ²)	40.83	Wtara+mh	427.05 gr
Altura (Lo) (cm)	14.42	Wtara+ms	378.51 gr
Densidad (gr/cm ³)	2.02	Peso seco	307.49 gr
Humedad W (%)	15.79%	Agua	48.54 gr

Deformación Δ (mm)	Deformación unitaria $\epsilon = \Delta L/L_0$	Area corr. (cm ²) $A' = A_0 / (1 - \epsilon)$	Lectura Dial de Carga (KN)	Carga (kg)	Esfuerzo Normal (Kpa)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²) $\sigma = P/A$
0.00	0.000	40.828	0.00	0.20394	0.49	0.00
0.25	0.002	40.899	0.09	9.1773	22.01	0.22
0.50	0.003	40.970	0.16	16.3152	39.05	0.40
0.75	0.005	41.042	0.25	25.4925	60.91	0.62
1.00	0.007	41.113	0.38	38.7486	92.43	0.94
1.50	0.010	41.257	0.69	70.3593	167.24	1.71
2.00	0.014	41.402	1.01	102.9897	243.95	2.49
2.50	0.017	41.549	1.34	136.6398	322.51	3.29
3.00	0.021	41.696	1.76	179.4672	422.11	4.30
3.50	0.024	41.844	2.08	212.0976	497.09	5.07
4.00	0.028	41.993	2.41	245.7477	573.90	5.85
4.50	0.031	42.143	2.61	266.1417	619.31	6.32
5.00	0.035	42.295	2.72	277.3584	643.11	6.56
5.50	0.038	42.447	2.76	281.4372	650.22	6.63
6.00	0.042	42.601	2.45	249.8265	575.11	5.86
6.50	0.045	42.755	1.87	190.6839	437.37	4.46
7.00	0.049	42.911	1.42	144.7974	330.92	3.37



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-2 V.S. 3%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 27/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-2 V.S. 5%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 27/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**

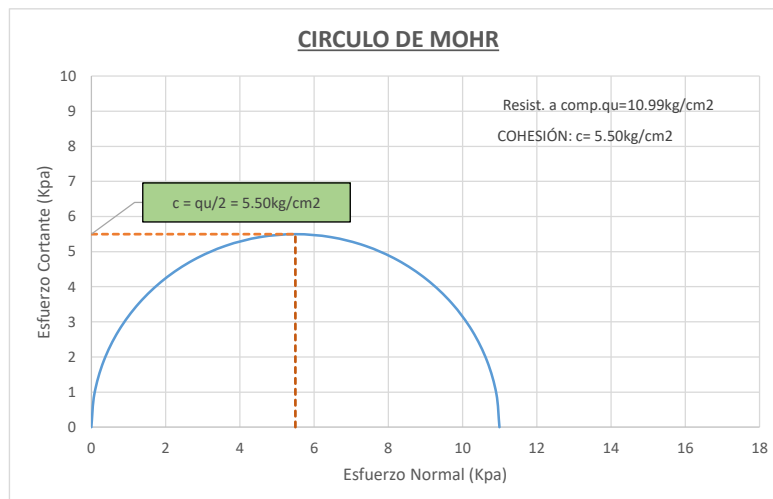
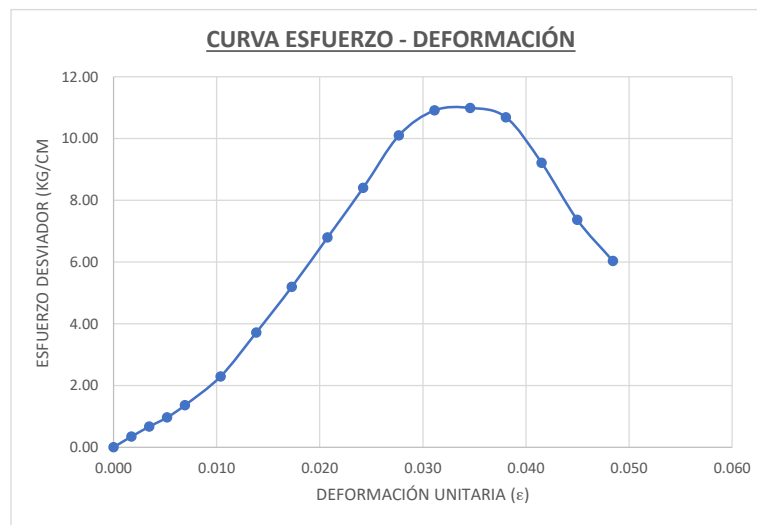
DESCRIPCIÓN	ESPECIMEN		
Peso (gr)	1205.17	Volumen	589.97 cm ³
Diámetro (cm)	7.21	Wtara	83.19 gr
Área (Ao) (cm ²)	40.83	Wtara+mh	480.91 gr
Altura (Lo) (cm)	14.45	Wtara+ms	428.52 gr
Densidad (gr/cm ³)	2.04	Peso seco	345.33 gr
Humedad W (%)	15.17%	Agua	52.39 gr

