UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

EXPEDIENTE TECNICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CENTRO POBLADO LA QUEBRADA - SAN LUIS - CAÑETE. ESTUDIO GEOTECNICO

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Titulo Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JORGE ENRIQUE MILLONES LÓPEZ

Lima- Perú

2010

DEDICATORIA

A Dios, a mis abuelos, a mis padres, y hermanos por todo el apoyo incondicional para mi desarrollo profesional.

A mis amigos con quienes compartí momentos de estudio y trabajo.

A mi futura esposa con quien seguiré en el camino de la vida.

INDICE

RESUMEN

LISTA DE TABLAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE SIGLAS

LISTA DE FOTOS

LISTA DE PLANOS

PAG

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 MARCO TEORICO 1

1.2 ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACION 1

CAPITULO II: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

2.1 ASPECTOS GENERALES 3

2.2 GEOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO 5

2.3 ASPECTOS GEOTÉCNICOS 14

2.4 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS 16

2.6 AGRESIÓN DEL SUELO 18

2.7 NIVEL DE NAPA FREATICA 20

CAPITULO III: ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

3.1 ENSAYOS ESTÁNDAR

3.1.1 Análisis granulométrico por tamizado NTP 339.128 (ASTM D-422) 21

3.1.2 Limites de consistencia NTP 339.129 (ASTM D-4318) 27

3.1.3 Clasificación SUCS NTP 339.134 (ASTM D-2487) 39

3.1.4 Clasificación AAHSTO M-145 46

CONCLUSIONES 48

RECOMENDACIONES 49

BIBLIOGRAFIA 50

ANEXOS 51

RESUMEN

La Municipalidad Distrital de San Luis Provincia de Cañete, en su preocupación de dar calidad de vida a los habitantes del Centro Poblado La Quebrada solicita la Elaboración de un Expediente Técnico del Sistema de Agua Potable Centro Poblado la Quebrada - San Luis – Cañete.

Como antecedentes se tiene el terremoto del 2007, donde las redes de agua y alcantarillado fueron dañadas en gran parte, y requieren de un mejoramiento, las mismas que fueron construidas por sus pobladores de una manera precaria sin proyecto alguno.

El proyecto se ubica en el Centro Poblado "La Quebrada", Distrito de San Luis, Provincia de Cañete, Departamento de Lima.

El Objetivo del presente trabajo es realizar el Estudio Geotécnico, para el Expediente Técnico del Sistema de Agua Potable Centro Poblado la Quebrada - San Luis – Cañete. Así como también determinar las principales características físicas y mecánicas del suelo, para el diseño del sistema de agua Potable, en el cual se ubicará el tendido de las tuberías.

Se ha realizado los estudios básicos para la elaboración del Proyecto del Diseño del Sistema de Agua Potable en el Centro Poblado La Quebrada, Distrito de San Luis, Provincia de Cañete.

Se ha llevado a cabo un programa de investigaciones geotécnicas que consistió en:

- Inspección técnica de las áreas de interés.
- Ejecución de calicatas en el área de terreno.
- Toma de muestras alteradas.
- Ejecución de ensayos de laboratorio.
- Análisis de trabajos de campo y de laboratorio.
- Perfil estratigráfico

LISTA DE TABLAS

Tabla Nº 2.1	PARAMETROS DEL SUELO	14
Tabla Nº 2.2	RESUMEN DE CALICATAS	15
Tabla Nº 2.3	RESUMEN DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS	18
Tabla Nº 2.4	ELEMENTOS QUIMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACION	19
Tabla Nº 3.1	TAMAÑO MÁXIMO DE LAS PARTÍCULAS	23
Tabla Nº 3.2	TAMAÑO MÁXIMO DE LAS PARTÍCULAS	34
Tabla Nº 3.3	TABLA DE ESTIMADOS DE PRECISIÓN	37
Tabla Nº 3.4	TABLA CLASIFICACIÓN SUCS	39
Tabla Nº 3.5	CLASIFICACIÓN AASHTO	46
Tabla Nº 3.6	RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS	47

LISTA DE FIGURAS

FIGURA N° 2.1	UBICACIÓN DE ZONA EN ESTUDIO	4
FIGURA N° 2.2	COLUMNA CRONO ESTRATIGRÁFICA	7
FIGURA N° 2.3	MAPA SÍSMICO DEL PERÚ	13
FIGURA N° 2.4	ESQUEMA DEL POZO C.P LA QUEBRADA	20
FIGURA N° 3.1	EQUIPOS UTILIZADOS EN EL ENSAYO - ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	21
FIGURA N° 3.2	EQUIPOS UTILIZADOS EN EL ENSAYO - DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS	27
FIGURA N° 3.3	COPA DE CASAGRANDE	29
FIGURA N° 3.4	DIAGRAMA ILUSTRATIVO DEL ENSAYO DE LÍMITE LIQUIDO	31

LISTA DE SIGLAS

AASHTO : American Association of State Highway and Transportation Officials

ACI :American Concrete Institute (Instituto Americano de Concreto)

ANSI :American National Standard Institute (Instituto Americano de Normas Nacionales)

ASA :American Standars Association USA Standard (Sociedad Americana de Normas)

ASTM :American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana de Pruebas de Materiales)

AWS :American Welding Society (Sociedad Americana de Soldaduras)

AWWA :American Water Works Association (Asociación Americana de obras de Agua Potable)

ETS :Especificaciones Técnicas del MUNICIPIO DISTRITAL DE SAN LUIS - CAÑETE

ISO :Internacional Organization for Standardization (Organización Internacional para la Normalización)

ITINTEC :Instituto de Investigación Tecnológica, Industrial y de Normas Técnicas (En la actualidad bajo el INDECOPI)

RNE :Reglamento Nacional de Edificaciones

SI :Internacional System of Units (Sistema Internacional de Medidas)

SUCS :Sistema unificado de Clasificación de Suelos

LISTA DE FOTOS

FOTO N° 1 UBICACIÓN DE LA CALICATA N°1
FOTO N° 2 UBICACIÓN DE LA CALICATA N°2
FOTO N° 3 UBICACIÓN DE LA CALICATA N°3
FOTO N° 4 UBICACIÓN DE LA CALICATA N°4
FOTO N° 5 UBICACIÓN DE LA CALICATA N°5
FOTO N° 6 UBICACIÓN DE LA CALICATA N°6
FOTO N° 7 UBICACIÓN DE LA CALICATA N°7

LISTA DE PLANOS

U – 01 MAPA DE UBICACIÓN

H – 01 MAPA DE HIDROSOIPSAS

C – 01 PLANO DE CALICATAS

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 MARCO TEORICO

ANTECEDENTES

En primer semestre del año 2009, se construye el reservorio actual elevado que abastece a la población de San Luis de Cañete, se realizaron exploraciones de suelos para la cimentación de la Estructura.

Dichas exploraciones se realizaron en el campo deportivo que se encuentra a pie del reservorio.

OBJETIVOS

Los objetivos del presente capítulo es formular la hipótesis con las variables propuestas para el desarrollo del informe.

DESCRIPCION

El marco teórico del desarrollo del trabajo está basado en concordancia con: Norma E-050 de Suelos, Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones y EM-2000 del MTC. Para los ensayos realizados se ha considerado la Norma técnica Peruana y las normas de American Society for Testing and Materials ASTM.

A través de una investigación geotécnica, podremos determinar las características físicas y mecánicas del suelo para dar algunas recomendaciones para su construcción y mantenimiento.

1.2 ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACION

1.2.1 FORMULACIÓN DE LA HIPOTESIS

Teniendo la necesidad de contar con un abastecimiento de agua potable en el C.P. LA QUEBRADA, Distrito de San Luis, Cañete y ante un evento sísmico

podrían ser afectadas las redes al encontrarse con arcillas expansivas que reaccionarían con alguna filtración de la red.

Variable dependiente

Tipo de suelo

Instalación de la red de agua

Variables independientes

Sismo

Filtraciones de agua de la red

1.2.2 BUSQUEDA DE INFORMACION

La búsqueda de información está sustentada en base a la bibliografía adjunta al final del informe.

1.2.3 TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo serán planificados a fin de contar con todos los elementos para recabar información necesaria y suficiente para realizar las calicatas de exploración y tener un control del tipo de suelo en Estudio.

1.2.4 ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio describirán la granulometría, clasificación de suelo y agresividad del mismo.

1.2.5 ANALISIS DE RESULTADOS

Teniendo como resultados los datos de laboratorio se procederá a realizar el análisis en base a la teoría para finalmente demostrar la hipótesis.

1.2.6 ELABORACION DE INFORME

Como último paso se realizará la elaboración del informe dando las conclusiones y recomendaciones para el suelo en Estudio.

CAPITULO II: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

2.1 ASPECTOS GENERALES

2.1.1 ANTECEDENTES

En primer semestre del año 2009, se construye el reservorio actual elevado que abastece a la población de San Luis de Cañete, se realizaron exploraciones de suelos para la cimentación de la Estructura.

Dichas exploraciones se realizaron en el campo deportivo que se encuentra a pie del reservorio.

2.1.2 OBJETO DEL ESTUDIO

El objetivo del presente Informe Técnico, es determinar las principales características físicas y mecánicas del suelo en el cual se ubicará el tendido de las tuberías para el agua Potable dando algunas recomendaciones para su construcción y mantenimiento.

2.1.3 DESCRIPCION

Se ha realizado los estudios básicos para la elaboración del Proyecto del Diseño del Sistema de Agua Potable en el Centro Poblado La Quebrada, Distrito de San Luis, Provincia de Cañete.

Se ha llevado a cabo un programa de investigaciones geotécnicas que consistió en:

- Inspección técnica de las áreas de interés.
- Ejecución de calicatas en el área de terreno.
- Toma de muestras alteradas.
- Ejecución de ensayos de laboratorio.
- Análisis de trabajos de campo y de laboratorio.
- Perfil estratigráfico

2.1.4 NORMATIVIDAD

Los estudios están en concordancia con: Norma E-050 de Suelos, Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones y EM-2000 del MTC. Para los ensayos realizados se ha considerado la Norma técnica Peruana y las normas de American Society for Testing and Materials ASTM.

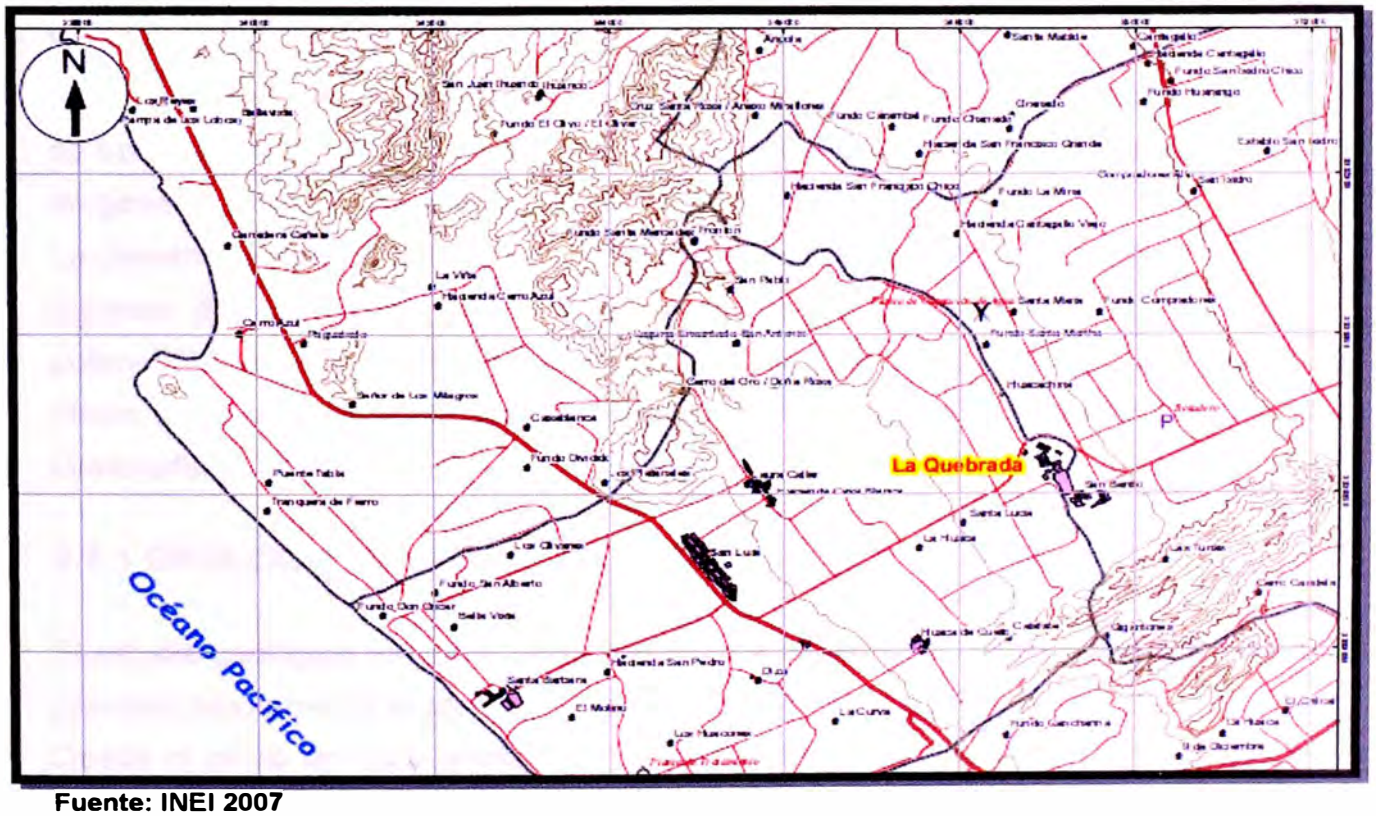
2.1.5 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se ubica en el Centro Poblado "La Quebrada":

Distrito : San Luis
Provincia : Cañete
Departamento : Lima

FIGURA N°2.1

UBICACIÓN DE ZONA EN ESTUDIO



Fuente: INEI 2007

2.1.6 ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se ubica en el distrito de San Luis, Provincia de Cañete, Departamento de Lima. Ver Mapa de Ubicación U-01

El acceso a la zona de estudio desde Lima se efectúa a través de la Carretera Panamericana Sur, a la altura del Km. 138, Distrito de San Luis, luego se desvía al Este por una vía de camino afirmado hasta el área de estudio en aproximadamente 2:30 hrs[1]

2.1.7 CONDICIÓN CLIMÁTICA Y ALTITUD DE LA ZONA DE ESTUDIO

De acuerdo a los datos hidrológicos del SENAHMI se determina la temperatura media anual entre 28º C y 16º C para los meses de Febrero y Agosto respectivamente con escazas lloviznas [2]
El centro poblado La Quebrada cuenta con un relieve casi llano variando las cotas entre los 97.50 a 108.00 msnm.

2.2 GEOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO

GEOLOGÍA

El capítulo de geología comprende el estudio de la columna crono estratigráfica del área de estudio, aspectos que resultan de especial interés aplicativo, cuando se trata del desarrollo de actividades que implican remociones, excavaciones, y en general, intervenciones en el medio geológico. Ver Figura N°1
La presente evaluación plantea el reconocimiento de las principales formaciones rocosas del área, de sus características físicas y estructurales, de sus potencialidades de uso, y de sus implicancias ambientales con respecto a las obras de construcción del sistema de agua potable en el Centro Poblado La Quebrada.

2.2.1 GEOLOGÍA REGIONAL Y LOCAL

El estudio geológico realizado a nivel de reconocimiento, ha tenido como objetivo principal proporcionar el conocimiento geológico integral a nivel regional.
Desde el punto de vista geológico, originalmente el área de estudio constituyo una gran cuenca de sedimentación en donde se depositaron unidades litológicas de origen marino y continental.

(1)Vega Rojas Esteban, Red de Alcantarillado Centro Poblado La Quebrada, Cap. II, Art 2.2, Cañete 2003
(2) Vega Rojas Esteban, Red de Alcantarillado Centro Poblado La Quebrada, Cap. II, Art 2.3, Cañete 2003

Posteriormente estas fueron deformadas tanto por la intrusión ígnea de magnitud batoltica como por movimiento orogeneticos y epirogeneticos, como queda evidenciado por el levantamiento de los Andes y por el desarrollo de diversas estructuras geológicas tales como : fallas, pliegues, sobre escurrimientos, etc, principalmente en el sector andino de la cuenca (Rio Cañete).[3]

Geológicamente, el área de estudio se encuentra emplazada en la planicie costera, la misma que se caracteriza por presentar un relieve esencialmente plano con algunas lomadas y colinas aisladas remanentes de los procesos denotativos. Esta planicie se desarrolla como una faja paralela a la costa, limitada al oeste por el litoral y al este por el conjunto de cerros bajos correspondientes a las primeras estribaciones andinas occidentales. El río Cañete la cruza, dejando en sus márgenes paquetes conglomerádicos que constituyen sus terrazas bajas, las cuales alcanzan pocos metros de altura. Algunos sectores presentan acumulaciones eólicas en forma de conspicuos mantos de arenas y muy localmente dunas aisladas.

Las características litológicas se aprecian de manera sintética en la Figura N° 2.2, que muestra la columna crono estratigráfica de la región.

(3) Urriola Solano, Guillermo, Estudio sísmico y plan de rehabilitación urbana del distrito de San Luis, Cap.III, Art. III.1.0, Lima 1976

FIGURA N°2.2

COLUMNA CRONO ESTRATIGRÁFICA

COLUMNA CRONO ESTRATIGRAFICA

ERA	SISTEMA	SERIE	FORMACION GEOLOGICA	SECCION	DESCRIPCION LITOLOGICA
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	Depósitos Eólicos		Acumulación de arenas eólicas de grano medio a fino
			Depósitos Coluviales		Gravas, cantos y bloques sub-angulosos con matriz areno-limosa
			Depósitos Aluviales		Acumulación de gravas, arena, limos y arcillas
		PLEISTOCENO	Formación Cañete		Conglomerado semiconsolidado con una matriz areno-limosa
	TERCIARIO	INFERIOR	Formación Paracas		Areniscas, areniscas calcareas, algunos horizontes de limolitas y hac ia la base ur paqute de conglomerados
MEZOSOICO	CRETACEO	INFERIOR	Grupo Morro Solar		Gravas, cantos y bloques sub-angulosos con matriz areno-limosa

Fuente: TGP, PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL LOOP COSTA, Noviembre 2008

2.2.2 ESTRATIGRAFÍA

Estratigráficamente, en el área de estudio, se ha podido distinguir unidades geológicas con edades que van desde el Cretáceo inferior hasta el Cuaternario reciente.

