

ANEXO 1:

PERMISOS PARA INTERVENIR EN EL AREA DE ESTUDIO



CUT: 63681-2024

RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0268-2024-ANA-AAA.TIT

Puno, 24 de mayo de 2024

VISTO:

La solicitud de fecha 09.04.2024, ingresado con CUT. N° 63681-2024, presentado por el ciudadano Pedro Paz Pomari Mamani, identificado con DNI. N° 45827857, peticionando Autorización de ocupación de faja marginal del Lago Titicaca, para fines de investigación, con la tesis "Índice de susceptibilidad y potencial de licuación de suelos en la costanera del lago Titicaca, en el sector frente a la puerta principal de la UNA - Puno", y;

CONSIDERANDO:

Que, obra la solicitud del ciudadano, en su condición de TESISISTA, de la escuela profesional e ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Altiplano (UNA) Puno, solicita permiso para hacer uso de la faja marginal del Lago Titicaca, con la finalidad de ejecutar la Tesis "Índice de susceptibilidad y potencial de licuación de suelos en la costanera del lago Titicaca, en el sector frente a la puerta principal de la UNA - Puno", acompaña un Acta de Aprobación de proyecto de tesis, expedido por el Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno y un croquis de ubicación;

Que, mediante el Informe Técnico N° 0028-2024-ANA-AAA.TIT/RQC, del 17.04.2024, concluye que el administrado deberá cumplir con los requisitos siguientes: **a)** Declaración Jurada ambiental, en la que señale que no va a generar impactos negativos que afecte al recurso hídrico y a la faja marginal, y a la vez cumpla con remediar los impactos ocasionados, realizando el sellado de las calicatas dejando en su estado natural el área de la actividad, bajo sanción administrativa y penal, y; **b)** Descripción de las actividades a realizar en el área de intervención, de conformidad a la Tesis de investigación. Los mismos que fueron puestos de conocimiento del ciudadano, mediante Carta N° 0063-2024-ANA-AAA.TIT, debidamente recepcionado en fecha 22.04.2024, siendo que el interesado mediante escrito de fecha 07.05.2024, levanta las observaciones puestas de su conocimiento adjuntando una declaración jurada ambiental del 06.05.2024;

Que, el Área Técnica de la Autoridad Administrativa del Agua Titicaca, emite el Informe Técnico N° 0043-2024-ANA-AAA.TIT/RQC, del 20.05.2024, recomendando: Autorizar la ocupación de la faja marginal del lago Titicaca, para realizar la actividad de investigación de "Investigación" de tesis de pregrado denominado "Índice de susceptibilidad y potencial de licuación de suelos en la costanera del lago Titicaca, en el sector frente a la puerta principal de la UNA - Puno", al Sr. PEDRO PAZ POMARI MAMANI, en su condición de TESISISTA, de la escuela profesional e ingeniería Civil de la Universidad Nacional del

Altiplano (UNA) Puno. Por un periodo de sesenta (60) días calendarios, según la solicitud del Tesista, en la que plantea la ejecución de las actividades;

Que, con lo opinado por el Área Técnica de la Autoridad Administrativa del Agua XIV Titicaca, y; el Informe Legal N° 0135-2024-ANA-AAA.TIT/GAGS, de conformidad con lo establecido en el Decreto Supremo N° 018-2017-MINAGRI Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua, la Resolución Jefatural N° 007-2015-ANA y la Resolución Jefatural N° 272-2022-ANA, esta Autoridad Administrativa del Agua XIV Titicaca;

RESUELVE:

ARTICULO 1°.- Otorgar, a favor del ciudadano **PEDRO PAZ POMARI MAMANI**, con DNI. N° 45827857, de la escuela profesional de ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Altiplano (UNA) Puno, la Autorización para la ocupación de la faja marginal del lago Titicaca, para realizar la actividad de “**Investigación**” de tesis de pregrado denominado “**Índice de susceptibilidad y potencial de licuación de suelos en la costanera del lago Titicaca, en el sector frente a la puerta principal de la UNA - Puno**”, por el periodo de sesenta (60) días calendario, contados a partir del día siguiente de la notificación de la presente Resolución Directoral, y; conforme al contenido del Informe Técnico N° 0043-2024-ANA-AAA.TIT/RQC, que comprende lo siguiente:

- Realización de excavación de calicatas con una profundidad de 2.0 metros, con área de 1.50 m2, cada uno.
- Colocación de señalizadores de seguridad en el área de investigación, con estacas y Cintas de seguridad, en todo el perímetro del área de investigación.
- Sellado de las calicatas, compactándolas debidamente a su densidad natural y dejar en las mismas condiciones naturales.

Ubicación de la actividad proyectada.

UBICACION CON COORDENADAS DE UTM WGS 84 ZONA 19 SUR			Fuente de Agua	Distrito	Provincia	Dpto.
Vértices del área de intervención						
Vertices	Este	Norte				
P1	391205.37	8249776.04	Lago Titicaca	Puno	Puno	Puno
P2	391210.77	8249765.93				
P3	391265.65	8249799.69				
P4	391269.86	8249789.26				
P5	391326.1	8249848.51				
P6	391330.74	8249812.6				

ARTICULO 2°.- Precisar que el ciudadano, PEDRO PAZ POMARI MAMANI, es responsable de aplicar las medidas de seguridad, colocando señalizadores de seguridad en el área de investigación, con estacas y cintas de seguridad, en todo el perímetro del área de investigación, asimismo, con el sellado de las calicatas, compactándolas debidamente a su densidad natural, dejarlas en las mismas condiciones naturales, y a la eliminación de impactos que se puedan producir por las actividades propias de la investigación.

ARTICULO 3°.- Disponer, que la presente autorización no constituye el otorgamiento de otro derecho a favor del titular del plan de investigación, asimismo, está sujeto a control posterior por la Administración Local de Agua llave, sobre el cumplimiento de la obligación detallada en el artículo precedente, programando de oficio una verificación técnica de campo para corroborar el cumplimiento del acto administrativo.

ARTICULO 4°.- Disponer que la encargada de mesa de partes de la AAA Titicaca, notifique la presente Resolución Directoral a la Administración Local de Agua llave, al ciudadano Pedro Paz Pomari Mamani, con domicilio en el Jr. Puno N° 631 – Puno,

disponiendo su publicación en el portal institucional de la Autoridad Nacional del Agua:
www.ana.gob.pe.

Regístrese y comuníquese,

FIRMADO DIGITALMENTE

RONALD ISIDRO ALCOS PACHECO
DIRECTOR
AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA – TITICACA.

RIAP/gags.

ANEXO 2:

CONSTANCIA DE ENSAYOS DE LABORATORIO
E IN SITU



N° 033-2024-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. PEDRO PAZ POMARI MAMANI, hizo uso de los equipos del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales - FICA, para realizar los ensayos requeridos para su proyecto de Tesis: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNA-PUNO, 2024", 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	Ensayo de Penetración Estándar S.P.T.	ASTM D-1586	07	m.
02	Ensayo de Penetración Estándar S.P.T.	ASTM D-1586	07	m.
03	Ensayo de Penetración Estándar S.P.T.	ASTM D-1586	08	m.

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. 27 noviembre del 2024.


ING. SAMUEL HUAQUISTO CACERES
JEFE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

C.c.
Arch./LMSyM.
Adj solicitud (11 folios)

ANEXO 3:

**RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN
LABORATORIO SPT-01.**



**CONTENIDO DE HUMEDAD
(NPT 339.127) (ASTM D2216)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-OR
FECHA: 22/05/2024 **PROFUNDIDAD:** 0.00m - 0.40m

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	PG-3	PG-4	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	39.51	38.70	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	39.21	38.28	
AGUA	gr.	0.30	0.42	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	37.00	35.05	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	2.21	3.23	
Contenido de Humedad	%	13.57%	13.00%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO **13.29%**



**PESO ESPECIFICO DE LOS SOLIDOS
(NPT 339.131) (ASTM D854)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-OR
FECHA: 22/05/2024 **PROFUNDIDAD:** 0.00m - 0.40m

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.	
FIOLA	ml	F-1	F-2	Capacidad:	500
FIOLA + AGUA+SUELO SECO	gr.	860.44	863.16	Temperatura	16°C
FIOLA + SUELO SECO	gr.	380.44	388.16		
FIOLA + AGUA	gr.	830.12	825.14		
PESO DE LA FIOLA	gr.	330.12	325.14		
PESO DEL SUELO SECO	gr.	50.32	63.02		
Gravedad Especifica (Gs)		2.5160	2.5208	K para 20°C	1.0000
CORRECCION POR T°	(K)	1.0007	1.0007	K para 16°C	1.0007
GS corregido		2.5178	2.5226		
		Peso Especifico de los Solidos		2.5184	gr/cm3



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (NPT 339.128) (ASTM D422)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-01 **PROFUNDIDAD:** 0.40 m - 1.90 m
FECHA: 22/05/2024

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PESO RET. CORREGIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	-	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	100.00
2"	50.600	-	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	100.00
1"	25.400	-	-	-	-	100.00
3/4"	19.050	-	-	-	-	100.00
1/2"	12.700	-	-	-	-	100.00
3/8"	9.525	-	-	-	-	100.00
1/4"	6.350	-	-	-	-	100.00
No4	4.760	6.79	6.79	1.23	1.23	98.77
No8	2.380	-	-	-	1.23	98.77
No10	2.000	25.25	25.25	4.57	5.80	94.20
No16	1.190	-	-	-	5.80	94.20
No20	0.840	7.64	7.64	1.38	7.18	92.82
No30	0.590	-	-	-	7.18	92.82
No40	0.420	13.75	13.75	2.49	9.67	90.33
No 50	0.300	-	-	-	9.67	90.33
No60	0.250	14.49	14.49	2.62	12.29	87.71
No80	0.180	-	-	-	12.29	87.71
No100	0.149	35.78	35.78	6.47	18.77	81.23
No200	0.074	40.42	40.42	7.31	26.08	73.92
BASE		1.08	408.44	73.92	100.00	-
TOTAL		145.20	552.56	100.00		
% PERDIDA		0.0%	0.0%			

DESCRIPCION DE LA MUESTRA (GRAMOS)

W inicial = 552.56
 W lavado = 145.20
 W pasa N°200 = 407.36

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L. L. = 30.5%
 L. P. = 15.1%
 I. P. = 15.4%

CARACT. GRANULOMETRICAS:

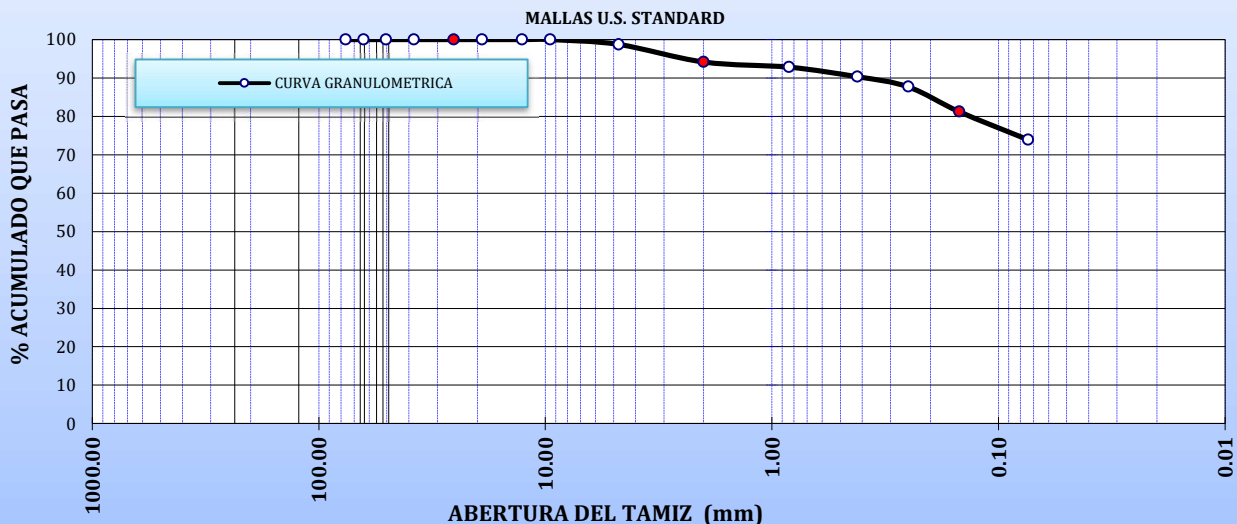
D10= ---- Cu= ----
 D30= ---- Cc= ----
 D60= ----

CLASIFICACION:

GRAVA (%): 1.23
 ARENA (%): 24.85
 PASA N°200(%): 73.92

SUCS: CL

CURVA GRANULOMETRICA





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA (NPT 339.129) (ASTM D4318)

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR : PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-01 **PROFUNDIDAD:** 0.40 m - 1.90 m
FECHA : 22/05/2024

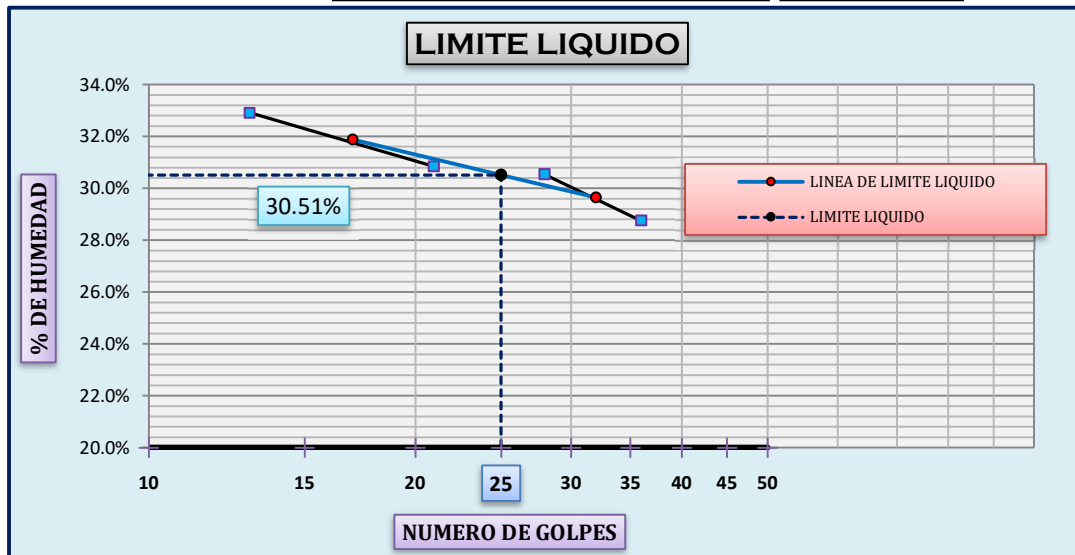
LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
CAPSULA	N°	N-1	N-2	N-3	N-4
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	35.44	38.63	36.56	33.02
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	33.36	36.28	34.16	31.18
AGUA	gr.	2.08	2.35	2.40	1.84
PESO DE LA CAPSULA	gr.	27.04	28.66	26.30	24.78
PESO DEL SUELO SECO	gr.	6.32	7.62	7.86	6.40
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	32.91%	30.84%	30.53%	28.75%
NUMERO DE GOLPES	N°	13	21	28	36

LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.
CAPSULA	No	U-1	U-2	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	39.94	38.76	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	39.83	38.61	
AGUA	gr.	0.11	0.15	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	39.08	37.64	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	0.75	0.97	
LIMITE PLASTICO	%	14.67%	15.46%	

LIMITE LIQUIDO	30.51%
LIMITE PLASTICO	15.07%
INDICE DE PLASTICIDAD	15.45%





**CONTENIDO DE HUMEDAD
(NPT 339.127) (ASTM D2216)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR : PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-01 **PROFUNDIDAD TOTAL:** 0.40 m - 1.90 m
FECHA : 22/05/2024

PROFUNDIDAD NO SATURADA: 0.40 m - 0.52m

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	J-1	J-2	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	34.45	38.93	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	33.88	38.15	
AGUA	gr.	0.57	0.78	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	28.49	30.47	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	5.39	7.68	
Contenido de Humedad	%	10.58%	10.16%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO **10.37%**

PROFUNDIDAD SATURADA: 0.52 m - 1.90 m

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	G-1	G-2	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	34.54	38.93	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	33.78	37.80	
AGUA	gr.	0.76	1.13	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	28.49	30.47	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	5.29	7.33	
Contenido de Humedad	%	14.37%	15.42%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO **14.89%**



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



**PESO ESPECIFICO DE LOS SOLIDOS
(NPT 339.131) (ASTM D854)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-01 **PROFUNDIDAD:** 0.40 m - 1.90 m
FECHA: 22/05/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.	
FIOLA	ml	F-1	F-2	Capacidad:	500
FIOLA + AGUA+SUELO SECO	gr.	864.25	866.78	Temperatura	16°C
FIOLA + SUELO SECO	gr.	384.25	391.78		
FIOLA + AGUA	gr.	830.12	825.14		
PESO DE LA FIOLA	gr.	330.12	325.14		
PESO DEL SUELO SECO	gr.	54.13	66.64		
Gravedad Especifica (Gs)		2.7065	2.6656	K para 20°C	1.0000
CORRECCION POR T°	(K)	1.0007	1.0007	K para 16°C	1.0007
GS corregido		2.7084	2.6675		
		Peso Especifico de los Solidos		2.6861	gr/cm3



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (NPT 339.128) (ASTM D422)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-02 **PROFUNDIDAD:** 1.90 m - 2.70 m
FECHA: 22/05/2024

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PESO RET. CORREGIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	-	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	100.00
2"	50.600	-	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	100.00
1"	25.400	-	-	-	-	100.00
3/4"	19.050	-	-	-	-	100.00
1/2"	12.700	-	-	-	-	100.00
3/8"	9.525	4.01	4.01	0.79	0.79	99.21
1/4"	6.350	-	-	-	0.79	99.21
No4	4.760	41.86	41.86	8.21	8.99	91.01
No8	2.380	-	-	-	8.99	91.01
No10	2.000	90.08	90.08	17.66	26.65	73.35
No16	1.190	-	-	-	26.65	73.35
No20	0.840	90.62	90.62	17.77	44.42	55.58
No30	0.590	-	-	-	44.42	55.58
No40	0.420	26.76	26.76	5.25	49.66	50.34
No 50	0.300	-	-	-	49.66	50.34
No60	0.250	27.50	27.50	5.39	55.06	44.94
No80	0.180	-	-	-	55.06	44.94
No100	0.149	32.15	32.15	6.30	61.36	38.64
No200	0.074	2.03	2.03	0.40	61.76	38.24
BASE		1.08	195.08	38.24	100.00	-
TOTAL		316.10	510.10	100.00		
% PERDIDA		0.0%	0.0%			

DESCRIPCION DE LA MUESTRA (GRAMOS)

W inicial = 510.10
 W lavado = 316.10
 W pasa N°200 = 194.00

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L. L. = 29.8%
 L. P. = 17.5%
 I. P. = 12.3%

CARACT. GRANULOMETRICAS:

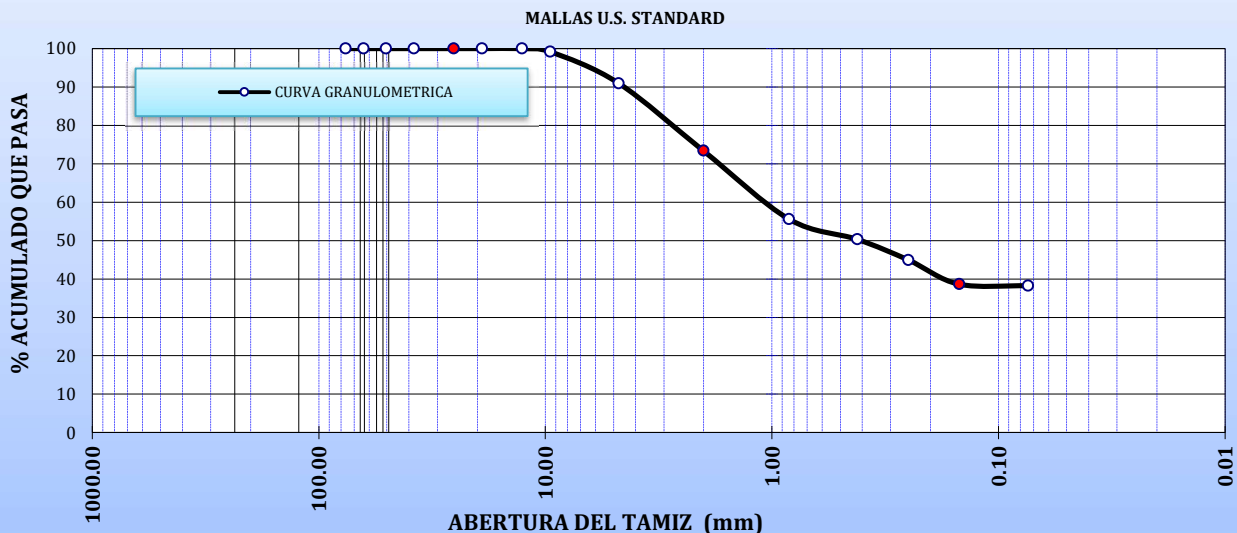
D10= ---- Cu= ----
 D30= ---- Cc= ----
 D60= ----

CLASIFICACION:

GRAVA (%): 8.99
 ARENA (%): 52.76
 PASA N°200(%): 38.24

SUCS: SC

CURVA GRANULOMETRICA





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA (NPT 339.129) (ASTM D4318)

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR : PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-02 **PROFUNDIDAD:** 1.90 m - 2.70 m
FECHA : 22/05/2024

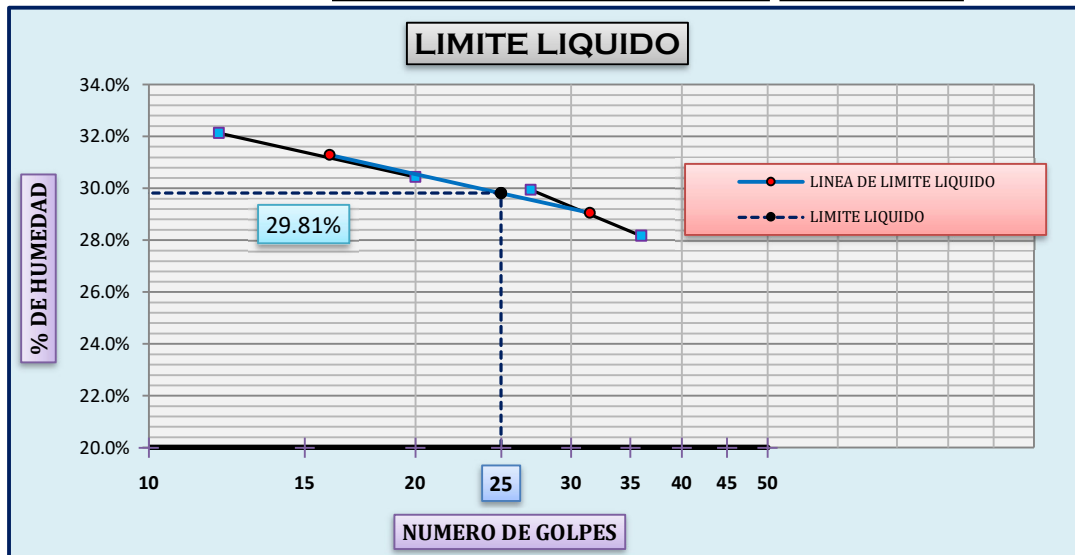
LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
CAPSULA	N°	Y-1	Y-2	Y-3	Y-4
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	30.99	33.79	31.97	28.88
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	29.21	31.76	29.91	27.30
AGUA	gr.	1.78	2.03	2.06	1.58
PESO DE LA CAPSULA	gr.	23.67	25.09	23.03	21.69
PESO DEL SUELO SECO	gr.	5.54	6.67	6.88	5.61
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	32.13%	30.43%	29.94%	28.16%
NUMERO DE GOLPES	N°	12	20	27	36

LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.
CAPSULA	No	Z-1	Z-2	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	33.46	32.47	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	33.35	32.33	
AGUA	gr.	0.11	0.14	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	32.73	31.52	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	0.62	0.81	
LIMITE PLASTICO	%	17.74%	17.28%	

LIMITE LIQUIDO	29.81%
LIMITE PLASTICO	17.51%
INDICE DE PLASTICIDAD	12.30%





**CONTENIDO DE HUMEDAD
(NPT 339.127) (ASTM D2216)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-02 **PROFUNDIDAD:** 1.90 m - 2.70 m
FECHA: 22/05/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	M-1	PP-2	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	29.26	32.98	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	28.58	31.99	
AGUA	gr.	0.68	0.99	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	24.11	25.79	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	4.47	6.20	
Contenido de Humedad	%	15.21%	15.97%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO

15.59%



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



**PESO ESPECIFICO DE LOS SOLIDOS
(NPT 339.131) (ASTM D854)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-02 **PROFUNDIDAD:** 1.90 m - 2.70 m
FECHA: 22/05/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.	
FIOLA	ml	F-1	F-2	Capacidad:	500
FIOLA + AGUA+SUELO SECO	gr.	862.09	865.60	Temperatura	16°C
FIOLA + SUELO SECO	gr.	382.09	390.60		
FIOLA + AGUA	gr.	830.12	825.14		
PESO DE LA FIOLA	gr.	330.12	325.14		
PESO DEL SUELO SECO	gr.	51.97	65.46		
Gravedad Especifica (Gs)		2.5985	2.6184	K para 20°C	1.0000
CORRECCION POR T°	(K)	1.0007	1.0007	K para 16°C	1.0007
GS corregido		2.6003	2.6202		
		Peso Especifico de los Solidos		2.6084	gr/cm3



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (NPT 339.128) (ASTM D422)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-03 **PROFUNDIDAD:** 2.70 m - 3.60 m
FECHA: 22/05/2024

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PESO RET. CORREGIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	-	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	100.00
2"	50.600	-	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	100.00
1"	25.400	-	-	-	-	100.00
3/4"	19.050	-	-	-	-	100.00
1/2"	12.700	-	-	-	-	100.00
3/8"	9.525	13.70	13.70	2.28	2.28	97.72
1/4"	6.350	-	-	-	2.28	97.72
No4	4.760	17.59	17.59	2.93	5.22	94.78
No8	2.380	-	-	-	5.22	94.78
No10	2.000	53.65	53.65	8.94	14.16	85.84
No16	1.190	-	-	-	14.16	85.84
No20	0.840	54.19	54.19	9.03	23.19	76.81
No30	0.590	-	-	-	23.19	76.81
No40	0.420	17.13	17.13	2.86	26.05	73.95
No 50	0.300	-	-	-	26.05	73.95
No60	0.250	17.87	17.87	2.98	29.03	70.97
No80	0.180	-	-	-	29.03	70.97
No100	0.149	18.03	18.03	3.01	32.03	67.97
No200	0.074	23.94	23.94	3.99	36.03	63.97
BASE		1.08	383.74	63.97	100.00	-
TOTAL		217.18	599.84	100.00		
% PERDIDA		0.0%	0.0%			

DESCRIPCION DE LA MUESTRA (GRAMOS)

W inicial = 599.84
 W lavado = 217.18
 W pasa N°200 = 382.66

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L. L. = 23.7%
 L. P. = 17.9%
 I. P. = 5.7%

CARACT. GRANULOMETRICAS:

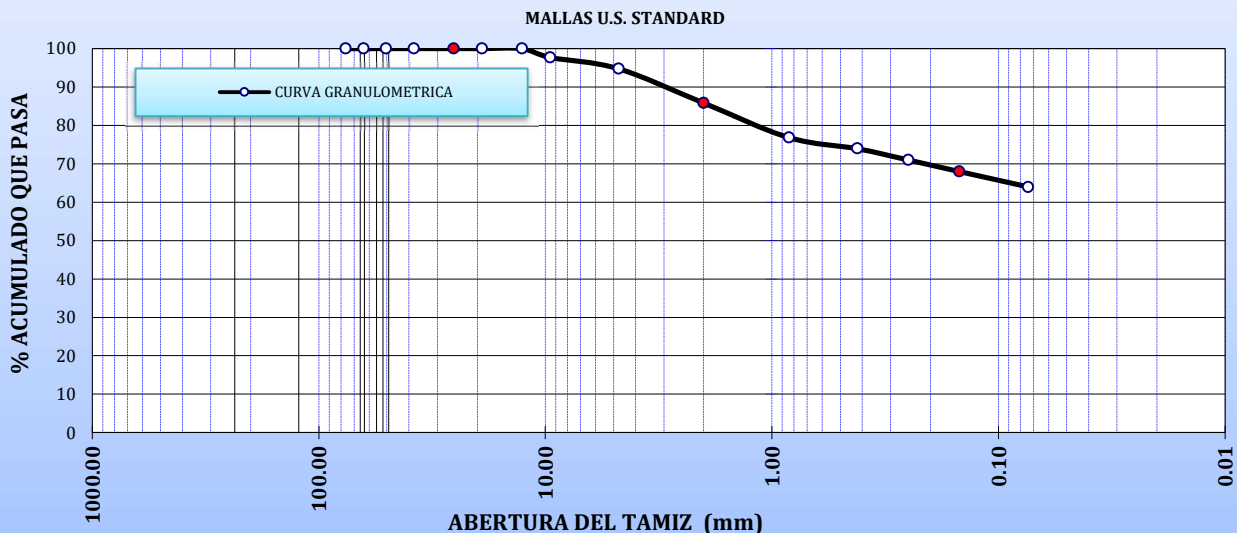
D10= ---- Cu= ----
 D30= ---- Cc= ----
 D60= ----

CLASIFICACION:

GRAVA (%): 5.22
 ARENA (%): 30.81
 PASA N°200(%): 63.97

SUCS: CL-ML

CURVA GRANULOMETRICA





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA (NPT 339.129) (ASTM D4318)

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR : PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-03 **PROFUNDIDAD:** 2.70 m - 3.60 m
FECHA : 22/05/2024

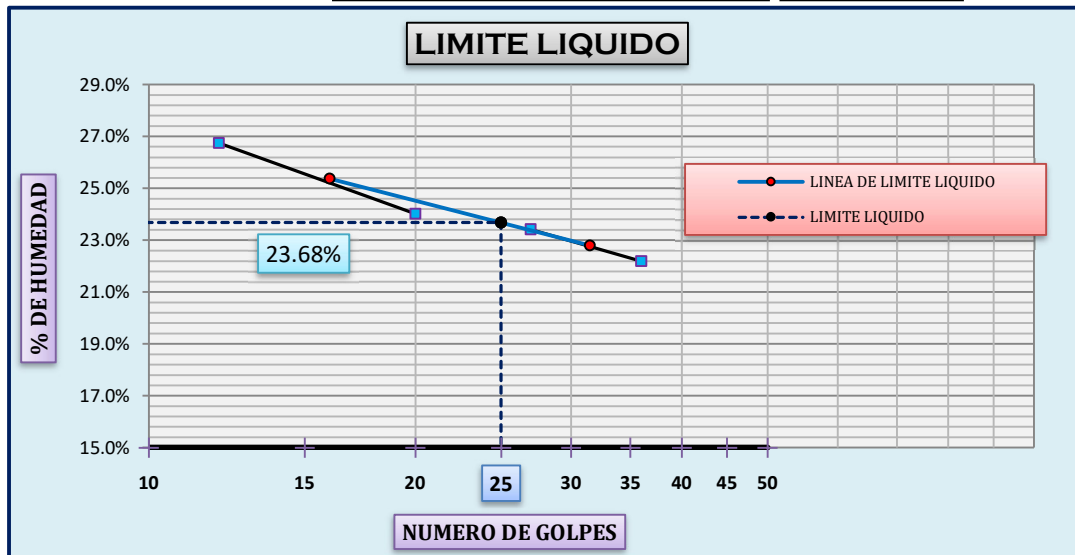
LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
CAPSULA	N°	D-1	D-2	R-3	R-06
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	35.05	38.11	36.00	32.60
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	33.36	36.28	34.16	31.18
AGUA	gr.	1.69	1.83	1.84	1.42
PESO DE LA CAPSULA	gr.	27.04	28.66	26.30	24.78
PESO DEL SUELO SECO	gr.	6.32	7.62	7.86	6.40
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	26.74%	24.02%	23.41%	22.19%
NUMERO DE GOLPES	N°	12	20	27	36

LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.
CAPSULA	No	U-1	U-2	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	39.21	38.05	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	39.08	37.88	
AGUA	gr.	0.13	0.17	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	38.35	36.94	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	0.73	0.94	
LIMITE PLASTICO	%	17.81%	18.09%	

LIMITE LIQUIDO	23.68%
LIMITE PLASTICO	17.95%
INDICE DE PLASTICIDAD	5.73%





**CONTENIDO DE HUMEDAD
(NPT 339.127) (ASTM D2216)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-03 **PROFUNDIDAD:** 2.70 m - 3.60 m
FECHA: 22/05/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	PP-1	PP-2	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	33.81	38.04	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	33.04	36.98	
AGUA	gr.	0.77	1.06	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	27.87	29.81	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	5.17	7.17	
Contenido de Humedad	%	14.89%	14.78%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO

14.84%



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



**PESO ESPECIFICO DE LOS SOLIDOS
 (NPT 339.131) (ASTM D854)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-03 **PROFUNDIDAD:** 2.70 m - 3.60 m
FECHA: 22/05/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.	
FIOLA	ml	F-1	F-2	Capacidad:	500
FIOLA + AGUA+SUELO SECO	gr.	862.50	865.16	Temperatura	16°C
FIOLA + SUELO SECO	gr.	382.50	390.16		
FIOLA + AGUA	gr.	830.12	825.14		
PESO DE LA FIOLA	gr.	330.12	325.14		
PESO DEL SUELO SECO	gr.	52.38	65.02		
Gravedad Especifica (Gs)		2.6190	2.6008	K para 20°C	1.0000
CORRECCION POR T°	(K)	1.0007	1.0007	K para 16°C	1.0007
GS corregido		2.6208	2.6026		
		Peso Especifico de los Solidos		2.6099	gr/cm3



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (NPT 339.128) (ASTM D422)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-04 **PROFUNDIDAD:** 3.60 m - 4.90m
FECHA: 22/05/2024

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PESO RET. CORREGIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	-	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	100.00
2"	50.600	-	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	100.00
1"	25.400	-	-	-	-	100.00
3/4"	19.050	-	-	-	-	100.00
1/2"	12.700	-	-	-	-	100.00
3/8"	9.525	-	-	-	-	100.00
1/4"	6.350	-	-	-	-	100.00
No4	4.760	7.67	7.67	1.31	1.31	98.69
No8	2.380	-	-	-	1.31	98.69
No10	2.000	7.40	7.40	1.26	2.56	97.44
No16	1.190	-	-	-	2.56	97.44
No20	0.840	7.94	7.94	1.35	3.92	96.08
No30	0.590	-	-	-	3.92	96.08
No40	0.420	36.37	36.37	6.19	10.10	89.90
No 50	0.300	-	-	-	10.10	89.90
No60	0.250	47.11	47.11	8.02	18.12	81.88
No80	0.180	-	-	-	18.12	81.88
No100	0.149	19.10	19.10	3.25	21.37	78.63
No200	0.074	18.12	18.12	3.08	24.46	75.54
BASE		1.08	443.95	75.54	100.00	-
TOTAL		144.79	587.66	100.00		
% PERDIDA		0.0%	0.0%			

DESCRIPCION DE LA MUESTRA (GRAMOS)

W inicial = 587.66
 W lavado = 144.79
 W pasa N°200 = 442.87

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L. L. = 49.5%
 L. P. = 24.0%
 I. P. = 25.4%

CARACT. GRANULOMETRICAS:

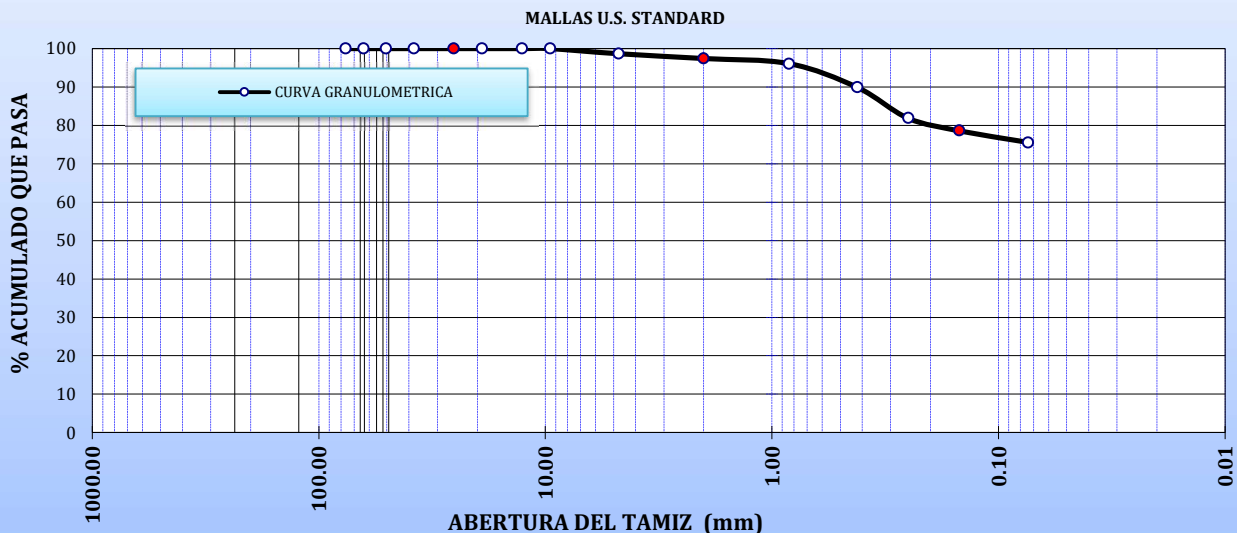
D10= ---- Cu= ----
 D30= ---- Cc= ----
 D60= ----

CLASIFICACION:

GRAVA (%): 1.31
 ARENA (%): 23.15
 PASA N°200(%): 75.54

SUCS: CL

CURVA GRANULOMETRICA





**LIMITES DE CONSISTENCIA
 (NPT 339.129) (ASTM D4318)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR : PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-04 **PROFUNDIDAD:** 3.60 m - 4.90m
FECHA : 22/05/2024

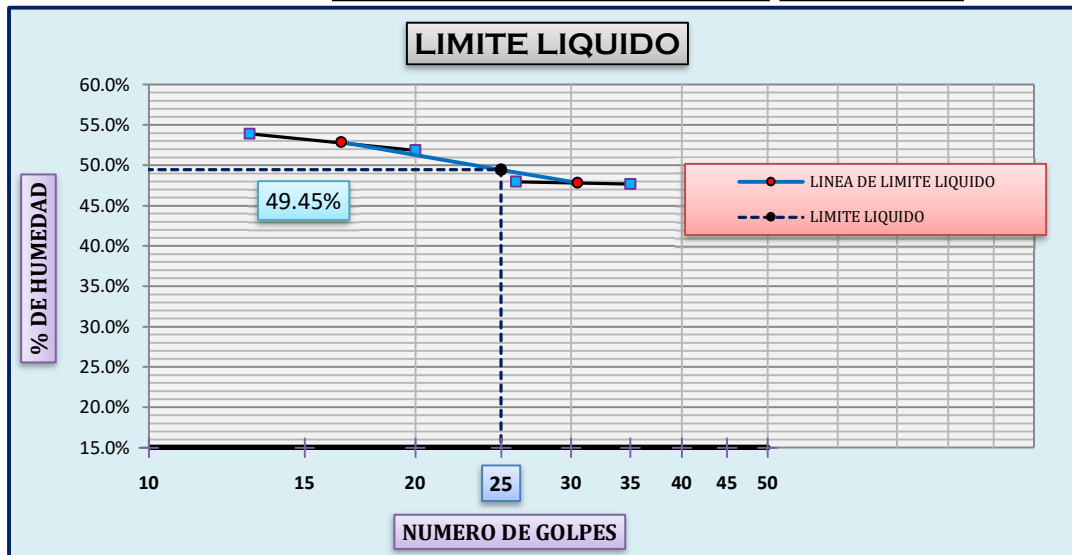
LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
CAPSULA	N°	G-1	H-2	R-7	H-06
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	34.60	36.80	35.02	35.20
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	32.24	34.00	32.44	32.94
AGUA	gr.	2.36	2.80	2.58	2.26
PESO DE LA CAPSULA	gr.	27.86	28.60	27.06	28.20
PESO DEL SUELO SECO	gr.	4.38	5.40	5.38	4.74
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	53.88%	51.85%	47.96%	47.68%
NUMERO DE GOLPES	N°	13	20	26	35

LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.
CAPSULA	No	N-1	N-2	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	37.73	42.12	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	37.67	42.04	
AGUA	gr.	0.06	0.08	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	37.41	41.72	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	0.26	0.32	
LIMITE PLASTICO	%	23.08%	25.00%	