Deformación Δ (mm)	Deformación unitaria $\epsilon = \Delta L/L_0$	Area corr. (cm ²) $A' = A_0 / (1 - \epsilon)$	Lectura Dial de Carga (KN)	Carga (kg)	Esfuerzo Normal (Kpa)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²) $\sigma = P/A$
0.00	0.000	40.828	0.00	0.20394	0.49	0.00
0.25	0.002	40.899	0.14	14.2758	34.23	0.35
0.50	0.003	40.970	0.27	27.5319	65.90	0.67
0.75	0.005	41.041	0.39	39.7683	95.03	0.97
1.00	0.007	41.113	0.55	56.0835	133.78	1.36
1.50	0.010	41.256	0.93	94.8321	225.42	2.30
2.00	0.014	41.401	1.51	153.9747	364.72	3.72
2.50	0.017	41.547	2.12	216.1764	510.27	5.20
3.00	0.021	41.694	2.78	283.4766	666.77	6.80
3.50	0.024	41.842	3.45	351.7965	824.54	8.41
4.00	0.028	41.991	4.16	424.1952	990.70	10.10
4.50	0.031	42.141	4.51	459.8847	1070.23	10.91
5.00	0.035	42.292	4.56	464.9832	1078.23	10.99
5.50	0.038	42.444	4.45	453.7665	1048.45	10.69
6.00	0.042	42.597	3.85	392.5845	903.82	9.22
6.50	0.045	42.751	3.09	315.0873	722.79	7.37
7.00	0.048	42.907	2.54	259.0038	591.98	6.04



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-2 V.S. 5%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 27/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS Blandos y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-2 V.S. 5%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 27/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)