Cretácico

• Grupo Morro Solar (Ki-ms)

Está constituido por niveles de lutitas, areniscas abigarradas, y hacia el techo de esta formación aparecen areniscas cuarzosas interestratificadas con limolitas, y cuarcitas intercaladas con lutitas arenosas en estratos medianos.

• Formación Atocongo (Ki-at)

Esta formación geológica presenta calizas de tonalidades gris oscuras a azulinas estratificadas en bancos gruesos. En los afloramientos se observan rocas regularmente fracturadas y poco alteradas.

• Formación Pamplona (Ki-pa)

Está formada por una alternancia de lutitas y calizas, en capas delgadas. Las rocas sedimentarias se muestran bastante fracturadas y alteradas. Los afloramientos de esta formación presentan terrenos con relieve irregular.

• Formación Chilca (Ki-ch)

Esta formación consiste predominantemente de derrames lávicos andesíticos, con intercalaciones de brechas piroclásticas. En conjunto presentan tonalidades gris verdosas y marrones violáceas. Al interior del área de estudio afloran en forma de colinas de poca elevación, generalmente cubiertas por materiales cuaternarios de origen eólico. Aunque se encuentran bastante fracturadas y moderadamente alteradas, son rocas resistentes y muy duras.

• Grupo Quilmaná (Kms-q)

Está constituida por volcánicos porfiríticos de color gris verdoso, presentan seudo estratificación y en ocasiones interestratificación de lentes calcáreos. En superficie se encuentran bastante fracturadas y moderadamente alteradas, las colinas bajas presentan cobertura eólica. El relieve es accidentado, pero sus taludes son estables.

Su afloramiento ocurre en la zona de la costa, emplazadas en el borde del área de estudio, en forma de colinas o cerros bajos que conforman la cadena montañosa pre-cordillerana.

La formación Quilmaná ocupa unos 3 km de ancho.

Terciario

• Formación Paracas (Ti-pa)

Consiste de areniscas grises, areniscas calcáreas pardas, laminadas y areniscas verdosas, alternando con algunos horizontes de limolitas igualmente verdosas; hacia su base se encuentra un conglomerado de matriz arenosa calcárea, cuyos clastos van de 15 a 25 cm y sobre el cual frecuentemente se hallan capas de coquinas. Esta formación descansa sobre las rocas intrusitas que afloran en el área e infrayace a los conglomerados de la formación Cañete; se le considera depositada en el terciario inferior. Su espesor se calcula en 700 m. En la faja de estudio esta unidad presenta una pobre exposición, ocurriendo sólo en las lomadas que se extienden al pie del cerro Candela, al norte de la ciudad de San Vicente de Cañete.

Cuaternario

• Formación Cañete (Qp-c)

Consiste en un conglomerado semiconsolidado constituido por gravas redondeadas a subredondeadas de tamaño y litología variada, englobados en una matriz areno-limosa y algunos horizontes lenticulares areno-limosos. Conforma un nivel conspicuo de terraza alta disectada. El paquete sobre yace con discordancia erosional las formaciones más antiguas. La unidad es continental y representa los primeros depósitos aluvionales del Cuaternario. Su edad es asignada al Pleistoceno y su espesor aproximado es de 200 m.
Afloramientos de esta unidad pueden ser observados en el cerro Candela; donde estos materiales han dado lugar al desarrollo de una red de drenaje de tipo pinado. La franja de estudio conforma pequeñas lomadas de cimas redondeadas.

• Depósitos Aluviales (Qr-a)

Estos depósitos están constituidos por fragmentos rocosos heterométricos (arenas, gravas cantos, bloques, etc.) de origen fundamentalmente fluvial. Son

materiales transportados por la corriente de los ríos a grandes distancias en el fondo de los valles y depositados en forma de terrazas o playas.
Ejemplos típicos de acumulaciones aluviales se encuentran en los cauces de los ríos: Cañete, Huango, Mala, Chilca, etc. La composición litológica y granulométrica de los suelos cuaternarios varía de un valle a otro.

• **Depósitos Eólicos (Qr-e)**

Son depósitos detríticos acumulados por el viento, formados por acumulaciones de arena en los desiertos y playas en forma de dunas, barjanas, etc. Esta unidad litológica involucra a mantos eólicos depositados sobre las extensas llanuras de pampa Cinco cruces, De clarita hasta llegar al valle de Cañete.
Más al norte se tienen arenales de Puerto Fiel, Cerro El Arenal, Sarapampa, Cruzando el valle de Asia hasta pampa Las Salinas.

2.2.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Estructuralmente el área de influencia del proyecto se desarrolla en la Provincia de Cañete.

Zona Costera: es una franja de ancho prácticamente constante y está formada por rocas volcánico-sedimentarias del Mesozoico inferior En este sector se identifican el grupo Morro Solar, formaciones, Atocongo, Chilca y, más hacia el sur ocurren los volcánicos Quilmaná, grupo volcánicos intrusivos andesíticos, rocas intrusivas monzograníticas. Sobre el substrato cretácico, se presentan localmente formaciones aluviales mucho más modernas, de la formación Cañete, que data del Cuaternario antiguo, que afloran sobre todo al norte y sur de la ciudad de Cañete.

Las Estructuras Tectónicas presentes en el área de influencia, son los plegamientos y fallas:

• **Plegamientos**
Las rocas volcánicas presentan ligeros plegamientos, por lo que las inclinaciones de las capas tienen un bajo ángulo de buzamiento. La tendencia regional de las

estructuras tectónicas, especialmente de los plegamientos en esta parte del territorio peruano, está condicionada por la presencia de la deflexión de Pisco-Abancay, estructura estrechamente relacionada con el modelo de la tectónica de placas.

• **Fallas**

En el proceso de las inspecciones de campo no se pudo observar directamente las fallas ni sus características, debido a que generalmente se encuentran cubiertas por material cuaternario. En ningún caso se observaron cicatrices o señales de fallas activas; todas las fallas que atraviesan la franja de estudio son estables.

a) Tectónica

En el área de estudio, las unidades sedimentarias de la faja costanera y estribaciones andinas presentan una deformación relativamente suave por efectos de las fases tectónicas andinas. El batolito costanero sigue una orientación NO-SE sensiblemente paralelo al litoral, correspondiendo su emplazamiento probablemente a una zona de falla.

Debido a la extensa cobertura aluvial y al predominio de rocas intrusivas en los macizos rocosos, no han sido observados pliegues ni fallas tectónicas.

b) Sismicidad

En general, la zona de estudio se halla en una región de elevada actividad sísmica, donde se puede esperar la ocurrencia de sismos de gran intensidad durante la vida útil de la red de agua.

La actividad sísmica del área se relaciona con la subducción de la placa oceánica bajo la placa continental sudamericana, subducción que se realiza con un desplazamiento del orden de diez centímetros por año, ocasionando fricciones de la corteza, con la consiguiente liberación de energía mediante sismos, los cuales son en general tanto más violentos cuando menos profundos son en su origen.

A lo largo de casi 450 años, la zona central del departamento de Lima ha sufrido movimientos telúricos con intensidades comprendidas entre clase VII y clase IX en la Escala Modificada de Mercalli. El ultimo movimientote gran intensidad sentido en la zona es el ocurrido el 15 de Agosto del 2007.

Por otro lado, la sismicidad tiene distintas repercusiones según el medio que se trate, particularmente de la naturaleza de las formaciones rocosas y del clima de una región. Al encontrarse la zona de estudio, en terrenos de material suelto lejos de territorios colinosos rocosos, el riego potencial debido a la amplificación de ondas por refracción es muy bajo.

Las ondas sísmicas son especialmente sensibles y destructivas sobre acumulaciones eólicas como las que se distribuyen en las pampas al norte de Cerro Azúl y otras. Finalmente, los efectos de las ondas sísmicas se incrementan sobre las rupturas geológicas, especialmente sobre las trazas de las fallas activas, las cuales se ha constatado que afortunadamente en el área no existen.

El territorio nacional se considera dividido en tres zonas, como se muestra en la Figura N° 2.3 y sus parámetros de diseño se basan en la Tabla 2.1 , de donde se obtienen las características de la zona.

FIGURA N° 2.3

MAPA SÍSMICO DEL PERÚ

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma Técnica E.030 Diseño Sismo Resistente

Tabla Nº 2.1

PARAMETROS DEL SUELO

TIPO	DESCRIPCION	Tp(s)	S
S1	Roca o suelos muy rígidos	0.4	1.0
S2	Suelos intermedios	0.6	1.2
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	0.9	1.4
S4	Condiciones excepcionales	*	*

(*) Los valores de T_P y S para este caso serán establecidos por el especialista, pero en ningún caso serán menores que los especificados para el perfil tipo S_3.

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E 030, Diseño sismo resistente

La zona de estudio se encuentra ubicada en la zona 3, correspondiéndole los siguientes parámetros sismorresistentes.

- Factor de zona z=0.4
- Tipo de suelo S2
- Periodo de vibración del suelo Ts=0.6

2.3 ASPECTOS GEOTÉCNICOS

EXCAVACIÓN DE CALICATAS

Con la finalidad de obtener toda la información que permita determinar las características de los materiales hasta el nivel de excavación se desarrollo un programa de exploración de campo, efectuando excavaciones a cielo abierto (calicatas), obteniéndose muestras representativas de la zona de estudio. La exploración de campo consistió de un total de 07 calicatas de 1.00 m2 de área por sección transversal, adicionalmente los resultados del expediente Diseño de Reservorio Centro Poblado La Quebrada del año 2008.

La finalidad de estas exploraciones fue investigar el subsuelo que recibirá el tendido de las tuberías de agua a instalarse.

De las calicatas se obtuvo muestras según los estratos presentes para realizar los ensayos y análisis correspondientes. Paralelamente al muestreo, se realizaron los registros de exploración, en los que se indica las diferentes

características de los estratos subyacentes, tales como tipo de suelo, espesor del estrato, color, humedad, consistencia, etc.

En la Tabla N° 2.2 se presenta un resumen de la ubicación de las calicatas realizadas en campo así como su profundidad y el número de muestras alteradas tomadas.

Tabla Nº 2.2

RESUMEN DE CALICATAS

UBICACIÓN	CALICATAS	PROFUNDIDAD (m)	Nº DE MUESTRAS ALTERADAS
Cruce de las Calles Laura Caller con Raymondi	C-1	2.00 m	01
Cruce de las Calles Las Palmas con Los Olivos	C-2	2.00 m	01
Calle Santa Efigenia	C-3	2.00 m	01
Pasaje s/n cerca de Antigua Panamericana Sur	C-4	2.00 m	01
Pasaje las Ciruelas con pasaje los Naranjos	C-5	2.00 m	01
Cruce de las calles los Olivos con los Claveles	C-6	2.00 m	01
Cruce de las calles las Flores con los Geranios	C-7	2.00 m	01
Pasaje Las Viñas (*)	P-1	3.00 m	01
Losa en donde se encuentra Reservorio (*)	P-2	3.00 m	01

Fuente: Elaboración propia
(*): Datos tomados del expediente Diseño del Reservorio del Centro Poblado La Quebrada, Cañete 2008

ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras alteradas obtenidas de las calicatas se realizaron ensayos estándar de laboratorio, de acuerdo a las Normas ASTM. El tipo de ensayo para cada muestra se presenta en los cuadros respectivos.

2.3.1 ENSAYOS ESTÁNDAR

Se realizaron ensayos estándar en las muestras alteradas obtenidas de las calicatas en el laboratorio Nº 2-Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, según la siguiente relación.

- Análisis granulométrico por tamizado NTP 339.128 (ASTM D-422)
- Limites de consistencia NTP 339.129 (ASTM D-4318)
- Clasificación SUCS NTP 339.134 (ASTM D-2487)
- Clasificación AAHSTO M-145

2.4 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

Los perfiles geológicos y la determinación de las propiedades de los estratos se han determinado de acuerdo a las investigaciones de campo, es decir a través de las exploraciones y a partir de la descripción visual-manual (ASTM D 2488), las cuales se adjuntan a la presente.

En la calicata C-1 se encontró un estrato, de 0 a 0.40 m de profundidad, relleno arenoso limoso con gravas angulosas, ligeramente compacto seco y contaminado con restos de bolsas plásticas y residuos orgánicos, de 0.40 m a 2.00 m. Arena limosa, de grado fino a medio color beige claro y con poca humedad

En la calicata C-2 se encontró un estrato, de 0 a 0.20 m. Relleno arenoso limoso con gravas angulosas, ligeramente compacto seco y contaminado con restos de bolsas plásticas y residuos orgánicos, de 020 m a 2.00 m. Arena limosa, de grado fino a medio color beige claro y con poca humedad.

En la calicata C-3 se encontró un estrato, de 0 a 0.70 m. Relleno arenoso limoso con gravas angulosas, ligeramente compacto seco y contaminado con restos de bolsas plásticas y residuos orgánicos, de 070 m a 2.00 m. Limo inorgánico, arcillosos ligeramente plásticos.

En la calicata C-4 se encontró un estrato, de 0.00 a 0.90 m. Relleno arenoso limoso con gravas angulosas, ligeramente compacto seco y contaminado con restos de bolsas plásticas y residuos orgánicos, de 0.90 m a 2.00 m. Limo inorgánico, arcillosos ligeramente plásticos de grado fino color beige claro, poca humedad

En la calicata C-5 se encontró un estrato, de 0.00 a 0.60 m. Relleno arenoso limoso con gravas angulosas, ligeramente compacto seco y contaminado con restos de bolsas plásticas y residuos orgánicos, de 0.60 m a 2.00 m. Limo inorgánico, arcillosos ligeramente plásticos.

En la calicata C-6 se encontró un estrato, de 0.00 a 0.90 m. Relleno arenoso limoso con gravas angulosas, ligeramente compacto seco y contaminado con restos de bolsas plásticas y residuos orgánicos, de 0.90 m a 2.00 m. Limo inorgánico, arcillosos ligeramente plásticos de grado fino color beige claro, poca humedad

En la calicata C-7 se encontró un estrato, de 0.00 a 1.50 m. Relleno arenoso limoso con gravas angulosas, ligeramente compacto seco y contaminado con restos de bolsas plásticas y residuos orgánicos, de 1.50 m a 2.00 m. Limo inorgánico, arcillosos ligeramente plásticos.

En la calicata P-1, está constituida superficialmente por un suelo removido, material tipo afirmado, en estado semi compacto, con un espesor de 0.00 a 0.40 m, subyaciendo un suelo arenoso de grano fino, color beige amarillento, con presencia de lentes pequeños de arcillas, en estado parcialmente húmedo, semi compacto, no plástico hasta la profundidad explorada de 3.00 m. [4]

En la calicata P-2, está constituida superficialmente por una losa de concreto de 0.10 m de espesor, continuando un suelo arenoso de color beige, de grano grueso y buen porcentaje de gravas sub angulosas, en estado semicompacto, en un espesor de 0.10m a 0.40m, subyaciendo un suelo arenoso con limos, de color beige, de grano fino, con gravillas aisladas, en estado parcialmente húmedo, semicompacto en un espeso de 0.40 a 3.00 m [5]

(4) Bonilla De La Cruz, Fernando, Reservorio Elevado Centro Poblado La Quebrada, Cap. Estudio de suelos con fines de cimentación, Descripción del perfil estratigráfico, 2008
(5) Bonilla De La Cruz, Fernando, Reservorio Elevado Centro Poblado La Quebrada, Cap. Estudio de suelos con fines de cimentación, Descripción del perfil estratigráfico, 2008

2.5 AGRESIÓN DEL SUELO

2.5.1 RESULTADOS DE ANÁLISIS

Las muestras tomadas en campo fueron llevadas al laboratorio, en la Tabla N° 2.3 se observan los resultados de estos ensayos

Se adjunta los resultados del laboratorio.

Tabla Nº 2.3
RESUMEN DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS

PARAMETROS	REPORTE	UNIDADES
M-3		
SALES SOLUBLES TOTALES	671.00	ppm
NT. MTC E219		
M-2		
SULFATOS como Ion SO_4^{2-}	140.00	ppm
NT. ASTMD-516		
M-1		
CLORUROS como Ion Cl-	115.00	ppm
NT. ASTMD-512		

Fuente: Elaboración propia

Estos valores obtenidos de los análisis realizados los comparamos con la Tabla N° 2.4, para comparar los resultados obtenidos de nuestras muestras.

Tabla N° 2.4

ELEMENTOS QUIMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACION

PRESENCIA EN EL SUELO DE:	p.p.m	GRADO DE ALTERACION	OBSERVACION	TIPO DE CEMENTO A USAR
Sulfatos (*)	0-1,000 1,000-2,000 2,000-20,000 >20,000	Leve Moderado Severo Muy severo	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación	TIPO I TIPO II TIPO V TIPO V
Cloruros (**)	>6,000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras y elementos metálicos	TIPO V
Sales solubles totales (**)	>15,000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia por lixiviación	TIPO V

Fuente: (*) Comité 318-83 ACI
(**) Apuntes de clases Ing. Luisa Shuan
Comparando:

El contenido de sulfatos es 140 p.p.m al ubicarlo dentro de la Tabla N° 2.4, se observa que el grado de alteración es leve.

El contenido de cloruros es 115 p.p.m al ubicarlo dentro de la Tabla N° 2.4, se observa que el grado de alteración no es perjudicial.

El contenido de sales solubles totales es 671 p.p.m al ubicarlo dentro de la Tabla N° 2.4, se observa que el grado de alteración es leve.

2.6 NIVEL DE NAPA FREATICA

A la profundidad de exploración no se ha determinado la existencia de Napa Freática.

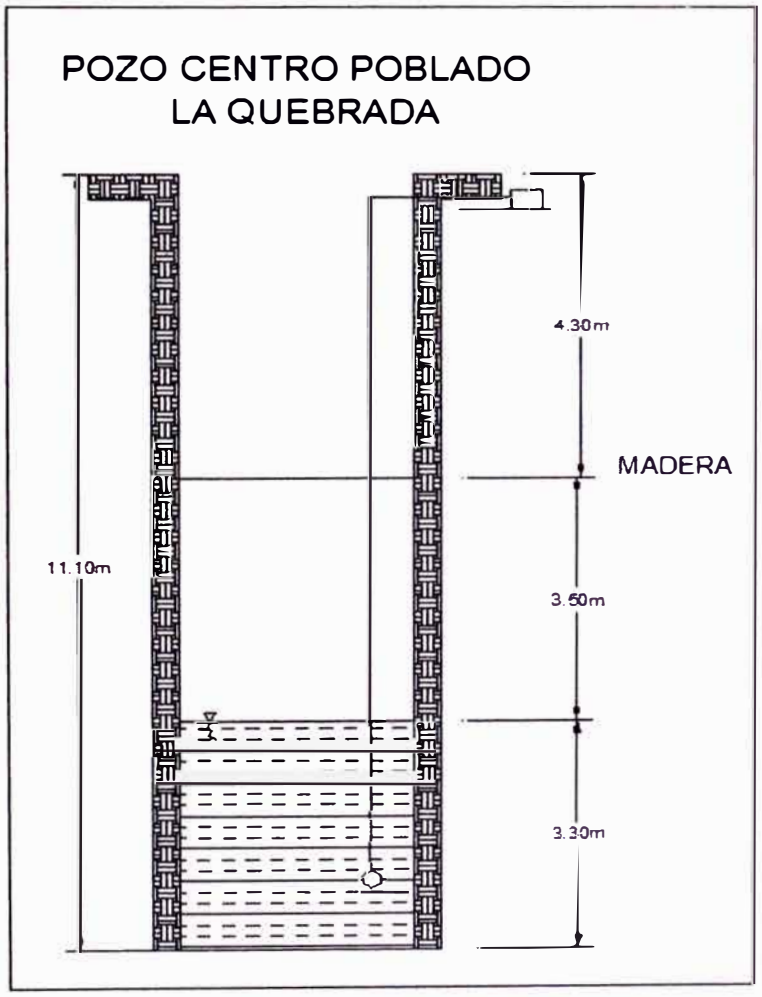
Se observa en el Mapa H-01, Mapa de Hidrosoipsas, en los planos, la profundidad de la napa freática para nuestra zona de estudio es de aproximadamente 8 m.

