

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Capacidad admisible mediante los métodos de Terzagui y  
Meyerhof para diseño de cimentaciones, Recuay-Ancash**

**Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil**

**Autor**

Jaramillo Garro, Mortuam Ali

**Asessor**

Flores Reyes, Gumercindo

Chimbote – Peru

**2019**

**“Capacidad admisible mediante los métodos de Terzagui y Meyerhof para diseño de cimentaciones, Recuay-Ancash”**

## PALABRAS CLAVES

Tema	Diseño de cimentaciones
Especialidad	Mecánica de suelos

## KEYWORDS

Topic	Foundation design
Specialization	Soil mechanics

## LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Código	Línea
	Construcción y Gestión de la construcción
02.00	Ingeniería y Tecnología
02.01	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil
Sub- líneas o Campos de investigación	Parámetros de construcción

## **RESUMEN**

En la presente investigación se determinó y comparo la capacidad admisible del suelo del Distrito de Recuay entre dos métodos de diseño de Cimentaciones Superficiales tales como son: “Terzagui” y “Meyerhof, con la finalidad de determinar cuál de los dos métodos nos brindará mayor seguridad en el diseño de cimentaciones.

Se realizó el estudio geotécnico con ensayos en 6 calicatas para tomar las muestras para realizar los ensayos de mecánicas de suelos.

De la exploración por calicatas estos suelos están constituidos por arenas arcillosas, gravas con limos y limo arenosas.

De los resultados de mecánica de suelos, a densidad seca obtenida de las muestras ensayadas es de 1,53 g/cm<sup>3</sup> en promedio, lo que se interpreta como un suelo conformado por arenas uniformes limosas en estado suelto, además la diferencia de densidades oscila entre 1,50 a 1,55 g/cm<sup>3</sup>, equivalentes a 93 y 96 lb/ft<sup>3</sup> en el sistema inglés y posee en promedio una relación de vacíos de 0,83 %.

La capacidad portante del suelo en cimentaciones corridas resulto 0,46kg/cm<sup>2</sup> y en cimentaciones cuadradas es 0.53 kg/cm<sup>2</sup> considerando la teoría de Meyerhof en capacidad de carga admisible, la teoría de Terzaghi otorga valores relativamente más bajos que la teoría de Meyerhof.

## **ABSTRACT**

In the present investigation, the admissible soil capacity of the District of Recuay was determined and compared between two methods of design of Surface Foundations such as: "Terzagui" and "Meyerhof, in order to determine which of the two methods will provide us with greater security in the design of foundations.

The geotechnical study was carried out with tests in 6 test pits to take the samples to perform the soil mechanics tests.

From the exploration by pits, these soils are constituted by argillaceous sands, gravels with silt and sandy silt.

Of the results of soil mechanics, at dry density obtained from the samples tested is 1.53 g / cm<sup>3</sup> on average, which is interpreted as a soil formed by uniform silty sands in loose state, in addition the density difference oscillates between 1.50 to 1.55 g / cm<sup>3</sup>, equivalent to 93 and 96 lb / ft<sup>3</sup> in the English system and has an average void ratio of 0.83%.

The carrying capacity of the ground in running foundations turned out to be 0.46 kg / cm<sup>2</sup> and in square foundations it is 0.53 kg / cm<sup>2</sup> considering the Meyerhof theory in admissible load capacity, Terzaghi's theory grants relatively lower values than the Meyerhof theory.

## INDICE

### Contenido

Titulo.....	i
Palabras Clave – Key Words – líneas de investigacion .....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
indice.....	v
Introducción.....	1
Metodología del trabajo .....	37
Resultados .....	45
Análisis y discusión .....	52
Conclusiones y recomendaciones .....	54
Agradecimiento .....	56
Referencias Bibliográficas.....	56
Apéndices y anexos .....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: Clasificación de los suelos según el tamaño.	6
TABLA N° 2: Distribución de las aberturas de los tamices.	10
TABLA N° 3: Sistema de clasificación aashto suelos granulares.	19
TABLA N° 4: Clasificación según Sucs.	20
TABLA N°5: Valores de carga según Terzagui.	26
TABLA N° 6: Calores de carga según Meyerhof.	28
TABLA N° 7: Numero de calicatas.	31
TABLA N° 8: Aplicación y limitaciones de los ensayos.	33
TABLA N° 9: Técnicas de recolección de datos.	38
TABLA N° 10: Propiedades físicas del suelo	40
TABLA N° 12: Método de Terzagui en cimentaciones corridas	40
TABLA N° 13: Método de Terzagui en cimentaciones cuadradas.	41
TABLA N° 14: Método de Meyerhof en cimentaciones corridas.	42
TABLA N° 15: Método de Meyerhof en cimentaciones cuadradas	43
TABLA N° 16: Cuadro comparativo de los métodos Terzagui y Meyerhof y Meyerhof	44
TABLA N°19: Cuadro comparativo de los métodos Terzagui y Meyerhof	48
TABLA 20: Cuadro comparativo descriptivo	48
TABLA 21: relación del grado de humedad de un suelo granular por medio del tacto	51

## ÍNDICE GRAFICOS

GRAFICO N°1: Grafico comparativo de la capacidad admisible para cimentaciones  
corridas  
50

GRAFICO N°2: Grafico comparativo de la capacidad admisible para cimentaciones  
cuadradas.  
50



## I. INTRODUCCION

Aya (2015), En la investigación, “Estudio de suelos con fines de cimentación en las asociaciones de vivienda San Cristóbal, san Juan Bosco y San Fernando del sector VII del distrito Alto de la Alianza – región Tacna”, tuvo como finalidad realizar un estudio de suelos en las asociaciones de vivienda San Cristóbal, San Juan Bosco y San Fernando, asentadas en el cerro Intiorko, distrito Alto de la Alianza de Tacna para averiguar si son aptos para la edificación. Los suelos de la zona en estudio pertenecen a la formación geológica Huaylillas y geomorfológicas Planicie, donde se realizaron estudios, geofísicos en sondeo electrónico vertical, geotécnico con ensayos en 12 calicatas para la toma de muestras alteradas e inalteradas, y químico para analizar la agresividad de sales, sulfatos y cloruros en estos suelos.

Del sondeo eléctrico vertical, estos suelos están constituidos de arenas finas en estado seco, y de exploración por calicatas se clasifican como arenas limosas.

De los resultados de los ensayos mecánicos, presentan una densidad natural de  $1,63 \text{ g/cm}^3$ , ángulo de fricción de  $22,7^\circ$ , coeficiente de cohesión de  $0,06 \text{ g/cm}^2$  y colapsabilidad de  $4,04 \%$ , de los ensayos químicos, estos suelos presentan una concentración de sales en  $0,39 \%$ , sulfatos en  $0,16 \%$  y cloruros en  $0,19 \%$ .

La capacidad portante resultó ser baja, de  $0,92 \text{ kg/cm}^2$  para la construcción de viviendas y  $1,63 \text{ kg/cm}^2$  para estructuras a porticadas, con un asentamiento tolerable de 1 pulga, concluyendo que los suelos de cimentación en la zona no son aptos para la construcción de viviendas.

Campos (2011). En la investigación titulada “estudio de la variabilidad del suelo de Piura a través del SPT para la valoración del fs.” realizado en la universidad de Piura, donde el objetivo principal de esta tesis es estudiar la variabilidad del suelo de Piura a través de los registros del SPT. A partir de estos datos se obtuvo el comportamiento del N y N1 (número de golpes) a lo largo de la profundidad, útil para realizar la evaluación estadística de los parámetros del suelo involucrados en los cálculos geotécnicos. La desviación estándar de cada parámetro se empleó como variable en el método simplificado de Taylor, que

consiste en la combinación de las desviaciones estándar de los parámetros involucrados en el cálculo geotécnico para obtener el coeficiente de seguridad más probable, su coeficiente de variación y con éstos un índice de fiabilidad ( $\beta$ ). El índice de fiabilidad se distribuye normalmente y hace posible calcular la probabilidad de falla del Coeficiente de seguridad. Con esta probabilidad de falla se puede opinar si es suficiente, insuficiente o excesivo cada coeficiente de seguridad. Para el caso del distrito de Piura, la probabilidad de falla es baja cuando existe menos variabilidad del N del SPT, esto aporta confianza al coeficiente de seguridad utilizado en los diseños geotécnicos. Concluyo Teniendo como base los EMS realizados en el LEMC se puede afirmar que el Suelo de Piura se caracteriza por poseer un comportamiento en el que la penetración estándar aumenta con la profundidad y que la mayor cantidad de datos de N se encuentran hasta los 6 m debido a que la mayoría de las exploraciones se realizan hasta esa profundidad. A partir de los gráficos por dispersión de los datos de la muestra, se obtiene que los valores de N al ser corregidos por presión de tapada se hagan más dispersos en los mínimos y máximos. Esto es así, porque al ajustar los valores a una recta tendencia, los primeros metros no satisfacen esta ley sino que a partir de los 4 m la tendencia es lineal.

Palacios (2010). en su tesis de maestría titulada “estudio comparativo de cimentaciones aisladas en la ciudad de Cuenca diseñadas por el método de la presión admisible con los obtenidos aplicando el método de los estados límites.” realizado en la universidad de Cuenca Ecuador, En este trabajo se realiza un estudio comparativo de cimentaciones aisladas en la ciudad de Cuenca, diseñadas por el método de la Presión Admisible con los obtenidos aplicando el método de los Estados Límites; se analiza el problema de los métodos de diseño de cimentaciones utilizados en la ciudad de Cuenca, estableciéndose como objetivo primordial el demostrar que para el diseño de Cimentaciones superficiales, el método que permite diseñar cimentaciones más económicas es el método de los Estados Límites; pues el mismo, permitiría alcanzar más de un 20% de ahorro, con respecto al método de la Presión Admisible. Actualmente es el más utilizado en la práctica profesional en esta ciudad. Se obtienen diseños de 75 cimentaciones superficiales de obras realizadas en la ciudad de Cuenca, para lo cual, se efectúan los respectivos análisis del

costo de ejecución. Es necesario realizar los rediseños utilizando el método de los Estados Límites de estas cimentaciones identificadas y se calcula el costo que tendría su ejecución. Se identifican los parámetros que permiten evaluar económicamente el diseño de las cimentaciones, por los métodos de los Estados Límites y de la Presión Admisible que se comparan. Se analiza la sensibilidad del costo de una cimentación a la variación de los parámetros de cohesión, ángulo de fricción y profundidad de la solera de cimentación. Concluyo que es necesario que se realicen futuras investigaciones, en cuanto a la variación de los parámetros geotécnicos, cohesión y ángulo de fricción, así como también de la profundidad de la solera de cimentación, por cuanto los análisis complementarios efectuados en el presente estudio denotan la vital importancia de los mismos en el costo de una cimentación.

En las cimentaciones sometidas solamente a una fuerza vertical centrada y sin momento actuante, se alcanza una economía notable al aplicar el método de los Estados Límites; puesto que, en estos casos los cimientos alcanzan alrededor de un 50% de economía.

Olmedo (2013) en su tesis de grado titulado “implementación de programas computacionales para el cálculo y diseño de cimentaciones superficiales aplicación al cálculo de edificios”, Para la elaboración del presente trabajo se hizo una recopilación de toda la información necesaria para el cálculo y diseño de las cimentaciones superficiales, posteriormente se seleccionó un edificio para el estudio, el cual fue el Bloque E de HOSPITALIZACIÓN 2 del Hospital de Ambato, dada la Característica e importancias a mi criterio fue el más apto para el trabajo de tesis. Se ingresó todos los datos del edificio al Programa ETABS para analizar la estructura y obtener los datos para la el cálculo y diseño de los distintos casos de cimentaciones superficiales. Posteriormente se hizo el cálculo manual de cada caso de cimentación superficial, se realizó el manual del usuario para el uso del Programa SAFE, con el conocimiento del programa se volvió a calcular la cimentación del edificio y se comparó los resultados para verificar la eficiencia del programa. Concluyo que es importante indicar también que todo profesional de la Ingeniería Civil dentro del ejercicio de la profesión, de una u otra manera está involucrado con el análisis, diseño y construcción de Cimentaciones Superficiales, por ello el uso de

este manual aplicado desde los años estudiantiles, brindará una herramienta para el buen desempeño de su trabajo. El manejo de estos programas permitirá a los futuros profesionales estar a la vanguardia de los avances tecnológicos en el campo de acción de la Ingeniería Civil, siendo más fácil su desafío a los retos de la globalización del nuevo milenio.

La evaluación de la capacidad admisible se fundamenta en las teorías científicas de la mecánica de suelos, específicamente en el comportamiento del suelo ante factores internos y externos a los que se encuentra expuesto.

Este trabajo de investigación pretende analizar el tipo de suelo del distrito de Recuay – Áncash, donde se verificará su capacidad admisible ante cargas por edificaciones, con la finalidad de brindar y garantizar la seguridad de la vida humana de la población que habita normalmente, donde las cimentaciones superficiales, son aquellas que reparten la fuerza que se le transmite la estructura a través de sus elementos de apoyo sobre una superficie de terreno bastante grande que admite esas cargas. Las cimentaciones superficiales se emplearán para transmitir al terreno las cargas de uno o varios pilares de la estructura. En este entender vemos la gran importancia que implica una cimentación, así mismo se entiende ante una buena cimentación las edificaciones serán menos vulnerables ante eventos sísmicos.

El distrito de Recuay en una ciudad donde la mayoría de sus viviendas están construidas con material noble. Con el pasar de los años se ha ido observando las distintas falencias en las edificaciones ya construidas, ya sean debido a su proceso constructivo o cimentación inadecuada. Este tipo de sucesos son en ocasiones perjudiciales cuando colapsan, generando pérdidas humanas, impactos ambientales, entre otros. Además, que estos trabajos adicionales de reconstrucción o reforzamientos estructurales demandan un trabajo extra, por ende, un presupuesto extra, generando gastos adicionales que podrían ser previstos con anticipación.

¿Cuál de los métodos entre Terzagui y Meyerhof brindará mayor seguridad estructural para la determinación de la capacidad admisible en el diseño de cimentaciones superficiales, según las características del suelo del distrito de Recuay?

Conceptualización y Operacionalización de las variables

Variable dependiente: Capacidad admisible

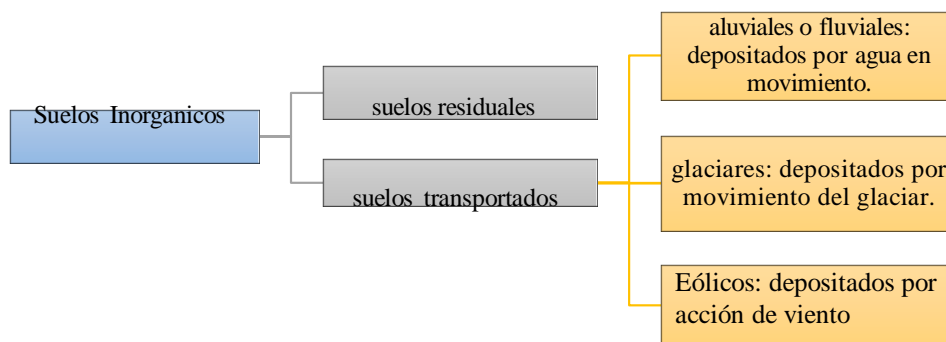
Definición conceptual

Introducción a la mecánica de suelos

Origen y formación de los suelos:

El origen de un suelo se debe al intemperismo que sufre la roca madre, y a las fracturas que sufren por ataque de agentes mecánicos o químicos. “...se trata de un conjunto con organización definida y propiedades que varían vectorialmente. En la dirección vertical generalmente sus propiedades cambian mucho más rápidamente que en la horizontal...” (Juárez & Rodríguez, 2005). Durante la planificación, diseño y construcción de cimentaciones, terraplenes y estructuras de retención, los ingenieros deben conocer el origen de los depósitos de los suelos sobre los que construirán. (Das, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, 2001). Los suelos se clasifican en dos grupos estos suelos son los suelos residuales y suelos orgánicos a continuación se muestra en la siguiente figura:

Figura 1: Clasificación de los suelos orgánico



Fuente: Propio

También se debe mencionar que existen los suelos orgánicos compuestos por descomposición de materia orgánica como son plantas y acumulación de fragmentos de esqueletos.

#### Tamaño de grano del suelo (granulometría)

Siendo muy diferente del origen de los suelos, el tamaño de las partículas del suelo tiene una gran importancia en la mecánica de suelo, estos pueden variar desde suelos grueso (gravas) hasta los más finos (arcilla), entonces podemos clasificar a los suelos dependiendo del tamaño de las partículas que se encuentren en una muestra del suelo. “Los suelos pueden ser clasificados según el tamaño predominante de sus granos, ya que por lo general todo suelo presenta una mezcla de partículas de diferentes formas y dimensiones. (Fratelli, 1993) Posteriormente, con el advenimiento de la técnica del cribado, fue posible efectuar el trazo de las curvas granulométricas, contando con agrupaciones de las partículas del suelo en mayor número de partículas diferentes. (Juárez & Rico, 2005). Siendo una gran importancia la identificación de los suelos varias instituciones clasificaron a los suelos de acuerdo al tamaño de sus granos.

TABLA 1

*Clasificación de los suelos según el tamaño*

Nombre de la Organización	TAMAÑO DE GRANO (mm)			
	Grava	Arena	Limo	Arcilla
Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT)	>2	2 a 0.06	0.06 a 0.002	< 0.002
Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA)	>2	2 a 0.05	0.05 a 0.002	< 0.002
Asociación Americana de Funcionarios del Transporte y Carreteras Estatales (AASTHO)	76.2 a 2	2 a 0.075	0.075 a 0.002	< 0.002
Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)	76.2 a 4.75	4.75 a 0.075	Finos (es decir limos y arcillas) <0.075	

*Fuente:* DAS, Braja M. (2001)

En el sentido general de la ingeniería, suelo se define como el agregado no cementado de grano mineral y materia orgánica descompuesta (partículas sólidas) junto con el líquido y gas que ocupan los espacios vacíos entre las partículas sólidas. El suelo se usa como material de construcción en diversos proyectos de ingeniería civil y sirve para soportar las cimentaciones estructurales. Por esto los ingenieros civiles deben estudiar las propiedades del suelo, tales como origen, distribución granulométrica, capacidad para drenar agua, compresibilidad, resistencia cortante, capacidad de carga, asentamientos, entre otras más. (Rodríguez, 2009)

Principales tipos de suelos.

Según (Crespo, 1976-1980), De acuerdo con el origen de sus elementos (aspecto que ya se ha desglosado en la definición) los suelos se dividen en dos amplios grupos: suelos cuyo origen se debe a la descomposición física y/o química de las rocas, o sea los suelos inorgánicos, y suelos cuyo origen es principalmente orgánico. A continuación, se describen los suelos más comunes con los nombres generalmente utilizados por el ingeniero civil para su identificación:

Las gravas son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas y que tienen más de dos milímetros de diámetro. Dado el origen, cuando son redondeadas. Como material suelto suele encontrarse en los lechos, en las márgenes y en los conos de deyección de los ríos y en muchos otros lugares a los cuales las gravas han sido transportadas. Las gravas ocupan grandes extensiones, pero casi siempre se encuentran con mayor o menor proporción de canto rodado, arenas, limos y arcillas.

La arena es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, y cuyas partículas varían entre 2 mm y 0.05 mm de diámetro. El origen y la existencia de las arenas es análoga a la de las gravas: las dos suelen encontrarse juntas en el mismo depósito. La arena del río contiene muy a menudo proporciones relativamente grandes de grava y arcilla.

Los limos son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, pudiendo ser limo inorgánico como el producido en canteras, o limo orgánico como el que suele encontrarse

en los ríos, teniendo en este último caso características plásticas. El diámetro de las partículas de los limos está comprendido 0.05 mm y 0.005 mm.

Se da el nombre de arcilla a las partículas sólidas con diámetro menor de 0.005 mm y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua. Químicamente es un silicato de alúmina hidratado, aunque en no pocas ocasiones contiene también silicato de hierro o de magnesio hidratados

Según (Crespo 1976-1980) una característica que hace muy distintivos a diferentes tipos de suelos es la cohesión. Debido a ella los suelos se clasifican en “cohesivos” y “no cohesivos”. Los suelos no cohesivos son los formados por partículas de roca sin ninguna cementación, como la arena y la grava. En la figura se presentan algunos símbolos empleados para representar a los suelos.

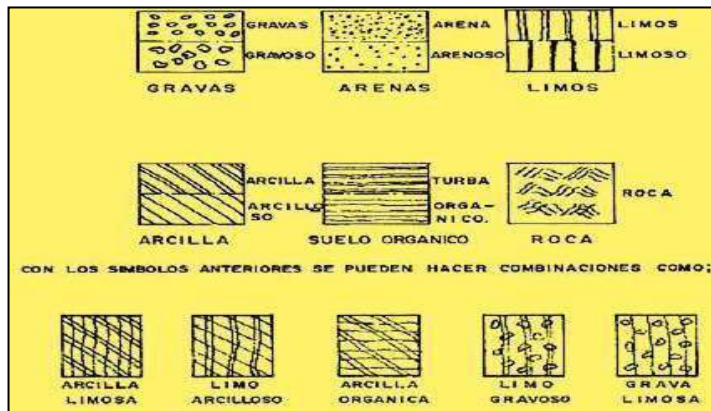


Figura 2: suelos cohesivos y no cohesivos

fuelle: (crespo villalaz c. , 1976-1980)

Dada la variedad de suelos que se presentan en la naturaleza, la mecánica de suelos ha desarrollado algunos métodos de clasificación de los mismos. Cada uno de estos métodos tiene, prácticamente, su campo de aplicación según la necesidad y uso que lo haya fundamentado.



Análisis mecánico de los suelos.

Es usual que el contenido de gravas y arenas se determine utilizando tamices, mientras que el porcentaje de coloides, limos y arcillas se obtenga mediante ensayos de sedimentación.” (Fratelli, 1993)

Este análisis se realiza con el fin de determinar los tamaños de grano existentes y el rango en el cual varían estos granos de suelo, son expresados en función de su peso, numéricamente expresados en porcentajes, este método se usa generalmente para la clasificación de los suelos.

Existen dos métodos de análisis granulométrico de los suelos estos son para suelos finos y suelos gruesos, los análisis son el método por cribado y el método por el hidrómetro, para determinar que método usar se debe tener en cuenta que para dimensiones mayores a 0.074 mm se usa el cribado y para menores a esa dimensión se usa el hidrómetro. (Fratelli, 1993)

Análisis por cribado

Del suelo secado al sol, disgregado y cuarteado, se obtiene una muestra representativa, la cual es pesada y se anota el peso en el registro correspondiente. Se procede a pasar el material por las diferentes mallas, que van de mayor a menor abertura tal y como se presentan en el registro propio para este ensayo. El material retenido en cada malla se va pesando y anotando en la columna de peso retenido. Todo lo anterior se realiza hasta la malla No. 4 y con el material que pasa dicha malla se procede a obtener una porción de suelo que sea representativa, hasta que se obtenga una muestra de entre 500 y 1000 grs. La muestra anterior se pone a secar totalmente, esta se enfría y se pesa una muestra de 200. grs., la cual se vacía a un vaso de aluminio y se vacía agua hasta llenarlo; con esto se procede a realizar el lavado del suelo. Si el suelo en estudio, tiene una cantidad apreciable de grumos, este se deja en saturación por 24 hrs. Se vacía el líquido a la malla No. 200, con el fin de eliminar los finos (que es el material que pasa dicha malla), posteriormente se vierte más agua al vaso y se agita de la forma antes descrita.

Cuando en la malla se acumule mucho material (arena), se reintegra al vaso, vaciando agua sobre el reverso de la malla, siempre cuidando de no perder material; esto se hará

cada 5 veces que se vacíe agua con finos a la malla No. 200. Esta operación se repite las veces necesarias para que el agua salga limpia o casi limpia.

El suelo es secado al horno o a la estufa, se deja enfriar y después se pasa por las siguientes mallas, que son la No. 10 a la No. 200. Para que sea un vibrado más eficaz se recomienda, llevar todo el conjunto de mallas al vibrador de mallas, se procede a pesar el material retenido en cada malla. Se realizan los cálculos de: % retenido parcial, % retenido acumulado, % que pasa; se dibuja la curva granulométrica, se calculan: los % de grava, de arena y de fino



Figura 3: juego de tamices para granulometría

Fuente: sotelo aedo, herbert (2008)

Tabla 2:

Distribución de las aberturas de los tamices

3"	76.20
2 1/2"	63.50
2"	50.80
1 1/2"	38.10
1"	25.40
3/4"	19.10
1/2"	12.70
3/8"	9.520
1/4"	6.350
4	4.750
6	3.350
8	2.360
10	2.000
16	1.180
20	0.850
30	0.600
40	0.425
50	0.300
60	0.250
80	0.180
100	0.150
140	0.106
170	0.088
200	0.074

Fuente: astm.

Este ensayo se realiza según las normas internacionales ASTM D-422 y AASHTO T 27-88, estos ensayos que se realizan es un análisis de suelo más antiguo y común que se realiza.

Sin embargo, debido a que el menor tamiz usado es el de 0.074 mm de diámetro o la malla N° 200, este ensayo está limitado a partículas mayores a esta dimensión, en tal sentido el ensayo que se realiza para partículas menores es por vía húmeda conocido como análisis hidrométrico.

Conjuntamente con estos cálculos se pueden hallar otros parámetros del suelo como son el coeficiente de uniformidad y el coeficiente de curvatura, los que se describen a continuación:

**Coeficiente de Uniformidad (CU):** Este coeficiente nos indica la distribución granulométrica del suelo, vale decir si está bien gradado o mal gradado, estos valores se evalúan entre D10 y D60, y está definido como sigue:

$$CU = D_{60} / D_{10} \text{ (DAS, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, 2001)}$$

Dónde: Cu: Coeficiente de Uniformidad.

