

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica - Geotecnia

**ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES
SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE
MAZOCRUZ, EL COLLAO, DPTO. DE PUNO**

TESIS

Presentada por:

Bach. EDWIN YHONY TARQUI MONTALICO

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Geólogo – Geotécnico

TACNA - PERÚ

2012

ASESOR DE TESIS

Asesor:

Ph. D. Edwin Pino Vargas

MIEMBROS DEL JURADO DE SUSTENTACIÓN

Presidente:

Ing. Luis Alberto Cornejo Navarretty

Miembros:

Ing. Jorge Barriga Gamarra

Ing. Carmen Roman Arce

Ph. D. Edwin Pino Vargas

Asesor

Ing. Luis A. Cornejo Navarretty

Presidente

Ing. Jorge Barriga Gamarra

Secretario

Ing. Carmen Roman Arce

Miembro

DEDICATORIA:

A mis queridos padres: Fernando y Oracia

A mi pequeña hija: Dayana Priscila

A mi amada esposa: Haydée

*A mis hermanos: Carlos,
Carmen y Sonia*

AGRADECIMIENTO:

Al Señor Jesucristo, mi Señor y Dios, por enseñarme el camino correcto de la vida, guiándome y fortaleciéndome cada día con su Santo Espíritu.

A la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann y a la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Geológica y Geotecnia por acogerme en sus aulas, formadome y orientándome para llegar a ser un buen profesional

A los docentes de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Geológica y Geotecnia, quienes han contribuido en mi formación profesional, en especial al Ing. Luis Cornejo Navarretty por su apoyo incondicional durante la ejecución de esta tesis.

A mi querida Esposa Lic. Haydée Isidro, mi ayuda idónea, por su amor, paciencia y comprensión. A mi Suegra María Ramos, por su confianza, motivación y brindarme su apoyo para lograr esta meta.

Un agradecimiento muy especial a mis queridos, Padres Facundo Tarqui y Oracia Montalico, por su apoyo incondicional y gran ayuda en los momentos más difíciles a pesar de la distancia. A mi Hermano Carlos y a mis Hermanas Carmen y Sonia, por creer y confiar siempre en mí, apoyándome en todas las decisiones que he tomado en la vida.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
CONTENIDO	
RESUMEN	
ABSTRAT	
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	
1.1 GENERALIDADES	1
1.2 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO	2
1.2.1 Ubicación	2
1.2.2 Accesibilidad	3
1.3 OBJETIVOS	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.3.3 Hipótesis	4
1.3.4 Antecedentes	5
1.3.5 Justificación	6
1.4 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	7
1.4.1 Geografía física de la zona	7
1.4.2 Geología-Geomorfología local y regional	8

1.4.3 Marco teórico	8
I. 4.4 Etapas del proceso de investigación	8
1.4.5 Interpretación de resultados	8

CAPÍTULO II: GEOGRAFÍA FÍSICA

2.1 CLIMA	10
2.2 VEGETACIÓN	11
2.2.1 Suelos	11
2.2.2 Suelos lacustres	12
2.2.3 Suelos coluviales-aluviales	13
2.3 HIDROLOGÍA	13
2.3.1 Consideraciones hidrogeológicas	15
2.4 TOPOGRAFÍA	16

CAPÍTULO III: GEOLOGÍA-GEOMORFOLOGÍA REGIONAL Y LOCAL

3.1 GEOLOGÍA REGIONAL	18
3.1.1 Formación Huancané (Ki-fhu)	19
3.1.2 Grupo Moho (Km-Gmo)	20
3.1.3 Grupo Puno (Ti-pu)	21
3.1.4 Formación Pichu (Ti-pi)	22
3.1.5 Volcánico Llallahui (Tms-vll)	23
3.1.6 Volcánico Sencca (Tp-vse)	24
3.1.7 Formación Capillune (Tp-Ca)	25
3.1.8 Grupo Barroso (TQ-vba)	26

3.1.9	Volcánico barroso	27
3.1.10	Depósitos, Morrenas y Fluvoglaciares (Qr-fl.Qpl-mo)	28
3.1.11	Depósitos lacustres, bofedales y fluviales (Qr-la, Qr-bo-fl)	29
3.2	GEOLOGÍA LOCAL	30
3.2.1	Estratigrafía	30
3.2.2	Formación Capillune (Tp-Ca)	31
3.2.3	Depósitos cuaternarios	32
3.2.3.1	Depósitos fluviales (Qr-FI)	32
3.2.3.2	Depósitos de bofedales (Qr-Bo)	33
3.3	GEOMORFOLOGÍA LOCAL	33
3.3.1	Colina del altiplano	34
3.3.2	Terraza de lacustre	35
3.3.3	Área subpantanososa	35

CAPÍTULO IV: MARCO TEÓRICO

4.1	INTRODUCCIÓN	37
4.1.1	Propiedades de los suelos	37
4.2	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	40
4.2.1	Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)	40
4.2.2	Sistema de clasificación AASHTO	43
4.3	TEORÍA DE CAPACIDAD PORTANTE	45
4.3.1	Modos de ruptura	45
4.3.2	Fórmula de Karl Terzaghi	47
4.3.3	Fórmula de Meyerhof	49

4.3.4	Fórmula de Hansen (1970)	52
4.3.5	Fórmula de Vesic	54
4.3.6	Influencia del nivel freático en el suelo	58
4.3.7	Capacidad portante admisible	59
4.4	CRITERIOS DE ASENTAMIENTO	60
4.4.1	Asentamientos para cargas estáticas	61
4.4.2	Asentamiento inmediato de suelos no cohesivos	64
4.4.3	Asentamiento inmediato de suelos cohesivos	70

CAPÍTULO V: ETAPAS DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

5.1	GENERALIDADES	74
5.2	EQUIPO UTILIZADO	75
5.2.1	Instrumentos de Ingeniería	75
5.2.2	Equipo de Laboratorio de Mecánica de Suelos	75
5.2.3	Software de Ingeniería	76
5.3	PROSPECCIÓN DEL TERRENO	76
5.3.1	Planificación de la campaña de prospección	76
5.3.2	Reconocimiento de campo	76
5.3.3	Ubicación de calicatas	77
5.2.4	Medida de campo (densidad in situ)	78
5.2.5	Ensayo de penetración (<i>Dinamic Probing Light</i>)	79
5.2.6	Muestreo y registros de suelos	98
5.3	ENSAYOS DE LABORATORIO	100
5.3.1	Análisis granulométrico por tamizado	101

5.3.2 Límites de Atterberg	101
5.3.3 Humedad natural	102
5.3.4 Densidad mínima	104
5.3.5 Densidad máxima (Proctor modificado)	105
5.3.6 Ensayo de corte directo	106
5.3.7 Ensayos químicos	107
5.4 TRABAJO DE GABINETE	109

CAPÍTULO VI: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

6.1 GENERALIDADES	110
6.2 CLASIFICACIÓN DE SUELOS	111
6.3 ANÁLISIS DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES	112
6.3.1 Tipo y profundidad de la cimentación	112
6.3.1 Tipo y profundidad de la cimentación	112
6.3.2 Cálculo de la capacidad portante admisible	112
6.3.3 Cálculo asentamientos superficiales	116
6.3.4 Análisis químico del suelo de cimentación	121
6.4 INTERPRETACIÓN DEL PLANO DE CLASIFICACIÓN SUELOS	124
6.5 INTERPRETACIÓN DE SECCIÓN A- A´	125
6.6 INTERPRETACIÓN DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA	126

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

Anexo de Resultados

Resumen de Resultados

Resultados de Ensayos de Laboratorio

Registro de Perfiles de Calicatas

Correlación Geotécnica DPL

Registro de Perfiles DPL

Cálculo de Capacidad Portante Admisible

Cálculo de Asentamiento Inmediato

Análisis Químico

Anexo de Fotografías

Anexo de Ilustraciones

Plano de Ubicación

Plano Topográfico

Plano Geológico-Geomorfológico

Plano de Ubicación de Calicatas y Sección

Plano de Clasificación de Suelos

Plano de Sección de Suelos A-A´

Plano de Zonificación Geotécnica

RESUMEN

El presente trabajo tiene el propósito de presentar un mapa de zonificación geotécnica del pueblo de Mazocruz-Puno, delimitando zonas de características geotécnicas del subsuelo de pueblo para fines de cimentación de estructuras en general, así como también indicar la condición crítica y habitable.

En primer lugar, se realizó una revisión del contexto geológico sobre el cual se ubica el área estudiada, luego se obtuvo los resultados de la investigación geotécnica, teniendo en cuenta la información realizada en este estudio. El procesamiento de la información geotécnica se ejecutó en forma estadística. Finalmente, se indica la zonificación geotécnica de Mazocruz propuesta. El poblado de Mazocruz se divide en seis zonas, donde tres son de condición apropiada, dos de regular posición y una crítica.

ABSTRACT

This paper aims to present a geotechnical zoning map of the town of Mazocruz Puno, delineating areas of geotechnical characteristics of the subsoil of people for purposes of foundation of structures in general and also indicate the critical condition and habitable.

First we review the geologic context on which the study area is located, then presents the results of the geotechnical investigation, taking into account information made in this study. The geotechnical data processing was carried out in a statistical manner. Finally, it indicates the Mazocruz geotechnical zoning proposal. The town of Mazocruz is divided into six zones, three of which are proper condition, two regular and criticism.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES.

El presente trabajo de Tesis, tiene por objeto investigar el terreno de fundación del Proyecto “Zonificación Geotécnica para Cimentaciones Superficiales en la Zona Urbana del distrito de Mazocruz, El Collao, Dpto. Puno”; a fin de desarrollar un mapa de zonificación geotécnica de Mazocruz, delimitando las zonas de acuerdo a su capacidad portante y asentamiento para cimentaciones superficiales, en base a las características geológicas y geotécnicas del pueblo, mediante los trabajos de campo, a través de calicatas “a cielo abierto”, sondajes de penetración dinámica ligera(DPL), ensayos de laboratorios y gabinete, en base a los cuales se definen perfiles estratigráficos del subsuelo, sus principales características físicas y mecánicas del suelo, propiedades de resistencia, lo que nos conduce a la determinación del tipo y profundidad de cimentación, capacidad portante admisible, asentamientos probables, recomendaciones y conclusiones para la cimentación superficial.

1.2 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO.

1.2.1 Ubicación.

La zona de estudio se encuentra ubicada en la sierra sur del altiplano peruano, distrito de Mazocruz, provincia de “El Collao”, Departamento de Puno (Anexo Plano N° 1), teniendo como referencia la cuenca del río Huenque.

El área destinada para la investigación geotécnica del pueblo de Mazocruz, tiene un área de 1,08 km². Se ubica dentro de las coordenadas del Sistema UTM (PSAD 56) siguientes: (Plano N° 4) V → vértice

V1: 423760.6 E 8149575.5N

V2: 424045.6 E 8149787.2 N

V3: 424661.5 E 8149543.5 N

V4: 424786.7 E 8149314.8 N

V5: 424552.5 E 8148729.9 N

V6: 424081.7 E 8148858.6 N

V7: 423969.7 E 8148522.9 N

V8: 423617.2 E 8148501.6 N

V9: 423402.9 E 8148568.2 N

Geográficamente el pueblo de Mazocruz, se encuentra localizado en la zona Sur del altiplano; entre las cotas 3976 y 3995 msnm, a $16^{\circ} 44'30''$ latitud sur y $69^{\circ} 43' 00''$ de longitud oeste del meridiano de Greenwich en la “región lacustre”, prolongación sur del altiplano Puno, entre las cordilleras occidental y oriental de los Andes.

1.2.2 Accesibilidad.

La accesibilidad a la zona de estudio se realiza a través de la carretera asfaltada, Tacna-Moquegua-Mazocruz (378 km), tiempo: 07 h y la carretera asfaltada Puno-Desaguadero-Mazocruz (265 km), tiempo: 04 h; en adición al acceso a la zona de estudio están la carretera Tacna–Tarata–Mazocruz (237 km), tiempo: 08 h

1.3 OBJETIVOS.

1.3.1 Objetivo general.

Generar un mapa de zonificación geotécnica para cimentaciones superficiales en la zona urbana del pueblo de Mazocruz, a través de caracterización espacial de las propiedades físicas del suelo y parámetros de ingeniería.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Establecer un mapa de zonificación, en la localidad de Mazocruz, mediante clasificación SUCS, capacidad portante admisible y asentamiento inmediato de suelo, por consiguiente identificar sectores más o menos habitables.
- Analizar la condición de los suelos para cimentaciones superficiales.
- Proyectar la exploración geotécnica y ensayos de laboratorio requeridos para realizar el diseño de la cimentación de estructuras tales como: hospital, centros educativos, viviendas, reservorios, etc.

1.3.3 Hipótesis.

Las propiedades físicas del suelo y parámetros de ingeniería, son los elementos a analizar, para generar un mapa de zonificación geotécnica en el pueblo de Mazocruz, mediante la aplicación y articulación de métodos que permiten el estudio geotécnico, los cálculos confiables y racionales, considerando las particularidades de los tipos de suelos y de las cargas actuantes sobre ellas.

1.3.4 Antecedentes.

Respecto a la información de antecedentes de estudios sobre componentes geotécnicos Mazocruz, no cuenta con estos elementos, por ello se plantea la necesidad de información del mismo; siendo éste un pueblo importante por su ubicación geográfica en la zona sur de Puno y con crecimiento poblacional constante, requiere infraestructuras como: hospital, centros educativos, reservorios, viviendas, campos deportivos, mercados, campos feriales, pavimentación de calles, proyectos de saneamiento, etc.

La dinámica natural a nivel interno de suelos y las características del asentamiento urbano, determinan el factor de riesgo para la vida y los bienes humanos representan la interacción entre ambos factores. Los riesgos internos, fundamentalmente en cimiento, por su carácter general debe adaptarse la obra civil, pública o privada, a la normativa existente, considerando evidentemente el factor suelo como característica física más importante.

1.3.5 Justificación.

El análisis de la cimentación superficial en la actualidad es muy importante, para construcciones de estructuras de concreto mencionadas en antecedentes, éste requiere del cálculo de capacidad portante admisible y asentamiento inmediato obtenido a partir de métodos directos de exploración in situ y ensayos en laboratorio de mecánica de suelos; ello nos permite realizar una detallada zonificación geotécnica, para estructuras de concreto en zonas urbanas y/o asentamientos humanos. Es por esta razón que se planteó realizar la presente tesis para el pueblo de Mazocruz. El presente estudio, tendrá utilidad inmediata para la construcción de estructuras del mencionado distrito y a través de la municipalidad distrital de Mazocruz, se revisarán los expedientes técnicos para licencias de construcción, los cuales favorecerán a la población, generando un adecuado ordenamiento en construcción de viviendas, estructuras privadas y proyectos del estado a construir. Esto implica la renovación de viviendas e infraestructuras de adobe con material noble (concreto), es un distrito con crecimiento poblacional y desarrollo constante, basado en productos de exportación como la fibra, carne, trucha; también contribuye en la minería, actualmente se viene explotando la mina Aruntani y se están realizando proyectos de exploraciones geológicas. Cabe indicar que el distrito tiene importante infraestructura

vial como la carretera binacional Ilo-Mazocruz-Desaguadero (ciudad fronteriza con Bolivia), carretera afirmada Tacna-Tarata-Mazocruz; carretera afirmada Puno-Ilave- Mazocruz.

1.4 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.

Este proyecto busca establecer los lineamientos necesarios, procedimientos básicos del estudio de mecánica de suelos, considerando como tema central la zonificación geotécnica para cimentaciones superficiales, con el fin de mejorar la calidad de construcción de estructuras en Mazocruz.

Para lograr los objetivos del estudio, se ha dividido en las siguientes etapas de desarrollo:

1.4.1 Geografía física de la zona.

En esta primera etapa se efectuará el estudio sobre el clima, vegetación, suelos, hidrología y topografía, explicando el entorno físico de la zona.

1.4.2 Geología - Geomorfología regional y local.

En esta etapa se desarrollará la geología regional y local como también la geomorfología del ámbito de estudio.

1.4.3 Marco teórico.

Se detallarán los conceptos básicos y las propiedades mínimas ingenieriles de los suelos, que se integrarán con otras propiedades para un mejor entendimiento del desarrollo de presente estudio.

1.4.4 Etapas del proceso de investigación.

Se darán a conocer todas las técnicas de investigación en campo, laboratorio y gabinete proporcionando parámetros reales para la interpretación que serán utilizados en el diseño de las cimentaciones ideales. Dichas técnicas incluyen el muestreo en suelos, medidas de campos ideales e indispensables, descripción de muestras, etc.

1.4.5 Interpretación de resultados.

Para fines geotécnicos, se clasificará el suelo de Mazocruz, a través de las técnicas SUCS y AASHTO. Se determinarán las capacidades de carga en condiciones estáticas y asentamientos inmediatos, ofreciendo además el análisis químico de suelos. También se elaborarán diversos planos geológicos-geomorfológicos, ubicación de calicatas, clasificación de suelos, perfiles, uniendo todos estos planos se obtendrá el plano de zonificación geotécnica y hidrogeotécnica para la zona urbana de Mazocruz y posteriormente se concluirán los fines de estudio.

CAPÍTULO II

GEOGRAFÍA FÍSICA

2.1 CLIMA.

Por su localización geográfica, altitud entre 3975 a 4000 msnm y la proximidad con la cordillera occidental, Mazocruz, se caracteriza por tener un clima variado: frío y seco, con presencia de vientos secos, con fuertes descargas eléctricas (rayos), truenos y precipitaciones violentas de lluvia, nieve y granizo durante los meses de diciembre a marzo; abril a agosto se caracteriza por la presencia de fuertes corrientes de aire frío, heladas por la noches, sol en el día y vientos típicos de la región; setiembre a noviembre con clima seco y ventoso con presencia fuerte de sol conocido como el veranillo de la sierra.

Respecto a las temperaturas, en el Cuadro I, se presenta de modo referencial las registradas en la Estación Meteorológica de Mazocruz, ubicada sobre los 3985 msnm, donde se presenta las temperaturas medias mensuales.

Cuadro I. Temperaturas medias mensuales en la Estación Mazocruz.

Temperaturas	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Máximas	14,8	14,4	14,8	15,3	15,4	14,7	15	15,7	16,1	16,8	17	17,4
Media	7,3	7,2	7,4	5	1,6	0,4	0,7	2,3	3,3	4,1	5,4	7,4
Mínima	-0,2	-0,1	-0,1	-5,4	-12,3	-13,8	-13,6	-11,1	-9,5	-8,6	-6,3	-2,6

Fuente: Estación Mazocruz (SENAMHI).

En la zona de estudio se presentan temperaturas máximas de 17,4°C y mínimas de -13,6°C, variado en las diferentes épocas del año.

2.2. VEGETACIÓN.

Se puede observar el desarrollo de una vegetación permanente en la zona de estudio en llanuras y colinas cercanas. Está constituida por el típico pajonal, tolas y pastizales de puna originada por la presencia de fuertes precipitaciones pluviales en los meses de enero a marzo. Existen zonas con permanente humedad, por consiguiente se originan los bofedales. Cabe indicar que las condiciones climáticas, sólo permiten una vegetación adaptada.

2.2.1 Suelos.

El objetivo fundamental del estudio de suelos ha sido obtener la

información básica sobre el recurso suelo, sus características físicas y su capacidad portante, de modo que sirva de apoyo a la formulación de proyectos específicos para el desarrollo urbano integral de la zona.

Los suelos de fundación en la zona urbana de Mazocruz, son de formación sedimentaria Capillune de edad pliocénica superior y de depósitos cuaternarios de origen fluvial constituidos por gravas, arenas, limos y arcillas, que forman capas intercaladas y estratificaciones marcadas en mayor proporción, está compuesto por partículas visibles al ojo, por lo que son llamados suelos de textura gruesa o estructura granular cuyo comportamiento queda establecido, por la dimensión de sus granos, equidimensionales en gran parte. Las gravas, son de forma sub-redondeada. A continuación, se presenta una identificación general del patrón distributivo de los mismos.

2.2.2 Suelos lacustres.

Estos suelos son de origen fluviales, se han formado a partir de material sedimentario, gravas, arenas, limo y arcilla. Son profundos, aunque en áreas cercanas a Mazocruz se encuentran limitados por una napa freática alta. Se hallan distribuidos en superficies planas ligeramente

inclinadas, hacia el norte del área de estudio, principalmente, el perfil de suelo que presentan es algo evolucionado, de textura granular, con drenaje perfecto.

2.2.3 Suelos coluviales-aluviales.

Estos suelos se han formado, a partir de materiales acumulados por la acción de las precipitaciones y la gravedad. Se encuentran distribuidos en superficies de laderas, en pie de montes de colinas, generalmente en la zona de estudio. El perfil de suelo es superficial, de textura fina. En algunos casos estos suelos presentan cierto contenido de grava y guijarros en su perfil.

2.3 HIDROLOGÍA.

El poblado de Mazocruz, se encuentra al margen izquierdo aguas abajo de la cuenca del río Huenque, es un distrito que posee un amplio volumen hidrográfico, en comparación de otros distritos, y a su vez el río Huenque; es uno de los más caudalosos de la provincia "El Collao". Se forma en fuentes manantiales y otros de la cordillera y recibe los cursos de agua formados por las lluvias en un extenso recorrido que toma distintos nombres según los sitios por donde pasa el río Huenque, que

desemboca al Lago Titicaca; formando un extenso río meandriforme, que en la época de lluvias desbordan en la zona baja inundando las comunidades íntegras, constituyendo un problema a las comunidades ribereñas. En el mes de enero del 2010, realizamos aforos de río Huenque con descarga de 3,465 m³/s. (Fotos 4 y 5). Cabe mencionar que, de acuerdo a estudios realizados por el INRENA, se determinó una descarga de 4,462 m³/s. En el Cuadro II, se presenta el consolidado de los datos de precipitación en el ámbito medio mensual y anual de la Estación Mazocruz.

Cuadro II. Precipitaciones en el área de estudio Mazocruz (mm).

Meses	Estación
	Mazocruz
Enero	151,7
Febrero	108,6
Marzo	94,0
Abril	24,5
Mayo	4,1
Junio	3,7
Julio	0,0
Agosto	9,4
Septiembre	10,8
Octubre	11,7
Noviembre	31,4
Diciembre	60,8
Total Anual	510,7
Máximo Anual	731,0
Mínimo anual	306,8

Fuente: Estación Mazocruz (SENAMHI).

Se estima, que en el ámbito de estudio, se tiene una precipitación que va desde 306 a 731 mm anuales en promedio.

2.3.1 Consideraciones hidrogeológicas.

La población de Mazocruz, se encuentra asentada sobre depósitos sedimentarios del cuaternario y terciario. Aquí se aprecia la existencia de una zona acuífera de flujo en medio poroso, de zona permeable y que contiene saturación de agua de manera que sea explotable, con importante humedad en los alrededores del pueblo en sí, en época lluviosa.

El nivel freático del área de estudio comprendida en zonas I, II; III; IV se encuentra con valores 2,7; 2,2; 2,2; 1,7 m respectivamente y en zona V a 1 m de profundidad. La zona VI no presenta nivel freático, los datos fueron obtenidos de acuerdo a las exploraciones de calicatas en pueblo de Mazocruz, dato tomado en época lluviosa. (Plano N° 08 y Fotos 6 y 7).

En las partes marginales se pueden notar algunos bofedales y manantiales asociados a fracturamiento de las rocas sedimentarias conformantes del entorno, que dan lugar a pequeñas sequías que los

drenan y se pierden en el camino. De esta manera, geotécnicamente las aguas subterráneas, sí constituyen un problema en términos generales.

2.4 TOPOGRAFÍA.

La zona de estudio se encuentra a una altitud aproximada entre 3975 a 4000 metros sobre el nivel del mar, en la región de la sierra (Ver Plano N° 02).

La topografía se caracteriza por presentar pendientes planas a ligeramente inclinadas (0 a 30°). Dentro de esta zona de estudio encontramos terrazas lacustres y colinas onduladas .

CAPÍTULO III

GEOLOGÍA - GEOMORFOLOGÍA REGIONAL Y LOCAL

3.1 GEOLOGÍA REGIONAL.

El estudio se ha desarrollado sobre la base de información publicada por el INGEMMET en sus cuadrángulos geológicos de Mazocruz (34-x) a escala 1:100 000.

El altiplano constituye una amplia cuenca endorreica al Pacífico y al Atlántico, en el centro de esta región se ubica el lago Titicaca.

Se determina que tanto el área estudiada, como las áreas circunvecinas han estado sometidas a movimientos tectónicos a través de los diferentes periodos geológicos. El tectonismo se evidencia por el levantamiento de los Andes hasta alturas considerables actuales y por la presencia de fallas. Intenso vulcanismo y procesos estructurales debidos a esfuerzos de tensión y compresión, han llegado a originar zonas en las que se han desarrollado estructuras complejas, tales como grandes fallas,

sobre-escurrimientos, plegamientos, etc. Luego, prosiguió una etapa de peneplanización, fallamiento en bloques y subsidencia.

La descripción geomorfológica litoestratigráfica la podemos sintetizar cronológicamente así, empezando desde la más antigua a la más reciente.

3.1.1 Formación Huancané (Ki-fhu).

Esta formación debe su nombre a la localidad de Huancané, por encontrarse en ésta, los afloramientos típicos. En el área de estudio, la formación consta de areniscas rosadas, impuras, masivas, localmente cuarcíticas y feldespáticas, de textura granular fina a media; en parte, presenta conglomerados finos y gruesos de color violeta.

Esta constitución se observó dentro del cuadrángulo Mazocruz, al noreste del área de estudio existen afloramientos alrededor de Ayupalca, formando colinas, en estas localidades, los rangos de potencia varían de 55 a 100 metros, llegando a 600 metros en otras áreas vecinas o localidades típicas donde aflora. La formación Huancané es de ambiente

semicontinental a continental y tiene su mayor desarrollo en la parte nororiental del Lago Titicaca.

Edad y Correlación: A la formación Huancané se le asigna también la edad del Cretáceo inferior (Aptiano-Albiano), por lo que yace directamente sobre la formación Muni.

3.1.2 Grupo Moho (Km-Gmo).

Se da esta denominación a una secuencia sedimentaria constituida principalmente por areniscas y lutitas calcáreas de color rojo ladrillo, gris verdosas, localmente con lechos de cuarcita y con capas de caliza a diferentes niveles. Las lutitas presentan una estratificación delgada. Las areniscas son compactas, de grano medio y redondeado, con estratificación en bancos delgados y medianos que presentan lentes conglomerádicos. Las calizas son de color gris, y están estratificadas en bancos con abundantes lamelibranquios inidentificables por su intensa fragmentación, estos bancos estratificados, reciben el nombre de calizas Ayabacas y constituyen el horizonte guía de este grupo. Sus relaciones estratigráficas señalan una discordancia angular con unidades que lo suprayacen e infrayacen.

Típica y extensivamente, aflora cerca de la localidad de Moho, al NE del Lago Titicaca, de donde proviene el nombre del grupo. Se identificó este afloramiento en la comunidad Quintoayupalca al noreste de Mazocruz (zona de estudio).

La potencia del grupo solamente es observable en parte, así, el horizonte calcáreo (calizas Ayabacas) alcanza una potencia de 20 a 30 metros, en su conjunto el grupo tiene aproximadamente de 600 a 800 metros de grosor.

Debido a su litología y fauna, este grupo es considerado de ambiente de posicional marino litoral.

Edad y Correlación: En la cuenca del Lago Titicaca, este grupo se representa en edad al Cretáceo medio: Albiano-Cenomoniano y posiblemente los niveles bajos del Turoniano.

3.1.3 Grupo Puno (Ti-pu).

El grupo Puno, en la región del Lago Titicaca, también es conocido como "Capas Rojas" (Cabrera, La Rosa y Petersen, 1936).

En la zona de estudio, este grupo está conformado por areniscas arcósicas y tufáceas de color rojo a pardusco con intercalaciones de lutitas yesíferas, gruesos niveles conglomerádicos de naturaleza muy variada, cuarcitas y algo de calizas.

Estratigráficamente, infrayace en discordancia angular a los volcánicos Tacaza. Los afloramientos de este grupo realmente son pequeños, se localiza en Santa Rosa al suroeste de Mazocruz (zona de estudio), también su distribución abarca el norte, centro y sur del altiplano.

Su potencia varía hasta un máximo de 3,000 metros. El grupo Puno es de ambiente continental.

Edad y correlación: A este grupo se le asigna la edad del Terciario inferior a Terciario medio, alcanzando el Oligoceno, y se puede correlacionar con la formación Casapalca, en el centro del Perú, y formación Huanca de Arequipa.

3.1.4 Formación Pichu (Ti-pi).

Bajo este nombre se describe una gruesa serie volcánico-clástica

continental constituida por bancos de tufos de composición riolítica y riodacítica e ignimbritas de color blanco a rosa por alteración, también presentan brechas volcánicas y en menor proporción derrames lávicos andesíticos y basaltitos.

En general, toda esta serie continental presenta una coloración verde muy típica.

Edad y correlación: El grupo Puno descansa directamente sobre las rocas plegadas en el cretáceo superior, donde se le puede asignar una edad supra-cretácea para la base del grupo (formación Ciguaya), y al infrayacer a las rocas del grupo Tacaza, se le asigna una edad terciario inferior a medio para el tope del grupo Puno (formación Pichu). En conjunto a este grupo se le correlaciona con la formación Huanca (Arequipa), y por su analogía con el sistema Corocoro de Bolivia.

3.1.5 Volcánico Llallahui (Tms-vii).

Fue estudiado por Newel (1949) en la vecindad de la mina Tacaza, ubicada a 15 km al norte de Santa Lucía (Puno).

En el cuadrángulo de Mazocruz y parte de Pizacoma, el grupo Tacaza está representado por el volcánico LLallahui. Este nombre fue tomado del cerro homónimo, ubicado al NW de la hoja de Ichuña, yace generalmente en discordancia angular sobre la formación Pichu del grupo Puno. Aflora hacia el NW de la zona de estudio.

Litológicamente este volcánico está constituido por coladas andesíticas de color rojizas tufos de grano fino a veces brechoides de color blanquecinos y además ocurren algunas riolitas.

Edad y correlación: Al volcánico LLallahui se le asigna una edad correspondiente al terciario medio a superior (Oligoceno-Mioceno). Se le correlaciona con el grupo Tacaza de la zona del lago Titicaca y del departamento de Arequipa, además con el volcánico Huaylacollo de las hojas de Palca, Maure y Tarata (Tacna).

3.1.6 Volcánico Sencca (Tp-vse).

El volcánico Sencca aflora en el centro poblado Santa Rosa al suroeste de Mazocruz (zona de estudio). Las coladas del “techo” de Maure pasan hacia arriba con discordancia erosionales a una alternancia

de tufos río líticos de tipo sillar, de otras coladas y de pequeñas secuencias dendríticas (aluviones, gravas, arenas gruesas o finas) hacia el flanco disectado de los andes los tufos río líticos predominan, como por ejemplo la cuenca andina, pero las intercalaciones dendríticas no son ausentes.

Todo esto indica que los sillares del volcánico Sencca fueron emitidos durante una gran crisis climática de erosión en los Andes (los sillares colmaron las cuencas de erosión) y de acumulación en el pie de monte (los sillares se interestratificaron en los depósitos de pie de monte como por ejemplo la formación Millo).

Edad: Corresponde más o menos al comienzo del Vilafraqueano, es decir la base del Pleistoceno y coincide con el cambio climático del límite Plio-Pleistoceno (primera gran crisis climática). Así se explica la imbricación, entre los derrames del volcánico Sencca, de las capas detríticas debidas a la crisis climática

3.1.7 Formación Capillune (Tp-Ca).

Dicha formación corresponde a un relleno general en la sierra que descansa sobre el volcánico Sencca por intermedio de una discordancia

erosional. Se trata de capas lacustres cuyas características son exactamente semejantes a la formación de Maure, pero con una extensión mucho más considerable. Incluso las cineritas Capillune se extienden más en superficie que el volcánico Sencca, al este del eje de los andes occidentales. Esta disposición sugiere que la barrera de los andes occidentales ya se había formado. En efecto la extensión progresivamente mayor de los piroclásticos reabajados en lagos no se puede entender en tal sierra como los andes, durante un periodo intenso de erosión (debido a la primera crisis climática), sin la aparición de una barrera aislando los lagos del nivel de base del pacífico, por eso, pensamos que las mismas fisuras que emitieron los piroclásticos sirvieron para la ubicación de los primeros conos volcánicos de los andes occidentales.

Edad y correlación: Esta formación suprayace en discordancia erosional al volcánico Sencca e infrayace en discordancia erosional al volcánico Barroso, por lo que se le asigna una edad Pliocénica superior.

3.1.8 Grupo Barroso (TQ-vba).

J. Wilson (1962) dio el nombre de formación Barroso a una serie de

rocas volcánicas que constituyen la cordillera del Barroso. Mendivil (1963) elevó dicha formación a la categoría de grupo en razón de la diferenciación litológica que hizo en: volcánico Purupurini, volcánico Barroso y volcánico Chila.

3.1.9 Volcánico barroso.

El nombre proviene de la cordillera del Barroso, en la sierra sur del Perú. A pocos kilómetros hacia el este, sur y oeste de la zona de estudio (Mazocruz) se encuentra grandes afloramientos de este tipo de rocas.

El volcánico Barroso está compuesto mayormente por lavas andesíticas y de ignimbritas hacia el tope, los flujos son de color gris oscuro, afaníticos y faneríticos.

Esta unidad, en áreas vecinas presenta variaciones litológicas muy marcadas, habiéndose diferenciado sub-unidades; en el presente caso no se ha efectuado tal diferenciación.

Las rocas del volcánico Barroso tienen una amplia distribución en la parte oeste del área de estudio, donde la potencia alcanza

aproximadamente unos 300 metros; aunque en localidades típicas, el volcánico Barroso normalmente sobrepasa 1 000 metros.

Edad y correlación: Para ubicar esta unidad en la escala geológica, en base a su posición estratigráfica, tentativamente se ubica al grupo Barroso entre el Plioceno y el Pleistoceno. Estos volcánicos se correlacionan con parte de los volcánicos Sillapaca.

3.1.10 Depósitos, Morrenas y Fluvoglaciares (Qr-fl.Qpl-mo).

Las morrenas son testigos de una actividad glacial relativamente intensa, que ocurrió en los conos volcánicos cercana al área estudiada (Mazocruz) durante el cuaternario. Cabe indicar que en la zona de estudio no se presentan este tipo de depósitos, la mayor cantidad de morrenas se encuentra en los flancos meridionales de las zonas elevadas (cordilleras). Así, también se encuentran en paleocauces.

Las morrenas están compuestas de fragmentos angulosos de pequeñas dimensiones, en una matriz areno-arcillosa, guijarros y conglomerados finos que pasan progresivamente a depósitos

fluvioglaciares, debido a la erosión y transporte de materiales hacia las zonas bajas, causadas por los cauces fluviales.

3.1.11 Depósitos lacustres, bofedales y fluviales (Qr-la, Qr-bo, Qr-fl).

Los depósitos Lacustres litológicamente, están formados por sedimentos finos de naturaleza laminar, poco consolidados y de colores oscuros, encontrándose depositadas en extensa proporción en el área de estudio por influencia de la cuenca del río Huenque.

Los bofedales se encuentran en pequeñas planicies, son de naturaleza arcillosa con material vegetal descompuesta en zonas semi pantanosas, y están representados muy localmente.

Los depósitos fluviales recientes, están constituidos por materiales que han sido arrancados y transportados largos kilómetros por el agua. Generalmente, estos materiales se presentan poco consolidados con elementos homogéneos de gravas, arenas y arcillas (redondeados y subredondeados).

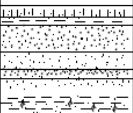
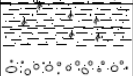
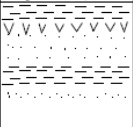
3.2 GEOLOGÍA LOCAL.

En el área de estudio, se distingue afloramientos sedimentarios continentales de medios lacustres, los cuales varían en edad desde el Cenozoico superior hasta periodos geológicos recientes (Cuaternario). En la geología local del pueblo de Mazocruz, existen afloramientos que pertenecen a la formación Capillune (pliocénica superior), depósito fluvial y depósito bofedal del Cuaternario reciente. (Anexo Plano N° 3 y Foto N° 02).

3.2.1 Estratigrafía.

En esta parte se hace una descripción detallada de la secuencia estratigráfica del área, que fue correlacionada con trabajos regionales realizados anteriormente. La formación Capillune es la más antigua, está representada por sedimentos conglomerados, areniscas, piroclásticos, limolitas y arcillas del Cenozoico (terciario superior), sobre ellas yacen sedimentos sueltos (depósitos fluviales) compuestos mayormente por gravas, arenas y arcillas durante el Cenozoico (Cuaternario superior). Ver Cuadro III.

Cuadro III. Columna estratigráfica local.

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	SECCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	Depósitos Bofedales		Qr-bo	Limos-arcillosos con material vegetal descompuesto
			Depósitos Fluviales		Qr-fl	Gravas, arenas, limos y arcillas de diferente naturaleza. Topografía ligeramente plana
	TERCIARIO	SUPERIOR	Formación Capillune		Tp-ca	conglomerados, areniscas, piroclásticos, limolitas y arcillas con coloraciones grises, blanco amarillento y verdoso. Conforman pequeñas lomadas

Fuente: INGEMMET. Cuadrángulo geológico de Mazocruz (34-x).

A continuación, se hace la descripción de cada una de las unidades litoestratigráficas identificadas en el área de estudio, empezando desde la más antigua a la más reciente.

3.2.2 Formación Capillune (Tp-Ca).

El nombre de esta formación fue dado por S. Mendivil (1965), en el río Viluta (cuadrángulo de Maure), quien estudió las características litológicas de la sección tipo, cerca de la localidad de Capillune. En el área de estudio la litología de esta formación consiste en una secuencia sedimentaria lacustre, compuesta por conglomerados, areniscas,

piroclásticos, limolitas y arcillas de coloraciones grises, blanco amarillentas y verdosas.

Topográficamente, conforma pequeñas lomadas aflorando al suroeste del área, dentro y cerca del límite de estudio. El espesor de esta formación en los afloramientos observados alcanza 80 metros; aunque en localidades típicas, la formación Capillune normalmente alcanza 200 metros. (Anexo Foto N° 3).

Edad y correlación: Esta formación suprayace en discordancia erosional al volcánico Sencca e infrayace en discordancia erosional al volcánico Barroso, por lo que se le asigna una edad Pliocénica superior. Tosdal et al. (1981), reporta edades K/Ar de $7,0 \pm 0,4$ M.A. y $3,3 \pm 0,1$ M.A.

3.2.3 Depósitos cuaternarios.

Incluye a depósitos recientes, que a su vez comprenden:

3.2.3.1 Depósitos fluviales (Qr-FI).

Estos depósitos lacustres se encuentran depositados en extensa proporción en el área de estudio Mazocruz, los depósitos fluviales

litológicamente están conformados por grava, arena y arcilla limosa de naturaleza laminar, poco consolidados (suelos) y de colores oscuros, con potencia a más de 10 metros, cuya estratificación presenta intercalación de capas con espesores de 0,5 a 3 metros.

El origen de estos depósitos fluviales lacustrinas se debió, principalmente, a la erosión de depósitos de escombros, debido a intensos eventos pluviales de la zona alto andina.

3.2.3.2 Depósitos de bofedales (Qr-Bo).

Se encuentra en pequeña planicie, abarcando a la zona de estudio en menor proporción, las características de estos bofedales son de naturaleza limo-arcillosa con vegetación más pronunciada y materia vegetal descompuesta con presencia de agua empozada dentro de las mismas. Estos depósitos son zonas semipantanosas, con aguas permanentes alimentadas por los manantiales provenientes de las fallas y fracturas de la formación Capillune.

3.3 GEOMORFOLOGÍA LOCAL.

El área de estudio, está emplazada sobre lomadas y terrazas

fluviales marginales de la cuenca del río Huenque, que transcurre en dirección sur a norte , dentro del cual se ubica el pueblo de Mazocruz, donde se ubican los barrios de Alianza, 3 de Mayo, Esperanza y San Antonio. Todas las unidades geomorfológicas están constituidas por depósitos clásticos del terciario superior pertenecientes a la formación Capillune y a depósitos del cuaternario reciente.

Esta zona comprende las siguientes unidades morfoestructurales las cuales se denominan: terrazas de lacustre, colinas de Altiplano y áreas subpantanosas (bofedales), y están rodeadas por una cadena de cerros circundando a conos volcánicos, con altitudes que van de 3 800 a 4 800 msnm.

3.3.1 Colina del altiplano.

Esta unidad morfo-estructural es reconocida en la falda oriental de la cordillera occidental hasta las estribaciones de la cordillera oriental.

En general, esta unidad geomorfológica está conformada por ondulaciones pronunciadas con elevaciones menores a 150 m constituidas por materiales sedimentarios y volcánicos en menor

proporción sobre el nivel de la base local, además por materiales sedimentarios y volcánicos en menor proporción. En estas geoformas de lomadas y colinas, se incluye también algunas formas estrechamente ligadas a esta morfología, tales como valles coluvio- aluviales, depósitos de piedemonte y abanicos o conos de deyección.

3.3.2 Terraza de lacustre.

Esta unidad geomorfológica, es reconocida como llanura lacustre en el altiplano en los marginales de la cuenca del río Huenque. En general las terrazas son de origen fluvio-aluvial. Asimismo esta unidad geomorfológica se caracteriza por su topografía de pendientes planas y ligeramente inclinadas (0 – 4 %) llana, a veces casi horizontales, las terrazas fueron formadas durante el cuaternario reciente.

3.3.3 Área subpantanosas.

Se han desarrollado dentro de las planicies o pampas a las que se conoce localmente con el nombre de "bofedales" y que pertenecen desde el punto de vista edafológico, a un tipo especial de suelos denominados "hidromórficos".

CAPÍTULO IV

MARCO TEÓRICO

4.1 INTRODUCCIÓN.

El presente capítulo abarca las propiedades físicas e ingeniería de los suelos, los conceptos se correlacionan con las propiedades y además se evaluará la importancia de los mismos en este importante campo.

4.1.1 Propiedades de los suelos.

El éxito de una cimentación, por lo menos en teoría, exige el conocimiento de la totalidad de las **propiedades de ingeniería** de los suelos, con que o sobre el cual son hechas. Sin embargo, el conocimiento de tal totalidad es difícil, costoso y toma tiempo. Muchas veces, como se hace en las ciencias naturales, se procura deducir esas propiedades a partir de otras más simples, generales y fácilmente determinables. Son las llamadas **propiedades de índice**.

En mecánica de suelos se adaptó como **propiedades de índice de los suelos**, las que se refieren esencialmente al material con que son constituidos los suelos, estas son algunas de sus propiedades físicas más inmediatas, tales como:

Cuadro IV. Propiedades físicas.

Propiedades físicas:
Textura, granulometría, tamaño y forma de los granos
Plasticidad y límites de Atterberg
Propiedades de fracción arcillosa de los suelos

Fuente: Elaboración propia.

Además de estas propiedades más simples, existen también propiedades relacionadas con los diversos **estados** con que el suelo se presenta en la naturaleza. Son propiedades de estado relacionadas con su mayor o menor compacidad, consistencia y su estructura, tal como:

Cuadro V. Propiedades de estado.

Propiedades de estado:
Índices físicos
Compacidad y densidad relativa
Consistencia y resistencia a la comprensión simple
Estructura de los suelos

Fuente: Elaboración propia.

Las propiedades arriba mencionadas son profundamente estudiadas en la física de los suelos, cuyos resultados son aprovechados por los ingenieros no solo para deducir propiedades más específicas de los suelos con que trabajan sino también para clasificarlos en grupos, por los cuales el comportamiento de éstos, sería fácilmente previsible. Estas propiedades son:

Cuadro VI. Propiedades de Ingeniería.

Propiedades de ingeniería:
Densidad in situ
Permeabilidad
Consolidación/densificación
Potencial de expansión y asentamiento
Resistencia al corte de suelos: c, ϕ .
Compresibilidad/deformabilidad (Prop. elásticas)

Fuente: Elaboración propia.

Estas propiedades se relacionarán en el presente estudio, con los datos obtenidos en el poblado de Mazocruz. En consecuencia, tanto la densidad como la resistencia al corte, serán tratados más adelante en forma más amplia.

4.2 CLASIFICACIÓN DE SUELOS.

Los datos mínimos para realizar una clasificación de suelos son: curva granulométrica, límite de liquidez (LL) e índice de plasticidad (IP). Las principales clasificaciones geotécnicas son la SUCS (aeropuertos) y ASSHTO (carreteras), las cuales se han considerado para el estudio, con el fin de comparar los resultados obtenidos de las dos clasificaciones anteriormente mencionadas.

4.2.1 Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).

Este sistema (para aeropuertos) fue propuesto por Arturo Casagrande como una modificación y adaptación más general a su sistema de clasificación propuesto en el año 1942.

Esta clasificación divide los suelos en:

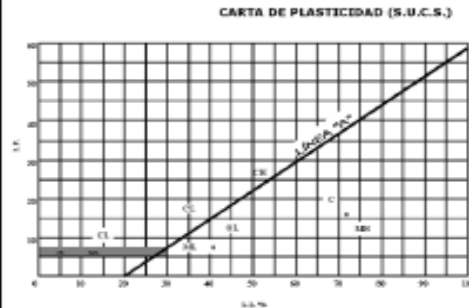
- Suelos de grano grueso.
- Suelos de grano fino.
- Suelos orgánicos.

Los suelos de granos grueso y fino se distinguen mediante el tamizado del material por el tamiz N° 200.

Los suelos gruesos corresponden a los retenidos en dicho tamiz y los finos son los que pasan. De esta forma, se considera que un suelo es grueso si más del 50 % de las partículas del mismo son retenidas en el tamiz N° 200 y fino si más del 50 % de sus partículas son menores que dicho tamiz. Ver Cuadro VII.

Cuadro VII. Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).

	DIVISIÓN MAYOR		SIMB. DE GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIOS DE CLASIFICACION PARA SUELOS GRANULARES
Suelo de Grano Grueso más del 50 % del material es retenido en malla número 200	GRAVAS más del 50% de la fracción de Gruesa es retenida por la malla N° 4	Gravas Limpias Poco o Ningun Fino	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.	$Cu > 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	No satisfacen todos los requisitos de graduación para GW
		Gravas con finos, cantidad apreciable de finos	GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y arcilla.	Límite de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$
			GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla.	Límite de Atterberg debajo de la línea A o $IP > 7$
	ARENAS más del 50% de la Fracción Gruesa pasa por la malla N° 4	Arenas limpias poco o ningún fino.	SW	Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poco o nada de finos.	$Cu > 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$
			SP	Arenas mal graduadas, arenas con gravas, con poco o nada de finos.	No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW
		Arenas con finos, cantidad apreciable de finos	SM	Arenas limosas, mezclas de arenas y limo.	Límite de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$
			SC	arenas arcillosas, mezclas de arenas y arcilla	Límite de Atterberg debajo de la línea A o $IP > 7$
Suelo de Grano Fino, más del 50 % del material pasa por la malla número 200	LIMOS Y ARCILLAS (LL<50%)		ML	Limo inorgánico, polvo de roca, limos arenosos o arcilloso, ligeramente plásticos.	G – Grava, S – Arena, O – Suelo Orgánico, P – Turba, M – Limo, C – Arcilla, W – Bien Graduado, P – Mal Graduado, L – Baja Compresibilidad o Plasticidad, H – Alta Compresibilidad o Plasticidad.
			CL	Arcilla inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	
			OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.	
	LIMOS Y ARCILLAS(LL>50%)		MH	Limo inorgánico, limos micáceos o diatomáceos, limos elásticos. Alta Plasticidad.	
			CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad.	
			OH	Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.	
	SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS		Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos.	



4.2.2 Sistema de clasificación AASHTO.

AASHTO (Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carreteras y Transporte-1949), generalmente se aplica para carreteras, ferrocarriles y otra similares.

Éste divide a los suelos en dos grupos:

- a) **Suelos gruesos o materiales gruesos.**- Son aquellos que ≤ 35 % pasan el tamiz N° 200. Forman los grupos A1, A2, A3.
- b) **Suelos finos o materiales limos arcillosos.**- Son aquellos que > 35 % pasan el tamiz N° 200. Forman los grupos A4, A5, A6, A7.

Un parámetro importante de esta clasificación es el denominado **índice de grupo**, al cual obedece la ordenación de los suelos dentro de un grupo, conforme sus aptitudes, siendo peor el suelo que presente mayor índice de grupo. Por ejemplo, el suelo A4 (7) es mejor que el suelo A4 (9). Ver Cuadro VIII.

Cuadro VIII. Sistema de clasificación AASHTO.

CLASIFICACIÓN	MATERIALES GRANULARES (IGUAL O MENOR DEL 35% PASA LA MALLA 200)							MATERIALES LIMO ARCILLOSOS (MÁS DEL 35% PASA LA MALLA 200)			
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7
Subgrupo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5 A7-6
% que pasa											
Malla Nro. 10	50 max										
Malla Nro. 40	30 max	50 max	51 min								
Malla Nro. 200	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min
Características del material que pasa Malla Nro. 40											
Límite Líquido (LL)				40 max	41 max	40max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min
Índice Plástico (IP)	6 max	6 max	NP	10 max	10 max	11 min	11 min	10 min	10 max	11 min	11 min
Índice de Grupo		0	0	0	0	4 max	4 max	8 max	12 max	16 max	20 max
Tipo de material	Fragmento de piedra, Grava y Arena		Arena fina	Grava, Arena Limosas y Arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
Terreno de fundación	Excelente a Bueno						Regular a Malo				

A7-5→LL≥30

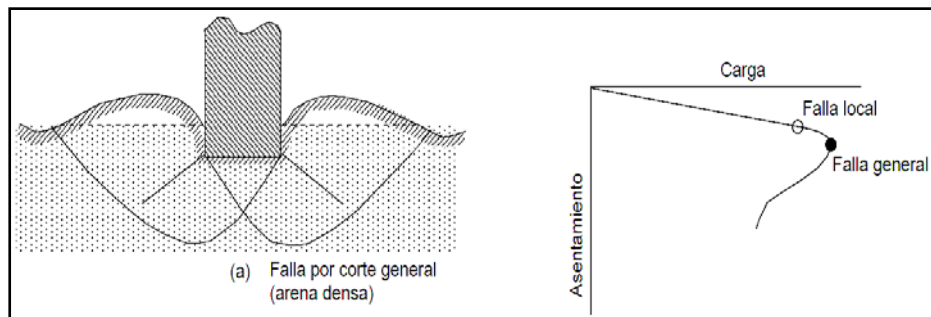
El suelo A8 clasifica el material excesivamente orgánico(Turba)

$G=0,2a+0,005a.c+0,01b.d$	
a=(F-35)	F=% que pasa 0,075 mm (#200)
b=(F-15)	LL= límite de liquidez
c=(LL-40)	IP=índice de plasticidad
d=(IP-10)	

4.3 TEORÍA DE CAPACIDAD PORTANTE.

4.3.1 Modos de ruptura.

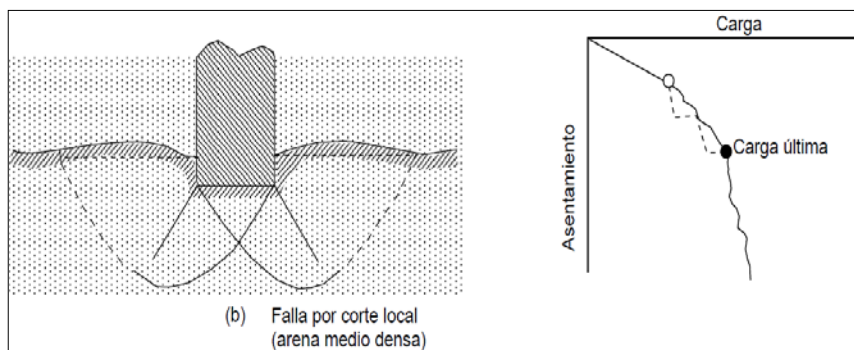
a) Ruptura general.



Fuente: Vesic, 1963.

Figura 1. Ruptura general.

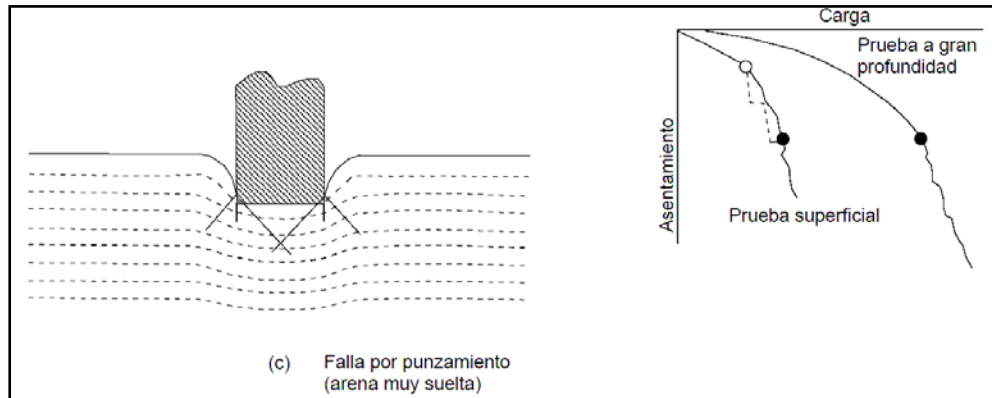
b) Ruptura local.



Fuente: Vesic, 1963.

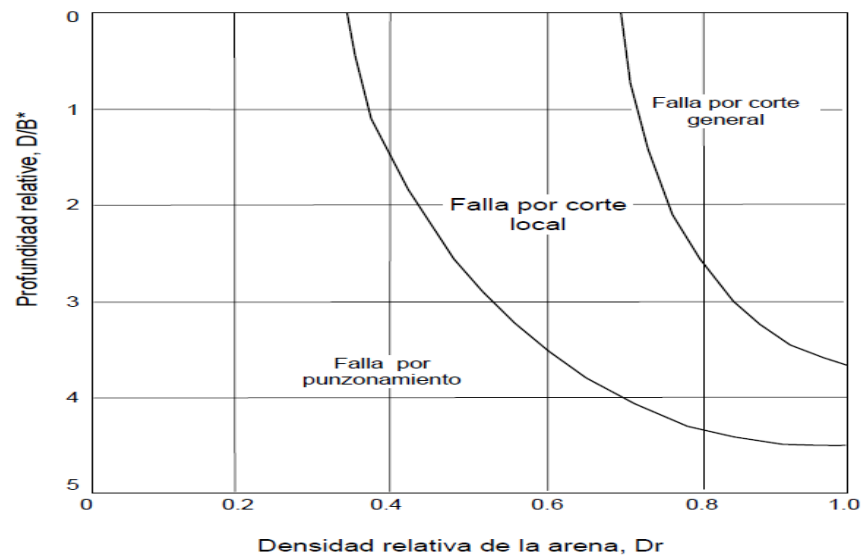
Figura 2. Ruptura local.

c) Ruptura por punzonamiento o penetración.



Fuente: Vesic,1963.

Figura 3. Ruptura por punzonamiento o penetración.

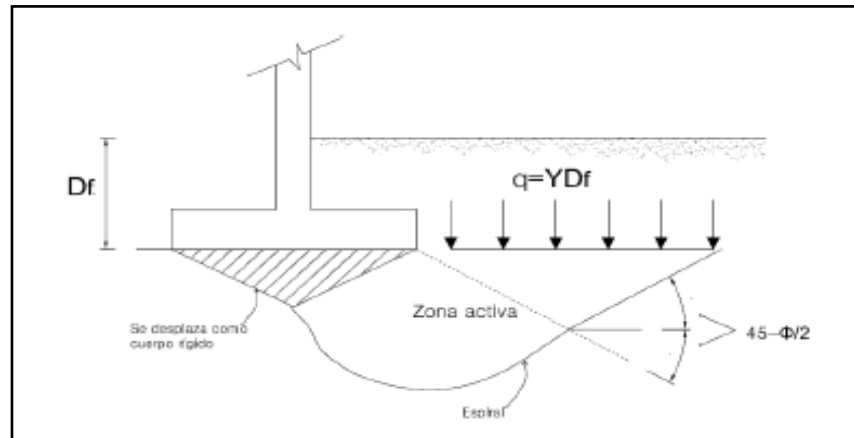


Fuente: Vesic,1963.

Figura 4. Densidad relativa en la arena.

Donde: $B^* = B$ para zapatas cuadradas o circulares; $B = 2BL / (B + L)$ para zapatas rectangulares.

4.3.2 Fórmula de Karl Terzaghi.



Fuente: TERZAGHI.

Figura 5. Falla por capacidad de carga en suelo bajo una cimentación corrida (Terzaghi).

a) Cimientos corridos (continuos o infinitos).

$$q_u = c N_c + q N_q + \frac{1}{2} B \gamma N_\gamma$$

b) Cimientos con forma.

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.6\gamma BN_\gamma$$

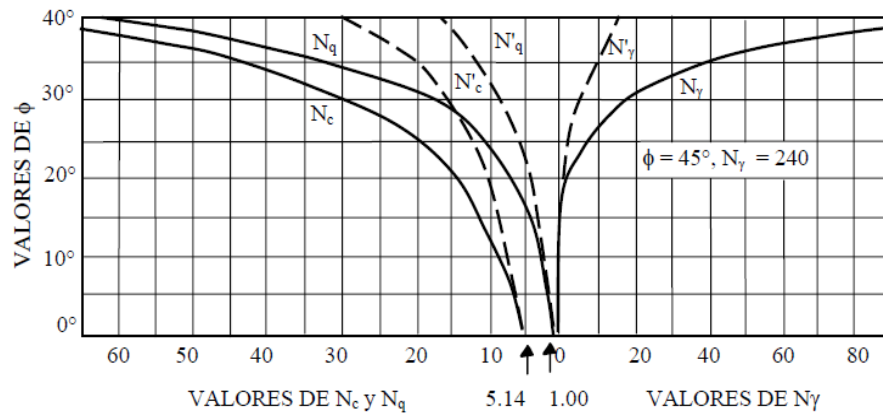
Cuadro IX. Factores de corrección por forma de Terzaghi

FACTOR	CORRIDO	CUADRADO	CIRCULAR
Sc	1,0	1,3	1,3
Sq	1,0	1,0	1,0
Sy	1,0	0,8	0,6

Fuente: Fórmula de Terzaghi.

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) ; N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = 2,0(N_q + 1) \tan \phi ; \quad \tan \phi' = \frac{2}{3} \tan \phi ; \quad c' = \frac{2}{3} c$$



Fuente: Alva Hurtado. Cimentaciones superficiales.

Figura 6. Factores de capacidad de carga dados por Terzaghi.

Cuadro X. Factores de capacidad de carga de Terzaghi.

ϕ'	N_q	N_c	N_γ	ϕ'	N_q	N_c	N_γ
28	17.81	31.61	15.7	0	1.00	5.70	0.0
30	22.46	37.16	19.7	2	1.22	6.30	0.2
32	28.52	44.04	27.9	4	1.49	6.97	0.4
34	36.50	52.64	36.0	6	1.81	7.73	0.6
35	41.44	57.75	42.4	8	2.21	8.60	0.9
36	47.16	63.53	52.0	10	2.69	9.60	1.2
38	61.55	77.50	80.0	12	3.29	10.76	1.7
40	81.27	95.66	100.4	14	4.02	12.11	2.3
42	108.75	119.67	180.0	16	4.92	13.68	3.0
44	147.74	151.95	257.0	18	6.04	15.52	3.9
45	173.29	172.29	297.5	20	7.44	17.69	4.9
46	204.19	196.22	420.0	22	9.19	20.27	5.8
48	287.85	258.29	780.1	24	11.40	23.36	7.8
50	415.15	347.51	1153.2	26	14.21	27.09	11.7

Fuente: Teoría de Terzaghi (Bowles 1988).

4.3.3 Fórmula de Meyerhof.

Carga vertical:

$$q_{ult} = c \times N_c \times s_c \times d_c + \gamma \times D \times N_q \times s_q \times d_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_\gamma \times s_\gamma \times d_\gamma$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2(45 + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi)$$

Factor de forma:

$$s_c = 1 + 0.2k_p \frac{B}{L} \quad \text{para } \varphi > 10$$

$$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1k_p \frac{B}{L} \quad \text{para } \varphi = 0$$

Factor de profundidad:

$$d_c = 1 + 0.2\sqrt{k_p} \frac{D}{B}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1\sqrt{k_p} \frac{D}{B} \quad \text{para } \varphi > 10$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{para } \varphi = 0$$

Donde:

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$$

φ = Inclinación de la resultante en la vertical.

Cuadro XI. Factores de corrección. Meyerhof.

FACTOR		COHESION (c)	WEDGE (γ)	SURCHARGE (q)	DIAGRAM	
BEARING CAPACITY		N_c	N_γ	N_q		
	$\phi = 0$	5.14	0.00	1.00		
N	$\phi > 0$	$(N_q - 1) \cot \phi$	$(N_q - 1) \tan(1.4\phi)$	$N_q e^{\pi \tan \phi}$		
CORRECTION	FOUNDATION SHAPE WITH ECCENTRICITY s	$\phi = 0$	ζ_{cs}	$\zeta_{\gamma s}$	ζ_{qs}	
		$\phi > 10$	"	$1 + 0.1 N_\phi \frac{B'}{W'}$	$1 + 0.1 N_\phi \frac{B'}{W'}$	
		$0 < \phi \leq 10$	"	Linear Interpolation Between $\phi = 0$ and $\phi = 10$ Degrees		
C	INCLINED LOADING i	$\phi = 0$	ζ_{ci}	$\zeta_{\gamma i}$	ζ_{qi}	
		$\phi > 0$	$\left[1 - \frac{\theta}{90}\right]^2$	$\theta \leq \phi \left[1 - \frac{\theta}{\phi}\right]^2$ $\theta > \phi \quad 0.0$	$\left[1 - \frac{\theta}{90}\right]^2$	
	FOUNDATION DEPTH d	$\phi = 0$	ζ_{cd}	$\zeta_{\gamma d}$	ζ_{qd}	
	$\phi > 0$	"	$1 + 0.1(N_\phi)^{1/2} \cdot \frac{D}{B}$	$1 + 0.1(N_\phi)^{1/2} \cdot \frac{D}{B}$		
	$0 < \phi \leq 10$	"	Linear Interpolation Between $\phi = 0$ and $\phi = 10$ Degrees			

Fuente: U.S. Army Corps of Engineers. Engineering and Design Bearing Capacity of Soils. 1990.

4.3.4 Fórmula de Hansen (1970).

Factor de forma:

$$s'_c = 0.2 \frac{B}{L}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \frac{B}{L}$$

$$s_c = 1 \quad \text{para cimentaciones continuas}$$

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \varphi$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Factor de profundidad:

$$d'_c = 0.4k$$

$$d_c = 1 + 0.4k$$

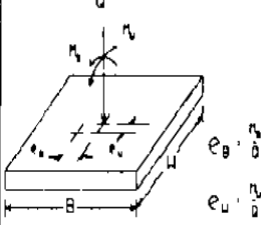
$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi) k$$

$$d_\gamma = 1 \quad \text{para cualquier } \varphi$$

$$k = \frac{D}{B} \quad \text{si } \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \tan^{-1} \frac{D}{B} \quad \text{si } \frac{D}{B} > 1$$

Cuadro XII. Factores de corrección (Hansen).

FACTOR		COHESION (c)	WEDGE (γ)	SURCHARGE (q)	DIAGRAM
BEARING CAPACITY		N_c	N_γ	N_q	
	N	$\phi = 0$ 5.14 $\phi > 0$ $(N_q - 1) \cot \phi$	0.00 $1.5(N_q - 1) \tan \phi$	1.00 $N_q e^{\tan \phi}$	
CORRECTION	FOUNDATION SHAPE WITH ECCENTRICITY s	Strip: 1.0 $\phi = 0$ $0.2 \frac{B'}{W'}$	1.0	1.0	
		$\phi > 0$ $1 + \frac{N_q B'}{N_c W'}$	$1 - 0.4 \frac{B'}{W'}$	$1 + \frac{B'}{W'} \tan \phi$	
	INCLINED LOADING i	$\phi = 0$ $1 - \frac{\left[1 - \frac{T}{A_e C_a}\right]^2}{2}$	$\delta = 0 \left[1 - \frac{0.7T}{Q + A_e C_a \cot \phi}\right]^5$	$\left[1 - \frac{0.5T}{Q + A_e C_a \cot \phi}\right]^5$	
		$\phi > 0$ $\zeta_{qi} - \frac{1 - \zeta_{qi}}{N_q - 1}$	$\delta > 0 \left[1 - \frac{(0.7 - \delta/450)T}{Q + A_e C_a \cot \phi}\right]^5$		
	FOUNDATION DEPTH d	$\phi = 0$ 0.4k	1.0	1.0	
		$\phi > 0$ $1 + 0.4k$	1.0	$1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 k$	
BASE ON SLOPE β	$\phi = 0$ $1 - \frac{\beta}{147.3}$	$(1 - 0.5 \tan \beta)^5$	$(1 - 0.5 \tan \beta)^5$		
	$\phi > 0$ $\zeta_{q\beta} - \frac{1 - \zeta_{q\beta}}{147.3}$				
TILTED BASE δ	$\phi = 0$ $1 - \frac{\delta}{147}$	$e^{-0.047 \delta \tan \phi}$	$e^{-0.035 \delta \tan \phi}$		
	$\phi > 0$ $\zeta_{q\delta} - \frac{1 - \zeta_{q\delta}}{147.3}$				

Fuente: U.S. Army Corps of Engineers. Engineering and Design Bearing Capacity of Soils. 1990.