LIMITE LIQUIDO	49.45%
LIMITE PLASTICO	24.04%
INDICE DE PLASTICIDAD	25.41%





**CONTENIDO DE HUMEDAD
(NPT 339.127) (ASTM D2216)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-04 **PROFUNDIDAD:** 3.60 m - 4.90m
FECHA: 22/05/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	PE-6	PE-8	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	43.18	41.99	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	41.82	40.91	
AGUA	gr.	1.36	1.08	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	37.74	37.74	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	4.08	3.17	
Contenido de Humedad	%	33.33%	34.07%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO

33.70%



PESO ESPECIFICO DE LOS SOLIDOS
(NPT 339.131) (ASTM D854)

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR : PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 MUESTRA: M1-04 PROFUNDIDAD: 3.60 m - 4.90m
FECHA : 22/05/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.	
FIOLA	ml	F-1	F-2	Capacidad:	500
FIOLA + AGUA+SUELO SECO	gr.	863.01	866.01	Temperatura	16°C
FIOLA + SUELO SECO	gr.	383.01	391.01		
FIOLA + AGUA	gr.	830.12	825.14		
PESO DE LA FIOLA	gr.	330.12	325.14		
PESO DEL SUELO SECO	gr.	52.89	65.87		
Gravedad Especifica (Gs)		2.6445	2.6348	K para 20°C	1.0000
CORRECCION POR T°	(K)	1.0007	1.0007	K para 16°C	1.0007
GS corregido		2.6464	2.6366		
		Peso Especifico de los Solidos		2.6397	gr/cm3



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (NPT 339.128) (ASTM D422)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-05 **PROFUNDIDAD:** 4.90 m - 6.10 m
FECHA: 22/05/2024

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PESO RET. CORREGIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	-	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	100.00
2"	50.600	-	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	100.00
1"	25.400	-	-	-	-	100.00
3/4"	19.050	-	-	-	-	100.00
1/2"	12.700	-	-	-	-	100.00
3/8"	9.525	-	-	-	-	100.00
1/4"	6.350	-	-	-	-	100.00
No4	4.760	6.79	6.79	1.23	1.23	98.77
No8	2.380	-	-	-	1.23	98.77
No10	2.000	7.10	7.10	1.28	2.51	97.49
No16	1.190	-	-	-	2.51	97.49
No20	0.840	7.64	7.64	1.38	3.90	96.10
No30	0.590	-	-	-	3.90	96.10
No40	0.420	13.75	13.75	2.49	6.39	93.61
No 50	0.300	-	-	-	6.39	93.61
No60	0.250	14.49	14.49	2.62	9.01	90.99
No80	0.180	-	-	-	9.01	90.99
No100	0.149	35.78	35.78	6.47	15.48	84.52
No200	0.074	40.42	40.42	7.31	22.80	77.20
BASE		1.08	426.59	77.20	100.00	-
TOTAL		127.05	552.56	100.00		
% PERDIDA		0.0%	0.0%			

DESCRIPCION DE LA MUESTRA (GRAMOS)

W inicial = 552.56
 W lavado = 127.05
 W pasa N°200 = 425.51

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L. L. = 30.5%
 L. P. = 15.1%
 I. P. = 15.4%

CARACT. GRANULOMETRICAS:

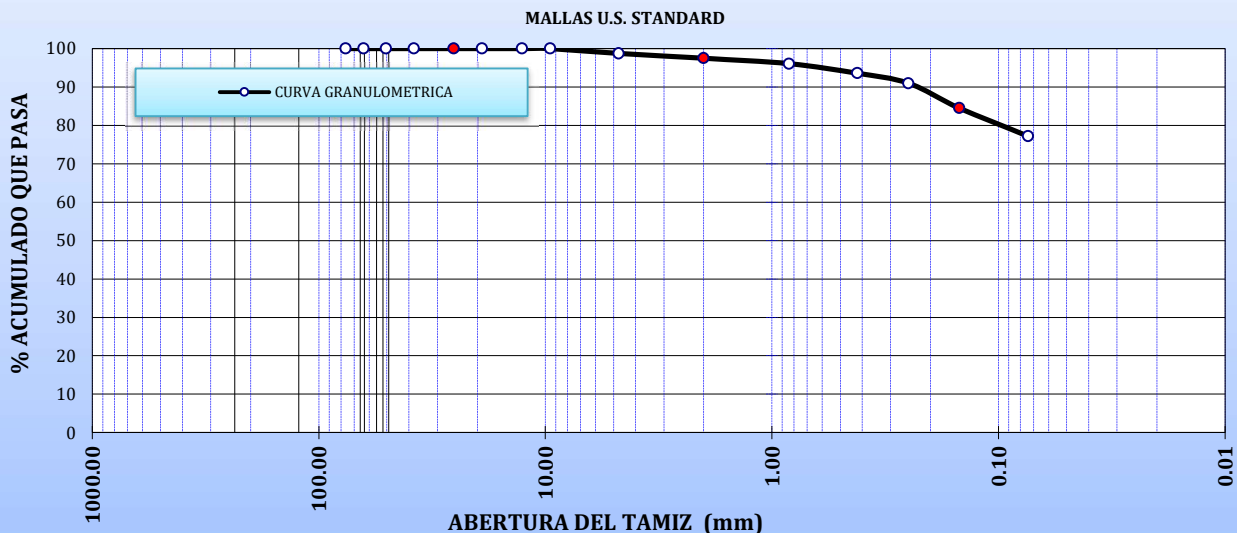
D10= ---- Cu= ----
 D30= ---- Cc= ----
 D60= ----

CLASIFICACION:

GRAVA (%): 1.23
 ARENA (%): 21.57
 PASA N°200(%): 77.20

SUCS: CL

CURVA GRANULOMETRICA





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA (NPT 339.129) (ASTM D4318)

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR : PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-05 **PROFUNDIDAD:** 4.90 m - 6.10 m
FECHA : 22/05/2024

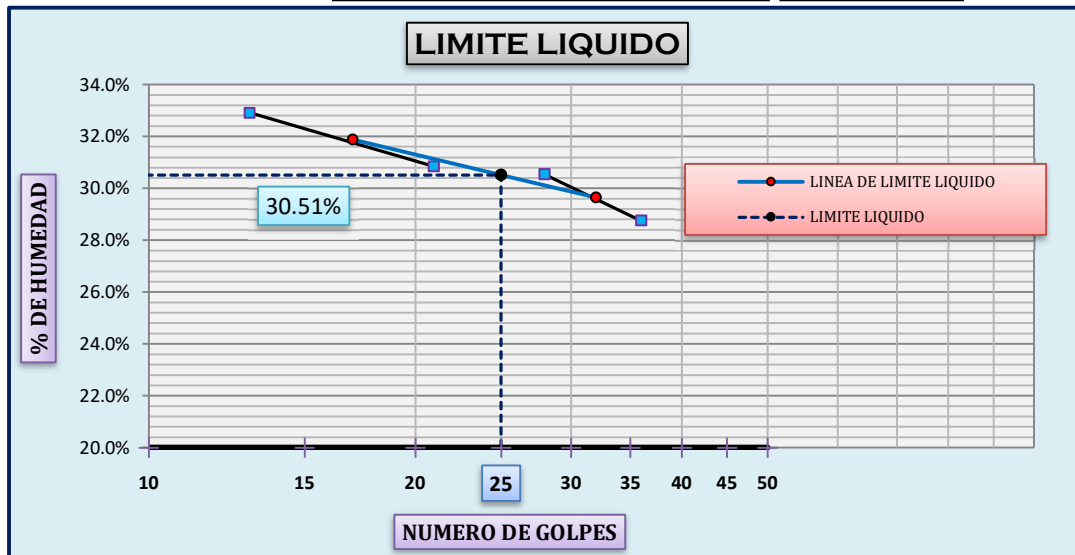
LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
CAPSULA	N°	L-1	Q-8	L-3	Q-06
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	35.44	38.63	36.56	33.02
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	33.36	36.28	34.16	31.18
AGUA	gr.	2.08	2.35	2.40	1.84
PESO DE LA CAPSULA	gr.	27.04	28.66	26.30	24.78
PESO DEL SUELO SECO	gr.	6.32	7.62	7.86	6.40
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	32.91%	30.84%	30.53%	28.75%
NUMERO DE GOLPES	N°	13	21	28	36

LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.
CAPSULA	No	HM-3	HM-4	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	39.94	38.76	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	39.83	38.61	
AGUA	gr.	0.11	0.15	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	39.08	37.64	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	0.75	0.97	
LIMITE PLASTICO	%	14.67%	15.46%	

LIMITE LIQUIDO	30.51%
LIMITE PLASTICO	15.07%
INDICE DE PLASTICIDAD	15.45%





**CONTENIDO DE HUMEDAD
(NPT 339.127) (ASTM D2216)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-05 **PROFUNDIDAD:** 4.90 m - 6.10 m
FECHA: 22/05/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	PP-3	PP-4	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	34.54	38.93	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	33.78	37.80	
AGUA	gr.	0.76	1.13	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	28.49	30.47	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	5.29	7.33	
Contenido de Humedad	%	14.37%	15.42%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO

14.89%



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



**PESO ESPECIFICO DE LOS SOLIDOS
(NPT 339.131) (ASTM D854)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-05 **PROFUNDIDAD:** 4.90 m - 6.10 m
FECHA: 22/05/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.	
FIOLA	ml	F-1	F-2	Capacidad:	500
FIOLA + AGUA+SUELO SECO	gr.	866.01	868.20	Temperatura	16°C
FIOLA + SUELO SECO	gr.	386.01	393.20		
FIOLA + AGUA	gr.	830.12	825.14		
PESO DE LA FIOLA	gr.	330.12	325.14		
PESO DEL SUELO SECO	gr.	55.89	68.06		
Gravedad Especifica (Gs)		2.7945	2.7224	K para 20°C	1.0000
CORRECCION POR T°	(K)	1.0007	1.0007	K para 16°C	1.0007
GS corregido		2.7965	2.7243		
		Peso Especifico de los Solidos		2.7585	gr/cm3



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (NPT 339.128) (ASTM D422)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-06 **PROFUNDIDAD:** 6.10 m - 7.00 m
FECHA: 22/05/2024

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PESO RET. CORREGIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	-	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	100.00
2"	50.600	-	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	100.00
1"	25.400	-	-	-	-	100.00
3/4"	19.050	-	-	-	-	100.00
1/2"	12.700	-	-	-	-	100.00
3/8"	9.525	21.34	21.34	4.04	4.04	95.96
1/4"	6.350	-	-	-	4.04	95.96
No4	4.760	19.53	19.53	3.70	7.74	92.26
No8	2.380	-	-	-	7.74	92.26
No10	2.000	18.04	18.04	3.41	11.15	88.85
No16	1.190	-	-	-	11.15	88.85
No20	0.840	18.58	18.58	3.52	14.67	85.33
No30	0.590	-	-	-	14.67	85.33
No40	0.420	72.94	72.94	13.80	28.47	71.53
No 50	0.300	-	-	-	28.47	71.53
No60	0.250	73.68	73.68	13.94	42.41	57.59
No80	0.180	-	-	-	42.41	57.59
No100	0.149	31.55	31.55	5.97	48.39	51.61
No200	0.074	20.12	20.12	3.81	52.19	47.81
BASE		1.08	252.60	47.81	100.00	-
TOTAL		276.85	528.37	100.00		
% PERDIDA		0.0%	0.0%			

DESCRIPCION DE LA MUESTRA (GRAMOS)

W inicial = 528.37
 W lavado = 276.85
 W pasa N°200 = 251.52

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L. L. = 18.2%
 L. P. = ---
 I. P. = ---

CARACT. GRANULOMETRICAS:

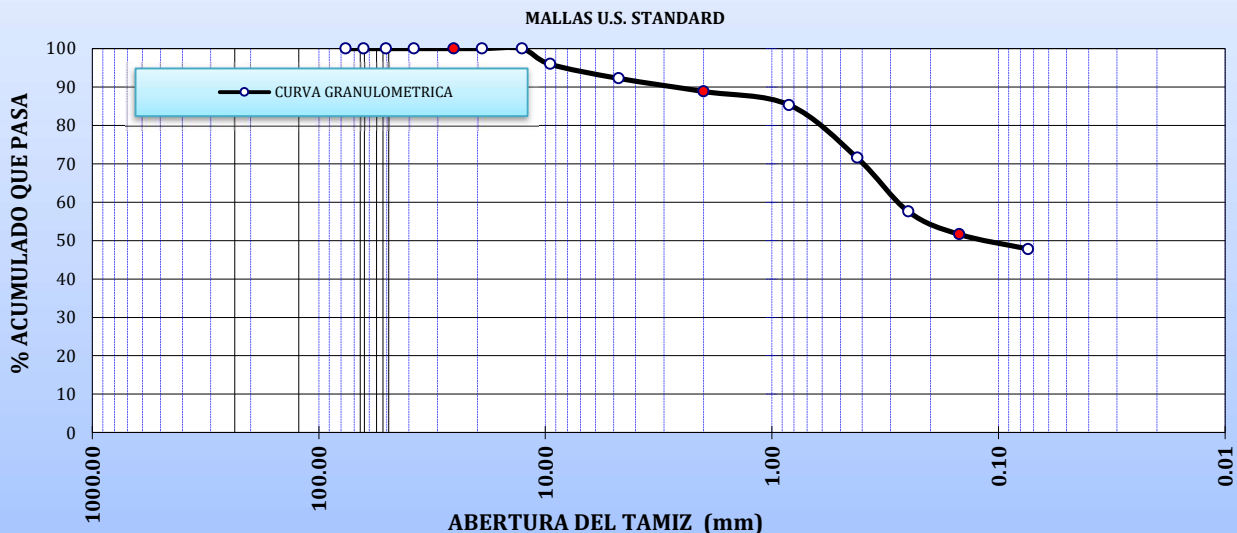
D10= ---- Cu= ----
 D30= ---- Cc= ----
 D60= ----

CLASIFICACION:

GRAVA (%): 7.74
 ARENA (%): 44.46
 PASA N°200(%): 47.81

SUCS: SM

CURVA GRANULOMETRICA





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA (NPT 339.129) (ASTM D4318)

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR : PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-06 **PROFUNDIDAD:** 6.10 m - 7.00 m
FECHA : 22/05/2024

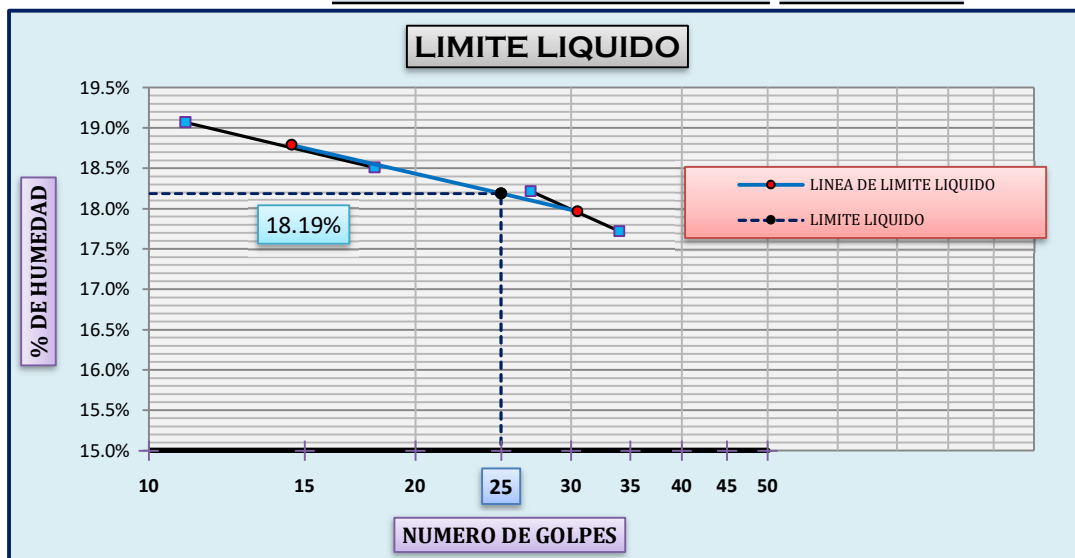
LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
CAPSULA	N°	PE-1	PE-8	PE-3	PE-06
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	38.36	37.24	34.90	37.33
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	36.68	35.90	33.86	36.01
AGUA	gr.	1.68	1.34	1.04	1.32
PESO DE LA CAPSULA	gr.	27.87	28.66	28.15	28.56
PESO DEL SUELO SECO	gr.	8.81	7.24	5.71	7.45
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	19.07%	18.51%	18.21%	17.72%
NUMERO DE GOLPES	N°	11	18	27	34

LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.
CAPSULA	No			
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.			
CAPSULA + SUELO SECO	gr.			
AGUA	gr.	NP	NP	
PESO DE LA CAPSULA	gr.			
PESO DEL SUELO SECO	gr.	NP	NP	
LIMITE PLASTICO	%	NP	NP	

LIMITE LIQUIDO	18.19%
LIMITE PLASTICO	---
INDICE DE PLASTICIDAD	---





**CONTENIDO DE HUMEDAD
(NPT 339.127) (ASTM D2216)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-06 **PROFUNDIDAD:** 6.10 m - 7.00 m
FECHA: 22/05/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	PM-3	PM-4	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	40.74	38.70	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	40.35	38.22	
AGUA	gr.	0.39	0.48	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	38.00	35.21	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	2.35	3.01	
Contenido de Humedad	%	16.60%	15.95%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO

16.27%



**PESO ESPECIFICO DE LOS SOLIDOS
(NPT 339.131) (ASTM D854)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-01 **MUESTRA:** M1-06 **PROFUNDIDAD:** 6.10 m - 7.00 m
FECHA: 22/05/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.	
FIOLA	ml	F-1	F-2	Capacidad:	500
FIOLA + AGUA+SUELO SECO	gr.	862.44	866.16	Temperatura	16°C
FIOLA + SUELO SECO	gr.	382.44	391.16		
FIOLA + AGUA	gr.	830.12	825.14		
PESO DE LA FIOLA	gr.	330.12	325.14		
PESO DEL SUELO SECO	gr.	52.32	66.02		
Gravedad Especifica (Gs)		2.6160	2.6408	K para 20°C	1.0000
CORRECCION POR T°	(K)	1.0007	1.0007	K para 16°C	1.0007
GS corregido		2.6178	2.6426		
				Peso Especifico de los Solidos	2.6284 gr/cm3

ANEXO 4:

**RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN
LABORATORIO SPT-02.**



**CONTENIDO DE HUMEDAD
(NPT 339.127) (ASTM D2216)**

REALIZADO POR:	Bach. Pedro Paz Pomari Mamani		
TESIS:	"ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"		
LUGAR:	PUNO/PUNO/PUNO		
SONDEO:	SPT-02	MUESTRA:	M2-OR
FECHA:	10/06/2024	PROFUNDIDAD:	0.00m - 0.50m

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	RG-3	RG-4	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	39.46	38.65	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	39.21	38.28	
AGUA	gr.	0.25	0.37	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	37.24	35.25	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	1.97	3.03	
Contenido de Humedad	%	12.69%	12.21%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO

12.45%



**PESO ESPECIFICO DE LOS SOLIDOS
(NPT 339.131) (ASTM D854)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-02 **MUESTRA:** M2-OR
FECHA: 10/06/2024 **PROFUNDIDAD:** 0.00m - 0.50m

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.	
FIOLA	ml	F-1	F-2	Capacidad:	500
FIOLA + AGUA+SUELO SECO	gr.	860.47	863.29	Temperatura	16°C
FIOLA + SUELO SECO	gr.	380.47	388.29		
FIOLA + AGUA	gr.	830.12	825.14		
PESO DE LA FIOLA	gr.	330.12	325.14		
PESO DEL SUELO SECO	gr.	50.35	63.15		
Gravedad Especifica (Gs)		2.5175	2.5260	K para 20°C	1.0000
CORRECCION POR T°	(K)	1.0007	1.0007	K para 16°C	1.0007
GS corregido		2.5193	2.5278		
		Peso Especifico de los Solidos		2.5218	gr/cm3



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (NPT 339.128) (ASTM D422)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-02 **MUESTRA:** M2-01 **PROFUNDIDAD:** 0.50 m - 2.10 m
FECHA: 10/06/2024

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PESO RET. CORREGIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	-	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	100.00
2"	50.600	-	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	100.00
1"	25.400	-	-	-	-	100.00
3/4"	19.050	-	-	-	-	100.00
1/2"	12.700	-	-	-	-	100.00
3/8"	9.525	1.12	1.12	0.22	0.22	99.78
1/4"	6.350	-	-	-	0.22	99.78
No4	4.760	4.36	4.36	0.86	1.07	98.93
No8	2.380	-	-	-	1.07	98.93
No10	2.000	25.25	25.25	4.95	6.03	93.97
No16	1.190	-	-	-	6.03	93.97
No20	0.840	25.79	25.79	5.06	11.08	88.92
No30	0.590	-	-	-	11.08	88.92
No40	0.420	26.93	26.93	5.28	16.37	83.63
No 50	0.300	-	-	-	16.37	83.63
No60	0.250	27.67	27.67	5.43	21.79	78.21
No80	0.180	-	-	-	21.79	78.21
No100	0.149	29.00	29.00	5.69	27.48	72.52
No200	0.074	42.58	42.58	8.35	35.83	64.17
BASE		1.07	327.23	64.17	100.00	-
TOTAL		183.77	509.93	100.00		
% PERDIDA		0.0%	0.0%			

DESCRIPCION DE LA MUESTRA (GRAMOS)

W inicial = 509.93
 W lavado = 183.77
 W pasa N°200 = 326.16

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L. L. = 32.0%
 L. P. = 15.9%
 I. P. = 16.1%

CARACT. GRANULOMETRICAS:

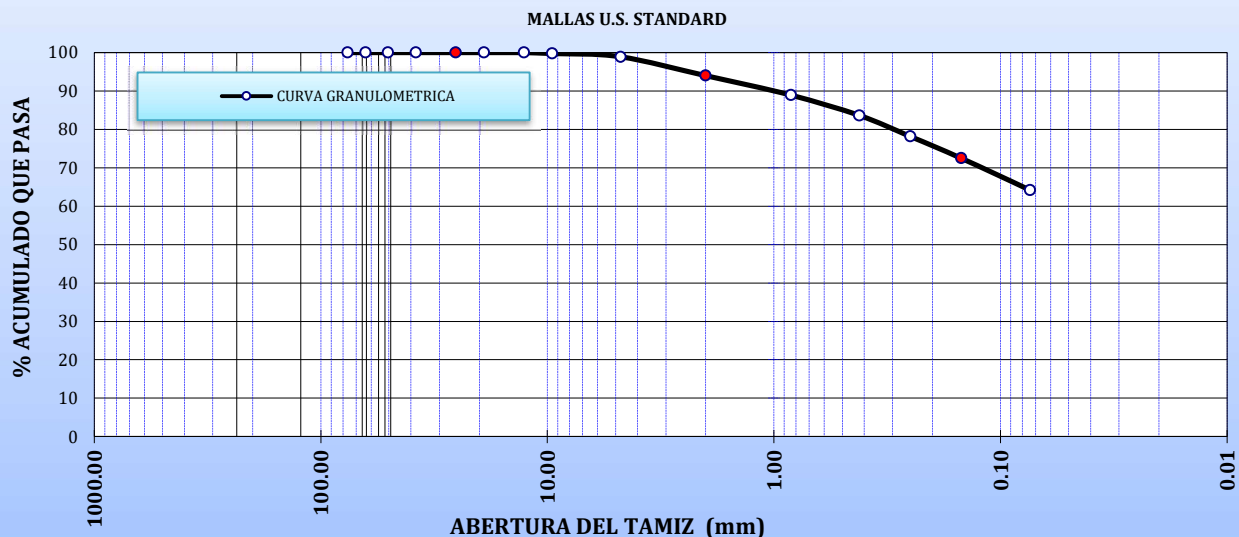
D10= ---- Cu= ----
 D30= ---- Cc= ----
 D60= ----

CLASIFICACION:

GRAVA (%): 1.07
 ARENA (%): 34.75
 PASA N°200(%): 64.17

SUCS: SC

CURVA GRANULOMETRICA





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA (NPT 339.129) (ASTM D4318)

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani

TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"

LUGAR : PUNO/PUNO/PUNO

SONDEO: SPT-02 **MUESTRA:** M2-01 **PROFUNDIDAD:** 0.50 m - 2.10 m

FECHA : 10/06/2024

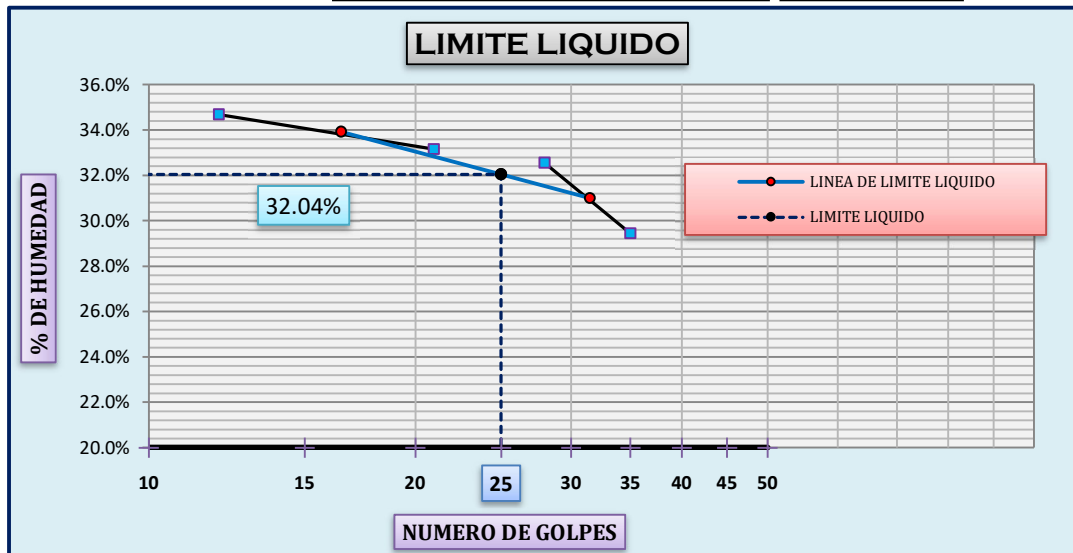
LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
CAPSULA	Nº	B-1	B-2	B-4	B-5
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	34.91	38.11	33.87	30.51
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	32.76	35.63	31.51	28.77
AGUA	gr.	2.15	2.48	2.36	1.74
PESO DE LA CAPSULA	gr.	26.56	28.15	24.26	22.86
PESO DEL SUELO SECO	gr.	6.20	7.48	7.25	5.91
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	34.68%	33.16%	32.55%	29.44%
NUMERO DE GOLPES	Nº	12	21	28	35

LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.
CAPSULA	No	AS-1	AD-1	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	35.11	34.07	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	35.01	33.93	
AGUA	gr.	0.10	0.14	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	34.35	33.09	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	0.66	0.84	
LIMITE PLASTICO	%	15.15%	16.67%	

LIMITE LIQUIDO	32.04%
LIMITE PLASTICO	15.91%
INDICE DE PLASTICIDAD	16.13%





CONTENIDO DE HUMEDAD
(NPT 339.127) (ASTM D2216)

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-02 MUESTRA: M2-01 PROFUNDIDAD: 0.50 m - 2.10 m
FECHA: 10/06/2024

PROFUNDIDAD NO SATURADA: 0.50 m - 0.63m

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	U-1	U-2	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	30.65	34.84	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	30.13	33.65	
AGUA	gr.	0.52	1.19	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	26.12	24.15	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	4.01	9.50	
Contenido de Humedad	%	12.97%	12.53%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO 12.75%

PROFUNDIDAD SATURADA: 0.63 m - 2.10m

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	K-1	K-2	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	30.91	34.80	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	30.17	33.76	
AGUA	gr.	0.74	1.04	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	25.45	27.22	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	4.72	6.54	
Contenido de Humedad	%	15.68%	15.90%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO 15.79%



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



**PESO ESPECIFICO DE LOS SOLIDOS
(NPT 339.131) (ASTM D854)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-02 **MUESTRA:** M2-01 **PROFUNDIDAD:** 0.50 m - 2.10 m
FECHA: 10/06/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.	
FIOLA	ml	F-1	F-2	Capacidad:	500
FIOLA + AGUA+SUELO SECO	gr.	864.48	868.12	Temperatura	16°C
FIOLA + SUELO SECO	gr.	384.48	393.12		
FIOLA + AGUA	gr.	830.12	825.14		
PESO DE LA FIOLA	gr.	330.12	325.14		
PESO DEL SUELO SECO	gr.	54.36	67.98		
Gravedad Especifica (Gs)		2.7180	2.7192	K para 20°C	1.0000
CORRECCION POR T°	(K)	1.0007	1.0007	K para 16°C	1.0007
GS corregido		2.7199	2.7211		
		Peso Especifico de los Solidos		2.7186	gr/cm3



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (NPT 339.128) (ASTM D422)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-02 **MUESTRA:** M2-02 **PROFUNDIDAD:** 2.10 m - 2.70 m
FECHA: 10/06/2024

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PESO RET. CORREGIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	-	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	100.00
2"	50.600	-	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	100.00
1"	25.400	-	-	-	-	100.00
3/4"	19.050	-	-	-	-	100.00
1/2"	12.700	-	-	-	-	100.00
3/8"	9.525	16.80	16.80	4.04	4.04	95.96
1/4"	6.350	-	-	-	4.04	95.96
No4	4.760	8.60	8.60	2.07	6.11	93.89
No8	2.380	-	-	-	6.11	93.89
No10	2.000	25.25	25.25	6.07	12.18	87.82
No16	1.190	-	-	-	12.18	87.82
No20	0.840	14.74	14.74	3.54	15.72	84.28
No30	0.590	-	-	-	15.72	84.28
No40	0.420	57.39	57.39	13.79	29.51	70.49
No 50	0.300	-	-	-	29.51	70.49
No60	0.250	58.13	58.13	13.97	43.49	56.51
No80	0.180	-	-	-	43.49	56.51
No100	0.149	86.25	86.25	20.73	64.22	35.78
No200	0.074	23.36	23.36	5.62	69.84	30.16
BASE		1.30	125.48	30.16	100.00	-
TOTAL		291.82	416.00	100.00		
% PERDIDA		0.0%	0.0%			

DESCRIPCION DE LA MUESTRA (GRAMOS)

W inicial = 416.00
 W lavado = 291.82
 W pasa N°200 = 124.18

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L. L. = 32.5%
 L. P. = 19.1%
 I. P. = 13.4%

CARACT. GRANULOMETRICAS:

D10= ---- Cu= ----
 D30= ---- Cc= ----
 D60= ----

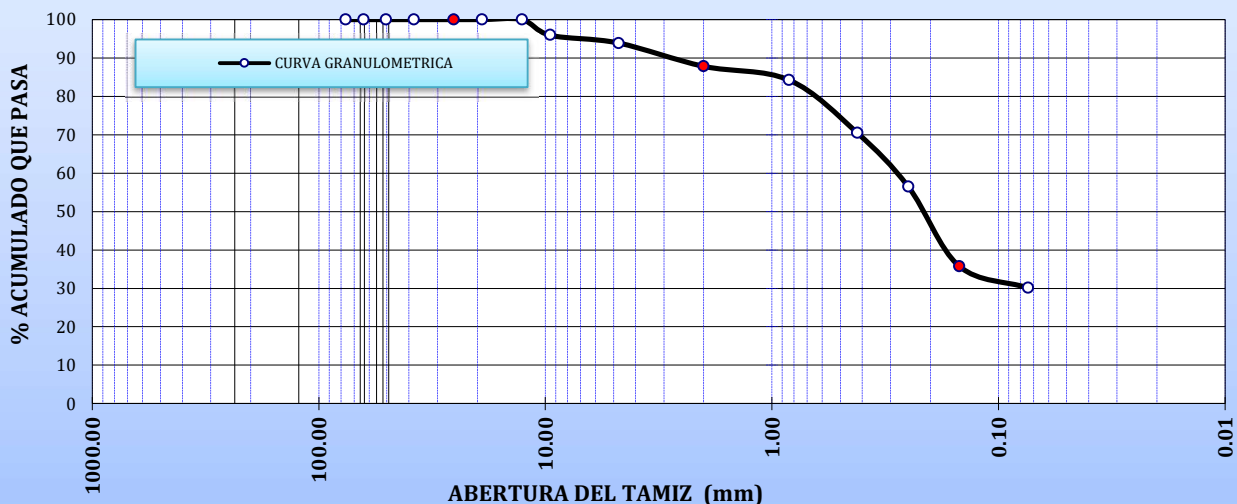
CLASIFICACION:

GRAVA (%): 6.11
 ARENA (%): 63.73
 PASA N°200(%): 30.16

SUCS: SC

CURVA GRANULOMETRICA

MALLAS U.S. STANDARD





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA (NPT 339.129) (ASTM D4318)

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani

TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"

LUGAR : PUNO/PUNO/PUNO

SONDEO: SPT-02 **MUESTRA:** M2-02 **PROFUNDIDAD:** 2.10 m - 2.70 m

FECHA : 10/06/2024

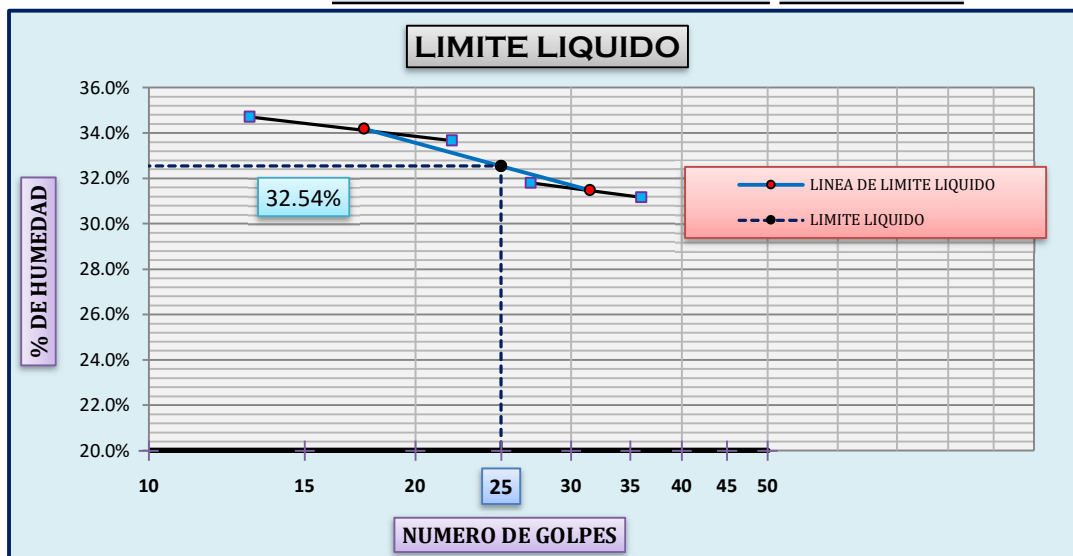
LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
CAPSULA	Nº	D-1	D-2	D-4	D-5
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	35.73	33.80	38.11	37.81
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	33.20	31.77	35.83	35.85
AGUA	gr.	2.53	2.03	2.28	1.96
PESO DE LA CAPSULA	gr.	25.91	25.74	28.66	29.56
PESO DEL SUELO SECO	gr.	7.29	6.03	7.17	6.29
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	34.71%	33.67%	31.80%	31.16%
NUMERO DE GOLPES	Nº	13	22	27	36

LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.
CAPSULA	No	TF-1	TA-1	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	38.41	38.80	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	38.02	38.60	
AGUA	gr.	0.39	0.20	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	36.02	37.53	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	2.00	1.07	
LIMITE PLASTICO	%	19.50%	18.69%	

LIMITE LIQUIDO	32.54%
LIMITE PLASTICO	19.10%
INDICE DE PLASTICIDAD	13.45%





**CONTENIDO DE HUMEDAD
(NPT 339.127) (ASTM D2216)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-02 **MUESTRA:** M2-02 **PROFUNDIDAD:** 2.10 m - 2.70 m
FECHA: 10/06/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	L-1	L-2	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	38.37	37.19	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	37.00	36.09	
AGUA	gr.	1.37	1.10	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	27.68	28.65	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	9.32	7.44	
Contenido de Humedad	%	14.70%	14.78%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO

14.74%



**PESO ESPECIFICO DE LOS SOLIDOS
(NPT 339.131) (ASTM D854)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-02 **MUESTRA:** M2-02 **PROFUNDIDAD:** 2.10 m - 2.70 m
FECHA: 10/06/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.	
FIOLA	ml	F-1	F-2	Capacidad:	500
FIOLA + AGUA+SUELO SECO	gr.	864.17	868.98	Temperatura	16°C
FIOLA + SUELO SECO	gr.	384.17	393.98		
FIOLA + AGUA	gr.	830.12	825.14		
PESO DE LA FIOLA	gr.	330.12	325.14		
PESO DEL SUELO SECO	gr.	54.05	68.84		
Gravedad Especifica (Gs)		2.7025	2.7536	K para 20°C	1.0000
CORRECCION POR T°	(K)	1.0007	1.0007	K para 16°C	1.0007
GS corregido		2.7044	2.7555		
		Peso Especifico de los Solidos		2.7281	gr/cm3



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (NPT 339.128) (ASTM D422)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-02 **MUESTRA:** M2-03 **PROFUNDIDAD:** 2.70 m - 2.40 m
FECHA: 10/06/2024

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PESO RET. CORREGIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	-	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	100.00
2"	50.600	-	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	100.00
1"	25.400	-	-	-	-	100.00
3/4"	19.050	-	-	-	-	100.00
1/2"	12.700	-	-	-	-	100.00
3/8"	9.525	-	-	-	-	100.00
1/4"	6.350	-	-	-	-	100.00
No4	4.760	14.09	14.09	3.39	3.39	96.61
No8	2.380	-	-	-	3.39	96.61
No10	2.000	25.25	25.25	6.07	9.45	90.55
No16	1.190	-	-	-	9.45	90.55
No20	0.840	13.11	13.11	3.15	12.60	87.40
No30	0.590	-	-	-	12.60	87.40
No40	0.420	32.84	32.84	7.89	20.50	79.50
No 50	0.300	-	-	-	20.50	79.50
No60	0.250	33.58	33.58	8.07	28.56	71.44
No80	0.180	-	-	-	28.56	71.44
No100	0.149	25.97	25.97	6.24	34.81	65.19
No200	0.074	10.05	10.05	2.42	37.22	62.78
BASE		2.30	261.25	62.78	100.00	-
TOTAL		157.19	416.14	100.00		
% PERDIDA		0.0%	0.0%			

DESCRIPCION DE LA MUESTRA (GRAMOS)

W inicial = 416.14
 W lavado = 157.19
 W pasa N°200 = 258.95

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L. L. = 23.9%
 L. P. = 17.0%
 I. P. = 6.9%

CARACT. GRANULOMETRICAS:

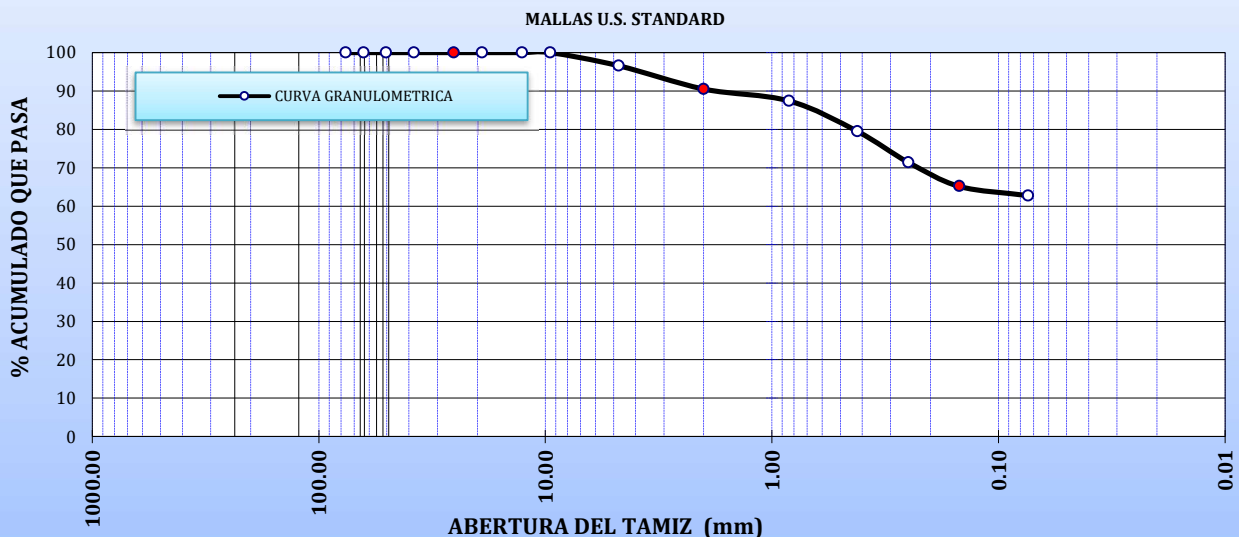
D10= ---- Cu= ----
 D30= ---- Cc= ----
 D60= ----