D10: diámetro correspondiente al 10% de finos (diámetro efectivo).

D60: diámetro correspondiente al 60% de finos.

**Coeficiente de Curvatura (CC):** Este coeficiente es un parámetro el cual nos indica la forma que toma la curva granulométrica entre los diámetros D10 y D60, la expresión está dada de la siguiente manera:

$$CC = D_{30} / D_{60} * D_{10} \text{ (DAS, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, 2001)}$$

Dónde: Cc: coeficiente de Curvatura.

D30: diámetro correspondiente al 30% de finos.

#### Análisis hidrométrico

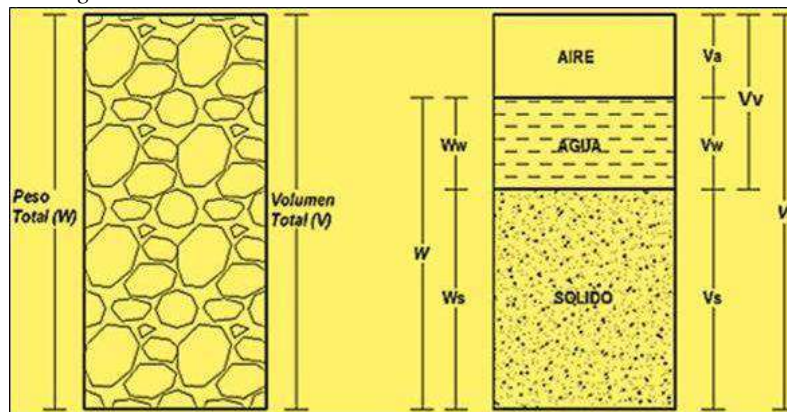
Este ensayo se realiza para partículas menores a 0.074 mm.

Las condiciones en que se encuentre un suelo alterado o inalterado en el lugar o transportado por cualquier medio, pueden indicarse como: a) en estado completamente seco, b) con cierta cantidad de humedad (parcialmente saturado), y c) completamente saturado (100% saturado). Es muy importante conocer las relaciones volumétricas existentes en cada fase entre suelo, agua y aire, para discernir adecuadamente en cada caso.” (CRESPO , 1992).

En este tema se describirá las relaciones de volumen y peso que se pueden realizar en los suelos.

Si idealizamos al suelo de la siguiente manera separando cada elemento en grupos gráficamente tendríamos el siguiente esquema:

Figura 4: fases existentes en los suelos



Fuente: (das, fundamentos de ingeniería geotécnica, 2001).

$W$  = peso del agua

$V$  = volumen total

$V_v$  = volumen de vacíos

$V_w$  = peso de la fase líquida

$W_s$  = Peso de la fase sólida.

$V_s$  = Volumen de la fase sólida.

$V_w$  = Volumen de la fase líquida.

Va = Volumen de la fase gaseosa.

<b>Relación de Vacíos</b>	$e = \frac{V_v}{V_s}$
<b>Porosidad</b>	$n = \frac{V_v}{V}$
<b>Grado de Saturación</b>	$S = \frac{V_w}{V_v}$
<b>Contenido de Humedad</b>	$w = \frac{W_w}{W_s}$
<b>Peso Específico Seco</b>	$\gamma_d = \frac{W_s}{V}$
<b>Densidad del Suelo</b>	$\rho = \frac{m}{V}$
<b>Densidad Seca del Suelo</b>	$\rho_d = \frac{m_s}{V}$

Figura4: relaciones volumétricas

Fuente: Propia

Dónde:

m = Masa del suelo en condiciones naturales.

ms = Masa del suelo seco al horno

La granulometría proporciona una primera aproximación de la identificación del suelo, pero a veces queda poco claro, por lo que se utiliza unos índices que definen la consistencia de los suelos en función del contenido de agua, a través de la determinación de la humedad: peso del agua del suelo dividido por el peso del suelo seco. (Gonzales & otros, 2002)

En el año de 1900 el científico Albert M. Atterberg desarrollo un método para determinar la consistencia del suelo fino con diferentes contenidos de humedad, entonces se dice que a mayor contenido de agua en suelo se comporta como un líquido. En el esquema a continuación se grafica los diferentes límites de consistencia.

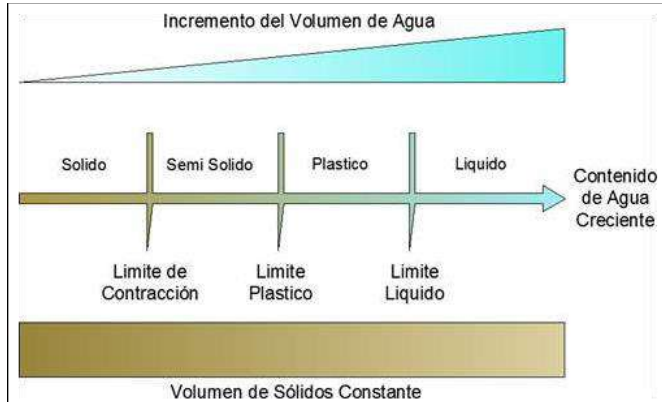


figura 6: límites de atterberg

fuelle: (Gonzales & otros, 2002)

El límite líquido es el contenido de humedad, expresado en porcentaje del peso del suelo seco. Este límite se define como el contenido de humedad necesario para que las dos mitades de una pasta de suelo de 1 cm de espesor fluyan y se unan en una longitud de 12 mm, aproximadamente, en el fondo de la muestra que separa las dos mitades, cuando la cápsula que la contiene golpea 25 veces desde una altura de 1 cm., a la velocidad de 2 golpes por segundo. A continuación se muestra el esquema de la cuchara Casagrande para este ensayo.” (Bosch, 2008).

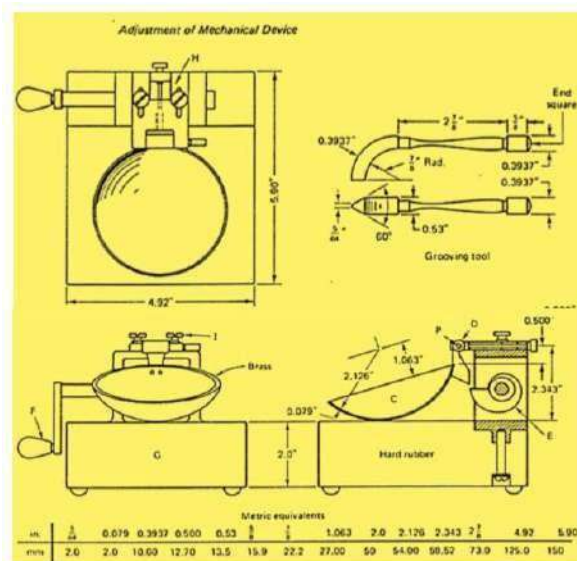


Figura 7: cuchara casa grande

Fuelle: coral, hugo (2006)

### Procedimiento del ensayo

Se prepara material fino que pasa la malla N° 40; para calibrar el equipo se gradúa a una altura de caída de 1 cm.

Se toma 60 gr de material pasante por la malla N° 40 y se humedece con agua potable o destilada, luego se agrega agua en distintas cantidades, para ponerlas en la cuchara Casagrande, una vez en la cuchara se pasa el acanalador por el medio de la masa de suelo de modo que quede en la base una separación de 2 mm.

Se acciona la manivela a razón de 2 vueltas por segundo y se cuenta el número de golpes necesarios para que se cierre los bordes inferiores de la muestra (por fluencia).

Se retira la parte de la muestra en la que se produjo la unión y se coloca en una capsula registrando su peso inicial o peso húmedo, para luego llevarla al horno bajo una temperatura de 110°C. Se realiza este procedimiento con distintas muestras y distinto contenido de humedad, procurando que se tenga registros por encima y debajo de 25 golpes. (Polanco, 2008)

El contenido de humedad se calcula mediante la siguiente formula:

$$w(\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \text{ (DAS, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, 2001)}$$

Dónde:

w(%) = contenido de humedad expresada en porcentaje.

m1 = masa del suelo húmedo del recipiente al inicio de la prueba.

m2 = masa de suelo seco al horno.

Con todos estos cálculos se determina el contenido de humedad para 25 golpes y el contenido de humedad hallado es el límite líquido de ese suelo.

límite plástico (LP). El límite plástico es el contenido de humedad para el cual el suelo se fractura al ser amasado en bastoncitos de diámetro 1/8" (3 mm) cuando se amasa una pequeña porción de suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa. (Medina & Matus, 2009).



*Figura n° 7: Amasado en el ensayo de límite plástico*

*Fuente: Sotelo Aedo (2008)*

Índice plasticidad (LP).

El índice de plasticidad es la simple diferencia numérica entre el Límite Líquido y el Límite Plástico.

$$IP = LL - LP$$

Dónde:

IP = índice de plasticidad.

LL = Límite líquido.

LP = Límite plástico.

Clasificación de suelos.

Los suelos dependiendo de sus características y las propiedades de cada uno de ellos se pueden clasificarlos en grupos y subgrupos, para de esta manera poder saber el comportamiento ingenieril que tienen los suelos. (Das, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, 2001)

En nuestra actualidad existen dos sistemas de clasificación de suelos más usados por los ingenieros; estos son el AASHTO (Asociación Americana de Funcionarios del Transporte y Carreteras Estatales) y el SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos).

sistema de clasificación aashto

Sistema AASHTO de Clasificación de Suelos para materiales granulares.



De acuerdo con este sistema y con base en su comportamiento, los suelos están clasificados en ocho grupos designados por los símbolos del A-1 al A-8. En este sistema de clasificación los suelos inorgánicos se clasifican en siete grupos que van del A-1 al A-7. Estos a su vez se dividen en un total de doce subgrupos. Los suelos con elevada proporción de materia orgánica se clasifican como A-8. Descripción de los grupos de clasificación:

a) Suelos granulares: Son aquellos que tienen 35% o menos, del material fino que pasa el tamiz No. 200. Estos suelos forman los grupos A-1, A-2 y A-3.

#### Grupo A-1:

El material de este grupo comprende las mezclas bien graduadas, compuestas de fragmentos de piedras, grava, arena y material ligante poco plástico. Se incluyen también en este grupo mezclas bien graduadas que no tienen material ligante. Subgrupo A-1-a: Comprende aquellos materiales formados predominantemente por piedra o grava, con o sin material ligante, estos materiales son bien graduados. Subgrupo A-1-b: Incluye aquellos materiales formados predominantemente por arena gruesa bien graduada, con o sin ligante.

#### Grupo A-2:

Comprende una gran variedad de material granular que contiene menos del 35% del material fino. Subgrupo A-2-4 y A-2-5: Pertenecen a estos subgrupos aquel material es cuyo contenido de material fino es igual o menor del 35% y cuya fracción que pasa el tamiz número 40 tiene las mismas características de los suelos A-4 y A-5 respectivamente. Subgrupo A-2-6 y A-2-7: Los materiales de estos subgrupos son semejantes a los anteriores, pero la fracción que pasa el tamiz número 40 tiene las mismas características de los suelos A-6 y A-7.

#### Grupo A-3

En este grupo se encuentra incluidas las arenas finas, de playa y aquellas con poca cantidad de limo que no tengan plasticidad. Este grupo incluye además, las arenas de río que contengan poca grava y arena gruesa.

b) Suelos finos: Contienen más del 35% del material fino que pasa el tamiz número 200. Estos suelos constituyen los grupos A-4, A-5, a-6, y A-7.

#### Grupo A-4

Pertenece a este grupo los suelos limosos poco o nada plásticos que tienen un 75% o más del material fino que pasa el tamiz número. Además se incluye en este grupo las mezclas de limo con grava y arena hasta en un 64%.

#### Grupo A-5

Los suelos comprendidos en este grupo son semejantes a los del anterior, pero contienen material micáceo o diatomáceo. Son elásticos y tiene un límite líquido elevado.

#### Grupo A-6

El material típico de este grupo es la arcilla plástica. Por lo menos el 75% de estos suelos debe pasar el tamiz número 200, pero se incluyen también las mezclas arcillo-arenosas cuyo porcentaje de arena y grava sea inferior al 64%. Estos materiales presentan, generalmente, grandes cambios de volumen entre los estados seco y húmedo.

#### Grupo A-7

Los suelos de este grupo son semejantes a los suelos A-6 pero son elásticos. Sus límites líquidos son elevados. Subgrupo A-7-5: Incluye aquellos materiales cuyos índices de plasticidad no son muy altos con respecto a sus límites líquidos. Subgrupos A-7-6: Comprende aquellos suelos cuyos índices de plasticidad son muy elevados con respecto a sus límites líquidos y que, además experimentan cambios de volumen extremadamente grandes.

#### Índice de grupo

Aquellos suelos que tienen un comportamiento similar se hallan dentro de un mismo grupo, y están representados por un determinado índice. La clasificación de un suelo en un determinado grupo se basa en su límite líquido, grado de plasticidad y porcentaje de material fino que pasa el tamiz número 200. Los índices de grupo de los suelos granulares

están generalmente comprendidos entre 0 y 4; los correspondientes a los suelos limosos entre 8 y 12 y los de los suelos arcillosos entre 11 y 20 o más.

Tabla 3:  
Sistema de clasificación aashto suelos granulares

Clasificación general	Materiales Granulares (35% o menos de la muestra pasa la malla Nº 200)						
	A-1		A-3	A-2			
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-B		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
<b>Análisis por cribado</b> (% que pasan las mallas)							
Nº 10	50 max						
Nº 40	30 max	50 max	51 max				
Nº 200	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max
<b>Características de la fracción que pasa la malla Nº 40</b>							
Límite líquido				40 max	41 min	40 max	41 min
Índice de plasticidad	6 max		NP	10 max	10 max	11 min	11 min
Tipo usual de material componentes significativos	Fragmentos de piedra, grava y arena		arena fina	Grava y arena limosa o arcillosa			
Clasificación de la capa	Excelente a bueno						

Fuente: DAS, Braja M. (2001)

Conjuntamente con las tablas se clasifica el suelo calculando el índice de grupo de los suelos adjuntando este entre paréntesis después de la denominación del grupo o sub grupo. El índice de grupo está definido por la siguiente ecuación:

$$GI = (F - 35)[0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F - 15)(PI - 10) \text{ (DAS, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, 2001)}$$

Dónde:

- F: porcentaje que pasa la malla Nº 200.
- LL: límite líquido.
- PI: índice de plasticidad

Sistema de clasificación sucs

El sistema de unificado de clasificación de suelos fue originalmente propuesto por A. Casagrande en 1942 y después revisada por el Bureau of Reclamation de Estados Unidos

y después por el Cuerpo de Ingenieros. (DAS, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, 2001)

Tabla 4:  
Clasificación según sucs

Criterios para la asignación de símbolos de grupo y nombre de grupo con el uso de ensayos de laboratorio			Clasificación de suelos		
			Símbolo de grupo	Nombre del grupo	
Suelos de partículas gruesas más del 50% es retenido en la malla No. 200	Gravas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	$Cu \geq 4$ y $1 < Cc \leq 3$	GW	Grava bien graduada	
		$Cu < 4$ y $1 > Cc > 3$	GP	Grava mal graduada	
	Gravas con finos Mas del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla No. 4	$IP < 4$ o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa	
		$IP > 7$ o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa	
	Gravas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200	Cumple los criterios para GW y GM	GW-GM	Grava bien graduada con limo	
		Cumple los criterios para GM y GC	GM-GC	Grava bien graduada con arcilla	
		Cumple los criterios para GP y GM	GP-GM	Grava mal graduada con limo	
		Cumple los criterios para GP y GC	GP-GC	Grava mal graduada con arcilla	
	Arenas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	$Cu \geq 6$ y $1 < Cc \leq 3$	SW	Arena bien graduada	
		$Cu < 6$ y $1 > Cc > 3$	SP	Arena mal graduada	
		Arenas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200	$IP < 4$ o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
			$IP > 7$ o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa
		Arenas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200	Cumple los criterios para SW y SM	SW-SM	Arena bien graduada con limo
			Cumple los criterios para SW y SC	SW-SC	Arena bien graduada con arcilla
Suelos de partículas finas El 50% o mas pasa la malla No. 200	Inorgánicos	$IP > 7$ y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CL	Arcilla de baja plasticidad	
		$IP < 4$ y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	ML	Limo de baja plasticidad	
Limos y arcillas Limite Liquido menor que 50	Orgánicos	Limite liquido - secado al horno	CL	Arcilla orgánica	
		limite liquido - no secado $< 0.75$		Limo orgánico	
	Inorgánicos	$IP > 7$ y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta plasticidad	
		$IP < 4$ y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH	Limo de alta plasticidad	
Limos y arcillas Limite Liquido mayor que 50	Orgánicos	Limite liquido - secado al horno	CH	Arcilla orgánica	
		limite liquido - no secado $< 0.75$		Limo orgánica	
Suelos altamente orgánicos	Principalmente materia orgánica de color oscuro		PT	Turba	

Fuente: Matus lazo, iván y Blanco rodríguez, Marvin

También en esta clasificación se usa la carta de plasticidad desarrollada por Casagrande, a continuación se muestra la carta

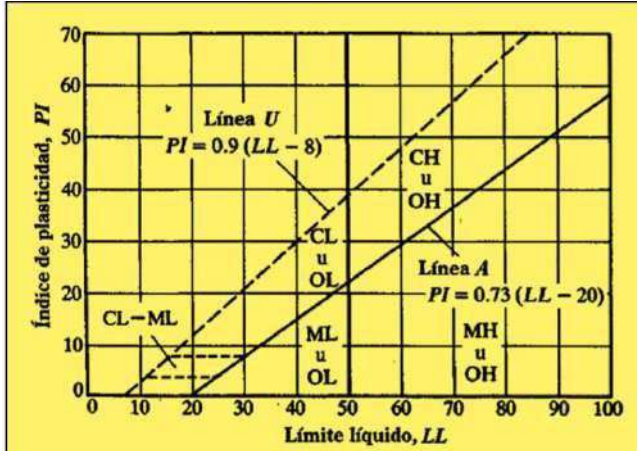


Figura n° 8: Carta de plasticidad

Fuente: das, Braja m. (2001)

Sistema unificado de clasificación de suelos.

Suelos gruesos.

En los suelos gruesos se tiene las gravas (G) y las arenas (S) de tal modo que un suelo pertenece al grupo de las gravas (G) si más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla N° 4, y pertenece al grupo de las arenas (S) en caso contrario. Tanto como las gravas como las arenas se dividen en cuatro grupos (GW, GP, GM, GC) y (SW, SP, SM, SC), respectivamente.

Suelos finos

También en los suelos finos el sistema unificado los considera agrupados en tres grupos para los limos y arcillas con límite líquido menor de 50%, en tres grupos para los limos y arcillas con límite mayor de 50% y en un grupo para los suelos finos altamente orgánicos. Si el límite líquido del suelo es menor de 50%, es decir, si el suelo es de compresibilidad bajo o media, se añade el sufijo L a los prefijos M,C y O, obteniéndose de ese modo los símbolos ML(limos inorgánicos de baja compresibilidad) y CL (arcillas inorgánicos de baja compresibilidad) y OL (limos orgánicos de baja compresibilidad).

Corte directo.

Este ensayo consiste en determinar de una manera rápida y aproximada los parámetros de resistencia del suelo como son la cohesión (c) y el ángulo de fricción ( $\emptyset$ ) de un suelo.

“el equipo consiste en una caja de corte metálica en la que se coloca el espécimen... La caja está cortada horizontalmente en dos partes. La fuerza normal sobre el espécimen se aplica desde la parte superior de la caja de corte... La fuerza cortante es aplicada moviendo una mitad de la caja respecto de la otra para generar la falla en el espécimen.” (DAS, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, 2001)

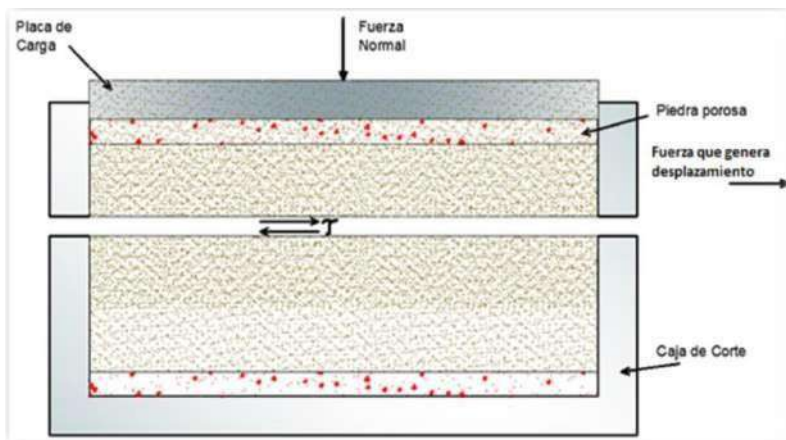


Figura 9: Esquema de ensayo de corte directo

Fuente: (Das, fundamentos de ingeniería geotécnica, 2001)

Entonces al proceder con este ensayo para cada muestra se determinan el esfuerzo normal y el esfuerzo cortante resistente.

$$\sigma = \sigma' = \text{esfuerzo normal} = \frac{\text{Fuerza Normal}}{\text{area de la seccion transversal del espécimen}}$$

(DAS, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, 2001)

$$\tau_f = \sigma' \tan \emptyset \quad (\text{DAS, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, 2001})$$

$$\emptyset = \tan^{-1} \left( \frac{\tau_f}{\sigma'} \right) \quad (\text{DAS, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, 2001})$$

Dónde:

$\emptyset$ : ángulo de fricción.

$\tau_f$ : esfuerzo cortante.

$\sigma$ : esfuerzo normal

Variable independiente: Método de Terzagui y Meyerhof

Cimentaciones

Cimentaciones superficiales.

Una cimentación superficial es un elemento estructural cuya sección transversal es de dimensiones grandes con respecto a la altura y cuya función es trasladar las cargas de una edificación a profundidades relativamente cortas, menores de 4 m aproximadamente con respecto al nivel de la superficie natural de un terreno o de un sótano. En una cimentación superficial la reacción del suelo equilibra la fuerza transmitida por la estructura. Esta reacción de fuerzas, que no tiene un patrón determinado de distribución, se realiza en la interface entre el suelo y la sección transversal de la cimentación que está en contacto con él. Las cimentaciones superficiales, cuyos sistemas constructivos generalmente no presentan mayores dificultades pueden ser de varios tipos, según su función: zapata aislada, zapata combinada, zapata corrida o losa de cimentación. En una estructura, una zapata aislada, que puede ser concéntrica, medianera o esquinera se caracteriza por soportar y trasladar al suelo la carga de un apoyo individual.

Capacidad de carga en cimentaciones superficiales.

Se puede definir como capacidad de carga, a la carga por unidad de área bajo la fundación bajo la cual se produce la falla por corte, es decir, es la mayor presión unitaria que el suelo puede resistir sin llegar al estado plástico. Al cargar un suelo de fundación su superficie sufre asentamientos que se pueden graficar en función de la carga unitaria o presión media. La falla de la fundación supone asientos importantes, giro y vuelco de la estructura, según la estructura y el tipo de suelo la falla puede producirse de tres formas:

a) Por rotura general: Se produce una superficie de rotura continua que arranca en la base de la zapata y aflora a un lado de la misma a cierta distancia. Esta es la rotura típica de arenas densas y arcillas blandas en condiciones de cargas rápidas sin drenaje.

- b) Por punzonamiento: La cimentación se hunde cortando el terreno en su periferia con un desplazamiento aproximadamente vertical
- c) Por rotura local: Se plastifica el suelo en los bordes de la zapata y bajo la misma, sin que lleguen a formarse superficies continuas de rotura hasta la superficie. Esto es típico en arcillas y limos blandos y en arenas medias a sueltas.

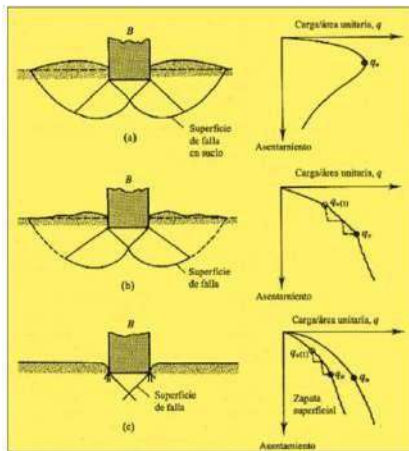


Figura 10: fallas por corte

Fuente: Das, braja m. (2001)

Metodologías de cálculo de cimentaciones superficiales:

Teoría de Terzagui:

La Teoría de Terzagui para determinar la capacidad de carga de un suelo cubre el caso más general, pues se aplica a suelos con cohesión y/o fricción, y se considera la teoría más usada para determinar la capacidad de carga en cimientos poco profundos (aquellos en que el ancho del cimiento  $B$ , es igual o mayor a la distancia vertical entre el nivel del terreno y la base del cimiento,  $D_f$ ).