4.3.5 Fórmula de Vesic.

La fórmula de Vesic (1975), es análoga a la fórmula de Hansen, con N_q y N_c como en la fórmula de Meyerhof y N_γ como se indica a continuación:

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \cdot \tan(\phi)$$

Factores de forma (Vesic).

Cuadro XIII. Factores de forma de fórmula generalizada.

Forma	ϕ°	S_c	S_γ	S_q
RECTANGULAR		$1 + (N_q/N_c)(B/L)$	$1 - 0.4(B/L)$	$1 + t_g \phi(B/L)$
	0	$1 + 0.20(B/L)$	↓	1.00
	30	$1 + 0.61(B/L)$		$1 + 0.58(B/L)$
	45	$1 + 1.01(B/L)$		$1 + 1.00(B/L)$
CIRCULAR O CUADRADA		$1 + (N_q/N_c)$	0.60	$1 + t_g \phi$
	0	↓	1.20	1.00
	30		1.61	1.58
	45		2.01	2.01

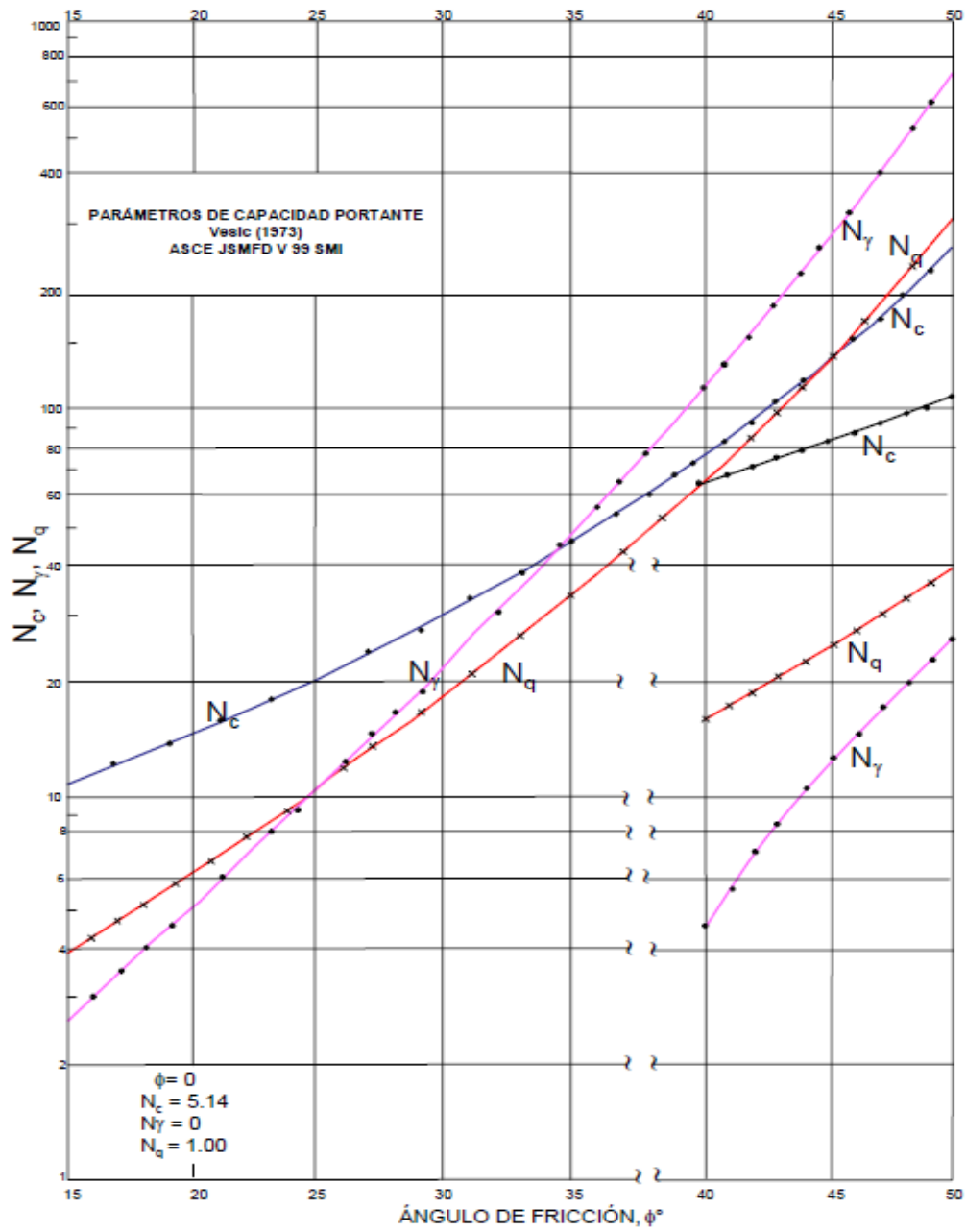
Fuente: VESIC.1973.

Donde: B y L son el ancho y la longitud del cimiento, respectivamente. A efectos prácticos, para el cálculo del factor de forma S_c puede tomarse: $N_q/N_c = 0,2$

Cuadro XIV. Factores de corrección (Vesic).

FACTOR		COHESION (c)	WEDGE (γ)	SURCHARGE (q)	DIAGRAM
BEARING CAPACITY	N	N_c	N_γ	N_q	
		$\phi = 0$ 5.14 $\phi > 0$ $(N_q - 1) \cot \phi$	0.00 OR $-2 \sin \beta$ if $\beta > 0$ $2(N_q + 1) \tan \phi$	1.00 $N_q e^{\pi \tan \phi}$	
CORRECTION	FOUNDATION SHAPE WITH ECCENTRICITY s	f_{cs}	$f_{\gamma s}$	f_{qs}	
		Strip: 1.0 $\phi = 0$ $0.2 \frac{B'}{W}$ $\phi > 0$ $1 + \frac{N_q B'}{N_c W}$	1.0 $1 - 0.4 \frac{B'}{W}$ (1.0 if strip)	1.0 $1 + \frac{B'}{W} \tan \phi$ (1.0 if strip)	
	INCLINED LOADING i	f_{ci}	$f_{\gamma i}$	f_{qi}	
		$\phi = 0$ $1 - \frac{mI}{A_e c_a N_c}$ 2 $\phi > 0$ $f_{qi} - \frac{1 - f_{qi}}{N_q - 1}$	$\left[1 - \frac{I}{Q + A_e c_a \cot \phi} \right]^{m+1} > 0$	$\left[1 - \frac{I}{Q + A_e c_a \cot \phi} \right]^m$	
	FOUNDATION DEPTH d	f_{cd}	$f_{\gamma d}$	f_{qd}	
$\phi = 0$ $1 + 0.4K$ $\phi > 0$ $1 + 0.4k$		1.0 1.0	1.0 $1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^{2k}$		
BASE ON SLOPE β	$f_{c\beta}$	$f_{\gamma\beta}$	$f_{q\beta}$		
	$\phi = 0$ $1 - \frac{\beta}{147.3}$ $\phi > 0$ $f_{q\beta} - \frac{1 - f_{q\beta}}{147.3}$	$(1 - \tan \beta)^2$	$(1 - \tan \beta)^2$		
TILTED BASE δ	$f_{c\delta}$	$f_{\gamma\delta}$	$f_{q\delta}$		
	$\phi = 0$ $1 - \frac{\delta}{147}$ $\phi > 0$ $f_{q\delta} - \frac{1 - f_{q\delta}}{147.3}$	$(1 - 0.017 \delta \tan \phi)^2$	$(1 - 0.017 \delta \tan \phi)^2$		

Fuente: U.S. Army Corps of Engineers. Engineering and Design Bearing Capacity of Soils.1990.



Fuente: VESIC A. 1973.

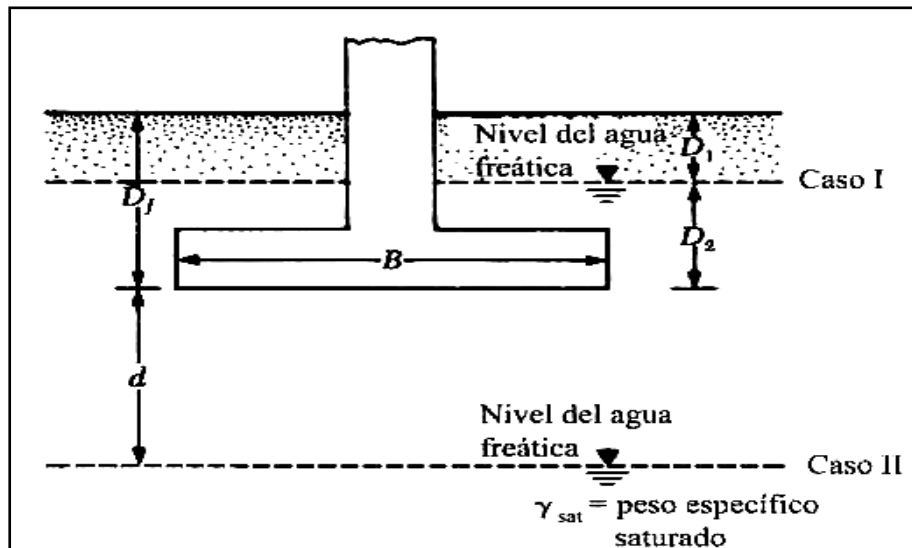
Figura 7. Parámetros de capacidad portante.

Cuadro XV. Factores de capacidad de carga.

ϕ	N_ϕ	N_c	N_q	N_γ		
				Meyerhof	Hansen	Vesic
0	1.00	5.14	1.00	0.00	0.00	0.00
2	1.07	5.63	1.20	0.01	0.01	0.15
4	1.15	6.18	1.43	0.04	0.05	0.34
6	1.23	6.81	1.72	0.11	0.11	0.57
8	1.32	7.53	2.06	0.21	0.22	0.86
10	1.42	8.34	2.47	0.37	0.39	1.22
12	1.52	9.28	2.97	0.60	0.63	1.69
14	1.64	10.37	3.59	0.92	0.97	2.29
16	1.76	11.63	4.34	1.37	1.43	3.06
18	1.89	13.10	5.26	2.00	2.08	4.07
20	2.04	14.83	6.40	2.87	2.95	5.39
22	2.20	16.88	7.82	4.07	4.13	7.13
24	2.37	19.32	9.60	5.72	5.75	9.44
26	2.56	22.25	11.85	8.00	7.94	12.54
28	2.77	25.80	14.72	11.19	10.94	16.72
30	3.00	30.14	18.40	15.67	15.07	22.40
32	3.25	35.49	23.18	22.02	20.79	30.21
34	3.54	42.16	29.44	31.15	28.77	41.06
36	3.85	50.59	37.75	44.43	40.05	56.31
38	4.20	61.35	48.93	64.07	56.17	78.02
40	4.60	75.31	64.19	93.69	79.54	109.41
42	5.04	93.71	85.37	139.32	113.95	155.54
44	5.55	118.37	115.31	211.41	165.58	224.63
46	6.13	152.10	158.50	328.73	244.64	330.33
48	6.79	199.26	222.30	526.44	368.88	495.99
50	7.55	266.88	319.05	873.84	568.56	762.85

Fuente: Modelos: Meyerhof, Hansen y Vesic.

4.3.6 Influencia del nivel freático en el suelo



Fuente: Braja M. Das.

Figura 8. Modificación de ecuaciones de capacidad de carga por el nivel de agua.

Caso I: Según el nivel de agua se localiza de modo que $0 \leq D_1 \leq D_f$, el factor q en las ecuaciones de capacidad de carga toma la forma

$$Q = \text{sobrecarga efectiva} = D_1 \gamma + D_2 (\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

Donde: γ_{sat} = peso específico saturado y γ_w = peso específico del agua.

También, el valor de γ en el último término de las ecuaciones tiene que ser reemplazado por $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$

Caso II: Para un nivel de agua localizada de modo que $0 \leq d \leq B$,

$$Q = \gamma Df$$

El factor γ en el último término de las ecuaciones de capacidad de carga debe ser reemplazado por el factor:

$$\tilde{\gamma} = \gamma' + d/B (\gamma - \gamma')$$

Las modificaciones anteriores se basan en la suposición de que no existe fuerza de infiltración en el suelo.

Caso III: Cuando en nivel está localizado de modo que $d \geq B$, el agua no tendrá efecto sobre la capacidad de carga última.

4.3.7 Capacidad portante admisible.

Las teorías de capacidad de carga, no son las que en la práctica se establecen a las fundaciones reales, éstas corresponden a los valores de falla, es decir que si los esfuerzos se comunicarán al material, éste quedaría en estado de falla incipiente.

El concepto de capacidad de carga admisible o de trabajo, es el

factor con el que se diseñará la cimentación y será menor que la de falla. Se expresa por una fracción de la capacidad de carga de la falla, obtenida dividiendo ésta entre un número mayor que 1, denominado factor de seguridad (FS), que varía entre 1,5 y 3 dependiendo de análisis de cargas actuantes.

$$Q_{adm} = q_u/FS$$

4.4 CRITERIOS DE ASENTAMIENTO.

Cuadro XVI. Métodos de cálculo de asentamientos.

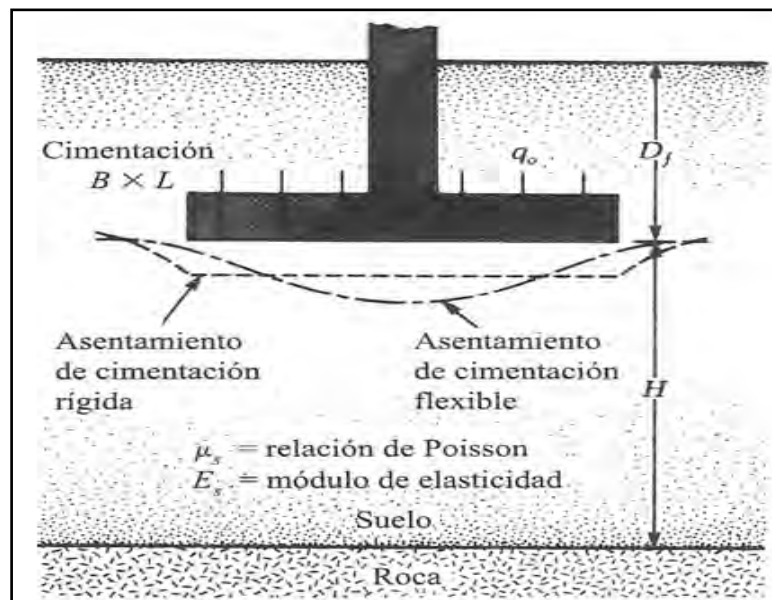
TIPO DE ASENTAMIENTO	MÉTODO	PARÁMETRO BASE	APLICACIÓN
INMEDIATO	ELÁSTICO	PROPIEDADES ELÁSTICAS DEL SUELO	ARENAS, GRAVAS, SUELOS NO SATURADOS, ARCILLAS DURAS Y ROCAS
INMEDIATO	MEYERHOF	N, SPT.	ARENAS, GRAVAS Y SIMILARES
INMEDIATO	PRUEBA DE CARGA	PRUEBA DE CARGA	ARENAS, GRAVAS, SUELOS NO SATURADOS, ARCILLAS DURAS Y ROCAS
CONSOLIDACIÓN PRIMARIA	TEORÍA DE LA CONSOLIDACIÓN	ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN	ARCILLAS BLANDAS A MEDIAS SATURADAS
CONSOLIDACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA	IDEM.	IDEM.	ARCILLAS BLANDAS A MUY BLANDAS, TURBAS, SUELOS ORGÁNICOS Y SIMILARES

Fuente: Dr. ALVA HURTADO, Jorge E.

4.4.1 Asentamientos para cargas estáticas.

A) Método elástico

El asentamiento de la cimentación según la teoría de la elasticidad (Lambe y Whitman, 1964).



Fuente: Braja M.

Figura 9. Cimentación flexible y rígida.

El asentamiento elástico inicial será:

$$S_i = q B (1 - \mu^2) I_f / E_s$$

S_i = Asentamiento instantáneo (cm)

μ = Relación de Poisson

E_s = Módulo de elasticidad (t/m^2)

I_f = Factor de influencia (cm/m)

q = Presión de trabajo (kg/cm^2)

B = Ancho de cimentación (cm)

Cuadro XVII. Tipos de suelo.

TIPO DE SUELO		E_s (t/m^2)
ARCILLA:	MUY BLANDA	30 – 300
	BLANDA	200 – 400
	MEDIA	450 – 900
	DURA	700 – 2000
ARCILLA ARENOSA		3000 – 4250
SUELOS GLACIARES		1000 – 16000
ARENA LIMOSA		500 – 2000
ARENA:	SUELTA	1000 – 2500
	DENSA	5000 – 10000
GRAVA ARENOSA:	DENSA	8000 – 20000
	SUELTA	5000 – 14000
ARCILLA ESQUISTOSA		14000 - 140000
LIMOS		200 – 2000

Fuente: Dr. ALVA HURTADO, Jorge E.

Cuadro XVIII. Tipo de suelo.

TIPO DE SUELO		μ (-)
ARCILLA:	SATURADA	0,4-0,5
	NO SATURADA	0,1-0,3
	ARENOSA	0,2-0,3
LIMO		0,3-0,35
ARENA:	DENSA	0,2-0,4
	DE GRANO GRUESO	0,15
	DE GRANO FINO	0,25
ROCA		0,1-0,4
LOESS		0,1-0,3
HIELO		0,36

Fuente: Dr. ALVA HURTADO, Jorge E. Cimentaciones superficiales.

Cuadro XIX. Forma de la zapata y valores.

FORMA DE LA ZAPATA		VALORES DE I_f (cm/m)			
		CIM. FLEXIBLE			RÍGIDA
UBICACIÓN		CENTRO	ESQ.	MEDIO	-
RECTANGULAR	L/B = 2	153	77	130	120
	L/B = 5	210	105	183	170
	L/B = 10	254	127	225	210
CUADRADA		112	56	95	82
CIRCULAR		100	64	85	88

Fuente: Dr. ALVA HURTADO, Jorge E. Cimentaciones superficiales.

Cuadro XX. Correlación entre el módulo de Young Es y SPT.

Tipo de suelos	SPT
Arena	Es = 5(N+15) Es = 180+7,5N**
Limpia, fina a media	Es = 7.N*
Gruesa o algo gravosa	Es = 10.N*
Gravosa	Es = 12(N+6)
Limosa	Es = 3(N+3)
Arcillosa	Es = 3(N+5)
Limos, limos arenosos y mezclas algo cohesivas	Es = 4.N*

Fuente: * Schmertman ** Bowles

4.4.2 Asentamiento inmediato de suelos no cohesivos.

Para la estimación de asentamiento inmediato en suelo sin cohesión, a partir de las **pruebas de penetración dinámica (DPL)** realizadas en Mazocruz, se utilizó los métodos descritos a continuación, empíricos y semi-empíricos: Alpan, Schultze y Sherif, modificado por Terzaghi y Peck.

A) Aproximación (ALPAN).

$$\rho_i = m' \left(\frac{2B}{1+B} \right)^2 \left(\frac{\alpha_{\circ}}{12} \right) q$$

Donde: ρ_i = asentamiento inmediato (ft). m' = factor de forma, $(L/B)^{0.39}$. L = longitud de la cimentación (ft). B = ancho de la cimentación

(ft). α_0 = parámetro de la Figura 10 a). N' = número de golpes ajustado de la Figura 10 b), (inches/tsf). Q = presión promedio aplicado en el suelo (tsf). N = número de golpes.

$$N_{60} = Nm \left(\frac{ER_i}{60} \right) ; \quad ER_i = \frac{E_i}{E^*}$$

Donde: N_{60} = número de golpes corregidos al 60 % de la energía. N_m = número de golpes medidos con la energía E_i disponible. ER_i = medida de la razón de energía para el martillo y sistema disponible. E^* = energía teórica del SPT aplicado con un martillo de 140 lb.

B) Aproximación (Schultze y Sherif).

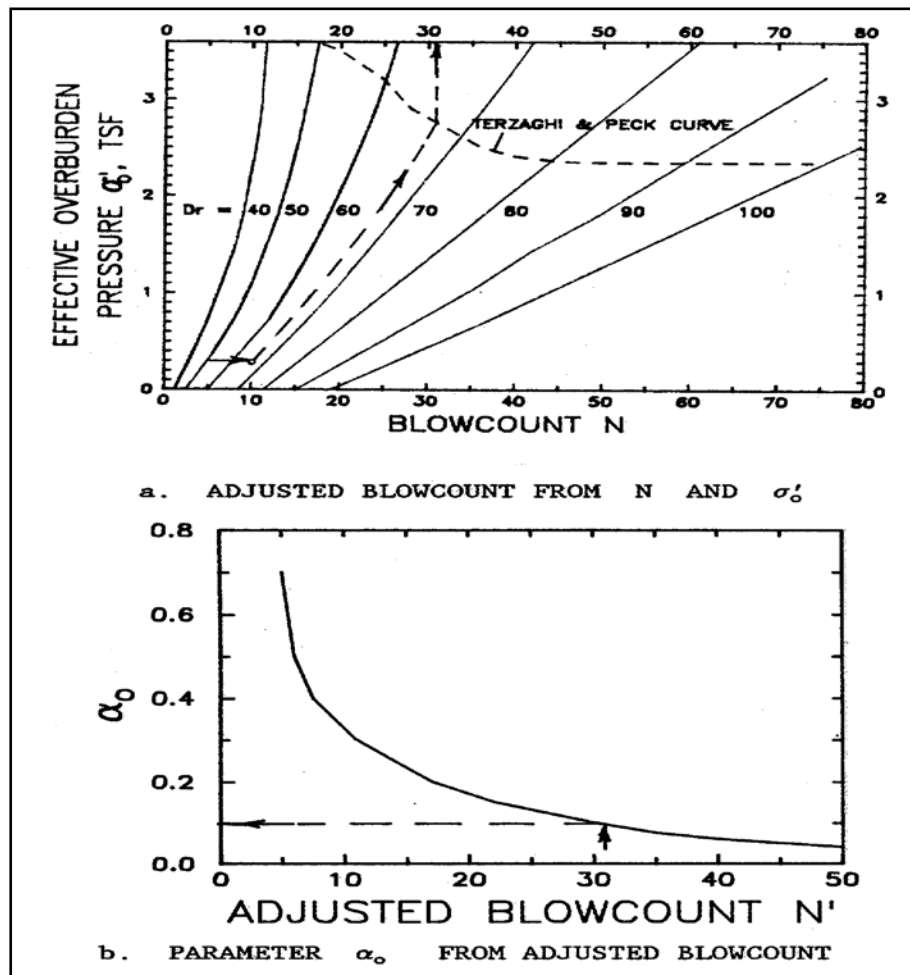
$$p_i = \frac{f \cdot q \cdot \sqrt{B}}{N_{ave}^{0.87} \left(1 + 0.4 \frac{D}{B} \right)}$$

Donde: f = Factor de influencia, Figura 11, H = profundidad del estrato bajo la cimentación, ft $H=1,5$ a $2B$. D = profundidad de la cimentación, ft N_{ave} = número promedio de golpes/ft.

C) Aproximación modificada (Terzaghi y P.).

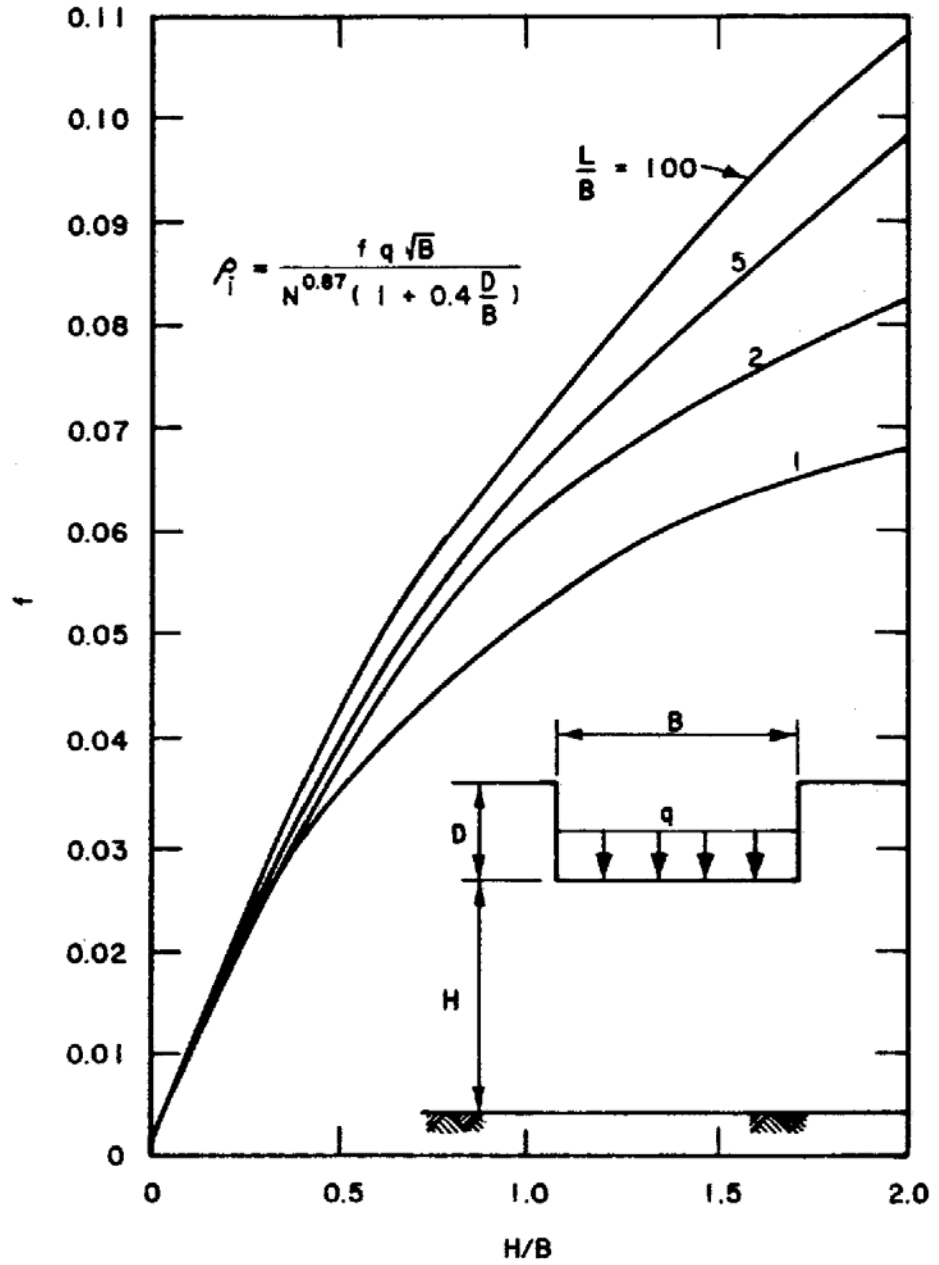
$$\rho_i = \frac{q}{18 q_1}$$

Donde: q_1 = presión del suelo a partir de la Figura 13.



Fuente: U.S. Corps of Engineers. Engineering and Design Settlement Analysis. 1990.

Figura 11. Procedimiento de Alpan.



Fuente: U.S. Corps of Engineers. Engineering and Design Settlement Analysis. 1990.

Figura 12. Asentamiento mediante ensayo penetración estándar. Schultze.

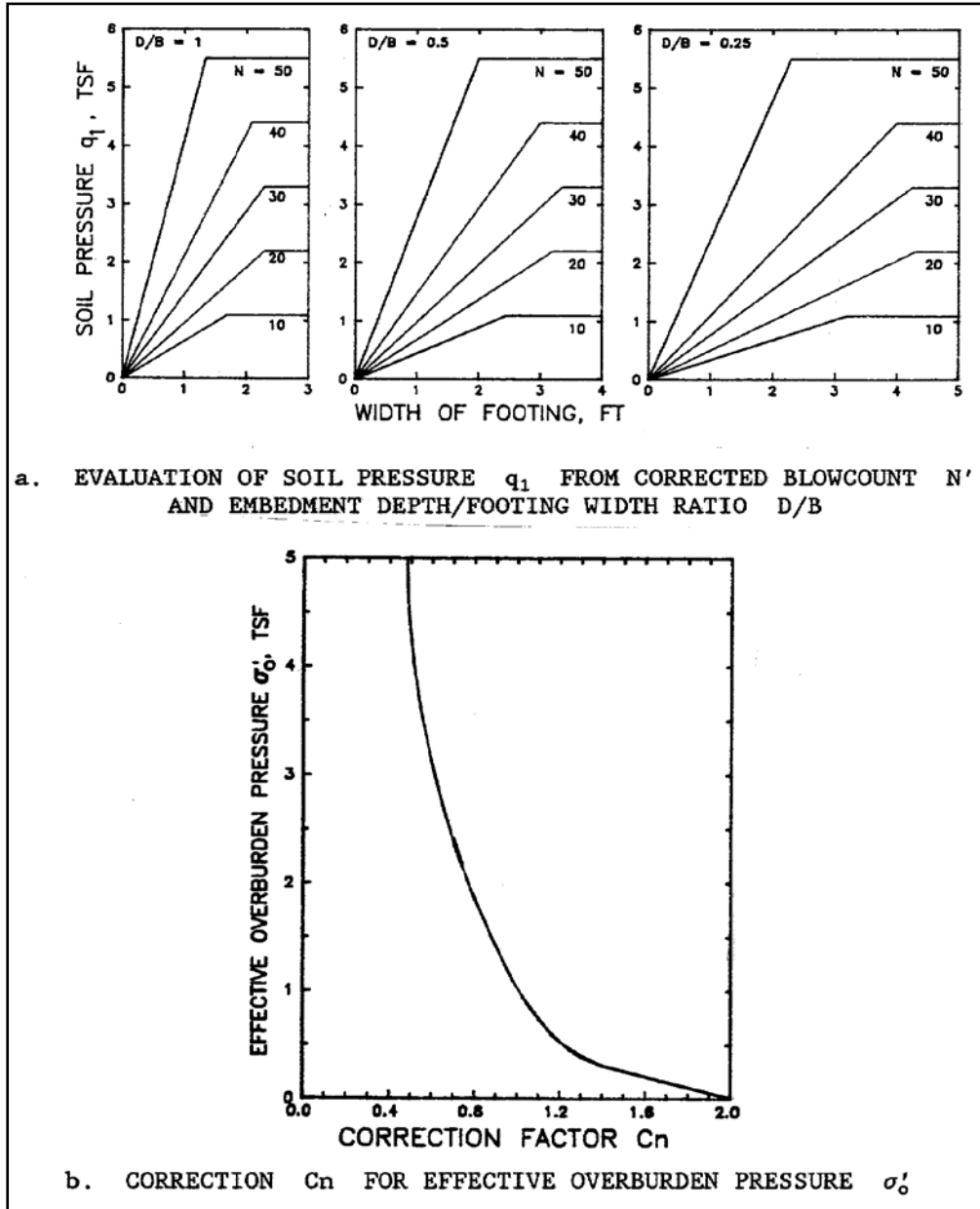
$$N' = N \cdot C_w \cdot C_n$$

Donde: N = número de golpes promedio. C_w = corrección para la profundidad del nivel freático. C_n = corrección de presión de sobrecarga, Figura 13 b).

Corrección del nivel freático:

$$C_w = 0,5 + 0,5(D_w/(D+B))$$

Donde: D_w = profundidad de nivel de agua subterránea, ft El factor de corrección $C_w = 0,5$ para un nivel de agua subterránea en la superficie del suelo.



Fuente: U.S.Corps of Engineers. Engineering and Design Settlement Analysis. 1990.

Figura 13. Corrección de presión de sobrecarga (C_n). Aproximación de modificado por Terzaghi y Peck).

4.4.3 Asentamiento inmediato de suelos cohesivos.

Para la estimación de asentamiento inmediato en suelos cohesivos a partir de **pruebas de penetración dinámica (DPL)** realizadas en el pueblo de Mazocruz, se utilizó el método descrito a continuación, (aproximación de Janbu).

A) Mejora de aproximación (Janbu).

$$\rho_i = \mu_0 \cdot \mu_1 \cdot \frac{q \cdot B}{E_s^*}$$

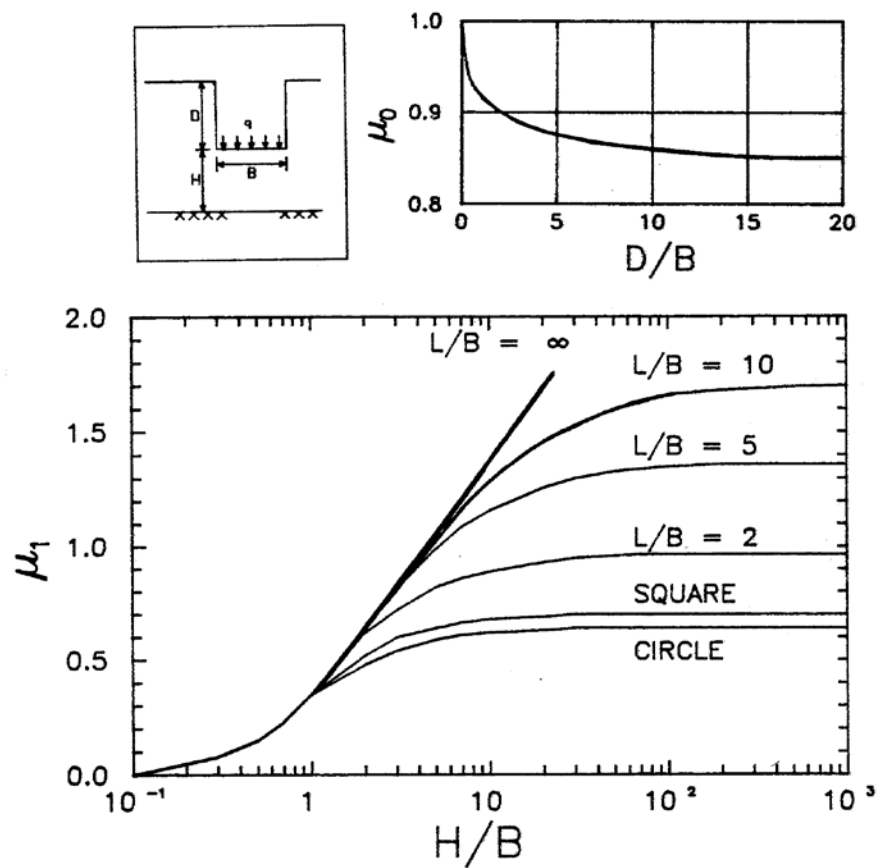
Donde: μ_0 = factor de influencia para profundidad D de la fundación debajo de la superficie, Figura 14, μ_1 = factor de influencia para forma de fundación, E_s^* = módulo de Young equivalente del suelo, tsf.

Fórmula para calcular módulo elástico equivalente: Mediante aproximación de Kay y Cavagnaro:

$$E_s^* = \frac{2 \cdot q \cdot R \cdot (1 - \nu_s^2)}{\rho_c}$$

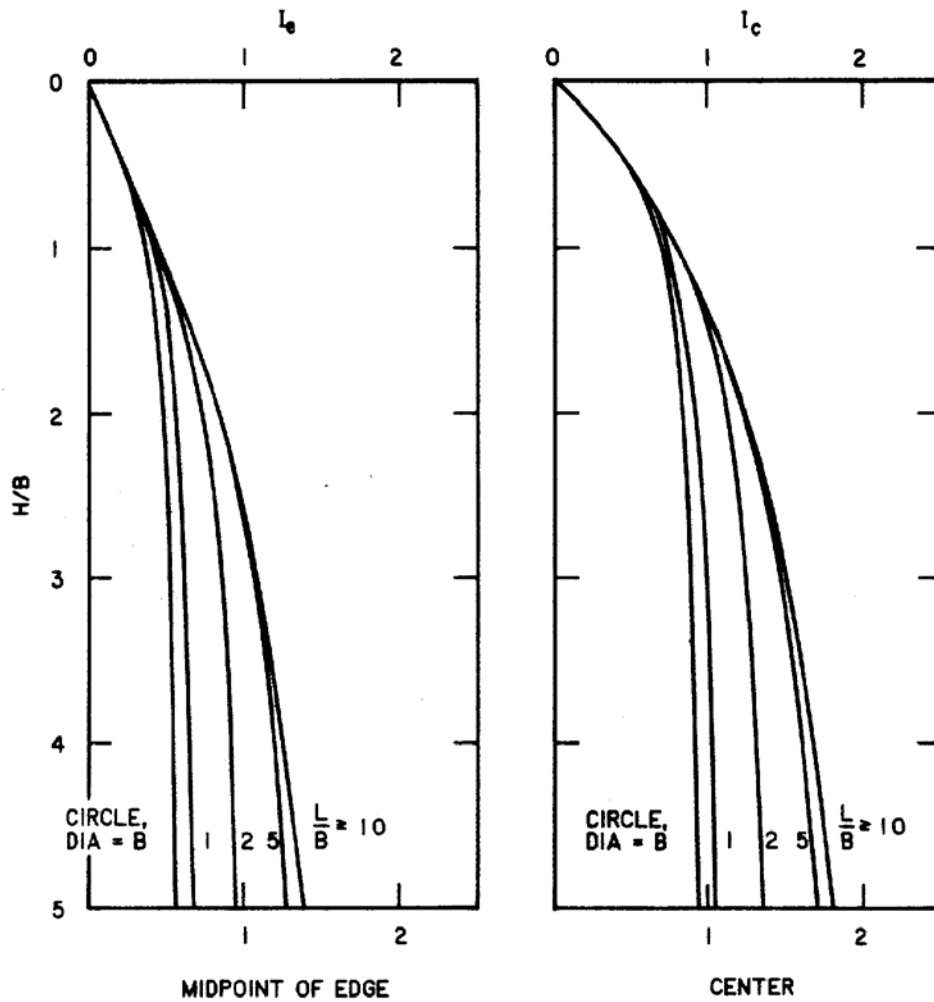
Donde: E_s^* = módulo de elasticidad equivalente, tsf q = presión aplicado en el suelo, tsf R = radio de la cimentación equivalente, $\sqrt{LB/\pi}$,

$L < 2B$, ft B = ancho de cimentación, ft L = longitud de cimentación, ft ρ_c = centro de asentamiento del método Kay y Cavagnaro. $\rho_c = q \cdot h \cdot l_c / E_s$.



Fuente: U.S. Corps of Engineers. Engineering and Design Settlement Analysis. 1990.

Figura 14. Relación de Poisson para la estimación de asentamiento inmediato en suelos cohesivos (Janbu, 1978).



Fuente: U.S. Corps of Engineers. Engineering and Design Settlement Analysis. 1990.

Figura 15. Factores de influencia I_c para asentamientos (M. E. Harr, 1966).

CAPÍTULO V

ETAPAS DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

5.1 GENERALIDADES.

En el presente capítulo se detallará el trabajo de campo, laboratorio y gabinete. Las técnicas empleadas en este estudio fueron de acuerdo a las normas internacionales y nacionales (ASTM, Norma Peruana E-020, E03, E050 y otros).

Los resultados de los ensayos tanto en campo y laboratorio contribuirán eficazmente en el logro de los objetivos. En gabinete se procedió a ordenar, procesar, integrar e interpretar cualitativa y cuantitativamente los datos y la información obtenida en la fase de campo y laboratorio.

5.2 EQUIPO UTILIZADO.

5.2.1 Instrumentos de Ingeniería.

- GPS Garmin Legend.
- Cámara digital de 8 mega pixeles.
- Impresora HP 2000 deskjet.
- Computadoras: Pentium(R) Core i3

5.2.2 Equipo de Laboratorio de Mecánica de Suelos.

- 01 juego de tamices Soiltest completo.
- 01 horno para secado.
- 01 equipo de densidad in situ (balanzas, balón, comba, etc.).
- 01 equipo completo de copa Casa Grande.
- Equipo completo de Proctor Modificado.
- Equipo completo de corte directo.
- Balanza de precisión 0,01 g capacidad 5 kg
- Equipo DPL (Dynamic Probing Light).

Los ensayos se realizaron en Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Escuela de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

5.2.3 Software de Ingeniería.

- Microsoft office 2010 XP.
- Auto Cad 2009; 2010.
- Dynamic Probing Light 2012.

5.3 PROSPECCIÓN DEL TERRENO.

5.3.1 Planificación de la campaña de prospección.

El acceso a la zona de estudio se realiza mediante la carretera asfaltada, Tacna-Moquegua-Mazocruz (378 km), tiempo: 07h; para la presente etapa de campo, se proyectaron excavar 15 calicatas ubicadas estratégicamente en toda la zona de estudio. También se programó realizar ensayos dinámicos en la zona de estudio, sondeos de penetración dinámica ligera (DPL), para correlacionar la exploración directa de calicatas.

5.3.2 Reconocimiento de campo.

La etapa de campo se realizó durante el mes de enero del 2010, tuvo como objetivo reconocer el terreno realizando la revisión geológico-geomorfológica en el cual se establecería el área de estudio, asimismo el

grado de dificultad y los inconvenientes posibles en la ejecución de la fase de campo.

Se identificaron las terrazas fluviales lacustrinas y bofedales, además la formación Capillune presente en la zona de estudio.

5.3.3 Ubicación de calicatas.

La etapa de campo tiene la finalidad de definir el perfil estratigráfico del área de estudio, para lo cual, se proyectó excavar 15 calicatas entre 0,4 a 2,60 m de profundidad aproximadamente en la zona de estudio (Anexo Fotos N° 08 al 22).

Para la ubicación de calicatas se tiene plano de urbanización del pueblo de Mazocruz, base proporcionada por su Municipalidad (Anexo de Planos N° 04). De acuerdo a la información geológica y geomorfológica se ubicó estratégicamente las calicatas en la zona urbana de Mazocruz, tal como se muestra en el plano con su correspondiente identificación: C-1, C-2, etc. Para realizar de manera adecuada y exacta, la ubicación en el campo las calicatas, se procedió a trasladar los puntos de las calicatas al CAD (Diseño asistido por computadora). Dicha información gráfica servirá

para ubicar exactamente los puntos de campo y obviamente utilizando técnicas ingenieriles en la ubicación como es el GPS portátil. Posterior a ello, ya con las muestras de laboratorio se procederá a realizar los ensayos para encontrar las propiedades mínimas necesarias de los suelos así como los ensayos mecánicos en las muestras.

Cuadro XXI. Calicatas.

CALICATA	UBICACIÓN DE MUESTRAS	COORDENADAS		PROF. (m)
		ESTE	NORTE	
C-1	Intersección C. Binacional con Mazo Cruz-Ilave	423820	8149446	1,8
C-2	Mercado Municipal	424093	8149631	1,7
C-3	Jardín 3 de Mayo	424040	8149393	2,0
C-4	Tras la Panadería Zapana Barrio Alianza	424197	8149387	2,0
C-5	Centro Salud Mazo Cruz	424197	8149267	2,5
C-6	Pozo Agua subterránea B. Alianza	424372	8149212	1,5
C-7	Estadio Municipal	424599	8149393	2,6
C-8	Av. El Niño a 20 m. Local Barrio Alianza	424526	8149076	2,0
C-9	Jr. Santa Cruz tras I.E.P.	424094	8149189	2,0
C-10	Colegio Mazo Cruz	424140	8148972	2,5
C-11	Frente a la Gobernación B. José A	423880	8148841	0,5
C-12	Tras Local Barrio José Antonio	423728	8148637	0,5
C-13	Frente al Grifo Santa Cruz	423744	8149075	1,0
C-14	Barrio Esperanza	423667	8148865	0,4
C-15	Av. Tacna B José Antonio	423577	8148594	0,5

Fuente: Elaboración propia.

5.2.4 Medida de campo (densidad in situ).

En esta etapa se realizó el ensayo de densidad in situ (peso unitario húmedo) al interior de cada calicata por medio del ensayo del cono de

arena (Foto N° 23), cumpliendo con las recomendaciones de las norma ASTM D-1556-64. El trabajo consistió en la determinación del volumen de una pequeña excavación de forma cilíndrica de donde se ha retirado todo el material, ya que el peso del material retirado dividido por el volumen del hueco cilíndrico nos permite determinar la densidad húmeda. Las unidades de medida son g/cm^3 . Determinaciones de la humedad de esa muestra nos permite obtener la densidad seca.

$$\gamma_{\text{dseca}} = (\gamma_{\text{dhumeda}} \times 100) / (100 + w) \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

Se realizaron ensayos de densidad in situ en las calicatas C-1, C-2, ..., C-10 y C-13, obteniéndose valores que oscilan entre 1 396 (mínimo) a 2 172 (máximo g/cm^3) (Anexo de Resultados – Densidad In Situ)

5.2.5 Ensayo de penetración (*Dinamic Probing Light*).

En la zona del estudio se realizó ensayos de penetración dinámica ligera (DPL), bajo las características de la Norma DIN 4094, incorporado en la Norma Técnica E0.50 de Suelos y Cimentaciones por el Ministerio de Transportes, Vivienda y Construcción, con número de 07 sondeos, hasta una profundidad máxima de 4,0 metros con la finalidad de

determinar los parámetros geotécnicos del suelo por correlación y corroborar los resultados con la exploración de calicatas a cielo abierto.

Para la correlación geotécnica de suelos se utilizó el Programa Dinamic Probing 2012. Los registros de sondajes del ensayo DPL se presentan en el Anexo de Resultados Correlación y Perfiles DPL y la ubicación de estos sondajes se muestra en el Anexo de Ilustraciones (Plano N° 04).

Características técnico-instrumentales Sonda: DPL (light).

• Ref. Norma	DIN 4094
• Peso masa de golpeo	10 kg
• Altura de caída libre	0,50 m
• Peso sistema de golpeo	4,2 kg
• Diámetro puntaza cónica	35,68 mm
• Área de base puntaza	10 cm ²
• Largo del varillaje	1 m
• Peso varillaje al metro	2,4 Kg/m
• Profundidad niple primer varillaje	0,80 m
• Avance puntaza	0,10 m

- Número golpes por puntaza N(10)
- Coeficiente. correlación 0,76
- Revestimiento/lodos NO
- Ángulo de apertura puntaza 60°

Cuadro XXII. Clasificación ISSMFE (1988) de las sondas penetrométricas dinámicas.

Tipo	Sigla de referencia	Peso de la masa de golpeo en kg
Liviano	DPL (Light)	M<10
Medio	DPM (Medium)	10<M<40
Pesado	DPH (Heavy)	40<M<60
Súper pesado	DPSH (Súper Heavy)	M>60

Fuente: Geostru. Dinamic Probing, 2012.

Correlación con N_{spt}.

Ya que el ensayo de penetración estándar (SPT) representa hoy en día, uno de los medios más conocidos y económicos para adquirir información sobre el subsuelo, la mayor parte de las correlaciones existentes tienen que ver con los valores del número de golpes N_{spt}

obtenido con dicha prueba, por lo tanto, se presenta la necesidad de relacionar el número de golpes de un ensayo dinámico N_{dpl} con N_{spt} . El pasaje se da por:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Donde:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

Donde: Q es la energía específica por golpe y Q_{spt} es la referida a la prueba SPT.

La energía específica por golpe se calcula como sigue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

Donde:

- M = Peso masa de golpeo
- M' = Peso varillaje
- H = Altura de caída
- A = Área base punta cónica

- δ = Intervalo de avance.

Evaluación de resistencia dinámica a la punta (Rpd)

Fórmula Olandesi:

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

- Rpd = Resistencia dinámica punta (área A)
- e = Hince promedio por golpe δ / N
- M = Peso masa de golpeo (altura caída H)
- P = Peso total varillaje sistema golpeo

Metodología de elaboración.

Las elaboraciones han sido efectuadas mediante un programa de cálculo automático, Software Dynamic Probing 2012.

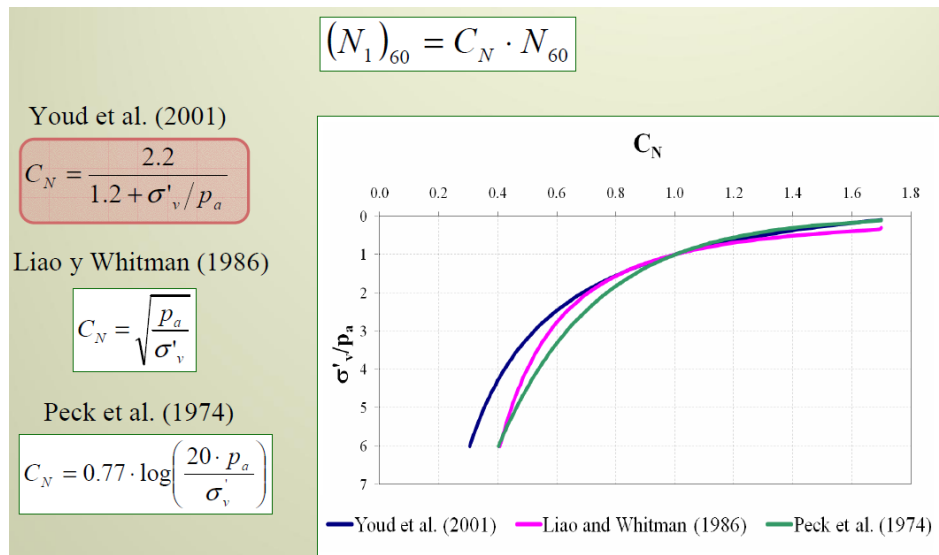
El programa calcula el porcentaje de energías transmitidas (coeficiente de correlación con SPT) con las elaboraciones propuestas por Pasqualini (1983), Meyerhof (1956), Desai (1968), Borowczyk-Frankowsky (1981).

Standard Penetration Test (SPT) ASTM D1586-99

$$N_{60} = N_{\text{medido}} \cdot C_E \cdot C_R \cdot C_S \cdot C_B$$

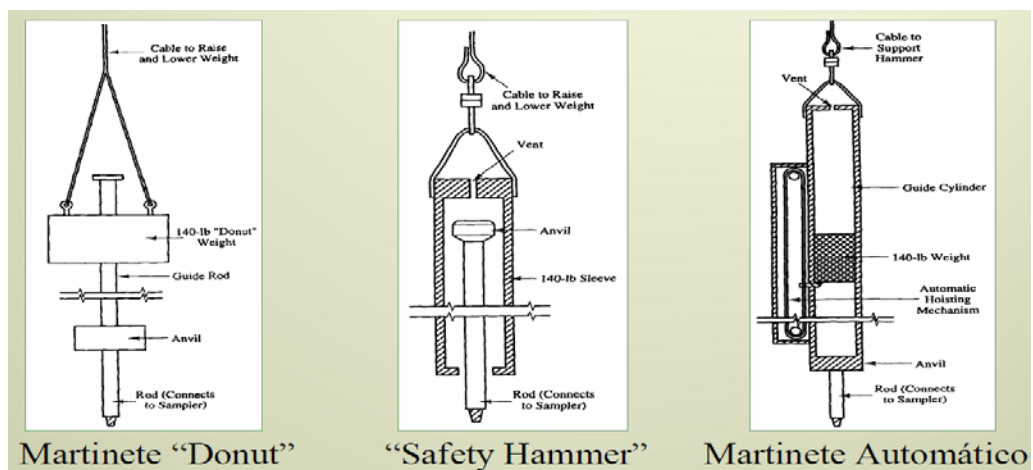
Donde:

- N_{medido} = Índice de Penetración medido
- C_E = Factor corrector por energía
- C_E = Factor corrector por energía
- C_R = Factor corrector por longitud de barras
- C_S = Corrección por el uso de una cuchara normal sin tubo muestreador en su interior ("liner")
- C_B = Corrección de acuerdo al diámetro de la perforación.



Fuente: VI Congreso Chileno de Geotecnia, 2007.

Figura 16. Corrección por confinamiento (C_N).



Fuente: VI Congreso Chileno de Geotecnia, 2007

Figura 17. Corrección por energía (C_E).

Schmertmann, 1979; Kovacs y Salome, 1982; Yoshimi y Tokimatsu, 1983:

País	Tipo de martinete	Mecanismo de elevación	ER [%] ^(*)	$C_E = \frac{ER[\%]}{60\%}$
USA	Safety	2 vueltas de sogá	55-60	0.90-1.00
	Donut	2 vueltas de sogá	45	0.75
	Safety o Donut	Automática	55-80	0.8-1.4
Japón	Donut	"Tonbi"	78	1.30
Argentina	Donut	2 vueltas de sogá	45	0.75

(*) Valores observados cuando se realizó el ensayo de forma cuidadosa y acorde a lo establecido por la norma ASTM D-1586.

Siendo:

$$C_E = \frac{ER[\%]}{60\%}$$

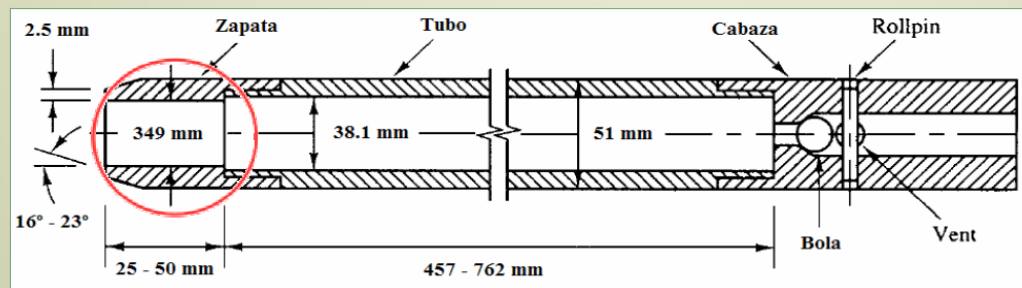
Fuente: VI Congreso Chileno de Geotecnia, 2007.

Figura 18. Corrección por energía (C_E)

Seed et al. (2001):

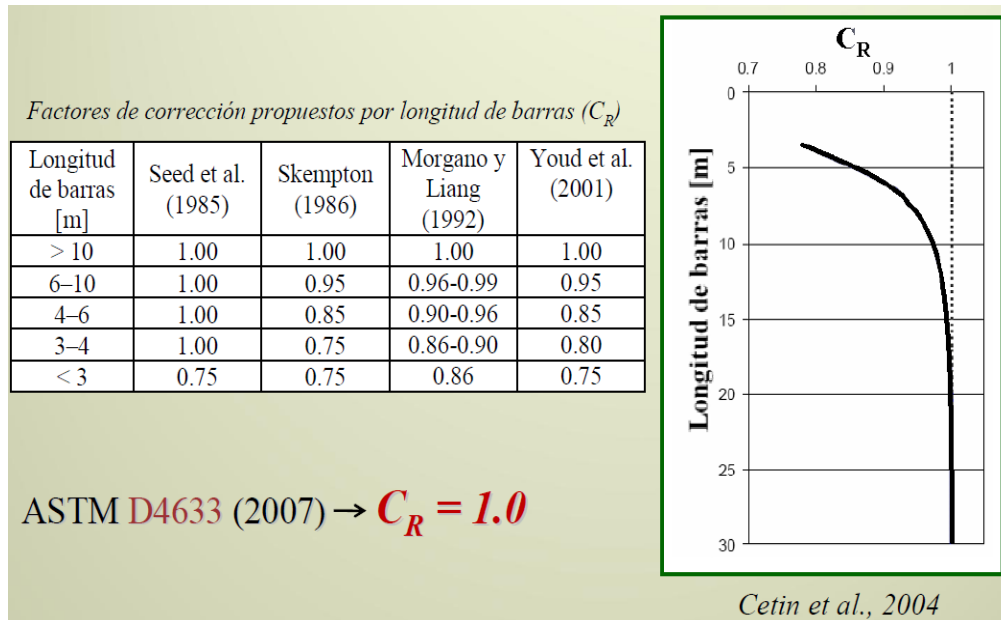
$$C_S = C_S = 1 + \frac{(N_1)_{60}}{100} C_E$$

Imponiendo $1.1 \leq C_s \leq 1.3$



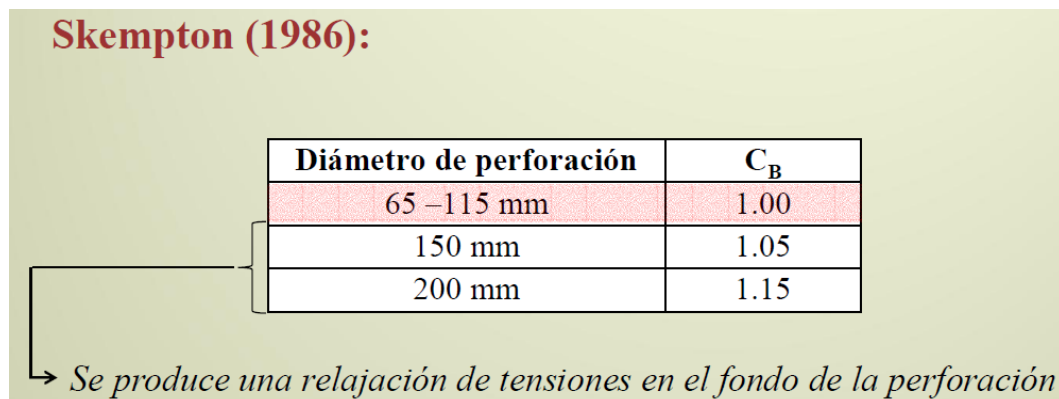
Fuente: VI Congreso Chileno de Geotecnia, 2007.

Figura 19. Corrección por el uso de la cuchara sin "liner" (C_N).



Fuente: VI Congreso Chileno de Geotecnia, 2007.

Figura 20. Corrección por longitud de barras (C_R).



Fuente: VI Congreso Chileno de Geotecnia, 2007.

Figura 21. Corrección por diámetro de la perforación (C_B).

$$(N_1)_{60} = N_{medido} \cdot C_N \cdot C_E \cdot C_R \cdot C_S \cdot C_B$$

$C_E = 0.75$ *Martinete tipo "Donut"*
 $C_R = 1.0$ *ASTM, 2007*
 $C_S \approx 1.1-1.3$ *Sin uso de "liner"*
 $C_B = 1.0$ *Diámetro de perforación 65 –115 mm*

$$(N_1)_{60} = 0.83 \cdot C_N \cdot N_{medido}$$

$$(N_1)_{60} = 0.97 \cdot C_N \cdot N_{medido}$$

Fuente: VI Congreso Chileno de Geotecnia, 2007.

Figura 22. Normalización del ensayo SPT.

Corrección N_{spt} en presencia del nivel freático

Aporte de Terzaghi y Peck, ellos relacionan los valores de N-DR y N- ϕ en forma independiente de la profundidad a la que se efectúa el ensayo, y por lo tanto, de la sobrecarga efectiva en el nivel considerado. Cuando el ensayo se efectúa en arenas finas o limosas bajo el nivel de la napa freática, debe reducirse el número de golpes a través de la siguiente relación:

$$N = 15 + 0,5 \cdot (N' - 15)$$

Donde:

- $N' > 15$ (valor medido in/situ, debajo del nivel freático) = N_{spt}
- $N = N_{spt}$ (valor corregido)

Correlaciones geotécnicas de suelos no cohesivos.

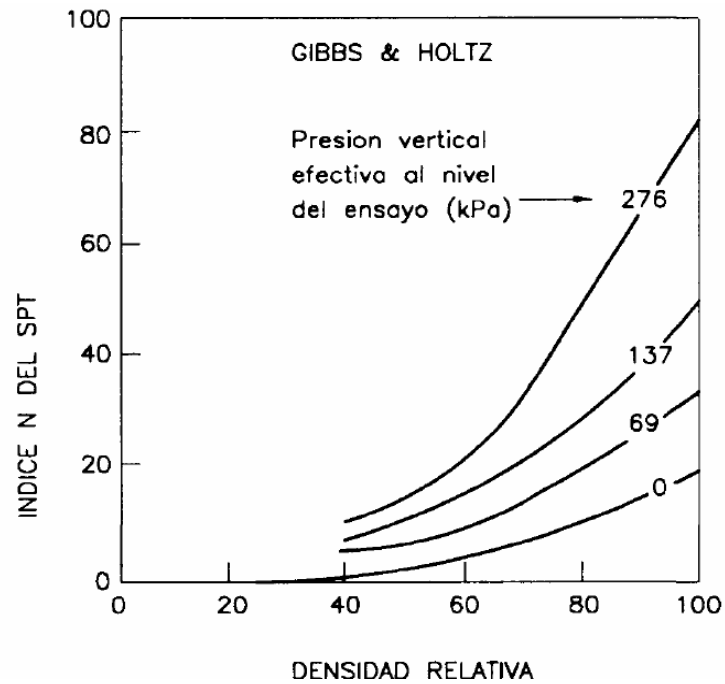
a) Densidad relativa (%)

Aporte de Gibbs y Holtz.

La relación que existe entre la densidad relativa, D_r y el índice N del SPT es diferente según sea la presión efectiva vertical al nivel del ensayo. De entre las correlaciones existentes y a falta de mejor información se considera admisible la de Gibbs & Holtz (1957). Las propiedades de las arenas utilizadas por los autores en sus investigaciones se muestran en la Figura 23.

$$D_r \approx 100 \left(\frac{N_{SPT}}{12\sigma'_{vo} + 17} \right)^{0.5}$$

Donde: D_r es la densidad relativa y σ' Presión sobrecarga efectiva vertical ksf.



Fuente: Ing. Cesar Atala. Ensayo de Penetración Estándar.

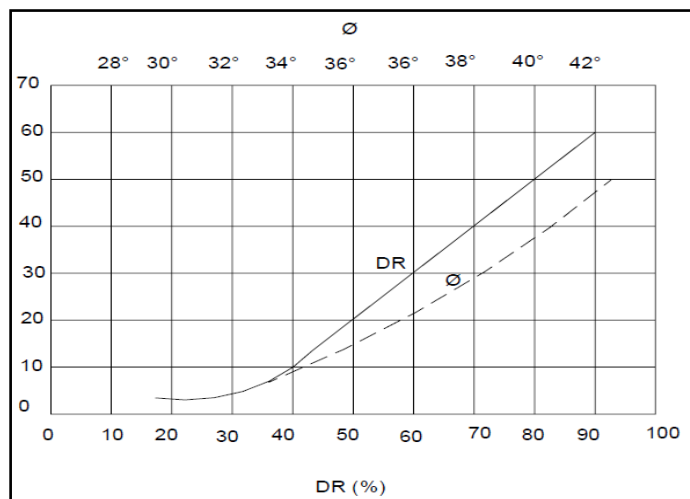
Figura 23. Correlación entre densidad relativa y SPT (Gibbs y Holtz).

Aporte de Skempton (1986).- La densidad relativa de arenas puede ser estimado por la siguiente fórmula:

$$D_r \approx 100 \left(\frac{N_{60}}{60} \right)^{0.5}$$

Donde: D_r es 35 %, N_{60} se debe multiplicar por 0,92 para las arenas gruesas y 1,08 para arenas finas.

Aporte de Meyerhof.- En investigaciones realizadas entre 1953, 1954 y 1955, Meyerhof estableció una correlación entre N , DR , y ϕ , que es independiente de la presión de sobrecarga efectiva (Figura 24). Según el autor, los valores de los ángulos son seguros para arenas limpias y uniformes, deben reducirse por lo menos 5 grados para el caso de arenas arcillosas en ausencia de ensayos de corte; para el caso de una mezcla de arenas con gravas pueden aumentarse hasta 5 grados. Posteriormente en 1975, estableció una correlación en la cual se incluye el efecto de la presión de sobrecarga (σ) en el nivel donde se efectúa el ensayo, por medio de la siguiente relación. $N = 1,7D^2 (\sigma + 10)$; $\sigma = \text{lb/pulg}^2$

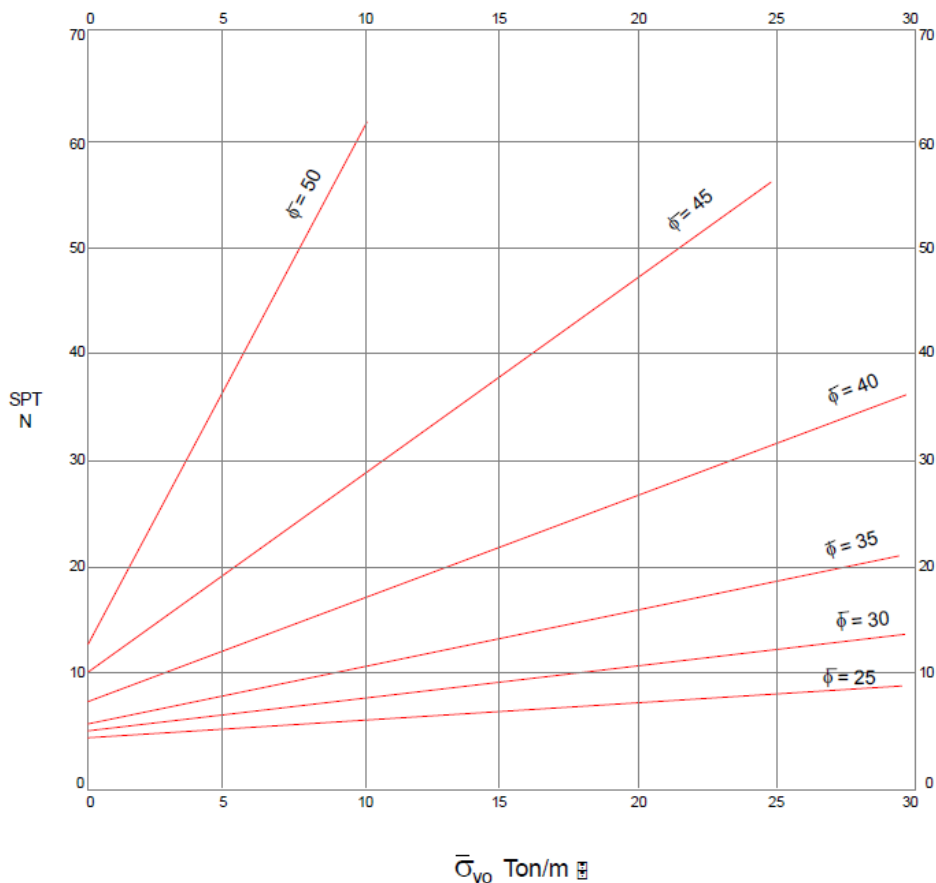


Fuente: Fuente: Ing. Cesar Atala. Ensayo de Penetración Estándar.