CLASIFICACION:

GRAVA (%): 3.39
 ARENA (%): 33.83
 PASA N°200(%): 62.78

SUCS: CL-ML

CURVA GRANULOMETRICA





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA (NPT 339.129) (ASTM D4318)

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR : PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-02 **MUESTRA:** M2-03 **PROFUNDIDAD:** 2.70 m - 2.40 m
FECHA : 10/06/2024

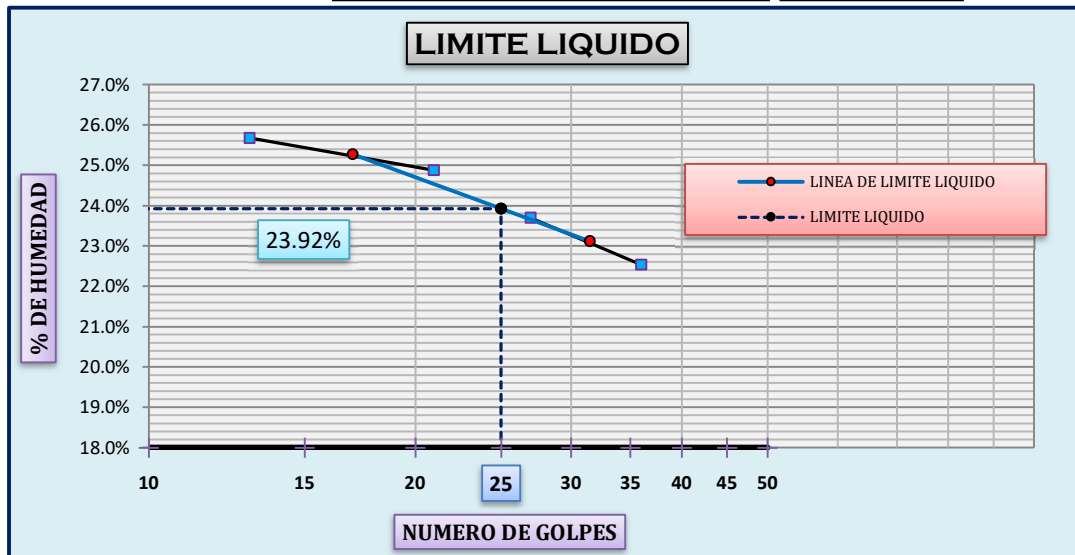
LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
CAPSULA	N°	T-2	T-03	C-03	C-04
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	33.89	32.15	36.26	36.01
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	32.08	30.70	34.62	34.64
AGUA	gr.	1.81	1.45	1.64	1.37
PESO DE LA CAPSULA	gr.	25.03	24.87	27.70	28.56
PESO DEL SUELO SECO	gr.	7.05	5.83	6.92	6.08
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	25.67%	24.87%	23.70%	22.53%
NUMERO DE GOLPES	N°	13	21	27	36

LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.
CAPSULA	No	C-1	C-2	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	34.22	33.21	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	34.11	33.07	
AGUA	gr.	0.11	0.14	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	33.47	32.24	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	0.64	0.83	
LIMITE PLASTICO	%	17.19%	16.87%	

LIMITE LIQUIDO	23.92%
LIMITE PLASTICO	17.03%
INDICE DE PLASTICIDAD	6.90%





**CONTENIDO DE HUMEDAD
(NPT 339.127) (ASTM D2216)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-02 **MUESTRA:** M2-03 **PROFUNDIDAD:** 2.70 m - 2.40 m
FECHA: 10/06/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	C-1	C-2	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	30.06	33.86	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	29.40	32.92	
AGUA	gr.	0.66	0.94	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	24.80	26.52	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	4.60	6.40	
Contenido de Humedad	%	14.35%	14.69%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO

14.52%



**PESO ESPECIFICO DE LOS SOLIDOS
(NPT 339.131) (ASTM D854)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-02 **MUESTRA:** M2-03 **PROFUNDIDAD:** 2.70 m - 2.40 m
FECHA: 10/06/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.	
FIOLA	ml	F-1	F-2	Capacidad:	500
FIOLA + AGUA+SUELO SECO	gr.	865.25	868.26	Temperatura	16°C
FIOLA + SUELO SECO	gr.	385.25	393.26		
FIOLA + AGUA	gr.	830.12	825.14		
PESO DE LA FIOLA	gr.	330.12	325.14		
PESO DEL SUELO SECO	gr.	55.13	68.12		
Gravedad Especifica (Gs)		2.7565	2.7248	K para 20°C	1.0000
CORRECCION POR T°	(K)	1.0007	1.0007	K para 16°C	1.0007
GS corregido		2.7584	2.7267		
		Peso Especifico de los Solidos		2.7407	gr/cm3



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (NPT 339.128) (ASTM D422)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-02 **MUESTRA:** M2-04 **PROFUNDIDAD:** 3.40 m - 4.70 m
FECHA: 10/06/2024

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PESO RET. CORREGIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	-	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	100.00
2"	50.600	-	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	100.00
1"	25.400	-	-	-	-	100.00
3/4"	19.050	-	-	-	-	100.00
1/2"	12.700	-	-	-	-	100.00
3/8"	9.525	0.50	0.50	0.07	0.07	99.93
1/4"	6.350	-	-	-	0.07	99.93
No4	4.760	43.71	43.71	6.33	6.40	93.60
No8	2.380	-	-	-	6.40	93.60
No10	2.000	10.25	10.25	1.48	7.89	92.11
No16	1.190	-	-	-	7.89	92.11
No20	0.840	27.68	27.68	4.01	11.90	88.10
No30	0.590	-	-	-	11.90	88.10
No40	0.420	34.83	34.83	5.05	16.95	83.05
No 50	0.300	-	-	-	16.95	83.05
No60	0.250	49.57	49.57	7.18	24.13	75.87
No80	0.180	-	-	-	24.13	75.87
No100	0.149	16.26	16.26	2.36	26.48	73.52
No200	0.074	13.46	13.46	1.95	28.43	71.57
BASE		0.50	493.99	71.57	100.00	-
TOTAL		196.76	690.25	100.00		
% PERDIDA		0.0%	0.0%			

DESCRIPCION DE LA MUESTRA (GRAMOS)

W inicial = 690.25
 W lavado = 196.76
 W pasa N°200 = 493.49

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L. L. = 29.5%
 L. P. = 16.0%
 I. P. = 13.4%

CARACT. GRANULOMETRICAS:

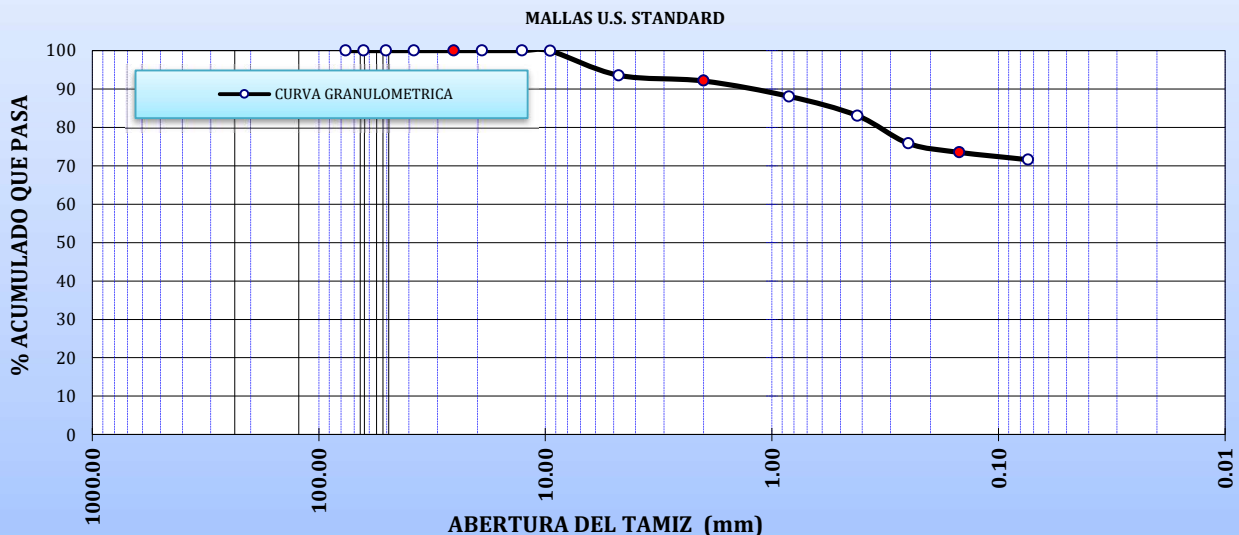
D10= ---- Cu= ----
 D30= ---- Cc= ----
 D60= ----

CLASIFICACION:

GRAVA (%): 6.40
 ARENA (%): 22.03
 PASA N°200(%): 71.57

SUCS: CL

CURVA GRANULOMETRICA





**LIMITES DE CONSISTENCIA
 (NPT 339.129) (ASTM D4318)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR : PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-02 **MUESTRA:** M2-04 **PROFUNDIDAD:** 3.40 m - 4.70 m
FECHA : 10/06/2024

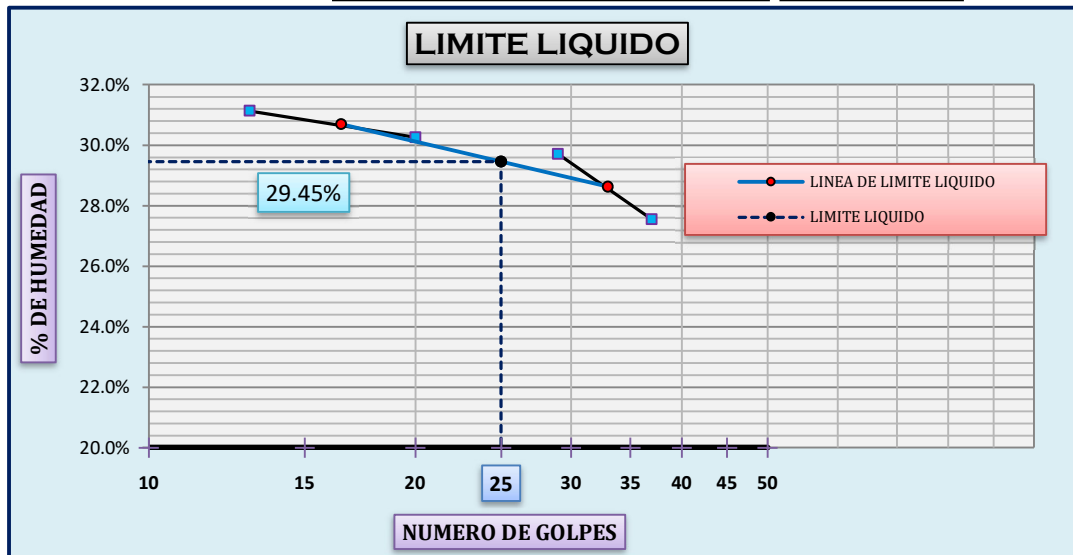
LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
CAPSULA	N°	T-5	TR-1	TR-03	TR-4
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	34.66	37.85	35.80	32.32
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	32.73	35.59	33.51	30.59
AGUA	gr.	1.93	2.26	2.29	1.73
PESO DE LA CAPSULA	gr.	26.53	28.12	25.80	24.31
PESO DEL SUELO SECO	gr.	6.20	7.47	7.71	6.28
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	31.13%	30.25%	29.70%	27.55%
NUMERO DE GOLPES	N°	13	20	29	37

LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.
CAPSULA	No	M-2	M-3	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	36.62	35.53	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	36.51	35.39	
AGUA	gr.	0.11	0.14	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	35.83	34.51	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	0.68	0.88	
LIMITE PLASTICO	%	16.18%	15.91%	

LIMITE LIQUIDO	29.45%
LIMITE PLASTICO	16.04%
INDICE DE PLASTICIDAD	13.41%





**CONTENIDO DE HUMEDAD
(NPT 339.127) (ASTM D2216)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-02 **MUESTRA:** M2-04 **PROFUNDIDAD:** 3.40 m - 4.70 m
FECHA: 10/06/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	A-1	A-3	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	32.33	36.36	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	31.47	35.22	
AGUA	gr.	0.86	1.14	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	26.55	28.39	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	4.92	6.83	
Contenido de Humedad	%	17.48%	16.69%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO

17.09%



**PESO ESPECIFICO DE LOS SOLIDOS
(NPT 339.131) (ASTM D854)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-02 **MUESTRA:** M2-04 **PROFUNDIDAD:** 3.40 m - 4.70 m
FECHA: 10/06/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.	
FIOLA	ml	F-1	F-2	Capacidad:	500
FIOLA + AGUA+SUELO SECO	gr.	865.99	868.71	Temperatura	16°C
FIOLA + SUELO SECO	gr.	385.99	393.71		
FIOLA + AGUA	gr.	830.12	825.14		
PESO DE LA FIOLA	gr.	330.12	325.14		
PESO DEL SUELO SECO	gr.	55.87	68.57		
Gravedad Especifica (Gs)		2.7935	2.7428	K para 20°C	1.0000
CORRECCION POR T°	(K)	1.0007	1.0007	K para 16°C	1.0007
GS corregido		2.7955	2.7447		
		Peso Especifico de los Solidos		2.7682	gr/cm3



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (NPT 339.128) (ASTM D422)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-02 **MUESTRA:** M2-05 **PROFUNDIDAD:** 4.70 m - 5.80 m
FECHA: 10/06/2024

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PESO RET. CORREGIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	-	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	100.00
2"	50.600	-	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	100.00
1"	25.400	-	-	-	-	100.00
3/4"	19.050	-	-	-	-	100.00
1/2"	12.700	-	-	-	-	100.00
3/8"	9.525	0.47	0.47	0.07	0.07	99.93
1/4"	6.350	-	-	-	0.07	99.93
No4	4.760	43.17	43.17	6.73	6.80	93.20
No8	2.380	-	-	-	6.80	93.20
No10	2.000	25.25	25.25	3.93	10.73	89.27
No16	1.190	-	-	-	10.73	89.27
No20	0.840	25.65	25.65	4.00	14.73	85.27
No30	0.590	-	-	-	14.73	85.27
No40	0.420	42.15	42.15	6.57	21.29	78.71
No 50	0.300	-	-	-	21.29	78.71
No60	0.250	46.13	46.13	7.19	28.48	71.52
No80	0.180	-	-	-	28.48	71.52
No100	0.149	15.14	15.14	2.36	30.84	69.16
No200	0.074	7.82	7.82	1.22	32.06	67.94
BASE		0.80	436.16	67.94	100.00	-
TOTAL		206.58	641.93	100.00		
% PERDIDA		0.0%	0.0%			

DESCRIPCION DE LA MUESTRA (GRAMOS)

W inicial = 641.93
 W lavado = 206.58
 W pasa N°200 = 435.36

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L. L. = 29.0%
 L. P. = 16.6%
 I. P. = 12.4%

CARACT. GRANULOMETRICAS:

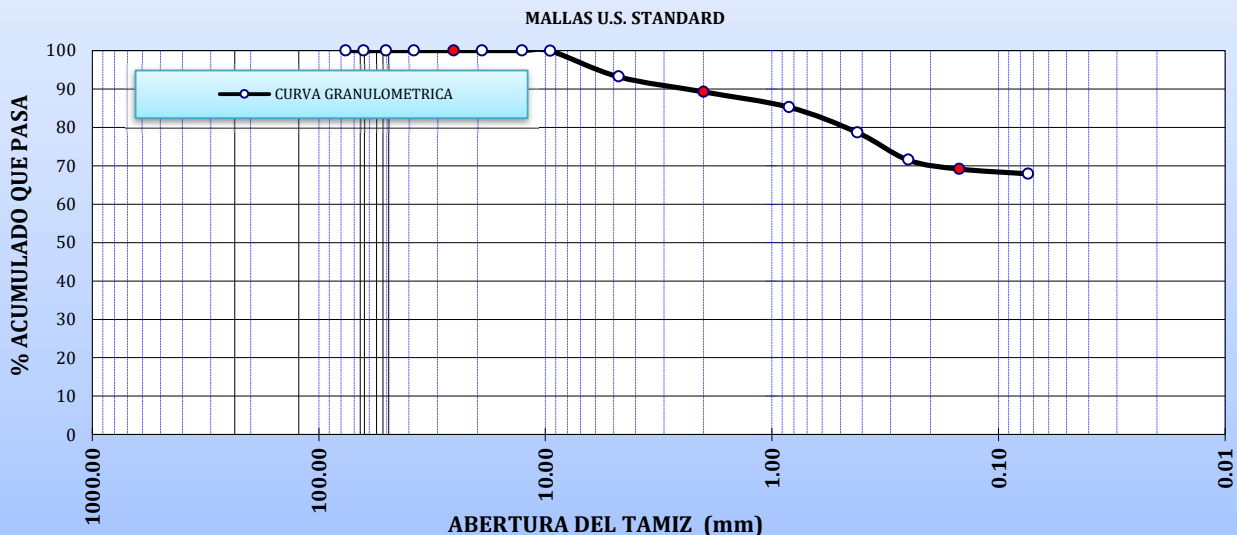
D10= ---- Cu= ----
 D30= ---- Cc= ----
 D60= ----

CLASIFICACION:

GRAVA (%): 6.80
 ARENA (%): 25.26
 PASA N°200(%): 67.94

SUCS: CL

CURVA GRANULOMETRICA





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA (NPT 339.129) (ASTM D4318)

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR : PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-02 **MUESTRA:** M2-05 **PROFUNDIDAD:** 4.70 m - 5.80 m
FECHA : 10/06/2024

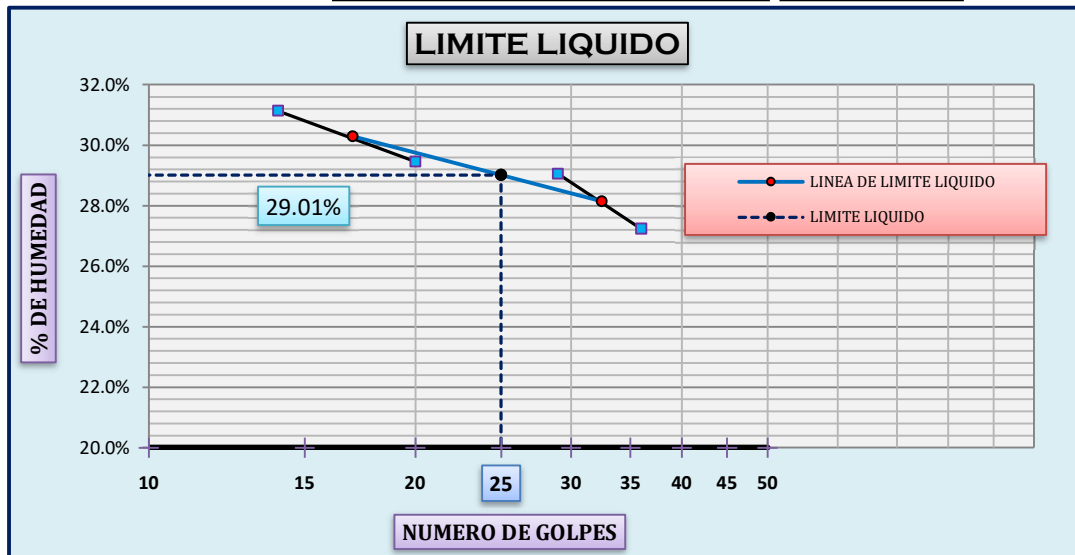
LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
CAPSULA	N°	L-1	L-3	L-4	L-5
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	34.66	37.79	35.75	32.30
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	32.73	35.59	33.51	30.59
AGUA	gr.	1.93	2.20	2.24	1.71
PESO DE LA CAPSULA	gr.	26.53	28.12	25.80	24.31
PESO DEL SUELO SECO	gr.	6.20	7.47	7.71	6.28
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	31.13%	29.45%	29.05%	27.23%
NUMERO DE GOLPES	N°	14	20	29	36

LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.
CAPSULA	No	D-1	D-2	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	36.62	35.54	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	36.51	35.39	
AGUA	gr.	0.11	0.15	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	35.83	34.51	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	0.68	0.88	
LIMITE PLASTICO	%	16.18%	17.05%	

LIMITE LIQUIDO	29.01%
LIMITE PLASTICO	16.61%
INDICE DE PLASTICIDAD	12.40%





**CONTENIDO DE HUMEDAD
(NPT 339.127) (ASTM D2216)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-02 **MUESTRA:** M2-05 **PROFUNDIDAD:** 4.70 m - 5.80 m
FECHA: 10/06/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	H-1	P-2	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	32.33	36.43	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	31.47	35.22	
AGUA	gr.	0.86	1.21	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	26.55	28.39	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	4.92	6.83	
Contenido de Humedad	%	17.48%	17.72%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO

17.60%



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



**PESO ESPECIFICO DE LOS SOLIDOS
(NPT 339.131) (ASTM D854)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-02 **MUESTRA:** M2-05 **PROFUNDIDAD:** 4.70 m - 5.80 m
FECHA: 10/06/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.	
FIOLA	ml	F-1	F-2	Capacidad:	500
FIOLA + AGUA+SUELO SECO	gr.	866.15	868.92	Temperatura	16°C
FIOLA + SUELO SECO	gr.	386.15	393.92		
FIOLA + AGUA	gr.	830.12	825.14		
PESO DE LA FIOLA	gr.	330.12	325.14		
PESO DEL SUELO SECO	gr.	56.03	68.78		
Gravedad Especifica (Gs)		2.8015	2.7512	K para 20°C	1.0000
CORRECCION POR T°	(K)	1.0007	1.0007	K para 16°C	1.0007
GS corregido		2.8035	2.7531		
		Peso Especifico de los Solidos		2.7764	gr/cm3



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (NPT 339.128) (ASTM D422)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-02 **MUESTRA:** M2-06 **PROFUNDIDAD:** 5.80 m - 7.00 m
FECHA: 10/06/2024

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PESO RET. CORREGIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	-	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	100.00
2"	50.600	-	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	100.00
1"	25.400	-	-	-	-	100.00
3/4"	19.050	-	-	-	-	100.00
1/2"	12.700	-	-	-	-	100.00
3/8"	9.525	8.95	8.95	1.53	1.53	98.47
1/4"	6.350	-	-	-	1.53	98.47
No4	4.760	13.38	13.38	2.28	3.81	96.19
No8	2.380	-	-	-	3.81	96.19
No10	2.000	25.25	25.25	4.31	8.12	91.88
No16	1.190	-	-	-	8.12	91.88
No20	0.840	27.28	27.28	4.66	12.78	87.22
No30	0.590	-	-	-	12.78	87.22
No40	0.420	148.94	148.94	25.43	38.21	61.79
No 50	0.300	-	-	-	38.21	61.79
No60	0.250	149.68	149.68	25.56	63.77	36.23
No80	0.180	-	-	-	63.77	36.23
No100	0.149	86.08	86.08	14.70	78.47	21.53
No200	0.074	10.12	10.12	1.73	80.20	19.80
BASE		1.01	115.97	19.80	100.00	-
TOTAL		470.68	585.64	100.00		
% PERDIDA		0.0%	0.0%			

DESCRIPCION DE LA MUESTRA (GRAMOS)

W inicial = 585.64
 W lavado = 470.68
 W pasa N°200 = 114.96

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L. L. = 19.0%
 L. P. = ---
 I. P. = ---

CARACT. GRANULOMETRICAS:

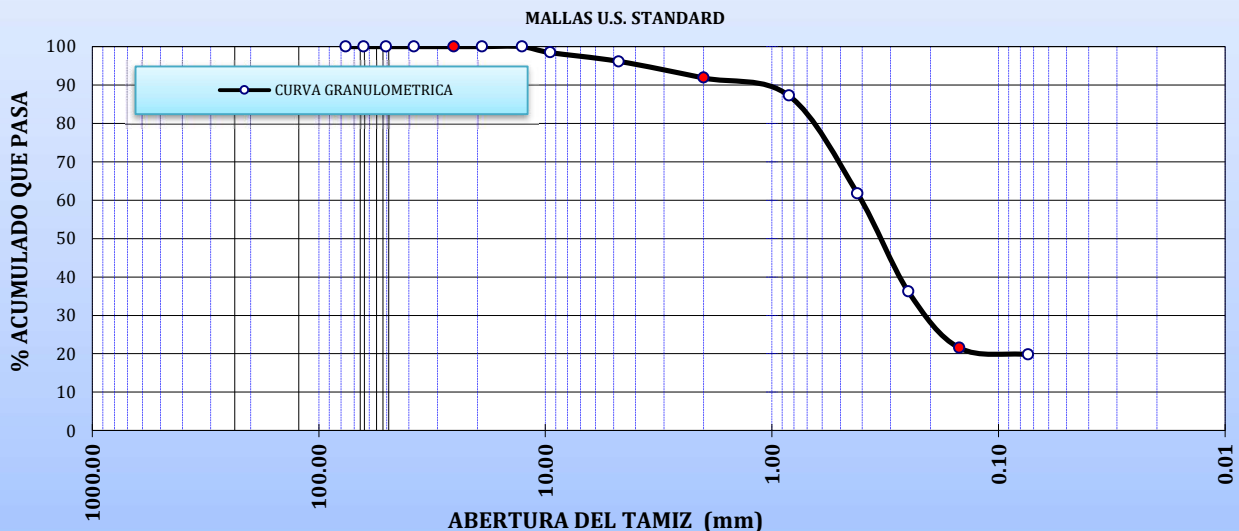
D10= ---- Cu= ----
 D30= ---- Cc= ----
 D60= ----

CLASIFICACION:

GRAVA (%): 3.81
 ARENA (%): 76.39
 PASA N°200(%): 19.80

SUCS: SM

CURVA GRANULOMETRICA





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA (NPT 339.129) (ASTM D4318)

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR : PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-02 **MUESTRA:** M2-06 **PROFUNDIDAD:** 5.80 m - 7.00 m
FECHA : 10/06/2024

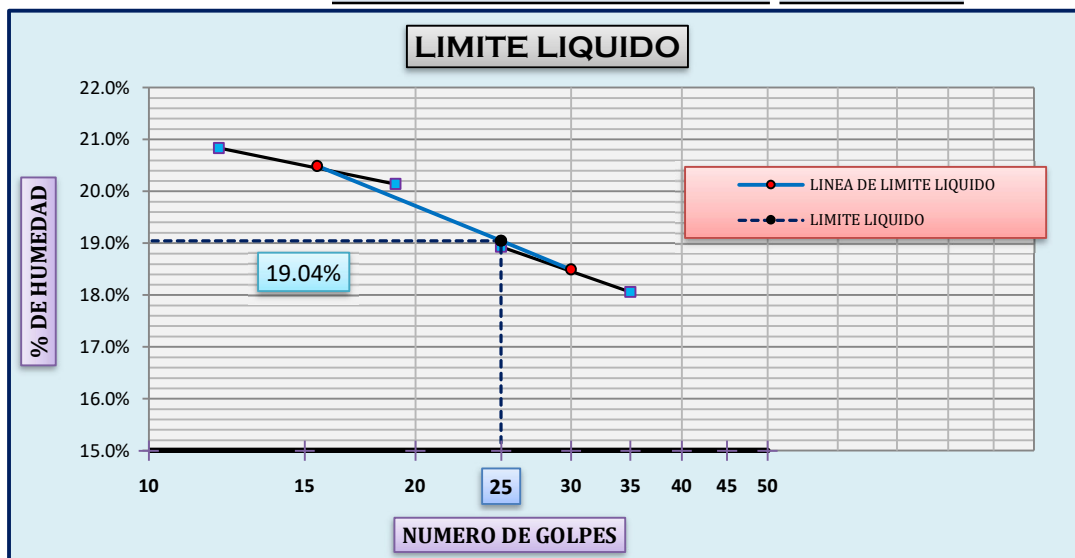
LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
CAPSULA	N°	J-3	J-4	J-5	J-6
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	37.76	36.63	34.26	36.60
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	35.96	35.20	33.20	35.30
AGUA	gr.	1.80	1.43	1.06	1.30
PESO DE LA CAPSULA	gr.	27.32	28.10	27.60	28.10
PESO DEL SUELO SECO	gr.	8.64	7.10	5.60	7.20
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	20.83%	20.14%	18.93%	18.06%
NUMERO DE GOLPES	N°	12	19	25	35

LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.
CAPSULA	No			
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.			
CAPSULA + SUELO SECO	gr.			
AGUA	gr.	NP	NP	
PESO DE LA CAPSULA	gr.			
PESO DEL SUELO SECO	gr.	NP	NP	
LIMITE PLASTICO	%	NP	NP	

LIMITE LIQUIDO	19.04%
LIMITE PLASTICO	---
INDICE DE PLASTICIDAD	---





**CONTENIDO DE HUMEDAD
(NPT 339.127) (ASTM D2216)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-02 **MUESTRA:** M2-06 **PROFUNDIDAD:** 5.80 m - 7.00 m
FECHA: 10/06/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	F-3	F-6	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	46.23	45.43	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	43.83	43.55	
AGUA	gr.	2.40	1.88	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	26.60	30.27	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	17.23	13.28	
Contenido de Humedad	%	13.93%	14.16%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO

14.04%



**PESO ESPECIFICO DE LOS SOLIDOS
(NPT 339.131) (ASTM D854)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-02 **MUESTRA:** M2-06 **PROFUNDIDAD:** 5.80 m - 7.00 m
FECHA: 10/06/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.	
FIOLA	ml	F-1	F-2	Capacidad:	500
FIOLA + AGUA+SUELO SECO	gr.	863.22	865.28	Temperatura	16°C
FIOLA + SUELO SECO	gr.	383.22	390.28		
FIOLA + AGUA	gr.	830.12	825.14		
PESO DE LA FIOLA	gr.	330.12	325.14		
PESO DEL SUELO SECO	gr.	53.10	65.14		
Gravedad Especifica (Gs)		2.6550	2.6056	K para 20°C	1.0000
CORRECCION POR T°	(K)	1.0007	1.0007	K para 16°C	1.0007
GS corregido		2.6569	2.6074		
		Peso Especifico de los Solidos		2.6303	gr/cm3

ANEXO 5 :

**RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN
LABORATORIO SPT-03.**



**CONTENIDO DE HUMEDAD
(NPT 339.127) (ASTM D2216)**

REALIZADO POR:	Bach. Pedro Paz Pomari Mamani		
TESIS:	"ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"		
LUGAR:	PUNO/PUNO/PUNO		
SONDEO:	SPT-03	MUESTRA:	M3-OR
FECHA:	03/07/2024	PROFUNDIDAD:	0.00m - 0.60m

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	RG-3	RG-4	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	35.48	34.67	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	35.23	34.30	
AGUA	gr.	0.25	0.37	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	33.26	31.27	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	1.97	3.03	
Contenido de Humedad	%	12.69%	12.21%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO

12.45%



**PESO ESPECIFICO DE LOS SOLIDOS
(NPT 339.131) (ASTM D854)**

REALIZADO POR:	Bach. Pedro Paz Pomari Mamani				
TESIS:	"ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"				
LUGAR:	PUNO/PUNO/PUNO				
SONDEO:	SPT-03	MUESTRA:	M3-OR		
FECHA:	03/07/2024	PROFUNDIDAD:	0.00m - 0.60m		

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.	
FIOLA	ml	F-1	F-2	Capacidad:	500
FIOLA + AGUA+SUELO SECO	gr.	860.98	863.98	Temperatura	16°C
FIOLA + SUELO SECO	gr.	380.98	388.98		
FIOLA + AGUA	gr.	830.12	825.14		
PESO DE LA FIOLA	gr.	330.12	325.14		
PESO DEL SUELO SECO	gr.	50.86	63.84		
Gravedad Especifica (Gs)		2.5430	2.5536	K para 20°C	1.0000
CORRECCION POR T°	(K)	1.0007	1.0007	K para 16°C	1.0007
GS corregido		2.5448	2.5554		
		Peso Especifico de los Solidos		2.5483	gr/cm3



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (NPT 339.128) (ASTM D422)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-01 **PROFUNDIDAD:** 0.6 m - 1.8 m
FECHA: 16/07/2024

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PESO RET. CORREGIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	-	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	100.00
2"	50.600	-	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	100.00
1"	25.400	-	-	-	-	100.00
3/4"	19.050	-	-	-	-	100.00
1/2"	12.700	-	-	-	-	100.00
3/8"	9.525	-	-	-	-	100.00
1/4"	6.350	-	-	-	-	100.00
No4	4.760	9.25	9.25	4.88	4.88	95.12
No8	2.380	-	-	-	4.88	95.12
No10	2.000	2.72	2.72	1.43	6.31	93.69
No16	1.190	-	-	-	6.31	93.69
No20	0.840	5.77	5.77	3.04	9.36	90.64
No30	0.590	-	-	-	9.36	90.64
No40	0.420	13.34	13.34	7.04	16.40	83.60
No 50	0.300	-	-	-	16.40	83.60
No60	0.250	17.14	17.14	9.04	25.44	74.56
No80	0.180	-	-	-	25.44	74.56
No100	0.149	16.57	16.57	8.74	34.18	65.82
No200	0.074	29.70	29.70	15.67	49.85	50.15
BASE		1.35	95.06	50.15	100.00	-
TOTAL		95.84	189.55	100.00		
% PERDIDA		0.0%	0.0%			

DESCRIPCION DE LA MUESTRA (GRAMOS)

W inicial = 189.55
 W lavado = 95.84
 W pasa N°200 = 93.71

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L. L. = 24.3%
 L. P. = 17.7%
 I. P. = 6.6%

CARACT. GRANULOMETRICAS:

D10= ---- Cu= ----
 D30= ---- Cc= ----
 D60= ----

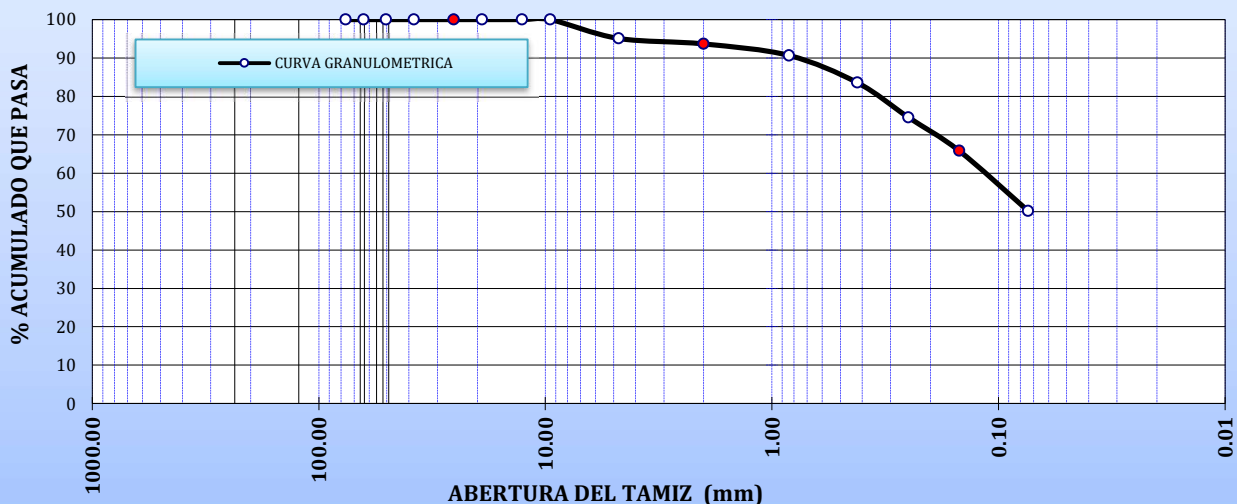
CLASIFICACION:

GRAVA (%): 4.88
 ARENA (%): 44.97
 PASA N°200(%): 50.15

SUCS: CL-ML

CURVA GRANULOMETRICA

MALLAS U.S. STANDARD





**LIMITES DE CONSISTENCIA
 (NPT 339.129) (ASTM D4318)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR : PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-01 **PROFUNDIDAD:** 0.6 m - 1.8 m
FECHA : 16/07/2024

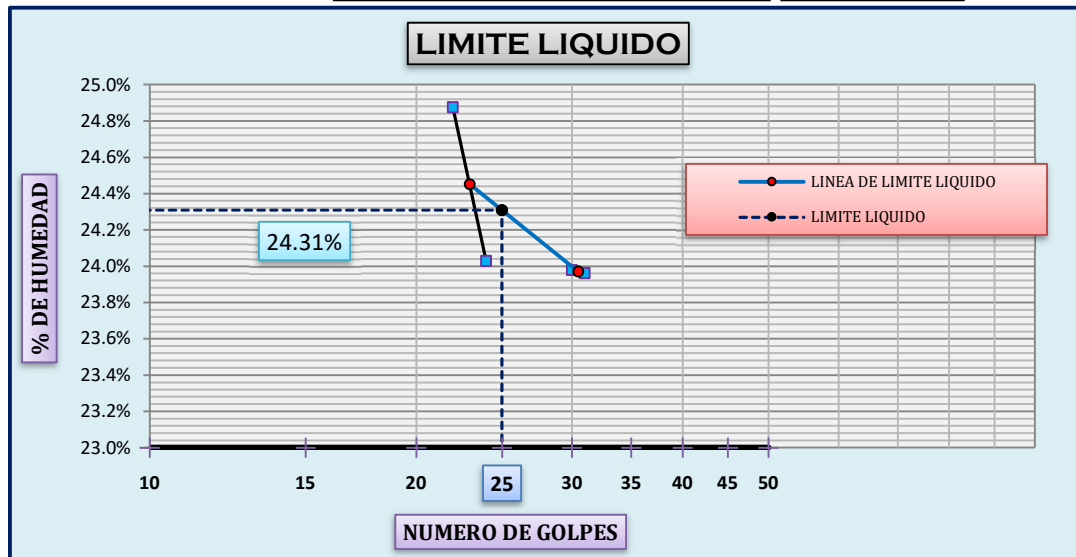
LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
CAPSULA	N°	S-48	S-12	S-54	P-4
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	49.54	59.77	54.00	55.74
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	44.14	53.16	48.37	49.92
AGUA	gr.	5.40	6.61	5.63	5.82
PESO DE LA CAPSULA	gr.	22.43	25.65	24.89	25.63
PESO DEL SUELO SECO	gr.	21.71	27.51	23.48	24.29
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	24.87%	24.03%	23.98%	23.96%
NUMERO DE GOLPES	N°	22	24	30	31

LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.
CAPSULA	No	S-T8	S-T4	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	33.05	31.15	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	31.95	30.20	
AGUA	gr.	1.10	0.95	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	25.64	24.90	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	6.31	5.30	
LIMITE PLASTICO	%	17.43%	17.92%	

LIMITE LIQUIDO	24.31%
LIMITE PLASTICO	17.68%
INDICE DE PLASTICIDAD	6.63%





**CONTENIDO DE HUMEDAD
 (NPT 339.127) (ASTM D2216)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-01 **PROFUNDIDAD:** 0.6 m - 1.8 m
FECHA: 16/07/2024

PROFUNDIDAD NO SATURADA: 0.60 m - 0.80

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	P8	P4	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	53.24	41.23	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	50.22	39.65	
AGUA	gr.	3.02	1.58	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	25.44	26.93	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	24.78	12.72	
Contenido de Humedad	%	12.19%	12.42%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO **12.30%**

PROFUNDIDAD SATURADA: 0.80m -1.80

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	S-T8	S-T4	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	68.71	55.03	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	60.22	49.65	
AGUA	gr.	8.49	5.38	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	22.43	24.90	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	37.79	24.75	
Contenido de Humedad	%	22.47%	21.74%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO **22.10%**



**PESO ESPECIFICO DE LOS SOLIDOS
(NPT 339.131) (ASTM D854)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-01 **PROFUNDIDAD:** 0.6 m - 1.8 m
FECHA: 16/07/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.	
FIOLA	ml	F-1	F-2	Capacidad:	500
FIOLA + AGUA+SUELO SECO	gr.	865.22	865.29	Temperatura	16°C
FIOLA + SUELO SECO	gr.	385.22	390.29		
FIOLA + AGUA	gr.	830.12	825.14		
PESO DE LA FIOLA	gr.	330.12	325.14		
PESO DEL SUELO SECO	gr.	55.10	65.15		
Gravedad Especifica (Gs)		2.7550	2.6060	K para 20°C	1.0000
CORRECCION POR T°	(K)	1.0007	1.0007	K para 16°C	1.0007
GS corregido		2.7569	2.6078		
		Peso Especifico de los Solidos		2.6805	gr/cm3



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (NPT 339.128) (ASTM D422)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-02 **PROFUNDIDAD:** 1.8 m - 2.3 m
FECHA: 16/07/2024

