

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
DE TACNA**



**ESCUELA DE INGENIERÍA
GEOLÓGICA - GEOTECNIA**

CONVENIO UNJBG - INDECI



**ESTUDIO MAPA DE PELIGROS
DE LA CIUDAD DE TARATA**

TACNA, FEBRERO DE 2002

CONVENIO UNJBG - INDECI
ESTUDIO “MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA”

INDICE

1.0.0 GENERALIDADES.....	
1.1.0 EXPOSICIÓN DE MOTIVOS	
1.2.0 OBJETIVO.....	
1.3.0 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD	
2.0.0 INVESTIGACIONES	GEONÓSTICAS
.....	
2.1.0 ASPECTOS GEOLÓGICOS LOCALES	
2.1.1 Unidades Litoestratigráficas	
a. Formación Tarata (P-ta)	
b. Formación Barroso (NQ-ba)	
c. Rocas Intrusivas (Pe-gd) (Pe-to)	
.....	
2.1.2 Depósitos Cuaternarios	
a. Depósitos Fluvioglaciares (Qp-fg)	
b. Depósitos antropogénicos (Qh-an)	
2.1.3 Aspectos Estructurales	
2.2.0 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	
2.2.1 Geomorfología del Poblado de Tarata	
2.3.0 INVESTIGACIONES EN EL SUELO.....	
2.3.1 EXPLORACIÓN DE SUELOS	
2.3.2 RECONOCIMIENTO DE CAMPO	
2.3.2.1 FASE DE CAMPO (MUESTREO)	
2.3.3 INVESTIGACIONES EN LABORATORIO	
2.3.3.1 CARACTERIZACIÓN DE SUELOS	
2.3.3.2 PROPIEDADES DE RESISTENCIA DEL SUELO	
2.3.4 CAPACIDAD DE CARGA	
2.3.5 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA	
2.3.6 DINAMICA DE SUELOS	

2.3.7 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE EN ROCAS

.....

3.0.0	CONSIDERACIONES HIDROLÓGICAS	
3.1.0	INTRODUCCIÓN	
3.1.2	OBJETO	
3.1.3	METODOLOGIA UTILIZADA	
3.2.0	CARACTERIZACIÓN DE LAS QUEBRADAS	
3.2.1	Caracterización Climática	
3.2.2	Parámetros físicos de la cuenca	
3.2.2.1	Información Disponible	
3.2.2.2	Parámetros Resultantes	
3.3.0	PRECIPITACIONES	
3.3.1.0	Información Disponible	
3.3.2.0	Análisis Estadístico De La Información Disponible ...	
3.3.3.0	Precipitaciones Diarias Máximas	
3.3.4.0	Intensidad De Precipitaciones	
3.3.5.0	Avenidas	
3.4.0	CONSIDERACIONES HIDROGEOLOGICAS	
4.0.0	SIMICIDAD EN LA CIUDAD DE TARATA – TACNA	
4.1.0	SISMICIDAD HISTÓRICA	
4.2.0	CARACTERÍSTICAS SISMOTECTÓNICAS LOCAL Y REGIONAL	
4.3.0	FRECUENCIA SISMICA DE TACNA	
4.4.0	DESCRIPCIÓN DEL SISMO 23 JUNIO DE 2001	
4.5.0	ANALISIS CIENTÍFICO DEL SISMO 23 JUNIO 2001	
4.6.0	ACELERACIONES DEL SISMO	
4.7.0	ANALISIS TÉCNICO DEL SISMO 23 JUNIO 2001	
5.0.0	EVALUACION DE RESULTADOS	
5.1.0	SUELOS EXPANSIVOS Y COLAPSABLES	
5.1.1	SUELOS EXPANSIVOS	
5.1.2	SUELOS COLAPSABLES	

5.1.2.1	POTENCIAL DE DENSIFICACION
5.2.0	CON RESPECTO A LOS ASPECTOS GEOLOGICOS Y GEOMORFOLOGICOS (Ilustración N° T-02 y T-03)
5.3.0	PLANO DE ZONIFICACION SUPERFICIAL DE SUELOS (Ilustración N° T-04)
5.4.0	PLANO DE ZONIFICACION DE SUELOS Y CAPACIDAD DE CARGA, Profundidad 1.5m. (Ilustración N° T-05)
5.5.0	MAPA DE PELIGROS POTENCIALES Ilustración N° T-06
5.6.0	MAPA DE VULNERABILIDAD. Ilustración N° T-07
6.0.0	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
6.1.0	CONCLUSIONES
6.2.0	RECOMENDACIONES
7.0.0	BIBLIOGRAFIA

FOTOS

TABLAS

- N° 01 CUADRO DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
- N° 02 CAPACIDADES ADMISIBLES MÉTODO VESIC
- N° 03 POTENCIAL DE EXPANSIÓN DE SUELOS

FIGURAS

- FIG. N° 01 MAPA DE ISOSISTAS PARA EL TERREMOTO DEL 13 DE AGOSTO DE 1868
- FIG. N° 02 MAPA DE ISOSISTAS PARA EL TERREMOTO DE NAZCA DEL 12 DE NOVIEMBRE DE 1999
- FIG. N° 03 ZONAS SISMICAS SEGÚN NORMA PERUANA E-030,1997
- FIG. N° 04 ACTIVIDAD SÍSMICA DE LOS AÑOS 1997 - 1998
- FIG. N° 05 ACTIVIDAD SÍSMICA DE LOS AÑOS 1999 - 2000

REGISTROS DE ACELERACIONES SISMO 07/07/2001 (03)

ILUSTRACIONES

- T-01 Mapa de Ubicación del Ámbito de Estudio.
- T-02 Mapa Geológico-Geomorfológico
- T-03 Plano Geológico-Geomorfológico Detallado
- T-04 Zonificación Superficial de Suelos
- T-05 Zonificación de Suelos y Capacidad de Carga (Prof. 0.30 a 1.00m.)
- T-06 Mapa de Peligros Potenciales
- T-07 Mapa de Vulnerabilidad
- T-08 Plano Hidrológico de Tarata

ANEXOS

1.0.0 ENSAYOS DE LABORATORIO

N° Hojas

1.1.0 CUADRO DE CLASIFICACION DE SUELOS.....	01
1.2.0 DENSIDAD IN SITU NORMA ASTM D-1556-00.....	02
1.3.0 GRANULOMETRIA NORMA ASTM D-422-63 (1998).....	08
1.4.0 LIMITES DE CONSISTENCIA NORMA ASTM D-4318-98.....	08
1.5.0 HUMEDAD NATURAL NORMA ASTM D-2216-98.....	03
1.6.0 DENSIDAD MINIMA NORMA ASTM C-29/C29M-97.....	08
1.7.0 PROCTOR MODIFICADO.....	08
1.8.0 DIRECTO RESIDUAL NORMA ASTM D-3080.....	03
2.0.0 POTENCIAL DE DENSIFICACION.....	04
3.0.0 CALCULO DE CAPACIDADES ADMISIBLES EN CONDICIONES ESTATICAS-CORRIDO.....	03
4.0.0 CALCULO DE CAPACIDADES ADMISIBLES EN CONDICIONES ESTATICAS-CUADRADO.....	03
5.0.0 CALCULO DE CAPACIDADES ADMISIBLES EN CONDICIONES PSEUDOESTATICAS MAXIMAS.....	03

**CONVENIO UNJBG – INDECI
ESTUDIO MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA**

PERSONAL QUE HA PARTICIPADO EN LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO

DIRECTIVOS

DR. HAB. VICENTE CASTAÑEDA CHAVEZ

RECTOR DE LA UNJBG

CONTRALMIRANTE A.P. (r) JUAN PODESTÁ LLOSA

JEFE DEL INDECI Y DIRECTOR
NACIONAL DEL PROYECTO PER
98/018

ING. DANTE MORALES CABRERA

DECANO DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA DE MINAS (FAIM)

ING. PIO COILA VALDEZ

DIRECTOR DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

ING. JORGE BARRIGA GAMARRA

COORDINADOR GENERAL DEL
CONVENIO

PERSONAL TÉCNICO

ING. OSCAR PAREDES CHACÓN

JEFE DEL ESTUDIO

ING. REYMUNDO JUÁREZ COLQUE

AREA DE GEOTECNIA

ING. MSC. CONRADO BEDOYA JAEN

AREA DE GEOLOGÍA

ING. JORGE ACOSTA ALE

AREA DE GEOLOGÍA

ING. MSC. EDWIN PINO VARGAS

AREA DE HIDROLOGIA

ING. JORGE BARRIGA GAMARRA

SISMICIDAD

BACH. EDWIN CONDORI MAMANI

LABORATORIO DE SUELOS

BACH. ALEXANDER FLORES ROJAS

ASISTENTE EN GEOLOGÍA

BACH. ADÁN PINO ZEBALLOS

ASISTENTE EN GEOMORFOLOGÍA

BACH. WILBER CHAMBI TAPAHUASCO

ASISTENTE EN HIDROLOGIA

SR. MANUEL LARA LINCE

PUBLICACION

TACNA, FEBRERO DE 2002

CONVENIO UNJBG - INDECI
ESTUDIO "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"

1.0.0 GENERALIDADES

1.1.0 EXPOSICIÓN DE MOTIVOS

El terremoto del 23 de Junio del 2001 ha puesto al descubierto la fragilidad de los asentamientos humanos no planificados o realizados sin una adecuada asistencia técnica, despertando el interés de las autoridades involucradas en la defensa civil en identificar los diferentes peligros presentes en una zona que la hacen vulnerable, y no solamente la organización de la población para casos de sismos.

Los peligros naturales, como los recursos naturales, son parte de lo que ofrecen nuestros sistemas naturales; ellos pueden ser considerados como recursos negativos. En todo sentido, los peligros naturales constituyen un elemento de los "problemas ambientales" que actualmente capturan tanta atención pública: alteran los ecosistemas naturales e incrementan el impacto de su degradación, reflejan el daño hecho por los humanos a su medio ambiente y pueden afectar a gran número de personas.

Los desastres causados por los peligros naturales demandan enormes cantidades de capital para reponer lo que es destruido y dañado. La comunidad para el desarrollo debería encarar este aspecto porque proporciona, entre todos los temas ambientales, la más manejable de las situaciones: los riesgos son fácilmente identificados, las medidas de mitigación están disponibles, y los beneficios que resultan de las acciones para la reducción de la vulnerabilidad son altos en relación con los costos.

Por estas razones, el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), encargó a la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna (UNJBG) la elaboración del "Estudio Mapa de Peligros de la Ciudad de Tarata, en Convenio, lo que motiva el presente documento.

1.2.0 OBJETIVO

EL objetivo del estudio es identificar los potenciales de peligro para la sostenibilidad física de la ciudad de Tarata, teniendo en cuenta su entorno geográfico y particularmente las características físicas de los suelos, zona donde necesariamente se asienta o tienen que asentarse las diferentes edificaciones existentes o por construir.

1.3.0 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

Tarata está ubicada en el Departamento de Tacna, en el extremo SurOeste del Perú, a una altitud de 2950m.s.n.m. en plena Cordillera Occidental de Los Andes.

Es accesible por una carretera asfaltada de doble vía que parte de Tacna. Luego de Tarata esta carretera continúa como afirmada, uniendo pueblos del Este y Oeste de la misma cadena Occidental de Los Andes.

2.0.0 INVESTIGACIONES GEONÓSTICAS

El área de estudio, que comprende el poblado de Tarata, se desarrolla dentro de un ambiente geológico volcánico, sedimentario y rocas intrusivas. (Ilustración T-02).

Como una breve síntesis de los eventos geológicos ocurridos en la zona, se puede decir que después de la depositación del Grupo Toquepala, conformado por rocas andesíticas y conglomerados volcánicos, durante

el Cretáceo Superior y Paleógeno inferior, la erosión y socavación de los ríos formó una paleotopografía que dió origen a una pequeña cuenca andina.

De esta manera, en el Paleógeno superior, debido al levantamiento de los Andes probablemente, y una fuerte erosión fluvial, grandes huaycos que provenían de las partes más altas se depositaron en esta cuenca, la cual se fué colmando con grandes aportes de arenas, limos y rocas calcáreas, de un pequeño ambiente lagunar, dando como resultado a la Formación Tarata. Un evento magmático posterior produjo un cuerpo intrusivo que cortó al Grupo Toquepala y a la Formación Tarata formando pequeños depósitos de cuarcitas. Ya en el Plioceno, un fuerte volcanismo depositó grandes coladas de andesitas de la Formación Barroso que cubrieron la cuenca intramontañosa.

El continuo levantamiento de los Andes ocasionó una fuerte erosión fluvial, disectando superficies y formando los valles altoandinos. Es así que en el Cuaternario, como resultado de la fuerte socavación de los ríos, se formaron grandes terrazas fluvio-glaciares que quedaron colgadas en los valles a manera de plataformas, donde en la actualidad se asienta el Poblado de Tarata (Foto 01).

2.1.0 ASPECTOS GEOLÓGICOS LOCALES

La Geología en el poblado de Tarata está compuesta por afloramientos de rocas de la Formación Tarata, Formación Barroso, depósitos cuaternarios recientes e intrusivos (Ilustración T-03).

2.1.1 Unidades Litoestratigráficas

a. Formación Tarata (P-ta)

La Formación Tarata abarca la mayor extensión del área y se encuentra rodeando al poblado de Tarata. Sus afloramientos se pueden apreciar en los Cerros Calvario y Picara, ubicados al Este del poblado, así como en el corte de la carretera Tarata-Ticaco (Foto 02). La formación Tarata, a la cual se le asigna una edad del Paléogeno, se encuentra suprayaciendo al Grupo Toquepala e infrayaciendo a la Formación Barroso con discordancia angular y presenta un rumbo promedio de 26° al Nor-Este y un buzamiento de 45° al Este, el cual se hace casi vertical con dirección al contacto con el intrusivo.

Litológicamente, está compuesta a la base, por grandes paquetes de 10 a 20 m. de espesor de conglomerados (debris flow) de tonalidades verdosas y violáceas. Los clastos están formados por rocas volcánicas (andesitas) e intrusivas de colores gris y verde, cuyos diámetros varían desde algunos cm. hasta 30 cm. Los conglomerados verdosos presentan clastos subangulosos inmersos en una matriz volcánica (Foto 03). No obstante, los clastos de los conglomerados violáceos se encuentran fragmentados dentro de una matriz limosa de color marrón (Foto 04). A continuación, se tienen intercalaciones de estratos de 20 a 50 cm. de conglomerados grises, areniscas arcósicas gris verdosas y lutitas laminadas marrones (Foto 05). Estas intercalaciones están ordenadas en secuencias granodecipientes que terminan al tope con calizas negras.

Los conglomerados son rocas resistentes (según estimación de la dureza en el campo, tomada del Chart "The Description of Rock Masses for Engineering Purposes", Anon, 1977), sin embargo, son vulnerables a la meteorización, que los disgregan, dando como resultado suelos finos de colores marrones, con fragmentos de rocas.

La Formación Tarata se habría formado en una cuenca andina intramontañosa rellena inicialmente por grandes depósitos de tipo

huayco (conglomerados verdosos y violáceos). La sucesión de sedimentos más finos hacia el tope (intercalaciones de areniscas, lutitas y calizas) hacen pensar que se habría tratado de una cuenca endorreica, la cual recibía grandes aportes de una erosión fluvio-glaciaria y fluvial de rocas volcánicas (grupo Toquepala) e intrusivas.

b. Formación Barroso (NQ-ba)

La Formación Barroso aflora al Norte del poblado de Tarata, en la carretera que conduce a los poblados de Chivatería y Solabaya y se extiende a manera de una lengua, que ingresa al valle con un dirección Sur-Oeste. Descansa sobre la Formación Tarata con discordancia angular y hacia el tope está cubierta por depósitos aluviales recientes del Cuaternario. Se le asigna una edad del Plioceno-Pleistoceno.

Su litología en esta zona está compuesta por lavas de andesita porfirítica de color gris claro, con grandes fenocristales oscuros de hornblendas de hasta 1 cm. Son rocas muy compactas y resistentes, y forman grandes bloques columnares de varios metros de altura (Foto 06).

La meteorización de estas rocas forman suelos gravosos con relleno arenoso, los cuales presentan coloraciones grises y forman los depósitos aluviales en los alrededores de los poblados de Chivatería y Solabaya (Foto 07).

c. Rocas Intrusivas (Pe-gd) (Pe-to)

En los alrededores del poblado de Tarata se encuentran afloramientos de rocas intrusivas que comprenden tonalitas y granodioritas, que intruyen a la formación Tarata, siendo de una edad del Eoceno.

La tonalita abarca un área de pequeña extensión y afloran al pie de los Cerros Sivijane y Picasa al Nor – Oeste del poblado.

La granodiorita se extiende al Este de Tarata, en el Cerro Santa María, donde muestra su mejor exposición. Es una roca muy resistente, con una coloración gris verdosa. En el corte de la carretera Tarata-Ticaco se encuentra altamente meteorizada, causando derrumbes y caída de rocas (Foto 08), especialmente en periodos de lluvia.

2.1.2 Depósitos Cuaternarios

a. Depósitos Fluvioglaciares (Qp-fg)

Estos depósitos se ubican a partir de los 3000 m. hasta los 3200 m. Se encuentran cubriendo parcialmente la Formación Tarata, la Formación Barroso y el intrusivo granodiorítico (Ilustración T-03) a manera de terrazas colgadas. Se estima que tienen un espesor entre 30 y 80 m.

Están compuestos por clastos subredondeados de variada litología, producto de la erosión de las formaciones geológicas descritas anteriormente, con diámetros variables que varían en el orden de los cm. hasta varios metros. Se tratan de intercalaciones de conglomerados y microconglomerados con relleno limoarenoso que presentan tonalidades beige y grises, los cuales presentan una estratificación grosera (Fotos 02 y 07).

La terraza fluvioglacial donde se asienta el poblado de Tarata, forma una plataforma con una ligera inclinación hacia el Río Tarata (Foto 01). Gran parte de estos depósitos son utilizados como terrenos de cultivo.

b. Depósitos antropogénicos (Qh-an)

Dentro de este tipo de depósitos están incluidos aquellos depósitos generados por el hombre sin intervención de procesos de transformación industrial. Estos depósitos están conformados por basura y restos de escombros de viviendas (Qh-an-b), así como de material de corte y relleno (Qh-an-r). El material de corte y relleno está formado por suelo residual y roca meteorizada sin una compactación adecuada en algunos casos.

Los depósitos antropogénicos de basura (Qh-an-b) se ubican al Nor-Oeste del poblado de Tarata, y ocupan una parte de la escarpa formada por la terraza fluvio-glaciar. Los depósitos antropogénicos de relleno (Qh-an-r) en algunos casos se encuentran rellenando quebradas antiguas. Tal es el caso de una parte de la Calle 28 de Julio, en donde con la ayuda de calicatas se pudo encontrar este depósito, el cual no presenta una compactación adecuada. De igual forma, la parte trasera del Colegio Estatal de Tarata muestra un depósito de relleno, que a diferencia del anterior, se encuentra bien compactado.

2.1.3 Aspectos Estructurales

No se han identificado fallas regionales que atraviesen el poblado de Tarata, sin embargo se ha podido notar sistemas de fracturamiento en las rocas más resistentes como intrusivos y andesitas de la Formación Barroso, debidas a su emplazamiento inicial y a la meteorización.

2.2.0 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

En el contexto regional, el poblado de Tarata se enmarca geomorfológicamente dentro de la zona disectada del Flanco Occidental de los Andes. Esta unidad geomorfológica, de carácter

regional, describe una topografía muy quebrada por la intensa erosión ejercida por los ríos que labran valles hasta de 1000 m. de profundidad.

Los valles principales de estos ríos se caracterizan por ser jóvenes y muy estrechos, presentando perfiles transversales en forma de "V" (Río Tarata), donde sus flancos son de fuerte pendiente, llegando a alcanzar hasta 40° de inclinación. Sin embargo, los campesinos han logrado aprovechar algunas de estas áreas para la agricultura, como lo hicieron sus antepasados, utilizando sistemas de andenería y canales que se desplazan a lo largo de los flancos de estos valles.

El origen del ensanchamiento que presentan estos valles en su parte superior se ha debido principalmente a procesos de meteorización, los cuales han causado la fragmentación y alteración de las rocas sobreviniendo en remoción de detritos y deslizamientos de las laderas más inestables debido a la acción de la gravedad y la fuerte pluviosidad de las zonas altoandinas.

2.2.1 Geomorfología del Poblado de Tarata

Se han podido diferenciar tres zonas, marcadas por un fuerte contraste topográfico: terrazas fluvio-glaciares, superficies de erosión y zonas de cerros altos.

En Tarata se han identificado dos terrazas escalonadas ubicadas a partir de los 3000 y 3200 m. respectivamente. Las terrazas más bajas yacen sobre la Formación Tarata, mientras que las otras se encuentran sobre el cuerpo intrusivo y la Formación Barroso. El poblado se ha desarrollado en la terraza más baja, la cual presenta una superficie llana ligeramente inclinada al Nor Oeste (Fotos 01 y 09). Esta terraza se

encuentra en el flanco izquierdo del Valle del Río Tarata y su borde que da al río presenta una escarpa subvertical de 50 a 60 grados que en su mayor parte está ocupada por terrenos de cultivo. Así mismo, parte de ella ha sido empleada como una zona de depósitos de desechos sanitarios y basura (Foto 10). En esta terraza se han identificado dos deslizamientos antiguos, los cuales han desplazado los terrenos de cultivos. También se ha podido observar zonas de reptación en las laderas, como lo evidencian la inclinación de los eucaliptos a favor de la pendiente (Fotos 09 y 11).

Las superficies de erosión están representadas por la topografía de la Formación Tarata, la cual ha expuesto pequeñas elevaciones relativas al poblado, con pendientes de 30 grados en promedio. Las laderas han sido parcialmente ocupadas por terrenos de cultivo (Foto 01) y se caracterizan por estar fuertemente meteorizadas y drenadas por la acción pluvial, formando suelos residuales de 30 – 50 cm de espesor en las partes más bajas. En la carretera Tarata-Ticaco se puede observar una escarpa formada por un deslizamiento antiguo de bloques de conglomerados (debris flow); al pie del deslizamiento se puede apreciar un bosque de rocas de hasta 5 m. (Foto 12).

La topografía expuesta por la Formación Barroso y la granodiorita constituyen las zonas altas en el poblado de Tarata. Son rocas resistentes a la meteorización, y en el caso de la Formación Barroso se encuentra formando escarpas verticales, de grandes bloques columnares, como se puede apreciar en el flanco derecho del valle (Foto 06). La superficie expuesta por la granodiorita no presenta escarpas, por el contrario es suave y ligeramente ondulada debido a la fuerte meteorización.

Dado que la zona de expansión urbana del poblado de Tarata está conformada en su mayoría por zonas de laderas de cerros y superficies

de erosión, es importante que los terraplenes que se hagan por corte y relleno sean compactados adecuadamente.

2.3.0 INVESTIGACIONES EN EL SUELO

2.3.1 EXPLORACIÓN DE SUELOS

La fase de exploración de suelos enmarcado en el firme objetivo de investigar las causas, o la participación del suelo en los desastres producidos por el sismo del último 23 de junio, tuvo etapas que a continuación se explica:

2.3.2 RECONOCIMIENTO DE CAMPO

Esta fase se realizó durante los días 03 y 04 de Diciembre de 2001, y tuvo como objetivo reconocer el terreno en el cual se establecería el estudio, asimismo el grado de dificultad y los inconvenientes posibles en la ejecución de la fase de campo.

2.3.2.1 FASE DE CAMPO (MUESTREO)

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.

Esta fase se realizó durante los días 17 y 18 de Diciembre, se realizaron 08 calicatas ubicadas en toda la ciudad (Ilustración T-04), con profundidades que varían entre 0.30m. a 1.70m.; de las cuales 02

fueron en suelos y 06 en material altamente compacto.

Se pudo apreciar que gran parte de Tarata se encuentra cubierta por depósitos fluvioglaciares, que en la parte superior son arenas limosas que van gradando hacia la base a materiales gruesos, con clastos subangulosos de diversos tamaños; es decir, se pueden encontrar clastos desde pocos cm. hasta de varios metros de diámetro.

Hacia el Este de la ciudad se pueden observar rocas de la Formación Tarata en las cuales no se asienta ninguna edificación. Hacia el centro a la altura de la calle 28 de Julio y José Olaya se pueden observar afloramientos de rellenos encima de una intercalación de gravas bien graduadas y gravas arcillosas.

2.3.3 INVESTIGACIONES EN LABORATORIO

Se realizaron ensayos de campo (insitu) y en laboratorio:

Densidad In Situ, Granulometría, Límites de Consistencia, Humedad Natural, Proctor Modificado, Densidad Mínima y Corte Directo Residual.

Estos ensayos permitirán conocer las propiedades del suelo tales como: Características físicas y de resistencia.

2.3.3.1 CARACTERIZACIÓN DE SUELOS:

PESO UNITARIO HÚMEDO (DENSIDAD IN SITU) (γ)

Como parte de las pruebas a realizar, es necesaria la ejecución de este ensayo para evaluar in situ la densidad que presenta el suelo con respecto a estándares internacionales. Se refiere a la determinación del

peso húmedo del suelo, en condiciones naturales por unidad del volumen del mismo. Las unidades de medida son g/cm³, Kg/m³, KN/m³. El método utilizado ha sido el del cono de arena, cumpliendo con las recomendaciones de la **Norma ASTM D-1556-00**.

Se realizaron 03 ensayos de densidad in situ, obteniéndose valores que varían de 1.61 a 1.85 g/cm³ como valores extremos. Los formatos de reportes de Laboratorio se muestran en el Anexo de Suelos correspondiente y los resultados en la Tabla N° 01.

GRANULOMETRIA

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 realice una buena clasificación de suelos, para ello se cumplió las recomendaciones de la **Norma ASTM D-422-63(1998)**.

Se realizaron 08 ensayos granulométricos mecánicos, y de la observación de las curvas granulométricas se ha determinado que los suelos están en el orden de baja a media gradación.

LIMITES DE CONSISTENCIA

El fin inmediato de este ensayo es encontrar la plasticidad de los suelos. 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 varían de 24.00 a 50.30%.

El **límite plástico** es el contenido de agua que limita el estado plástico del estado semisólido resistente. Se han obtenido valores de 20.53 a 32.29%. El índice plástico es la diferencia entre su límite líquido y su

límite plástico. Para estas determinaciones se siguió las recomendaciones de la norma **ASTM D-4318-98**.

Cabe recalcar que se encontraron dos suelos No plásticos en las calicatas CTA-06, CTA-07, en el pasaje Ramón Castilla y en el pasaje 27 esquina con la calle 28 de julio, respectivamente.

Posterior a esto, con los resultados de la granulometría y los límites de consistencia se puede obtener la clasificación correcta de los suelos sea por el método **SUCS**, AASHTO, USDA, etc. Los resultados de la clasificación de suelos se resumen en la Tabla N° 01.

HUMEDAD NATURAL

El contenido de humedad o la humedad natural en la muestra de un suelo, es la relación entre el peso de agua contenida en la muestra y el peso de la muestra después de ser secada al horno.

El presente ensayo ha sido desarrollado bajo las recomendaciones de la norma **ASTM C-70**. y los valores encontrados en las muestras se encuentran resumidos en la Tabla N° 01, de los cuales se desprende como valor mínimo 10.48 y como valor máximo 30.68% ubicado éste en la calicata CTA N° 03, sito en la calle 28 de julio – Pasaje # 11.

DENSIDAD MÍNIMA

Para realizar el presente ensayo se siguió las recomendaciones que brinda la norma **ASTM C-29/C-29M-97**. Específicamente se trata de encontrar la densidad del suelo natural mínimo, es decir en estado suelto.

Para el presente estudio se tuvo valores como mínimo de 1.26 g/cm³ y máximo de 1.46 g/cm³, mayores detalles se muestran en la tabla N° 01 del anexo de suelos.

DENSIDAD MÁXIMA (PROCTOR MODIFICADO)

La densidad que se puede obtener en un suelo por medio de un método de compactación dado, depende de su contenido de humedad. El contenido que da el más alto peso unitario en seco (densidad), se le llama contenido óptimo de humedad para aquel método de compactación. En general, esta humedad es menor que la del límite plástico, y 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 brinda la **Norma ASTM D-1557-00(1998)**, en sus dos variantes A y C.

Para el presente estudio se presentan como valores mínimos 1.70g/cm³ y máximo de 2.05g/cm³.

2.3.3.2 PROPIEDADES DE RESISTENCIA DEL SUELO

CORTE DIRECTO RESIDUAL

En la UNJBG se 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 (τ). En los gráficos de los resultados de los ensayos se representa además, la deformación vertical durante el ensayo. Se han aplicado esfuerzos Normales propios para cada tipo de suelo, calculados en base al peso específico del suelo

in situ, representándose así el esfuerzo real de campo. El presente ensayo se rige bajo la norma **ASTM D 3080**.

Los valores de cohesión encontrados fluctúan entre 0.00 y 0.045 Kg/cm², y los valores del ángulo de rozamiento interno (ϕ) están en el rango de 31.90 y 36.50°. Mayores detalles se pueden observar en la Tabla N° 01.

2.3.4 CAPACIDAD DE CARGA

MODOS DE RUPTURA

Los modos de ruptura idealizados para suelos, debido a la aplicación de cargas, se describen brevemente a continuación:

RUPTURA GENERAL, está caracterizada por la existencia de una superficie de deslizamiento continua que va desde el borde de la zapata hasta el nivel del terreno. La ruptura es repentina, y la carga bien definida. Se observa una considerable protuberancia en la superficie, y la ruptura es acompañada por un tumbamiento de la cimentación.

RUPTURA LOCAL, está definida apenas bajo la base de la cimentación. Presenta algunas características de los otros modos, constituyéndose un caso intermedio.

RUPTURA POR PUNZONAMIENTO O PENETRACIÓN, no es fácil de ser observada. Con la aplicación de la carga, la zapata tiende a hundirse significativamente, debido a la compresión del suelo subyacente. El suelo externo al área cargada prácticamente no es afectada, y no hay movimiento del suelo en la superficie. Los equilibrios vertical y

horizontal de la cimentación son mantenidos.

Se puede tomar como relaciones que las *arenas compactas o arcillas muy sobreconsolidadas*, presentan poca diferencia entre las tensiones que llevan a la falla local y la general. Asimismo las *arenas sueltas y arcillas normalmente consolidadas*, muestran trechos más nítidos en la curva de desarrollo de asentamientos en función de la tensión; en estos suelos grandes asentamientos pueden ocurrir antes de que la falla general sea alcanzada. Las *arenas medianamente compactas y arcillas poco consolidadas*, presentan comportamiento intermedio.

TEORÍAS DE RUPTURA

MODELO DE TERZAGHI: la teoría de Terzaghi es uno de los primeros esfuerzos por adaptar a la mecánica de suelos los resultados de la mecánica del medio continuo. Su teoría es propia para tratar de casos de suelos con cohesión y fricción, bajo las 3 siguientes hipótesis:

Cimentaciones Superficiales ($D \leq 2B$);

Cimentaciones Continuas ($L \geq 5B$);

Ruptura de los Suelos se da de forma generalizada (suelos de consistencia rígida a dura y de compactidad muy compacta a compacta).

CIMIENTOS CORRIDOS

$$qu = cN_c + qN_q + \frac{B}{2} \gamma N_\gamma$$

Donde qu = Capacidad de carga última del suelo, en kg/cm^2 o KPa .

c = Cohesión sin drenar del suelo en kg/cm^2 o KPa .

q = Sobrecarga (tensión geostática, nivel de la base de la

cimentación), en unidad de presión. Se calcula multiplicando el peso unitario húmedo del suelo(γ) y la profundidad de desplante del cimiento(D_f) (kg/cm^2 o Kpa).

B = Menor dimensión (ancho o diámetro) de cimentación (cm.)

N_γ , N_q , N_c = Factores de Capacidad de Carga. Son adimensionales y depende solamente del ángulo de fricción (ϕ).

Terzaghi recomienda para el caso de ruptura local (suelos de consistencia y compacidad media) el uso de la misma ecuación, pero adoptando valores reducidos para el ángulo de fricción (ϕ') y la cohesión (c'): $\tan \phi' = 2/3 \tan \phi$ y $c' = 2/3 c$

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI
(BOWLES 1988)

ϕ	N_q	N_c	N_γ	ϕ	N_q	N_c	N_γ
0	1.00	5.70	0.00	28	17.81	31.61	15.70
2	1.22	6.30	0.20	30	22.46	37.16	19.70
4	1.49	6.97	0.40	32	28.56	44.04	27.90
6	1.81	7.73	0.60	34	36.50	52.64	36.00
8	2.21	8.60	0.90	35	41.44	57.75	42.40
10	2.69	9.60	1.20	36	47.16	63.53	52.00
12	3.29	10.76	1.70	38	61.55	77.50	80.00
14	4.02	12.11	2.30	40	81.27	95.66	100.40
16	4.92	13.68	3.00	42	108.75	119.67	180.00
18	6.04	15.52	3.90	44	147.74	151.95	257.00
20	7.44	17.69	4.90	45	173.29	172.29	297.50
22	9.19	20.27	5.80	46	204.19	196.22	420.00
24	11.40	23.36	7.80	48	287.85	258.29	780.10
26	14.21	27.09	11.7	50	415.15	347.51	1153.2

CIMIENTOS CON FORMA

Terzaghi propone utilizar factores de forma para cimientos cuadrados y circulares:

$$qu = cN_c S_c + qN_q S_q + \frac{B}{2} \gamma N_\gamma S_\gamma$$

donde:

S_c , S_q , S_γ , son factores de corrección por forma, para los cimientos cuadrados y circulares. Cabe mencionar que el factor $S_q = 1$ (Bowles 1988), y así se corrige tan sólo los dos factores de forma restantes.

FACTORES DE CORRECCION POR FORMA DE TERZAGHI

FACTOR	CORRIDO	CUADRADO	CIRCULAR
S_c	1.0	1.3	1.3
S_q	1.0	1.0	1.0
S_γ	1.0	0.8	0.6

TEORÍA DE RUPTURA DE VESIC

$$qu = cN_c S_c E_c I_c D_c \beta_c \delta_c + qN_q S_q E_q I_q D_q \beta_q \delta_q + \frac{B}{2} \gamma N_\gamma S_\gamma E_\gamma I_\gamma D_\gamma \beta_\gamma \delta_\gamma$$

Donde qu = Capacidad de carga última del suelo, en kg/cm^2 o KPa.
 c = Cohesion sin drenar del suelo en kg/cm^2 o KPa.
 q = Sobrecarga (tensión geostática, nivel de la base de la cimentación), en unidad de presión. Se calcula multiplicando el peso unitario húmedo del suelo (γ) y la profundidad de desplante del cimiento (D_f) (kg/cm^2 o Kpa).
 B = Menor Dimensión (ancho o diámetro) de Cimentación (cm.)

N_γ , N_q , N_c = Factores de Capacidad de Carga. Son adimensionales y depende solamente del angulo de fricción (ϕ).

S_c , S_q , S_γ , son factores de corrección por forma.

E_c , E_q , E_γ , son factores de corrección por forma con excentricidad.

I_c, I_q, I_γ , son factores de corrección por forma de carga inclinada.

D_c, D_q, D_γ , son factores de corrección por profundidad de la cimentación.

$\beta_c, \beta_q, \beta_\gamma$, son factores de corrección por profundidad de la cimentación.

$\delta_c, \delta_q, \delta_\gamma$, son factores de corrección por inclinación de la base.

**FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA MODELOS DE
 MEYERHOF, HANSEN Y VESIC**

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

2.3.5 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA:

Para el cálculo de la capacidad de carga se utilizará la teoría de Vesic para cimientos corridos, los cálculos se muestran en la tabla N° 02. Tomando un Factor de Seguridad igual a 3.

$$q_u = cN_c S_c E_c I_c D_c \beta_c \delta_c + qN_q S_q E_q I_q D_q \beta_q \delta_q + \frac{B}{2} \gamma N_\gamma S_\gamma E_\gamma I_\gamma D_\gamma \beta_\gamma \delta_\gamma$$

$$q_a = q_u / FS = q_u / 3$$

donde:

q_a = Capacidad de carga o admisible.

q_u = Capacidad de carga última

FS = Factor de seguridad (nuestro caso igual a 3)

Para falla local se corregirá el ángulo de fricción con la siguiente relación $Tg \phi' = (2/3 + Dr - 0.75Dr^2) tg \phi$, asimismo, se trabajará con el peso unitario húmedo de campo.

Asimismo se realizaron cálculos para **condiciones estáticas** con dos tipos de cimientos tipos clásicos en el Perú como son:

* Cimiento corrido: $B=0.4$, $D=0.80m$.

* Cimiento Cuadrado: $B=0.8$, $L=0.80$, $D=1.20m$.

Para cumplir con estos fines nos ayudamos con el software BEARCAP de la EJGE, que calcula las capacidades admisibles en condiciones estáticas utilizando tres métodos como son: Terzaghi, Meyerhof y Vesic.

Por otro lado se realizaron cálculos en **condiciones pseudoestáticas** simulando fuerzas horizontales propias a las que produce un sismo, calculadas estas con una aceleración de 0.4g (tomada del registro acelerógrafo del sismo del 07/07/2001), y una fuerza producto de una masa de 40 toneladas; la carga que soportará la estructura es de 500

KPa aproximadamente. Para esta simulación se utilizó cimientos corridos de las mismas dimensiones que la anterior condición y para cumplir con estas condiciones se ha utilizado el software de análisis estructural PROKON de ARQ. ASOCIADOS.

Se ha zonificado Tarata en 03 tipos de materiales que están presentes a partir de 01 metro de profundidad; asimismo, se han asignado valores mínimos y máximos de capacidades admisibles tales como: depósitos fluvioglaciares ($q_a=5$ a 10 Kg/cm^2), rellenos de grava ($q_a=1.5$ a 2.5 Kg/cm^2), Andesita de la Formación Tarata ($q_a=70$ a 80 Kg/cm^2).

Mayores detalles de resultados pueden observarse en la ilustración T-05, asimismo los resultados se muestran en la tabla N° 02 y los cálculos se encuentran en el anexo de capacidades de carga pseudoestáticas.

2.3.6 DINAMICA DE SUELOS

El estudio de la dinámica de los suelos con fines de cimentación, es esencial, para el conocimiento de las fuerzas destructoras de los sismos, o sea, el entendimiento del comportamiento de los suelos sujetos a condiciones de carga dinámica.

Se han desarrollado nuevos criterios de diseño de fundaciones, basado en las evaluaciones analíticas y experimentales. En Das (1982), se encuentran los fundamentos de la dinámica de suelos relacionado al diseño de cimentaciones, presión lateral del suelo en estructuras de retención, licuación de suelos y evaluación del potencial de licuación de suelos y capacidad portante de fundaciones superficiales.

Un estudio de dinámica de suelos, debe proporcionar la suficiente información para la aplicación de las normas de diseño sismo-

resistente, considerándose el factor de suelo, S ; y, el período de vibración del suelo, T . Obtenidos a partir de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico. En el caso de cimentaciones sobre arenas saturadas o gravas contenidas en una matriz de arenas saturadas, se deberá analizar las posibilidades de licuación de suelos.

El punto inicial de los métodos que admiten el medio continuo, para el cálculo de las deformaciones inducidas del suelo bajo la fundación, es la solución de las ecuaciones de onda que gobiernan las deformaciones impuestas en cada estrato de suelo o en el semi-espacio elástico. Entre tanto, diversas condiciones de contorno son admitidas en cada solución. El concepto de rigidez dinámica de una fundación asociada, puede ser mejor entendido por medio de la analogía de un sistema con un grado de libertad.

Lamb (1904), estudió el problema de vibración de una masa oscilante actuando en un punto de la superficie del semi-espacio elástico. Este estudio incluyó casos en que la fuerza actúa en la dirección vertical y horizontal. Esta generalización es referida como el "problema de Boussinesq dinámico". Reissner (1936), presentó la solución al problema de vibración vertical de una cimentación de área circular flexible uniformemente cargada y emplazada en un semi-espacio elástico. Esto fué hecho por integración de la solución de Lamb para una carga puntual, basado en el trabajo de Reissner, desplazamiento vertical en el centro de una zapata flexible cargada.