Las curvas hidrosoipsas indican el nivel freático de una determinada área.

La Figura N°2.4 muestra las características del pozo que abastece de agua a la población del Centro Poblado La Quebrada, de donde se observa que el nivel de la napa freática se encuentra aproximadamente a 11.00 m de profundidad.

FIGURA N° 2.4

ESQUEMA DEL POZO C.P LA QUEBRADA



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO III: ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

3.1 ENSAYOS ESTÁNDAR

3.1.1 Análisis granulométrico por tamizado NTP 339.128 (ASTM D-422) MTC E107-2000

FIGURA N°3.1

EQUIPOS UTILIZADOS EN EL ENSAYO

Fuente: Propia

OBJETIVO

· La determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo.

· Esta norma describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los
distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (N° 200).

APARATOS

· Una balanza. Con sensibilidad de 0.1 g para pesar material
· Tamices de malla cuadrada
· 75 mm (3"), 50,8 mm (2"), 38,1 mm (1½"), 25,4 mm (1"), 19,0 mm (¾"), 9,5 mm (3/8"), 4,76 mm (N° 4), 2,00 mm (N° 10), 0,840 mm (N° 20), 0,425 mm (N° 40), 0,250 mm (N° 60), 0,106 mm (N° 140) y 0,075 mm (N° 200).
· Se puede usar, como alternativa, una serie de tamices que, al dibujar la gradación, dé una separación uniforme entre los puntos del gráfico; esta serie estará integrada por los siguientes:

· 75 mm (3"), 37.5 mm (1-½"), 19.0 mm (¾"), 9.5 mm (3 /8"), 4.75 mm (N° 4), 2.36 mm (N°8), 1.10 mm (N° 16), 600 mm (N° 30), 300mm (N° 50),150 mm (N° 100), 75 mm (N°200).

· Estufa, capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F).
· Envases, adecuados para el manejo y secado de las muestras.
· Cepillo y brocha, para limpiar las mallas de los tamices.

MUESTRA

Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices se puede efectuar sin previo lavado.
Prepárese una muestra para el ensayo, la cual estará constituida por dos fracciones: una retenida sobre el tamiz de 4,760 mm (N° 4) y otra que pasa dicho tamiz. Ambas fracciones se ensayaran por separado.

El peso del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, será suficiente para las cantidades requeridas para el análisis mecánico, como sigue:
Para la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (N° 4) el peso dependerá del tamaño máximo de las partículas de acuerdo con la Tabla 3.1.

Tabla N° 3.1
Tamaño máximo de las partículas

Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (gr)
9,5 (3 /8")	500
19,6 (¾")	1000
25,7 (1")	2000
37,5 (1 ½")	3000
50,0 (2")	4000
75,0 (3")	5000

Fuente: Apuntes Ing. Luisa Shuan

El tamaño de la porción que pasa tamiz de 4,760 mm (N° 4) será aproximadamente de 115 g, para suelos arenosos y de 65 g para suelos arcillosos y limosos.
Se puede tener una comprobación de los pesos, así como de la completa pulverización de los terrones, pesando la porción de muestra que pasa el tamiz de 4,760 mm (N° 4) y agregándole este valor al peso de la porción de muestra lavada y secada en el horno, retenida en el tamiz de 4,760 mm (N° 4)

ANÁLISIS POR MEDIO DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ DE 4,760 mm (N° 4).

Sepárese la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (N° 4) en una serie de fracciones usando los tamices de:

75 mm (3"), 50 mm (2"), 38,1 mm (1½"), 25,4 mm (1"), 19,0 mm (¾"), 9,5 mm (3 /8"), 4.7 mm (N°4), o los que sean necesarios dependiendo del tipo de muestra, o de las especificaciones para el material que se ensaya.
En la operación de tamizado manual se mueve el tamiz o tamices de un lado a otro y recorriendo circunferencias de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre la malla. Debe comprobarse al desmontar los tamices que la

operación está terminada; esto se sabe cuando no pasa más del 1 % de la parte retenida al tamizar durante un minuto, operando cada tamiz individualmente.
Si quedan partículas apresadas en la malla, deben separarse con un pincel o cepillo y reunirlas con lo retenido en el tamiz.
Se determina el peso de cada fracción en una balanza con una sensibilidad de 0.1 %. La suma de los pesos de todas las fracciones y el peso, inicial de la muestra no debe diferir en más de 1%.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA FRACCIÓN FINA

· El análisis granulométrico de la fracción que pasa el tamiz de 4,760 mm (N° 4) se hará por tamizado y/o sedimentación según las características de la muestra y según la información requerida.
· Los materiales arenosos que contengan muy poco limo y arcilla, cuyos terrones en estado seco se desintegren con facilidad, se podrán tamizar en seco.
· Los materiales limo-arcillosos, cuyos terrones en estado seco no rompan con facilidad, se procesarán por la vía húmeda.
· Si se requiere la curva granulométrica completa incluyendo la fracción de tamaño menor que el tamiz de 0,074 mm (N° 200), la gradación de ésta se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios. Ver granulometría por sedimentación(método del hidrómeta)
· Se puede utilizar procedimientos simplificados para la determinación del contenido de partículas menores de un cierto tamaño, según se requiera.
· La fracción de tamaño mayor que el tamiz de 0,074 mm (N° 200) se analizará por tamizado en seco, lavando la muestra previamente sobre el tamiz de 0,074 mm (N° 200)

Procedimiento para el análisis granulométrico por lavado sobre el tamiz de 0,074 mm (N°200).

· Se separan mediante cuarteo, 115 g para suelos arenosos y 65 g para suelos arcillosos y limosos, pesándolos con exactitud de 0.1 g.
· Humedad higroscópica. Se pesa una porción de 10 a 15 g de los cuarteos anteriores y se seca en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F). Se pesan de nuevo y se anotan los pesos.

· Se coloca la muestra en un recipiente apropiado, cubriéndola con agua y se deja en remojo hasta que todos los terrones se ablanden.
· Se lava a continuación la muestra sobre el tamiz de 0,074 mm (N° 200) con abundante agua, evitando frotarla contra el tamiz y teniendo mucho cuidado de que no se pierda ninguna partícula de las retenidas en él.
· Se recoge lo retenido en un recipiente, se seca en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F) y se pesa.

CÁLCULOS

· Valores de análisis de tamizado para la porción retenida en el tamiz de 4,760 mm (N° 4).
· Se calcula el porcentaje que pasa el tamiz de 4,760 mm (N° 4) dividiendo el peso que pasa dicho tamiz por el del suelo originalmente tomado y se multiplica el resultado por 100. Para obtener el peso de la porción retenida en el mismo tamiz, réstese del peso original, el peso del pasante por el tamiz de 4,760 mm (N° 4).
· Para comprobar el material que pasa por el tamiz de 9,52 mm (3/8"), se agrega al peso total del suelo que pasa por el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) el peso de la fracción que pasa el tamiz de 9,52 mm (3/8") y que queda retenida en el de 4,760 mm (N° 4). Para los demás tamices continúese el cálculo de la misma manera.
· Para determinar el porcentaje total que pasa por cada tamiz, se divide el peso total que pasa entre el peso total de la muestra y se multiplica el resultado por 100.
· Valores del análisis por tamizado para la porción que pasa el tamiz de 4,760 mm (N° 4).
· Se calcula el porcentaje de material que pasa por el tamiz de 0,074 mm (N° 200) de la siguiente forma:
· Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz en la siguiente forma:
· Se calcula el porcentaje más fino. Restando en forma acumulativa de 100% los porcentajes retenidos sobre cada tamiz. % Pasa = 100 - % Retenido acumulado

OBSERVACIONES

· El informe deberá incluir lo siguiente:

· El tamaño máximo de las partículas contenidas en la muestra.

· Los porcentajes retenidos y los que pasan, para cada uno de los tamices utilizados.

· Toda información que se juzgue de interés.

· Los resultados se presentarán: (1) en forma tabulada, o (2) en forma gráfica, siendo esta última forma la indicada cada vez que el análisis comprenda un ensayo completo de sedimentación.

· Las pequeñas diferencias resultantes en el empate de las curvas obtenidas por tamizado y por sedimento, respectivamente, se corregirán en forma gráfica.

· Los siguientes errores posibles producirán determinaciones imprecisas en un análisis granulométrico por tamizado.

· Aglomeraciones de partículas que no han sido completamente disgregadas. Si el material contiene partículas finas plásticas, la muestra debe ser disgregada antes del tamizado.

· Tamices sobrecargados. Este es el error más común y más serio asociado con el análisis por tamizado y tenderá a indicar que el material ensayado es más grueso de lo que en realidad es.

Para evitar esto, las muestras muy grandes deben ser tamizadas en varias porciones y las porciones retenidas en cada tamiz se juntarán luego para realizar la pesada.

· Los tamices han sido agitados por un período demasiado corto o con movimientos horizontales o rotacionales inadecuados. Los tamices deben agitarse de manera que las partículas sean expuestas a las aberturas del tamiz con varias orientaciones y así tengan mayor oportunidad de pasar a través de él.

· La malla de los tamices está rota o deformada; los tamices deben ser frecuentemente inspeccionados para asegurar que no tienen aberturas más grandes que la especificada.

· Pérdidas de material al sacar el retenido de cada tamiz.

· Errores en las pesadas y en los cálculos.

3.1.2 Limites de consistencia **NTP 339.129 (ASTM D-4318)**

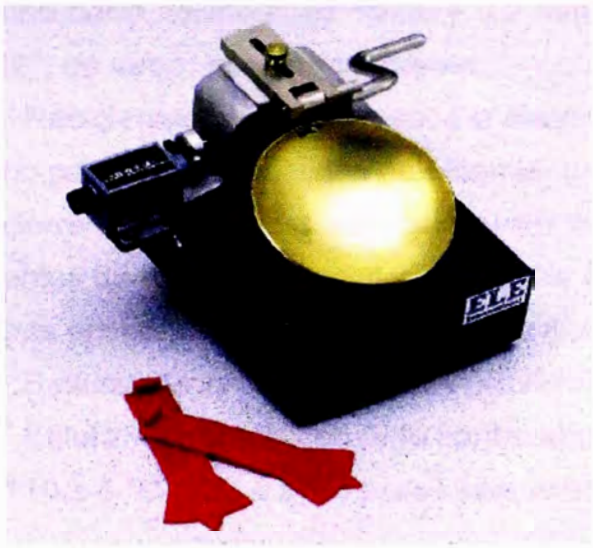
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS

Referencia

ASTM D-4318, AASHTO T-89, J. E. Bowles (Experimento Nº 3) , MTC E 110-2000

FIGURA N°3.2

EQUIPOS UTILIZADOS EN EL ENSAYO



Fuente: Propia

OBJETIVO

El límite líquido de un suelo es el contenido de humedad expresado en porcentaje del suelo secado en el horno, cuando éste se halla en el límite entre el estado plástico y el estado líquido.

El valor calculado deberá aproximarse al centésimo.

APARATOS

· Recipiente para almacenaje. Una vasija de porcelana de 115 mm (4 ½") de diámetro aproximadamente.

· Espátula. De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud y 20 mm (¾") de ancho aproximadamente.

· Aparato del límite líquido (o de Casagrande).

· Acanalador.

· Calibrador. Ya sea incorporado al ranurador o separado, de acuerdo con la dimensión crítica "d" mostrada en la Figura 3.3, y puede ser, si fuere separada, una barra de metal de 10.00 ± 0.2 mm (0.394" ±0.008") de espesor y de 50 mm (2") de largo, aproximadamente.

· Recipientes o Pesa Filtros. De material resistente a la corrosión, y cuya masa no cambie con repetidos calentamientos y enfriamientos. Deben tener tapas que cierren bien, sin costuras, para evitar las pérdidas de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para evitar la absorción de humedad de la atmósfera tras el secado y antes de la pesada final.

· Balanza. Una balanza con sensibilidad de 0.1 gr.

· Estufa. Termostáticamente controlado y que pueda conservar temperaturas de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F) para secar la muestra.

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO MULTIPUNTO
MUESTRA

Tómese una muestra que pese 150 - 200 g de una porción de material completamente mezclado que pase el tamiz de 0.425 mm (N° 40).

AJUSTE DEL APARATO

· Deberá inspeccionarse el aparato de límite líquido para verificar que se halle en buenas condiciones del trabajo. El pin que conecta la taza no debe estar tan gastado que tenga juego lateral, ni el tornillo que la conecta, hallarse tan gastado por el largo uso. Inspecciónese, además, el acanalador para verificar que las dimensiones límites son las indicadas en las figuras

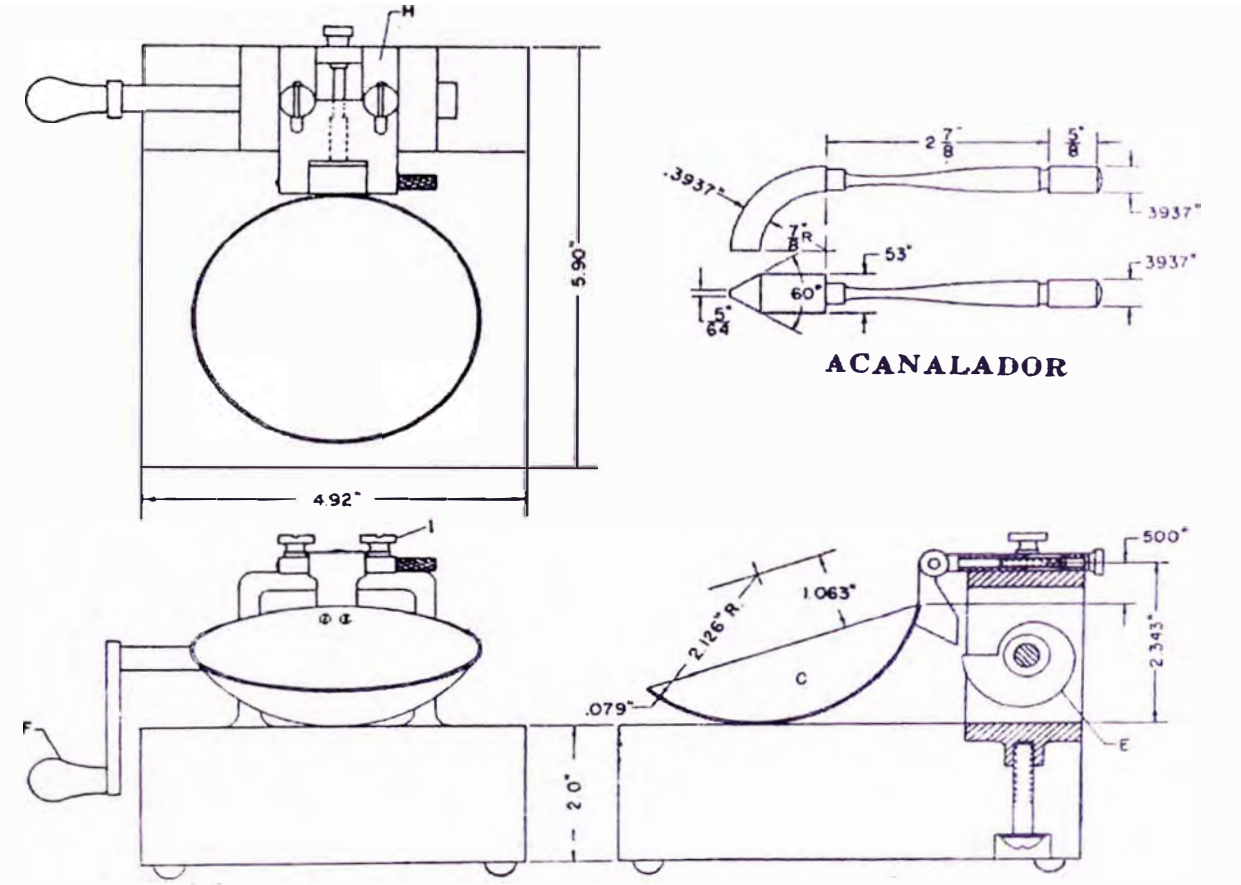
· Se considera desgaste excesivo, cuando el diámetro del punto de contacto sobre la base de la taza excede de 13 mm (0.5") o cuando cualquier punto sobre

el borde de la misma se ha desgastado aproximadamente en la mitad del espesor original. Aun cuando se aprecie una ligera ranura en el centro de la taza, ésta no es objetable. Pero si la ranura se pronuncia antes de que aparezcan otros signos de desgaste, debe considerarse que está excesivamente gastada y deberá reemplazarse.

· Por medio del calibrador del mango del ranurador y la platina de ajuste H (Figura 3.3), ajústese la altura a la cual se levanta la taza, de tal manera que el punto que hace contacto con la base al caer esté exactamente a 1 cm (0.394") sobre ésta. Asegúrese la platina de ajuste H, apretando los tornillos con el calibrador, aún colocado, compruébese el ajuste girando la manija rápidamente varias veces. Si el ajuste es correcto, un sonido de roce se oirá cuando la excéntrica golpea contra la taza, si se levanta del calibrador o no se oye ruido, hágase un nuevo ajuste.

FIGURA N°3.3

Copa de Casagrande



Fuente: Apuntes Ing. Luisa Shuan

PROCEDIMIENTO

· Colóquese la muestra de suelo en la vasija de porcelana y mézclese completamente con 15 a 20 ml de agua destilada, agitándola, amasándola y tajándola con una espátula en forma alternada y repetida. Realizar más adiciones de agua en incrementos de 1 a 3 ml. Mézclese completamente cada incremento de agua con el suelo como se ha descrito previamente, antes de cualquier nueva adición.