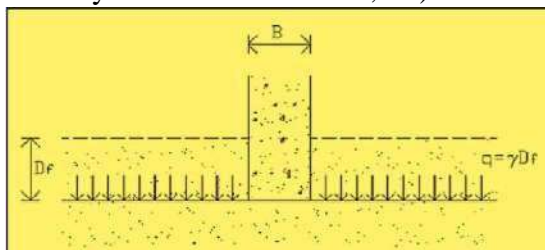


Figura 11: método de terzagui

Fuente: (medrano, 2008)



Terzagui en su teoría desprecia la resistencia al esfuerzo cortante arriba del nivel de desplante del cimiento. Esta Teoría establece que una zapata continua descansa sobre una superficie de suelo, el terreno falla a través de tres zonas. Debido a la fricción y cohesión entre el suelo y la base de la cimentación, la zona I actúa como una cuña que se introduce en el suelo como si fuera parte de la zapata formando el los lados del triángulo ángulos de  $(45 + \phi/2)$ ; las zonas II son de deformación tangencial radial y las curvas de falla son espirales logarítmicas, cuyos centros se localizan en las aristas de la base de la cimentación; Las zonas III son zonas de estado plástico pasivo de Rankine y sus fronteras forman un ángulo de  $(45 - \phi/2)$  con la horizontal.

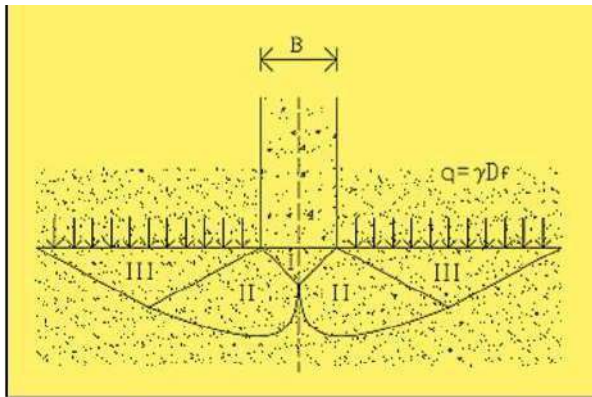


figura 12: teoría de terzagui

fuelle: (medrano, 2008)

Por lo anterior se deduce que la capacidad de carga de un suelo, depende de:

Resistencia al esfuerzo cortante (cohesión y/o fricción)

Ancho de la cimentación

Peso volumétrico del suelo y del relleno arriba del nivel de desplante

Profundidad del cimiento.

Por lo que Terzagui propone la siguiente fórmula para determinar la capacidad de carga última de un cimiento continuo, poco profundo.

Para zapatas corridas:

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

Para zapatas cuadradas:

$$q_u = 0.4B\gamma N_\gamma + 1.3cN_c + \gamma_q D_f N_q$$

$q_u$  = capacidad de carga ultima

$c$  = cohesión

$\gamma_1$  = peso específico o peso unitario volumétrico del suelo ubicado encima del nivel de cimentación.

$\gamma_2$  = peso específico o peso unitario volumétrico del suelo ubicado debajo del nivel de cimentación.

$B$  = ancho de la zapata continua.

$N_c, N_q, N_\gamma$  = factores adimensionales que dependen de  $\Phi$  y se denominan factores de capacidad de carga debido a la cohesión, a la sobrecarga y al peso del suelo.

Los factores de carga los determinan los diferentes códigos de construcción, según los tipos de suelos. Se pueden determinar a través de las siguientes formulas.

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

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

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi$$

A continuación, se enlistan los valores de los factores de carga

Tabla 5: Valores de factores de carga según Terzagui

$\phi$	$N_\gamma$	$N_c$	$N_q$
0	0	5.14	1
1	0.07	5.38	1.09
2	0.15	5.63	1.20
3	0.24	5.90	1.31
4	0.34	6.19	1.43
5	0.45	6.49	1.57
6	0.57	6.81	1.72
7	0.71	7.16	1.88
8	0.86	7.53	2.06
9	1.03	7.92	2.25
10	1.22	8.34	2.47
11	1.44	8.80	2.71
12	1.69	9.28	2.97
13	1.97	9.81	3.26
14	2.29	10.37	3.59
15	2.65	10.98	3.94
16	3.06	11.63	4.34
17	3.53	12.34	4.77
18	4.07	13.10	5.26
19	4.68	13.93	5.80
20	5.39	14.83	6.40

Fuente: (Medrano, 2008)

Teoría de Meyerhof:

En Meyerhof en su teoría de capacidad de carga toma en cuenta los esfuerzos cortantes desarrollados en el suelo arriba del nivel de desplante del cimiento, considerando un mecanismo de falla de la siguiente forma:

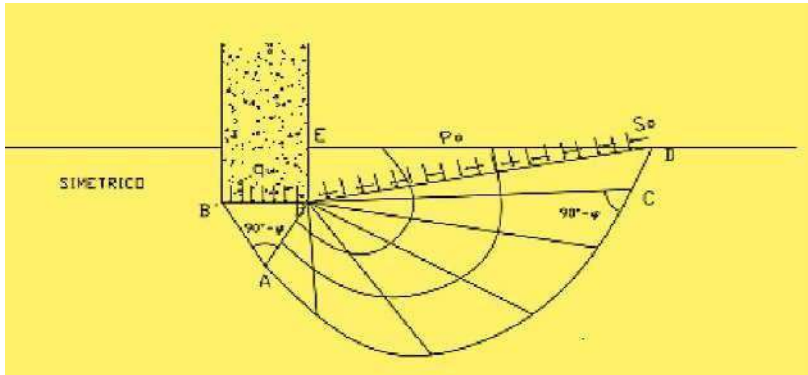


Figura 14: mecanismo de falla de meyerhof

Fuente: (medrano, 2008)

El mecanismo de falla de una cimentación a poca profundidad está dividido en tres cuñas, la primera  $ABB'$  es una cuña de esfuerzos uniformes que se puede considerar en estado activo (Rankine); la segunda  $ABC$  es una cuña limitada por una curva de espiral logarítmica y es una zona de esfuerzo cortante radial; la tercera  $BCDE$  es una cuña que se considera en estado pasivo (Rankine). La línea  $BD$  es llamada Línea de Meyerhof y se considera que en esta superficie actúan los esfuerzos normales  $P_o$  y los tangenciales  $S_o$  productos de la cuña  $BDE$ . Llegando Meyerhof a la siguiente fórmula para determinar la capacidad de carga del suelo en un cimiento largo (corrido), ver ecuación.

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

Considerando los mismos factores de carga indicados en la teoría de Terzagui por Prandtl  $N_c$  y  $N_q$ , como se muestra en las ecuaciones:

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi$$

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi} \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$N_{\gamma} = (N_q - 1) \tan(1.4 \varphi)$$

A continuación, se en listan los valores de los factores de carga de Meyerhof para cimientos superficiales (poco profundos,  $D < B$ ) largos (corridos) A continuación se en listan los valores de los factores de carga:

Tabla 6:

Valores de factores de carga de Meyerhof

$\phi$	$N_\gamma$	$N_c$	$N_q$
0	0	5.14	1
1	0	5.38	1.09
2	0.01	5.63	1.20
3	0.02	5.90	1.31
4	0.04	6.19	1.43
5	0.07	6.49	1.57
6	0.11	6.81	1.72
7	0.15	7.16	1.88
8	0.21	7.53	2.06
9	0.28	7.92	2.25
10	0.37	8.34	2.47
11	0.47	8.80	2.71

Fuente: (Medrano, 2008)

Carga vertical:

$$q_u = CN_c S_c d_c + q N_q S_q d_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma S_\gamma d_\gamma$$

Carga inclinada:

$$q_u = CN_c S_c i_c d_c + q N_q S_q i_q d_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma S_\gamma i_\gamma d_\gamma$$

$q_c$ = capacidad de carga ultima

$c$ = cohesión

$\gamma_1$ = peso específico o peso unitario volumétrico del suelo ubicado encima del nivel de cimentación.

$\gamma_2$ = peso específico o peso unitario volumétrico del suelo ubicado debajo del nivel de cimentación.

$B$ = ancho de la zapata continua.

$N_c, N_q, N_\gamma$  = factores adimensionales que dependen de  $\Phi$  y se denominan factores de capacidad de carga debido a la cohesión, a la sobrecarga y al peso del suelo.  $d_c, d_q, d_\gamma$  = coeficiente de corrección por la profundidad de la cimentación.

$S_c, S_q, S_\gamma$  = coeficiente de corrección por forma de la cimentación.

$i_c, i_q, i_\gamma$  = coeficiente de corrección por la inclinación de las cargas

Factores de forma, determinados con las ecuaciones:

$$f_\gamma = 1 - 0.4 \left( \frac{B}{L} \right)$$

$$f_c = 1 + 0.25 \left( \frac{B}{L} \right)$$

$$f_q = 1 + \left( \frac{B}{L} \right) \tan \varphi$$

Factores de profundidad:

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

$$d_\gamma = d_q = 1 + 0.1 \sqrt{N_\varphi} \left( \frac{D}{B} \right), \quad \text{para } \varphi = 10^\circ$$

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{N_\varphi} \left( \frac{D}{B} \right)$$

En donde:

$$N_\varphi = \tan \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

Factores de inclinación de carga:

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{\alpha}{\varphi} \right)^2$$

$$i_c = i_q = \left( 1 - \frac{\alpha}{90^\circ} \right)^2$$

Factor de seguridad

El cálculo de la capacidad de carga admisible o de trabajo, en una cimentación Superficial requiere de la aplicación de un factor de seguridad (FS), para dar los márgenes de seguridad necesarios, para considerar las incertidumbres de las propiedades de los suelos que son un material “natural”. En la forma más simple se puede escribir.

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

Considerándose el Factor de seguridad comúnmente igual o mayor de 3, en algunos casos dependiendo del tipo de obra y de si se toman cargas permanentes vivas y accidentales, el valor puede reducirse a 2 o 2.5.

Estudio geotécnico

Generalidades

Un programa de investigación de campo y laboratorio se define mediante:

- a) Condiciones de frontera.
- b) Número n de puntos a investigar.
- c) Profundidad p a alcanzar en cada punto. d) Distribución de los puntos en la superficie del terreno.
- e) Número y tipo de muestras a extraer.
- f) Ensayos a realizar «In situ» y en el laboratorio. Un EMS puede plantearse inicialmente con un PIM (Programa de Investigación Mínimo), debiendo aumentarse los alcances del programa en cualquiera de sus partes si las condiciones encontradas así lo exigieran.

Programa de investigación mínimo – PIM

El Programa de Investigación aquí detallado constituye el programa mínimo requerido por un EMS, siempre y cuando se cumplan las condiciones dadas en el Artículo 11 (11.2a). De no cumplirse las condiciones indicadas, el PR deberá ampliar el programa de la manera más adecuada para lograr los objetivos del EMS.

Condiciones de Frontera

Tienen como objetivo la comprobación de las características del suelo, supuestamente iguales a las de los terrenos colindantes ya edificados. Serán de aplicación cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

Número «n» de puntos de Investigación

El número de puntos de investigación se determina en la Tabla N° 6 en función del tipo de edificación y del área de la superficie a ocupar por éste.

Tabla 7:

*Numero de calicatas*

<b>Tipo de edificación</b>	<b>Número de puntos de Investigación (n)</b>
A	1 cada 225 m <sup>2</sup>
B	1 cada 450 m <sup>2</sup>
C	1 cada 800 m <sup>2</sup>
Urbanizaciones para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada Ha de terreno habilitado

*Fuente: (RNE,, reglamento nacional de edificaciones, 2010)*

(n) nunca será menor de 3. Cuando se conozca el emplazamiento exacto de la estructura, se determinará en función del área en planta de la misma; cuando no se conozca dicho emplazamiento, n se determinará en función del área total del terreno.

c) Profundidad “p” mínima a alcanzar en cada punto de Investigación

C-1) Cimentación Superficial

Se determina de la siguiente manera:

Donde:

Edificación sin sótano

$$P = D_f + Z$$

Edificación con sótano

$$P = h + D_f + Z$$

En el caso de ser ubicado dentro de la profundidad activa de cimentación el estrato resistente típico de la zona, que normalmente se utiliza como plano de apoyo de la cimentación, a juicio y bajo responsabilidad del PR, se podrá adoptar una profundidad z menor a 1,5 B. En este caso la profundidad mínima de investigación será la profundidad del estrato resistente más una profundidad de verificación no menor a 1m. En ningún caso p (profundidad) será menor de 3 m, excepto si se encontrase roca antes de alcanzar la

profundidad  $p$ , en cuyo caso el PR Deberá llevar a cabo una verificación de su calidad por un método adecuado.  $D_f$  = Es una edificación sin sótano, es la distancia vertical desde la superficie del terreno hasta el fondo de la cimentación. En edificaciones con sótano, es la distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y el fondo de la cimentación.

$h$ = Distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y la superficie del terreno natural.

$z= 1,5$ : siendo el ancho de la cimentación prevista de mayor área

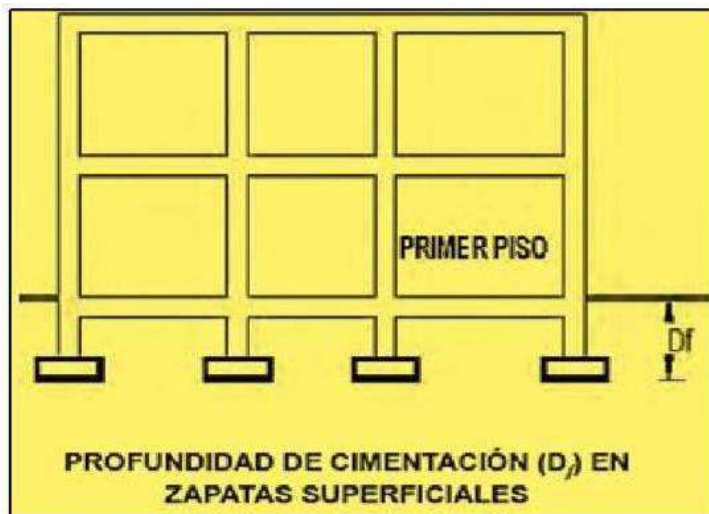


Figura 15: profundidad mínima de investigación

Fuente: (RNE, reglamento nacional de edificaciones, 2010)

#### Distribución de los puntos de Investigación

Se distribuirán adecuadamente, teniendo en cuenta las características y dimensiones del terreno, así como la ubicación de las estructuras previstas cuando éstas estén definidas.

Número y tipo de muestras a extraer



Tabla 8:

*Aplicación y limitaciones de los ensayos*

TABLA N° 3 APLICACIÓN Y LIMITACIONES DE LOS ENSAYOS								
Ensayos In Situ	Norma Aplicable	Aplicación Recomendada			Aplicación Restringida		Aplicación No Recomendada	
		Técnica de Investigación	Tipo de Suelo <sup>(1)</sup>	Parámetro a obtener <sup>(2)</sup>	Técnica de Investigación	Tipo de Suelo <sup>(1)</sup>	Técnica de Investigación	Tipo de Suelo <sup>(1)</sup>
SPT	NTP339.133 (ASTM D1586)	Perforación	SW, SP, SM SC-SM	N	Perforación	CL, ML, SC, MH, CH	Calicata	Lo restante
DPSH	UNE 103 801:1994	Auscultación	SW, SP, SM SC-SM	N <sub>10</sub>	Auscultación	CL, ML, SC, MH, CH	Calicata	Lo restante
Cono tipo Peck	UNE 103 801:1994 <sup>(4)</sup>	Auscultación	SW, SP, SM SC-SM	C <sub>s</sub>	Auscultación	CL, ML, SC, MH, CH	Calicata	Lo restante
CPT	NTP 339.148(ASTM D3441)	Auscultación	Todos excepto gravas	q <sub>c</sub> , f <sub>c</sub>	Auscultación	—	Calicata	Gravas
DPL	NTP 339.159 (DIN 4094)	Auscultación	SP	n	Auscultación	SW, SM	Calicata	Lo restante
Veleta de Campo <sup>(3)</sup>	NTP 339.155 (ASTM D2573)	Perforación/ Calicata	CL, ML, CH, MH	C <sub>s</sub> , St	—	—	—	Lo restante
Prueba de carga	NTP 339.153 (ASTM D1194)	—	Suelos granulares y rocas blandas	Asentamiento vs. Presión	—	—	—	—

*Fuente:* (RNE, reglamento nacional de edificaciones, 2010)

Análisis y estudio de los tipos de suelo.

Planos y perfiles de suelos

Por medio de planos topográficos o planimétricos del terreno, relacionado a una base de referencia y mostrando la ubicación física de la referencia utilizada, para lo cual se realizarán pozos o calicatas con fines de exploración geotécnica.

Perfil estratigráfico por punto de investigado

Deberá de incluirse la formación del perfil de suelo indicada en artículo 12 así como una muestra obtenida y los ensayos insitu.

Simbología de Suelos (Referencial)						
DIVISIONES MAYORES		SIMBOLO		DESCRIPCION		
		SUCS	GRAFICO			
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA		
		GP		GRAVA MAL GRADUADA		
		GM		GRAVA LIMOSA		
		GC		GRAVA ARCILLOSA		
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA		
		SP		ARENA MAL GRADUADA		
		SM		ARENA LIMOSA		
		SC		ARENA ARCILLOSA		
		SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD
				CL		ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD
OL				LIMO ORGANICO O ARCILLA ORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD		
LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH			LIMO INORGANICO DE ALTA PLASTICIDAD		
	CH			ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD		
	OH			LIMO ORGANICO O ARCILLA ORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD		
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS		Pt		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS.		

Figura 16: perfil estratigráfico

Fuente: (RNE, reglamento nacional de edificaciones, 2010)

Ejemplo y análisis matemático por ambos métodos

Ejercicio matemático

Calcule la capacidad de carga ultima ( $q_u$ ) el esfuerzo admisible, considerando un factor de seguridad de 3 de una cimentación de longitud infinita de 2 metros de ancho de cimentación a un metro de profundidad en una arena gravosa seca con peso unitario igual a 1.6 tn/m<sup>3</sup> un Angulo de fricción interna de 32° utilice la teoría de Terzagui y Meyerhof:.

Se sabe que:

$C=0$

$\sigma_1 = \sigma_2$  por ser el mismo

$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2} \gamma \cdot BN_\gamma \text{ (Cimiento corrido)}$$

$q_u = ?$   
 $q_{adm} = ?$   
 $FS = 3$   
 $B = 2$   
 $B/L = 0$   
 $\sigma = 1.6 \text{ tn/m}^3$

### TEORÍA DE TERZAGUI

$$q_c = 1.6 \text{ tn/m}^3 + 1\text{m} \cdot 28.516 + \frac{1}{2}(1.6 \text{ tn/m}^3 \cdot 2\text{m} \cdot 27.056)$$

$$q_c = 88.92 \text{ tn/m}^2 = 8.89 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = 8.89/3 = 2.96 \text{ kg/cm}^2$$

### TEORÍA DE MEYERHOF

$$q_u = C N_c S_c i_c d_c + q N_q S_q i_q d_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma S_\gamma i_\gamma d_\gamma$$

Se sabe que:

Cimentación continua

$S_c, S_q, S_\gamma = 1$  a carga no es inclinada  $i_c, i_q, i_\gamma = 1$

$\sigma_1 = \sigma_2$  por ser el mismo estrato.  $\Phi_r = 35^\circ = N_q = 33.30 \text{ N} \sigma = 48.03$

$$q_c = 1.096 \cdot 1.6 \text{ tn/m}^3 \cdot 1\text{m} \cdot 33.3 + 1.096 \cdot 0.5 \cdot 1.6 \cdot 2 \cdot 48.03$$

$$q_c = 142.6 \text{ tn/m}^2 = 14.26 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = 14.26/3 = 4.75 \text{ kg/cm}^2$$

Nota: Comparando ambos métodos podemos deducir que el método de Terzagui es más conservador que el método de Meyerhof, sino también.

Como hipótesis nos planteamos que la capacidad admisible obtenida por el método de Terzagui brinda mayor seguridad estructural que la del método de Meyerhof, en el diseño de cimentaciones superficiales, según las características del suelo del distrito de Recuay-Ancash.

El objetivo general del presente estudio es: Determinar la capacidad admisible por los métodos Terzagui y Meyerhof para el diseño de cimentaciones superficiales, según las características de suelo del distrito Recuay-Ancash y como onjetivos específicos:

Determinar el tipo de suelo, las características y propiedades físicas y mecánicas del suelo.  
Determinar la capacidad de carga ultima del suelo del distrito de Recuay-Ancash por los métodos Terzagui y Meyerhof según las características del suelo, para el diseño de cimentaciones superficiales.

Determinar la capacidad admisible del suelo del distrito de Recuay - Ancash por los métodos Terzagui y Meyerhof según sus características del suelo, en el diseño de cimentaciones superficiales.

Determinar Como influye la clasificación del suelo en la determinación de la capacidad admisible.

## **II. METOLOGIA**

La presente tesis es de tipo cuantitativa. Los datos recolectados en la presente tesis son netamente numéricos porque se identificarán valorativamente con mediciones y verificaciones numéricas los parámetros que involucraron las variables de estudio que se usaran para comprobar la hipótesis general.

El diseño de la presente investigación es de tipo no experimental.

En esta investigación se recolectarán datos de la zona sin sufrir manipulación alguna y en un tiempo corto determinado. Entonces diremos que esta es una Investigación no experimental transaccional o transversal.

La población y muestra estará constituida por el suelo del distrito de Recuay ya que nuestro estudio se limita a solo saber las características del suelo de este lugar para lograr su estudio y análisis de la capacidad admisible. Los tipos de edificaciones que se encuentran en la zona son viviendas y terrenos.

Criterios de evaluación de la muestra

Para la elección de las muestras y el método de muestreo se tomaron en consideración estrictamente los parámetros planteados en el programa de exploración mínima de nuestro reglamento nacional de edificaciones norma E0.50.

Criterios de inclusión

Nuestra muestra es válida por los siguientes criterios:

Las calicatas corresponden solamente de distrito de Recuay.

Los parámetros topográficos corresponden solo del distrito de Recuay.

Solo se aplica para casos donde se presenten suelos secos, es decir donde no se encuentre nivel freático. En el caso se encontrase nivel freático se recomienda primero

realizar un mejoramiento del suelo que lo conforma, con la finalidad de mejorar su capacidad portante, para luego poder realizar los estudios correspondientes sin ningún problema.

Las técnicas e instrumentos de investigación se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 9

*Técnicas de recolección de información*

<b>Técnicas de Recolección de Información</b>	<b>Instrumento</b>
<b>La Observación</b>	Ficha de observación del Laboratorio de Mecánica de suelo y ensayo de materiales

*Fuente:* Elaboración propia

Se aplicó como técnica la observación ya que la percepción del material debe ser registrada en forma cuidadosa y experta. Todo lo observado se debe poner por escrito lo antes posible, cuando no se puede tomar notas en el mismo momento. Para esto utilizaremos como instrumento una guía de observación resumen porque nos permitirá elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos y de la capacidad admisible del suelo.

Para el presente proyecto de investigación el procesamiento de datos será posterior a los ensayos respectivos apoyados en una hoja de cálculo Excel.

Para realizar el análisis de los datos se tuvo presente las siguientes consideraciones:

Recopilación de antecedentes preliminares: En esta etapa se realizará la búsqueda del ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes y de toda la información necesaria que ayude a cumplir con los objetivos de este proyecto. Con fines de estudio se hicieron calicatas según el RNE a mano con las herramientas de pico, pala, barreta, cubetas entre otros en el suelo de la ciudad de Recuay.

Para el análisis de la muestra extraída de las calicatas, estas fueron llevadas al laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad San Pedro para poder realizar los ensayos que nos permitirán determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, estos ensayos se realizaron paraca cada calicata en estudio

#### Procesos de la investigación

Se procedió a realizar el ensayos de granulometría, donde se tomó una muestra de un aproximado de 20 kilos de material de cada calicata, estudiada anteriormente haciendo un cuarteo manual para obtener la muestra adecuada para realizar el ensayo, luego se procedió con la operación de tamizado, utilizando las mallas ASTM respectivas para el presente ensayo, para luego determinar el peso retenido en cada tamiz tomando los datos respectivamente. (100), 75 mm (N° 200).), tamices que van desde los diámetros mayores arriba hasta los diámetros inferiores abajo. Se procede a pesarlos en una balanza para poder saber la cantidad que pasó cada una de los tamices.

Para la obtención del límite líquido, se procedió a separar y secar la máquina de Casagrande, asegurándose que ella se encuentre perfectamente limpia y seca antes del ensayo, que la altura de la maquina este a 1 cm.

Colocar entre 250 g de suelo en un recipiente de porcelana, añadir una pequeña cantidad de agua, colocar la mezcla en la cazuela alisando la superficie con la espátula, cuidando de no dejar burbujas de aire en la masa de suelo

Usando el acanalador separar el suelo en dos mitades según el eje de simetría de la cápsula; para una arcilla, el surco se puede hacer de una vez; los limos pueden exigir 2 o 3 pasadas suaves antes de completarlo.

Colocar la cápsula en su posición para el ensayo. Girar la manivela de manera uniforme a una velocidad de 120 rpm; continuar hasta que el surco se cierre en 12.7 mm de longitud; anotar el número de golpes. Revolver el suelo de la cápsula con la espátula y repetir las operaciones (3) a (5), hasta que la diferencia entre los números de golpes para dos ensayos

sucesivos no sea superior a 1 (para suelos especiales se pueden aceptar mayores diferencias); una diferencia mayor revela, por lo general, una falta de uniformidad en el contenido de humedad.

Luego de que se hizo pasar la muestra a través de la serie B de tamices (75 mm (3"), 37.5 mm (1-1/2"), 19.0 mm (3/4"), 9.5 mm (3/8"), 4.75 mm (N° 4), 2.36

mm (N° 8), 1.10 mm (N° 16), 600 mm (N° 30), 300 mm (N° 50), 150 mm (N°

100), 75 mm (N° 200).), tamices que van desde los diámetros mayores arriba hasta los diámetros inferiores abajo. Se procede a pesarlos en una balanza para poder saber la cantidad que pasó cada una de los tamices.