PARAMETROS DE MOVIMIENTO DE LOS SUELOS

Para cuantificar mejor las características del movimiento del terreno se usan los siguientes parámetros:

- * Aceleración de las partículas
- * Velocidad de las partículas
- * Desplazamiento de las partículas
- * Espectros de las vibraciones sísmicas
- * Momento sísmico
- * Duración del movimiento

ACELERACIÓN DE LAS PARTÍCULAS

Los sismógrafos están en función del período natural del aparato (T_0) y período de las ondas sísmicas (T), y se dividen en:

- * Disloquímetros: $T_0 \gg T$
- * Aparatos que miden velocidad de las partículas: $T_0 \approx T$
- * Acelerómetro: $T_0 \ll T$

La aceleración es usada debido a su familiaridad, como la medida de fuerzas laterales sobre sistemas estructurales de alta frecuencia. Para sistemas estructurales de baja a intermedia frecuencia, los datos de velocidad y desplazamiento del terreno son más aplicables.

VELOCIDAD Y DESPLAZAMIENTO MÁXIMO

Ambos parámetros son necesarios para modelar efectos sísmicos sobre sistemas estructurales de baja frecuencia a intermedia.

La velocidad produce ruptura y el desplazamiento debido a su composición espectral de bajas frecuencias no es muy sensible a la dispersión por pequeñas heterogeneidades geológicas.

CONTENIDO ESPECTRAL DE LAS ONDAS SÍSMICAS

Los movimientos dañinos del terreno generalmente están confinados a

la faja de frecuencias naturales o de resonancia.

* Para suelos se tiene frecuencias comprendidas entre 1-10Hz.

* Para las rocas se tienen frecuencias menores a 40Hz.

Frecuencia natural es cuando un sistema elástico vibra bajo la acción de fuerzas inherentes al sistema y sin acción de cualquier fuerza externa, se denomina frecuencia natural.

Resonancia ocurre cuando la frecuencia de excitación de las fuerzas externas coincide con cualquiera de las frecuencias del sistema. En esta condición la amplitud de vibración del sistema podrá ser fuertemente ampliada.

DURACIÓN

La duración de la vibración sísmica ha sido reconocida como uno de los más importantes parámetros del movimiento del terreno para causar daño.

CAPACIDAD PORTANTE PSEUDOESTÁTICA DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

Son tratadas las fundaciones sujetas a cargas de vibración simple, ya sean, en la dirección horizontal o vertical. Las cargas dinámicas en las cimentaciones originadas por las explosiones nucleares principalmente son verticales y, las originadas por los terremotos son comúnmente horizontales. Estos tipos de carga pueden inducir grandes deformaciones permanentes en los sistemas de fundación además de los problemas relacionados a la clasificación y, en muchos casos a problemas de licuación de los suelos de cimentación. Sin embargo, para el análisis del movimiento de una fundación sujetas a carga de cimentación son necesarios considerar muchos factores que podrían resumirse en:

- Naturaleza de variación de la magnitud de la carga vibratoria;
- Duración de la vibración y,
- Respuesta de la velocidad de desplazamiento del suelo durante la deformación.

CAPACIDAD PORTANTE PSEUDOESTÁTICA DE ARENAS

Son consideradas todas la hipótesis simplificadoras de la capacidad portante última estática de una cimentación superficial sujeta a carga vertical. La teoría es válida para arenas densas, si la densidad relativa D_R es menor que el 70%, puede ocurrir falla por punzonamiento. Cuando el valor de la densidad relativa varia en el rango de $0 \leq D_R \leq 0.67$, los valores del ángulo de fricción interna ϕ , son modificados por la expresión:

$$\phi = \tan^{-1} \left[\left(0.67 + D_R + 0.75 D_R^2 \right) \tan \phi \right]$$

Los hechos descritos arriba son válidos para la determinación de la capacidad portante de cimentaciones superficiales ($D_f/B \leq 1$). Sin embargo, cuando es aplicada una carga súbitamente a la cimentación, la capacidad portante última varía. Este hecho fue presentado experimentalmente por Vesic *et al.* (1965).

$$q_u = 1/2 \gamma B N_\gamma S_\gamma \quad \text{o} \quad q_u / (1/2 \gamma B) = N_\gamma S_\gamma$$

La variación de $q_u / (1/2 \gamma B)$ con la velocidad de carga para los ensayos de Vesic *et al.* se puede observar, que el valor de $q_u / (1/2 \gamma B)$, decrece gradualmente con la velocidad de carga a un valor mínimo y luego tiende a incrementarse. Esto, en efecto, corresponde a una disminución en el ángulo de fricción del suelo en torno a 2° , cuando la velocidad de carga alcanza un valor de 2×10^{-3} (25,4)mm/s; tal efecto

también fué observado por Whitman & Healy (1962).

CAPACIDAD PORTANTE PSEUDOESTÁTICA ULTIMA DE ARCILLAS

Para cimentaciones superficiales emplazadas en arcillas saturadas ($\phi=0$ y $c=c_u$; i.e. en condiciones no-drenadas), se tiene:

$$q_u = c_u N_c S_c d_c + q N_q S_q d_q$$

$N_c=5.14$; $N_q=1$. Los valores de S_c y S_q (Deber, 1970) y d_c y d_q (Brinch Hansen, 1970), son los siguientes:

$$S_c = 1 + (B/L)(N_q/N_c) = 1 + 0.1946(B/L)$$

$$S_q = 1 + \tan \phi = 1$$

$$d_c = 1 + 0.4(D_f/B); \text{ para } D_f/B \leq 1$$

$$d_c = 1 + 0.4[\tan^{-1} D_f/B]; \text{ para } D_f/B > 1$$

$$d_q = 1$$

Resultando:

$$q_u = 5.14c_u[1 + 0.1946(B/L)][1 + 0.4(D_f/B)]; \text{ para } D_f/B \leq 1$$

y,

$$q_u = 5.14c_u[1 + 0.1946(B/L)]\{1 + 0.4[\tan^{-1} D_f/B]\} + q; \text{ para } D_f/B > 1$$

El efecto de la velocidad de deformación se considera debido a la carga dinámica en la determinación de la cohesión no-drenada de las arcillas saturadas, y crece con el incremento de la velocidad de desplazamiento, viéndose que los valores de la cohesión no-drenada para velocidades de deformación entre 50% y 25% (que es el rango de las cargas dinámicas), no se diferencian mayormente y pueden ser aproximados a un valor. Carrol (1963) sugirió que $C_{u(dyn)}/C_{u(stat)}$

(relación de cohesión no drenada dinámica/estática) puede ser aproximado en torno de 1.5. El valor de c_u puede ser obtenido como $\frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_3)_{rup}$ de los ensayos triaxiales.

Todos los resultados de cálculo de capacidades admisibles se muestran en la Tabla N° 02.

2.3.7 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE EN ROCAS

El primer criterio utilizado fué el de Bowles(1971), quien propone que para hallar la capacidad admisible de algunas rocas es necesario multiplicar la resistencia a la compresión simple del material por factores que van de acuerdo al espaciamiento de las discontinuidades:

FACTORES "R" PARA EL CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA

ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDAD	FACTOR "R" *
> 3m.	0.4
1.0 a 3.0m.	0.25
0.30 a 1.0m.	0.1
* Valido para espaciamiento mayores a 0.30m.	
Ancho de discontinuidades menores a 5cm.	

$$q_a = R q_c$$

donde:

q_a = Presión admisible del macizo rocoso.

R = Factor de acuerdo al espaciamiento de discontinuidades.

q_c = Resistencia a la compresión simple

Se tiene que para un valor de $R=0.1$, considerando espaciamiento de discontinuidades con valores comprendidos entre 0.30m. y 1.0m. y una resistencia a la compresión simple igual a 65.5 Mpa, para la roca de la formación Tarata.

$$q_a = R q_c$$

$$q_a = 0.1 \times 65.5 = 6.55 \text{ MPa.} = 66.79 \text{ Kg/cm}^2.$$

El segundo criterio utilizado fué el de ruptura de Hoek-Brown (1988)

$$q_a = \{C_{f1} s^{1/2} q_{cr} [1 + (ms^{-1/2} + 1)^{1/2}]\} / F \quad \text{Inalterado y Alterado}$$

Donde:

m y s: son constantes de Hoek y Brown.

C_{f1}: son factores de corrección por forma de la cimentación.

Para este caso se optó por la zapata de forma cuadrada y luego para zapatas corridas.

q_{cr}: es la resistencia a la compresión simple

q_a: es la capacidad admisible del macizo rocoso.

F: factor de seguridad, se utilizó igual a 3.

Se utilizó un $q_{cr} = 65.50 \text{ MPa} = 667.91 \text{ Kg/cm}^2$., se utilizó un factor de seguridad igual a 3.0, asimismo se utilizó $C_{f1}=1.00$ para cimientos corridos, asimismo se está utilizando valores de $m=1.395$ y $s=0.00293$ y $RMR=65$, para un medio disturbado.

$$q_a = \{C_{f1} s^{1/2} q_{cr} [1 + (ms^{-1/2} + 1)^{1/2}]\} / F$$

$$q_a = 7.29 \text{ MPa.} = 74.33 \text{ Kg/cm}^2.$$

El cálculo de esta presión admisible se realizó en los afloramientos de

la roca volcánica andesita perteneciente a la Formación Tarata, que está aflorando hacia el Este de la ciudad.

En la tabla N° 02 se presentan los resultados de los cálculos de las capacidades admisibles para la Ciudad de Tarata de acuerdo a la formulación de Vesic(1976) y el cálculo en los depositos de roca volcanica de la formación Tarata y el fluvio glaciario materiales conformantes y distribuidos en la ciudad de Tarata. Además del análisis normal en forma estática se ha realizado un análisis en forma pseudoestática utilizando fuerzas horizontales en la base tratando de simular un sismo de aceleración 0.4g.(peso igual a 40 toneladas) y una carga en el cimiento igual a 500 KPa., mayores detalles en el anexo correspondiente al cálculo de capacidades de carga en forma pseudoestática.

3.0.0 CONSIDERACIONES HIDROLÓGICAS

3.1.0 INTRODUCCIÓN

El estado actual del conocimiento del potencial de los recursos hídricos de escurrimiento superficial en la región es parcial concentrándose la mayor parte de la información existente en los puntos de aprovechamiento (captación o regulación) de algunos de los proyectos hidráulicos que se han propuesto, existiendo muchas áreas con poca o ninguna información.

El análisis hidrológico se desarrolló conforme a los requerimientos del estudio en lo que se refiere a la zonificación de riesgos.

El agua es la sustancia más abundante en la Tierra, es el principal constituyente de todos los seres vivos y es una fuerza importante que constantemente está cambiando la superficie terrestre. También es un

factor clave en la climatización de nuestro planeta para la existencia humana y en la influencia en el progreso de la civilización. La Hidrología cubre el estudio de todas las fases del agua en la Tierra, es una materia de gran importancia para el ser humano y su ambiente. El papel de la Hidrología aplicada es ayudar a analizar los problemas relacionados con estas labores y proveer una guía para el planeamiento y el manejo de los recursos hidráulicos.

Los Proyectos Hidráulicos son principalmente de dos tipos:

- a. Los que se refieren al uso del agua.
 - b. Los que se refieren a la defensa contra los daños que ocasiona el agua.
- Los proyectos típicos de uso del agua son los de abastecimiento de agua potable, los de irrigación y los de aprovechamiento hidroeléctrico; comprenden además los de navegación, recreación y otros. Los proyectos típicos de defensa son los de drenaje urbano, drenaje vial y drenaje agrícola; comprenden además, los de encauzamiento de ríos, los de defensa contra inundaciones y otros.

El estudio de nuestros recursos hidrológicos corre por cuenta del estado, siendo su objetivo proporcionar a los ingenieros los elementos para el aprovechamiento y el control del recurso agua. Es importante saber que se denomina ciclo hidrológico al conjunto de cambios que experimenta el agua en la naturaleza, tanto en su estado (sólido, líquido y gaseoso) como en su forma (agua superficial, subterránea, etc).

Es frecuente definir a la Hidrología como la ciencia que se ocupa del estudio del ciclo hidrológico. El ciclo Hidrológico no es nada regular. Todo lo contrario. Una muestra de ello son los períodos de sequías y de inundaciones con los que estamos tan acostumbrados en el país. La Hidrología está ligada al estudio de fenómenos naturales, de manera que los métodos que emplea no pueden ser rígidos, quedando algunas

decisiones al criterio del ingeniero. Pero es necesario hacer notar que la falta de precisión previsible no ocurre únicamente en la Hidrología, sino que es común a toda la ingeniería, como común es la toma de precauciones.

El departamento de Tacna es una de las zonas más áridas del país, por lo que se busca el aprovechamiento alternativo de las aguas subterráneas constituyéndose un uso conjuntivo del recurso hídrico. A su vez, la variabilidad de las descargas de los ríos en región es muy alta, así el río Sama presenta la mayor variabilidad estacional con un rango de descargas de más de 110.00 m³/s. Este comportamiento se refleja a los otros ríos de la región, como se ha reportado para el caso del río Ilabaya.

Por otro lado, se tiene registro no medido de huaycos y avenidas presentados en los poblados de Candarave y Tarata, en el año 1998. Los cálculos y análisis hidrológicos se desarrollaron aprovechando toda la información hidrológica y meteorológica disponible de las observaciones obtenidas por el Proyecto Especial Tacna y SENAMHI Tacna-Moquegua, en la zona de estudio y además abarcando mucha mayor superficie que los propios pueblos de Candarave y Tarata para un análisis regional desde el punto de vista climático e hidrológico.

3.1.2 OBJETO

El estudio hidrológico, tiene el propósito de proveer información para el dimensionamiento de obras de protección contra las avenidas de las quebradas que pueden atravesar algún poblado, las vías de acceso, o la infraestructura de servicios de éstos y de las áreas que gravitan hacia estos.

3.1.3 METODOLOGIA UTILIZADA

En el estudio fueron analizadas las precipitaciones diarias, intensidades de precipitación y avenidas para diferentes períodos de retorno. Conforme a los criterios de diseño que se adopten, las avenidas calculadas serán utilizadas para dimensionar las obras de protección contra las avenidas.

En vista de los requerimientos, los trabajos se realizaron con la información hidrológica y meteorológica existente así como con mapas topográficos regionales a partir de los cuales se practicaron los cálculos correspondientes. Asimismo, se realizaron cálculos individuales para las quebradas que fueron identificadas y definidas de los respectivos mapas topográficos.

En base de las funciones estadísticas regionales determinadas de este modo, se posibilitó la determinación de avenidas correspondientes a todas las superficies que gravitan en la zona de estudio.

3.2.0 CARACTERIZACIÓN DE LAS QUEBRADAS

3.2.1 Caracterización Climática

La localidad de **TARATA** se caracteriza por presentar temperaturas medias mensuales de 12,3 °C en promedio; Temperaturas máximas promedios de 21,7 °C principalmente en los meses de enero y febrero; Temperaturas mínimas medias mensuales de 5,3 °C que por lo general se dan en los meses de junio, julio, agosto; Precipitación promedio mensual de 13.8 mm; Presenta una evaporación promedio total mensual de 139,9 mm y Humedades Relativas Máx. promedios de 75,9 que ocurren más a menudo en enero, febrero y marzo.

DATOS HIDROLOGICOS TOMADOS DE LA ESTACION TARATA

PRECIPITACION MENSUAL

Promedio	:	13,8 mm
Máximas	:	213,6 mm (meses de enero y febrero)
Mínimas	:	0,0 mm

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)

Promedio	:	12,3 °C
Máximas	:	19,2 °C
Mínimas	:	9,6 °C

TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL (°C)

Promedio	:	21,7 °C
Máxima	:	28,0 °C
Mínima	:	9,6 °C

TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL (°C)

Promedio	:	5,3 °C
Máxima	:	9,7 °C
Mínima	:	-0,6 °C

EVAPORACION TOTAL MENSUAL (mm)

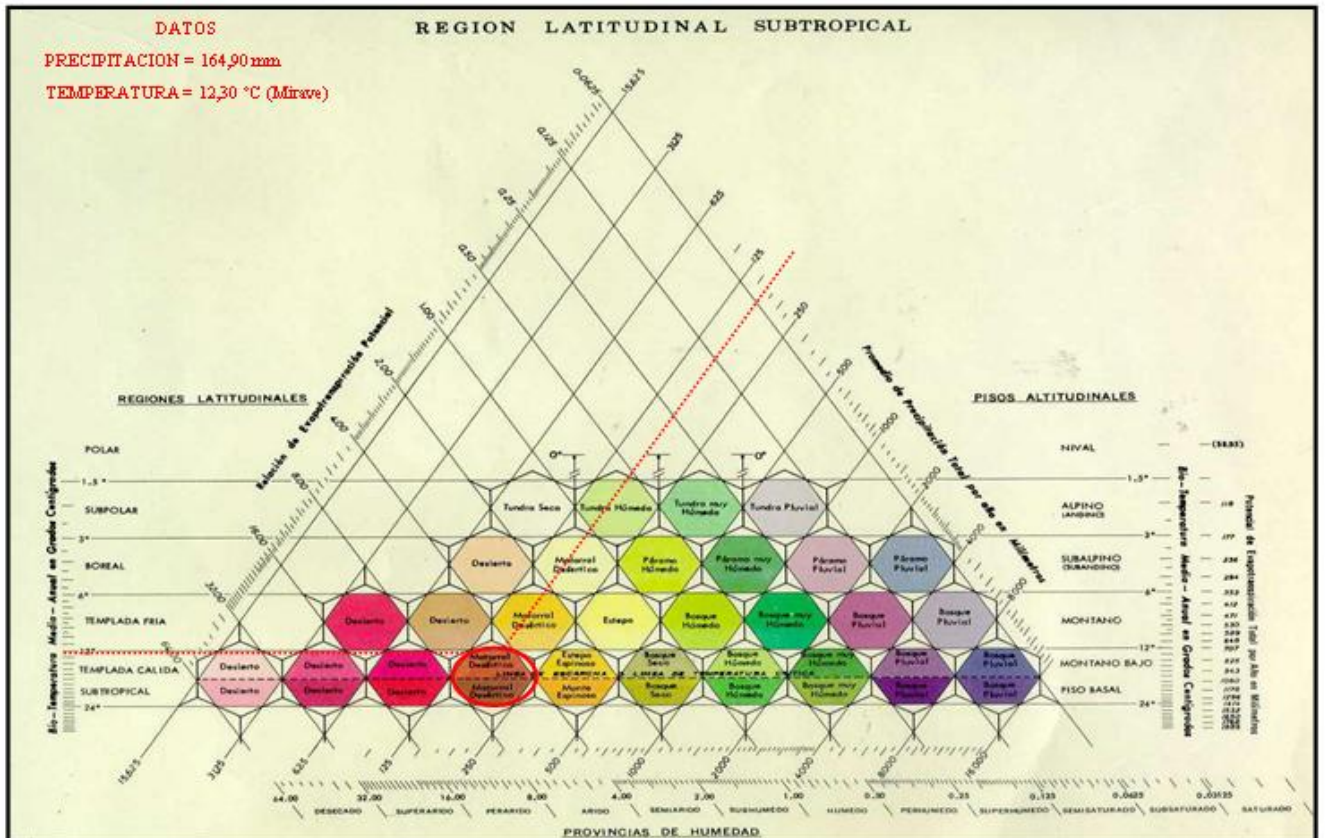
Promedio	:	139,9 mm
Máxima	:	266,1 mm
Mínima	:	27,2 mm

HUMEDAD RELATIVA MENSUAL (%)

Promedio	:	42,4 %
Máxima	:	75,9 % (enero, febrero, marzo).

Según el Diagrama Climático de Holdridge, en base a los datos de precipitación promedio anual y la temperatura media, se puede concluir que la zona pertenece a una clasificación MATORRAL DESERTICO.

Diagrama de Holdridge, Poblado Tarata



3.2.2 Parámetros físicos de la cuenca

La caracterización de las cuencas, subcuencas o quebradas se realiza a través de la geomorfología superficial, desarrollada con la finalidad de exponer la terminología e índices con los cuales el hidrólogo define y analiza a una cuenca hidrográfica, para describir sus principales características físicas, que condicionan su comportamiento hidrológico, desarrollando los diversos métodos de cálculo y presentación de resultados.

La morfología comprende el estudio de las formas superficiales y en ese sentido estudia y pretende cuantificar determinados rasgos propios de la superficie terrestre. La cuenca se define como la totalidad del área drenada por una corriente o sistema interconectado de cauces, tales que todo o parte del escurrimiento originado en tal área es descargado a través de una única salida. La delimitación de las cuencas se muestra en el anexo respectivo.

3.2.2.1 Información Disponible

Se trabajó con información topográfica disponible de carta nacional 1/100 000, y planos catastrales a 1/25 000, en los cuales se realizó una serie de cálculos utilizando el software AUTOCAD, el mismo que permitió obtener resultados en forma rápida y eficiente en cuanto a la geometría de las quebradas o torrenteras. Esto permitió caracterizar las condiciones de escurrimiento de las quebradas a efectos de posibles tormentas.

3.2.2.2 Parámetros Resultantes

POBLADO DE TARATA

QUEBRADA INFERIOR

Área	:	0,518 Km ²
Perímetro	:	3,026 Km
Longitud Cauce	:	1,125 Km
Diferencia de nivel	:	de 3 100 a 3 570 m.s.n.m. (470 m)
Pendiente	:	0,418 m/m

Coefficiente de Compacidad	:	1,19
Factor de Forma	:	0,41
Características	:	Presenta tendencia a las crecientes.

QUEBRADA SUPERIOR

Área	:	1,341 Km ²
Perímetro	:	6,164 Km
Longitud Cauce	:	2,945 Km
Diferencia de nivel	:	de 3 100 a 4 000 m.s.n.m. (900 m)
Pendiente	:	0,306 m/m
Coefficiente de Compacidad	:	1,50
Factor de Forma	:	0,155
Características	:	Presenta tendencia a las crecientes.

3.3.0 PRECIPITACIONES

3.3.1.0 Información Disponible

En la zona de estudio, según informaciones proporcionadas por el PET, SPCC y el SENAMHI, la observación de precipitaciones diarias se lleva a cabo en las siguientes estaciones pluviométricas: Candarave, Suches, Chuapalca, El Ayro y Paucarani.

En la Tabla 3.3.1, se muestran los datos sobre el funcionamiento de las estaciones pluviométricas, tipo de estación y número de años de registro. Datos utilizados para los cálculos estadísticos y análisis, así como la altitud sobre el nivel del mar de la estación.

**TABLA 3.3.1 DATOS BÁSICOS SOBRE ESTACIONES
 PLUVIOMÉTRICAS EN LA ZONA DEL PROYECTO**

Estación pluviométrica	Tipo De estación	Período de funcionamiento		Número de años para análisis	Altitud de la estación (m.s.n.m.)
		Pluviógrafo	Pluviómetro		
Candarave	Pluviómetro	/	1964-1999	36	3 415
Suches	Pluviómetro	/	1956-1999	44	4 552
Chuapalca	Pluviógrafo + pluviómetro	1994-1997	1964-1997	29	4 250
El Ayro	Pluviógrafo + Pluviómetro	1994-1997	1986-1997	11 (5)	4 250
Paucarani	Pluviómetro	/	1980-1997	18	4 600

3.3.2.0 Análisis Estadístico De La Información Disponible

Las estaciones pluviométricas están ubicadas de manera que con relativa confiabilidad muestran el régimen de precipitaciones en la zona de estudio. En dicha zona hay suficiente información de las observaciones diarias de la precipitación para los análisis estadísticos y los períodos de retorno en el orden de magnitud de 50 hasta 100 como máximo.

Lamentablemente el período de trabajo de los pluviógrafos (Chuapalca y El Ayro) es insuficiente para los análisis estadísticos de la intensidad de precipitaciones. Estos datos, en vista de las características de las áreas drenadas de las quebradas y de los requerimientos que se presentan, son claves para los cálculos realizados. No obstante esto, los datos de la intensidad de precipitaciones registrados en estas estaciones pluviográficas fueron analizados.

Esta información, en varios casos, en el período cuando paralelamente funcionan el pluviógrafo y el pluviómetro, ha servido para corregir los datos de la precipitación máxima diaria registrada en las estaciones El Ayro y Chuapalca.

La información así corregida (según la observación registrada en pluviógrafo) fué utilizada en los análisis estadísticos. Los datos de las precipitaciones diarias máximas, registrados en la estación El Ayro muestran mayores lluvias que la información registrada en otras dos estaciones; como, por ejemplo, los registros de la precipitación diaria máxima en los años 1 986 (70 mm), 1 987 (87,9 mm), 1 988 (69 mm) y 1 989 (64 mm). En el mismo período, se registraron precipitaciones significativamente menores en las estaciones Chuapalca y Paucarani.

3.3.3.0 Precipitaciones Diarias Máximas

Fueron analizadas las precipitaciones diarias máximas registradas en tres estaciones pluviométricas. Luego de practicar los controles de calidad de la información previos y la comparación de observaciones en el período común (simultáneo) de funcionamiento de las estaciones, se hicieron los análisis estadísticos de datos.

Los análisis estadísticos de precipitaciones diarias máximas se hicieron para toda la información registrada, considerando que en la estación El Ayro fueron registradas precipitaciones diarias bastantes mayores, comparadas con las de las otras dos estaciones.

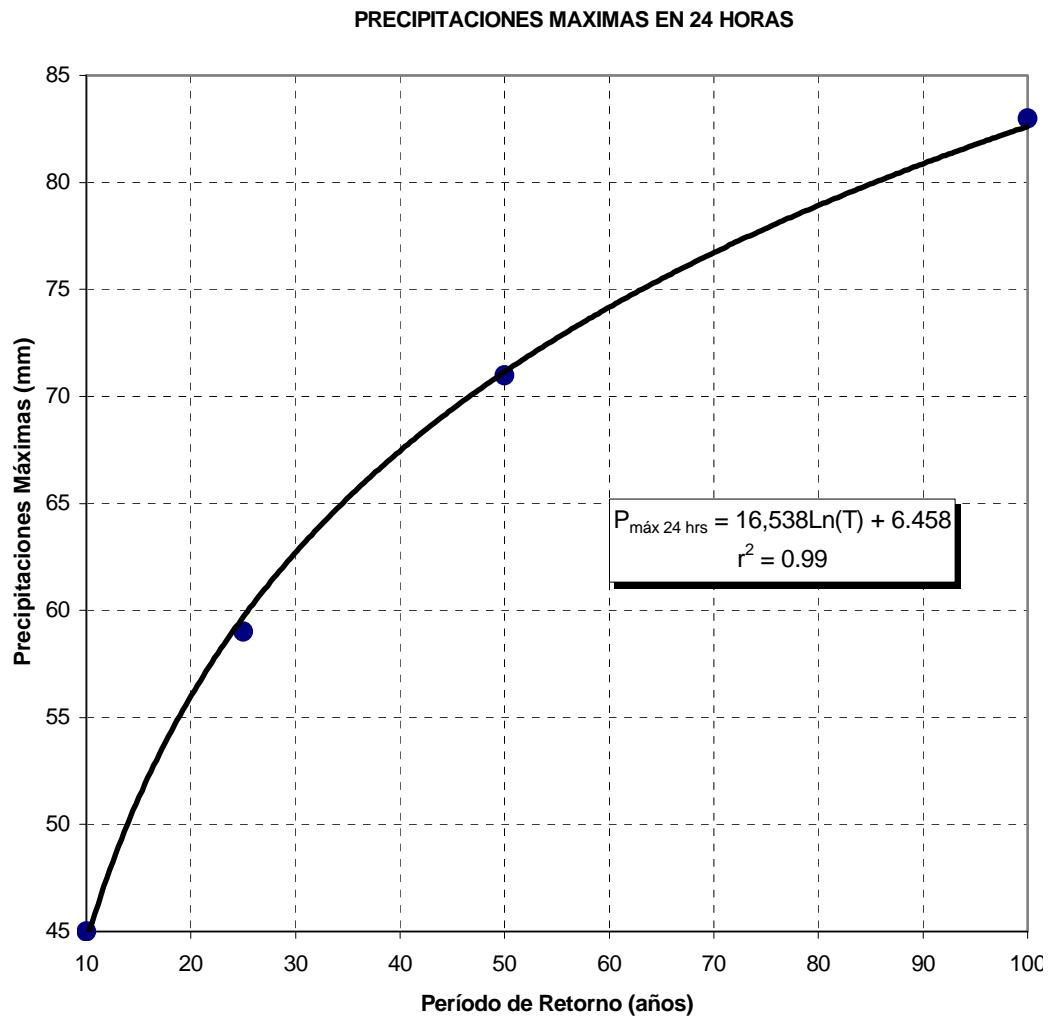
Fueron aplicadas diferentes distribuciones teóricas (Log-normal, Pearson III, Log-Pearson III y Gumbel). A partir de los criterios adoptados para elegir la distribución (parámetros de distribuciones, prueba de Chi-cuadrado y método de desviación), la mejor adaptación

a todos los datos se obtuvo con la distribución Log-normal de tres parámetros.

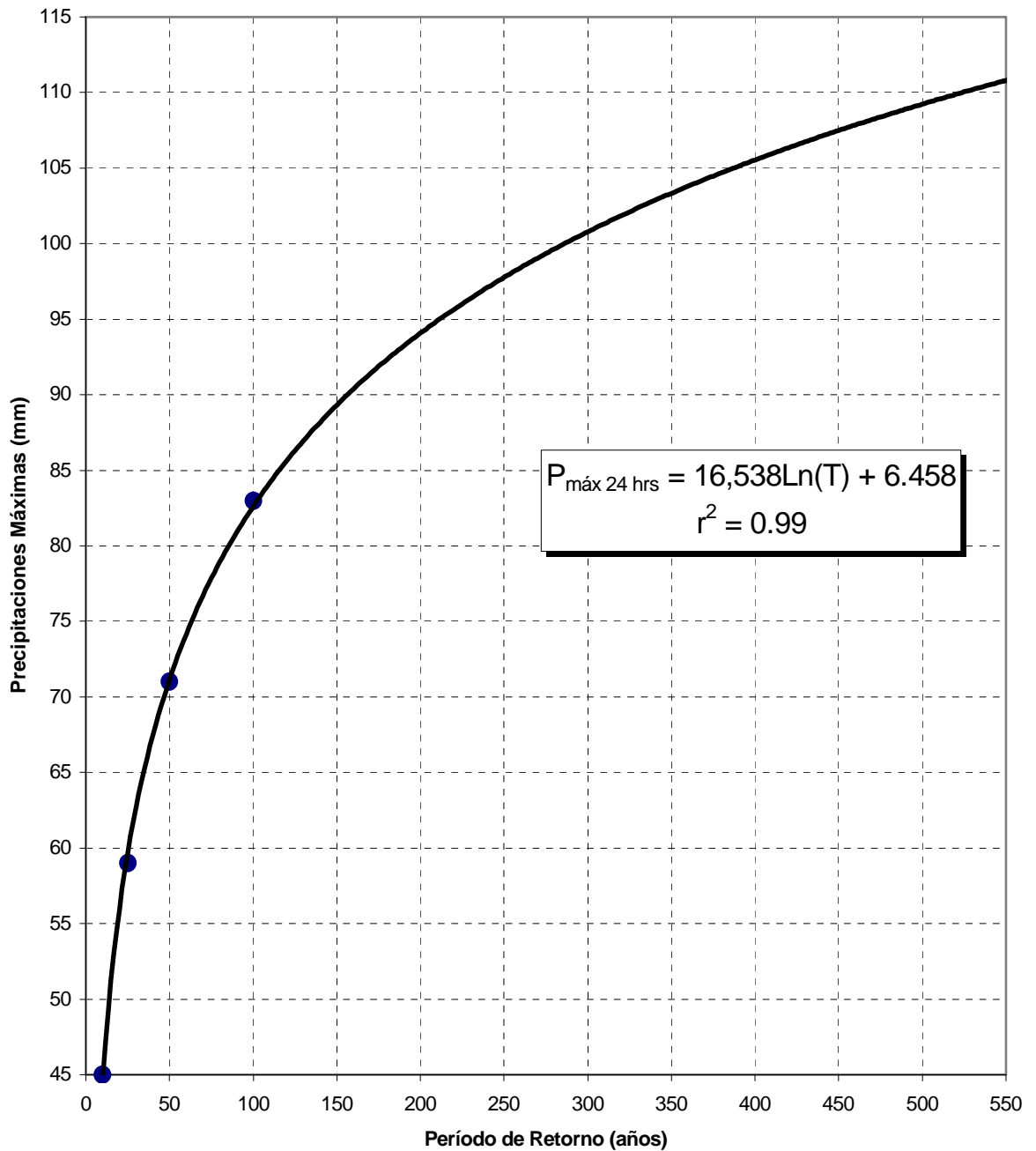
Los resultados de los análisis estadísticos de precipitaciones diarias máximas para la zona de estudio se muestran en la siguiente Tabla.

**TABLA 3.3.2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE
PRECIPITACIONES**

Período de retorno (años)	Precipitaciones Máxima 24 horas (mm)
10	45
25	59
50	71
100	83



PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS



De acuerdo a la extrapolación del modelo generado, se puede estimar que para un período de retorno de 500 años la precipitación máxima en 24 horas para zona podrá ser de 109,24 mm. Valor que es de magnitud considerable por el escurrimiento superficial y huaycos que se podrían generar en el período de retorno indicado, por las pendientes y lo estrecho de las cauces.

3.3.4.0 Intensidad De Precipitaciones

Considerando que según los requerimientos del estudio, es necesario disponer de la información sobre las intensidades de precipitación para los cálculos de avenidas, se procedió en la siguiente forma:

Fueron utilizadas las características de la distribución de precipitaciones con duración menor de 24 horas, es decir, la relación de precipitaciones diarias y precipitaciones con duración menor de 24 horas (curvas de reducción de precipitaciones) correspondientes a la estación más cercana que cuenta con esta información de buena calidad. Al hacerlo, es preciso tener en cuenta que la estación elegida se encuentre en condiciones orográficas, altitudes, regiones climáticas, etc. Iguales similares con respecto a la zona de estudio.

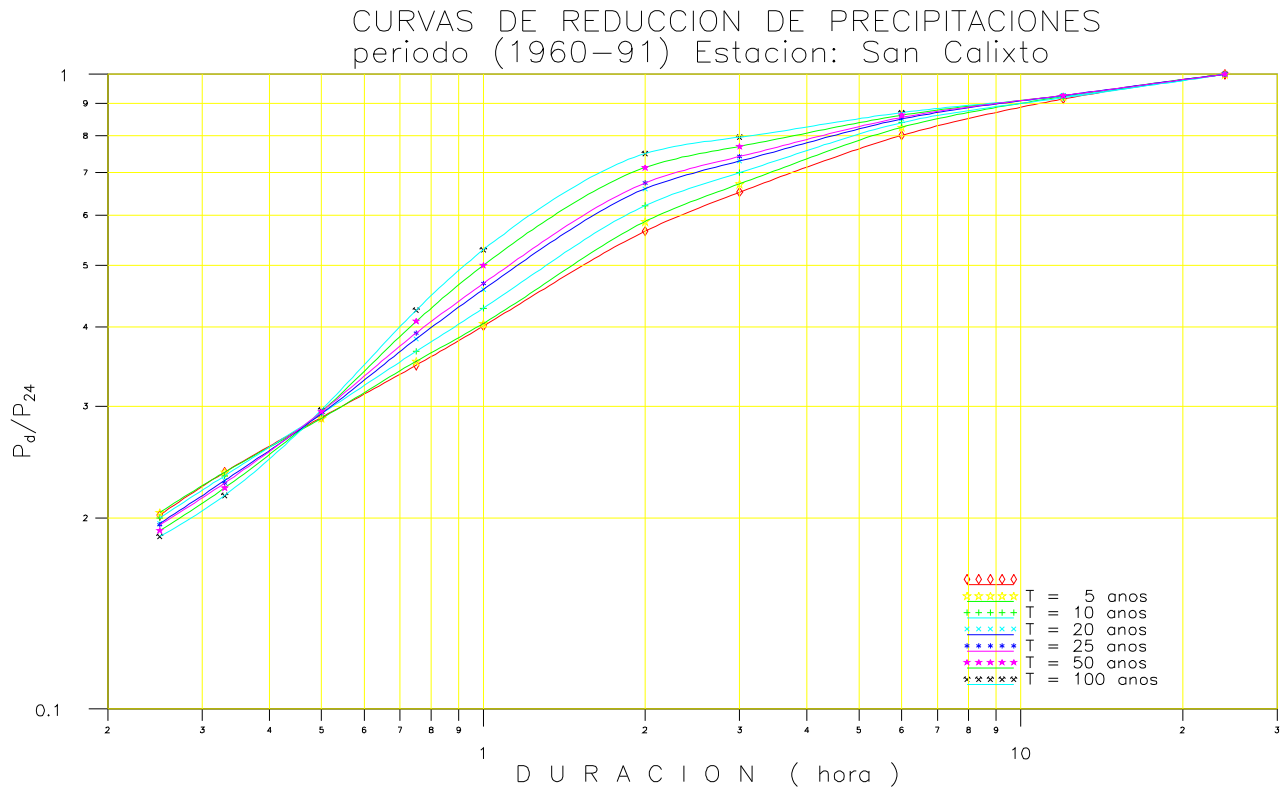
De esta forma, fueron utilizados los datos registrados en la estación San Calixto, en La Paz, Bolivia. Esta estación se ubica a 3 665 m.s.n.m. y dispone de información de buena calidad para intensidad de precipitaciones desde 15 minutos hasta 24 horas, correspondientes al período 1 960-1 991.

En la Tabla 3.3.3 se muestran los resultados de los análisis estadísticos de diez series de datos analizados, registrados en la estación de San Calixto.