Figura 24. Correlación N-DR y N φ (Meyerhof).

b) Angulo de fricción interna (ϕ).

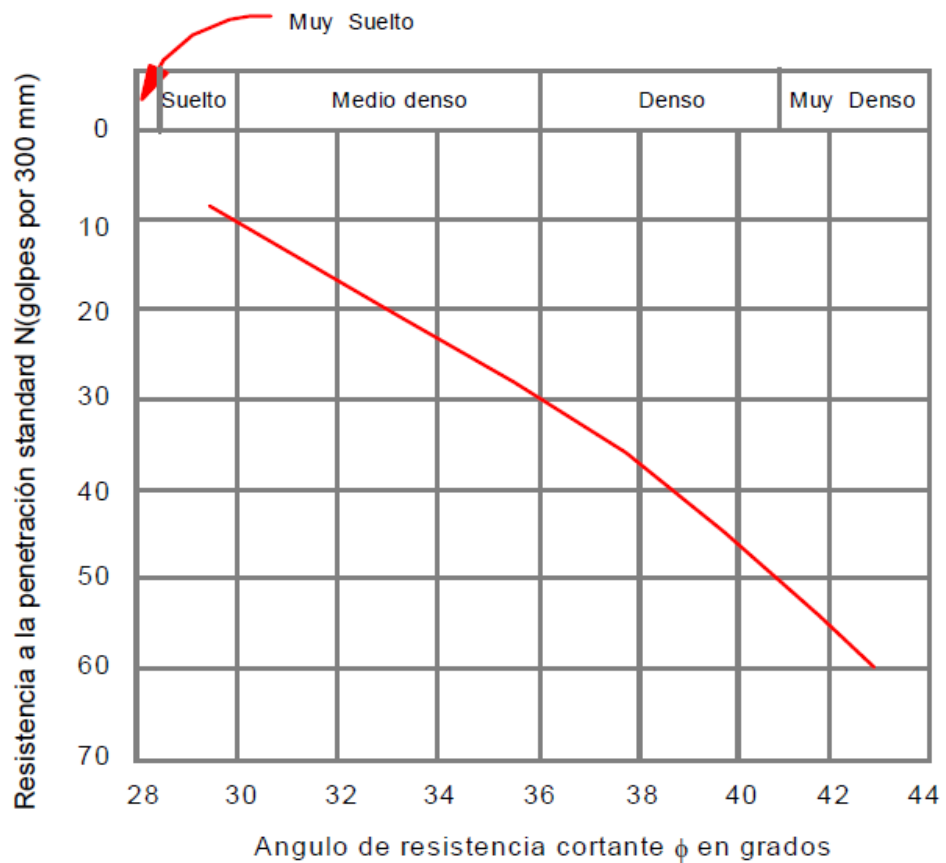
De Mello (1971).- Presenta la correlaciones directas entre en valor de N_{spt} y el Angulo de rozamiento interno de ϕ , para valores bajos de presión efectiva vertical (<10 kPa). En la Figura 25, se presenta la correlación de De Mello.



Fuente: Ing. Cesar Atala. Ensayo de Penetración Estándar.

Figura 25. Efecto de sobrecarga en ángulo de fricción (De Mello,1970)

Peck, Hanson y Thorburn.- Los datos que se obtienen del ensayo SPT permiten estimar el ángulo de rozamiento interno de los materiales granulares, bien indirectamente, deducido de los valores estimado de la densidad relativa, bien directamente a partir del valor NSPT (tendencia actual).



Fuente: Ing. Cesar Atala. Ensayo de Penetración Estándar.

Figura 26. Correlación de ángulo de fricción y el SPT (Peck, H. y T.).

c) Módulo de Young (Es).

Existen numerosas correlaciones entre el valor de N_{spt} que permiten deducir reglas empíricas o semiempíricas, a partir de las cuales se puede estimar los módulos de deformabilidad.

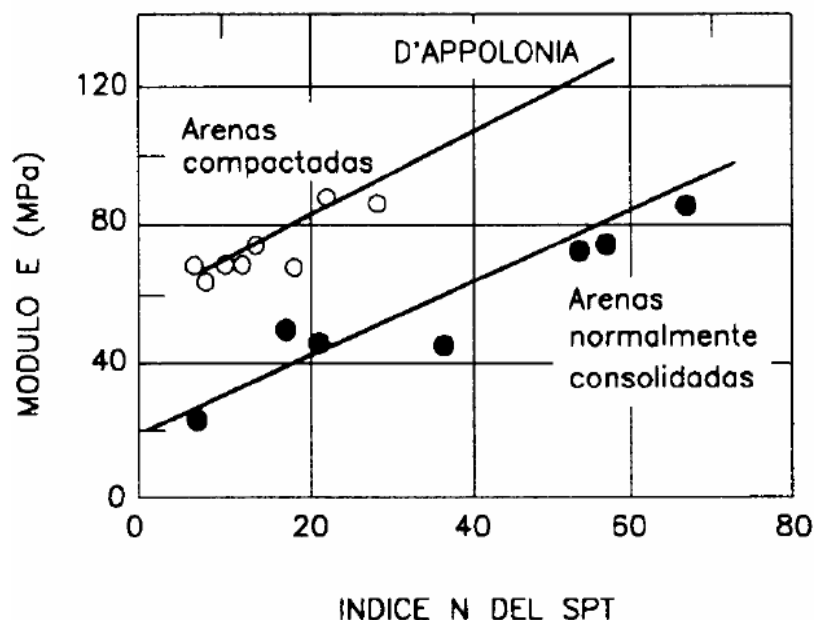
Correlación entre el módulo de Young E_s y el ensayo SPT.

Cuadro XXIII. Tipos de suelo.

Tipos de suelo	SPT
Arena	$E_s = 5(N+15)$ $E_s = 180+7,5N^{**}$
Limpia, fina a media	$E_s = 7.N^*$
Gruesa o algo gravosa	$E_s = 10.N^*$
Gravosa	$E_s = 12(N+6)$
Limosa	$E_s = 3(N+3)$
Arcillosa	$E_s = 3(N+5)$
Limos, limos arenosos y mezclas algo cohesivas	$E_s = 4.N^*$

Fuente: * Schmertman ** Bowles.

D'Appolonia (1970).- El módulo elástico de las arenas, se aplica a efectos de cálculo de asientos de cimentaciones superficiales, también a falta de una información más específica, puede estimarse según la correlación de D'Appolonia, que se indica en la siguiente Figura.



Fuente: Teoría D'Appolonia (1970).

Figura 27. Correlación entre el módulo de Young E_s y el ensayo SPT.

Mitchell y Gardner (1975).- Ambos resumen una serie de trabajos publicados hasta esa fecha, detallando el tipo de suelo y la base de cada método. Estas correlaciones con el Módulo Confinado se presentan en la Figura siguiente. Se observa la enorme dispersión de los valores. De estas correlaciones, sólo la de Schultze y Meltzer (1965) tienen en cuenta la presión de confinamiento. Las relaciones entre NSPT y E_s , pueden expresarse de forma general mediante la relación lineal empírica:

$$E_s = S_1 N_{spt} + S_2$$

Cuadro XXIV. Valores de las constantes.

S_1 (MPa)	S_2 (MPa)	Observaciones	Autores
0,756	18,75	Arenas y gravas normalmente consolidadas	D'Appolonia et al. 1970
1,043	36,79	Arenas sobreconsolidadas	D'Appolonia et al. 1970
0,517	7,46		Schultze y Menzenbach, 1961
0,478	7,17	Arenas saturadas	Webb, 1969
0,316	1,58	Arenas y arcillas	Webb, 1969

Fuente: MUELLAS RODRIGUEZ, Angel. Manual de Mecánica del Suelo y Cimentaciones.

Como resumen, a continuación se incluye en el siguiente Cuadro, una serie de parámetros correlacionados con el valor NSPT para suelos granulares.

Cuadro XXV. Correlación entre pruebas SPT y valores de resistencia de los suelos arenosos.

Nspt	Descripción	Valor Cr	Ang. Fricción	Es (kg/cm ²)
0-4	Muy floja	0-15	28	100
05-10	Floja	16-35	28-30	100-250
11-30	Media	36-65	30-36	250-500
31-50	Densa	66-85	36-41	500-1000
<50	Muy densa	86-100	41	>1000

Fuente: MUELLAS RODRIGUEZ, Angel. Manual de Mecánica del Suelo y Cimentaciones.

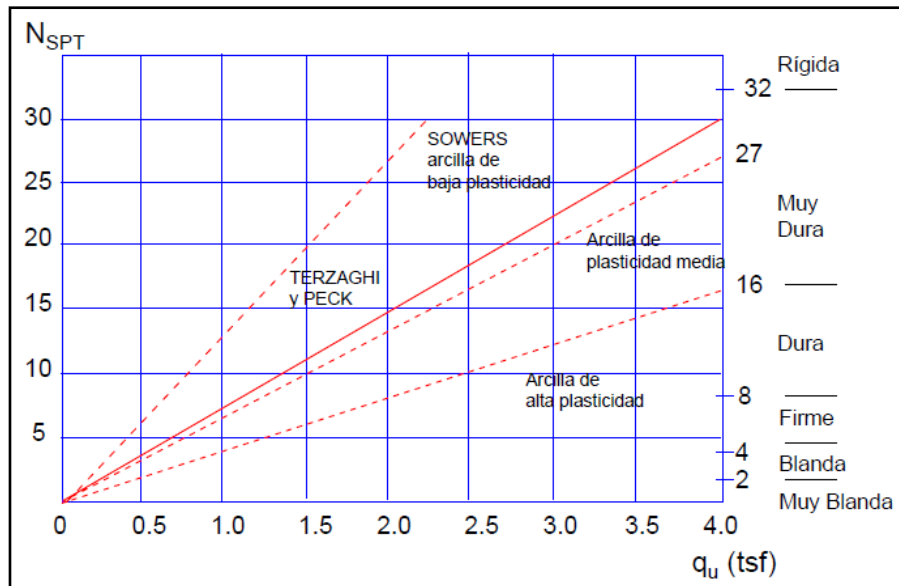
Es = Módulo de Young Cr = Compacidad relativa.

Correlación geotécnica en suelos cohesivos.

En los terrenos cohesivos las correlaciones basadas en los resultados del ensayo SPT sólo deben considerarse orientativas. La dispersión de las correlaciones en suelos cohesivos es mucho mayor que en los terrenos granulares. Las presiones intersticiales que se generan al momento del golpeado y los rozamientos afectan sustancialmente los resultados.

a) Resistencia a compresión simple.

Muchos investigadores han intentado realizar correlaciones entre el valor de N_{SPT} y la resistencia a la compresión simple de suelos arcillosos. La dispersión de los resultados obtenidos es muy grande, como puede apreciarse en la Figura 28, Navfac (1971), donde se presenta también correlaciones entre el golpeo $NSPT$, la densidad saturada y la resistencia a la compresión simple según la adaptación de Hunt (1984) a los trabajos de Terzaghi y Peck (1948).



Fuente: Aportes de Navfac (1971), Hunt (1984), Terzaghi y Peck (1948).

Figura 28. Correlación de N (spt) con la resistencia cortante no drenada (s_u) de suelos cohesivos de diferentes plasticidades.

5.2.6 Muestreo y registros de suelos.

La presente etapa es una de las más importantes, pues incluye la apreciación visual de las características del suelo, y el muestreo del terreno, sea en forma alterada o inalterada; dichas muestras serán luego sometidas a pruebas en laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos.

En esta salida se pudo apreciar que gran parte del pueblo de Mazocruz, se encuentra cubierta por depósitos lacustres (cuaternario)

material sedimentario compuesto por gravas y arenas, también está emplazada sobre la formación Capillune englobados en sedimentos más finos pero altamente compactados, que se observan claramente en los alrededores del pueblo.

La técnica de muestreo utilizada fue el método de explotación directa a cielo abierto, el concepto en principio es tener un hoyo (calicata) que permita ingresar a su interior e identificar en primer lugar los diferentes estratos que se presentan desde la superficie hasta la profundidad excavada y la vez ir muestreando cada una de ellos en envases apropiados.

Para la excavación se utilizó herramientas manuales tales como pico, pala, barrena, etc., las dimensiones de la calicatas fue de 0,80 x 1,50 m, la profundidad en algunas calicatas fue limitada por la presencia del nivel freático del terreno.

Se precisó la potencia de cada estrato, se hizo la identificación in situ del terreno, luego se realizó la extracción de muestras alteradas de suelos (Fotos N° 08 al 22), para ensayos de granulometría, límites de Atterberg, proctor, corte directo. Tomando además, datos litológicos de la

Los ensayos se realizaron de acuerdo a las normas standard de la American Society for Testing and Materials, en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Escuela de Minas, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann Tacna.

5.3.1 Análisis granulométrico por tamizado.

El análisis del tamaño de los granos, consiste en la separación y clasificación por tamaños de las partículas que conforman el suelo. La minuciosidad de este ensayo conlleva a que se realizó una buena clasificación de suelos, para ello se cumplió las recomendaciones de la Norma ASTM D-422-63 (1998).

Se efectuaron 11 ensayos granulométricos mecánicos, y de la observación de las curvas granulométricas se ha determinado que los suelos están en el orden de baja a alta gradación. (Anexo de Resultados - Granulometrias)

5.3.2 Límites de Atterberg.

El objeto de este ensayo fue la determinación de la plasticidad de los

suelos en muestras obtenidas de la zona de Mazocruz. Se tomó una muestra de unos 15 g de la porción de suelo humedecida y amasada. Para estas determinaciones, se consideró las recomendaciones de la norma ASTM D-4318. El límite líquido es el contenido de agua tal que, para un material dado, fija la división entre el estado casi líquido y el plástico. Los resultados obtenidos en algunas muestras varían de 22 a 51 %. (Anexo de Resultados – Límites de Consistencia).

El límite plástico es el contenido de agua que limita el estado plástico del estado semisólido resistente. Determinándose un solo resultado para la calicata C-13 con valor de 30 %. Al no verse encontrado el límite líquido y plástico en mayoría de las muestras estudiadas, consecuentemente el IP asumirá con la denominación de NP.

Posterior a esto, con los resultados de la granulometría y los límites líquidos se pudo obtener la clasificación correcta de los suelos, por el método SUCS, AASHTO.

5.3.3 Humedad natural.

Este ensayo se realizó para el presente estudio, tiene por finalidad

determinar el contenido de humedad de una muestra de suelo. La importancia del contenido de agua que presenta un suelo representa junto con la cantidad de aire, una de las características más importantes para explicar el comportamiento de éste (especialmente en aquellos de textura más fina), como por ejemplo cambios de volumen, cohesión, estabilidad mecánica, etc.

El contenido de humedad se obtuvo a partir de muestras representativas que fueron colocados en una recipiente previamente tarado para luego proceder a pesar la muestra húmeda más el recipiente, obteniendo el peso del recipiente más la muestra del suelo húmedo (g). Luego se colocó el conjunto dentro de la estufa a una temperatura de 110°C, el tiempo de permanencia de la muestra del suelo debe estar durante 24 horas. La norma que rige el presente ensayo es la de ASTM D- 2216. De los valores encontrados en las muestras, se desprende como valor mínimo 4,63 % ubicado en calicata C-10 y como valor máximo se tiene 36,28 % ubicado en la calicata C-13. (Anexo de Resultados – Contenido Humedad).

El cálculo del contenido de humedad (W) de la muestra, se formula de la siguiente manera:

$$W = \frac{(Mh - Ms)}{(Ms - Mr)} \times 100 \quad \text{expresado en (\%).}$$

Donde:

Mh = peso del recipiente más la muestra del suelo húmedo (g)

Ms = peso del recipiente más la muestra del suelo seco (g)

Mr = peso del recipiente (g)

5.3.4 Densidad mínima.

Este ensayo también se llama peso unitario suelto y se refiere al cálculo de la densidad en condiciones sueltas sin que se le haya aplicado fuerza alguna de compactación, es decir, en estado totalmente suelto. Se obtuvo ingresando una muestra de suelo en un recipiente, cuyo volumen y peso son conocidos y recomendados según las normas, luego se pesó la muestra de suelo, se restó el peso del recipiente y la diferencia se dividió entre el volumen del recipiente, así se obtuvo una relación de cociente entre la masa y el volumen. Sus unidades son g/cm³, kg/m³, kN/m³, lb/pie³.

El presente ensayo se efectuó siguiendo las recomendaciones de norma ASTM C-29/C-29M-97. Para el presente estudio se tuvieron los

valores de densidades mínimas que oscilan entre 0,741 a 1,590g/cm³. (Anexo de Resultados – Densidad Mínima). Existe una relación entre el peso unitario y el contenido de humedad, que permite mediante una fórmula obtener la densidad mínima seca:

$$\rho_{\text{min seca}} = \frac{\rho_{\text{min hum}}}{W + 100} \times 100$$

Donde:

W = porcentaje de humedad en la muestra con base en el peso seco del suelo en el horno

$\rho_{\text{min hum}}$ = densidad mínima humedad (g/cm³)

$\rho_{\text{min seca}}$ = densidad mínima seca (g/cm³)

5.3.5 Densidad máxima (Proctor modificado).

Ensayo que se realizó en muestras provenientes de calicatas de la zona de Mazocruz. La densidad que se puede obtener en un suelo por medio de un metro de compactación, depende de su contenido de humedad, al contenido que da el más alto peso unitario en seco (densidad), se llama contenido óptimo de humedad. Para aquel método

de compactación en general esta humedad es menor que la del límite plástico decrece al aumentar la compactación.

Para la determinación de la densidad máxima se utilizó el método de compactación más conocido como Proctor modificado y bajo las recomendaciones que brindan la norma ASTM D-1557-00(1998), en sus tres variantes A; B y C. para el presente estudio se presentan como valores mínimos $1,410 \text{ g/cm}^3$ y máximo de $2,095 \text{ g/cm}^3$. (Anexo de Resultados – Proctor Modificado).

5.3.6 Ensayo de corte directo.

El ensayo de corte directo, se realizó en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de Facultad de Ingeniería (Minas) de la UNJBG, se rige bajo la Norma ASTM D-3080, el cual, cuenta con equipo de laboratorio para determinar los parámetros de resistencia del suelo como: la cohesión (c), el ángulo de fricción ϕ y la resistencia al esfuerzo cortante (t); es decir el equipo de corte directo.

Se trabajó con muestra pasante a la malla N° 4. Inicialmente se tuvo que simular las condiciones de excavación de las calicatas para poder

calcular las cargas iniciales normales (kg-f) para cada tipo de suelo, que se obtuvo simulando el comportamiento del suelo con parámetros obtenidos y calculados en el campo como son la densidad in situ humedad (peso específico del suelo) y la profundidad de la calicata, representándose así el esfuerzo real de campo. Los valores de cohesión encontrados fluctúan entre 0,0 a 0,26 Kg/cm², y los valores del ángulo de rozamiento interno (ϕ) están en el rango de 4,5 y 32,7°. Mayores detalles se pueden observar en Anexo de Resultados – Corte Directo.

5.3.7 Ensayos químicos.

Se seleccionaron muestras alteradas representativas del suelo, y debidamente identificadas se remitió al laboratorio para los ensayos correspondientes a fin de establecer la identificación y clasificación de suelos.

Asimismo se realizaron ensayos de análisis químicos para determinar el contenido de sulfatos y cloruros, en muestras de suelos alterados y representativos.

Para determinar la agresividad de las muestras de suelo, se procedió como sigue:

- Determinación de la humedad natural.
- Secado y triturado.
- Tamizado por la malla # 40 un mínimo de 700 g

En estas condiciones se obtuvieron los siguientes parámetros geoquímicos:

- Sulfatos.
- Cloruros.
- Sólidos solubles totales.

El ensayo químico de sales agresivas al concreto, fue desarrollado en el Laboratorio de Análisis de Agua y Suelo de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, bajo las normas de la American Society for Testing and Material (ASTM D-516). Los valores obtenidos son cloruros 0,004 %, sulfatos 0,032 % y sólidos solubles totales 450 ppm. (Anexo de Resultados- Análisis Químico).

5.4 TRABAJO DE GABINETE.

Con las informaciones y datos obtenidos en la fase de campo y laboratorio se ha podido realizar la interpretación y elaboración de perfiles y planos de zonificación, referida al área de estudio, como son: la geología, geomorfología, topografía, sección de suelos, así como el análisis de resultados de la densidad in situ, densidad relativa, capacidad portante, asentamiento etc., mediante la elaboración de planos y perfiles.

CAPÍTULO VI

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

6.1 GENERALIDADES.

En el presente capítulo se explica los conceptos de la ingeniería de suelos que serán necesarios para proyectar las cimentaciones de las estructuras. Usaremos el término estructura para denominar a la edificación u obra civil en general.

Se pretende que los valores de capacidad de carga obtenidos en el pueblo de Mazocruz, sirvan para seleccionar el tipo de fundación ideal. Se realizó una zonificación en planta de las diversas capacidades de carga propuesto para la zona de estudio, desde el punto de vista estático.

6.2 CLASIFICACIÓN DE SUELOS

A) Sistema de Clasificación Unificada de Suelos (SUCS).

Los suelos de la localidad de Mazocruz, se clasifican según SUCS, en suelos bien graduados (GW y SW), mal graduados (SP), que constituyen el grupo de los suelos de grano grueso. También se clasifican en suelos de grano fino como son los limos (ML) de baja plasticidad y arcillas (OH) de alta plasticidad, los cuales son clasificados en base a su granulometría. (Anexo de Resumen de Resultados).

B) Sistema de Clasificación AASHTO (Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carreteras y Transporte-1994).

Los suelos del área de estudio pertenecen a grupos y subgrupo A1-b, A3, A2-4 y tienen un índice de grupo (0), corresponden a suelos gruesos (≤ 35 % pasan el tamiz N^o 200); con tipo de material de subangulosos de grava y arena, arena fina, arena limosa respectivamente y un terreno de fundación de excelente a bueno. También pertenecen a los grupos A4 y A7-5, que corresponden a los suelos finos con tipo de material de suelos

limos, arcillas y con terreno de fundación de regular a malo. (Anexo de Resumen de Resultados).

6.3 ANÁLISIS DE LA CIMENTACIONES SUPERFICIALES.

6.3.1 Tipo y profundidad de la cimentación.

De acuerdo al análisis de cimentación, trabajo de campo, ensayos de laboratorio, descripción de los perfiles estratigráficos y características del proyecto se ha considerado un tipo de cimentación de cimientos corridos y zapatas cuadradas armados desplantados a una profundidad de 0,80 m

6.3.2 Cálculo de la capacidad portante admisible.

Para determinar la capacidad admisible del suelo, se ha considerado una cimentación tipo cimiento corrido de 0,40 m de ancho y 0,80 m de profundidad de desplante, y zapata cuadrada de 0,80 de ancho y 0,80 de profundidad de desplante por ser la más típica del lugar y la más favorable en comparación con otros tipos de cimentación superficiales.

La capacidad de carga se ha determinado en base a las fórmulas Terzaghi, Meyerhof, Hansen, Vesic y Herminier-Olandesi (Dinamic Probing). Ver Cuadros XXVI y XXVII.

Los factores de capacidad de carga para cimentaciones fueron asumidas a partir de Cuadros en el Capítulo IV. Para el método Terzaghi (Cuadro VIII) y para los métodos Meyerhof, Hansen y Vesic (Cuadro XV).

Los factores de corrección por forma y profundidad para cimentaciones superficiales, se aprecian para el método Terzaghi (Cuadro X) y para los métodos Meyerhof (Cuadro XI), Hansen (Cuadro XII) y Vesic (Cuadro XIII y XIV).

Fórmula general:

$$q_{ult} = C.N_c.S_c + \gamma_1.D_f.N_q.S_q + 1/2.\gamma_2.B.N_\gamma.S_\gamma$$

Se utilizó un factor de seguridad igual a 3, de acuerdo a la norma Peruana E-050 (3,3) de suelos y cimentaciones

$$q_{ad} = q_{ult} / FS$$

Cálculo de la densidad relativa (Dr).

Con los resultados de los ensayos en el laboratorio de densidades máximas y mínimas y a partir del ensayo de campo de densidad natural, obtenido de las muestras estudiadas en la zona urbana de Mazocruz en las diferente calicatas, se determinó densidades relativas entre 52,63 a 64,27 % a una profundidad de 0,80 m lo cual indica que este material se encuentra en un estado de compacidad medio.

Debido al estado de compacidad media del suelo de cimentación, se ha considerado la reducción del coeficiente del ángulo de fricción, para considerar el efecto de una posible falla local. Los valores de ángulo de fricción varían entre 4,5 a 32,7 °

$$\phi = \text{Arctg} (2/3 \text{ tg} (\phi)); \quad \phi = 21,89^\circ$$

Cimientos Cuadrados: B=0,80 m Df = 0,80 m FS = 3,0

$$q_{ult} = C.N_c.S_c + \gamma_1.D_f.N_q.S_q + 1/2.\gamma_2.B.N_\gamma.S_\gamma$$

$$q_{ad} = q_{ult} / FS$$

Cimientos Corridos: B=0,40 m L=1000 m Df = 0,80m FS = 3,0

$$q_{ult} = C.N_c.S_c + \gamma_1.D_f.N_q.S_q + 1/2.\gamma_2.B.N_\gamma.S_\gamma$$

$$q_{ad} = q_{ult} / FS$$

Si evaluamos por el tipo de cimiento por zonas, el que menores valores presenta es el cimiento corrido con respecto a zapata cuadrada, como se puede apreciar en los Cuadros XXVI y XXVII y Anexo – Resumen de Resultados.

A continuación se muestran los resultados de asentamientos por zona, para zapata cuadrada y corrida.

Cuadro XXVI. Resumen de capacidad portante admisible (zapata cuadrada).

ZONA	SUELO Y/O ROCA PREDOMINANTE	CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE (tsf)				
		DATOS DE LABORATORIO				DPL
		TERZAGHI	MEYERHOF	HANSEN	VESIC	HERMINIER-O.
I	ML	0,33	0,37	0,42	0,45	0,98
II	GW	0,9 - 1,02	1,1 - 1,24	1,21 - 1,36	1,27 - 1,44	1,50
III	SW	0,66 - 0,71	0,81 - 0,87	0,91 - 0,97	0,96 - 1,03	1,37
IV	SP	0,52 - 0,56	0,63 - 0,67	0,71 - 0,76	0,75 - 0,80	0,99
V	OH	0,076	0,080	0,084	0,085	0,12
VI	Limolita/Arenisca	1,89 - 1,98	2,54 - 2,66	2,58 - 2,72	2,71 - 2,86	3,38

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro XXVII. Cimiento corrido.

ZONA	SUELO Y/O ROCA PREDOMINANTE	CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE (tsf)			
		DATOS LABORATORIO			
		TERZAGHI	MEYERHOF	HANSEN	VESIC
I	ML	0,33	0,27	0,34	0,37
II	GW	0,96 - 1,08	0,76 - 0,85	0,93 - 1,05	1,04 - 1,17
III	SW	0,70 - 0,75	0,57 - 0,61	0,71 - 0,76	0,79 - 0,85
IV	SP	0,55 - 0,59	0,45 - 0,48	0,56 - 0,60	0,63 - 0,67
V	OH	0,066	0,066	0,074	0,076
VI	Limolita/Arenisca	2,02 - 2,12	1,92 - 2,01	1,9 - 1,99	2,13 - 2,22

Fuente: Elaboración propia.

6.3.3 Cálculo asentamientos superficiales.

Para el presente estudio el asentamiento de la cimentación se calculará en base a la teoría de la elasticidad, y pruebas de penetración dinámica, considerando el tipo de cimentación superficial recomendado. Se utilizó las siguientes dimensiones arbitrarias más comunes en la zona de Mazocruz. Para el **cimiento corrido**: $B = 0,40$ m $L = \text{infinito}$ $D = 0,80$ m y para la **zapata cuadrada** será de $B = 0,80$ m $L = 0,80$ m $D = 0,80$ m que soportará una **carga actuante** (carga vertical) de **21236,20** kg (21,24 t), valor que asume cargas vivas y cargas muertas de la estructura proyectada en un módulo de vivienda de 2 pisos.

a) Método elástico.**Lambe y Whitman (1964).**

El asentamiento de la cimentación se calculó en base a la teoría de la elasticidad (Lambe y Whitman, 1964), considerando el tipo de cimentación superficial recomendado, el asentamiento elástico inicial será:

$$S = q B(1-u^2) l_f / E_s$$

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación fueron asumidas a partir de Cuadros publicados en el Capítulo IV (Cuadros XVI, XVII Y XVIII), con valores para el tipo de suelo existente donde irá desplantada la cimentación. El módulo de elasticidad (E_s) se calculó en base a número de golpes N_{spt} (N_{dpl}).

b) Asentamiento inmediato de suelos no cohesivos.

La estimación de asentamiento en suelo sin cohesión se basa en datos de prueba de campo: Prueba de penetración estándar (SPT),

prueba de penetración dinámica (DPL), etc. Los métodos empíricos y semi-empíricos: Alpan, Schultze y Sherif, modificado de Terzaghi y Peck.

Aproximación Alpan.

Este procedimiento de estimación de asentamientos se realiza a partir de correlación del (SPT) Los asentamientos de una cimentación de ancho B en la base.

$$\rho_i = m' \left(\frac{2B}{1+B} \right)^2 \left(\frac{\alpha_{\circ}}{12} \right) q$$

Las propiedades del suelo de cimentación fueron asumidas a partir de Cuadros señalados en el Capítulo IV (Figura 11).

Aproximación de Schultze y Sherif.

Este procedimiento de estimación de asentamientos se realiza a partir de número de golpes del SPT.

$$\rho_i = \frac{f \cdot q \cdot \sqrt{B}}{N_{25\%}^{0.87} \left(1 + 0.4 \frac{D}{B} \right)}$$

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación fueron señaladas en la Figura 12.

Aproximación modificada de Terzaghi y Peck.

Este procedimiento es una modificación de la original de Terzaghi y Peck , opción que considera la sobrecarga de la presión y el nivel freático.

$$\rho_i = \frac{q}{18 q_1}$$

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación se detallaron en el capítulo IV, a través de la Figura 13.

c) Asentamiento inmediato de suelos cohesivos.

El asentamiento inmediato de una estructura en suelos cohesivos consiste en distorsión elástica asociada con un cambio en la forma sin cambiar el volumen y, en arcilla no saturada, la solución de una disminución en el volumen.

Mejora de aproximación Janbu.

El promedio de asentamiento inmediato de una fundación en un suelo elástico puede ser dada por:

$$\rho_i = \mu_0 \cdot \mu_1 \cdot \frac{q \cdot B}{E_s^*}$$

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación se precisan, a través de cuadros del capítulo IV, además en las Figuras 14 y 15.

A continuación se muestran los resultados de asentamientos por zona, para zapata cuadrada y corrida. Como se puede apreciar en el Cuadro XVIII y Anexo de Resultados – Asentamiento Inmediato

Cuadro XVIII. Asentamientos. Zapata cuadrada.

ZONA	MATERIAL PREDOMINANTE	ASENTAMIENTO INMEDIATO Si (ft)				
		DPL				
		LAMBE Y W.	JANBU	ALPAN	SCHULTZE Y S.	TERZAGHI Y P.
I	ML	0,247	-	0,162	0,144	0,317
II	GW	0,029	-	0,129	0,111	0,260
III	SW	0,030	-	0,135	0,113	0,264
IV	SP	0,031	-	0,156	0,134	0,312
V	OH	0,257	0,365	-	-	-
VI	Limolita/Arenisca	0,021	-	0,075	0,053	0,149

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro XXIX. Asentamientos. Cimiento corrido.

ZONA	MATERIAL PREDOMINANTE	ASENTAMIENTO Si (ft)
		DPL
		LAMBE Y W.
I	ML	0,316
II	GW	0,037
III	SW	0,038
IV	SP	0,038
V	OH	0,329
VI	Limolita/Arenisca	0,026

Fuente: Elaboración propia.

6.3.4 Análisis químico del suelo de cimentación.

El suelo bajo el cual se cimienta toda estructura tiene un efecto agresivo a la cimentación. Este efecto está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos y cloruros principalmente). Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto; de ese modo, el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrado por otra razón (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.). Los principales elementos químicos a evaluar son los

sulfatos y cloruros por su acción química sobre el concreto y acero del cimiento.

Cuadro XXX. Elementos químicos nocivos para la cimentación.

TIPOS DE EXPOSICIÓN A LOS SULFATOS	SULFATOS SOLUBLES EN AGUA (SO ₄) PRESENTES EN SUELOS (%)	SULFATOS (SO ₄) EN AGUA (ppm)	TIPO DE CEMENTO RECOMENDADO	RELACIÓN AGUA CEMENTO RECOMENDADA CONCRETO NORMAL	FC" MÍNIMO KG/CM ²
DESPRECIABLE	0 A 0,10	0 A 150	-	-	-
MODERADA	0,1 A 0,2	150 A 1500	II,IP(MS) IS(MS) IPM(MS) I(SM)(MS)	0,5	280
SEVERA	0,2 A 2,00	1500 A 10000	V	0,45	315
MUY SEVERA	>2,00	>10 000	V + PUZOLANA	0,45	315

Fuente: Report ACI Comité 201 2R. "Guide to Durable Concrete". 1982.

Cuadro XXXI. Elementos químicos nocivos para la cimentación.

Presencia en el Suelo de :	ppm	Grado de Alteración	OBSERVACIONES
SULFATOS	0 – 1000	Leve	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
	1000 - 2000	Moderado	
	2000 - 20000	Severo	
	>20000	Muy severo	
CLORUROS	> 6000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos Metálicos
SALES SOLUBLES	> 15000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación

Fuente: Comité 318-83 ACI.

A continuación se muestran resultados de los ensayos de sales solubles, sulfatos y cloruros obtenidos en laboratorio, para el estudio de zonificación de Mazocruz, la evaluación se hizo de acuerdo a recomendaciones de la ACI Comité 201 2R, 1982. Ver Cuadro XXXI.

Cuadro XXXII. Resultados de análisis químicos.

MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CLORUROS (%)	SULFATOS (%)	SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (%)	
				(%)	PPM
C-5	0,30 - 1,80	0,004	0,032	0,045	450

Fuente: Elaboración propia.

Del Cuadro XXXII y Anexo (Resultados de análisis químicos), se desprende que en el poblado de Mazocruz, las tierras están compuestas por arena y grava limpias que presentan valores de 0,045 % de sales solubles y 0,032 % en peso de sulfatos obtenidos en la calicata C-5 ubicada en el Centro Salud Mazocruz. El tipo de exposición a los sulfatos es **despreciable**.

De igual manera observamos que la concentración de sales cloruros, se encuentran por debajo de los valores permisibles, siendo el valor obtenido de 40 ppm que corresponde a la calicata C-5, menor que 6000

ppm (valor permisible para cloruros), por lo que no ocasionará un ataque por corrosión del acero del concreto de la cimentación, es decir es **despreciable**.

De la información presentada, se desprende que en términos generales los suelos del área de estudio tienen un contenido de sulfato bajo y que no ocasiona ataque de manera perjudicial al concreto siendo suficiente utilizar Cemento Portland Tipo I para la preparación del concreto de las estructuras de cimentación, además no se producirá pérdida de resistencia mecánica en los suelos por lixiviación ya que el contenido de sales totales medido no es superior a 15000 ppm.

6.4 INTERPRETACIÓN DEL PLANO DE CLASIFICACIÓN SUELOS

Aquí se puede observar la distribución de la clasificación de suelos según SUCS. La clasificación se ha dividido en seis zonas. Ver Anexo de Ilustraciones Plano N° 5).

Zona I: Está representada por limo inorgánico de baja plasticidad de color blanquecino simbolizado con ML.

Zona II: En esta zona el material predominante es grava fina con arena (GW) de consistencia suelta.

Zona III: Identificado con material arenoso (SW) bien clasificado.

Zona IV: Constituida por arena fina (SP) con presencia de limo.

Zona V: Zona pantanosa constituida de material arcilloso (OH) orgánico de alta plasticidad.

Zona VI: Caracterizado por afloramiento de limolitas y areniscas.

6.5 INTERPRETACIÓN DE SECCIÓN DE SUELOS A - A´

Esta sección tiene una orientación SW-NE, incluye a los ensayos de penetración dinámica ligera: DPL-13, DPL-5 y DPL-7. Ver Anexo de Ilustraciones Plano N° 06).

Esta sección representa la distribución espacial de la estratigrafía del subsuelo, así como también la ubicación del nivel freático. Esta ilustración representa cinco zonas bien definidas, una formada por material arcilloso OH (zona pantanosa); otra conformada por afloramiento de limolitas y areniscas; el siguiente por lentes de arena SW; también presenta material

gravoso GW y por último limo ML, según el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS). Las profundidades de los DPL son hasta 4 m mostradas en esta sección representan los mismos valores indicados en Anexo de resultados (correlación de los ensayos DPL) y Anexo (perfiles DPL). El nivel freático se encuentra a 1 m en DPL-13; a 2,2 m en DPL-5 y a 2,7 m en DPL-7; cabe indicar que los datos fueron tomados en época de lluvia, por consiguiente, en época de estiaje baja el nivel freático por debajo de los datos tomados.

6.6 INTERPRETACIÓN DEL PLANO ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA

La zonificación geotécnica de los depósitos de suelos del pueblo de Mazocruz, fue realizada a partir de la información geológica existente y de la información geotécnica desarrollada en el presente tesis de investigación.

Los objetivos principales fueron los siguientes: determinar los tipos de suelos existentes en profundidad, determinar la distribución de estos suelos en toda el área del pueblo, obtener sus parámetros de resistencia al esfuerzo cortante, definir la posición del nivel freático, determinar rangos de valores de capacidad de carga y asentamiento. Por consiguiente, evaluar probables zonas de comportamiento crítico.

Cuadro XXXIII. Resultado de zonificación del pueblo de Mazocruz. Zapata cuadrada.

ZONA	SUELO PREDOMINANTE	CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE (tsf)						ASENTAMIENTO INMEDIATO Si (ft)				N.F. (m)	CONDICIÓN	HABITABILIDAD
		DATOS DE LABORATORIO					DPL	DPL						
		TERZAGHI	MEYERHOF	HANSEN	VESIC	HERMINIER-O.	LAMBE Y W.	JANBU	ALPAN	SCHULTZE Y S.	TERZAGHI Y P.			
I	ML	0,33	0,37	0,42	0,45	0,98	0,247	-	0,162	0,144	0,317	2,70	REGULAR	Regularmente habitable.
II	GW	0,9 - 1,02	1,1 - 1,24	1,21 - 1,36	1,27 - 1,44	1,50	0,029	-	0,129	0,111	0,260	2,20	APROPIADA	Habitabilidad buena.
III	SW	0,66 - 0,71	0,81 - 0,87	0,91 - 0,97	0,96 - 1,03	1,37	0,030	-	0,135	0,113	0,264	2,20	APROPIADA	Habitabilidad buena.
IV	SP	0,52 - 0,56	0,63 - 0,67	0,71 - 0,76	0,75 - 0,80	0,99	0,031	-	0,156	0,134	0,312	1,70	APROPIADA	Habitabilidad buena.
V	OH	0,076	0,080	0,084	0,085	0,12	0,257	0,365	-	-	-	1,00	CRITICA	Habitabilidad muy mala.
VI	Limolita/ Arenisca	1,89 - 1,98	2,54 - 2,66	2,58 - 2,72	2,71 - 2,86	3,38	0,021	-	0,075	0,053	0,149	-	APROPIADA	Perfectamente habitable.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro XXXIV. Resultado de zonificación del poblado de Mazocruz. Cimiento corrido.

ZONA	SUELO PREDOMINANTE	CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE (tsf)				ASENTAMIENTO Si (ft)	N.F. (m)	CONDICIÓN	HABITABILIDAD
		DATOS LABORATORIO				DPL			
		TERZAGHI	MEYERHOF	HANSEN	VESIC	LAMBE Y W.			
I	ML	0,33	0,27	0,34	0,37	0,316	2,70	REGULAR	Regularmente habitable.
II	GW	0,96 - 1,08	0,76 - 0,85	0,93 - 1,05	1,04 - 1,17	0,037	2,20	APROPIADA	Habitabilidad buena.
III	SW	0,70 - 0,75	0,57 - 0,61	0,71 - 0,76	0,79 - 0,85	0,038	2,20	APROPIADA	Habitabilidad buena.
IV	SP	0,55 - 0,59	0,45 - 0,48	0,56 - 0,60	0,63 - 0,67	0,038	1,70	REGULAR	Regularmente habitable.
V	OH	0,066	0,066	0,074	0,076	0,329	1,00	CRITICA	Habitabilidad muy mala.
VI	Limolita/Arenisca	2,02 - 2,12	1,92 - 2,01	1,9 - 1,99	2,13 - 2,22	0,026	-	APROPIADA	Perfectamente habitable.

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar la capacidad portante admisible calculada a partir de ensayos de laboratorio de corte directo y DPL por los métodos Terzaghi, Meyerhof, Hansen y Vesic, comparando con el cálculo de capacidad portante con software Dinamic Probing mediante DPL, el que se acerca más es el método de Vesic al método Herminier (Dinamic Probing). Ver Cuadro XXXIII Y XXXIV.

La zonificación geotécnica de suelos del pueblo de Mazocruz, se presenta en Anexo de Ilustración Plano N° 7, trabajo preparado para mostrar la distribución espacial de los tipos de suelos de acuerdo al sistema de clasificación SUCS, rangos de capacidad portante admisible y asentamientos inmediatos a la profundidad requerida para el desplante de cimentaciones en base a la información obtenida de las calicatas excavadas y sondeos DPL.

Se puede observar que los suelos predominantes en el área de estudio de tesis son limo inorgánico de baja plasticidad (ML), grava bien graduada (GW), arenas bien graduadas (SW), arenas finas mal graduadas (SP), arcilla orgánica de alta plasticidad (OH), y afloramiento de formación capillune conformada limolitas y areniscas. Se ha dividido el pueblo de Mazocruz en seis zonas, las cuales se presentan a continuación.

Zona I: Planicie noreste.

Esta parte se encuentra ubicada en el noreste de la plaza principal de Mazocruz y se le ha denominado planicie noreste. Abarca el 6 % de la franja estudiada. Esta zona I es de condición regularmente habitable. Involucra al estadio municipal y campo ferial de Mazocruz. El perfil estratigráfico de esta zona representado por la calicata C-7 (Anexos de Resultados – Perfil de Calicatas) se presenta en forma homogénea, predominando un suelo limo inorgánico de baja plasticidad (ML), con una potencia de 2 metros de espesor. El suelo limoso tiene una consistencia blanda. El nivel freático se encuentra a una profundidad de 2,7 metros. La capacidad portante admisible para cimentaciones superficiales cuadradas en este lugar es de 0,33; 0,37; 0,42; 0,45 y 0,98 tsf, según Terzaghi, Meyerhof, Hansen, Vesic y Herminier respectivamente, estudiada para una profundidad de 0,80 m de desplante con asentamiento para zapata cuadrada de 0,247; 0,162; 0,144; 0,317 ft. según Lambe, Alpan, Schultze y Terzaghi, respectivamente. Para cimiento corrido ver Cuadro XXXIV. La resistencia del suelo arroja valores de: N (DPL) entre 6 y 8 para una profundidad entre 0,40 a 2,40 m de espesor del estrato estudiado o terreno de fundación.

Zona II: Planicie este.

Esta zona se encuentra ubicada al lado este de la Plaza de Armas del pueblo de Mazocruz y se le ha denominado planicie este. Abarca el 30,4 % del área estudiada. Es de condición de habitabilidad buena. La zonificación involucra la gran parte del barrio alianza. El perfil estratigráfico de las calicatas en mención C-6, C-8 y C10 (Anexos de Resultados – Perfil de Calicatas), se presenta en forma homogénea, predominando un suelo gravas bien graduadas (GW), con una potencia entre 1,25 y 2,25 metros de espesor. El suelo gravoso tiene una consistencia suelta a media. El nivel freático se encuentra a una profundidad de 2,2 metros. La capacidad portante admisible para cimentaciones superficiales cuadrada en esta zona es de 1,01; 1,15; 1,28; 1,35 y 1,50 tsf, según Terzaghi, Meyerhof, Hansen, Vesic y Herminier, respectivamente, estudiadas para una profundidad de 0,80 m de desplante con asentamiento para zapata cuadrada de 0,029; 0,129; 0,111 y 0,266 ft según Lambe, Alpan, Schultze y Terzaghi, respectivamente. Para cimiento corrido ver Cuadro XXXIV. La resistencia del suelo arroja valores de: N (DPL) entre 8 y 12 para una profundidad entre 0,25 a 2,50 m de espesor del estrato estudiado o terreno de fundación.

Zona III: Planicie norte.

Esta zona se encuentra ubicada en el norte de la Plaza de Armas de Mazocruz y se le ha denominado planicie norte. Abarca el 14,8 % del área estudiada. Es de condición de habitabilidad buena. En esta parte, está ubicada infraestructuras para mejorar como: Centro de Salud, Jardín, Colegio secundario y Primario. El perfil estratigráfico de las calicatas en mención C-3, C-4, C-5 y C9 (Anexos de Resultados – Perfil de Calicatas), se presenta en forma homogénea, predominando un suelo de arenas bien graduadas (SW), con una potencia entre 1,50 y 1,75 metros de espesor. El suelo arenoso tiene una consistencia suelta. El nivel freático se encuentra a una profundidad de 1,9 metros. La capacidad portante admisible para cimentaciones superficiales cuadrada en esta zona es de 0,68; 0,84; 0,94; 0,99 y 1,37 tsf, según Terzaghi, Meyerhof, Hansen, Vesic y Herminier, respectivamente, estudiadas para una profundidad de 0,80 m de desplante con asentamiento para zapata cuadrada es de 0,030; 0,135; 0,113 y 0,264 ft, según Lambe, Alpan, Schultze y Terzaghi, respectivamente. Para cimiento corrido ver Cuadro XXXIV. La resistencia del suelo arroja valores de: N (DPL) entre 9 y 12 para una profundidad entre 0,30 a 1,80 m de espesor del estrato estudiado o terreno de fundación.

Zona IV: Planicie noroeste.

Esta zona se encuentra ubicada en el noroeste de la Plaza de Armas de Mazocruz y se le ha denominado planicie noroeste. Abarca el 11 % del área estudiada. Este lugar, es de condición regularmente habitable. Esta zonificación abarca el mercado municipal. El perfil estratigráfico de las calicatas en mención C-1 y C-2 (Anexos de Resultados – Perfil de Calicatas), se presenta en forma homogénea, predominando un suelo de arenas mal graduadas (SP), con una potencia de 3,70 metros de espesor según DPL-2. El suelo arenoso tiene una consistencia blanda. El nivel freático se encuentra a una profundidad de 1,7 metros. La capacidad portante admisible para cimentaciones superficiales cuadrada en esta zona es de 0,54; 0,65; 0,74; 0,78 y 0,99 tsf, según Terzaghi, Meyerhof, Hansen, Vesic y Herminier, respectivamente, estudiadas para una profundidad de 0,80 m de desplante con asentamiento para zapata cuadrada de 0,031; 0,156; 0,134 y 0,312 ft, según Lambe, Alpan, Schultze y Terzaghi, respectivamente. Para cimiento corrido ver Cuadro XXXIV. La resistencia del suelo arroja valores de: N (DPL) entre 5 y 10 para una profundidad entre 0,30 a 4,00 m de espesor del estrato estudiado o terreno de fundación.

Zona V: Planicie bofedal.

Esta zona se encuentra ubicada al oeste de la Plaza de Armas de Mazocruz y se le ha denominado planicie bofedal. Abarca el 7,6 % del área de estudio de tesis. El lugar es de habitabilidad muy mala. Esta zonificación abarca a lo largo de la carretera binacional Ilo-Desaguadero. El perfil estratigráfico de calicata en mención C-13 (Anexos de Resultados – Perfil de Calicatas), se presenta en forma pantanosa, predominando un suelo de arcillas orgánicas de alta plasticidad (OH), con una potencia de 2,0 metros de espesor según DPL-13. El suelo arcilloso tiene una consistencia muy blanda. El nivel freático se encuentra a una profundidad de 1 metro. La capacidad portante admisible para cimentaciones superficiales cuadrada en esta zona es de 0,076; 0,080; 0,084; 0,085 y 0,120 tsf, según Terzaghi, Meyerhof, Hansen, Vesic y Herminier, respectivamente, estudiadas para una profundidad de 0,80 m de desplante con asentamiento para zapata cuadrada es 0,365 ft, según Janbu. Para cimiento corrido ver Cuadro XXXIV. La resistencia del suelo arroja valores de: N (DPL) entre 1 y 3 para una profundidad entre 0,40 a 2,00 m de espesor del estrato estudiado o terreno de fundación.

Zona VI: Domo Capillune.

Esta zona se encuentra ubicada al sur de la Plaza de Armas de Mazocruz y se le ha denominado domo Capillune. Abarca el 30,2 % del área estudio de tesis. Es de condición de habitabilidad muy buena. Abarca una gran parte del pueblo de Mazocruz incluyendo la Municipalidad, Gobernación, Plaza de Armas, etc. El perfil estratigráfico de las calicatas en mención C-11, C-12, C-14 y C-15 (Anexos de Resultados – Perfil de Calicatas), se presenta en forma homogénea, predominando un suelo de limolitas y areniscas compactas, con una potencia de 10 metros a más de espesor según afloramientos. El suelo arenoso tiene una consistencia dura. No se determinó nivel freático. La capacidad portante admisible para cimentaciones superficiales cuadrada en esta zona es de 1,94; 2,60; 2,62; 2,79 y 3,38 tsf, según Terzaghi, Meyerhof, Hansen, Vesic y Herminier, respectivamente, estudiadas para una profundidad de 0,80 m de desplante con asentamiento para zapata cuadrada de 0,021; 0,075; 0,053; y 0,149 ft, según Lambe, Alpan, Schultze y Terzaghi, respectivamente. Para cimiento corrido ver Cuadro XXXIV. La resistencia del suelo arroja valores de: N (DPL) mayores 30 para una profundidad entre 0,25 a 0,90 m de espesor del estrato estudiado o terreno de fundación.

CONCLUSIONES

1. Para el presente estudio de tesis se realizaron 15 calicatas, con profundidades de 0,40 m a 2,60 m y 7 auscultaciones DPL, con profundidades de 0,80 m a 4,00 m que han permitido zonificar los suelos en seis zonas a 0,80 m de profundidad con la clasificación SUCS, capacidad admisible, asentamiento inicial y características geotécnicas similares de la siguiente manera:

Zona I: Zona de regularmente habitable, constituida por suelo limoso (ML), con capacidad portante admisible en condiciones estáticas para zapatas cuadradas de 0.80x0.80 m es de 0,33; 0,37; 0,42; 0,45 y 0,98 tsf según Terzaghi, Meyerhof, Hansen, Vesic y Herminier respectivamente, presenta asentamientos de 0,247; 0,162; 0,144; 0,317 ft Según Lambe, Alpan, Schultze y Terzaghi respectivamente,

Zona II: Zona de habitabilidad buena, constituida por gravas bien graduadas (GW), con capacidad portante admisible en condiciones estáticas para zapatas cuadradas es de 1,01; 1,15; 1,28; 1,35 y 1,50 tsf según Terzaghi, Meyerhof, Hansen, Vesic y Herminier respectivamente, presenta asentamientos de 0,029; 0,129; 0,111 y 0,266 ft Según Lambe, Alpan, Schultze y Terzaghi respectivamente

Zona III: Zona de habitabilidad buena, representada por arenas bien graduadas (SW), con capacidad portante admisible para zapatas cuadradas es de 0,68; 0,84; 0,94; 0,99 y 1,37 tsf según Terzaghi, Meyerhof, Hansen, Vesic y Herminier respectivamente, presenta asentamientos de 0,030; 0,135; 0,113 y 0,264 ft Según Lambe, Alpan, Schultze y Terzaghi respectivamente.

Zona IV: Zona de habitabilidad buena, conformada por arenas mal graduadas (SP), con capacidad portante admisible para zapatas cuadradas es de 0,54; 0,65; 0,74; 0,78 y 0,99 tsf según Terzaghi, Meyerhof, Hansen, Vesic y Herminier respectivamente, presenta asentamientos de 0,031; 0,156; 0,134 y 0,312 ft Según Lambe, Alpan, Schultze y Terzaghi respectivamente.

Zona V: Zona de habitabilidad muy mala, presenta arcillas orgánicas de alta plasticidad (OH), con capacidad portante admisible para zapatas cuadradas es de 0,076, 0,080; 0,084; 0,085 y 0,120 tsf según Terzaghi, Meyerhof, Hansen, Vesic y Herminier respectivamente, presenta asentamiento de 0,365 ft Según Janbu.

Zona VI: Zona de perfectamente habitable, caracterizada por limolitas y areniscas compactas, con capacidad portante admisible es de 1,94; 2,60; 2,62; 2,79 y 3,38 tsf según Terzaghi, Meyerhof, Hansen, Vesic y

Herminier respectivamente, presenta asentamientos de 0,021; 0,075; 0,053; y 0,149 ft Según Lambe, Alpan, Schultze y Terzaghi respectivamente.

2. Se encontró nivel freático correspondiente a las zonas I; II; III y VI con valores 2,7; 2,2; 2,2; 1,7 metros de profundidad. respectivamente y zona V a 1 m La zona VI no se determino nivel freático.
3. El área de estudio es de 1.08 km², es cual, está dividido en seis zonas, distribuidas de la siguiente manera: Zona I(suelo limoso) representa el 6%; Zona II(suelo gravoso) el 30,4%; Zona III(suelo arenoso) el 14,8%; Zona IV(suelo arenoso) el 11%; Zona V(OH) el 7,6% y Zona VI(limolitas y areniscas) 30,2% .
4. Según el análisis químico en suelo de calicata C-5, presenta los siguientes valores: de 450 ppm de sólidos solubles totales, 320 ppm en peso de sulfatos y 40 ppm de concentración de sales cloruro. Según Comité 318-83 ACI se concluye que no ocasionara ataque químico al concreto, problemas de corrosión de armaduras y pérdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación.

RECOMENDACIONES

1. Las dimensiones recomendadas para cimentar son las siguientes:

Cimentación corrida

Profundidad de desplante: 0,80 m

Ancho de cimentación: 0,40 m

Zapata cuadrada

Profundidad de desplante: 0,80 m

Ancho de cimentación: 0,80 m

2. En la zona V es recomendable cimentar a más de 2 m de profundidad por ser pantanosa y donde se encontró material compacto mediante ensayos DPL con $N \geq 30$, también se recomienda usar equipo de bomba para deprimir la napa freática (NF = 1 m) durante los trabajos de cimentación, buzones, etc.
3. Se recomienda para cada edificación, la excavación de una calicata en la misma zona de construcción, para verificar y comparar los datos obtenidos en este estudio, a fin de tener una base de datos más amplia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVA HURTADO, Jorge E. (1998). **“Cimentaciones Superficiales”**. Lima-Perú.
2. BRAJA M. Das. (2001). **“Fundamentos de Ingeniería Geotécnica”**. California State University, Sacramento.
3. BRAJA M. Das . (1985). **“Advanced Soil Mechanics”**, Washignton, New York, 1985.
4. BUSTAMANTE Chacón & ALVA H. J. E.(1995). **“Características Geotécnicas del suelo de Iquitos”**. Perú.
5. CISMID-FIC-UNI. (1992). **“Seminario Taller de Mecánica de Suelos y Exploración Geotécnica”**. Lima.
6. GONZALES DE VALLEJO, Luis I., FERRER Mercedes, ORTUÑO Luis, OTEO Carlos. (2002). **“Ingeniería Geológica”**. Madrid.
7. I CONGRESO NACIONAL DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL Y CONSTRUCCIÓN. (1998). **“Capítulo I, Mecánica de Suelos Aplicada a Cimentaciones”**. Lima.
8. INDECI. (2002). **“Estudio de Mapa de Peligros de la Ciudad de Candarave”**. Tacna, febrero.

9. INGEMET. (1998). **“Mapa Geológico del Cuadrángulo de Mazo Cruz”** Lima.
10. LAMBE T.W. y WHITMAN R.V. (2001). **“Mecánica de Suelos”**, John Wiley. New York.
11. LA ROSA Cabrera y PETERSEN George (1936); **“Geología de Cuadrángulo Mazo Cruz”**, por Wilfredo García M., INGEOMIN, Bol. N° 29(1978).
12. MALAGA E. Mario A. (1998). **“Estudio de Suelos para Fines de Cimentación en el Distrito Gregorio Albarracín de Tacna Zona Viñani (IV Etapa)”**. Tesis para optar Título Profesional de Ingeniero Geólogo-Geotécnico. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, 1998.
13. MEZA A., Pablo R. (1998). **“Consideraciones Geotécnicas con Fines de Cimentación”**. Tesis para optar Título Profesional de Ingeniero Geólogo. Universidad Nacional San Agustín. Arequipa, Julio 1998.
14. MINAYA S. & ORDOÑEZ A. (2006). **“Anexo E-Exploraciones de Campo y Ensayos In Situ”**, Segunda Edición. Lima.
15. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y VIVIENDA. (2000). **“Manual de Ensayo de Laboratorio EM 2000 Volumen I y II”**. Lima – Perú.

16. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (2002).
“**Suelos y Cimentaciones**”. Norma Técnica Peruana E-020. Lima.
17. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (2007).
“**Proyectos de Inversión**”. Puno, diciembre 2007.
18. MINISTERIO DEL AMBIENTE. (2010). “**Boletín Regional SENAMHI**”.
Puno, enero 2010.
19. TERAZAGHI K. y PECK R.B. (1967). “**Soil Mechanics in Engineering Practice**”, John Wiley, New York.
20. U.S. Army Corps of Engineers. (1990). “**Engineering and Design Settlement Analysis**”. Washington, 30 September 1990.
21. U.S. Army Corps of Engineers. (1990). “**Engineering and Design Bearing Capacity of Soils**”. Washington, 30 October 1990.
22. U.S. Army Corps of Engineers. (1998). “**Engineering and Design Standard Penetration Test**”. Washington, 31 March 1988.
23. U.S. Army Corps of Engineers. (1984). “**Engineering and Design Geotechnical Investigations**”. Washington, 29 February 1984.
24. VESIC A. (1973), “**Análisis de la Capacidad de Carga de Cimentaciones Superficiales**”, JSMFD, ASCE, Vol. 99.
25. VI CONGRESO CHILENO DE GEOTECNIA. (2007). “**Interpretación de Ensayos Standard Penetration Test (SPT) en Arenas**”. Valparaíso-Chile, 28 al 30 Noviembre del 2007.