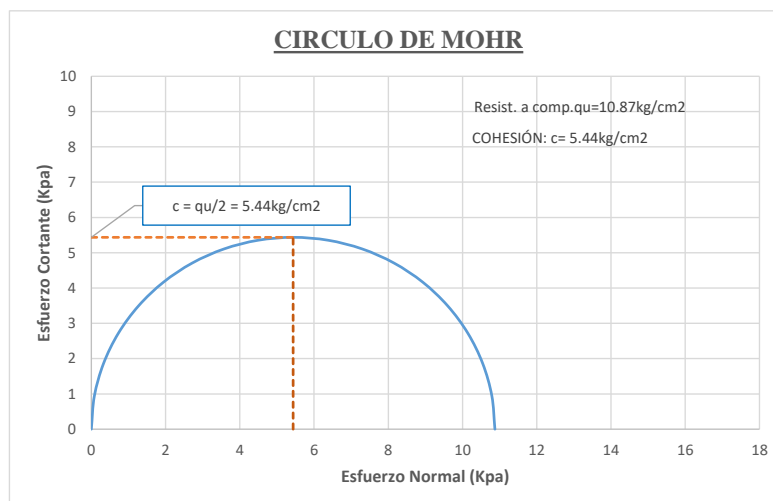
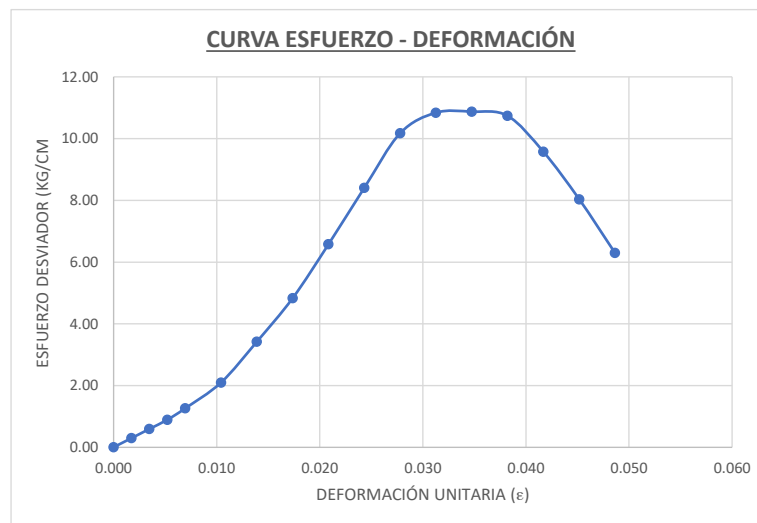
DESCRIPCIÓN	ESPECIMEN		
Peso (gr)	1201.38	Volumen	587.52 cm ³
Diámetro (cm)	7.21	Wtara	85.07 gr
Área (Ao) (cm ²)	40.83	Wtara+mh	528.14 gr
Altura (Lo) (cm)	14.39	Wtara+ms	458.32 gr
Densidad (gr/cm ³)	2.04	Peso seco	373.25 gr
Humedad W (%)	15.23%	Agua	69.82 gr

Deformación Δ (mm)	Deformación unitaria $\epsilon = \Delta L / L_0$	Area corr. (cm ²) $A' = A_0 / (1 - \epsilon)$	Lectura Dial de Carga (KN)	Carga (kg)	Esfuerzo Normal (Kpa)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²) $\sigma = P / A$
0.00	0.000	40.828	0.00	0.20394	0.49	0.00
0.25	0.002	40.899	0.12	12.2364	29.34	0.30
0.50	0.003	40.971	0.24	24.4728	58.58	0.60
0.75	0.005	41.042	0.36	36.7092	87.71	0.89
1.00	0.007	41.114	0.51	52.0047	124.05	1.26
1.50	0.010	41.258	0.85	86.6745	206.02	2.10
2.00	0.014	41.404	1.39	141.7383	335.72	3.42
2.50	0.017	41.550	1.97	200.8809	474.13	4.83
3.00	0.021	41.698	2.69	274.2993	645.12	6.58
3.50	0.024	41.846	3.45	351.7965	824.45	8.41
4.00	0.028	41.996	4.19	427.2543	997.72	10.17
4.50	0.031	42.146	4.48	456.8256	1062.97	10.84
5.00	0.035	42.298	4.51	459.8847	1066.25	10.87
5.50	0.038	42.451	4.47	455.8059	1052.99	10.74
6.00	0.042	42.605	4.00	407.88	938.86	9.57
6.50	0.045	42.760	3.37	343.6389	788.13	8.04
7.00	0.049	42.916	2.65	270.2205	617.49	6.30



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-2 V.S. 5%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 27/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS Blandos y Cohesivos para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de la Vía Juliaca – Canchi Grande.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-2 V.S. 7%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 27/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**