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PESO RET. CORREGIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	-	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	100.00
2"	50.600	-	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	100.00
1"	25.400	-	-	-	-	100.00
3/4"	19.050	-	-	-	-	100.00
1/2"	12.700	-	-	-	-	100.00
3/8"	9.525	-	-	-	-	100.00
1/4"	6.350	-	-	-	-	100.00
No4	4.760	7.37	7.37	2.79	2.79	97.21
No8	2.380	-	-	-	2.79	97.21
No10	2.000	9.72	9.72	3.68	6.47	93.53
No16	1.190	-	-	-	6.47	93.53
No20	0.840	12.43	12.43	4.71	11.18	88.82
No30	0.590	-	-	-	11.18	88.82
No40	0.420	30.12	30.12	11.41	22.59	77.41
No 50	0.300	-	-	-	22.59	77.41
No60	0.250	72.94	72.94	27.63	50.22	49.78
No80	0.180	-	-	-	50.22	49.78
No100	0.149	53.02	53.02	20.08	70.30	29.70
No200	0.074	58.45	58.45	22.14	92.44	7.56
BASE		3.79	19.96	7.56	100.00	
TOTAL		247.84	264.01	100.00		
% PERDIDA		0.0%	0.0%			

DESCRIPCION DE LA MUESTRA (GRAMOS)

W inicial = 264.01
 W lavado = 247.84
 W pasa N°200 = 16.17

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L. L. = 18.5%
 L. P. = ---
 I. P. = ---

CARACT. GRANULOMETRICAS:

D10= 0.089 Cu= 3.6034
 D30= 0.151 Cc= 0.7926
 D60= 0.322

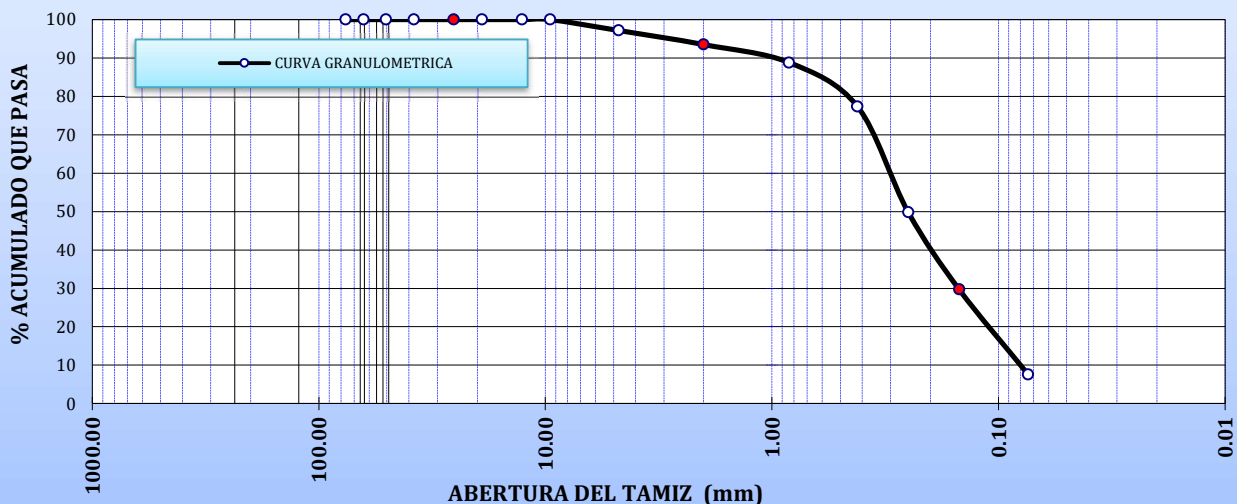
CLASIFICACION:

GRAVA (%): 2.79
 ARENA (%): 89.65
 PASA N°200(%): 7.56

SUCS: SP-SM

CURVA GRANULOMETRICA

MALLAS U.S. STANDARD





**LIMITES DE CONSISTENCIA
 (NPT 339.129) (ASTM D4318)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR : PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-01 **PROFUNDIDAD:** 0.6 m - 1.8 m
FECHA : 16/07/2024

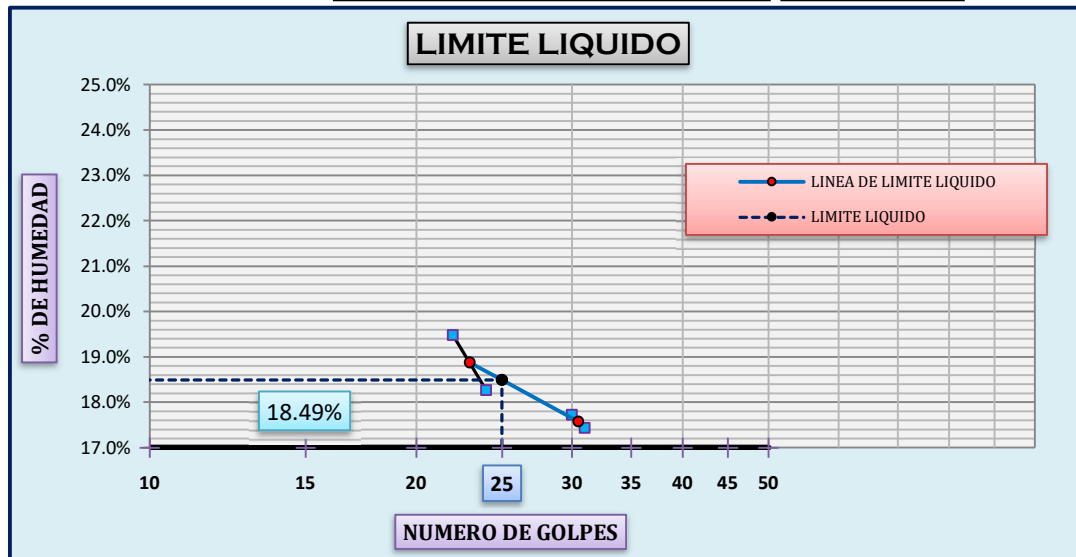
LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
CAPSULA	N°	P-01	P-2	P-3	P-4
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	49.54	59.77	55.65	56.01
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	45.12	54.50	51.02	51.50
AGUA	gr.	4.42	5.27	4.63	4.51
PESO DE LA CAPSULA	gr.	22.43	25.65	24.89	25.63
PESO DEL SUELO SECO	gr.	22.69	28.85	26.13	25.87
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	19.48%	18.27%	17.72%	17.43%
NUMERO DE GOLPES	N°	22	24	30	31

LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No			
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.			
CAPSULA + SUELO SECO	gr.			
AGUA	gr.	NP	NP	
PESO DE LA CAPSULA	gr.			
PESO DEL SUELO SECO	gr.	NP	NP	
LIMITE PLASTICO	%	NP	NP	

LIMITE LIQUIDO	18.49%
LIMITE PLASTICO	---
INDICE DE PLASTICIDAD	---





**CONTENIDO DE HUMEDAD
(NPT 339.127) (ASTM D2216)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-02 **PROFUNDIDAD:** 1.8 m - 2.3 m
FECHA: 16/07/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.
CAPSULA	No	S8	M8	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	76.01	86.50	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	67.52	76.45	
AGUA	gr.	8.49	10.05	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	24.68	24.90	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	42.84	51.55	
Contenido de Humedad	%	19.82%	19.50%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO

19.66%



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



**PESO ESPECIFICO DE LOS SOLIDOS
(NPT 339.131) (ASTM D854)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-02 **PROFUNDIDAD:** 1.8 m - 2.3 m
FECHA: 16/07/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.	
FIOLA	ml	F-1	F-2	Capacidad:	500
FIOLA + AGUA+SUELO SECO	gr.	863.77	865.27	Temperatura	16°C
FIOLA + SUELO SECO	gr.	383.77	390.27		
FIOLA + AGUA	gr.	830.12	825.14		
PESO DE LA FIOLA	gr.	330.12	325.14		
PESO DEL SUELO SECO	gr.	53.65	65.13		
Gravedad Especifica (Gs)		2.6825	2.6052	K para 20°C	1.0000
CORRECCION POR T°	(K)	1.0007	1.0007	K para 16°C	1.0007
GS corregido		2.6844	2.6070		
		Peso Especifico de los Solidos		2.6439	gr/cm3



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (NPT 339.128) (ASTM D422)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-03 **PROFUNDIDAD:** 2.3 m - 3.2 m
FECHA: 16/07/2024

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PESO RET. CORREGIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	-	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	100.00
2"	50.600	-	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	100.00
1"	25.400	-	-	-	-	100.00
3/4"	19.050	-	-	-	-	100.00
1/2"	12.700	-	-	-	-	100.00
3/8"	9.525	6.77	6.77	3.89	3.89	96.11
1/4"	6.350	-	-	-	3.89	96.11
No4	4.760	10.56	10.56	6.06	9.95	90.05
No8	2.380	-	-	-	9.95	90.05
No10	2.000	11.07	11.07	6.35	16.30	83.70
No16	1.190	-	-	-	16.30	83.70
No20	0.840	6.45	6.45	3.70	20.00	80.00
No30	0.590	-	-	-	20.00	80.00
No40	0.420	6.98	6.98	4.01	24.01	75.99
No 50	0.300	-	-	-	24.01	75.99
No60	0.250	7.46	7.46	4.28	28.29	71.71
No80	0.180	-	-	-	28.29	71.71
No100	0.149	6.12	6.12	3.51	31.80	68.20
No200	0.074	13.27	13.27	7.62	39.42	60.58
BASE		0.40	105.56	60.58	100.00	-
TOTAL		69.08	174.24	100.00		
% PERDIDA		0.0%	0.0%			

DESCRIPCION DE LA MUESTRA (GRAMOS)

W inicial = 174.24
 W lavado = 69.08
 W pasa N°200 = 105.16

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L. L. = 40.3%
 L. P. = 29.0%
 I. P. = 11.3%

CARACT. GRANULOMETRICAS:

D10= ---- Cu= ----
 D30= ---- Cc= ----
 D60= ----

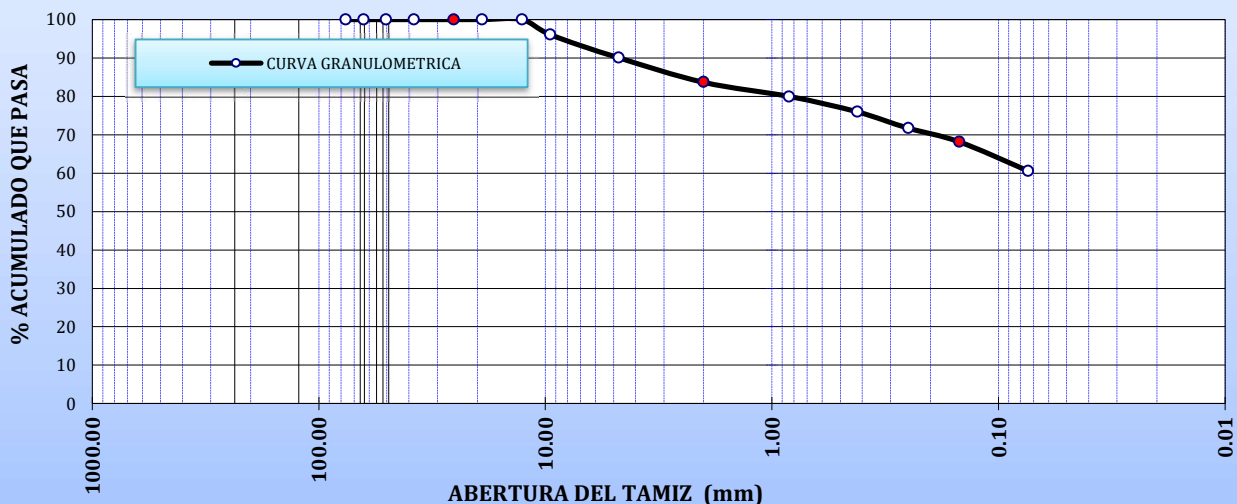
CLASIFICACION:

GRAVA (%): 9.95
 ARENA (%): 29.47
 PASA N°200(%): 60.58

SUCS: ML

CURVA GRANULOMETRICA

MALLAS U.S. STANDARD





**LIMITES DE CONSISTENCIA
 (NPT 339.129) (ASTM D4318)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR : PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-03 **PROFUNDIDAD:** 2.3 m - 3.2 m
FECHA : 16/07/2024

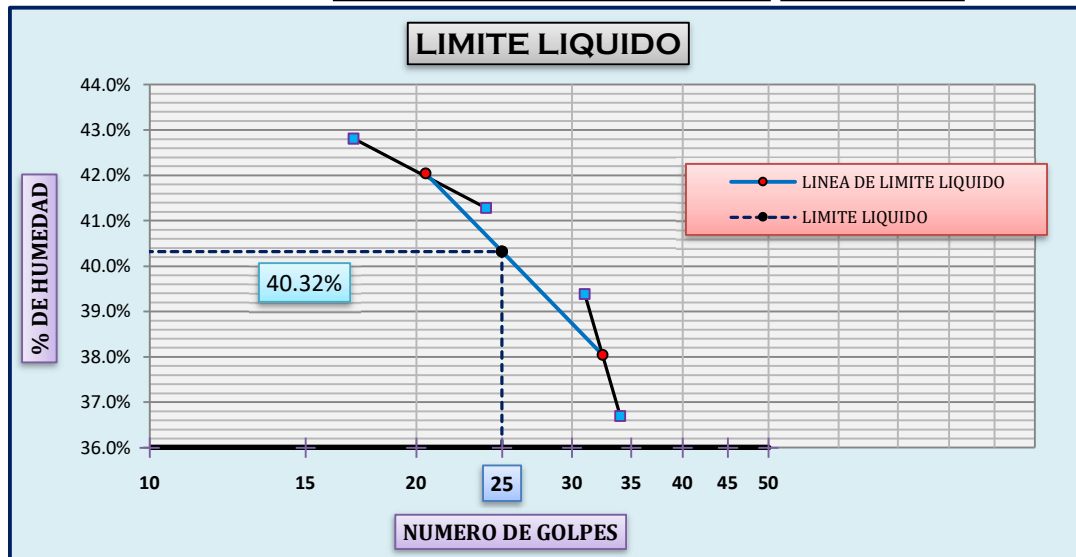
LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
CAPSULA	N°	G-48	G-12	G-54	D-4
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	40.88	42.90	41.77	38.18
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	35.94	37.74	37.06	33.85
AGUA	gr.	4.94	5.16	4.71	4.33
PESO DE LA CAPSULA	gr.	24.40	25.24	25.10	22.05
PESO DEL SUELO SECO	gr.	11.54	12.50	11.96	11.80
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	42.81%	41.28%	39.38%	36.69%
NUMERO DE GOLPES	N°	17	24	31	34

LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	A-T8	A-T4	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	28.58	31.75	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	26.86	30.24	
AGUA	gr.	1.72	1.51	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.85	25.09	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	6.01	5.15	
LIMITE PLASTICO	%	28.62%	29.32%	

LIMITE LIQUIDO	40.32%
LIMITE PLASTICO	28.97%
INDICE DE PLASTICIDAD	11.35%





**CONTENIDO DE HUMEDAD
(NPT 339.127) (ASTM D2216)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-03 **PROFUNDIDAD:** 2.3 m - 3.2 m
FECHA: 16/07/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.
CAPSULA	No	S-T8	S-T4	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	60.89	66.12	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	51.21	55.01	
AGUA	gr.	9.68	11.11	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	24.41	24.90	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	26.80	30.11	
Contenido de Humedad	%	36.12%	36.90%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO

36.51%



**PESO ESPECIFICO DE LOS SOLIDOS
(NPT 339.131) (ASTM D854)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-03 **PROFUNDIDAD:** 2.3 m - 3.2 m
FECHA: 16/07/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.	
FIOLA	ml	F-1	F-2	Capacidad:	500
FIOLA + AGUA+SUELO SECO	gr.	865.48	866.64	Temperatura	16°C
FIOLA + SUELO SECO	gr.	385.48	391.64		
FIOLA + AGUA	gr.	830.12	825.14		
PESO DE LA FIOLA	gr.	330.12	325.14		
PESO DEL SUELO SECO	gr.	55.36	66.50		
Gravedad Especifica (Gs)		2.7680	2.6600	K para 20°C	1.0000
CORRECCION POR T°	(K)	1.0007	1.0007	K para 16°C	1.0007
GS corregido		2.7699	2.6619		
		Peso Especifico de los Solidos		2.7140	gr/cm3



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (NPT 339.128) (ASTM D422)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-04 **PROFUNDIDAD:** 3.2 m - 4.7 m
FECHA: 16/07/2024

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PESO RET. CORREGIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	-	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	100.00
2"	50.600	-	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	100.00
1"	25.400	-	-	-	-	100.00
3/4"	19.050	-	-	-	-	100.00
1/2"	12.700	-	-	-	-	100.00
3/8"	9.525	14.08	14.08	5.12	5.12	94.88
1/4"	6.350	-	-	-	5.12	94.88
No4	4.760	15.04	15.04	5.47	10.58	89.42
No8	2.380	-	-	-	10.58	89.42
No10	2.000	20.64	20.64	7.50	18.08	81.92
No16	1.190	-	-	-	18.08	81.92
No20	0.840	18.19	18.19	6.61	24.69	75.31
No30	0.590	-	-	-	24.69	75.31
No40	0.420	13.85	13.85	5.03	29.73	70.27
No 50	0.300	-	-	-	29.73	70.27
No60	0.250	10.06	10.06	3.66	33.38	66.62
No80	0.180	-	-	-	33.38	66.62
No100	0.149	10.08	10.08	3.66	37.04	62.96
No200	0.074	20.19	20.19	7.34	44.38	55.62
BASE		1.35	153.05	55.62	100.00	0.00
TOTAL		123.48	275.18	100.00		
% PERDIDA		0.0%	0.0%			

DESCRIPCION DE LA MUESTRA (GRAMOS)

W inicial = 275.18
 W lavado = 123.48
 W pasa N°200 = 151.70

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L. L. = 27.4%
 L. P. = 20.0%
 I. P. = 7.4%

CARACT. GRANULOMETRICAS:

D10= ---- Cu= ----
 D30= ---- Cc= ----
 D60= ----

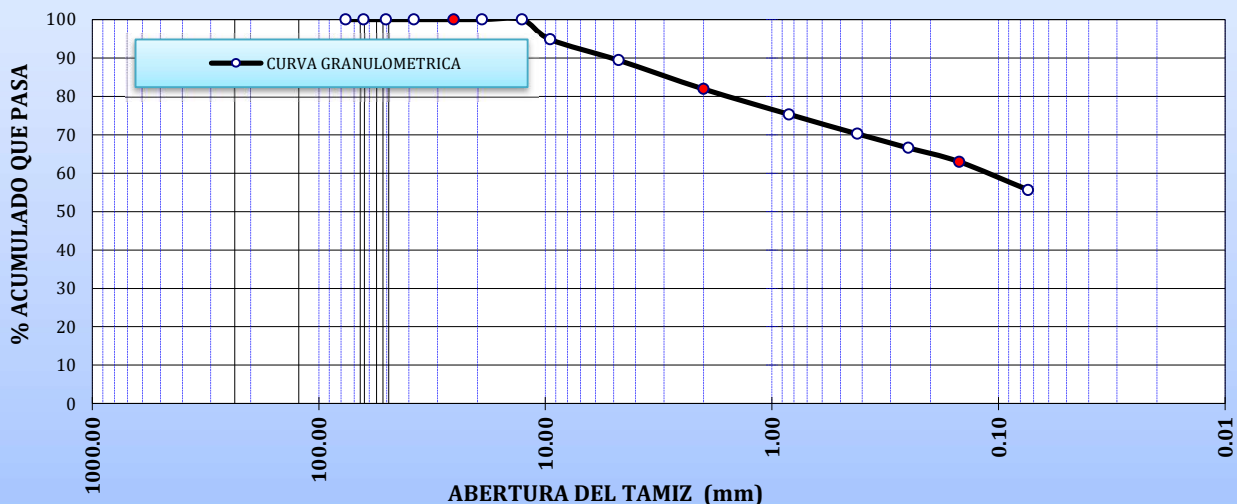
CLASIFICACION:

GRAVA (%): 10.58
 ARENA (%): 33.80
 PASA N°200(%): 55.62

SUCS: CL

CURVA GRANULOMETRICA

MALLAS U.S. STANDARD





**LIMITES DE CONSISTENCIA
 (NPT 339.129) (ASTM D4318)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR : PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-04 **PROFUNDIDAD:** 3.2 m - 4.7 m
FECHA : 16/07/2024

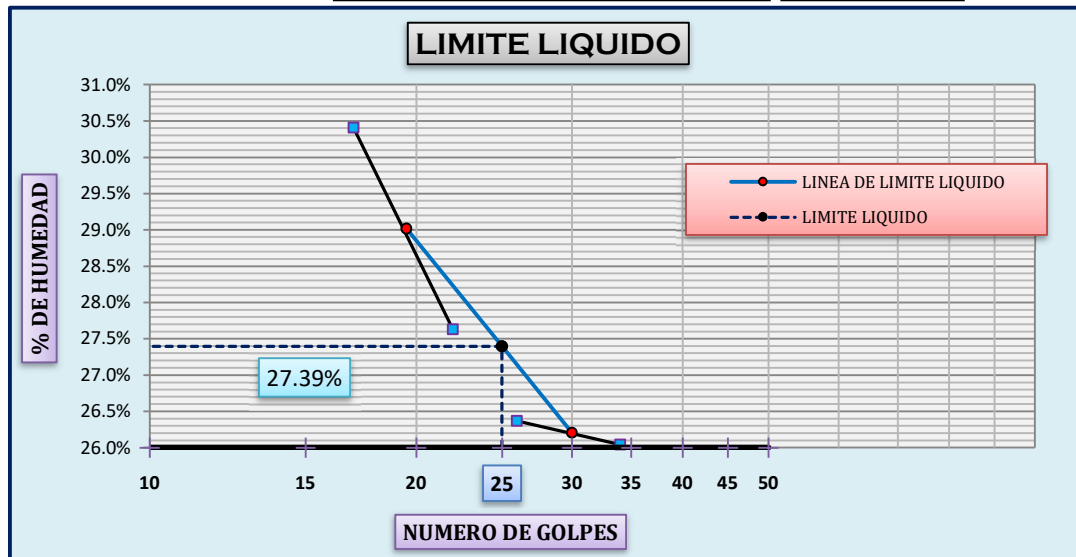
LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
CAPSULA	N°	T-48	T-12	S-54	P-4
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	44.05	42.83	41.69	42.98
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	39.59	38.39	37.88	38.79
AGUA	gr.	4.46	4.44	3.81	4.19
PESO DE LA CAPSULA	gr.	24.92	22.32	23.43	22.70
PESO DEL SUELO SECO	gr.	14.67	16.07	14.45	16.09
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	30.40%	27.63%	26.37%	26.04%
NUMERO DE GOLPES	N°	17	22	26	34

LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.
CAPSULA	No	R-T8	T4	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	29.47	29.53	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	28.33	28.53	
AGUA	gr.	1.14	1.00	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	22.71	23.45	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	5.62	5.08	
LIMITE PLASTICO	%	20.28%	19.69%	

LIMITE LIQUIDO	27.39%
LIMITE PLASTICO	19.98%
INDICE DE PLASTICIDAD	7.41%





**CONTENIDO DE HUMEDAD
(NPT 339.127) (ASTM D2216)**

REALIZADO POR:	Bach. Pedro Paz Pomari Mamani				
TESIS:	"ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"				
LUGAR:	PUNO/PUNO/PUNO				
SONDEO:	SPT-03	MUESTRA:	M3-04	PROFUNDIDAD:	3.2 m - 4.7 m
FECHA:	16/07/2024				

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.
CAPSULA	No	F8	S4	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	78.93	54.50	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	70.58	49.98	
AGUA	gr.	8.35	4.52	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	24.93	26.12	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	45.65	23.86	
Contenido de Humedad	%	18.29%	18.94%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO

18.62%



**PESO ESPECIFICO DE LOS SOLIDOS
(NPT 339.131) (ASTM D854)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-04 **PROFUNDIDAD:** 3.2 m - 4.7 m
FECHA: 16/07/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.	
FIOLA	ml	F-1	F-2	Capacidad:	500
FIOLA + AGUA+SUELO SECO	gr.	863.57	869.59	Temperatura	16°C
FIOLA + SUELO SECO	gr.	383.57	394.59		
FIOLA + AGUA	gr.	830.12	825.14		
PESO DE LA FIOLA	gr.	330.12	325.14		
PESO DEL SUELO SECO	gr.	53.45	69.45		
Gravedad Especifica (Gs)		2.6725	2.7780	K para 20°C	1.0000
CORRECCION POR T°	(K)	1.0007	1.0007	K para 16°C	1.0007
GS corregido		2.6744	2.7799		
		Peso Especifico de los Solidos		2.7252	gr/cm3



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (NPT 339.128) (ASTM D422)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-05 **PROFUNDIDAD:** 4.70 m - 6.20 m
FECHA: 16/07/2024

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PESO RET. CORREGIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	-	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	100.00
2"	50.600	-	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	100.00
1"	25.400	-	-	-	-	100.00
3/4"	19.050	-	-	-	-	100.00
1/2"	12.700	-	-	-	-	100.00
3/8"	9.525	-	-	-	-	100.00
1/4"	6.350	-	-	-	-	100.00
No4	4.760	8.35	8.35	5.52	5.52	94.48
No8	2.380	-	-	-	5.52	94.48
No10	2.000	7.42	7.42	4.90	10.42	89.58
No16	1.190	-	-	-	10.42	89.58
No20	0.840	6.36	6.36	4.20	14.62	85.38
No30	0.590	-	-	-	14.62	85.38
No40	0.420	6.47	6.47	4.28	18.90	81.10
No 50	0.300	-	-	-	18.90	81.10
No60	0.250	7.53	7.53	4.98	23.87	76.13
No80	0.180	-	-	-	23.87	76.13
No100	0.149	8.70	8.70	5.75	29.62	70.38
No200	0.074	15.44	15.44	10.20	39.83	60.17
BASE		1.35	91.06	60.17	100.00	-
TOTAL		61.62	151.33	100.00		
% PERDIDA		0.0%	0.0%			

DESCRIPCION DE LA MUESTRA (GRAMOS)

W inicial = 151.33
 W lavado = 61.62
 W pasa N°200 = 89.71

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L. L. = 29.3%
 L. P. = 19.1%
 I. P. = 10.2%

CARACT. GRANULOMETRICAS:

D10= ---- Cu= ----
 D30= ---- Cc= ----
 D60= ----

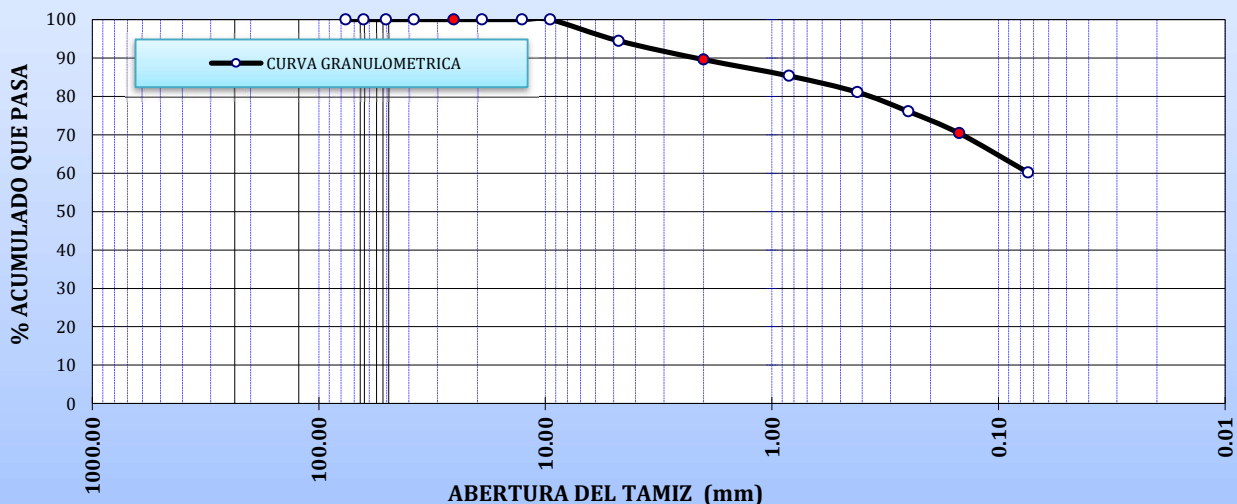
CLASIFICACION:

GRAVA (%): 5.52
 ARENA (%): 34.31
 PASA N°200(%): 60.17

SUCS: CL

CURVA GRANULOMETRICA

MALLAS U.S. STANDARD





**LIMITES DE CONSISTENCIA
 (NPT 339.129) (ASTM D4318)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR : PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-05 **PROFUNDIDAD:** 4.70 m - 6.20 m
FECHA : 16/07/2024

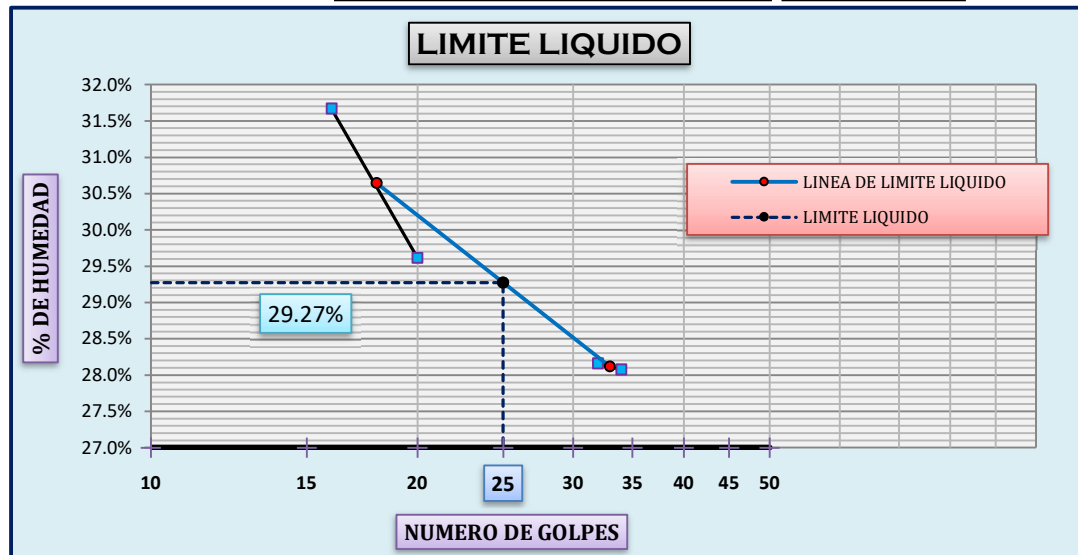
LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
CAPSULA	Nº	pp-48	pp-12	Sp-01	m-4
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	48.92	43.06	41.43	44.32
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	43.09	38.39	37.13	39.55
AGUA	gr.	5.83	4.67	4.30	4.77
PESO DE LA CAPSULA	gr.	24.68	22.62	21.86	22.56
PESO DEL SUELO SECO	gr.	18.41	15.77	15.27	16.99
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	31.67%	29.61%	28.16%	28.08%
NUMERO DE GOLPES	Nº	16	20	32	34

LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	T8	T4	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	28.95	30.88	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	27.95	29.87	
AGUA	gr.	1.00	1.01	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	22.62	24.67	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	5.33	5.20	
LIMITE PLASTICO	%	18.76%	19.42%	

LIMITE LIQUIDO	29.27%
LIMITE PLASTICO	19.09%
INDICE DE PLASTICIDAD	10.18%





**CONTENIDO DE HUMEDAD
(NPT 339.127) (ASTM D2216)**

REALIZADO POR:	Bach. Pedro Paz Pomari Mamani				
TESIS:	"ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"				
LUGAR:	PUNO/PUNO/PUNO				
SONDEO:	SPT-03	MUESTRA:	M3-05	PROFUNDIDAD:	4.70 m - 6.20 m
FECHA:	16/07/2024				

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	A8	A6	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	95.12	88.12	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	81.14	76.28	
AGUA	gr.	13.98	11.84	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.85	25.63	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	59.29	50.65	
Contenido de Humedad	%	23.58%	23.38%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO

23.48%



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



**PESO ESPECIFICO DE LOS SOLIDOS
(NPT 339.131) (ASTM D854)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-05 **PROFUNDIDAD:** 4.70 m - 6.20 m
FECHA: 16/07/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.	
FIOLA	ml	F-1	F-2	Capacidad:	500
FIOLA + AGUA+SUELO SECO	gr.	866.09	869.88	Temperatura	16°C
FIOLA + SUELO SECO	gr.	386.09	394.88		
FIOLA + AGUA	gr.	830.12	825.14		
PESO DE LA FIOLA	gr.	330.12	325.14		
PESO DEL SUELO SECO	gr.	55.97	69.74		
Gravedad Especifica (Gs)		2.7985	2.7896	K para 20°C	1.0000
CORRECCION POR T°	(K)	1.0007	1.0007	K para 16°C	1.0007
GS corregido		2.8005	2.7916		
		Peso Especifico de los Solidos		2.7941	gr/cm3



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (NPT 339.128) (ASTM D422)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-06 **PROFUNDIDAD:** 6.20 m - 7.40 m
FECHA: 16/07/2024

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PESO RET. CORREGIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	-	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	100.00
2"	50.600	-	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	100.00
1"	25.400	-	-	-	-	100.00
3/4"	19.050	-	-	-	-	100.00
1/2"	12.700	-	-	-	-	100.00
3/8"	9.525	-	-	-	-	100.00
1/4"	6.350	-	-	-	-	100.00
No4	4.760	8.32	8.32	3.02	3.02	96.98
No8	2.380	-	-	-	3.02	96.98
No10	2.000	6.16	6.16	2.24	5.26	94.74
No16	1.190	-	-	-	5.26	94.74
No20	0.840	3.68	3.68	1.34	6.60	93.40
No30	0.590	-	-	-	6.60	93.40
No40	0.420	3.81	3.81	1.38	7.98	92.02
No 50	0.300	-	-	-	7.98	92.02
No60	0.250	7.40	7.40	2.69	10.67	89.33
No80	0.180	-	-	-	10.67	89.33
No100	0.149	51.70	51.70	18.78	29.45	70.55
No200	0.074	112.43	112.43	40.85	70.30	29.70
BASE		7.37	81.74	29.70	100.00	-
TOTAL		200.87	275.24	100.00		
% PERDIDA		0.0%	0.0%			

DESCRIPCION DE LA MUESTRA (GRAMOS)

W inicial = 275.24
 W lavado = 200.87
 W pasa N°200 = 74.37

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L. L. = 18.1%
 L. P. = ---
 I. P. = ---

CARACT. GRANULOMETRICAS:

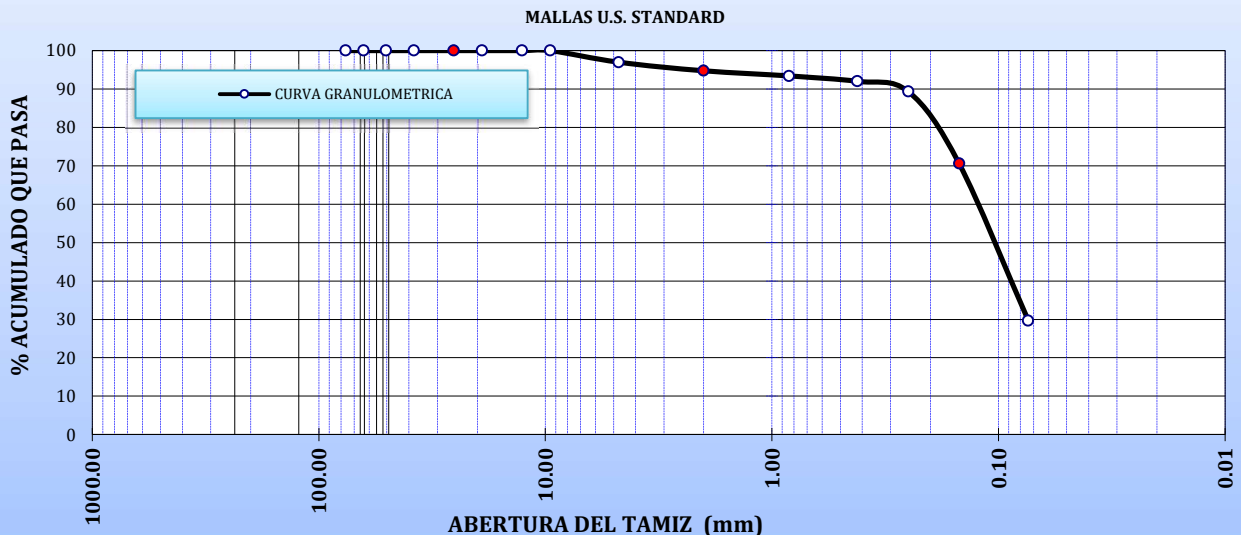
D10= ---- Cu= ----
 D30= 0.075 Cc= ----
 D60= 0.080

CLASIFICACION:

GRAVA (%): 3.02
 ARENA (%): 67.28
 PASA N°200(%): 29.70

SUCS: SM

CURVA GRANULOMETRICA





**LIMITES DE CONSISTENCIA
 (NPT 339.129) (ASTM D4318)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR : PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-06 **PROFUNDIDAD:** 6.20 m - 7.40 m
FECHA : 16/07/2024

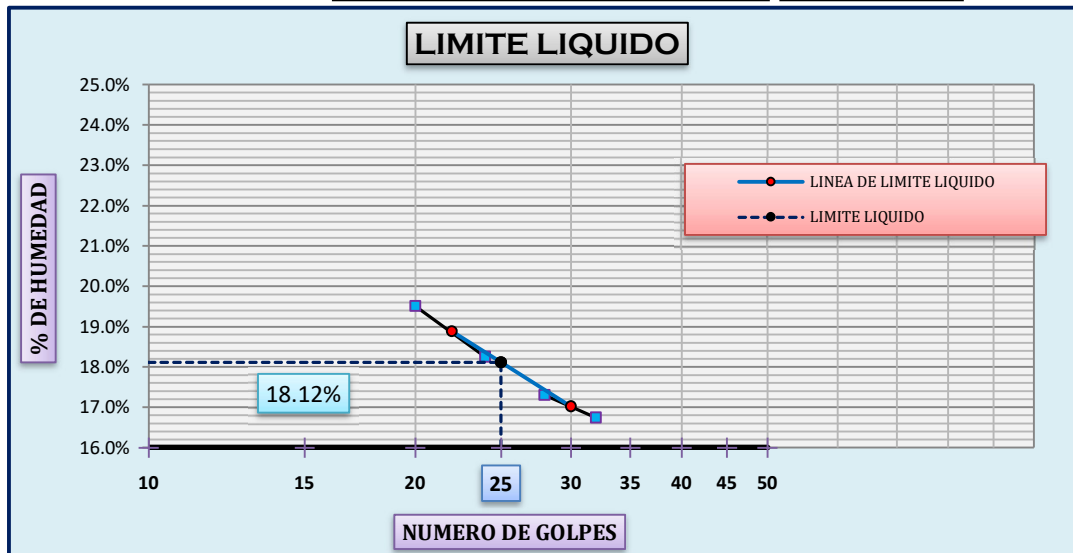
LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
CAPSULA	N°	A-03	A-04	S-54	A-06
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	53.98	55.15	53.15	55.64
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	48.87	50.55	48.95	51.33
AGUA	gr.	5.11	4.60	4.20	4.31
PESO DE LA CAPSULA	gr.	22.68	25.35	24.67	25.59
PESO DEL SUELO SECO	gr.	26.19	25.20	24.28	25.74
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	19.51%	18.25%	17.30%	16.74%
NUMERO DE GOLPES	N°	20	24	28	32

LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No			
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.			
CAPSULA + SUELO SECO	gr.			
AGUA	gr.	NP	NP	NP
PESO DE LA CAPSULA	gr.			
PESO DEL SUELO SECO	gr.	NP	NP	NP
LIMITE PLASTICO	%	NP	NP	NP

LIMITE LIQUIDO	18.12%
LIMITE PLASTICO	---
INDICE DE PLASTICIDAD	---





**CONTENIDO DE HUMEDAD
(NPT 339.127) (ASTM D2216)**

REALIZADO POR:	Bach. Pedro Paz Pomari Mamani				
TESIS:	"ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"				
LUGAR:	PUNO/PUNO/PUNO				
SONDEO:	SPT-03	MUESTRA:	M3-06	PROFUNDIDAD:	6.20 m - 7.40 m
FECHA:	16/07/2024				

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	G-8	G-4	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	99.45	55.32	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	86.39	50.05	
AGUA	gr.	13.06	5.27	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	26.23	25.54	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	60.16	24.51	
Contenido de Humedad	%	21.71%	21.50%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO

21.61%



**PESO ESPECIFICO DE LOS SOLIDOS
(NPT 339.131) (ASTM D854)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-06 **PROFUNDIDAD:** 6.20 m - 7.40 m
FECHA: 16/07/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.	
FIOLA	ml	F-1	F-2	Capacidad:	500
FIOLA + AGUA+SUELO SECO	gr.	863.14	865.12	Temperatura	16°C
FIOLA + SUELO SECO	gr.	383.14	390.12		
FIOLA + AGUA	gr.	830.12	825.14		
PESO DE LA FIOLA	gr.	330.12	325.14		
PESO DEL SUELO SECO	gr.	53.02	64.98		
Gravedad Especifica (Gs)		2.6510	2.5992	K para 20°C	1.0000
CORRECCION POR T°	(K)	1.0007	1.0007	K para 16°C	1.0007
GS corregido		2.6529	2.6010		
		Peso Especifico de los Solidos		2.6251	gr/cm3



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (NPT 339.128) (ASTM D422)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-07 **PROFUNDIDAD:** 7.40 m - 8.00 m
FECHA: 16/07/2024

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PESO RET. CORREGIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	76.200	-	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.500	-	-	-	-	100.00
2"	50.600	-	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.100	-	-	-	-	100.00
1"	25.400	-	-	-	-	100.00
3/4"	19.050	-	-	-	-	100.00
1/2"	12.700	-	-	-	-	100.00
3/8"	9.525	13.21	13.21	3.45	3.45	96.55
1/4"	6.350	-	-	-	3.45	96.55
No4	4.760	14.17	14.17	3.70	7.15	92.85
No8	2.380	-	-	-	7.15	92.85
No10	2.000	19.77	19.77	5.16	12.30	87.70
No16	1.190	-	-	-	12.30	87.70
No20	0.840	17.32	17.32	4.52	16.82	83.18
No30	0.590	-	-	-	16.82	83.18
No40	0.420	12.98	12.98	3.39	20.21	79.79
No 50	0.300	-	-	-	20.21	79.79
No60	0.250	9.19	9.19	2.40	22.61	77.39
No80	0.180	-	-	-	22.61	77.39
No100	0.149	9.21	9.21	2.40	25.01	74.99
No200	0.074	65.77	65.77	17.16	42.18	57.82
BASE		0.48	221.56	57.82	100.00	-
TOTAL		162.10	383.18	100.00		
% PERDIDA		0.0%	0.0%			

DESCRIPCION DE LA MUESTRA (GRAMOS)

W inicial = 383.18
 W lavado = 162.10
 W pasa N°200 = 221.08

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L. L. = 26.5%
 L. P. = 15.4%
 I. P. = 11.1%

CARACT. GRANULOMETRICAS:

D10= ---- Cu= ----
 D30= ---- Cc= ----
 D60= ----

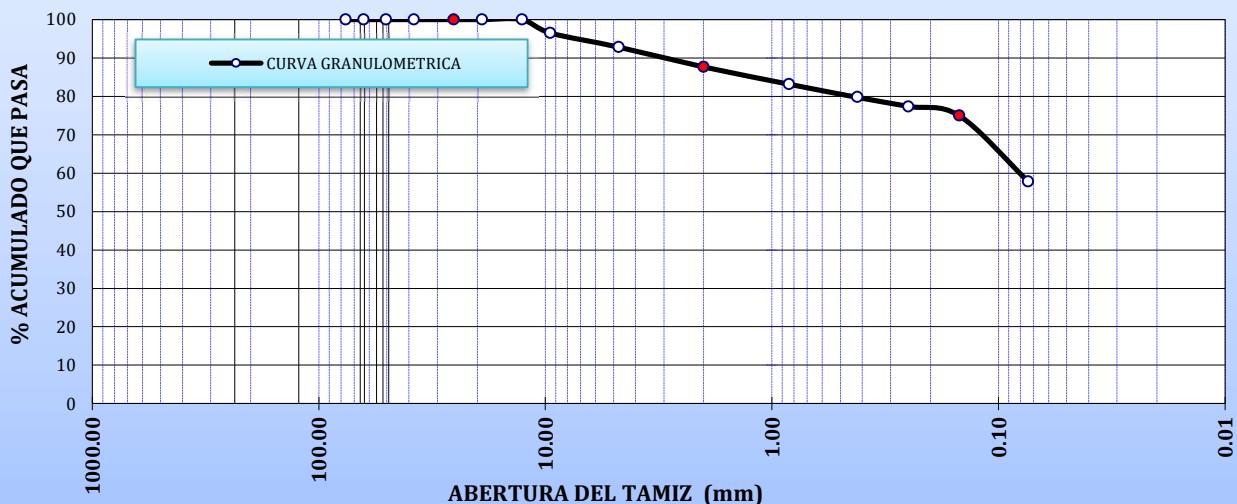
CLASIFICACION:

GRAVA (%): 7.15
 ARENA (%): 35.03
 PASA N°200(%): 57.82

SUCS: CL

CURVA GRANULOMETRICA

MALLAS U.S. STANDARD





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA (NPT 339.129) (ASTM D4318)

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR : PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-07 **PROFUNDIDAD:** 7.40 m - 8.00 m
FECHA : 16/07/2024

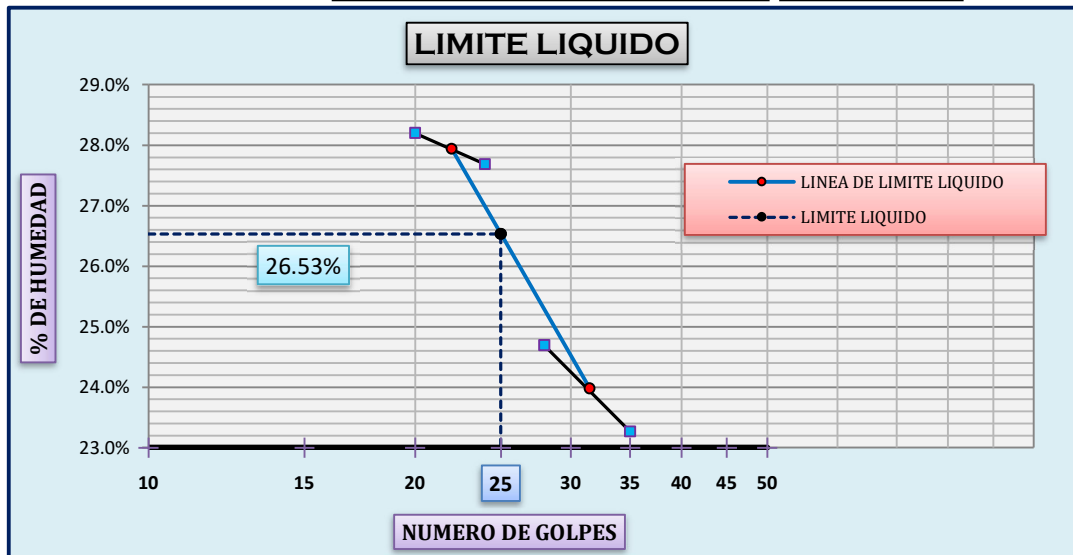
LIMITE LIQUIDO

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
CAPSULA	N°	H-48	H-12	M-54	O-4
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	45.05	42.83	41.69	42.98
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	40.40	38.39	37.88	38.79
AGUA	gr.	4.65	4.44	3.81	4.19
PESO DE LA CAPSULA	gr.	23.91	22.35	22.45	20.78
PESO DEL SUELO SECO	gr.	16.49	16.04	15.43	18.01
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	28.20%	27.68%	24.69%	23.26%
NUMERO DE GOLPES	N°	20	24	28	35

LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	R-8	T-4	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	31.52	30.53	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	30.35	29.58	
AGUA	gr.	1.17	0.95	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	22.68	23.48	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	7.67	6.10	
LIMITE PLASTICO	%	15.25%	15.57%	

LIMITE LIQUIDO	26.53%
LIMITE PLASTICO	15.41%
INDICE DE PLASTICIDAD	11.12%





**CONTENIDO DE HUMEDAD
(NPT 339.127) (ASTM D2216)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-07 **PROFUNDIDAD:** 7.40 m - 8.00 m
FECHA: 16/07/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS
CAPSULA	No	PE-01	S-5	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	80.36	55.49	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	72.01	51.41	
AGUA	gr.	8.35	4.08	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	25.59	28.30	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	46.42	23.11	
Contenido de Humedad	%	17.99%	17.65%	

CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO

17.82%



**PESO ESPECIFICO DE LOS SOLIDOS
(NPT 339.131) (ASTM D854)**

REALIZADO POR: Bach. Pedro Paz Pomari Mamani
TESIS: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"
LUGAR: PUNO/PUNO/PUNO
SONDEO: SPT-03 **MUESTRA:** M3-07 **PROFUNDIDAD:** 7.40 m - 8.00 m
FECHA: 16/07/2024

DESCRIPCION	UND	1	2	OBS.	
FIOLA	ml	F-1	F-2	Capacidad:	500
FIOLA + AGUA+SUELO SECO	gr.	866.01	870.59	Temperatura	16°C
FIOLA + SUELO SECO	gr.	386.01	395.59		
FIOLA + AGUA	gr.	830.12	825.14		
PESO DE LA FIOLA	gr.	330.12	325.14		
PESO DEL SUELO SECO	gr.	55.89	70.45		
Gravedad Especifica (Gs)		2.7945	2.8180	K para 20°C	1.0000
CORRECCION POR T°	(K)	1.0007	1.0007	K para 16°C	1.0007
GS corregido		2.7965	2.8200		
		Peso Especifico de los Solidos		2.8062	gr/cm3

ANEXO 6:

PERFILES ESTRATIGRÁFICOS Y ENSAYOS EN CAMPO SPT.



SPT-02

ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (NTP 339.133)(ASTM D1586)

PROYECTO: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"

TESISTA: Bach. PEDRO PAZ POMARI MAMANI

FECHA: 10 DE JUNIO DE 2024

UBICACION: AV. FLORAL (FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO)

Perfil Estratigráfico					N - SPT ultimos 30 cm	
Prof. (m)	M	Simb.	Descripción y Clasificación SUCS	Observaciones	N-SPT	Grafico N vs Prof. (m)
						N=0 10 20
0.10	M2-OR		<i>Material organico, colo café oscuro, ademas de raices largas blancas</i>		3	0.5
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70	M2-01		<i>Arcilla color oscuro, de baja plasticidad, se encontro algunas raices, muy baja compacidad a la penetracion</i> CL	<i>Nivel freatico encontrado a 0.63 m.</i>	3	1.0
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70	M2-02		<i>Arena con presencia de arcillar de color gris claro</i> SC		4	1.5
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30	M2-03		<i>Arcillas de baja plasticidad, limos, color gris claro</i> CL-ML		3	2.5
2.40						
2.50						
2.60						
2.70	M2-04		<i>Arcilla amarillenta, de baja plasticidad, tuvo resistencia a la penetracion , media compacidad a la penetracion</i> CL		8	3.0
2.80						
2.90						
3.00						
3.10						
3.20						
3.30						
3.40						
3.50						
3.60						
3.70	M2-05		<i>Arcilla ploma de baja plasticidad, tenia puentos negros (aparente organico)</i> CL		9	3.5
3.80						
3.90						
4.00						
4.10						
4.20						
4.30	M2-06		<i>Arcilla limosa, color café claro</i> SM		14	4.0
4.40						
4.50						
4.60						
4.70						
4.80						
4.90						
5.00						
5.10						
5.20						
5.30	M2-05		<i>Arcilla ploma de baja plasticidad, tenia puentos negros (aparente organico)</i> CL		9	4.5
5.40						
5.50						
5.60						
5.70						
5.80						
5.90	M2-06		<i>Arcilla limosa, color café claro</i> SM		9	5.0
6.00						
6.10						
6.20						
6.30						
6.40						
6.50	M2-06		<i>Arcilla limosa, color café claro</i> SM		8	5.5
6.60						
6.70						
6.80						
6.90						
7.00						
7.00					4	6.0
					4	6.5
					4	7.0



SPT-03

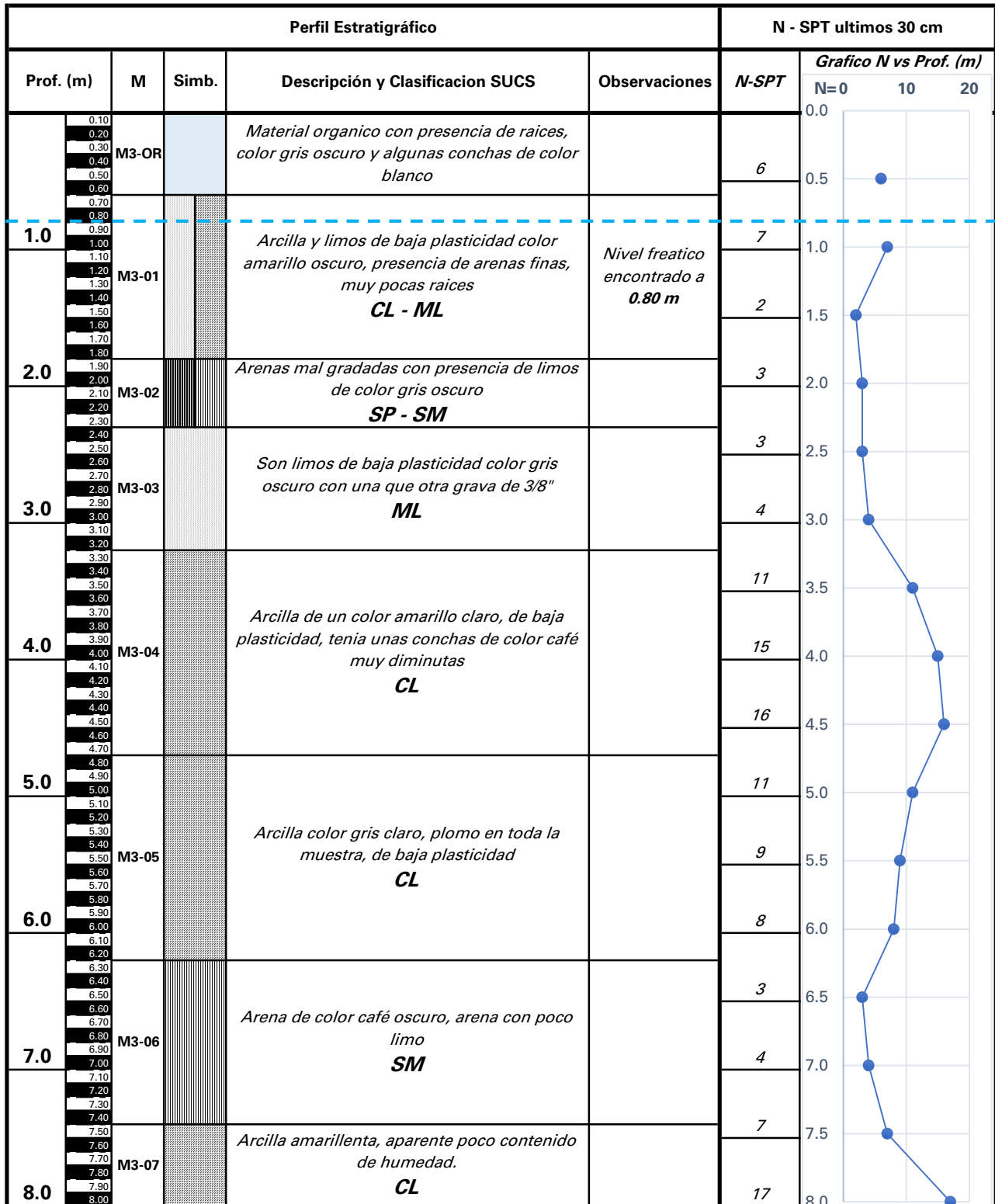
ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (NTP 339.133)(ASTM D1586)

PROYECTO: "ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDAD Y POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DE SUELOS EN LA COSTANERA DEL LAGO TITICACA EN EL SECTOR UBICADO FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO, 2024"

TESISTA: Bach. PEDRO PAZ POMARI MAMANI

FECHA: 03 DE JULIO DE 2024

UBICACION: AV. FLORAL (FRENTE A LA PUERTA PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO)



ANEXO 7:

**DENSIDAD DEL AGUA Y COEFICIENTE DE
TEMPERATURA (K) PARA VARIAS TEMPERATURAS**

TABLA 2**Densidad del agua y Coeficiente de temperatura (K) para Varias Temperaturas^A**

Temperatura (°C)	Densidad (g/mL) ^B	Coefficiente Temperatura (K)	Temperatura (°C)	Densidad (g/mL) ^B	Coefficiente Temperatura (K)	Temperatura (°C)	Densidad (g/mL) ^B	Coefficiente Temperatura (K)	Temperatura (°C)	Densidad (g/mL) ^B	Coefficiente Temperatura (K)
15,0	0,99910	1,00090	16,0	0,99895	1,00074	17,0	0,99878	1,00057	18,0	0,99860	1,00039
15,1	0,99909	1,00088	16,1	0,99893	1,00072	17,1	0,99876	1,00055	18,1	0,99858	1,00037
15,2	0,99907	1,00087	16,2	0,99891	1,00071	17,2	0,99874	1,00054	18,2	0,99856	1,00035
15,3	0,99906	1,00085	16,3	0,99890	1,00069	17,3	0,99872	1,00052	18,3	0,99854	1,00034
15,4	0,99904	1,00084	16,4	0,99888	1,00067	17,4	0,99871	1,00050	18,4	0,99852	1,00032
15,5	0,99902	1,00082	16,5	0,99886	1,00066	17,5	0,99869	1,00048	18,5	0,99850	1,00030
15,6	0,99901	1,00080	16,6	0,99885	1,00064	17,6	0,99867	1,00047	18,6	0,99848	1,00028
15,7	0,99899	1,00079	16,7	0,99883	1,00062	17,7	0,99865	1,00045	18,7	0,99847	1,00026
15,8	0,99898	1,00077	16,8	0,99881	1,00061	17,8	0,99863	1,00043	18,8	0,99845	1,00024
15,9	0,99896	1,00076	16,9	0,99879	1,00059	17,9	0,99862	1,00041	18,9	0,99843	1,00022
19,0	0,99841	1,00020	20,0	0,99821	1,00000	21,0	0,99799	0,99979	22,0	0,99777	0,99957
19,1	0,99839	1,00018	20,1	0,99819	0,99998	21,1	0,99797	0,99977	22,1	0,99775	0,99954
19,2	0,99837	1,00016	20,2	0,99816	0,99996	21,2	0,99795	0,99974	22,2	0,99773	0,99952
19,3	0,99835	1,00014	20,3	0,99814	0,99994	21,3	0,99793	0,99972	22,3	0,99770	0,99950
19,4	0,99833	1,00012	20,4	0,99812	0,99992	21,4	0,99791	0,99970	22,4	0,99768	0,99947
19,5	0,99831	1,00010	20,5	0,99810	0,99990	21,5	0,99789	0,99968	22,5	0,99766	0,99945
19,6	0,99829	1,00008	20,6	0,99808	0,99987	21,6	0,99786	0,99966	22,6	0,99764	0,99943
19,7	0,99827	1,00006	20,7	0,99806	0,99985	21,7	0,99784	0,99963	22,7	0,99761	0,99940
19,8	0,99825	1,00004	20,8	0,99804	0,99983	21,8	0,99782	0,99961	22,8	0,99759	0,99938
19,9	0,99823	1,00002	20,9	0,99802	0,99981	21,9	0,99780	0,99959	22,9	0,99756	0,99936
23,0	0,99754	0,99933	24,0	0,99730	0,99909	25,0	0,99705	0,99884	26,0	0,99679	0,99858
23,1	0,99752	0,99931	24,1	0,99727	0,99907	25,1	0,99702	0,99881	26,1	0,99676	0,99855
23,2	0,99749	0,99929	24,2	0,99725	0,99904	25,2	0,99700	0,99879	26,2	0,99673	0,99852
23,3	0,99747	0,99926	24,3	0,99723	0,99902	25,3	0,99697	0,99876	26,3	0,99671	0,99850
23,4	0,99745	0,99924	24,4	0,99720	0,99899	25,4	0,99694	0,99874	26,4	0,99668	0,99847
23,5	0,99742	0,99921	24,5	0,99717	0,99897	25,5	0,99692	0,99871	26,5	0,99665	0,99844
23,6	0,99740	0,99919	24,6	0,99715	0,99894	25,6	0,99689	0,99868	26,6	0,99663	0,99842
23,7	0,99737	0,99917	24,7	0,99712	0,99892	25,7	0,99687	0,99866	26,7	0,99660	0,99839
23,8	0,99735	0,99914	24,8	0,99710	0,99889	25,8	0,99684	0,99863	26,8	0,99657	0,99836
23,9	0,99732	0,99912	24,9	0,99707	0,99887	25,9	0,99681	0,99860	26,9	0,99654	0,99833
27,0	0,99652	0,99831	28,0	0,99624	0,99803	29,0	0,99595	0,99774	30,0	0,99565	0,99744
27,1	0,99649	0,99828	28,1	0,99621	0,99800	29,1	0,99592	0,99771	30,1	0,99562	0,99741
27,2	0,99646	0,99825	28,2	0,99618	0,99797	29,2	0,99589	0,99768	30,2	0,99559	0,99738
27,3	0,99643	0,99822	28,3	0,99615	0,99794	29,3	0,99586	0,99765	30,3	0,99556	0,99735
27,4	0,99641	0,99820	28,4	0,99612	0,99791	29,4	0,99583	0,99762	30,4	0,99553	0,99732
27,5	0,99638	0,99817	28,5	0,99609	0,99788	29,5	0,99580	0,99759	30,5	0,99550	0,99729
27,6	0,99635	0,99814	28,6	0,99607	0,99785	29,6	0,99577	0,99756	30,6	0,99547	0,99726
27,7	0,99632	0,99811	28,7	0,99604	0,99783	29,7	0,99574	0,99753	30,7	0,99544	0,99723
27,8	0,99629	0,99808	28,8	0,99601	0,99780	29,8	0,99571	0,99750	30,8	0,99541	0,99720
27,9	0,99627	0,99806	28,9	0,99598	0,99777	29,9	0,99568	0,99747	30,9	0,99538	0,99716

6.2.3 Método B – Procedimiento para especímenes secados al horno:

6.2.3.1 Secar el espécimen hasta una masa constante en un horno manteniéndose a 110±5°C. Desmenuzar algunos terrones de suelo usando un mortero y mano. Si el suelo no se dispersara fácilmente después del secado o ha cambiado su composición, use el Método de Ensayo A.

6.2.3.2 Colocar el embudo en el picnómetro. El pico del embudo debe extenderse pasando la marca de calibración o sello del tapón. Vierta directamente los sólidos de suelo en el embudo. Enjuagar cualquier partícula de suelo remanente en el embudo dentro del picnómetro usando un spray de lavado en una botella a presión.

6.2.4 Preparando la pasta aguada de suelo – Añada agua hasta que el nivel del agua esté entre $\frac{1}{3}$ y $\frac{1}{2}$ de la profundidad del cuerpo principal del picnómetro. Agite el agua hasta que la pasta aguada se forme. Enjuagar cualquier suelo adherido al picnómetro en la pasta.

6.2.4.1 Si la pasta aguada no está formada pero si una pasta viscosa, use un picnómetro teniendo un volumen mayor. Ver 5.1 de este ensayo.

ANEXO 8:

**MAPA DE ISOACELERACIONES DEL PERÚ,
10% DE EXCEDENCIA EN 100 AÑOS.**

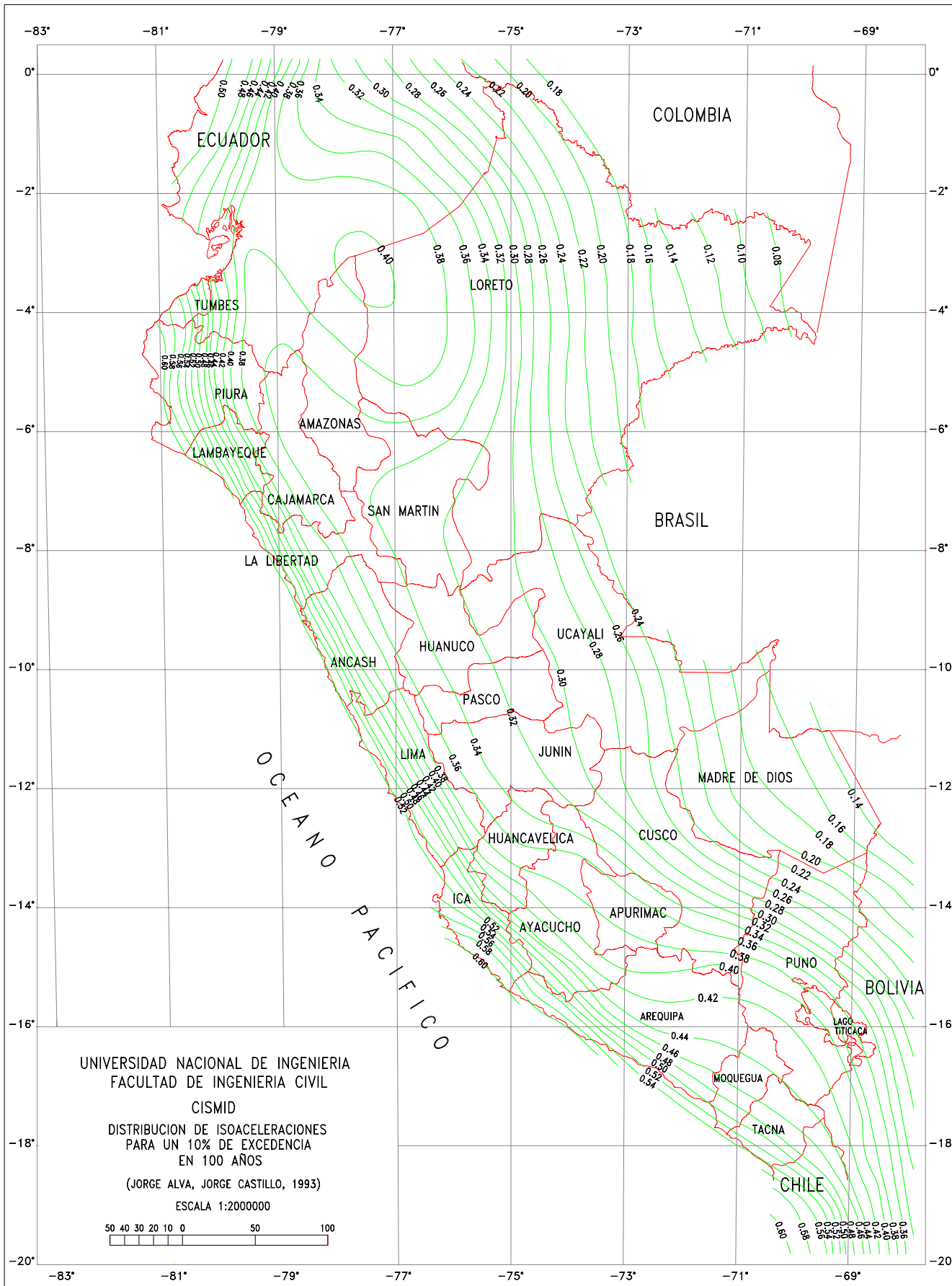


Figura N° 5: Distribución de Isoaceleraciones para 10% de Excedencia en 100 años

ANEXO 9:

METODOLOGÍA DE H. B. SEED E IDRIS (1971)

**ASIMPLIFIED PROCEDURE FOR EVALUATING
SOIL LIQUEFACTION POTENTIAL**

PB198009



REPORT NO.
EERC 70-9
November 1970

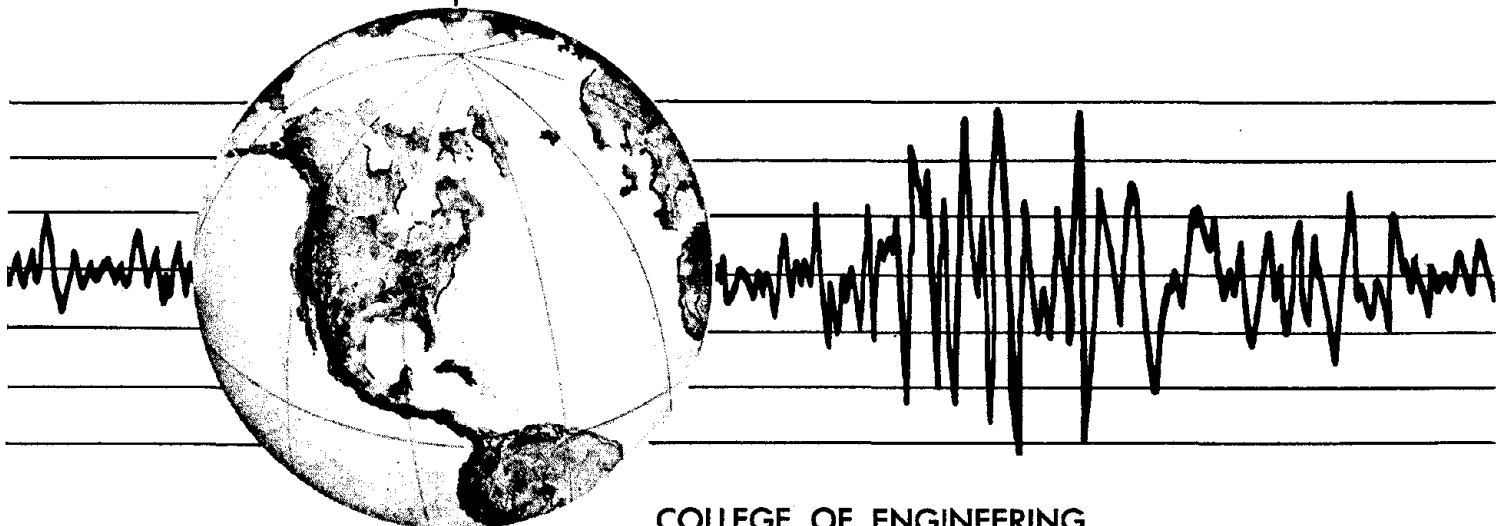
EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH CENTER

A SIMPLIFIED PROCEDURE FOR EVALUATING SOIL LIQUEFACTION POTENTIAL

by

H. BOLTON SEED

I. M. IDRIS



REPRODUCED BY
**NATIONAL TECHNICAL
INFORMATION SERVICE**
U. S. DEPARTMENT OF COMMERCE
SPRINGFIELD, VA. 22161

COLLEGE OF ENGINEERING

UNIVERSITY OF CALIFORNIA • Berkeley, California

A SIMPLIFIED PROCEDURE FOR EVALUATING SOIL LIQUEFACTION POTENTIAL

by

H. Bolton Seed¹ and I. M. Idriss²

Catastrophic failures in recent earthquakes have provided a sobering reminder that liquefaction of sandy soils as a result of earthquake ground shaking poses a major threat to the safety of civil engineering structures. Major landslides (25), lateral movements of bridge supports (6,24), settling and tilting of buildings (19,26), and failure of waterfront retaining structures (1,8,30) have all been observed in recent years as a result of this phenomenon and efforts have been increasingly directed to the development of methods of evaluating the liquefaction potential of soil deposits. It is the purpose of the present paper to describe a simplified procedure for evaluating liquefaction potential and to compare the results obtained by the method with a number of cases in which liquefaction is known either to have occurred or not occurred in the field.

It should be noted at the outset that the term liquefaction as used in this paper describes a phenomenon in which a cohesionless soil loses strength during an earthquake and acquires a degree of mobility sufficient to permit movements ranging from several feet to several thousand feet. When the term was originally introduced it was intended to describe a phenomenon in which a soil could undergo large movements, as in flow slides, with little or no resistance to movements. However failures due to limited movements of several feet in recent earthquakes have been

¹Professor of Civil Engineering, University of California, Berkeley.

²Project Engineer, Woodward-Clyde and Assocs., Oakland and Assistant Research Engineer, University of California, Berkeley.

attributed to "liquefaction." While the term 'cyclic mobility' might be more appropriate to describe this type of soil behavior, the broader use of the term "liquefaction" is adopted in the following pages.

In addition, considerations of liquefaction are limited to cases of relatively level ground where the response of the soil to stresses induced by an earthquake is not further complicated by the presence of initial horizontal shear stresses due to the proximity of significant surface irregularities.

Factors Known to Influence Liquefaction Potential

Both laboratory investigations and observations of field performance have shown that the liquefaction potential of a soil deposit to earthquake motions depends on the characteristics of the soil, the initial stresses acting on the soil and the characteristics of the earthquake involved. The significant factors include:

(1) The soil type

For cohesionless soils, the soil type is perhaps most easily characterized by the grain size distribution. There is some evidence to show that uniformly graded materials are more susceptible to liquefaction than well-graded materials (Ross, et al. (24); Lee and Fitton (16)) and that for uniformly graded soils, fine sands tend to liquefy more easily than do coarse sands, gravelly soils, silts or clays (16). In a study of bridge foundation displacements in the Alaska earthquake, for example, Ross, et al. noted that there were no cases of bridge damage due to this cause for structures supported on gravels but there were many cases of damage for bridges supported on sands. Again in the Fukui earthquake, Kishida (11) notes that liquefaction occurred at a site where the upper 15 ft consisted of medium sand but there was no liquefaction at an adjacent site

where the soil in this depth range was a sandy silt. These field observations are supported by the results of laboratory cyclic load tests on a wide range of materials (16).

(2) The relative density or void ratio

Since the classical work of Casagrande (2) on the volume changes accompanying shear deformations in cohesionless soils, it has been generally recognized that the susceptibility of a given soil to liquefaction will be determined to a high degree by its void ratio or relative density. In any given earthquake loose sands may liquefy but the same materials in a denser condition may not.

In the city of Niigata, Japan in 1964, for example, liquefaction was extensive where the relative density of the sand was about 50 percent but it did not develop in areas where the relative density exceeded about 70 percent. Laboratory test data of all types shows the important influence of this factor on soil behavior.

(3) The initial confining pressure

There is considerable evidence to show that under earthquake loading conditions, in contrast to flow-slide susceptibility under static load conditions, the liquefaction potential of a soil is reduced by an increase in confining pressure. Laboratory tests by numerous investigators (4,5,16,17, 18,21,27) have shown that for a given initial density, the stress required to initiate liquefaction under cyclic load conditions increases with the initial confining pressure. The effect was also shown in the field during the Niigata earthquake where soil under a 9 ft fill remained stable but similar soils surrounding the fill liquefied extensively (26).

(4) The intensity of ground shaking

For a soil in a given condition and under a given confining pressure, the vulnerability to liquefaction during an earthquake depends on the magnitude of the stresses or strains induced in it by the earthquake; these in turn are related to the intensity of ground shaking. The significance of the applied stresses has been shown by many laboratory investigations but the important effect of ground shaking intensity in the field is very well illustrated by the soil behavior at Niigata in Japan. Records of earthquakes for this city extend back over a period exceeding one thousand years, and estimated values of maximum ground accelerations for earthquakes affecting the city in the past 370 years are shown in Fig. 1. These values were determined from the relationships between earthquake magnitude, distance from source of energy release and maximum ground accelerations suggested by Housner (9) with appropriate corrections for the effect of local soil conditions based on the recorded ground acceleration of 0.16g in the 1964 earthquake. Magnitudes and epicenter locations for the earthquakes affecting Niigata have been presented by Kawasumi (10).

It may be seen in Fig. 1 that although the relatively loose sands in Niigata have been shaken by 25 earthquakes in the past 370 years, historical records show only 3 occasions on which liquefaction has been reported in or near Niigata itself; on these occasions the estimated ground accelerations were in excess of 0.13g, culminating with the extensive liquefaction in 1964 when ground accelerations had their probable maximum value of 0.16g. Of special significance, however, is the fact that in 22 other earthquakes producing estimated ground accelerations ranging from 0.005g to 0.12g, there was no indication of any soil liquefaction in the city

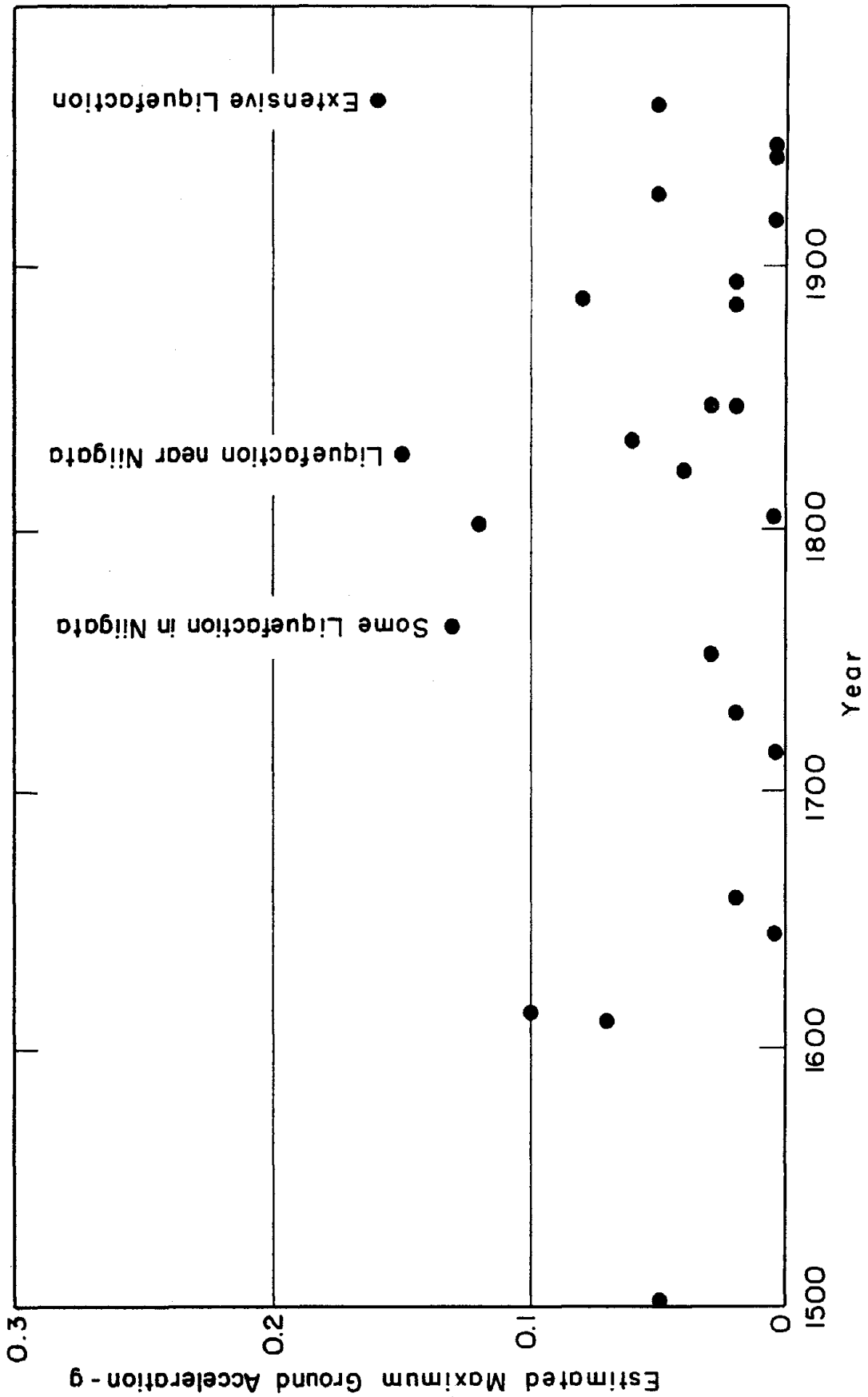


Fig. 1 ESTIMATED MAXIMUM GROUND ACCELERATION IN NIIGATA.

4-a

(Kawasumi (10)). The intensity of ground motions must thus be considered an important factor in evaluating soil liquefaction potential.

(5) Duration of ground shaking

The duration of ground shaking is a significant factor in determining liquefaction potential since it determines in a general way the number of significant stress or strain cycles to which a soil is subjected. All laboratory studies of soil liquefaction under cyclic loading conditions show that for any given stress or strain level, the onset of liquefaction depends on the application of a requisite number of stress or strain cycles. In the field, the importance of this is perhaps best illustrated by the landslides which were triggered by liquefaction in Anchorage during the Alaska earthquake of 1964. These slides did not occur until about 90 seconds after the earthquake motions started (22) indicating the need for development of sufficient stress cycles to induce liquefaction and instability. Clearly if the duration of ground shaking had been only 45 seconds, no liquefaction or soil instability would have developed.

General Method of Evaluating Liquefaction Potential

In view of the evidence that the five factors discussed above have a significant influence on the liquefaction potential of any soil deposit, it is apparent that any method for evaluating liquefaction potential should take these factors into account. Accordingly, Seed and Idriss (26) proposed a general method for evaluating liquefaction potential involving the following steps:

- (1) After establishing the soil conditions and the design earthquake, determine the time history of shear stresses induced by the earthquake ground motions at different depths within the deposit.