· Algunos suelos son lentos para absorber agua, por lo cual es posible que se adicionen los incrementos de agua tan rápidamente que se obtenga un límite líquido falso. Esto puede evitarse mezclando más y durante un mayor tiempo, (1 hora aproximadamente).

· Cuando haya sido mezclada suficiente agua completamente con el suelo y la consistencia producida requiera de 30 a 35 golpes de la cazuela de bronce para que se ocasione el cierre, colóquese una porción de la mezcla en la cazuela sobre el sitio en que ésta reposa en la base, y comprímasela hacia abajo, extiéndase el suelo hasta obtener la posición mostrada en la Figura 3.4 (con tan pocas pasadas de la espátula como sea posible), teniendo cuidado de evitar la inclusión de burbujas de aire dentro de la masa. Nivélese el suelo con la espátula y al mismo tiempo emparéjeselo hasta conseguir una profundidad de 1 cm en el punto de espesor máximo. Regrésese el exceso de suelo a la Vasija de porcelana.

· Divídase el suelo en la taza de bronce por pasadas firmes del acanalador a lo largo del diámetro y a través de la línea central de la masa del suelo de modo que se forme una ranura limpia y de dimensiones apropiadas. Para evitar rasgaduras en los lados de la ranura o escurrimientos de la pasta del suelo a la cazuela de bronce, se permite hacer hasta 6 pasadas de adelante hacia atrás o de atrás hacia adelante, contando cada recorrido como una pasada; con cada pasada el acanalador debe penetrar un poco más profundo hasta que la última pasada de atrás hacia adelante limpie el fondo de la cazuela. Hágase una ranura con el menor número de pasadas posible.

FIGURA N°3.4

Diagrama ilustrativo del ensayo de límite liquido

Fuente: Apuntes Ing. Luisa Shuan

Elévese y golpéese la taza de bronce girando la manija F, a una velocidad de 1,9 a 2,1 golpes por segundo, hasta que las dos mitades de la pasta de suelo se pongan en contacto en el fondo de la ranura, a lo largo de una distancia de cerca de 13 mm (0.5"). Anótese el número de golpes requeridos para cerrar la ranura.

· En lugar de fluir sobre la superficie de la taza algunos suelos tienden a deslizarse. Cuando esto ocurra, deberá a agregarse mas agua a la muestra y mezclarse de nuevo, se hará la ranura con el acanalador y se repetirá el Punto anterior; si el suelo sigue deslizándose sobre la taza de bronce a un número de golpes inferior a 25, no es aplicable este ensayo y deberá indicarse que el límite líquido no se puede determinar.

· Sáquese una tajada de suelo aproximadamente del ancho de la espátula, tomándola de uno y otro lado y en ángulo recto con la ranura e incluyendo la porción de ésta en la cual se hizo contacto, y colóquese en un recipiente adecuado.

Pésese y anótese. Colóquese el suelo dentro del pesafiltro en el horno a 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F) hasta obtener peso constante y vuélvase a pesar tan pronto como se haya enfriado pero antes de que pueda haber absorbido humedad higroscópica. Anótese este peso, así como la pérdida de peso debida al secamiento y el peso del agua.

· Transfiérase el suelo sobrante en la taza de bronce a la cápsula de porcelana. Lávese y séquese la taza de bronce y el ranurador y ármese de nuevo el aparato del límite líquido para repetir el ensayo.

· Repítase la operación anterior por lo menos en dos ensayos adicionales, con el suelo restante en la vasija de porcelana, al que se le ha agregado agua suficiente para ponerlo en un estado de mayor fluidez. El objeto de este

procedimiento es obtener muestras de tal consistencia que al menos una de las determinaciones del número de golpes requeridos para cerrar la ranura del suelo se halle en cada uno de los siguientes intervalos: 25-35; 20-30; 15-25. De esta manera, el alcance de las 3 determinaciones debe ser de 10 golpes.

CALCULOS

Calcúlese el contenido de humedad del suelo, expresándolo como porcentaje del peso del suelo secado en el horno como sigue:

$$Contenido\ de\ Humedad = \frac{Peso\ del\ agua}{Peso\ del\ suelo\ secado\ en\ el\ horno} x100$$

Calcúlese el porcentaje de humedad, con aproximación a un entero.
Preparación de la curva de fluidez. Trácese una, "curva de fluidez" que represente la relación entre el contenido de humedad y el correspondiente número de golpes de la taza de bronce, en un gráfico de papel semilogarítmico. Con el contenido de humedad como ordenada sobre la escala aritmética, y el número de golpes como Abscisa sobre la escala logarítmica. la curva de flujo es una línea recta promedia, que pasa tan cerca como sea posible a través de los tres o más puntos dibujados.
Límite líquido. Tómese el contenido de humedad correspondiente a la intersección de la curva de flujo con la ordenada de 25 golpes como límite líquido del suelo y aproxímese este valor a un número entero.

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DE UN PUNTO.
APARATOS

Los mismos que se han descrito en el presente modo operativo.

PREPARACIÓN DEL ESPÉCIMEN DE ENSAYO

Preparar el espécimen en la misma forma como se describió en las secciones antes descritas, excepto que en el mezclado el contenido de humedad se ajuste a una consistencia que requiere de 20 a 30 golpes de la copa de límite líquido para cerrar la ranura.

El ensayo se efectúa en la misma forma que para el método antes descrito (multipunto) con la diferencia que el contenido de humedad de la muestra se debe tomar cuando el número de golpes requerido para cerrar la ranura esté comprendido entre 20 y 30. Si se requiere menos de 20 o más de 30 golpes, se ajustará el contenido de humedad del suelo y se repetirá el procedimiento.
Inmediatamente después de remover un espécimen para contenido de humedad como se describió anteriormente, formar nuevamente el suelo en la copa, añadiendo una pequeña cantidad de suelo para reponer la pérdida debida a la ranuración y las orientaciones de muestreo para contenido de humedad.
Repetir, y si el segundo cierre de la ranura requiere el mismo numero de golpes o no más de dos golpes de diferencia, tomar otro espécimen para contenido de humedad. De otro modo, mezclar de nuevo todo el espécimen y repetir.

***Nota**: El excesivo secado o inadecuado puede causar variación en el número de golpes*

CÁLCULOS

Determinar el límite líquido para cada espécimen de acuerdo al número de golpes y contenido de humedad, usando una de las siguientes ecuaciones:

$$LL = W^n \left[\frac{N}{25}\right]^{0.121}$$

$$LL = KW^n$$

Donde:
N = Número de golpes que causan el cierre de la ranura para el contenido de humedad
Wn = Contenido de humedad del suelo, para N golpes.
K = factor dado en la Tabla 3.2.

El límite es el promedio de los valores de dos pruebas de límite líquido. Si la diferencia entre las dos pruebas es mayor de uno el ensayo debe repetido.

Tabla Nº 3.2
Tamaño máximo de las partículas

N (Numero de golpes)	K (Factor para límite líquido)
20	0,974
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Fuente: Apuntes Ing. Luisa Shuan

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

Referencia

ASTM D-4318, AASHTO T-90, J. E. Bowles (Experimento Nº 3) , MTC E 111-2000

OBJETIVO

Es la determinación en el laboratorio del límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo.
Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen.

APARATOS

· Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.
· Recipiente para Almacenaje, de 115 mm (4 ½") de diámetro.
· Balanza, con aproximación a 0.1g.
· Horno o Estufa, termostáticamente controlado regulable a 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F).
· Tamiz, de 426 µm (N° 40).
· Agua destilada.
· Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para determinación de humedades.
· Superficie de rodadura. Comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

· Si se quiere determinar sólo el L.P., se toman aproximadamente 20 g de la muestra que pase por el tamiz de 426 mm (N° 40), preparado para el ensayo de límite líquido. Se amasa con agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera con la masa de suelo. Se toma una porción de

1,5 gr a 2,0 gr de dicha esfera como muestra para el ensayo.

· El secado previo del material en horno o estufa, o al aire, puede cambiar (en general, disminuir), el límite plástico de un suelo con material orgánico, pero este cambio puede ser poco importante.

· Si se requieren el límite liquido y el límite plástico, se toma una muestra de unos 15 g de la porción de suelo humedecida y amasada, preparada de acuerdo a la guía (*determinación del límite líquido de los suelos*). La muestra debe tomarse en una etapa del proceso de amasado en que se pueda formar fácilmente con ella una esfera, sin que se pegue demasiado a los dedos al aplastarla.

Si el ensayo se ejecuta después de realizar el del límite líquido y en dicho intervalo la muestra se ha secado, se añade más agua.

PROCEDIMIENTO

· Se moldea la mitad de la muestra en forma de elipsoide y, a continuación, se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros.

· Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3.2 mm (1/8") no se ha desmoronado, se vuelve a hacer una elipsoide y a repetir el proceso, cuantas veces sea necesario, hasta que se desmorone aproximadamente con dicho diámetro.

· El desmoronamiento puede manifestarse de modo distinto, en los diversos tipos de suelo:

· En suelos muy plásticos, el cilindro queda dividido en trozos de unos 6 mm de longitud, mientras que en suelos plásticos los trozos son más pequeños.

· La porción así obtenida se coloca en vidrios de reloj o pesa-filtros tarados, se continúa el proceso hasta reunir unos 6 g de suelo y se determina la humedad de acuerdo a la guía de Determinación del contenido de humedad.

· Se repite, con la otra mitad de la masa, el proceso indicado.

CÁLCULOS

Calcular el promedio de dos contenidos de humedad. Repetir el ensayo si la diferencia entre los dos contenidos de humedad es mayor que el rango aceptable para los dos resultados listados en la tabla 3.3 para la precisión de un operador.

Tabla Nº 3.3
Tabla de estimados de precisión

Indice de precision y tipo de ensayo	Desviacion Estandar	Rango Aceptable de dos Resultados
Precision de un operador simple		
Limite Plastico	0.9	2.6
Precision multilaboratorio		
Limite Plastico	3.7	10.6

Fuente: Apuntes Ing. Luisa Shuan

El límite plástico es el promedio de las humedades de ambas determinaciones. Se expresa como porcentaje de humedad, con aproximación a un entero y se calcula así:

$$Limite\ Plastico = \frac{Peso\ de\ Agua}{Peso\ de\ Suelo\ secado\ al\ horno} x100$$

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Se puede definir el índice de plasticidad de un suelo como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

L.P.= L.L. – L.P.

Donde:
L.L. = Límite Líquido
P.L. = Límite Plástico
L.L. y L.P., son números enteros

· Cuando el límite líquido o el límite plástico no puedan determinarse, el índice de plasticidad se informará con la abreviatura NP (no plástico).

· Así mismo, cuando el límite plástico resulte igual o mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se informará como NP(no plástico).

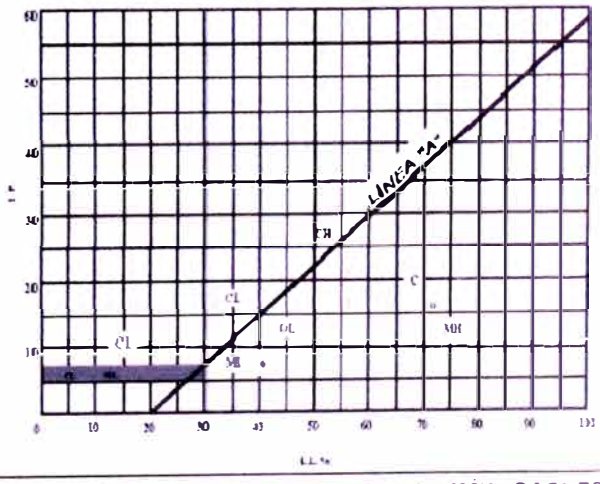
3.1.3 Clasificación SUCS NTP 339.134 (ASTM D-2487)

Tabla Nº 3.4
Tabla Clasificación SUCS

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)
INCLUYENDO IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN

DIVISIÓN MAYOR					SIMBOLO		NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO	
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 ⊕	Las partículas de 0.074 mm de diámetro (la malla No.200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4	PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE ½ cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4	GRAVAS LIMPIA Poco o nada de partículas finas	GW		Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	DETERMÍNESE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA, DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE FINOS (fracción que pasa por la malla No. 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO SIGUE: Menos del 5% GW,GP,SW,SP, más del 12% GM,GC,SM,SC. Entre 5% y 12% Casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles **	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Cu. mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA Cc. entre 1 y 3 $Cu = D_{60} / D_{10}$ $Cc = (D_{10})^2 / (D_{10})(D_{60})$
					GP		Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos		NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW
				GRAVA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	* GM	d	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo		LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4. — Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles
						u			LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.
					GC		Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla		
		ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4		ARENA LIMPIA Poco o nada de partículas finas	SW		Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.		$Cu = D_{60} / D_{10}$ mayor de 6 ; $Cc = (D_{10})^2 / (D_{10})(D_{60})$ entre 1 y 3
					SP		Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.		No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW
				ARENA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	* SM	d	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4. — Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles
						u			LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.
					SC		Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla		
SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 ⊕		LIMOS Y ARCILLAS	Límite Líquido menor de 50		ML		Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	G – Grava, S – Arena, O – Suelo Orgánico, P – Turba, M – Limo C – Arcilla, W – Bien Graduada, P – Mal Graduada, L – Baja Compresibilidad, H – Alta Compresibilidad	
					CL		Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres		
					OL		Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad		
		LIMOS Y ARCILLAS	Límite Líquido Mayor de 50		MH		Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos.		
					CH		Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.		
					OH		Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad		
		SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS			P		Turbas y otros suelos altamente orgánicos.		

CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.)



** CLASIFICACIÓN DE FRONTERA- LOS SUELOS QUE POSEAN LAS CARACTERÍSTICAS DE DOS GRUPOS SE DESIGNAN CON LA COMBINACIÓN DE LOS DOS SÍMBOLOS; POR EJEMPLO GW-GC, MEZCLA DE ARENA Y GRAVA BIEN GRADUADAS CON CEMENTANTE ARCILLOSO.
⊕ TODOS LOS TAMAÑOS DE LAS MALLAS EN ESTA CARTA SON LOS U.S. STANDARD.
* LA DIVISIÓN DE LOS GRUPOS GM Y SM EN SUBDIVISIONES d Y u SON PARA CAMINOS Y AEROPUERTOS UNICAMENTE. LA SUB-DIVISIÓN ESTÁ BASADA EN LOS LÍMITES DE ATTERBERG EL SUFIJO d SE USA CUANDO EL L.L. ES DE 28 O MENOS Y EL I.P. ES DE 6 O MENOS. EL SUFIJO u ES USADO CUANDO EL L.L. ES MAYOR QUE 28.

Fuente: Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica, Terzaghi

El sistema cubre los suelos gruesos y finos, distinguiendo ambos por el cribado a través de la malla 200; las partículas gruesas son mayores que dicha malla y las finas, menores. Un suelo se considera grueso si más del 50% de sus partículas son gruesas, y fino, si más de la mitad de sus partículas, en peso, son finas.
Se describirán en primer lugar los diferentes grupos referentes a suelos gruesos.

Suelos Gruesos

El símbolo de cada grupo está formado por dos letras mayúsculas, que son las iniciales de los nombres ingleses de los suelos más típicos de ese grupo. El significado se especifica abajo.

a) Gravas y suelos en que predominen éstas. Símbolo genérico **G** (gravel)
b) Arenas y suelos arenosos. Símbolo genérico **S** (sand)

Las gravas y las arenas se separan con malla Nº 4, de manera que un suelo pertenece al grupo genérico G, si más del 50% de sus fracción gruesa (retenida en la malla 200) no pasa la malla Nº 4, y es del grupo genérico S, en caso contrario.

Las gravas y las arenas se subdividen en cuatro tipos:

1. Material prácticamente limpio de finos, bien graduado. Símbolo W (well graded). En combinación con los símbolos genéricos, se obtienen los grupos GW y SW.
2. Material prácticamente limpio de finos, mal graduado. Símbolo P (poorly graded). En combinación con los símbolos genéricos, se obtienen los grupos GP y SP.
3. Material con cantidad aprecible de finos no plásticos. Simbolo M (del sueco mo y mjala). En combinación con los simbolos genéricos, da lugar a los grupos GM y SM.
4. Material con cantidad apreciable de finos plásticos. Símbolo C (clay). En combinación con los simbolos genéricos, da lugar a los grupos GC y SC.

A continuación se describen los grupos anteriores a fin de proporcionar criterios mas detallados de identificación, tanto en el campo como en el laboratorio.

Grupos GW y SW

Según se dijo, estos suelos son bien graduados y con pocos finos o limpios por completo. La presencia de los finos que puedan contener estos grupos no deben producir cambios apreciables en las características de resistencia de la fracción gruesa, ni interferir con su capacidad de drenaje. Los anteriores requisitos se garantizan en la practica, especificando que en estos grupos el contenido de partículas finas no sea mayor de un 5%, en peso. La graduación se juzga, en el laboratorio, por medio de los coeficientes de uniformidad y curvatura. Para considerar una grava bien graduada se exige que su coeficiente de uniformidad sea mayor que 4, mientras el de curvatura debe estar comprendida entre 1 y 3. En el caso de las arenas bien graduadas, el coeficiente de uniformidad será mayor que 6, en tanto el de curvatura debe estar entre los mismos limites.

Grupos GP y SP

Estos suelos son mal graduados; es decir, son de apariencia uniforme o presentan predominio de un tamaño o de una margen de tamaño, faltando algunos intermedios; en el laboratorio, deben satisfacer los requisitos señalados para los dos grupos anteriores, en lo referente a su contenido de partículas finas, pero no cumplen los requisitos de graduación indicados para su consideración como bien graduados. Dentro de estos grupos están comprendidas las gravas uniformes, tales como las que se depositan en los lechos de los ríos, las arenas uniformes, de médanos y playas y las mezclas de gravas y arenas finas, provenientes de estratos diferentes obtenidas durante un proceso de excavación.

Grupos GM y SM

En estos grupos el contenido de finos afecta la características de resistencia y esfuerzo-deformación y la capacidad de drenaje libre de la fracción gruesa; en la practica se ha visto que esto ocurre para porcentajes de finos superiores a 12%, en peso, por lo que esa cantidad se toma como frontera inferior de dicho contenido de partículas finas. La plasticidad de los finos en estos grupos varia entre “nula” y “media”; es decir, es requisito que los limites de plasticidad

localicen a la fracción que pase la malla Nº 40 debajo de la Linea A o bien que su índice de plasticidad sea menor que 4.

Grupos GC y SC

Como antes, el contenido de finos de estos grupos de suelos debe ser mayor que 12%, en peso, y por las mismas razones expuestas para los grupos GM y SM. Sin embargo, en estos casos, los finos son de media a alta plasticidad; es ahora requisito que los limites de plasticidad situen a la fracción que pase la malla Nº 40 sobre la Linea A, teniéndose, además, la condición de que el índice plástico sea mayor 7.