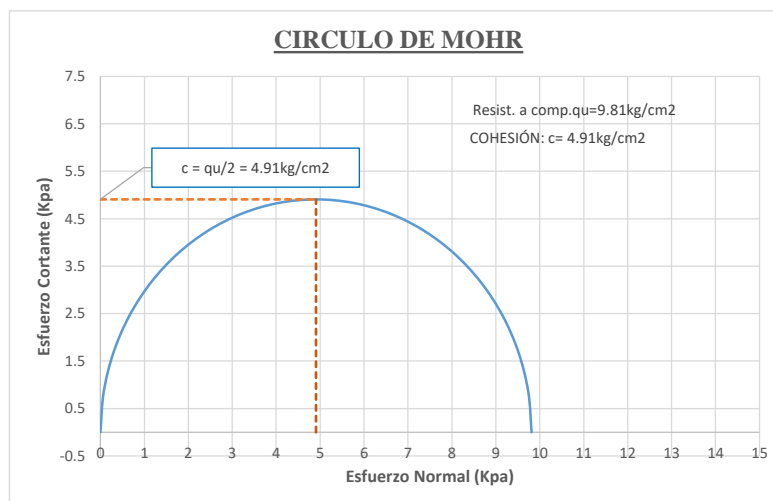
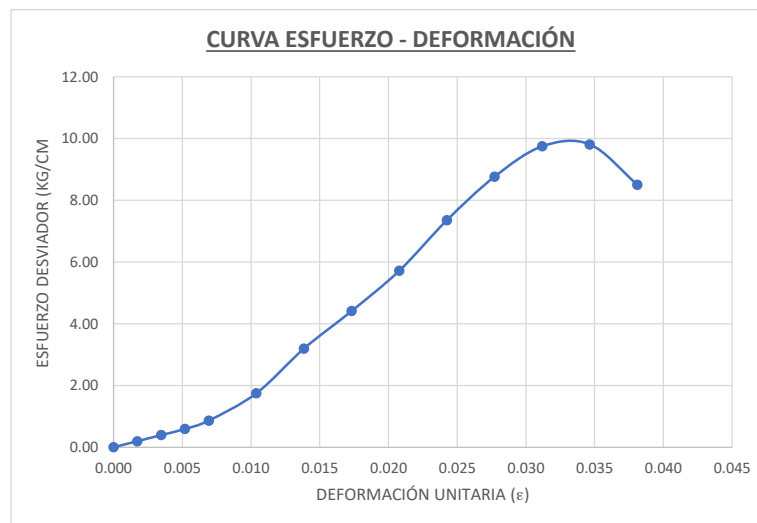
DESCRIPCIÓN	ESPECIMEN		
Peso (gr)	1206.11	Volumen	589.15 cm ³
Diámetro (cm)	7.21	Wtara	43.67 gr
Área (Ao) (cm ²)	40.83	Wtara+mh	521.48 gr
Altura (Lo) (cm)	14.43	Wtara+ms	458.32 gr
Densidad (gr/cm ³)	2.05	Peso seco	414.65 gr
Humedad W (%)	15.23%	Agua	63.16 gr

Deformación Δ (mm)	Deformación unitaria $\epsilon = \Delta L/L_0$	Area corr. (cm ²) $A' = A_0 / (1 - \epsilon)$	Lectura Dial de Carga (KN)	Carga (kg)	Esfuerzo Normal (Kpa)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²) $\sigma = P/A$
0.00	0.000	40.828	0.00	0.20394	0.49	0.00
0.25	0.002	40.899	0.08	8.1576	19.56	0.20
0.50	0.003	40.970	0.16	16.3152	39.05	0.40
0.75	0.005	41.042	0.24	24.4728	58.48	0.60
1.00	0.007	41.113	0.35	35.6895	85.13	0.87
1.50	0.010	41.257	0.71	72.3987	172.09	1.75
2.00	0.014	41.402	1.3	132.561	313.99	3.20
2.50	0.017	41.548	1.8	183.546	433.23	4.42
3.00	0.021	41.695	2.34	238.6098	561.22	5.72
3.50	0.024	41.843	3.02	307.9494	721.74	7.36
4.00	0.028	41.992	3.61	368.1117	859.68	8.77
4.50	0.031	42.142	4.03	410.9391	956.28	9.75
5.00	0.035	42.294	4.07	415.0179	962.32	9.81
5.50	0.038	42.446	3.54	360.9738	834.00	8.50
6.00	0.042	42.600	3.01	306.9297	706.58	7.21
6.50	0.045	42.754	2.48	252.8856	580.06	5.91
7.00	0.049	42.910	1.95	198.8415	454.44	4.63