ANEXOS

ANEXO DE RESULTADOS

RESUMEN DE RESULTADOS

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica – Geotecnia

TESIS: ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE MAZOCRUZ, EL COLLAO, DPTO. DE PUNO

CUADRO Nº 02

CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASTHO

NORMA ASTM D - 2487 - 98

CALICATA	UBICACIÓN DE MUESTRAS	MUESTRA	Prof. Calicata (m)	GRANULOMETRIA % QUE PASA	LIMITES DE CONSISTENCIA			CLASIFICACIÓN AASTHO
				Nº 200	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)	
C-01	Intersección C. Binacional con Mazocruz-llave	M-02	1,8	0,77	24	NP	NP	A2-4
C-02	Mercado Municipal	M-02	1,7	0,71	24	NP	NP	A2-4
C-03	Jardín 3 de Mayo	M-02	2,0	0,19	NP	NP	NP	A3
C-04	Tras la Panadería Zapana Barrio Alianza	M-03	2,0	0,30	NP	NP	NP	A3
C-05	Centro Salud Mazocruz	M-02	2,5	0,26	NP	NP	NP	A3
C-06	Pozo agua subterránea B. Alianza	M-02	1,5	0,13	NP	NP	NP	A1-b
C-07	Estadio Municipal	M-03	2,6	56,75	22	19	3	A4
C-08	Av. El Niño a 20 m Local Barrio Alianza	M-02	2,0	0,26	NP	NP	NP	A1-b
C-09	Jr. Santa Cruz tras I.E.P.	M-03	2,0	0,59	NP	NP	NP	A3
C-10	Colegio Mazocruz	M-03	2,5	0,06	NP	NP	NP	A1-b
C-11	Frente a la Gobernación B. Jose A	M-02	0,5	-	-	-	-	-
C-12	Tras Local Barrio Jose Antonio	M-02	0,5	-	-	-	-	-
C-13	Frente al Grifo Santa Cruz	M-02	1,0	85,75	51	35	16	A7-5
C-14	Barrio Esperanza	M-02	0,4	-	-	-	-	-
C-15	Av. Tacna B. Jose Antonio	M-02	0,5	-	-	-	-	-

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica – Geotecnia

TESIS: ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE MAZOCRUZ, EL COLLAO, DPTO. DE PUNO

CUADRO Nº 04

RESULTADOS DE SONDEOS DPL

DINAMIC PROBING 2012

SONDAJE	UBICACIÓN DE MUESTRAS	COORDENADAS		ESTRATO	PROF. (m)	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	PESO ESPECIFICO		DENSIDAD RELATIVA (%)	ANGULO DE ROZAMIENTO INTERNO (°)
		ESTE	NORTE			AGI (Assoc. It. Geolog.)	PESO ESPECIFICO SECA (g/cm ³)	PESO ESPECIFICO SATURADO (g/cm ³)		
DPL-02	Mercado Municipal	424527	8149092	E-02	4,00	POCO DENSO	1,61	1,9	54,18	28,89
DPL-05	Centro Salud Mazocruz	424601	8149411	E-02	4,00	MODERADAMENTE DENSO	1,67	1,91	64,57	29,35
DPL-07	Estadio Municipal	424188	8149253	E-03	4,00	POCO DENSO	1,56	1,89	51,45	24,64
DPL-08	Av. El Niño a 20 m Local Barrio Alianza	424112	8149621	E-02	2,90	POCO DENSO	1,66	1,91	61,61	32,87
DPL-11	Frente a la Gobernación B. Jose A.	423758	8149077	E-02	0,80	MODERATAMENTE DENSO	1,92	1,96	96,32	31,74
DPL-13	Frente al Grifo Santa Cruz	423881	8148822	E-02	2,50	POCO CONSISTENTE	1,56	1,85	-	0.00
DPL-15	Av. Tacna Barrio Jose Antonio	423570	8148574	E-02	0,60	MODERATAMENTE DENSO	2,01	2,44	100	32,99

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica – Geotecnia

TESIS: ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE MAZOCRUZ, EL COLLAO, DPTO. DE PUNO

CUADRO Nº 05

**RESULTADO DE CAPACIDAD ADMISIBLE
CONDICIONES ESTÁTICAS**

CALICATA	UBICACIÓN	COORDENADAS		MUESTRA	NIVEL FREÁTICO (m)	CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE (tsf)							
		ESTE	NORTE			ZAPATA CUADRADA				CIMIENTO CORRIDO			
						TERZAGHI	MEYERHOF	HANSEN	VESIC	TERZAGHI	MEYERHOF	HANSEN	VESIC
C-01	Intersección C. Binacional con Mazocruz-llave	423820	8149446	M-02	1,8	0,52	0,63	0,71	0,75	0,55	0,45	0,56	0,63
C-02	Mercado Municipal	424093	8149631	M-02	1,7	0,56	0,67	0,76	0,80	0,59	0,48	0,60	0,67
C-03	Jardín 3 de Mayo	424040	8149393	M-02	1,9	0,70	0,86	0,96	1,01	0,74	0,60	0,75	0,84
C-04	Tras la Panadería Zapana Barrio Alianza	424197	8149387	M-02	-	0,66	0,81	0,91	0,96	0,70	0,57	0,71	0,79
C-05	Centro Salud Mazocruz	424197	8149267	M-02	2,2	0,68	0,84	0,94	0,99	0,72	0,59	0,73	0,82
C-06	Pozo agua subterránea B. Alianza	424372	8149212	M-02	-	0,93	1,13	1,24	1,31	0,98	0,78	0,95	1,07
C-07	Estadio Municipal	424599	8149393	M-02	2,7	0,33	0,37	0,42	0,45	0,33	0,27	0,34	0,37
C-08	Av. El Niño a 20 m Local Barrio Alianza	424526	8149076	M-02	2,2	1,02	1,24	1,36	1,44	1,08	0,85	1,05	1,17
C-09	Jr. Santa Cruz tras I.E.P.	424094	8149189	M-02	2,0	0,71	0,87	0,97	1,03	0,75	0,61	0,76	0,85
C-10	Colegio Mazocruz	424140	8148972	M-02	-	0,90	1,10	1,21	1,27	0,96	0,76	0,93	1,04
C-11	Frente a la Gobernación B. Jose A.	423880	8148841	M-02	-	1,89	2,54	2,58	2,71	2,02	1,92	1,90	2,13
C-13	Frente al Grifo Santa Cruz	423744	8149075	M-02	1,0	0,076	0,080	0,084	0,085	0,066	0,066	0,074	0,076
C-15	Av. Tacna Barrio Jose Antonio	423577	8148594	M-02	-	1,98	2,66	2,72	2,86	2,12	2,01	1,99	2,22

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica – Geotecnia

TESIS: ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE MAZOCRUZ, EL COLLAO, DPTO. DE PUNO

CUADRO Nº 06

**RESULTADOS DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS
PARA CARGAS ESTÁTICA MEDIANTE DPL**

B = 0,80m D = 0,80m

DPL	UBICACIÓN	COORDENADAS		ESTRATO	ASENTAMIENTOS(ft) PARA ZAPATA CUADRADA			
		ESTE	NORTE		ALPAN	SCHULTZE	TERZAGHI	JANBU
DPL-02	Mercado Municipal	424093	8149631	E-02	0,156	0,134	0,312	x
DPL-05	Centro Salud Mazocruz	424197	8149267	E-02	0,135	0,113	0,264	x
DPL-07	Estadio Municipal	424599	8149393	E-02	0,162	0,144	0,317	x
DPL-08	Av. El Niño a 20 m Local Barrio Alianza	424526	8149076	E-02	0,129	0,111	0,260	x
DPL-11	Frente a la Gobernación B. Jose A.	423880	8148841	E-02	0,081	0,059	0,156	x
DPL-13	Frente al Grifo Santa Cruz	423744	8149075	E-02	x	x	x	0,365
DPL-15	Av. Tacna Barrio Jose Antonio	423577	8148594	E-02	0,070	0,048	0,143	x

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica – Geotecnia

TESIS: ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE MAZOCRUZ, EL COLLAO, DPTO. DE PUNO

CUADRO Nº 07

RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO

UBICACIÓN CALICATA	COORDENADAS		CALICATA	PROF. (m)	CLORUROS (%)	SULFATOS (%)	SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (%)
Centro Salud	424197 E	8149267 N	C-5	0,30 - 1,80	0,004	0,032	0,045

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

DENSIDAD IN SITU

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : INTERSECCIÓN CARRETERA BINACIONAL Y MAZO CRUZ - ILAVE

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-16

CALICATA: C-1

MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 0,75 m

DENSIDAD IN SITU

METODO ASTM D-1556-00

1	Peso de la arena + frasco (g)	6252
2	Peso de la arena q' queda en frasco (g)	2400
3	Peso de la arena empleada 1-2 (g)	3852
4	Peso de la arena en el cono y la placa (g)	1435
5	Peso de la arena empleada para llenar el hoyo 3-4 (g)	2417
6	Densidad de la arena (g/cm^3)	1,39
7	Volumen del hoyo 5/6 (cm^3)	1739
8	Peso de tierra húmeda y piedras (g)	3189
9	Peso de las piedras retenidas 3/4" (g)	0,0
10	Peso de tierra húmeda 8-9 (g)	3189
11	Volumen de las piedras 12/p.e. (g/cm^3)	0,0
12	Volumen del hueco ocupado por la tierra 7-11 (g/cm^3)	1739
13	Densidad húmeda 13/15 (g/cm^3)	1,834
14	Porcentaje de humedad (%)	13,220
15	Densidad Seca (g/cm^3)	1,620

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : MERCADO MUNICIPAL

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-16

CALICATA: C-2

MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 1m

DENSIDAD IN SITU

METODO ASTM D-1556-00

1	Peso de la arena + frasco (g)	6231
2	Peso de la arena q' queda en frasco (g)	2505
3	Peso de la arena empleada 1-2 (g)	3726
4	Peso de la arena en el cono y la placa (g)	1435
5	Peso de la arena empleada para llenar el hoyo 3-4 (g)	2291
6	Densidad de la arena (g/cm^3)	1,39
7	Volumen del hoyo 5/6 (cm^3)	1648
8	Peso de tierra húmeda y piedras (g)	3232
9	Peso de las piedras retenidas 3/4" (g)	0,0
10	Peso de tierra húmeda 8-9 (g)	3232
11	Volumen de las piedras 12/p.e. (g/cm^3)	0,0
12	Volumen del hueco ocupado por la tierra 7-11 (g/cm^3)	1648
13	Densidad húmeda 13/15 (g/cm^3)	1,961
14	Porcentaje de humedad (%)	20,67
15	Densidad Seca (g/cm^3)	1,625

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : JARDIN 3 DE MAYO(Mazocruz)

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-16

CALICATA: C-3

MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 1 m

DENSIDAD IN SITU

METODO ASTM D-1556-00

1	Peso de la arena + frasco (g)	6210
2	Peso de la arena q' queda en frasco (g)	2581
3	Peso de la arena empleada 1-2 (g)	3629
4	Peso de la arena en el cono y la placa (g)	1435
5	Peso de la arena empleada para llenar el hoyo 3-4 (g)	2194
6	Densidad de la arena (g/cm ³)	1,39
7	Volumen del hoyo 5/6 (cm ³)	1578
8	Peso de tierra húmeda y piedras (g)	3071
9	Peso de las piedras retenidas 3/4" (g)	0,0
10	Peso de tierra húmeda 8-9 (g)	3071
11	Volumen de las piedras 12/p.e. (g/cm ³)	0,0
12	Volumen del hueco ocupado por la tierra 7-11 (g/cm ³)	1578
13	Densidad húmeda 13/15 (g/cm ³)	1,946
14	Porcentaje de humedad (%)	12,83
15	Densidad Seca (g/cm ³)	1,724

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : TRAS PANADERIA ZAPANA(BARRIO ALIANZA)

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-16

CALICATA: C-4

MUESTRA: M-3

PROFUNDIDAD: 1,25 m

DENSIDAD IN SITU

METODO ASTM D-1556-00

1	Peso de la arena + frasco (g)	6239
2	Peso de la arena q' queda en frasco (g)	2424
3	Peso de la arena empleada 1-2 (g)	3815
4	Peso de la arena en el cono y la placa (g)	1435
5	Peso de la arena empleada para llenar el hoyo 3-4 (g)	2380
6	Densidad de la arena (g/cm ³)	1,39
7	Volumen del hoyo 5/6 (cm ³)	1712
8	Peso de tierra húmeda y piedras (g)	3149
9	Peso de las piedras retenidas 3/4" (g)	0,0
10	Peso de tierra húmeda 8-9 (g)	3149
11	Volumen de las piedras 12/p.e. (g/cm ³)	0,0
12	Volumen del hueco ocupado por la tierra 7-11 (g/cm ³)	1712
13	Densidad húmeda 13/15 (g/cm ³)	1,839
14	Porcentaje de humedad (%)	5,14
15	Densidad Seca (g/cm ³)	1,749

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : CENTRO SALUD (Distrito de Mazocruz)

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-16

CALICATA: C-5

MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 1 m

DENSIDAD IN SITU

METODO ASTM D-1556-00

1	Peso de la arena + frasco (g)	6226
2	Peso de la arena q' queda en frasco (g)	2347
3	Peso de la arena empleada 1-2 (g)	3879
4	Peso de la arena en el cono y la placa (g)	1435
5	Peso de la arena empleada para llenar el hoyo 3-4 (g)	2444
6	Densidad de la arena (g/cm ³)	1,39
7	Volumen del hoyo 5/6 (cm ³)	1758
8	Peso de tierra húmeda y piedras (g)	3347
9	Peso de las piedras retenidas 3/4" (g)	0,0
10	Peso de tierra húmeda 8-9 (g)	3347
11	Volumen de las piedras 12/p.e. (g/cm ³)	0,0
12	Volumen del hueco ocupado por la tierra 7-11 (g/cm ³)	1758
13	Densidad húmeda 13/15 (g/cm ³)	1,904
14	Porcentaje de humedad (%)	10,55
15	Densidad Seca (g/cm ³)	1,722

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : POZO DE AGUA SUBTERRANEA B. ALIANZA

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-16

CALICATA: C-6

MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 0,75 m

DENSIDAD IN SITU

METODO ASTM D-1556-00

1	Peso de la arena + frasco (g)	6239
2	Peso de la arena q' queda en frasco (g)	2436
3	Peso de la arena empleada 1-2 (g)	3803
4	Peso de la arena en el cono y la placa (g)	1435
5	Peso de la arena empleada para llenar el hoyo 3-4 (g)	2368
6	Densidad de la arena (g/cm^3)	1,39
7	Volumen del hoyo 5/6 (cm^3)	1704
8	Peso de tierra húmeda y piedras (g)	3368
9	Peso de las piedras retenidas 3/4" (g)	0,0
10	Peso de tierra húmeda 8-9 (g)	3368
11	Volumen de las piedras 12/p.e. (g/cm^3)	0,0
12	Volumen del hueco ocupado por la tierra 7-11 (g/cm^3)	1704
13	Densidad húmeda 13/15 (g/cm^3)	1,977
14	Porcentaje de humedad (%)	7,10
15	Densidad Seca (g/cm^3)	1,846

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : ESTADIO MUNICIPAL

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-16

CALICATA: C-7

MUESTRA: M-3

PROFUNDIDAD: 1 m

DENSIDAD IN SITU

METODO ASTM D-1556-00

1	Peso de la arena + frasco (g)	6240
2	Peso de la arena q' queda en frasco (g)	2480
3	Peso de la arena empleada 1-2 (g)	3760
4	Peso de la arena en el cono y la placa (g)	1435
5	Peso de la arena empleada para llenar el hoyo 3-4 (g)	2325
6	Densidad de la arena (g/cm^3)	1,39
7	Volumen del hoyo 5/6 (cm^3)	1673
8	Peso de tierra húmeda y piedras (g)	2423
9	Peso de las piedras retenidas 3/4" (g)	0,0
10	Peso de tierra húmeda 8-9 (g)	2423
11	Volumen de las piedras 12/p.e. (g/cm^3)	0,0
12	Volumen del hueco ocupado por la tierra 7-11 (g/cm^3)	1673
13	Densidad húmeda 13/15 (g/cm^3)	1,449
14	Porcentaje de humedad (%)	17,96
15	Densidad Seca (g/cm^3)	1,228

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : AV. EL NIÑO A 20 m. DE LOCAL B. ALIANZA

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-16

CALICATA: C-8

MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 0,75 m

DENSIDAD IN SITU

METODO ASTM D-1556-00

1	Peso de la arena + frasco (g)	6265
2	Peso de la arena q' queda en frasco (g)	3200
3	Peso de la arena empleada 1-2 (g)	3065
4	Peso de la arena en el cono y la placa (g)	1435
5	Peso de la arena empleada para llenar el hoyo 3-4 (g)	1630
6	Densidad de la arena (g/cm^3)	1,39
7	Volumen del hoyo 5/6 (cm^3)	1173
8	Peso de tierra húmeda y piedras (g)	2547
9	Peso de las piedras retenidas 3/4" (g)	0,0
10	Peso de tierra húmeda 8-9 (g)	2547
11	Volumen de las piedras 12/p.e. (g/cm^3)	0,0
12	Volumen del hueco ocupado por la tierra 7-11 (g/cm^3)	1173
13	Densidad húmeda 13/15 (g/cm^3)	2,172
14	Porcentaje de humedad (%)	17,92
15	Densidad Seca (g/cm^3)	1,842

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : JR. SANTA CRUZ TRAS IEP

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-16

CALICATA: C-9

MUESTRA: M-3

PROFUNDIDAD: 1 m

DENSIDAD IN SITU

METODO ASTM D-1556-00

1	Peso de la arena + frasco (g)	6202
2	Peso de la arena q' queda en frasco (g)	2326
3	Peso de la arena empleada 1-2 (g)	3876
4	Peso de la arena en el cono y la placa (g)	1435
5	Peso de la arena empleada para llenar el hoyo 3-4 (g)	2441
6	Densidad de la arena (g/cm^3)	1,39
7	Volumen del hoyo 5/6 (cm^3)	1756
8	Peso de tierra húmeda y piedras (g)	3472
9	Peso de las piedras retenidas 3/4" (g)	0,0
10	Peso de tierra húmeda 8-9 (g)	3472
11	Volumen de las piedras 12/p.e. (g/cm^3)	0,0
12	Volumen del hueco ocupado por la tierra 7-11 (g/cm^3)	1756
13	Densidad húmeda 13/15 (g/cm^3)	1,977
14	Porcentaje de humedad (%)	14,59
15	Densidad Seca (g/cm^3)	1,725

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : TRAS COLEGIO MAZO CRUZ

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-16

CALICATA: C-10

MUESTRA: M-3

PROFUNDIDAD: 1 m

DENSIDAD IN SITU

METODO ASTM D-1556-00

1	Peso de la arena + frasco (g)	6222
2	Peso de la arena q' queda en frasco (g)	2304
3	Peso de la arena empleada 1-2 (g)	3918
4	Peso de la arena en el cono y la placa (g)	1435
5	Peso de la arena empleada para llenar el hoyo 3-4 (g)	2483
6	Densidad de la arena (g/cm ³)	1,39
7	Volumen del hoyo 5/6 (cm ³)	1786
8	Peso de tierra húmeda y piedras (g)	3442
9	Peso de las piedras retenidas 3/4" (g)	0,0
10	Peso de tierra húmeda 8-9 (g)	3442
11	Volumen de las piedras 12/p.e. (g/cm ³)	0,0
12	Volumen del hueco ocupado por la tierra 7-11 (g/cm ³)	1786
13	Densidad húmeda 13/15 (g/cm ³)	1,927
14	Porcentaje de humedad (%)	4,630
15	Densidad Seca (g/cm ³)	1,842

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : FRENTE AL GRIFO SANTA CRUZ BARRIO ESPERANZA

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-16

CALICATA: C-13

MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 0,75 m

DENSIDAD IN SITU

METODO ASTM D-1556-00

1	Peso de la arena + frasco (g)	6268
2	Peso de la arena q' queda en frasco (g)	2102
3	Peso de la arena empleada 1-2 (g)	4166
4	Peso de la arena en el cono y la placa (g)	1435
5	Peso de la arena empleada para llenar el hoyo 3-4 (g)	2731
6	Densidad de la arena (g/cm^3)	1,39
7	Volumen del hoyo 5/6 (cm^3)	1965
8	Peso de tierra húmeda y piedras (g)	2742
9	Peso de las piedras retenidas 3/4" (g)	0,0
10	Peso de tierra húmeda 8-9 (g)	2742
11	Volumen de las piedras 12/p.e. (g/cm^3)	0,0
12	Volumen del hueco ocupado por la tierra 7-11 (g/cm^3)	1965
13	Densidad húmeda 13/15 (g/cm^3)	1,396
14	Porcentaje de humedad (%)	36,28
15	Densidad Seca (g/cm^3)	1,024

HUMEDAD NATURAL

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : INTERSECCION CARRETERA BINACIONAL CON MAZOCRUZ - ILAVE

REALIZADO POR : E. T. M.

FECHA: 2010-03-16

CALICATA: C-1

MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD:

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (W)

Recipiente N°	1
Peso del Tara +Peso del Suelo Húmedo (g)	89,2
Peso del Tara +Peso del Suelo Seco (g)	80,5
Peso del Agua Contenida (g)	8,7
Peso del Tara (g)	14,7
Peso del Suelo Seco (g)	65,8
Contenido de Humedad (%)	13,22

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : MERCADO MUNICIPAL

REALIZADO POR : E. T. M.

FECHA: 2010-03-16

CALICATA: C-2 MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD:

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (W)

Recipiente N°	1
Peso del Tara +Peso del Suelo Húmedo (g)	82,6
Peso del Tara +Peso del Suelo Seco (g)	70,9
Peso del Agua Contenida (g)	11,7
Peso del Tara (g)	14,3
Peso del Suelo Seco (g)	56,6
Contenido de Humedad (%)	20,67

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : JARDIN 3 DE MAYO

REALIZADO POR : E. T. M.

FECHA: 2010-03-16

CALICATA: C-3

MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD:

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (W)

Recipiente N°	3
Peso del Tara +Peso del Suelo Húmedo (g)	95,3
Peso del Tara +Peso del Suelo Seco (g)	86,1
Peso del Agua Contenida (g)	9,2
Peso del Tara (g)	14,4
Peso del Suelo Seco (g)	71,7
Contenido de Humedad (%)	12,83

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : TRAS LA PANADERIA ZAPANA(B. ALIANZA)

REALIZADO POR : E. T. M.

FECHA: 2010-03-16

CALICATA: C-4

MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD:

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (W)

NORMA ASTM D-2216-98

Recipiente N°	4
Peso del Tara +Peso del Suelo Húmedo (g)	101,1
Peso del Tara +Peso del Suelo Seco (g)	96,8
Peso del Agua Contenida (g)	4,3
Peso del Tara (g)	13,2
Peso del Suelo Seco (g)	83,6
Contenido de Humedad (%)	5,14

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : CENTRO SALUD

REALIZADO POR : E. T. M.

FECHA: 2010-03-16

CALICATA: C-5

MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD:

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (W)

Recipiente N°	1
Peso del Tara +Peso del Suelo Húmedo (g)	93,9
Peso del Tara +Peso del Suelo Seco (g)	86,2
Peso del Agua Contenida (g)	7,7
Peso del Tara (g)	13,2
Peso del Suelo Seco (g)	73,0
Contenido de Humedad (%)	10,55

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : POZO DE AGUA SUBTERRANEA BARRIO ALIANZA

REALIZADO POR : E. T. M.

FECHA: 2010-03-16

CALICATA: C-6

MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD:

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (W)

Recipiente N°	1
Peso del Tara +Peso del Suelo Húmedo (g)	104,3
Peso del Tara +Peso del Suelo Seco (g)	98,3
Peso del Agua Contenida (g)	6,0
Peso del Tara (g)	13,8
Peso del Suelo Seco (g)	84,5
Contenido de Humedad (%)	7,10

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : ESTADIO MUNICIPAL

REALIZADO POR : E. T. M.

FECHA: 2010-03-16

CALICATA: C-7

MUESTRA: M-3

PROFUNDIDAD:

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (W)

Recipiente N°	1
Peso del Tara +Peso del Suelo Húmedo (g)	96,4
Peso del Tara +Peso del Suelo Seco (g)	83,9
Peso del Agua Contenida (g)	12,5
Peso del Tara (g)	14,3
Peso del Suelo Seco (g)	69,6
Contenido de Humedad (%)	17,96

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : AV. EL NIÑO A 20 m. DE LOCAL BARRIO ALIANZA

REALIZADO POR : E. T. M.

FECHA: 2010-03-16

CALICATA: C-8

MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD:

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (W)

Recipiente N°	1
Peso del Tara +Peso del Suelo Húmedo (g)	48,1
Peso del Tara +Peso del Suelo Seco (g)	42,4
Peso del Agua Contenida (g)	5,7
Peso del Tara (g)	10,6
Peso del Suelo Seco (g)	31,8
Contenido de Humedad (%)	17,92

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : JR. SANTA CRUZ TRAS IEP

REALIZADO POR : E. T. M.

FECHA: 2010-03-16

CALICATA: C-9 MUESTRA: M-3

PROFUNDIDAD: 1 m

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (W)

Recipiente N°	2
Peso del Tara +Peso del Suelo Húmedo (g)	88,9
Peso del Tara +Peso del Suelo Seco (g)	79,2
Peso del Agua Contenida (g)	9,7
Peso del Tara (g)	12,7
Peso del Suelo Seco (g)	66,5
Contenido de Humedad (%)	14,59

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : TRAS EL COLEGIO

REALIZADO POR : E. T. M.

FECHA: 2010-03-16

CALICATA: C-10

MUESTRA: M-3

PROFUNDIDAD: 1 m

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (W)

Recipiente N°	2
Peso del Tara +Peso del Suelo Húmedo (g)	101,5
Peso del Tara +Peso del Suelo Seco (g)	97,6
Peso del Agua Contenida (g)	3,9
Peso del Tara (g)	13,4
Peso del Suelo Seco (g)	84,2
Contenido de Humedad (%)	4,63

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : FRENTE A GRIFO SANTA CRUZ

REALIZADO POR : E. T. M.

FECHA: 2010-03-16

CALICATA: C-13

MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 0,75 m.

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (W)

Recipiente N°	3
Peso del Tara +Peso del Suelo Húmedo (g)	71,3
Peso del Tara +Peso del Suelo Seco (g)	56,1
Peso del Agua Contenida (g)	15,2
Peso del Tara (g)	14,2
Peso del Suelo Seco (g)	41,9
Contenido de Humedad (%)	36,28

GRANULOMETRÍAS

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : INTERSECCIÓN CARRETERA BINACIONAL CON MAZOCRUZ-ILAVE

REALIZADO POR : BACH. E. TARQUI M.

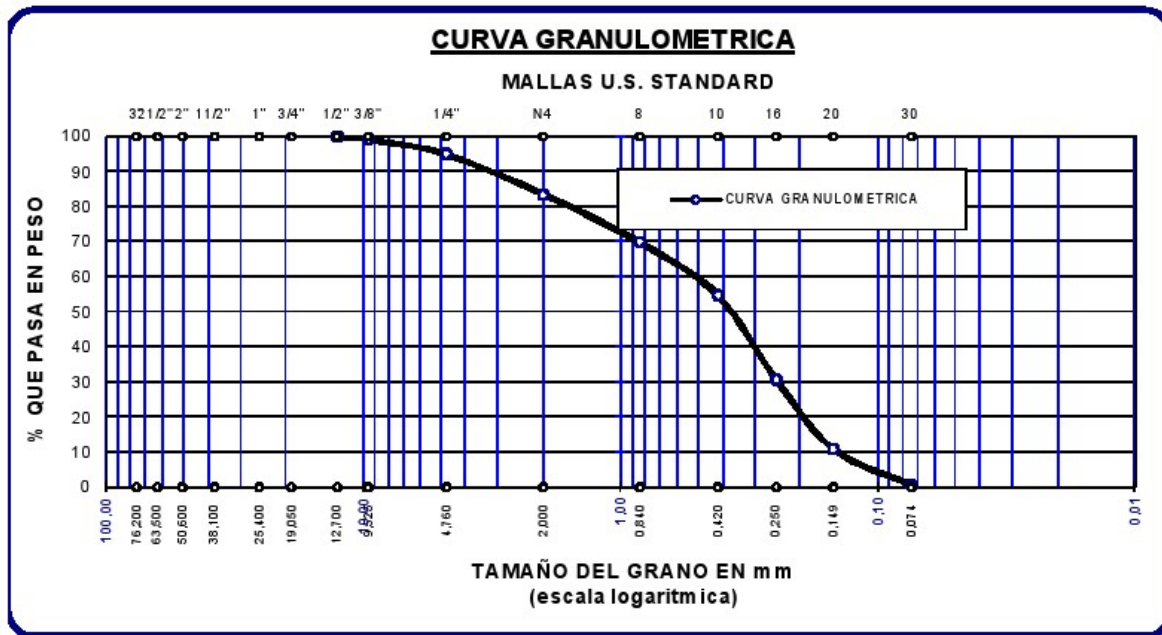
FECHA: 2010-03-22

CALICATA: C-1

MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 0,75 m

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76,200						CALICATA N° 01 Límites de Consistencia : LL = 24 LP = NP IP = NP Clasificación S.U.C.S. (SP) Arenas mal graduadas, con pocos finos Peso de la Muestra: 547,7 g Cu : 3,98 Cc : 0,75
2 1/2"	63,500						
2"	50,800						
1 1/2"	38,100						
1"	25,400						
3/4"	19,050						
1/2"	12,700	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8"	9,525	4,50	0,82	0,82	99,18		
No4	4,760	23,40	4,27	5,09	94,91		
No10	2,000	62,30	11,37	16,47	83,53		
No20	0,840	75,10	13,71	30,18	69,82		
No40	0,420	82,40	15,04	45,23	54,77		
No60	0,250	130,50	23,83	69,05	30,95		
No100	0,149	109,80	20,05	89,10	10,90		
No200	0,074	55,50	10,13	99,23	0,77		
BASE		4,20	0,77	100,00	0,00		
TOTAL		547,70	100,00				
% PERDIDA							



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : MERCADO MUNICIPAL

REALIZADO POR : BACH. E. TARQUI M.

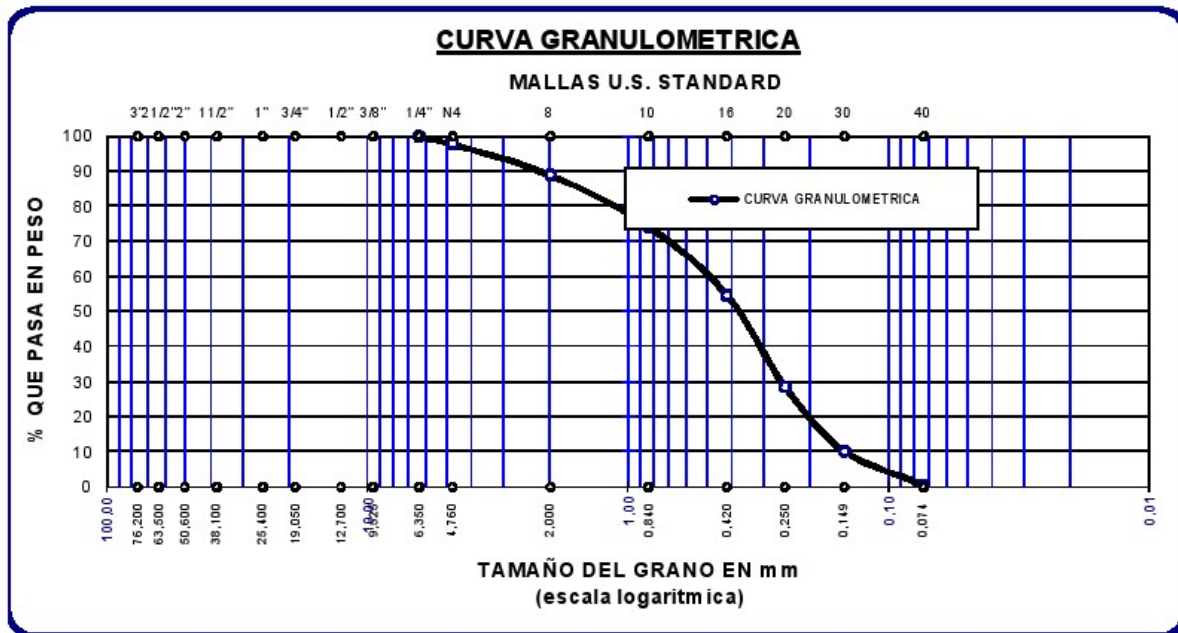
FECHA: 2010-03-22

CALICATA: C-2

MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 1 m

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76,200						CALICATA N° 02 Límites de Consistencia : LL = 24 LP = NP IP = NP Clasificación S.U.C.S. (SP) Arenas mal graduadas, con pocos finos Peso de la Muestra: 906,8 g Cu : 3,64 Cc : 0,87
2 1/2"	63,500						
2"	50,600						
1 1/2"	38,100						
1"	25,400						
3/4"	19,050						
1/2"	12,700						
3/8"	9,525						
1/4"	6,350	0,00	0,00	0,00	100,00		
No4	4,760	20,60	2,27	2,27	97,73		
No10	2,000	79,40	8,76	11,03	88,97		
No20	0,840	132,40	14,60	25,63	74,37		
No40	0,420	177,00	19,52	45,15	54,85		
No60	0,250	239,00	26,36	71,50	28,50		
No100	0,149	164,20	18,11	89,61	10,39		
No200	0,074	87,80	9,68	99,29	0,71		
BASE		6,40	0,71	100,00	0,00		
TOTAL		906,80	100,00				
% PERDIDA							



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : JARDIN 3 DE MAYO

REALIZADO POR : BACH. E. TARQUI M.

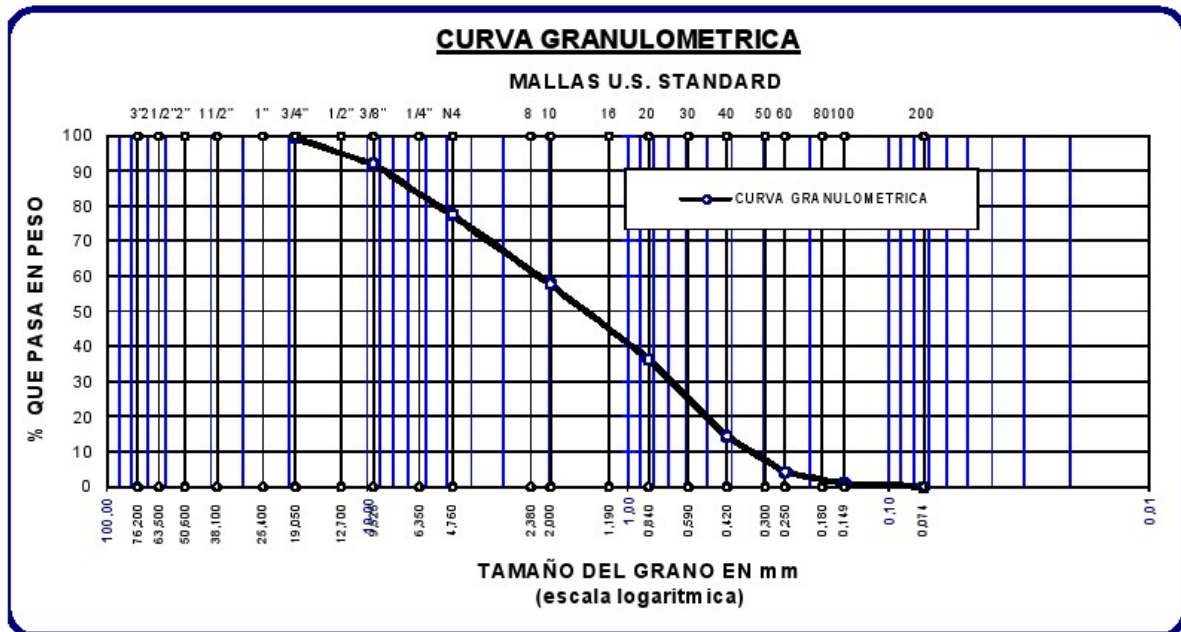
FECHA: 2010-03-22

CALICATA: C-3

MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 1 m

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76,200						CALICATA N° 03 Límites de Consistencia : LL = N.P LP = N.P IP = N.P Clasificación S.U.C.S. (SW) Arena bien graduada, arena con gravas sin finos Peso de la Muestra: 2046,20 g Cu : 7 6 Cc : 1 1
2 1/2"	63,500						
2"	50,800						
1 1/2"	38,100						
1"	25,400						
3/4"	19,050	10,30	0,50	0,50	99,50		
1/2"	12,700						
3/8"	9,525	150,60	7,36	7,86	92,14		
1/4"	6,350						
No4	4,760	295,40	14,44	22,30	77,70		
No8	2,380						
No10	2,000	405,30	19,81	42,11	57,89		
No16	1,190						
No20	0,840	435,60	21,29	63,40	36,60		
No30	0,590						
No40	0,420	452,20	22,10	85,50	14,50		
No 50	0,300						
No60	0,250	210,30	10,28	95,77	4,23		
No80	0,180						
No100	0,149	64,80	3,17	98,94	1,06		
No200	0,074	17,80	0,87	99,81	0,19		
BASE		3,90	0,19	100,00	0,00		
TOTAL		2046,20	100,00				
% PERDIDA							



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : TRAS LA PANADERIA ZAPANA B. ALIANZA

REALIZADO POR : BACH. E. TARQUI M.

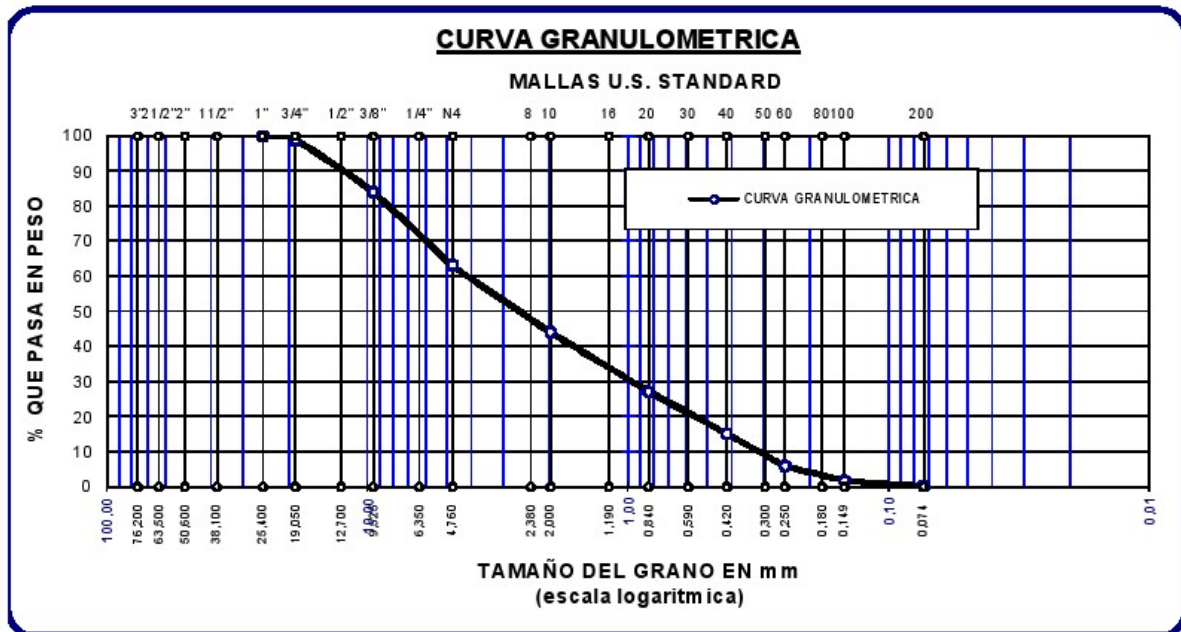
FECHA: 2010-03-22

CALICATA: C-4

MUESTRA: M-3

PROFUNDIDAD: 1,25 m

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76,200						CALICATA N° 04 Limites de Consistencia : LL = N.P LP = N.P IP = N.P Clasificación S.U.C.S. (SW) Arena bien graduada, arena con gravas sin finos Peso de la Muestra: 2006,7 g Cu : 13,33 Cc : 1
2 1/2"	63,500						
2"	50,800						
1 1/2"	38,100						
1"	25,400	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,050	18,50	0,92	0,92	99,08		
1/2"	12,700						
3/8"	9,525	298,50	14,88	15,80	84,20		
1/4"	6,350						
No4	4,760	422,50	21,05	36,85	63,15		
No8	2,380						
No10	2,000	379,80	18,93	55,78	44,22		
No16	1,190						
No20	0,840	337,70	16,83	72,61	27,39		
No30	0,590						
No40	0,420	242,30	12,07	84,68	15,32		
No 50	0,300						
No60	0,250	186,60	9,30	93,98	6,02		
No80	0,180						
No100	0,149	82,00	4,09	98,07	1,93		
No200	0,074	32,70	1,63	99,70	0,30		
BASE		6,10	0,30	100,00	0,00		
TOTAL		2006,70	100,00				
% PERDIDA							



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : CENTRO SALUD

REALIZADO POR : BACH. E. TARQUI M.

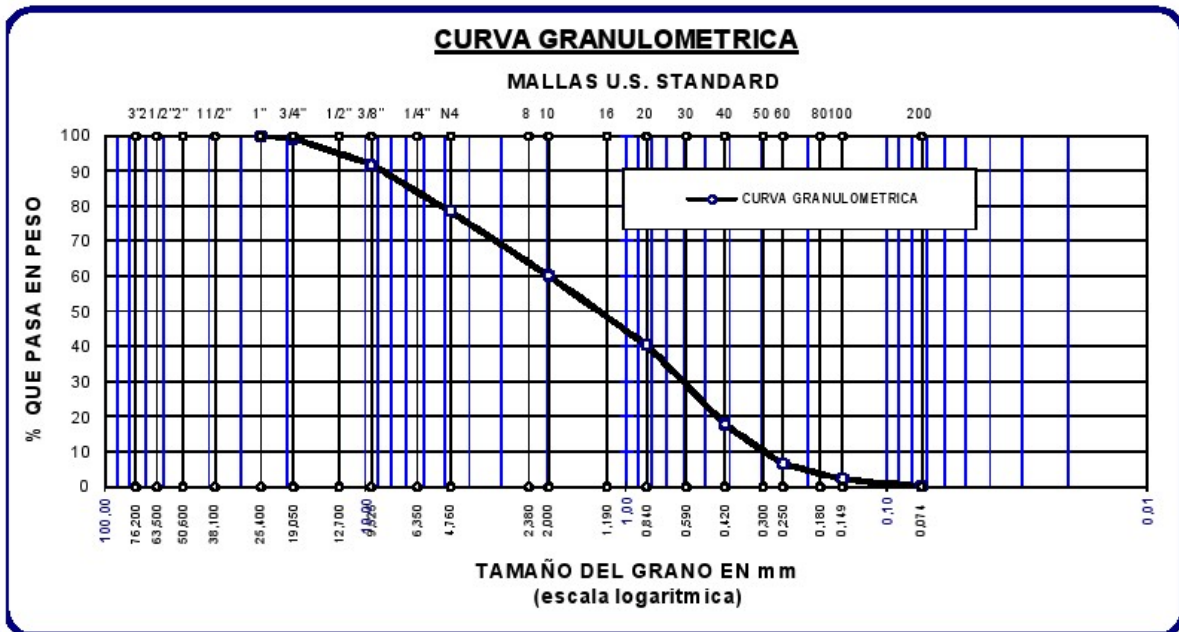
FECHA: 2010-03-22

CALICATA: C-5

MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 1 m

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76,200						<p align="center">CALICATA N° 05</p> <p>Límites de Consistencia : LL = N.P LP = N.P IP = N.P</p> <p>Clasificación S.U.C.S. (SW) Arena bien graduada, arena con gravas sin finos</p> <p>Peso de la Muestra: 2249,8 g</p> <p>Cu : 6,57 Cc : 1</p>
2 1/2"	63,500						
2"	50,600						
1 1/2"	38,100						
1"	25,400	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,050	15,70	0,70	0,70	99,30		
1/2"	12,700						
3/8"	9,525	164,80	7,33	8,02	91,98		
1/4"	6,350						
No4	4,760	299,10	13,29	21,32	78,68		
No8	2,380						
No10	2,000	411,60	18,29	39,61	60,39		
No16	1,190						
No20	0,840	445,80	19,82	59,43	40,57		
No30	0,590						
No40	0,420	509,60	22,65	82,08	17,92		
No 50	0,300						
No60	0,250	254,70	11,32	93,40	6,60		
No80	0,180						
No100	0,149	95,50	4,24	97,64	2,36		
No200	0,074	47,10	2,09	99,74	0,26		
BASE		5,90	0,26	100,00	0,00		
TOTAL		2249,80	100,00				
% PERDIDA							



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : POZO DE AGUA SUBTERRANEA B. ALIANZA

REALIZADO POR : BACH. E. TARQUI M.

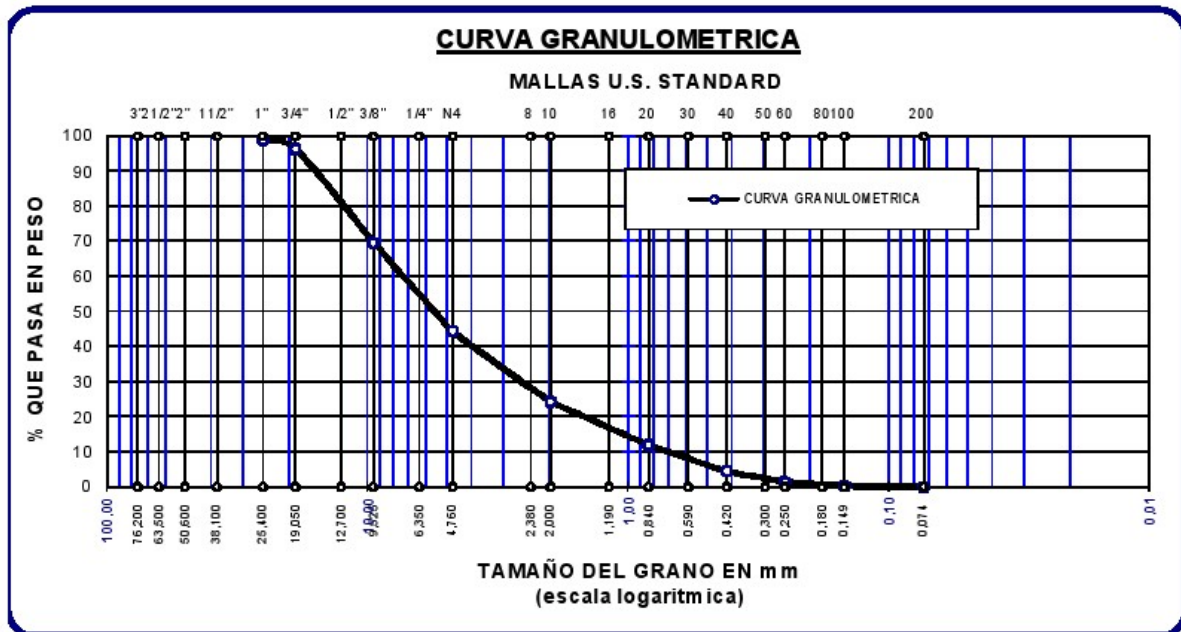
FECHA: 2010-03-22

CALICATA: C-6

MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 0,75 m

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76,200						CALICATA N° 06 Límites de Consistencia : LL = N.P LP = N.P IP = N.P Clasificación S.U.C.S. (GW) Grava bien graduada con arena y finos No plásticos Peso de la Muestra: 3261,5 g Cu : 10,59 Cc : 1,38
2 1/2"	63,500						
2"	50,800						
1 1/2"	38,100						
1"	25,400	38,50	1,18	1,18	98,82		
3/4"	19,050	72,50	2,22	3,40	96,60		
1/2"	12,700						
3/8"	9,525	875,00	26,83	30,23	69,77		
1/4"	6,350						
No4	4,760	828,00	25,39	55,62	44,38		
No8	2,380						
No10	2,000	651,40	19,97	75,59	24,41		
No16	1,190						
No20	0,840	403,10	12,36	87,95	12,05		
No30	0,590						
No40	0,420	247,40	7,59	95,54	4,46		
No 50	0,300						
No60	0,250	94,70	2,90	98,44	1,56		
No80	0,180						
No100	0,149	37,00	1,13	99,57	0,43		
No200	0,074	9,80	0,30	99,87	0,13		
BASE		4,10	0,13	100,00	0,00		
TOTAL		3261,50	100,00				
% PERDIDA							



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : ESTADIO MUNICIPAL

REALIZADO POR : BACH. E. TARQUI M.

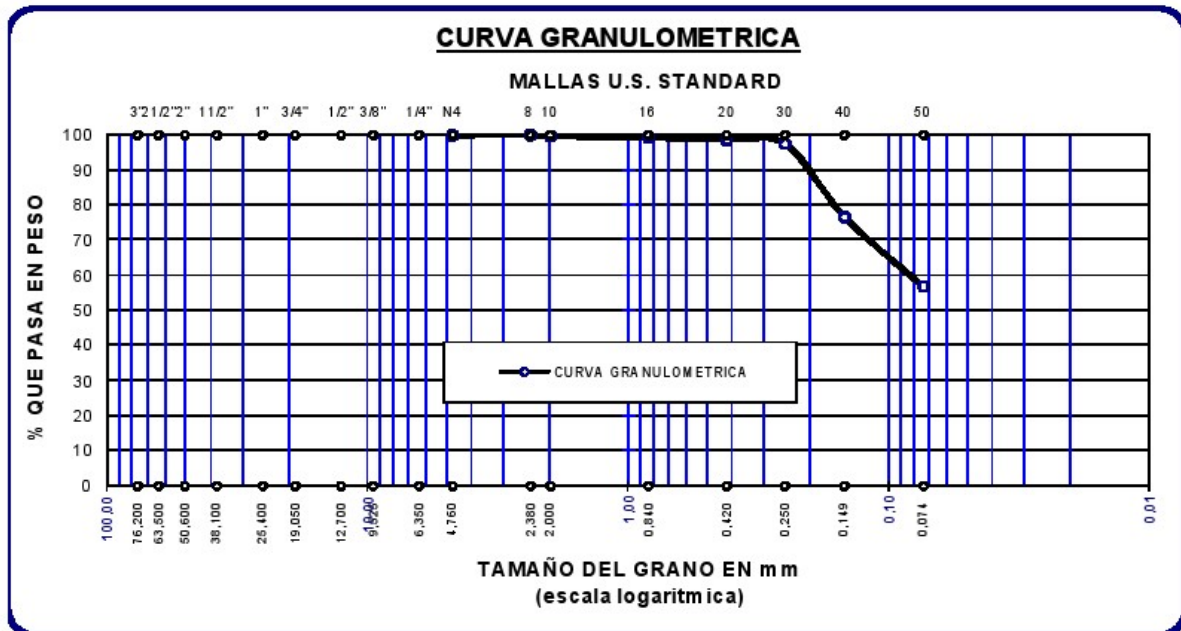
FECHA: 2010-03-22

CALICATA: C-7

MUESTRA: M-3

PROFUNDIDAD: 1 m

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76,200						CALICATA N° 07 Límites de Consistencia : LL = 22 LP = 19 IP = 3 Clasificación S.U.C.S. (ML) Limo inorgánico de baja plásticidad Peso de la Muestra: 1000,6 g Cu : NP Cc : NP
2 1/2"	63,500						
2"	50,800						
1 1/2"	38,100						
1"	25,400						
3/4"	19,050						
1/2"	12,700						
3/8"	9,525						
1/4"	6,350						
No4	4,760	0,00	0,00	0,00	100,00		
No8	2,380	0,00	0,00	0,00	100,00		
No10	2,000	2,20	0,22	0,22	99,78		
No20	0,840	4,70	0,47	0,69	99,31		
No40	0,420	6,60	0,66	1,35	98,65		
No60	0,250	12,50	1,25	2,60	97,40		
No100	0,149	205,60	20,55	23,15	76,85		
No200	0,074	201,20	20,11	43,25	56,75		
BASE		567,80	56,75	100,00	0,00		
TOTAL		1000,60	100,00				
% PERDIDA							



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : AV. EL NIÑO A 20 m. LOCAL BARRIO ALIANZA

REALIZADO POR : BACH. E. TARQUI M.

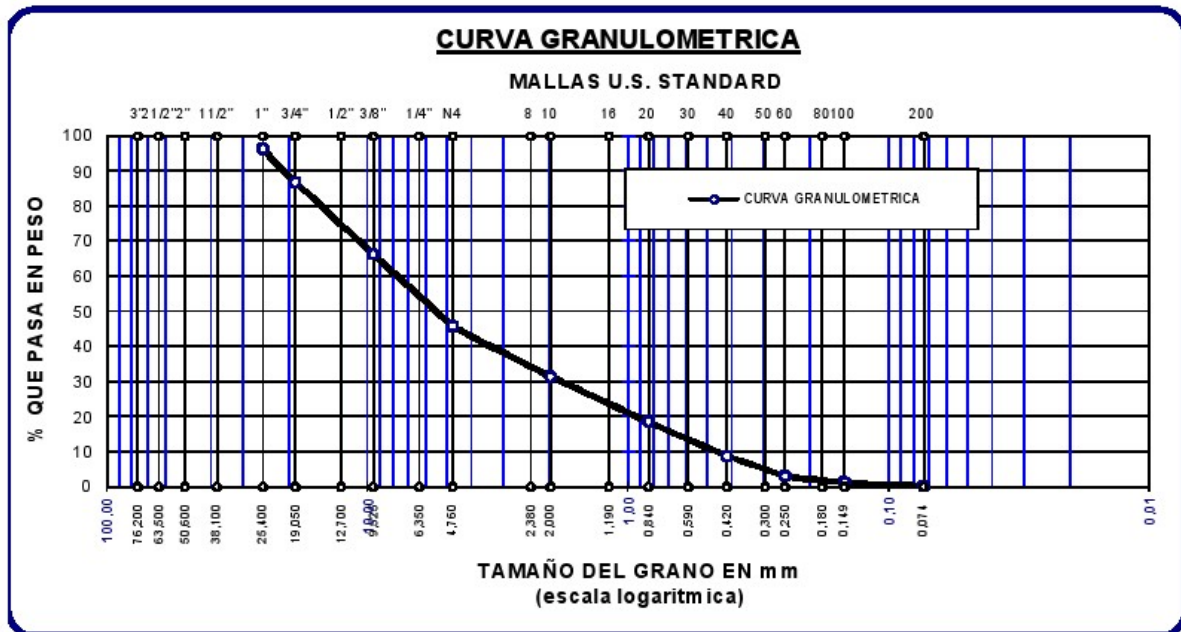
FECHA: 2010-03-22

CALICATA: C-8

MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 0,75 m

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76,200						CALICATA N° 08 Límites de Consistencia : LL = N.P LP = N.P IP = N.P Clasificación S.U.C.S. (GW) Grava bien graduada con arena y finos No plásticos Peso de la Muestra: 2580,8 g Cu : 17,29 Cc : 1
2 1/2"	63,500						
2"	50,800						
1 1/2"	38,100						
1"	25,400	92,10	3,57	3,57	96,43		
3/4"	19,050	241,70	9,37	12,93	87,07		
1/2"	12,700						
3/8"	9,525	534,60	20,71	33,65	66,35		
1/4"	6,350						
No4	4,760	528,80	20,49	54,14	45,86		
No8	2,380						
No10	2,000	368,70	14,29	68,42	31,58		
No16	1,190						
No20	0,840	333,70	12,93	81,35	18,65		
No30	0,590						
No40	0,420	250,20	9,69	91,05	8,95		
No 50	0,300	150,80	5,84	96,89	3,11		
No60	0,250						
No80	0,180						
No100	0,149	43,60	1,69	98,58	1,42		
No200	0,074	29,80	1,15	99,74	0,26		
BASE		6,80	0,26	100,00	0,00		
TOTAL		2580,80	100,00				
% PERDIDA							



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : JR. SANTA CRUZ TRAS IEP

REALIZADO POR : BACH. E. TARQUI M.

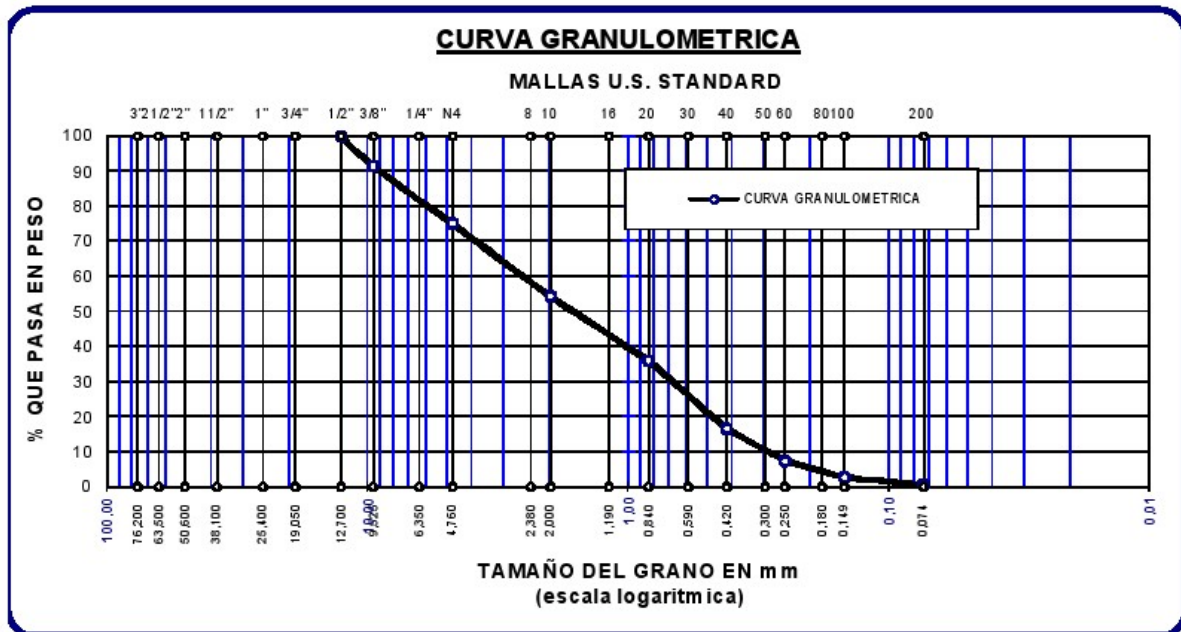
FECHA: 2010-03-22

CALICATA: C-9

MUESTRA: M-3

PROFUNDIDAD: 1m

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76,200						CALICATA N° 09 Limites de Consistencia : LL = N.P LP = N.P IP = N.P Clasificación S.U.C.S. (SW) Arena bien graduada con gravas, muy poco finos Peso de la Muestra: 1996,8 g Cu : 9,29 Cc : 1
2 1/2"	63,500						
2"	50,800						
1 1/2"	38,100						
1"	25,400						
3/4"	19,050						
1/2"	12,700	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8"	9,525	171,20	8,57	8,57	91,43		
1/4"	6,350						
No4	4,760	324,00	16,23	24,80	75,20		
No8	2,380						
No10	2,000	415,00	20,78	45,58	54,42		
No16	1,190						
No20	0,840	365,00	18,28	63,86	36,14		
No30	0,590						
No40	0,420	388,80	19,47	83,33	16,67		
No 50	0,300						
No60	0,250	181,40	9,08	92,42	7,58		
No80	0,180						
No100	0,149	94,70	4,74	97,16	2,84		
No200	0,074	45,00	2,25	99,41	0,59		
BASE		11,70	0,59	100,00	0,00		
TOTAL		1996,80	100,00				
% PERDIDA							



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : TRAS COLEGIO

REALIZADO POR : BACH. E. TARQUI M.

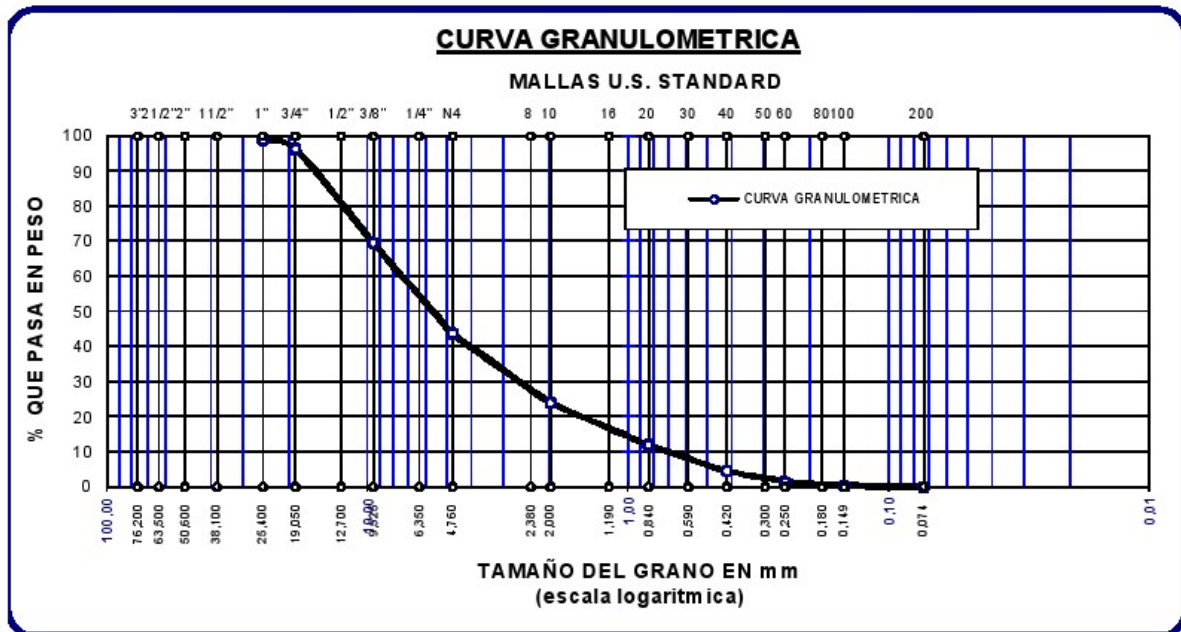
FECHA: 2010-03-22

CALICATA: C-10

MUESTRA: M-3

PROFUNDIDAD: 1m

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76,200						CALICATA N° 10 Límites de Consistencia : LL = N.P LP = N.P IP = N.P Clasificación S.U.C.S. (GW) Grava bien graduada con arena y finos No plásticos Peso de la Muestra: 3251 g Cu : 10,71 Cc : 1,43
2 1/2"	63,500						
2"	50,800						
1 1/2"	38,100						
1"	25,400	35,50	1,09	1,09	98,91		
3/4"	19,050	76,50	2,35	3,45	96,55		
1/2"	12,700						
3/8"	9,525	880,00	27,07	30,51	69,49		
1/4"	6,350						
No4	4,760	833,00	25,62	56,14	43,86		
No8	2,380						
No10	2,000	647,40	19,91	76,05	23,95		
No16	1,190						
No20	0,840	386,10	11,88	87,93	12,07		
No30	0,590						
No40	0,420	245,40	7,55	95,48	4,52		
No 50	0,300						
No60	0,250	95,40	2,93	98,41	1,59		
No80	0,180						
No100	0,149	34,00	1,05	99,46	0,54		
No200	0,074	15,70	0,48	99,94	0,06		
BASE		2,00	0,06	100,00	0,00		
TOTAL		3251,00	100,00				
% PERDIDA							



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

**FACULTAD DE MINAS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : FRENTE AL GRIFO SANTA CRUZ

REALIZADO POR : BACH. E. TARQUI M.