A los suelos gruesos con contenido de finos comprendido entre 5% y 12 %, en peso, el Sistema Unificado los considera caso frontera, adjudicándoles un símbolo doble. Por ejemplo, un símbolo GP-GC indica una grava mal graduada, con un contenido entre 5% y 12% de finos plásticos (arcillosos).

Cuando un material no cae claramente dentro de un grupo, deberán usarse también simbolos dobles, correspondientes a casos de frontera. Por ejemplo, el símbolo GW-SW se usara para un material bien graduado, con menos de 5% de finos y formada su fracción gruesa por iguales proporciones de grava y arena.

Suelos Finos

Tambien en este caso el sistema considera a los suelos agrupados, formándose el símbolo de cada grupo por dos letras mayúsculas, elegidas con un criterio similar al usado para los suelos gruesos, y dando lugar a las siguientes divisiones:

a) Limos inorgánicos, de símbolo genérico M (del sueco mo y mjala)
b) Arcillas inorgánicas, de símbolo genérico C (clay)
c) Limos y arcillas organicas, de símbolo genérico O (organic)

Cada uno de estos tres tipos de suelos se subdividen, según su limite liquido, en dos grupos. Si este es menor de 50%, es decir, si son suelos de compresibilidad

baja o media, se añade al símbolo genérico la letra L (low compressibility), obteniéndose por esta combinación los grupos ML, CL y OL. Los suelos finos con limite liquido mayor de 50%, o sea de alta compresibilidad, llevan tras el símbolo genérico la letra H (high compressibility), teniéndose asi los grupos MH, CH y OH.

Ha de notarse que las letras L y H no se refieren a baja o alta plasticidad, pues esta propiedad del suelo, como se ha dicho, ha de expresarse en función de dos parámetros (LL y Ip), mientras que en el caso actual solo el valor del limite liquido interviene. Por otra parte, ya se hizo notar que la compresibilidad de un suelo es una función directa del liquido, de modo que un suelo es mas compresible a mayor limite liquido.

Tambien es preciso tener en cuenta que el termino compresibilidad tal como aquí se trata, se refiere a la pendiente del tramo virgen de la curva de compresibilidad y no a la condición actual del suelo inalterado, pues éste puede estar seco parcialmente o preconsolidado.

Los suelos altamente orgánicos, usualmente fibrosos, tales como turbas y suelos pantanosos, extremadamente compresibles, forman un grupo independiente de símbolo Pt (del ingles peat; turba).

Grupos CL y CH

Según ya se dijo, en estos grupos se encasillan las arcillas inorgánicas. El grupo CL comprende a la zona sobre la Línea A, definida por LL<50% e Ip>7%.

El grupo CH corresponde a la zona arriba de la Línea A, definida por LL>50%. Las arcillas formadas por descomposición química de cenizas volcánicas, tales como la bentonita o la arcilla del Valle de México, con, limites líquidos de hasta 500%, se encasillan en el grupo CH.

Grupos ML y MH

El grupo ML comprende la zona bajo la Línea A, definida por LL<50% y la porción sobre la Línea A con Ip<4. El grupo MH corresponde a la zona debajo de la línea A, definida por LL>50%.

En estos grupos quedan comprendidos los limos típicos inorgánicos y limos arcillosos. Los tipos comunes de limos inorgánicos y polvo de roca, con LL<30%,

se localizan en el grupo ML. Los depósitos eólicos, del tipo del Loess, con 25%<LL<35% usualmente, caen también en este grupo.
Un tipo interesante de suelos finos que caen en esta zona son las arcillas del tipo caolín, derivados de los feldespatos de rocas graníticas, a pesar de que el nombre de arcilla esta muy difundido para estos suelos, algunas de sus características corresponden a limos inorgánicos; por ejemplo, su resistencia en estado seco es relativamente baja y en estado húmedo muestran cierta reacción a la prueba de dilatancia; sin embargo, son suelos finos y suaves con un alto porcentaje de partículas de tamaño de arcilla, comparable con el de otras arcillas caen en casos de frontera ML-CL y MH-CH, dada su proximidad con dicha línea.
Las tierras diatomáceas prácticamente puras suelen no ser plásticas, por mas que su limite liquido pueda ser mayor que 100% (MH). Sus mezclas con otros suelos de partículas finas son también de los grupos ML o MH.
Los suelos finos que caen sobre la Línea A y con 4%<Ip<7% se consideran como casos de frontera, asignándoles el símbolo doble CL-ML.

Grupos OL y OH

Las zonas correspondientes a estos dos grupos son las mismas que las de los grupos ML y MH, respectivamente, si bien los orgánicos están siempre en lugares próximos a la Línea A.
Una pequeña adición de materia orgánica coloidal hace que el limite liquido de una arcilla inorgánica crezca, sin apreciable cambio de su índice plástico; esto hace que el suelo se desplace hacia la derecha en la Carta de Plasticidad, pasando a ocupar una posición más alejada de la Línea A.

Grupo Pt

Las pruebas de los limites pueden ejecutarse en la mayoría de los suelos turbosos, después de un completo remoldeo. El limite liquido de estos suelos suele estar entre 300% y 500%, quedando su posición en la Çarta de Plasticidad netamente debajo de la Línea A; el índice plástico normalmente varia entre 100% y 200%.
Similarmente al caso de los suelos gruesos, cuando un material fino no cae claramente en uno de los grupos, se usaran para el símbolo dobles de frontera.

Por ejemplo, MH-CH representara un suelo fino con LL>50% e índice plástico tal que el material quede situado prácticamente sobre la Línea A.

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos no se concreta a ubicar al material dentro de uno de los grupos enumerados, sino que abarca, además, una descripción del mismo, tanto alterado como inalterado. Esta descripción puede jugar un papel importante en la formación de un sano criterio técnico y, en ocasiones, puede resultar de fundamental importancia para poner de manifiesto características que escapan a la mecánica de las pruebas que se realizan.

3.1.4 Clasificación AAHSTO M-145

La clasificación AASHTO.

El sistema de clasificación de suelos de la "American Association of State Highway and Transportation Officials" es el más utilizado actualmente y se basa en las prestaciones de suelos utilizados en la práctica para construir carreteras.

La tabla que viene a continuación muestra la distribución que hace el sistema. Divide los materiales en siete grupos principales con varios subgrupos.

La tabla muestra el análisis según mallas así como el límite líquido e índice de plasticidad de las fracciones que pasan la malla Nº40. Al pie de la tabla aparece el índice del grupo fundado en una fórmula que tiene en cuenta el tamaño de la partícula, y los índices Limite Liquido e Índice de plasticidad. El índice del grupo indica la idoneidad de un suelo determinado para construir explanaciones. El índice de un grupo igual a "0" indica un material bueno mientras que un índice igual a "20" indica un material deficiente.

Tabla Nº 3.5
Clasificación AASHTO

Clasificación General[a]	Materiales Granulares (35% o menos pasan la malla No. 200)							Materiales Limo Arcillosos (Pasan más del 35 por ciento la malla No. 200)			
Clasificación Por Grupos	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5, A-7-6
Análisis granulométrico % que pasa:											
No. 10	50 máx										
No. 40	30 máx	50 máx	51 mín								
No. 200	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín
Características de la fracción que pasa la malla No. 40											
Límite líquido				40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
Índice de plasticidad	6 máx		N.P.[b]	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Tipos usuales de los materiales componentes importantes	Fragmentos de piedra grava y arena		Arena fina	Arena y grava limosas o arcillosas.				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Clasificación general como subrasante	De excelente a buena							De regular a mala			

[a]Procedimiento de clasificación. Teniendo presentes los datos de prueba necesarios, procédase de izquierda a derecha en el cuadro: se encontrará el grupo correcto siguiendo un proceso de eliminación. El primer grupo de la izquierda que corresponde con los datos de la prueba es la clasificación correcta. El grupo A-7 se subdivide en A-7-5 o A-7-6, según el límite plástico. Para $w_p < 30$, la clasificación es A-7-6; para $w_p > 30$, A-7-5.

Fuente: Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica, Terzaghi

En la Tabla Nº 3.6 se presenta un resumen de los resultados de los ensayos estándar realizados.

Tabla Nº 3.6
RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	LIMITES			CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AAHSTO
			LL(%)	LP(%)	IP(%)		
C-1	M-1	2.00 m	NP	NP	NP	SM	A-2-4(0)
C-2	M-1	2.00 m	19	NP	NP	SM	A-4(0)
C-3	M-1	2.00 m	19	NP	NP	ML	A-4(0)
C-4	M-1	2.00 m	26	20	6	SC	A-4(0)
C-5	M-1	2.00 m	30	23	8	CL	A-4(4)
C-6	M-1	2.00 m	NP	NP	NP	SM	A-2-4(0)
C-7	M-1	2.00 m	28	26	2	ML	A-4(0)
P-1(*)	M-1	3.00 m	NP	NP	NP	SM	A-2-4(0)
P-2(*)	M-1	3.00 m	NP	NP	NP	SP-SM	A-1b(0)

Fuente: Elaboración propia
(*): Datos tomados del expediente Diseño del Reservorio del Centro Poblado La Quebrada, Cañete 2008

Leyenda:
LL : Limite plástico
LP : Limite plástico
IP : Índice de plasticidad
SUCS : Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
AASHTO : American Association of State Highway and Transportation Officials

CONCLUSIONES

- No existe nivel freático en la profundidad de exploración (calicatas h=2.00m), sin embargo el nivel freático se encuentra aproximadamente a 10 metros de profundidad (ver mapa de Hidrosoipsas).

- Respecto a la sismicidad del área de estudio, ésta se encuentra ubicada dentro la Zona Nº 3 (Zona de Alta Sismicidad), por lo que se deberá tener en cuenta la posibilidad de que se presenten sismos de considerable magnitud, con intensidades de VII a IX en la Escala de Mercalli Modificada.

- En lo que respecta a la Geodinámica Externa, el suelo de fundación no estará sujeto a socavaciones, menos a deslizamientos, así como no se ha encontrado evidencias de hundimiento ni levantamientos en el terreno. Asimismo en el área de estudio no presenta en la actualidad riesgo alguno como posibles aluviones, huaycos, deslizamientos de masas de tierras, o inundaciones, etc.

- El contenido de Sulfatos y sales solubles totales presentes en el suelo de fundación son 140.00ppm y 671.00ppm respectivamente obtenidos de los ensayos no es perjudicial por encontrarse debajo de los rangos permisibles (ver tabla Nº 2.4)

- El estrato de apoyo se caracteriza por ser material gravo-limoso, en estado semicompacto, estos materiales salvo algunas variaciones puntuales clasifican como SM de la clasificación SUCS.

- Estos resultados permiten concluir que la presencia de agentes nocivos al concreto no ocasionará ataque a la estructuras por lo que se recomienda el uso de cemento Tipo I como el adecuado.

RECOMENDACIONES

- La toma de muestra inalterada de suelo extraído debe llevarse al laboratorio embolsado a fin de mantener la humedad natural.
- Por los ensayos realizados no se han encontrado arcillas expansivas lo cual no afectaría nuestra red en posible filtración de agua.
- Realizar un buen estudio de mecánica de suelos para determinar las principales características físicas y mecánicas del suelo, en el cual se ubicará el tendido de las tuberías para el agua Potable.
- Se recomienda en zonas especificas y donde haya probabilidad de deslizamiento de terreno el uso de tablestacados, de los ensayos no se aprecia arenas sueltas.

BIBLIOGRAFIA

- Braja M. Das, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, 1999
- Cabrera Reyes, Enrique José, Análisis e interpretación de ensayos geotécnicos in-situ y laboratorio, Lima,1987.
- Delgado Fernández José Valerio, Diseño del Reservorio Centro Poblado La Quebrada, Cañete 2008
- Juarez Badillo, Rico rodriguez, Mecanica de Suelos, México 1998
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones, Lima 2006
- TGP, Plan de Manejo Ambiental del Loop Costa, Perú 2008.
- Urriola Solano, Guillermo, Estudio sísmico y plan de rehabilitación urbana del Distrito de San Luis-Cañete, Lima, 1976
- Vega Rojas Esteban , Red de Alcantarillado Centro Poblado La Quebrada, Cap. II, Art 2.2,Cañete 2003

ANEXOS

REGISTRO DE CALICATAS

REGISTRO DE CALICATA C-1

SOLICITADO		GRUPO Nº 2 - CURSO TITULACION UNI-FIC					NIVEL FREATICO		N.A
PROYECTO		ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL CENTRO POBLADO "LA QUEBRADA"					REGISTRADO POR		P.A
UBICACIÓN		CENTRO POBLADO "LA QUEBRADA"-DISTRITO DE SAN LUIS					REVISADO POR		J.M.
PROFUNDIDAD		2.00 m.	COORDENADAS	N 8558517.78	COTA (msnm)	104.20	FECHA: SETIEMBRE 2009		
				E 348968.373			HUMEDAD NATURAL Y LIMITES DE CONSISTENCIA		OCH
PROF. (m)	SIMBOLO (SUCS)	SIMBOLO GRAFICO	DESCRIPCION DEL MATERIAL			MUESTRA	LL (%)	IP (%)	W (%)	(%)
	R		Relleno arenoso limoso con gravas angulosas, ligeramente compacto secocontaminado con restos de bolsas plasticas y residuos organicos			S/M	-	-	-	-
0.5	SM		Arena limosa, mezcla de arena y limos. De grado fino a medio color beige claro, poca humedad			C-1	NP	NP	NP	-
1.0										
1.5										
2.0										
2.5										

REGISTRO DE CALICATA C-2

SOLICITADO		GRUPO Nº 2 - CURSO TITULACION UNI-FIC					NIVEL FREATICO		N.A
PROYECTO		ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL CENTRO POBLADO "LA QUEBRADA"					REGISTRADO POR		P.A
UBICACIÓN		CENTRO POBLADO "LA QUEBRADA"					REVISADO POR		J.M.
PROFUNDIDAD		2.00 m.	COORDENADAS	N 349146.396	COTA (msnm)	105.60 m	FECHA SETIEMBRE 2009		
				E 8558415.214			HUMEDAD NATURAL Y LIMITES DE CONSISTENCIA		OCH
PROF. (m)	SIMBOLO (SUCS)	SIMBOLO GRAFICO	DESCRIPCION DEL MATERIAL			MUESTRA	LL (%)	IP (%)	W (%)	(%)
	R		Relleno arenoso limoso con gravas angulosas, ligeramente compacto secocontaminado con restos de bolsas plasticas y residuos organicos			S/M	-	-	-	-
0.5 1.0 1.5 2.0	SM		Arena limosa, mezcla de arena y limos. De grado fino a medio color beige claro, poca humedad			C-2	19	NP	NP	-
2.5										

REGISTRO DE CALICATA C-3

SOLICITADO		GRUPO Nº 2 - CURSO TITULACION UNI-FIC					NIVEL FREATICO		N.A
PROYECTO		ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL CENTRO POBLADO "LA QUEBRADA"					REGISTRADO POR		P.A
UBICACIÓN		CENTRO POBLADO "LA QUEBRADA"					REVISADO POR		J.M.
PROFUNDIDAD		2.00 m.	COORDENADAS	N 8558415.214	COTA (msnm)	104.20 m	FECHA: SETIEMBRE 2009		
				E 348938.942			HUMEDAD NATURAL Y LIMITES DE CONSISTENCIA		OCH
PROF. (m)	SIMBOLO (SUCS)	SIMBOLO GRAFICO	DESCRIPCION DEL MATERIAL			MUESTRA	LL (%)	IP (%)	W (%)	(%)
0.5	R		Relleno arenoso limoso con gravas angulosas, ligeramente compacto secocontaminado con restos de bolsas plasticas y residuos organicos			S/M	-	-	-	-
1.0 1.5 2.0	ML		Limos inorgánicos y arcillosos ligeramente plásticos. De grado fino color beige claro, poca humedad			C-3	19	NP	NP	-
2.5										

REGISTRO DE CALICATA C-4

SOLICITADO		GRUPO Nº 2 - CURSO TITULACION UNI-FIC					NIVEL FREATICO		N.A
PROYECTO		ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL CENTRO POBLADO "LA QUEBRADA"					REGISTRADO POR		P.A
UBICACIÓN		CENTRO POBLADO "LA QUEBRADA"					REVISADO POR		J.M.
PROFUNDIDAD		2.00 m.	COORDENADAS	N 8558684.245 E 348974.23	COTA (msnm)	104.10 m	FECHA: OCTUBRE 2009		
							HUMEDAD NATURAL Y LIMITES DE CONSISTENCIA		OCH
PROF. (m)	SIMBOLO (SUCS)	SIMBOLO GRAFICO	DESCRIPCION DEL MATERIAL			MUESTRA	LL (%)	IP (%)	W (%)	(%)
0.5	R		Relleno arenoso limoso con gravas angulosas, ligeramente compacto secocontaminado con restos de bolsas plasticas y residuos organicos			S/M	-	-	-	-
1.0 1.5 2.0	SC		Limos inorgánicos y arcillosos ligeramente plásticos. De grado fino color beige claro, poca humedad			C-4	26	20	6	-
2.5										

REGISTRO DE CALICATA C-5

SOLICITADO		GRUPO Nº 2 - CURSO TITULACION UNI-FIC					NIVEL FREATICO		N.A
PROYECTO		ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL CENTRO POBLADO "LA QUEBRADA"					REGISTRADO POR		P.A
UBICACIÓN		CENTRO POBLADO "LA QUEBRADA"					REVISADO POR		J.M.
PROFUNDIDAD		2.00 m.	COORDENADAS	N 8558484.498 E 348739.813	COTA (msnm)	98.80 m	FECHA: OCTUBRE 2009		
							HUMEDAD NATURAL Y LIMITES DE CONSISTENCIA		OCH
PROF. (m)	SIMBOLO (SUCS)	SIMBOLO GRAFICO	DESCRIPCION DEL MATERIAL			MUESTRA	LL (%)	IP (%)	W (%)	(%)
0.5	R		Relleno arenoso limoso con gravas angulosas, ligeramente compacto secocontaminado con restos de bolsas plasticas y residuos organicos			S/M	-	-	-	-
1.0 1.5 2.0	CL		Limos inorgánicos y arcillosos ligeramente plásticos. De grado fino color beige claro, poca humedad			C-5	30	23	8	-
2.5										