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-2 V.S. 7%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 27/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**





PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-2 V.S. 7%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 27/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**

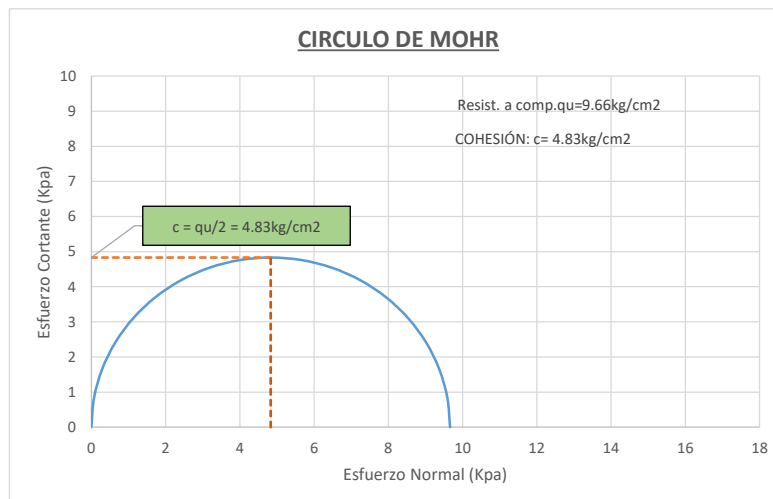
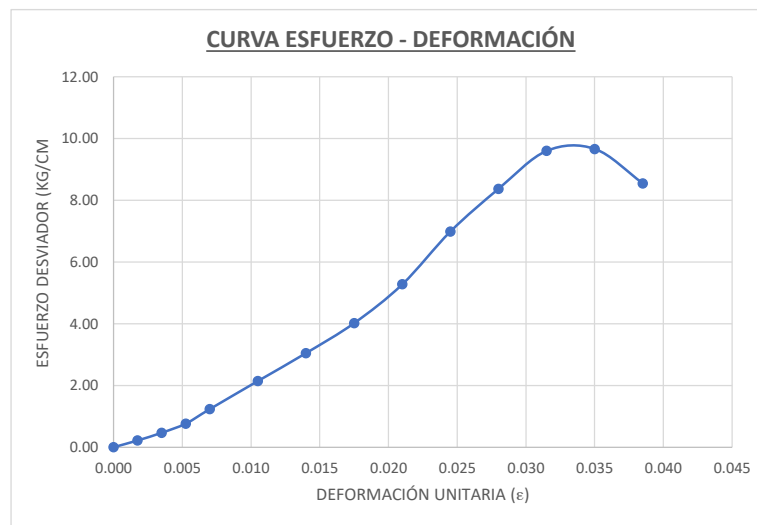
DESCRIPCIÓN	ESPECIMEN		
Peso (gr)	1193.14	Volumen	583.03 cm ³
Diámetro (cm)	7.21	Wtara	85.51 gr
Área (Ao) (cm ²)	40.83	Wtara+mh	480.57 gr
Altura (Lo) (cm)	14.28	Wtara+ms	428.52 gr
Densidad (gr/cm ³)	2.05	Peso seco	343.01 gr
Humedad W (%)	15.17%	Agua	52.05 gr

