

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**INFORME DE TESIS**

“DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA EN EL INCREMENTO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LAS ARCILLAS EN EL ASENTAMIENTO URBANO ALTO LOCUMBA, DISTRITO DE LOCUMBA, PROVINCIA DE JORGE BASADRE – CIUDAD DE TACNA”

**PARA OPTAR:**

**TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

BACH. SHIRLEY YEMID JORDÁN APAZA  
BACH. JUAN ARMANDO ROSALES YACILA

TACNA – PERÚ

2017

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Tesis**

**“Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano Alto Locumba, Distrito de Locumba, Provincia de Jorge Basadre – Ciudad de Tacna”**

Tesis sustentada y aprobada el 12 de Abril de 2018; estando el jurado calificador integrado por:

**PRESIDENTE:**



---

**ING. CESAR ARMANDO URTEAGA ORTIZ**

**SECRETARIO:**



---

**ING. CARMEN ROSA ROMAN ARCE**

**VOCAL:**



---

**ING. PEDRO VALERIO MAQUERA CRUZ**

**ASESOR:**



---

**ING. ALFONSO OSWALDO FLORES MELLO**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Shirley Yemid Jordán Apaza y Juan Armando Rosales Yacila, en calidad de: bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado (a) con DNI 60371918 y 70296038.

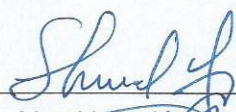
Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor (a) de la tesis titulada:  
Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el Asentamiento Urbano Alto Locumba, Distrito de Locumba, Provincia de Jorge Basadre – Ciudad de Tacna”.  
la misma que presento para optar:  
Título Profesional de Ingeniería Civil
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 07 de Noviembre del 2017



---

Shirley Yemid Jordán Apaza

DNI:60371918



---

Juan Armando Rosales Yacila

DNI:70296038.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación se lo dedicamos primeramente a Dios que siempre nos bendice y acompaña en todos los momentos de nuestras vidas.

A nuestros padres que son el mejor regalo que el Divino Creador nos ha dado y han sido nuestros motores y motivos para nuestra superación; que con el esfuerzo y lucha incansable han velado por nuestro desarrollo personal y profesional.

Gracias padres.

Finalmente dedico y agradezco a todos quienes estuvieron junto a nosotros en varios momentos de nuestras vidas, para llegar hasta estas instancias, mientras cultivábamos y cimentábamos los conocimientos requeridos para alcanzar esta noble y hermosa profesión.

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro agradecimiento formal a todos los señores CATEDRÁTICOS de la CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL por compartir sus conocimientos y experiencias profesionales durante nuestra permanencia como estudiantes.

Nuestro reconocimiento especial e imperecedero al ingeniero Alfonso Oswaldo Flores Mello, quien dirigió este trabajo de investigación y agradecerle por la generosidad intelectual al brindarnos sus conocimientos, la capacidad, y experiencia profesional en un ambiente de confianza, afecto y amistad.

Mi gratitud al personal administrativo y todos quienes conforman y hacen que la labor de la Universidad Privada de Tacna, se considere, como un centro de educación Superior de alto nivel.

A la Universidad Privada de Tacna que me abrió sus puertas y me permitió adquirir conocimientos, para ejercer nuestra profesión, y de esta manera desenvolvemos en la sociedad.

## ÍNDICE GENERAL

	PÁGINA
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
I.1.  TEMA .....	4
I.2.  DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	4
I.3.  FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	7
I.4.  JUSTIFICACIÓN .....	8
I.5.  OBJETIVOS .....	9
I.5.1. OBJETIVO GENERAL .....	9
I.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
I.6.  HIPÓTESIS .....	10
I.6.1. HIPÓTESIS PRINCIPAL .....	10
I.6.1.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	10
I.6.2. HIPÓTESIS SECUNDARIA A .....	10
I.6.2.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	10
I.6.3. HIPÓTESIS SECUNDARIA B .....	11
I.6.3.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	11
I.6.4. HIPÓTESIS SECUNDARIA C .....	11
I.6.3.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	11
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	12
II.1.  ANTECEDENTES DEL ESTUDIO .....	12
II.1.1. A NIVEL INTERNACIONAL.....	12
II.1.2. A NIVEL NACIONAL .....	14
II.2.  BASES TEÓRICAS .....	16
II.2.1. INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA .....	16
II.3.  DEFINICIÓN DE LOS TÉRMINOS .....	17
II.3.1. ARCILLA .....	17
II.3.1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS ARCILLAS .....	18
II.3.1.2 PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS.....	19
II.3.2. COEFICIENTE DE BALASTO .....	22
II.3.3. EL SUELO .....	24
II.3.4. CLASIFICACIÓN DEL SUELO .....	25
II.3.5. PROPIEDADES DEL SUELO .....	28
II.3.6. MECÁNICA DE SUELOS .....	28

II.3.7. CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO .....	28
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	38
III.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	38
III.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	38
III.1.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	38
III.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO .....	39
III.2.1. POBLACIÓN .....	39
III.2.2. MUESTRA .....	43
III.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	45
III.3.1. DISEÑO DEL EQUIPO PLACA DE CARGA ESTÁTICA.....	45
III.3.2. ENSAYOS REALIZADOS .....	47
III.3.2.1. ENSAYO: DENSIDAD INSITU .....	47
III.3.2.2. ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD .....	48
III.3.2.3. ENSAYO: PESO ESPECÍFICO .....	49
III.3.2.4. ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.....	52
III.3.2.5. ENSAYO: LÍMITES DE ATTERBERG .....	53
III.3.2.6. ENSAYO: CORTE DIRECTO .....	55
III.3.2.7. ENSAYO: PLACA DE CARGA ESTÁTICA .....	56
III.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	59
III.4.1. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO .....	59
III.4.2. ESFUERZO VERTICAL .....	60
III.4.3. CAPACIDAD PORTANTE .....	61
III.4.4. ASENTAMIENTOS.....	62
III.4.5. DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE REACCIÓN DEL SUELO .....	62
III.4.6. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE BALASTO.....	63
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....	63
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	70
CONCLUSIONES .....	76
RECOMENDACIONES.....	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
ANEXOS .....	73