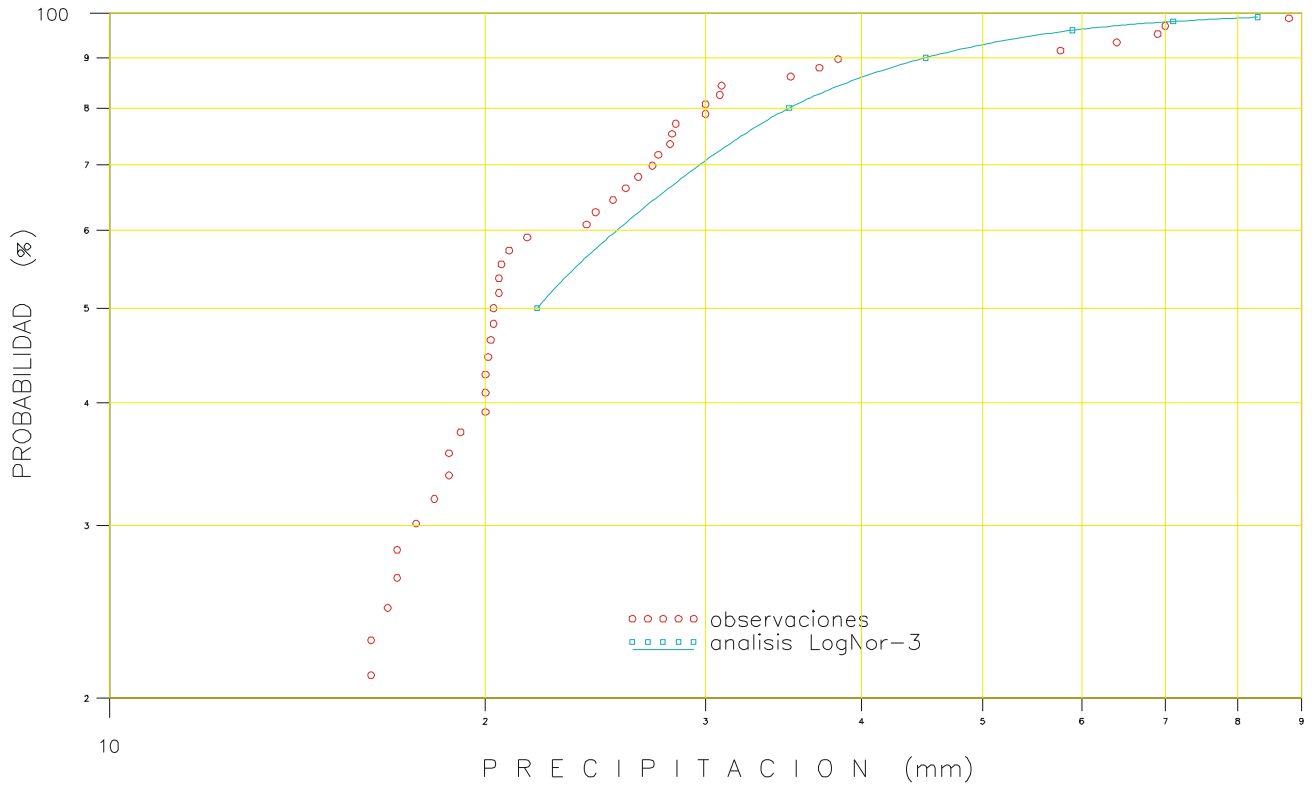
TABLA 3.3.3 RESULTADOS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE PRECIPITACIONES (MM) SAN CALIXTO, LA PAZ. 1960 – 1991

N°	P.R. (años)	D U R A C I O N									
		15 min	20 min	30 min	45 min	1 hr	2 hr	3 hr	6 hr	12 hr	24 hr
1	2	5.4	6.3	7.7	9.3	10.7	15.1	17.4	21.4	24.4	26.7
2	5	7.1	8.2	10.0	12.3	14.1	20.4	23.4	28.7	32.1	34.8
3	10	8.1	9.4	11.8	14.8	17.3	25.1	28.3	33.9	37.4	40.4
4	20	9.0	10.5	13.4	17.6	21.0	30.0	33.5	39.0	42.5	45.9
5	25	9.3	10.8	14.0	18.6	22.3	32.1	35.3	40.7	44.1	47.6
6	50	10.1	11.8	15.6	21.6	26.5	37.8	40.8	45.7	49.0	53.0
7	100	10.9	12.7	17.3	24.8	30.9	43.8	46.5	50.8	53.9	58.4

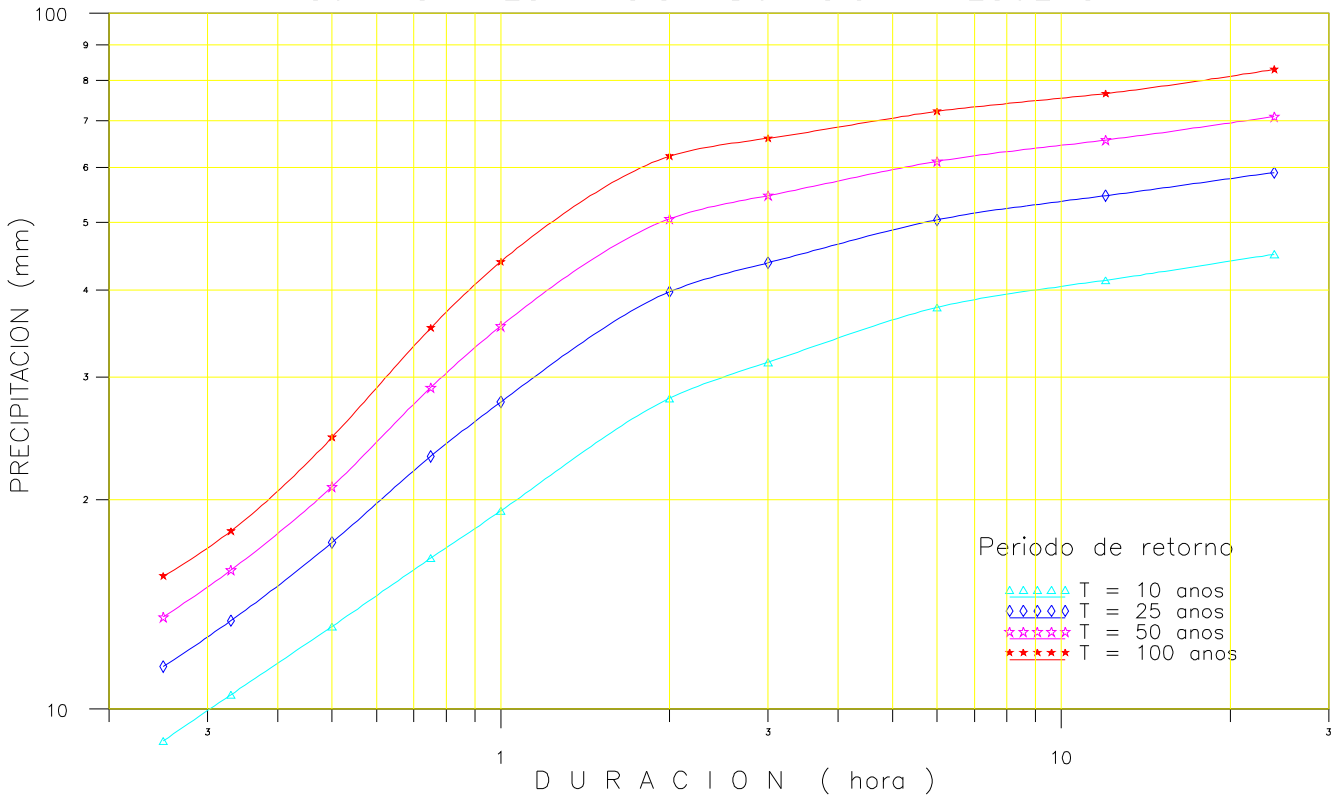
De acuerdo a los análisis de precipitaciones diarias mostradas, de la estación San Calixto, se determinaron las curvas intensidad-duración-frecuencia o también denominadas curvas IDF.



ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS



CURVAS PRECIPITACION-DURACION-FRECUENCIA



3.3.5.0 Avenidas

La alteración de las relaciones del hombre con su medio ocurre principalmente por la presencia de fenómenos que perturban el equilibrio del clima y del medio ambiente en general. El fenómeno de "El Niño" constituye uno de tales eventos que afecta con mayor severidad dicho equilibrio, ya que modifica radicalmente variables como las de temperaturas extremas y las precipitaciones pluviales con su secuela de avalanchas y crecidas que ocasionan inundaciones, erosión del suelo, destrucción de taludes y obras de defensa así como la modificación de los cauces, etc.

La escorrentía superficial es el fenómeno más importante desde el punto de vista de ingeniería, y consiste en la ocurrencia y el transporte de agua en la superficie terrestre. La mayoría de estudios hidrológicos están orientados al aprovechamiento del agua superficial y a la protección contra los fenómenos provocados por su movimiento. De la precipitación que alcanza el suelo, parte queda retenida ya sea en depresiones o como película en torno a partículas sólidas. Del excedente de agua retenida, parte se infiltra y parte escurre superficialmente. Se define como exceso de precipitación a la precipitación total caída al suelo menos la retenida e infiltrada.

Los cálculos y análisis de avenidas en la zona de estudio se hicieron para las quebradas que forman parte del área de influencia de la zona de estudio. Fueron analizadas las quebradas en cuyo caso, con los mapas disponibles (a escala 1/100 000), es factible calcular los datos necesarios para el cálculo. Conforme a los requerimientos del estudio, para el cálculo se eligieron avenidas con períodos de retorno de 50 y 100 años.

Por otro lado, en la zona existen estaciones hidrológicas en la cuencas con características hidrológico-climáticas similares y con superficies drenadas del tamaño aproximadamente igual, es más existen algunas estaciones hidrológicas como es el caso de la estación Yesera sobre el río Salado, y Pallata sobre el río Callazas de manera que es factible llevar a cabo el análisis regional de avenidas y, luego interpretar estos resultados para la zona de estudio. A tal efecto se puede determinar los caudales máximos o extremos de la serie de máximas utilizando las distribuciones teóricas como Log Pearson, Log Normal, Gumbel, etc.

En base a este aspecto, para la estimación de las crecientes en la zona de estudio, se emplearon métodos de pronóstico de crecientes basados en datos de lluvia, especialmente la fórmula racional, al no existir datos de descargas medidos con estaciones limnimétricas o limnigráficas. La fórmula racional utilizada es la siguiente: $Q=C \cdot A$, donde "Q" es el caudal pico de escorrentía superficial debido a una lluvia total sobre la cuenca o quebrada con área de drenaje "A" y "C", es el coeficiente de escorrentía.

En base a toda la información disponible, según la metodología de cálculo mostrada anteriormente, y los resultados del análisis de la intensidad de precipitaciones, se llevaron a cabo los cálculos de avenidas para períodos de retorno de 50 y 100 años.

POBLADO	QUEBRADA (Ilustración T-08)	AREA (Km ²)	CAUDAL (m ³ /s)	
			50 años	100 años
Tarata	Superior "A"	1,341	0,882	1,031
	Inferior "B"	0,518	0,341	0,398

3.4.0 CONSIDERACIONES HIDROGEOLOGICAS

El pueblo de Tarata se encuentra ubicado en la gran unidad geomorfológica denominada Flanco Disectado de los Andes Occidentales. Unidad caracterizada por lo abrupto del terreno producto de la intensa erosión fluvial debida al descenso de los torrentes de los picos montañosos hacia el Océano Pacífico.

Por esta razón, los valles son profundos y angostos, por lo tanto, no hay un desarrollo importante de depósitos detríticos relacionados a la red de drenaje, depósitos éstos que normalmente constituyen zonas acuíferas.

La superficie de terreno que ocupa el pueblo de Tarata es pequeña, y aunque se encuentra sobre depósitos fluvio-glaciarios que son permeables al estar ubicado en una terraza colgada a varias decenas de metros sobre el río Tarata, nivel de base de la zona, no constituyen un acuífero, por lo tanto, no existen aguas subterráneas en cantidades apreciables, ni existe un nivel saturado de agua; aunque sí humedad del agua de las precipitaciones y de riesgo, que se infiltra y luego drena hacia el río Tarata.

4.0.0 SIMICIDAD EN LA CIUDAD DE TARATA - TACNA

4.1.0 SISMICIDAD HISTÓRICA

La latitud de América comprendida fundamentalmente entre Arica y Tacna, durante el decenio de 1990 al 2000, fué declarada por la ONU como zona de laboratorio sísmico, en razón que desde hace 134 años no ha experimentado un sismo devastador similar al del 13 de Agosto de 1868 con magnitud de Mw. 9.1, que afectó seriamente a la

infraestructura de los pueblos desde Antofagasta en Chile hasta Arequipa en Perú. El efecto de este evento natural se muestra en las isosistas de la figura N° 1, que muestra las intensidades para Tacna con valores de VIII a IX grados en la escala Modificada de Mercalli. El evento fué seguido de un tsununami que dañó seriamente a los puertos del sur peruano y norte chileno.

Estudios realizados por especialistas sobre el período de retorno de estos mega eventos sísmicos indican que es de 150 a 250 años. La historia sísmica de la costa peruana en las tres últimas décadas, demuestra que los epicentros vienen migrando de Norte a Sur; en 1970 ocurrió frente a la costa de Chimbote, 1986 frente a Lima, 12 de Noviembre de 1996 frente a Nazca y el 23 de Junio del 2001 frente a Ocoña; los sismos indicados ha tenido magnitudes superiores a 7.5 Mw. En la figura N°. 02 se muestran las isosistas para el sismo de Nazca.

Analizando la secuencia sísmica indicada, los eventos vienen sucediendo de Norte a Sur, con una frecuencia de 6 a 10 años. Añadiendo a esta conclusión el período de retorno del sismo de 1868 (150 a 250 años), prácticamente este sector de América se encuentra a puertas de un mega sismo, que probablemente ocurra en los próximos 10 años, con una magnitud superior al ocurrido el presente año.

4.2.0 CARACTERÍSTICAS SISMOTECTÓNICAS LOCAL Y REGIONAL

La actividad sísmica que el Instituto de Investigación Sísmica de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, viene monitoreando en el Sur del Perú, indica que el 90 % de los sismos tienen distancias epicentrales a más de 150 kilómetros de la ciudad de Tacna, además que el 80 % de su actividad sísmica corresponde a la interacción de las

placas de Nazca con la Continental, cuyos epicentros están ubicados en el fondo marino. Las profundidades hipocentrales en su generalidad son menores de 50 kilómetros.

Los sismos continentales intraplaca estarían relacionados con el sistema de fallamiento de Challaviento, Incapuquio y de Calientes, este último recientemente estudiado por Thierry Sempere del IRD Francia. Además de los indicados, deben existir otros de menor dimensión, aunque la distribución de los epicentros no guarda ningún alineamiento simétrico con las referidas estructuras.

El estudio de Riesgo Sísmico de Tacna de Jorge Alva Hurtado 1986, en su capítulo de neo tectonismo indica la existencia de una falla activa denominada Chulibaya, ubicada cerca del pueblo de Curibaya, zona en la cual aún no se ha registrado ningún epicentro en los últimos años, además brigadas de geólogos de la UNJBG que salieron en su búsqueda, no tuvieron éxito en ubicarla.

La tercera fuente sísmica de Tacna se debe al volcanismo, manifiesto por la actividad fumarólica del volcán Tutupaca e intensa actividad hidrotermal de los volcanes Yucamani, que después del sismo del 23 06 01 sus aguas se tornaron de color blanco lechoso (versión de los pobladores de la zona). De alguna manera estos volcanes tienen una actividad sísmica muy local, cuya actividad micro sísmica estarían influenciando en la geodinámica externa de la zona, poniendo en riesgo a los pequeños centros poblados del lugar.

En el Estudio de **Zonificación Sísmica del Perú** realizado por Casaverde y Vargas (1980), identifican a Tarata como zona F5 codificación realizada relacionando las profundidades hipocentrales mayores o igual a 70 Km.

4.3.0 FRECUENCIA SISMICA DE TACNA

La alta sismicidad que tiene la Costa Sur de América Latina, ha creado la necesidad de que las universidades o instituciones como el Instituto Geofísico del Perú, estén obligados a implementar observatorios para monitorear estos fenómenos naturales. Con este propósito la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, ha logrado la instalación de una estación sísmica analógica de componente vertical, cuyo monitoreo ha iniciado el año de 1984. La información analizada de los cuatro últimos años, ha permitido determinar que la frecuencia sísmica para Tacna es de 3 a 5 sismos instrumentales diarios y de 3 a 5 sismos sentidos durante el mes; las intensidades determinadas en su generalidad son menores de III grados en la escala modificada de Mercalli, con distancias epicentrales superiores a 150 Km de la estación sísmica ubicada en el Campus Universitario de la UNJBG. Las figuras 4 y 5, muestran la estadística sísmica de 1997 al 2000.

4.4.0 DESCRIPCIÓN DEL SISMO 23 JUNIO DE 2001

Este sismo ocurrió el 23 - 06 - 01 a las 15 horas y 36 minutos; se inició con un ruido suave y movimiento lento, después de 10 segundos la energía eléctrica se cortó, instante en que se incremento el ruido y el movimiento, es cuando la mayoría de la gente corre desesperadamente a las calles, a los 18 segundos aproximadamente aumentó el movimiento y el ruido fué ensordecedor. Después de 35 a 40 segundos de iniciado el movimiento, se experimentó el movimiento más fuerte, y es cuando las paredes de los edificios se movían a manera de un péndulo invertido cual amenazante para venirse encima de la población atemorizada, y la gente del campo al observar como en las quebradas los derrubes provocaban una nube de polvo. Los agricultores en campo imploraban micericordia a dios.

La tierra tembló por espacio de 100 a 120 segundos y fué un tiempo de toda una eternidad, durante ese instante el comportamiento humano fué de diferentes maneras, el patrón general en la población fué ganar las calles y los del campo retornar desesperadamente a casa. La reacción de la gente en campo fue sobre una explicación de castigo divino. De esa manera las reacciones fueron múltiples.

4.5.0 ANALISIS CIENTÍFICO DEL SISMO 23 JUNIO 2001

El análisis de los registros de ancha banda del Instituto Geofísico del Perú, ha permitido identificar hasta tres eventos sísmicos continuados, el primero duró 06 seg, con epicentro ubicado a 35 Km de Ocoña, el segundo sismo ocurrió a los 39 segundos siendo ubicado a 15 Km al SE del primero y el tercero fué ubicado a 100 Km al sur del primero, frente a Camaná, de esta manera el tiempo total del sismo fué de 100 a 120 segundos (reporte del IGP).

Los sismogramas obtenidos en el Instituto de Investigación Sísmica de la Universidad, se encontraban muy saturados durante los dos primeros días, siendo la frecuencia sísmica de 2 sismos por minuto durante la primera hora, disminuyendo progresivamente a 30 por hora, para en el segundo día, ser de 20 sismos en las 24 horas; logrando recuperar su frecuencia sísmica a fines del mes de Julio con 8 a 15 sismos en 24 horas como muestran los gráficos estadísticos (fig 4 y 5)

4.6.0 ACELERACIONES DEL SISMO

El acelerógrafo del CISMID que viene operando en la UNJBG, ha registrado las aceleraciones del sismo ocurrido el 7 de Julio (Réplica del 23 06 01), cuya máxima alcanzada fué de 0.38g como muestra la

figura No 06 del registro.

4.7.0 ANALISIS TÉCNICO DEL SISMO 23 JUNIO 2001

Los efectos del sismo principal del 23-06-01, causaron mucha alarma y desesperación en la población tarateña. Los efectos más severos fueron ubicados en los 50 metros aledaños al borde que dá a la quebrada del río Tarata (80 a 100 metros de desnivel) pese a estar conformado por sedimentos fluvio glaciares muy compactos; sin embargo, en esta zona lo drástico de los daños producidos por el sismo se debio al efecto de péndulo invertido por el vacio existente en la quebrada, originando la amplificación de las ondas sísmicas. en la cual el 80% de las viviendas sufrieron agrietamientos y otras construcciones colapsaron, resultando de esa manera que el 80% de las viviendas resultaran dañadas.

Fuera de la zona antes indicada, las viviendas no han sufrido mayores daños pese a que la mayoría de las viviendas son de adobe, debido al buen comportamiento dinámico del suelo. Los de material noble no han sufrido daños de consideración.

Las intensidades determinadas para Tarata fueron de VI a VII grados como muestra el mapa de isosistas elaborado por el IGP Fig. 3.

A continuación presentamos el cuadro comparativo de los daños a las personas y viviendas causados por el sismo.

PROVINCIAS AFECTADAS	POBLACIÓN				VIVIENDAS
	DAMNIFIC.	HERIDOS	FALLECIDOS	AFECTADAS	DESTRUIDAS
TACNA	58,135	252	10	14,404	3,772
CANDARAVE	8,703	28	3	220	1,874
TARATA	2,445	15	0	453	441
JORGE BASADRE	5,484	68	1	430	889
TOTAL	74,767	363	14	15,507	6,976

Fuente: INDECI

5.0.0 EVALUACION DE RESULTADOS

5.1.0 SUELOS EXPANSIVOS Y COLAPSABLES

5.1.1 SUELOS EXPANSIVOS

Los suelos expansivos consisten en arcillas plásticas y esquistos de arcilla. Algunos de estos suelos, los suelos arcillosos residuales especialmente secos, pueden moverse con esfuerzos bajos (presión aplicada baja), pero pueden derrumbarse bajo la presión más alta. Otros suelos pueden derrumbarse inicialmente, para luego levantarse después. Las estimaciones del esfuerzo para levantar potencialmente estas tierras son necesarias para la consideración en el plan de la fundación.

El grado de potencial expansivo puede identificarse como sigue:

POTENCIAL EXPANSIVO (Snethen, Johnson, y Patrick 1977)

GRADO DE EXPANSIÓN	LIMITE LIQUIDO (LL) (%)	INDICE PLASTICO (IP) (%)
Alto	>60	>35
Medio	50-60	25-35
Bajo	<50	<25

Los suelos con Límite Líquido(LL)<35 e Índice Plástico (IP)<12, no tiene ningún potencial de expansión y está demostrado con pruebas en laboratorio.

El potencial verdadero de expansión de suelos puede determinarse mediante pruebas de consolidación y está regido bajo la norma **ASTM D4546**.

Para el presente estudio se estimó dicho potencial de expansión utilizando el criterio de Snethen, Johnson, y Patrick 1977 (descrito en el cuadro anterior); el cual indica que de acuerdo a la distribución superficial de los suelos de las 08 muestras 04 no tienen potencial de expansión y 04 presentan un potencial de expansión bajo; es decir:

* No tienen potencial de expansión: (CTA-01,02,05 y 08)

* Potencial de expansión bajo: CTA-03, 04, 06, 07)

Los resultados se muestran en la Tabla N° 03.

5.1.2 SUELOS COLAPSABLES

Los suelos colapsables se pueden definir como aquellos que sin saturar se produce un reacomodo radical de las partículas y una gran pérdida de volumen por remojo con o sin carga. La existencia de estos suelos en el mundo y las dificultades ocasionadas a las edificaciones sobre ellos han sido reconocidos ampliamente.

Los suelos pueden poseer cementantes que mejoren las propiedades de resistencia del suelo, estos pueden encontrarse parcialmente saturados o no. Si estos cementantes son solubles, como los precipitados químicos que suelen acumularse en climas semiáridos, pueden destruirse por una inmersión prolongada en agua. En cuanto a los cementantes si estos son minerales arcillosos o sustancias amorfas parecidas a las arcillas pueden absorber agua y debilitarse cuando se encuentre sumergido. No se han realizado ensayos para definir suelos colapsables en Tarata por lo restringido que es acceder a estos equipos.

5.1.2.1 POTENCIAL DE DENSIFICACION

Ante la carga de un sismo sobre suelos aparentemente compactos, en

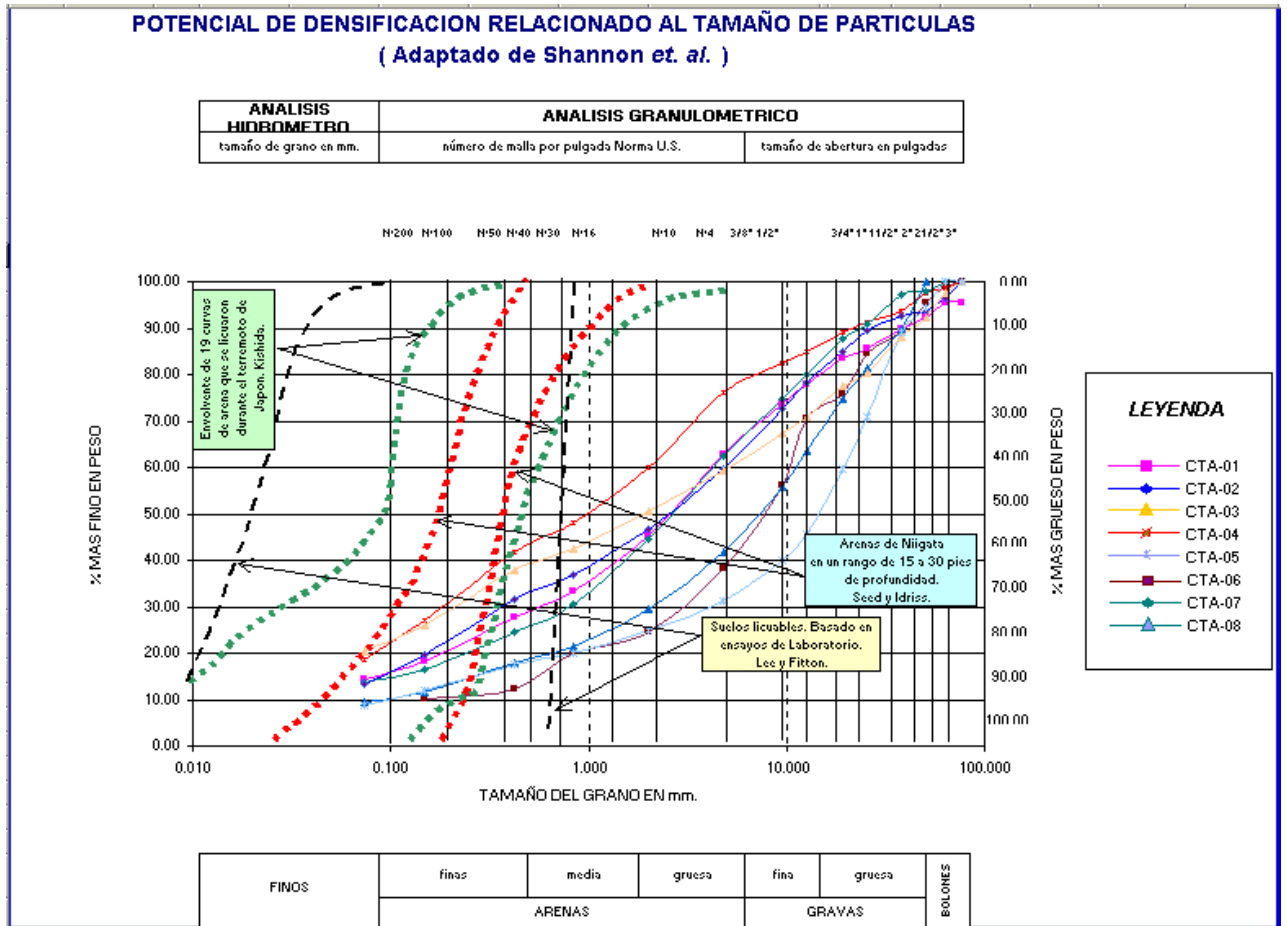
especial en las arenas, producen en estos últimos fenómenos de densificación. La densificación se refiere al reacomodo de las partículas componentes del suelo ante la vibración que producen los sismos, reacomodo que por lo general da lugar a pérdida de volumen.

A partir de los fenómenos de densificación producidos en Niigata, Japón durante el terremoto de 1964, se realizan esfuerzos múltiples para investigar dicho fenómeno. Actualmente existen relaciones a partir de densidades relativas, también a partir de valores de SPT, asimismo existen criterios a partir del análisis del tamaño de las partículas realizadas con ensayos granulométricos para estimar el potencial de densificación.

Para el presente estudio se ha estimado el potencial de densificación a partir de densidades relativas (Adaptado de Seed e Idriss) y a partir de curvas granulométricas de los suelos (Adaptado de Shannon et. al).

POTENCIAL DE DENSIFICACIÓN RELACIONADO CON DENSIDAD RELATIVA (Adaptado de Seed e Idriss)

Máxima Aceleración del Suelo	Densificación Muy Probable	Densificación Depende del Tipo de Suelo y Magnitud del Sismo	Densificación No Probable
0.10g	Dr<33%	33%<Dr<54%	Dr>54%
0.15g	Dr<48%	48%<Dr<73%	Dr>73%
0.20g	Dr<60%	60%<Dr<85%	Dr>85%
0.25g	Dr<70%	70%<Dr<92%	Dr>92%



Aplicando este criterio para la identificación del potencial de densificación, en el Anexo de Suelos se muestra las curvas granulométricas; donde se observa que para la ciudad de Tarata se observa que ninguna de las 08 curvas se asemeja a los patrones de densificación; por lo tanto, los suelos en Tarata son no densificables. Mayores detalles ver las curvas de densificación y granulométricas.

5.2.0 CON RESPECTO A LOS ASPECTOS GEOLOGICOS Y GEOMORFOLOGICOS (Ilustración N° T-02 y T-03)

El poblado de Tarata se encuentra asentado sobre una terraza fluvio-glaciar ubicada en la margen izquierda del Río Tarata. Está compuesta de conglomerados de clastos subredondeados de variados

diámetros en proceso de litificación con rellenos limoarenosos, los cuales ligan fuertemente los clastos y les dan una alta compacidad. La base de la terraza corresponde a conglomerados de la Formación Tarata (debris flow), por lo que se estima un espesor de 50 m. aproximadamente. Esta terraza forma una plataforma estable con una suave inclinación hacia el Nor -Oeste. Este rasgo favorece al poblado en las épocas de alta pluviosidad, ya que el agua precipitada discurre por las calles y avenidas de antiguas quebradas (pavimentos de concreto) del poblado con dirección al Río Tarata, evitando así una probable inundación. No obstante, en la Avenida 1ero. de Setiembre la quebrada ha sido canalizada en el medio de ella misma, mientras que en la Calle 28 de Julio ocupa la quebrada antigua (Ilustración 03), la cual ha sido rellenada. Estas calles corren el riesgo que en épocas de lluvias se comporten como cauces de grandes avenidas que dañarían la infraestructura a su paso.

De otro lado, las laderas de la terraza que colindan al Río Tarata son áreas inestables, como ha quedado demostrado por los deslizamientos y derrumbes que sucedieron allí (Fotos 09, 10 y 11). Debe notarse además que parte del poblado se ha desarrollado en esta periferie, lo que pone en alto riesgo su integridad. De igual modo, corren el mismo riesgo los terrenos de cultivos que se han desarrollado en las laderas de esta terraza, los cuales son la fuente de la actividad económica de Tarata (Foto 01).

La Urbanización Santa Bárbara se encuentra ubicada en las laderas de las superficies de erosión, al Oeste de la Plaza del poblado de Tarata. Estas laderas tienen una pendiente de 30 grados, donde la fuerte erosión de los conglomerados de la Formación Tarata por las lluvias han transformado las calles de la urbanización en verdaderos canales por donde discurre el agua y erosiona las precarias viviendas construídas

con adobes (Foto 13). Este peligro de erosión de laderas pone en riesgo a las familias de esta urbanización.

La fuerte erosión de los ríos en épocas de crecida, por las lluvias de las zonas altoandinas, pone en manifiesto el deterioro y colapso posterior de las obras de ingeniería, como se puede apreciar en el puente del Río Tarata (Foto 14) ubicado en el tramo de la carretera Tarata-Ticaco. De igual manera, en este tramo de la carretera se ha identificado un deslizamiento antiguo ubicado al frente de Ticaco (Foto 12) en el cual su cresta aún origina el desprendimiento de bloques de rocas que bloquean parcialmente la carretera. Mas adelante, también ocurren derrumbes a lo largo de la carretera (Fotos 02, 05, 07 y 08), los cuales son más frecuentes en épocas de lluvia. Estos fenómenos han llegado a paralizar el tránsito de vehículos hasta 48 horas.

También se ha identificado un deslizamiento antiguo en la carretera que lleva al poblado de Chucatamani, al Sur del poblado de Tarata (Foto 15).

5.3.0 PLANO DE ZONIFICACION SUPERFICIAL DE SUELOS (Ilustración N° T-04)

Ilustración preparada para mostrar la distribución geográfica de los tipos de suelos de acuerdo al sistema de clasificación SUCS, en este caso superficialmente, en base a la información observada y corroborada mediante calicatas excavadas.

Se puede observar que los suelos predominantes en el area de estudio son arenas limosas(SM), grava bien graduada con arcilla (GW-GC), grava bien graduada con limos (GW-GM) y arena bien graduada con limos (SW-SM).

De la ilustración T-04 se desprende que gran parte de la ciudad se encuentra asentada sobre arena limosa y los demás depósitos son muy puntuales tal es así que: la grava bien graduada con arcilla solo se ve en la calicata CTA-05, la grava bien graduada con limo solo se puede observar en la calicata CTA-08 y la arena bien graduada pero limosa solo se observa en la calicata CTA-06.

5.4.0 PLANO DE ZONIFICACION DE SUELOS Y CAPACIDAD DE CARGA, Profundidad 1.5m. (Ilustración N° T-05)

Ilustración preparada para mostrar la distribución geográfica de los tipos de suelos de acuerdo al sistema de clasificación SUCS, a la profundidad requerida para el desplante de cimentaciones, en base a la información obtenida de las calicatas excavadas, pues la caracterización de la distribución en superficie, no es la que necesariamente se mantendrá en profundidad para las cimentaciones.

Se puede observar que los suelos predominantes en el área de estudio son depósitos fluvio-glaciares compactos, con presencia de un pequeño lente alargado de relleno de grava bien graduada con arcilla (GW-GC) y la andesita de la Formación Tarata al lado Este.

Así, toda toda la ciudad se encuentra asentada sobre depósitos fluvio-glaciares, y en la calicata CTA-05 hacia el centro de la ciudad se puede observar grava bien graduada arcillosa en forma aislada y hacia el Este, a la altura de la calicata CTA-08 se puede observar que a pocos 20 cm. del suelo se encuentra la andesita de la Formación Tarata.

Por otro lado en este mismo plano se muestran los valores de capacidad admisible asignados para la ciudad de Tarata que son:

* FLUVIO GLACIAR ($q_a=5.00$ a 10.00 Kg/cm²)

* GRAVA BIEN GRADUADA ARCILLOSA ($q_a=1.50$ a 2.50 Kg/cm²)

* ANDESITA (formación Tarata) ($q_a=60.00$ a 80.00 Kg/cm²)

Para el valor del Fluvioglaciario se han tomado criterios bibliográficos. En el caso de las gravas se han calculado en base a los ensayos en laboratorio realizados y para la Andesita se ha calculado a partir del valor de la resistencia a la compresión simple tomada de tablas.

5.5.0 MAPA DE PELIGROS POTENCIALES Ilustración N1 T-06.

En el poblado de Tarata se han identificado cuatro peligros potenciales: sísmicos, reactivaciones de deslizamientos, huaycos y avenidas, caídas de rocas y derrumbes, que además de poner en peligro a la población, ponen en riesgo al sistema de riego de los terrenos de cultivo (ver Ilustración T-06).

5.5.1 Peligro sísmico

Tarata es un poblado altoandino donde la mayor parte de viviendas han sido construidas a base de adobe y quincha. Si bien es cierto que se encuentran asentadas sobre depósitos estables de eventos fluvio-glaciares, sus viviendas son vulnerables ante un movimiento sísmico.

Como muestra de este peligro sísmico, se tienen los daños ocasionados por el terremoto del pasado 23 de Junio del 2001 donde las viviendas más afectadas fueron aquellas construidas a base de adobe (Foto 16) y las Iglesias, que son construcciones antiguas.

De esta manera, se puede concluir que el poblado de Tarata, junto con sus terrenos de cultivo, ubicados en las laderas de los cerros, son vulnerables a estos efectos sísmicos.

5.5.2 Reactivación de deslizamientos

Estos peligros se caracterizan por estar ubicados en las laderas de los depósitos aluviales y de escombros de deslizamiento. Son superficies, que por su pendiente, alta humedad (debido a la alta pluviosidad) y gravedad tienden a deslizarse, formando escarpas semicirculares y un cuerpo deslizado (Foto 09, 10 y 12).

En Tarata, esta zona de reactivación de deslizamientos, está ocupada por viviendas y terrenos de cultivo (Ilustración 04). Existe otra zona de reactivación de deslizamientos sobre un antiguo deslizamiento (Foto 12) a 4 Km del poblado de Tarata, en la carretera Tarata-Ticaco, la cual causa caída de bloques de rocas que bloquean parcialmente el tránsito vehicular.

5.5.3 Huaycos y avenidas

Estos peligros son muy comunes en las zonas altoandinas en épocas de lluvia (Enero-Marzo), los cuales originan flujos de barro que dañan las obras de ingeniería (carreteras, puentes, etc) , viviendas y terrenos de cultivo.

En el poblado de Tarata el riesgo ante este peligro es latente, puesto que la Calle 28 de Julio ocupa una antigua quebrada que podría activarse como un cauce de una Avenida por un evento extraordinario de lluvias. De igual manera, corre el mismo riesgo la Av. 1ero de Setiembre, donde la quebrada ha sido canalizada.

Asi mismo, el tramo de la carretera que comunica Tarata-Ticaco, a 5 Km. aproximadamente de Tarata, estaría en riesgo a colapsar debido a que las quebradas que desembocan en el Río Ticaco, podrían cargar

flujos de lodo y rocas en épocas de lluvia. Lo mismo podría suceder con el Río Tarata, lo cual generaría la pérdida parcial de los terrenos de cultivo por las avenidas.

5.5.4 Caídas de rocas y derrumbes

Las vías de comunicación que conectan las zonas altoandinas en el departamento de Tacna, están sujetas a estos peligros, debido al mal diseño del ángulo de talud en las carreteras o a la falta de uso de obras que ayuden a estabilizarlo. Las caídas de bloques y derrumbes en las carreteras son la respuesta a la búsqueda de la estabilidad del talud, hasta alcanzar su ángulo de talud natural.

En Tarata este peligro se presenta en el tramo de la carretera comprendida entre Tarata-Ticaco, en donde la caída de rocas y derrumbes (Foto 08 y 12) han paralizado el tráfico vehicular en varias ocasiones (sobre todo en período de lluvias) hasta en 48 horas. De igual manera, a 400 m. al Sur del poblado de Tarata en la carretera que conduce a Tarucachi, se identificaron caídas antiguas de rocas.

5.6.0 MAPA DE VULNERABILIDAD. Ilustración N1 T-07.

Para la elaboración del Mapa de Vulnerabilidad de Tarata (Ilustración N° T-05) se empezó por identificar las zonas susceptibles a sufrir daños por alguna amenaza natural. Las componentes geomorfológicas consideradas para la evaluación de su vulnerabilidad, en cada caso, fueron: zonas de laderas, planicies y terrazas. Se analizó la vulnerabilidad del poblado y la zona agrícola, en donde se halla instalado su sistema de riego. La actividad agrícola es la principal fuente de sostenimiento económico de Tarata.

Con la ayuda del Mapa de Peligros (Ilustración N° T-04) se elaboró una matriz de: componentes geomorfológicos versus peligros naturales para Tarata:

- a. Sísmico
- b. Huaycos y avenidas
- c. Reactivación de deslizamientos
- d. Caída de rocas y derrumbes

A continuación se identificaron los peligros para cada componente y se le ponderó a cada uno como: Severo (S), Intenso (I), Algunos Daños (AD) y Ningún Daño (ND).

De esta manera se pudo determinar la vulnerabilidad frente algún peligro para cada componente geomorfológico, en donde se determinaron 3 zonas de vulnerabilidad.

En el poblado de Tarata (Ilustración N° T-04) se determinaron tres zonas de vulnerabilidad. Las zonas de BAJA vulnerabilidad corresponden a las superficies de erosión ocupadas por terrenos de cultivo en las laderas de las lomas al Sur del poblado de Tarata. El mayor peligro que afecta al sistema de riego es el sísmico. La zona de ALTA vulnerabilidad está circunscrita a las laderas de las márgenes del Río Tarata, en donde se desarrolla gran parte de la agricultura y se ubica sólo la periferie Oeste del poblado (margen de escarpa). En esta zona se conjugan todos los peligros presentes en Tarata. La terraza fluvioglaciaria donde se asienta el poblado y parte de los terrenos agrícolas tiene una vulnerabilidad MEDIA. Esta zona es vulnerable a peligros: sísmico, avenidas y rellenos mal compactados, en donde la mayor parte de viviendas han sido construídas a base de adobes y quincha, siendo antiguas.

6.0.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.0 CONCLUSIONES

1.- El pueblo de Tarata se encuentra asentado en una terraza de depósitos fluvio-glaciares sobre rocas sedimentarias detríticas conglomerádicas de la formación Tarata y rocas intrusivas muy duras y fuertemente alteradas que conforman los alrededores.

2.- Geomorfológicamente forma parte de la geoforma regional denominada Flanco Disectado de los Andes Occidentales y localmente de una terraza fluvio-glaciaria en la margen izquierda de un profundo valle de sección típica en "V" del río Tarata.

3.- Se han excavado 08 calicatas, y de acuerdo a la clasificación SUCS, superficialmente los suelos de mayor distribución son de arena limosa (SM) con pequeños lentes de grava bien gradada con arcillas (GW-GC) aledaño a la quebrada asociada a la calle 28 de julio y arenas con limos (SW-SM) hacia aguas abajo al SW del primero, asociado también a la calle 28 de julio.

Al Este, en la zona de la vía de evitamiento hacia el cerro, existe otro lente de grava bien gradada con limo.

4.- Sub superficialmente, a profundidades mayores de 0.30m. hasta 1.00 m., profundidades a las que se realizarán las cimentaciones, la distribución de suelos varía, siendo más homogénea, pues están conformados fundamentalmente por depósitos fluvio-glaciares, caracterizados por contener grandes bloques de rocas englobados en matriz areno-limosa, que dan en conjunto capacidades de carga de 5.00 a 10.00 Kg/cm².

A esta profundidad se mantiene el lente de gravas (GW-GC) de la parte alta de la calle 28 de julio con capacidades de carga de 1.5 a 2.5 Kg/cm²

(Ilustración N° T-05); y en la zona de la vía de evitamiento aparece la roca Andesita con capacidad de carga de 60 a 80Kg/cm².

5.- Las principales características de los suelos varían en los rangos de:

- * Densidad mínima : 1.26g/cm³-1.46g/cm³.
- * Densidad máxima : 1.70g/cm³-2.05g/cm³.
- * Cohesión : 0.00g/cm²-0.045g/cm².
- * Angulo de fricción : 31.90° - 36.50°.