Deformación Δ (mm)	Deformación unitaria $\epsilon = \Delta L/L_0$	Area corr. (cm ²) $A' = A_0 / (1 - \epsilon)$	Lectura Dial de Carga (KN)	Carga (kg)	Esfuerzo Normal (Kpa)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²) $\sigma = P/A$
0.00	0.000	40.828	0.00	0.20394	0.49	0.00
0.25	0.002	40.900	0.09	9.1773	22.00	0.22
0.50	0.004	40.972	0.19	19.3743	46.37	0.47
0.75	0.005	41.044	0.31	31.6107	75.53	0.77
1.00	0.007	41.116	0.5	50.985	121.61	1.24
1.50	0.011	41.262	0.87	88.7139	210.85	2.15
2.00	0.014	41.408	1.24	126.4428	299.46	3.05
2.50	0.018	41.556	1.64	167.2308	394.65	4.02
3.00	0.021	41.704	2.16	220.2552	517.93	5.28
3.50	0.025	41.854	2.87	292.6539	685.72	6.99
4.00	0.028	42.005	3.45	351.7965	821.33	8.38
4.50	0.032	42.157	3.97	404.8209	941.72	9.60
5.00	0.035	42.310	4.01	408.8997	947.77	9.66
5.50	0.039	42.464	3.56	363.0132	838.36	8.55
6.00	0.042	42.619	3.1	316.107	727.38	7.42
6.50	0.046	42.775	2.56	261.0432	598.48	6.10
7.00	0.049	42.933	2.07	211.0779	482.15	4.92



PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL VIDRIO SOLUBLE EN SUELOS BLANDOS Y COHESIVOS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA JULIACA – CANCHI GRANDE.
TESISTA: BRYAN CRISTIAN CCALLA HUANCA
CALICATA: C-2 V.S. 7%
PROFUNDIDAD: 1.5 m
FECHA: 27/12/2023
UBICACIÓN: Juliaca - Canchi Grande Km 4+500 - Km 5+500

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA
(ASTM D 2166)**



ANEXO 12:

Ficha técnica de silicato de sodio

SILICATO DE SODIO 3.3

Nombre del material	Silicato de sodio 3.3
Empresa	Productos Químicos Industriales S.A.
Dirección	Av. El Santuario 1239 Urb. Zárate S.J.L.
Teléfono /E- mail	Telefax 459-5630
Representante/ posición	Rebeca Ames Travi /jefe del Área de Control de Calidad
Procedencia	Producto Nacional

DESCRIPCIÓN GENERAL

Definición	Los silicatos de sodio líquido son soluciones en agua manufacturadas a partir de proporciones variadas de óxido de sodio (Na ₂ O) y óxido de silicio (SiO ₂).
Obtención	Los silicatos de sodio se producen fundiendo a altas temperaturas, carbonato de sodio (Na ₂ CO ₃) con arena sílice especialmente seleccionada. El producto resultante es un cristal amorfo que puede ser disuelto por procesos especiales para producir soluciones en gran variedad de formas.

REQUISITOS SENSORIALES

Aspecto	Líquido viscoso
Olor	Sin olor

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

Fórmula Química	Na ₂ SiO ₃ .X H ₂ O
Na₂O	8,0 % - 8,6 %
SiO₂	28,0 % - 29,0 %
Rango	3,29 – 3,37
Densidad (20 °C)	40,0 °Bé – 40,7 °Bé
Viscosidad	1000 cPs – 7000 cPs
pH solución acuosa al 1% (20 °C)	10 – 12
Sólidos totales	36,5 % - 37,6 %

APLICACIONES

EN LA INDUSTRIA DE PAPEL Y CARTÓN

- En el reciclado de papel, ayuda a la dispersión y suspensión de las partículas de tinta en el proceso del destintado, también se usa en el blanqueado de la pulpa con peróxido de hidrógeno, ayuda a estabilizar el pH, contribuyendo a que el blanqueado sea más eficiente.
- Son recomendables para ser usados como adhesivos debido a su mayor contenido de sílice polimérica. Al perder pequeñas cantidades de agua pasan de un estado líquido a semisólido volviéndose pegajosos. Luego se endurecen rápidamente, formando un enlace duro y resistente.

EN LA INDUSTRIA TÉXTIL

- En las operaciones de blanqueado, la característica estabilizadora de silicato reduce el índice de descomposición del agente blanqueador.

EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

- Cuando los silicatos son combinados con ingredientes de cemento, reaccionan químicamente para formar masas con fuertes propiedades ligantes.
- Los silicatos aumentan la resistencia al ataque de productos químicos razón por la cual son ingredientes importantes en la fabricación de refractarios especiales y morteros.