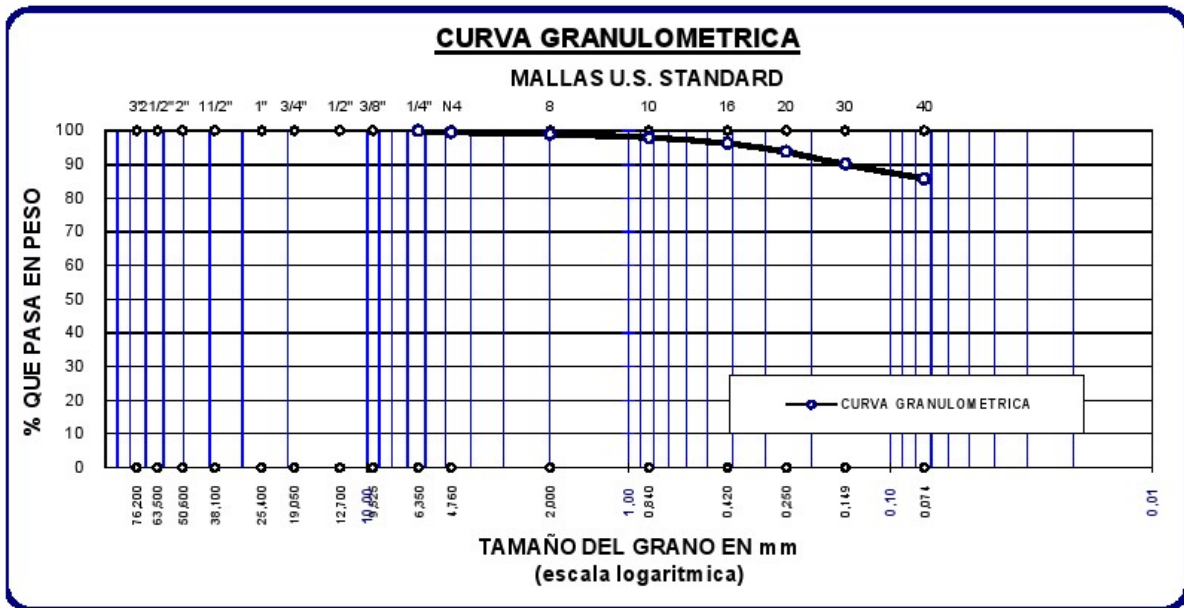
FECHA: 2010-03-22

CALICATA: C-13

MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 0,75 m

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76,200						CALICATA N° 13 Límites de Consistencia : LL = 51 LP = 35 IP = 16 Clasificación S.U.C.S. (OH) Arcilla orgánico de alta plásticidad Peso de la Muestra: 1219 g Cu : NP Cc : NP
2 1/2"	63,500						
2"	50,800						
1 1/2"	38,100						
1"	25,400						
3/4"	19,050						
1/2"	12,700						
3/8"	9,525						
1/4"	6,350	0,00	0,00	0,00	100,00		
No4	4,760	5,60	0,46	0,46	99,54		
No10	2,000	6,40	0,53	0,98	99,02		
No20	0,840	13,00	1,07	2,05	97,95		
No40	0,420	20,60	1,69	3,74	96,26		
No60	0,250	30,10	2,47	6,21	93,79		
No100	0,149	45,00	3,69	9,90	90,10		
No200	0,074	53,00	4,35	14,25	85,75		
BASE		1045,30	85,75	100,00	0,00		
TOTAL		1219,00	100,00				
% PERDIDA							



LÍMITES DE CONSISTENCIA

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : INTERSECCIÓN CARRETERA BINACIONAL Y MAZO CRUZ - ILAVE

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-20

CALICATA: C-1

MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 1 m

LIMITE LÍQUIDO

METODO ASTM D-4318-98

Nº Tarro	T-1	T-2	T-3
Nº de Golpes	15,0	21,0	31,0
Tarro + Suelo Humedo (g)	39,01	38,02	42,32
Tarro + Suelo Seco (g)	34,00	33,40	37,00
Agua (g)	5,01	4,62	5,32
Peso del Tarro (g)	14,30	14,40	14,30
Peso del Suelo Seco (g)	19,70	19,00	22,70
% de Humedad	25,4	24,3	23,4

LIMITE PLÁSTICO

METODO ASTM D-4318-98

Nº Tarro	T-1	T-2	T-3
Tarro + Suelo Humedo (g)			
Tarro + Suelo Seco (g)			
Agua (g)		NO PLASTICO	
Peso del Tarro (g)			
Peso del Suelo Seco (g)			
% de Humedad			

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	23,9
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	NP

Bach. E. Tarqui Montalico
Laboratorio de Suelos

Ing. German Fuentes Zegarra
Encargado Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : MERCADO MUNICIPAL

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-20

CALICATA: C-2

MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 1m

LIMITE LÍQUIDO

METODO ASTM D-4318-98

Nº Tarro	T-1	T-2	T-3
Nº de Golpes	15,0	24,0	30,0
Tarro + Suelo Humedo (g)	46,40	45,70	38,40
Tarro + Suelo Seco (g)	40,20	39,70	33,60
Agua (g)	6,20	6,00	4,80
Peso del Tarro (g)	14,40	14,40	13,20
Peso del Suelo Seco (g)	25,80	25,30	20,40
% de Humedad	24,0	23,7	23,5

LIMITE PLÁSTICO

METODO ASTM D-4318-98

Nº Tarro	T-1	T-2	T-3
Tarro + Suelo Humedo (g)			
Tarro + Suelo Seco (g)			
Agua (g)		NO PLASTICO	
Peso del Tarro (g)			
Peso del Suelo Seco (g)			
% de Humedad			

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	23,8
LIMITE PLASTICO (%)	NP
INDICE DE PLASTICIDAD(%)	NP

Bach. E. Tarqui Montalico
Laboratorio de Suelos

Ing. German Fuentes Zegarra
Encargado Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : ESTADIO MUNICIPAL

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-20

CALICATA: C-7

MUESTRA: M-3

PROFUNDIDAD: 1 m

LIMITE LÍQUIDO

METODO ASTM D-4318-98

Nº Tarro	T-1	T-2	T-3
Nº de Golpes	16,0	23,0	28,0
Tarro + Suelo Humedo (g)	39,40	42,80	39,00
Tarro + Suelo Seco (g)	34,10	37,60	34,60
Agua (g)	5,30	5,20	4,40
Peso del Tarro (g)	13,40	14,30	13,00
Peso del Suelo Seco (g)	20,70	23,30	21,60
% de Humedad	25,6	22,3	20,4

LIMITE PLÁSTICO

METODO ASTM D-4318-98

Nº Tarro	T-1	T-2	T-3
Tarro + Suelo Humedo (g)	23,11	24,14	23,9
Tarro + Suelo Seco (g)	21,90	22,70	22,5
Agua (g)	1,21	1,44	1,40
Peso del Tarro (g)	15,20	15,10	15,10
Peso del Suelo Seco (g)	6,70	7,60	7,40
% de Humedad	18,06	18,95	18,92

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	22
LIMITE PLASTICO (%)	19
INDICE DE PLASTICIDAD(%)	2,86

Bach. E. Tarqui Montalico
Laboratorio de Suelos

Ing. German Fuentes Zegarra
Encargado Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : FRENTE A GRIFO SANTA CRUZ B. ESPERANZA

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-20

CALICATA: C-13 **MUESTRA**: M-2

PROFUNDIDAD: 0,75 m

LIMITE LÍQUIDO

METODO ASTM D-4318-98

Nº Tarro	T-1	T-2	T-3
Nº de Golpes	35,0	28,0	22,0
Tarro + Suelo Humedo (g)	26,70	27,30	26,80
Tarro + Suelo Seco (g)	22,60	22,70	22,40
Agua (g)	4,10	4,60	4,40
Peso del Tarro (g)	14,00	13,40	14,00
Peso del Suelo Seco (g)	8,60	9,30	8,40
% de Humedad	47,7	49,5	52,4

LIMITE PLÁSTICO

METODO ASTM D-4318-98

Nº Tarro	T-1	T-2	T-3
Tarro + Suelo Humedo (g)	20,90	19,50	21,2
Tarro + Suelo Seco (g)	19,20	18,10	19,3
Agua (g)	1,70	1,40	1,90
Peso del Tarro (g)	13,80	14,30	14,20
Peso del Suelo Seco (g)	5,40	3,80	5,10
% de Humedad	31,48	36,84	37,25

GRÁFICO DE LIMITE LIQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	51
LIMITE PLASTICO (%)	35
INDICE DE PLASTICIDAD(%)	16

OBSERVACIONES

Bach. E. Tarqui Montalico
Laboratorio de Suelos

Ing. German Fuentes Zegarra
Encargado Laboratorio

DENSIDAD MÍNIMA

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : INTERSECCIÓN CARRETERA BINACIONAL Y MAZOCRUZ-ILAVE

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-15

CALICATA: C-1 MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 0,75 m

DENSIDAD MINIMA

NORMA ASTM C-29/C29M-97

ENSAYO N°	1	2	3
Peso del molde + la muestra seca (g)	9220,8	9258,5	9277,5
Peso del molde (g)	6424,5	6424,5	6424,5
Peso de la muestra seca neta (g)	2796,3	2834	2853
Volumen del molde (cm ³)	2142	2142	2142
Densidad (g/cm ³)	1,305	1,323	1,332
Densidad Mínima (g/cm³)	1,320		

Bach. E. Tarqui Montalico
Laboratorio de Suelos

Ing. German Fuentes Zegarra
Encargado Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : MERCADO MUNICIPAL

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-15

CALICATA: C-2 MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 1 m

DENSIDAD MINIMA

NORMA ASTM C-29/C29M-97

ENSAYO N°	1	2	3
Peso del molde + la muestra seca (g)	9275,7	9270,8	9274,7
Peso del molde (g)	6424,5	6424,5	6424,5
Peso de la muestra seca neta (g)	2851,2	2846,3	2850,2
Volumen del molde (cm ³)	2142	2142	2142
Densidad (g/cm ³)	1,331	1,329	1,331
Densidad Mínima (g/cm³)	1,330		

Bach. E. Tarqui Montalico
Laboratorio de Suelos

Ing. German Fuentes Zegarra
Encargado Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : JARDIN 3 DE MAYO

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-15

CALICATA: C-3 MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 1 m

DENSIDAD MINIMA

NORMA ASTM C-29/C29M-97

ENSAYO N°	1	2	3
Peso del molde + la muestra seca (g)	9645,1	9666	9690
Peso del molde (g)	6424,5	6424,5	6424,5
Peso de la muestra seca neta (g)	3220,6	3241,5	3265,5
Volumen del molde (cm ³)	2142	2142	2142
Densidad (g/cm ³)	1,504	1,513	1,525
Densidad Mínima (g/cm³)	1,514		

Bach. E. Tarqui Montalico
Laboratorio de Suelos

Ing. German Fuentes Zegarra
Encargado Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : TRAS PANADERIA B. ALIANZA

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-15

CALICATA: C-4 MUESTRA: M-3

PROFUNDIDAD: 1.25 m

DENSIDAD MINIMA

NORMA ASTM C-29/C29M-97

ENSAYO N°	1	2	3
Peso del molde + la muestra seca (g)	9857,1	9756,5	9764,9
Peso del molde (g)	6424,5	6424,5	6424,5
Peso de la muestra seca neta (g)	3432,6	3332	3340,4
Volumen del molde (cm ³)	2142	2142	2142
Densidad (g/cm ³)	1,603	1,556	1,559
Densidad Mínima (g/cm³)	1,573		

Bach. E. Tarqui Montalico
Laboratorio de Suelos

Ing. German Fuentes Zegarra
Encargado Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : CENTRO SALUD

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-15

CALICATA: C-5 MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 1 m

DENSIDAD MINIMA

NORMA ASTM C-29/C29M-97

ENSAYO N°	1	2	3
Peso del molde + la muestra seca (g)	9665,2	9645,8	9652,1
Peso del molde (g)	6424,5	6424,5	6424,5
Peso de la muestra seca neta (g)	3240,7	3221,3	3227,6
Volumen del molde (cm ³)	2142	2142	2142
Densidad (g/cm ³)	1,513	1,504	1,507
Densidad Mínima (g/cm³)	1,508		

Bach. E. Tarqui M.
Laboratorio de Suelos

Ing. German Fuentes Zegarra
Encargado Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : POZO AGUA SUBTERRANEA B. ALIANZA

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-15

CALICATA: C-6 MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 0,75 m

DENSIDAD MINIMA

NORMA ASTM C-29/C29M-97

ENSAYO N°	1	2	3
Peso del molde + la muestra seca (g)	9838,5	9821,6	9832,7
Peso del molde (g)	6424,5	6424,5	6424,5
Peso de la muestra seca neta (g)	3408,2	3397,1	3414
Volumen del molde (cm ³)	2142	2142	2142
Densidad (g/cm ³)	1,591	1,586	1,594
Densidad Mínima (g/cm³)		1,590	

Bach. E. Tarqui M.
Laboratorio de Suelos

Ing. German Fuentes Zegarra
Encargado Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : ESTADIO MUNICIPAL

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-15

CALICATA: C-7 MUESTRA: M-3

PROFUNDIDAD: 1 m

DENSIDAD MINIMA

NORMA ASTM C-29/C29M-97

ENSAYO N°	1	2	3
Peso del molde + la muestra seca (g)	8726,4	8727	8724
Peso del molde (g)	6424,5	6424,5	6424,5
Peso de la muestra seca neta (g)	2301,9	2302,5	2299,5
Volumen del molde (cm ³)	2142	2142	2142
Densidad (g/cm ³)	1,075	1,075	1,074
Densidad Mínima (g/cm³)	1,074		

Bach. E. Tarqui M.
Laboratorio de Suelos

Ing. German Fuentes Zegarra
Encargado Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : AV. EL NIÑO A 20 DE LOCAL BARRIO ALIANZA

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-15

CALICATA: C-8 MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 0,75 m

DENSIDAD MINIMA

NORMA ASTM C-29/C29M-97

ENSAYO N°	1	2	3
Peso del molde + la muestra seca (g)	9756,5	9753,6	9754,8
Peso del molde (g)	6424,5	6424,5	6424,5
Peso de la muestra seca neta (g)	3332	3329,1	3330,3
Volumen del molde (cm ³)	2142	2142	2142
Densidad (g/cm ³)	1,556	1,554	1,555
Densidad Mínima (g/cm³)	1,555		

Bach. E. Tarqui M.
Laboratorio de Suelos

Ing. German Fuentes Zegarra
Encargado Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : JR. SANTA CRUZ, C. E. PRIMARIA

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-15

CALICATA: C-9 MUESTRA: M-3

PROFUNDIDAD: 1 m

DENSIDAD MINIMA

NORMA ASTM C-29/C29M-97

ENSAYO N°	1	2	3
Peso del molde + la muestra seca (g)	9693	9670,6	9698,7
Peso del molde (g)	6424,5	6424,5	6424,5
Peso de la muestra seca neta (g)	3268,5	3246,1	3274,2
Volumen del molde (cm ³)	2142	2142	2142
Densidad (g/cm ³)	1,526	1,515	1,529
Densidad Mínima (g/cm³)	1,523		

Bach. E. Tarqui M.
Laboratorio de Suelos

Ing. German Fuentes Zegarra
Encargado Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : COLEGIO SECUNDARIO

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-15

CALICATA: C-10 MUESTRA: M-3

PROFUNDIDAD: 1 m

DENSIDAD MINIMA

NORMA ASTM C-29/C29M-97

ENSAYO N°	1	2	3
Peso del molde + la muestra seca (g)	9738,9	9739,8	9740
Peso del molde (g)	6424,5	6424,5	6424,5
Peso de la muestra seca neta (g)	3314,4	3315,3	3315,5
Volumen del molde (cm ³)	2142	2142	2142
Densidad (g/cm ³)	1,547	1,548	1,548
Densidad Mínima (g/cm³)	1,548		

Bach. E. Tarqui M.
Laboratorio de Suelos

Ing. German Fuentes Zegarra
Encargado Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : FRENTE AL GRIFO SANTA CRUZ B. ESPERANZA

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

FECHA: 2010-03-15

CALICATA: C-13 MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD: 0,75 m

DENSIDAD MINIMA

NORMA ASTM C-29/C29M-97

ENSAYO N°	1	2	3
Peso del molde + la muestra seca (g)	8012,1	8010,5	8011,1
Peso del molde (g)	6424,5	6424,5	6424,5
Peso de la muestra seca neta (g)	1587,6	1586	1586,6
Volumen del molde (cm ³)	2142	2142	2142
Densidad (g/cm ³)	0,741	0,740	0,741
Densidad Mínima (g/cm³)	0,741		

Bach. E. Tarqui M.
Laboratorio de Suelos

Ing. German Fuentes Zegarra
Encargado Laboratorio

PROCTOR MODIFICADO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : INTERSECCIÓN CARRETERA BINACIONAL CON MAZOCRUZ -ILAVE

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

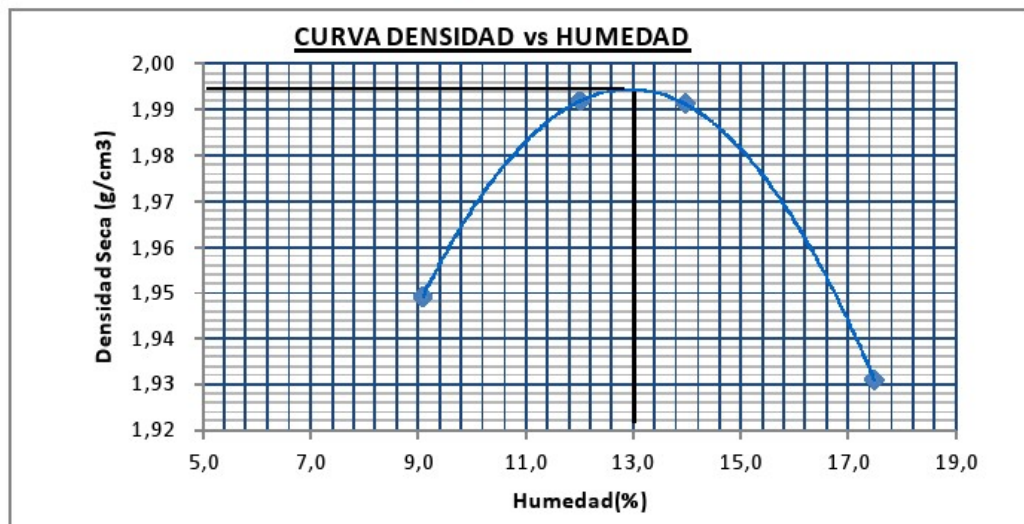
FECHA: 2010-03-18

CALICATA: C-1 MUESTRA: M-2

RELACION DENSIDAD HUMEDAD

NORMA ASTM D-1557-00(1998) B

METODO DE COMPACTACION: PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-00(1998) A				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³): 947,7	PESO DEL MOLDE (g): 4176.1			
Ensayo N°	1	2	3	4
N° de capas	5	5	5	5
N° de golpes por capa	25	25	25	25
Peso del molde + suelo compactado (g)	6190,9	6290,5	6326,8	6326,1
Peso del molde (g)	4176,1	4176,1	4176,1	4176,1
Peso del suelo compactado (g)	2014,8	2114,4	2150,7	2150
Volumen del molde (cm ³)	947,7	947,7	947,7	947,7
Densidad humeda (g/cm ³)	2,126	2,231	2,269	2,269
Densidad seca (g/cm ³)	1,949	1,992	1,991	1,931
CONTENIDO DE HUMEDAD				
Ensayo N°	1	2	3	4
Tara N°	P1	P2	P3	P4
Tara + suelo humedo (g)	334,9	342,9	398,1	399,4
Tara + suelo seco (g)	313,2	314,1	358,4	351
Peso del agua (g)	21,7	28,8	39,7	48,4
Peso de tara (g)	74	74,2	74	74,1
Peso suelo seco (g)	239,2	239,9	284,4	276,9
Contenido de humedad(%)	9,1	12,0	14,0	17,5
Densidad seca (g/cm ³)	1,95	1,99	1,99	1,93
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	✓	1,995		
Optimo Contenido Humedad(%)	✓	13		



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : ESTADIO MUNICIPAL

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

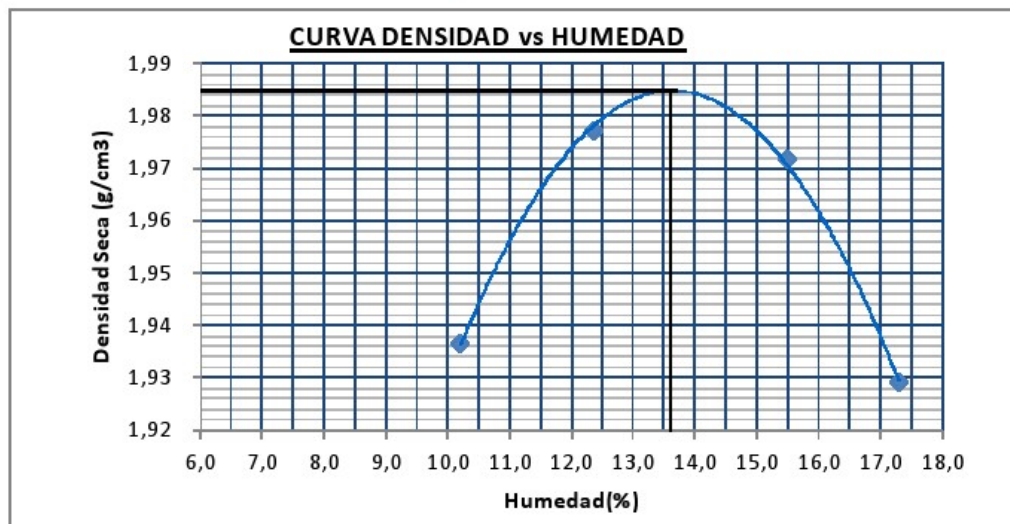
FECHA: 2010-03-18

CALICATA: C-2 MUESTRA: M-2

RELACION DENSIDAD HUMEDAD

NORMA ASTM D-1557-00

METODO DE COMPACTACION: PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-00(1998) A				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³): 947,7	PESO DEL MOLDE (g): 4176.1			
Ensayo N°	1	2	3	4
N° de capas	5	5	5	5
N° de golpes por capa	25	25	25	25
Peso del molde + suelo compactado (g)	6198,6	6281,8	6334,2	6320,4
Peso del molde (g)	4176,1	4176,1	4176,1	4176,1
Peso del suelo compactado (g)	2022,5	2105,7	2158,1	2144,3
Volumen del molde (cm ³)	947,7	947,7	947,7	947,7
Densidad humeda (g/cm ³)	2,134	2,222	2,277	2,263
Densidad seca (g/cm ³)	1,937	1,977	1,972	1,929
CONTENIDO DE HUMEDAD				
Ensayo N°	1	2	3	4
Tara N°	P1	P2	P3	P4
Tara + suelo humedo (g)	321,5	334,1	392,5	436,8
Tara + suelo seco (g)	298,6	305,5	349,8	383,3
Peso del agua (g)	22,9	28,6	42,7	53,5
Peso de tara (g)	74	74,2	74	73,8
Peso suelo seco (g)	224,6	231,3	275,8	309,5
Contenido de humedad(%)	10,2	12,4	15,5	17,3
Densidad seca (g/cm ³)	1,94	1,98	1,97	1,93
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	✓	1,985		
Optimo Contenido Humedad(%)	✓	13,6		



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE MINAS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
 EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : JARDIN 3 DE MAYO

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

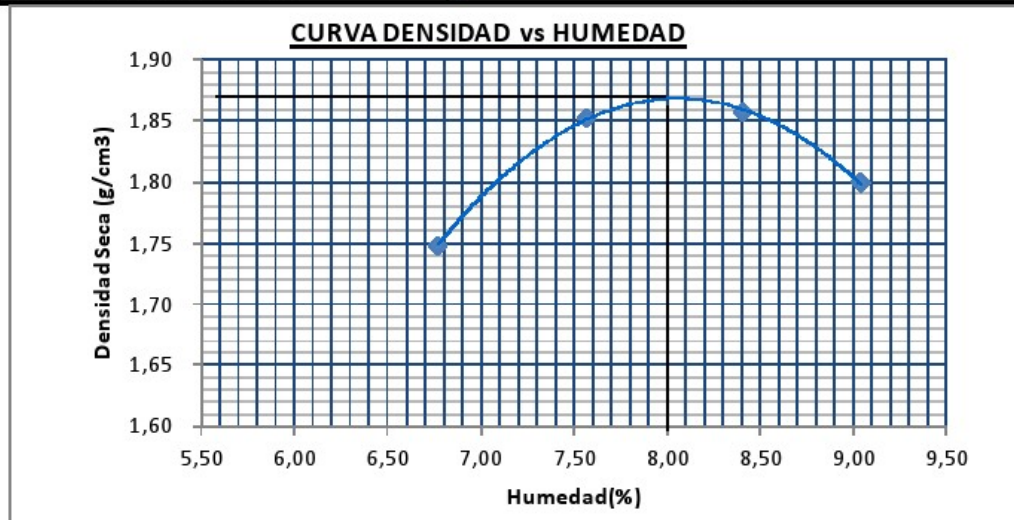
FECHA: 2010-03-18

CALICATA: C-3 MUESTRA: M-2

RELACION DENSIDAD HUMEDAD

NORMA ASTM D-1557-00 Y MTCE 115 - 2000

METODO DE COMPACTACION: PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-B				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³): 947,7	PESO DEL MOLDE (g): 4176.1			
Ensayo N°	1	2	3	4
N° de capas	5	5	5	5
N° de golpes por capa	25	25	25	25
Peso del molde + suelo compactado (g)	5945,5	6065,3	6085,2	6035,7
Peso del molde (g)	4176,1	4176,1	4176,1	4176,1
Peso del suelo compactado (g)	1769,4	1889,2	1909,1	1859,6
Volumen del molde (cm³)	947,7	947,7	947,7	947,7
Densidad humeda (g/cm³)	1,867	1,993	2,014	1,962
Densidad seca (g/cm³)	1,749	1,853	1,858	1,800
CONTENIDO DE HUMEDAD				
Ensayo N°	1	2	3	4
Tara N°	P1	P2	P3	P4
Tara + suelo humedo (g)	365	398,3	418,3	425,7
Tara + suelo seco (g)	346,2	375,5	391,5	396,1
Peso del agua (g)	18,8	22,8	26,8	29,6
Peso de tara (g)	68,4	74,1	72,5	68,5
Peso suelo seco (g)	277,8	301,4	319	327,6
Contenido de humedad(%)	6,77	7,56	8,40	9,04
Densidad seca (g/cm³)	1,75	1,85	1,86	1,80
Máxima Densidad Seca (g/cm³)	✓	1,87		
Optimo Contenido Humedad(%)	✓	8		



Bach. E. Tarqui Montalico
 Laboratorio de Suelos

Ing. German Fuentes Zegarra
 Encargado Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : TRAS PANADERIA ZAPANA B. ALIANZA

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

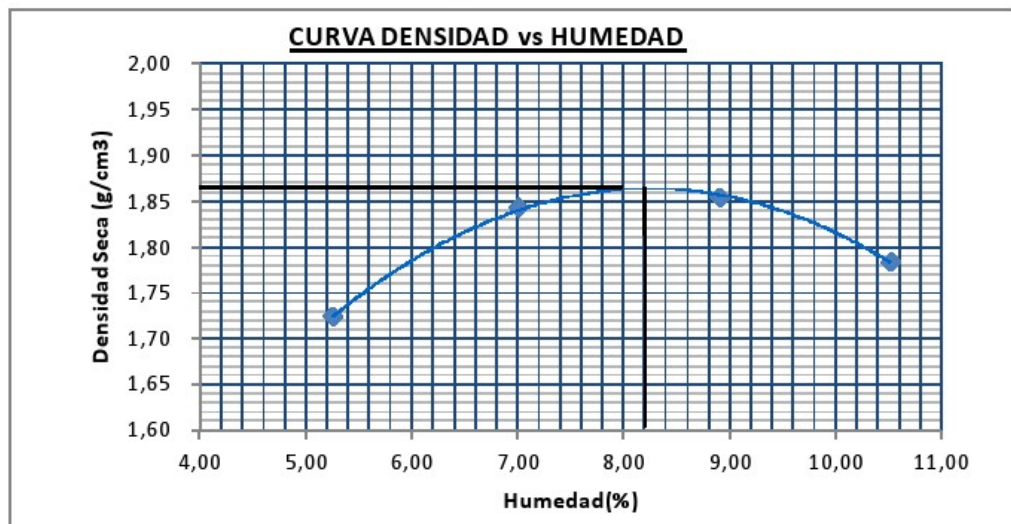
FECHA: 2010-03-18

CALICATA: C-4 MUESTRA: M-2

RELACION DENSIDAD HUMEDAD

NORMA ASTM D-1557-00 Y MTCE 115 - 2000

METODO DE COMPACTACION: PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-00(1998) B				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³): 947,7	PESO DEL MOLDE (g): 4176.1			
Ensayo N°	1	2	3	4
N° de capas	5	5	5	5
N° de golpes por capa	25	25	25	25
Peso del molde + suelo compactado (g)	5895,8	6045,3	6090,6	6045,2
Peso del molde (g)	4176,1	4176,1	4176,1	4176,1
Peso del suelo compactado (g)	1719,7	1869,2	1914,5	1869,1
Volumen del molde (cm ³)	947,7	947,7	947,7	947,7
Densidad humeda (g/cm ³)	1,815	1,972	2,020	1,972
Densidad seca (g/cm ³)	1,724	1,843	1,855	1,785
CONTENIDO DE HUMEDAD				
Ensayo N°	1	2	3	4
Tara N°	P1	P2	P3	P4
Tara + suelo humedo (g)	403	407,6	438,5	599,6
Tara + suelo seco (g)	386,3	385,4	408,7	549,6
Peso del agua (g)	16,7	22,2	29,8	50
Peso de tara (g)	68,4	68,5	73,8	74,1
Peso suelo seco (g)	317,9	316,9	334,9	475,5
Contenido de humedad(%)	5,25	7,01	8,90	10,52
Densidad seca (g/cm ³)	1,72	1,84	1,86	1,78
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	✓	1,865		
Optimo Contenido Humedad(%)	✓	8,2		



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : CENTRO SALUD MAZOCRUZ

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

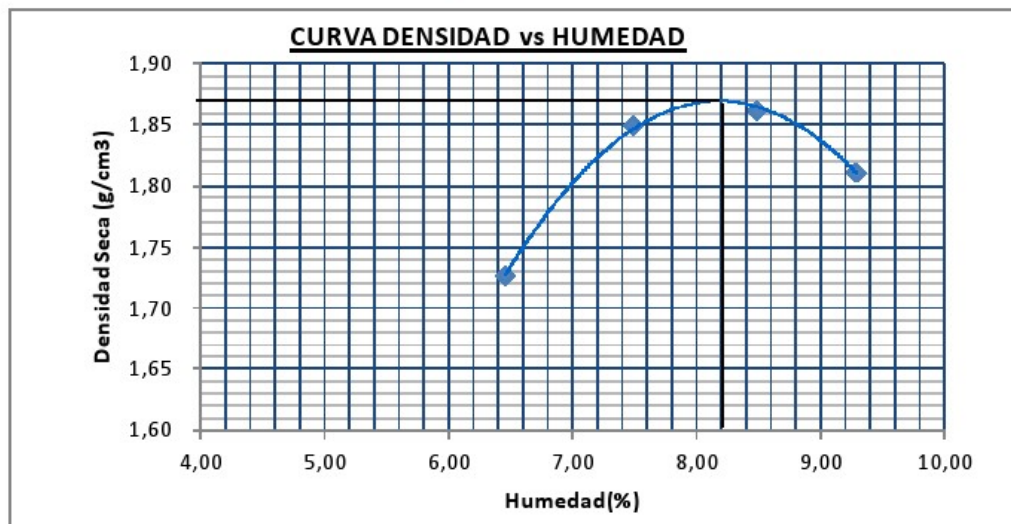
FECHA: 2010-03-18

CALICATA: C-5 MUESTRA: M-2

RELACION DENSIDAD HUMEDAD

NORMA ASTM D-1557-00 Y MTCE 115 - 2000

METODO DE COMPACTACION: PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-00(1998) B				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³): 947,7	PESO DEL MOLDE (g): 4176.1			
Ensayo N°	1	2	3	4
N° de capas	5	5	5	5
N° de golpes por capa	25	25	25	25
Peso del molde + suelo compactado (g)	5918,5	6060,5	6090,8	6052,5
Peso del molde (g)	4176,1	4176,1	4176,1	4176,1
Peso del suelo compactado (g)	1742,4	1884,4	1914,7	1876,4
Volumen del molde (cm ³)	947,7	947,7	947,7	947,7
Densidad humeda (g/cm ³)	1,839	1,988	2,020	1,980
Densidad seca (g/cm ³)	1,727	1,850	1,862	1,812
CONTENIDO DE HUMEDAD				
Ensayo N°	1	2	3	4
Tara N°	P1	P2	P3	P4
Tara + suelo humedo (g)	395	401,6	438,5	447,2
Tara + suelo seco (g)	375,2	378,4	410	415,5
Peso del agua (g)	19,8	23,2	28,5	31,7
Peso de tara (g)	68,4	68,5	73,8	74,1
Peso suelo seco (g)	306,8	309,9	336,2	341,4
Contenido de humedad(%)	6,45	7,49	8,48	9,29
Densidad seca (g/cm ³)	1,73	1,85	1,86	1,81
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	✓	1,87		
Optimo Contenido Humedad(%)	✓	8,2		



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : POZO AGUA SUBTERRANEA B. ALIANZA

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

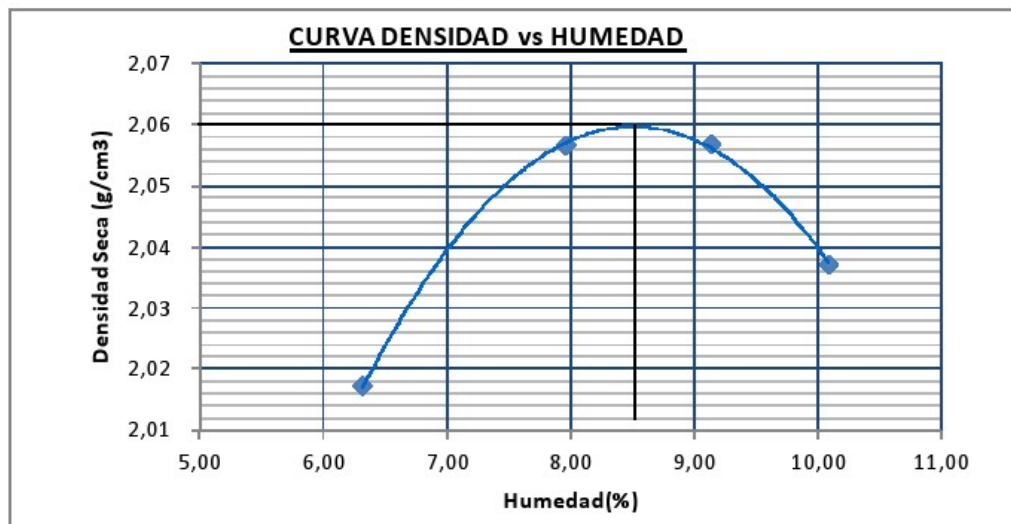
FECHA: 2010-03-18

CALICATA: C-6 **MUESTRA**: M-2

RELACION DENSIDAD HUMEDAD

NORMA ASTM D-1557-00

METODO DE COMPACTACION: PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-00(1998) C				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³): 2142	PESO DEL MOLDE (gr.): 6424,5			
Ensayo N°	1	2	3	4
N° de capas	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56
Peso del molde + suelo compactado (g)	11018,5	11180,5	11232,5	11228,5
Peso del molde (g)	6424,5	6424,5	6424,5	6424,5
Peso del suelo compactado (g)	4594	4756	4808	4804
Volumen del molde (cm ³)	2142	2142	2142	2142
Densidad humeda (g/cm ³)	2,145	2,220	2,245	2,243
Densidad seca (g/cm ³)	2,017	2,057	2,057	2,037
CONTENIDO DE HUMEDAD				
Ensayo N°	1	2	3	4
Tara N°	P1	P2	P3	P4
Tara + suelo humedo (g)	422,1	432,2	478,6	491
Tara + suelo seco (g)	401,5	406,2	444,8	452,8
Peso del agua (g)	20,6	26	33,8	38,2
Peso de tara (g)	75,4	79,4	74,5	74
Peso suelo seco (g)	326,1	326,8	370,3	378,8
Contenido de humedad(%)	6,32	7,96	9,13	10,08
Densidad seca (g/cm ³)	2,02	2,06	2,06	2,04
Máxima Densidad Seca (g/cm³)	✓	2,060		
Optimo Contenido Humedad(%)	✓	8,5		



Bach. E. Tarqui Montalico
Laboratorio de Suelos

Ing. German Fuentes Zegarra
Encargado Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE MINAS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
 EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : ESTADIO MUNICIPAL

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

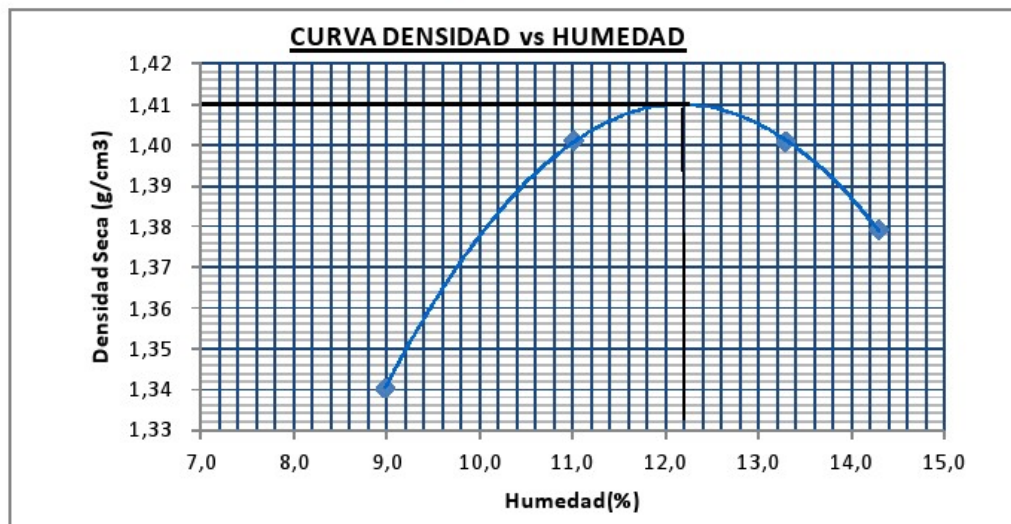
FECHA: 2010-03-18

CALICATA: C-7 MUESTRA: M-3

RELACION DENSIDAD HUMEDAD

NORMA ASTM D-1557-00

METODO DE COMPACTACION: PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-00(1998) A				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³): 947,7	PESO DEL MOLDE (g): 4176.1			
Ensayo N°	1	2	3	4
N° de capas	5	5	5	5
N° de golpes por capa	25	25	25	25
Peso del molde + suelo compactado (g)	5560,6	5650,2	5680,3	5670,2
Peso del molde (g)	4176,1	4176,1	4176,1	4176,1
Peso del suelo compactado (g)	1384,5	1474,1	1504,2	1494,1
Volumen del molde (cm³)	947,7	947,7	947,7	947,7
Densidad humeda (g/cm³)	1,461	1,555	1,587	1,577
Densidad seca (g/cm³)	1,340	1,401	1,401	1,379
CONTENIDO DE HUMEDAD				
Ensayo N°	1	2	3	4
Tara N°	P1	P2	P3	P4
Tara + suelo humedo (g)	325,1	388,7	329,5	394,8
Tara + suelo seco (g)	304,4	357,5	299,5	354,7
Peso del agua (g)	20,7	31,2	30	40,1
Peso de tara (g)	74	74	73,8	74,1
Peso suelo seco (g)	230,4	283,5	225,7	280,6
Contenido de humedad(%)	9,0	11,0	13,3	14,3
Densidad seca (g/cm³)	1,34	1,40	1,40	1,38
Máxima Densidad Seca (g/cm³)	✓	1,41		
Optimo Contenido Humedad(%)	✓	12,2		



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : AV. EL NIÑO A 20m. DE LOCAL BARRIO ALIANZA

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

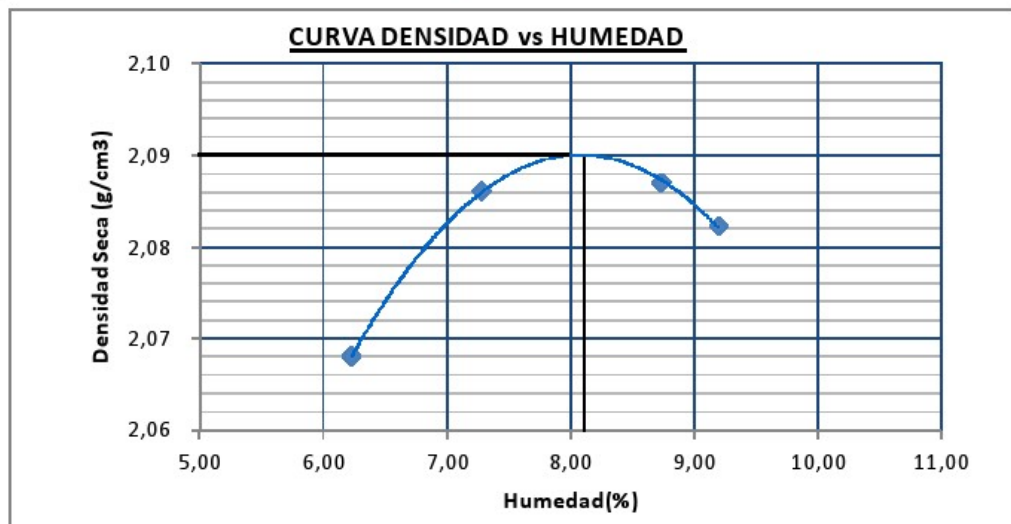
FECHA: 2010-03-18

CALICATA: C-8 MUESTRA: M-2

RELACION DENSIDAD HUMEDAD

NORMA ASTM D-1557-00

METODO DE COMPACTACION: PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-00(1998) C				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³): 2142	PESO DEL MOLDE (gr.): 6424,5			
Ensayo N°	1	2	3	4
N° de capas	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56
Peso del molde + suelo compactado (g)	11130,1	11218,1	11285,5	11294,7
Peso del molde (g)	6424,5	6424,5	6424,5	6424,5
Peso del suelo compactado (g)	4705,6	4793,6	4861	4870,2
Volumen del molde (cm ³)	2142	2142	2142	2142
Densidad humeda (g/cm ³)	2,197	2,238	2,269	2,274
Densidad seca (g/cm ³)	2,068	2,086	2,087	2,082
CONTENIDO DE HUMEDAD				
Ensayo N°	1	2	3	4
Tara N°	P1	P2	P3	P4
Tara + suelo humedo (g)	314,3	322,7	368,4	378,2
Tara + suelo seco (g)	300,3	306,2	344,8	352,6
Peso del agua (g)	14	16,5	23,6	25,6
Peso de tara (g)	75,4	79,4	74,5	74
Peso suelo seco (g)	224,9	226,8	270,3	278,6
Contenido de humedad(%)	6,22	7,28	8,73	9,19
Densidad seca (g/cm ³)	2,07	2,09	2,09	2,08
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	✓	2,090		
Optimo Contenido Humedad(%)	✓	8,1		



Bach. E. Tarqui Montalico
Laboratorio de Suelos

Ing. German Fuentes Zegarra
Encargado Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : JR. SANTA CRUZ TRAS IEP

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

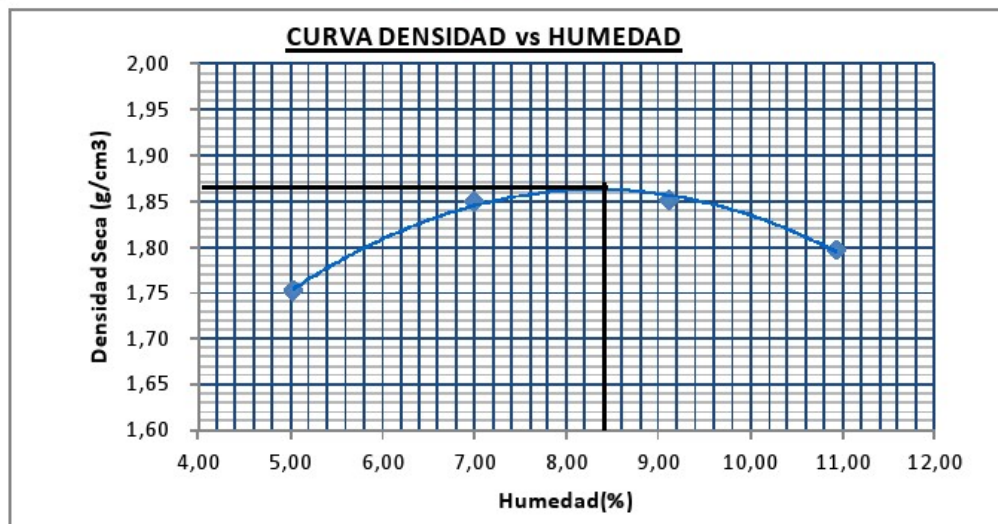
FECHA: 2010-03-18

CALICATA: C-9 MUESTRA: M-2

RELACION DENSIDAD HUMEDAD

NORMA ASTM D-1557-00 Y MTCE 115 - 2000

METODO DE COMPACTACION: PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-00(1998) B				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³): 947,7	PESO DEL MOLDE (g): 4176.1			
Ensayo N°	1	2	3	4
N° de capas	5	5	5	5
N° de golpes por capa	25	25	25	25
Peso del molde + suelo compactado (g)	5920,8	6053,1	6090,8	6065,5
Peso del molde (g)	4176,1	4176,1	4176,1	4176,1
Peso del suelo compactado (g)	1744,7	1877	1914,7	1889,4
Volumen del molde (cm ³)	947,7	947,7	947,7	947,7
Densidad humeda (g/cm ³)	1,841	1,981	2,020	1,994
Densidad seca (g/cm ³)	1,753	1,851	1,852	1,797
CONTENIDO DE HUMEDAD				
Ensayo N°	1	2	3	4
Tara N°	P1	P2	P3	P4
Tara + suelo humedo (g)	442,8	435,5	513,5	532,2
Tara + suelo seco (g)	425,5	410,5	475,1	486,4
Peso del agua (g)	17,3	25	38,4	45,8
Peso de tara (g)	81,3	53,3	53,8	67,4
Peso suelo seco (g)	344,2	357,2	421,3	419
Contenido de humedad(%)	5,03	7,00	9,11	10,93
Densidad seca (g/cm ³)	1,75	1,85	1,85	1,80
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	✓	1,867		
Optimo Contenido Humedad(%)	✓	8,4		



Bach. E. Tarqui Montalico
Laboratorio de Suelos

Ing. German Fuentes Zegarra
Encargado Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : TRAS COLEGIO MAZOCRUZ

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

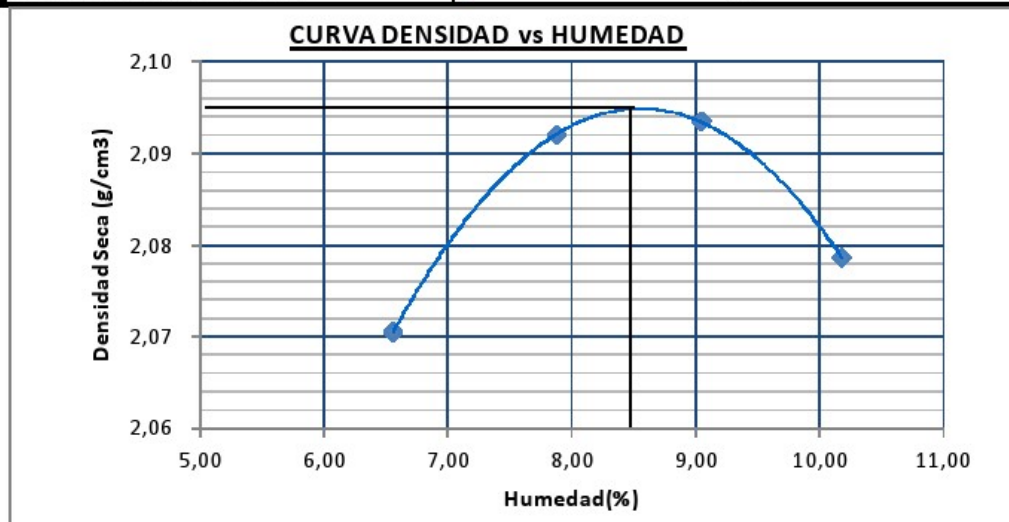
FECHA: 2010-03-18

CALICATA: C-10 MUESTRA: M-2

RELACION DENSIDAD HUMEDAD

NORMA ASTM D-1557-00

METODO DE COMPACTACION: PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-00(1998) C				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³): 2142	PESO DEL MOLDE (gr.): 6424,5			
Ensayo N°	1	2	3	4
N° de capas	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56
Peso del molde + suelo compactado (g)	11150,5	11258,7	11314,6	11330,2
Peso del molde (g)	6424,5	6424,5	6424,5	6424,5
Peso del suelo compactado (g)	4726	4834,2	4890,1	4905,7
Volumen del molde (cm ³)	2142	2142	2142	2142
Densidad humeda (g/cm ³)	2,206	2,257	2,283	2,290
Densidad seca (g/cm ³)	2,071	2,092	2,094	2,079
CONTENIDO DE HUMEDAD				
Ensayo N°	1	2	3	4
Tara N°	P1	P2	P3	P4
Tara + suelo humedo (g)	208,5	216,2	260,2	270,8
Tara + suelo seco (g)	200,3	206,2	244,8	252,6
Peso del agua (g)	8,2	10	15,4	18,2
Peso de tara (g)	75,2	79,2	74,6	73,8
Peso suelo seco (g)	125,1	127	170,2	178,8
Contenido de humedad(%)	6,55	7,87	9,05	10,18
Densidad seca (g/cm ³)	2,07	2,09	2,09	2,08
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	✓	2,095		
Optimo Contenido Humedad(%)	✓	8,5		



Bach. E. Tarqui Montalico
Laboratorio de Suelos

Ing. German Fuentes Zegarra
Encargado Laboratorio

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : FRENTE AL GRIFO SANTA CRUZ BARRIO ESPERANZA

REALIZADO POR : E. TARQUI M.

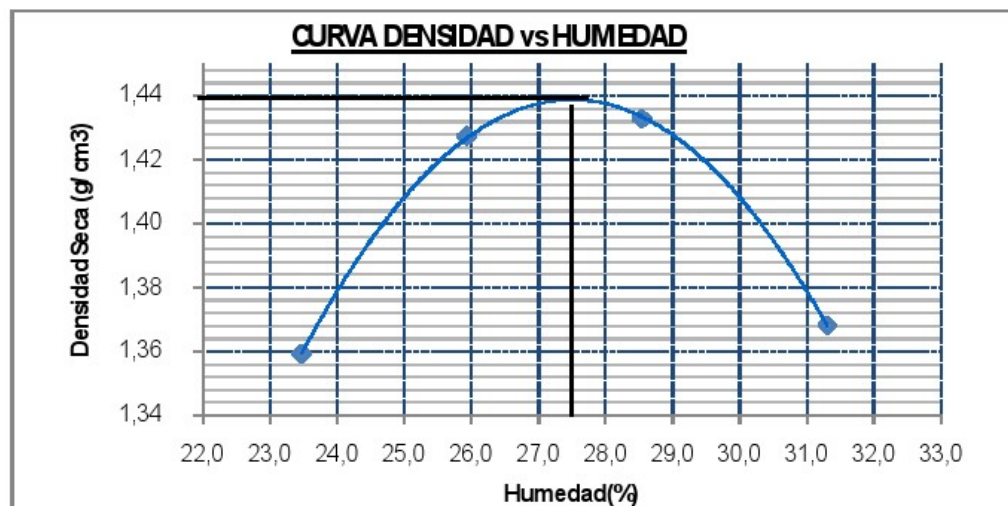
FECHA: 2010-03-18

CALICATA: C-13 MUESTRA: M-2

RELACION DENSIDAD HUMEDAD

NORMA ASTM D-1557-00

METODO DE COMPACTACION: PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-00(1998) A				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³): 947,7	PESO DEL MOLDE (g): 4176,1			
Ensayo N°	1	2	3	4
N° de capas	5	5	5	5
N° de golpes por capa	25	25	25	25
Peso del molde + suelo compactado (g)	5766,7	5879,8	5921,5	5878,6
Peso del molde (g)	4176,1	4176,1	4176,1	4176,1
Peso del suelo compactado (g)	1590,6	1703,7	1745,4	1702,5
Volumen del molde (cm ³)	947,7	947,7	947,7	947,7
Densidad humeda (g/cm ³)	1,678	1,798	1,842	1,796
Densidad seca (g/cm ³)	1,359	1,428	1,433	1,368
CONTENIDO DE HUMEDAD				
Ensayo N°	1	2	3	4
Tara N°	P1	P2	P3	P4
Tara + suelo humedo (g)	357,5	343,7	369,9	336,4
Tara + suelo seco (g)	303,6	288,2	304,2	273,8
Peso del agua (g)	53,9	55,5	65,7	62,6
Peso de tara (g)	74	74,2	74	73,8
Peso suelo seco (g)	229,6	214	230,2	200
Contenido de humedad(%)	23,5	25,9	28,5	31,3
Densidad seca (g/cm ³)	1,36	1,43	1,43	1,37
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	✓	1,44		
Óptimo Contenido Humedad(%)	✓	27,5		



Bach. E. Tarqui Montalico
Laboratorio de Suelos

Ing. German Fuentes Zegarra
Encargado Laboratorio

CORTE DIRECTO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

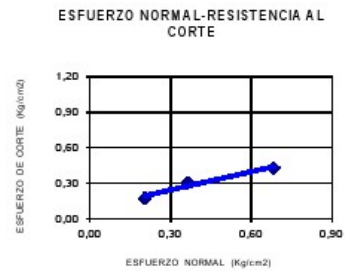
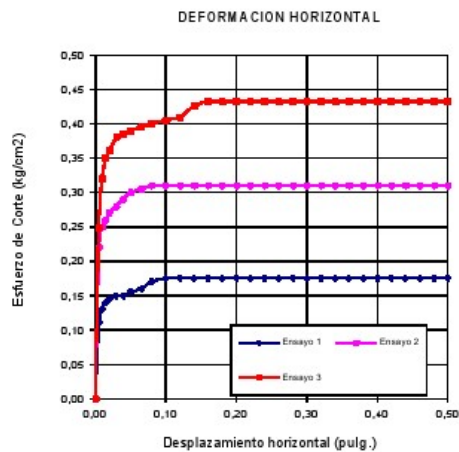
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"
UBICACIÓN : INTERSECCIÓN CARRETERA BINACIONAL CON MAZOCRUZ - ILAVE
CALICATA : C-1 **PROFUND. :** 1 m **MUESTRA :** M-2
ESTADO : REMOLDEADO **FECHA :** 2010 03 18
MUESTREO : 2010 01 12 **REALIZADO :** Bach. Edwin Tarqui Montalico

CORTE DIRECTO RESIDUAL

ASTM D-3080

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ESPECIMEN N°		1	2	3
I	RECIPIENTE Nro.	R-1	R-2	R-3
N	PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)	49,90	49,90	49,90
I	PESO SUELO SECO + TARA (g)	44,40	44,40	44,40
C	PESO DE LA TARA (g)	15,00	15,10	15,17
I	PESO DE AGUA (g)	5,50	5,50	5,50
A	PESO DE SUELO SECO (g)	29,40	29,30	29,23
L	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	18,71	18,77	18,82
RECIPIENTE Nro.		D-1	D-2	D-3
F	PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)	94,4	87,3	89,2
I	PESO SUELO SECO + TARA (g)	77,2	70,8	72,5
N	PESO DE LA TARA (g)	15,11	15,1	15,19
A	PESO DE AGUA (g)	17,2	16,5	16,7
L	PESO DE SUELO SECO (g)	62,09	55,7	57,31
	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	27,70	29,62	29,14
APLICACIONES DE CARGA				
VELOCIDAD DE CARGA (mm/min)		0,50	0,50	0,50
CARGA NORMAL (kg)		6,42	11,42	21,42
ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)		0,20	0,36	0,68
ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm ²)		0,18	0,31	0,43
PESO DE LA SEMI-CAJA SUPERIOR (kg)		0,868	0,868	0,868
PESO DEL PISTON DE CARGA (kg)		0,547	0,547	0,547
DESCRIPCION DE LA MUESTRA				
CARACTERISTICAS			TIPO DE MUESTRA	
DIAMETRO	6,32 cm	AREA	31,36	NATURAL
ALTURA	1,90	VOLUMEN	59,58 cm ³	COMPACTADA(DENS. NAT.)
				x



COHESION (c)	ANGULO DE FRICCIÓN (φ)
Kg/cm ²	GRADOS
0,09	30,6

Bach. E. Tarqui Montalico
 Laboratorio de Suelos

Ing. Germán Fuentes Zagarra
 Lab. de Mec. De Suelos
 C.I.P. 64905

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : MERCADO MUNICIPAL

CALICATA : C-2

ESTADO : REMOLDEADO

MUESTREO : 2010 01 12

PROFUND. : 1 m

FECHA : 2010 03 18

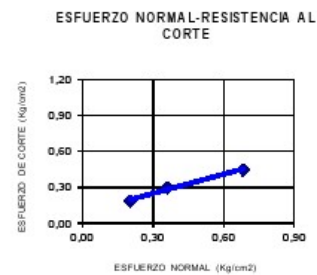
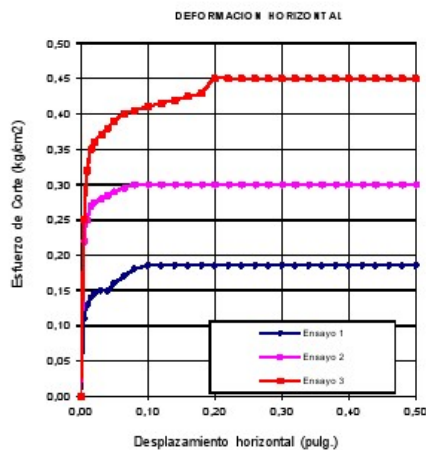
REALIZADO : Bach. Edwin Tarqui Montalico

MUESTRA : M-2

CORTE DIRECTO RESIDUAL

ASTM D-3080

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ESPECIMEN N°		1	2	3
I	RECIPIENTE Nro.	R-1	R-2	R-3
N	PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)	49,90	49,90	49,90
I	PESO SUELO SECO + TARA (g)	44,40	44,40	44,40
C	PESO DE LA TARA (g)	15,00	15,10	15,17
I	PESO DE AGUA (g)	5,50	5,50	5,50
A	PESO DE SUELO SECO (g)	29,40	29,30	29,23
L	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	18,71	18,77	18,82
F	RECIPIENTE Nro.	D-1	D-2	D-3
I	PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)	94,4	87,3	89,2
N	PESO SUELO SECO + TARA (g)	77,2	70,8	72,5
A	PESO DE LA TARA (g)	15,11	15,1	15,19
L	PESO DE AGUA (g)	17,2	16,5	16,7
L	PESO DE SUELO SECO (g)	62,09	55,7	57,31
L	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	27,70	29,62	29,14
APLICACIONES DE CARGA				
VELOCIDAD DE CARGA (mm/min)		0,50	0,50	0,50
CARGA NORMAL (kg)		6,42	11,42	21,42
ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)		0,20	0,36	0,68
ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm ²)		0,19	0,30	0,45
PESO DE LA SEMI-CAJA SUPERIOR (kg)		0,868	0,868	0,868
PESO DEL PISTON DE CARGA (kg)		0,547	0,547	0,547
DESCRIPCION DE LA MUESTRA				
CARACTERISTICAS			TIPO DE MUESTRA	
DIAMETRO	6,32 cm	AREA	31,36	NATURAL
ALTURA	1,90	VOLUMEN	59,58 cm ³	COMPACTADA(DENS. NAT.)
				x



COHESION (c)	ANGULO DE FRICCION (φ)
Kg/cm ²	GRADOS
0,06	30,50

Bach. E. Tarqui Montalico
Laboratorio de Suelos

Ing. Germán Fuentes Zegarra
Lab. de Mec. De Suelos
C.I.P. 64905

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

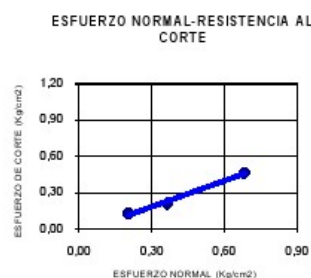
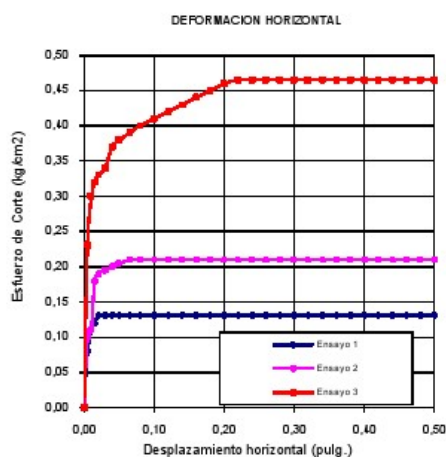
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"
UBICACIÓN : JARDIN 3 DE MAYO
CALICATA : C-3 **PROFUND. :** 1 m **MUESTRA :** M-2
ESTADO : REMOLDEADO **FECHA :** 2010 03 18
MUESTREO : 2010 01 12 **REALIZADO :** Bach. Edwin Tarqui Montalico

CORTE DIRECTO RESIDUAL

ASTM D-3080

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ESPECIMEN N°		1	2	3
I	RECIPIENTE Nro.	R-1	R-2	R-3
N	PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)	63,10	63,10	63,10
I	PESO SUELO SECO + TARA (g)	57,90	57,90	57,90
C	PESO DE LA TARA (g)	15,00	15,10	15,17
I	PESO DE AGUA (g)	5,20	5,20	5,20
A	PESO DE SUELO SECO (g)	42,90	42,80	42,73
L	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	12,12	12,15	12,17
F	RECIPIENTE Nro.	D-1	D-2	D-3
I	PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)	147,6	158	77
I	PESO SUELO SECO + TARA (g)	130,9	139,9	69,2
N	PESO DE LA TARA (g)	15,11	15,1	15,19
A	PESO DE AGUA (g)	16,7	18,1	7,8
L	PESO DE SUELO SECO (g)	115,79	124,8	54,01
L	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	14,42	14,50	14,44
APLICACIONES DE CARGA				
VELOCIDAD DE CARGA (mm/min)		0,50	0,50	0,50
CARGA NORMAL (kg)		6,42	11,42	21,42
ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)		0,20	0,36	0,68
ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm ²)		0,13	0,21	0,47
PESO DE LA SEMI-CAJA SUPERIOR (kg)		0,868	0,868	0,868
PESO DEL PISTON DE CARGA (kg)		0,547	0,547	0,547
DESCRIPCION DE LA MUESTRA				
CARACTERISTICAS			TIPO DE MUESTRA	
DIAMETRO	6,32 cm	AREA	31,36	NATURAL
ALTURA	1,90	VOLUMEN	59,58 cm ³	COMPACTADA(DENS. NAT.)
				x



COHESION c	ANGULO DE FRICCIÓN (ϕ)
Kg/cm ²	GRADOS
0,0	32,51

Bach. E. Tarqui Montalico
 Laboratorio de Suelos

Ing. Germán Fuentes Zegarra
 Lab. de Mec. De Suelos
 C.I.P. 64905

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE MAZOCRUZ - ILAVE - PUNO"

SOLICITADO : FACULTAD DE INGENIERIA

CALICATA : C-4

PROFUND. : 1,25 m

MUESTRA : M-3

ESTADO : REMOLDEADO

FECHA : 2010 03 18

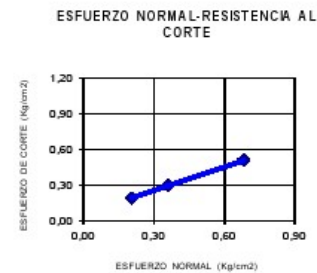
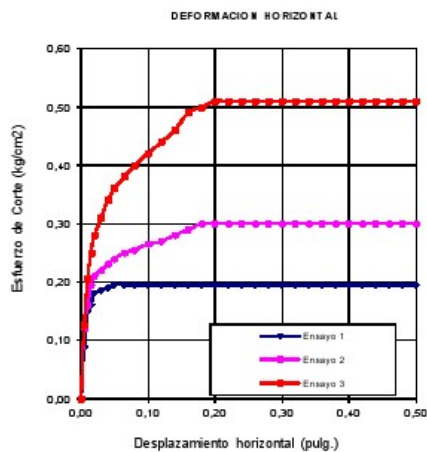
MUESTREADO : 2010 01 12

REALIZADO : Bach. Edwin Tarqui Montalico

CORTE DIRECTO RESIDUAL

ASTM D-3080

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ESPECIMEN N°		1	2	3
I N I C I A L	RECIPIENTE Nro.	R-1	R-2	R-3
	PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)	63,10	53,20	53,20
	PESO SUELO SECO + TARA (g)	51,10	51,10	51,10
	PESO DE LA TARA (g)	14,90	14,90	14,90
	PESO DE AGUA (g)	2,10	2,10	2,10
	PESO DE SUELO SECO (g)	36,20	36,20	36,20
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)		5,80	5,80	5,80
F I N A L	RECIPIENTE Nro.	D-1	D-2	D-3
	PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)	101,7	100	85,2
	PESO SUELO SECO + TARA (g)	84,9	83,6	70,9
	PESO DE LA TARA (g)	15,1	15,1	15,19
	PESO DE AGUA (g)	16,8	16,4	14,3
	PESO DE SUELO SECO (g)	69,8	68,5	55,71
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)		24,07	23,94	25,67
APLICACIONES DE CARGA				
VELOCIDAD DE CARGA (mm/min)		0,50	0,50	0,50
CARGA NORMAL (kg)		6,42	11,42	21,42
ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)		0,20	0,36	0,68
ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm ²)		0,20	0,30	0,51
PESO DE LA SEMI-CAJA SUPERIOR (kg)		0,868	0,868	0,868
PESO DEL PISTON DE CARGA (kg)		0,547	0,547	0,547
DESCRIPCION DE LA MUESTRA				
CARACTERISTICAS			TIPO DE MUESTRA	
DIAMETRO	6,32 cm	AREA	31,36	NATURAL
ALTURA	1,90	VOLUMEN	59,58 cm ³	COMPACTADA(DENS. NAT.)
				x



COHESION (c)	ANGULO DE FRICCION (φ)
Kg/cm ²	GRADOS
0,06	33,37

Bach. E. Tarqui Montalico
Laboratorio de Suelos

Ing. Germán Fuentes Zegarra
Lab. de Mec. De Suelos
C.I.P. 64905

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

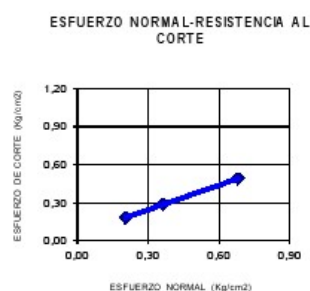
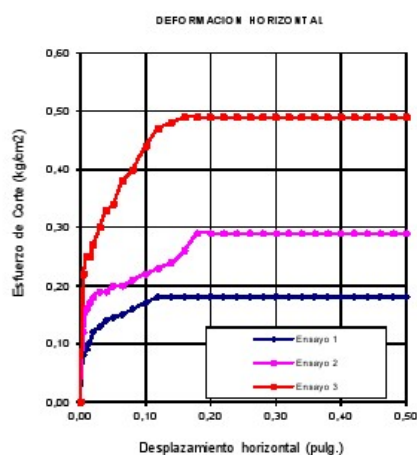
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE MAZOCRUZ - ILAVE - PUNO"
UBICACIÓN : CENTRO SALUD MAZOCRUZ
CALICATA : C-5
ESTADO : REMOLDEADO
MUESTREADO : 2010 01 12
PROFUND. : 1 m
FECHA : 2010 03 18
MUESTRA : M-2
REALIZADO : Bach. Edwin Tarqui Montalico

CORTE DIRECTO RESIDUAL

ASTM D-3080

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ESPECIMEN N°		1	2	3
I	RECIPIENTE Nro.	R-1	R-2	R-3
N	PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)	63,10	92,60	92,60
I	PESO SUELO SECO + TARA (g)	89,10	89,10	89,10
C	PESO DE LA TARA (g)	14,90	14,90	14,90
I	PESO DE AGUA (g)	3,50	3,50	3,50
A	PESO DE SUELO SECO (g)	74,20	74,20	74,20
L	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	4,72	4,72	4,72
F	RECIPIENTE Nro.	D-1	D-2	D-3
I	PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)	109,5	106,8	106
N	PESO SUELO SECO + TARA (g)	91,6	89,4	88,8
A	PESO DE LA TARA (g)	15,1	15,1	15,19
L	PESO DE AGUA (g)	17,9	17,4	17,2
	PESO DE SUELO SECO (g)	76,5	74,3	73,61
	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	23,40	23,42	23,37
APLICACIONES DE CARGA				
VELOCIDAD DE CARGA (mm/min)		0,50	0,50	0,50
CARGA NORMAL (kg)		6,42	11,42	21,42
ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)		0,20	0,36	0,68
ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm ²)		0,18	0,29	0,49
PESO DE LA SEMI-CAJA SUPERIOR (kg)		0,868	0,868	0,868
PESO DEL PISTON DE CARGA (kg)		0,547	0,547	0,547
DESCRIPCION DE LA MUESTRA				
CARACTERISTICAS			TIPO DE MUESTRA	
DIAMETRO	6,32 cm	AREA	31,36	NATURAL
ALTURA	1,90	VOLUMEN	59,58 cm ³	COMPACTADA(DENS. NAT.)
				x



COHESION (c)	ANGULO DE FRICCION (φ)
Kg/cm ²	GRADOS
0,0	33,35

Bach. E. Tarqui Montalico
Laboratorio de Suelos

Ing. Germán Fuentes Zegarra
Lab. de Mec. De Suelos
C.I.P. 64905

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

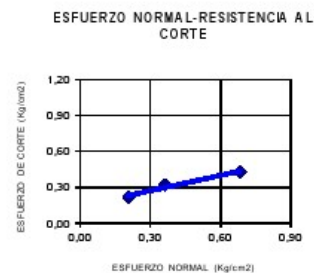
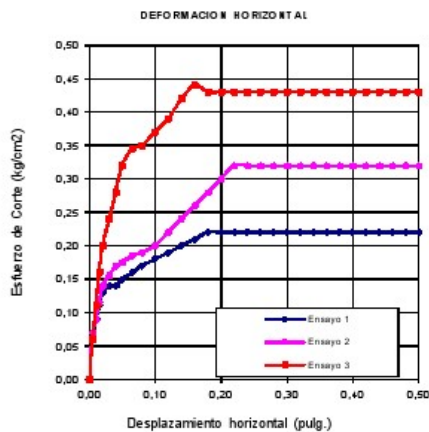
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE MAZOCRUZ - ILAVE - PUNO"
UBICACIÓN : ESTADIO MAZOCRUZ
CALICATA : C-7 **PROFUND.:** 1 m **MUESTRA :** M-3
ESTADO : REMOLDEADO **FECHA :** 2010 03 18
MUESTREO : 2010 01 12 **REALIZADO :** Bach. Edwin Tarqui Montalico

CORTE DIRECTO RESIDUAL

ASTM D-3080

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ESPECIMEN N°		1	2	3
I	RECIPIENTE Nro.	R-1	R-2	R-3
N	PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)	48,70	48,70	48,70
I	PESO SUELO SECO + TARA (g)	43,90	43,90	43,90
C	PESO DE LA TARA (g)	15,00	15,10	15,17
I	PESO DE AGUA (g)	4,80	4,80	4,80
A	PESO DE SUELO SECO (g)	28,90	28,80	28,73
L	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	16,61	16,67	16,71
F	RECIPIENTE Nro.	D-1	D-2	D-3
I	PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)	92,2	87	82,1
N	PESO SUELO SECO + TARA (g)	71,7	69,9	65,4
A	PESO DE LA TARA (g)	15,11	15,1	15,19
L	PESO DE AGUA (g)	20,5	17,1	16,7
L	PESO DE SUELO SECO (g)	56,59	54,8	50,21
L	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	36,23	31,20	33,26
APLICACIONES DE CARGA				
VELOCIDAD DE CARGA (mm/min)		0,50	0,50	0,50
CARGA NORMAL (kg)		6,42	11,42	21,42
ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)		0,20	0,36	0,68
ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm ²)		0,22	0,32	0,44
PESO DE LA SEMI-CAJA SUPERIOR (kg)		0,868	0,868	0,868
PESO DEL PISTON DE CARGA (kg)		0,547	0,547	0,547
DESCRIPCION DE LA MUESTRA				
CARACTERISTICAS			TIPO DE MUESTRA	
DIAMETRO	6,32 cm	AREA	31,36	NATURAL
ALTURA	1,90	VOLUMEN	59,58 cm ³	COMPACTADA(DENS. NAT.)
				x