6.- De acuerdo a análisis estadísticos de precipitaciones diarias máximas, se tiene que para períodos de retorno de 50 años y 100 años, las precipitaciones máximas esperadas en 24 horas son del orden de 71mm y de 83mm respectivamente.

Asimismo, de acuerdo al análisis de intensidad de precipitaciones para el mismo período de retorno de 50 y 100 años, es de esperarse avenidas con caudales de 0.882 m³/s y 1.031 m³/s respectivamente para la quebrada superior "A" asociada a la calle 1° de Setiembre; y de 0.341 m³/s y 0.398 m³/s para la quebrada inferior "B" asociada a la calle 28 de julio.

7.- Los suelos de Tarata no son colapsables, pues con la técnica de estudio del potencial de densificación de suelos a partir del análisis de las densidades relativas, ninguno de los suelos identificados son densificables.

8.- Se han identificado 04 potenciales de peligro: sísmico, posible reactivación de deslizamientos, huaycos o avenidas, y derrumbes; definiéndose alta vulnerabilidad en la zona de la escarpa del río Tarata en su margen izquierda y las laderas de su margen derecha.

El propio pueblo de Tarata tiene vulnerabilidad media por efectos sísmicos, huaycos y avenidas y algunos daños por derrumbes y rellenos (Ilustración T-07). Se ha definido vulnerabilidad baja al Sur y Este del poblado.

6.2.0 RECOMENDACIONES

- 1.- La zona identificada de alta vulnerabilidad de la desembocadura de la Quebrada El Diablo, donde se encuentra la Asociación La Florida debe ser reubicada por estar en inminente peligro de sostenibilidad física por la concurrencia de peligros naturales y antrópicos.
- 2.- En las zonas con características geotécnicas malas como la zona de ladera y la avenida Gregorio Albarracín del Cono Norte y proximidades de la avenida El Sol, se debe tener especial cuidado en la fijación de la cimentación, atravesando necesariamente los horizontes de sales o caliches que se presenten.
- 3.- En la zona de la avenida Gregorio Albarracín en el distrito de Ciudad Nueva, al estar emplazada en una quebrada, se debe proyectar un sistema de drenaje pluvial en previsión de la ocurrencia de fenómenos climáticos excepcionales.
- 4.- En todo el ámbito del Cono Norte se debe evitar la circulación de agua en el suelo a partir de cualquier fuente (fugas de agua o del alcantarillado, riego por inundación u otros).
- 5.- Se debe implantar **ESTRICTAMENTE** la normatividad sismoresistente para todo tipo de construcción, teniendo en cuenta que se espera un sismo de mayor magnitud que el ocurrido el 23/06/2001, para mitigar los daños; pues un sismo de magnitud importante, **SIEMPRE PRODUCIRÁ DAÑOS**, ya que son inevitables debido a la complejidad de respuesta del suelo, en especial el Cono Norte, donde se da una importante heterogeneidad producto de la acción de antiguos cauces.

7.0.0 BIBLIOGRAFIA

- * III CONGRESO NACIONAL DE MECANICA DE SUELOS. **"Cimentaciones en la Región de la Costa"**. Lima-Perú, 1978.
- * BOWLES, Joseph. **"Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil"**. Editorial McGRAW HILL Latinoamericana S.A.. Lima-Perú 1978.
- * BOWLES, Joseph. **"Foundation analysis and design"**, 5th edition, McGraw-Hill, New York, N.Y., U.S.A., 1996.
- * BROWN & ROOT, INC. **"Manual de Laboratorio de Suelos"**. INC para Dirección de Caminos. Lima-Perú 1997.
- * CASAGRANDE, Arthur. **"Classification and Identification of Soil"**. Transactions of the American Society of Civil Engineers, vol.113, 1948.
- * CODUTO, D. P. **"Foundation design; principles and practices"**, 2nd edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., U.S.A., 2001.
- * DOWRICK, David J. **"Earthquake Resistant Design"**, 2nd edition, John Wiley & Sons. Great Britain, 1987.
- * HOEK, Evert. **"Rock Engineering"**. Grupo de Ingeniería de Rocas. Ontario, 2000.
- * HOEK, E. & BROWN, E.: **"Underground Excavations in Rock"**, The Institution of Mining and Metallurgy. London, 1980.
- * INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA(ITGE) y EPTISA. **"Manual de Ingeniería de Taludes"**. Madrid, 1986.
- * Jayawickrama, Priyantha W. **"Geotechnical Engineering Design"**. Department of Civil Engineering. Texas Tech University. Texas, 1999.
- * JUAREZ C., Reymundo. **"Modelo Geotécnico en la Presa Angostura"**. Tesis para optar Título Profesional de Ingeniero Geólogo-Geotécnico. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Agosto 2000.
- * MAROCCO, R.; DELFAUD, J.; LAVENU, O.. **"Ambiente Deposicional de una Cuenca Intramontaña Andina: El Grupo Moquegua (Sur del Perú)"**. Boletín Sociedad Geológica del Perú N° 75 Nov. 1985.

- * MARTINEZ V., Alberto. **"Aporte sobre Huaycos e Inundaciones en el Perú"**. U.N.I. – Facultad de Ing° Civil. Lima, 2000.
- * MARTINEZ V., Alberto. **"Geotecnia Para Ingenieros"**. U.N.I. – Facultad de Ing° Civil. Lima, 1990.
- * MEZA A., Pablo R. **"Consideraciones Geotécnicas con Fines de Cimentación"**. Tesis para optar Título Profesional de Ingeniero Geólogo. Universidad Nacional San Agustín. Arequipa, Julio 1998.
- * Ministerio de Transportes y Comunicaciones. **"Suelos y Cimentaciones"**. Norma Técnica Peruana E-020. Lima, 1997.
- * Ministerio de Transportes y Comunicaciones. **"Diseño Sismoresistente"**. Norma Técnica Peruana E-030. Lima, 1997.
- * PAREDES CH., Oscar F. **"Estudio Geofísico-Geotécnico de los Túneles y Presa-Proyecto Angostura"**. SIGMA – Asociación Harza-Misti. Arequipa, Junio 1998.
- * RICO RODRIGUEZ, Alfonso; DEL CASTILLO, Hermilio. **"La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres"**. México, 1980.
- * SJOBERG, Jonny. **"Estimating Rock Mass Strenght Using The Hoek-Brown Failure Criterion and Rock Mass Classification"**. Lulea University of Technology. Lulea Agosto de 1997.
- * SJOBERG, Jonny. **"Analysis of Large Scale Rock Slopes"**. Tesis Doctoral. Department of Civil and Minning Engineering, Division of Rock Mechanics. Lulea University of Technology. Lulea Agosto de 1999.
- * Terzaghi, K. **"Theoretical soil mechanics"**, John Wiley and Sons, Inc., New York, N.Y., U.S.A., 1943.
- * U.S. ARMY CORPS OF ENGINEER. **"Bearing Capacity of Soils"**. Washington, DC 20314-1000, Octubre 1992.
- * U.S. ARMY CORPS OF ENGINEER. **"Settlement Analysis"**. Washington, DC 20314-1000, Setiembre 1990.
- * U.S. ARMY CORPS OF ENGINEER. **"Rock Foundations"**. Washington, DC 20314-1000, Noviembre 1994.

FOTOS



Foto 01.-Vista panorámica al Poblado de Tarata y sus áreas agrícolas. Se observa la plataforma formada por los depósitos aluviales en donde se ha asentado el poblado.



Foto 02.- Corte de la carretera Tarata-Ticaco. En la vista, afloramiento de la Formación Tarata compuesto de niveles sedimentarios finos de tonalidades violáceos, cortado por depósitos aluviales cuaternarios. En la carretera se aprecian bloques desprendidos de estos depósitos.



Foto 03.- Conglomerados de la Formación Tarata donde se aprecia clastos angulosos dentro de una matriz volcánica.



Foto 04.- Niveles de conglomerados violáceos dentro de la Formación Tarata. Están compuestos por fragmentos angulosos envueltos en una matriz limosa.



Foto 05.- Intercalaciones de secuencias granodecipientes de 0.50 a 1 metro de espesor. Varían de Conglomerados en la base a niveles lutíticos en el tope. Estos niveles lutíticos, por efecto de las lluvias se meteorizan con facilidad.



Foto 06.- Afloramientos de la Formación Barroso en la parte superior de la lomada (Flanco derecho del Río Tarata). Se puede apreciar bloques columnares en los flancos debido a la dureza de la roca.



Foto 07.- Material aluvial de coloraciones grisáceas proveniente de la meteorización de las andesitas de la Formación Barroso en el desvío de la carretera a la zona de Solabava..



Foto 08.- Vista a uno de los cortes de la carretera Tarata-Ticaco donde afloran rocas intrusitas. A consecuencia del alto grado de meteorización de las rocas, se producen derrumbes y caídas de bloques.



Foto 09.- Vista panorámica a la terraza fluvioglaciaria donde se asienta el poblado de Tarata. Presenta una ligera inclinación en dirección nor-oeste. En su talud se puede apreciar deslizamientos que han desplazado terrenos de cultivo y depósitos antropogénicos de basura.



Foto 10.- Escarpa sub-vertical de 50° a 60° de inclinación que afecta depósitos fluvioglaciares en el flanco izquierdo del Río Tarata. Se observa en la superficie de esta escarpa depósitos de desechos sanitarios y basura.



Foto 11.- Vista a una ladera de los depósitos fluvioglaciares existentes en la zona del poblado de Tarata. Un proceso de reptación afecta a esta ladera, llegando a inclinar los árboles existentes en su superficie.



Foto 12.- Deslizamiento antiguo en un tramo de la carretera Tarata-Ticaco. Al pie del deslizamiento se aprecian bloques de roca de grandes dimensiones. Actualmente, se siguen desprendiendo bloques colgados en la escarpa.

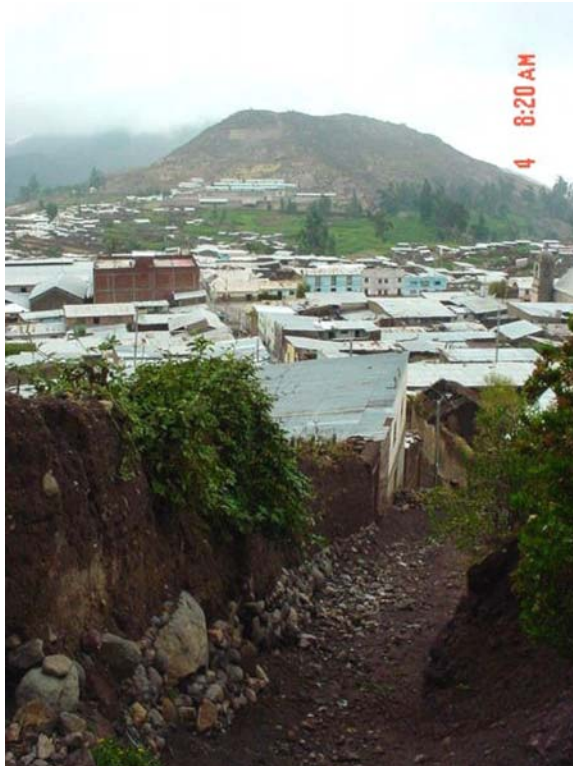


Foto 13.- Vista a una de las calles de la Urbanización Santa Bárbara en Tarata, en donde se puede apreciar la pendiente de aproximadamente 30° . En época de lluvias se transforma en verdaderos canales por donde discurre el agua pluvial, provocando la erosión de las precarias viviendas construidas con adobes.



Foto 14.- Puente en el tramo de la carretera Tarata-Ticaco, a unos 800 metros del poblado de Tarata. En el lado izquierdo del puente se puede apreciar las consecuencias de los temporales de lluvias en la zona. El temporal de lluvias que se viene presentando, en este primer trimestre del año 2002, podrían concluir con el colapso total de la infraestructura ingenieril.



Foto 15.- Vista a un tramo de la carretera a Chucatamani, a unos 100 metros del desvío, se puede apreciar un deslizamiento que ha removido material aluvial, afectando, en parte, al sistema de andenes existente en el cerro Pucará.



Foto 16.- Vista a una vivienda construida con adobes en el cercado de Tarata, la cual fue afectada por el sismo del 23 de junio del 2001.

CUADROS

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica - Geotecnia

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"
SOLICITADO POR : INDECI

RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

TABLA N° 01

CALICATA	UBICACIÓN DE MUESTRAS	COORDENADAS UTM		MUESTRA	PROF. (m)	GRANULOMETRIA	LIMITE DE CONSISTENCIA			DENSIDAD IN SITU (g/cm³)	HUMEDAD NATURAL (%)	DENSIDAD MINIMA (g/cm³)	DENSIDAD RELATIVA (%)	PROCTOR		CORTE DIRECTO		CLASIFICACION SUCS	D.M.S. (KN/m²)	HES (Kpa)	MASA ESPECIFICA (KN/m³)	ANG. ORRE	CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	CORTE DIRECTO		COHESION (Kpa)	ANG. CORREG.	
		ESTE	NORTE				LIQUIDO (%)	PLASTICO (%)	PLASTIC. INDICE (%)					MAXIMA (g/cm³)	OPTIMA (%)	COHESION (C) Kg/cm²	ANGULO FRICCION (°)									(C)	(°)			
CTA-01	Calle San Martin	390849	8068427	M-01	0,70	X	34,000	27,730	6,270			1,262		1,700	15,600			SM	16,677	#	0,000	###	CT-01	M-01	2,50					
CTA-02	Calle San Martin - Pasaje # 09	390530	8068161	M-01	0,60	X	24,000	20,530	3,470	1,614	10,480	1,394	69,847	1,732	17,900	0,032	32,600	SM	16,991	#	15,833	###	CT-03	M-01	2,50					
CTA-03	Calle 28 de Julio - Pasaje # 11	390708	8067969	M-01	1,30	X	37,000	31,320	5,680	1,630	30,680	1,344	64,150	1,850	13,000	0,045	31,900	SM	18,149	#	15,990	###	CT-05	M-01	2,30					
CTA-04	Calle San Martin - Pasaje # 15	390373	8067972	M-01	0,60	X	37,600	32,290	5,310			1,427		1,831	14,900			SM	17,962	#	0,000	###	CT-06	M-01	2,50					
CTA-05	Calle 28 de Julio - Pasaje 28 de Julio	390542	8067806	M-01	1,50	X	29,450	21,690	7,760	1,849	13,650	1,394	76,820	2,051	12,600	0,000	36,500	GW-GC	20,120	#	18,139	###	CT-07	M-01	2,50					
CTA-06	Calle 28 de Julio - Pasaje Ramon Castilla	390330	8067522	M-01	0,30	X	41,000	NP	NP			1,415		1,904	13,400			SW-SM	18,678	#	0,000	###	CT-08	M-01	1,40					
CTA-07	Calle 28 de Julio - Pasaje # 27	390159	8067372	M-01	1,00	X	50,300	NP	NP			1,459		1,872	12,800			SM	18,364	#	0,000	###	CT-09	M-01	1,20					
CTA-08	Colegio Ramon Castilla	390807	8067843	M-01	0,30	X	26,300	23,360	2,940			1,446		1,956	11,400			GW-GM	19,188	#	0,000	###	CT-10	M-01	2,50					
	Mínimos						24,000	20,530	2,940	1,614	10,480	1,262	64,150	1,700	11,400	0,000	31,900		16,677											
	Máximos						50,300	32,290	7,760	1,849	30,680	1,459	76,820	2,051	17,900	0,045	36,500													
																			20,120	#	18,139	###	CT-11	M-01	2,00					
																			0,000	#	0,000	###	CT-12	M-01	2,50					
																			0,000	#	0,000	###	CT-13	M-01	2,50					
																			0,000	#	0,000	###	CT-14	M-01	2,30					
																			0,000	#	0,000	###	CT-15	M-01	2,10					
																				#	0,000	###	CT-17							

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA
 ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA-GEOTECNIA

CAPACIDADES ADMISIBLES - METODO VESIC
TABLA N° 02

CIUDAD DE TARATA

CIMIENTO CORRIDO B=0.4m., D=0.80m.

CALICATA	COORDENADAS UTM		MUESTRA	qa (ESTATICO)			DENSIDAD IN SITU gr/cm3	CLASIF.
	ESTE	NORTE		KPa	KPa/3	Kg/cm2		
CTA-01	390849,0	8090415,9	M-01	2055,000	685,000	6,983		SM
CTA-02	390530,0	8091028,0	M-01	684,090	228,030	2,324	1,614	SM
CTA-03	390708,0	8090689,9	M-01	702,340	234,113	2,386	1,630	SM
CTA-04	390373,0	8090391,9	M-01	1765,800	588,600	6,000		SM
CTA-05	390542,0	8090528,9	M-01	962,590	320,863	3,271	1,849	GW-GC
CTA-06	390330,0	8090487,9	M-01		0,000	0,000		SW-SM
CTA-07	390159,0	8067372,0	M-01		0,000	0,000		SM
CTA-08	390807,0	8067843,0	M-01		0,000	0,000		GW-GM

CIMIENTO CORRIDO B=0.4m., D=0.80m.

CALICATA	COORDENADAS UTM		MUESTRA	qa (PSEUDOESTATICO)			DENSIDAD IN SITU gr/cm3	CLASIF.
	ESTE	NORTE		KPa	KPa/3	Kg/cm2		
CTA-01	390849,0	8090415,9	M-01					SM
CTA-02	390530,0	8091028,0	M-01	505,490	168,497	1,718	1,614	SM
CTA-03	390708,0	8090689,9	M-01	525,640	175,213	1,786	1,630	SM
CTA-04	390373,0	8090391,9	M-01					SM
CTA-05	390542,0	8090528,9	M-01	681,030	227,010	2,314	1,849	GW-GC
CTA-06	390330,0	8090487,9	M-01					SW-SM
CTA-07	390159,0	8067372,0	M-01					SM
CTA-08	390807,0	8067843,0	M-01					GW-GM

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLOGICA-GEOTECNIA

POTENCIAL DE EXPANSIÓN DE SUELOS TABLA N° 03

Estudio : "Mapa de Peligros de la Ciudad de Tarata"

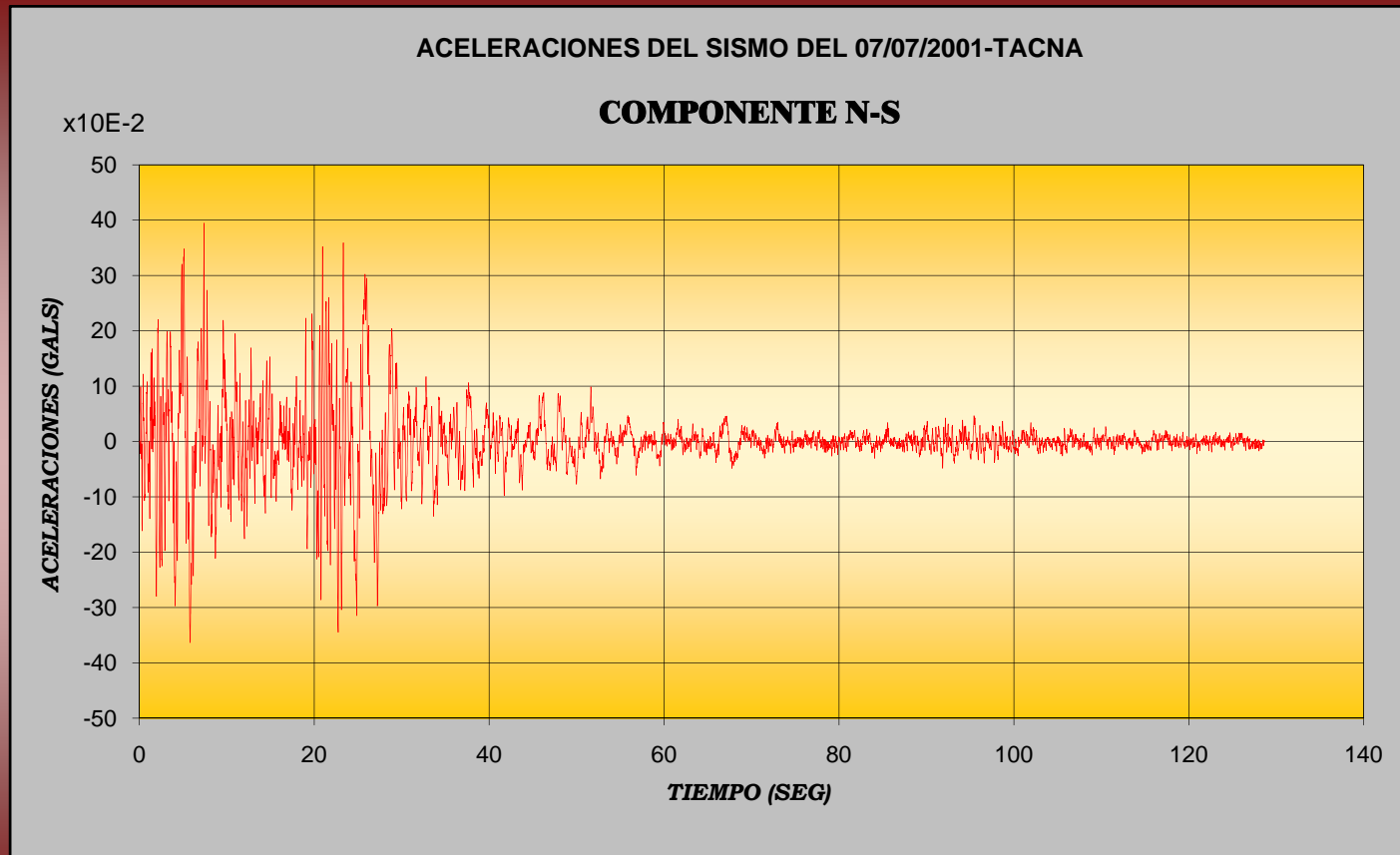
Solicitado por : INDECI

CALICATA	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUCS	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICIDAD	POTENCIAL EXPANSIVO	CARACTERISTICAS
CTA-01	M-01	SM	34,00	27,73	6,27	NO TIENE	ARENA LIMOSA
CTA-02	M-01	SM	24,00	20,53	3,47	NO TIENE	ARENA LIMOSA
CTA-03	M-01	SM	37,00	31,32	5,68	GRADO DE EXPANSION BAJO	ARENA LIMOSA
CTA-04	M-01	SM	37,60	32,29	5,31	GRADO DE EXPANSION BAJO	ARENA LIMOSA
CTA-05	M-01	GW-GC	29,45	21,69	7,76	NO TIENE	GRAVA BIEN GRADADA CON PRESENCIA DE ARCILLAS
CTA-06	M-01	SW-SM	41,00	NP	NP	GRADO DE EXPANSION BAJO	ARENA BIEN GRADADA CON PRESENCIA DE LIMOS
CTA-07	M-01	SM	50,30	NP	NP	GRADO DE EXPANSION BAJO	ARENA LIMOSA
CTA-08	M-01	GW-GM	26,30	23,36	2,94	NO TIENE	GRAVA BIEN GRADADA CON PRESENCIA DE LIMOS

FIGURAS

UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN"
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA-GEOTECNICA
INSTITUTO DE INVESTIGACION SISMICA-GEOTECNICA

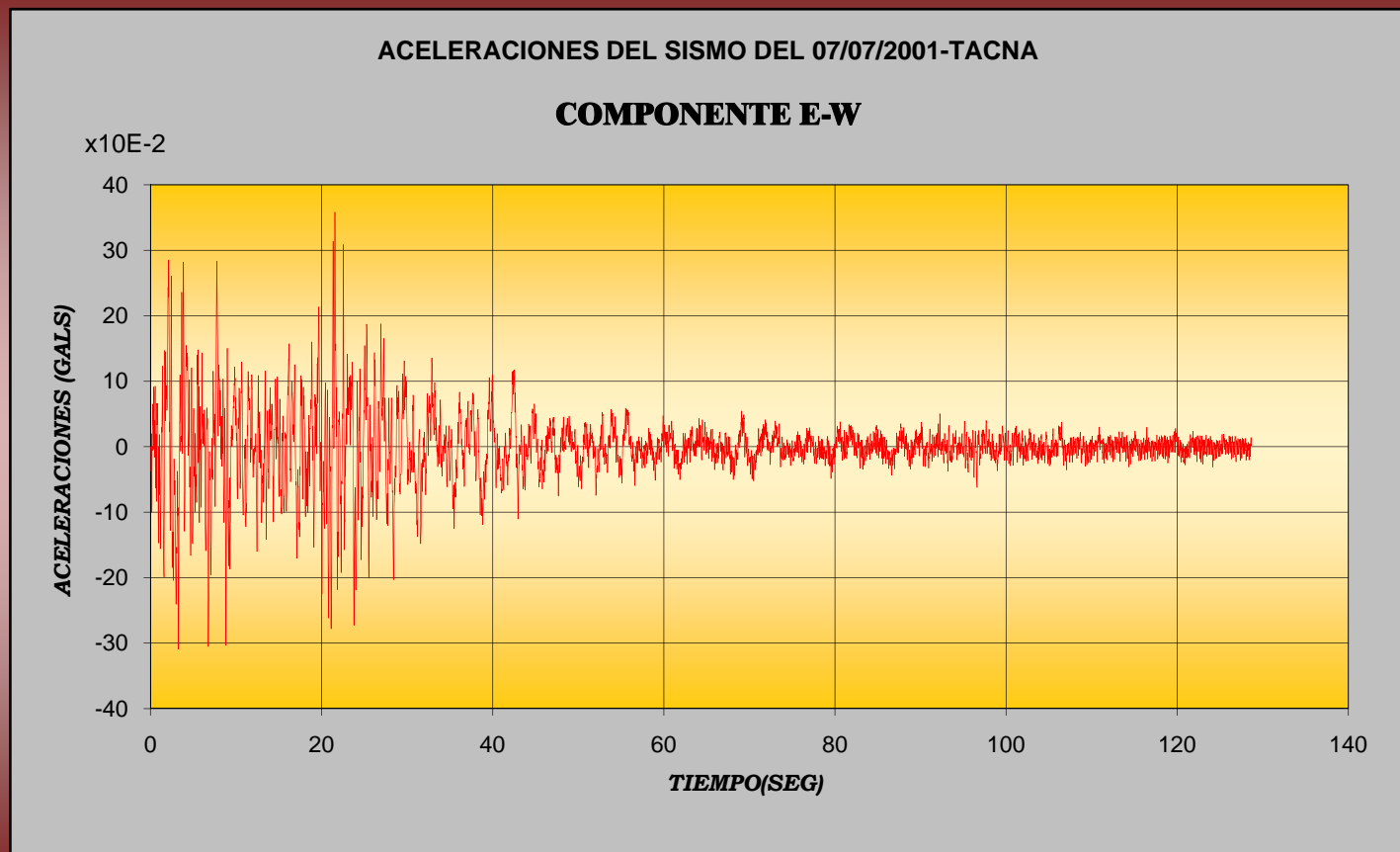
ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"



FUENTE: CISMID

UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN"
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA-GEOTECNICA
INSTITUTO DE INVESTIGACION SISMICA-GEOTECNICA

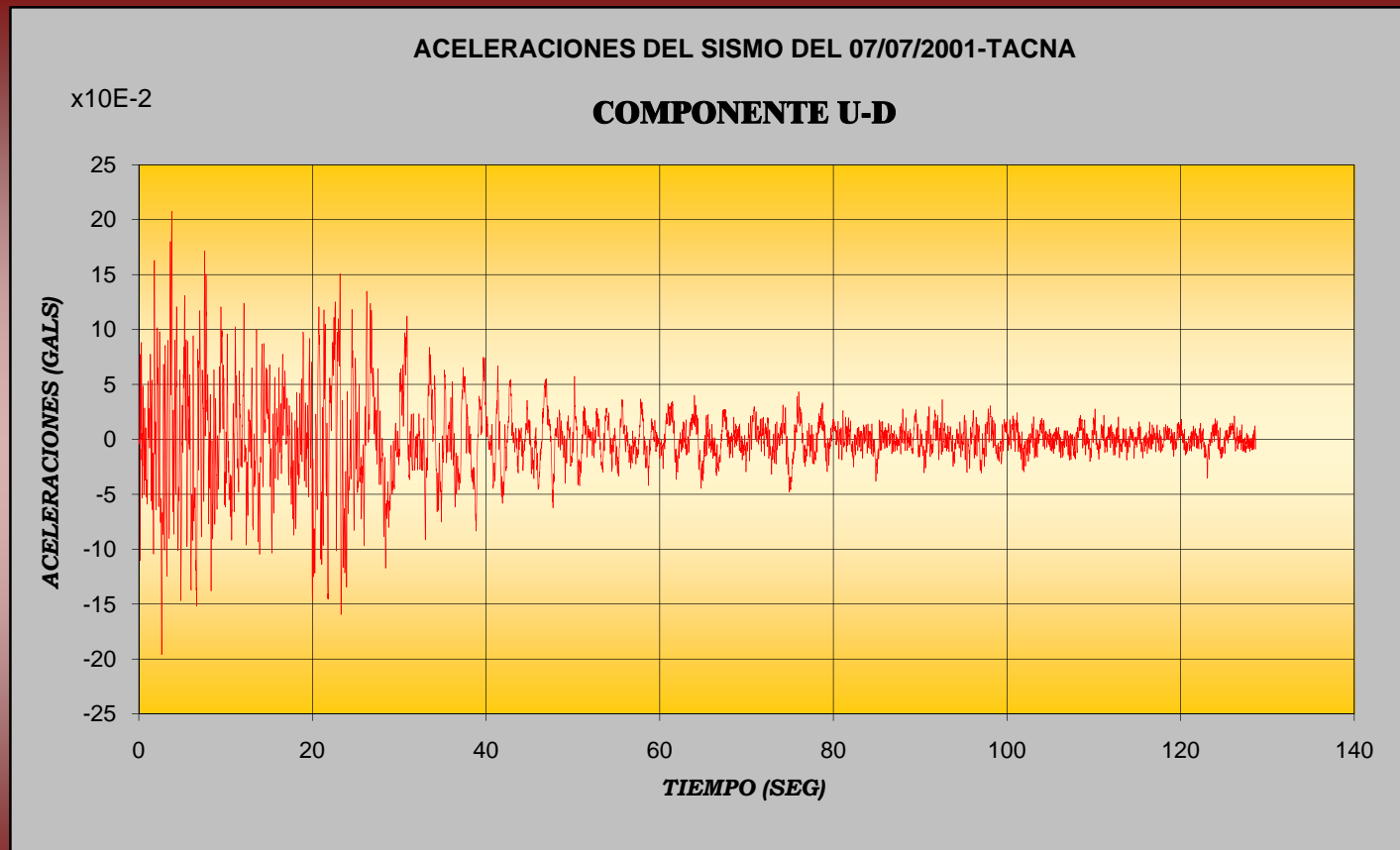
ESTUDIO : MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA



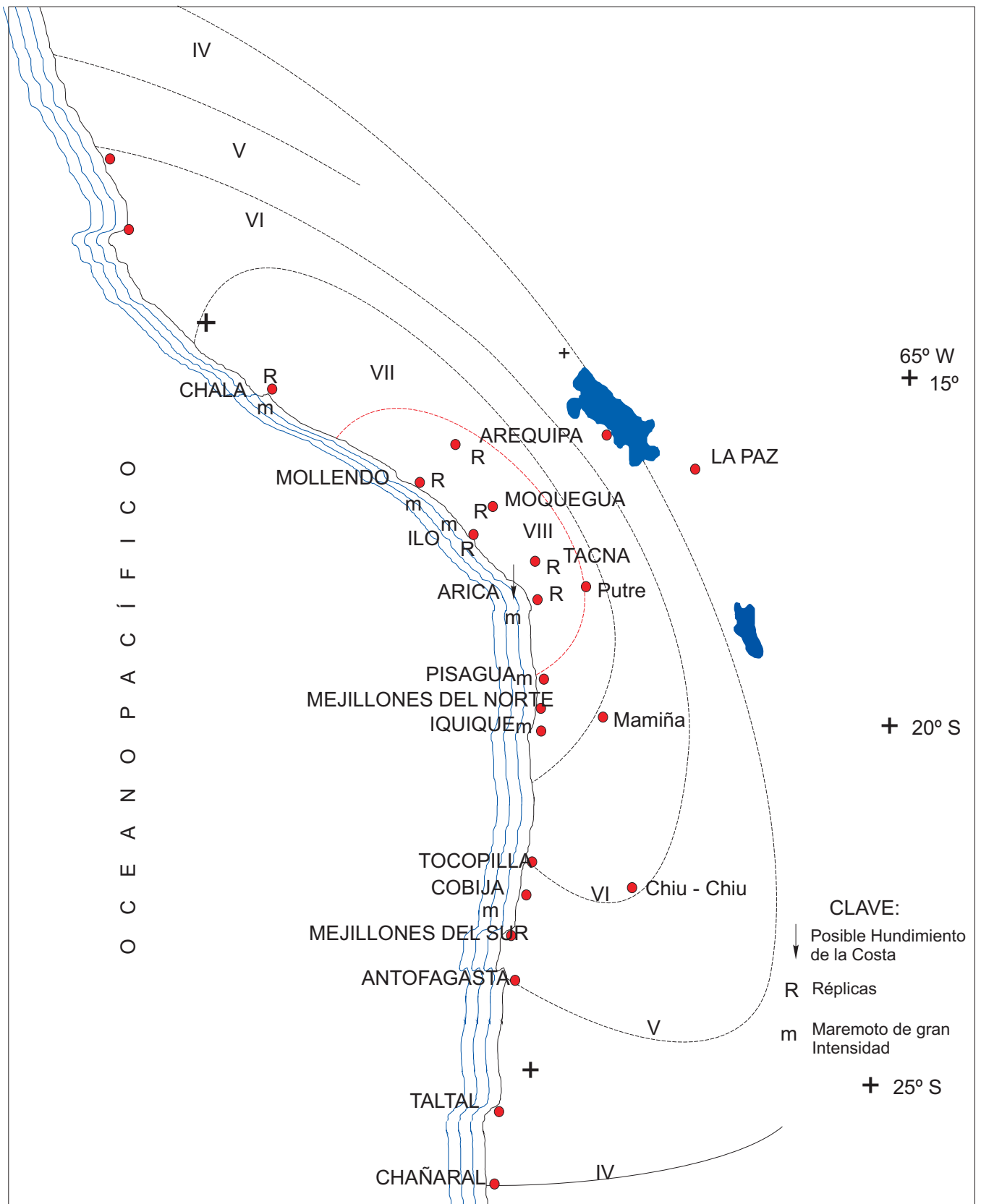
FUENTE: CISMID

UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN"
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA-GEOTECNICA
INSTITUTO DE INVESTIGACION SISMICA-GEOTECNICA

ESTUDIO : MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA

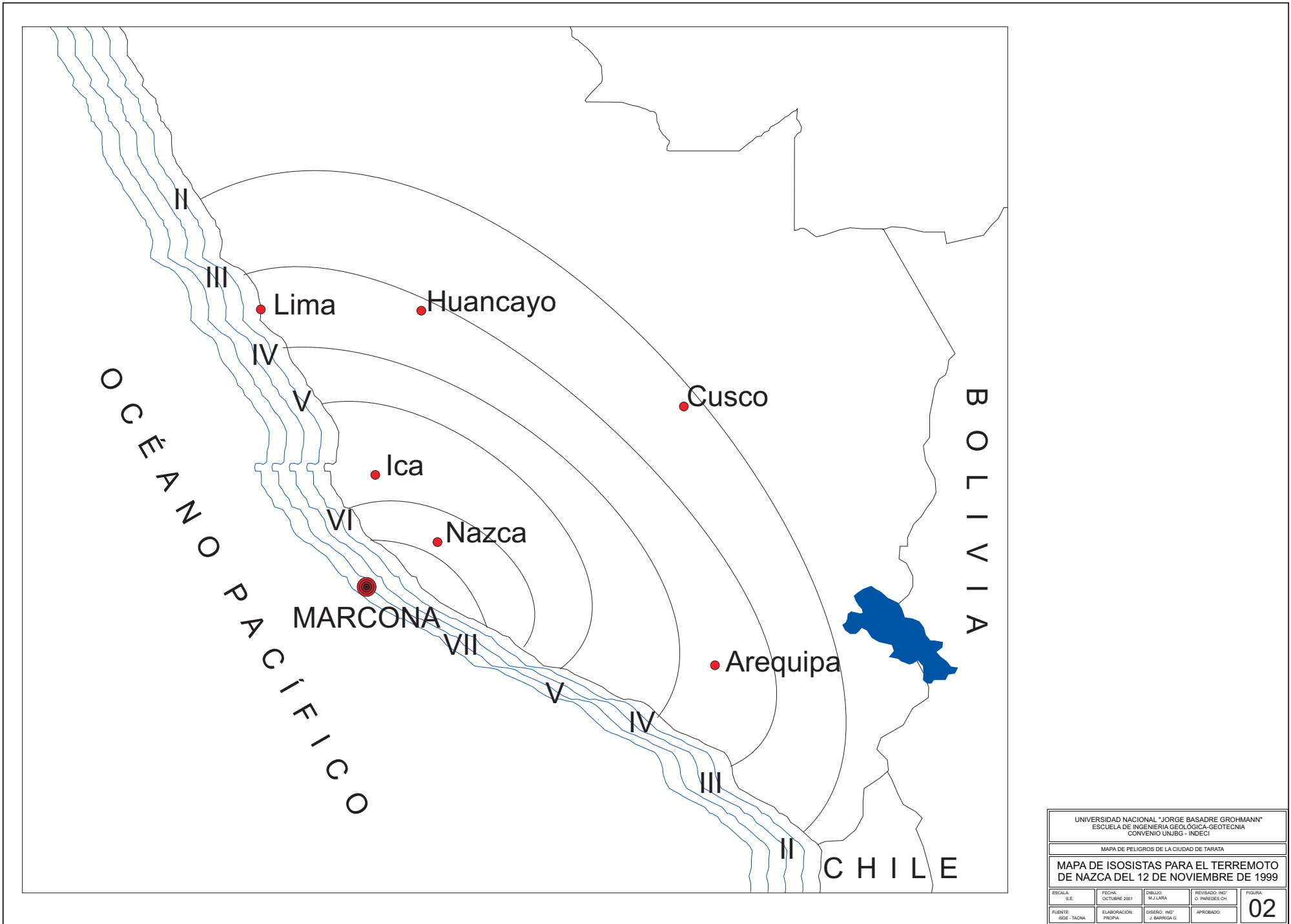


FUENTE: CISMID



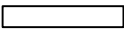
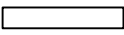
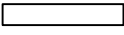
Sismo del 13 de Agosto de 1868 $M = 8 \frac{1}{2}$; $M_i = 9$; $M_w = 9.1$ curvas isosistas según Mercalli Modificada (Kausel, 1985)

UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN" ESCUELA DE INGENIERIA GEOLÓGICA-GEOTECNIA CONVENIO UNJBG - INDECI				
MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA				
MAPA DE ISOSISTAS PARA EL TERREMOTO DEL 13 DE AGOSTO DE 1868				
ESCALA: S.E.	FECHA: OCTUBRE 2001	DIBUJO: M.J.LARA	REVISADO: ING. O. PAREDES CH.	FIGURA: 01
FUENTE: ISGE - TACNA	ELABORACIÓN: PROPIA	DISEÑO: ING. J. BARRIGA G.	APROBADO:	



UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN"				
ESCUELA DE INGENIERIA GEOLÓGICA-GEOTECNIA				
CONVENIO UNJBG - INDECI				
MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA				
MAPA DE ISOSISTAS PARA EL TERREMOTO DE NAZCA DEL 12 DE NOVIEMBRE DE 1999				
ESCALA:	FECHA:	DIBUJO:	REVISADO IN2:	FIGURA:
S.E.	OCTUBRE 2001	M. J. LARA	O. PAREDES CH.	02
FUENTE:	ELABORACIÓN:	DISEÑO: IN2:	APROBADO:	
BDG - TACNA	PROPIA	J. BARRIGA G.		