- (2) By appropriate weighting of the stress levels involved in the various stress cycles throughout the earthquake, convert the stress history into an equivalent number of uniform stress cycles and plot the equivalent uniform stress level as a function of depth as shown in Fig. 2. By this means the intensity of ground shaking, the duration of shaking and the variation of shear stress with depth within the deposit are taken into account.
- (3) By means of laboratory soil tests on representative samples, conducted under various confining pressures, determine the cyclic shear stresses which would have to be developed at various depths to cause liquefaction in the same number of stress cycles as that determined in step (2) to be representative of the particular earthquake under consideration. Either cyclic load triaxial compression tests or cyclic load simple shear tests may be used for this purpose and the interpretation of the test data to determine the stress conditions causing liquefaction in the field has been discussed elsewhere (Seed and Peacock (29)). However in this way, the soil type, the in-place condition and the initial effective stress condition may be appropriately taken into account; the stresses required to cause failure may then be plotted as a function of depth as shown in Fig. 2.
- (4) By comparing the shear stresses induced by the earthquake with those required to cause liquefaction, determine whether any zone exists within the deposit where liquefaction can be expected to occur (induced stresses exceed those causing failure).

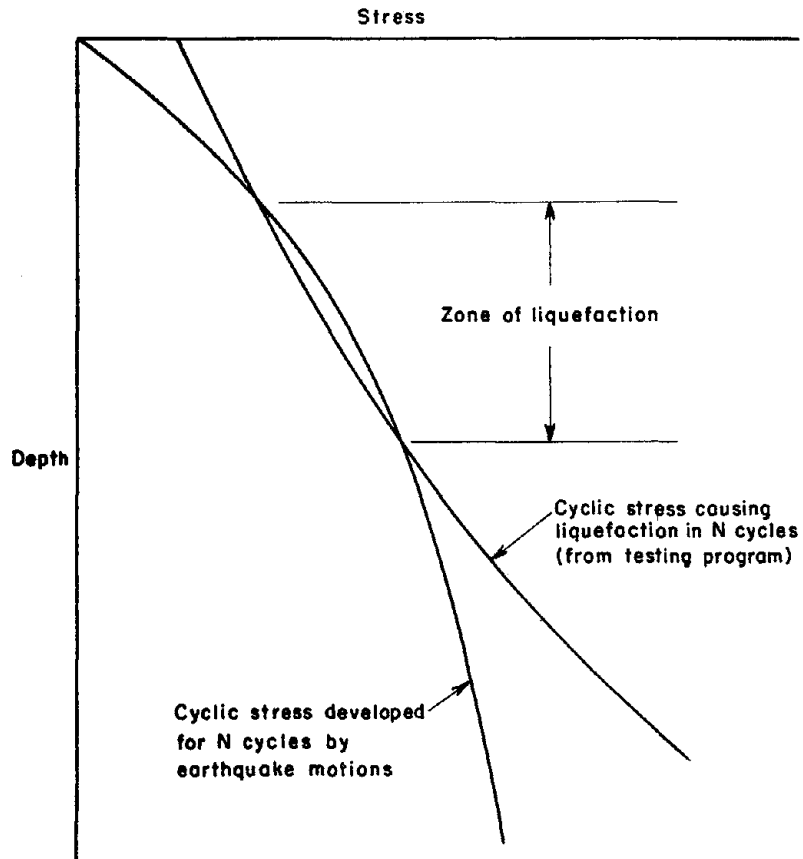


Fig. 2 METHOD OF EVALUATING LIQUEFACTION POTENTIAL.

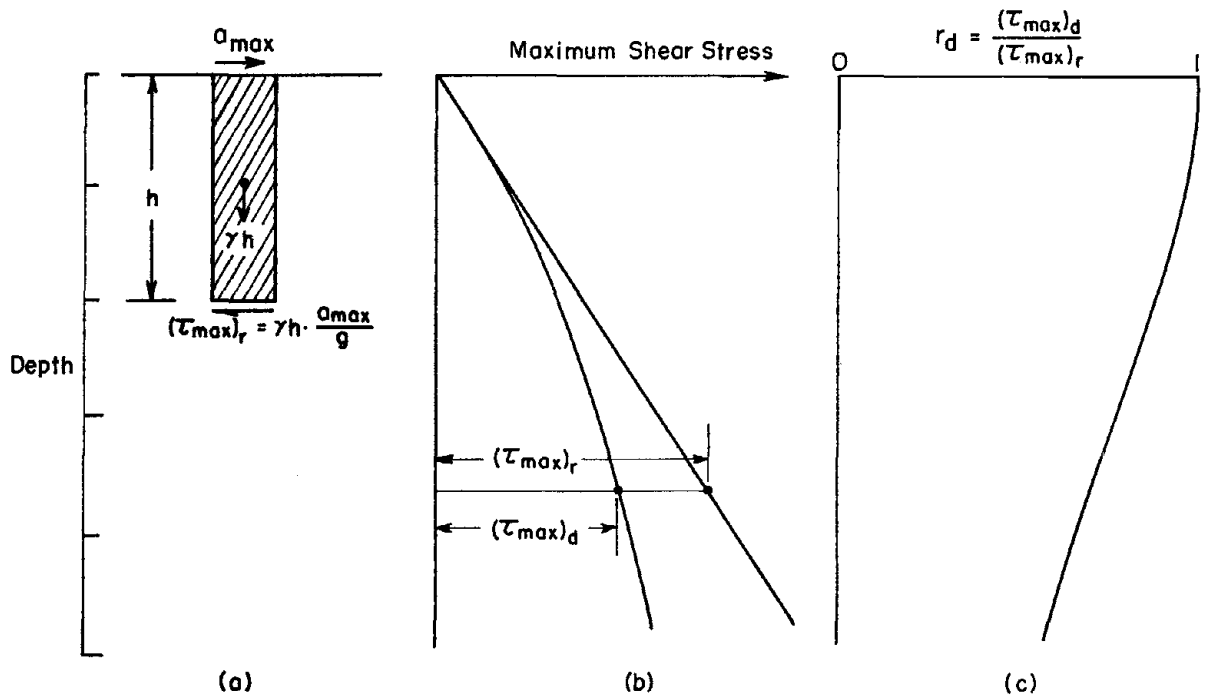


Fig. 3 DETERMINATION OF MAXIMUM SHEAR STRESS.

b-a

In applying the method, the stress history at various depths in a deposit can best be determined by a ground response analysis (26), possibly conducted in steps to take into account the changing deformation characteristics of the soil as the pore pressures build up (28). In most cases this latter refinement is unnecessary since the soil properties do not change appreciably until liquefaction is imminent. Even so, a ground response analysis may involve techniques, skills and equipment which are not readily available. In addition, the conduct of cyclic load tests may present difficulties.

Accordingly in applying the method over a period of time, simplified techniques have been developed for evaluating induced stresses and soil characteristics which are sufficiently accurate for many practical purposes. These techniques are described in the following pages.

Simplified Procedure for Evaluating Stresses Induced by Earthquake

The shear stresses developed at any point in a soil deposit during an earthquake appear to be due primarily to the upward propagation of shear waves in the deposit. If the soil column above a soil element at depth h behaved as a rigid body and the maximum ground surface acceleration were a_{\max} , the maximum shear stress on the soil element would be

$$(\tau_{\max})_r = \frac{\gamma h}{g} \cdot a_{\max} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (1)$$

where γ is the unit weight of the soil, see Fig. 3(a). Because the soil column behaves as a deformable body, the actual shear stress at depth h , $(\tau_{\max})_d$, as determined by a ground response analysis will be less than $(\tau_{\max})_r$ and might be expressed by

$$(\tau_{\max})_d = r_d \cdot (\tau_{\max})_r \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (2)$$

where r_d is a stress reduction coefficient with a value less than 1. The variations of $(\tau_{\max})_r$ and $(\tau_{\max})_d$ will typically have the form shown in Fig. 3(b) and in any given deposit, the value of r_d will decrease from a value of 1 at the ground surface to much lower values at large depths, as shown in Fig. 3(c).

Computations of the value of r_d for a wide variety of earthquake motions and soil conditions having sand in the upper 50 ft have shown that r_d falls within the range of values shown in Fig. 4. It may be seen that in the upper 30 or 40 ft the scatter of the results is not great and for any of the deposits, the error involved in using the average values shown by the dashed line would generally be less than about 5%. Thus to depths of about 40 ft, a reasonably accurate assessment of the maximum shear stress developed during an earthquake can be made from the relationship

$$\tau_{\max} = \frac{\gamma h}{g} \cdot a_{\max} \cdot r_d \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (3)$$

where values of r_d are taken from the dashed line in Fig. 4. The critical depth for development of liquefaction, if it is going to occur, will normally be in the depth covered by this relationship.

The actual time-history of shear stress at any point in a soil deposit during an earthquake will have an irregular form such as that shown in Fig. 5. From such relationships it is necessary to determine the equivalent uniform average shear stress. By appropriate weighting of the individual stress cycles, based on laboratory test data, this determination can readily be made. However after making these determinations for a number of different cases it has been found that with a reasonable degree of accuracy, the average equivalent uniform shear stress, τ_{av} , is about 65% of the maximum shear stress, τ_{\max} . Combining this result with the above

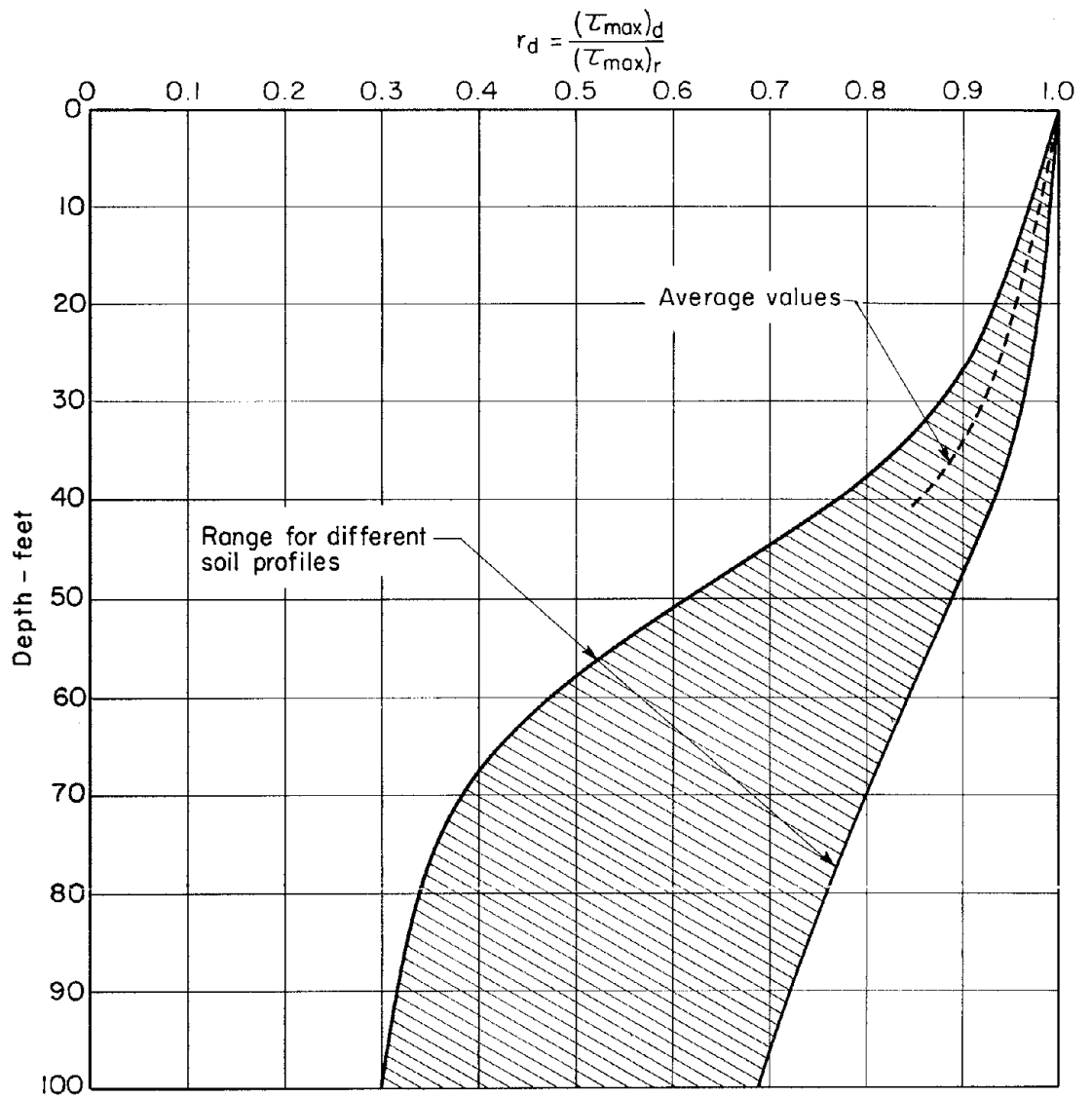


Fig. 4 RANGE OF VALUES OF r_d FOR DIFFERENT SOIL PROFILES.

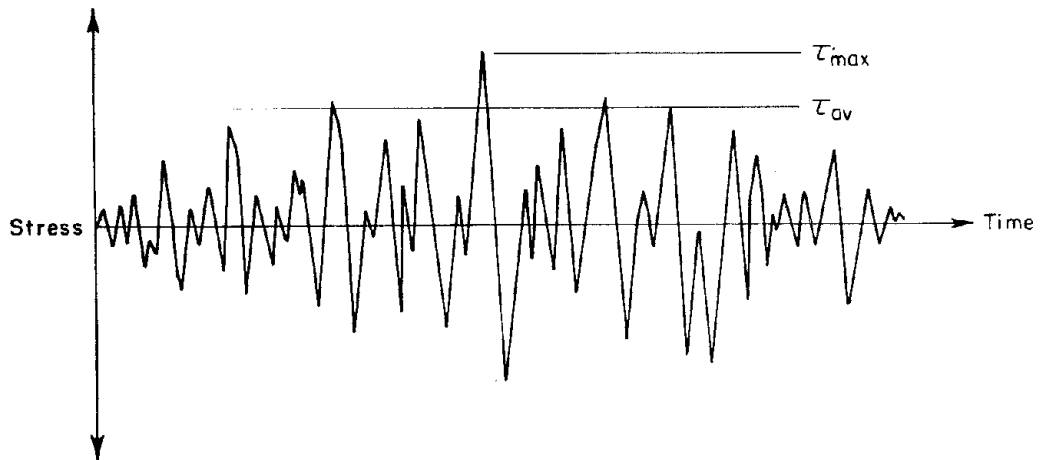


Fig. 5 TIME HISTORY OF SHEAR STRESSES DURING EARTHQUAKE.

8-a

expression for τ_{\max} it follows that for practical purposes, the average cyclic shear stress may be determined by:

$$\tau_{\text{av}} \approx 0.65 \times \frac{\gamma h}{g} \cdot a_{\text{max}} \times r_d \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

The appropriate number of significant stress cycles N_c will depend on the duration of ground shaking and thus on the magnitude of the earthquake. Representative numbers of stress cycles are as follows:

<u>Earthquake Magnitude</u>	<u>No. of Significant Stress Cycles, N_c</u>
7	10
$7\frac{1}{2}$	20
8	30

The use of these values together with stresses determined from Eq. 4, provides a simple procedure for evaluating the stresses induced at different depths by any given earthquake for which the maximum ground surface acceleration is known.

Simplified Procedure for Evaluating Stresses Causing Liquefaction

Determination of the cyclic shear stress causing liquefaction of a given soil in a given number of stress cycles is normally made by a laboratory test program using cyclic loading triaxial compression tests. The results of a number of such investigations on soils with different grain sizes, represented by the mean grain size, D_{50} , and at a relative density of 50 percent are summarized in Figs. 6 and 7 (29). The results of these tests are expressed in terms of the stress ratio $\frac{\sigma_{dc}}{2\sigma_a}$ causing liquefaction in 10 and 30 cycles, where σ_{dc} is the cyclic deviator stress

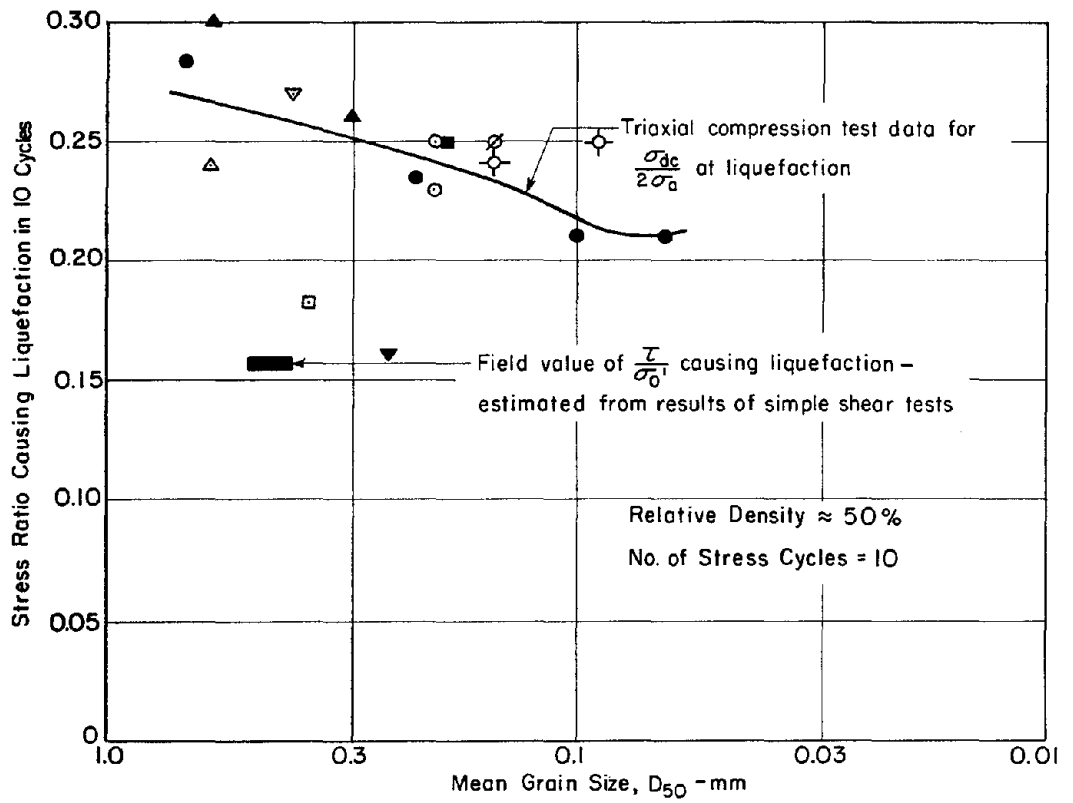


Fig. 6 STRESS CONDITIONS CAUSING LIQUEFACTION OF SANDS IN 10 CYCLES.

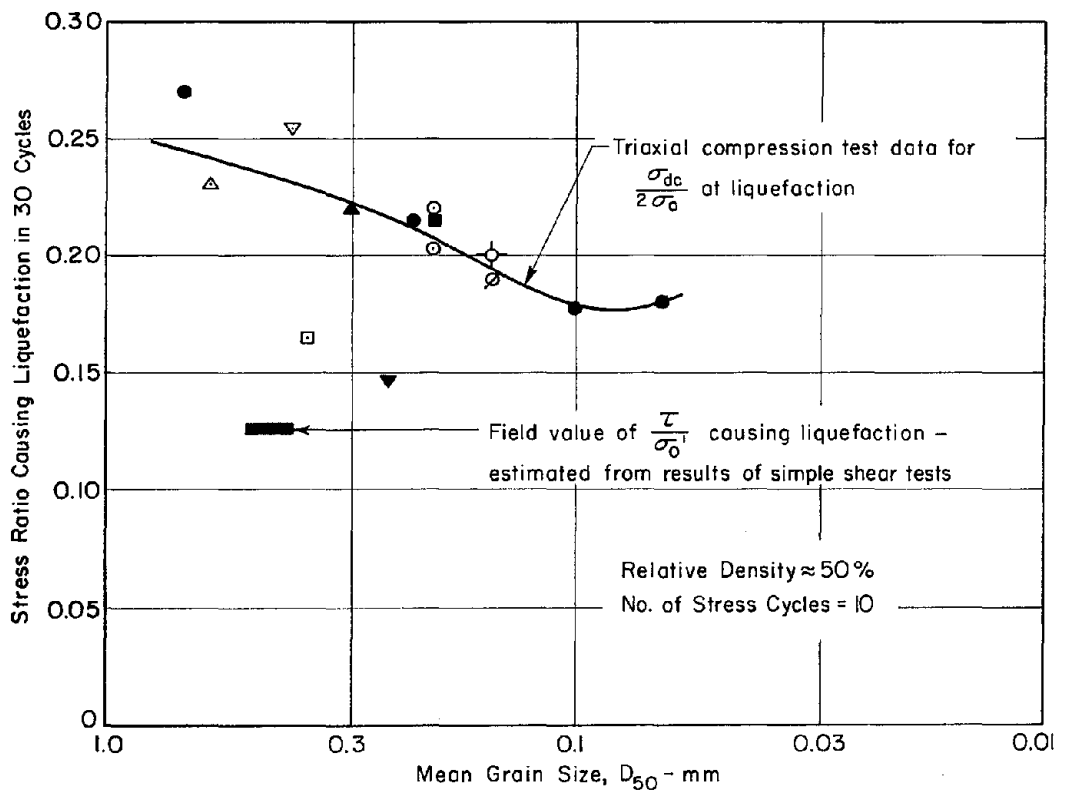


Fig. 7 STRESS CONDITIONS CAUSING LIQUEFACTION OF SANDS IN 30 CYCLES.

9-a

and σ_a is the initial ambient pressure under which the sample was consolidated. Although the tests were performed by different investigators, it may be seen that there is a reasonable degree of consistency in the results, suggesting that these data may be used to estimate the liquefaction characteristics of other sands from a knowledge of the mean grain size, D_{50} . The stresses required to cause liquefaction for sands at other relative densities may be estimated from the fact that for relative densities up to about 80 percent, the shear stress required to cause initial liquefaction is approximately proportional to the relative density.

Also shown in Figs. 6 and 7 are the values of the stress ratio $\frac{\tau}{\sigma'_o}$ causing liquefaction under field conditions, estimated from the results of simple shear tests; τ is the shear stress developed on a horizontal plane and σ'_o is the initial effective overburden pressure. It may be seen that the field value of $\frac{\tau}{\sigma'_o}$ is less than the corresponding value of $\frac{\sigma_{dc}}{2\sigma_a}$. However the two stress ratios may be related by the equation:

$$\left(\frac{\tau}{\sigma'_o}\right)_l = \left(\frac{\sigma_{dc}}{2\sigma_a}\right)_l \cdot c_r \quad (5)$$

where c_r is a correction factor to be applied to laboratory triaxial test data to obtain the stress conditions causing liquefaction in the field. Detailed consideration of the stress conditions in triaxial compression test specimens and the limitations of the test itself have led to the suggestion that appropriate values of c_r vary with relative density approximately as shown in Fig. 8 (29). Thus the test data in Figs. 6 and 7 together with the values of c_r in Fig. 8 provide a simple means for assessing the stress conditions likely to cause liquefaction of different soils in the field. For a given soil at a relative density D_r , the stress ratio

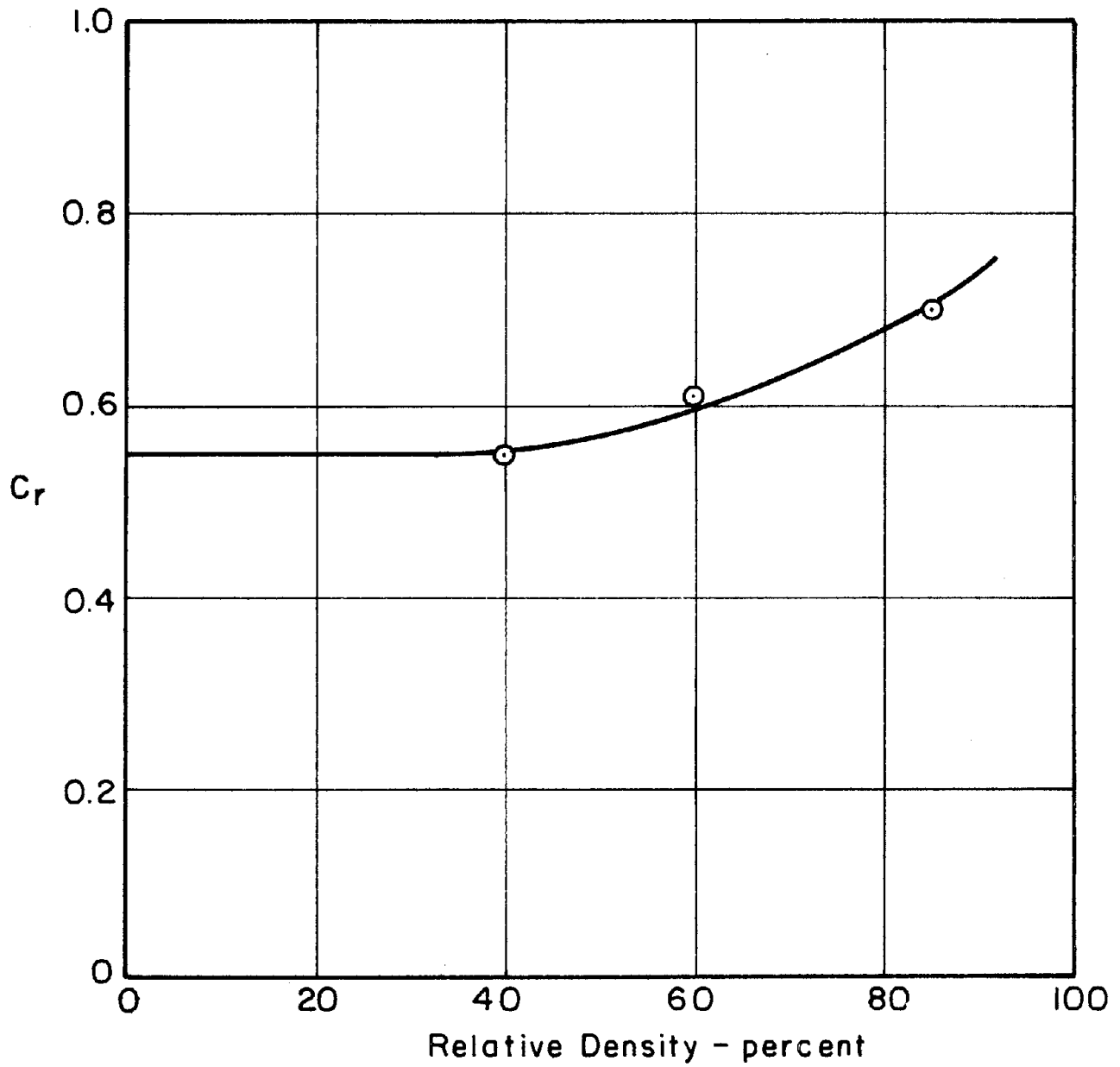


Fig. 8 RELATIONSHIP BETWEEN C_r AND RELATIVE DENSITY.

10-a

causing liquefaction in the field may be estimated from the relationship

$$\left(\frac{\tau}{\sigma_o'}\right)_{D_r} \approx \left(\frac{\sigma_{dc}}{2\sigma_a}\right)_{50} \cdot c_r \cdot \frac{D_r}{50} \quad (6)$$

where the suffixes D_r and 50 denote relative densities of D_r and 50 respectively and values of $\left(\frac{\sigma_{dc}}{2\sigma_a}\right)_{50}$ are taken from Fig. 6 or 7. On specific projects it may often be desirable to perform cyclic load tests to determine the stress conditions causing liquefaction but for many purposes the use of the above expression may well be adequate.

Evaluation of Liquefaction Potential

In order to evaluate the liquefaction potential of a deposit it is necessary to determine whether the shear stress induced at any depth by the earthquake, determined from Eq. 4, is sufficiently large to cause liquefaction at that depth, as indicated by the relationship in Equation 6. For deposits in which the water table is at a depth of 0 to 10 ft, the critical depth will often be about 20 ft and for those where the water table depth is about 15 ft, the critical depth may be about 30 ft. Thus the evaluation can often be made simply for a representative element at one of these depths.

Consider for example, a deposit of sand for which $D_{50} \approx 0.2$ mm, the water table is 5 ft below the ground surface and which is subjected to ground shaking by a magnitude 7 earthquake. From Equation 4, the average shear stress induced for about 10 cycles will be:

$$\tau_{av} \approx 0.65 \times \frac{\gamma h}{g} \cdot a_{max} \times r_d$$

At a depth of 20 ft, $r_d \approx 0.95$ (see Fig. 4) giving

$$\tau_{av} \approx 0.65 \times 0.95 \times \frac{\gamma h}{g} \cdot a_{max}$$

If the shear stress required to cause initial liquefaction in 10 cycles is $\tau_{\ell 10}$, it follows from Eq. 6:

$$\frac{\tau_{\ell 10}}{\sigma_o'} \approx \left(\frac{\sigma_{dc}}{2\sigma_a} \right)_{\ell 50} \cdot \frac{D_r}{50} \cdot c_r$$

However for a soil with $D_{50} \approx 0.2$ mm, the data in Fig. 6 show that

$$\left(\frac{\sigma_{dc}}{2\sigma_a} \right)_{\ell 50} \approx 0.24$$

giving

$$\tau_{\ell 10} \approx 0.24 \cdot \sigma_o' \cdot \frac{D_r}{50} \cdot c_r$$

The sand will develop initial liquefaction in 10 cycles if

$$\tau_{av} = \tau_{\ell 10}$$

$$\text{i.e. } 0.65 \times 0.95 \times \frac{\gamma h}{g} \cdot a_{max} = 0.24 \cdot \sigma_o' \cdot \frac{D_r}{50} \cdot c_r$$

$$\text{or } \frac{a_{max}}{g} \approx \frac{0.24}{0.65 \times 0.95 \times 50} \cdot \frac{\sigma_o'}{\gamma h} \cdot c_r D_r$$

$$\approx 0.0078 \cdot \frac{\sigma_o'}{\gamma h} \cdot c_r D_r$$

For a water table 5 ft below the ground surface and a soil element at a depth of 20 ft:

$$\gamma h \approx 20 \times 112 \approx 2240 \text{ psf}$$

$$\sigma_o' \approx 5 \times 112 + 15 \times 50 \approx 1310 \text{ psf}$$

$$\text{Thus } \frac{a_{max}}{g} \approx 0.0078 \times \frac{1310}{2240} \cdot c_r D_r$$

$$\approx 0.0046 c_r D_r$$

The relationship between a_{\max} and D_r indicated by this equation may be evaluated as follows:

D_r	c_r (from Fig. 8)	$\frac{a_{\max}}{g} = 0.0046 c_r D_r$
30	0.55	0.076
40	0.55	0.100
50	0.57	0.131
60	0.60	0.166
70	0.64	0.205
80	0.68	0.250

and the relationship can be plotted as shown in Fig. 9. If, for any given value of maximum ground acceleration, the relative density of the deposit exceeds the value indicated by this relationship, liquefaction would not be expected to occur, and vice versa. Relationships computed following the same procedure for water table depths of 10 and 15 ft are also plotted in Fig. 9, indicating the lower degree of liquefaction potential resulting from a greater depth of water table.

Similar computations can readily be made for other soil types, depths of water table and number of stress cycles. Soils having the greatest susceptibility to liquefaction appear to be very fine uniform sands, with D_{50} of the order of 0.08 mm. For such materials the relationships between a_{\max} and relative density for which initial liquefaction would just occur in an earthquake producing 20 stress cycles for different water table elevations are shown in Fig. 10.

In general when liquefaction of sands develops in the field, the mean grain size might be expected to range from 0.075 mm to about 0.2 mm and

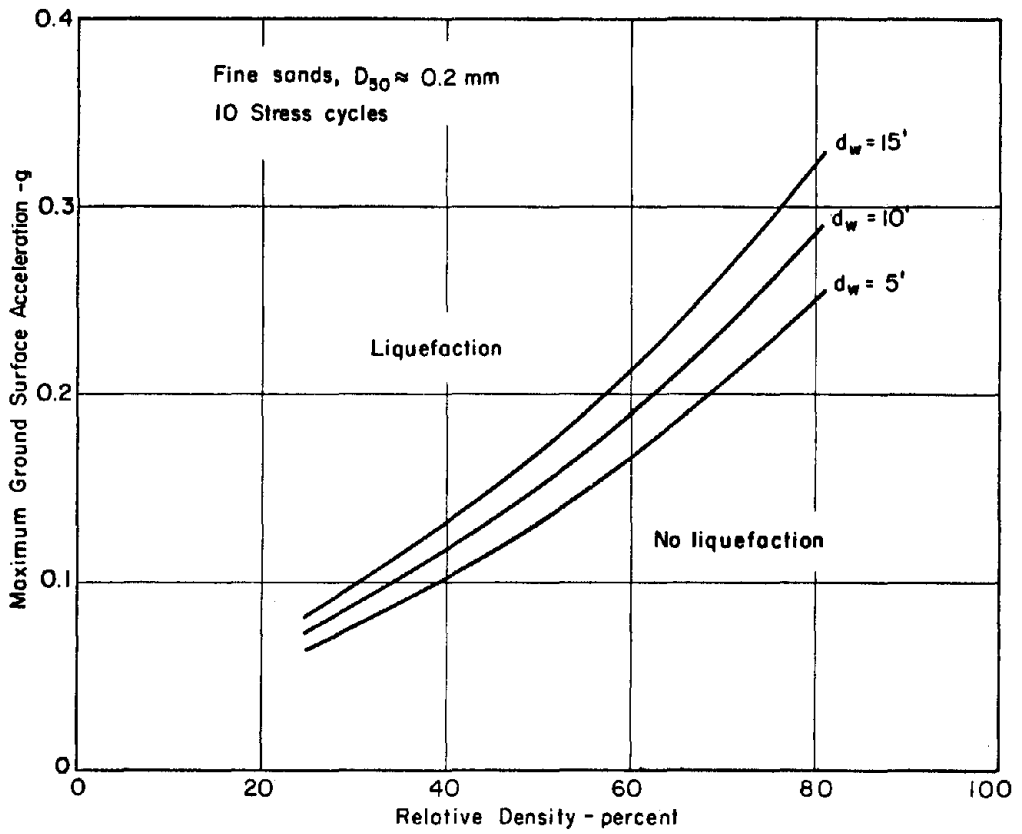


Fig. 9 EVALUATION OF LIQUEFACTION POTENTIAL FOR FINE SAND - 10 STRESS CYCLES.

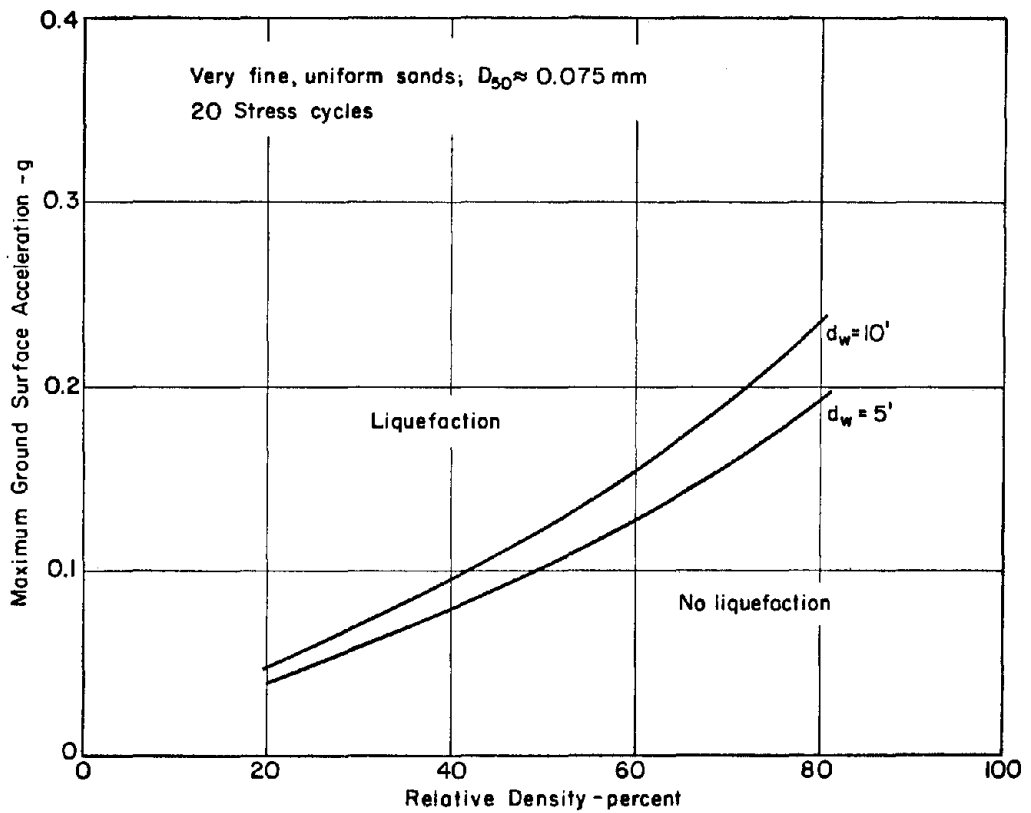


Fig. 10 EVALUATION OF LIQUEFACTION POTENTIAL FOR VERY FINE SAND - 20 STRESS CYCLES.

the number of stress cycles from 10 to 20. Thus the boundaries between conditions which do and do not liquefy might normally be expected to be within the range covered by the conditions:

$$D_{50} \approx 0.075 \text{ mm}; N_c = 20$$

$$D_{50} \approx 0.2 \text{ mm}; N_c = 10$$

The computed relationships between relative density and maximum ground acceleration for which initial liquefaction will just occur for these conditions are plotted in Figs. 11 and 12 for water table depths of 5 and 10 ft. respectively. For earthquakes exceeding about Magnitude 7 and appropriate water table depths, it might therefore be expected that combinations of relative density and maximum ground surface acceleration falling above the upper curve ($D_{50} \approx 0.2 \text{ mm}; N_c = 10$) in Figs. 11 and 12 would often cause liquefaction; combinations falling below the lower curve ($D_{50} \approx 0.075 \text{ mm}; N_c = 20$) would usually be safe against liquefaction; while combinations falling between the curves might cause liquefaction or not, depending on the particular combination of conditions involved. It is believed that charts of this type can provide a useful guide in the evaluation of soil liquefaction potential during earthquakes.

Comparison of Liquefaction Potential Evaluations with Field Behavior

The only reliable method for determining the usefulness of any method of evaluating liquefaction potential is by comparing its results with the known performance of soils in the field. Accordingly a compilation has been made of a number of cases in which sand deposits have or have not liquefied during earthquakes. The soil conditions, ground motions and field behavior in these cases are summarized in Table 1.

Table 1. Site Conditions and Earthquake Data for Known Cases of Liquefaction and Non-Liquefaction.