COHESION (c)	ANGULO DE FRICCION (φ)
Kg/cm ²	GRADOS
0,14	26,36

Bach. E. Tarqui Montalico
Laboratorio de Suelos

Ing. Germán Fuentes Zegarra
Lab. de Mec. De Suelos
C.I.P. 64905

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"

UBICACIÓN : JR. SANTA CRUZ TRAS IEP

CALICATA : C-9

ESTADO : REMOLDEADO

MUESTREO : 2010 01 12

PROFUND. : 1 m

FECHA : 2010 03 18

REALIZADO : Bach. Edwin Tarqui Montalico

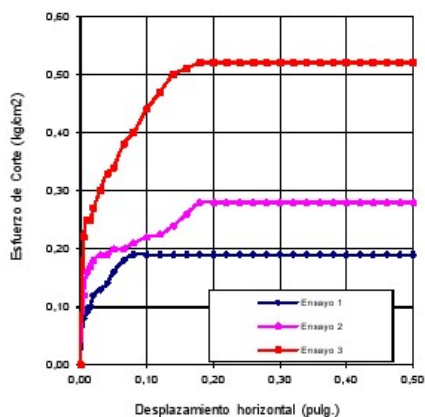
MUESTRA : M-3

CORTE DIRECTO RESIDUAL

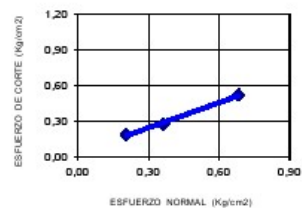
ASTM D-3080

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ESPECIMEN N°		1	2	3
I	RECIPIENTE Nro.	R-1	R-2	R-3
N	PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)	63,10	92,60	92,60
I	PESO SUELO SECO + TARA (g)	89,10	89,10	89,10
C	PESO DE LA TARA (g)	14,90	14,90	14,90
I	PESO DE AGUA (g)	3,50	3,50	3,50
A	PESO DE SUELO SECO (g)	74,20	74,20	74,20
L	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	4,72	4,72	4,72
RECIPIENTE Nro.		D-1	D-2	D-3
F	PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)	109,5	106,8	106
I	PESO SUELO SECO + TARA (g)	91,6	89,4	88,8
N	PESO DE LA TARA (g)	15,1	15,1	15,19
A	PESO DE AGUA (g)	17,9	17,4	17,2
L	PESO DE SUELO SECO (g)	76,5	74,3	73,61
	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	23,40	23,42	23,37
APLICACIONES DE CARGA				
VELOCIDAD DE CARGA (mm/min)		0,50	0,50	0,50
CARGA NORMAL (kg)		6,42	11,42	21,42
ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)		0,20	0,36	0,68
ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm ²)		0,19	0,28	0,52
PESO DE LA SEMI-CAJA SUPERIOR (kg)		0,868	0,868	0,868
PESO DEL PISTON DE CARGA (kg)		0,547	0,547	0,547
DESCRIPCION DE LA MUESTRA				
CARACTERISTICAS			TIPO DE MUESTRA	
DIAMETRO	6,32 cm	AREA	31,36	NATURAL
ALTURA	1,90	VOLUMEN	59,58 cm ³	COMPACTADA(DENS. NAT.)
				x

DEFORMACION HORIZONTAL



ESFUERZO NORMAL-RESISTENCIA AL CORTE



COHESION (c)	ANGULO DE FRICCION (φ)
Kg/cm ²	GRADOS
0,0	33,21

Bach. E. Tarqui Montalico
Laboratorio de Suelos

Ing. Germán Fuentes Zegarra
Lab. de Mec. De Suelos
C.I.P. 64905

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

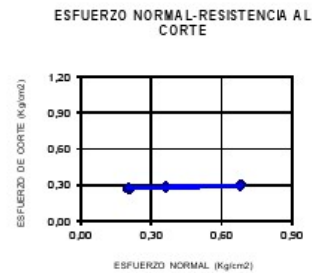
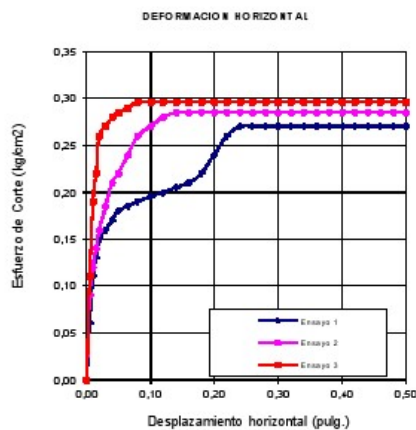
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE MAZOCRUZ - ILAVE - PUNO"
UBICACIÓN : FRENTE AL GRIFO SANTA CRUZ B. ESPERANZA
CALICATA : C-13 **PROFUND.:** 0,75 m **MUESTRA :** M-2
ESTADO : REMOLDEADO **FECHA :** 2010 03 18
MUESTREO : 2010 01 12 **REALIZADO :** Bach. Edwin Tarqui Montalico

CORTE DIRECTO RESIDUAL

ASTM D-3080

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ESPECIMEN N°		1	2	3
I	RECIPIENTE Nro.	R-1	R-2	R-3
N	PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)	62,20	62,20	62,20
I	PESO SUELO SECO + TARA (g)	45,80	45,80	45,80
C	PESO DE LA TARA (g)	14,90	14,90	14,90
I	PESO DE AGUA (g)	16,40	16,40	16,40
A	PESO DE SUELO SECO (g)	30,90	30,90	30,90
L	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	53,07	53,07	53,07
RECIPIENTE Nro.		D-1	D-2	D-3
F	PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)	97,4	95	99,5
I	PESO SUELO SECO + TARA (g)	66,5	65,3	67,8
N	PESO DE LA TARA (g)	15,1	15,1	15,19
A	PESO DE AGUA (g)	30,9	29,7	31,7
L	PESO DE SUELO SECO (g)	51,4	50,2	52,61
	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	60,12	59,16	60,25
APLICACIONES DE CARGA				
VELOCIDAD DE CARGA (mm/min)		0,50	0,50	0,50
CARGA NORMAL (kg)		6,42	11,42	21,42
ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)		0,20	0,36	0,68
ESFUERZO TANGENCIAL (kg/cm ²)		0,27	0,29	0,30
PESO DE LA SEMI-CAJA SUPERIOR (kg)		0,868	0,868	0,868
PESO DEL PISTON DE CARGA (kg)		0,547	0,547	0,547
DESCRIPCION DE LA MUESTRA				
CARACTERISTICAS				TIPO DE MUESTRA
DIAMETRO	6,32 cm	AREA	31,36	NATURAL
ALTURA	1,90	VOLUMEN	59,58 cm ³	COMPACTADA(DENS. NAT.)
				x



COHESION (c)	ANGULO DE FRICCIÓN (φ)
Kg/cm ²	GRADOS
0,26	3,68

Bach. E. Tarqui Montalico
 Laboratorio de Suelos

Ing. Germán Fuentes Zegarra
 Lab. de Mec. De Suelos
 C.I.P. 64905

REGISTRO DE PERFILES DE CALICATAS

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA
REGISTRO DE CALICATA C-1

ESTUDIO: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA MAZOCRUZ

FECHA: ENERO 2010

UBICACIÓN: INTERSECCIÓN CARRETERA BINACIONAL Y MAZOCRUZ-ILAVE

INTERPRETACIÓN: BACH. E. TARQUI MONTALICO

	PROPIEDADES DEL SUELO				CARACTERIZACIÓN		RESISTENCIA				
	SIMBOLOGIA	NATURALEZA DEL TERRENO	NIVEL FRETEO	S.U.C.S.	MASA ESPECÍFICA (g/cm ³)		COHESIÓN (KPa)			ÁNGULO FRICCIÓN INTERNO (°)	
				MUESTRA	W	L	CU	CU		CU	CU
00.00	[Symbol]	Arena limosa de color marron, con raidez, en estado suelto. Presencia de gravillas aisladas		SM							OBSERVACIONES TIPO DE EXCAVACIÓN: MANUAL PROF. EXCAVACIÓN: 1,80 m
00.25	[Symbol]	[Symbol]									
00.50	[Symbol]	[Symbol]									
00.75	[Symbol]	[Symbol]		SP							
01.00	[Symbol]	[Symbol]									
01.25	[Symbol]	[Symbol]									
01.50	[Symbol]	[Symbol]									
01.80	[Symbol]	[Symbol]	1.8								
02.00	[Symbol]	[Symbol]									
02.80	[Symbol]	[Symbol]									

ESCALA: V=1:13, H=S/E

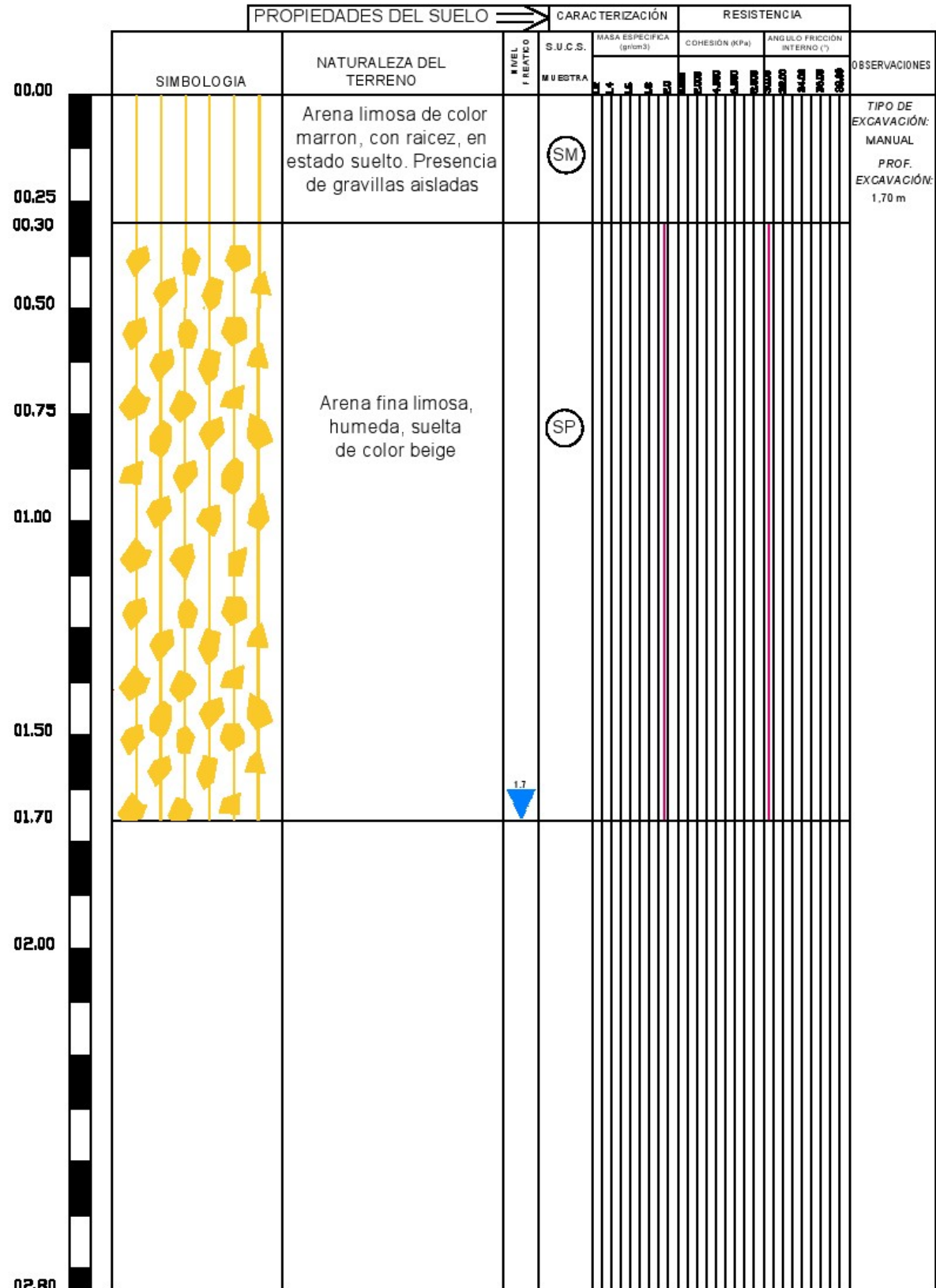
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA
REGISTRO DE CALICATA C-2

ESTUDIO: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA HAZDROUZ

FECHA: ENERO 2010

UBICACIÓN: MERCADO MUNICIPAL

INTERPRETACIÓN: BACH. E. TARQUI MONTALICO



ESCALA: V=1/13, H=S/E




UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA
REGISTRO DE CALICATA C-3

ESTUDIO: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA MAZOCRUZ

FECHA: ENERO 2010

UBICACIÓN: JARDIN 3 MAYO

INTERPRETACIÓN BACH. E. TARGUI MONTALICO

	PROPIEDADES DEL SUELO			CARACTERIZACIÓN		RESISTENCIA				
	SIMBOLOGIA	NATURALEZA DEL TERRENO	NIVEL FREÁTICO	S.U.C.S.	MASA ESPECÍFICA (g/cm ³)	COHESIÓN (KPa)		ÁNGULO FRICCIÓN INTERNO (°)		
				MUESTRA	γ _s	c _u	c _v	φ _{cu}	φ _v	
00.00		Arena limosa de color marron, con raicez, en estado suelto. Presencia de gravillas aisladas		(SM)						TIPO DE EXCAVACIÓN: MANUAL
00.25										PROF. EXCAVACIÓN: 2.00 m
00.40										
00.50										
00.75		Arena media, humeda, suelta. con poca presencia de gravillas aisladas		(SW)						
01.00										
01.25										
01.50										
02.00										
02.80										

ESCALA: V=1:13, H=S/E

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA
REGISTRO DE CALICATA C-4

ESTUDIO: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA MAZOCRUZ

FECHA: ENERO 2010

UBICACIÓN: TRAS PANADERIA ZAPANA BARRIO ALIANZA

INTERPRETACIÓN: BACH. E. TARQUI MONTALICO

	PROPIEDADES DEL SUELO			CARACTERIZACIÓN				RESISTENCIA									
	SIMBOLOGIA	NATURALEZA DEL TERRENO	NIVEL F. REATEO	S.U.C.S.	MASA ESPECIFICA (g/cm ³)				COHESIÓN (KPa)				ÁNGULO FRICCIÓN INTERNO (°)				
				MUESTRA	1	2	3	4	1	2	3		4	1	2	3	4
00.00		Arena limosa de color marron, con raicez, en estado suelto. Presencia de gravillas aisladas	SM														TIPO DE EXCAVACIÓN: MANUAL
00.25																	PROF. EXCAVACIÓN: 2.00 m
00.40																	
00.50																	
00.70																	
01.00		Arena media, seca, suelta. Con bastante presencia de gravilla	SW														
01.25																	
01.50																	
02.00																	
02.80																	

ESCALA: V=1:13, H=S/E

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA
REGISTRO DE CALICATA C-5

ESTUDIO: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA MAZOCRUZ

FECHA: ENERO 2010

UBICACIÓN: CENTRO SALUD

INTERPRETACIÓN: BACH. E. TARQUI MONTALICQ

Cota (m)	PROPIEDADES DEL SUELO			CARACTERIZACIÓN		RESISTENCIA				OBSERVACIONES										
	SIMBOLOGIA	NATURALEZA DEL TERRENO	NIVEL FREÁTICO	S.U.C.S. MUESTRA	MASA ESPECÍFICA (g/cm ³)				COHESIÓN (kPa)				ÁNGULO FRICCIÓN INTERNO (°)							
					1	2	3	4	1		2	3	4	1	2	3	4			
00.00		Arena limosa de color marron, con raicez, en estado suelto. Presencia de gravillas aisladas		(SM)																TIPO DE EXCAVACIÓN: MANUAL PROF. EXCAVACIÓN: 2,50 m
00.30		Arena media, humeda, suelta. Con bastante presencia de gravilla		(SW)																
00.50		Arena media, humeda, suelta. Con bastante presencia de gravilla		(SW)																
00.75		Arena media, humeda, suelta. Con bastante presencia de gravilla		(SW)																
01.00		Arena media, humeda, suelta. Con bastante presencia de gravilla		(SW)																
01.25		Arena media, humeda, suelta. Con bastante presencia de gravilla		(SW)																
01.50		Arena media, humeda, suelta. Con bastante presencia de gravilla		(SW)																
01.80		Arena fina, saturado, suelta. con presencia de capas de arcilla		(SC)																
02.00		Arena fina, saturado, suelta. con presencia de capas de arcilla		(SC)																
02.50																				
02.80																				

ESCALA: V=1:13, H=S/E

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA**

REGISTRO DE CALICATA C-7

**ESTUDIO: ZONIFICACION GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES
 SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA MAZOCRUZ**

FECHA: ENERO 2010

UBICACION: ESTADIO MUNICIPAL

INTERPRETACION: BACH. E. TARQUI MONTALICO

Profundidad (m)	PROPIEDADES DEL SUELO			CARACTERIZACIÓN				RESISTENCIA				OBSERVACIONES					
	SIMBOLOGIA	NATURALEZA DEL TERRENO	NIVEL FRETEO	S.U.C.S. MUESTRA	MASA ESPECIFICA (g/cm ³)				COHESIÓN (kPa)				ANGULO FRICIÓN INTERNO (°)				
					W	L	U	P	U	L	U		P	U	L	U	P
00.00	Vertical lines	Arena limosa de color marron, con raicez, en estado suelto. Presencia de gravillas aisladas		SM													
00.25																	
00.40	Vertical lines	Limo arenoso semicompacto, humedo, color beige		ML													
00.50	Vertical lines																
00.75	Vertical lines																
00.90	Vertical lines																
01.00																	
01.25																	
01.50																	
01.90																	
02.00																	
02.40	Triangles	Arena media, humeda, suelta con presencia de gravilla		SW													
02.60			2.70														
02.80																	

ESCALA: V=1:13, H=S/E

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA
 REGISTRO DE CALICATA C-8

ESTUDIO: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA PARA CIMENTACIONES
 SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA MAZOCRUZ

FECHA: ENERO 2010

UBICACIÓN: AV. EL NIÑO A 20 DE LOCAL BARRIO ALIANZA

INTERPRETACIÓN: BACH. E. TARQUI MONTALICÓ

Profundidad (m)	PROPIEDADES DEL SUELO			CARACTERIZACIÓN					RESISTENCIA					OBSERVACIONES						
	SIMBOLOGIA	NATURALEZA DEL TERRENO	NIVEL FREÁTICO	S.U.C.S. MUESTRA	MASA ESPECÍFICA (g/cm ³)					COHESIÓN (kPa)					ÁNGULO FRICCIÓN INTERNO (°)					
					20	40	60	80	100	0.000	0.001	0.002	0.003		0.004	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004
00.00		Arena limosa de color marrón, con raicez, en estado suelto. Presencia de gravillas aisladas		SM																TIPO DE EXCAVACIÓN: MANUAL
00.25																				PROF. EXCAVACIÓN: 2.00 m
00.50																				
00.75																				
01.00		Grava media arenosa, muy suelta, color amarillento. Talud inestable		GW																
01.25																				
01.50																				
02.00																				
02.80			2.2																	

ESCALA: V=1:13, H=S/E

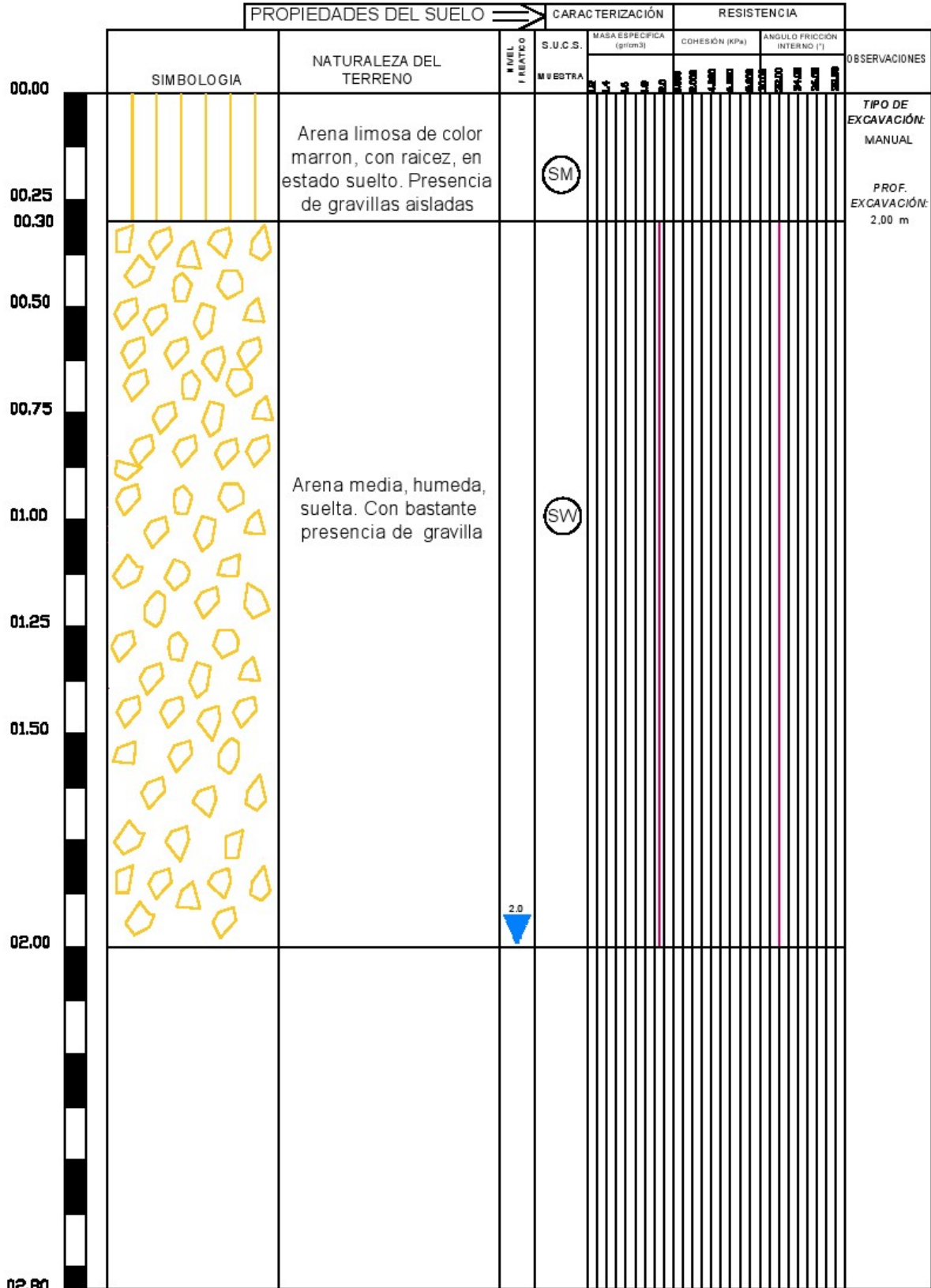
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA
REGISTRO DE CALICATA C-9

ESTUDIO: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA MAZOCRUZ

FECHA: ENERO 2010

UBICACIÓN: JR. SANTA CRUZ TRAS IEP

INTERPRETACIÓN: BACH. E. TARGUI MONTALICÓ



ESCALA: V=1:13, H=S/E



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA
REGISTRO DE CALICATA C-10

ESTUDIO: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA MAZDCRUZ

FECHA: ENERO 2010

UBICACIÓN: TRAS COLEGIO

INTERPRETACIÓN: BACH. E. TARQUI MONTALICO

	PROPIEDADES DEL SUELO			CARACTERIZACIÓN		RESISTENCIA														
	SIMBOLOGIA	NATURALEZA DEL TERRENO	NIVEL FREATEO	S.U.C.S.	MASA ESPECÍFICA (g/cm ³)	COHESIÓN (KPa)			ÁNGULO FRICCIÓN INTERNO (°)											
				MUESTRA	1	2	3		4	5	6	7	8	9	10					
00.00		Arena limosa de color marron, con raidez, en estado suelto. Presencia de gravillas aisladas	(SM)																	
00.25		Grava media, seca, suelta. Con bastante presencia de arena	(GW)																	
00.40																				
00.50																				
00.75																				
01.00																				
01.25																				
01.50																				
02.00																				
02.50																				
02.80																				

ESCALA: V=1:13, H=S/E

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA

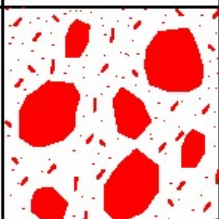

REGISTRO DE CALICATA C-12

ESTUDIO: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA PARA CIMENTACIONES
 SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA MAZOCRUZ

FECHA: ENERO 2010

UBICACIÓN: TRAS EL LOCAL DE BARRIO JOSE ANTONIO

INTERPRETACIÓN: BACH. E. TARGUI MONTALICO

Cota (m)	PROPIEDADES DEL SUELO			CARACTERIZACIÓN		RESISTENCIA				OBSERVACIONES	
	SIMBOLOGIA	NATURALEZA DEL TERRENO	NIVEL FREATEO	S.U.C.S.	MASA ESPECIFICA (g/cm ³)	COHESIÓN (KPa)		ÁNGULO FRICCIÓN INTERNO (°)			
						MC	UC	φ	ψ		
00.00		Grava arenosa compacto		GP							TIPO DE EXCAVACIÓN: MANUAL PROF. EXCAVACIÓN: 0,50 m
00.25											
00.40		Material compacto, conformado por limolitas y areniscas									
00.50											
00.75	Continua										
01.00											
01.25											
01.50											
02.00											
02.80											

ESCALA: V=1/3, H=S/E

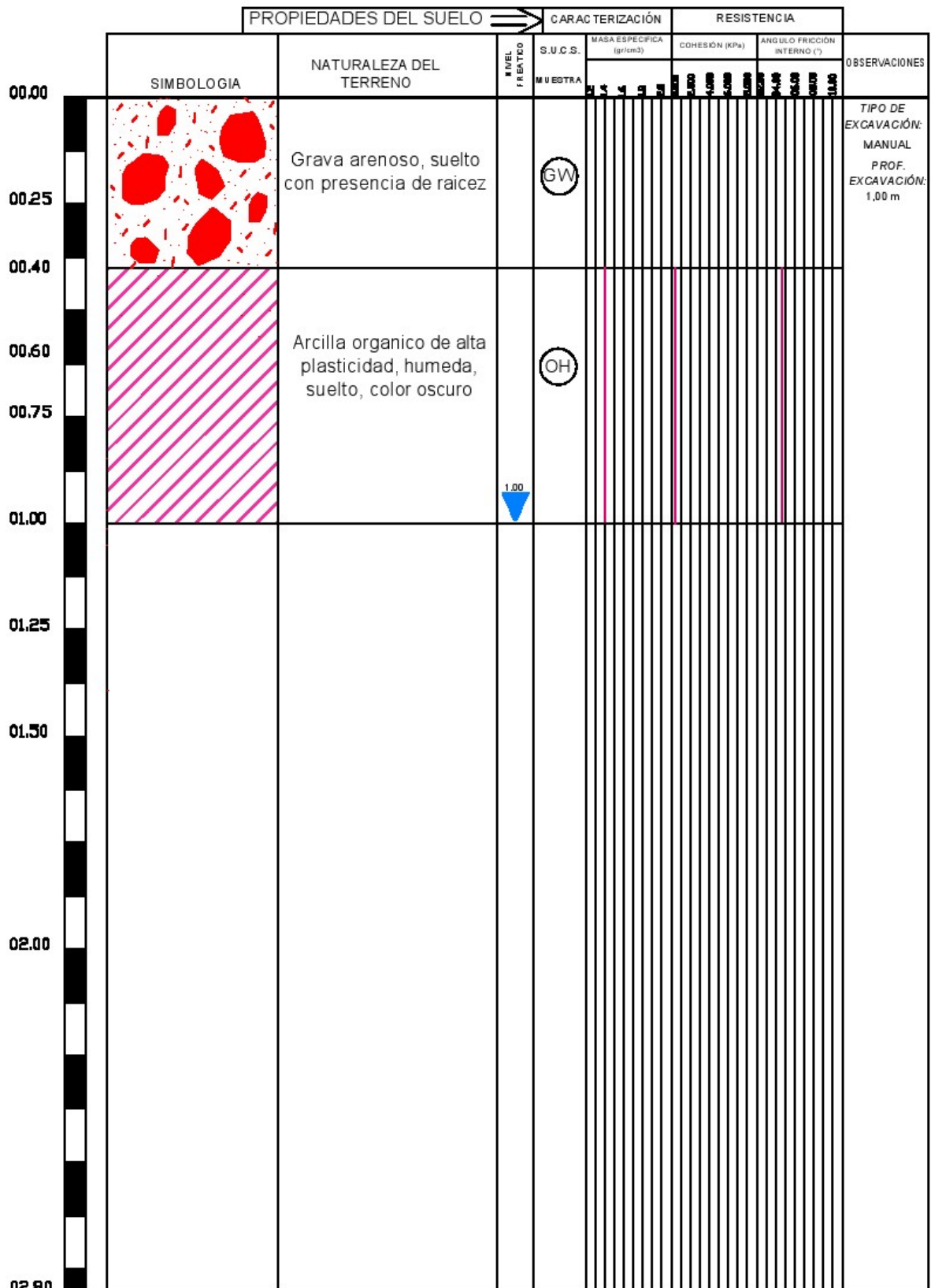
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 ESCUELA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA
 REGISTRO DE CALICATA C-13

ESTUDIO: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA PARA CIMENTACIONES
 SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA MAZDCRUZ

FECHA: ENERO 2010

UBICACIÓN: FRENTE AL GRIFO SANTA CRUZ

INTERPRETACIÓN: BACH. E. TARQUI MONTALICID



ESCALA: V=1:13, H=S/E

CORRELACIÓN GEOTÉCNICA DPL (DINAMIC PROBING)

Ensayo Dynamic Probing Light
DPL-2

Proyecto: "Zonificación Geotécnica para Cimentaciones Superficiales en la Zona Urbana del Pueblo de Mazocruz"

Ubicación: Tras el Mercado Municipal

Equipo utilizado: DPL (light)

Ensayo realizado el: 2010-02-16

Profundidad ensayo: 4,0 m

Nivel freático: 1,7 m

Realizado por: Bach. Edwin Tarqui Montalico

REGISTRO DE DPL

Profundidad (m)	N° de golpes	Cálculo coef. reducción sonda Chi	Res. dinámica reducida (kg/cm²)	Res. dinámica (kg/cm²)	Pres. admisible con reducción Herminier - Olandesi (kg/cm²)	Pres. admisible Herminier - Olandesi (kg/cm²)
0,10	2	0,857	5,46	6,37	0,27	0,32
0,20	2	0,855	5,44	6,37	0,27	0,32
0,30	2	0,853	5,43	6,37	0,27	0,32
0,40	3	0,851	8,13	9,55	0,41	0,48
0,50	5	0,849	13,52	15,92	0,68	0,80
0,60	7	0,847	18,88	22,29	0,94	1,11
0,70	7	0,845	18,84	22,29	0,94	1,11
0,80	8	0,843	21,49	25,48	1,07	1,27
0,90	8	0,842	21,44	25,48	1,07	1,27
1,00	9	0,840	24,07	28,66	1,20	1,43
1,10	10	0,838	23,15	27,62	1,16	1,38
1,20	10	0,836	23,10	27,62	1,16	1,38
1,30	8	0,835	18,44	22,10	0,92	1,10
1,40	8	0,833	18,41	22,10	0,92	1,10
1,50	9	0,831	20,67	24,86	1,03	1,24
1,60	10	0,830	22,92	27,62	1,15	1,38
1,70	8	0,828	18,30	22,10	0,91	1,10
1,80	8	0,826	18,26	22,10	0,91	1,10
1,90	9	0,825	20,50	24,86	1,03	1,24
2,00	9	0,823	20,47	24,86	1,02	1,24
2,10	9	0,822	18,04	21,95	0,90	1,10
2,20	8	0,820	16,00	19,51	0,80	0,98
2,30	9	0,819	17,97	21,95	0,90	1,10
2,40	10	0,817	19,93	24,39	1,00	1,22
2,50	10	0,816	19,89	24,39	0,99	1,22
2,60	10	0,814	19,86	24,39	0,99	1,22
2,70	10	0,813	19,82	24,39	0,99	1,22
2,80	9	0,811	17,81	21,95	0,89	1,10
2,90	9	0,810	17,78	21,95	0,89	1,10
3,00	8	0,809	15,78	19,51	0,79	0,98
3,10	9	0,807	15,86	19,65	0,79	0,98
3,20	10	0,806	17,60	21,83	0,88	1,09
3,30	10	0,805	17,57	21,83	0,88	1,09
3,40	9	0,803	15,79	19,65	0,79	0,98
3,50	9	0,802	15,76	19,65	0,79	0,98
3,60	10	0,801	17,49	21,83	0,87	1,09
3,70	10	0,800	17,46	21,83	0,87	1,09
3,80	8	0,798	13,95	17,47	0,70	0,87
3,90	9	0,797	15,67	19,65	0,78	0,98
4,00	9	0,796	15,64	19,65	0,78	0,98

Ensayo Dynamic Probing Light
DPL-2

Proyecto: "Zonificación Geotécnica para Cimentaciones Superficiales en la Zona Urbana del Pueblo de Mazocruz"
Ubicación: Tras el Mercado Municipal
Equipo utilizado: DPL (light)
Ensayo realizado el: 2010-02-16
Profundidad ensayo: 4,0 m
Nivel freático: 1,7 m
Realizado por: Bach. Edwin Tarqui Montalico

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

SUELOS SIN COHESIÓN

Densidad relativa (%)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Skempton 1986
[1] - Arena limosa	1,52	0,30	6,47	30,5	10,95
[2] - Arena fina, húmeda	6,61	4,00	26,58	54,18	25

Ángulo de rozamiento interno

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	De Mello
[1] - Arena limosa	1,52	0,30	1,52	27,43	20,51
[2] - Arena fina, húmeda	6,61	4,00	6,61	28,89	25,05

Módulo de Young (kg/cm²)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Schmertmann (1978)	Bowles 1982
[1] - Arena limosa	1,52	0,30	1,52	12,16	10,32
[2] - Arena fina, húmeda	6,61	4,00	6,61	52,88	39,64

Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Correlación	Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)
[1] - Arena limosa	1,52	0,30	1,52	A.G.I. 1977	SUELTO
[2] - Arena fina, húmeda	6,61	4,00	6,61	A.G.I. 1977	POCO DENSO

Peso específico

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Correlación	Peso específico (t/m ³)
[1] - Arena limosa	1,52	0,30	1,52	Meyerhof	1,38
[2] - Arena fina, húmeda	6,61	4,00	6,61	Meyerhof	1,61

Peso específico saturado

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Correlación	Peso específico saturado (t/m ³)
[1] - Arena limosa	1,52	0,30	1,52	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
[2] - Arena fina, húmeda	6,61	4,00	6,61	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90

Registro de Ensayo Dynamic Probing Light
DPL-5

Proyecto: "Zonificación Geotécnica para Cimentaciones Superficiales en la Zona Urbana del Pueblo de Mazocruz"

Ubicación: Centro Salud Mazocruz

Equipo utilizado: DPL (light)

Ensayo realizado el: 2010-02-16

Profundidad ensayo: 4,0 m

Nivel freático: 2,2 m

Realizado por: Bach. Edwin Tarqui Montalico

REGISTRO DE DPL

Profundidad (m)	Nº de golpes	Cálculo coef. reducción sonda Chi	Res. dinámica reducida (kg/cm ²)	Res. dinámica (kg/cm ²)	Pres. admisible con reducción Herminier - Olandesi (kg/cm ²)	Pres. admisible Herminier - Olandesi (kg/cm ²)
0,10	4	0,857	10,91	12,74	0,55	0,64
0,20	3	0,855	8,17	9,55	0,41	0,48
0,30	4	0,853	10,86	12,74	0,54	0,64
0,40	9	0,851	24,39	28,66	1,22	1,43
0,50	10	0,849	27,03	31,85	1,35	1,59
0,60	10	0,847	26,97	31,85	1,35	1,59
0,70	10	0,845	26,92	31,85	1,35	1,59
0,80	11	0,843	29,54	35,03	1,48	1,75
0,90	11	0,842	29,48	35,03	1,47	1,75
1,00	12	0,840	32,09	38,22	1,60	1,91
1,10	12	0,838	27,78	33,15	1,39	1,66
1,20	11	0,836	25,41	30,39	1,27	1,52
1,30	10	0,835	23,05	27,62	1,15	1,38
1,40	12	0,833	27,61	33,15	1,38	1,66
1,50	10	0,831	22,96	27,62	1,15	1,38
1,60	11	0,830	25,21	30,39	1,26	1,52
1,70	12	0,828	27,45	33,15	1,37	1,66
1,80	11	0,826	25,11	30,39	1,26	1,52
1,90	8	0,825	18,23	22,10	0,91	1,10
2,00	9	0,823	20,47	24,86	1,02	1,24
2,10	9	0,822	18,04	21,95	0,90	1,10
2,20	7	0,820	14,00	17,07	0,70	0,85
2,30	8	0,819	15,97	19,51	0,80	0,98
2,40	8	0,817	15,94	19,51	0,80	0,98
2,50	8	0,816	15,92	19,51	0,80	0,98
2,60	7	0,814	13,90	17,07	0,70	0,85
2,70	8	0,813	15,86	19,51	0,79	0,98
2,80	9	0,811	17,81	21,95	0,89	1,10
2,90	9	0,810	17,78	21,95	0,89	1,10
3,00	7	0,809	13,81	17,07	0,69	0,85
3,10	7	0,807	12,34	15,28	0,62	0,76
3,20	8	0,806	14,08	17,47	0,70	0,87
3,30	7	0,805	12,30	15,28	0,61	0,76
3,40	8	0,803	14,03	17,47	0,70	0,87
3,50	8	0,802	14,01	17,47	0,70	0,87
3,60	8	0,801	13,99	17,47	0,70	0,87
3,70	9	0,800	15,71	19,65	0,79	0,98
3,80	9	0,798	15,69	19,65	0,78	0,98
3,90	8	0,797	13,93	17,47	0,70	0,87
4,00	8	0,796	13,90	17,47	0,70	0,87

**Registro de Ensayo Dynamic Probing Light
DPL-5**

Proyecto: "Zonificación Geotécnica para Cimentaciones Superficiales en la Zona Urbana del Pueblo de Mazocruz"
Ubicación: Centro Salud Mazocruz
Equipo utilizado: DPL (light)
Ensayo realizado el: 2010-02-16
Profundidad ensayo: 4,0 m
Nivel freático: 2,2 m
Realizado por: Bach. Edwin Tarqui Montalico

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

SUELOS SIN COHESIÓN

Densidad relativa (%)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Skempton 1986
[1] - Arena limosa seca	2,79	0,30	16,05	41,29	14,7
[2] - Arena media, suelto, húmedo, con presencia de gravilla	8,01	1,80	33,28	64,57	28,9
[3] - Arena fina saturado	6,12	4,00	23,07	49,1	23,76

Ángulo de resistencia al corte

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	De Mello
[1] - Arena limosa seca	2,79	0,30	2,79	27,8	22,81
[2] - Arena media, suelto, húmedo, con presencia de gravilla	8,01	1,80	8,21	29,35	26,34
[3] - Arena fina saturado	6,12	4,00	6,12	28,75	24,27

Módulo de Young (kg/cm²)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Schmertmann (1978)	Bowles 1982
[1] - Arena limosa seca	2,79	0,30	2,79	22,32	18,97
[2] - Arena media, suelto, húmedo, con presencia de gravilla	8,01	1,80	8,21	65,68	49,17
[3] - Arena fina saturado	6,12	4,00	6,12	48,96	36,72

Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Correlación	Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)
[1] - Arena limosa seca	2,79	0,30	2,79	A.G.I. 1977	SUELTO
[2] - Arena media, suelto, húmedo, con presencia de gravilla	8,01	1,80	8,21	A.G.I. 1977	POCO DENSO
[3] - Arena fina saturado	6,12	4,00	6,12	A.G.I. 1977	POCO DENSO

Peso específico

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Correlación	Peso específico (t/m ³)
[1] - Arena limosa seca	2,79	0,30	2,79	Meyerhof	1,44
[2] - Arena media, suelto, húmedo, con presencia de gravilla	8,01	1,80	8,21	Meyerhof	1,67
[3] - Arena fina saturado	6,12	4,00	6,12	Meyerhof	1,59

Peso específico saturado

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Correlación	Peso específico saturado (t/m ³)
[1] - Arena limosa seca	2,79	0,30	2,79	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
[2] - Arena media, suelto, húmedo, con presencia de gravilla	8,01	1,80	8,21	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
[3] - Arena fina saturado	6,12	4,00	6,12	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89

Registro de Ensayo Dynamic Probing Light
DPL-7

Proyecto: "Zonificación Geotécnica para Cimentaciones Superficiales en la Zona Urbana del Pueblo de Mazocruz"
Ubicación: Estadio Municipal
Equipo utilizado: DPL (light)
Ensayo realizado el: 2010-02-16
Profundidad ensayo: 3,90 m
Nivel freático: 2,7 m
Realizado por: Bach. Edwin Tarqui Montalico

REGISTRO DE DPL

Profundidad (m)	N° de golpes	Cálculo coef. reducción sonda Chi	Res. dinámica reducida (kg/cm ²)	Res. dinámica (kg/cm ²)	Pres. admisible con reducción Herminier - Olandesi (kg/cm ²)	Pres. admisible Herminier - Olandesi (kg/cm ²)
0,10	2	0,857	5,46	6,37	0,27	0,32
0,20	2	0,855	5,44	6,37	0,27	0,32
0,30	2	0,853	5,43	6,37	0,27	0,32
0,40	2	0,851	5,42	6,37	0,27	0,32
0,50	3	0,849	8,11	9,55	0,41	0,48
0,60	6	0,847	16,18	19,11	0,81	0,96
0,70	7	0,845	18,84	22,29	0,94	1,11
0,80	8	0,843	21,49	25,48	1,05	1,27
0,90	8	0,842	21,44	25,48	1,07	1,27
1,00	8	0,840	21,40	25,48	1,07	1,27
1,10	7	0,838	16,20	19,34	0,81	0,97
1,20	8	0,836	18,48	22,10	0,92	1,10
1,30	7	0,835	16,14	19,34	0,81	0,97
1,40	7	0,833	16,11	19,34	0,81	0,97
1,50	6	0,831	13,78	16,57	0,69	0,83
1,60	7	0,830	16,04	19,34	0,80	0,97
1,70	8	0,828	18,30	22,10	0,91	1,10
1,80	8	0,826	18,26	22,10	0,91	1,10
1,90	8	0,825	18,23	22,10	0,91	1,10
2,00	7	0,823	15,92	19,34	0,80	0,97
2,10	8	0,822	16,03	19,51	0,80	0,98
2,20	8	0,820	16,00	19,51	0,80	0,98
2,30	7	0,819	13,98	17,07	0,70	0,85
2,40	8	0,817	15,94	19,51	0,80	0,98
2,50	6	0,816	11,94	14,63	0,60	0,73
2,60	8	0,814	15,89	19,51	0,79	0,98
2,70	8	0,813	15,86	19,51	0,79	0,98
2,80	9	0,811	17,81	21,95	0,89	1,10
2,90	10	0,810	19,76	24,39	0,99	1,22
3,00	10	0,809	19,72	24,39	0,99	1,22
3,10	9	0,807	15,86	19,65	0,79	0,98
3,20	10	0,806	17,60	21,83	0,88	1,09
3,30	9	0,805	15,81	19,65	0,79	0,98
3,40	9	0,803	15,79	19,65	0,79	0,98
3,50	10	0,802	17,51	21,83	0,88	1,09
3,60	10	0,801	17,49	21,83	0,87	1,09
3,70	9	0,800	15,71	19,65	0,79	0,98
3,80	10	0,798	17,43	21,83	0,87	1,09
3,90	9	0,797	15,67	19,65	0,78	0,98
4,00	10	0,796	17,38	21,83	0,87	1,09

Registro de Ensayo Dynamic Probing Light
DPL-7

Proyecto: "Zonificación Geotécnica para Cimentaciones Superficiales en la Zona Urbana del Pueblo de Mazocruz"
Ubicación: Estadio Municipal
Equipo utilizado: DPL (light)
Ensayo realizado el: 2010-02-16
Profundidad ensayo: 3,90 m
Nivel freático: 2,7 m
Realizado por: Bach. Edwin Tarqui Montalico

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

SUELOS SIN COHESIÓN

Densidad relativa (%)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Skempton 1986
[1] - Arena limosa, húmedo	1,52	0,40	6,36	30,35	10,95
[2] - Limo semicompacto con presencia de arena aislada	5,97	2,40	24,44	51,45	22,08
[3] - Arena media, húmeda	6,93	4,00	24,77	51,31	25,8

Ángulo de resistencia al corte

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Peck-Hanson-T hornbum-Meyerhof 1956	De Mello
[1] - Arena limosa, húmedo	1,52	0,40	1,52	27,43	20,48
[2] - Limo semicompacto con presencia de arena aislada	5,97	2,40	5,47	28,56	24,64
[3] - Arena media, húmeda	6,93	4,00	6,93	28,98	24,59

Módulo de Young (kg/cm²)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Schmertmann (1978)	Bowles 1982
[1] - Arena limosa, húmedo	1,52	0,40	1,52	12,16	10,34
[2] - Limo semicompacto con presencia de arena aislada	5,97	2,40	5,47	43,76	32,27
[3] - Arena media, húmeda	6,93	4,00	6,93	55,44	41,58

Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Correlación	Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)
[1] - Arena limosa, húmedo	1,52	0,40	1,52	A.G.I. 1977	SUELTO
[2] - Limo semicompacto con presencia de arena aislada	5,97	2,40	5,47	A.G.I. 1977	POCO DENSO
[3] - Arena media, húmeda	6,93	4,00	6,93	A.G.I. 1977	POCO DENSO

Peso específico

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Correlación	Peso específico (t/m ³)
[1] - Arena limosa, húmedo	1,52	0,40	1,52	Meyerhof	1,38
[2] - Limo semicompacto con presencia de arena aislada	5,97	2,40	5,47	Meyerhof	1,56
[3] - Arena media, húmeda	6,93	4,00	6,93	Meyerhof	1,62

Peso específico saturado

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Correlación	Peso específico saturado (t/m ³)
[1] - Arena limosa, húmedo	1,52	0,40	1,52	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
[2] - Limo semicompacto con presencia de arena aislada	5,97	2,40	5,47	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
[3] - Arena media, húmeda	6,93	4,00	6,93	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90

Registro de Ensayo Dynamic Probing Light

DPL-8

Proyecto: "Zonificación Geotécnica para Cimentaciones Superficiales en la Zona Urbana del Pueblo de Mazocruz"

Ubicación: Av. El Niño a 20 m Local de Barrio Alianza

Equipo utilizado: DPL (light)

Ensayo realizado el: 2010-02-16

Profundidad ensayo: 2,90 m

Nivel freático: 3,2 m

Realizado por: Bach. Edwin Tarqui Montalico

REGISTRO DE DPL

Profundidad (m)	Nº de golpes	Cálculo coef. reducción sonda Chi	Res. dinámica reducida (kg/cm ²)	Res. dinámica (kg/cm ²)	Pres. admisible con reducción Herminier - Olandesi (kg/cm ²)	Pres. admisible Herminier - Olandesi (kg/cm ²)
0,10	2	0,857	5,46	6,37	0,27	0,32
0,20	2	0,855	5,44	6,37	0,27	0,32
0,30	3	0,853	8,15	9,55	0,41	0,48
0,40	8	0,851	21,68	25,48	1,08	1,27
0,50	9	0,849	24,33	28,66	1,22	1,43
0,60	10	0,847	26,97	31,85	1,35	1,59
0,70	11	0,845	29,61	35,03	1,48	1,75
0,80	12	0,843	32,23	38,22	1,61	1,91
0,90	11	0,842	29,48	35,03	1,47	1,75
1,00	11	0,840	29,42	35,03	1,47	1,75
1,10	11	0,838	25,46	30,39	1,27	1,52
1,20	10	0,836	23,10	27,62	1,16	1,38
1,30	10	0,835	23,05	27,62	1,15	1,38
1,40	10	0,833	23,01	27,62	1,15	1,38
1,50	10	0,831	22,96	27,62	1,15	1,38
1,60	11	0,830	25,21	30,39	1,26	1,52
1,70	11	0,828	25,16	30,39	1,26	1,52
1,80	11	0,826	25,11	30,39	1,26	1,52
1,90	12	0,825	27,34	33,15	1,37	1,66
2,00	11	0,823	25,01	30,39	1,25	1,52
2,10	12	0,822	24,05	29,27	1,20	1,46
2,20	10	0,820	20,00	24,39	1,00	1,22
2,30	11	0,819	21,96	26,83	1,10	1,34
2,40	12	0,817	23,92	29,27	1,20	1,46
2,50	13	0,766	24,28	31,71	1,21	1,59
2,60	16	0,764	29,82	39,02	1,49	1,95
2,70	17	0,763	31,63	41,46	1,58	2,07
2,80	16	0,761	29,71	39,02	1,49	1,95
2,90	18	0,760	33,37	43,90	1,67	2,20

Registro de Ensayo Dynamic Probing Light
DPL-8

Proyecto: "Zonificación Geotécnica para Cimentaciones Superficiales en la Zona Urbana del Pueblo de Mazocruz"
Ubicación: Av. El Niño a 20 m Local de Barrio Alianza
Equipo utilizado: DPL (light)
Ensayo realizado el: 2010-02-16
Profundidad ensayo: 2,90 m
Nivel freático: 3,2 m
Realizado por: Bach. Edwin Tarqui Montalico

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

SUELOS SIN COHESIÓN

Densidad relativa (%)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Skempton 1986
[1] - Arena limosa húmedo	1,52	0,25	6,53	30,57	10,95
[2] - Grava arenosa muy suelta	7,93	2,50	31,5	61,61	28,23
[3] - Gravass	12,73	2,90	38,02	71,3	38,71

Ángulo de resistencia al corte

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Peck-Hanson -Thomburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1965)	De Mello
[1] - Arena limosa húmedo	1,52	0,25	1,52	27,43	30,16	20,52
[2] - Grava arenosa muy suelta	7,93	2,50	7,93	29,27	35,61	26,01
[3] - Gravass	12,73	2,90	12,73	30,64	34,68	27,11

Módulo de Young (kg/cm²)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Schmertmann (1978)	Bowles 1982
[1] - Arena limosa húmedo	1,52	0,25	1,52	12,16	10,3
[2] - Grava arenosa muy suelta	7,93	2,50	7,93	63,44	53,94
[3] - Gravass	12,73	2,90	12,73	101,84	75,10

Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Correlación	Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)
[1] - Arena limosa húmedo	1,52	0,25	1,52	A.G.I. 1977	SUELTO
[2] - Grava arenosa muy suelta	7,93	2,50	7,93	A.G.I. 1977	POCO DENSO
[3] - Gravass	12,73	2,90	12,73	A.G.I. 1977	MODERADAMENTE DENSO

Peso específico

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Correlación	Peso específico (t/m ³)
[1] - Arena limosa húmedo	1,52	0,25	1,52	Meyerhof	1,38
[2] - Grava arenosa muy suelta	7,93	2,50	7,93	Meyerhof	1,66
[3] - Gravass	12,73	2,90	12,73	Meyerhof	1,82

Peso específico saturado

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Correlación	Peso específico saturado (t/m ³)
[1] - Arena limosa húmedo	1,52	0,25	1,52	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
[2] - Grava arenosa muy suelta	7,93	2,50	7,93	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
[3] - Gravass	12,73	2,90	12,73	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93

**Ensayo Dynamic Probing Light
DPL-11**

Proyecto: "Zonificación Geotécnica para Cimentaciones Superficiales en la Zona Urbana del Pueblo de Mazocruz"

Ubicación: Frente a la Gobernación Barrio José Antonio

Equipo utilizado: DPL (light)

Ensayo realizado el: 2010-02-16

Profundidad ensayo: 0,80 m

Nivel freático: -

Realizado por: Bach. Edwin Tarqui Montalico

REGISTRO DE DPL

Profundidad (m)	Nº de golpes	Cálculo coef. reducción sonda Chi	Res. dinámica reducida (Kg/cm ²)	Res. dinámica (Kg/cm ²)	Pres. admisible con reducción Hermier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. admisible Hermier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	3	0,857	8,18	9,55	0,41	0,48
0,20	4	0,855	10,89	12,74	0,54	0,64
0,30	4	0,853	10,86	12,74	0,54	0,64
0,40	25	0,751	59,77	79,62	2,99	3,98
0,50	25	0,749	59,62	79,62	2,98	3,98
0,60	33	0,697	73,25	105,10	3,66	5,25
0,70	32	0,695	70,84	101,91	3,54	5,10
0,80	33	0,693	72,87	105,10	3,64	5,25

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

SUELOS SIN COHESIÓN

Densidad relativa

	NSPT	Prof. Estrato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Skempton 1986
[1] - Grava arenosa	2,79	0,30	16,05	40,42	14,32
[2] - Limolitas y areniscas	22,5	0,80	58,71	69,32	45,81

Ángulo de resistencia al corte

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Peck-Hanson-Thorn burn-Meyerhof 1956	De Mello
[1] - Grava arenosa	2,79	0,30	2,79	27,8	27,88
[2] - Limolitas y areniscas	22,5	0,80	22,5	31,74	45,82

Módulo de Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Grava arenosa	2,79	0,30	2,79	22,32	22,64
[2] - Limolitas y areniscas	22,5	0,80	22,5	132,72	157,95

Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)
[1] - Grava arenosa	2,79	0,30	2,79	AG I	SUELTO
[2] - Limolitas y areniscas	22,5	0,80	22,5	AG I	MODERADAMENTE DENSO

Peso específico

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Peso específico (t/m ³)
[1] - Grava arenosa	2,79	0,30	2,79	Meyerhof ed altri	1,44
[2] - Limolitas y areniscas	22,5	0,80	22,5	Meyerhof ed altri	1,92

Peso específico saturado

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Peso específico saturado (t/m ³)
[1] - Grava arenosa	2,79	0,30	2,79	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
[2] - Limolitas y areniscas	22,5	0,80	22,5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,96

Ensayo Dynamic Probing Light
DPL-13

Proyecto: "Zonificación Geotécnica para Cimentaciones Superficiales en la Zona Urbana del Pueblo de Mazocruz"

Ubicación: Frente al Grifo Santa Cruz B. Esperanza

Equipo utilizado: DPL (light)

Ensayo realizado el: 2010-02-16

Profundidad ensayo: 2,50 m

Nivel freático: 1,0 m

Realizado por: Bach. Edwin Tarqui Montalico

REGISTRO DE DPL

Profundidad (m)	N° de golpes	Cálculo coef. reducción sonda Chi	Res. dinámica reducida (kg/cm ²)	Res. dinámica (kg/cm ²)	Pres. admisible con reducción Herminier - Olandesi (kg/cm ²)	Pres. admisible Herminier - Olandesi (kg/cm ²)
0,10	2	0,857	5,46	6,37	0,27	0,32
0,20	6	0,855	16,33	19,11	0,82	0,96
0,30	7	0,853	19,01	22,29	0,95	1,11
0,40	5	0,851	13,55	15,92	0,68	0,80
0,50	5	0,849	13,52	15,92	0,68	0,80
0,60	5	0,847	13,49	15,92	0,67	0,80
0,70	1	0,845	2,69	3,18	0,13	0,16
0,80	1	0,843	2,69	3,18	0,13	0,16
0,90	1	0,842	2,68	3,18	0,13	0,16
1,00	2	0,840	5,35	6,37	0,27	0,32
1,10	2	0,838	4,63	5,52	0,23	0,28
1,20	3	0,836	6,93	8,29	0,35	0,41
1,30	2	0,835	4,61	5,52	0,23	0,28
1,40	2	0,833	4,60	5,52	0,23	0,28
1,50	2	0,831	4,59	5,52	0,23	0,28
1,60	3	0,830	6,87	8,29	0,34	0,41
1,70	2	0,828	4,57	5,52	0,23	0,28
1,80	3	0,826	6,85	8,29	0,34	0,41
1,90	3	0,825	6,83	8,29	0,34	0,41
2,00	4	0,823	9,10	11,05	0,45	0,55
2,10	20	0,772	37,64	48,78	1,88	2,44
2,20	35	0,670	57,21	85,37	2,86	4,27
2,30	34	0,669	55,45	82,93	2,77	4,15
2,40	34	0,667	55,32	82,93	2,77	4,15
2,50	35	0,666	56,83	85,37	2,84	4,27

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

SUELOS COHESIVOS

Cohesión no drenada (kg/cm²)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Schmertmann 1975	De Beer
[2] - Arcilla orgánico	1,95	2,00	0,19	0,24

Módulo de Young (kg/cm²)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	D'Appolonia
[2] - Arcilla orgánico	1,95	2,00	19,50

Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Clasificación
[2] - Arcilla orgánico	1,95	2,00	A.G.I. (1977)	CONSISTENCIA POBRE

Peso específico

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Peso específico (t/m ³)
[2] - Arcilla orgánico	1,95	2,00	Meyerhof	1,56

Ensayo Dynamic Probing Light
DPL-13

Proyecto: "Zonificación Geotécnica para Cimentaciones Superficiales en la Zona Urbana del Pueblo de Mazocruz"

Ubicación: Frente al Grifo Santa Cruz B. Esperanza

Equipo utilizado: DPL (light)

Ensayo realizado el: 2010-02-16

Profundidad ensayo: 2,50 m

Nivel freático: 1,0 m

Realizado por: Bach. Edwin Tarqui Montalico

Peso específico saturado

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Peso específico saturado (t/m ³)
[2] - Arcilla orgánico	1,95	2,00	Meyerhof	1,85

SUELOS SIN COHESIÓN

Densidad relativa (%)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Skempton 1986
[1] - Grava arenoso	3,8	0,40	21,28	47,92	17,56
[3] - Areniscas y limolitas muy compacto	24,02	2,50	52,94	98,13	56,74

Ángulo de resistencia al corte

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	De Mello
[1] - Grava arenoso	3,8	0,40	3,8	28,09	23,95
[3] - Areniscas y limolitas muy compacto	24,02	2,50	24,02	33,86	29,53

Módulo de Young (kg/cm²)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Schmertmann (1978)	Bowles (1982)
[1] - Grava arenoso	3,8	0,40	3,8	30,40	--
[3] - Areniscas y limolitas muy compacto	24,02	2,50	24,02	192,16	195,10

Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Correlación	Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)
[1] - Grava arenoso	3,8	0,40	3,8	A.G.I. 1977	SUELTO
[3] - Areniscas y limolitas muy compacto	24,02	2,50	24,02	A.G.I. 1977	MODERADAMENTE DENSO

Peso específico

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Correlación	Peso específico (t/m ³)
[1] - Grava arenoso	3,8	0,40	3,8	Meyerhof	1,49
[3] - Areniscas y limolitas muy compacto	24,02	2,50	24,02	Meyerhof	2,06

Peso específico saturado

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Correlación	Peso específico saturado (t/m ³)
[1] - Grava arenoso	3,8	0,40	3,8	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
[3] - Areniscas y limolitas muy compacto	24,02	2,50	24,02	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,47

Ensayo Dynamic Probing Light
DPL-15

Proyecto: "Zonificación Geotécnica para Cimentaciones Superficiales en la Zona Urbana del Pueblo de Mazocruz"
Ubicación: Frente a la Gobernación Barrio José Antonio
Equipo utilizado: DPL (light)
Ensayo realizado el: 2010-02-16
Profundidad ensayo: 0,90 m
Nivel freático: -
Realizado por: Bach. Edwin Tarqui Montalico

REGISTRO DE DPL

Profundidad (m)	Nº de golpes	Cálculo coef. reducción sonda Chi	Res. dinámica reducida (kg/cm ²)	Res. dinámica (kg/cm ²)	Pres. admisible con reducción Herminier - Olandesi (kg/cm ²)	Pres. admisible Herminier - Olandesi (kg/cm ²)
0,10	3	0,857	8,18	9,55	0,41	0,48
0,20	3	0,855	8,17	9,55	0,41	0,48
0,30	3	0,853	8,15	9,55	0,41	0,48
0,40	26	0,751	62,17	82,80	3,11	4,14
0,50	32	0,699	71,22	101,91	3,56	5,10
0,60	33	0,697	73,25	105,10	3,66	5,25
0,70	33	0,695	73,06	105,10	3,65	5,25
0,80	33	0,693	72,87	105,10	3,64	5,25
0,90	33	0,692	72,68	105,10	3,63	5,25

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

SUELOS SIN COHESIÓN

Densidad relativa(%)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Skempton 1986
[1] - Limos	2,28	0,30	12,79	37,43	13,21
[2] - Limolitas y areniscas	20,95	0,90	56,66	100	52,62

Ángulo de resistencia al corte

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	De Mello
[1] - Limos	2,28	0,30	2,28	27,65	22,06
[2] - Limolitas y areniscas	20,95	0,90	20,95	32,49	30,15

Módulo de Young (kg/cm²)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	D'Appollonia 1970	Bowles (1982)	Schmertmann (1978)
[1] - Limos	2,28	0,30	2,28	---	---	18,24
[2] - Limolitas y areniscas	20,95	0,90	20,95	337,12	179,75	167,60

Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Correlación	Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)
[1] - Limos	2,28	0,30	2,28	A.G.I. 1977	SUELTO
[2] - Limolitas y areniscas	20,95	0,90	20,95	A.G.I. 1977	MODERADAMENTE DENSO

Peso específico

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Correlación	Peso específico (t/m ³)
[1] - Limos	2,28	0,30	2,28	Meyerhof	1,41
[2] - Limolitas y areniscas	20,95	0,90	20,95	Meyerhof	2,01

Peso específico saturado

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido debido al Nivel Freático	Correlación	Peso específico saturado (t/m ³)
[1] - Limos	2,28	0,30	2,28	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
[2] - Limolitas y areniscas	20,95	0,90	20,95	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,41

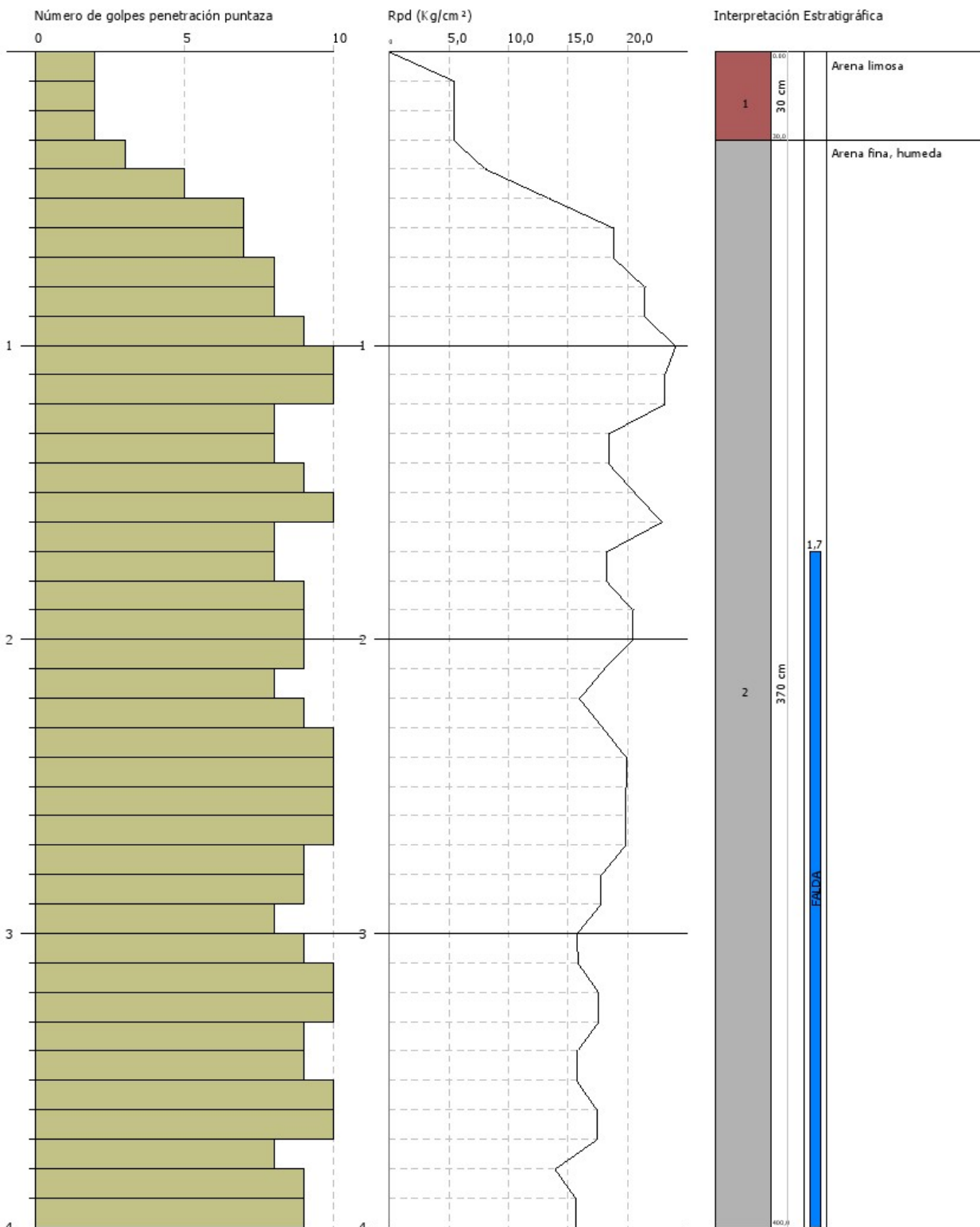
REGISTRO DE PERFILES DPL

ENSAYO PENETROMÉTRICO DINÁMICO DPL-2
Equipo utilizado... DPL (light)