FACTORES DE ZONA		
ZONA	SIMBOLOGIA	FACTOR DE ZONA - Z (g)
3		0.40
2		0.30
1		0.16

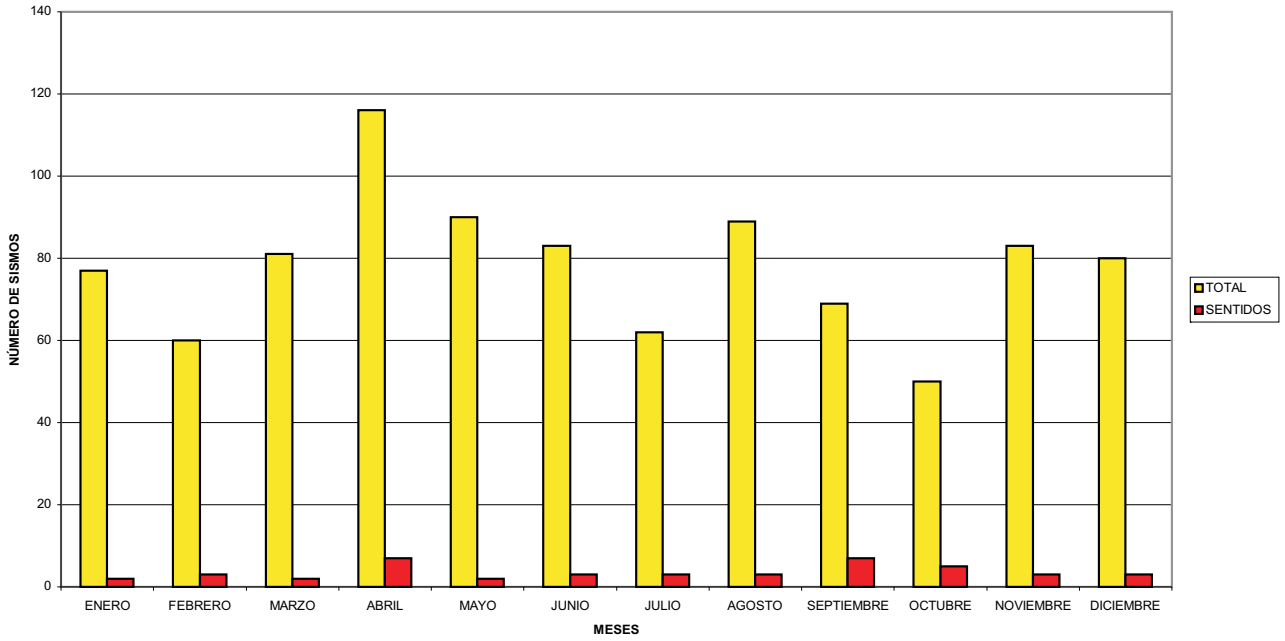
UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN"-TACNA
 ESCUELA DE INGENIERIA GEOLOGICA-GEOTECNIA
 CONVENIO UNJBG - INDECI

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA

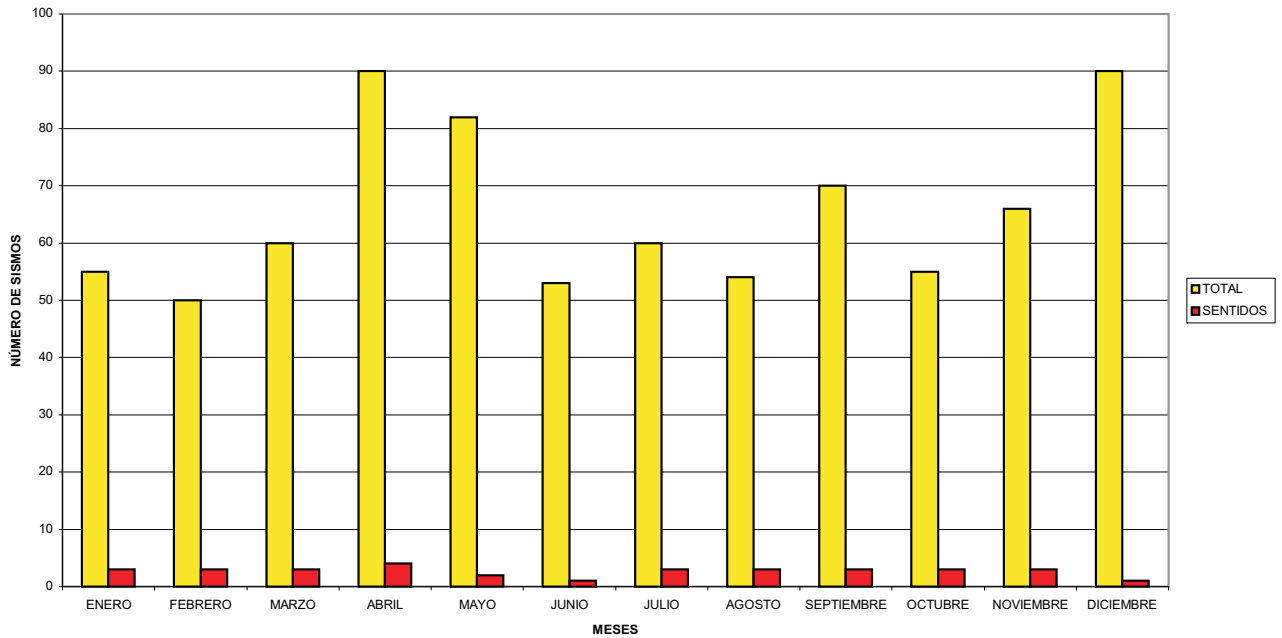
**ZONAS SISMICAS SEGÚN
 NORMA PERUANA E-030,1997**

ESCALA: GRAFICA	FECHA: OCTUBRE 2001	DIBUJO CAD: L. LOYOLA C.	REVISADO: ING° O. PAREDES CH.	FIGURA: 03
FUENTE: M.T.C.	ELABORACIÓN: PROPIA	DISEÑO: ING° R. JUÁREZ C.	APROBADO:	

SISMICIDAD 1997



SISMICIDAD 1998



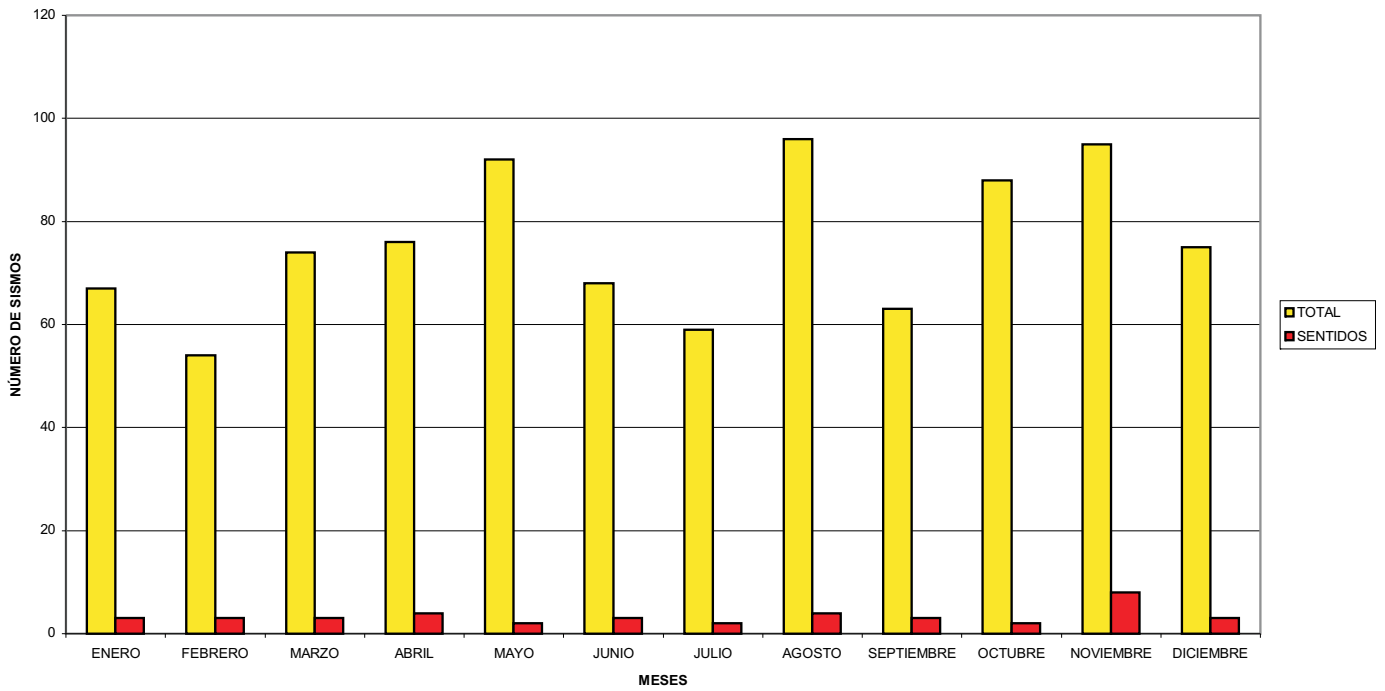
UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN"
 ESCUELA DE INGENIERIA GEOLÓGICA-GEOTECNIA
 CONVENIO UNJBG - INDECI

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA

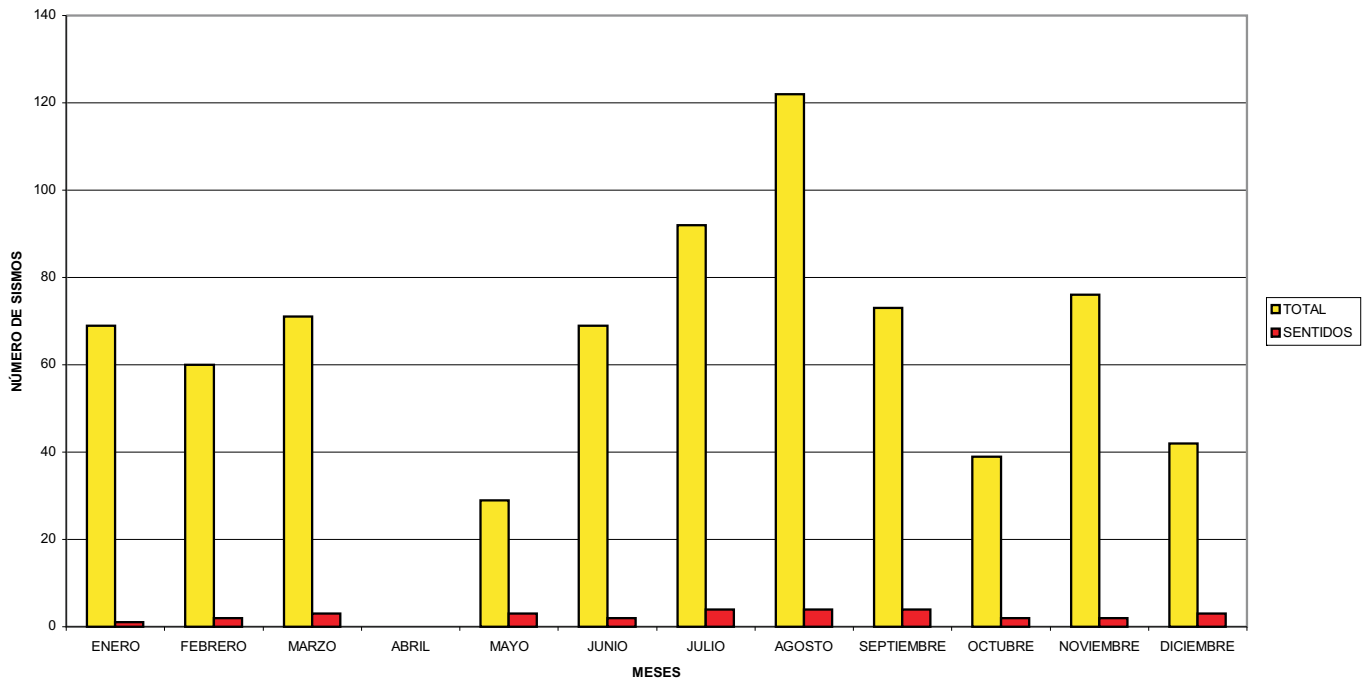
ACTIVIDAD SÍSMICA DE LOS AÑOS
 1997 - 1998

ESCALA: S.E.	FECHA: OCTUBRE 2001	DIBUJO: M.J.LARA	REVISADO: ING° O. PAREDES CH.	FIGURA: 04
FUENTE: ISGE - TACNA	ELABORACIÓN: PROPIA	DISEÑO: ING° J. BARRIGA G.	APROBADO:	

SISMICIDAD 1999



SISMICIDAD 2000



UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN"
 ESCUELA DE INGENIERIA GEOLÓGICA-GEOTECNIA
 CONVENIO UNJBG - INDECI

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA

**ACTIVIDAD SÍSMICA DE LOS AÑOS
 1999 - 2000**

ESCALA: S.E.	FECHA: OCTUBRE 2001	DIBUJO: M.J.LARA	REVISADO: ING° O. PAREDES CH.	FIGURA: 05
FUENTE: ISGE - TACNA	ELABORACIÓN: PROPIA	DISEÑO: ING° J. BARRIGA G.	APROBADO:	

ENSAYOS DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN" DE TACNA

Proyecto : "Mapa de Peligros de la Ciudad de Tacna"
 Ubicación : Tacna
 Distritos : Alto de la Alianza y Ciudad Nueva (Cono Norte) y la Ciudad de Tacna
 Convenio : Universidad Nacional "Jorge Basadre Grohmann" - INDECI

ITAS EJECUTADAS EN TACNA

CALICATA	UBICACIÓN DE MUESTRAS		MUESTRA	ENSAYOS REALIZADOS										CLASIFICACION SU					
				COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE	PROF. (m)	ANULO-METRO	DE CONSISTENCIA ^A			DENSIDAD IN SITU (g/cm ³)	HUMEDAD NATURAL (%)	ESPECIFICO (g/cm ³)		DENSIDAD MINIMA (g/cm ³)	PROCTOR D.M.S. (g/cm ³)	CORTE DIRECTO		
								LL. (%)	L.P. (%)	L.P. (%)			REGADO GRUE	AGREGADO FINO			H.O. (%)	(C)	(%)
C - 1		C.E. Mariscal Caceres s/n (Ciudad Nueva)	M-01	2,50	X	13,70	NP	NP	1,24	6,07		2,454	1,174	1,570	11,00	0,054	33,4	SM	
C - 2		C.E. Mariscal Caceres s/n (Ciudad Nueva)	M-01	2,50	X	22,50	NP	NP	1,36	9,95		2,511	1,313	1,613	9,40	0,162	28,1	SM	
C - 3		Frente a la Mz. 43 lote # 3 (Ciudad Nueva)	M-01	2,50	X	24,50	NP	NP	1,33	7,58		2,539	1,244	1,667	11,63	0,001	38,3	SM	
C - 4		Cruce de la Av. Internacional / la Av. Los Proceres (Ciudad Nueva)	M-01	2,50	X	17,60	17,30	0,30	1,42	8,28		2,547	1,253	1,648	16,60	0,140	27,5	SM	
C - 5		Av. Los precursores, Comité # 33 (Asoc. Villa El Triunfo, Ciudad Nueva)	M-01	2,50	X	23,77	NP	NP	1,48	3,90		2,451	1,429	1,640	10,85			SM	
C - 6		Cancha deportiva del Comité # 1 (Villa El Triunfo)	M-01	2,50	X	29,12	28,77	0,28	1,51	2,12		2,556	1,412	1,621	11,90			SM	
C - 7		Frente al domicilio Mz. 6 lote # 10 (cancha de tierra)	M-01	2,60	X	24,40	23,76	0,64	1,36	0,66		2,555	1,297	1,630	8,70	0,091	31,2	SM	
C - 8		C.E. Víctor Raúl Haya de la Torre (Alto de la Alianza)	M-01	1,40	X	26,20	NP	NP	1,38	5,18		2,411	1,315	1,550	9,80	0,062	34,4	SM	
C - 9		C.E. Guillermo Auza Arce - Av. El Sol (Alto de la Alianza)	M-01	1,20	X	25,60	25,01	0,59	1,35	8,84		2,413	1,276	1,600	10,90			SM	
C - 10		Comité # 18 (Ciudad Nueva)	M-01	3,00	X	NL	NP	NP	1,32	1,13		2,522	1,257	1,610	9,40	0,055	32,8	SM	
C - 11		Asoc. 28 de Agosto (Ciudad Nueva)	M-01	2,50	X	24,70	NP	NP	1,49	4,95		2,579	1,412	1,620	10,00	0,020	36,6	SM	
C - 12		Comité # 02 (Ciudad Nueva)	M-01	3,50	X	20,42	NP	NP	1,46	1,30		2,562	1,419	1,630	9,60			SM	
C - 13		Asoc. Simón Bolívar (Ciudad Nueva)	M-01	2,50	X	25,52	25,40	0,12	1,60	1,62		2,535	1,512	1,620	9,10	0,000	34,7	SM	
C - 14		Villa El Triunfo, comité # 1 Mz. 340 lote # 16 (Ciudad Nueva)	M-01	2,30	X	12,92	NP	NP	1,60	1,08		2,519	1,482	1,688	13,20	0,006	35,6	SM	
C - 15		Asoc. Simón Bolívar Mz. 160 (Ciudad Nueva)	M-01	2,10	X	29,85	NP	NP	1,52	1,29		2,529	1,417			0,000	41,1	SM	
C - 16		C.E. Don José de San Martín (Alto de la Alianza)	M-01	2,30	X	30,00	NP	NP		7,82	2,65	2,619						SM	
			M-02	1,55	X	24,82	NP	NP	1,48	2,80		2,570	1,402	1,660	9,60	0,024	35,3	SM	
C - 17		Calle Mateo Silva s/n Plaza del comite # 29 (Ciudad Nueva)																	
C - 18		Comedor Mun. Alto de la Alianza, Av. G. Albarracín (Asoc. Mariscal Milla)	M-01	0,50	X	27,74	NP	NP		6,81		2,594	1,101					SM	
			M-02	2,10	X	27,75	27,13	0,62	1,19	6,60		2,324		1,520	15,80			SM	
C - 19		Intersección Av. Yapeyu con Calle Elias Aguirre (Alto de la Alianza)	M-01	2,20	X	23,30	22,21	1,09	1,46	7,16		2,513	1,291	1,670	17,40	0,074	36,3	SM	
C - 20		Plaza Juan Velasco Alvarado (Alto de la Alianza)																	
C - 21		Av. Circunvalación (frente a la ladrillera Martorell)																	
C - 22		Intersección de Av. El Sol / Av. Alcides Carrión (Ciudad Nueva)	M-01	2,50	X	26,89	NP	NP	1,37	1,80		2,555	1,342	1,556	11,00	0,000	38,3	SM	
C - 23		Asoc. Alberto Fujimori, Av. Milton Carbajal s/n. (Alto de la Alianza)																	
C - 24		Tecnológico Francisco de Paula Gonzales Vigil (Alto de la Alianza)																	
C - 25		C.E. Fortunato Zora Carbajal (Alto de la Alianza)	M-01	1,80	X	28,00	27,79	0,21	1,44	13,77		2,480	1,352	1,595	11,70	0,019	38,5	SM	
C - 26		Comité # 12, Mz. 35 lote # 1 (Ciudad Nueva)	M-01	2,20															
C - 27		C. E. Cohaila Tamayo (Ciudad Nueva)	M-01	2,20	X	29,80	NP	NP		2,33		2,512	1,266					SM	
			M-02	3,10	X	27,00	NP	NP	1,36	4,32		2,541		1,630	8,90	0,000	35,6	SM	
C - 28		J. V. Tupac Amaru, en la plataforma deportiva (Alto de la Alianza)																	
C - 29		Asoc. Ramon Copaja Mz. A lote # 29 (Alto de la Alianza)	M-01	1,70	X	30,60	29,75	0,85		6,58		2,506	1,243	1,604	8,70	0,074	36,3	SM	
			M-02	2,20	X	19,80	15,77	4,03	1,36	8,66		2,378						ML	

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA
UBICACION: CALLE SAN MARTIN - PASAJE # 09
SOLIC. POR: INDECI

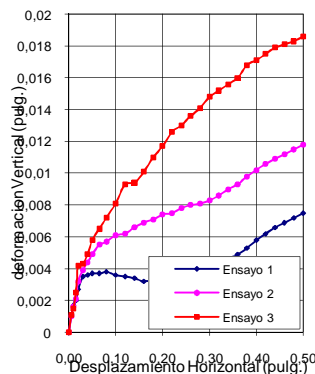
CALICATA: CTA - 02
PROFUND.: 0.60 m.
FECHA: febrero-02

CORTE DIRECTO RESIDUAL

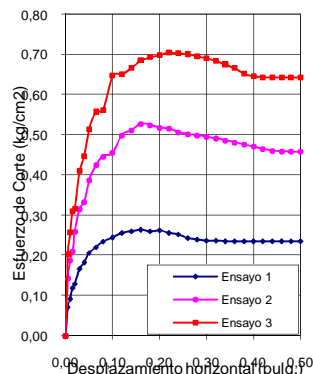
ASTM D-3080

CONTENIDO DE HUMEDAD				
E S P E C I M E N N°		1	2	3
I	RECIPIENTE Nro.	1	2	3
N	PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr.)	34,00	35,84	33,45
I	PESO SUELO SECO + TARA (gr.)	32,25	33,92	31,75
C	PESO DE LA TARA (gr.)	15,30	15,20	15,25
I	PESO DE AGUA (gr.)	1,75	1,92	1,70
A	PESO DE SUELO SECO (gr.)	16,95	18,72	16,50
L	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	10,32	10,26	10,30
RECIPIENTE Nro.		4	5	6
F	PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr.)	28,65	26,12	27,10
I	PESO SUELO SECO + TARA (gr.)	27,45	25,12	26,00
N	PESO DE LA TARA (gr.)	15,25	15,20	15,15
A	PESO DE AGUA (gr.)	1,20	1,00	1,10
L	PESO DE SUELO SECO (gr.)	12,20	9,92	10,85
	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	9,84	10,08	10,14
APLICACIONES DE CARGA				
VELOCIDAD DE CARGA (mm/min)		1,00	1,00	1,00
CARGA NORMAL (kg)		11,35	21,35	31,35
ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)		0,36	0,68	1,00
ESFUERZO TANGENCIAL (Kg / cm ²)		0,24	0,45	0,57
PESO DE LA SEMI-CAJA SUPERIOR (kg)		0,861	0,861	0,861
PESO DEL PISTON DE CARGA (Kg)		0,484	0,484	0,484
DESCRIPCION DE LA MUESTRA				
CARACTERISTICAS			TIPO DE MUESTRA	
DIAMETRO	6.31 cm	AREA	31.3 cm ²	NATURAL
ALTURA	2.1 cm	VOLUMEN	65.7 cm ³	COMPACTADA(DENS. NAT.)
				X

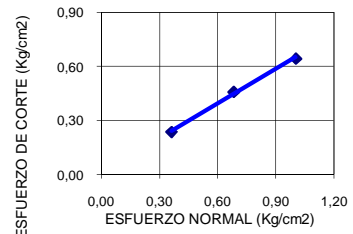
DEFORMACION VERTICAL



DEFORMACION HORIZONTAL



ESFUERZO NORMAL-RESISTENCIA AL CORTE



COHESION	ANGULO DE FRICCION
Kg/cm ²	GRADOS
0,032	32,5

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA
 FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TACNA
UBICACION: COMITÉ # 18 (CIUDAD NUEVA)
SOLIC. POR: INDECI

CALICATA: CT - 10
PROFUND.: 2.50 m.
MUESTRA:

MUESTREADO POR: ARTURO RAMOS	REALIZADO POR: ING. LUIS MAMANI TITO
REV. POR: ING. PIO COILA VALDEZ	FECHA: 21/08/2001

CORTE DIRECTO						
CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA			CONTENIDO DE HUMEDAD			
			RECIPIENTE Nro.	1	2	
DIAMETRO (cm)	6,35		PESO SUELO HUMEDO + TARA	58,69	61,25	
AREA (cm ²)	31,30		PESO SUELOS SECO + TARA	56,23	59,62	
ALTURA (cm)	2,10		PESO DE LA TARA	15,20	15,68	
PESO (grs)	65		PESO DE AGUA	2,46	1,63	
VOLUMEN (cm ³)	65,7		PESO DE SUELO SECO	41,03	43,94	
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	0,99		CONTENIDO DE AGUA (%)	6,00	3,71	
TIPO DE MUESTRA			APLICACIONES DE CARGA			
NATURAL	x		DIAMETRO DEL ANILLO	6,35		
COMPACTADA			VELOCIDAD DE CARGA (mm/min)	1,00		
W OPT			CARGA NORMAL (kg)	11,345		
DENSIDAD MAX.			ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	0,36		
% DE COMPACTACION			PESO DE LA SEMI-CAJA SUPERIOR (kg)	0,861		
			PESO DEL PISTON DE CARGA (kg)	0,484		
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL		DEFORMACION VERTICAL		DEFORMACION HORIZONTAL		ESFUERZO DE CORTE
DIAL	Pulg.	DIAL	Pulg.	DIAL	kgF	kgF/cm ²
0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
5	0,01	11	0,0011	56	2,2	0,07
10	0,01	17	0,0017	72	2,9	0,09
15	0,02	20	0,0020	93	3,7	0,12
20	0,02	27	0,0027	101	4,0	0,13
30	0,03	35	0,0035	130	5,2	0,17
40	0,04	36	0,0036	143	5,7	0,18
50	0,05	37	0,0037	161	6,4	0,21
65	0,07	37	0,0037	172	6,9	0,22
80	0,08	38	0,0038	183	7,3	0,23
100	0,10	36	0,0036	191	7,6	0,24
120	0,12	35	0,0035	200	8,0	0,26
140	0,14	34	0,0034	203	8,1	0,26
160	0,16	32	0,0032	206	8,2	0,26
180	0,18	33	0,0033	203	8,1	0,26
200	0,20	33	0,0033	205	8,2	0,26
220	0,22	35	0,0035	200	8,0	0,26
240	0,24	37	0,0037	197	7,9	0,25
260	0,26	39	0,0039	190	7,6	0,24
280	0,28	40	0,0040	187	7,5	0,24
300	0,30	41	0,0041	185	7,4	0,24
320	0,32	42	0,0042	185	7,4	0,24
340	0,34	46	0,0046	184	7,4	0,24
360	0,36	49	0,0049	184	7,4	0,24
380	0,38	53	0,0053	184	7,4	0,24
400	0,40	58	0,0058	184	7,4	0,24
420	0,42	62	0,0062	184	7,4	0,24
440	0,44	66	0,0066	184	7,4	0,24
460	0,46	69	0,0069	184	7,4	0,24
480	0,48	72	0,0072	184	7,4	0,24
500	0,50	75	0,0075	184	7,4	0,24

Laboratorio de Suelos

Ing. Pio Coila Valdez
Responsable

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
 ESCUELA DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: #jREF!
 UBICACION: #jREF!
 SOLIC. POR: #jREF!

CALICATA: #jREF!
 PROFUND.: #jREF!
 MUESTRA: #jREF!

MUESTREADO POR: #jREF! REALIZADO POR: #jREF!
 REV. POR: #jREF! FECHA: #jREF!

CORTE DIRECTO

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA		CONTENIDO DE HUMEDAD				
		RECIPIENTE Nro.	1		2	
DIAMETRO (cm)	6,32	PESO SUELO HUMEDO + TARA	58,69	61,25		
AREA (cm2)	31,3	PESO SUELOS SECO + TARA	56,23	59,62		
ALTURA (cm)	2,82	PESO DE LA TARA	15,20	15,68		
PESO (grs)	65	PESO DE AGUA	2,46	1,63		
VOLUMEN (cm3)	88,3	PESO DE SUELO SECO	41,03	43,94		
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	0,74	CONTENIDO DE AGUA (%)	6,00	3,71		
TIPO DE MUESTRA		APLICACIONES DE CARGA				
NATURAL	x	DIAMETRO DEL ANILLO	6,35			
COMPACTADA		VELOCIDAD DE CARGA (mm/min)	1,00			
W OPT	#jREF!	CARGA NORMAL (kg)	21,345			
DENSIDAD MAX.	#jREF!	ESFUERZO NORMAL (kg/cm2)	0,68			
% DE COMPACTACION	#jREF!	PESO DE LA SEMI-CAJA SUPERIOR (kg)	0,861			
		PESO DEL PISTON DE CARGA	0,484			
DESPLAZAMIENTO		DEFORMACION		DEFORMACION		ESFUERZO DE CORTE
HORIZONTAL		VERTICAL		HORIZONTAL		
DIAL	Pulg.	DIAL	Pulg.	DIAL	kgF	kgF/cm2
0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
5	0,01	10	0,0010	112	4,5	0,14
10	0,01	16	0,0016	147	5,9	0,19
15	0,02	21	0,0021	164	6,6	0,21
20	0,02	32	0,0032	203	8,1	0,26
30	0,03	39	0,0039	247	9,9	0,32
40	0,04	44	0,0044	260	10,4	0,33
50	0,05	49	0,0049	302	12,1	0,39
65	0,07	55	0,0055	332	13,3	0,42
80	0,08	57	0,0057	349	14,0	0,45
100	0,10	61	0,0061	356	14,2	0,45
120	0,12	62	0,0062	390	15,6	0,50
140	0,14	66	0,0066	400	16,0	0,51
160	0,16	69	0,0069	412	16,5	0,53
180	0,18	71	0,0071	410	16,4	0,52
200	0,20	74	0,0074	405	16,2	0,52
220	0,22	75	0,0075	403	16,1	0,52
240	0,24	78	0,0078	396	15,8	0,51
260	0,26	80	0,0080	392	15,7	0,50
280	0,28	81	0,0081	390	15,6	0,50
300	0,30	83	0,0083	387	15,5	0,49
320	0,32	86	0,0086	384	15,4	0,49
340	0,34	90	0,0090	380	15,2	0,49
360	0,36	93	0,0093	376	15,0	0,48
380	0,38	98	0,0098	372	14,9	0,48
400	0,40	102	0,0102	368	14,7	0,47
420	0,42	106	0,0106	364	14,6	0,47
440	0,44	109	0,0109	360	14,4	0,46
460	0,46	112	0,0112	359	14,4	0,46
480	0,48	115	0,0115	358	14,3	0,46
500	0,50	118	0,0118	358	14,3	0,46

Ing. Luis Mamani Tito

Ing. Pio Coila Valdez

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
 ESCUELA DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: #jREF!
 UBICACION: #jREF!
 SOLIC. POR: #jREF!

CALICATA: #jREF!
 PROFUND.: #jREF!
 MUESTRA: #jREF!

MUESTREADO POR: #jREF!	REALIZADO POR: #jREF!
REVIZADO POR: #jREF!	FECHA: #jREF!

CORTE DIRECTO

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA		CONTENIDO DE HUMEDAD		
		RECIPIENTE Nro.	1	2
DIAMETRO (cm)	6,32	PESO SUELO HUMEDO + TARA	58,69	61,25
AREA (cm ²)	31,3	PESO SUELOS SECO + TARA	56,23	59,62
ALTURA (cm)	2,82	PESO DE LA TARA	15,20	15,68
PESO (grs)	65	PESO DE AGUA	2,46	1,63
VOLUMEN (cm ³)	88,3	PESO DE SUELO SECO	41,03	43,94
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	0,74	CONTENIDO DE AGUA (%)	6,00	3,71

TIPO DE MUESTRA		APLICACIONES DE CARGA	
NATURAL	x	DIAMETRO DEL ANILLO	6,35
COMPACTADA		VELOCIDAD DE CARGA (mm/min)	1,00
W OPT	#jREF!	CARGA NORMAL (kg)	31,345
DENSIDAD MAX.	#jREF!	ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	1,00
% DE COMPACTACION	#jREF!	PESO DE LA SEMI-CAJA SUPERIOR (kg)	0,861
		PESO DEL PISTON DE CARGA	0,484

DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL		DEFORMACION VERTICAL		DEFORMACION HORIZONTAL		ESFUERZO DE CORTE
DIAL	Pulg.	DIAL	Pulg.	DIAL	kgF	kgF/cm ²
0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
5	0,01	11	0,0011	159	6,4	0,20
10	0,01	15	0,0015	201	8,0	0,26
15	0,02	25	0,0025	243	9,7	0,31
20	0,02	42	0,0042	248	9,9	0,32
30	0,03	43	0,0043	321	12,8	0,41
40	0,04	49	0,0049	350	14,0	0,45
50	0,05	58	0,0058	402	16,1	0,51
65	0,07	65	0,0065	436	17,4	0,56
80	0,08	72	0,0072	439	17,6	0,56
100	0,10	81	0,0081	506	20,2	0,65
120	0,12	93	0,0093	509	20,4	0,65
140	0,14	94	0,0094	521	20,8	0,67
160	0,16	101	0,0101	536	21,4	0,68
180	0,18	110	0,0110	542	21,7	0,69
200	0,20	117	0,0117	546	21,8	0,70
220	0,22	126	0,0126	551	22,0	0,70
240	0,24	130	0,0130	550	22,0	0,70
260	0,26	136	0,0136	548	21,9	0,70
280	0,28	141	0,0141	544	21,8	0,70
300	0,30	148	0,0148	540	21,6	0,69
320	0,32	152	0,0152	535	21,4	0,68
340	0,34	156	0,0156	528	21,1	0,67
360	0,36	160	0,0160	521	20,8	0,67
380	0,38	168	0,0168	510	20,4	0,65
400	0,40	171	0,0171	505	20,2	0,65
420	0,42	175	0,0175	503	20,1	0,64
440	0,44	179	0,0179	503	20,1	0,64
460	0,46	181	0,0181	503	20,1	0,64
480	0,48	183	0,0183	503	20,1	0,64
500	0,50	186	0,0186	503	20,1	0,64

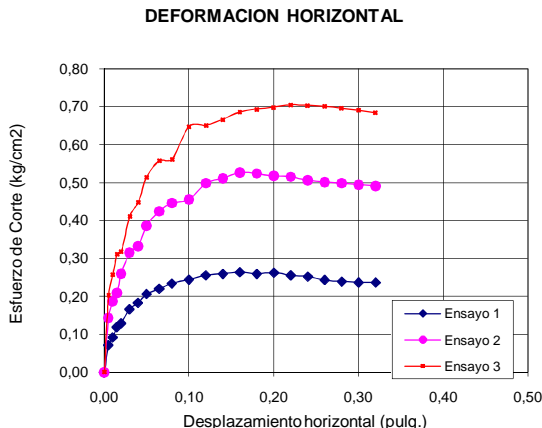
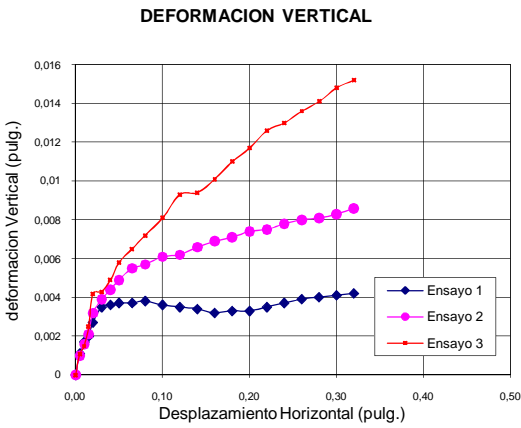
Ing. Pio Coila Valdez

UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN" DE TACNA
 FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
 ESCUELA DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: #####	CALICATA: #####
UBICACION: #####	PROFUND.: #####
SOLIC. POR: #####	MUESTRA: #iREF!

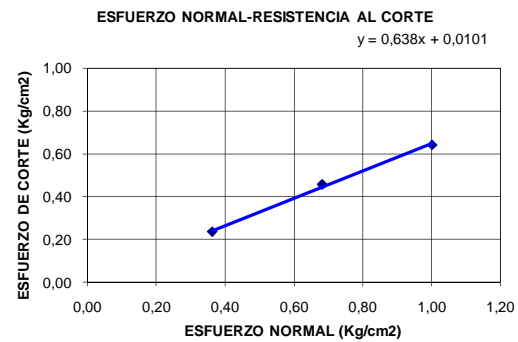
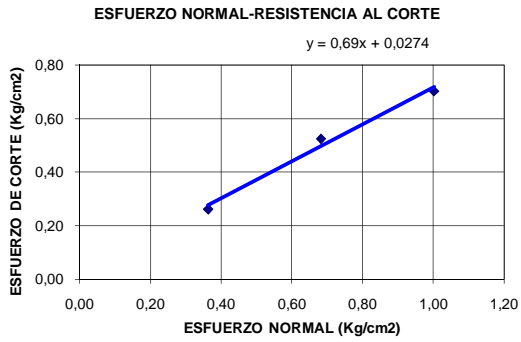
MUESTREADO POR: #####	REALIZADO POR: #####
REVIZADO POR: #####	FECHA: #####

GRAFICO DE CORTE DIRECTO



0,26 0,53 0,70
 0,24 0,46 0,64

RELACION ESFUERZO NORMAL - ESFUERZO CORTANTE



Cohesión (C) = 0,056 0,022
 Angulo de fricción (ϕ) = 34,3 32,5

Ing. Luis Mamani Tito
 Laboratorio de Suelos

Ing. Pio Coila Valdez
 Responsable

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

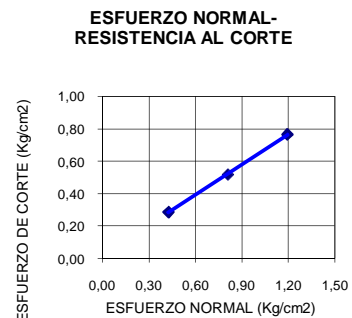
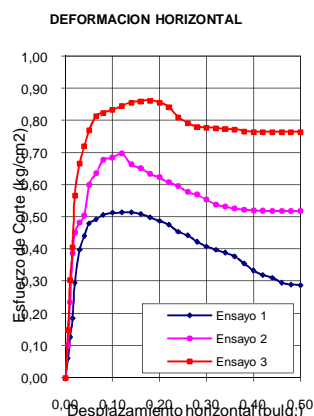
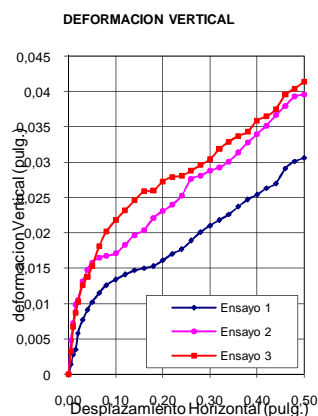
PROYECTO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA
UBICACION: CALLE 28 DE JULIO - PASAJE # 11
SOLIC. POR: INDECI

CALICATA: CTA - 03
PROFUND.: 1.30 m.
FECHA: enero-02

CORTE DIRECTO RESIDUAL

ASTM D-3080

CONTENIDO DE HUMEDAD				
E S P E C I M E N N°		1	2	3
I	RECIPIENTE Nro.	1	2	3
N	PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr.)	34,60	36,00	34,12
I	PESO SUELO SECO + TARA (gr.)	30,50	31,60	30,10
C	PESO DE LA TARA (gr.)	15,25	15,3	15,2
I	PESO DE AGUA (gr.)	4,10	4,40	4,02
A	PESO DE SUELO SECO (gr.)	15,25	16,30	14,90
L	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	26,89	26,99	26,98
RECIPIENTE Nro.		4	5	6
F	PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr.)	24,30	27,92	27,53
I	PESO SUELO SECO + TARA (gr.)	22,45	25,32	24,99
N	PESO DE LA TARA (gr.)	15,15	15,20	15,25
A	PESO DE AGUA (gr.)	1,85	2,60	2,54
L	PESO DE SUELO SECO (gr.)	7,30	10,12	9,74
	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	25,34	25,69	26,08
APLICACIONES DE CARGA				
VELOCIDAD DE CARGA (mm/min)		1,00	1,00	1,00
CARGA NORMAL (kg)		13,35	25,35	37,35
ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)		0,43	0,81	1,19
ESFUERZO TANGENCIAL (Kg / cm ²)		0,28	0,52	0,72
PESO DE LA SEMI-CAJA SUPERIOR (kg)		0,861	0,861	0,861
PESO DEL PISTON DE CARGA (Kg)		0,484	0,484	0,484
DESCRIPCION DE LA MUESTRA				
CARACTERISTICAS			TIPO DE MUESTRA	
DIAMETRO	6.31 cm	AREA	31.3 cm ²	NATURAL
ALTURA	2.1 cm	VOLUMEN	65.7 cm ³	COMPACTADA(DENS. NAT.)
				X



COHESION	ANGULO DE FRICCION
Kg/cm ²	GRADOS
0,045	31,9

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

PROYECTO:
UBICACION:
SOLIC. POR: INDECI

CALICATA:
PROFUND.:
MUESTRA:

MUESTREADO POR:	REALIZADO POR:
REV. POR:	FECHA:

CORTE DIRECTO						
CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA			CONTENIDO DE HUMEDAD			
			RECIPIENTE Nro.	1	2	
DIAMETRO (cm)	6,35		PESO SUELO HUMEDO + TARA	58,69	61,25	
AREA (cm ²)	31,30		PESO SUELOS SECO + TARA	56,23	59,62	
ALTURA (cm)	2,10		PESO DE LA TARA	15,20	15,68	
PESO (grs)	65		PESO DE AGUA	2,46	1,63	
VOLUMEN (cm ³)	65,7		PESO DE SUELO SECO	41,03	43,94	
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	0,99		CONTENIDO DE AGUA (%)	6,00	3,71	
TIPO DE MUESTRA			APLICACIONES DE CARGA			
NATURAL	x		DIAMETRO DEL ANILLO			6,35
COMPACTADA			VELOCIDAD DE CARGA (mm/min)			1,00
W OPT			CARGA NORMAL (kg)			13,345
DENSIDAD MAX.			ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)			0,43
% DE COMPACTACION			PESO DE LA SEMI-CAJA SUPERIOR (kg)			0,861
			PESO DEL PISTON DE CARGA (kg)			0,484
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL		DEFORMACION VERTICAL		DEFORMACION HORIZONTAL		ESFUERZO DE CORTE
DIAL	Pulg.	DIAL	Pulg.	DIAL	kgF	kgF/cm ²
0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
5	0,01	14	0,0014	48	1,9	0,06
10	0,01	28	0,0028	99	4,0	0,13
15	0,02	35	0,0035	145	5,8	0,19
20	0,02	58	0,0058	231	9,2	0,30
30	0,03	77	0,0077	311	12,4	0,40
40	0,04	91	0,0091	345	13,8	0,44
50	0,05	102	0,0102	375	15,0	0,48
65	0,07	115	0,0115	385	15,4	0,49
80	0,08	126	0,0126	396	15,8	0,51
100	0,10	134	0,0134	401	16,0	0,51
120	0,12	141	0,0141	402	16,1	0,51
140	0,14	147	0,0147	402	16,1	0,51
160	0,16	150	0,0150	398	15,9	0,51
180	0,18	153	0,0153	390	15,6	0,50
200	0,20	161	0,0161	381	15,2	0,49
220	0,22	170	0,0170	372	14,9	0,48
240	0,24	177	0,0177	355	14,2	0,45
260	0,26	189	0,0189	346	13,8	0,44
280	0,28	201	0,0201	331	13,2	0,42
300	0,30	210	0,0210	319	12,8	0,41
320	0,32	218	0,0218	311	12,4	0,40
340	0,34	226	0,0226	304	12,2	0,39
360	0,36	237	0,0237	295	11,8	0,38
380	0,38	247	0,0247	278	11,1	0,36
400	0,40	254	0,0254	261	10,4	0,33
420	0,42	263	0,0263	250	10,0	0,32
440	0,44	270	0,0270	243	9,7	0,31
460	0,46	291	0,0291	231	9,2	0,30
480	0,48	301	0,0301	227	9,1	0,29
500	0,50	306	0,0306	225	9,0	0,29

Ing. Luis Mamani Tito
 Laboratorio de Suelos

Ing. Pio Coila Valdez
 Responsable

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
 ESCUELA DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: #jREF!
 UBICACION: #jREF!
 SOLIC. POR: #jREF!