Earthquake	Date	Magnitude	Site	Approx. distance from source of energy release -miles	Soil Type	Depth of water table -feet	Critical depth -feet	Average penetration resist. at critical depth N	Relative density -%	Max. ground surface acceleration -g	Duration of shaking -secs	Field Behavior	References
Niigata	1802	6.6	Niigata	24	Sand	3	20	6	53	0.12	≈20	No Liquefaction	Kawasumi (10)
Niigata	1802	6.6	Niigata	24	Sand	3	20	12	64	0.12	≈20	No Liquefaction	Seed & Idriss (26)
Niigata	1887	6.1	Niigata	29	Sand	3	20	6	53	0.08	≈12	No Liquefaction	Kawasumi (10)
Niigata	1887	6.1	Niigata	29	Sand	3	20	12	64	0.08	≈12	No Liquefaction	Seed & Idriss (26)
Mino Owari	1891	8.4	Ogaki	20	Sand	3	45	17	65	≈0.35	≈75	Liquefaction	Kishida (12)
Mino Owari	1891	8.4	Ginan West	20	Sand	6	30	10	55	≈0.35	≈75	Liquefaction	Kishida (12)
Mino Owari	1891	8.4	Unuma	20	Sand & Gravel	6	25	19	75	≈0.35	≈75	No Liquefaction	Kishida (12)
Mino Owari	1891	8.4	Ogase Pond	20	Sand	8	20	16	72	≈0.35	≈75	Liquefaction	Kishida (12)
Santa Barbara	1925	6.3	Sheffield Dam	7	Sand	≈15	25	-	40	≈0.2	15	Liquefaction	Seed et al (28)
El Centro	1940	7.0	Brawley	5	Sand	≈15	≈15	-	58	≈0.25	30	Liquefaction	Ross (23)
El Centro	1940	7.0	All-Am. Canal	5	Sand	≈20	≈25	-	43	≈0.25	30	Liquefaction	Ross (23)
El Centro	1940	7.0	Solfataro Canal	5	Sand	5	≈20	-	32	≈0.25	30	Liquefaction	Ross (23)
Tohankai	1944	8.3	Komei	100	Sand	5	13	4	40	≈0.08	≈70	Liquefaction	Kishida (12)
Tohankai	1944	8.3	Meiko St.	100	Silt & Sand	2	8	1	30	≈0.08	≈70	Liquefaction	Kishida (12)
Fukui	1948	7.2	Takaya	4	Sand	11	23	18	72	≈0.30	≈30	Liquefaction	Kishida (12)
Fukui	1948	7.2	Takaya	4	Sand	3	23	28	90	≈0.30	≈30	No Liquefaction	Kishida (12)
Fukui	1948	7.2	Shonenji Temple	4	Sand	4	10	3	40	≈0.30	≈30	Liquefaction	Kishida (12)
Fukui	1948	7.2	Agr. Union	4	Sand & Silt	3	20	5	50	≈0.30	≈30	Liquefaction	Kishida (12)
San Francisco	1957	5.5	Lake Merced	4	Sand	8	10	7	55	≈0.18	18	Liquefaction	Ross (23)
Chile	1960	8.4	Puerto Montt	≈70	Sand	12	15	6	50	≈0.15	≈75	Liquefaction	Lee (15)
Chile	1960	8.4	Puerto Montt	≈70	Sand	12	15	8	55	≈0.15	≈75	Liquefaction	Lee (15)
Chile	1960	8.4	Puerto Montt	≈70	Sand	12	20	18	75	≈0.15	≈75	No Liquefaction	Lee (15)
Niigata	1964	7.5	Niigata	32	Sand	3	20	6	53	0.16	40	Liquefaction	Seed & Idriss (26)
Niigata	1964	7.5	Niigata	32	Sand	3	25	15	70	0.16	40	Liquefaction	Kishida (11)
Niigata	1964	7.5	Niigata	32	Sand	3	20	12	64	0.16	40	No Liquefaction	Seed & Idriss (26)
Niigata	1964	7.5	Niigata	32	Sand	12	25	6	53	0.16	40	No Liquefaction	Seed & Idriss (26)
Alaska	1964	8.3	Snow River	60	Sand	0	20	5	50	≈0.15	180	Liquefaction	Ross et al (24)
Alaska	1964	8.3	Snow River	60	Sand	8	20	5	44	≈0.15	180	Liquefaction	Ross et al (24)
Alaska	1964	8.3	Quartz Creek	70	Sandy Gravel	0	≈25	40-80	100	≈0.12	180	No Liquefaction	Ross et al (24)
Alaska	1964	8.3	Scott Glacier	55	Sand	0	≈20	10	65	≈0.16	180	Liquefaction	Ross et al (24)
Alaska	1964	8.3	Valdez	35	Sand & Gravel	5	≈20	13	68	≈0.25	180	Liquefaction	Coulter & Migliaccio (3)
Tokachioki	1968	7.8	Hachinohe	45 to 110	Sand	3	12	14	78	0.21	45	No Liquefaction	Ohsaki (20)
Tokachioki	1968	7.8	Hachinohe	45 to 110	Sand	3	12	6	58	0.21	45	Liquefaction	Ohsaki (20)
Tokachioki	1968	7.8	Hachinohe	45 to 110	Sand	5	10	15	80	0.21	45	No Liquefaction	Ohsaki (20)
Tokachioki	1968	7.8	Hakodate	100	Sand	3	15	6	55	0.18	45	Liquefaction	Kishida (13)

14-a

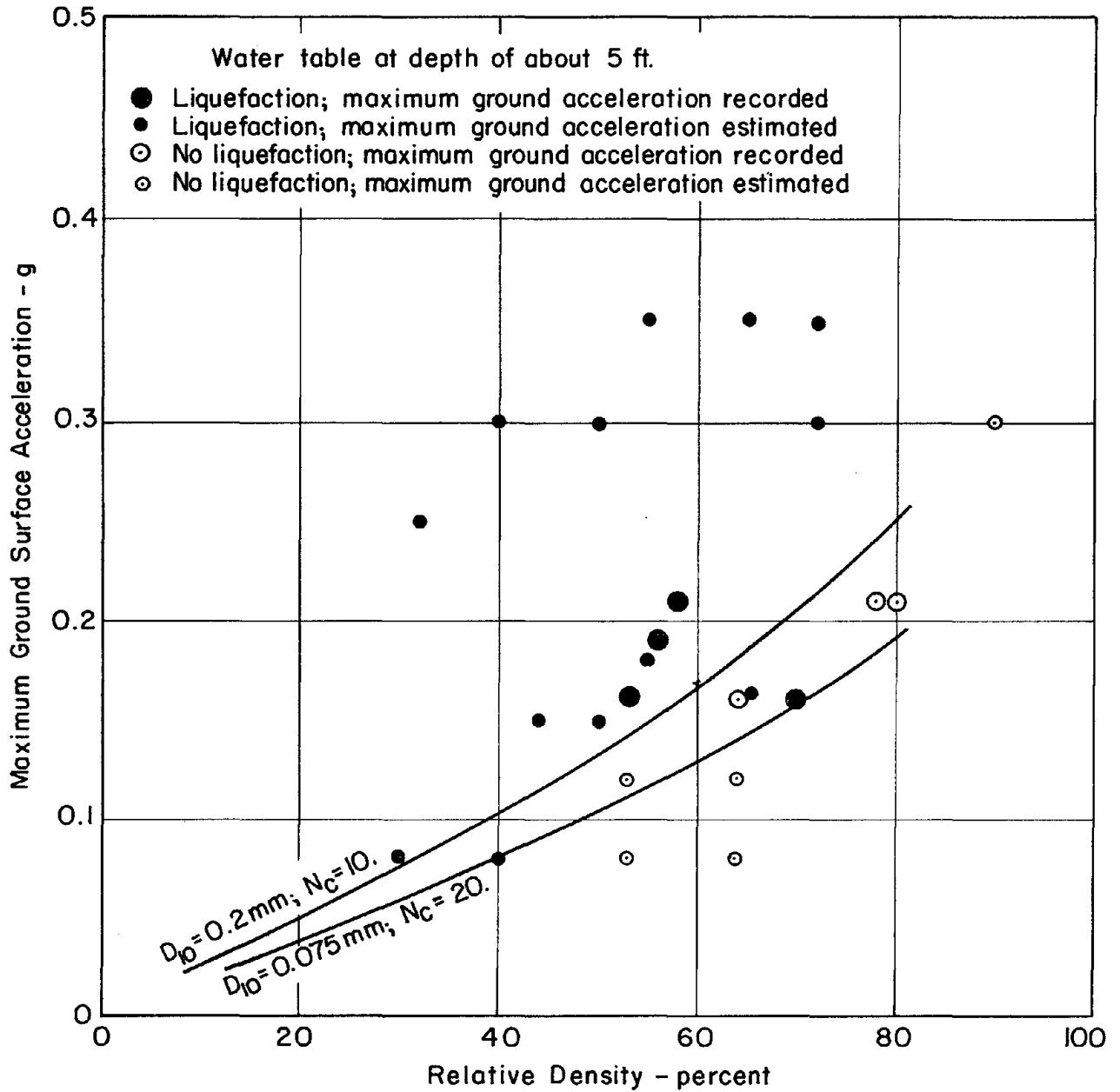


Fig. II EVALUATION OF LIQUEFACTION POTENTIAL FOR FINE SANDS-
WATER TABLE 5 FT. BELOW GROUND SURFACE.

14-6

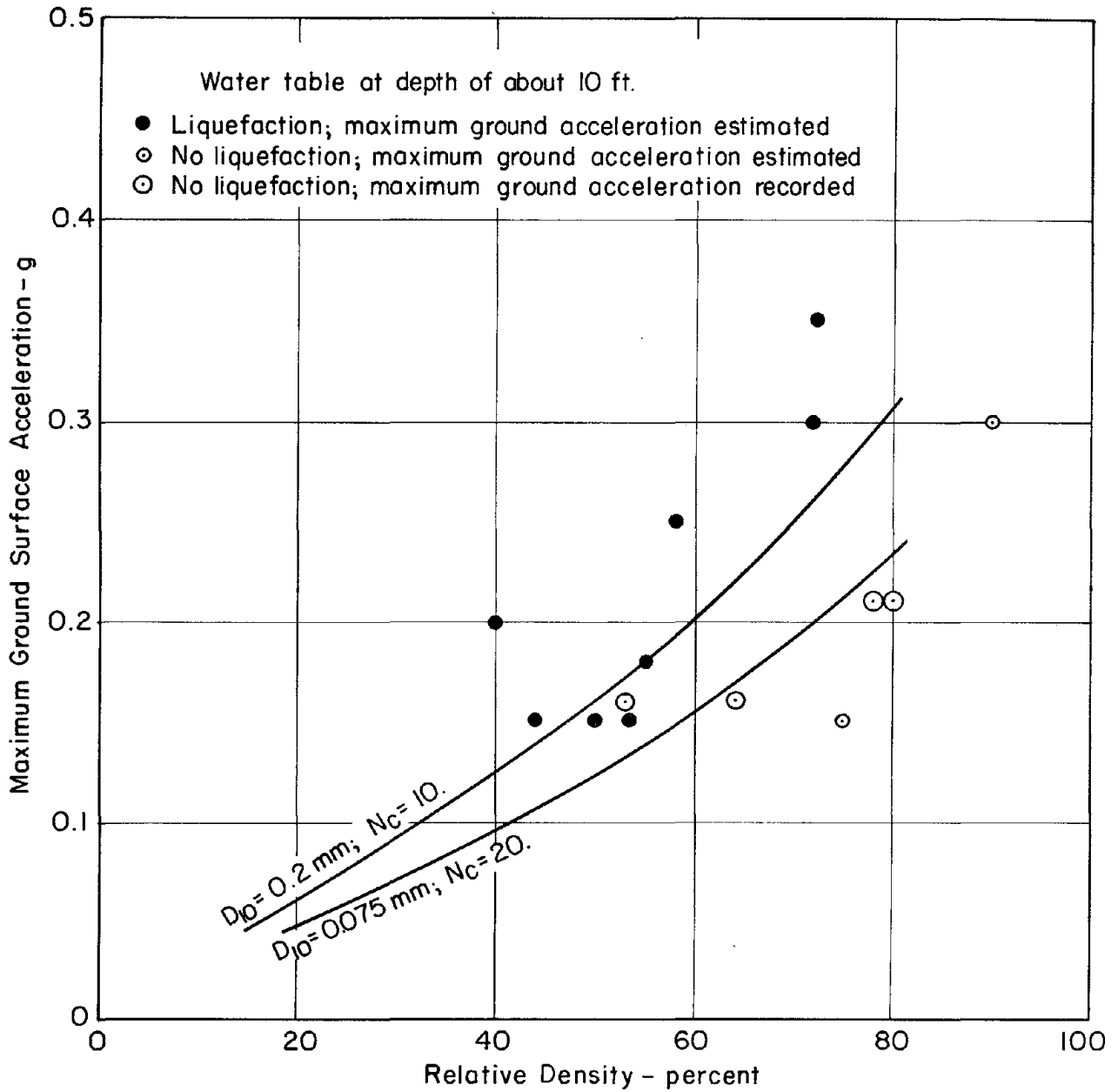


Fig. 12 EVALUATION OF LIQUEFACTION POTENTIAL FOR FINE SANDS - WATER TABLE 10 FT. BELOW GROUND SURFACE.

14c

In most cases no direct measurement of relative density was made but data were available concerning the standard penetration resistance of the deposits. In these cases the in-situ relative density was determined from the relationship between relative density, penetration resistance and effective overburden pressure proposed by Gibbs and Holtz (7). This correlation is presented in Fig. 13.

In addition, measurements of maximum ground accelerations were available for only a few cases. Thus in most cases it was necessary to estimate the maximum ground surface accelerations from the approximate relationships between earthquake magnitude, distance from zone of energy release and maximum ground acceleration proposed by Housner (9).

In this way, for locations where the water table was about 5 ft below the ground surface, it was possible to determine combinations of relative density and maximum ground surface acceleration for 15 cases where liquefaction is known to have occurred and 8 cases where liquefaction did not develop. These cases are plotted in Fig. 11, larger symbols being used for cases where ground motion measurements were available and smaller symbols for cases where ground motions had to be estimated.

For locations where the water table was about 10 ft below the ground surface it was possible to determine combinations of relative density and maximum ground surface acceleration for 8 cases where liquefaction is known to have occurred and 6 cases where liquefaction did not develop. These cases are plotted in Fig. 12.

It may be seen from Figs. 11 and 12 that the liquefaction behavior of soils in the field is in reasonably good agreement with the anticipated behavior determined by the simplified procedure for evaluating liquefaction potential. It appears therefore that evaluations of this type provide not

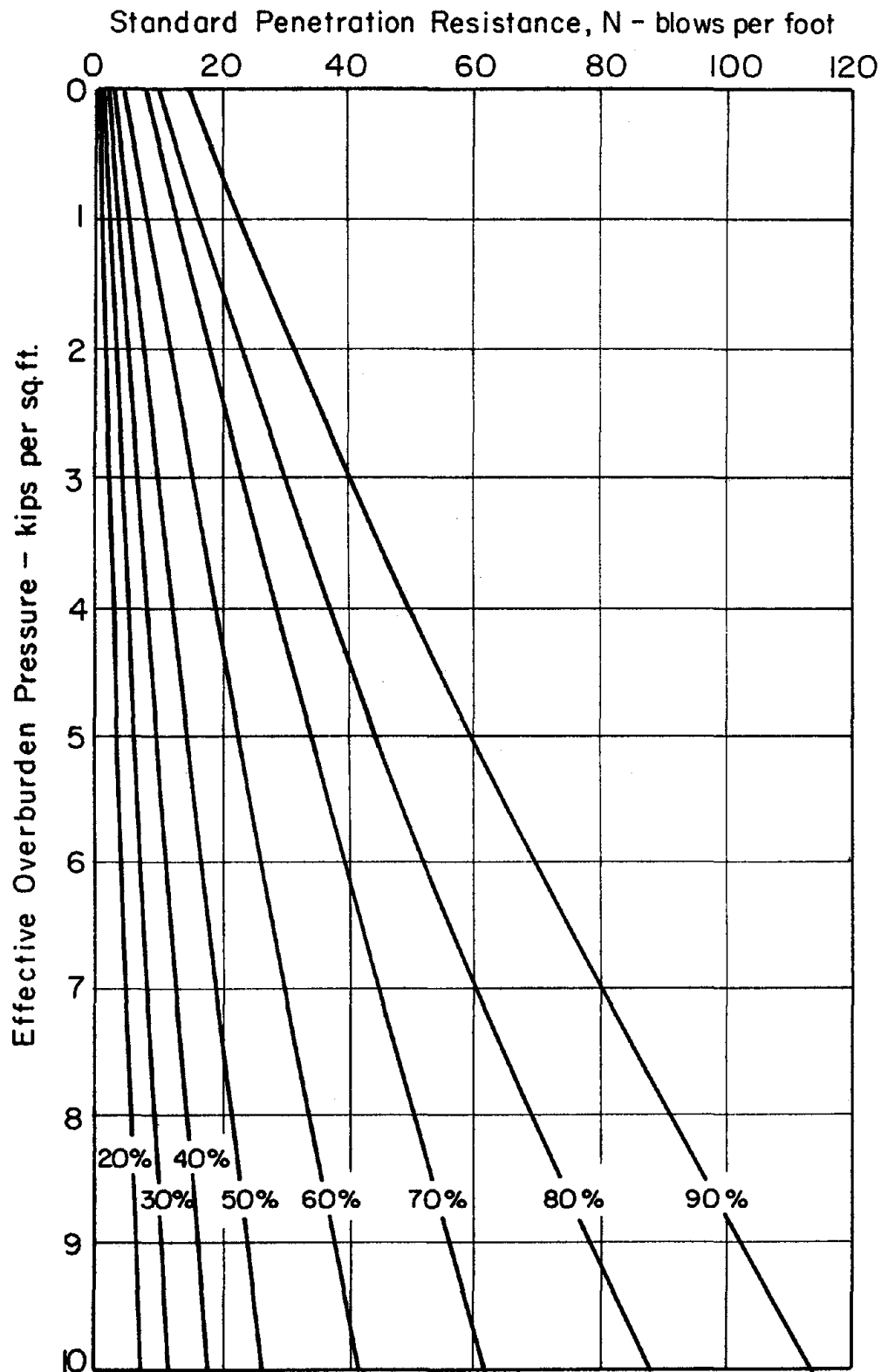


Fig. 13 RELATIONSHIP BETWEEN STANDARD PENETRATION RESISTANCE, RELATIVE DENSITY AND EFFECTIVE OVERBURDEN PRESSURE.

15-a

only a convenient means of summarizing available knowledge of conditions causing liquefaction in the field in past earthquakes, but also of extending this information to different conditions of relative density and maximum ground accelerations.

Comparison of Liquefaction Potential Evaluations with Limiting Conditions for Liquefaction at Niigata

In the Niigata earthquake of June 16, 1964, extensive liquefaction occurred in some parts of the city but not in others. The maximum ground acceleration recorded in the city was 0.16g. Following the earthquake Japanese engineers made detailed studies to determine the differences in soil conditions between the heavy damage area where liquefaction occurred and the light damage area where liquefaction did not develop. It was concluded that the essential difference was a somewhat higher relative density, as evidenced by higher values of the standard penetration resistance, in the light damage area as compared with the heavy damage area. Independent studies by Kishida (11) and Koizumi (14) led to the delineation of boundaries, in terms of variations of penetration resistance with effective overburden pressure, between those soil conditions producing liquefaction and those for which liquefaction did not occur, (see Fig. 14).

It is interesting to compare these boundaries with that which might be determined by the simplified procedure for evaluating liquefaction potential. For the conditions at Niigata, the mean grain size for the soil ranged from about 0.1 to 0.5 mm, the water table was about 5 ft below the ground surface and the earthquake (Magnitude about 7.6) could be expected to produce about 20 significant stress cycles. Reference to Fig. 11 shows that for these conditions and a maximum ground surface

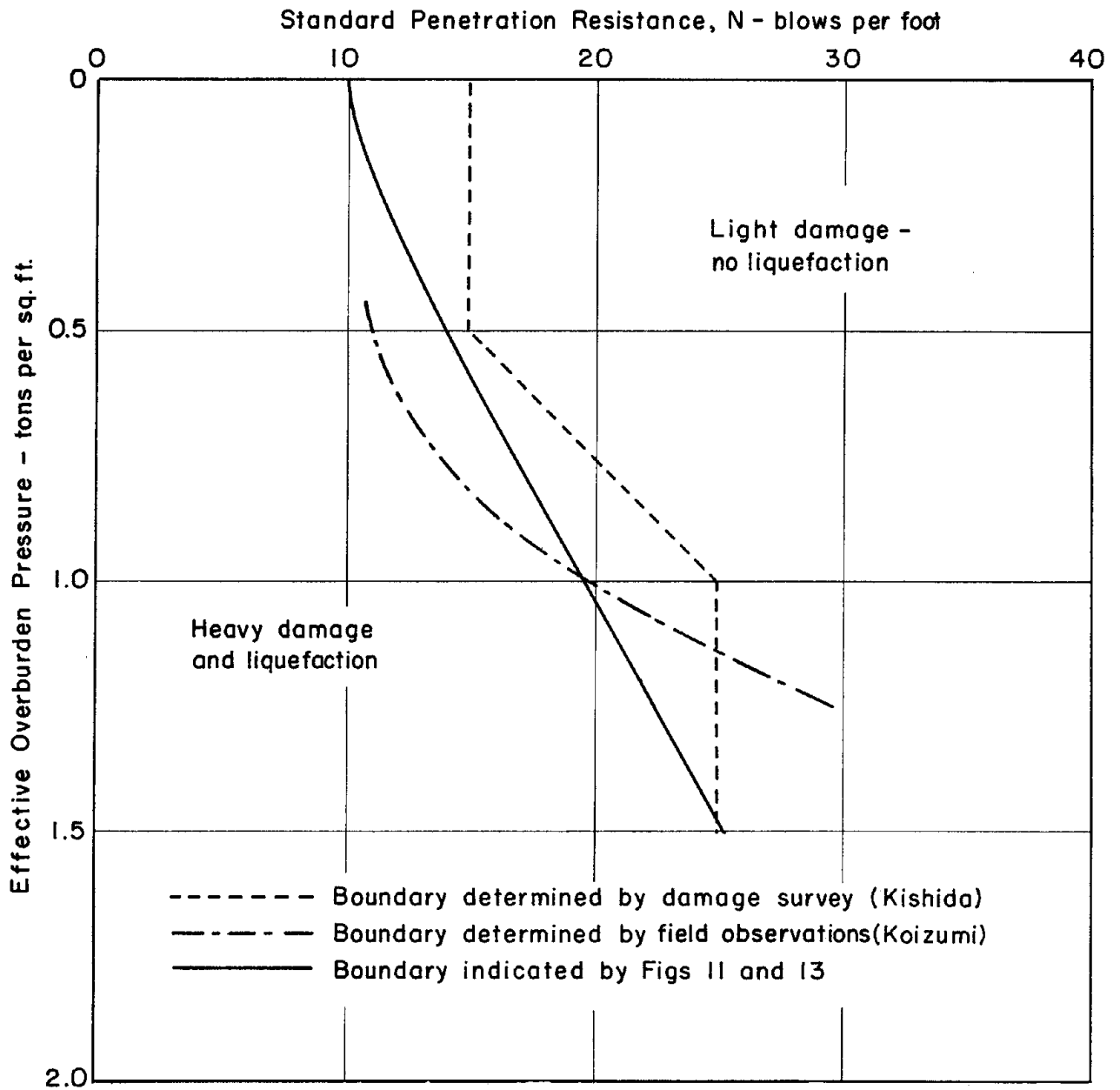


Fig. 14 ANALYSIS OF LIQUEFACTION POTENTIAL AT NIIGATA FOR EARTHQUAKE OF JUNE 16, 1964.

16-a

acceleration of 0.16g, it would be necessary for the sand to have a relative density of about 72% to be marginally safe against liquefaction. Thus the limiting condition for no liquefaction to occur would be expected to correspond approximately with a relative density condition of about 72% in the upper 30 ft: Combinations of effective overburden pressure and standard penetration resistance corresponding to this relative density may be read off directly from Fig. 13, and they are plotted in Fig. 14. It may be seen that the boundary between zones of liquefaction and no liquefaction determined in this way is in reasonably good agreement with the boundaries determined by Kishida and Koizumi on the basis of field observations.

Charts for Evaluating Liquefaction Potential in Terms of Penetration Resistance

Both the simplified analysis procedure described previously and the data in Figs. 11 and 12 may readily be used to develop simple charts for the evaluation of liquefaction potential in terms of penetration resistance values. For example on the basis of the analytical and field data shown in Fig. 15 (reproduced from Fig. 11) it is very unlikely that combinations of maximum ground acceleration and relative density falling below line YY would cause liquefaction. Similarly it is highly probable that combinations of maximum ground acceleration and relative density falling above line XX would cause liquefaction of sands in which the depth of water table is about 5 ft. Thus for any given value of maximum ground acceleration, it is possible to designate three ranges of relative densities:

- (1) a range in which liquefaction is very likely to occur
- (2) a range in which liquefaction may or may not occur depending on the characteristics of the sand and the number of

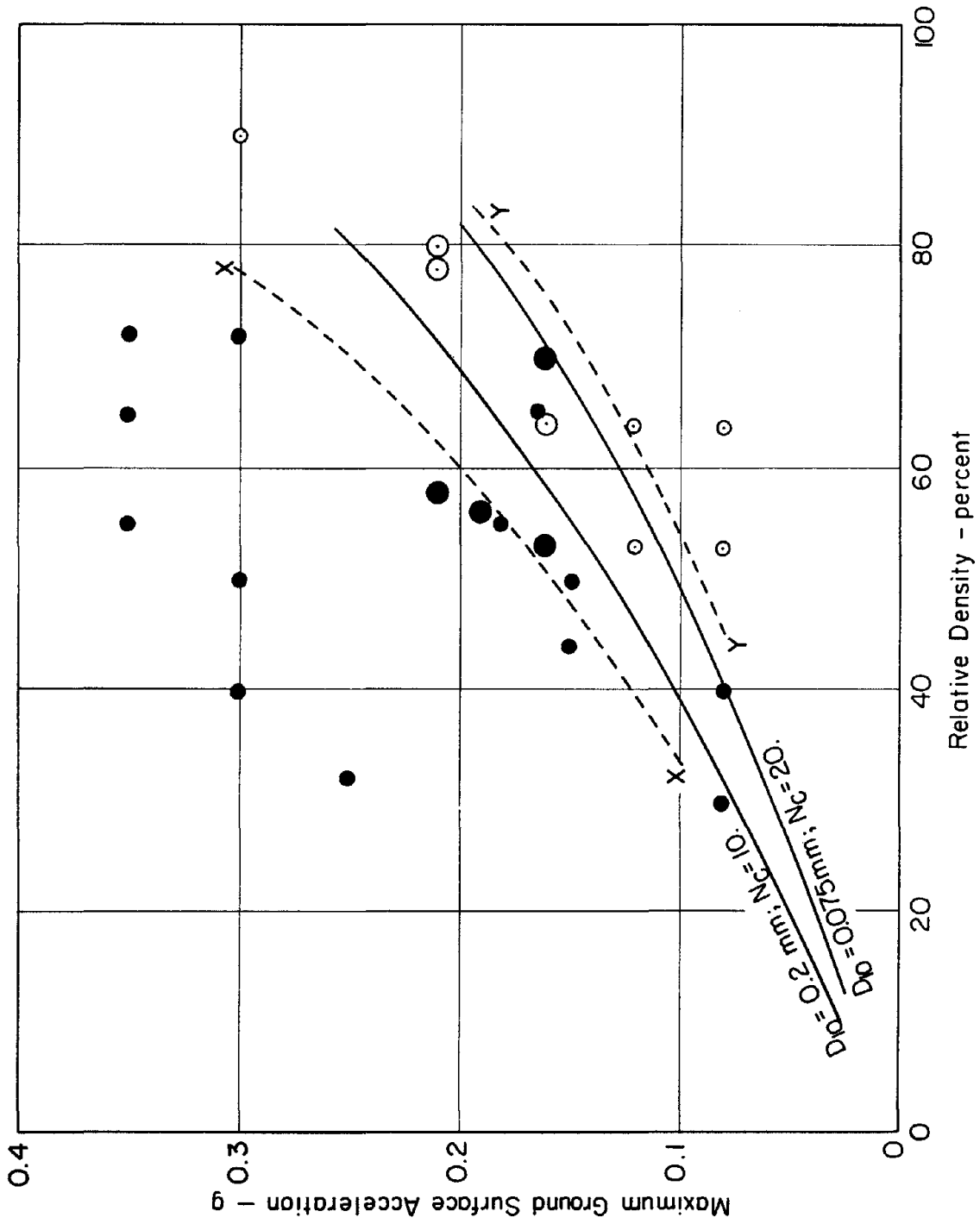


Fig. 15 EVALUATION OF LIQUEFACTION POTENTIAL FOR SANDS - WATER TABLE 5 FEET BELOW GROUND SURFACE.

17-a

significant stress cycles produced by the earthquake or the earthquake magnitude (zone between XX and YY in Fig. 15). and (3) a range in which liquefaction is very unlikely to occur. For sites consisting of sands with the water table about 5 ft below the ground surface, the results in Fig. 15 would indicate the following ranges:

<u>Max. ground surface acceleration</u>	<u>Liquefaction very likely</u>	<u>Liqn. potential depends on soil type and earthquake magnitude</u>	<u>Liquefaction very unlikely</u>
0.10g	$D_r < 33$	$33 < D_r < 54$	$D_r > 54$
0.15g	$D_r < 48$	$48 < D_r < 73$	$D_r > 73$
0.20g	$D_r < 60$	$60 < D_r < 85$	$D_r > 85$
0.25g	$D_r < 70$	$70 < D_r < 92$	$D_r > 92$

The values of relative density listed above can readily be converted to corresponding values of standard penetration resistance by means of the correlation shown in Fig. 13, thus leading to liquefaction potential evaluation charts such as those shown in Fig. 16. Charts for a water table depth of 10 ft are shown in Fig. 17 and similar charts for other depths of water table can readily be developed. However it may be seen that the range of penetration resistance values in which the liquefaction potential depends on the soil type and the earthquake characteristics is considerable; for conditions within this range it would be necessary to make individual assessments of liquefaction potential for each site using the general procedure described previously.

The limiting values of penetration resistance for which liquefaction is very unlikely, as indicated by the above table and the results in Fig. 16, are compared in Fig. 18. Also shown in this figure are the

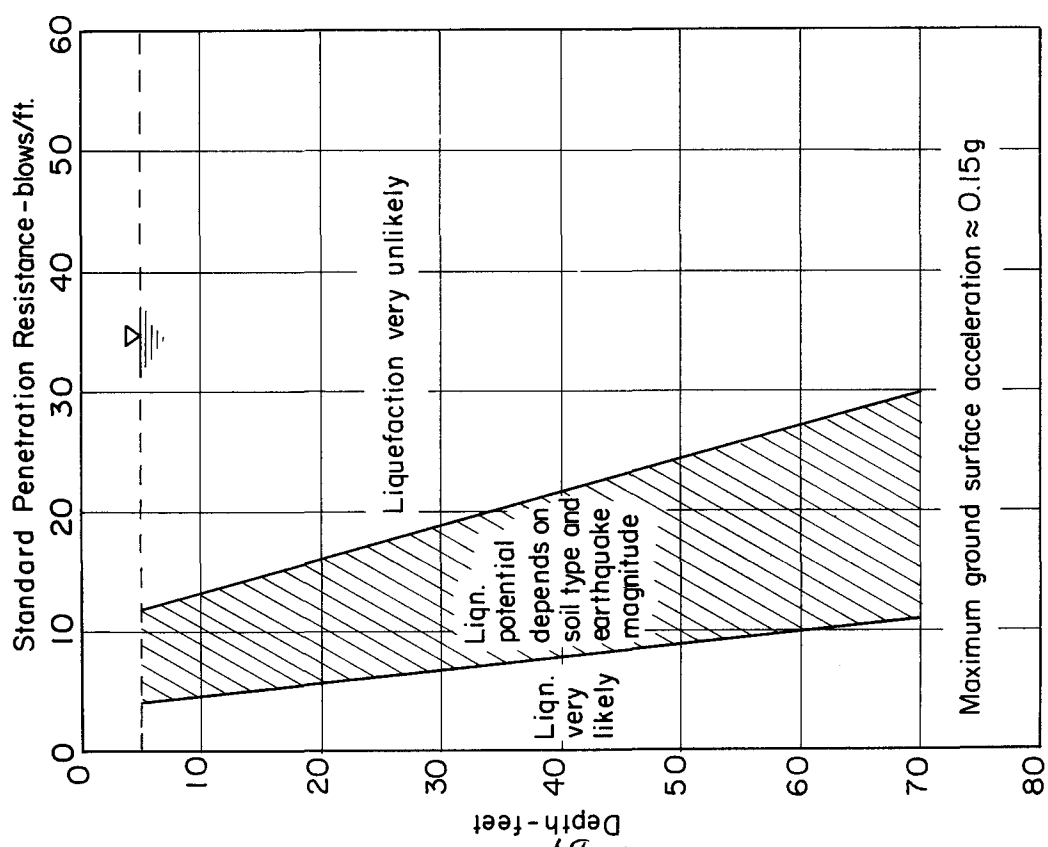
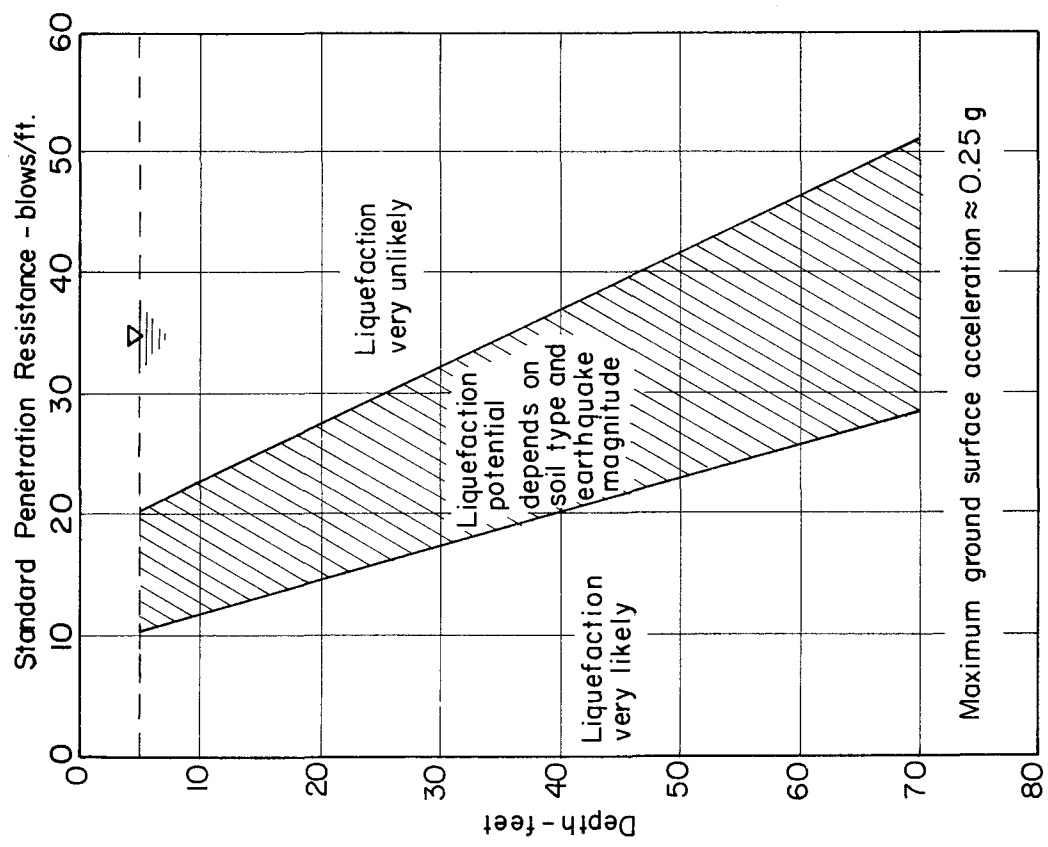


Fig. 16 LIQUEFACTION POTENTIAL EVALUATION CHARTS FOR SANDS WITH WATER TABLE AT DEPTH OF ABOUT 5 FEET.

18-a

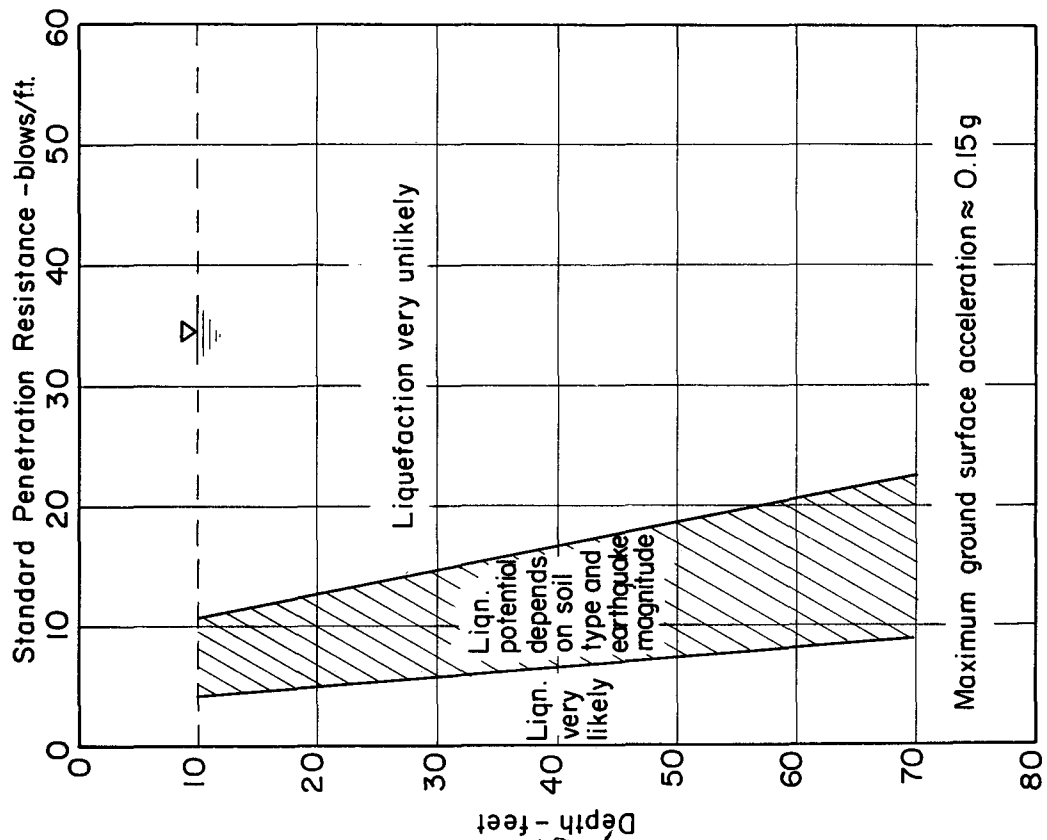
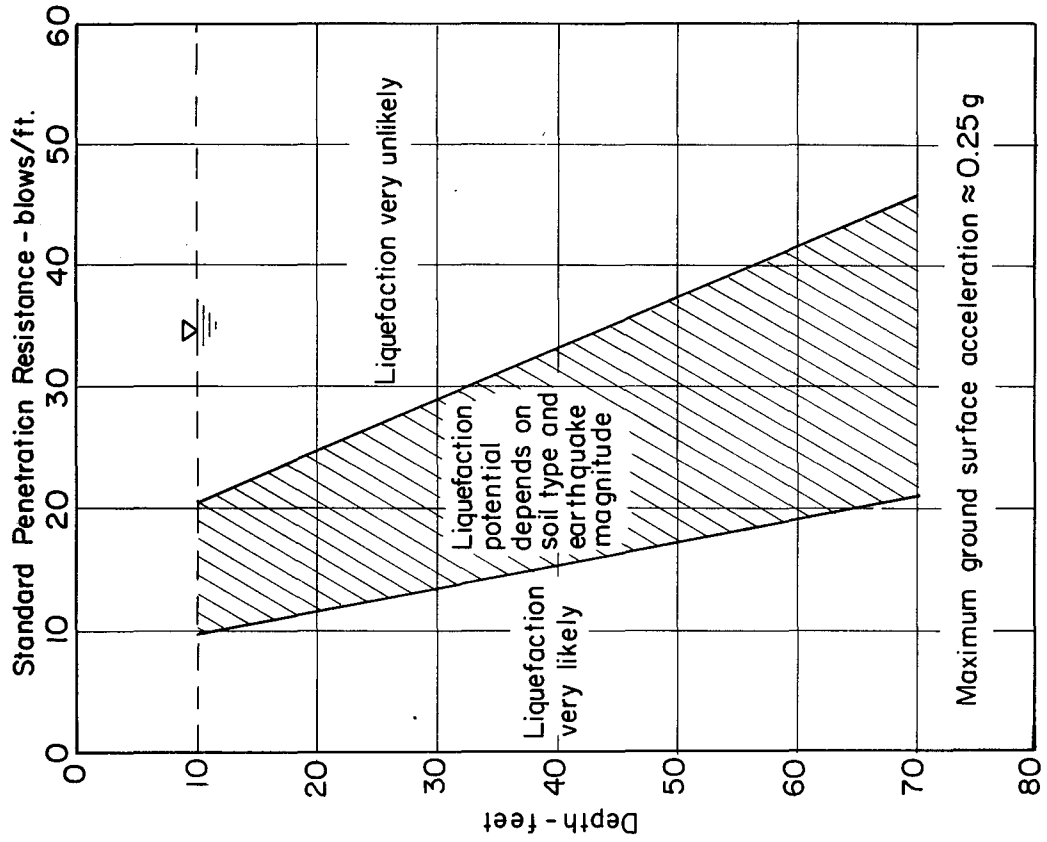


Fig. 17 LIQUEFACTION POTENTIAL EVALUATION CHARTS FOR SANDS WITH WATER TABLE AT DEPTH OF ABOUT 10 FEET.