Para determinar el contenido de humedad se procedió a Pesar una cápsula o recipiente de aluminio o latón. Identificar y revisar adecuadamente el recipiente. Las cápsulas de humedad normalmente pueden ser de diferentes tamaños, siendo las más populares, Colocar una muestra representativa de suelo húmedo en la cápsula y determinar el peso del recipiente más el del suelo húmedo.

Luego se coloca al horno para secado de la muestra, después de secado se vuelve a pesar la muestra, con lo cual se determinará el peso del recipiente más el suelo seco.

El límite plástico, Se toma una muestra de la pasta de arcilla que se preparó para hacer la prueba de límite plástico en la Cazuela de Casagrande.( En una taza se toma una fracción de la muestra de suelo previamente secado, y se mezcló con agua hasta obtener una pasta con una consistencia aparentemente en estado líquido).Esta muestra, que se acerca más al estado plástico, se le adiciona un poco más de muestra seca hasta alcanzar una consistencia aparentemente en estado plástico (parecida a la de la conocida plastilina) que no se agriete pero no con muchas grietas. Con la pasta preparada se procede a moldear rollitos cilíndricos de aproximadamente 3 mm de diámetro y 5 centímetros de longitud sobre una lámina de vidrio de superficie de vidrio poroso. Luego estos rollitos se colocan en tres recipientes y se pesan en una balanza de sensibilidad de 0.1 gramos, y se meten a



un horno a una temperatura de 100 a 110 °C, por un intervalo de 24 horas aproximadamente.

Después de pasadas las 24 horas se retiran las muestras y se pesan, para así determinar, con las diferencias de peso, el contenido de humedad.

Para la determinación del peso específico del suelo, Tallar una muestra sin agujeros ni grietas, el tamaño debe ser tal que pueda introducirse en la probeta, pesar la muestra tallada y anotar. Derretir previamente la parafina en el horno o estufa, dejar enfriar ligeramente, luego recubrir la muestra para impermeabilizarla. La parafina debe de cubrir la muestra en una capa fina, no debe penetrar en los poros del suelo. Cuando las muestras estén completamente secas se pesaran para luego ser sumergidas en una probeta de con agua hasta un volumen inicial conocido. Introducir la muestra parafina en la probeta, se producirá un desplazamiento La parafina debe de cubrir la muestra en una capa fina, no debe penetrar en los poros del suelo. Cuando las muestras estén completamente secas se pesaran para luego ser sumergidas en una probeta de con agua hasta un volumen inicial conocido. Introducir la muestra parafina en la probeta, se producirá un desplazamiento volumen, donde el volumen desplazado será el volumen del suelo parafinado. Volumen, donde el volumen desplazado será el volumen del suelo parafinado.

El ensayo de corte directo se realizó en la Universidad nacional Santiago Antúnez de Mayolo y se procedió cortando una muestra un poco mayor al tamaño del tallador, se coloca el tallador en la parte superior, se corta poco a poco en los bordes. luego se talla por los bordes del tallador, poco a poco se introduce el tallador, luego de que el tallador pasa en su totalidad se debe cortar los extremos.

Se debe colocar sobre la parte inferior de la celda de corte, en orden: la base ranurada, dos piedras porosas, un papel filtro. Colocar la parte superior de la celda, cuidando que los agujeros de mismo diámetro estén alineados y atornillados. Colocar la celda de corte en el equipo, y proceder a verificar las lecturas dadas por los deformímetros.

### III. RESULTADOS

Características, propiedades físicas y mecánicas del suelo

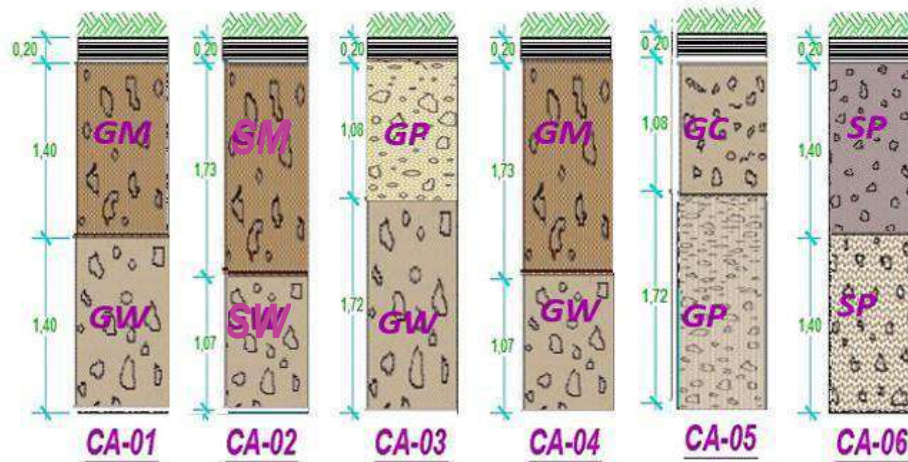
Tabla 10:

*Propiedades físicas del suelo*

Caraterísticas físicas del suelo de Recuay						
Calicata	Tipo de suelo	Txtura	Estructua	Adhesividad	Cohesion	Plasticidad
c1	GW - GM	Fa	Granular	Debilmente adhcoherente		Debilmente plastico
c2	SW - SM	Fa	Granular	Debilmente adhcoherente		Debilmente plastico
c3	GP-GW	aF	Granular	Debilmente adhcoherente		No plastico
c4	GW - GM	Fa	Granular	no adhesivo	no coherente	No plastico
c5	GP - GM	aF	Granular	Debilmente adhcoherente		Debilmente plastico
c6	SP - SM	Fa	Migajoso	Debilmente adhcoherente		Debilmente plastico

*Fuente:* Elaboración propia

De acuerdo a las características del suelo, se añade las propiedades mecánicas que son de alta permeabilidad y asentos rápidos.



*Figura 16:* Estratigrafía del suelo

*Fuente:* (medrano, 2008)

De los resultados obtenidos se constata que los estratos del suelo están constituidos por arenas sueltas, grava con limos y grava finas, sin presencia del nivel freático.

#### Calicata 01

Estrato conformado por depósitos de gravas con limo y grava bien graduada con material consolidado semipermeable de color marrón.

#### Calicata 02

Estrato conformado por depósitos de gravas con limo y grava bien graduada con material consolidado semipermeable de color marrón.

#### Calicata 03

Estrato conformado por material granular, de consistencia semicompacta a suelta. Es un suelo consistente de finos débilmente plástico, arena suelta y limos de color beige.

#### Calicata 04

Estrato conformado por material granular marrón claro consistente de limos y material consolidado, tiene una característica suelta

.

#### Calicata 05

Es un estrato conformado por gravas con arcilla y pobremente gradada, débilmente plástico de color marron claro

.

#### Calicata 06

Estrato conformado por arenas pobremente gradadas de color gris oscuros y claro débilmente plástico.

#### Calculo de la capacidad de admisible

Las capacidades de carga admisible se calcularon a partir de los parámetros mecánicos obtenidos de los ensayos de mecánica de suelos de las muestras C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6.

En el proceso de cálculo se consideró factores de carga en falla local, falla general y por punzonamiento, se optó por utilizar las teorías de Terzagui y Meyerhof para determinar la capacidad de carga admisible de una muestra representativa de un factor de seguridad de 3.

#### ECUACION GENERAL DE TERZAGUI

$$q_f = 1,2 \cdot c \cdot N_c + \gamma_{sup} \cdot D_f \cdot N_q + 0,4 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma$$

Tabla 11:

*Método de Terzagui en cimentaciones corridas*

Cimentaciones corridas ante fallas por corte general								
		calicata 1	calicata 2	calicata 3	calicata 4	calicata 5	calicata 6	
Cohesion	c	0,41	0,12	0,08	0,07	0,25	0,12	
Angiulo deFriccion	$\phi$	31,8	31,8	6,4	27,9	31,8	5,2	
Peso unitariosobre el nivelde fundacion	$\gamma_m$	15530	1810	1880	1887	1380	1770	
Peso unitariobajo el nivelde fundacion	$\gamma_m$	1530	1810	1880	1887	1380	1770	
Ancho de cimentacion	B	2	2	2	2	2	2	
Profundiad de cimentacion	Df	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
factores de capacidad de carga	Nc	34,93	6,95	29,46	25,61	34,93	6,55	
	Nq	22,67	1,78	17,81	14,57	22,67	1,6	
	Ng	29,37	0,63	21,48	16,5	29,37	0,47	
Factor de seguridad		3	3	3	3	3	3	
capacidad de carga ultima		250582,28	15279,54	124219,44	98550,96	184167,88	13789,50	
capacidad e carga admisible		83527,43	5093,18	41406,48	32850,32	61389,29	4596,50	kg/m2
		8,35	0,51	4,14	3,29	6,14	0,46	kg/cm2

*Fuente:* Elaboración propia

Tabla 12:

*Método de Terzagui en cimentaciones corridas*

Cimentaciones corridas ante fallas por corte local								
		calicata 1	calicata 2	calicata 3	calicata 4	calicata 5	calicata 6	
Cohesion	$c'$	0,66	0,08	0,053	0,046	0,16	0,08	
Angiulo deFriccion	$\phi$	22,46	4,28	20,81	19,44	22,45	3,47	
Peso unitariosobre el nivelde fundacion	$\gamma_m$	1530	1810	1880	1887	1380	1770	
Peso unitariobajo el nivelde fundacion	$\gamma_m$	1530	1810	1880	1887	1380	1770	
Ancho de cimentacion	B	2	2	2	2	2	2	
Profundiad de cimentacion	Df	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
factores de capacidad de carga	Nc	13,19	6,27	15,63	14,33	13,89	6,03	
	Nq	4,64	1,47	6,94	6,06	5,67	1,37	
	Ng	1,64	0,37	6,04	6,33	4,39	0,29	
Factor de seguridad		3	3	3	3	3	3	
capacidad de carga ultima		102341,76	10474,96	43176,16	39215,44	43292,48	9702,12	
capacidad e carga admisible		34113,92	3491,65	14392,05	13071,81	14430,83	3234,04	kg/m2
		3,41	0,35	1,44	1,31	1,44	0,32	kg/cm2

*Fuente:* Elaboración propia

Tabla 13:

*Método de Terzagui en cimentaciones cuadradas*

Cimentaciones cuadradas ante fallas por corte general							
		calicata 1	calicata 2	calicata 3	calicata 4	calicata 5	calicata 6
Cohesion	c	0.41	0.12	0.08	0.07	0.25	0.12
Angiulo de Friccion	$\phi$	31.8	6.4	29.7	27.9	31.8	5.2
Peso unitario sobre el nivel de fundacion	$\gamma_m$	1530	1810	1880	1887	1380	1770
Peso unitario bajo el nivel de fundacion	$\gamma_m$	1530	1810	1880	1887	1380	1770
Ancho de cimentacion	B	2	2	2	2	2	2
Profundiad de cimentacion	Df	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
factores de capacidad de carga	Nc	34.93	6.95	29.46	25.61	34.93	6.55
	Nq	22.67	1.78	17.81	14.57	22.67	1.6
	Ng	29.37	0.63	21.48	16.5	29.37	0.47
Factor de seguridad		3	3	3	3	3	3
capacidad de carga ultima		284558.96	17553.48	123213.36	97701.96	202259.26	15981.12
capacidad e carga admisible		94852.99	5851.16	41071.12	32567.32	67419.75	5327.04
		9.49	0.59	4.11	3.26	6.74	0.53

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14:

*Método de Terzagui cimentaciones cuadradas*

Cimentaciones cuadradas ante fallas por corte local							
		calicata 1	calicata 2	calicata 3	calicata 4	calicata 5	calicata 6
Cohesion	$c'$	0.66	0.08	0.05	0.05	0.17	0.08
Angiulo de Friccion	$\phi$	22.46	4.28	20.81	19.44	22.45	3.47
Peso unitario sobre el nivel de fundacion	$\gamma_m$	1530	1810	1880	1887	1380	1770
Peso unitario bajo el nivel de fundacion	$\gamma_m$	1530	1810	1880	1887	1380	1770
Ancho de cimentacion	B	2	2	2	2	2	2
Profundiad de cimentacion	Df	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
factores de capacidad de carga	Nc	13.19	6.27	15.63	14.33	13.89	6.03
	Nq	4.64	1.47	6.94	6.06	5.67	1.37
	Ng	1.64	0.37	6.04	6.33	4.39	0.29
Factor de seguridad		3	3	3	3	3	3
capacidad de carga ultima		127956.12	11845.82	43405.92	38832.70	49025.84	11046.66
capacidad e carga admisible		42652.04	3948.61	14468.64	12944.23	16341.95	3682.22
		4.27	0.39	1.45	1.29	1.65	0.37

Fuente: Elaboración propia

ECUACION GENERAL DE MEYERHOF

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Tabla 15:

*Método de Meyerhof en cimentaciones corridas*

		Cimentaciones corridas ante fallas por corte general					
		calicata 1	calicata 2	calicata 3	calicata 4	calicata 5	calicata 6
Cohesion	c	0.41	0.12	0.08	0.07	0.25	0.12
Angulo de Friccion	φ	31.8	6.4	29.7	27.9	31.8	5.2
Peso unitario sobre el nivel de fundacion	Ym	1530	1810	1880	1887	1380	1770
Peso unitario bajo el nivel de fundacion	Ym	1530	1810	1880	1887	1380	1770
Ancho de cimentacion	B	2	2	2	2	2	2
Profundidad de cimentacion	Df	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
factores de capacidad de carga	Nc	34.93	6.95	29.46	25.61	34.93	6.55
	Nq	22.67	1.78	17.81	14.57	22.67	1.6
	Ng	29.37	0.626	21.48	16.5	29.37	0.47
Coeficientes de correccion de forma de la cimentacion	Sc	1	1	1	1	1	1
	Sq	1	1	1	1	1	1
	Sg	1	1	1	1	1	1
coeficientes de correccion de profundidad de la cimentacion	dc	1	1	1	1	1	1
	dq	1	1	1	1	1	1
	dg	1	1	1	1	1	1
coeficientes de correccion de inclinacion de cargas	lc	1	1	1	1	1	1
	lq	1	1	1	1	1	1
	lg	1	1	1	1	1	1
Factor de seguridad		3	3	3	3	3	3
capacidad de carga ultima		250582.28	15272.30	124219.44	98550.96	184167.88	13789.50
capacidad e carga admisible		83527.43	5090.77	41406.48	32850.32	61389.29	4596.50
		7.06	0.51	4.14	3.29	6.14	0.46

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16:

*Método de Meyerhof en cimentaciones corridas*

Cimentaciones corridas ante fallas por corte local y punzonamiento							
		calicata 1	calicata 2	calicata 3	calicata 4	calicata 5	calicata 6
Cohesion	c	0.17	0.08	0.05	0.05	0.17	0.08
Angulo deFriccion	$\varphi$	22.45	4.28	20.81	19.44	22.45	3.47
Peso unitario sobre el nivel de fundacion	Ym	1530	1810	1880	1887	1380	1770
Peso unitario bajo el nivel de fundacion	Ym	1530	1810	1880	1887	1380	1770
Ancho de cimentacion	B	2	2	2	2	2	2
Profundidad de cimentacion	Df	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
factores de capacidad de carga	Nc	0.45	0.86	0.48	0.5	0.45	0.89
	Nq	56.84	6.92	50.6	44.4	56.84	5.91
	Ng	1.65	1.09	1.58	1.51	1.65	1.08
	Sc	2.19	0.31	1.96	1.77	2.19	0.25
Coeficientes de correccion de forma de la cimentacion	Sq	1	1	1	1	1	1
	Sg	1	1	1	1	1	1
coeficientes de correccion de profundidad de la cimentacion	dc	1	1	1	1	1	1
	dq	1	1	1	1	1	1
	dg	1	1	1	1	1	1
coeficientes de correccion de inclinacion de cargas	Ic	1	1	1	1	1	1
	Iq	1	1	1	1	1	1
Factor de seguridad	Ig	1	1	1	1	1	1
		3	3	3	3	3	3
capacidad de carga ultima		102628.13	9648.32	36018.19	29188.86	101854.13	8611.38
capacidad e carga admisible		34209.38	3216.11	12006.06	9729.62	33951.38	2870.46
		3.42	0.32	1.20	0.97	3.40	0.29
							kg/m2
							kg/cm2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17:

Método de Meyerhof en cimentaciones cuadradas

Cimentaciones cuadradas ante fallas por corte general							
		calicata 1	calicata 2	calicata 3	calicata 4	calicata 5	calicata 6
Cohesion	c	0.41	0.12	0.08	0.07	0.25	0.12
Angulo deFriccion	$\varphi$	31.8	6.4	29.7	27.9	31.8	5.2
Peso unitario sobre el nivel de fundacion	Ym	1530	1810	1880	1887	1380	1770
Peso unitario bajo el nivel de fundacion	Ym	1530	1810	1880	1887	1380	1770
Ancho de cimentacion	B	2	2	2	2	2	2
Profundidad de cimentacion	Df	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
factores de capacidad de carga	Nc	3.23	1.25	2.96	2.76	3.23	0.83
	Nq	34.93	6.95	29.46	25.61	34.93	6.55
	Ng	22.67	1.78	17.81	14.57	22.67	1.6
	Sc	29.37	0.626	21.48	16.5	29.37	0.47
Coeficientes de correccion de forma de la cimentacion	Sq	1.646	1.25	1.592	1.552	1.646	1.166
	Sg	1.323	1.125	1.296	1.276	1.323	1.083
	dc	1.323	1.08	1.034	1.036	1.031	1.083
coeficientes de correccion de profundidad de la cimentacion	dq	1.36	1.22	1.34	1.33	1.36	1.18
	dg	1.18	1.11	1.17	1.17	1.18	1.09
coeficientes de correccion de inclinacion de cargas	Ic	1	1	1	1	1	1
	Iq	1	1	1	1	1	1
Factor de seguridad	Ig	1	1	1	1	1	1
		3	3	3	3	3	3
capacidad de carga ultima		488038.82	21342.82	186167.85	144897.07	327406.63	17841.35
capacidad e carga admisible		162679.61	7114.27	62055.95	48299.02	109135.54	5947.12
		16.27	0.71	6.21	4.83	10.91	0.59
							kg/m2
							kg/cm2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18:

*Método de Meyerhof en cimentaciones cuadradas*

Cimentaciones cuadradas ante fallas por corte local y punzonamiento							
		calicata 1	calicata 2	calicata 3	calicata 4	calicata 5	calicata 6
Cohesion	c	0.27	0.08	0.05	0.05	0.17	0.08
Angiulo de Friccion	$\phi$	22.45	4.28	20.81	19.44	22.45	3.47
Peso unitario sobre el nivel de fundacion	$\gamma_m$	1530	1810	1880	1887	1380	1770
Peso unitario bajo el nivel de fundacion	$\gamma_m$	1530	1810	1880	1887	1380	1770
Ancho de cimentacion	B	2	2	2	2	2	2
Profundiad de cimentacion	Df	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
factores de capacidad de carga	Nc	0.45	0.86	0.48	0.5	0.45	0.89
	Nq	34.93	6.95	29.46	25.61	34.93	6.55
	Ng	22.67	1.78	17.81	14.57	22.67	1.6
	Sc	29.37	0.626	21.48	16.5	29.37	0.47
Coeficientes de correccion de forma de la cimentacion	Sq	1.09	1.172	1.096	1.1	1.09	1.178
	Sg	1.045	1.086	1.048	1.05	1.045	1.089
	dc	1.016	1.08	1.034	1.036	1.031	1.083
coeficientes de correccion de profundidad de la cimentacion	dq	1.13	1.19	1.14	1.14	1.13	1.19
	dg	1.07	1.09	1.07	1.07	1.07	1.09
coeficientes de correccion de inclinacion de cargas	Ic	1	1	1	1	1	1
	Iq	1	1	1	1	1	1
	Ig	1	1	1	1	1	1
Factor de seguridad		3	3	3	3	3	3
capacidad de carga ultima		235130.88	15940.10	131334.56	104834.63	178877.22	14395.41
capacidad e carga admisible		78376.96	5313.37	43778.19	34944.88	59625.74	4798.47
		7.84	0.53	4.38	3.49	5.96	0.48
							kg/cm2

Fuente: Elaboración propia

Capacidad admisible de acuerdo a la clasificación del suelo

Para determinar cómo influye la clasificación de suelo, se consideraron los parámetros hallados en los ensayos de granulometría del suelo y los resultados del calculo de la capacidad admisible por los métodos de Terzagui y Meyerhof.

Tabla19: Cuadro comparativo de los métodos Terzagui y Meyerhof

cimentaciones corridas ante fallas por corte general						
Tipo de suelo	calicata 1	calicata 2	calicata 3	calicata 4	calicata 5	calicata 6
	GW - GM	SW - SM	GP-GW	GW - GM	GP - GM	SP - SM
Terzagui (kg/cm2)	8.35	0.51	4.14	3.29	6.14	0.46
Meyerhof (kg/cm2)	8.35	0.51	4.14	3.29	6.14	0.46



Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Cuadro comparativo descriptivo

cimentaciones corridas ante fallas por corte local y punzonamiento						
	calicata 1	calicata 2	calicata 3	calicata 4	calicata 5	calicata 6
Tipo de suelo	GW - GM	SW - SM	GP-GW	GW - GM	GP - GM	SP - SM
Terzagui (kg/cm <sup>2</sup> )	3.41	0.35	1.44	1.31	1.44	0.32
Meyerhof (kg/cm <sup>2</sup> )	3.42	0.32	1.20	0.97	3.40	0.29

cimentaciones corridas ante fallas por corte general						
	calicata 1	calicata 2	calicata 3	calicata 4	calicata 5	calicata 6
Tipo de suelo	GW - GM	SW - SM	GP-GW	GW - GM	GP - GM	SP - SM
Terzagui (kg/cm <sup>2</sup> )	9.49	0.59	4.11	3.26	6.74	0.53
Meyerhof (kg/cm <sup>2</sup> )	16.27	0.71	6.21	4.83	10.91	0.59

cimentaciones cuadradas ante fallas por corte local y punzonamiento						
	calicata 1	calicata 2	calicata 3	calicata 4	calicata 5	calicata 6
Tipo de suelo	GW - GM	SW - SM	GP-GW	GW - GM	GP - GM	SP - SM
Terzagui	3.41	0.35	1.44	1.31	1.44	0.32
Meyerhof	3.42	0.32	1.20	0.97	3.40	0.29

Fuente: Elaboración propia

De los resultados se observa que los suelos gravosos (GW, GM, GP). C-1, C-3, C-4, C-5 tienen mayor capacidad admisible que los suelos arenosos (SW, SM, SP, SM), C-2 y C-6. Cálculo de ancho de zapatas de acuerdo al tipo de suelo

Para este cálculo se considerará la capacidad admisible más crítica del suelo arenoso (C-6) como del suelo gravoso (C-2). Para los datos de cálculo usaremos los parámetros hallados en los ensayos de mecánica de suelos y la ecuación de Terzagui para cimentaciones cuadradas.

Parámetros obtenidos en el cálculo mediante ecuación de Terzagui.

C - 6

Capacidad de carga ultima:  $q_u = 15981.12 = 1.5 \text{ kg/cm}^2$

Ancho de la zapata: B

Cohesión:  $12 \text{ kg/cm}^2$

Factores de profundidad:

$N_c = 5.2$

$$Nq = 1.6$$
$$NY = 0.47$$

Reemplazando datos en la ecuación de Terzagui

$$q_u = 1.3 * c * N_c + q * N_q + 0.4 * B * q * NY$$

$$1.5 = 1.3 * 5.2 * 6.55 + 13 * 1.6 + 0.4 * B * 13 * 0.47$$

$$B = 4.7 \text{ m}^2$$

C - 2

Capacidad de carga ultima:  $q_u = 97701.96 = 9.7 \text{ kg/cm}^2$

Ancho de la zapata: B

Cohesion:  $0.07 \text{ kg/cm}^2$

Factores de profundidad:

$$N_c = 25.61$$

$$N_q = 14.57$$

$$NY = 16.5$$

Reemplazando datos en la ecuación de Terzagui

$$q_u = 1.3 * c * N_c + q * N_q + 0.4 * B * q * NY$$

$$9.7 = 1.3 * 0.07 * 25.61 + 13 * 14.57 + 0.4 * B * 13 * 16.5$$

$$B = 2.1 \text{ m}^2$$

De los resultados obtenidos queda demostrado que el tipo de suelo influye en la capacidad admisible del suelo ya que los suelos más finos tienen menor capacidad admisible que los suelos gravosos.