Cliente: Bach. Edwin Tarqui Montalico
Obra: Zonificación Geotécnica para Cimentaciones Superficiales en la Zona Urbana del Pueblo de Mazo Cruz - Puno
Localidad: Mazo Cruz

Fecha: 14/01/2010

Escala 1:19

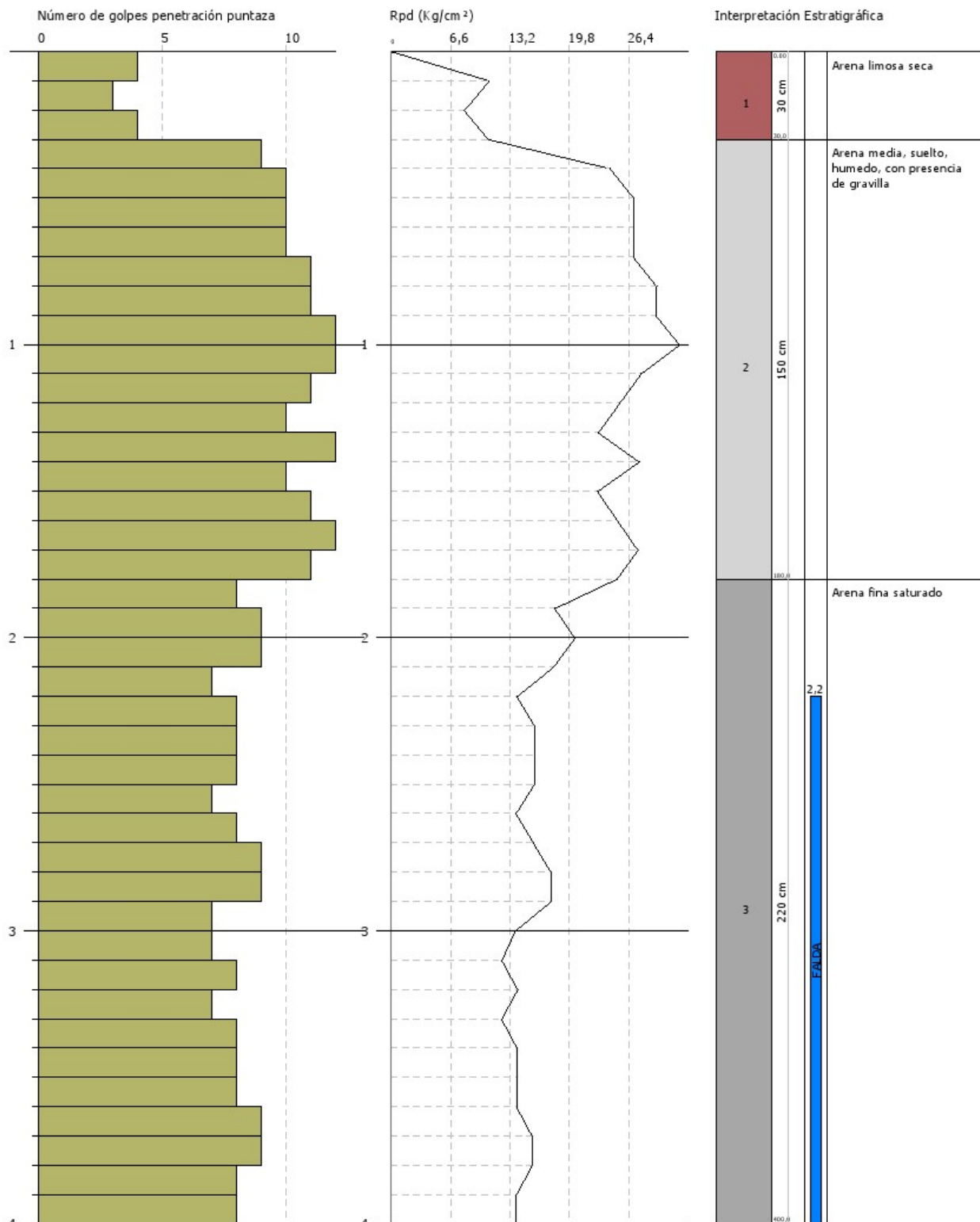


ENSAYO PENETROMÉTRICO DINÁMICO DPL-5
Equipo utilizado... DPL (light)

Cliente: Bach. Edwin Tarqui Montalico
Obra: Zonificación Geotécnica para Cimentaciones Superficiales en la Zona Urbana del Pueblo de Mazo Cruz - Puno
Localidad: Mazo Cruz

Fecha: 14/01/2010

Escala 1:19

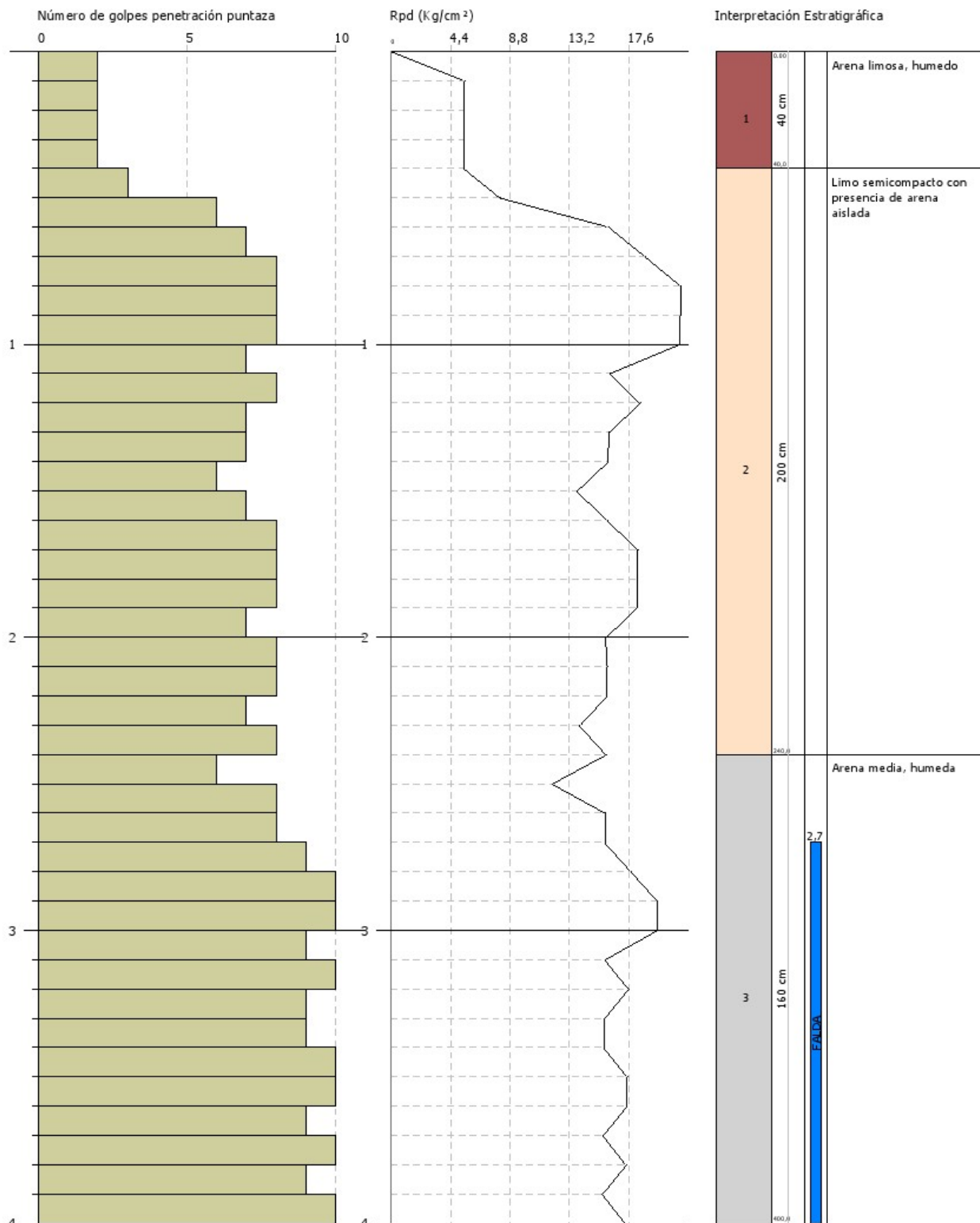


ENSAYO PENETROMÉTRICO DINÁMICO DPL-7
Equipo utilizado... DPL (light)

Cliente: Bach. Edwin Tarqui Montalico
Obra: Zonificación Geotécnica para Cimentaciones Superficiales en la Zona Urbana del Pueblo de Mazo Cruz - Puno
Localidad: Mazo Cruz

Fecha: 14/01/2010

Escala 1:19

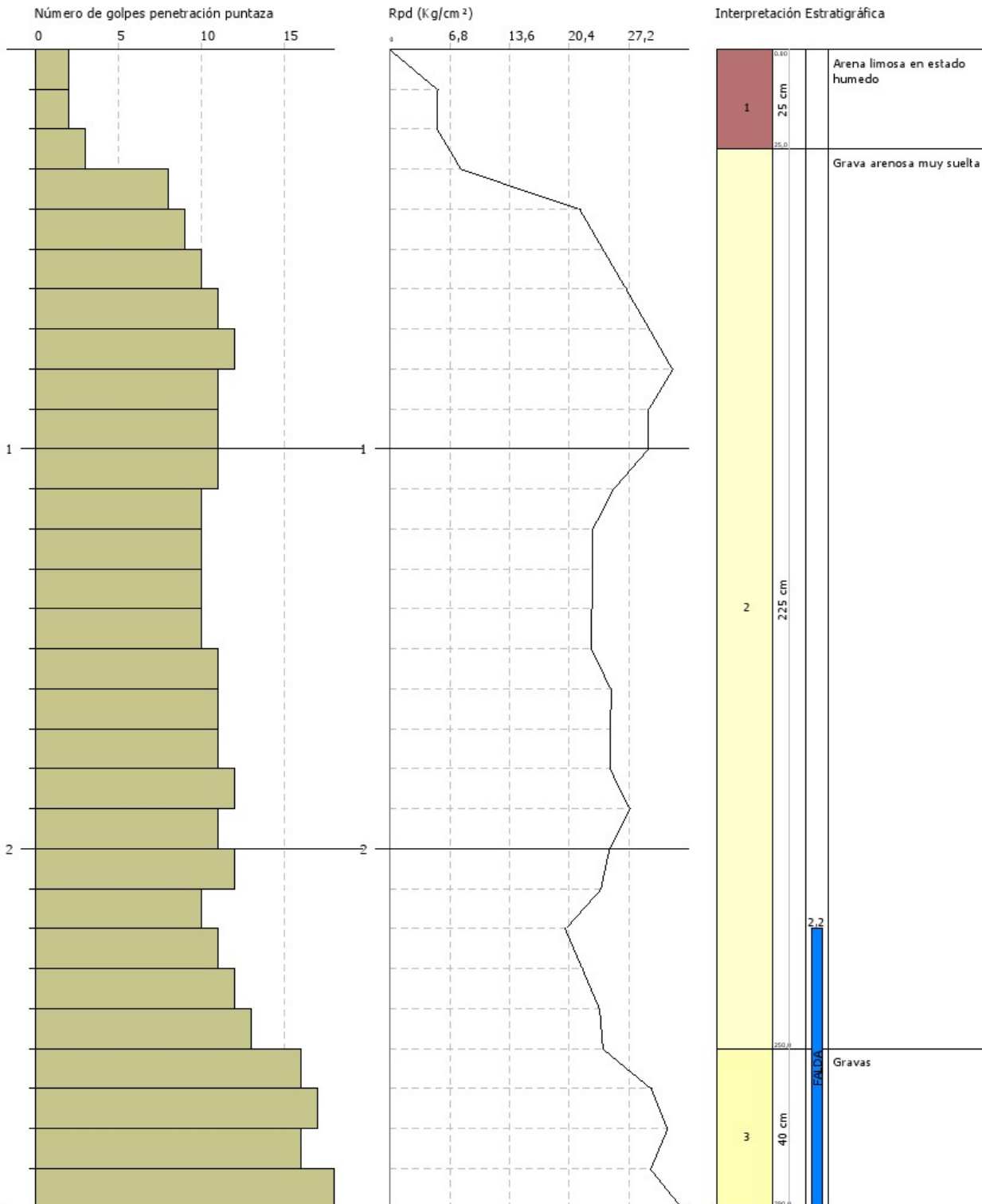


ENSAYO PENETROMÉTRICO DINÁMICO DPL-8
Equipo utilizado... DPL (light)

Cliente: Bach. Edwin Tarqui Montalico
Obra: Zonificación Geotécnica para Cimentaciones Superficiales en la Zona Urbana del Pueblo de Mazo Cruz - Puno
Localidad: Mazo Cruz

Fecha: 14/01/2010

Escala 1:14



ENSAYO PENETROMÉTRICO DINÁMICO DPL-11
 Equipo utilizado... DPL (light)

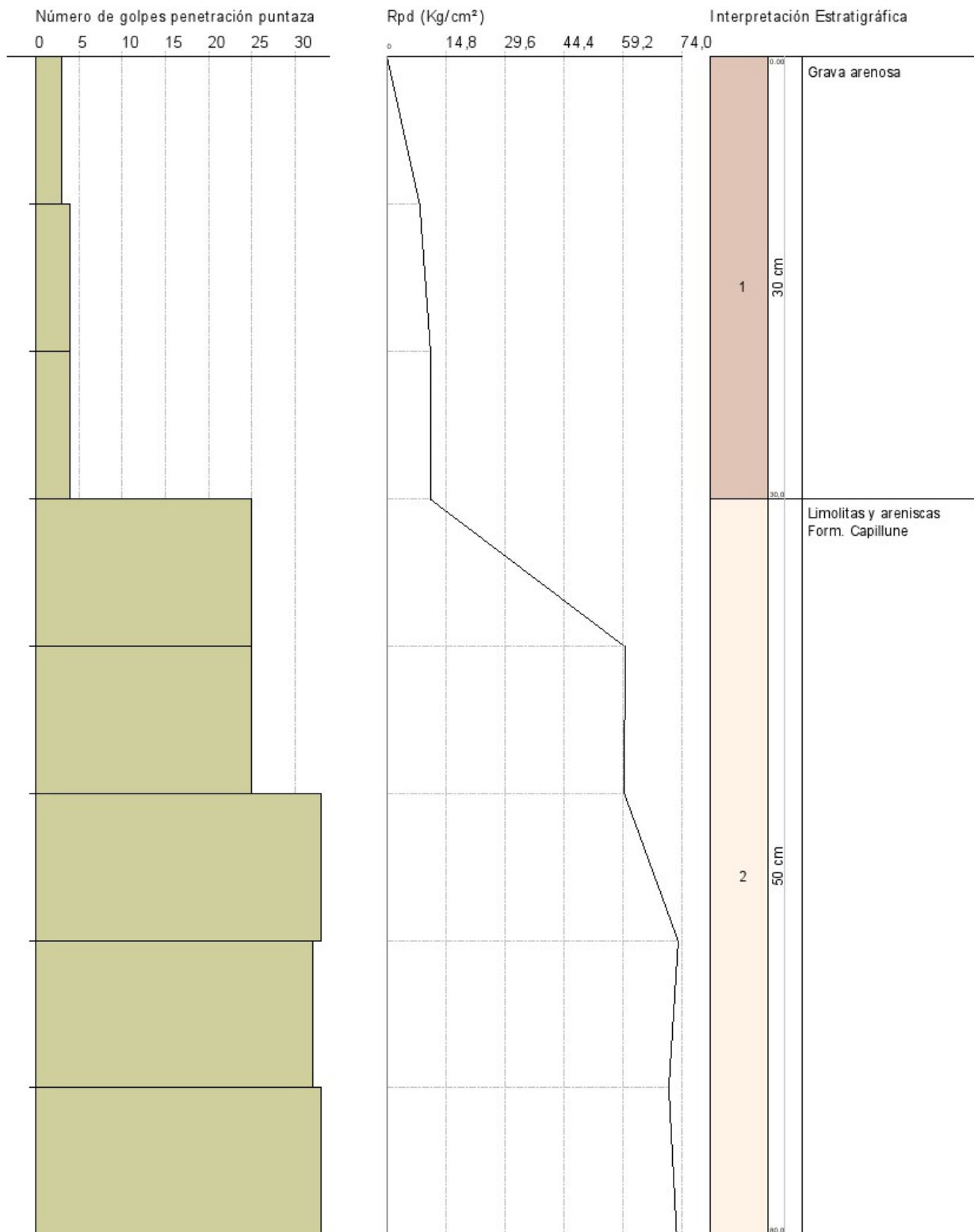
Cliente: Bach. Edwin Tarqui Montalico

Fecha: 15/01/2010

Obra: Zonificación Geotécnica para Cimentaciones Superficiales en la Zona Urbana del Pueblo de Mazo Cruz - Puno

Localidad: Mazocruz

Escala 1:4

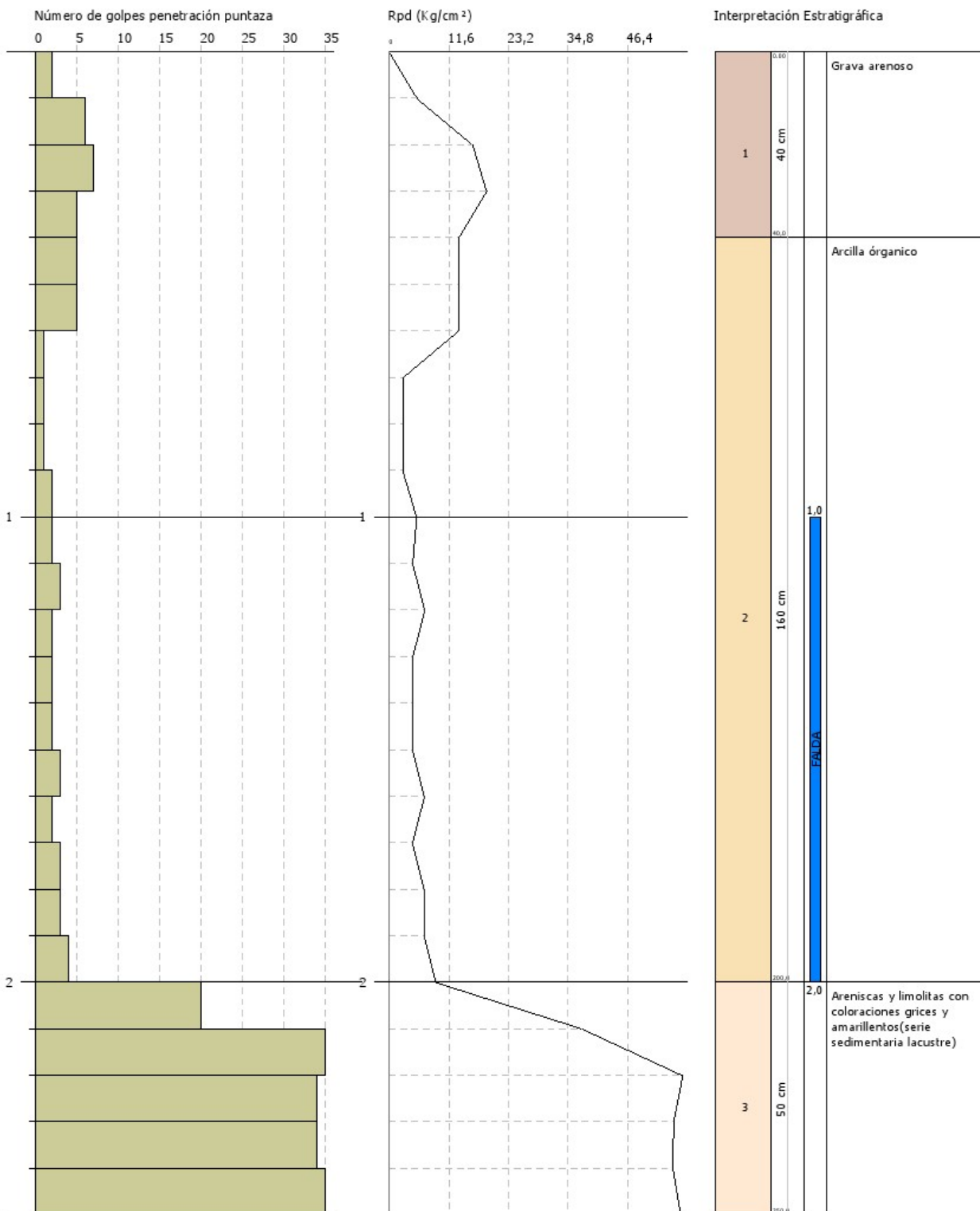


ENSAYO PENETROMÉTRICO DINÁMICO DPL-13
Equipo utilizado... DPL (light)

Cliente: Bach. Edwin Tarqui Montalico
Obra: Zonificación Geotécnica para Cimentaciones Superficiales en la Zona Urbana del Pueblo de Mazo Cruz - Puno
Localidad: Mazo Cruz

Fecha: 14/01/2010

Escala 1:12



ENSAYO PENETROMÉTRICO DINÁMICO DPL-15
 Equipo utilizado... DPL (light)

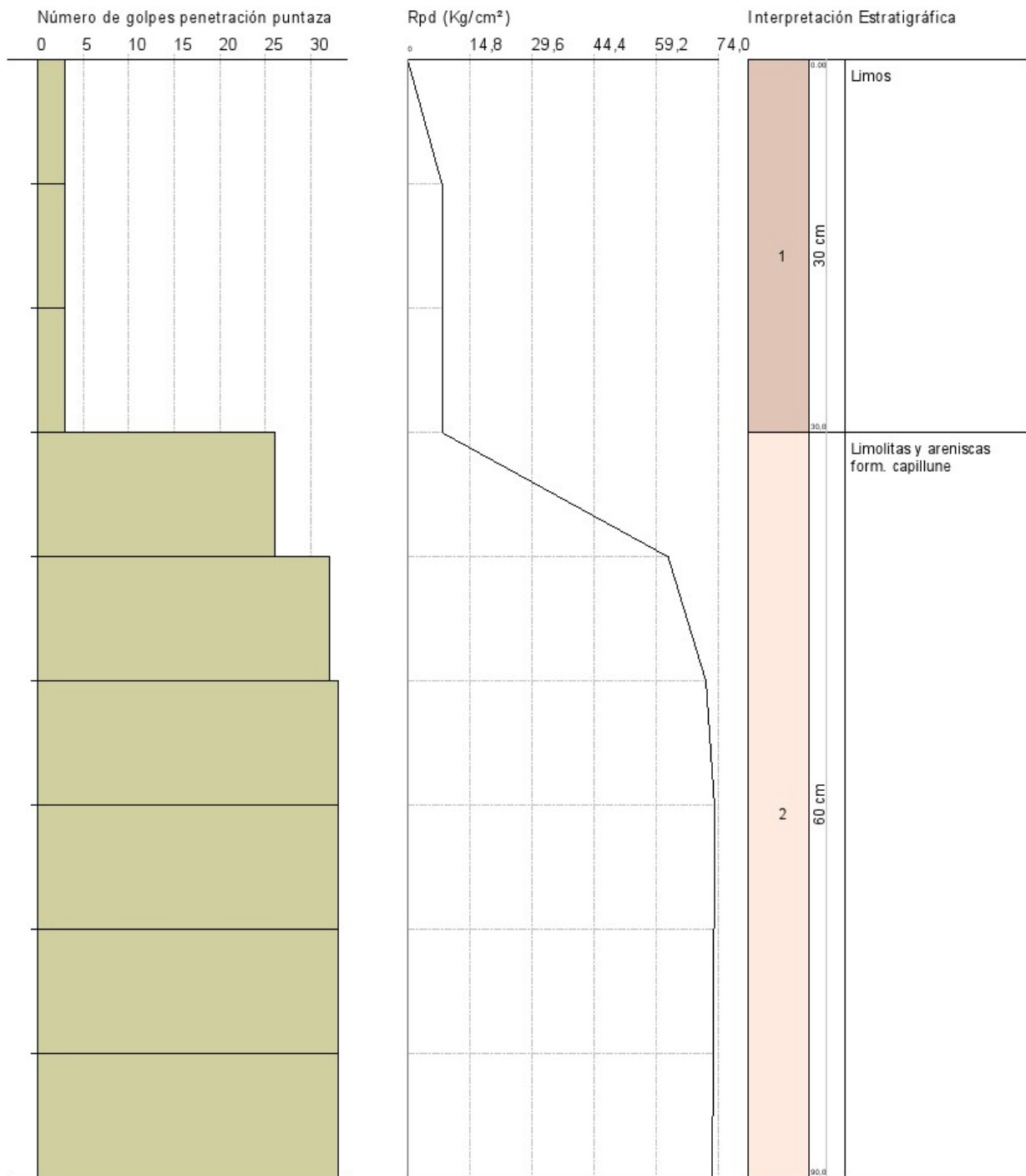
Cliente: Bach. Edwin Tarqui Montalico

Fecha: 15/01/2010

Obra: Zonificación Geotécnica para Cimentaciones Superficiales en la Zona Urbana del Pueblo de Mazo Cruz - Puno

Localidad: Mazocruz

Escala 1:5



CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZOCRUZ-ILAVE-PUNO"

UBICACIÓN : Intersección Carretera Binacional con Mazo Cruz-Ilave

REALIZADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico

CALICATA: C-1

MUESTRA: M-2

FECHA: 2011-11-10

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	CALICATA- 01
PROFUNDIDAD TOTAL	m	1,50
CLASIFICACION SUCS		SP
DENSIDAD SECA - IN SITU (Dd)	g/cm ³	1,620
DENSIDAD MINIMA (Dmin)	g/cm ³	1,320
DENSIDAD MAXIMA (Dmax)	g/cm ³	1,995
DENSIDAD RELATIVA (Dr)	%	54,73
ANGULO FRICCION (ϕ)	ϕ*	31
COHESION (C)	kq/cm ²	0,00
DENSIDAD HUMEDA (Dm): γ ₁ = γ ₂	g/cm ³	1,83

Tipo de Falla = Falla Local DR<65%				Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
Considerando un posible efecto de falla local tenemos:		Nc	=	20,27	16,88	16,88	16,88
		Nq	=	9,19	7,82	7,82	7,82
ϕ'	22	N _γ	=	5,80	4,07	4,13	7,13
c'	0,00	N _ϕ	=		2,20	2,20	2,20

ECUACION GENERAL

$$q_{ult.} = C \cdot N_c \cdot S_c + 1/2 \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_q \cdot S_q + \gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q \cdot S_q$$

$$q_{adm.} = q_{ult.} / FS$$

$$F.S. = 3$$

ZAPATAS CUADRADAS

B = **0,80** m
Df = **0,80** m

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1,3	1,4	1,5	1,5	1,3	1,4	1,4
Surcharge (q)	1,0	1,2	1,4	1,4	1,1	1,3	1,3
Wedge (γ)	0,8	1,2	0,6	0,6	1,1	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
S _c =	1,3	1,9	2,0	2,0
S _q =	1,0	1,4	1,8	1,8
S _γ =	0,8	1,4	0,6	0,6

Metodo	Quit. Tn/m ²	Qadm. kg/cm ²	Q(adm.) tsf
Terzaghi	16,89	0,56	0,52
Meyerhof	20,26	0,68	0,63
Hansen	22,87	0,76	0,71
Vesic	24,19	0,81	0,75

CIMENTOS CORRIDOS

B = **0,80** m
L = **1000** m
Df = **0,80** m

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1	1,0	1,0	1,0	1,3	1,4	1,4
Surcharge (q)	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	1,3
Wedge (γ)	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
S _c =	1,0	1,3	1,4	1,4
S _q =	1,0	1,0	1,3	1,3
S _γ =	1,0	1,0	1,0	1,0

Metodo	Quit. Tn/m ²	Qadm. kg/cm ²	Q(adm.) tsf
Terzaghi	17,74	0,59	0,55
Meyerhof	14,46	0,48	0,45
Hansen	18,13	0,60	0,56
Vesic	20,33	0,68	0,63

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZOCRUZ-ILAVE-PUNO"

UBICACIÓN : Mercado Municipal

REALIZADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico

CALICATA: C-2

MUESTRA: M-2

FECHA: 2011-11-10

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	CALICATA- 01
PROFUNDIDAD TOTAL	m	1,50
CLASIFICACION SUCS		SP
DENSIDAD SECA - IN SITU (Dd)	g/cm ³	1,625
DENSIDAD MINIMA (Dmin)	g/cm ³	1,330
DENSIDAD MAXIMA (Dmax)	g/cm ³	1,985
DENSIDAD RELATIVA (Dr)	%	55,02
ANGULO FRICCION (ϕ)	ϕ°	31
COHESION (C)	kq/cm ²	0,00
DENSIDAD HUMEDA (Dm): γ ₁ = γ ₂	g/cm ³	1,96

Tipo de Falla = Falla Local DR<65%				Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
Considerando un posible efecto de falla local tenemos:		Nc	=	20,27	16,88	16,88	16,88
		Nq	=	9,19	7,82	7,82	7,82
ϕ'	22	N _γ	=	5,80	4,07	4,13	7,13
c'	0,00	N _ϕ	=		2,20	2,20	2,20

ECUACION GENERAL

$$q_{ult.} = C \cdot N_c \cdot Sc + 1/2 \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_q \cdot S_q + \gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q \cdot S_q$$

$$q_{adm.} = q_{ult.} / FS$$

$$F.S. = 3$$

ZAPATAS CUADRADAS

B = **0,80** m
Df = **0,80** m

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1,3	1,4	1,5	1,5	1,3	1,4	1,4
Surcharge (q)	1,0	1,2	1,4	1,4	1,1	1,3	1,3
Wedge (γ)	0,8	1,2	0,6	0,6	1,1	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
Sc =	1,3	1,9	2,0	2,0
Sq =	1,0	1,4	1,8	1,8
S _γ =	0,8	1,4	0,6	0,6

Metodo	Quit. Tn/m ²	Qadm. kg/cm ²	Q(adm.) tsf
Terzaghi	18,05	0,60	0,56
Meyerhof	21,65	0,72	0,67
Hansen	24,44	0,81	0,76
Vesic	25,85	0,86	0,80

CIMENTOS CORRIDOS

B = **0,80** m
L = **1000** m
Df = **0,80** m

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1	1,0	1,0	1,0	1,3	1,4	1,4
Surcharge (q)	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	1,3
Wedge (γ)	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
Sc =	1,0	1,3	1,4	1,4
Sq =	1,0	1,0	1,3	1,3
S _γ =	1,0	1,0	1,0	1,0

Metodo	Quit. Tn/m ²	Qadm. kg/cm ²	Q(adm.) tsf
Terzaghi	18,96	0,63	0,59
Meyerhof	15,45	0,52	0,48
Hansen	19,38	0,65	0,60
Vesic	21,73	0,72	0,67

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZOCRUZ-ILAVE-PUNO"

UBICACIÓN : Jardín 3 de Mayo

REALIZADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico

CALICATA: C-3

MUESTRA: M-2

FECHA: 2011-11-10

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	CALICATA- 03
PROFUNDIDAD TOTAL	m	2,00
CLASIFICACION SUCS		SW
DENSIDAD SECA - IN SITU (Dd)	g/cm ³	1,724
DENSIDAD MINIMA (Dmin)	g/cm ³	1,514
DENSIDAD MAXIMA (Dmax)	g/cm ³	1,870
DENSIDAD RELATIVA (Dr)	%	63,98
ANGULO FRICCION (ϕ)	ϕ°	33
COHESION (C)	kg/cm ²	0,00
DENSIDAD HUMEDA (Dm): $\gamma_1 = \gamma_2$	g/cm ³	1,95

Tipo de Falla = Falla Local DR<65%				Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
Considerando un posible efecto de falla local tenemos:		Nc	=	23,36	19,32	19,32	19,32
		Nq	=	11,40	9,60	9,60	9,60
ϕ'	24	N _γ	=	7,80	5,72	5,75	9,44
c'	0,00	N _ϕ	=		2,37	2,37	2,37

ECUACION GENERAL

$$q_{ult.} = C \cdot N_c \cdot Sc + 1/2 \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot S_{\gamma} + \gamma_1 \cdot D_f \cdot N_{q} \cdot Sq$$

$$q_{adm.} = q_{ult.} / FS$$

$$F.S. = 3$$

ZAPATAS CUADRADAS

B = **0,80** m
Df = **0,80** m

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1,3	1,5	1,5	1,5	1,3	1,4	1,4
Surcharge (q)	1,0	1,2	1,4	1,4	1,2	1,3	1,3
Wedge (γ)	0,8	1,2	0,6	0,6	1,2	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
Sc =	1,3	1,9	2,1	2,1
Sq =	1,0	1,4	1,9	1,9
S _γ =	0,8	1,4	0,6	0,6

Metodo	Quit. Tn/m ²	Qadm. kg/cm ²	Q(adm.) tsf
Terzaghi	22,65	0,76	0,70
Meyerhof	27,75	0,92	0,86
Hansen	31,02	1,03	0,96
Vesic	32,75	1,09	1,01

CIMENTOS CORRIDOS

B = **0,80** m
L = **1000** m
Df = **0,80** m

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1	1,0	1,0	1,0	1,3	1,4	1,4
Surcharge (q)	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	1,3
Wedge (γ)	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
Sc =	1,0	1,3	1,4	1,4
Sq =	1,0	1,0	1,3	1,3
S _γ =	1,0	1,0	1,0	1,0

Metodo	Quit. Tn/m ²	Qadm. kg/cm ²	Q(adm.) tsf
Terzaghi	23,87	0,80	0,74
Meyerhof	19,44	0,65	0,60
Hansen	24,17	0,81	0,75
Vesic	27,05	0,90	0,84

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZOCRUZ-ILAVE-PUNO"
 UBICACIÓN : Traslá Panadería Zapana Barrio Alianza
 REALIZADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico
 CALICATA: C-4 MUESTRA: M-2 FECHA: 2011-11-10

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	CALICATA- 04
PROFUNDIDAD TOTAL	m	2,00
CLASIFICACION SUCS		SW
DENSIDAD SECA - IN SITU (Dd)	g/cm ³	1,749
DENSIDAD MINIMA (Dmin)	g/cm ³	1,573
DENSIDAD MAXIMA (Dmax)	g/cm ³	1,865
DENSIDAD RELATIVA (Dr)	%	64,27
ANGULO FRICCION (ϕ)	ϕ°	33
COHESION (C)	kq/cm ²	0,00
DENSIDAD HUMEDA (Dm): γ ₁ = γ ₂	g/cm ³	1,839

Tipo de Falla = Falla Local DR<65%				Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
Considerando un posible efecto de falla local tenemos:		Nc	=	23,36	19,32	19,32	19,32
		Nq	=	11,40	9,60	9,60	9,60
ϕ'	24 ϕ°	Nγ	=	7,80	5,72	5,75	9,44
c'	0,00 kq/cm ²	Nø	=		2,37	2,37	2,37

ECUACION GENERAL

$$q_{ult.} = C \cdot N_c \cdot S_c + 1/2 \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma + \gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q \cdot S_q \quad q_{adm.} = q_{ult.} / FS \quad F.S. = 3$$

ZAPATAS CUADRADAS

B = **0,80** m
 Df = **0,80** m

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1,3	1,5	1,5	1,5	1,3	1,4	1,4
Surcharge (q)	1,0	1,2	1,4	1,4	1,2	1,3	1,3
Wedge (γ)	0,8	1,2	0,6	0,6	1,2	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
S _c =	1,3	1,9	2,1	2,1
S _q =	1,0	1,4	1,9	1,9
S _γ =	0,8	1,4	0,6	0,6

Metodo	Q _{ult.} Tn/m ²	Q _{adm.} kg/cm ²	Q _(adm.) tsf
Terzaghi	21,36	0,71	0,66
Meyerhof	26,17	0,87	0,81
Hansen	29,24	0,97	0,91
Vesic	30,87	1,03	0,96

CIMENTOS CORRIDOS

B = **0,80** m
 L = **1000** m
 Df = **0,80** m

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1	1,0	1,0	1,0	1,3	1,4	1,4
Surcharge (q)	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	1,3
Wedge (γ)	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
S _c =	1,0	1,3	1,4	1,4
S _q =	1,0	1,0	1,3	1,3
S _γ =	1,0	1,0	1,0	1,0

Metodo	Q _{ult.} Tn/m ²	Q _{adm.} kg/cm ²	Q _(adm.) tsf
Terzaghi	22,51	0,75	0,70
Meyerhof	18,33	0,61	0,57
Hansen	22,79	0,76	0,71
Vesic	25,51	0,85	0,79

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZOCRUZ-ILAVE-PUNO"

UBICACIÓN : Centro Salud Mazo Cruz

REALIZADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico

CALICATA: C-5

MUESTRA: M-2

FECHA: 2011-11-10

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	CALICATA- 05
PROFUNDIDAD TOTAL	m	2,50
CLASIFICACION SUCS		SW
DENSIDAD SECA - IN SITU (Dd)	g/cm ³	1,722
DENSIDAD MINIMA (Dmin)	g/cm ³	1,508
DENSIDAD MAXIMA (Dmax)	g/cm ³	1,870
DENSIDAD RELATIVA (Dr)	%	64,20
ANGULO FRICCION (ϕ)	ϕ°	33
COHESION (C)	kg/cm ²	0,00
DENSIDAD HUMEDA (Dm): γ ₁ = γ ₂	g/cm ³	1,90

Tipo de Falla = Falla Local DR<65%				Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
Considerando un posible efecto de falla local tenemos:		Nc	=	23,36	19,32	19,32	19,32
		Nq	=	11,40	9,60	9,60	9,60
ϕ'	24 ϕ°	Nγ	=	7,80	5,72	5,75	9,44
c'	0,00 kg/cm ²	Nø	=		2,37	2,37	2,37

ECUACION GENERAL

$$q_{ult.} = C \cdot N_c \cdot S_c + 1/2 \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_q \cdot S_q + \gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q \cdot S_q$$

$$q_{adm.} = q_{ult.} / FS$$

$$F.S. = 3$$

ZAPATAS CUADRADAS

B = **0,80** m
Df = **0,80** m

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1,3	1,5	1,5	1,5	1,3	1,4	1,4
Surcharge (q)	1,0	1,2	1,4	1,4	1,2	1,3	1,3
Wedge (γ)	0,8	1,2	0,6	0,6	1,2	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
S _c =	1,3	1,9	2,1	2,1
S _q =	1,0	1,4	1,9	1,9
S _γ =	0,8	1,4	0,6	0,6

Metodo	Quit. Tn/m ²	Qadm. kg/cm ²	Q(adm.) tsf
Terzaghi	22,12	0,74	0,68
Meyerhof	27,09	0,90	0,84
Hansen	30,27	1,01	0,94
Vesic	31,96	1,07	0,99

CIMENTOS CORRIDOS

B = **0,80** m
L = **1000** m
Df = **0,80** m

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1	1,0	1,0	1,0	1,3	1,4	1,4
Surcharge (q)	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	1,3
Wedge (γ)	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
S _c =	1,0	1,3	1,4	1,4
S _q =	1,0	1,0	1,3	1,3
S _γ =	1,0	1,0	1,0	1,0

Metodo	Quit. Tn/m ²	Qadm. kg/cm ²	Q(adm.) tsf
Terzaghi	23,30	0,78	0,72
Meyerhof	18,98	0,63	0,59
Hansen	23,60	0,79	0,73
Vesic	26,41	0,88	0,82

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZOCRUZ-ILAVE-PUNO"

UBICACIÓN : Pozo de Agua Subterranea Barrio Alaianza

REALIZADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico

CALICATA: C-6

MUESTRA: M-2

FECHA: 2011-11-10

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	CALICATA- 06
PROFUNDIDAD TOTAL	m	1,50
CLASIFICACION SUCS		GW
DENSIDAD SECA - IN SITU (Dd)	g/cm ³	1,846
DENSIDAD MINIMA (Dmin)	g/cm ³	1,590
DENSIDAD MAXIMA (Dmax)	g/cm ³	2,060
DENSIDAD RELATIVA (Dr)	%	60,78
ANGULO FRICCIÓN (φ) DPL	φ*	35,61
COHESION (C)	kq/cm ²	0,00
DENSIDAD HUMEDA (Dm): γ ₁ = γ ₂	g/cm ³	1,98

Tipo de Falla = Falla Local DR<65%			Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	
Considerando un posible efecto de falla local tenemos:			Nc	=	27,09	22,25	22,25
			Nq	=	14,21	11,85	11,85
φ'	26	φ*	N _γ	=	11,70	8,00	7,94
c'	0,00	kq/cm ²	N _φ	=		2,56	2,56

ECUACION GENERAL

$$qult. = C \cdot N_c \cdot Sc + 1/2 \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_q \cdot S_q + \gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q \cdot Sq$$

$$qadm. = qult / FS$$

$$F.S. = 3$$

ZAPATAS CUADRADAS

B = **0,80** m
Df = **0,80** m

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1,3	1,5	1,5	1,5	1,3	1,4	1,4
Surcharge (q)	1,0	1,3	1,5	1,5	1,2	1,3	1,3
Wedge (γ)	0,8	1,3	0,6	0,6	1,2	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
Sc =	1,3	2,0	2,1	2,1
Sq =	1,0	1,5	1,9	1,9
S _γ =	0,8	1,5	0,6	0,6

Metodo	Qult. Tn/m ²	Qadm. kg/cm ²	Q(adm.) tsf
Terzaghi	29,88	1,00	0,93
Meyerhof	36,52	1,22	1,13
Hansen	40,02	1,33	1,24
Vesic	42,21	1,41	1,31

CIMENTOS CORRIDOS

B = **0,80** m
L = **1000** m
Df = **0,80** m

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1	1,0	1,0	1,0	1,3	1,4	1,4
Surcharge (q)	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	1,3
Wedge (γ)	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
Sc =	1,0	1,3	1,4	1,4
Sq =	1,0	1,0	1,3	1,3
S _γ =	1,0	1,0	1,0	1,0

Metodo	Qult. Tn/m ²	Qadm. kg/cm ²	Q(adm.) tsf
Terzaghi	31,73	1,06	0,98
Meyerhof	25,07	0,84	0,78
Hansen	30,83	1,03	0,95
Vesic	34,46	1,15	1,07

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZOCRUZ-ILAVE-PUNO"

UBICACIÓN : Tras Estadio Municipal

REALIZADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico

CALICATA: C-7

MUESTRA: M-2

FECHA: 2011-11-10

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	CALICATA- 07
PROFUNDIDAD TOTAL	m	2,60
CLASIFICACION SUCS		ML
DENSIDAD SECA - IN SITU (Dd)	g/cm ³	1,228
DENSIDAD MINIMA (Dmin)	g/cm ³	1,074
DENSIDAD MAXIMA (Dmax)	g/cm ³	1,410
DENSIDAD RELATIVA (Dr)	%	52,63
ANGULO FRICCION (ϕ)	ϕ*	26
COHESION (C)	kg/cm ²	0,14
DENSIDAD HUMEDA (Dm): γ ₁ = γ ₂	g/cm ³	1,45

Tipo de Falla = Falla Local DR<65%				Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
Considerando un posible efecto de falla local tenemos:		Nc	=	15,52	13,10	13,10	13,10
		Nq	=	6,04	5,26	5,26	5,26
ϕ'	18 ϕ*	N _γ	=	3,90	2,00	2,08	4,07
c'	0,09 kg/cm ²	N _ϕ	=		1,89	1,89	1,89

ECUACION GENERAL

$$q_{ult.} = C \cdot N_c \cdot Sc + 1/2 \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma + \gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q \cdot Sq$$

$$q_{adm.} = q_{ult.} / FS$$

$$F.S. = 3$$

ZAPATAS CUADRADAS

B = **0,80** m
Df = **0,80** m

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1,3	1,4	1,4	1,4	1,3	1,4	1,4
Surcharge (q)	1,0	1,2	1,3	1,3	1,1	1,3	1,3
Wedge (γ)	0,8	1,2	0,6	0,6	1,1	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
Sc =	1,3	1,8	2,0	2,0
Sq =	1,0	1,4	1,7	1,7
S _γ =	0,8	1,4	0,6	0,6

Metodo	Quit. Tn/m ²	Qadm. kg/cm ²	Q(adm.) tsf
Terzaghi	10,69	0,36	0,33
Meyerhof	11,96	0,40	0,37
Hansen	13,71	0,46	0,42
Vesic	14,40	0,48	0,45

CIMENTOS CORRIDOS

B = **0,80** m
L = **1000** m
Df = **0,80** m

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1	1,0	1,0	1,0	1,3	1,4	1,4
Surcharge (q)	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	1,3
Wedge (γ)	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
Sc =	1,0	1,3	1,4	1,4
Sq =	1,0	1,0	1,3	1,3
S _γ =	1,0	1,0	1,0	1,0

Metodo	Quit. Tn/m ²	Qadm. kg/cm ²	Q(adm.) tsf
Terzaghi	10,71	0,36	0,33
Meyerhof	8,82	0,29	0,27
Hansen	10,91	0,36	0,34
Vesic	12,06	0,40	0,37

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZOCRUZ-ILAVE-PUNO"

UBICACIÓN : Av. El Niño a 20m. De Local Comunal Barrio Alianza

REALIZADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico

CALICATA: C-8

MUESTRA: M-2

FECHA: 2011-11-10

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	CALICATA- 08
PROFUNDIDAD TOTAL	m	2,00
CLASIFICACION SUCS		GW
DENSIDAD SECA - IN SITU (Dd)	g/cm ³	1,842
DENSIDAD MINIMA (Dmin)	g/cm ³	1,555
DENSIDAD MAXIMA (Dmax)	g/cm ³	2,090
DENSIDAD RELATIVA (Dr)	%	60,87
ANGULO FRICCIÓN (φ) DPL	φ*	36
COHESION (C)	kq/cm ²	0,00
DENSIDAD HUMEDA (Dm): γ ₁ = γ ₂	g/cm ³	2,17

Tipo de Falla = Falla Local DR<65%				Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
Considerando un posible efecto de falla local tenemos:		Nc	=	27,09	22,25	22,25	22,25
		Nq	=	14,21	11,85	11,85	11,85
φ'	26	N _γ	=	11,70	8,00	7,94	12,54
c'	0,00	N _φ	=		2,56	2,56	2,56

ECUACION GENERAL

$$q_{ult.} = C \cdot N_c \cdot S_c + 1/2 \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_q \cdot S_q + \gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q \cdot S_q$$

$$q_{adm.} = q_{ult.} / FS$$

$$F.S. = 3$$

ZAPATAS CUADRADAS

B = **0,80** m
Df = **0,80** m

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1,3	1,5	1,5	1,5	1,3	1,4	1,4
Surcharge (q)	1,0	1,3	1,5	1,5	1,2	1,3	1,3
Wedge (γ)	0,8	1,3	0,6	0,6	1,2	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
S _c =	1,3	2,0	2,1	2,1
S _q =	1,0	1,5	1,9	1,9
S _γ =	0,8	1,5	0,6	0,6

Metodo	Q _{ult.} Tn/m ²	Q _{adm.} kg/cm ²	Q(adm.) tsf
Terzaghi	32,82	1,09	1,02
Meyerhof	40,13	1,34	1,24
Hansen	43,97	1,47	1,36
Vesic	46,36	1,55	1,44

CIMENTOS CORRIDOS

B = **0,80** m
L = **1000** m
Df = **0,80** m

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1	1,0	1,0	1,0	1,3	1,4	1,4
Surcharge (q)	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	1,3
Wedge (γ)	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
S _c =	1,0	1,3	1,4	1,4
S _q =	1,0	1,0	1,3	1,3
S _γ =	1,0	1,0	1,0	1,0

Metodo	Q _{ult.} Tn/m ²	Q _{adm.} kg/cm ²	Q(adm.) tsf
Terzaghi	34,86	1,16	1,08
Meyerhof	27,54	0,92	0,85
Hansen	33,87	1,13	1,05
Vesic	37,86	1,26	1,17

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZOCRUZ-ILAVE-PUNO"

UBICACIÓN : JR. Santa Cruz Tras I. E. P.

REALIZADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico

CALICATA: C-9

MUESTRA: M-2

FECHA: 2011-11-10

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	CALICATA- 09
PROFUNDIDAD TOTAL	m	2,00
CLASIFICACION SUCS		SW
DENSIDAD SECA - IN SITU (Dd)	g/cm ³	1,725
DENSIDAD MINIMA (Dmin)	g/cm ³	1,523
DENSIDAD MAXIMA (Dmax)	g/cm ³	1,867
DENSIDAD RELATIVA (Dr)	%	63,55
ANGULO FRICCION (ø)	ø°	33
COHESION (C)	kg/cm ²	0,00
DENSIDAD HUMEDA (Dm): $\gamma_1 = \gamma_2$	g/cm ³	1,977

Tipo de Falla = Falla Local DR<65%				Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
Considerando un posible efecto de falla local tenemos:		Nc	=	23,36	19,32	19,32	19,32
		Nq	=	11,40	9,60	9,60	9,60
ø'	24 ø°	N γ	=	7,80	5,72	5,75	9,44
c'	0,00 kg/cm ²	Nø	=		2,37	2,37	2,37

ECUACION GENERAL

$$q_{ult.} = C \cdot N_c \cdot Sc + 1/2 \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_q \cdot S_q + \gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q \cdot S_q$$

$$q_{adm.} = q_{ult.} / FS$$

$$F.S. = 3$$

ZAPATAS CUADRADAS

B = **0,80** m
Df = **0,80** m

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1,3	1,5	1,5	1,5	1,3	1,4	1,4
Surcharge (q)	1,0	1,2	1,4	1,4	1,2	1,3	1,3
Wedge (γ)	0,8	1,2	0,6	0,6	1,2	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
Sc =	1,3	1,9	2,1	2,1
Sq =	1,0	1,4	1,9	1,9
S γ =	0,8	1,4	0,6	0,6

Metodo	Quit. Tn/m ²	Qadm. kg/cm ²	Q(adm.) tsf
Terzaghi	22,96	0,77	0,71
Meyerhof	28,13	0,94	0,87
Hansen	31,39	1,05	0,97
Vesic	33,14	1,10	1,03

CIMENTOS CORRIDOS

B = **0,80** m
L = **1000** m
Df = **0,80** m

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1	1,0	1,0	1,0	1,3	1,4	1,4
Surcharge (q)	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	1,3
Wedge (γ)	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
Sc =	1,0	1,3	1,4	1,4
Sq =	1,0	1,0	1,3	1,3
S γ =	1,0	1,0	1,0	1,0

Metodo	Quit. Tn/m ²	Qadm. kg/cm ²	Q(adm.) tsf
Terzaghi	24,20	0,81	0,75
Meyerhof	19,71	0,66	0,61
Hansen	24,51	0,82	0,76
Vesic	27,42	0,91	0,85

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZOCRUZ-ILAVE-PUNO"

UBICACIÓN : Colegio Mazo Cruz

REALIZADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico

CALICATA: C-10

MUESTRA: M-2

FECHA: 2011-11-10

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	CALICATA-10
PROFUNDIDAD TOTAL	m	2,50
CLASIFICACION SUCS		GW
DENSIDAD SECA - IN SITU (Dd)	g/cm ³	1,842
DENSIDAD MINIMA (Dmin)	g/cm ³	1,548
DENSIDAD MAXIMA (Dmax)	g/cm ³	2,095
DENSIDAD RELATIVA (Dr)	%	61,13
ANGULO FRICCION (ϕ) DPL	ϕ*	36
COHESION (C)	kq/cm ²	0,00
DENSIDAD HUMEDA (Dm): γ ₁ = γ ₂	g/cm ³	1,927

Tipo de Falla = Falla Local DR<65%				Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
Considerando un posible efecto de falla local tenemos:		Nc	=	27,09	22,25	22,25	22,25
		Nq	=	14,21	11,85	11,85	11,85
ϕ'	26	N _γ	=	11,70	8,00	7,94	12,54
c'	0,00	N _ϕ	=		2,56	2,56	2,56

ECUACION GENERAL

$$q_{ult.} = C \cdot N_c \cdot S_c + 1/2 \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma + \gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q \cdot S_q$$

$$q_{adm.} = q_{ult.} / FS$$

$$F.S. = 3$$

ZAPATAS CUADRADAS

B = **0,80** m
Df = **0,80** m

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1,3	1,5	1,5	1,5	1,3	1,4	1,4
Surcharge (q)	1,0	1,3	1,5	1,5	1,2	1,3	1,3
Wedge (γ)	0,8	1,3	0,6	0,6	1,2	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
S _c =	1,3	2,0	2,1	2,1
S _q =	1,0	1,5	1,9	1,9
S _γ =	0,8	1,5	0,6	0,6

Metodo	Q _{ult.} Tn/m ²	Q _{adm.} kg/cm ²	Q _(adm.) tsf
Terzaghi	29,12	0,97	0,90
Meyerhof	35,60	1,19	1,10
Hansen	39,01	1,30	1,21
Vesic	41,13	1,37	1,27

CIMENTOS CORRIDOS

B = **0,80** m
L = **1000** m
Df = **0,80** m

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1	1,0	1,0	1,0	1,3	1,4	1,4
Surcharge (q)	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	1,3
Wedge (γ)	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
S _c =	1,0	1,3	1,4	1,4
S _q =	1,0	1,0	1,3	1,3
S _γ =	1,0	1,0	1,0	1,0

Metodo	Q _{ult.} Tn/m ²	Q _{adm.} kg/cm ²	Q _(adm.) tsf
Terzaghi	30,92	1,03	0,96
Meyerhof	24,43	0,81	0,76
Hansen	30,05	1,00	0,93
Vesic	33,59	1,12	1,04

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZOCRUZ-ILAVE-PUNO"
 UBICACIÓN : Frente a la Gobernación B. Jose Antonio
 SOLICITADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico
 SONDAJE: DPL-11 MUESTRA: M-2 FECHA: 2011-11-10

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	DPL N° 11
PROFUNDIDAD	m	0,80
CLASIFICACION AG(ASOC. ITALIANA DE GEOLOGIA)		MOD. DENSO
DENSIDAD RELATIVA (Dr) correlación Meyerhof 1957	%	96,32
ANGULO FRICCION (α) correlación Meyerhof 1965	G°	32
COHESION (C)	kg/cm ²	0,00
DENSIDAD HUMEDA (Dm): $\gamma_1 = \gamma_2$ correlación Meyerhof	g/cm ³	1,920

Tipo de Falla = Falla General DR > 65%	Terzaghi Meyerhof Hansen Vesic					
	Nc =	=	44,04	35,49	35,49	35,49
Nq =	=	28,56	23,18	23,18	23,18	
Nγ =	=	27,90	22,02	20,79	30,21	
Nø =	=		3,25	3,25	3,25	

ECUACION GENERAL

$$q_{ult.} = C \cdot N_c \cdot Sc + 1/2 \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_q \cdot S_\gamma + \gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q \cdot Sq \quad q_{adm.} = q_{ult.} / FS \quad F.S. = 3$$

ZAPATAS CUADRADAS

B = 0,80 m
 Df = 0,80 m

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1,3	1,7	1,7	1,7	1,4	1,4	1,4
Surcharge (q)	1,0	1,3	1,6	1,6	1,2	1,3	1,3
Wedge (γ)	0,8	1,3	0,6	0,6	1,2	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
Sc =	1,3	2,2	2,3	2,3
Sq =	1,0	1,6	2,1	2,1
Sγ =	0,8	1,6	0,6	0,6

Metodo	Quit. Tn/m ²	Qadm. kg/cm ²	Q(adm.) tsf
Terzaghi	61,01	2,03	1,89
Meyerhof	82,13	2,74	2,54
Hansen	83,22	2,77	2,58
Vesic	87,56	2,92	2,71

CIMIENTOS CORRIDOS

B = 0,80 m
 L = 1000 m
 Df = 0,80 m

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1	1,0	1,0	1,0	1,4	1,4	1,4
Surcharge (q)	1	1,0	1,0	1,0	1,2	1,3	1,3
Wedge (γ)	1	1,0	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
Sc =	1,0	1,4	1,4	1,4
Sq =	1,0	1,2	1,3	1,3
Sγ =	1,0	1,2	1,0	1,0

Metodo	Quit. Tn/m ²	Qadm. kg/cm ²	Q(adm.) tsf
Terzaghi	65,30	2,18	2,02
Meyerhof	61,98	2,07	1,92
Hansen	61,46	2,05	1,90
Vesic	68,69	2,29	2,13

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZOCRUZ-ILAVE-PUNO"
 UBICACIÓN : Frente al Grifo Santa Cruz
 REALIZADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico
 CALICATA: C-13 MUESTRA: M-2 FECHA: 2011-11-10

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	CALICATA-13
PROFUNDIDAD TOTAL	m	1,00
CLASIFICACION SUCS		OH
DENSIDAD SECA - IN SITU (Dd)	g/cm ³	1,024
DENSIDAD MINIMA (Dmin)	g/cm ³	0,741
DENSIDAD MAXIMA (Dmax)	g/cm ³	1,440
DENSIDAD RELATIVA (Dr)	%	56,93
ANGULO FRICCION (φ) DPL	g°	4
COHESION (C)	kg/cm ²	0,26
DENSIDAD HUMEDA (Dm): γ ₁ = γ ₂	g/cm ³	1,396

$$\begin{aligned} \gamma_{sat} \text{ (g/cm}^3\text{)} &= 1,85 \\ \gamma_w \text{ (g/cm}^3\text{)} &= 1 \\ \gamma_1 = \gamma_2 &= 0,987 \end{aligned}$$

Tipo de Falla = Falla Local DR<65% Considerando un posible efecto de falla local tenemos:			Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
Nc	=		6,30	5,63	5,63	5,63
Nq	=		1,22	1,20	1,20	1,20
N _γ	=		0,20	0,01	0,01	0,15
φ'	2	g°				
c'	0,17	kg/cm ²		1,07	1,07	1,07

ECUACIÓN GENERAL

$$q_{ult.} = C \cdot N_c \cdot S_c + 1/2 \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_q \cdot S_q + \gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q \cdot S_q \quad q_{adm.} = q_{ult.} / FS \quad F.S. = 3$$

ZAPATAS CUADRADAS

$$\begin{aligned} B &= 0,80 \text{ m} \\ D_f &= 0,80 \text{ m} \end{aligned}$$

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,4	1,4
Surcharge (q)	1,0	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1
Wedge (γ)	0,8	1,1	0,6	0,6	1,1	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
S _c =	1,3	1,5	1,7	1,7
S _q =	1,0	1,2	1,1	1,1
S _γ =	0,8	1,2	0,6	0,6

Metodo	Q _{ult.} Tn/m ²	Q _{adm.} kg/cm ²	Q(adm.) tsf
Terzaghi	2,45	0,08	0,08
Meyerhof	2,59	0,09	0,08
Hansen	2,73	0,09	0,08
Vesic	2,76	0,09	0,09

CIMIENOS CORRIDOS

$$\begin{aligned} B &= 0,80 \text{ m} \\ L &= 1000 \text{ m} \\ D_f &= 0,80 \text{ m} \end{aligned}$$

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1	1,0	1,0	1,0	1,2	1,4	1,4
Surcharge (q)	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1
Wedge (γ)	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
S _c =	1,0	1,2	1,4	1,4
S _q =	1,0	1,0	1,1	1,1
S _γ =	1,0	1,0	1,0	1,0

Metodo	Q _{ult.} Tn/m ²	Q _{adm.} kg/cm ²	Q(adm.) tsf
Terzaghi	2,13	0,07	0,07
Meyerhof	2,13	0,07	0,07
Hansen	2,39	0,08	0,07
Vesic	2,45	0,08	0,08

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZOCRUZ-ILAVE-PUNO"
 UBICACIÓN : Av. Tacna Barrio Jose Antonio
 SOLICITADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico
 SONDAJE: DPL-15 MUESTRA: M-2 FECHA: 2011-11-10

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	DPL N° 15
PROFUNDIDAD	m	0,90
CLASIFICACION AG(ASOC. ITALIANA DE GEOLOGIA)		MOD. DENSO
DENSIDAD RELATIVA (Dr) correlación Meyerhof 1957	%	100,00
ANGULO FRICCIÓN (α) correlación Meyerhof 1957	G°	32
COHESION (C)	kg/cm ²	0,00
DENSIDAD HUMEDA (Dm): $\gamma_1 = \gamma_2$ correlación Meyerhof	g/cm ³	2,010

Tipo de Falla = Falla General DR > 65%	Terzaghi Meyerhof Hansen Vesic					
	Nc =	=	44,04	35,49	35,49	35,49
Nq =	=	28,56	23,18	23,18	23,18	
Nγ =	=	27,90	22,02	20,79	30,21	
Nø =	=		3,25	3,25	3,25	

ECUACIÓN GENERAL

$$q_{ult.} = C \cdot N_c \cdot Sc + 1/2 \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_q \cdot S_\gamma + \gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q \cdot Sq \quad q_{adm.} = q_{ult.} / FS \quad F.S. = 3$$

ZAPATAS CUADRADAS

B = 0,80 m
 Df = 0,80 m

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1,3	1,7	1,7	1,7	1,4	1,4	1,4
Surcharge (q)	1,0	1,3	1,6	1,6	1,2	1,3	1,3
Wedge (γ)	0,8	1,3	0,6	0,6	1,2	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
Sc =	1,3	2,2	2,3	2,3
Sq =	1,0	1,6	2,1	2,1
Sγ =	0,8	1,6	0,6	0,6

Metodo	Quit. Tn/m ²	Qadm. kg/cm ²	Q(adm.) tsf
Terzaghi	63,87	2,13	1,98
Meyerhof	85,98	2,87	2,66
Hansen	87,69	2,92	2,72
Vesic	92,23	3,07	2,86

CIMENTOS CORRIDOS

B = 0,80 m
 L = 1000 m
 Df = 0,80 m

Factores de corrección	Factores por forma de cimentación				Factores por profundidad de cimentación		
	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic	Meyerhof	Hansen	Vesic
Cohesion (c)	1	1,0	1,0	1,0	1,4	1,4	1,4
Surcharge (q)	1	1,0	1,0	1,0	1,2	1,3	1,3
Wedge (γ)	1	1,0	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0

Factores de corrección	Terzaghi	Meyerhof	Hansen	Vesic
Sc =	1,0	1,4	1,4	1,4
Sq =	1,0	1,2	1,3	1,3
Sγ =	1,0	1,2	1,0	1,0

Metodo	Quit. Tn/m ²	Qadm. kg/cm ²	Q(adm.) tsf
Terzaghi	68,36	2,28	2,12
Meyerhof	64,89	2,16	2,01
Hansen	64,15	2,14	1,99
Vesic	71,72	2,39	2,22

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZOCRUZ-ILAVE-PUNO"

UBICACIÓN : Mercado Municipal

REALIZADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico

DPL : 2

ESTRATO: 2

FECHA: 2011-11-15

CÁLCULO ASENTAMIENTO DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	DPL-2
PROFUNDIDAD TOTAL	m	4,00
Ns pt	golpes/m	6,61

ZAPATAS CUADRADAS

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO PARA CARGA ESTÁTICA

q = 3,32	kg/cm ²	3,08	tsf	N = 6,61	golpes/m	2,01	blows/ft
B = 0,80	m	2,62	ft	$\gamma_1 = \gamma_2 =$	1,96	g/cm ³	0,06 ton/ft ³
D = 0,80	m	2,62	ft				

Método Aproximación Alpan

N = 2,01	blows/ft	
L = 2,62	ft	
$\alpha_o = 0,15$	tsf	
$m' = (LB)^{0,39}$	1,0	
N' = 12	FIGURA F-III-11a	
$\alpha_o = 0,29$	FIGURA F-III-11b	

$$\rho_i = m' \left(\frac{2B}{1+B} \right)^2 \left(\frac{\alpha}{12} \right) q$$

q (tsf)	B (ft)	m'	α_o	ρ_i (ft)
3,08	2,62	1,0	0,29	0,156

Aproximación Schultze y Sherif

LB = 1	ft	
H = 1,5 a 2B		
H/B = 2	ft	
f = 0,069	FIGURA F-III-12	

$$\rho_i = \frac{f \cdot q \cdot \sqrt{B}}{N_{ave}^{0,87} \left(1 + 0,4 \frac{D}{B} \right)}$$

q (tsf)	B (ft)	N _{ave}	f	D (ft)	ρ_i (ft)
3,08	2,62	2,01	0,069	2,62	0,134

Aproximación Modificado de Terzaghi y Peck

Cn = 1,8	FIGURA F-III-13b	
Cw = 1,0	NF > (D+B)	
N' = 4		
q ₁ = 0,6	FIGURA F-III-13a	

$$\rho_i = \frac{q}{18 q_1}$$

q (tsf)	q ₁	ρ_i (ft)
3,08	0,6	0,312

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZOCRUZ-ILAVE-PUNO"