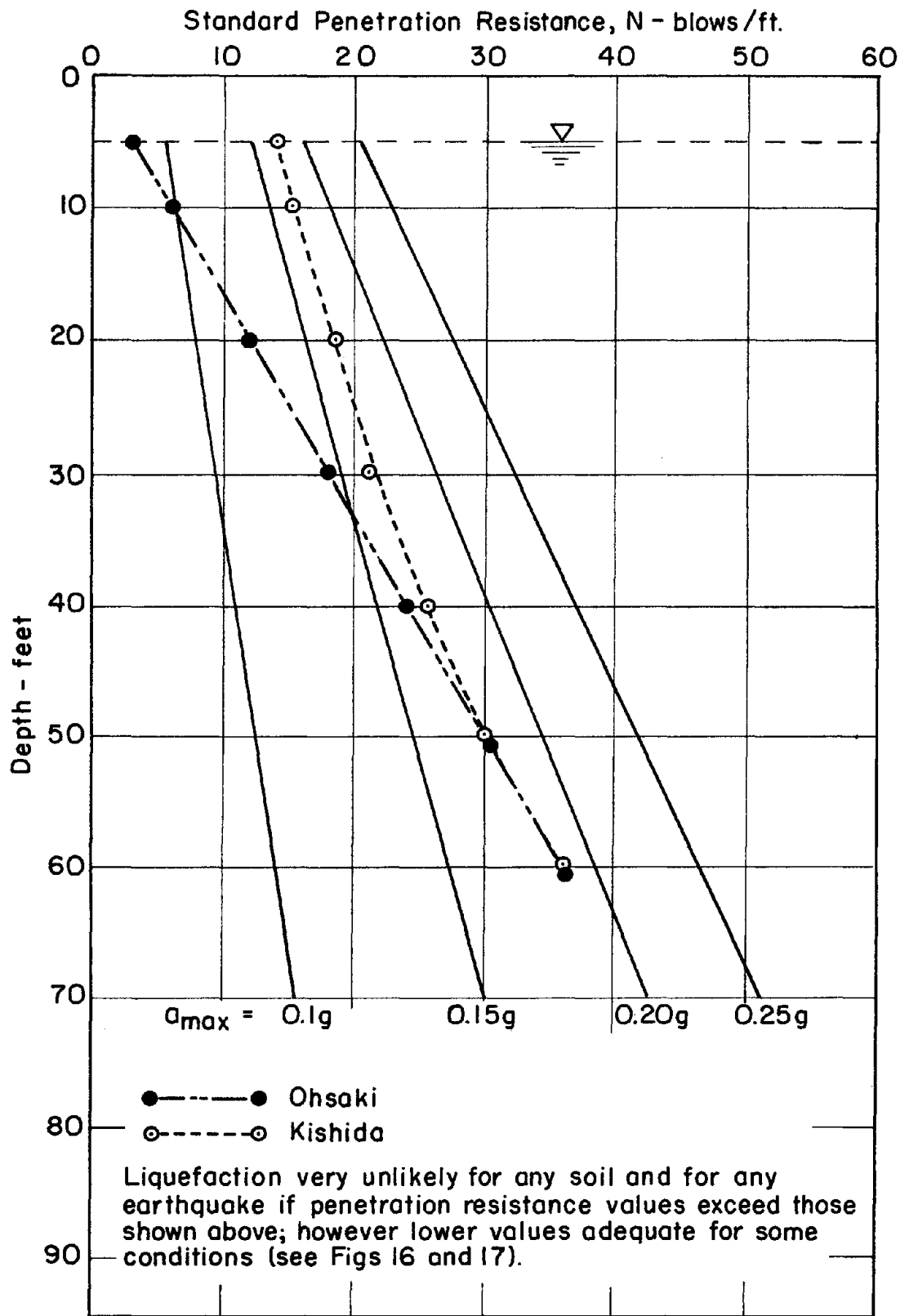


Fig. 18 PENETRATION RESISTANCE VALUES FOR WHICH LIQUEFACTION IS VERY UNLIKELY TO OCCUR UNDER ANY CONDITIONS.

18-C

limiting values suggested by Ohsaki (20) based on experiences in the Niigata earthquake and Kishida (12), based on a study of a number of earthquakes. It seems reasonable to expect that the limiting boundary would vary depending on the intensity of shaking as indicated by the results of this study and that the limiting values suggested by Ohsaki and Kishida are perhaps somewhat conservative for low intensity shaking and somewhat unconservative for strong intensity shaking.

Conclusion

In the preceding pages an attempt has been made to identify some of the significant factors affecting the liquefaction (or cyclic mobility) potential of sands during earthquakes, to present a simplified procedure for evaluating liquefaction potential which will take these factors into account, to assemble available field data concerning the liquefaction or non-liquefaction behavior of sands during earthquakes and to compare these data with evaluations of performance made by the simplified procedure. It must be recognized that in any study of this type, a number of approximations must be made especially with regard to determinations of relative densities and maximum ground accelerations in the field. However it is believed that even the limited available field data can provide a useful guide to the probable performance of other sand deposits, that the method of representing the data provides a useful framework for evaluating past experiences of sand liquefaction, and that the simplified procedure provides a reasonably good means for extending previous field observations to new situations. Where greater accuracy is justified, the simplified liquefaction evaluation procedure can readily be supplemented by test data on particular soils or by ground response analyses to provide more

definitive evaluations. However it is believed that the simplified procedure will provide adequate assessments of liquefaction potential for many practical purposes.

Acknowledgments

The investigation described in the preceding pages was performed as part of a study of "Soil and Foundation Response During Earthquakes," under the sponsorship of the National Science Foundation. The authors are most grateful for this support and for the assistance of P. Schnabel in making some of the computations required in the investigation.

References

1. Amano, Ryokichi, Azuma, Hisashi and Ishii, Yasumaru (1956) "Aseismic Design of Quay Walls in Japan," Proceedings, 1st World Conference on Earthquake Engineering, Berkeley, California.
2. Casagrande, A. (1936) "Characteristics of Cohesionless Soils Affecting the Stability of Slopes and Earth Fills," Journal, Boston Society of Civil Engineers, January.
3. Coulter, H. W. and Migliaccio, R. R. (1966) "Effects of the Earthquake of March 27, 1964 at Valdez, Alaska," Geological Survey Professional Paper 542-C, U. S. Department of the Interior.
4. Finn, W. D. Liam, Pickering, D. J. and Bransby, P. L. (1969) "Sand Liquefaction in Triaxial and Simple Shear Tests," Soil Mechanics Research Report Series No. 11, University of British Columbia, Vancouver, Canada, August.
5. Florin, V. A. and Ivanov, P. L. (1961) "Liquefaction of Saturated Sandy Soils," Proceedings, 5th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Paris, France, 1961.
6. Fukuoka, Masami (1966) "Damage to Civil Engineering Structures," Soil and Foundation, Vol. VI, No. 2, March 1966.
7. Gibbs, H. J. and Holtz, W. G. (1957) "Research on Determining the Density of Sand by Spoon Penetration Test," Proc. Fourth Int. Conf. Soil Mech. and Found. Eng., Vol. I, pp. 35-39.
8. Hayashi, Satoshi, Kubo, Koichi and Nakase, Akio (1966) "Damage to Harbour Structures by the Niigata Earthquake," Soil and Foundation, Vol. VI, No. 1, January 1966.
9. Housner, George W. (1964) "Intensity of Earthquake Ground Shaking Near the Causative Fault," Proceedings of the 3rd World Conference on Earthquake Engineering, Auckland, New Zealand.
10. Kawasumi, Hiroshi (1968) "Historical Earthquakes in the Disturbed Area and Vicinity," General Report on the Niigata Earthquake of 1964, Electrical Engineering College Press, University of Tokyo, March 1968.
11. Kishida, H. (1966) "Damage to Reinforced Concrete Buildings in Niigata City with Special Reference to Foundation Engineering, Soil and Foundation, Vol. VII, No. 1, pp. 71-88.
12. Kishida, Hideaki (1969) "Characteristics of Liquefied Sands During Mino-Owari, Tohankai and Fukui Earthquakes," Soils and Foundations, Vol. IX, No. 1, 1969.
13. Kishida, H. (1970) "Characteristics of Liquefaction of Level Sandy Ground During the Tokachioki Earthquake," Soils and Foundations, Vol. X, No. 2, June, 1970.
14. Koizumi, Y. (1966) "Change in Density of Sand Subsoil Caused by the Niigata Earthquake," Soil and Foundation, Vol. VIII, No. 2, pp. 38-44.

15. Lee, K. L. (1970) Private Communication.
16. Lee, K. L. and Fitton, J. A. (1969) "Factors Affecting the Cyclic Loading Strength of Soil," *Vibration Effects of Earthquakes on Soils and Foundations*, ASTM STP 450, American Society for Testing and Materials.
17. Lee, K. L. and Seed, H. B. (1967) "Cyclic Stresses Causing Liquefaction of Sand," *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, American Society of Civil Engineers*, Vol. 93, No. SMI, Jan. 1967, pp. 47-70.
18. Maslov, N. N. (1957) "Questions of Seismic Stability of Submerged Sandy Foundations and Structures," *Proceedings, 4th Internatl. Conf. on Soil Mech. and Found. Engrg.*, London, England.
19. Ohsaki, Yorihiro (1966) "Niigata Earthquakes, 1964 Building Damage and Soil Condition," *Soils and Foundations*, Vol. VI, No. 2, March 1966.
20. Ohsaki, Y. (1970) "Effects of Sand Compaction on Liquefaction During the Tokachioki Earthquake," *Soils and Foundations*, Vol. X, No. 2, June, 1970.
21. Peacock, William H. and Seed, H. Bolton (1968) "Sand Liquefaction Under Cyclic Loading Simple Shear Conditions," *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE*, Vol. 94, No. SM3, Proc. Paper 5957, May, 1968, pp. 689-708.
22. Report on Anchorage Area Soil Studies, Alaska. Shannon and Wilson, Inc., to U. S. Army Engineer District, Anchorage, Alaska, Seattle, Washington, 1964.
23. Ross, Grant A. (1968) "Case Studies of Soil Stability Problems Resulting from Earthquakes," Ph.D. Dissertation, University of California, Berkeley.
24. Ross, Grant A., Seed, H. Bolton and Migliaccio, Ralph R. (1969) "Bridge Foundations in Alaska Earthquake," *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, American Society of Civil Engineers*, Vol. 95, No. SM4, July 1969, pp. 1007-1036.
25. Seed, H. Bolton (1968) "Landslides During Earthquakes Due to Liquefaction," *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE*, Vol. 94, No. SM5, Proc. Paper 6110, September, 1968, pp. 1053-1122.
26. Seed, H. Bolton and Idriss, I. M. (1967) "Analysis of Soil Liquefaction: Niigata Earthquake," *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE*, Vol. 93, No. SM3, Proc. Paper 4233, May, 1967, pp. 83-108.
27. Seed, H. Bolton and Lee, Kenneth L. (1966) "Liquefaction of Saturated Sands During Cyclic Loading," *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE*, Vol. 92, No. SM6, Proc. Paper 4972, November, 1966, pp. 105-134.

28. Seed, H. Bolton, Lee, Kenneth L. and Idriss, I. M. (1969) "Analysis of Sheffield Dam Failure," Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, Vol. 95, No. SM6, Proc. Paper 6906, November, 1969, pp. 1453-1490.
29. Seed, H. Bolton and Peacock, W. H. (1970) "Applicability of Laboratory Test Procedures for Measuring Soil Liquefaction Characteristics Under Cyclic Loading," Earthquake Engineering Research Center Report No. EERC 70-8, November, 1970.
30. Seed, H. Bolton and Whitman, Robert V. (1970) "Design of Earth Retaining Structures for Dynamic Loads," Proceedings of the Specialty Conference on Lateral Stresses in the Ground and Design of Earth-Retaining Structures, Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, June, 1970.
31. Whitman, Robert V. (1970) "Summary of Results from Shaking Table Tests at University of Chile Using a Medium Sand," Research Report No. R70-25, Department of Civil Engineering, Massachusetts Institute of Technology, May, 1970.

EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH CENTER REPORTS

- EERC 67-1 "Feasibility Study Large-Scale Earthquake Simulator Facility,"
by J. Penzien, J. G. Bouwkamp, R. W. Clough, Dixon Rea -
September 1967. (PB 187 905)
- EERC 68-1 Unassigned.
- EERC 68-2 "Inelastic Behavior of Beam-to-Column Subassemblages Under
Repeated Loading," by V. Bertero - April 1968. (PB 184 888)
- EERC 68-3 "A Graphical Method for Solving the Wave Reflection-Refraction
Problem," by H. D. McNiven and Y. Mengi - April 1968.
(PB 187 943)
- EERC 68-4 "Dynamic Properties of McKinley School Buildings," by D. Rea,
J. G. Bouwkamp, R. W. Clough - November 1968 (PB 187 202)
- EERC 68-5 "Characteristics of Rock Motions During Earthquakes," by
H. B. Seed, I. M. Idriss, F. W. Kiefer - September 1968.
(PB 188 388)
- EERC 69-1 "Earthquake Engineering Research at Berkeley," - January 1969.
(PB 187 906)
- EERC 69-2 "Nonlinear Seismic Response of Earth Structures," by M. Dibaj
and J. Penzien - January 1969. (PB 187 904)
- EERC 69-3 "Probabilistic Study of the Behavior of Structures During
Earthquakes," by P. Ruiz and J. Penzien - March 1969.
(PB 187 886)
- EERC 69-4 "Numerical Solution of Boundary Value Problems in Structural
Mechanics by Reduction to an Initial Value Formulation," by
Nestor Distefano and Jaime Schujman - March 1969. (PB 187 942)
- EERC 69-5 "Dynamic Programming and the Solution of the Biharmonic
Equation," by Nestor Distefano - March 1969. (PB 187 941)
- EERC 69-6 "Stochastic Analysis of Offshore Tower Structures," by Anil
Kumar Malhotra and Joseph Penzien - May 1969. (PB 187 903)
- EERC 69-7 "Rock Motion Accelerograms for High Magnitude Earthquakes," by
H. B. Seed and I. M. Idriss - May 1969. (PB 187 940)
- EERC 69-8 "Structural Dynamics Testing Facilities at the University of
California, Berkeley," by R. M. Stephen, J. G. Bouwkamp,
R. W. Clough, J. Penzien - August 1969. (PB 189 111)

Numbers in parentheses are Accession Numbers assigned to USDC.

- EERC 69-9 "Seismic Response of Soil Deposits Underlain by Sloping Rock Boundaries," by Houshang Dezfulian and H. Bolton Seed - August 1969. (PB 189 114)
- EERC 69-10 "Dynamic Stress Analysis of Axisymmetric Structures Under Arbitrary Loading," by Sukumar Ghosh and E. L. Wilson - September 1969. (PB 189 026)
- EERC 69-11 "Seismic Behavior of Multistory Frames Designed by Different Philosophies," by James C. Anderson and V. Bertero - October 1969. (PB 190 662)
- EERC 69-12 "Stiffness Degradation of Reinforced Concrete Structures Subjected to Reversed Actions," by V. Bertero, B. Bresler, Huey Ming Liao - December 1969.
- EERC 69-13 "Response of Non-Uniform Soil Deposits to Traveling Seismic Waves," by H. Dezfulian and H. B. Seed - December 1969. (PB 191 023)
- EERC 69-14 "Damping Capacity of a Model Steel Structure," by Dixon Rea, R. W. Clough and J. G. Bouwkamp - December 1969. (PB 190 663)
- EERC 69-15 "Influence of Local Soil Conditions on Building Damage Potential During Earthquakes," by H. Bolton Seed and I. M. Idriss - December 1969. (PB 191 036)
- EERC 69-16 "The Behavior of Sands Under Seismic Loading Conditions," by Marshall L. Silver and H. Bolton Seed - December 1969. (AD 714 982)
- EERC 70-1 "Earthquake Response of Concrete Gravity Dams," by A. K. Chopra - January 1970. (AD 709 640)
- EERC 70-2 "Relationships between Soil Conditions and Building Damage in the Caracas Earthquake of July 29, 1967," by H. Bolton Seed, I. M. Idriss and H. Dezfulian - February 1970.
- EERC 70-3 "Cyclical Loading of Full Size Steel Connections," by E. P. Popov and R. M. Stephen - July 1970.
- EERC 70-4 "Seismic Analysis of the Charaima Building, Caraballeda, Venezuela," by Subcommittee of the SEAONC Research Committee, V. V. Bertero, Paul F. Fratessa, Stephen A. Mahin, Joseph H. Sextion, Alexander C. Scordelis, Edward L. Wilson, Loring A. Wyllie, H. Bolton Seed, Joseph Penzien, Chairman - August 1970.
- EERC 70-5 "A Computer Program for Earthquake Analysis of Dams," by Anil K. Chopra - September 1970.
- EERC 70-6 "The Propagation of Love Waves Across Non-Horizontally Layered Structures," by John Lysmer and Lawrence A. Drake - October 1970.

- EERC 70-7 "Influence of Base Rock Characteristics on Ground Response,"
by John Lysmer, H. Bolton Seed and Per B. Schnabel -
November 1970.
- EERC 70-8 "Applicability of Laboratory Test Procedures for Measuring
Soil Liquefaction Characteristics Under Cyclic Loading,"
by H. Bolton Seed and W. H. Peacock - November 1970.
- EERC 70-9 "A Simplified Procedure for Evaluating Soil Liquefaction
Potential," by H. Bolton Seed and I. M. Idriss - November 1970.

ANEXO 10:

**HOJAS DE CALCULOS REALIZADOS PARA
EVALUAR EL POTENCIAL DE LICUEFACCION**



CALCULO DEL POTENCIAL DE LICUEFACCION: BASADO EN LA METODOLOGIA DE H. B. SEED E IDRISSE (1971), SPT-01

PRIMERO: DATOS DEL SONDEO SPT-01 (LABORATORIO Y CAMPO)

Profundidad (cm)	Espesor Estrato (cm)	Nombre del Estrato	SUCS	Cont. Humed.	Densidad Solidos (g/cm3)	Densidad del Estrato (g/cm3)	"N" del SPT	Presion Vertical por Estrato	Presion Vertical Acumul.	Presion de Poro	Presion Efectiva	Contenido de finos (C.F.) (%)
0.00 a 40.00	40.00	M1-OR	Orgánico	13.29%	2.52	2.85	2.00	114.12	114.12			
40.00 a 52.00	12.00	M1-01s	CL	10.37%	2.69	2.96	2.00	35.58	149.70			
Nivel Freatico												
52.00 a 109.00	57.00	M1-01	CL	14.89%	2.69	3.09	4.00	175.90	325.60			
109.00 a 270.00	161.00	M1-02	SC	15.59%	2.61	3.02	3.00	485.43	811.03	218.00	593.03	38.24
270.00 a 360.00	90.00	M1-03	CL-ML	14.84%	2.61	3.00	8.00	269.75	1,080.78			
360.00 a 430.00	70.00	M1-04	CL	33.70%	2.64	3.53	15.00	247.05	1,327.83			
430.00 a 610.00	180.00	M1-05	CL	14.89%	2.76	3.17	8.00	570.46	1,898.29			
610.00 a 700.00	90.00	M1-06	SM	16.27%	2.63	3.06	4.00	275.05	2,173.33	648.00	1,525.33	47.81

SEGUNDO: CALCULO DEL "CSR"

ESTRATO	M1-02	M1-06
"a" max:	0.36	0.36
Presion Vertical Total (g/cm2):	811.03	2,173.33
Presion Efectiva (g/cm2):	593.03	1,525.33
"z" profundidad del estrato (m):	2.70	7.00
rd (z, expresado en metros):	0.98	0.95
CSR:	0.312	0.314

$$CSR = 0.65 \frac{a_{max} \sigma'_v}{g \sigma'_v} \Gamma_d$$

$$\Gamma_d = \frac{1 - 0.4113z^{0.5} + 0.04052z + 0.001753z^{1.5}}{1 - 0.4177z^{0.5} + 0.05729z - 0.006205z^{1.5} + 0.00121z^2}$$



CALCULO DEL POTENCIAL DE LICUEFACCION: BASADO EN LA METODOLOGIA DE H. B. SEED E IDRISSE (1971), SPT-01

TERCERO: CALCULO DEL "CRR"

$$CRR = \frac{1}{34 - (N_1)_{60cs}} + \frac{(N_1)_{60cs}}{13.5} + \frac{50}{[10(N_1)_{60cs} + 45]^2} - \frac{1}{200}$$

$$(N_1)_{60} = N * C_E * C_B * C_R * C_S * C_N \quad C_N = \frac{2}{1 + \frac{\sigma'_v}{P_a}}$$

Pa (g/cm2):	1,033.23
-------------	----------

$$(N_1)_{60cs} = \alpha + \beta(N_1)_{60}$$

CORRECCION SPT	M1-02	M1-06
N	Numero de golpes SPT	4.00
CE	Matillo de Seguridad	0.70
CB	Diametro de sondeo 0.10m	1.00
CR	Varillaje	0.75
CS	Muestreador: Estandar	1.00
CN	Correccion por Sobrecarga	1.27
(N1)60	"N" Corregido	2.00

CORRECCION POR C.F. SI:	α	β
C.F. \leq 5%	0	1.00
5% < C.F. < 35%	$e^{[1.76 - (190/CF^2)]}$	$0.99 + (CF^{1.5}/(1000))$
CF \geq 35%	5.00	1.25
ESTRATO	α	β
M1-02	5.00	1.25
M1-06	5.00	1.25

(N1)60cs	(N1)60, Corregido Cont. De Finos	7.50	7.69
----------	----------------------------------	-------------	-------------

CRR:	0.59	0.61
-------------	-------------	-------------



CALCULO DEL POTENCIAL DE LICUEFACCION: BASADO EN LA METODOLOGIA DE H. B. SEED E IDRISSE (1971), SPT-01

CUARTO: FACTOR DE SEGURIDAD Y RESULTADO FINAL

$$F. S. = \frac{CRR}{CSR}$$

si: $F.S \leq 1.30$ -----> El estrato licua

si: $F.S > 1.30$ -----> El estrato no licua

FACTOR DE SEGURIDAD	M1-02	M1-06
F.S.	1.90	1.93
Potencial Licuefaccion en el estrato	NO	NO



CALCULO DEL POTENCIAL DE LICUEFACCION: BASADO EN LA METODOLOGIA DE H. B. SEED E IDRISSE (1971), SPT-02

PRIMERO: DATOS DEL SONDEO SPT-02 (LABORATORIO Y CAMPO)

Profundidad (cm)	Espesor Estrato (cm)	Nombre del Estrato	SUCS	Cont. Humed.	Densidad Solidos (g/cm3)	Densidad del Estrato (g/cm3)	"N" del SPT	Presion Vertical por Estrato	Presion Vertical Acumul.	Presion de Poro	Presion Efectiva	Contenido de finos (C.F.) (%)
0.00 a 50.00	50.00	M2-OR	Orgánico	12.45%	2.52	2.84	3.00	141.79	141.79			
50.00 a 63.00	13.00	M2-01s	CL	12.75%	2.72	3.07	4.00	39.85	181.63			
Nivel Freático												
63.00 a 210.00	147.00	M2-01	CL	15.79%	2.72	3.15	4.00	462.74	644.37			
210.00 a 270.00	60.00	M2-02	SC	14.74%	2.73	3.13	3.00	187.81	832.18	207.00	625.18	30.16
270.00 a 340.00	70.00	M2-03	CL-ML	14.52%	2.74	3.14	8.00	219.70	1,051.88			
340.00 a 470.00	130.00	M2-04	CL	17.09%	2.77	3.24	15.00	421.34	1,473.22			
470.00 a 580.00	110.00	M2-05	CL	17.60%	2.78	3.26	9.00	359.14	1,832.37			
580.00 a 700.00	120.00	M2-06	SM	14.04%	2.63	3.00	4.00	359.96	2,192.33	637.00	1,555.33	19.80

SEGUNDO: CALCULO DEL "CSR"

ESTRATO	M2-02	M2-06
"a" max:	0.36	0.36
Presion Vertical Total (g/cm2):	832.18	2,192.33
Presion Efectiva (g/cm2):	625.18	1,555.33
"z" profundidad del estrato (m):	2.70	7.00
rd (z, expresado en metros):	0.98	0.95
CSR:	0.303	0.310

$$CSR = 0.65 \frac{a_{max} \sigma'_v}{g \sigma'_v} \Gamma_d$$

$$\Gamma_d = \frac{1 - 0.4113z^{0.5} + 0.04052z + 0.001753z^{1.5}}{1 - 0.4177z^{0.5} + 0.05729z - 0.006205z^{1.5} + 0.00121z^2}$$



CALCULO DEL POTENCIAL DE LICUEFACCION: BASADO EN LA METODOLOGIA DE H. B. SEED E IDRISSE (1971), SPT-02

TERCERO: CALCULO DEL "CRR"

$$CRR = \frac{1}{34 - (N_1)_{60cs}} + \frac{(N_1)_{60cs}}{13.5} + \frac{50}{[10(N_1)_{60cs} + 45]^2} - \frac{1}{200}$$

$$(N_1)_{60} = N * C_E * C_B * C_R * C_S * C_N \quad C_N = \frac{2}{1 + \frac{\sigma'_v}{P_a}}$$

Pa (g/cm2):	1,033.23
-------------	----------

$$(N_1)_{60cs} = \alpha + \beta(N_1)_{60}$$

CORRECCION SPT		M2-02	M2-06
N	Numero de golpes SPT	3.00	4.00
CE	Matillo de Seguridad	0.70	0.70
CB	Diametro de sondeo 0.10m	1.00	1.00
CR	Varillaje	0.75	0.95
CS	Muestreador: Estandar	1.00	1.00
CN	Correccion por Sobrecarga	1.25	0.80
(N1)60	"N" Corregido	1.96	2.12

(N1)60cs	(N1)60, Corregido Cont. De Finos	6.98	5.87
----------	----------------------------------	-------------	-------------

CRR:	0.55	0.47
-------------	-------------	-------------

CORRECCION POR C.F. SI:	α	β
C.F. \leq 5%	0	1.00
5% < C.F. < 35%	$e^{[1.76 - (190/CF^2)]}$	$0.99 + (CF^{1.5}/(1000))$
CF \geq 35%	5.00	1.25
ESTRATO	α	β
M2-02	4.72	1.16
M2-06	3.58	1.08



CALCULO DEL POTENCIAL DE LICUEFACCION: BASADO EN LA METODOLOGIA DE H. B. SEED E IDRISSE (1971), SPT-02

CUARTO: FACTOR DE SEGURIDAD Y RESULTADO FINAL

$$F. S. = \frac{CRR}{CSR}$$

si: $F.S \leq 1.30$ -----> El estrato licua
si: $F.S > 1.30$ -----> El estrato no licua

FACTOR DE SEGURIDAD	M2-02	M2-06
F.S.	1.82	1.51
Potencial Licuefaccion en el estrato	NO	NO



CALCULO DEL POTENCIAL DE LICUEFACCION: BASADO EN LA METODOLOGIA DE H. B. SEED E IDRISSE (1971), SPT-03

PRIMERO: DATOS DEL SONDEO SPT-03 (LABORATORIO Y CAMPO)

Profundidad (cm)	Espesor Estrato (cm)	Nombre del Estrato	SUCS	Cont. Humed.	Densidad Solidos (g/cm3)	Densidad del Estrato (g/cm3)	"N" del SPT	Presion Vertical por Estrato	Presion Vertical Acumul.	Presion de Poro	Presion Efectiva	Contenido de finos (C.F.) (%)
0.00 a 60.00	60.00	M3-OR	Orgánico	13.29%	2.52	2.85	6.00	171.18	171.18			
60.00 a 80.00	20.00	M3-01s	CL-ML	12.30%	2.68	3.01	7.00	60.21	231.39			
Nivel Freatico												
80.00 a 180.00	100.00	M3-01	CL-ML	22.10%	2.68	3.27	2.00	327.29	558.68			
180.00 a 230.00	50.00	M3-02	SP-SM	19.66%	2.64	3.16	3.00	158.18	716.86	150.00	566.86	7.56
230.00 a 320.00	90.00	M3-03	ML	36.51%	2.71	3.70	4.00	333.44	1,050.30			
320.00 a 470.00	150.00	M3-04	CL	18.62%	2.73	3.23	16.00	484.89	1,535.19			
470.00 a 620.00	150.00	M3-05	CL	23.48%	2.79	3.45	8.00	517.50	2,052.70			
620.00 a 740.00	120.00	M3-06	SM	21.61%	2.63	3.19	4.00	383.07	2,435.77	660.00	1,775.77	29.70
740.00 a 800.00	60.00	M3-07	CL	17.82%	2.81	3.31	17.00	198.38	2,634.15			

SEGUNDO: CALCULO DEL "CSR"

ESTRATO	M3-02	M3-06
"a" max:	0.36	0.36
Presion Vertical Total (g/cm2):	716.86	2,435.77
Presion Efectiva (g/cm2):	566.86	1,775.77
"z" profundidad del estrato (m):	2.30	7.40
rd (z, expresado en metros):	0.98	0.94
CSR:	0.289	0.301

$$CSR = 0.65 \frac{a_{max} \sigma_v'}{g \sigma_v'} I_d$$

$$I_d = \frac{1 - 0.4113z^{0.5} + 0.04052z + 0.001753z^{1.5}}{1 - 0.4177z^{0.5} + 0.05729z - 0.006205z^{1.5} + 0.00121z^2}$$



CALCULO DEL POTENCIAL DE LICUEFACCION: BASADO EN LA METODOLOGIA DE H. B. SEED E IDRISSE (1971), SPT-03

TERCERO: CALCULO DEL "CRR"

$$CRR = \frac{1}{34 - (N_1)_{60cs}} + \frac{(N_1)_{60cs}}{13.5} + \frac{50}{[10(N_1)_{60cs} + 45]^2} - \frac{1}{200}$$

$$(N_1)_{60} = N * C_E * C_B * C_R * C_S * C_N \quad C_N = \frac{2}{1 + \frac{\sigma'_v}{P_a}}$$

Pa (g/cm2):	1,033.23
-------------	----------

$$(N_1)_{60cs} = \alpha + \beta(N_1)_{60}$$

CORRECCION SPT		M3-02	M3-06
N	Numero de golpes SPT	3.00	4.00
CE	Matillo de Seguridad	0.70	0.70
CB	Diametro de sondeo 0.10m	1.00	1.00
CR	Varillaje	0.75	0.95
CS	Muestreador: Estandar	1.00	1.00
CN	Correccion por Sobrecarga	1.29	0.74
(N1)60	"N" Corregido	2.03	1.96

(N1)60cs	(N1)60, Corregido Cont. De Finos	2.27	6.94
----------	----------------------------------	-------------	-------------

CRR:	0.21	0.55
-------------	-------------	-------------

CORRECCION POR C.F. SI:	α	β
C.F. \leq 5%	0	1.00
5% < C.F. < 35%	$e^{[1.76 - (190/CF^2)]}$	$0.99 + (CF^{1.5}/(1000))$
CF \geq 35%	5.00	1.25
ESTRATO	α	β
M3-02	0.21	1.01
M3-06	4.69	1.15



CALCULO DEL POTENCIAL DE LICUEFACCION: BASADO EN LA METODOLOGIA DE H. B. SEED E IDRISSE (1971), SPT-03

CUARTO: FACTOR DE SEGURIDAD Y RESULTADO FINAL

$$F. S. = \frac{CRR}{CSR}$$

si: $F.S \leq 1.30$ -----> El estrato licua
si: $F.S > 1.30$ -----> El estrato no licua

FACTOR DE SEGURIDAD	M3-02	M3-06
F.S.	0.71	1.83
Potencial Licuefaccion en el estrato	SI	NO



CALCULO DEL POTENCIAL DE LICUEFACCION: BASADO EN LA METODOLOGIA DE H. B. SEED E IDRISSE (1971)

RESUMEN DE LOS PARAMETROS PARA EL CALCULO

Espesor Estrato (cm)	Nombre del Estrato	"a" max	Presion Vertical (g/cm2)	Presion Efectiva (g/cm2)	z (profund. estrato en m.)	Rd	CSR
<i>SPT-01</i>							
161.00	M1-02	0.357	811.03	593.03	2.70	0.98	0.312
90.00	M1-06	0.357	2,173.33	1,525.33	7.00	0.95	0.314
<i>SPT-02</i>							
60.00	M2-02	0.357	832.18	625.18	2.70	0.98	0.303
120.00	M2-06	0.357	2,192.33	1,555.33	7.00	0.95	0.310
<i>SPT-03</i>							
50.00	M3-02	0.357	716.86	566.86	2.30	0.98	0.289
120.00	M3-06	0.357	2,435.77	1,775.77	7.40	0.94	0.301

Espesor Estrato (cm)	Nombre del Estrato	N	CE	CB	CR	CS	CN	NI(60)	NI(60)cs	CRR
<i>SPT-01</i>										
161.00	M1-02	3.00	0.70	1.00	0.75	1.00	1.27	2.00	7.50	0.5919
90.00	M1-06	4.00	0.70	1.00	0.95	1.00	0.81	2.15	7.69	0.6057
<i>SPT-02</i>										
60.00	M2-02	3.00	0.70	1.00	0.75	1.00	1.25	3.93	13.97	0.5532
120.00	M2-06	4.00	0.70	1.00	0.95	1.00	0.80	2.12	5.87	0.4700
<i>SPT-03</i>										
50.00	M3-02	3.00	0.70	1.00	0.75	1.00	1.29	2.03	2.27	0.2052
120.00	M3-06	4.00	0.70	1.00	0.95	1.00	0.74	1.96	6.94	0.5499

F.S.	LICUA
<i>SPT-01</i>	
1.9001	NO
1.9312	NO
<i>SPT-02</i>	
1.8245	NO
1.5147	NO
<i>SPT-03</i>	
0.7104	SI
1.8294	NO

ANEXO 11:

PANEL FOTOGRAFICO



FOTOGRAFIA
01

SPT-01: Ejecutando el ensayo de penetración estándar.



FOTOGRAFIA
02

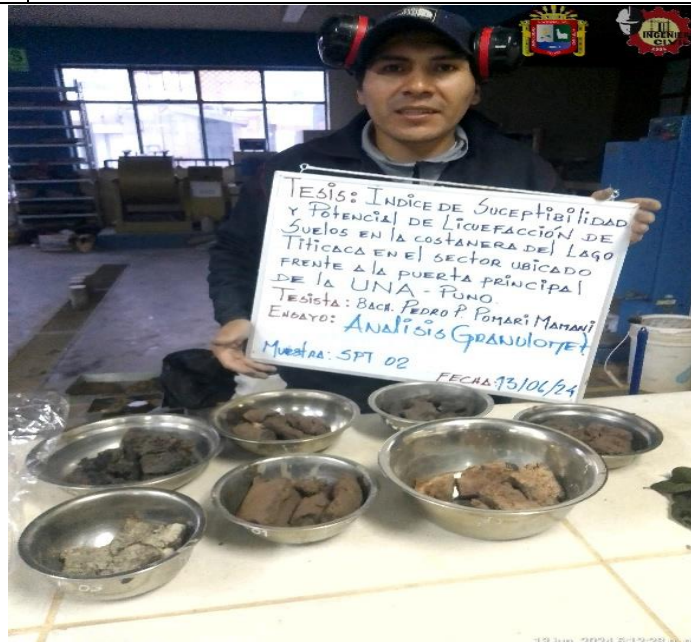
SPT-02: Se aprecia las muestras embaladas en papel film para mantener la hermeticidad.



3 de julio de 2024 4:23 p. m.
15.82775762S 70.01453472W
Puno

**FOTOGRAFIA
03**

SPT-03: Se observa las medidas de seguridad que se tomaron en los ensayos de penetración estándar.



13 Jun, 2024 5:12:28 P.M.

**FOTOGRAFIA
04**

SPT-02: Especímenes separados por estratos extraídos del SPT-02



**FOTOGRAFIA
05**

SPT-03: Límites de Atterberg o de consistencia, límite líquido haciendo uso de la copa de Casagrande.



**FOTOGRAFIA
06**

Análisis granulométrico SPT-03 en el laboratorio de la escuela profesional de Ingeniería civil de la UNA-Puno



FOTOGRAFIA
07

SPT-02: Especímenes extraídos con el ensayo de penetración estándar, debidamente cubiertos para conservar su humedad natural.



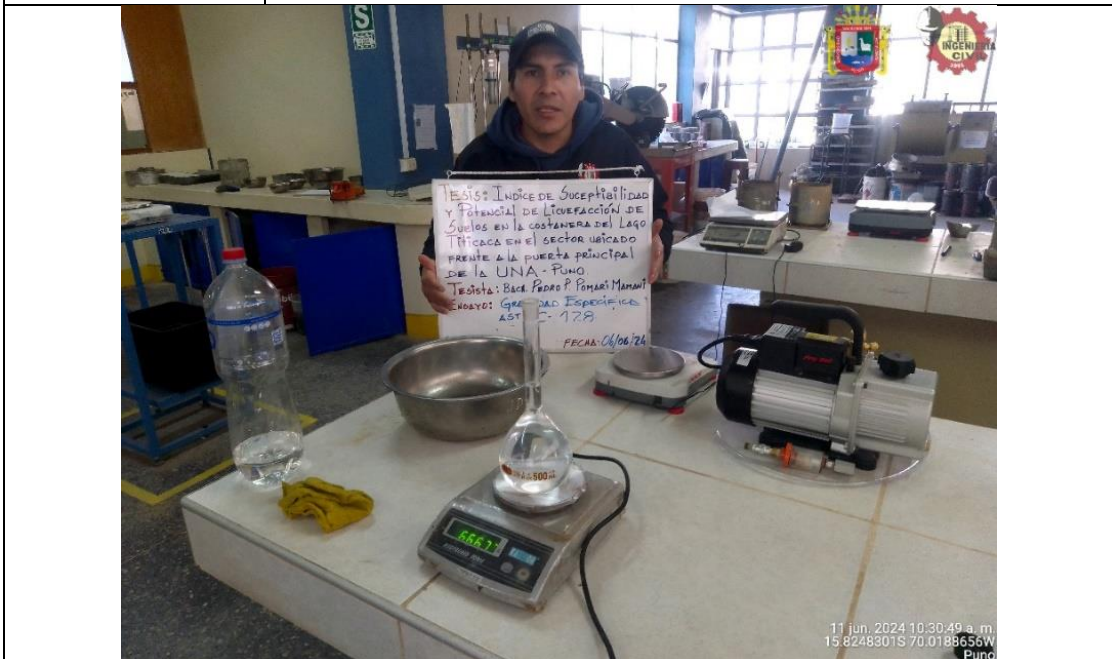
FOTOGRAFIA
08

SPT-03: Se muestra la instalación de los equipos de penetración estándar en la zona de estudio.



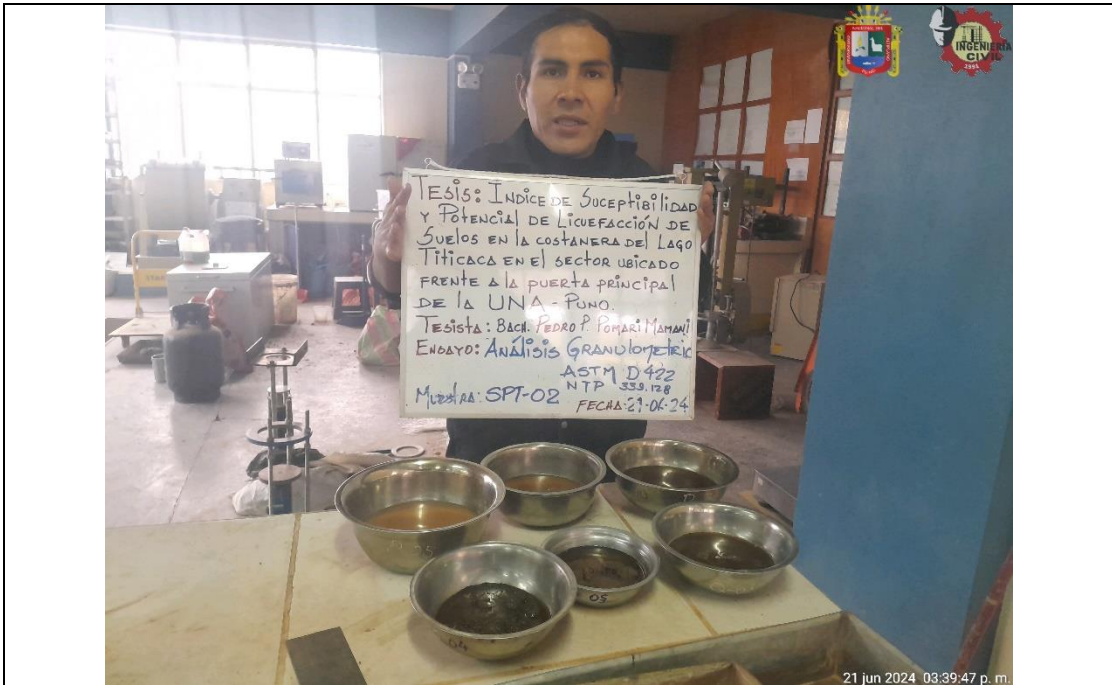
**FOTOGRAFIA
09**

SPT-01: Toma de muestras alteradas del SPT, a una altura de 2.40m hasta 3.20m.



**FOTOGRAFIA
10**

Se aprecia los equipos para efectuar el ensayo de gravedad específica requerida para la investigación. Se observa la bomba de vacío, fiola, balanza de precisión, agua destilada, entre otros.



FOTOGRAFIA
11

Análisis granulométrico: Se observa las muestras en reposo para la separación de orgánicos y posteriormente hacer el lavado de la muestra.



FOTOGRAFIA
12

Toma del peso seco de las muestras secadas al horno del ensayo de Limite Líquido y Limite Plástico.



FOTOGRAFIA
13

Limite plástico para las muestras alteradas extraídas del ensayo in situ SPT.



FOTOGRAFIA
14

Tomando las muestras de la caña partida del SPT, en el sondeo número 03.