GRAFICO 1: Grafico comparativo de la capacidad admisible para cimentaciones corridas

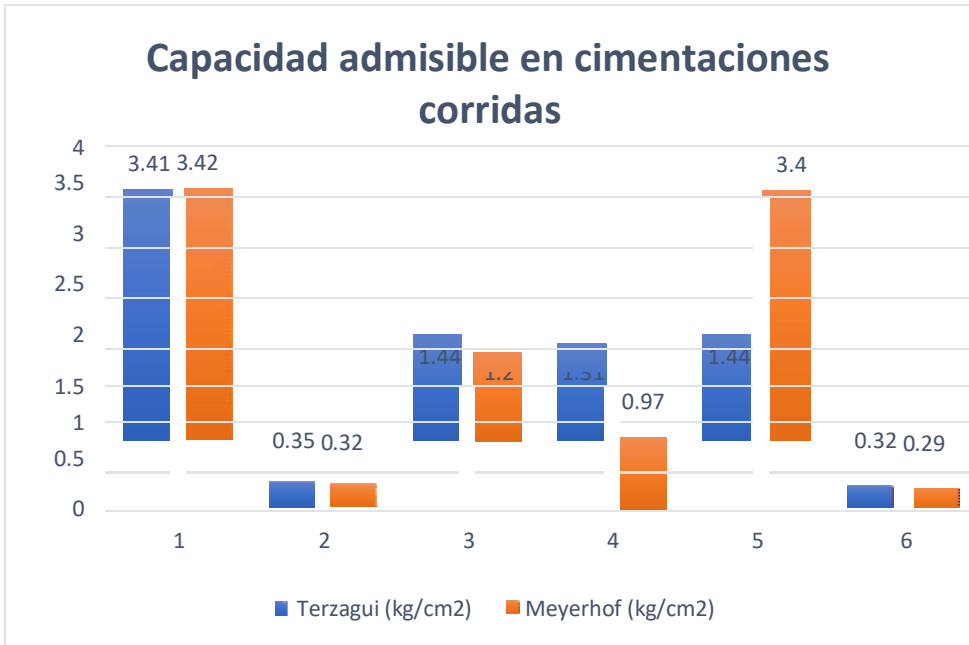
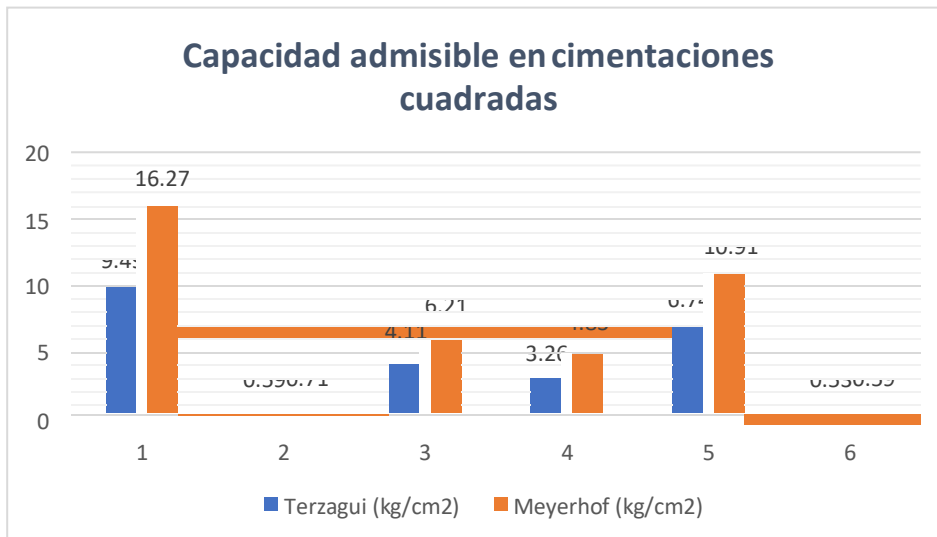


GRAFICO 2: Grafico comparativo de la capacidad admisible para cimentaciones cuadrada



## V. ANALISIS Y DISCUSION

### Exploración preliminar

El suelo de cimentación en estudio está conformado por gravas, arenas y arenas limosas. otras unidades. en un escenario más minucioso, el suelo de cimentación presenta dos capas estratigráficas, que fueron encontradas por la exploración directa mediante calicatas a una profundidad de 3 m, se establece entonces que la zona está conformada básicamente por gravas (GW - GM ),encontradas en las C-1, C-2,C- 3 y arenas limosas (SP - SM), en las C-4, C-6 en la clasificación SUCS, como se demuestra en la tabla 10 y dentro del estrato se puede encontrar arenas finas y medias en estado húmedo permeable demostrado en la figura 16.

### Propiedades del suelo

Las muestras ensayadas son de estructura granular de baja plasticidad y no plasticos como se comprueba en la tabla 10, así también se añade que de acuerdo a su clasificación el suelo del Distrito de Recuay es permeable y de asientos rápidos, esto de acuerdo a **Medina, P y Mattus, I. (SF)**

Las muestras ensayadas presentan un contenido de humedad promedio de 13 %, siendo la mínima de 12 % y la máxima de 15 %; sin embargo, esto representa un bajo contenido de humedad ya que al tacto las muestras no se desmoronan y no se aglutinan.

Tabla 21: *Relación del grado de humedad de un suelo granular por medio del tacto*

GRADO DE HUMEDAD	TACTO	CONTENIDO DE HUMEDAD
SECO	Polvo seco	Ninguna
BAJO	Se desmorona y no se aglutina	25% o menos
MEDIO	Se desmorona pero se aglutina	25% a 50%
ACEPTABLE	Se forma bola y se aglutina con presión	50% a 75%
EXCELENTE	Se forma bola, se aglutina y es amasable	75% a 100%
HÚMEDO	Chorrea agua cuando se aprieta	Sobre capacidad

Fuente: Crespo, C (1980) mecánica de suelos y cimentaciones

Capacidad admisible

La capacidad portante más crítica del suelo en cimentaciones corridas es  $0,46 \text{ kg/cm}^2$  (C-6), que se verifica en la tabla 11 y en cimentaciones cuadradas es  $0.59 \text{ kg/cm}^2$  C-6) considerando la teoría de Meyerhof en capacidad de carga admisible, la teoría de Terzaghi otorga valores relativamente más bajos  $0.46 \text{ kg/cm}^2$  y  $0.53 \text{ kg/cm}^2$  ( c- 6) que la teoría de Meyerhof.

La ecuación de capacidad de carga de Terzaghi es uno de los métodos más usados para los proyectos prácticos en base a cimentaciones superficiales; sin embargo, solo es válida para cimentaciones corridas, cuadradas y circulares concordando con **Das, B. M. (2000)**

El método de Meyerhof presenta una ecuación general modificando los factores de capacidad de carga de Terzaghi y añade factores de forma, profundidad e Inclinación, con lo cual su ecuación es válida además para cimentaciones rectangulares, cargas inclinadas y cimentaciones superficiales y profundas.

Por lo tanto, debido a la variedad de formas, profundidades y dimensiones que existen en cimentaciones, se optó por utilizar la teoría de Terzagui por ser uno de los métodos más usados en diseño de cimentaciones y Meyerhof por ser un método generalizado para los fines de la presente Tesis.

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

De acuerdo a las características y propiedades físicas del suelo se concluye que en nuestra clasificación son arenas arcillosas, gravas con limos y limo arenosas de bajo porcentaje de humedad y plasticidad, adecuado para una cimentación.

Que el método de Terzagui es más conservador que el método de Meyerhof, en la determinación de la carga última en el diseño de cimentaciones superficiales, debido a que la C-6 presenta una capacidad de carga última más crítica que es de 1.5 kg/cm<sup>2</sup> menor a 1.7 kg/cm<sup>2</sup> que es la capacidad de carga última según Meyerhof y debido a esto se tendrá mayores consideraciones para diseñar cimentaciones.

La capacidad admisible obtenida por el método de Terzagui brinda mayor seguridad estructural que la del método de Meyerhof, que los valores hallados por Terzagui son menores, 0,53 kg/cm<sup>2</sup> para cimentaciones cuadradas y 0.46 kg/cm<sup>2</sup> para cimiento corrido. Esto implicaría que se tomaran mayores medidas de seguridad estructural para el diseño de cualquier edificación sobre cualquier suelo.

Que en los suelos granulares que tienen mayor capacidad admisible, 3.29 kg/cm<sup>2</sup> en la muestra C-4, siendo la capacidad más crítica para diseño, en cambio en los suelos finos la capacidad admisible es menor, 0.53 kg/cm<sup>2</sup> (C-6).

### **RECOMENDACIONES**

Tener en cuenta esta investigación para posteriores estudios y caracterizaciones de suelos, ya que el distrito es de gran envergadura y la investigación no cubrió completamente el distrito y se hace necesario más trabajos de exploración e investigación de suelo.

Tener presente el presente este trabajo de investigación para posteriores procesos constructivos en el distrito de Recuay - Áncash, donde se requiera construir edificaciones u otras obras civiles, guiarse tomando en consideración los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación.

Capacitar a la población a que realice este tipo de estudios de las características del suelo para poder determinar el tipo de cimentación que necesiten los diversos tipos de construcciones.

Verificar lo establecido en la Norma E. 050 cimentaciones y la Norma E. 030 Diseño Estructural, con la finalidad de realizar trabajos normados y seguros para construcciones de diversos usos. Con la finalidad de garantizar la seguridad estructura.

## **VII. AGRADECIMIENTO**

Agradecer a mi madre Alejandrina Garro de Jaramillo por sus consejos y su apoyo incondicional durante mi formación personal y profesional.

También agradecer a mi padre y hermanos que me ayudaron a la culminación de esta investigación.

Por último, agradecer a mis amigos que siempre estuvieron presentes alentándome para culminar este proyecto.



## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bosch, D. (2008). *geotécnia trabajo practico de laboratorio. u.n.n.e.* Recuperado de: <http://mtlgeotecniasac.com/blog/que-es-la-mecanica-de-suelos>
- Cardenas, J. (2002). *diseño geométrico de carreteras. bogotá: ecoe ediciones.* Recuperado de: <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2015/08/Dise%C3%B1o-geométrico-de-carretera.pdf>
- Caro, J. (2012). *analisis de estabilidad de taludes por metodo de dovelas metodo simplificado de fellenius, bishop y janbú. ibagué: universidad cooperativa de colombia.* Recuperado de: <https://mba.americaeconomia.com>
- Crespo, C. (1976-1980). *mecánica de suelos y cimentaciones. mexico: limusa noriega editorial.* Recuperado de: <https://es.slideshare.net/antuanets/mecanica-de-suelos-crespo-villalaz>
- Crespo, C. (1992). *problemas resueltos de mecánica de suelos y cimentaciones. méxico: limusa noriega editores.* Recuperado de: <https://es.slideshare.net/antuanets/mecanica-de-suelos-crespo-villalaz>
- CTE DB SE-C. (2009). *código técnico de la edificación, documento básico. seguridad estructural. cimientos. madrid.* Recuperado de: <https://www.codigotecnico.org/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE-AE.pdf>
- Das, B. M. (2000). *principios de la ingeniería de cimentaciones. México: internacional Thomson editores.* Recuperado de: [https://www.academia.edu/33273088/principles\\_of\\_Foundation\\_Engineering\\_7th.pdf\\_By\\_Braja\\_M.Das](https://www.academia.edu/33273088/principles_of_Foundation_Engineering_7th.pdf_By_Braja_M.Das)
- Das, B. M. (2001). *fundamentos de ingeniería geotécnica. México: internacional Thomson editores s.a.* Recuperado de: [https://www.academia.edu/33273088/principles\\_of\\_Foundation\\_Engineering\\_7th.pdf\\_By\\_Braja\\_M.Das](https://www.academia.edu/33273088/principles_of_Foundation_Engineering_7th.pdf_By_Braja_M.Das)

- Doubek, A. (1989). *topografía. curativa: universidad federal de Panamá*.  
Recuperado de: [https://www.academia.edu/27212399/Manual de Laboratorio de Topografia.pdf?auto=download](https://www.academia.edu/27212399/Manual_de_Laboratorio_de_Topografia.pdf?auto=download)
- Espartel, L. (1987). *curso de topografía. rio de janeiro: globo*. Recuperado de: <https://www.passeidireto.com/arquivo/19762271/livro-digital-de-topografia-i/43>
- Fratelli, M. (1993). *suelos fundaciones y muros. caracas: banal de editores*.  
Recuperado de : <https://acaddemias.edu/8952724/suelos-fundaciones-y-muros>
- Gonzales de Vallejo, L., & otros. (2002). *ingeniería geológica. Madrid España: Pearson education s.a*. Recuperado de: [https://www.u-cursos.cl/usuarios/c1909blea89flf08/hmi\\_blog/r/Ingenieria\\_Geologica](https://www.u-cursos.cl/usuarios/c1909blea89flf08/hmi_blog/r/Ingenieria_Geologica)
- Hernández, F. (1997). *metodología de la investigación. Colombia*. Recuperado de: [https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)
- Juárez, E., & Rico, A. (2005). *mecánica de suelos tomo i. México: editorial Limusa s.a*. Recuperado de : <https://es.sceibd.com/document/372031739/Juarez-Badillo-Tomo-I-Completo-Completo>
- Kuncar, F. (2011). *Análisis de estabilidad de taludes utilizando método de Bishop simplificado. Valparaíso: universidad técnica Federico santa maría*.  
Recuperado de: <https://es.Scribd.com/documents/73054747/Analisis-de-estabilidad:-de-Taludes-usando-Metodo-de-Bishop-Simplificado>.
- Medina, P., & Matus, I. (S.F.). *guías de laboratorio mecánica de suelos i. Nicaragua: universidad nacional de ingeniería Nicaragua.:*  
[https://www.academia.edu/33646192/Guias de Laboratorio de Materiales-de Construccion 1](https://www.academia.edu/33646192/Guias_de_Laboratorio_de_Materiales-de_Construccion_1)

## **VII. ANEXOS**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DISEÑO DE LA INVESTIGACION	VARIABLES
<p>El distrito de Recuay en una ciudad donde la mayoría de sus viviendas están construidas con material noble. Con el pasar de los años se ha ido observando las distintas fallencias en las edificaciones ya construidas, ya sean debido a su proceso constructivo o cimentación inadecuada. Este tipo de sucesos son en ocasiones perjudiciales cuando colapsan, generando pérdidas humanas, impactos ambientales, entre otros. Además, que estos trabajos adicionales de reconstrucción o reforzamientos estructurales demandan un trabajo extra, por ende, un presupuesto extra, generando gastos adicionales que podrían ser previstos con anticipación.</p>	<p><b>GENERAL:</b> Determinar la capacidad admisible por los métodos Terzagui y Meyerhof para el diseño de cimentaciones superficiales, según las características de suelo del distrito Recuay-Ancash.</p> <p><b>ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la capacidad de carga última del suelo del distrito de Recuay-Ancash por los métodos Terzagui y Meyerhof según las características del suelo, para el diseño de cimentaciones superficiales.</li> <li>• Determinar la capacidad admisible del suelo del distrito de Recuay - Ancash por los métodos Terzagui y Meyerhof según sus características del suelo, en el diseño de cimentaciones superficiales.</li> <li>• Determinar el valor numérico del factor de seguridad para la determinación de la capacidad admisible en el diseño de cimentaciones superficiales, por los métodos Terzagui y Meyerhof, según las características del suelo del Distrito de Recuay-Ancash.</li> </ul>	<p>La capacidad admisible obtenida por el método de Terzagui brinda mayor seguridad estructural que la del método de Meyerhof, en el diseño de cimentaciones superficiales, según las características del suelo del distrito de Recuay-Ancash.</p>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACION</b> Cuantitativa</p> <p><b>DISEÑO DE LA INVESTIGACION</b> No experimental</p>	<p><b>V. INDEPENDIENTE</b> Características del suelo</p> <p><b>V. DEPENDIENTE 1</b> Capacidad admisible</p> <p><b>V. DEPENDIENTE 2</b> Factor de seguridad</p>

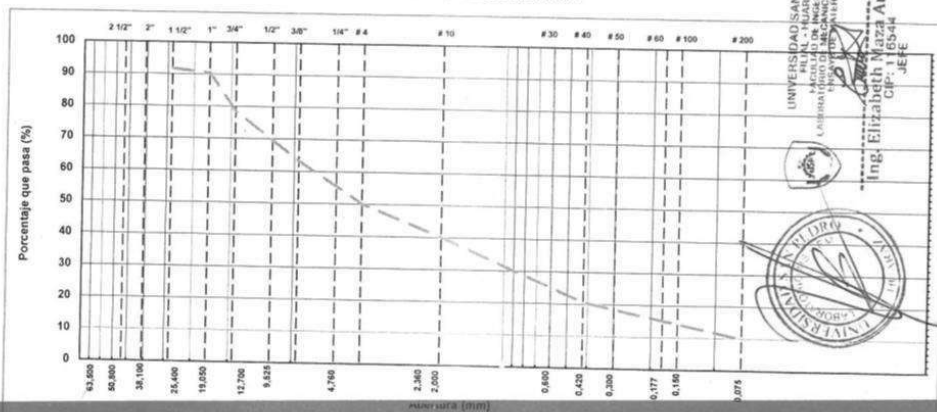
## **ENSAYOS DE LABORATORIO**



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422, MTC E 204)								
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS								
TESIS :		"Capacidad Admisible Mediante los Metodos de Terzagui y Meyerhof para Cimentaciones, Recuay - Ancash"						
SOLICITA :		Bach. Jaramillo Garro, Mortuam Ali						
ELEMENTO :		Suelos						
CANTERA :					HECHO POR :		Lab. U.S.P	
PROG (KM.) :					ING. RESP. :		E.M.A	
					FECHA :		23-abr-19	
DATOS DE LA MUESTRA								
CALICATA :		1			TAMAÑO MAXIMO :		2 1/2"	
MUESTRA :		01 SUELOS			PESO INICIAL :		6.697,3 g	
KM. :					FRACCION LAVADA SECA :		3.353,3	
PROFUND. :								
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE % QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUSO B	FORMULA DE TRABAJO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	80,89							
3"	76,200							
2 1/2"	63,500	0,0	0,0	0,0	100,0			
2"	50,800	457,6	6,8	6,8	93,2			%Peso Piedra: 49,9%
1 1/2"	38,100	94,0	1,4	8,2	91,8			% Peso arena: 50,1%
1"	25,400	88,2	1,3	9,6	90,4			Limite Liquido (LL): 27,3
3/4"	19,050	798,8	11,9	21,5	78,5			Limite Plástico (LP): 24,00
1/2"	12,700	565,8	8,4	29,9	70,1			Indice Plastico (IP): 3,73
3/8"	9,525	457,6	6,8	36,8	63,2			Clasificaci6n(SUCS): GW-GM
1/4"	6,325	640,7	9,6	46,3	53,7			Clasific (AASHTO): A-1-a (0)
# 4	4,750	241,3	3,6	49,9	50,1			% Humedad: 14,0%
# 10	2,000	665,7	9,9	59,9	40,1			
# 16	1,190	574,1	8,6	68,4	31,6			
# 20	0,840	241,3	3,6	72,0	28,0			
# 30	0,600	216,3	3,2	75,3	24,7			
# 40	0,420	274,6	4,1	79,4	20,6			
# 50	0,300	149,8	2,2	81,6	18,4			
# 60	0,177	216,3	3,2	84,8	15,2			
# 100	0,150	149,8	2,2	87,1	12,9			
# 200	0,075	199,7	3,0	90,1	9,9			
< N° 200	FONDO	665,7	9,9	100				
FRACCION		3.353,3						
TOTAL		6.697,3						

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
SAN LUIS - HUAYAZ  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
FUNDACIONES  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE



RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320  
 CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810  
 Nuevo Chimbote Av. Pacifico y Anchoqueta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826  
 OFICINA DE ADMISION: Esq. Aguirre y Espinar - Telefono.: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422, MTC E 204)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : "Capacidad Admisible Mediante los Metodos de Terzagui y Meyerhof para Cimentaciones, Recuay - Ancash"  
SOLICITA : Bach. Jaramillo Garro, Mortuam Ali  
ELEMENTO : Suelos  
CANTERA :  
PROG (KM.) :  
HECHO POR : Lab. U.S.P  
ING. RESP. : E.M.A  
FECHA : 23-abr-19

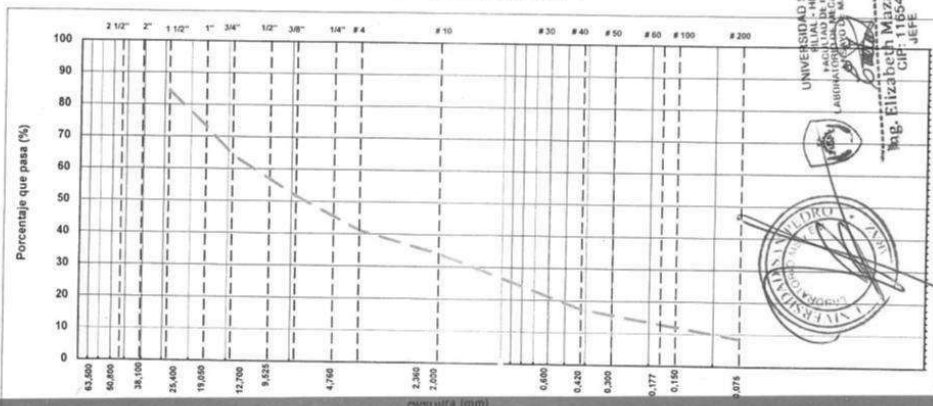
**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : 2  
MUESTRA : 01 SUELOS  
TAMAÑO MAXIMO : 2 1/2"  
PESO INICIAL : 4.601,6 g  
FRACCION LAVADA SECA : 1.891,4  
PROFUND. :

TAMIZ (mm)	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE % QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUSO B	FORMULA DE TRABAJO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	80,89							
3"	76,200							
2 1/2"	63,500	0,0	0,0	0,0	100,0			%Peso Piedra: 58,9%
2"	50,800	245,0	5,3	5,3	94,7			% Peso arena: 41,1%
1 1/2"	38,100	470,4	10,2	15,5	84,5			Limite Liquido (LL): 37,45
1"	25,400	519,4	11,3	26,8	73,2			Limite Plastico (LP): 33,98
3/4"	19,050	412,1	9,0	35,8	64,2			Indice Plastico (IP): 3,47
1/2"	12,700	333,2	7,2	43,0	57,0			Clasificación(SUCS): GW-GM
3/8"	9,525	245,0	5,3	48,4	51,6			Clasific (AASHTO): A-1-a (0)
1/4"	6,325	343,0	7,5	55,8	44,2			% Humedad : 13,5%
# 4	4,760	142,1	3,1	58,9	41,1			
# 10	2,000	323,4	7,0	65,9	34,1			
# 16	1,190	338,1	7,3	73,3	26,7			
# 20	0,840	142,1	3,1	76,4	23,6			
# 30	0,600	127,4	2,8	79,1	20,9			
# 40	0,420	161,7	3,5	82,6	17,4			
# 50	0,300	88,2	1,9	84,6	15,4			
# 60	0,177	127,4	2,8	87,3	12,7			
# 100	0,150	73,5	1,6	88,9	11,1			
# 200	0,075	117,6	2,6	91,5	8,5			
< N° 200	FONDO	392,0	8,5	100				
FRACCION TOTAL		1.891,4						
TOTAL		4.601,6						

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
DELA SIERRA DE Tarma  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
PAVIMENTOS  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE

**CURVA GRANULOMETRICA**



RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320  
CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810  
Nuevo Chimbote Av. Pacifico y Anchoqueta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826  
OFICINA DE ADMISION: Esq. Aguirre y Espinar - Teléfono.: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422, MTC E 204)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : "Capacidad Admisible Mediante los Metodos de Terzagui y Meyerhof para Cimentaciones, Recuay - Ancash"  
SOLICITA : Bach. Jaramillo Garro, Mortuam Ali  
ELEMENTO : Suelos  
CANTERA :  
PROG (KM.) :  
HECHO POR : Lab. U.S.P  
ING. RESP. : E.M.A  
FECHA : 23-abr-19

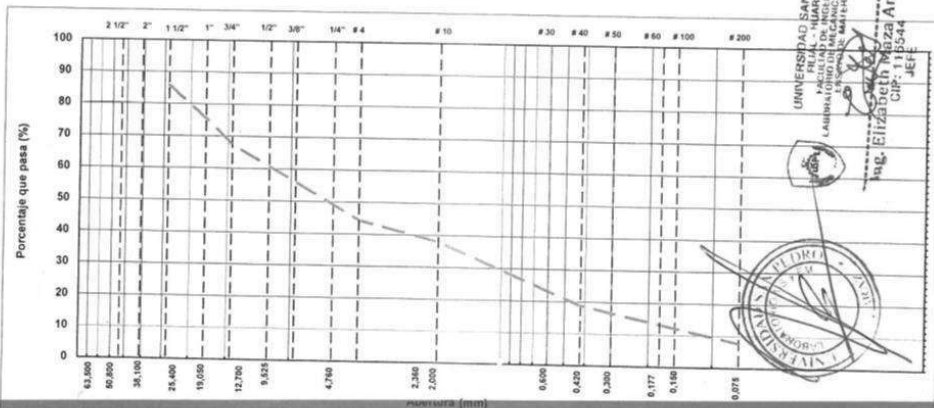
**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : 3  
MUESTRA : 01 SUELOS  
TAMAÑO MAXIMO : 2 1/2"  
PESO INICIAL : 5.050,6 g  
FRACCION LAVADA SECA : 2.240,0

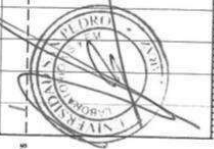
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE % QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUSO B	FORMULA DE TRABAJO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	80,89							
3"	76,200							
2 1/2"	63,500	0,0	0,0	0,0	100,0			%Peso Piedra: 55,6%
2"	50,800	245,0	4,9	4,9	95,1			% Peso arena: 44,4%
1 1/2"	38,100	470,4	9,3	14,2	85,8			Limite Liquido (LL): 0,00
1"	25,400	519,4	10,3	24,4	75,6			Limite Plastico (LP): 0,00
3/4"	19,050	412,1	8,2	32,6	67,4			Indice Plastico (IP): NP
1/2"	12,700	333,2	6,6	39,2	60,8			Clasificación(SUCS): GP-GM
3/8"	9,525	245,0	4,9	44,1	55,9			Clasific (AASHTO): A-1-a (0)
1/4"	6,325	343,0	6,8	50,8	49,2			% Humedad : 15,0%
# 4	4,750	242,5	4,8	55,6	44,4			
# 10	2,000	323,4	6,4	62,1	37,9			
# 16	1,190	338,1	6,7	68,7	31,3			
# 20	0,840	282,4	5,6	74,3	25,7			
# 30	0,600	180,5	3,6	77,9	22,1			
# 40	0,420	161,7	3,2	81,1	18,9			
# 50	0,300	152,8	3,0	84,1	15,9			
# 60	0,177	182,5	3,6	87,8	12,2			
# 100	0,150	90,8	1,8	89,5	10,5			
# 200	0,075	135,8	2,7	92,2	7,8			
< N° 200	FONDO	392,0	7,8	100				
FRACCION TOTAL		2.240,0						
		5.050,6						