UBICACIÓN : Mercado Municipal

REALIZADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarquí Montalico

DPL : 2 ESTRATO: 2

FECHA: 2011-11-15

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	DPL
PROFUNDIDAD	m	4,00
Nspt	golpes/m	6,61
CLASIFICACION SUCS		SP

Tipo de suelo : Arena limosa	Es =	180+7,5*N	kg/cm ²	Bowles
	Es =	229,58	kg/cm ²	
Carga o Presión de Trabajo	q =	3,32	kg/cm ²	
Profundidad de Desplante	D =	0,8	m	
Ancho de Cimentación	B =	0,8	m	
Módulo de Elasticidad	E =	229,575	kg/cm ²	
Relación de Poisson	μ =	0,2		
Factor de Forma	If =	82	cm/m	Rígido Zapata Cuadrada
	If =	210	cm/m	Rígido Cimiento Corrido

ZAPATAS CUADRADAS

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO ELÁSTICO INICIAL (Según Lambe y Whitman, 1964)

$$S_i = qB(1-\mu^2)If/E_s$$

Cimiento	q (kg/cm ²)	B (m)	μ	If(cm/m)	E (kg/cm ²)	Si (cm)	Si (ft)
Rígido	3,32	0,80	0,20	82	229,58	0,911	0,0299

CIMENTOS CORRIDOS

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO ELÁSTICO INICIAL (Según Lambe y Whitman, 1964)

$$S_i = qB(1-\mu^2)If/E_s$$

Cimiento	q (kg/cm ²)	B (cm)	μ	If	E (kg/cm ²)	Si (cm)	Si (ft)
Rígido	3,32	0,40	0,20	210	229,58	1,166	0,038

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZOCRUZ-ILAVE-PUNO"

UBICACIÓN : Centro Salud Mazo Cruz

REALIZADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico

DPL : 5

ESTRATO: 2

FECHA: 2011-11-15

CÁLCULO ASENTAMIENTO DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	DPL-5
PROFUNDIDAD TOTAL	m	4,00
Ns pt	golpes/m	8,21

ZAPATAS CUADRADAS

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO PARA CARGA ESTÁTICA

q = 3,32	kg/cm ²	3,08	tsf	N = 8	golpes/m	2,44	blows/ft
B = 0,80	m	2,62	ft	$\gamma_1 = \gamma_2 = 1,90$	g/cm ³	0,05	ton/ft ³
D = 0,80	m	2,62	ft				

Método Aproximación Alpan

N = 2,44	blows/ft	
L = 2,62	ft	
$\alpha_o = 0,14$	tsf	
$m' = (LB)^{0,39}$	1,0	
N' = 14	FIGURA F-III-11a	
$\alpha_o = 0,25$	FIGURA F-III-11b	

$$\rho_i = m' \left(\frac{2B}{1+B} \right)^2 \left(\frac{\alpha}{12} \right) q$$

q (tsf)	B (ft)	m'	α_o	ρ_i (ft)
3,08	2,62	1,0	0,25	0,135

Aproximación Schultze y Sherif

LB = 1	ft	
H = 1,5 a 2B		
H/B = 2	ft	
f = 0,069	FIGURA F-III-12	

$$\rho_i = \frac{f \cdot q \cdot \sqrt{B}}{N_{ave}^{0,87} \left(1 + 0,4 \frac{D}{B} \right)}$$

q (tsf)	B (ft)	N _{ave}	f	D (ft)	ρ_i (ft)
3,08	2,62	2,44	0,069	2,62	0,113

Aproximación Modificado de Terzaghi y Peck

Cn = 1,85	FIGURA F-III-13b	
Cw = 1,0	NF > (D+B)	
N' = 5		
q ₁ = 0,7	FIGURA F-III-13a	

$$\rho_i = \frac{q}{18 q_1}$$

q (tsf)	q ₁	ρ_i (ft)
3,08	0,7	0,264

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZOCRUZ-ILAVE-PUNO"

UBICACIÓN : Centro Salud Mazo Cruz

REALIZADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico

DPL : 5

ESTRATO: 2

FECHA: 2011-11-15

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	DPL
PROFUNDIDAD	m	4,00
Nspt	golpes/m	6,21

CLASIFICACION SUCS		SW

Tipo de suelo : Arena	Es =	180+7,5*N	kg/cm ²	Bowles
	Es =	226,58	kg/cm ²	
Carga o Presión de Trabajo	q =	3,32	kg/cm ²	
Profundidad de Desplante	D =	0,8	m	
Ancho de Cimentación	B =	0,8	m	
Módulo de Elasticidad	E =	226,575	kg/cm ²	
Relación de Poisson	μ =	0,25		
Factor de Forma	If =	82	cm/m	Rígido Zapata Cuadrada
	If =	210	cm/m	Rígido Cimiento Corrido

ZAPATAS CUADRADAS

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO ELÁSTICO INICIAL (Según Lambe y Whitman, 1964)

$$S_i = qB(1-\mu^2)I_f/E_s$$

Cimiento	q (kg/cm ²)	B (m)	μ	If (cm/m)	E (kg/cm ²)	Si (cm)	Si (ft)
Rígido	3,32	0,80	0,25	82	226,58	0,901	0,0296

CIMENTOS CORRIDOS

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO ELÁSTICO INICIAL (Según Lambe y Whitman, 1964)

$$S_i = qB(1-\mu^2)I_f/E_s$$

Cimiento	q (kg/cm ²)	B (cm)	μ	If	E (kg/cm ²)	Si (cm)	Si (ft)
Rígido	3,32	0,40	0,25	210	226,58	1,154	0,038

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZO CRUZ-ILAVE-PUNO"

UBICACIÓN : Estadio Municipal

REALIZADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico

DPL : 7

ESTRATO: 2

FECHA: 2011-11-15

CÁLCULO ASENTAMIENTO DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	DPL-7
PROFUNDIDAD TOTAL	m	3,90
Ns pt	golpes/m	5,47

ZAPATAS CUADRADAS

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO PARA CARGA ESTÁTICA

q = 3,32	kg/cm ²	3,08	tsf	N = 6,0	golpes/m	1,83	blows/ft
B = 0,80	m	2,62	ft	$\gamma_1 = \gamma_2 = 1,45$	g/cm ³	0,04	ton/ft ³
D = 0,80	m	2,62	ft				

Método Aproximación Alpan

N = 1,83	blows/ft	
L = 2,62	ft	
$\alpha_o = 0,11$	tsf	
$m' = (LB)^{0,39}$	1,0	
N' = 11	FIGURA F-III-11a	
$\alpha_o = 0,3$	FIGURA F-III-11b	

$$\rho_i = m' \left(\frac{2B}{1+B} \right)^2 \left(\frac{\alpha}{12} \right) q$$

q (tsf)	B (ft)	m'	α_o	ρ_i (ft)
3,08	2,62	1,0	0,30	0,162

Aproximación Schultze y Sherif

LB = 1	ft	
H = 1,5 a 2B		
H/B = 2	ft	
f = 0,068	FIGURA F-III-12	

$$\rho_i = \frac{f \cdot q \cdot \sqrt{B}}{N_{ave}^{0,87} \left(1 + 0,4 \frac{D}{B} \right)}$$

q (tsf)	B (ft)	N _{ave}	f	D (ft)	ρ_i (ft)
3,08	2,62	1,83	0,068	2,62	0,144

Aproximación Modificado de Terzaghi y Peck

Cn = 1,95	FIGURA F-III-13b	
Cw = 1,0	NF > (D+B)	
N' = 4		
q ₁ = 0,5	FIGURA F-III-13a	

$$\rho_i = \frac{q}{18 q_1}$$

q (tsf)	q ₁	ρ_i (ft)
3,08	0,5	0,317

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZOCRUZ-ILAVE-PUNO"

UBICACIÓN : Estadio Municipal

REALIZADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico

DPL : 7

ESTRATO: 2

FECHA: 2011-11-15

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	DPL
PROFUNDIDAD	m	3,90
Nspt	golpes/m	5,47

CLASIFICACION SUCS	ML
	ML

Tipo de suelo : Limo	Es =	3*(N+3)	kg/cm ²		
	Es =	25,41	kg/cm ²		
Carga o Presión de Trabajo	q =	3,32	kg/cm ²		
Profundidad de Desplante	D =	0,8	m		
Ancho de Cimentación	B =	0,8	m		
Módulo de Elasticidad	E =	25,41	kg/cm ²		
Relación de Poisson	μ =	0,35			
Factor de Forma	If =	82	cm/m	Rígido	Zapata Cuadrada
	If =	210	cm/m	Rígido	Cimiento Corrido

ZAPATAS CUADRADAS

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO ELÁSTICO INICIAL (Según Lambe y Whitman, 1964)

$$S_i = qB(1-\mu^2)I_f/E_s$$

Cimiento	q (kg/cm ²)	B (m)	μ	If (cm/m)	E (kg/cm ²)	Si (cm)	Si (ft)
Rígido	3,32	0,80	0,35	82	25,41	7,521	0,247

CIMENTOS CORRIDOS

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO ELÁSTICO INICIAL (Según Lambe y Whitman, 1964)

$$S_i = qB(1-\mu^2)I_f/E_s$$

Cimiento	q (kg/cm ²)	B (cm)	μ	If	E (kg/cm ²)	Si (cm)	Si (ft)
Rígido	3,32	0,40	0,35	210	25,41	9,631	0,316

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZOCRUZ-ILAVE-PUNO"

UBICACIÓN : Av. El Niño a 20m. De Local Comunal Barrio Alianza

REALIZADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico

DPL : 8

ESTRATO: 2

FECHA: 2011-11-15

CÁLCULO ASENTAMIENTO DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	DPL-8
PROFUNDIDAD TOTAL	m	2,90
Nspt	golpes/m	7,93

ZAPATAS CUADRADAS

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO PARA CARGA ESTÁTICA

q = 3,32	kg/cm ²	3,08 tsf	N = 7,93	golpes/m	2,42 blows/ft
B = 0,80	m	2,62 ft	$\gamma_1 = \gamma_2 =$	2,172	g/cm ³ 0,06 ton/ft ³
D = 0,80	m	2,62 ft			

Método Aproximación Alpan

N = 2,42	blows/ft
L = 2,62	ft
$\alpha_o = 0,16$	tsf
$m' = (L/B)^{0,39}$	1,0
N' = 15	FIGURA F-III-11a
$\alpha_o = 0,24$	FIGURA F-III-11b

$$\rho_i = m' \left(\frac{2B}{1+B} \right)^2 \left(\frac{\alpha}{1,2} \right) q$$

q (tsf)	B (ft)	m'	α_o	ρ_i (ft)
3,08	2,62	1,0	0,24	0,129

Aproximación Schultze y Sherif

L/B = 1	ft
H = 1,5 a 2B	
H/B = 2	ft
f = 0,067	FIGURA F-III-12

$$\rho_i = \frac{f \cdot q \cdot \sqrt{B}}{N_{ave}^{0,87} (1 + 0,4 \frac{D}{B})}$$

q (tsf)	B (ft)	N _{ave}	f	D(ft)	ρ_i (ft)
3,08	2,62	2,42	0,067	2,62	0,111

Aproximación Modificado de Terzaghi y Peck

Cn = 1,9	FIGURA F-III-13b
Cw = 1,0	NF > (D+B)
N' = 5	
q ₁ = 0,7	FIGURA F-III-13a

$$\rho_i = \frac{q}{18 q_1}$$

q (tsf)	q ₁	ρ_i (ft)
3,08	0,7	0,260

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZOCRUZ-ILAVE-PUNO"

UBICACIÓN : Frente a la Gobernación

REALIZADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico

DPL : 11

ESTRATO: 2

FECHA: 2011-11-15

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	DPL
PROFUNDIDAD	m	0,80
Nspt	golpes/m	16,59

CLASIFICACION SUCS	SW
	SW

Tipo de suelo : Arena compacta	Es =	180+7,5*N	kg/cm ²	Bowles
	Es =	304,4	kg/cm ²	
Carga o Presión de Trabajo	q =	3,32	kg/cm ²	
Profundidad de Desplante	D =	0,8	m	
Ancho de Cimentación	B =	0,8	m	
Módulo de Elasticidad	E =	304,425	kg/cm ²	
Relación de Poisson	μ =	0,25		
Factor de Forma	If =	82	cm/m	Rígido Zapata Cuadrada
	If =	210	cm/m	Rígido Cimiento Corrido

ZAPATAS CUADRADAS

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO ELÁSTICO INICIAL (Según Lambe y Whitman, 1964)

$$S_i = qB(1-\mu^2)I_f/E_s$$

Cimiento	q (kg/cm ²)	B (m)	μ	If (cm/m)	E (kg/cm ²)	Si (cm)	Si (ft)
Rígido	3,32	0,80	0,25	82	304,43	0,671	0,022

CIMENTOS CORRIDOS

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO ELÁSTICO INICIAL (Según Lambe y Whitman, 1964)

$$S_i = qB(1-\mu^2)I_f/E_s$$

Cimiento	q (kg/cm ²)	B (cm)	μ	If	E (kg/cm ²)	Si (cm)	Si (ft)
Rígido	3,32	0,40	0,25	210	304,43	0,859	0,028

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZOCRUZ-ILAVE-PUNO"

UBICACIÓN : Frente a la Gobernación

REALIZADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico

DPL : 11

ESTRATO: 2

FECHA: 2011-11-15

CÁLCULO ASENTAMIENTO DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	DPL-11
PROFUNDIDAD TOTAL	m	0,80
Nspt	golpes/m	16,59

ZAPATAS CUADRADAS

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO PARA CARGA ESTÁTICA

q =	3,32	kg/cm ²	3,08	tsf	N =	16,59	golpes/m	5,06	blows/ft
B =	0,80	m	2,62	ft	$\gamma_1 = \gamma_2 =$	1,92	g/cm ³	0,05	ton/ft ³
D =	0,80	m	2,62	ft					

Método Aproximación Alpan

N =	5,06	blows/ft
L =	2,62	ft
$\alpha_o =$	0,14	tsf
$m' = (L/B)^{0,39}$	1,0	
N' =	23	FIGURA F-III-11a
$\alpha_o =$	0,15	FIGURA F-III-11b

$$\rho_i = m' \left(\frac{2B}{1+B} \right)^2 \left(\frac{\alpha}{12} \right) q$$

q (tsf)	B (ft)	m'	α_o	ρ_i (ft)
3,08	2,62	1,0	0,15	0,081

Aproximación Schultze y Sherif

L/B =	1	ft
H =	1,5 a 2B	
H/B =	2	ft
f =	0,068	FIGURA F-III-12

$$\rho_i = \frac{f \cdot q \cdot \sqrt{B}}{N_{ave}^{0,87} (1 + 0,4 \frac{D}{B})}$$

q (tsf)	B (ft)	N_{ave}	f	D(ft)	ρ_i (ft)
3,08	2,62	5,06	0,068	2,62	0,059

Aproximación Modificado de Terzaghi y Peck

Cn =	1,9	FIGURA F-III-13b
Cw =	1,0	NF > (D+B)
N' =	10	
$q_1 =$	1,1	FIGURA F-III-13a

$$\rho_i = \frac{q}{18 q_1}$$

q (tsf)	q_1	ρ_i (ft)
3,08	1,1	0,156

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZOCRUZ-ILAVE-PUNO"

UBICACIÓN : Estadio Municipal

REALIZADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico

DPL : 7 ESTRATO: 2

FECHA: 2011-11-15

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	DPL
PROFUNDIDAD	m	3,90
Nspt	golpes/m	5,47

CLASIFICACION SUCS		ML
--------------------	--	----

Tipo de suelo : Limo	Es =	3*(N+3)	kg/cm ²		
	Es =	25,41	kg/cm ²		
Carga o Presión de Trabajo	q =	3,32	kg/cm ²		
Profundidad de Desplante	D =	0,8	m		
Ancho de Cimentación	B =	0,8	m		
Módulo de Elasticidad	E =	25,41	kg/cm ²		
Relación de Poisson	μ =	0,35			
Factor de Forma	If =	82	cm/m	Rígido	Zapata Cuadrada
	If =	210	cm/m	Rígido	Cimiento Corrido

ZAPATAS CUADRADAS

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO ELÁSTICO INICIAL (Según Lambe y Whitman, 1964)

$$Si = qB(1 - \mu^2)If / Es$$

Cimiento	q (kg/cm ²)	B (m)	μ	If (cm/m)	E (kg/cm ²)	Si (cm)	Si (ft)
Rígido	3,32	0,80	0,35	82	25,41	7,521	0,247

CIMIENTOS CORRIDOS

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO ELÁSTICO INICIAL (Según Lambe y Whitman, 1964)

$$Si = qB(1 - \mu^2)If / Es$$

Cimiento	q (kg/cm ²)	B (cm)	μ	If	E (kg/cm ²)	Si (cm)	Si (ft)
Rígido	3,32	0,40	0,35	210	25,41	9,631	0,316

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZO CRUZ-ILAVE-PUNO"

UBICACIÓN : Frente al Grifo Santa Cruz

REALIZADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico

DPL : 13

ESTRATO: 2

FECHA: 2011-11-15

CÁLCULO ASENTAMIENTO DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	DPL-13
PROFUNDIDAD TOTAL	m	2,50
Ns pt	golpes/m	1,95

ZAPATAS CUADRADAS

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO PARA CARGA ESTÁTICA

$B =$	0,80	m	2,62	ft
$D =$	0,80	m	2,62	ft
$N =$	1,95	golpes/m	0,59	blows/ft
$q =$	3,32	kg/cm ²	3,08	tsf
$E_s =$	19,5	kg/cm ²	18,11	tsf

Aproximación Janbu

$L/B =$	1	ft
$D/B =$	1	ft
$H =$	1,5 a 2B	
$H/B =$	2	ft
$\mu_0 =$	0,93	FIGURA F-III-14
$\mu_1 =$	0,5	FIGURA F-III-14

$$\rho_i = \mu_0 \cdot \mu_1 \cdot \frac{q \cdot B}{E_s^*}$$

q (tsf)	B (ft)	μ_0	μ_1	E_s^*	ρ_i (ft)
3,08	2,62	0,93	0,50	10,31	0,365

Modulo de Elasticidad Equivalente(Aproximación Kay y Cavagnaro)

$H =$	5,25	ft
$B =$	2,62	ft
$L =$	2,62	ft
$R =$	1,48	ft $\sqrt{LB/\pi}$ $L < 2B$
$l_c =$	0,7	FIGURA F-III-15
$V_s =$	0,49	Suelo saturado
$\rho_c = q \cdot \bar{h} \cdot l_c / E_s =$	0,673	

$$E_s^* = \frac{2 \cdot q \cdot R \cdot (1 - v_s^2)}{\rho_c} \quad E_s^* = 10,31 \text{ tsf}$$

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZOCRUZ-ILAVE-PUNO"

UBICACIÓN : Mercado Municipal

REALIZADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico

DPL : 15

ESTRATO: 2

FECHA: 2011-11-15

CÁLCULO ASENTAMIENTO DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	DPL-15
PROFUNDIDAD TOTAL	m	0,90
Ns pt	golpes/m	20,95

ZAPATAS CUADRADAS

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO PARA CARGA ESTÁTICA

q = 3,32	kg/cm ²	3,08	tsf	N = 20,95	golpes/m	6,39	blows/ft
B = 0,80	m	2,62	ft	$\gamma_1 = \gamma_2 = 2,010$	g/cm ³	0,06	ton/ft ³
D = 0,80	m	2,62	ft				

Método Aproximación Alpan

N = 6,39	blows/ft	
L = 2,62	ft	
$\alpha_o = 0,15$	tsf	
$m' = (LB)^{0,39}$	1,0	
N' = 25	FIGURA F-III-11a	
$\alpha_o = 0,13$	FIGURA F-III-11b	

$$\rho_i = m' \left(\frac{2B}{1+B} \right)^2 \left(\frac{\alpha}{12} \right) q$$

q (tsf)	B (ft)	m'	α_o	ρ_i (ft)
3,08	2,62	1,0	0,13	0,070

Aproximación Schultze y Sherif

LB = 1	ft	
H = 1,5 a 2B		
H/B = 2	ft	
f = 0,068	FIGURA F-III-12	

$$\rho_i = \frac{f \cdot q \cdot \sqrt{B}}{N_{60}^{0,87} \left(1 + 0,4 \frac{D}{B} \right)}$$

q (tsf)	B (ft)	N _{ave}	f	D (ft)	ρ_i (ft)
3,08	2,62	6,39	0,068	2,62	0,048

Aproximación Modificado de Terzaghi y Peck

Cn = 1,8	FIGURA F-III-13b	
Cw = 1,0	NF > (D+B)	
N' = 11		
q ₁ = 1,2	FIGURA F-III-13a	

$$\rho_i = \frac{q}{18 q_1}$$

q (tsf)	q ₁	ρ_i (ft)
3,08	1,2	0,143

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL PUEBLO DE MAZOCRUZ-ILAVE-PUNO"

UBICACIÓN : Mercado Municipal

REALIZADO POR : Bach. Edwin Yhony Tarqui Montalico

DPL : 15

ESTRATO: 2

FECHA: 2011-11-15

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO DEL SUELO

DESCRIPCION	UNIDAD	DPL
PROFUNDIDAD	m	0,90
Nspt	golpes/m	20,95

CLASIFICACION SUCS		SW

Tipo de suelo : Arena compacta	Es =	180+7,5*N	kg/cm ²	Bowles	
	Es =	337,125	kg/cm ²		
Carga o Presión de Trabajo	q =	3,32	kg/cm ²		
Profundidad de Desplante	D =	0,8	m		
Ancho de Cimentación	B =	0,8	m		
Módulo de Elasticidad	E =	337,125	kg/cm ²		
Relación de Poisson	μ =	0,25			
Factor de Forma	If =	82	cm/m	Rígido	Zapata Cuadrada
	If =	210	cm/m	Rígido	Cimiento Corrido

ZAPATAS CUADRADAS

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO ELÁSTICO INICIAL (Según Lambe y Whitman, 1964)

$$S_i = qB(1-\mu^2)I_f/E_s$$

Cimiento	q (kg/cm ²)	B (m)	μ	If (cm/m)	E (kg/cm ²)	Si (cm)	Si (ft)
Rígido	3,32	0,80	0,25	82	337,13	0,606	0,020

CIMENTOS CORRIDOS

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO ELÁSTICO INICIAL (Según Lambe y Whitman, 1964)

$$S_i = qB(1-\mu^2)I_f/E_s$$

Cimiento	q (kg/cm ²)	B (cm)	μ	If	E (kg/cm ²)	Si (cm)	Si (ft)
Rígido	3,32	0,40	0,25	210	337,13	0,776	0,025

ANÁLISIS QUÍMICO

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE QUÍMICA

**PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
EN LA ZONA URBANA DEL PUEBLO DE MAZOCRUZ"**

UBICACIÓN : CENTRO SALUD MAZOCRUZ

REALIZADO POR : E. T. M.

CALICATA C-5

MUESTRA: M-2

FECHA: 2010-12-15

ANÁLISIS QUÍMICO POR AGRESIVIDAD

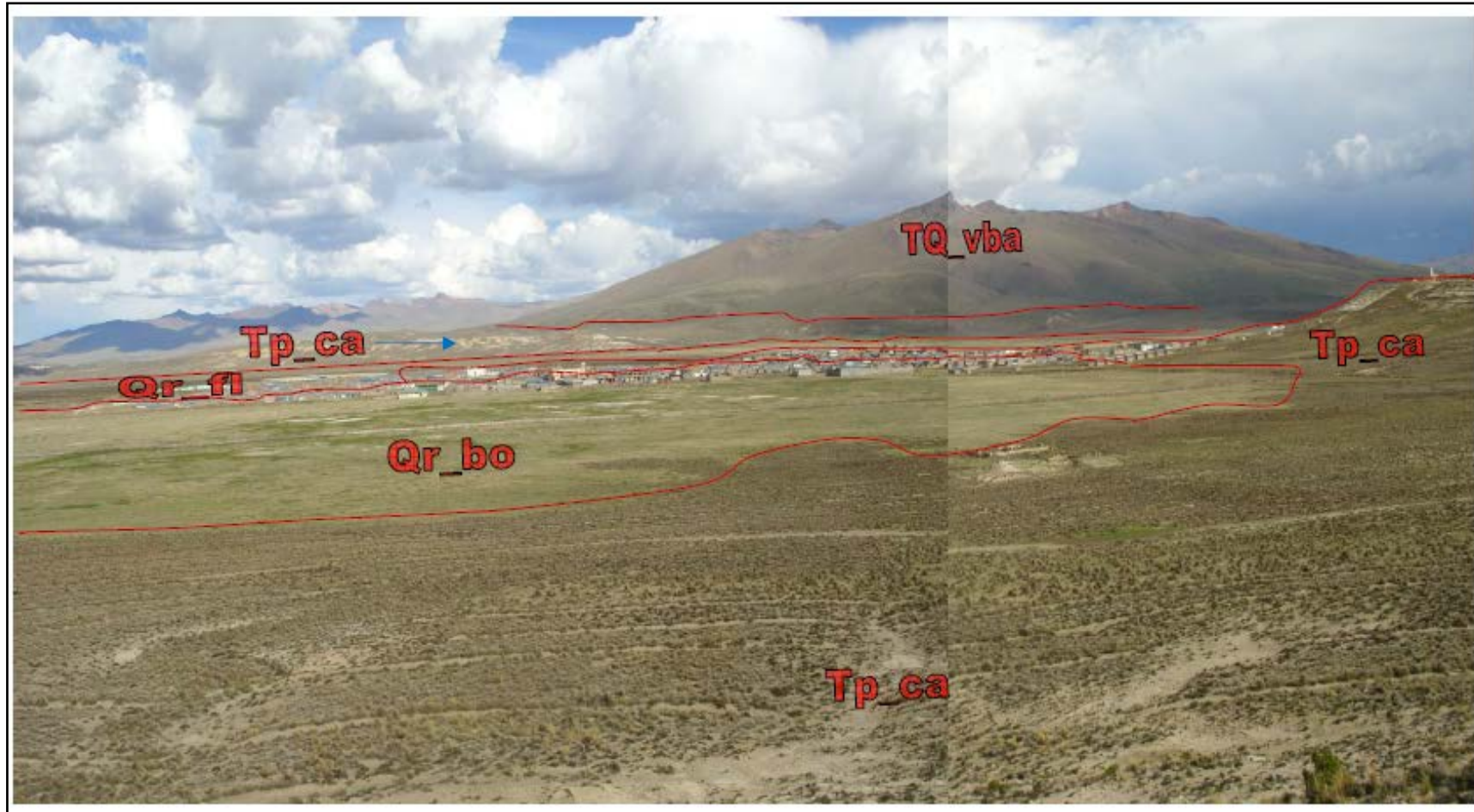
MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CLORUROS (%)	SULFATOS (%)	SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (%)	
				(%)	PPM
C-5	0,30 - 1,80	0,004	0,032	0,045	450

ANEXO DE FOTOGRAFÍAS



Fuente: Recolección propia.

Foto 1. Vista panorámica del poblado de Mazocruz, que se encuentra emplazada sobre llanura lacustre de la región altiplánica.



Fuente: Recolección propia.

Foto 2. Vista geológica local de la zona de estudio, en el cual se observa el Depósito bofedal (Qr-bo), Formación Capillune (Tp-ca), Depósito Fluvial (Qr-fl), Volcánico Barroso (TQ-vba). El suelo de fundación del pueblo de Mazocruz, geológicamente está constituida por Depósito Fluvial, Formación Capillune, Depósito Bofedal.



Fuente: Recolección propia.

Foto 3. Esta vista nos muestra, afloramientos de Formación Capillune(Tp-ca) con intercalación de estratificación de areniscas, y limolitas de buzamiento casi horizontal; cuyo potencia varía de 5 cm a 300 cm estos afloramientos en conjunto alcanzan 80 m



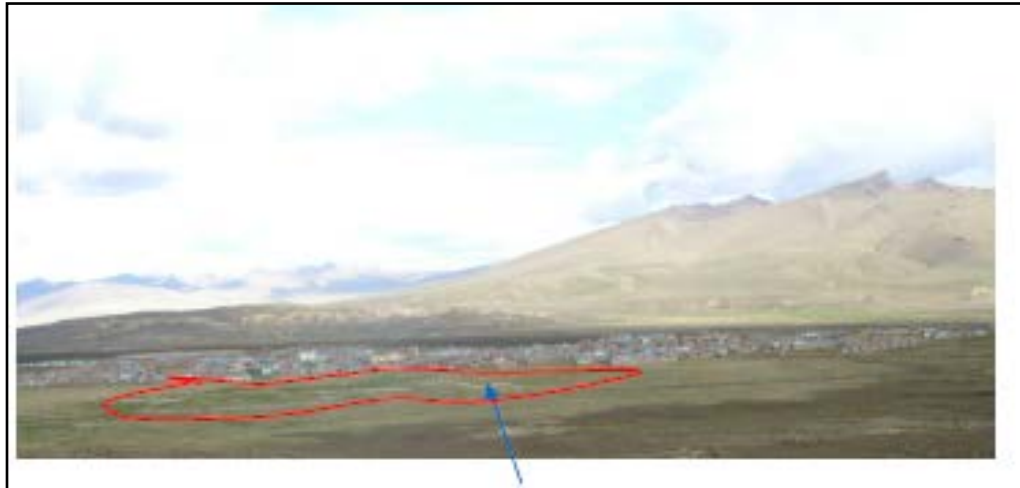
Fuente: Recolección propia.

Foto 4. En la zona se observa precipitaciones pluviales de gran intensidad.



Fuente: Recolección propia.

Foto 5. Esta vista nos muestra el cauce meandriforme con agua permanente del río Huenque, el cual está ubicado a pocos metros del pueblo de Mazocruz.



Fuente: Recolección propia.

Foto 6. Zona bofedal en el sector oeste del pueblo de Mazocruz.



Fuente: Recolección propia.

Foto 7. Vista de Nivel Freático. Hidrogeológicamente la zona de estudio presenta Nivel Freático, se determinó de acuerdo a exploraciones geotécnicas realizadas en la Zona I, II, III, IV y V de la zona urbana de Mazocruz. El nivel freático está a una profundidad de 2,7; 2,2; 2,2; 1,7; 1 metros respectivamente. Dato tomado en época de precipitación pluvial fuerte.



Fuente: Recolección propia.

Foto 8. Vista y perfil estratigráfico de la calicata C-1, ubicado en Barrio 3 de Mayo al lado derecho de intersección de vía Mazocruz- Desaguadero y Mazocruz- llave, el nivel freático está a 1,70 m de profundidad.



Fuente: Recolección propia.

Foto 9. Vista y perfil estratigráfico de la calicata C-2, ubicado en Barrio 3 de Mayo al posterior del Mercado Mazocruz, el nivel freático está a 1,70 m de profundidad. Vista del ensayo DPL.



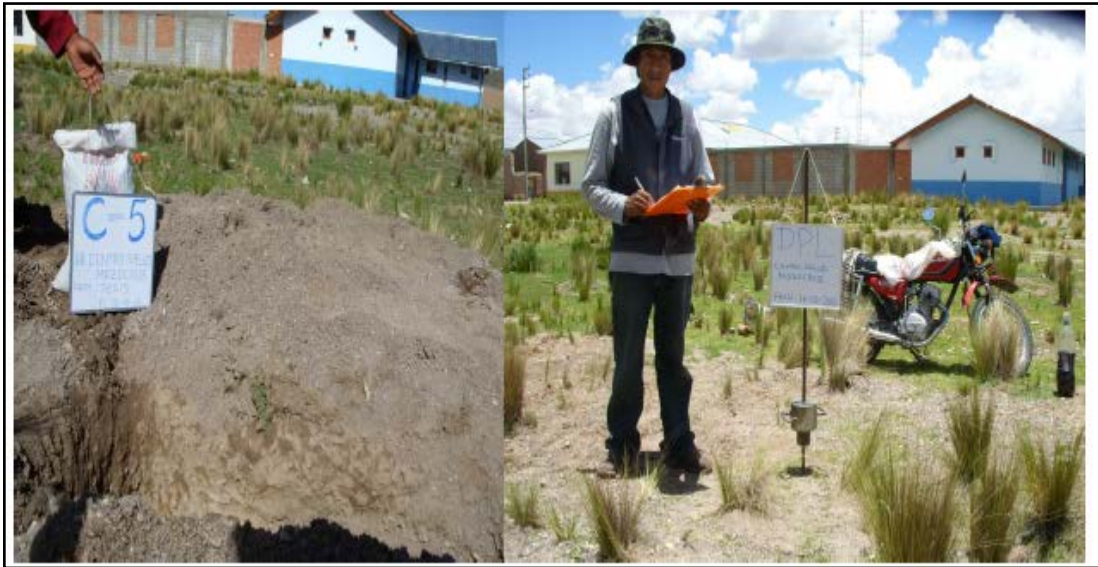
Fuente: Recolección propia.

Foto 10. Vista y perfil estratigráfico de la calicata C-3, ubicado en Barrio 3 de Mayo al posterior del Jardín. Con nivel freático a 1,9 m y que alcanzó una profundidad de exploración de 2 m



Fuente: Recolección propia.

Foto 11. Vista y perfil estratigráfico de la calicata C-4, ubicado en Barrio Alianza y que alcanzó una profundidad de exploración de 2 m



Fuente: Recolección propia.

Foto 12 . Vista y perfil estratigráfico de la calicata C-5, ubicado en Centro Salud Mazo Cruz, el nivel freático está a 2,20 m de profundidad. En esta zona también se realizó ensayo DPL hasta una profundidad de 4 m



Fuente: Recolección propia.

Foto 13. Vista y perfil estratigráfico de la calicata C-6, ubicado en Barrio Alianza, cuyo talud de suelo es inestable ocurre desprendimiento el cual no permite la excavación profunda



Fuente: Recolección propia.

Foto 14. Vista de la calicata C-7, ubicada al posterior del estadio y campo ferial, en esta zona se realizó ensayos de DPL hasta una profundidad de 4 m



Fuente: Recolección propia.

Foto 15. Vista y perfil estratigráfico de la calicata C-8, ubicado en la Av. El Niño a 20 m del local de Barrio Alianza, en esta zona se realizó ensayo de penetración dinámica (DPL) hasta una profundidad de 2,9 m



Fuente: Recolección propia.

Foto 16. Vista y perfil estratigráfico de la calicata C-9, ubicado en Barrio 3 de Mayo – Jr. Santa Cruz, alcanza una profundidad de exploración de 2 m cuyo nivel freático está a 2 m.



Fuente: Recolección propia.

Foto 17. Vista y perfil estratigráfico de la calicata C-10, ubicado al posterior del Colegio Mazacruz.



Fuente: Recolección propia.

Foto 18. Vista y perfil estratigráfico de la calicata C-11, ubicado en la Gobernación de Mazocruz barrio José Antonio.



Fuente: Recolección propia.

Foto 19. Vista y perfil estratigráfico de la calicata C-12, ubicado al posterior del local del Barrio José Antonio.



Fuente: Recolección propia.

Foto 20. Vista y perfil estratigráfico de la calicata C-13, ubicado en Jr. Ejercito del barrio Esperanza. En esta zona se realizó ensayo de DPL. Cabe indicar que esta zona es bofedal.



Fuente: Recolección propia.

Foto 21. Vista y perfil estratigráfico de la calicata C-14, ubicada en Barrio Esperanza el cual alcanzó una profundidad de exploración de 0,40 m limitada por aparición de material muy compacta, el cual no permite profundizar. Cabe indicar que no se ha tomado muestra para ensayos en laboratorio, porque no es representativo.



Fuente: Recolección propia.

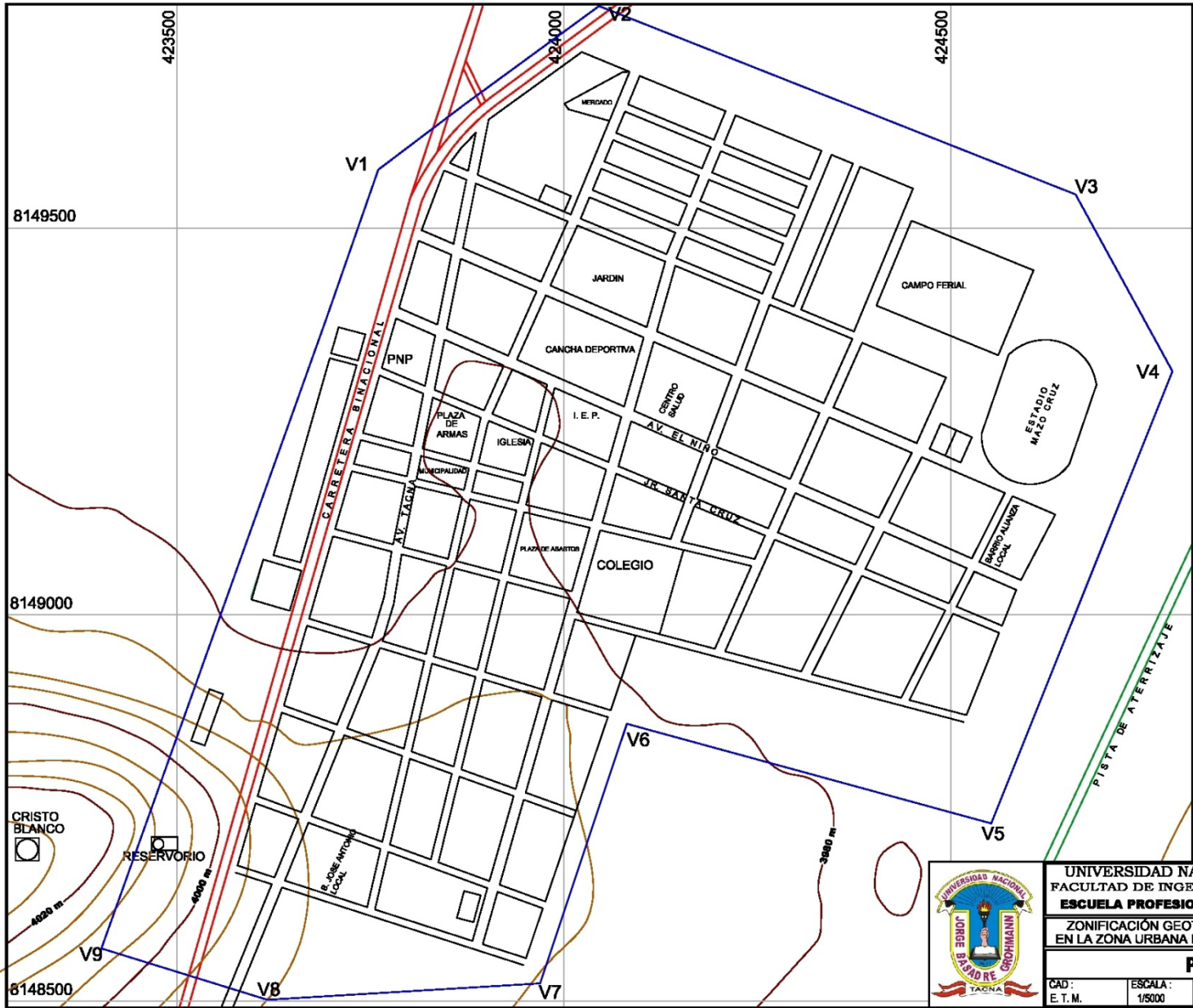
Foto 22. Vista y perfil estratigráfico de la calicata C-15, ubicado en la Av. Tacna alcanza una profundidad de exploración de 0,5 m limitada por aparición de material muy compacta, lo cual no permite profundizar. Cabe indicar que no se ha tomado muestra para ensayos en laboratorio, porque no es representativo.




Fuente: Recolección propia.

Foto 23. Vista de ensayo de densidad in situ, los ensayos fueron realizados en la zona urbana del pueblo de Mazocruz.

ANEXO DE PLANOS

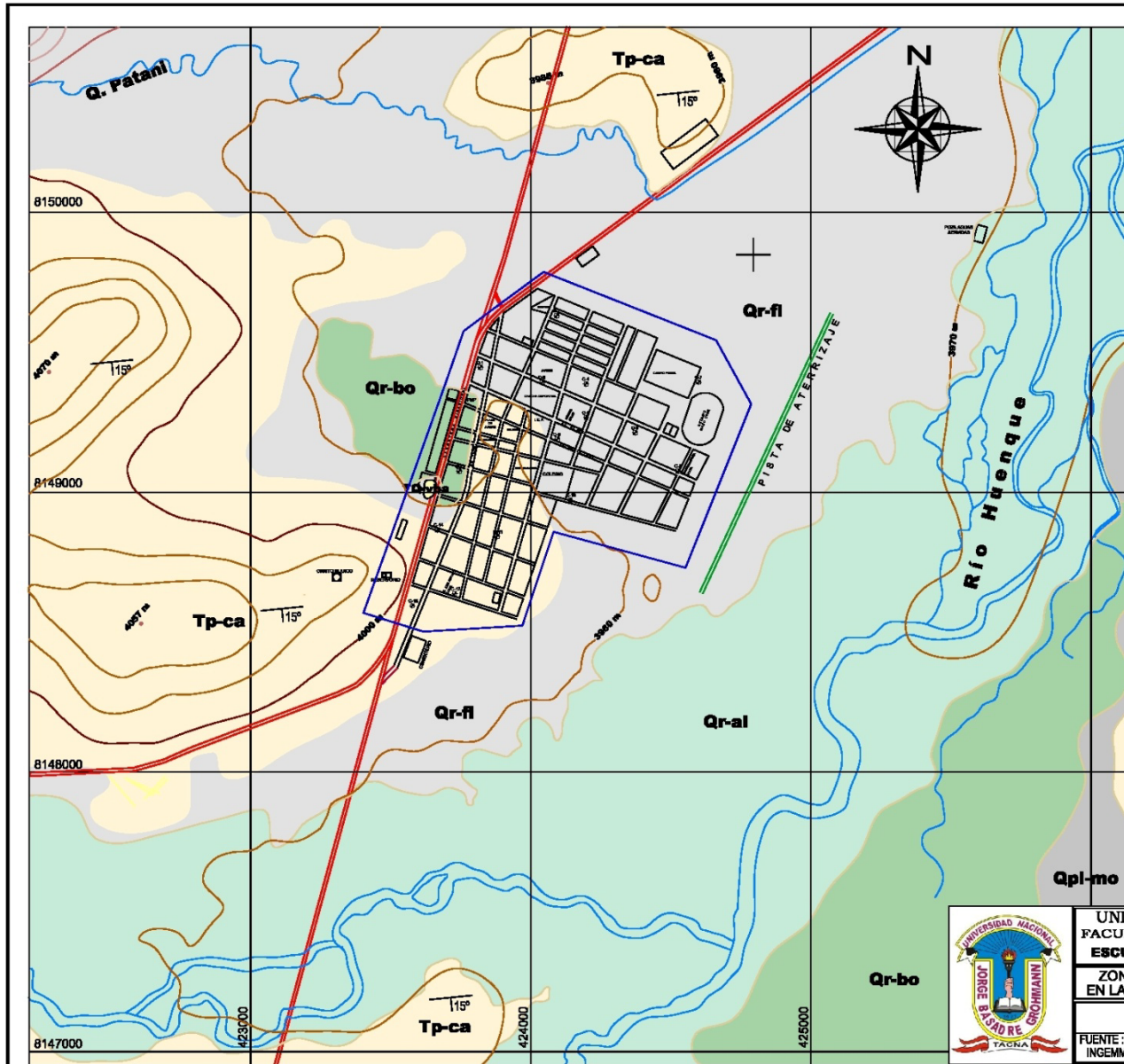


SIMBOLOGÍA

-  Perímetro del área de estudio
-  Lote
-  Curva de Nivel Maestra
-  Curva de Nivel Menor
-  Carretera
-  Pista de Aterrizaje



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA				
ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE MAZOCRUZ - EL COLLAO - PUNO				
PLANO TOPOGRÁFICO				
CAD: E. T. M.	ESCALA: 1/5000	REALIZADO POR: EDWIN YHONY TARQUI MONTALICO	FECHA: JUNIO - 2012	ILUSTRACIÓN Nº 02



SIMBOLOGÍA

- Perímetro del área de estudio
- Rumbo y buzamiento de capas
- Capas Horizontales
- Contacto Conocido
- Curva de Nivel Maestra
- Curva de Nivel Menor
- Río
- Lote
- Carretera
- Calicata
- Pista de Aterrizaje

LEYENDA

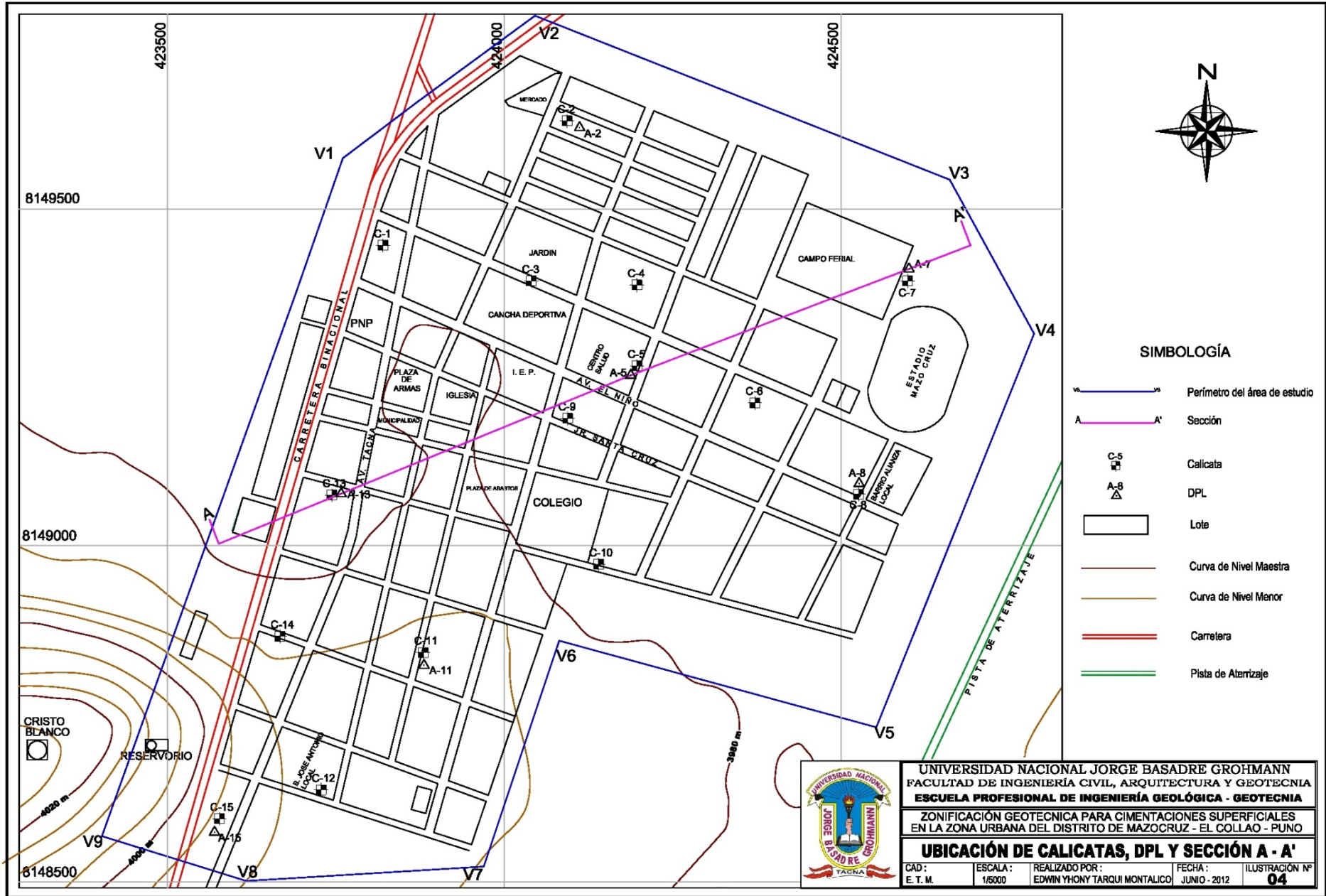
CENOZOICO	CUATERNARIO	Qr-al	Depósitos Aluviales
		Qr-bo	Bofedales
TERCIARIO	PLEISTOCENO	Qr-fi	Depósitos Fluviales
		Qpl-mo	Morrenas
	PLOCIENO	TQ-vba	Volcánico Barroso
		Tp-ca	Formación Capilluna












UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA
 ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
 EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE MAZOCRUZ - EL COLLAO - PUNO

MAPA GEOLÓGICO - GEOMORFOLÓGICO

FUENTE: INGEMMET	ESCALA: 1/15000	REALIZADO POR: EDWIN YHONY TARQUI MONTALICO	FECHA: JUNIO - 2012	ILUSTRACIÓN Nº 03
---------------------	--------------------	--	------------------------	-----------------------------



SIMBOLOGÍA

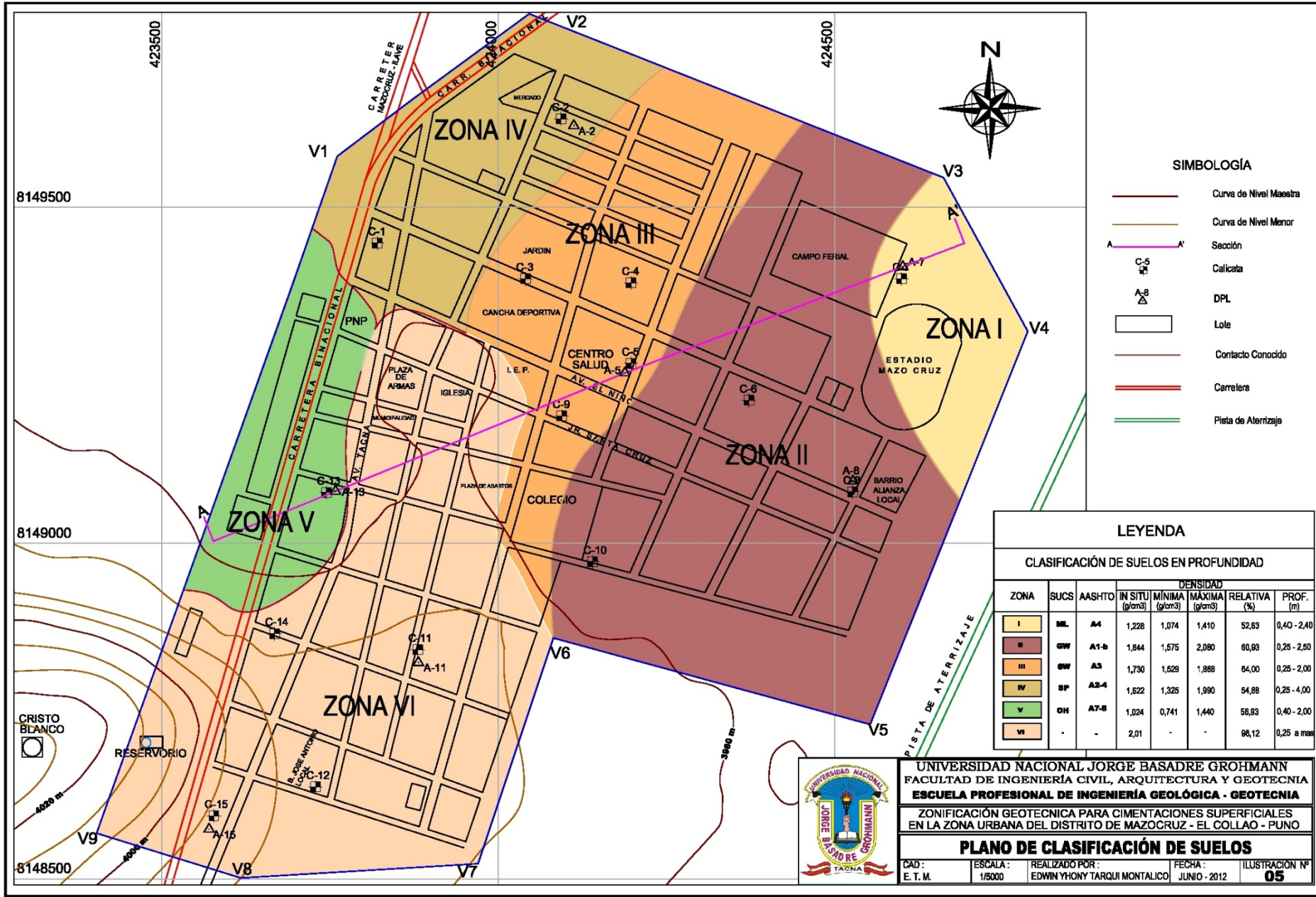
-  V1-V9 Perímetro del área de estudio
-  A-A' Sección
-  C-5 Calicata
-  A-8 DPL
-  Lote
-  Curva de Nivel Maestra
-  Curva de Nivel Menor
-  Carretera
-  Pista de Aterrizaje



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA
 ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
 EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE MAZOCRUZ - EL COLLAO - PUNO

UBICACIÓN DE CALICATAS, DPL Y SECCIÓN A - A'

CAD : E. T. M.	ESCALA : 1/5000	REALIZADO POR : EDWIN YHONY TARQUI MONTALICO	FECHA : JUNIO - 2012	ILUSTRACION N° 04
-------------------	--------------------	---	-------------------------	-----------------------------



SIMBOLOGÍA

- Curva de Nivel Maestra
- Curva de Nivel Menor
- Sección
- Calicata
- DPL
- Lote
- Contacto Conocido
- Carretera
- Pista de Aterrizaje

LEYENDA

CLASIFICACIÓN DE SUELOS EN PROFUNDIDAD

ZONA	SUCS	AASHTO	DENSIDAD				PROF. (m)
			IN SITU (g/cm ³)	MÍNIMA (g/cm ³)	MÁXIMA (g/cm ³)	RELATIVA (%)	
I	ML	A4	1,228	1,074	1,410	52,63	0,40 - 2,40
II	GW	A1-b	1,844	1,575	2,080	80,80	0,25 - 2,50
III	SW	A3	1,730	1,529	1,888	84,00	0,25 - 2,00
IV	SP	A2-4	1,622	1,325	1,990	54,88	0,25 - 4,00
V	OH	A7-S	1,024	0,741	1,440	56,93	0,40 - 2,00
VI	-	-	2,01	-	-	96,12	0,25 a mas



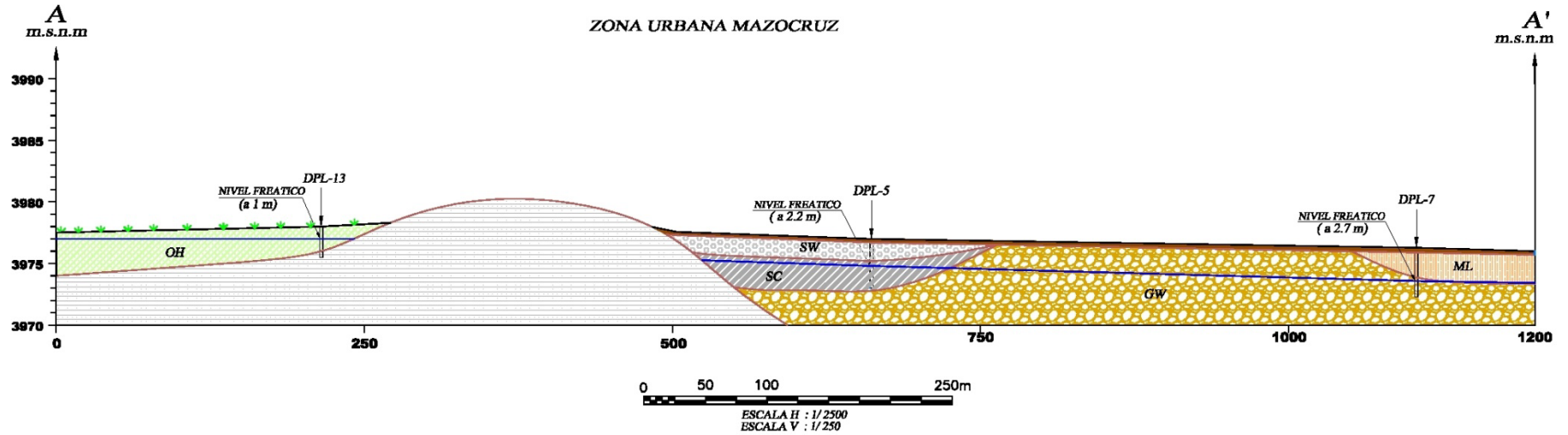
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA
 ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES
 EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE MAZOCRUZ - EL COLLAO - PUNO

PLANO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

CAD: E. T. M. ESCALA: 1/8000 REALIZADO POR: EDWIN YHONY TARQUI MONTALICO FECHA: JUNIO - 2012 ILUSTRACION Nº **05**

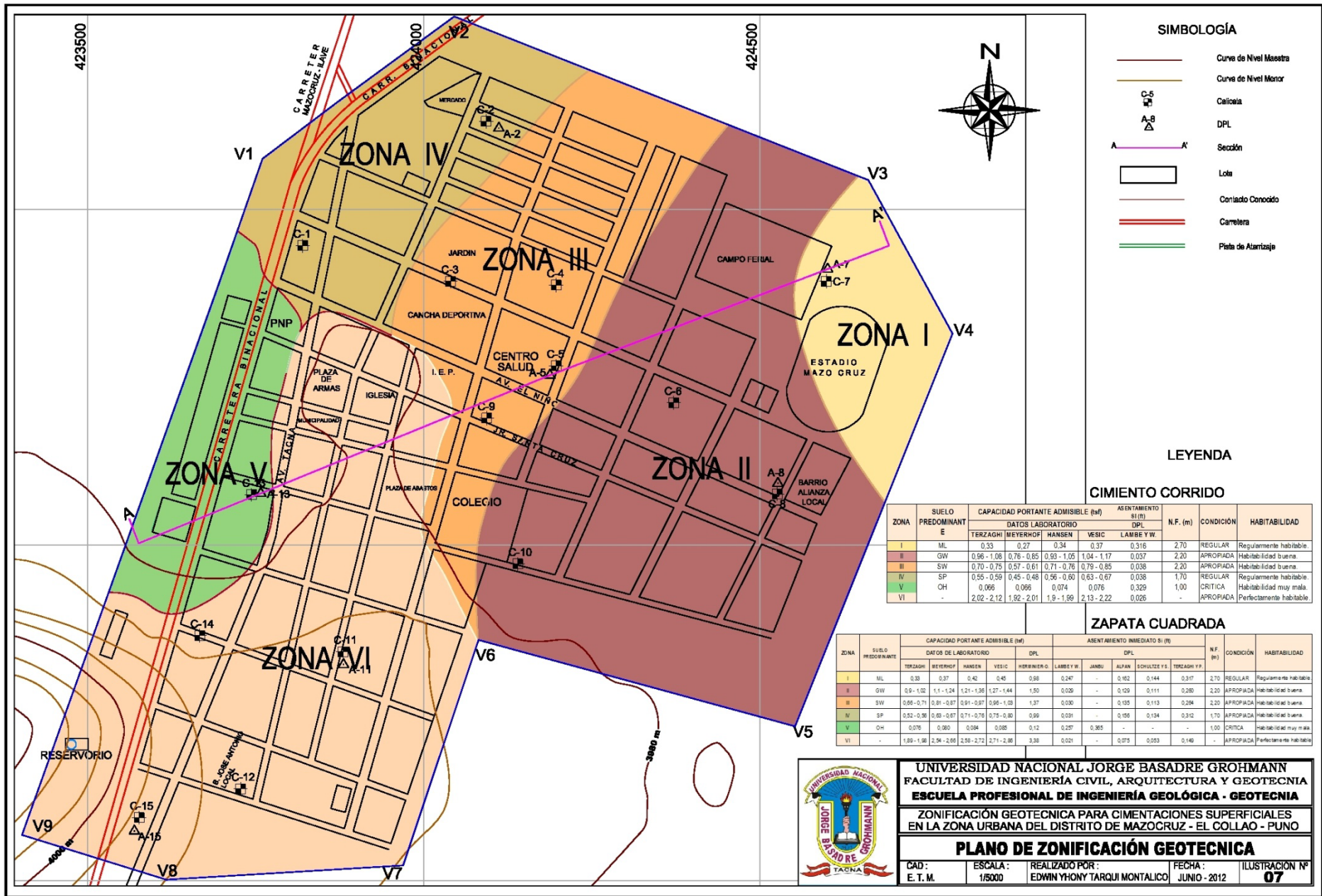
SECCIÓN DE SUELOS A-A'

ZONA URBANA MAZOCRUZ



LEYENDA		SIMBOLOGÍA	
ZONA		—	Contacto Conocido
ML	Limo inorgánico	—	Nivel freático
GW	Grava bien graduada		Bofedal
SW	Arena Media		Sondeo (prof. 0 - 4 m)
SC	Arena arcillosa		
OH	Arcilla orgánica		
	Limolitas y areniscas		

				UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA			
				ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE MAZOCRUZ - EL COLLAG - PUNO			
SECCIÓN DE SUELOS A - A'							
CAD:	ESCALA:	REALIZADO POR:	FECHA:	ILUSTRACIÓN Nº:			
E. T. M.	INDICADA	EDWIN YHONY TARQUI MONTALCO	JUNIO - 2012	06			



SIMBOLOGÍA

- Curva de Nivel Mayor
- Curva de Nivel Menor
- C-5 Caisena
- A-8 DPL
- A-A Sección
- Lote
- Conciado Conocido
- Carretera
- Plata de Atarriaje

LEYENDA

CIMIENTO CORRIDO

ZONA	SUELO PREDOMINANTE	CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE (tsf)						N.F. (m)	CONDICIÓN	HABILIDAD
		DATOS LABORATORIO								
		TERZAGHI	MEYERHOF	HANSEN	VESIC	LAMBE Y W.	DPL			
I	ML	0.33	0.27	0.34	0.37	0.316	2.70	REGULAR	Regiamente habitable	
II	GW	0.66 - 1.08	0.76 - 0.85	0.93 - 1.05	1.04 - 1.17	0.937	2.20	APROPIADA	Habitabilidad buena	
III	SW	0.70 - 0.75	0.57 - 0.61	0.71 - 0.76	0.79 - 0.85	0.038	2.20	APROPIADA	Habitabilidad buena	
IV	SP	0.55 - 0.59	0.45 - 0.48	0.56 - 0.60	0.63 - 0.67	0.038	1.70	REGULAR	Regiamente habitable	
V	OH	0.066	0.069	0.074	0.076	0.329	1.00	CRITICA	Habitabilidad muy mala	
VI	-	2.02 - 2.12	1.92 - 2.01	1.9 - 1.99	2.13 - 2.22	0.026	-	APROPIADA	Perfectamente habitable	

ZAPATA CUADRADA

ZONA	SUELO PREDOMINANTE	CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE (tf)						ASENTAMIENTO INMEDIATO si (f)				N.F. (m)	CONDICIÓN	HABILIDAD
		DATOS DE LABORATORIO						DPL						
		TERZAGHI	MEYERHOF	HANSEN	VESIC	HANSEN	LAMBE Y W.	JAMBI	ALFAN	SCHULTZ Y S.	TERZAGHI Y F.			
I	ML	0.33	0.27	0.42	0.45	0.58	0.247	-	0.162	0.144	0.317	2.70	REGULAR	Regiamente habitable
II	GW	0.9 - 1.02	1.1 - 1.24	1.21 - 1.36	1.27 - 1.44	1.50	0.026	-	0.120	0.111	0.260	2.20	APROPIADA	Habitabilidad buena
III	SW	0.66 - 0.71	0.81 - 0.87	0.91 - 0.97	0.96 - 1.03	1.37	0.030	-	0.135	0.113	0.204	2.20	APROPIADA	Habitabilidad buena
IV	SP	0.52 - 0.56	0.63 - 0.67	0.71 - 0.76	0.75 - 0.80	0.99	0.031	-	0.156	0.134	0.312	1.70	APROPIADA	Habitabilidad buena
V	OH	0.076	0.080	0.084	0.085	0.12	0.257	0.365	-	-	-	1.00	CRITICA	Habitabilidad muy mala
VI	-	1.89 - 1.98	2.04 - 2.09	2.58 - 2.72	2.71 - 2.85	3.38	0.021	-	0.075	0.053	0.140	-	APROPIADA	Perfectamente habitable



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

ZONIFICACIÓN GEOTECNICA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE MAZOCRUZ - EL COLLAO - PUNO

PLANO DE ZONIFICACIÓN GEOTECNICA

CAD: E. T. M. ESCALA: 1/5000 REALIZADO POR: EDWIN YHONY TARQUI MONTALICO FECHA: JUNIO - 2012 ILUSTRACIÓN Nº 07