EN LA INDUSTRIA DE PINTURAS

- Controla la viscosidad del sistema líquido., brinda un efecto de espesamiento resultando un sistema muy estable.

EN LA SOLIDIFICACIÓN DE SUELOS

- El silicato de sodio es utilizado en la solidificación de suelos que no tienen la fuerza suficiente para soportar la carga requerida o en aquellos casos en donde los poros del subsuelo (permeables al agua) generan la inundación de minas, pozos y túneles. También es utilizado para prevenir la pérdida de agua en presas o para sellar poros en los desagües o construcciones subterráneas.

EN LA MINERÍA

- El uso principal del silicato de sodio en la flotación mineral es como depresor y dispersor de minerales silíceos que no se desean.

EMBALAJE, ALMACENAJE Y TRANSPORTE

Parámetros	Requisitos
Presentaciones	<ul style="list-style-type: none">- Jerrican de 40 kg.- Bidón metálico de 290 kg.- Cisterna de 20 y 30 toneladas.
Condiciones de almacenaje	<ul style="list-style-type: none">- Temperatura ambiente.- Recipientes cerrados.- Lugar fresco y bajo sombra.
Condiciones de transporte	<ul style="list-style-type: none">- Camiones cisterna, rotulados con normativa SGA.- Envases cerrados herméticamente.
Vida útil del producto	<ul style="list-style-type: none">- Considerando las condiciones de almacenamiento, el producto Silicato de Sodio, tendrá una vida útil de sesenta (60) meses.

REFERENCIA NORMATIVA

- UNE 55-624:1982 - Agentes de superficie. Agentes de superficie y detergentes. Métodos de división de una muestra.
- UNE-EN ISO 12058-1 - Determinación de la viscosidad empleando un viscosímetro de caída de bola. Parte 1: Método del tubo inclinado. (ISO 12058-1:1997).
- NTP 311.155:1975 (Revisada el 2010) - Productos químicos Industriales, silicato de sodio

NOTA

La información contenida en este documento es para ofrecer orientación al cliente. Las recomendaciones se hacen en base a experiencias adquiridas a lo largo de los años. Antes de usar los productos se recomienda realizar pruebas preliminares.

Elaborado por:	Revisado por:
Sheila Espinoza Sulca Asistente de Control de Calidad	Lic. Rebeca Ames Travi Jefe del Área de control de Calidad

ANEXO 13:

Panel Fotográfico

Fotografía N° 01: Extracción de muestra C-1



Fotografía N° 02: Extracción de muestra C-2



Fotografía N° 03: Aditivo Vidrio Soluble (Silicato de Sodio)