OBSERVACIONES :

**CURVA GRANULOMETRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
Ing. Elizabeth Maza Arndt JEF  
CIP: 118544



RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320  
CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810  
Nuevo Chimbote Av. Pacifico y Anchoyeta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826  
OFICINA DE ADMISION: Esq. Aguirre y Espinar - Teléfono.: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro





**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422, MTC E 204)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : "Capacidad Admisible Mediante los Metodos de Terzagui y Meyerhof para Cimentaciones, Recuay - Ancash"  
SOLICITA : **Bach. Jaramillo Garro, Mortuam Ali**  
ELEMENTO : Suelos  
CANTERA :  
PROG (KM.) :  
HECHO POR : Lab. U.S.P  
ING. RESP. : E.M.A  
FECHA : 29-nov-18

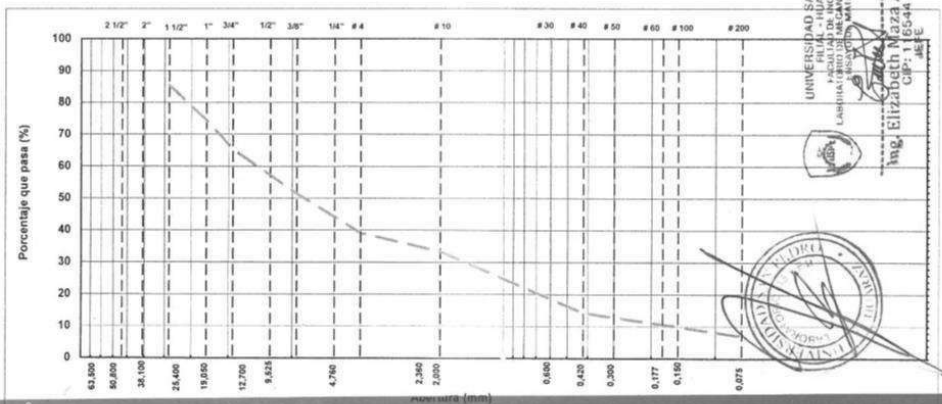
**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : 4  
MUESTRA : 01 SUELOS  
TAMAÑO MAXIMO : 2 1/2"  
PESO INICIAL : 5.604,6 g  
FRACCION LAVADA SECA : 2.193,5  
PROFUND. :

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE % QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUSO B	FORMULA DE TRABAJO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	80,89							
3"	76,200							
2 1/2"	63,500	0,0	0,0	0,0	100,0			%Peso Piedra: 60,9%
2"	50,800	245,0	4,4	4,4	95,6			% Peso arena: 39,1%
1 1/2"	38,100	570,4	10,2	14,5	85,5			Limite Liquido (LL): 23,77
1"	25,400	619,4	11,1	25,6	74,4			Limite Plastico (LP): 0,00
3/4"	19,050	512,2	9,1	34,7	65,3			Indice Plastico (IP): NP
1/2"	12,700	433,2	7,7	42,5	57,5			Clasificacion(SUCS): GW-GM
3/8"	9,525	345,4	6,2	48,6	51,4			Clasific (AASHTO) A-1-a (0)
1/4"	6,325	443,0	7,9	56,5	43,5			% Humedad : 13,5%
# 4	4,760	242,5	4,3	60,9	39,1			
# 10	2,000	323,4	5,8	66,6	33,4			
# 16	1,190	438,2	7,8	74,5	25,5			
# 20	0,840	244,5	4,4	78,8	21,2			
# 30	0,600	227,0	4,1	82,9	17,1			
# 40	0,420	161,7	2,9	85,7	14,3			
# 50	0,300	88,2	1,6	87,3	12,7			
# 60	0,177	127,4	2,3	89,6	10,4			
# 100	0,150	73,5	1,3	90,9	9,1			
# 200	0,075	117,6	2,1	93,0	7,0			
< N° 200	FONDO	392,0	7,0	100				
FRACCION TOTAL		2.193,5						
		5.604,6						

OBSERVACIONES :

**CURVA GRANULOMETRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
ING. ELLIZABETH ROSA ANDRUSIC  
CIP: 116534



RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Peru - Telf.: (043) 483320  
CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810  
Nuevo Chimbote Av. Pacifico y Anchoqueta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826  
OFICINA DE ADMISION: Esq. Aguirre y Espinar - Telefono: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422, MTC E 204)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

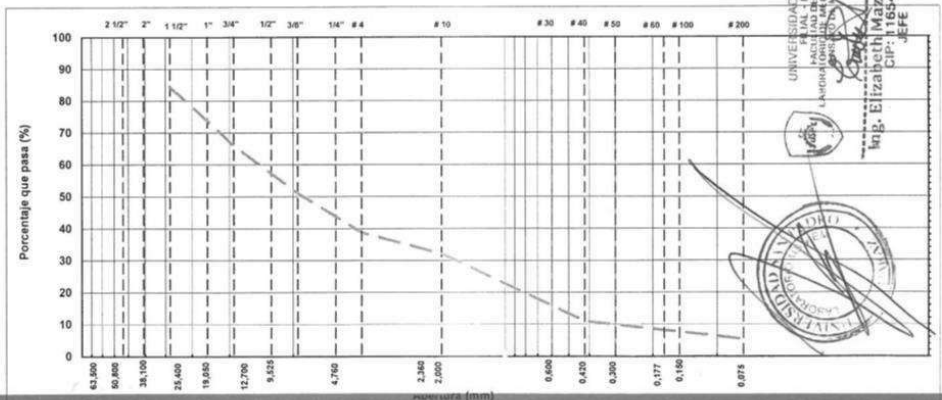
TESIS : "Capacidad Admisible Mediante los Metodos de Terzagui y Meyerhof para Cimentaciones, Recuay - Ancash"  
SOLICITA : **Bach. Jaramillo Garro, Mortuam Ali**  
ELEMENTO : Suelos  
CANTERA :  
PROG (KM.) :  
HECHO POR : Lab. U.S.P  
ING. RESP. : E.M.A  
FECHA : 23-abr-19

**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : 5  
MUESTRA : 01 SUELOS  
TAMAÑO MAXIMO : 2 1/2"  
PESO INICIAL : 7.208,9 g  
FRACCION LAVADA SECA : 2.794,0  
PROFUND. :

TAMIZ (mm)	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE % QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUSO B	FORMULA DE TRABAJO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	89,0							
3"	76,2							
2 1/2"	63,5	0,0	0,0	0,0	100,0			%Peso Piedra: 61,2%
2"	50,8	395,4	5,5	5,5	94,5			% Peso arena: 38,8%
1 1/2"	38,1	725,6	10,1	15,6	84,4			Limite Liquido (LL): 44,05
1"	25,4	766,5	10,6	26,2	73,8			Limite Plastico (LP): 14,24
3/4"	19,0	562,4	7,8	34,0	66,0			Indice Plastico (IP): 29,81
1/2"	12,7	583,7	8,1	42,1	57,9			Clasificaci(SUCS): GP-GC
3/8"	9,5	495,6	6,9	49,0	51,0			Clasific (AASHTO): A-2-7 (0)
1/4"	6,3	493,2	6,8	55,8	44,2			% Humedad: 13,5%
# 4	4,7	392,5	5,4	61,2	38,8			
# 10	2,0	476,8	6,6	67,9	32,1			
# 16	1,1	588,7	8,2	76,0	24,0			
# 20	0,8	384,1	5,3	81,4	18,6			
# 30	0,6	377,5	5,2	86,6	13,4			OBSERVACIONES :
# 40	0,4	168,2	2,3	88,9	11,1			
# 50	0,3	88,2	1,2	90,1	9,9			
# 60	0,1	127,4	1,8	91,9	8,1			
# 100	0,1	73,5	1,0	92,9	7,1			
# 200	0,0	117,6	1,6	94,6	5,4			
< N° 200	FONDO	392,0	5,4	100				
FRACCION TOTAL		7.208,9						

**CURVA GRANULOMETRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ANTONIO RAMOS Y CAJALAN  
ING. Elizabeth Maiza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320  
CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810  
Nuevo Chimbote Av. Pacifico y Anchoveta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826  
OFICINA DE ADMISION: Esq. Aguirre y Espinar - Teléfono.: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422, MTC E 204)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : "Capacidad Admisible Mediante los Metodos de Terzagui y Meyerhof para Cimentaciones, Recuay - Ancash"  
SOLICITA : **Bach. Jaramillo Garro, Mortuan Ali**  
ELEMENTO : Suelos  
CANTERA :  
PROG (KM) :  
HECHO POR : Lab. U.S.P  
ING. RESP. : E.M.A  
FECHA : 23-abr-19

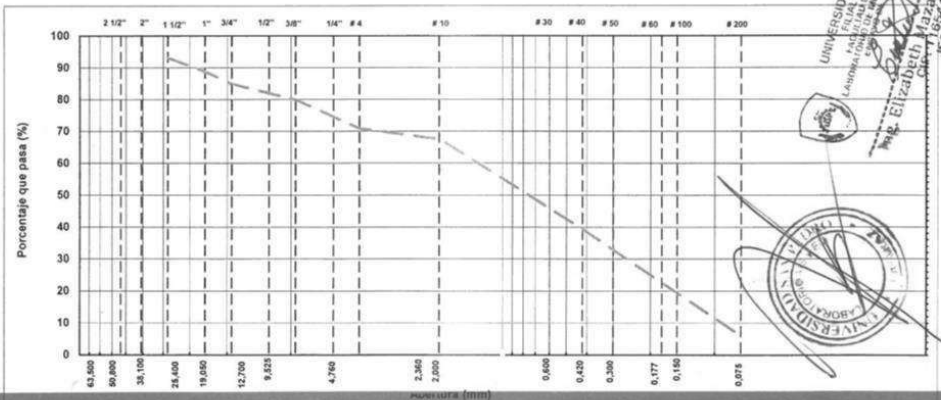
**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : 6  
MUESTRA : 01 SUELOS  
KM. :  
PROFUND. :  
TAMAÑO MAXIMO : 21/2"  
PESO INICIAL : 6.715,0 g  
FRACCION LAVADA SECA : 4.760,0

TAMIZ (mm)	AASHTO T-27 (mm)	RETENIDO	PESO (g)	RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	ESPECIFICACIONES HUSO B	FORMULA DE TRABAJO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	80,89							
3"	76,200							
2 1/2"	63,500	0,0	0,0	0,0	100,0			%Peso Piedra: 29,1%
2"	50,800	150,0	2,2	2,2	97,8			% Peso arena: 70,9%
1 1/2"	38,100	310,0	4,6	6,9	93,1			Limite Liquido (LL): 21,91
1"	25,400	290,0	4,3	11,2	88,8			Limite Plastico (LP): 0,00
3/4"	19,050	260,0	3,9	15,0	85,0			Indice Plastico (IP): NP
1/2"	12,700	185,0	2,8	17,8	82,2			Clasificación(SUCS): SP-SM
3/8"	9,525	150,0	2,2	20,0	80,0			Clasific (AASHTO): A-1-b (0)
1/4"	6,325	210,0	3,1	23,2	76,8			% Humedad: 12,3%
# 4	4,760	400,0	6,0	29,1	70,9			
# 10	2,000	220,0	3,3	32,4	67,6			
# 16	1,190	190,0	2,8	35,2	64,8			
# 20	0,840	400,0	6,0	41,2	58,8			
# 30	0,600	600,0	8,9	50,1	49,9			
# 40	0,420	700,0	10,4	60,5	39,5			
# 50	0,300	500,0	7,4	68,0	32,0			
# 60	0,177	600,0	8,9	76,9	23,1			
# 100	0,150	500,0	7,4	84,4	15,6			
# 200	0,075	650,0	9,7	94,0	6,0			
< N° 200	FONDO	400,0	6,0	100				
FRACCION TOTAL		4.760,0						
		6.715,0						

OBSERVACIONES :

**CURVA GRANULOMETRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
Ing. Elizabeth Jazayr  
18544

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Peru - Telf.: (043) 483320  
CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810  
Nuevo Chimbote Av. Pacifico y Anchoqueta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826  
OFICINA DE ADMISION: Esq. Aguirre y Espinar - Teléfono: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40**  
(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

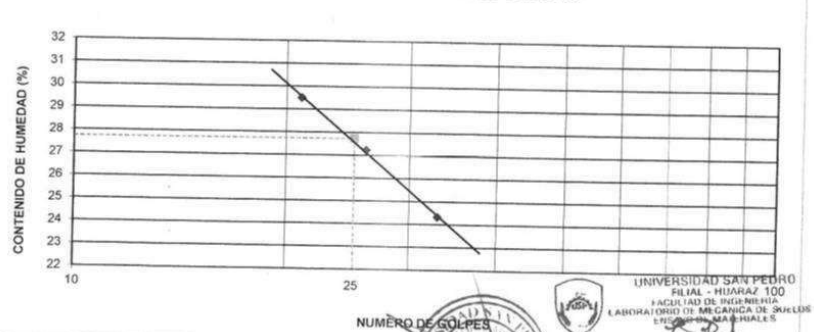
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS:	"Capacidad Admisible Mediante los Metodos de Terzagui y Meyerhof para Cimentaciones, Recuay - Ancash"		
SOLICITA:	Bach. Jaramillo Garro, Mortuam Ali		
DISTRITO:	HUARAZ	HECHO	USP
PROVINCIA:	HUARAZ	FECHA	23/04/2019
		FORMATO	-

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: N° 01
MUESTRA	: N° 01 SUELOS
PROF. (m)	:

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	20,63	20,90	18,60
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19,53	19,80	18,06
PESO DE AGUA	(g)	1,10	1,10	0,54
PESO DEL TARRO	(g)	15,80	15,76	15,84
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3,73	4,04	2,22
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29,49	27,23	24,32
NUMERO DE GOLPES		21	26	33

LIMITE PLASTICO			
N° TARRO		1	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	19,90	21,80
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19,08	20,63
PESO DE AGUA	(g)	0,82	1,17
PESO DEL TARRO	(g)	15,70	15,70
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3,38	4,93
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	24,26	23,73

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	27.73
LIMITE PLASTICO	24.00
INDICE DE PLASTICIDAD	3.73

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
PIEAL - HUARAZ 100  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
ENGENIERIA MARSHALLS  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40**  
(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

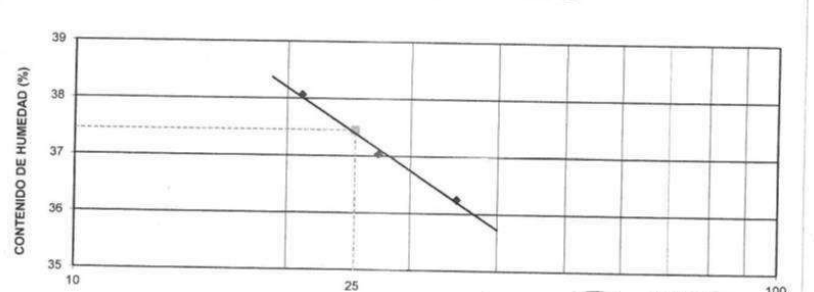
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS:	"Capacidad Admisible Mediante los Metodos de Terzagui y Meyerhof para Cimentaciones, Recuay - Ancash"		
SOLICITA:	Bach. Jaramillo Garro, Mortuam Ali		
DISTRITO:	HUARAZ	HECHO	USP
PROVINCIA:	HUARAZ	FECHA	23/04/2019
		FORMATO	-

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: N° 02
MUESTRA	: N° 01 SUELOS
PROF. (m)	:

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	28,47	28,83	27,19
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	24,90	25,29	24,08
PESO DE AGUA	(g)	3,57	3,54	3,11
PESO DEL TARRO	(g)	15,52	15,73	15,50
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9,38	9,56	8,58
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	38,06	37,03	36,25
NUMERO DE GOLPES		21	27	35

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		1	2	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	20,90	21,90	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19,56	20,41	
PESO DE AGUA	(g)	1,34	1,49	
PESO DEL TARRO	(g)	15,80	15,80	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3,76	4,61	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	35,64	32,32	

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	37,45
LIMITE PLASTICO	33,96
INDICE DE PLASTICIDAD	3,47

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

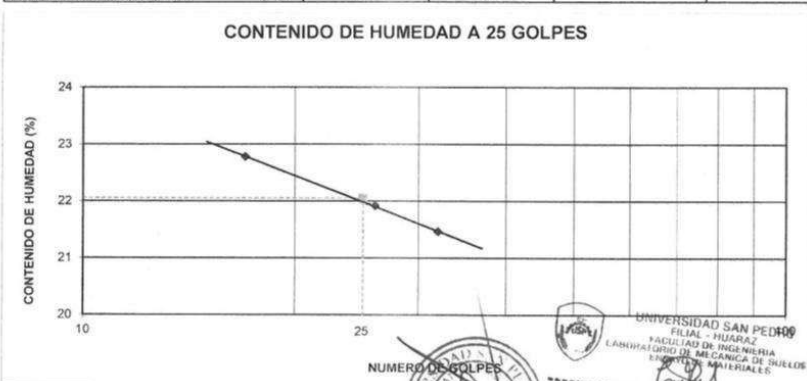
**LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40**  
(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS:	"Capacidad Admisible Mediante los Metodos de Terzagui y Meyerhof para Cimentaciones, Recuay - Ancash"		
SOLICITA:	Bach. Jaramillo Garro, Mortuam Ali		
DISTRITO:	HUARAZ	HECHO	USP
PROVINCIA:	HUARAZ	FECHA	23/04/2019
		FORMATO	

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: N° 03
MUESTRA	: N° 01 SUELOS
PROF. (m)	:

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	20,92	20,41	26,18
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	20,10	19,54	24,33
PESO DE AGUA	(g)	0,82	0,87	1,85
PESO DEL TARRO	(g)	16,50	15,57	15,71
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3,60	3,97	8,62
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22,78	21,91	21,46
NUMERO DE GOLPES		17	26	32

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		17	23	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	20,30	19,20	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19,50	18,58	
PESO DE AGUA	(g)	0,80	0,62	
PESO DEL TARRO	(g)	15,80	15,80	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3,70	2,78	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	21,62	22,30	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	22,05
LIMITE PLASTICO	21,96
INDICE DE PLASTICIDAD	0,09

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 118544  
JEFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

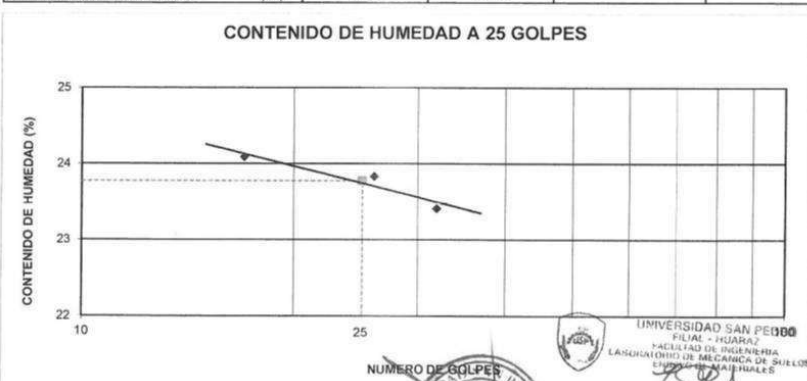
**LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40**  
(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS:	"Capacidad Admisible Mediante los Metodos de Terzagui y Meyerhof para Cimentaciones, Recuay - Ancash"		
SOLICITA:	Bach. Jaramillo Garro, Mortuam Ali		
DISTRITO:	HUARAZ	HECHO	USP
PROVINCIA:	HUARAZ	FECHA	23/04/2019
		FORMATO	-

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: N° 04
MUESTRA	: N° 01 SUELOS
PROF. (m)	:

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		35	11	5
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		24,34	24,48	24,68
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		22,69	22,80	22,99
PESO DE AGUA (g)		1,65	1,68	1,69
PESO DEL TARRO (g)		15,84	15,75	15,77
PESO DEL SUELO SECO (g)		6,85	7,05	7,22
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		24,09	23,83	23,41
NUMERO DE GOLPES		17	26	32

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		17	23	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		18,88	19,70	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		18,34	19,03	
PESO DE AGUA (g)		0,54	0,67	
PESO DEL TARRO (g)		15,80	15,70	
PESO DEL SUELO SECO (g)		2,54	3,33	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		21,28	20,12	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	23,77
LIMITE PLASTICO	20,69
INDICE DE PLASTICIDAD	3,08

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
FUNDACIONES MAESTRALES

*Ing. Elizabeth Maza Ambrosio*  
CIP: 116544  
JEFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40**  
(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS:	"Capacidad Admisible Mediante los Metodos de Terzagui y Meyerhof para Cimentaciones, Recuay - Ancash"		
SOLICITA:	Bach. Jaramillo Garro, Mortuam Ali		
DISTRITO:	HUARAZ	HECHO	USP
PROVINCIA:	HUARAZ	FECHA	23/04/2019
		FORMATO	-

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: N° 05
MUESTRA	: N° 01 SUELOS
PROF. (m)	:

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		12	11	5
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		19,50	24,86	19,12
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		18,32	22,06	18,10
PESO DE AGUA (g)		1,18	2,80	1,02
PESO DEL TARRO (g)		15,70	15,70	15,70
PESO DEL SUELO SECO (g)		2,62	6,36	2,40
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		45,04	44,03	42,50
NUMERO DE GOLPES		18	26	35

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		17	23	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		21,90	24,73	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		21,11	23,63	
PESO DE AGUA (g)		0,79	1,10	
PESO DEL TARRO (g)		15,70	15,70	
PESO DEL SUELO SECO (g)		5,41	7,93	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		14,60	13,87	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	44,05
LIMITE PLASTICO	14,24
INDICE DE PLASTICIDAD	29,82

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE





**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

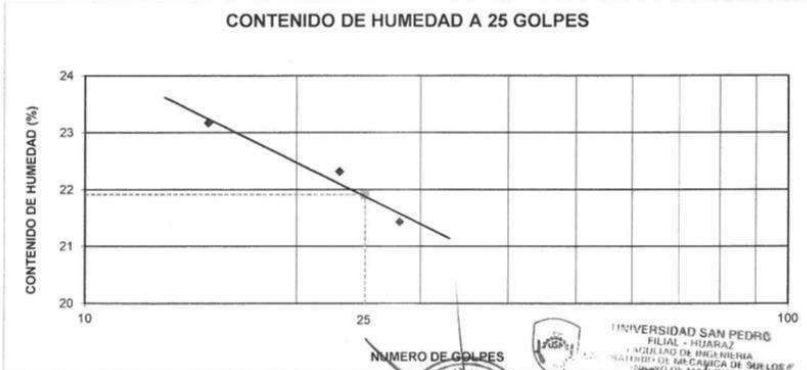
**LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40**  
(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS:	"Capacidad Admisible Mediante los Metodos de Terzagui y Meyerhof para Cimentaciones, Recuay - Ancash"		
SOLICITA:	Bach. Jaramillo Garro, Mortuam Ali		
DISTRITO:	HUARAZ	HECHO	USP
PROVINCIA:	HUARAZ	FECHA	23/04/2019
		FORMATO	-

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: N° 06
MUESTRA	: N° 01 SUELOS
PROF. (m)	:

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		12	11	5
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		19,90	21,73	20,80
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		19,11	20,63	19,90
PESO DE AGUA (g)		0,79	1,10	0,90
PESO DEL TARRO (g)		15,70	15,70	15,70
PESO DEL SUELO SECO (g)		3,41	4,93	4,20
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		23,17	22,31	21,43
NUMERO DE GOLPES		15	23	28

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		17	23	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		19,51	19,16	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		18,86	18,53	
PESO DE AGUA (g)		0,65	0,63	
PESO DEL TARRO (g)		15,70	15,60	
PESO DEL SUELO SECO (g)		3,16	2,93	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		20,57	21,50	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	21.91
LIMITE PLASTICO	21.04
INDICE DE PLASTICIDAD	0.87

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
CARRILLO DE INGENIERIA  
NACIONAL DE CARCARRA DE SUELOS #  
SOLUCIONES EMBIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 118544  
JEFE

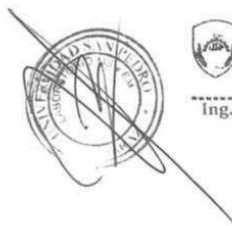
**PESO ESPECIFICO**

(Usando el Grafico de calibracion para el frasco )

SOLICITA : **Bach. Jaramillo Garro, Mortuam Ali**  
 TESIS : "Capacidad Admisible Mediante los Metodos de Terzagui y Meyerhof  
 para Cimentaciones, Recuay - Ancash"  
 LUGAR : HUARAZ  
 FECHA : 23/04/2019 MATERIAL : SUELOS C-1

MUESTRA	1	2		
PESO DEL SUELO(gr.)	53,97	45,61		
PESO SUELO + PARAFINA (gr.)	61,47	51,93		
PESO DE PARAFINA	7,5	6,32		
VOLUMEN DE SUELO + PARAFINA	45	35		
DENSIDAD DE PARAFINA	<b>0,96</b>	<b>0,96</b>		
VOLUMEN DE PARAFINA	7,81	6,58		
VOLUMEN DE SUELO	37,19	28,42		
PESO ESPECIFICO DEL SUELO	1	2		
PROMEDIO gr/cm3	2			