CALICATA: #jREF!
 PROFUND.: #jREF!
 MUESTRA: #jREF!

MUESTREADO POR: #jREF! REALIZADO POR: #jREF!
 REV. POR: #jREF! FECHA: #jREF!

CORTE DIRECTO

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA		CONTENIDO DE HUMEDAD				
		RECIPIENTE Nro.	1		2	
DIAMETRO (cm)	6,32	PESO SUELO HUMEDO + TARA	58,69	61,25		
AREA (cm2)	31,3	PESO SUELOS SECO + TARA	56,23	59,62		
ALTURA (cm)	2,82	PESO DE LA TARA	15,20	15,68		
PESO (grs)	65	PESO DE AGUA	2,46	1,63		
VOLUMEN (cm3)	88,3	PESO DE SUELO SECO	41,03	43,94		
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	0,74	CONTENIDO DE AGUA (%)	6,00	3,71		
TIPO DE MUESTRA		APLICACIONES DE CARGA				
NATURAL	x	DIAMETRO DEL ANILLO	6,35			
COMPACTADA		VELOCIDAD DE CARGA (mm/min)	1,00			
W OPT	#jREF!	CARGA NORMAL (kg)	25,345			
DENSIDAD MAX.	#jREF!	ESFUERZO NORMAL (kg/cm2)	0,81			
% DE COMPACTACION	#jREF!	PESO DE LA SEMI-CAJA SUPERIOR (kg)	0,861			
		PESO DEL PISTON DE CARGA	0,484			
DESPLAZAMIENTO		DEFORMACION		DEFORMACION		ESFUERZO DE CORTE
HORIZONTAL		VERTICAL		HORIZONTAL		
DIAL	Pulg.	DIAL	Pulg.	DIAL	kgF	kgF/cm2
0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
5	0,01	48	0,0048	79	3,2	0,10
10	0,01	72	0,0072	184	7,4	0,24
15	0,02	99	0,0099	303	12,1	0,39
20	0,02	105	0,0105	353	14,1	0,45
30	0,03	131	0,0131	377	15,1	0,48
40	0,04	148	0,0148	394	15,8	0,50
50	0,05	158	0,0158	469	18,8	0,60
65	0,07	165	0,0165	497	19,9	0,64
80	0,08	168	0,0168	530	21,2	0,68
100	0,10	171	0,0171	535	21,4	0,68
120	0,12	183	0,0183	545	21,8	0,70
140	0,14	197	0,0197	519	20,8	0,66
160	0,16	204	0,0204	510	20,4	0,65
180	0,18	221	0,0221	496	19,8	0,63
200	0,20	231	0,0231	487	19,5	0,62
220	0,22	240	0,0240	475	19,0	0,61
240	0,24	253	0,0253	466	18,6	0,60
260	0,26	276	0,0276	452	18,1	0,58
280	0,28	281	0,0281	445	17,8	0,57
300	0,30	288	0,0288	433	17,3	0,55
320	0,32	293	0,0293	421	16,8	0,54
340	0,34	301	0,0301	416	16,6	0,53
360	0,36	314	0,0314	411	16,4	0,53
380	0,38	328	0,0328	409	16,4	0,52
400	0,40	340	0,0340	407	16,3	0,52
420	0,42	352	0,0352	406	16,2	0,52
440	0,44	367	0,0367	405	16,2	0,52
460	0,46	380	0,0380	405	16,2	0,52
480	0,48	393	0,0393	405	16,2	0,52
500	0,50	396	0,0396	405	16,2	0,52

Ing. Luis Mamani Tito

Ing. Pio Coila Valdez

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
ESCUELA DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: #jREF!
UBICACION: #jREF!
SOLIC. POR: #jREF!

CALICATA: #jREF!
PROFUND.: #jREF!
MUESTRA: #jREF!

MUESTREADO POR: #jREF! REALIZADO POR: #jREF!
REVIZADO POR: #jREF! FECHA: #jREF!

CORTE DIRECTO

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA		CONTENIDO DE HUMEDAD				
		RECIPIENTE Nro.	1		2	
DIAMETRO (cm)	6,32	PESO SUELO HUMEDO + TARA	58,69	61,25		
AREA (cm2)	31,3	PESO SUELOS SECO + TARA	56,23	59,62		
ALTURA (cm)	2,82	PESO DE LA TARA	15,20	15,68		
PESO (grs)	65	PESO DE AGUA	2,46	1,63		
VOLUMEN (cm3)	88,3	PESO DE SUELO SECO	41,03	43,94		
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	0,74	CONTENIDO DE AGUA (%)	6,00	3,71		
TIPO DE MUESTRA		APLICACIONES DE CARGA				
NATURAL	x	DIAMETRO DEL ANILLO	6,35			
COMPACTADA		VELOCIDAD DE CARGA (mm/min)	1,00			
W OPT	#jREF!	CARGA NORMAL (kg)	37,345			
DENSIDAD MAX.	#jREF!	ESFUERZO NORMAL (kg/cm2)	1,19			
% DE COMPACTACION	#jREF!	PESO DE LA SEMI-CAJA SUPERIOR (kg)	0,861			
		PESO DEL PISTON DE CARGA	0,484			
DESPLAZAMIENTO		DEFORMACION		DEFORMACION		ESFUERZO DE CORTE
HORIZONTAL		VERTICAL		HORIZONTAL		
DIAL	Pulg.	DIAL	Pulg.	DIAL	kgF	kgF/cm2
0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
5	0,01	33	0,0033	116	4,6	0,15
10	0,01	67	0,0067	238	9,5	0,30
15	0,02	87	0,0087	317	12,7	0,41
20	0,02	102	0,0102	444	17,8	0,57
30	0,03	126	0,0126	521	20,8	0,67
40	0,04	138	0,0138	563	22,5	0,72
50	0,05	153	0,0153	602	24,1	0,77
65	0,07	181	0,0181	636	25,4	0,81
80	0,08	202	0,0202	645	25,8	0,82
100	0,10	218	0,0218	652	26,1	0,83
120	0,12	232	0,0232	661	26,4	0,84
140	0,14	246	0,0246	670	26,8	0,86
160	0,16	259	0,0259	673	26,9	0,86
180	0,18	260	0,0260	674	27,0	0,86
200	0,20	273	0,0273	670	26,8	0,86
220	0,22	279	0,0279	658	26,3	0,84
240	0,24	281	0,0281	634	25,4	0,81
260	0,26	288	0,0288	619	24,8	0,79
280	0,28	296	0,0296	610	24,4	0,78
300	0,30	304	0,0304	609	24,4	0,78
320	0,32	319	0,0319	607	24,3	0,78
340	0,34	329	0,0329	605	24,2	0,77
360	0,36	337	0,0337	604	24,2	0,77
380	0,38	343	0,0343	600	24,0	0,77
400	0,40	359	0,0359	598	23,9	0,76
420	0,42	365	0,0365	598	23,9	0,76
440	0,44	375	0,0375	598	23,9	0,76
460	0,46	396	0,0396	598	23,9	0,76
480	0,48	404	0,0404	598	23,9	0,76
500	0,50	414	0,0414	598	23,9	0,76

Laboratorio de Suelos

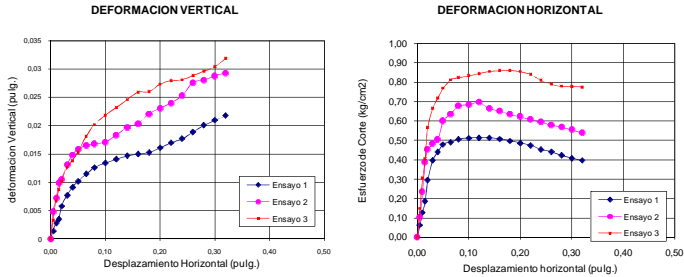
Ing. Pio Coila Valdez
Responsable

UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN" DE TACNA
 FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
 ESCUELA DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: #### CALICATA: ####
 UBICACION: #### PROFUND.: ####
 SOLIC. POR: #### MUESTRA: #REF!

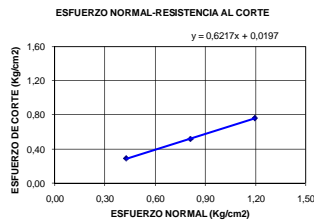
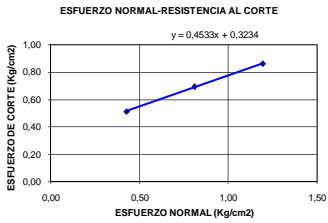
MUESTREADO POR: #### REALIZADO POR: ####
 REVIZADO POR: #### FECHA: ####

GRAFICO DE CORTE DIRECTO



0,51 0,70 0,86
 0,29 0,52 0,76

RELACION ESFUERZO NORMAL - ESFUERZO CORTANTE



max		resid		ecua max		ecua resid	
0,43	0,51	0,43	0,29	0,43	0,52	0,43	0,28
0,81	0,70	0,81	0,52	0,81	0,69	0,81	0,52
1,19	0,86	1,19	0,76	1,19	0,86	1,50	0,95
-0,2	0,31	-0,26	0,03	-0,19	0,32	-0,27	0,020
-0,35	0,35	-0,52	0,00	-0,37	0,32	-0,50	0,020
0,477	0,445	0,6	0,5404	0,453	0,4256	0,62	0,56
0,43	0,406	0,643	0,5717	0,453	0,4256	0,62	0,56
25,5	30,96			24,38		31,87	31,8 arc tan 0,62
23,3	32,75			24,38		31,87	31,8



Cohesión (C) = 0,329 0,01 0,323 0,045
 Angulo de fricción (Ø) = 24,4 31,9 24,4 31,9

Ing. Luis Mamani Tito
 Laboratorio de Suelos

Ing. Pio Coila Valdez
 Responsable

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

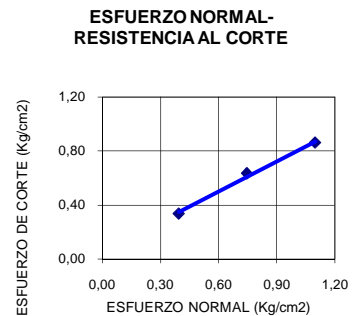
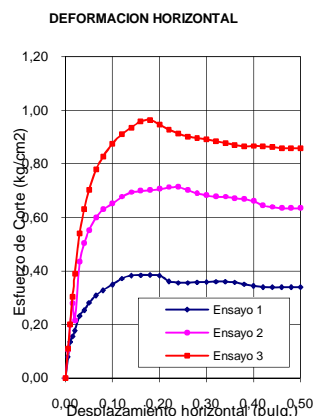
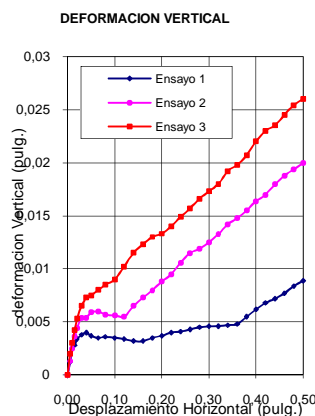
PROYECTO: MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA
UBICACION: CALLE 28 DE JULIO - PASAJE 28 DE JULIO
SOLIC. POR: INDECI

CALICATA: CTA - 05
PROFUND.: 1.50 m.
FECHA: enero-02

CORTE DIRECTO RESIDUAL

ASTM D-3080

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ESPECIMEN N°		1	2	3
I	RECIPIENTE Nro.	1	2	3
N	PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr.)	27,80	27,27	27,32
I	PESO SUELO SECO + TARA (gr.)	25,78	25,30	25,35
C	PESO DE LA TARA (gr.)	10,90	10,8	10,8
I	PESO DE AGUA (gr.)	2,02	1,97	1,97
A	PESO DE SUELO SECO (gr.)	14,88	14,50	14,55
L	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	13,58	13,59	13,54
RECIPIENTE Nro.		4	5	6
F	PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr.)	25,75	24,50	26,60
I	PESO SUELO SECO + TARA (gr.)	23,97	22,88	24,75
N	PESO DE LA TARA (gr.)	10,80	10,80	10,9
A	PESO DE AGUA (gr.)	1,78	1,62	1,85
L	PESO DE SUELO SECO (gr.)	13,17	12,08	13,85
	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	13,52	13,41	13,36
APLICACIONES DE CARGA				
VELOCIDAD DE CARGA (mm/min)		1,00	1,00	1,00
CARGA NORMAL (kg)		12,35	23,35	34,35
ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)		0,39	0,75	1,10
ESFUERZO TANGENCIAL (Kg / cm ²)		0,34	0,65	0,86
PESO DE LA SEMI-CAJA SUPERIOR (kg)		0,861	0,861	0,861
PESO DEL PISTON DE CARGA (Kg)		0,484	0,484	0,484
DESCRIPCION DE LA MUESTRA				
CARACTERISTICAS			TIPO DE MUESTRA	
DIAMETRO	6.31 cm	AREA	31.3 cm ²	NATURAL
ALTURA	2.1 cm	VOLUMEN	65.7 cm ³	COMPACTADA(DENS. NAT.)
				X



COHESION	ANGULO DE FRICCION
Kg/cm ²	GRADOS
0,000	36,5

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA
 FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO:
UBICACION:
SOLIC. POR: INDECI

CALICATA:
PROFUND.:
MUESTRA:

MUESTREADO POR: edwin condori	REALIZADO POR:
REV. POR:	FECHA:

CORTE DIRECTO						
CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA			CONTENIDO DE HUMEDAD			
			RECIPIENTE Nro.	1	2	
DIAMETRO (cm)	6,35		PESO SUELO HUMEDO + TARA	58,69	61,25	
AREA (cm ²)	31,30		PESO SUELOS SECO + TARA	56,23	59,62	
ALTURA (cm)	2,10		PESO DE LA TARA	15,20	15,68	
PESO (grs)	65		PESO DE AGUA	2,46	1,63	
VOLUMEN (cm ³)	65,7		PESO DE SUELO SECO	41,03	43,94	
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	0,99		CONTENIDO DE AGUA (%)	6,00	3,71	
TIPO DE MUESTRA			APLICACIONES DE CARGA			
NATURAL	x		DIAMETRO DEL ANILLO	6,35		
COMPACTADA			VELOCIDAD DE CARGA (mm/min)	1,00		
W OPT			CARGA NORMAL (kg)	12,345		
DENSIDAD MAX.			ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	0,39		
% DE COMPACTACION			PESO DE LA SEMI-CAJA SUPERIOR (kg)	0,861		
			PESO DEL PISTON DE CARGA (kg)	0,484		
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL		DEFORMACION VERTICAL		DEFORMACION HORIZONTAL		ESFUERZO DE CORTE
DIAL	Pulg.	DIAL	Pulg.	DIAL	kgF	kgF/cm ²
0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
5	0,01	12	0,0012	62	2,5	0,08
10	0,01	25	0,0025	106	4,2	0,14
15	0,02	28	0,0028	122	4,9	0,16
20	0,02	34	0,0034	139	5,6	0,18
30	0,03	38	0,0038	182	7,3	0,23
40	0,04	40	0,0040	199	8,0	0,25
50	0,05	37	0,0037	220	8,8	0,28
65	0,07	35	0,0035	242	9,7	0,31
80	0,08	36	0,0036	257	10,3	0,33
100	0,10	35	0,0035	274	11,0	0,35
120	0,12	34	0,0034	291	11,6	0,37
140	0,14	32	0,0032	300	12,0	0,38
160	0,16	32	0,0032	301	12,0	0,38
180	0,18	35	0,0035	302	12,1	0,39
200	0,20	37	0,0037	300	12,0	0,38
220	0,22	40	0,0040	283	11,3	0,36
240	0,24	41	0,0041	279	11,2	0,36
260	0,26	43	0,0043	279	11,2	0,36
280	0,28	45	0,0045	280	11,2	0,36
300	0,30	46	0,0046	281	11,2	0,36
320	0,32	46	0,0046	282	11,3	0,36
340	0,34	47	0,0047	282	11,3	0,36
360	0,36	48	0,0048	280	11,2	0,36
380	0,38	55	0,0055	275	11,0	0,35
400	0,40	62	0,0062	270	10,8	0,35
420	0,42	68	0,0068	266	10,6	0,34
440	0,44	72	0,0072	266	10,6	0,34
460	0,46	77	0,0077	266	10,6	0,34
480	0,48	84	0,0084	266	10,6	0,34
500	0,50	89	0,0089	266	10,6	0,34

Ing. Luis Mamani Tito
 Laboratorio de Suelos

Ing. Pio Coila Valdez
 Responsable

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
 ESCUELA DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: #jREF!
 UBICACION: #jREF!
 SOLIC. POR: #jREF!

CALICATA: #jREF!
 PROFUND.: #jREF!
 MUESTRA: #jREF!

MUESTREADO POR: #jREF! REALIZADO POR: #jREF!
 REV. POR: #jREF! FECHA: #jREF!

CORTE DIRECTO

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA		CONTENIDO DE HUMEDAD				
		RECIPIENTE Nro.	1		2	
DIAMETRO (cm)	6,32	PESO SUELO HUMEDO + TARA	58,69	61,25		
AREA (cm2)	31,3	PESO SUELOS SECO + TARA	56,23	59,62		
ALTURA (cm)	2,82	PESO DE LA TARA	15,20	15,68		
PESO (grs)	65	PESO DE AGUA	2,46	1,63		
VOLUMEN (cm3)	88,3	PESO DE SUELO SECO	41,03	43,94		
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	0,74	CONTENIDO DE AGUA (%)	6,00	3,71		
TIPO DE MUESTRA		APLICACIONES DE CARGA				
NATURAL	x	DIAMETRO DEL ANILLO	6,35			
COMPACTADA		VELOCIDAD DE CARGA (mm/min)	1,00			
W OPT	#jREF!	CARGA NORMAL (kg)	23,345			
DENSIDAD MAX.	#jREF!	ESFUERZO NORMAL (kg/cm2)	0,75			
% DE COMPACTACION	#jREF!	PESO DE LA SEMI-CAJA SUPERIOR (kg)	0,861			
		PESO DEL PISTON DE CARGA	0,484			
DESPLAZAMIENTO		DEFORMACION		DEFORMACION		ESFUERZO DE CORTE
HORIZONTAL		VERTICAL		HORIZONTAL		
DIAL	Pulg.	DIAL	Pulg.	DIAL	kgF	kgF/cm2
0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
5	0,01	13	0,0013	83	3,3	0,11
10	0,01	25	0,0025	155	6,2	0,20
15	0,02	36	0,0036	218	8,7	0,28
20	0,02	44	0,0044	168	6,7	0,21
30	0,03	54	0,0054	340	13,6	0,43
40	0,04	59	0,0054	395	15,8	0,50
50	0,05	60	0,0059	432	17,3	0,55
65	0,07	57	0,0060	470	18,8	0,60
80	0,08	56	0,0057	493	19,7	0,63
100	0,10	55	0,0056	510	20,4	0,65
120	0,12	65	0,0055	530	21,2	0,68
140	0,14	73	0,0065	543	21,7	0,69
160	0,16	80	0,0073	548	21,9	0,70
180	0,18	88	0,0080	550	22,0	0,70
200	0,20	95	0,0088	553	22,1	0,71
220	0,22	106	0,0095	558	22,3	0,71
240	0,24	115	0,0106	559	22,4	0,71
260	0,26	119	0,0115	550	22,0	0,70
280	0,28	125	0,0119	540	21,6	0,69
300	0,30	133	0,0125	535	21,4	0,68
320	0,32	142	0,0133	531	21,2	0,68
340	0,34	148	0,0142	530	21,2	0,68
360	0,36	155	0,0148	526	21,0	0,67
380	0,38	164	0,0155	524	21,0	0,67
400	0,40	170	0,0164	518	20,7	0,66
420	0,42	180	0,0170	505	20,2	0,65
440	0,44	188	0,0180	500	20,0	0,64
460	0,46	194	0,0188	497	19,9	0,64
480	0,48	200	0,0194	497	19,9	0,64
500	0,50	210	0,0200	497	19,9	0,64

Ing. Luis Mamani Tito

Ing. Pio Coila Valdez

Laboratorio de Suelos

Responsable

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
 ESCUELA DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: #jREF!
 UBICACION: #jREF!
 SOLIC. POR: #jREF!

CALICATA: #jREF!
 PROFUND.: #jREF!
 MUESTRA: #jREF!

MUESTREADO POR: #jREF!	REALIZADO POR: #jREF!
REVIZADO POR: #jREF!	FECHA: #jREF!

CORTE DIRECTO

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA		CONTENIDO DE HUMEDAD		
		RECIPIENTE Nro.	1	2
DIAMETRO (cm)	6,32	PESO SUELO HUMEDO + TARA	58,69	61,25
AREA (cm ²)	31,3	PESO SUELOS SECO + TARA	56,23	59,62
ALTURA (cm)	2,82	PESO DE LA TARA	15,20	15,68
PESO (grs)	65	PESO DE AGUA	2,46	1,63
VOLUMEN (cm ³)	88,3	PESO DE SUELO SECO	41,03	43,94
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	0,74	CONTENIDO DE AGUA (%)	6,00	3,71

TIPO DE MUESTRA		APLICACIONES DE CARGA	
NATURAL	x	DIAMETRO DEL ANILLO	6,35
COMPACTADA		VELOCIDAD DE CARGA (mm/min)	1,00
W OPT	#jREF!	CARGA NORMAL (kg)	34,345
DENSIDAD MAX.	#jREF!	ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	1,10
% DE COMPACTACION	#jREF!	PESO DE LA SEMI-CAJA SUPERIOR (kg)	0,861
		PESO DEL PISTON DE CARGA	0,484

DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL		DEFORMACION VERTICAL		DEFORMACION HORIZONTAL		ESFUERZO DE CORTE
DIAL	Pulg.	DIAL	Pulg.	DIAL	kgF	kgF/cm ²
0	0,00	0	0	0	0,0	0,00
5	0,01	20	0,0020	87	3,5	0,11
10	0,01	30	0,0030	157	6,3	0,20
15	0,02	42	0,0042	238	9,5	0,30
20	0,02	53	0,0053	305	12,2	0,39
30	0,03	65	0,0065	424	17,0	0,54
40	0,04	73	0,0073	495	19,8	0,63
50	0,05	75	0,0075	551	22,0	0,70
65	0,07	80	0,0080	610	24,4	0,78
80	0,08	85	0,0085	648	25,9	0,83
100	0,10	90	0,0090	686	27,4	0,88
120	0,12	102	0,0102	713	28,5	0,91
140	0,14	115	0,0115	733	29,3	0,94
160	0,16	123	0,0123	751	30,0	0,96
180	0,18	130	0,0130	755	30,2	0,96
200	0,20	133	0,0133	742	29,7	0,95
220	0,22	140	0,0140	727	29,1	0,93
240	0,24	149	0,0149	715	28,6	0,91
260	0,26	157	0,0157	707	28,3	0,90
280	0,28	166	0,0166	703	28,1	0,90
300	0,30	173	0,0173	698	27,9	0,89
320	0,32	180	0,0180	693	27,7	0,89
340	0,34	192	0,0192	688	27,5	0,88
360	0,36	198	0,0198	682	27,3	0,87
380	0,38	207	0,0207	678	27,1	0,87
400	0,40	220	0,0220	679	27,2	0,87
420	0,42	230	0,0230	678	27,1	0,87
440	0,44	235	0,0235	676	27,0	0,86
460	0,46	245	0,0245	673	26,9	0,86
480	0,48	254	0,0254	673	26,9	0,86
500	0,50	260	0,0260	673	26,9	0,86

Ing. Luis Mamani Tito

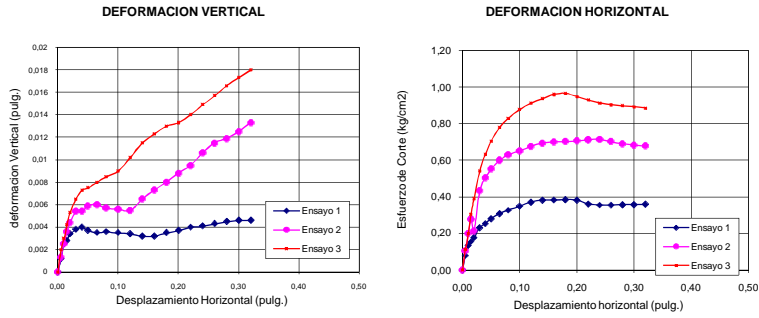
Ing. Pio Coila Valdez

UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN" DE TACNA
 FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
 ESCUELA DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: #### CALICATA: ####
 UBICACION: #### PROFUND.: ####
 SOLIC. POR: #### MUESTRA: #jREFI

MUESTREADO POR: #### REALIZADO POR: ####
 REVIZADO POR: #### FECHA: ####

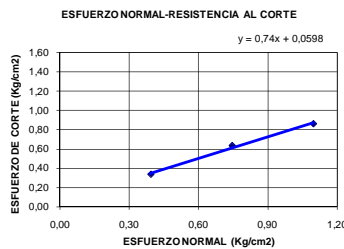
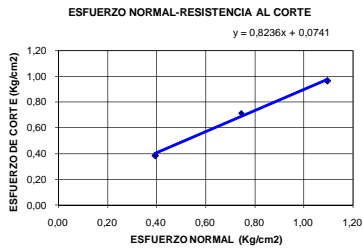
GRAFICO DE CORTE DIRECTO



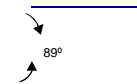
0.39 0.71 0.96

0.34 0.64 0.86

RELACION ESFUERZO NORMAL - ESFUERZO CORTANTE



	max	resid	ecua	ecua
0.39	0.39	0.39	0.34	0.39
0.75	0.71	0.75	0.64	0.75
1.10	0.96	1.10	0.86	1.10
-0.37	0.02	-0.33	0.01	-0.32
-0.53	0.18	-0.48	0.16	-0.61
0.935	0.752	0.84	0.6987	0.824
0.713	0.619	0.64	0.5693	0.824
43,1	40,03			39,47
35,5	32,62			39,47
				36,50
				36,50



Cohesión (C) = 0,100 0,08 0,074 0,000
 Angulo de fricción $\phi(O)$ = 39,3 36,3 39,5 36,5

Ing. Luis Mamani Tito
Laboratorio de Suelos

Ing. Pio Coila Valdez
Responsable

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"
UBICACIÓN : Calle San Martin, Ciudad de Tarata
SOLIC. POR : INDECI

CALICATA : CTA - 01
MUESTRA : M - 01
PROFUND. : 0.70 m.
FECHA : ene-02

DENSIDAD MINIMA

NORMA ASTM C-29/C29M-97

CALICATA	CTA - 01	CTA - 01	CTA - 01			PROMEDIO					
MUESTRA	M-01	M-01	M-01								
PROFUNDIDAD (m)											
PESO (Muestra + Molde)	8060	8045	8050								
PESO (Molde)	5338	5338	5338								
PESO Muestra	2722	2707	2712								
VOLUMEN	2151	2151	2151								
DENSIDAD MINIMA (gr/cm ³)	1,265	1,258	1,261			1,262					

 Bach. Edwin Condori Mamani
 Laboratorio de Suelos

 Ing. Pio Coila Valdez
 Ing. Responsable

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"
UBICACIÓN : Calle San Martin - Pasaje # 9, Ciudad de Tarata
SOLIC. POR : INDECI

CALICATA : CTA - 02
MUESTRA : M - 01
PROFUND. : 0.60 m.
FECHA : ene-02

DENSIDAD MINIMA

NORMA ASTM C-29/C29M-97

CALICATA	CTA - 02	CTA - 02	CTA - 02			PROMEDIO					
MUESTRA	M-01	M-01	M-01								
PROFUNDIDAD (m)											
PESO (Muestra + Molde)	8340	8335	8334								
PESO (Molde)	5338	5338	5338								
PESO Muestra	3002	2997	2996								
VOLUMEN	2151	2151	2151								
DENSIDAD MINIMA (gr/cm ³)	1,396	1,393	1,393			1,394					

 Bach. Edwin Condori Mamani
 Laboratorio de Suelos

 Ing. Pio Coila Valdez
 Ing. Responsable

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"
UBICACIÓN : Calle 28 de Julio - Pasaje 11, Ciudad de Tarata
SOLIC. POR : INDECI

CALICATA : CTA - 03
MUESTRA : M - 01
PROFUND. : 1.30 m.
FECHA : ene-02

DENSIDAD MINIMA

NORMA ASTM C-29/C29M-97

CALICATA	CTA - 03	CTA - 03	CTA - 03			PROMEDIO					
MUESTRA	M-01	M-01	M-01								
PROFUNDIDAD (m)											
PESO (Muestra + Molde)	8225	8235	8230								
PESO (Molde)	5338	5338	5338								
PESO Muestra	2887	2897	2892								
VOLUMEN	2151	2151	2151								
DENSIDAD MINIMA (gr/cm ³)	1,342	1,347	1,344			1,344					

 Bach. Edwin Condori Mamani
 Laboratorio de Suelos

 Ing. Pio Coila Valdez
 Ing. Responsable

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"
UBICACIÓN : Calle San Martin - Pasaje # 15, Ciudad de Tarata
SOLIC. POR : INDECI

CALICATA : CTA - 04
MUESTRA : M - 01
PROFUND. : 0.60 m.
FECHA : ene-02

DENSIDAD MINIMA

NORMA ASTM C-29/C29M-97

CALICATA	CTA - 04	CTA - 04	CTA - 04			PROMEDIO					
MUESTRA	M-01	M-01	M-01								
PROFUNDIDAD (m)											
PESO (Muestra + Molde)	8400	8415	8410								
PESO (Molde)	5338	5338	5338								
PESO Muestra	3062	3077	3072								
VOLUMEN	2151	2151	2151								
DENSIDAD MINIMA (gr/cm ³)	1,424	1,430	1,428			1,427					

 Bach. Edwin Condori Mamani
 Laboratorio de Suelos

 Ing. Pio Coila Valdez
 Ing. Responsable

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"
UBICACIÓN : Calle 28 de Julio - Pasaje 28 de Julio, Ciudad de Tarata
SOLIC. POR : INDECI

CALICATA : CTA - 05
MUESTRA : M - 01
PROFUND. : 1.50 m.
FECHA : ene-02

DENSIDAD MINIMA

NORMA ASTM C-29/C29M-97

CALICATA	CTA - 05	CTA - 05	CTA - 05			PROMEDIO					
MUESTRA	M-01	M-01	M-01								
PROFUNDIDAD (m)											
PESO (Muestra + Molde)	8360	8300	8350								
PESO (Molde)	5338	5338	5338								
PESO Muestra	3022	2962	3012								
VOLUMEN	2151	2151	2151								
DENSIDAD MINIMA (gr/cm ³)	1,405	1,377	1,400			1,394					

 Bach. Edwin Condori Mamani
 Laboratorio de Suelos

 Ing. Pio Coila Valdez
 Ing. Responsable

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"
UBICACIÓN : Calle 28 de Julio - Pasaje Ramon Castilla, Ciudad de Tarata
SOLIC. POR : INDECI

CALICATA : CTA - 06
MUESTRA : M - 01
PROFUND. : 0.30 m.
FECHA : ene-02

DENSIDAD MINIMA

NORMA ASTM C-29/C29M-97

CALICATA	CTA - 06	CTA - 06	CTA - 06			PROMEDIO					
MUESTRA	M-01	M-01	M-01								
PROFUNDIDAD (m)											
PESO (Muestra + Molde)	8380	8390	8375								
PESO (Molde)	5338	5338	5338								
PESO Muestra	3042	3052	3037								
VOLUMEN	2151	2151	2151								
DENSIDAD MINIMA (gr/cm ³)	1,414	1,419	1,412			1,415					

 Bach. Edwin Condori Mamani
 Laboratorio de Suelos

 Ing. Pio Coila Valdez
 Ing. Responsable

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"
UBICACIÓN : Calle 28 de Julio - Pasaje # 27, Ciudad de Tarata
SOLIC. POR : INDECI

CALICATA : CTA - 07
MUESTRA : M - 01
PROFUND. : 1.00 m.
FECHA : ene-02

DENSIDAD MINIMA

NORMA ASTM C-29/C29M-97

CALICATA	CTA - 07	CTA - 07	CTA - 07			PROMEDIO					
MUESTRA	M-01	M-01	M-01								
PROFUNDIDAD (m)											
PESO (Muestra + Molde)	8475	8480	8473								
PESO (Molde)	5338	5338	5338								
PESO Muestra	3137	3142	3135								
VOLUMEN	2151	2151	2151								
DENSIDAD MINIMA (gr/cm ³)	1,458	1,461	1,457			1,459					

 Bach. Edwin Condori Mamani
 Laboratorio de Suelos

 Ing. Pio Coila Valdez
 Ing. Responsable

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"
UBICACIÓN : Colegio Ramon Castilla Copaja
SOLIC. POR : INDECI

CALICATA : CTA - 08
MUESTRA : M - 01
PROFUND. : 0.30 m.
FECHA : ene-02

DENSIDAD MINIMA

NORMA ASTM C-29/C29M-97

CALICATA	CTA - 08	CTA - 08	CTA - 08			PROMEDIO					
MUESTRA	M-01	M-01	M-01								
PROFUNDIDAD (m)											
PESO (Muestra + Molde)	8451	8448	8445								
PESO (Molde)	5338	5338	5338								
PESO Muestra	3113	3110	3107								
VOLUMEN	2151	2151	2151								
DENSIDAD MINIMA (gr/cm ³)	1,447	1,446	1,444			1,446					

 Bach. Edwin Condori Mamani
 Laboratorio de Suelos

 Ing. Pio Coila Valdez
 Ing. Responsable

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica - Geotecnia

DENSIDADES DE ROCAS DE LA CIUDAD DE TARATA

ESTUDIO : "Mapa de Peligros de la Ciudad de Tarata"

Solicitado por : INDECI

CALICATA			CTA-07	CTA-07	CTA-01	CTA-06	CTA-06	CTA-04	CTA-04	CTA-08	CTA-08
MUESTRA			M-01	M-02	M-01	M-01	M-02	M-01	M-02	M-01	M-02
PROFUNDIDAD		mts.	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
FECHA											
1	Peso de la Muestra Neta	grs.	228,6	207,5	1623,5	506,9	481,8	563,2	615,4	969,1	710,9
2	Peso de la Muestra Parafinada al aire	grs.	252,8	216,9	1657	528,2	523,2	591,6	649,7	975	718,2
3	Peso de la Muestra Parafinada sumergida	grs.	112,9	93,6	784,7	238,9	251,4	289,9	309	572,8	420,2
4	Volumen de la Parafina	cm3	27,81	10,8	38,5	24,5	47,6	32,6	39,4	6,78	8,39
5	Volumen de la Muestra (2 - 3) - (4)	cm3	112,09	112,5	833,8	264,8	224,2	269,1	301,3	395,42	289,61
6	Densidad de la Muestra (1 / 5)	grs/cm3	2,039	1,844	1,947	1,914	2,149	2,093	2,042	2,451	2,455
HUMEDADES											
1	Peso de la Muestra Humeda	grs.	513,2	513,2	1833,4	1098,7	1098,7	1337	1337	1731,2	1731,2
2	Peso de la Muestra Seca	grs.	430,5	430,5	1621,9	988,1	988,1	1178,0	1178,0	1679,7	1679,7
3	Peso del Agua	grs.	82,7	82,7	211,5	110,6	110,6	159	159	51,5	51,5
4	Porcentaje de Humedad de la Muestra	%	19,21	19,21	13,04	11,19	11,19	13,50	13,50	3,07	3,07

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"	CALICATA : CTA-01 / M-01
UBICACIÓN: Calle San Martin, Ciudad de Tarata	PROFUNDIDAD : 0.70 mts.
SOLICIT. : INDECI	FECHA : ene-02

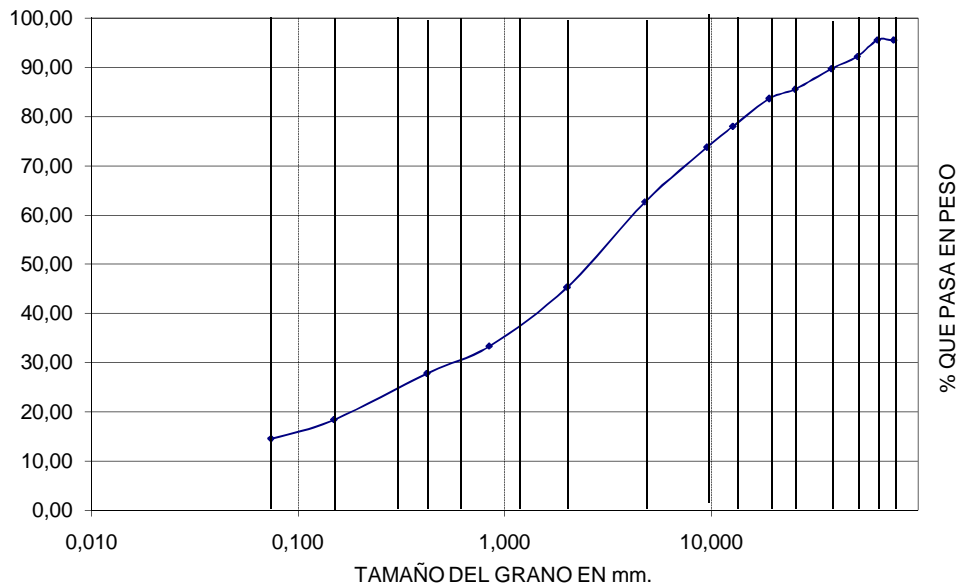
GRANULOMETRIA

NORMA ASTM D-422-63(1998)

TAMIZ ASTM	ABERT. mm	PESO RETENIDO	RETENIDO %	RETENIDO ACUMUL.	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76,200	878,40	4,46	4,5	95,54	
2 1/2"	63,500	0,00	0,00	4,46	95,54	
2"	50,800	654,60	3,32	7,78	92,22	
1 1/2"	38,100	491,10	2,49	10,28	89,72	
1"	25,400	818,30	4,15	14,43	85,57	
3/4"	19,050	373,80	1,90	16,33	83,67	
1/2"	12,700	1111,80	5,64	21,97	78,03	
3/8"	9,525	836,00	4,24	26,22	73,78	
# 4	4,760	2190,40	11,12	37,34	62,66	
# 10	2,000	82,50	17,35	54,69	45,31	
# 20	0,840	56,90	11,97	66,66	33,34	
# 40	0,420	26,20	5,51	72,17	27,83	
# 100	0,149	44,80	9,42	81,60	18,40	
# 200	0,074	18,30	3,85	85,44	14,56	
< # 200		69,20	14,56	100,00		Observaciones
FRACCION		297,9	gr.			
PESO INICIAL		19696,3	gr.			