Fotografía N° 04: Granulometría por tamizado



Fotografía N° 05: Granulometría por lavado



Fotografía N° 06: Límite plástico



Fotografía N° 07: Límite líquido



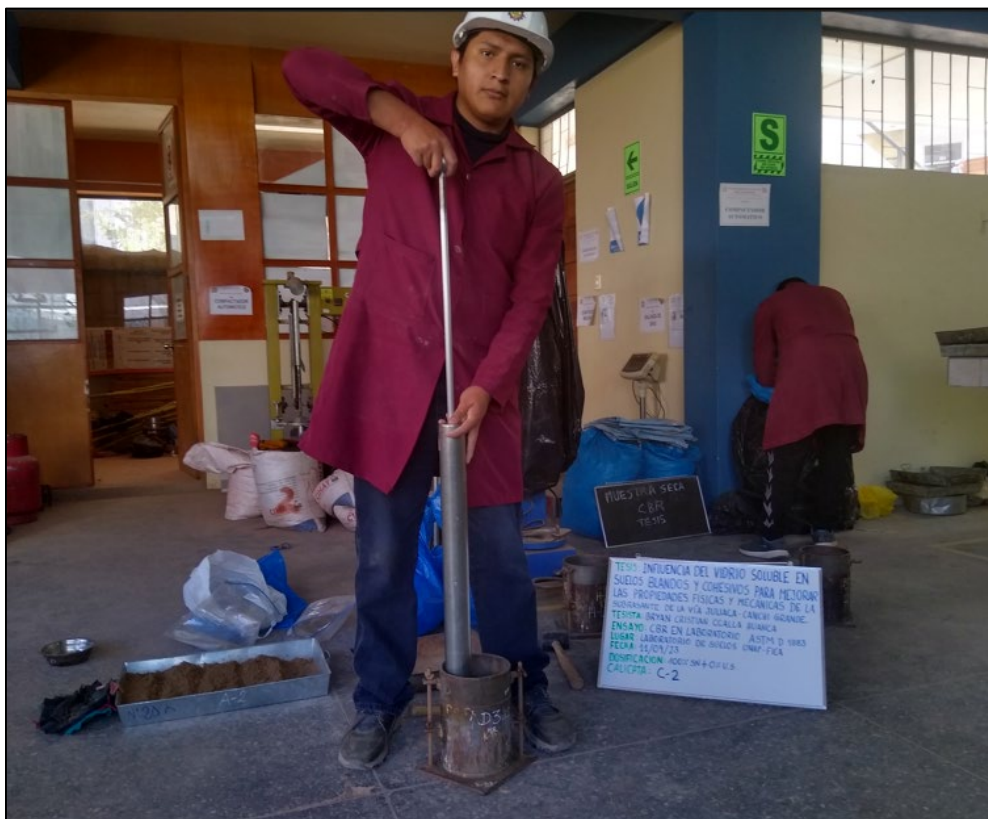
Fotografía N° 08: Ensayo Proctor modificado



Fotografía N° 09: Ensayo Proctor Modificado



Figura 10: Compactación CBR



Fotografía N° 11: Inmersión CBR



Fotografía N° 12: Ensayo de penetración CBR



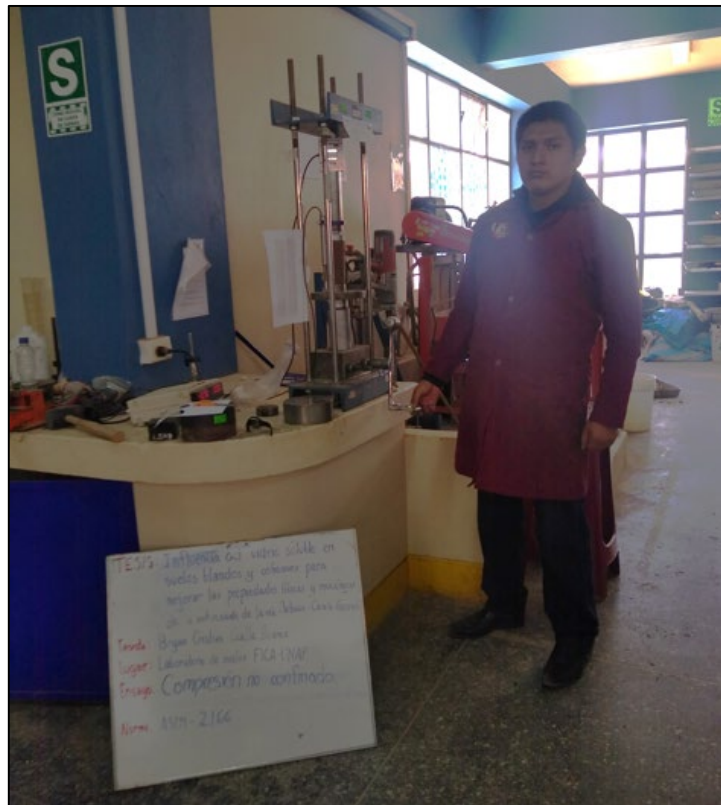
Fotografía N° 13: CBR 12, 25 y 56 golpes



Fotografía N° 14: Preparación de probetas Compresión no confinada



Fotografía N° 15: Ensayo de Compresión no Confinada



Fotografía N° 16: Ensayo Compresión no Confinada



Fotografía N° 17: Muestras de suelo con y sin estabilizador