REGISTRO DE CALICATA C-6

SOLICITADO		GRUPO N° 2 - CURSO TITULACION UNI-FIC					NIVEL FREATICO		N.A
PROYECTO		ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL CENTRO POBLADO "LA QUEBRADA"					REGISTRADO POR		P.A
UBICACIÓN		CENTRO POBLADO "LA QUEBRADA"					REVISADO POR		J.M.
PROFUNDIDAD		2.00 m.	COORDENADAS	N 8558505.301	COTA (msnm)	105.20 m	FECHA OCTUBRE 2009		
				E 349083.501			HUMEDAD NATURAL Y LIMITES DE CONSISTENCIA		OCH
PROF. (m)	SIMBOLO (SUCS)	SIMBOLO GRAFICO	DESCRIPCION DEL MATERIAL			MUESTRA	LL (%)	IP (%)	W (%)	(%)
0.5	R		Relleno arenoso limoso con gravas angulosas, ligeramente compacto secocontaminado con restos de bolsas plasticas y residuos organicos			S/M	-	-	-	-
1.0 1.5 2.0	SM		Limos inorgánicos y arcillosos ligeramente plásticos. De grado fino color beige claro, poca humedad			C-6	NP	NP	NP	-
2.5										

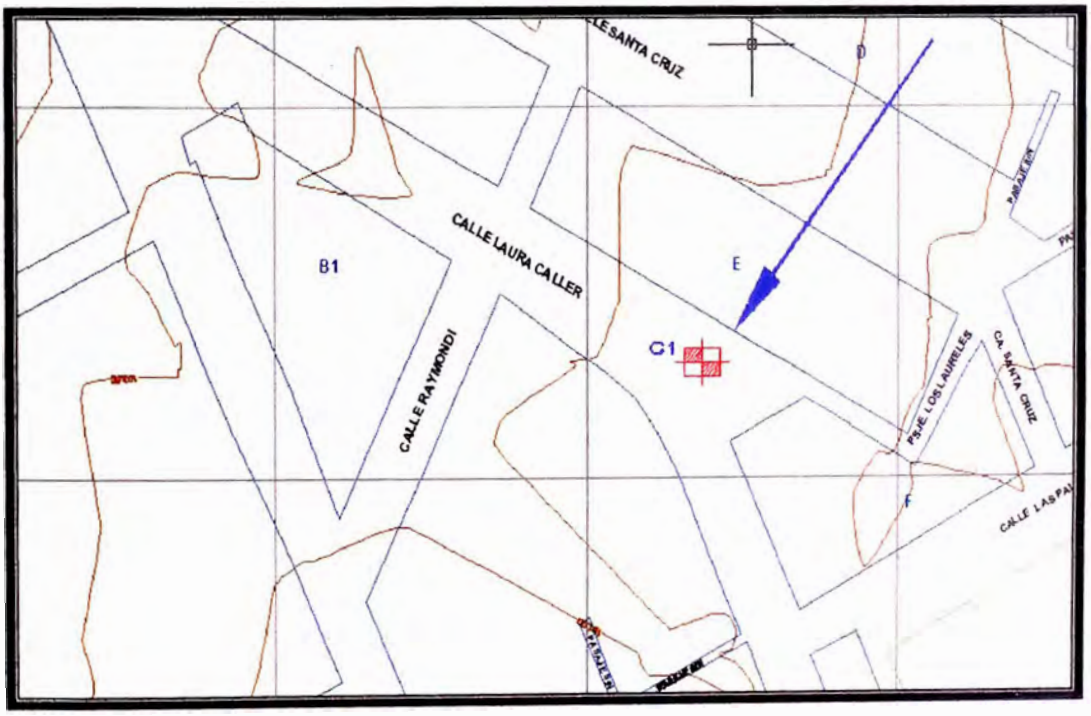
REGISTRO DE CALICATA C-7

SOLICITADO		GRUPO Nº 2 - CURSO TITULACION UNI-FIC					NIVEL FREATICO		N.A
PROYECTO		ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL CENTRO POBLADO "LA QUEBRADA"					REGISTRADO POR		P.A
UBICACIÓN		CENTRO POBLADO "LA QUEBRADA"					REVISADO POR		J.M.
PROFUNDIDAD		2.00 m.	COORDENADAS	N 8558215.681 E 349036.582	COTA (msnm)	102.60 m	FECHA: OCTUBRE 2009		
							HUMEDAD NATURAL Y LIMITES DE CONSISTENCIA		OCH
PROF. (m)	SIMBOLO (SUCS)	SIMBOLO GRAFICO	DESCRIPCION DEL MATERIAL			MUESTRA	LL (%)	IP (%)	W (%)	(%)
0.5 1.0 1.5	R		Relleno arenoso limoso con gravas angulosas, ligeramente compacto secocontaminado con restos de bolsas plasticas y residuos organicos			S/M	-	-	-	-
2.0	ML		Limos inorgánicos y arcillosos ligeramente plásticos. De grado fino color beige claro, poca humedad			C-7	28	26	2	-
2.5										

PANEL FOTOGRAFICO

FOTO N°1
UBICACIÓN DE LA CALICATA N°1

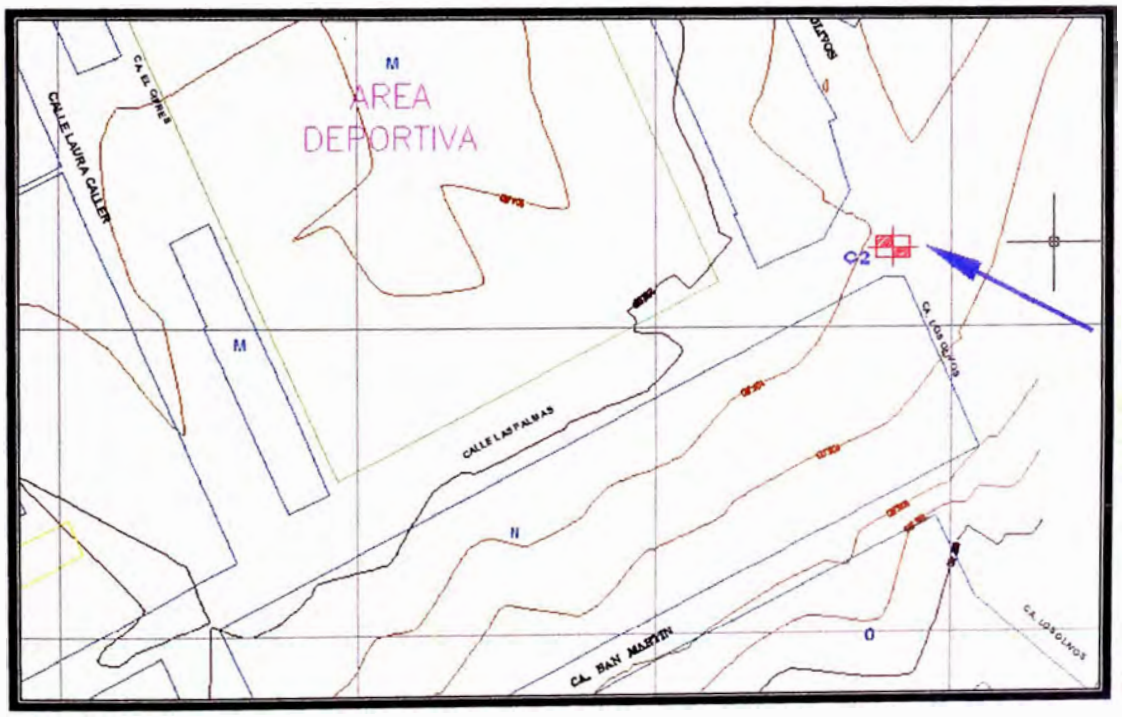
Fuente: Propia



CALICATA N° 1: ENTRE CA. LAURA CALLER / PSJE LOS LAURELES (VER PLANO C-01)

FOTO N°2
UBICACIÓN DE LA CALICATA N°2

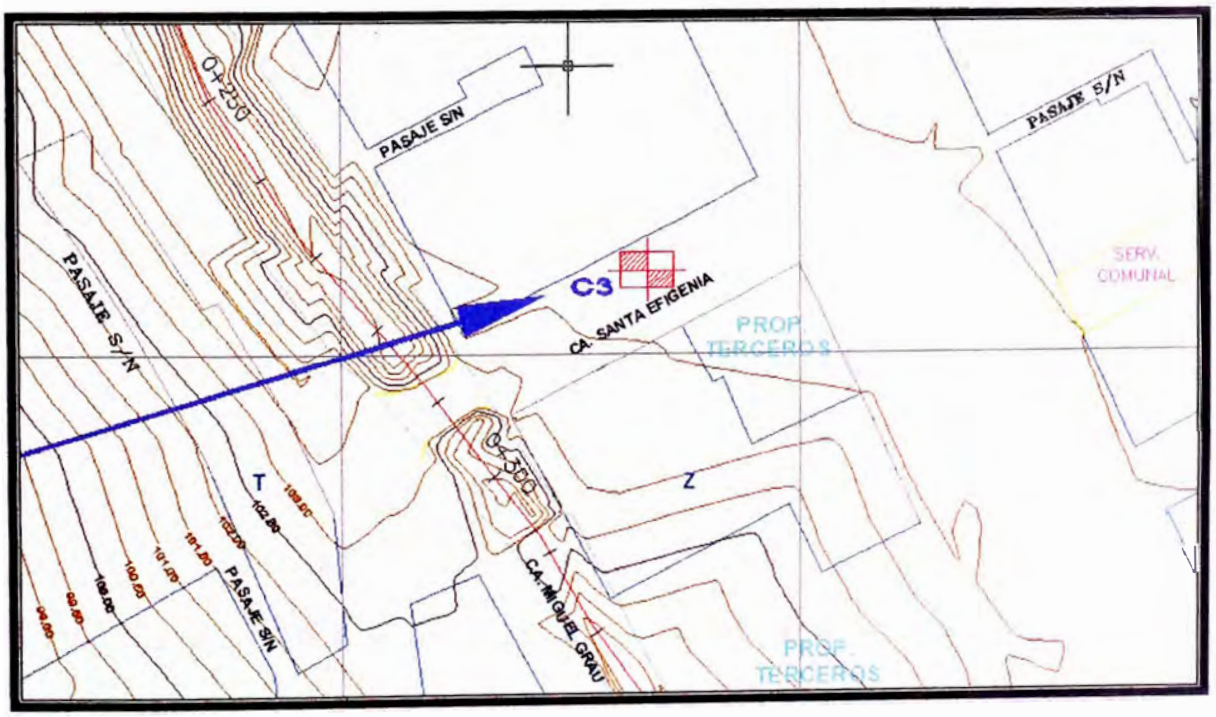
Fuente: Propia



CALICATA N° 2: ENTRE CA. LOS OLIVOS / CA. LAS PALMAS (VER PLANO C-01)

FOTO N°3
UBICACIÓN DE LA CALICATA N°3

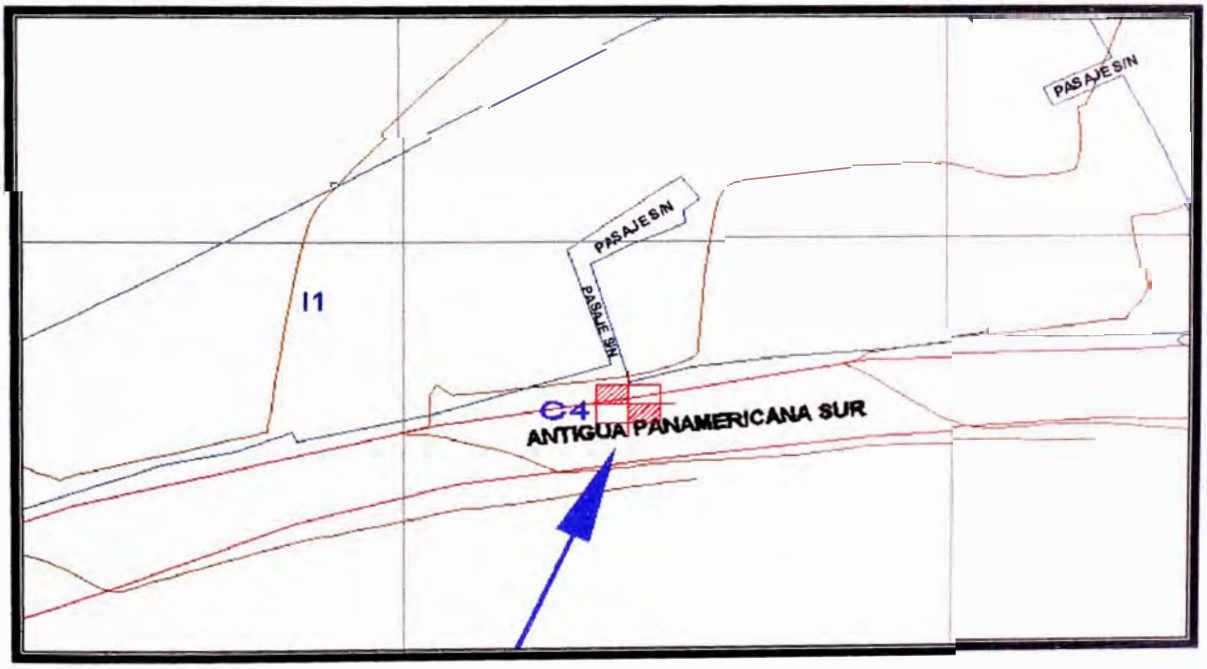
Fuente: Propia



CALICATA N° 3: ENTRE CA. SANTA EFIGENIA / CA. PROGRESO (VER PLANO C-01)

FOTO N°4
UBICACIÓN DE LA CALICATA N°4

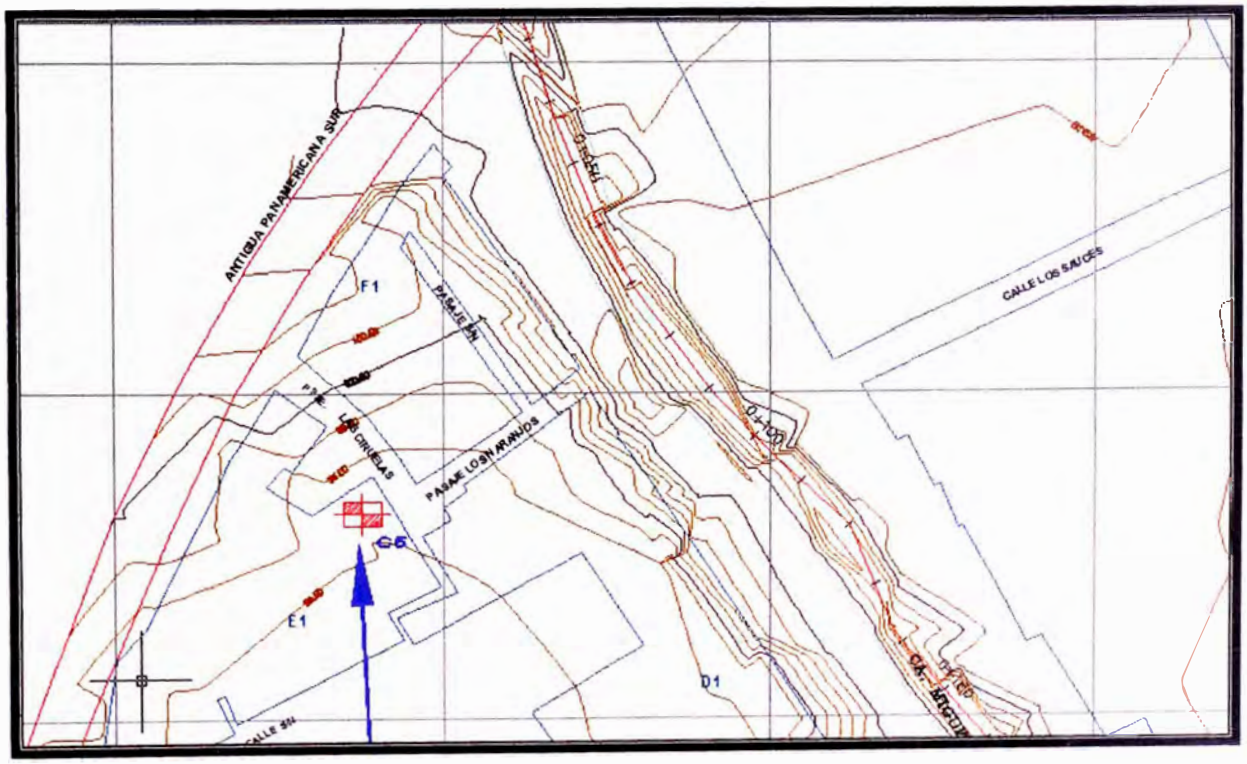
Fuente: Propia



CALICATA N° 4: EN ANTIGUA PANAMERICANA SUR (VER PLANO C-01)

FOTO N°5
UBICACIÓN DE LA CALICATA N°5

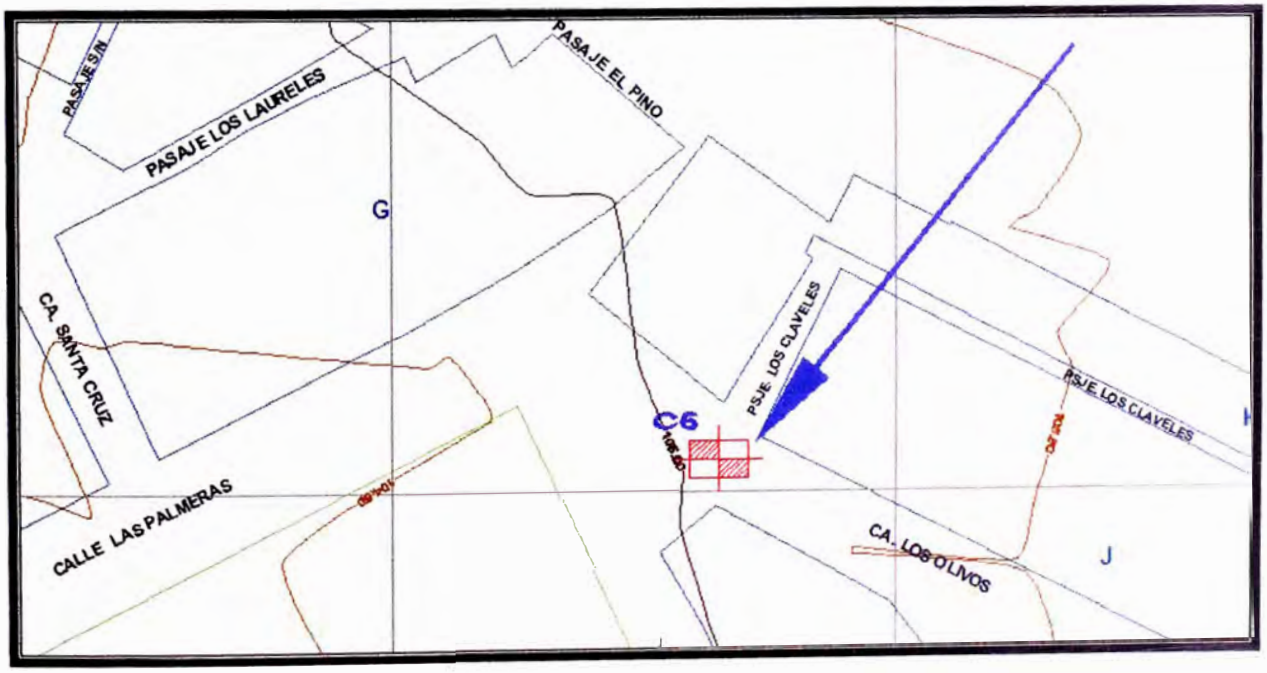
Fuente: Propia



CALICATA N° 5: ENTRE PSJE LAS CIRUELAS / PSJE LOS NARANJOS (VER PLANO C-01)