CURVA GRANULOMETRICA

Nº200 Nº100 Nº50 Nº40 Nº20 Nº16 Nº10 Nº4 3/8" 1/2" 3/4" 1" 1 1/2" 2" 2 1/2" 3"



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"	CALICATA : CTA-02 / M-01
UBICACIÓN: Calle San Martín - Pasaje # 9, Ciudad de Tarata	PROFUNDIDAD : 0.60 mts.
SOLICIT. : INDECI	FECHA : ene-02

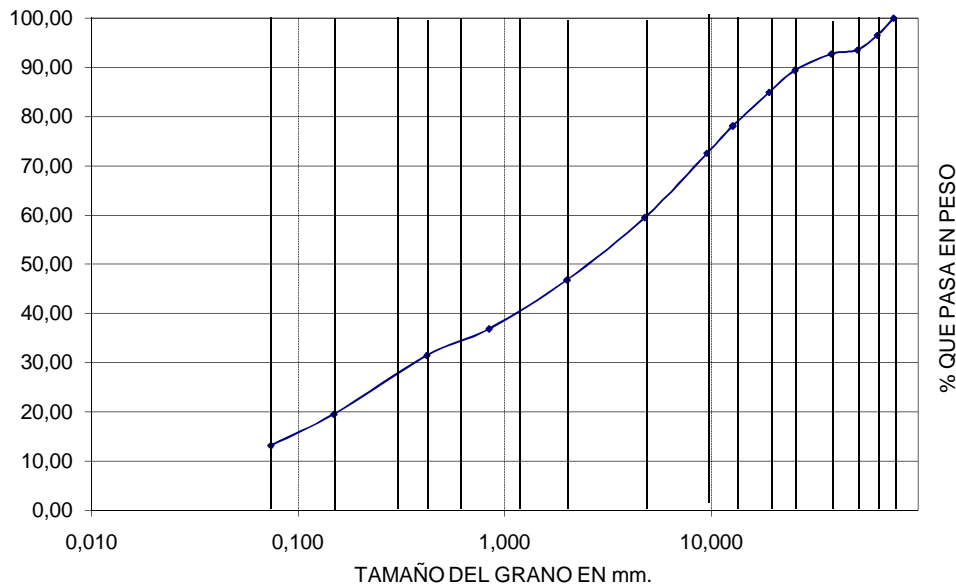
GRANULOMETRIA

NORMA ASTM D-422-63(1998)

TAMIZ ASTM	ABERT. mm	PESO RETENIDO	RETENIDO %	RETENIDO ACUMUL.	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76,200				100,00	
2 1/2"	63,500	636,50	3,43	3,43	96,57	
2"	50,800	565,50	3,04	6,47	93,53	
1 1/2"	38,100	147,20	0,79	7,26	92,74	
1"	25,400	612,10	3,29	10,56	89,44	
3/4"	19,050	829,30	4,46	15,02	84,98	
1/2"	12,700	1271,40	6,84	21,86	78,14	
3/8"	9,525	1033,20	5,56	27,43	72,57	
# 4	4,760	2423,60	13,05	40,47	59,53	
# 10	2,000	117,60	12,72	53,19	46,81	
# 20	0,840	91,70	9,92	63,10	36,90	
# 40	0,420	50,10	5,42	68,52	31,48	
# 100	0,149	110,10	11,91	80,43	19,57	
# 200	0,074	58,80	6,36	86,79	13,21	
< # 200		122,20	13,21	100,00		Observaciones
FRACCION		550,5	gr.			
PESO INICIAL		18578,5	gr.			

CURVA GRANULOMETRICA

Nº200 Nº100 Nº50 Nº40 Nº20 Nº16 Nº10 Nº4 3/8" 1/2" 3/4" 1" 1 1/2" 2" 2 1/2" 3"



Laboratorio de Suelos

Responsable

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"	CALICATA : CTA-03 / M-01
UBICACIÓN : Calle 28 de Julio - Pasaje 11, Ciudad de Tarata	PROFUNDIDAD : 1.30 mts.
SOLICIT. : INDECI	FECHA : ene-02

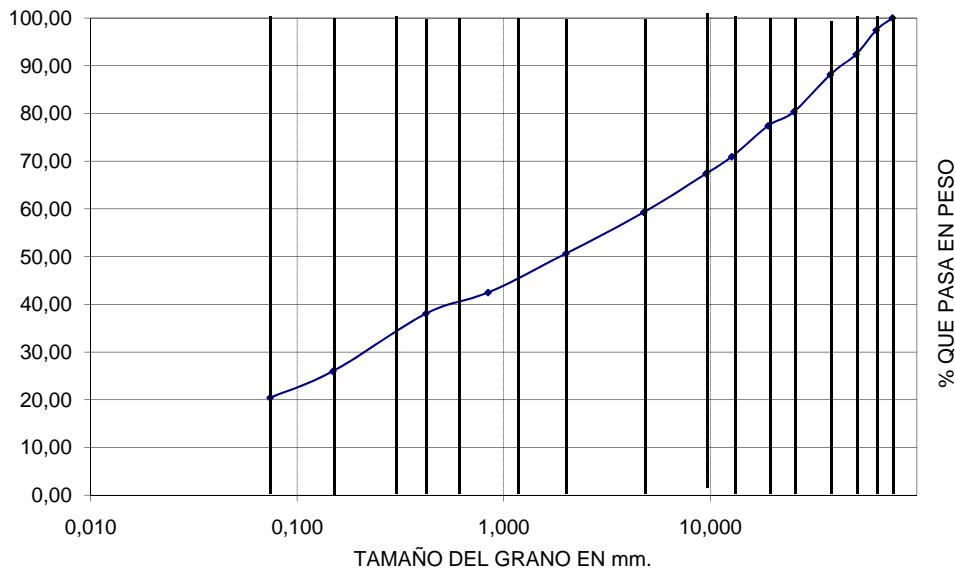
GRANULOMETRIA

NORMA ASTM D-422-63(1998)

TAMIZ ASTM	ABERT. mm	PESO RETENIDO	RETENIDO %	RETENIDO ACUMUL.	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76,200				100,00	
2 1/2"	63,500	457,60	2,56	2,56	97,44	
2"	50,800	903,50	5,06	7,62	92,38	
1 1/2"	38,100	755,50	4,23	11,85	88,15	
1"	25,400	1392,60	7,80	19,65	80,35	
3/4"	19,050	525,00	2,94	22,59	77,41	
1/2"	12,700	1156,90	6,48	29,07	70,93	
3/8"	9,525	633,40	3,55	32,62	67,38	
# 4	4,760	1447,90	8,11	40,73	59,27	
# 10	2,000	68,80	8,65	49,38	50,62	
# 20	0,840	64,80	8,15	57,53	42,47	
# 40	0,420	35,10	4,41	61,94	38,06	
# 100	0,149	96,10	12,09	74,03	25,97	
# 200	0,074	44,10	5,55	79,58	20,42	
< # 200		162,40	20,42	100,00		Observaciones
FRACCION	471,3	gr.				
PESO INICIAL	17856,0	gr.				

CURVA GRANULOMETRICA

N°200 N°100 N°50 N°40 N°20 N°16 N°10 N°4 3/8" 1/2" 3/4" 1" 1 1/2" 2" 2 1/2" 3"



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"	CALICATA : CTA-04 / M-01
UBICACIÓN : Calle San Martin - Pasaje # 15, Ciudad de Tarata	PROFUNDIDAD : 0.60 m.
SOLICIT. : INDECI	FECHA : ene-02

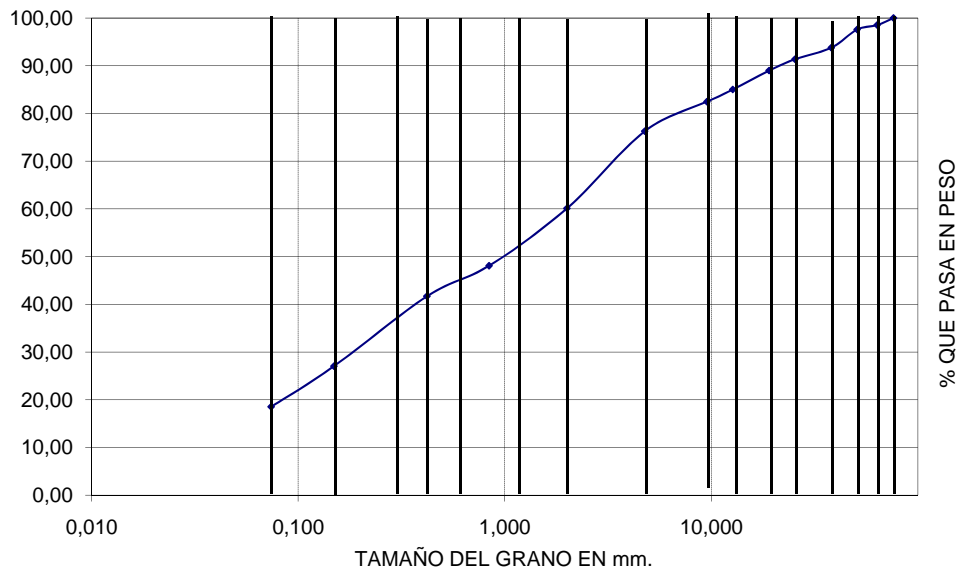
GRANULOMETRIA

NORMA ASTM D-422-63(1998)

TAMIZ ASTM	ABERT. mm	PESO RETENIDO	RETENIDO %	RETENIDO ACUMUL.	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76,200				100,00	
2 1/2"	63,500	264,40	1,48	1,48	98,52	
2"	50,800	166,90	0,93	2,42	97,58	
1 1/2"	38,100	679,30	3,80	6,22	93,78	
1"	25,400	432,20	2,42	8,64	91,36	
3/4"	19,050	424,40	2,38	11,02	88,98	
1/2"	12,700	707,80	3,96	14,98	85,02	
3/8"	9,525	456,10	2,55	17,54	82,46	
# 4	4,760	1103,80	6,18	23,72	76,28	
# 10	2,000	70,00	16,18	39,90	60,10	
# 20	0,840	52,00	12,02	51,92	48,08	
# 40	0,420	27,60	6,38	58,30	41,70	
# 100	0,149	63,40	14,66	72,95	27,05	
# 200	0,074	36,80	8,51	81,46	18,54	
< # 200		80,20	18,54	100,00		Observaciones
FRACCION	471,3	gr.				
PESO INICIAL	17856,0	gr.				

CURVA GRANULOMETRICA

N°200 N°100 N°50 N°40 N°20 N°16 N°10 N°4 3/8" 1/2" 3/4" 1" 1 1/2" 2" 2 1/2" 3"



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"	CALICATA : CTA-05 / M-01
UBICACIÓN : Calle 28 de Julio - Pasaje 28 de Julio, Ciudad de Tarata	PROFUNDIDAD : 1.50 m.
SOLICIT. : INDECI	FECHA : ene-02

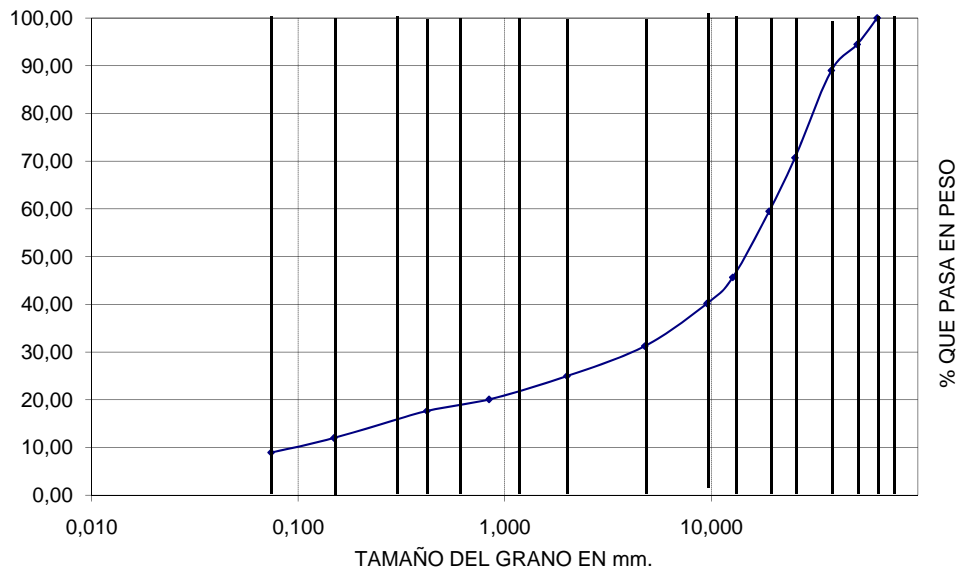
GRANULOMETRIA

NORMA ASTM D-422-63(1998)

TAMIZ ASTM	ABERT. mm	PESO RETENIDO	RETENIDO %	RETENIDO ACUMUL.	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76,200					
2 1/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00	
2"	50,800	906,00	5,54	5,54	94,46	
1 1/2"	38,100	892,70	5,46	11,00	89,00	
1"	25,400	2992,10	18,29	29,29	70,71	
3/4"	19,050	1835,00	11,22	40,51	59,49	
1/2"	12,700	2264,50	13,85	54,36	45,64	
3/8"	9,525	895,00	5,47	59,83	40,17	
# 4	4,760	1461,50	8,94	68,77	31,23	
# 10	2,000	73,00	6,27	75,03	24,97	
# 20	0,840	57,00	4,89	79,93	20,07	
# 40	0,420	28,20	2,42	82,35	17,65	
# 100	0,149	65,90	5,66	88,01	11,99	
# 200	0,074	35,60	3,06	91,06	8,94	
< # 200		104,10	8,94	100,00		Observaciones
FRACCION	363,8	gr.				
PESO INICIAL	16355,1	gr.				

CURVA GRANULOMETRICA

N°200 N°100 N°50 N°40 N°20 N°16 N°10 N°4 3/8" 1/2" 3/4" 1" 1 1/2" 2" 2 1/2" 3"



**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"	CALICATA : CTA-06 / M-01
UBICACIÓN : Calle 28 de Julio - Pasaje Ramon Castilla, Ciudad de Tarata	PROFUNDIDAD : 0.30 m.
SOLICIT. : INDECI	FECHA : ene-02

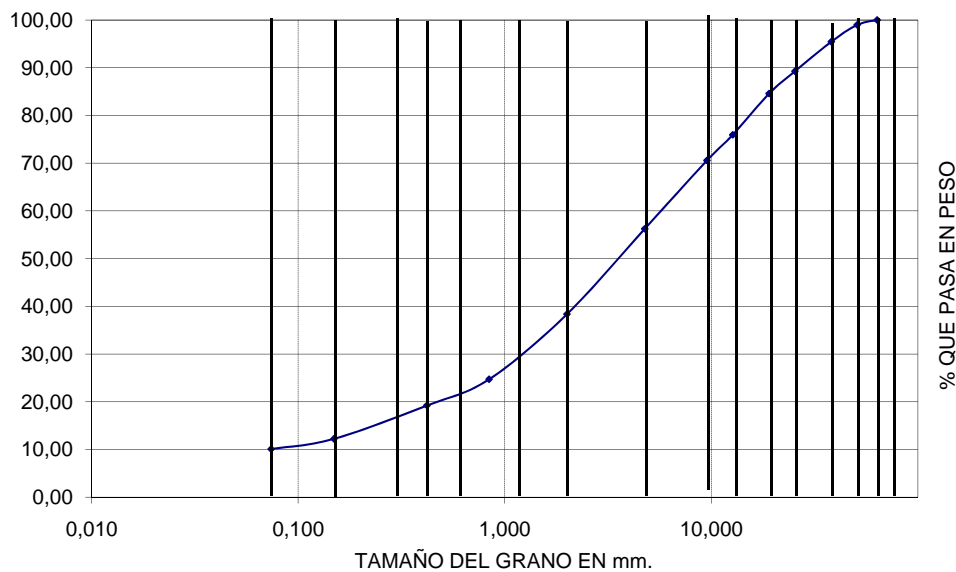
GRANULOMETRIA

NORMA ASTM D-422-63(1998)

TAMIZ ASTM	ABERT. mm	PESO RETENIDO	RETENIDO %	RETENIDO ACUMUL.	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76,200					
2 1/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00	
2"	50,800	144,80	1,03	1,03	98,97	
1 1/2"	38,100	496,30	3,52	4,55	95,45	
1"	25,400	872,70	6,19	10,74	89,26	
3/4"	19,050	659,50	4,68	15,41	84,59	
1/2"	12,700	1219,30	8,65	24,06	75,94	
3/8"	9,525	757,30	5,37	29,43	70,57	
# 4	4,760	2019,80	14,33	43,76	56,24	
# 10	2,000	124,00	17,90	61,65	38,35	
# 20	0,840	94,50	13,64	75,29	24,71	
# 40	0,420	38,10	5,50	80,79	19,21	
# 100	0,149	48,40	6,99	87,78	12,22	
# 200	0,074	14,90	2,15	89,93	10,07	
< # 200		69,80	10,07	100,00		Observaciones
FRACCION		389,7	gr.			
PESO INICIAL		14099,5	gr.			

CURVA GRANULOMETRICA

N°200 N°100 N°50 N°40 N°20 N°16 N°10 N°4 3/8" 1/2" 3/4" 1" 1 1/2" 2" 2 1/2" 3"



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"	CALICATA : CTA-07 / M-01
UBICACIÓN : Calle 28 de Julio - Pasaje # 27, Ciudad de Tarata	PROFUNDIDAD : 1.00 m.
SOLICIT. : INDECI	FECHA : ene-02

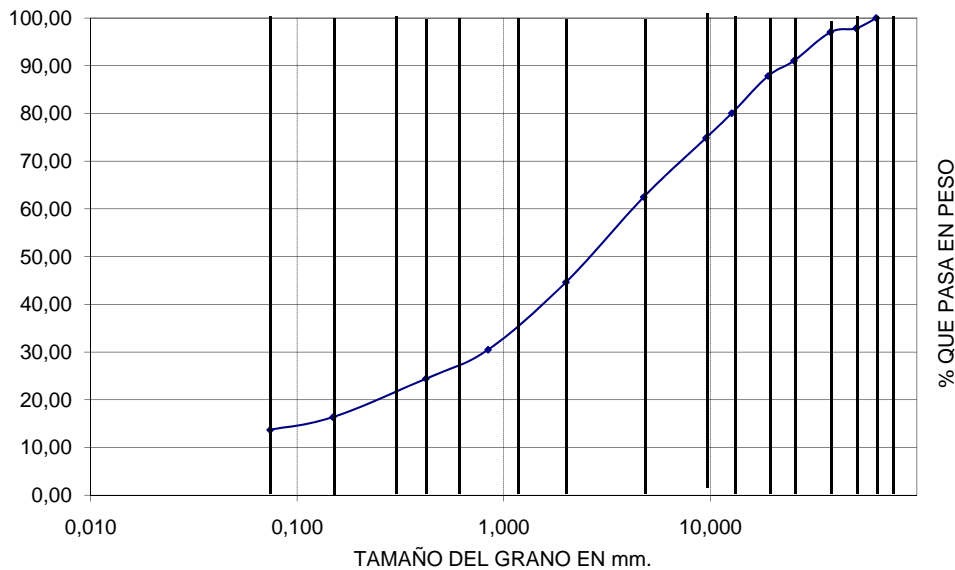
GRANULOMETRIA

NORMA ASTM D-422-63(1998)

TAMIZ ASTM	ABERT. mm	PESO RETENIDO	RETENIDO %	RETENIDO ACUMUL.	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76,200					
2 1/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00	
2"	50,800	221,90	2,16	2,16	97,84	
1 1/2"	38,100	83,80	0,81	2,97	97,03	
1"	25,400	616,60	5,99	8,97	91,03	
3/4"	19,050	327,10	3,18	12,15	87,85	
1/2"	12,700	803,40	7,81	19,96	80,04	
3/8"	9,525	533,90	5,19	25,15	74,85	
# 4	4,760	1271,00	12,36	37,50	62,50	
# 10	2,000	99,70	17,87	55,37	44,63	
# 20	0,840	78,90	14,14	69,51	30,49	
# 40	0,420	33,80	6,06	75,57	24,43	
# 100	0,149	45,00	8,07	83,64	16,36	
# 200	0,074	14,90	2,67	86,31	13,69	
< # 200		76,40	13,69	100,00		Observaciones
FRACCION		348,7				
PESO INICIAL		10286,2				

CURVA GRANULOMETRICA

N°200 N°100 N°50 N°40 N°20 N°16 N°10 N°4 3/8" 1/2" 3/4" 1" 1 1/2" 2" 2 1/2" 3"



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"	CALICATA : CTA-08 / M-01
UBICACIÓN: Colegio Ramon Castilla Copaja	PROFUNDIDAD : 0.30 m.
SOLICIT. : INDECI	FECHA : ene-02

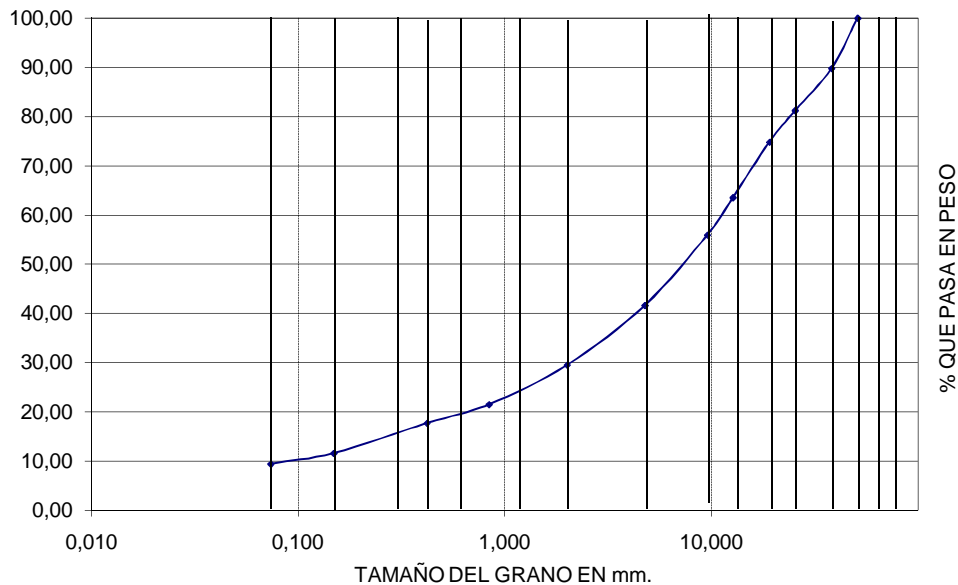
GRANULOMETRIA

NORMA ASTM D-422-63(1998)

TAMIZ ASTM	ABERT. mm	PESO RETENIDO	RETENIDO %	RETENIDO ACUMUL.	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76,200					
2 1/2"	63,500					
2"	50,800	0,00	0,00	0,00	100,00	
1 1/2"	38,100	1534,70	10,18	10,18	89,82	
1"	25,400	1291,50	8,57	18,75	81,25	
3/4"	19,050	963,60	6,39	25,15	74,85	
1/2"	12,700	1699,10	11,28	36,42	63,58	
3/8"	9,525	1150,10	7,63	44,06	55,94	
# 4	4,760	2149,70	14,27	58,32	41,68	
# 10	2,000	103,90	12,14	70,46	29,54	
# 20	0,840	68,40	7,99	78,46	21,54	
# 40	0,420	32,60	3,81	82,27	17,73	
# 100	0,149	52,00	6,08	88,35	11,65	
# 200	0,074	18,80	2,20	90,54	9,46	
< # 200		80,90	9,46	100,00		
FRACCION		348,7 gr.				Observaciones Roca meteorizada
PESO INICIAL		15069,5 gr.				

CURVA GRANULOMETRICA

Nº200 Nº100 Nº50 Nº40 Nº20 Nº16 Nº10 Nº4 3/8" 1/2" 3/4" 1" 1 1/2" 2" 2 1/2" 3"



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA-GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"
UBICACION : Calle San Martin - Pasaje # 9, Ciudad de Tarata
SOLIC. POR : INDECI

CALICATA : CTA-02
MUESTRA : M - 1
PROFUND. : 0.60 m.
FECHA : ene-02

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL

NORMA ASTM D-2216-98

CALICATA	CTA-02				
RECIPIENTE Nro.	1				
PESO SUELO HUMEDO + TARA	450,70				
PESO SUELOS SECO + TARA	417,50				
PESO DE LA TARA	100,00				
PESO DE AGUA	33,20				
PESO DE SUELO SECO	317,50				
% DE HUMEDAD	10,46				

Bach. Edwin Condori Mamani
Laboratorio de Suelos

Ing. Pio Coila Valdez
Responsable

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA-GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "MAPAS DE PELIGROS DE PUEBLOS ALEDAÑOS DE LA CIUDAD DE TACNA LOCALIDADES DE CANDARAVE Y TARATA"	CALICATA : CTA-02
UBICACION : Instituto Superior Tecnológico (1ra. Etapa)	MUESTRA : M - 2
SOLIC. POR : INDECI	PROFUND. : 3.10 m.
	FECHA : ene-02

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL

NORMA ASTM D-2216-98

CALICATA	CCA-01/M2				
RECIPIENTE Nro.	T - 5				
PESO SUELO HUMEDO + TARA	360,00				
PESO SUELOS SECO + TARA	326,15				
PESO DE LA TARA	75,75				
PESO DE AGUA	33,85				
PESO DE SUELO SECO	250,40				
% DE HUMEDAD	13,52				

Bach. Edwin Condori Mamani
Laboratorio de Suelos

Ing. Pio Coila Valdez
Responsable

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA-GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"
UBICACION : Calle 28 de Julio - Pasaje 11, Ciudad de Tarata
SOLIC. POR : INDECI

CALICATA : CTA-03
MUESTRA : M - 1
PROFUND. : 1.30 m.
FECHA : ene-02

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL

NORMA ASTM D-2216-98

CALICATA	CTA-03				
RECIPIENTE Nro.	2				
PESO SUELO HUMEDO + TARA	484,20				
PESO SUELOS SECO + TARA	394,00				
PESO DE LA TARA	100,00				
PESO DE AGUA	90,20				
PESO DE SUELO SECO	294,00				
% DE HUMEDAD	30,68				

Bach. Edwin Condori Mamani
Laboratorio de Suelos

Ing. Pio Coila Valdez
Responsable

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA-GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"
UBICACION : Calle Alameda s/n (Galpón Municipal)
SOLIC. POR : INDECI

CALICATA : CCA-03
MUESTRA : M-01
PROFUND. : 1.10 m.
FECHA : ene-02

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL

NORMA ASTM D-2216-98

CALICATA	CCA-03/M1				
RECIPIENTE Nro.	T-5				
PESO SUELO HUMEDO + TARA	148,90				
PESO SUELOS SECO + TARA	142,15				
PESO DE LA TARA	75,75				
PESO DE AGUA	6,75				
PESO DE SUELO SECO	66,40				
% DE HUMEDAD	10,17				

Bach. Edwin Condori Mamani
Laboratorio de Suelos

Ing. Pio Coila Valdez
Responsable

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA-GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"
UBICACION : Area de Expansion Urbana
SOLIC. POR : INDECI

CALICATA : CCA-04
MUESTRA : M-01
PROFUND. : 1.70 m.
FECHA : ene-02

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL

NORMA ASTM D-2216-98

CALICATA	CCA-04/M1				
RECIPIENTE Nro.	T-4				
PESO SUELO HUMEDO + TARA	174,40				
PESO SUELOS SECO + TARA	166,70				
PESO DE LA TARA	81,55				
PESO DE AGUA	7,70				
PESO DE SUELO SECO	85,15				
% DE HUMEDAD	9,04				

Bach. Edwin Condori Mamani
Laboratorio de Suelos

Ing. Pio Coila Valdez
Responsable

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA-GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"
UBICACION : Calle 28 de Julio - Pasaje 28 de Julio, Ciudad de Tarata
SOLIC. POR : INDECI

CALICATA : CTA-05
MUESTRA : M-01
PROFUND. : 1.50 m.
FECHA : ene-02

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL

NORMA ASTM D-2216-98

CALICATA	CTA-05				
RECIPIENTE Nro.	3				
PESO SUELO HUMEDO + TARA	513,70				
PESO SUELOS SECO + TARA	464,00				
PESO DE LA TARA	100,00				
PESO DE AGUA	49,70				
PESO DE SUELO SECO	364,00				
% DE HUMEDAD	13,65				

Bach. Edwin Condori Mamani
Laboratorio de Suelos

Ing. Pio Coila Valdez
Responsable

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA-GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"	CALICATA : CCA-05
UBICACION : A.D.E. (Area de Desarrollo Educativo, Pueblo de Candarave)	MUESTRA : M-01
SOLIC. POR : INDECI	PROFUND. : 1.60 m.
	FECHA : ene-02

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL

NORMA ASTM D-2216-98

CALICATA	CCA-05/M1				
RECIPIENTE Nro.	T-1				
PESO SUELO HUMEDO + TARA	165,00				
PESO SUELOS SECO + TARA	149,30				
PESO DE LA TARA	78,85				
PESO DE AGUA	15,70				
PESO DE SUELO SECO	70,45				
% DE HUMEDAD	22,29				

Bach. Edwin Condori Mamani
Laboratorio de Suelos

Ing. Pio Coila Valdez
Responsable

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA-GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"
UBICACION : Calle Fortunato Zora Carbajal
SOLIC. POR : INDECI

CALICATA : CCA-06
MUESTRA : M-01
PROFUND. : 1.50 m.
FECHA : ene-02

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL

NORMA ASTM D-2216-98

CALICATA	CCA-06/M1				
RECIPIENTE Nro.	T-2				
PESO SUELO HUMEDO + TARA	146,20				
PESO SUELOS SECO + TARA	143,10				
PESO DE LA TARA	82,37				
PESO DE AGUA	3,10				
PESO DE SUELO SECO	60,73				
% DE HUMEDAD	5,10				

Bach. Edwin Condori Mamani
Laboratorio de Suelos

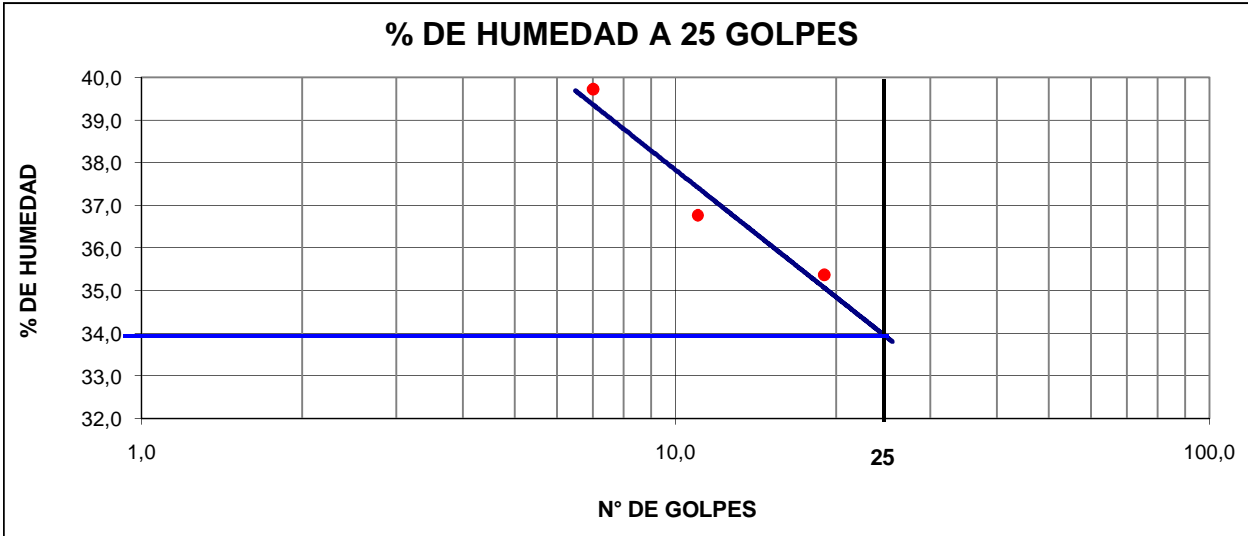
Ing. Pio Coila Valdez
Responsable

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"	CALICATA : CTA-01
UBICACIÓN : Calle San Martin, Ciudad de Tarata	MUESTRA : M - 1
SOLIC. POR : INDECI	PROFUND. : 0.70 m.
	FECHA : ene-02

LIMITE LIQUIDO NORMA ASTM D-4318-98				
Nº TARRO	16	11	15	
TARRO + SUELO HUMEDO	28,10	26,30	27,30	
TARRO + SUELO SECO	25,20	23,80	24,40	
AGUA	2,90	2,50	2,90	
PESO DEL TARRO	17,00	17,00	17,10	
PESO DEL SUELO SECO	8,20	6,80	7,30	
% DE HUMEDAD	35,37	36,76	39,73	
Nº DE GOLPES	19	11	7	

LIMITE PLASTICO				
Nº TARRO	17	16		
TARRO + SUELO HUMEDO	13,21	14,20		
TARRO + SUELO SECO	12,90	13,75		
AGUA	0,31	0,45		
PESO DEL TARRO	11,80	12,1		
PESO DEL SUELO SECO	1,10	1,65		
% DE HUMEDAD	28,18	27,27		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	34,00
LIMITE PLASTICO	27,73
INDICE DE PLASTICIDAD	6,27

OBSERVACIONES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"
UBICACIÓN : Calle San Martin - Pasaje # 9, Ciudad de Tarata
SOLIC. POR : INDECI

CALICATA : CTA-02
MUESTRA : M - 1
PROFUND. : 0.60 m.
FECHA : ene-02

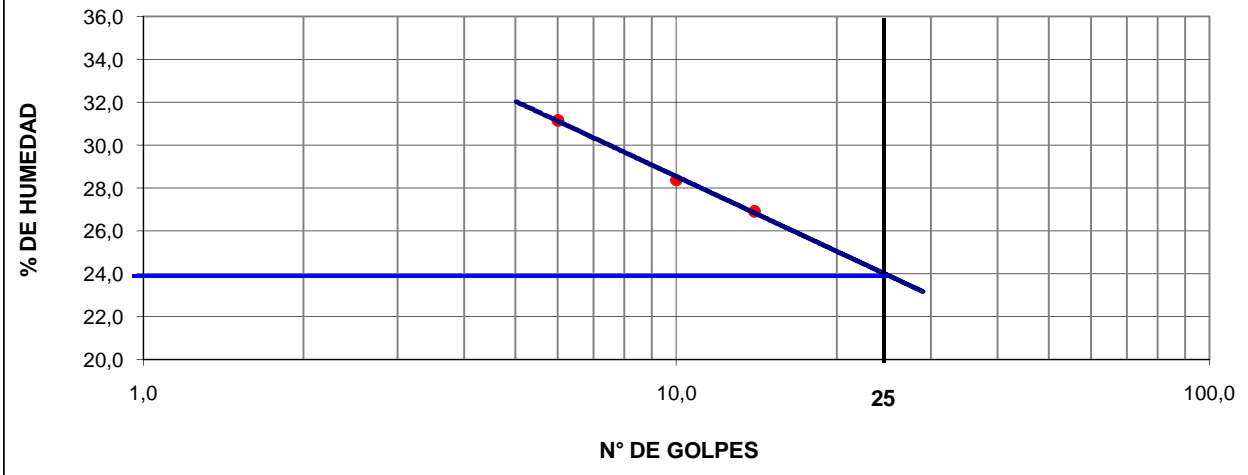
LIMITE LIQUIDO NORMA ASTM D-4318-98

Nº TARRO	5	17	13
TARRO + SUELO HUMEDO	21,80	21,30	21,80
TARRO + SUELO SECO	19,70	19,20	19,40
AGUA	2,10	2,10	2,40
PESO DEL TARRO	11,90	11,80	11,70
PESO DEL SUELO SECO	7,80	7,40	7,70
% DE HUMEDAD	26,92	28,38	31,17
Nº DE GOLPES	14	10	6

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO	5	8
TARRO + SUELO HUMEDO	14,20	14,60
TARRO + SUELO SECO	13,80	14,15
AGUA	0,40	0,45
PESO DEL TARRO	11,90	11,9
PESO DEL SUELO SECO	1,90	2,25
% DE HUMEDAD	21,05	20,00

% DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	24,00
LIMITE PLASTICO	20,53
INDICE DE PLASTICIDAD	3,47

OBSERVACIONES

--

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"
UBICACIÓN : Calle 28 de Julio - Pasaje 11, Ciudad de Tarata
SOLIC. POR : INDECI

CALICATA : CTA-03
MUESTRA : M - 1
PROFUND. : 1.30 m.
FECHA : ene-02

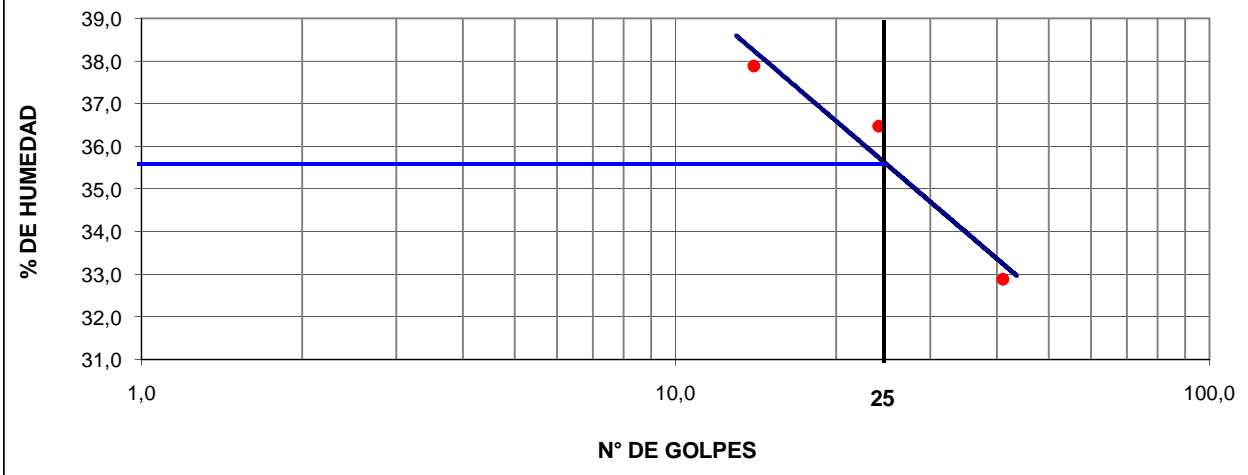
LIMITE LIQUIDO NORMA ASTM D-4318-98

Nº TARRO	11	12	22
TARRO + SUELO HUMEDO	21,70	23,20	26,20
TARRO + SUELO SECO	19,30	20,10	23,70
AGUA	2,40	3,10	2,50
PESO DEL TARRO	12,00	11,60	17,10
PESO DEL SUELO SECO	7,30	8,50	6,60
% DE HUMEDAD	32,88	36,47	37,88
Nº DE GOLPES	41	24	14