Observaciones :



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 CENTRO DE INVESTIGACIONES  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 116544  
 JEFE

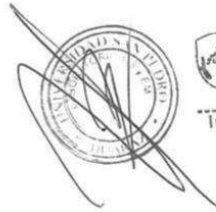
**PESO ESPECIFICO**

(Usando el Grafico de calibracion para el frasco )

SOLICITA : **Bach. Jaramillo Garro, Mortuam Ali**  
 TESIS : "Capacidad Admisible Mediante los Metodos de Terzagui y Meyerhof para Cimentaciones, Recuay - Ancash"  
 LUGAR : HUARAZ  
 FECHA : 23/04/2019 MATERIAL : SUELOS C-2

MUESTRA	1	2		
PESO DEL SUELO	73,77	61,79		
PESO SUELO + PARAFINA	84,08	68,42		
PESO DE PARAFINA	10,31	6,63		
VOLUMEN DE SUELO + PARAFINA	53	40		
DENSIDAD DE PARAFINA	0,96	0,96		
VOLUMEN DE PARAFINA	11	7		
VOLUMEN DE SUELO	42	33		
PESO ESPECIFICO DEL SUELO	2	2		
PROMEDIO gr/cm3	2			

Observaciones :



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS E  
 GEOTECNIA  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 116544  
 JEFE

**PESO ESPECIFICO**

(Usando el Grafico de calibracion para el frasco )

SOLICITA : **Bach. Jaramillo Garro, Mortuam Ali**  
 TESIS : "Capacidad Admisible Mediante los Metodos de Terzagui y Meyerhof para Cimentaciones, Recuay - Ancash"  
 LUGAR : HUARAZ  
 FECHA : 23/04/2019 MATERIAL : SUELOS C-3

MUESTRA	1	2		
PESO DEL SUELO	70,03	57,24		
PESO SUELO + PARAFINA	74,72	62,41		
PESO DE PARAFINA	4,69	5,17		
VOLUMEN DE SUELO + PARAFINA	42	36		
DENSIDAD DE PARAFINA	0,96	0,96		
VOLUMEN DE PARAFINA	5	5		
VOLUMEN DE SUELO	37	31		
PESO ESPECIFICO DEL SUELO	2	2		
PROMEDIO gr/cm3	2			

Observaciones :



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
 FUNDACIONES  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 118544  
 JEFE



**PESO ESPECIFICO**

(Usando el Grafico de calibracion para el frasco )

SOLICITA : **Bach. Jaramillo Garro, Mortuam Ali**  
 TESIS : "Capacidad Admisible Mediante los Metodos de Terzagui y Meyerhof para Cimentaciones, Recuay - Ancash"  
 LUGAR : HUARAZ  
 FECHA : 23/04/2019 MATERIAL : SUELOS C-4

MUESTRA	1	2		
PESO DEL SUELO	69,03	56,24		
PESO SUELO + PARAFINA	73,6	61,5		
PESO DE PARAFINA	4,69	5,17		
VOLUMEN DE SUELO + PARAFINA	44	34		
DENSIDAD DE PARAFINA	<b>0,96</b>	<b>0,96</b>		
VOLUMEN DE PARAFINA	5	5		
VOLUMEN DE SUELO	39	29		
PESO ESPECIFICO DEL SUELO	2	2		
PROMEDIO gr/cm3	2			

Observaciones :



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE SUELOS

Ing. Elizabeth Maiza Ambrosio  
 CIP: 118544  
 JEFE

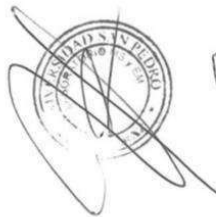


### PESO ESPECIFICO

(Usando el Grafico de calibracion para el frasco )

SOLICITA : **Bach. Jaramillo Garro, Mortuam Ali**  
TESIS : "Capacidad Admisible Mediante los Metodos de Terzagui y Meyerhof para Cimentaciones, Recuay - Ancash"  
LUGAR : HUARAZ  
FECHA : 23/04/2019 MATERIAL : SUELOS C-5

MUESTRA	1	2		
PESO DEL SUELO	58,97	50,61		
PESO SUELO + PARAFINA	66,47	56,93		
PESO DE PARAFINA	7,5	6,32		
VOLUMEN DE SUELO + PARAFINA	52	42		
DENSIDAD DE PARAFINA	<b>0,96</b>	<b>0,96</b>		
VOLUMEN DE PARAFINA	8	7		
VOLUMEN DE SUELO	44	35		
PESO ESPECIFICO DEL SUELO	1	1		
PROMEDIO gr/cm3	1			



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
INGENIERO CIVIL  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320  
CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810  
Nuevo Chimbote Av. Pacifico y Anchoqueta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826  
OFICINA DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Teléfono.: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

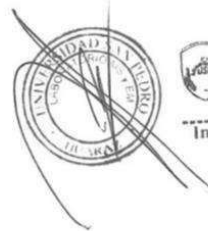
**PESO ESPECIFICO**

(Usando el Grafico de calibracion para el frasco )

SOLICITA : **Bach. Jaramillo Garro, Mortuam Ali**  
 TESIS : "Capacidad Admisible Mediante los Metodos de Terzagui y Meyerhof  
 para Cimentaciones, Recuay - Ancash"  
 LUGAR : HUARAZ  
 FECHA : 23/04/2019 MATERIAL : SUELOS C-6

MUESTRA	1	2		
PESO DEL SUELO	72,47	60,2		
PESO SUELO + PARAFINA	83	67,1		
PESO DE PARAFINA	8,9	5,3		
VOLUMEN DE SUELO + PARAFINA	51	39		
DENSIDAD DE PARAFINA	<b>0,96</b>	<b>0,96</b>		
VOLUMEN DE PARAFINA	9	6		
VOLUMEN DE SUELO	42	33		
PESO ESPECIFICO DEL SUELO	2	2		
PROMEDIO gr/cm3	2			

Observaciones .



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
 ENGENIERIA DE MATERIALES  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 118944  
 JEFE



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)**

TESIS	:"Capacidad admisible mediante los metodos de Terzagui y Meyerhof para cimentaciones, Recuay - Ancash"		
SOLICITA	: Bach. Mortuam Ali Jaramillo Garro		
LUGAR	: Recuay-Recuay- Ancash	fecha	: abril de 2019

sondaje	: calicata	: c-1	velocidad	: 0.50mm/mm
Estado	: Remoldeada		sucs	: GW-GM

	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
	Inicial	final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h)	1.90	1.86	1.90	1.79	1.90	1.76
Diametro (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Densidad Seca (gr/Cm3)	1.53	1.63	1.53	1.62	1.53	1.68
humedad (W) (%)	14.00	13.85	14.00	13.45	14.00	13.20
Esfuerzo normal (kg/cm2)	0,50		1,00		2,00	

deformac. tangencial (%)	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
	Lectura fuerza de corte (kg)	Esfuerzo de corte (kg/Cm2)	Lectura fuerza de corte (kg)	Esfuerzo de corte (kg/Cm2)	Lectura fuerza de corte (kg)	Esfuerzo de corte (kg/Cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.04	0.02	0.05	0.12	0.05	0.17
0.10	0.08	0.04	0.10	0.18	0.10	0.19
0.25	0.15	0.07	0.25	0.32	0.25	0.21
0.50	0.25	0.13	0.50	0.41	0.41	0.24
0.75	0.36	0.18	0.75	0.47	0.47	0.26
1.00	0.41	0.21	1.00	0.50	0.50	0.27
1.25	0.45	0.23	1.25	0.53	0.53	0.29
1.50	0.51	0.25	1.50	0.54	0.54	0.31
1.75	0.55	0.27	1.75	0.57	0.57	0.33
2.00	0.57	0.29	2.00	0.62	0.62	0.35
2.50	0.63	0.31	2.50	0.66	0.66	0.38
3.00	0.68	0.34	3.00	0.68	0.68	0.40
3.50	0.71	0.35	3.50	0.69	0.69	0.42
4.00	0.75	0.37	4.00	0.71	0.71	0.44
4.50	0.77	0.39	4.50	0.71	0.71	0.45
5.00	0.79	0.39	5.00	0.72	0.72	0.46
6.00	0.77	0.39	6.00	0.71	0.71	0.48
7.00	0.73	0.37	7.00	0.69	0.69	0.49
8.00	0.67	0.33	8.00	0.63	0.63	0.49
9.00	0.61	0.31	9.00	0.60	0.60	0.48
10.00	0.61	0.31	10.00	0.59	0.59	0.47
11.00	0.60	0.30	11.00	0.57	0.57	0.47
12.00	0.60	0.30	12.00	0.57	0.57	0.48



*[Handwritten signature]*

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
UNASAM  
DAVID AZEVEDO DOMINGUEZ  
TECNICO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES

FIC-UNASAM - LABORATORIO: Campus Universitario (Shancayan) - Independencia - Huaraz - Perú



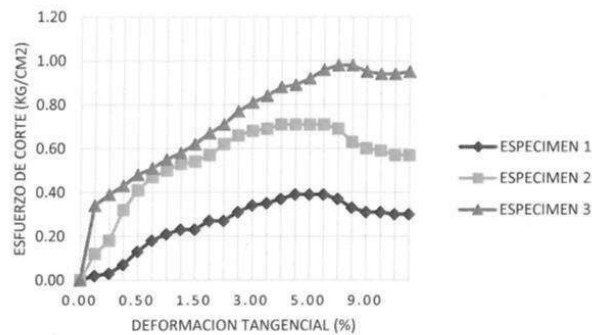


UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

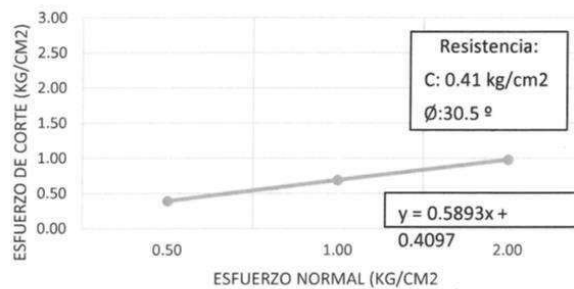
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)**

Proyecto :TESIS"Capacidad admisible mediante los metodos de Terzagui y Meyerhof para cimentaciones, Recuay - ancash"  
Solicita : Bach. Mortuam Ali Jaramillo Garro  
Lugar :Recuay - Recuay - Ancash  
Calicata : C - 1 Fecha: Abril de 2019

**CURVAS DE RESISTENCIA**



**ESFUERZO NORMAL VS ESFUERZO DE CORTE**



UNASAM  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
DAVID AZANA DOMINGUEZ  
TECNICO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES

FIC-UNASAM - LABORATORIO: Campus Universitario (Shancayan) - Independencia - Huaraz - Perú



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)**

TESIS : "Capacidad admisible mediante los metodos de Terzagui y Meyerhof para cimentaciones, Recuay - Ancash"  
SOLICITA : Bach. Mortuam Ali Jaramillo Garro  
LUGAR : Recuay-Recuay- Ancash fecha : abril de 2019

sondaje : calicata :c-2 velocidad :0.50mm/mm  
Estado : Remoldeada succs : GW-GM

	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
	Inicial	final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h)	1.90	1.86	1.90	1.79	1.90	1.76
Diametro (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Densidad Seca (gr/Cm3)	1.53	1.63	1.53	1.62	1.53	1.68
humedad (W) (%)	13.5	12.85	13.5	12.45	13.5	12.20
Esfuerzo normal (kg/cm2)	0.50		1.00		2.00	

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (kg)	Esfuerzo de corte (kg/Cm2)	deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (kg)	Esfuerzo de corte (kg/Cm2)	deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (kg)	Esfuerzo de corte (kg/Cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.24	0.12	0.05	0.31	0.31	0.05	0.21	0.11
0.10	0.27	0.14	0.10	0.33	0.33	0.10	0.09	0.04
0.25	0.27	0.14	0.25	0.35	0.35	0.25	0.35	0.18
0.50	0.30	0.15	0.50	0.39	0.39	0.50	0.44	0.22
0.75	0.31	0.15	0.75	0.40	0.40	0.75	0.49	0.24
1.00	0.33	0.36	1.00	0.42	0.42	1.00	0.54	0.27
1.25	0.34	0.17	1.25	0.43	0.43	1.25	0.58	0.29
1.50	0.36	0.18	1.50	0.45	0.45	1.50	0.59	0.30
1.75	0.37	0.19	1.75	0.48	0.48	1.75	0.63	0.31
2.00	0.40	0.20	2.00	0.50	0.50	2.00	0.64	0.32
2.50	0.42	0.21	2.50	0.54	0.54	2.50	0.68	0.34
3.00	0.44	0.22	3.00	0.58	0.58	3.00	0.73	0.36
3.50	0.44	0.22	3.50	0.59	0.59	3.50	0.77	0.39
4.00	0.45	0.22	4.00	0.61	0.61	4.00	0.81	0.40
4.50	0.45	0.22	4.50	0.63	0.63	4.50	0.86	0.43
5.00	0.43	0.21	5.00	0.62	0.62	5.00	0.88	0.44
6.00	0.44	0.22	6.00	0.59	0.59	6.00	0.88	0.44
7.00	0.43	0.21	7.00	0.58	0.58	7.00	0.86	0.43
8.00	0.43	0.21	8.00	0.57	0.57	8.00	0.86	0.43
9.00	0.42	0.21	9.00	0.56	0.56	9.00	0.85	0.42
10.00	0.43	0.21	10.00	0.58	0.58	10.00	0.87	0.43
11.00	0.43	0.21	11.00	0.58	0.58	11.00	0.87	0.43
12.00	0.43	0.21	12.00	0.58	0.58	12.00	0.87	0.43



UNASAM  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
*David Azarín Domínguez*  
DAVID AZARÍN DOMÍNGUEZ  
TECNICO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
Y RESISTENCIA DE MATERIALES

FIC-UNASAM - LABORATORIO: Campus Universitario (Shancayan) - Independencia -Huaraz - Perú

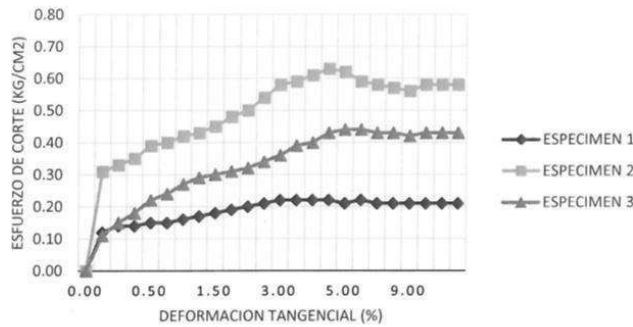


UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

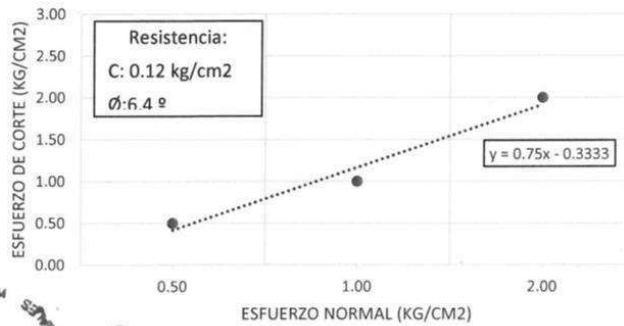
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)**

Proyecto : TESIS "Capacidad admisible mediante los metodos de Terzagui y Meyerhof para cimentaciones, Recuay - ancash"  
Solicita : Bach. Mortuam Ali Jaramillo Garro  
Lugar : Recuay - Recuay - Ancash  
Calicata : C - 2 Fecha: Abril de 2019

**CURVAS DE RESISTENCIA**



**ESFUERZO NORMAL VS ESFUERZO DE CORTE**



UNASAM  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
DAVID AZANA DOMINGUEZ  
TECNICO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES

FIC-UNASAM - LABORATORIO: Campus Universitario (Shancayan) - Independencia - Huaraz - Perú



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)**

TESIS : "Capacidad admisible mediante los metodos de Terzagui y Meyerhof para cimentaciones, Recuay - Ancash"  
SOLICITA : Bach. Mortuam Ali Jaramillo Garro  
LUGAR : Recuay-Recuay- Ancash fecha : abril de 2019

sondaje : calicata :c-3 velocidad :0.50mm/mm  
Estado : Remoldeada sucs : GW-GM

	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
	Inicial	final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h)	1.90	1.81	1.90	1.80	1.90	1.76
Diametro (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Densidad Seca (gr/Cm3)	1.55	1.63	1.55	1.62	1.55	1.68
humedad (W) (%)	13.5	11.85	13.5	11.45	13.5	11.20
Esfuerzo normal (kg/cm2)	0.50		1.00		2.00	

deformac. tangencial (%)	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03			
	Lectura fuerza de corte (kg)	Esfuerzo de corte (kg/Cm2)	deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (kg)	Esfuerzo de corte (kg/Cm2)	deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (kg)	Esfuerzo de corte (kg/Cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.07	0.03	0.05	0.11	0.11	0.05	0.13	0.27
0.10	0.07	0.03	0.10	0.14	0.14	0.10	0.16	0.32
0.25	0.10	0.05	0.25	0.15	0.15	0.25	0.21	0.41
0.50	0.10	0.05	0.50	0.19	0.19	0.50	0.25	0.50
0.75	0.17	0.08	0.75	0.22	0.22	0.75	0.28	0.56
1.00	0.20	0.10	1.00	0.24	0.24	1.00	0.31	0.61
1.25	0.20	0.10	1.25	0.27	0.27	1.25	0.33	0.66
1.50	0.24	0.12	1.50	0.31	0.31	1.50	0.35	0.71
1.75	0.30	0.15	1.75	0.33	0.33	1.75	0.37	0.74
2.00	0.34	0.17	2.00	0.39	0.39	2.00	0.39	0.78
2.50	0.34	0.19	2.50	0.40	0.40	2.50	0.42	0.84
3.00	0.37	0.22	3.00	0.45	0.45	3.00	0.45	0.90
3.50	0.44	0.22	3.50	0.50	0.50	3.50	0.47	0.94
4.00	0.44	0.22	4.00	0.54	0.54	4.00	0.49	0.98
4.50	0.44	0.22	4.50	0.54	0.54	4.50	0.50	1.00
5.00	0.44	0.22	5.00	0.50	0.50	5.00	0.51	1.02
6.00	0.44	0.22	6.00	0.51	0.51	6.00	0.50	1.01
7.00	0.44	0.22	7.00	0.51	0.51	7.00	0.49	0.98
8.00	0.44	0.22	8.00	0.51	0.51	8.00	0.48	0.96
9.00	0.44	0.22	9.00	0.51	0.51	9.00	0.46	0.92
10.00	0.44	0.22	10.00	0.52	0.52	10.00	0.45	0.91
11.00	0.44	0.22	11.00	0.52	0.52	11.00	0.44	0.88
12.00	0.44	0.22	12.00	0.54	0.54	12.00	0.44	0.87



UNASAM  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
**DAVID AZANA ROMINGUEZ**  
TECNICO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES

FIC-UNASAM - LABORATORIO: Campus Universitario (Shancayan) - Independencia - Huaraz - Perú

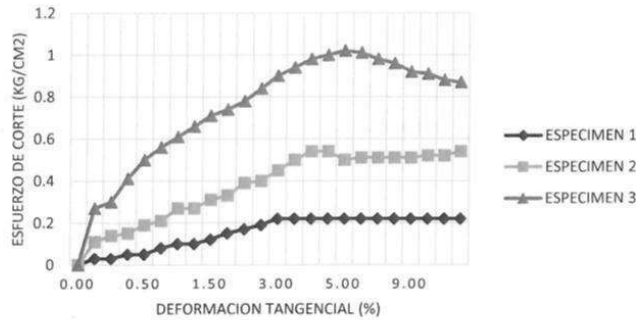


UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

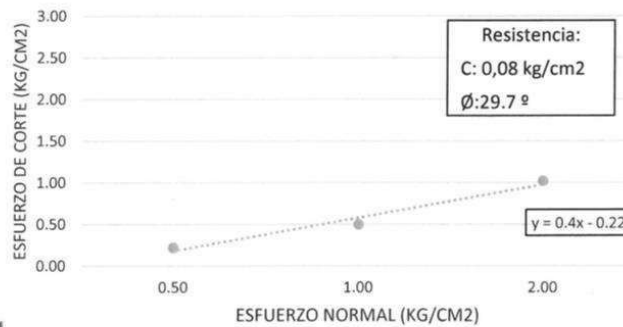
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)**

Proyecto :TESIS"Capacidad admisible mediante los metodos de Terzagui y Meyerhof para cimentaciones, Recuay - ancash"  
Solicita : Bach. Mortuam Ali Jaramillo Garro  
Lugar :Recuay - Recuay - Ancash  
Calicata : C - 3  
Fecha: Abril de 2019

**CURVAS DE RESISTENCIA**



**ESFUERZO NORMAL VS ESFUERZO DE CORTE**



UNASAM  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
DAVID AZANA BOMINGUIEZ  
TECNICO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
Y RESISTENCIA DE MATERIALES

FIC-UNASAM - LABORATORIO: Campus Universitario (Shancayan) - Independencia -Huaraz - Perú



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)**

TESIS : "Capacidad admisible mediante los metodos de Terzagui y Meyerhof para cimentaciones, Recuay - Ancash"  
 SOLUCITA : Bach. Mortuam Ali Jaramillo Garro  
 LUGAR : Recuay-Recuay- Ancash fecha : abril de 2019

sondaje : calicata :c-4 velocidad :0.50mm/mm  
 Estado : Remoldeada succs : GP-GW

	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
	Inicial	final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h)	2.00	1.86	2.00	1.90	2.00	1.76
Diámetro (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Densidad Seca (gr/Cm3)	1.53	1.63	1.53	1.62	1.53	1.68
humedad (W) (%)	15.00	14.85	15.00	14.45	15.00	14.20
Esfuerzo normal (kg/cm2)	0.50		1.00		2.00	

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (kg)	Esfuerzo de corte (kg/Cm2)	deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (kg)	Esfuerzo de corte (kg/Cm2)	deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (kg)	Esfuerzo de corte (kg/Cm2)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.02	0.01	0.05	0.03	0.03	0.05	0.03	0.05
0.10	0.04	0.02	0.10	0.07	0.07	0.10	0.07	0.10
0.25	0.06	0.03	0.25	0.10	0.10	0.25	0.10	0.16
0.50	0.06	0.04	0.50	0.13	0.13	0.50	0.14	0.20
0.75	0.09	0.05	0.75	0.18	0.18	0.75	0.17	0.30
1.00	0.11	0.07	1.00	0.23	0.23	1.00	0.20	0.34
1.25	0.15	0.09	1.25	0.28	0.28	1.25	0.23	0.38
1.50	0.18	0.11	1.50	0.30	0.30	1.50	0.25	0.40
1.75	0.22	0.12	1.75	0.33	0.33	1.75	0.27	0.44
2.00	0.23	0.14	2.00	0.36	0.36	2.00	0.29	0.47
2.50	0.28	0.16	2.50	0.38	0.38	2.50	0.31	0.51
3.00	0.32	0.17	3.00	0.40	0.40	3.00	0.33	0.53
3.50	0.35	0.18	3.50	0.42	0.42	3.50	0.35	0.54
4.00	0.36	0.18	4.00	0.44	0.44	4.00	0.36	0.56
4.50	0.36	0.19	4.50	0.46	0.46	4.50	0.37	0.57
5.00	0.38	0.19	5.00	0.47	0.47	5.00	0.38	0.58
6.00	0.39	0.20	6.00	0.47	0.47	6.00	0.39	0.60
7.00	0.40	0.19	7.00	0.47	0.47	7.00	0.39	0.59
8.00	0.37	0.20	8.00	0.46	0.46	8.00	0.39	0.60
9.00	0.40	0.20	9.00	0.47	0.47	9.00	0.40	0.61
10.00	0.39	0.21	10.00	0.48	0.48	10.00	0.40	0.62
11.00	0.37	0.20	11.00	0.49	0.49	11.00	0.41	0.62
12.00	0.37	0.20	12.00	0.49	0.49	12.00	0.41	0.62



*[Handwritten signature]*

UNASAM  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
*[Handwritten signature]*  
DAVID AZARA DOMINGUEZ  
TECNICO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES

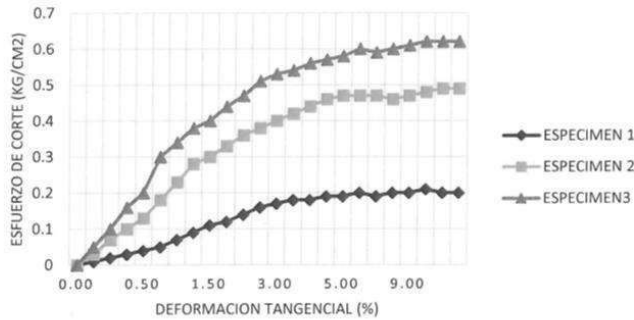


UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

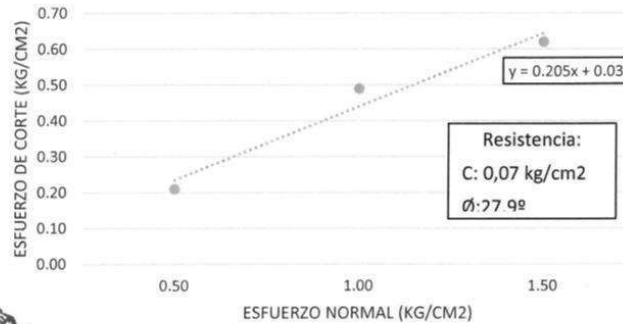
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)**