FOTO N°6
UBICACIÓN DE LA CALICATA N°6

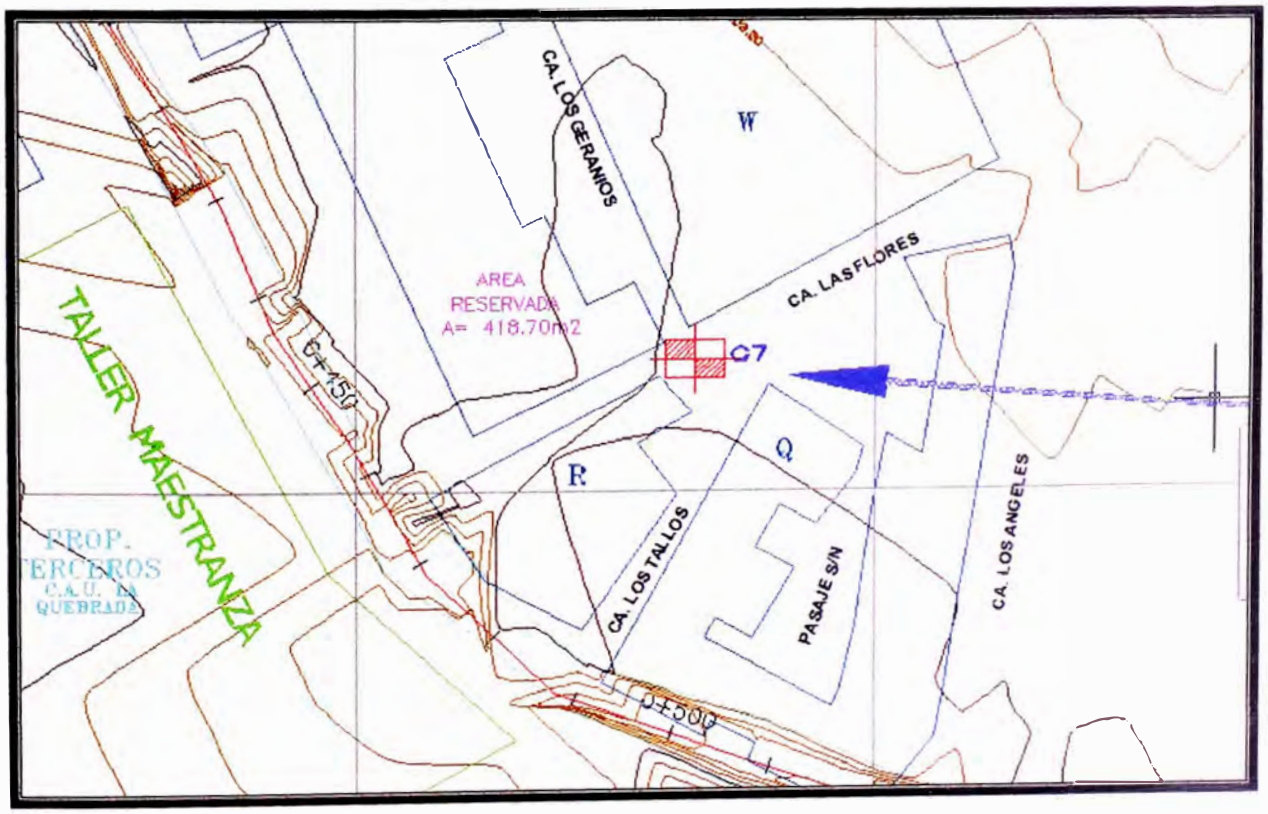
Fuente: Propia



CALICATA N° 6: ENTRE PSJE LOS CLAVELES / CA. LOS OLIVOS (VER PLANO C-01)

FOTO N°7
UBICACIÓN DE LA CALICATA N°7

Fuente: Propia



CALICATA N° 7: ENTRE CA. GERANIOS / CA. LAS FLORES (VER PLANO C-01)

RESULTADOS DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Laboratorio Nº 2 - Mecánica de Suelos
Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	:	**OMAR DITOLVI CANALES GRUPO N °2**
REGISTRO	:	**S09-731**
MUESTRA	:	**SUELO** **Muestra identificada y proporcionada por el solicitante**
OBRA	:	**REDES DE AGUA PARA EL DISTRITO DE LA QUEBRADA SAN LUIS CAÑETE**
UBICACIÓN	:	**CAÑETE - LIMA**
ENSAYO	:	**ANALISIS FISICOQUIMICO**
FECHA	:	**23-09-09**

REPORTE DE RESULTADOS

PARAMETRO	REPORTE	UNIDADES
M-3		
SALES SOLUBLES TOTALES	671,00	ppm
NT. MTCE219		
M-2		
SULFATOS como Ion $S0_4^{2}$-	140,00	ppm
NT. ASTMD-516		
M-1		
CLORUROS como Ion Cl-	115,00	ppm
NT. ASTMD-512		

Sin otro particular, quedamos de ustedes,

Atentamente,

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ING. JOSE WILFREDO GUTIERREZ LAZARES
Jefe del Lab. De Mecanica de Suelos- UNI

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Laboratorio Nº 2 - Mecánica de Suelos
Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

INFORME Nº S09-731

SOLICITANTE : **OMAR DITOLVI CANALES- GRUPO 02**
PROYECTO : REDES DE AGUA PARA EL DISTRITO DE LA QUEBRADA. SAN LUIS CAÑETE
UBICACIÓN : CAÑETE -LIMA
FECHA : *23 de Setiembre del 2009*

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

M-1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

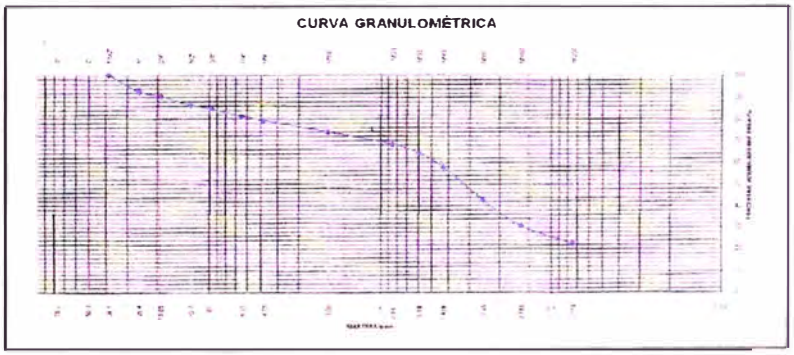
Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial	(%) Acumulado Rete	(%) Acumulado Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	100.0
1"	25.400	7.5	7.5	92.5
3/4"	19.050	2.0	9.6	90.4
1/2"	12.700	4.0	13.6	86.4
3/8"	9.525	1.8	15.4	84.6
1/4"	6.350	3.5	18.8	81.2
Nº4	4.760	2.1	20.9	79.1
Nº10	2.000	5.1	26.0	74.0
Nº20	0.840	5.6	31.7	68.3
Nº30	0.590	4.0	35.7	64.3
Nº40	0.426	6.6	42.3	57.7
Nº60	0.250	14.9	57.2	42.8
Nº100	0.149	12.1	69.2	30.8
Nº200	0.074	8.2	77.6	22.5
- Nº200		22.5		

% grava	:	20.9
% arena	:	56.6
% finos	:	22.5

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318		
LIMITE LIQUIDO (%)	:	NP
LIMITE PLASTICO (%)	:	NP
INDICE PLASTICO (%)	:	NP

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : **SM**

CURVA GRANULOMÉTRICA



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Ejecución : *Tec. E. Navarro S.*

JOSE WILFREDO GUTIERREZ LAZARES
JEFE DEL LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos
Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

INFORME N° S09-731

SOLICITANTE : **OMAR DITOLVI CANALES- GRUPO 02**
PROYECTO : REDES DE AGUA PARA EL DISTRITO DE LA QUEBRADA, SAN LUIS CAÑETE
UBICACIÓN : CAÑETE -LIMA
FECHA : *23 de Setiembre del 2009*

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

M-2

ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

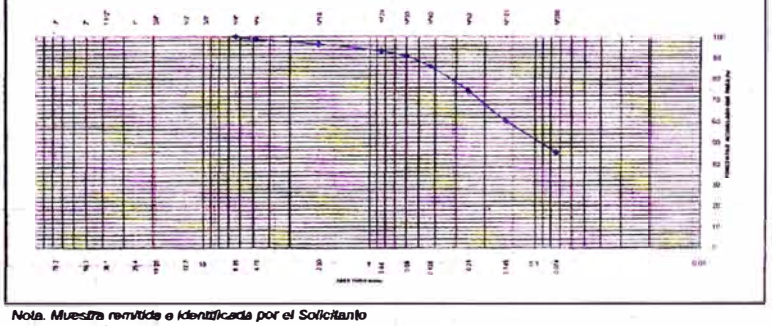
Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial	(%) Acumulado Rete	(%) Acumulado Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	
1"	25.400	-	-	
3/4"	19.050	-	-	
1/2"	12.700	-	-	
3/8"	9.525	-	-	
1/4"	6.350	-	-	100.0
N°4	4.760	1.4	1.4	98.6
N°10	2.000	2.1	3.5	96.5
N°20	0.840	3.3	6.8	93.2
N°30	0.590	2.5	9.3	90.7
N°40	0.426	4.7	14.0	86.0
N°60	0.250	11.7	25.7	74.3
N°100	0.149	14.1	39.8	60.2
N°200	0.074	15.0	64.8	45.2
- N°200		45.2		

% grava	:	1.4
% arena	:	53.3
% finos	:	45.2

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318		
LÍMITE LÍQUIDO (%)	:	19
LÍMITE PLÁSTICO (%)	:	NP
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	:	NP

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : **SM**

CURVA GRANULOMÉTRICA



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Ejecución *Tec. E. Navarro S.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA LABORATORIO N° 2 MECANICA DE SUELOS FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

JOSE WILFREDO GUTIERREZ LAZARES
ING. JEFE DEL LABORATORIO
Lab. de Mecánica de Suelos UNI

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio Nº 2 - Mecánica de Suelos

Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

INFORME Nº S09-731

SOLICITANTE : **OMAR DITOLVI CANALES- GRUPO 02**
PROYECTO : REDES DE AGUA PARA EL DISTRITO DE LA QUEBRADA, SAN LUIS CAÑETE
UBICACIÓN : CAÑETE -LIMA
FECHA : 23 de Setiembre del 2009

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

M-3

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

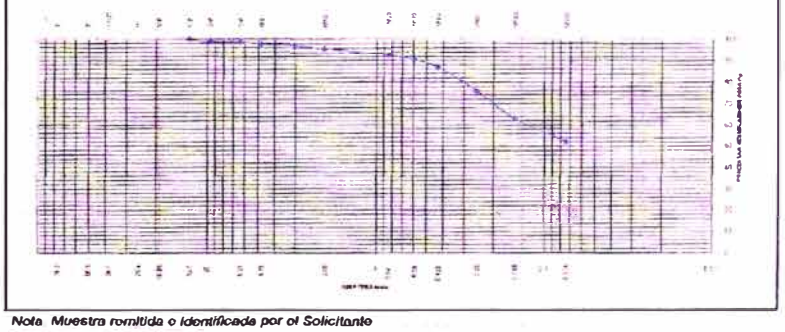
Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial	(%) Acumulado Rete	(%) Acumulado Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	
1"	25.400	-	-	
3/4"	19.050	-	-	
1/2"	12.700	-	-	100.0
3/8"	9.525	1.6	1.6	98.4
1/4"	6.350	-	1.6	98.4
Nº4	4.760	0.7	2.3	97.7
Nº10	2.000	1.8	4.2	95.8
Nº20	0.840	3.1	7.3	92.7
Nº30	0.590	2.2	9.5	90.5
Nº40	0.426	3.7	13.2	86.8
Nº60	0.250	11.0	24.2	75.8
Nº100	0.149	12.7	36.9	63.1
Nº200	0.074	10.9	47.8	52.2
- Nº200		52.2		

% grava	:	2.3
% arena	:	45.5
% finos	:	52.2

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318		
LIMITE LIQUIDO (%)	:	19
LIMITE PLASTICO (%)	:	NP
INDICE PLASTICO (%)	:	NP

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : **ML**

CURVA GRANULOMÉTRICA



Nota. Muestra remitida o identificada por el Solicitante

Ejecución : *Tec. E. Navarro S.*

JOSE WILFREDO GUTIERREZ LAZARES
INGENIERO JEFE DEL LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Laboratorio Nº 2 - Mecánica de Suelos
Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

INFORME Nº S09-781

SOLICITANTE : **OMAR DITOLVI CANALES (GRUPO 02)**
PROYECTO : REDES DE AGUA PARA EL DISTRITO DE LA QUEBRADA, SAN LUIS - CAÑETE
UBICACIÓN : CAÑETE - LIMA
FECHA : 16 DE OCTUBRE DEL 2009

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : ***
Muestra : **Nº 04**
Potencia : ***

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

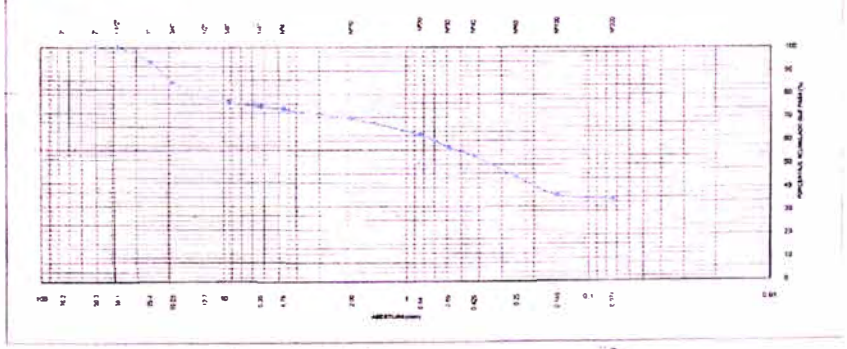
Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial	(%) Acumulado Rete	(%) Acumulado Pasa
3"	76,200	-	-	
2"	50,300	-	-	100.0
1 1/2"	38,100	-	-	100.0
1"	25,400	6,1	6.1	93.9
3/4"	19,050	8,9	15.0	85.0
1/2"	12,700	6,7	21.7	78,3
3/8"	9,525	1,6	23.3	76.7
1/4"	6,350	1,8	25.0	75.0
Nº4	4,760	1,3	26.4	73,6
Nº10	2,000	4,1	30,4	69,6
Nº20	0,840	7,0	37,4	62,6
Nº30	0,590	5,4	42,8	57.2
Nº40	0,426	3,6	46,4	53.6
Nº60	0,250	9,0	55.4	44.6
Nº100	0,149	7,7	63.1	36,9
Nº200	0,074	1,7	64.8	35.2
- Nº200		35,2		

% grava	:	26,4
% arena	:	38,5
% finos	:	35,2

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318		
LIMITE LIQUIDO (%)	:	26
LIMITE PLÁSTICO (%)	:	20
INDICE PLÁSTICO (%)	:	6

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : **SC**
Clasificación AASHTO M-145 : **A-4(0)**

CURVA GRANULOMÉTRICA



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante
Ejecución : *Tec. Jorge Lindo C.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

INFORME Nº S09-781

SOLICITANTE : **OMAR DITOLVI CANALES (GRUPO 02)**
PROYECTO : REDES DE AGUA PARA EL DISTRITO DE LA QUEBRADA, SAN LUIS - CAÑETE
UBICACIÓN : CAÑETE - LIMA
FECHA : 16 DE OCTUBRE DEL 2009

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : ***
Muestra : **N° 05**
Potencia : ***

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

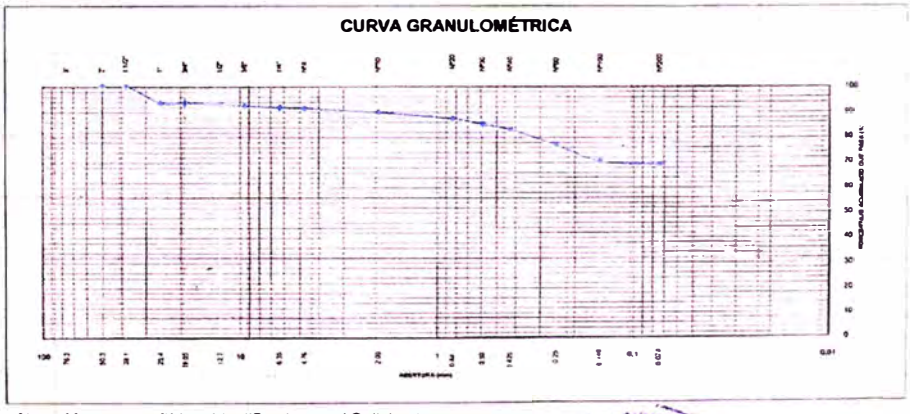
Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial	(%) Acumulado Rete	(%) Acumulado Pasa
3"	76,200	-	-	
2"	50,300	-	-	100,0
1 1/2"	38,100	-	-	100,0
1"	25,400	6,7	6,7	93,3
3/4"	19,050	-	6,7	93,3
1/2"	12,700	0,5	7,3	92,7
3/8"	9,525	0,5	7,8	92,2
1/4"	6,350	0,7	8,5	91,5
Nº4	4,760	0,3	8,8	91,2
Nº10	2,000	1,7	10,5	89,5
Nº20	0,840	2,5	13,0	87,0
Nº30	0,590	2,3	15,2	84,8
Nº40	0,426	2,0	17,3	82,7
Nº60	0,250	6,1	23,3	76,7
Nº100	0,149	6,6	29,9	70,1
Nº200	0,074	1,2	31,1	68,9
- Nº200		68,9		

% grava	:	8,8
% arena	:	22,3
% finos	:	68,9

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318		
LÍMITE LÍQUIDO (%)	:	30
LÍMITE PLÁSTICO (%)	:	23
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	:	8

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : **CL**
Clasificación AASHTO M-145 : **A-4(4)**