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO	3	11
TARRO + SUELO HUMEDO	14,80	14,80
TARRO + SUELO SECO	14,12	14,10
AGUA	0,68	0,70
PESO DEL TARRO	11,80	12,0
PESO DEL SUELO SECO	2,32	2,10
% DE HUMEDAD	29,31	33,33

% DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	37,00
LIMITE PLASTICO	31,32
INDICE DE PLASTICIDAD	5,68

OBSERVACIONES

--

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"
UBICACIÓN : Calle San Martin - Pasaje # 15, Ciudad de Tarata
SOLIC. POR : INDECI

CALICATA : CTA-04
MUESTRA : M - 1
PROFUND. : 0.60 m.
FECHA : ene-02

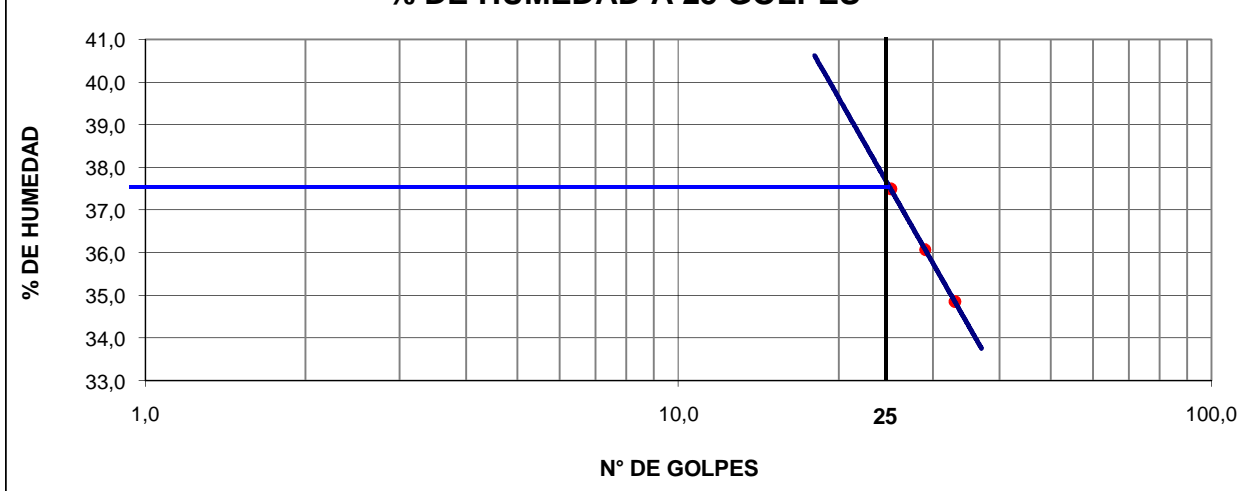
LIMITE LIQUIDO NORMA ASTM D-4318-98

Nº TARRO	16	3	8
TARRO + SUELO HUMEDO	21,00	20,10	18,50
TARRO + SUELO SECO	18,70	17,90	16,70
AGUA	2,30	2,20	1,80
PESO DEL TARRO	12,10	11,80	11,90
PESO DEL SUELO SECO	6,60	6,10	4,80
% DE HUMEDAD	34,85	36,07	37,50
Nº DE GOLPES	33	29	25

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO	18	1
TARRO + SUELO HUMEDO	12,30	13,80
TARRO + SUELO SECO	11,90	13,30
AGUA	0,40	0,50
PESO DEL TARRO	10,70	11,7
PESO DEL SUELO SECO	1,20	1,60
% DE HUMEDAD	33,33	31,25

% DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	37,60
LIMITE PLASTICO	32,29
INDICE DE PLASTICIDAD	5,31

OBSERVACIONES

--

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"	CALICATA : CTA-05
UBICACIÓN : Calle 28 de Julio - Pasaje 28 de Julio, Ciudad de Tarata	MUESTRA : M - 1
SOLIC. POR : INDECI	PROFUND. : 1.50 m.
	FECHA : ene-02

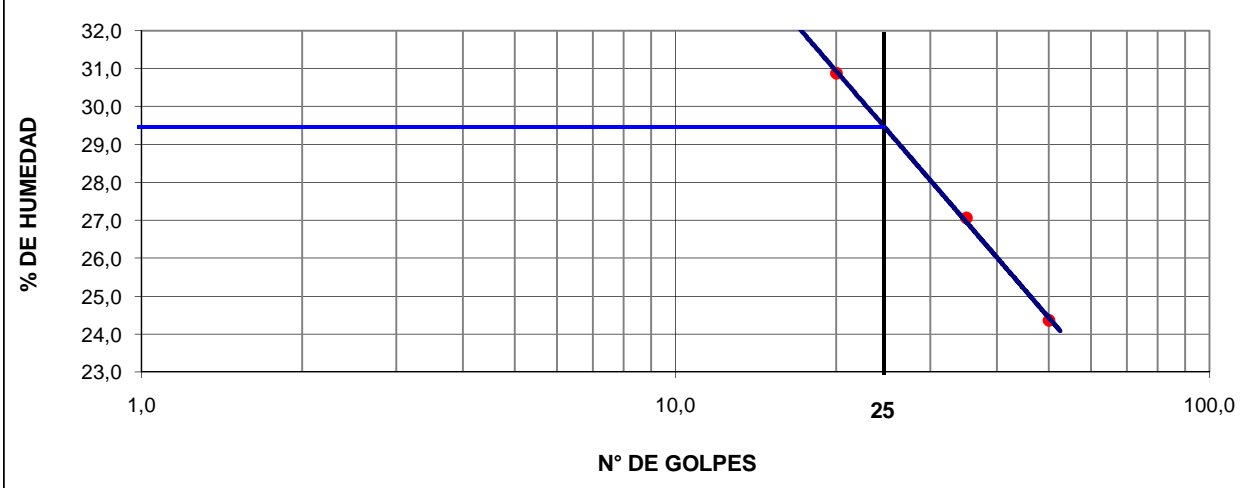
LIMITE LIQUIDO NORMA ASTM D-4318-98

Nº TARRO	50	50-1	T-65
TARRO + SUELO HUMEDO	21,50	28,00	15,40
TARRO + SUELO SECO	19,60	25,70	13,30
AGUA	1,90	2,30	2,10
PESO DEL TARRO	11,80	17,20	6,50
PESO DEL SUELO SECO	7,80	8,50	6,80
% DE HUMEDAD	24,36	27,06	30,88
Nº DE GOLPES	50	35	20

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO	13	15	
TARRO + SUELO HUMEDO	14,20	13,50	
TARRO + SUELO SECO	13,75	13,20	
AGUA	0,45	0,30	
PESO DEL TARRO	11,70	11,8	
PESO DEL SUELO SECO	2,05	1,40	
% DE HUMEDAD	21,95	21,43	

% DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	29,45
LIMITE PLASTICO	21,69
INDICE DE PLASTICIDAD	7,76

OBSERVACIONES

--

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"
UBICACIÓN : Calle 28 de Julio - Pasaje Ramon Castilla, Ciudad de Tarata
SOLIC. POR : INDECI

CALICATA : CTA-06
MUESTRA : M - 1
PROFUND. : 0.30 m.
FECHA : ene-02

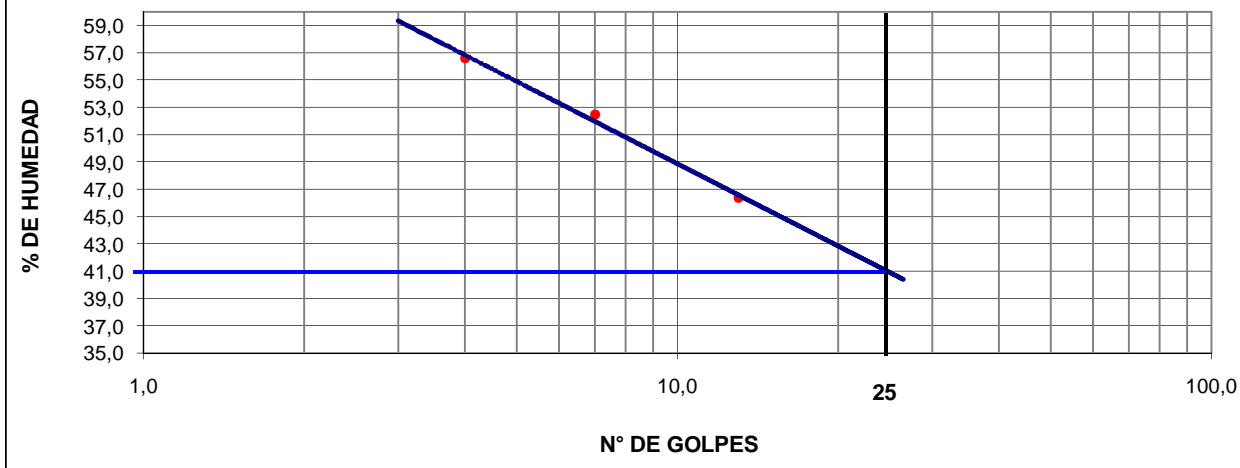
LIMITE LIQUIDO NORMA ASTM D-4318-98

Nº TARRO	5	18	20
TARRO + SUELO HUMEDO	27,20	26,50	25,40
TARRO + SUELO SECO	24,00	23,30	22,40
AGUA	3,20	3,20	3,00
PESO DEL TARRO	17,10	17,20	17,10
PESO DEL SUELO SECO	6,90	6,10	5,30
% DE HUMEDAD	46,38	52,46	56,60
Nº DE GOLPES	13	7	4

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO			
TARRO + SUELO HUMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA	NO PLASTICO		
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			

% DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	41,00
LIMITE PLASTICO	N.P.
INDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

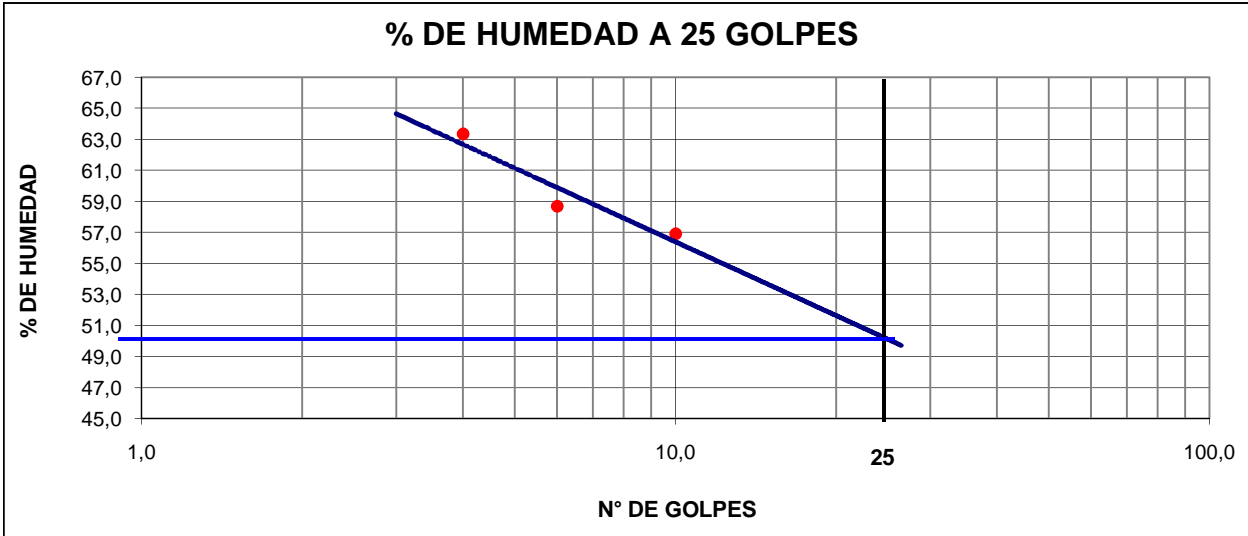
OBSERVACIONES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"	CALICATA : CTA-07
UBICACIÓN : Calle 28 de Julio - Pasaje # 27, Ciudad de Tarata	MUESTRA : M - 1
SOLIC. POR : INDECI	PROFUND. : 1.00 m.
	FECHA : ene-02

LIMITE LIQUIDO NORMA ASTM D-4318-98				
Nº TARRO	1	15	18	
TARRO + SUELO HUMEDO	21,90	19,10	20,50	
TARRO + SUELO SECO	18,20	16,40	16,70	
AGUA	3,70	2,70	3,80	
PESO DEL TARRO	11,70	11,80	10,70	
PESO DEL SUELO SECO	6,50	4,60	6,00	
% DE HUMEDAD	56,92	58,70	63,33	
Nº DE GOLPES	10	6	4	

LIMITE PLASTICO				
Nº TARRO				
TARRO + SUELO HUMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA		NO PLASTICO		
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	50,30
LIMITE PLASTICO	N.P.
INDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"
UBICACIÓN : Colegio Ramon Castilla Copaja
SOLIC. POR : INDECI

CALICATA : CTA-08
MUESTRA : M - 1
PROFUND. : 0.30 m.
FECHA : ene-02

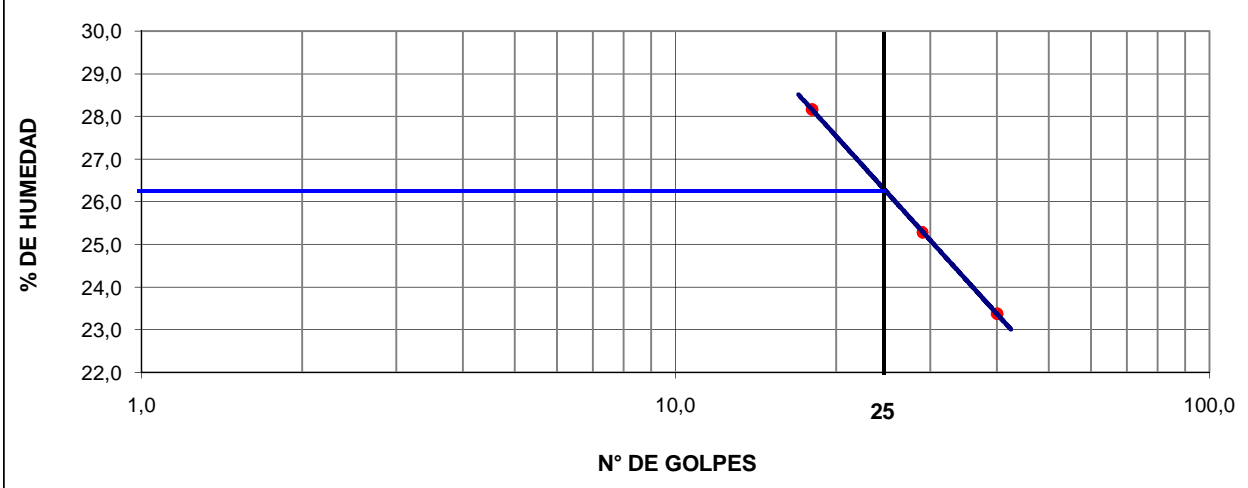
LIMITE LIQUIDO NORMA ASTM D-4318-98

Nº TARRO	16	11	15	
TARRO + SUELO HUMEDO	26,50	27,90	26,30	
TARRO + SUELO SECO	24,70	25,70	24,30	
AGUA	1,80	2,20	2,00	
PESO DEL TARRO	17,00	17,00	17,20	
PESO DEL SUELO SECO	7,70	8,70	7,10	
% DE HUMEDAD	23,38	25,29	28,17	
Nº DE GOLPES	40	29	18	

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO	12	50	
TARRO + SUELO HUMEDO	13,30	13,90	
TARRO + SUELO SECO	12,98	13,50	
AGUA	0,32	0,40	
PESO DEL TARRO	11,60	11,8	
PESO DEL SUELO SECO	1,38	1,70	
% DE HUMEDAD	23,19	23,53	

% DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	26,30
LIMITE PLASTICO	23,36
INDICE DE PLASTICIDAD	2,94

OBSERVACIONES

--

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

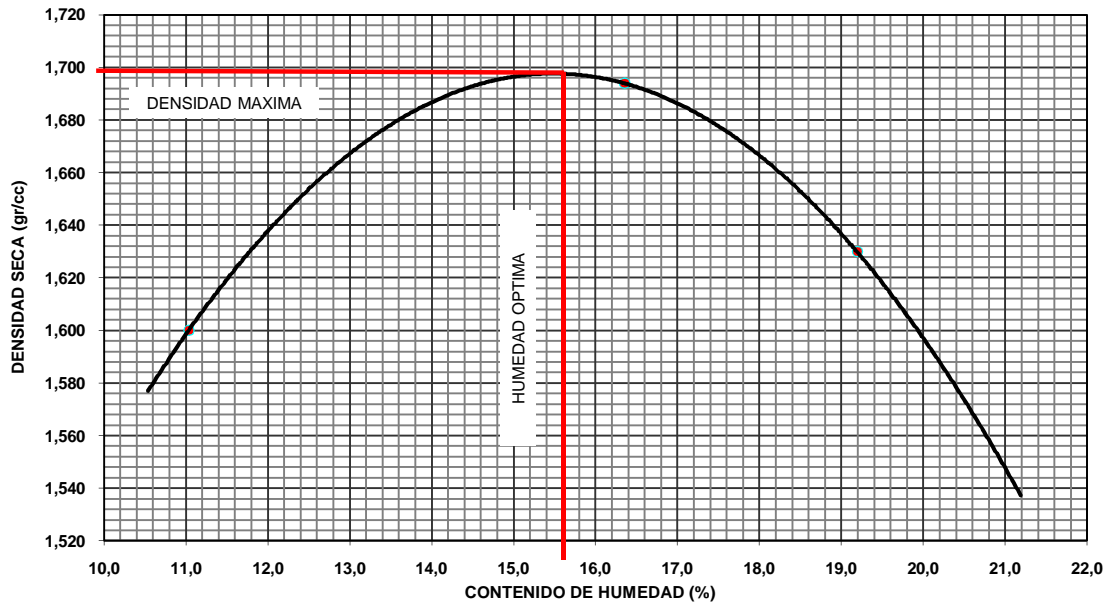
ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"	CALICATA : CTA - 01
UBICACION : Calle San Martin, Ciudad de Tarata	MUESTRA : M - 1
SOLIC. POR : INDECI	PROFUND. : 0.70 m.
	FECHA : ene-02

PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM C - 698

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO ASTM D - 1557-00 (1998) A						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	1003	PESO DEL MOLDE (gr.) :			4128	MOLDE Nro.
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	5	6
PESO SUELO + MOLDE	5915	6105	6080			
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1787	1977	1952			
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1,782	1,971	1,946			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE Nro.	5	11	20			
PESO SUELO HUMEDO + TARA	51,40	54,00	52,50			
PESO SUELOS SECO + TARA	48,00	48,80	46,80			
PESO DE LA TARA	17,20	17,00	17,10			
PESO DE AGUA	3,40	5,20	5,70			
PESO DE SUELO SECO	30,80	31,80	29,70			
CONTENIDO DE AGUA	11,04	16,35	19,19			
PESO VOLUMETRICO SECO	1,600	1,694	1,630			
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1,731	g/cm3	HUMEDAD OPTIMA:		17,00	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Laboratorio de Suelos

Responsable

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

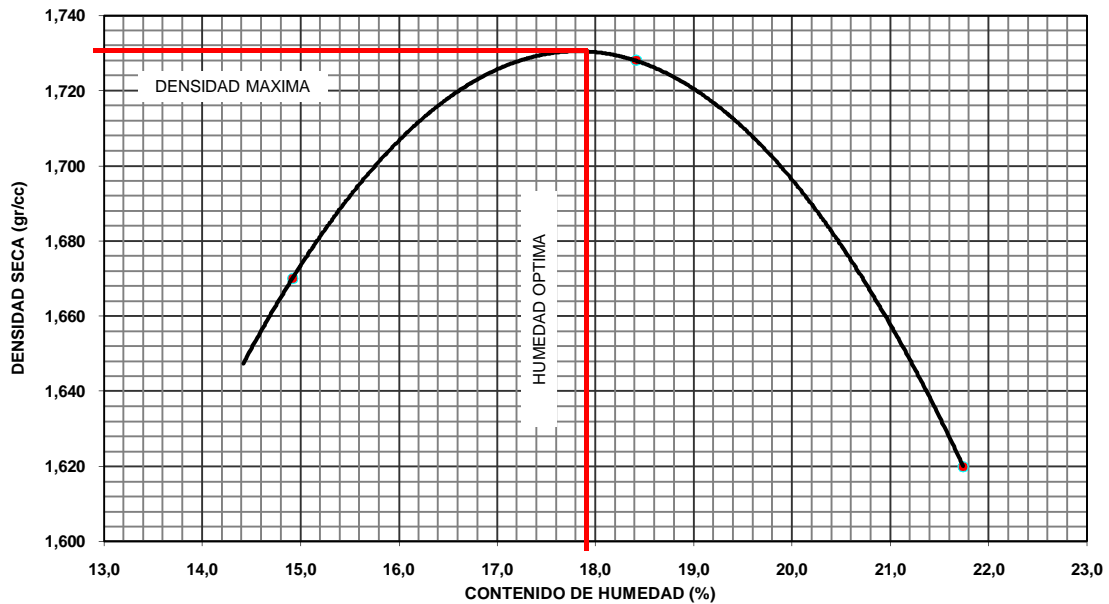
ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"	CALICATA :	CTA - 02
UBICACION : Calle San Martin - Pasaje # 9, Ciudad de Tarata	MUESTRA :	M - 1
SOLIC. POR : INDECI	PROFUND. :	0.60 m.
	FECHA :	ene-02

PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM C - 698

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO ASTM D - 1557-00 (1998) A						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	1003	PESO DEL MOLDE (gr.) :			4128	MOLDE Nro.
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	5	6
PESO SUELO + MOLDE	6050	6180	6112			
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1922	2052	1984			
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1,916	2,046	1,978			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE Nro.	16	2	11			
PESO SUELO HUMEDO + TARA	53,20	58,90	56,20			
PESO SUELOS SECO + TARA	48,50	52,40	49,20			
PESO DE LA TARA	17,00	17,10	17,00			
PESO DE AGUA	4,70	6,50	7,00			
PESO DE SUELO SECO	31,50	35,30	32,20			
CONTENIDO DE AGUA	14,92	18,41	21,74			
PESO VOLUMETRICO SECO	1,670	1,728	1,620			
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1,732	g/cm3	HUMEDAD OPTIMA:		17,90	%

GRAFICO DEL PROCTOR



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

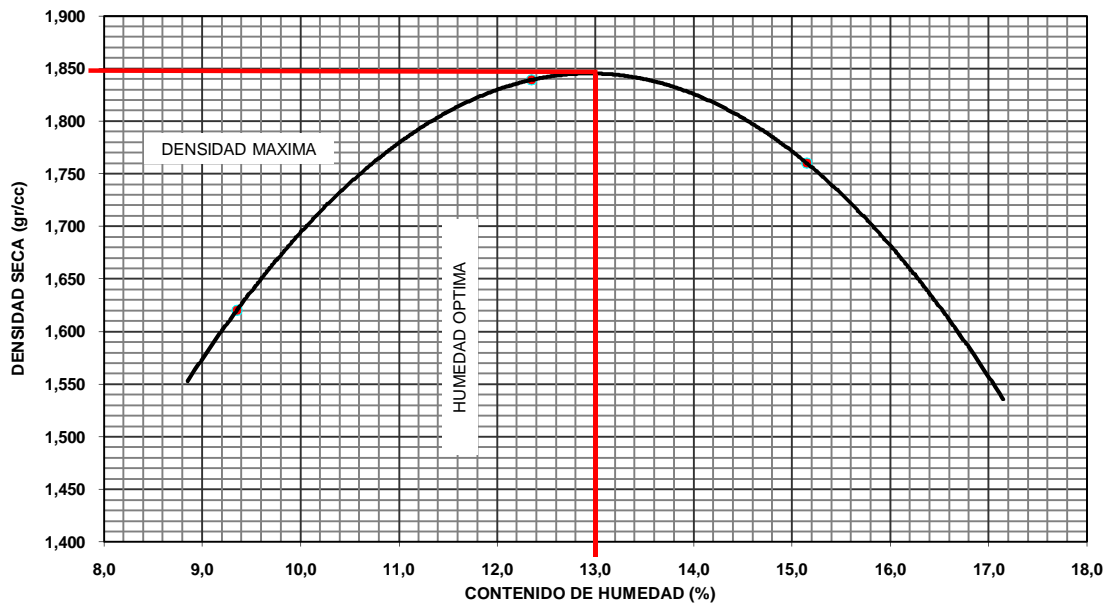
ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"	CALICATA :	CTA - 03
UBICACION : Calle 28 de Julio - Pasaje 11, Ciudad de Tarata	MUESTRA :	M - 01
SOLIC. POR : INDECI	PROFUND. :	1.30 m.
	FECHA :	ene-02

PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM C - 698

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO ASTM D - 1557-00 (1998) A						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO DEL MOLDE (gr.) :			MOLDE Nro.		
1003	4128					
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	5	6
PESO SUELO + MOLDE	5900	6200	6160			
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1772	2072	2032			
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1,767	2,066	2,026			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE Nro.	16	15	2			
PESO SUELO HUMEDO + TARA	50,90	54,40	51,30			
PESO SUELOS SECO + TARA	48,00	50,30	46,80			
PESO DE LA TARA	17,00	17,10	17,10			
PESO DE AGUA	2,90	4,10	4,50			
PESO DE SUELO SECO	31,00	33,20	29,70			
CONTENIDO DE AGUA	9,35	12,35	15,15			
PESO VOLUMETRICO SECO	1,620	1,839	1,760			
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1,850 g/cm³		HUMEDAD OPTIMA: 13,00 %			

GRAFICO DEL PROCTOR



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

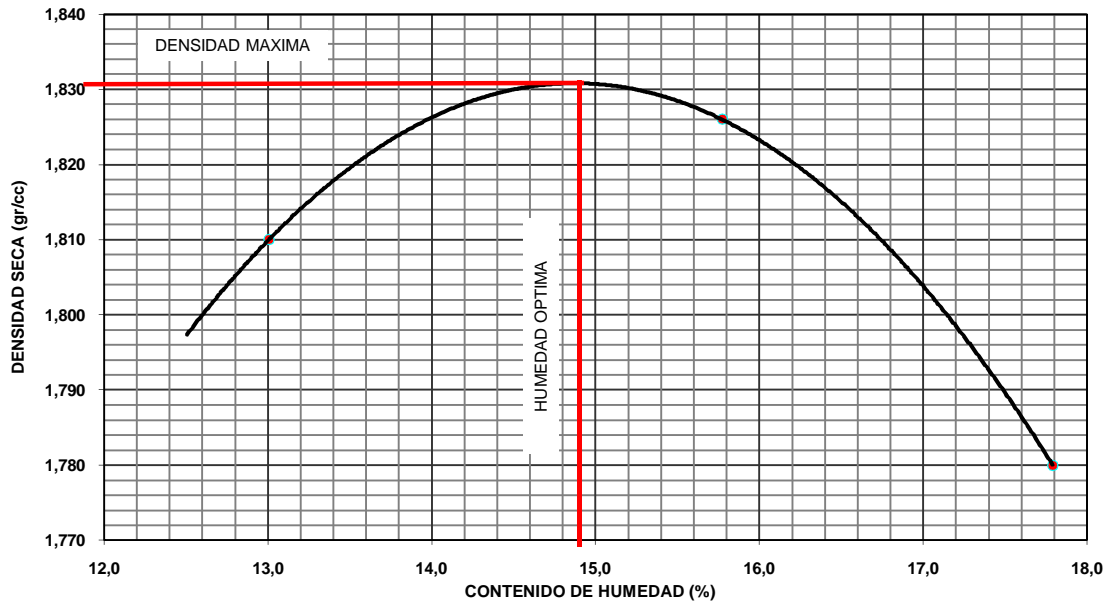
ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"	CALICATA :	CTA - 04
UBICACION : Calle San Martin - Pasaje # 15, Ciudad de Tarata	MUESTRA :	M - 01
SOLIC. POR : INDECI	PROFUND. :	0.60 m.
	FECHA :	ene-02

PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM C - 698

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO ASTM D - 1557-00 (1998) A						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1003	PESO DEL MOLDE (gr.) :			4128	MOLDE Nro.
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	5	6
PESO SUELO + MOLDE	6175	6248	6230			
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	2047	2120	2102			
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2,041	2,114	2,096			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE Nro.	16	2	1			
PESO SUELO HUMEDO + TARA	58,70	60,40	55,40			
PESO SUELOS SECO + TARA	53,90	54,50	49,60			
PESO DE LA TARA	17,00	17,10	17,00			
PESO DE AGUA	4,80	5,90	5,80			
PESO DE SUELO SECO	36,90	37,40	32,60			
CONTENIDO DE AGUA	13,01	15,78	17,79			
PESO VOLUMETRICO SECO	1,810	1,826	1,780			
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1,831	g/cm³	HUMEDAD OPTIMA:		14,90	%

GRAFICO DEL PROCTOR



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

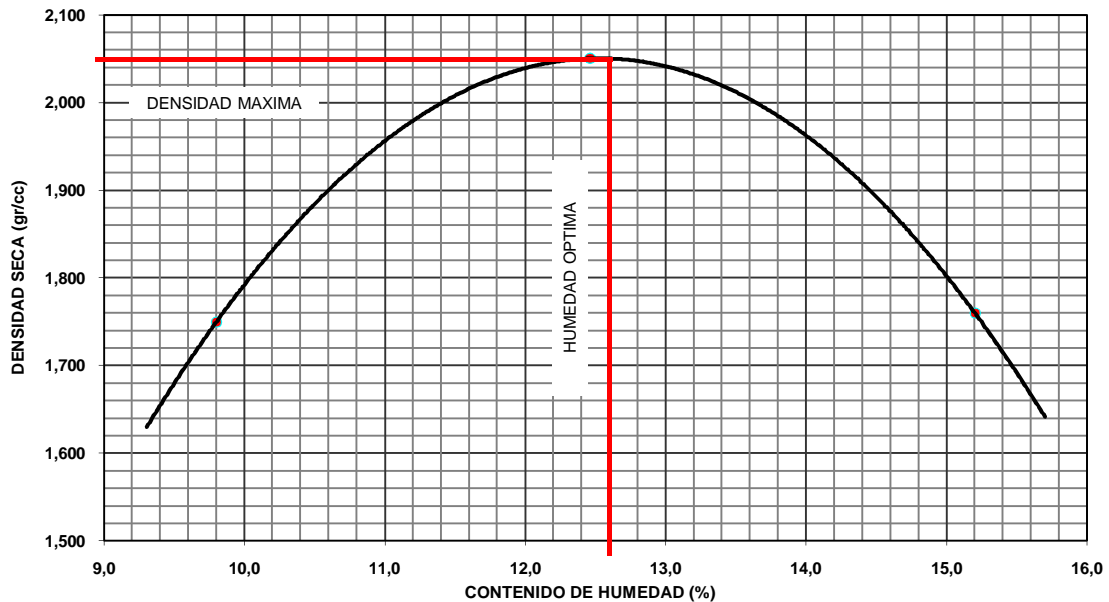
ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"	CALICATA :	CTA - 05
UBICACION : Calle 28 de Julio - Pasaje 28 de Julio, Ciudad de Tarata	MUESTRA :	M - 01
SOLIC. POR : INDECI	PROFUND. :	1.50 m.
	FECHA :	ene-02

PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM C - 698

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO ASTM D - 1557-00 (1998) A						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	1003	PESO DEL MOLDE (gr.) :			4128	MOLDE Nro.
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	5	6
PESO SUELO + MOLDE	6057	6440	6158			
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1929	2312	2030			
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1,923	2,305	2,024			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE Nro.	16	15	2			
PESO SUELO HUMEDO + TARA	50,60	54,10	51,20			
PESO SUELOS SECO + TARA	47,60	50,00	46,70			
PESO DE LA TARA	17,00	17,10	17,10			
PESO DE AGUA	3,00	4,10	4,50			
PESO DE SUELO SECO	30,60	32,90	29,60			
CONTENIDO DE AGUA	9,80	12,46	15,20			
PESO VOLUMETRICO SECO	1,750	2,050	1,760			
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2,051	g/cm3	HUMEDAD OPTIMA:		12,60	%

GRAFICO DEL PROCTOR



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

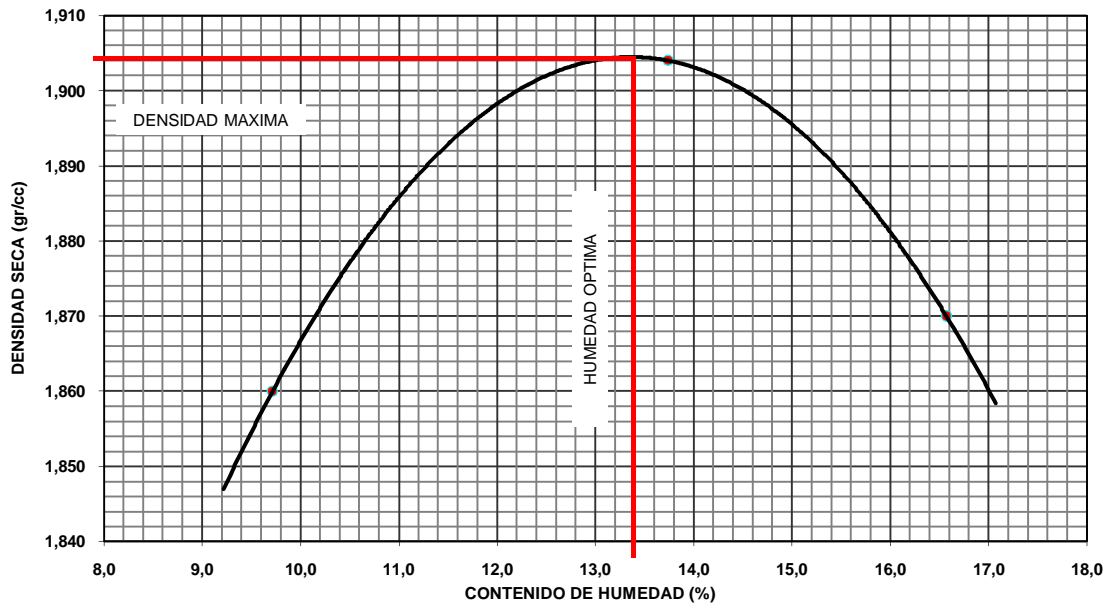
ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"	CALICATA :	CTA - 06
UBICACION : Calle 28 de Julio - Pasaje Ramon Castilla, Ciudad de Tarata	MUESTRA :	M - 1
SOLIC. POR : INDECI	PROFUND. :	0.30 m.
	FECHA :	ene-02

PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM C - 698

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO ASTM D - 1557-00 (1998) A						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	1003	PESO DEL MOLDE (gr.) :			4128	MOLDE Nro.
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	5	6
PESO SUELO + MOLDE	6170	6300	6320			
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	2042	2172	2192			
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2,036	2,166	2,185			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE Nro.	16	11	20			
PESO SUELO HUMEDO + TARA	55,40	58,40	57,20			
PESO SUELOS SECO + TARA	52,00	53,40	51,50			
PESO DE LA TARA	17,00	17,00	17,10			
PESO DE AGUA	3,40	5,00	5,70			
PESO DE SUELO SECO	35,00	36,40	34,40			
CONTENIDO DE AGUA	9,71	13,74	16,57			
PESO VOLUMETRICO SECO	1,860	1,904	1,870			
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1,904	g/cm³	HUMEDAD OPTIMA:		13,40	%

GRAFICO DEL PROCTOR



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

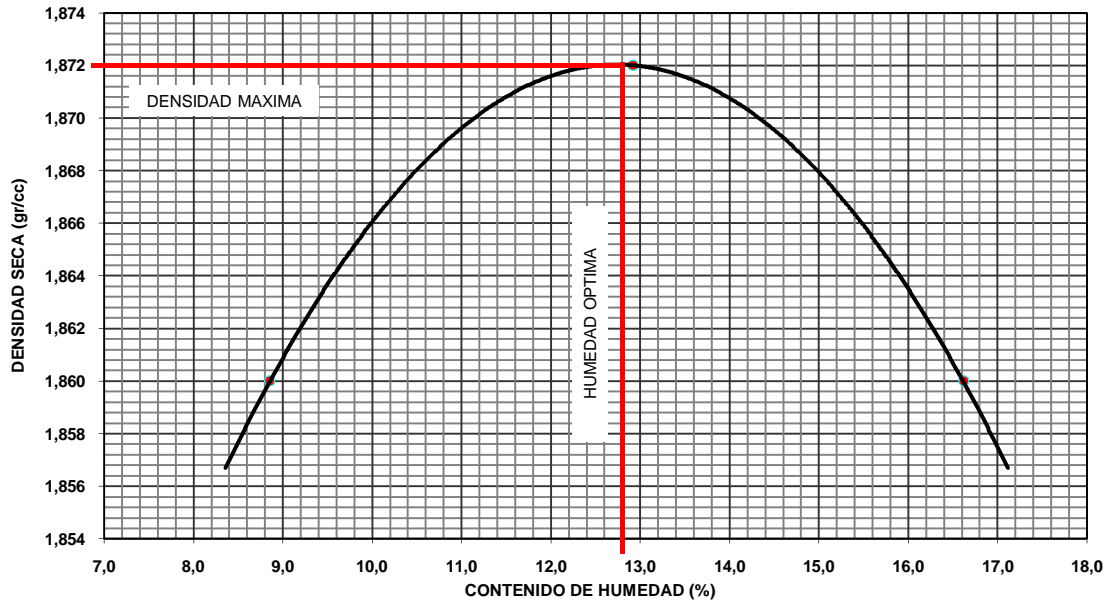
ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"	CALICATA :	CTA - 07
UBICACION : Calle 28 de Julio - Pasaje # 27, Ciudad de Tarata	MUESTRA :	M - 01
SOLIC. POR : INDECI	PROFUND. :	1.00 m.
	FECHA :	ene-02

PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM C - 698

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO ASTM D - 1557-00 (1998) A						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	1003	PESO DEL MOLDE (gr.) :			4128	MOLDE Nro.
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	5	6
PESO SUELO + MOLDE	6155	6248	6298			
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	2027	2120	2170			
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2,021	2,114	2,164			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE Nro.	16	11	20			
PESO SUELO HUMEDO + TARA	55,10	57,20	56,40			
PESO SUELOS SECO + TARA	52,00	52,60	50,80			
PESO DE LA TARA	17,00	17,00	17,10			
PESO DE AGUA	3,10	4,60	5,60			
PESO DE SUELO SECO	35,00	35,60	33,70			
CONTENIDO DE AGUA	8,86	12,92	16,62			
PESO VOLUMETRICO SECO	1,860	1,872	1,860			
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1,872	g/cm3	HUMEDAD OPTIMA:		12,80	%

GRAFICO DEL PROCTOR



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO : "MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE TARATA"	CALICATA :	CTA - 08
UBICACION : Colegio Ramon Castilla Copaja	MUESTRA :	M - 1
SOLIC. POR : INDECI	PROFUND. :	0.30 m.
	FECHA :	ene-02

PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM C - 698

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO ASTM D - 1557-00 (1998) A						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	1003		PESO DEL MOLDE (gr.) :		4128	
					MOLDE Nro.	
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	5	6
PESO SUELO + MOLDE	6210	6331	6300			
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	2082	2203	2172			
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2,076	2,196	2,166			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE Nro.	20	22	11			
PESO SUELO HUMEDO + TARA	55,90	67,00	57,80			
PESO SUELOS SECO + TARA	53,00	61,30	52,10			
PESO DE LA TARA	17,10	17,10	17,00			
PESO DE AGUA	2,90	5,70	5,70			
PESO DE SUELO SECO	35,90	44,20	35,10			
CONTENIDO DE AGUA	8,08	12,90	16,24			
PESO VOLUMETRICO SECO	1,920	1,946	1,860			
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1,956	g/cm3	HUMEDAD OPTIMA:		11,40	%

GRAFICO DEL PROCTOR