Proyecto :TESIS"Capacidad admisible mediante los metodos de Terzagui y Meyerhof para cimentaciones, Recuay - ancash"  
Solicita : Bach. Mortuam Ali Jaramillo Garro  
Lugar :Recuay - Recuay - Ancash  
Calicata : C - 4  
Fecha: Abril de 2019

**CURVAS DE RESISTENCIA**



**ESFUERZO NORMAL VS ESFUERZO DE CORTE**



JNASAM  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
DAVID AZANA ISMITHOJES  
JEFE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)**

TESIS : "Capacidad admisible mediante los metodos de Terzagui y Meyerhof para cimentaciones, Recuay - Ancash"  
SOLICITA : Bach. Mortuam Ali Jaramillo Garro  
LUGAR : Recuay-Recuay- Ancash fecha : abril de 2019

sondaje : : calicata :c-5 velocidad :0.50mm/mm  
Estado : Remoldeada sucs : GW-GM

	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
	Inicial	final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h)	2.00	1.86	2.00	1.90	2.00	1.76
Diametro (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Densidad Seca (gr/Cm3)	1.51	1.63	1.51	1.62	1.51	1.68
humedad (W) (%)	13.5	12.85	13.5	12.45	13.5	12.20
Esfuerzo normal (kg/cm2)	0.50		1.00		2.00	

deformac. tangencial (%)	ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
	Lectura fuerza de corte (kg)	Esfuerzo de corte (kg/Cm2)	deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (kg)	Esfuerzo de corte (kg/Cm2)	deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (kg)	Esfuerzo de corte (kg/Cm2)	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.05	0.03	0.05	0.05	0.03	0.02	0.05	0.03	0.03	
0.10	0.07	0.10	0.10	0.07	0.03	0.10	0.06	0.06	
0.25	0.10	0.16	0.25	0.10	0.05	0.25	0.09	0.09	
0.50	0.14	0.22	0.50	0.13	0.07	0.50	0.12	0.12	
0.75	0.17	0.26	0.75	0.16	0.08	0.75	0.16	0.16	
1.00	0.20	0.30	1.00	0.22	0.11	1.00	0.20	0.20	
1.25	0.23	0.34	1.25	0.27	0.13	1.25	0.24	0.24	
1.50	0.25	0.38	1.50	0.32	0.16	1.50	0.27	0.27	
1.75	0.27	0.40	1.75	0.35	0.18	1.75	0.29	0.29	
2.00	0.29	0.44	2.00	0.42	0.21	2.00	0.32	0.32	
2.50	0.31	0.47	2.50	0.48	0.24	2.50	0.33	0.33	
3.00	0.33	0.51	3.00	0.52	0.26	3.00	0.35	0.35	
3.50	0.35	0.53	3.50	0.54	0.27	3.50	0.37	0.37	
4.00	0.36	0.54	4.00	0.5	0.28	4.00	0.38	0.38	
4.50	0.37	0.56	4.50	0.57	0.29	4.50	0.41	0.41	
5.00	0.38	0.57	5.00	0.58	0.30	5.00	0.41	0.41	
6.00	0.39	0.58	6.00	0.60	0.28	6.00	0.41	0.41	
7.00	0.39	0.60	7.00	0.56	0.29	7.00	0.41	0.41	
8.00	0.39	0.59	8.00	0.60	0.28	8.00	0.41	0.41	
9.00	0.40	0.60	9.00	0.56	0.28	9.00	0.40	0.40	
10.00	0.40	0.61	10.00	0.60	0.30	10.00	0.41	0.41	
11.00	0.41	0.61	11.00	0.58	0.30	11.00	0.42	0.42	
12.00	0.41	0.61	12.00	0.58	0.30	12.00	0.42	0.42	



*[Handwritten signature]*

UNASAM  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
DAVID AZAJA DOMINGUEZ  
TECNICO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES

FIC-UNASAM - LABORATORIO: Campus Universitario (Shancayan) - Independencia -Huaraz - Perú



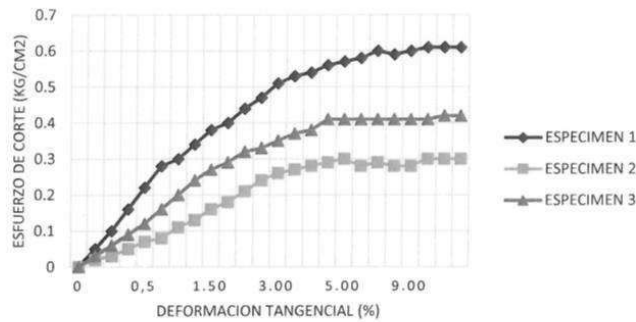


UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

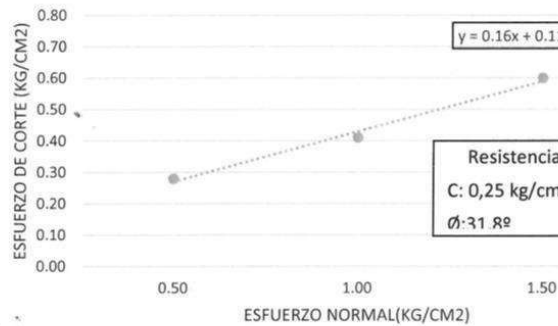
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)**

Proyecto :TESIS"Capacidad admisible mediante los metodos de Terzagui y Meyerhof para cimentaciones, Recuay - ancash"  
Solicita : Bach. Mortuam Ali Jaramillo Garro  
Lugar :Recuay - Recuay - Ancash  
Calicata : C - 5 Fecha: Abril de 2019

**CURVAS DE RESISTENCIA**



**ESFUERZO DE NORMAL VS ESFUERZO CORTE**



UNASAM  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
DAVID AZARA DOMINGUEZ  
TECNICO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
Y RESISTENCIA DE MATERIALES

FIC-UNASAM - LABORATORIO: Campus Universitario (Shancayan) - Independencia - Huaraz - Perú



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)**

TESIS : "Capacidad admisible mediante los metodos de Terzagui y Meyerhof para cimentaciones, Recuay - Ancash"  
SOLICITA : Bach. Mortuam Ali Jaramillo Garro  
LUGAR : Recuay-Recuay- Ancash fecha : abril de 2019

sondaje : calicata :c-6 velocidad :0.50mm/mm  
Estado : Remoldeada sucs SP-SM

	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
	Inicial	final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h)	1.90	1.86	1.90	1.90	1.90	1.76
Diametro (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Densidad Seca (gt/Cm3)	1.53	1.63	1.53	1.62	1.53	1.68
humedad (W) (%)	12.30	11.85	12.30	11.45	12.30	11.20
Esfuerzo normal (kg/cm2)	0.50		1.00		2.00	

deformac. tangencial (%)	ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
	Lectura fuerza de corte (kg)	Esfuerzo de corte (kg/Cm2)		Lectura fuerza de corte (kg)	Esfuerzo de corte (kg/Cm2)		Lectura fuerza de corte (kg)	Esfuerzo de corte (kg/Cm2)	
0.00	0.00	0.01		0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
0.05	0.03	0.03		0.05	0.03		0.05	0.04	0.06
0.10	0.06	0.04		0.10	0.06		0.10	0.07	0.11
0.25	0.08	0.06		0.25	0.08		0.25	0.11	0.17
0.50	0.11	0.07		0.50	0.11		0.50	0.16	0.24
0.75	0.14	0.09		0.75	0.15		0.75	0.19	0.28
1.00	0.19	0.12		1.00	0.19		1.00	0.22	0.33
1.25	0.23	0.14		1.25	0.23		1.25	0.25	0.37
1.50	0.28	0.15		1.50	0.25		1.50	0.27	0.41
1.75	0.31	0.18		1.75	0.27		1.75	0.29	0.43
2.00	0.37	.21		2.00	0.30		2.00	0.32	0.48
2.50	0.42	0.23		2.50	0.31		2.50	0.34	0.51
3.00	0.45	0.23		3.00	0.33		3.00	0.36	0.55
3.50	0.47	0.24		3.50	0.34		3.50	0.38	0.57
4.00	0.48	0.25		4.00	0.36		4.00	0.39	0.59
4.50	0.49	0.26		4.50	0.38		4.50	0.40	0.60
5.00	0.51	0.24		5.00	0.38		5.00	0.41	0.61
6.00	0.52	0.25		6.00	0.38		6.00	0.42	0.63
7.00	0.48	0.25		7.00	0.38		7.00	0.43	0.64
8.00	0.49	0.26		8.00	0.38		8.00	0.42	0.64
9.00	0.51	0.25		9.00	0.38		9.00	0.43	0.65
10.00	0.52	0.24		10.00	0.38		10.00	0.43	0.66
11.00	0.48	0.24		11.00	0.39		11.00	0.44	0.66
12.00	0.48	0.24		12.00	0.39		12.00	0.44	.66



UNASAM  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
DAVID AZAÑA DOMINGUEZ  
JEFE TECNICO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES

FIC-UNASAM - LABORATORIO: Campus Universitario (Shancayan) - Independencia -Huaraz - Perú

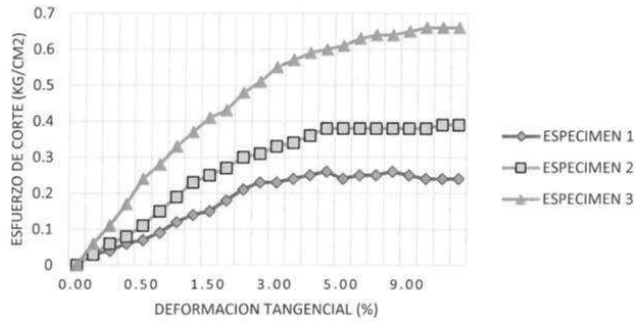


UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

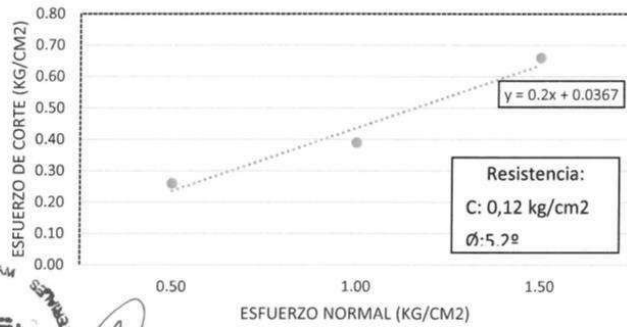
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)**

Proyecto :TESIS"Capacidad admisible mediante los metodos de Terzagui y Meyerhof para cimentaciones, Recuay - ancash"  
Solicita : Bach. Mortuam Ali Jaramillo Garro  
Lugar :Recuay - Recuay - Ancash  
Calicata : C - 6 Fecha: Abril de 2019

**CURVAS DE RESISTENCIA**



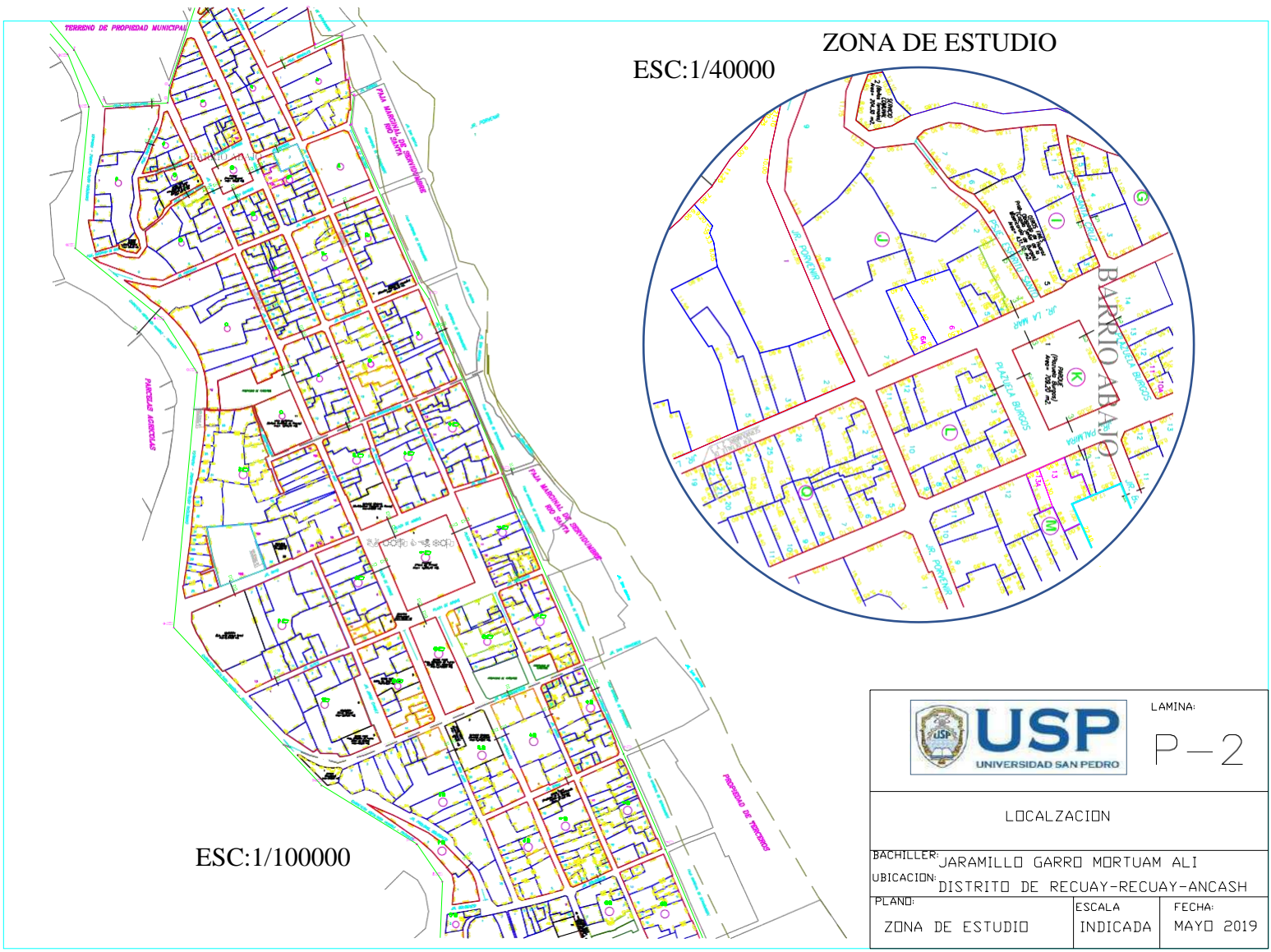
**ESFUERZO NORMAL VS ESFUERZO NORMAL**



JUNASAM  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
DAVID AZARA ESPINOZ  
TECNICO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES

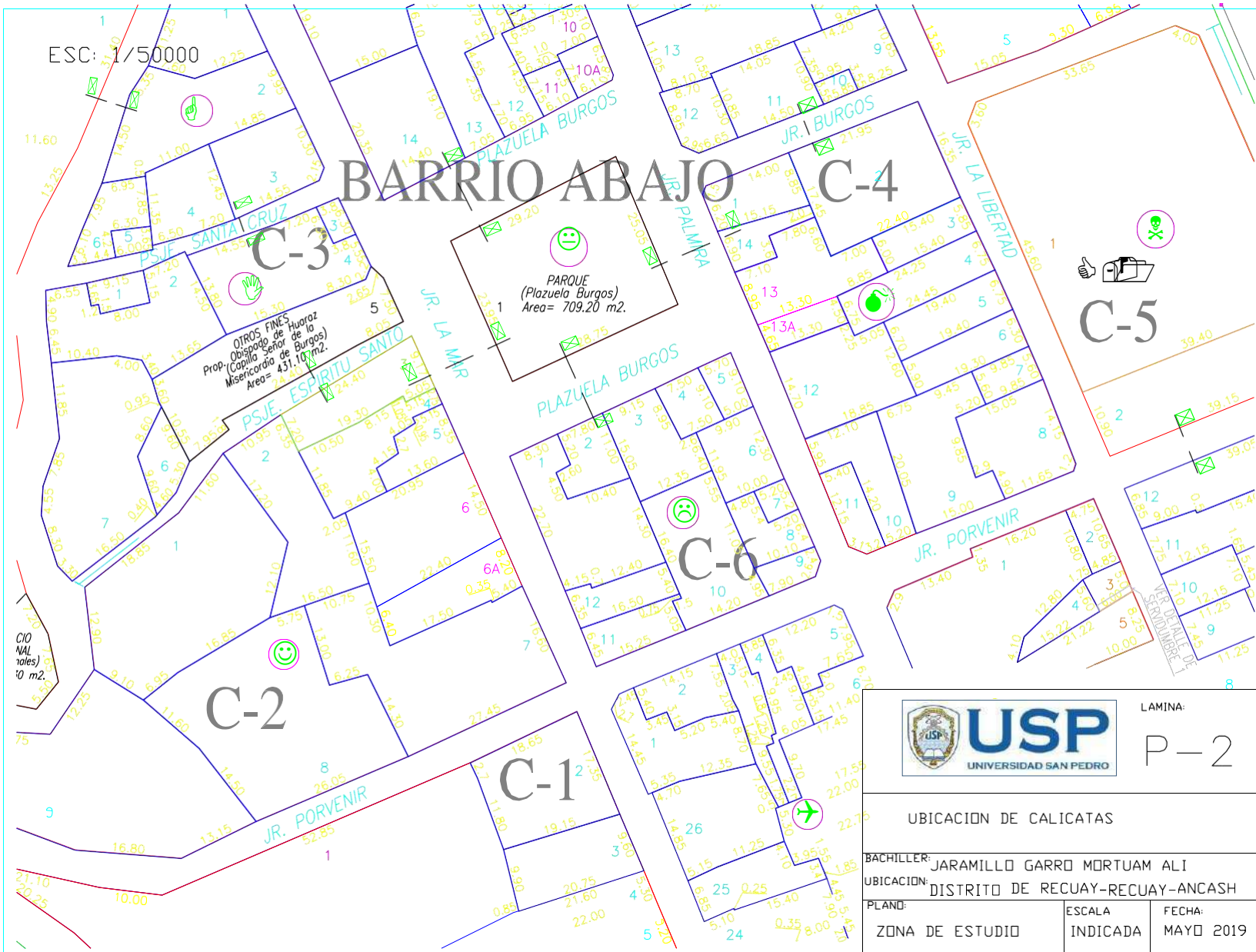
FIC-UNASAM - LABORATORIO: Campus Universitario (Shancayan) - Independencia - Huaraz - Perú

## **MAPA DEL DISTRITO DE RECUAY**



ESC: 1/50000

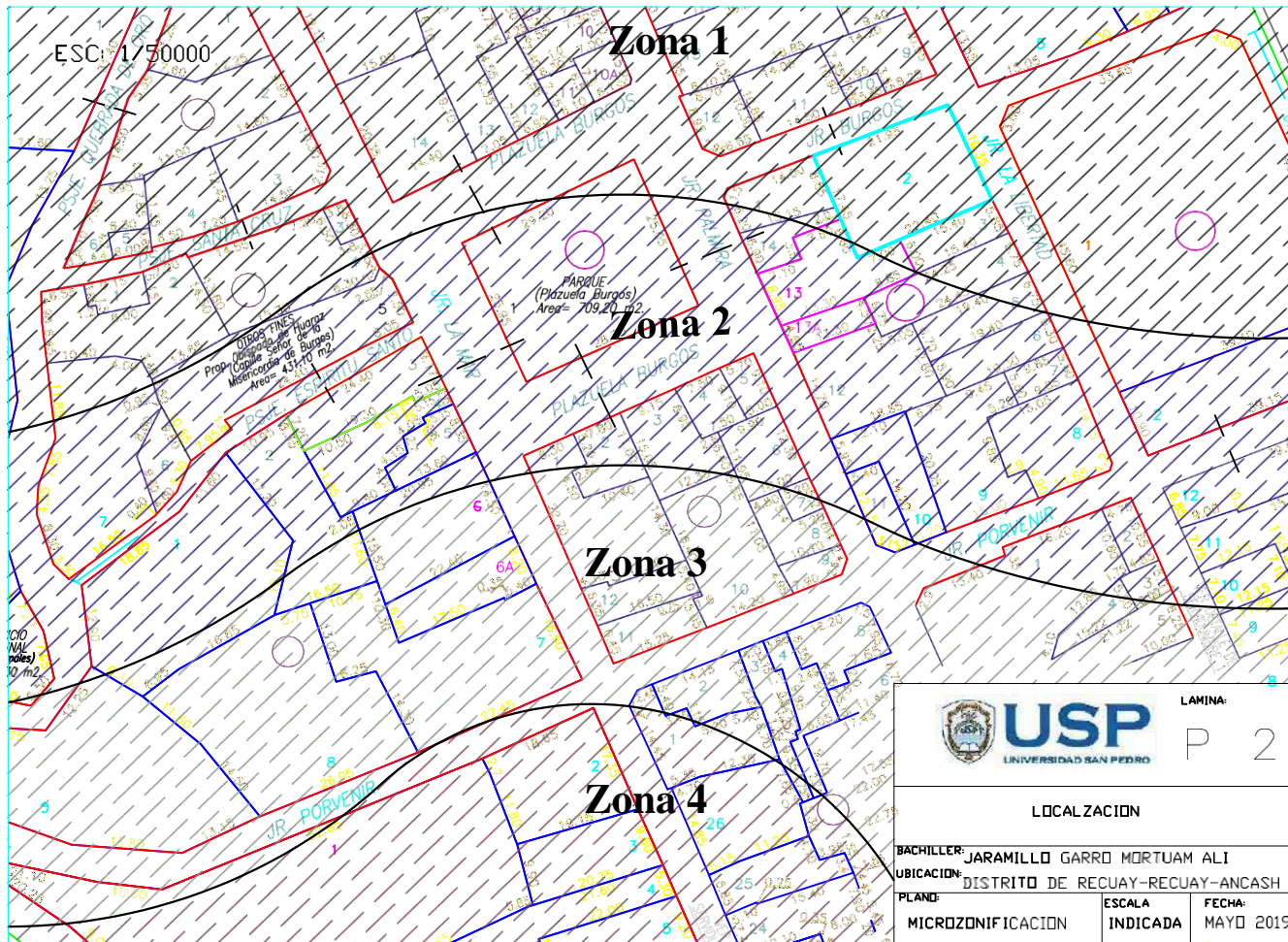
# BARRIO ABAJO C-4



LAMINA:  
P-2

### UBICACION DE CALICATAS

BACHILLER: JARAMILLO GARRO MORTUAM ALI		
UBICACION: DISTRITO DE RECUAY-RECUAY-ANCASH		
PLANO:	ESCALA INDICADA	FECHA: MAYO 2019
ZONA DE ESTUDIO		



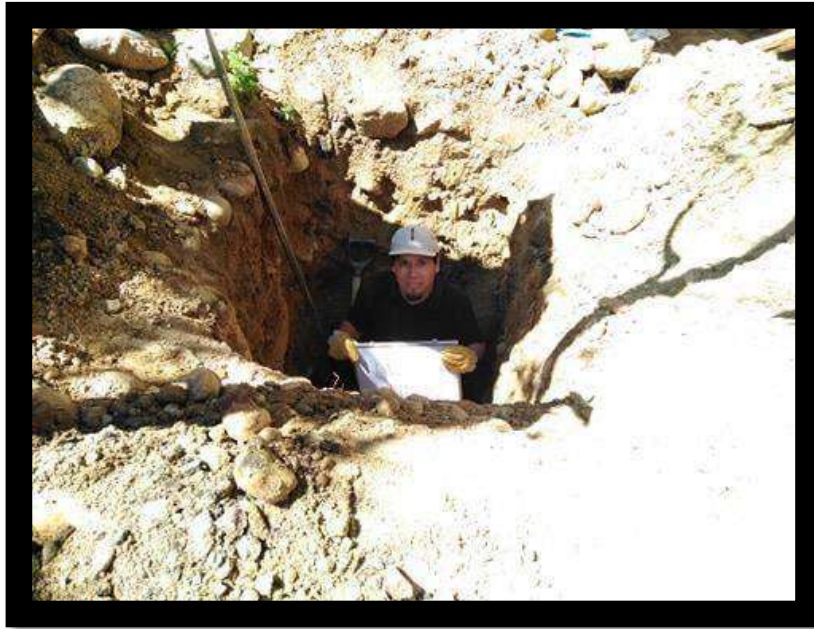
**MICROZONIFICACION DE CAPACIDADES ADMISIBLES**

- ZONA 1** : capacidad 1.37 kg/cm<sup>2</sup>
- ZONA 2**: capacidad de 1.44kg/cm<sup>2</sup>
- ZONA 3**: capacidad de 0.32 a 0.35 kg/cm<sup>2</sup>
- ZONA 4**: capacidad de 3.41 kg/cm<sup>2</sup>

## **PANEL FOTOGRAFICO**



EXCAVACION DE CALICATAS Y EXTRACCION DE MUESTRA



PESADO DE MUESTRA LAVADA PARA GRANULOMETRIA



CUARTEO DE LA MUESTRA PARA TAMIZADO



TAMICES PARA ENSAYO DE GRANULOMETRIA



AMICES PARA GRANULOMETRIA



PESADO DE MUESTRA PARA OBTENER EL CONTENIDO DE HUMEDAD



MUESTRAS AL HORNO PARA OBTENER CONTENIDO DE HUMEDAD



ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG CON INSTRUMENTO CASAGRANDE