CURVA GRANULOMÉTRICA



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Ejecución *Tec. Jorge Lindo C.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA LABORATORIO Nº 2 MECANICA DE SUELOS FACULTAD DE INGENIERIA

ING. ALFREDO GUTIERREZ
JEFE DEL LAB.
Lab. de Mecánica de Suelos

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Laboratorio Nº 2 - Mecánica de Suelos
Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

INFORME Nº S09-781

SOLICITANTE : **OMAR DITOLVI CANALES (GRUPO 02)**
PROYECTO : REDES DE AGUA PARA EL DISTRITO DE LA QUEBRADA, SAN LUIS - CAÑETE
UBICACIÓN : CAÑETE - LIMA
FECHA : 16 DE OCTUBRE DEL 2009

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : ***
Muestra : **Nº 06**
Potencia : ***

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

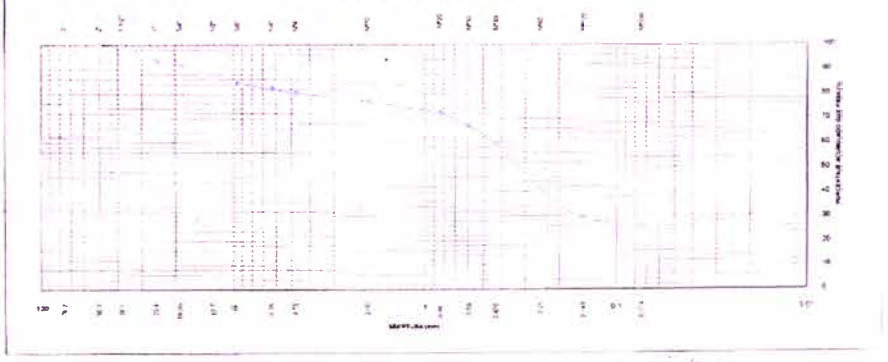
Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial	(%) Acumulado Rete	(%) Acumulado Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50,300	-	-	100.0
1 1/2"	38,100	-	-	100.0
1"	25,400	6,5	6.5	93.5
3/4"	19,050	2,3	8.8	91.2
1/2"	12,700	4,9	13.7	86.3
3/8"	9,525	2,0	15.7	84.3
1/4"	6,350	2,1	17.8	82.2
Nº4	4,760	1,6	19.4	80.6
Nº10	2,000	3,7	23.2	76.8
Nº20	0,840	4,6	27.8	72.2
Nº30	0,590	5,5	33.3	66.7
Nº40	0,426	7,2	40.5	59.5
Nº60	0,250	19,2	59.7	40.3
Nº100	0,149	11,3	71.0	29.0
Nº200	0,074	3,5	74.5	25.5
- Nº200		25,5		

% grava	:	19,4
% arena	:	55,0
% finds	:	25,5

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318		
LÍMITE LÍQUIDO (%)	:	NP
LÍMITE PLÁSTICO (%)	:	NP
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	:	NP

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : **SM**
Clasificación AASHTO M-145 : **A-2-4(0)**

CURVA GRANULOMÉTRICA



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante
Ejecución *Tec. Jorge Lindo C.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos
Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

INFORME N° S09-781

SOLICITANTE : **OMAR DITOLVI CANALES (GRUPO 02)**
PROYECTO : REDES DE AGUA PARA EL DISTRITO DE LA QUEBRADA, SAN LUIS - CAÑETE
UBICACIÓN : CAÑETE - LIMA
FECHA : 16 DE OCTUBRE DEL 2009

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : ***
Muestra : **N° 07**
Potencia : ***

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

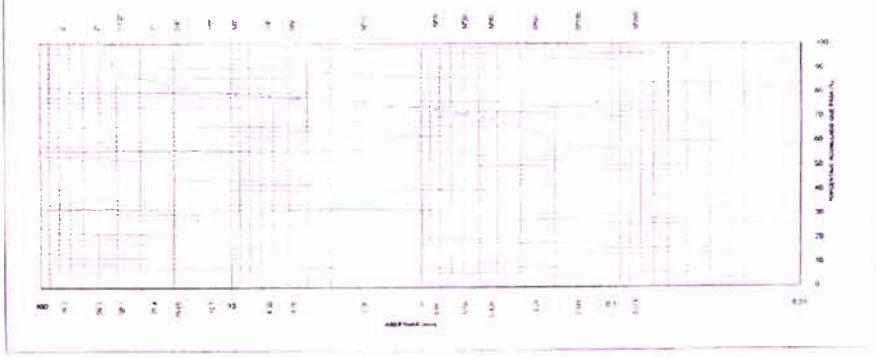
Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial	(%) Acumulado Rete	(%) Acumulado Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	12.2	12.2	87.8
1"	25.400	2.8	15.0	85.0
3/4"	19.050	2.9	17.9	82.1
1/2"	12.700	1.8	19.7	80.3
3/8"	9.525	1.0	20.6	79.4
1/4"	6.350	1.1	21.7	78.3
N°4	4.760	0.7	22.5	77.5
N°10	2.000	2.2	24.6	75.4
N°20	0.840	2.5	27.1	72.9
N°30	0.590	2.2	29.3	70.7
N°40	0.426	1.8	31.1	68.9
N°60	0.250	5.5	36.7	63.3
N°100	0.149	5.5	42.1	57.9
N°200	0.074	1.1	43.2	56.8
- N°200		56.8		

% grava	:	22.5
% arena	:	20.8
% finos	:	56.8

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318		
LIMITE LIQUIDO (%)	:	28
LIMITE PLASTICO (%)	:	26
INDICE PLASTICO (%)	:	2

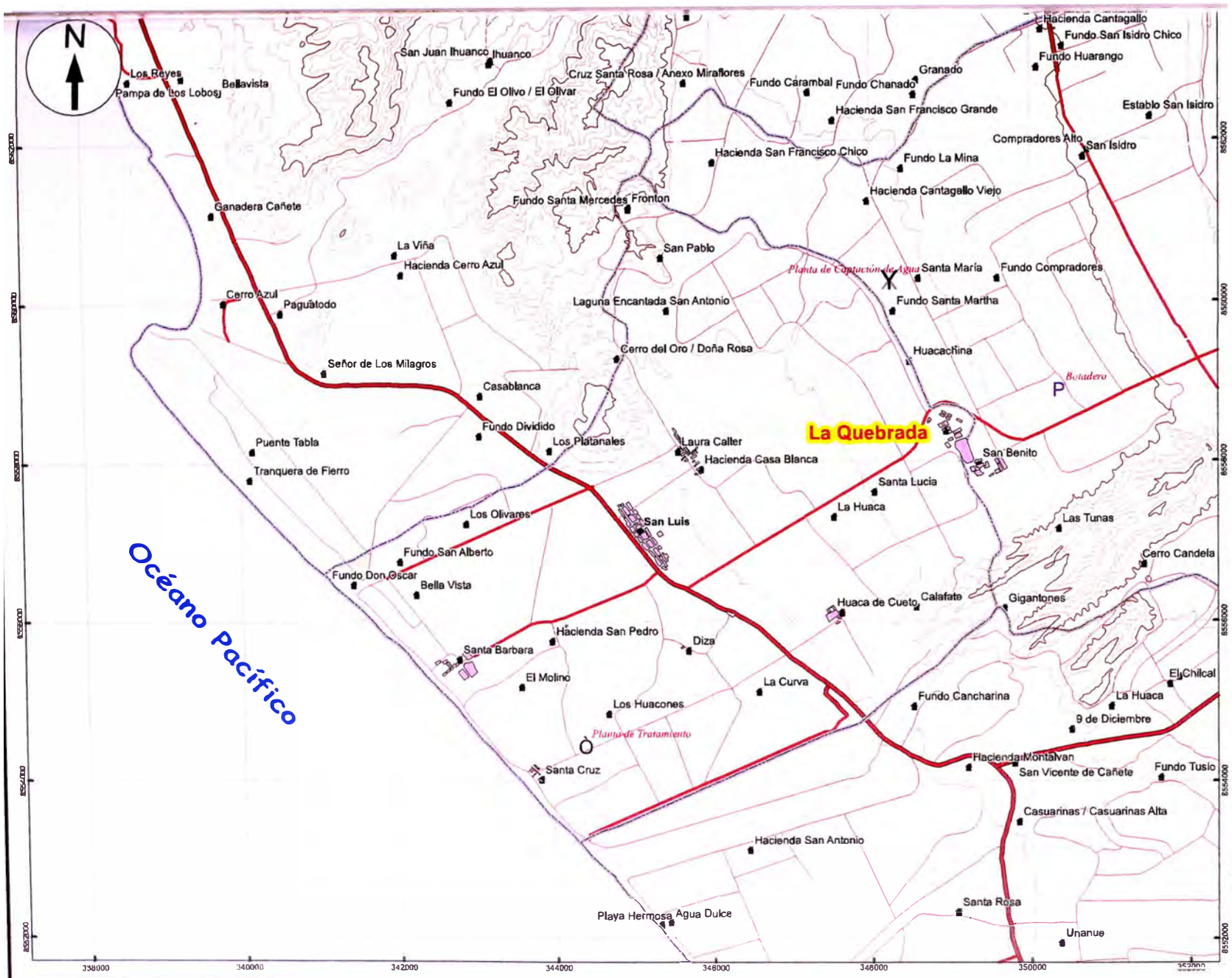
Clasificación SUCS ASTM D-2487 : **ML**
Clasificación AASHTO M-145 : **A-4(0)**

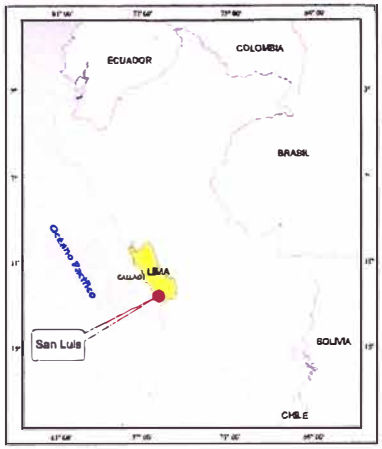
CURVA GRANULOMÉTRICA



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante
Ejecución *Tec. Jorge Lindo C*

PLANOS





MAPA PROVINCIAL DE LIMA

LEYENDA

- Planta de Tratamiento de Agua
- Planta de Captación de Agua
- Reservorio
- Curvas de Nivel

Referencia Espacial
Carta 1.50.000 PETT
Sistema de Coordenadas Proyectadas
UTM Datum WGS84
INEI 2007

0 500 1,000 2,000 3,000 4,000 Metros

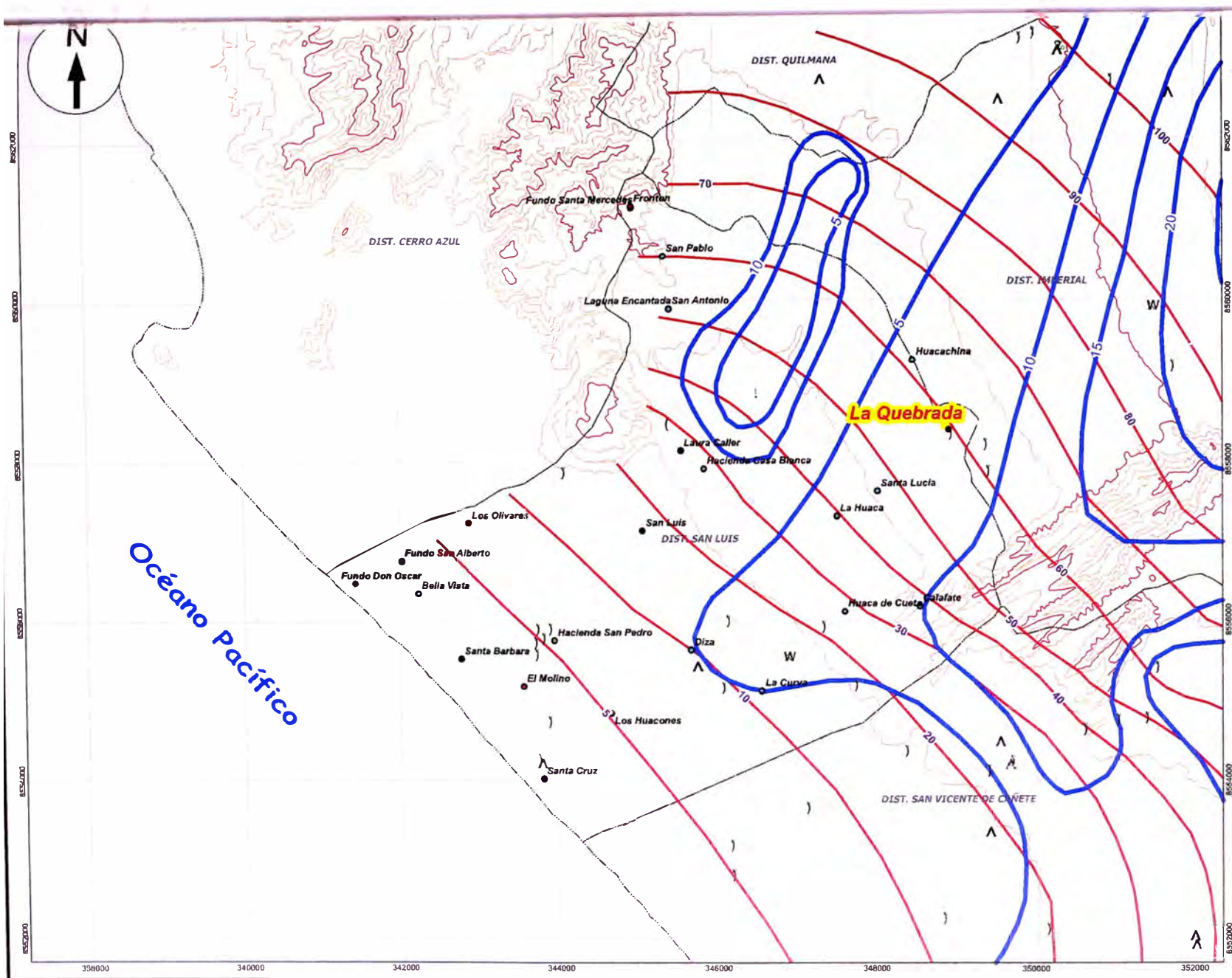
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

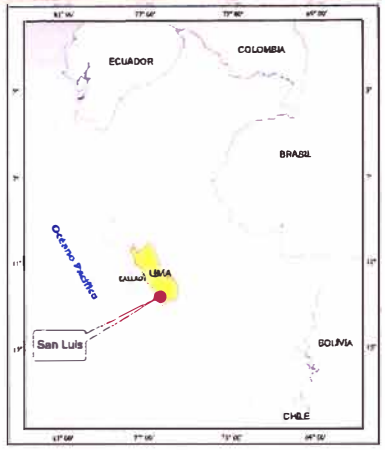
Curso: EXPEDIENTE TECNICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CENTRO POBLADO LA QUEBRADA SAN LUIS - CAÑETE

Plano: **Mapa de Ubicación**

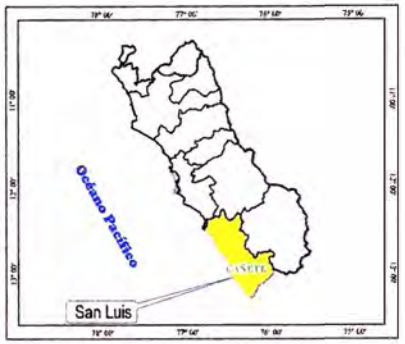
Grupo:	Fecha:	Escala:	Elaborado por:
Grupo 2	Noviembre - 2009	1 : 50 000	M&Sk

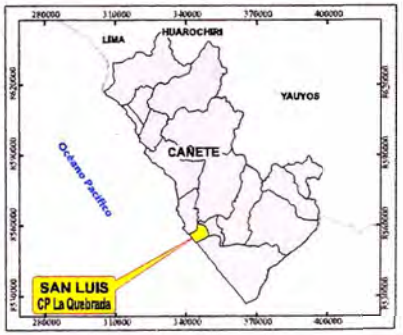
Lámina: U-0





MAPA PROVINCIAL DE LIMA





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Curso: EXPEDIENTE TECNICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CENTRO POBLADO LA QUEBRADA SAN LUIS - CAÑETE

Plano: **Mapa de Hidrosoipsas**

Lámina: **H-01**

Grupo:	Fecha:	Escala:	Elaborado por:
Grupo 2	Noviembre - 2009	1 : 75 000	M&Slc

LEYENDA

Formas de Uso de Suelo

Pozo Tajo Abierto Abandonados

Curvas de Nivel

Referencia Espacial
Carta 1.50.000 PETT
Sistema de Coordenadas Proyectadas
UTM Datum WGS84
INEI 2007

0 500 1.000 2.000 3.000 4.000 Metros

C.A.U.
LA QUEBRADA

C.A.U.
SAN BENITO

C.A.U.
LA QUEBRADA

NC

ANTIGUA PANAMERICANA SUR

CALLE SANTA CRUZ

CALLE LAURA CALLER

CALLE LOS SAUCES

CALLE RAYMONDI

CALLE EL PROGRESO

CALLE LAS PALMERAS

CALLE LAURA CALLER

CA. SAN ISIDRO

CA. LOS OLIVOS

CALLE LAS ROSAS

CALLE LAS PALMAS

CA. SAN MARTIN

CA. LAS FLORES

CA. ALBERTO FUJIMORI

PASAJE LOS PINOS

PASAJE LOS FICUS

PASAJE LOS ROBLES

CALLE VALLE BERMUDO

CALLE LOS GIRASOLES

CALLE LOS TALLOS

CA. LOS ANGELES

CA. LOS TALLOS

CA. LOS GIRASOLES

CA. MIGUEL GRAU

CA. SANTA ROSA

CA. SANTA CRUZ

PASAJE LOS LAURELES

PASAJE EL PINO

PASAJE LOS PAPAYOS

PASAJE LAS ROSAS

PASAJE S/N

PASAJE SIN

CALLE SIN

CALLE RIGHC

AREA DEPORTIVA

AREA ESPARCIMIENTO

AREA RESERVADA A= 418.70m2

AREA VERDE

SERV. COMUNAL

SERV. SALUD

PROP. TERCEROS

PROP. TERCEROS C.A.U. LA QUEBRADA

TALLER MAESTRANZA

EDUCACION
A= 10,895.70m2

C.A.U.
SAN BENITO

DATOS TOMADOS DE LA CONSTRUCCION DEL RESERVORIO

C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7 P-1 P-2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

EXPEDIENTE TECNICO DE AGUA POTABLE
PARA EL CENTRO POBLADO LA QUEBRADA
- SAN LUIS - CAÑETE

Plano:	Lámina:
Plano de Calicatas	C-01

Grupo:	Fecha:	Escala:	Elaborado por:
Grupo 2	Noviembre - 2009	1 : 750	Grupo 2