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Fisuras en Viviendas I de Alto Locumba .....	4
Figura 2. Fisuras en viviendas II de Alto Locumba.....	5
Figura 3. Fisuras en viviendas III de Alto Locumba.....	5
Figura 4. Ensayo de Placa de Carga .....	23
Figura 5. Coeficiente de Balasto .....	24
Figura 6. Carta de Plasticidad.....	26
Figura 7. Falla por capacidad de carga en el suelo bajo una cimentación corrida, rígida y rugosa.....	30
Figura 8. Relación entre $\phi$ y los coeficientes de capacidad de carga.....	31
Figura 9. Mapa de Ubicación de la Provincia Jorge Basadre .....	44
Figura 10. Ubicación de la zona en estudio. ....	44
Figura 11. Valores Máximos – Ensayo Corte Directo .....	71
Figura 12. Resultados de Corte Directo – Seco y Humedecido.....	71
Figura 13. Esfuerzos Normales y Tangenciales.....	72
Figura 14. Cimentación en estado Seco y Saturado .....	73
Figura 15. Cargas Obtenidas en Diferentes Ciclos .....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Factor de Capacidad de carga de Terzaghi. ....	31
Tabla 2. Coeficiente de Balasto Terzagui .....	33
Tabla 3. Coeficiente de Balasto por Jiménez Salas .....	35
Tabla 4. Módulo de reacción del Suelo – Winkler .....	36
Tabla 5. Valores referenciales del coeficiente de Poisson .....	37
Tabla 6. Población, superficie y densidades poblacional. ....	39
Tabla 7. Proyección de la población de referencia.....	39
Tabla 8. Características de viviendas. ....	41
Tabla 9. Actividad Económica en el Distrito de Locumba.....	41
Tabla 10. Ingreso mensual por persona en cada uno de los distintos sectores del distrito (2010).....	42
Tabla 11. Cédula de cultivo en la zona de influencia del proyecto. ....	43
Tabla 12. Capacidad de Carga Admisible Obtenida.....	73
Tabla 13. Comparación del Coeficiente de Balasto.....	74

## **ANEXOS**

Anexo 01. Matriz de Consistencia

Anexo 02. Resultados de Gabinete

Anexo 03. Panel Fotográfico

Anexo 04. Plano de Ubicación de Calicatas

Anexo 05. Plano de Zonificación de Usos de Suelo

## RESUMEN

El presente trabajo busca la “Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el Asentamiento Urbano Alto Locumba, Distrito de Locumba, Provincia de Jorge Basadre – Ciudad de Tacna”.

El desarrollo del presente trabajo se ha dividido en cinco capítulos. En Capítulo I, data sobre el problema de investigación en donde se introduce al trabajo, se indica el tema de la tesis, el planteamiento y justificación del problema, así como los objetivos y limitaciones de la investigación.

El Capítulo II trata sobre el Marco Teórico; con la finalidad de poder obtener antecedentes o una investigación que nos sirva de base de conocimiento para poder determinar la influencia en el incremento del contenido de humadas en las arcillas de esta manera obtener el asentamiento que sufre cuando el terreno se satura, dando así una hipótesis y las variables conceptual y operacional.

En el Capítulo III se desarrolla la Metodología; dando a conocer el tipo y nivel de la investigación, considerando a la población y muestras que se tomara de la zona de Alto Locumba, realizando ensayos en campo como laboratorio, obteniendo datos los cuales serán de confiabilidad por el procesamiento de datos que se realizó.

En el Capítulo IV se procesan los Resultados obtenidos, después de realizado el Capítulo III, con el cual se desarrollará el Capítulo IV, aquí se presenta la etapa de discusión de los resultados; de la investigación en sí.

Luego se presentan las conclusiones del trabajo, así también las recomendaciones y la bibliografía correspondiente a la investigación.

Finalmente, en los Anexos, se presentará la matriz de consistencia, los formatos mostrando los resultados de gabinete; además se presentará el panel fotográfico y planos de la ubicación de calicatas en donde se realizó el estudio y el plano de zonificación de usos de suelo correspondientes a la investigación.

**Palabras Claves:** Contenido de Humedad, Arcilla, Placa de Carga Estática.

## **ABSTRACT**

The present work seeks the "Determination of the influence on the increase of moisture content in clays of the Alto Locumba Urban Settlement, District of Locumba, Province of Jorge Basadre - City of Tacna".

The development of this work has been divided into five chapters. In Chapter I, data on the research problem where it is introduced to the work, the subject of the thesis is indicated, the approach and justification of the problem, as well as the objectives and limitations of the research.

Chapter II deals with the Theoretical Framework; with the purpose of being able to obtain background or an investigation that serves as base of knowledge to be able to determine the influence in the increase of the content of humadas in the clays of this way to obtain the settlement that suffers when the land is saturated, thus giving a hypothesis and the conceptual and operational variables.

In Chapter III the Methodology is developed; making known the type and level of research, considering the population and samples taken from the Alto Locumba area, conducting field trials as a laboratory, obtaining data which will be reliable due to the data processing that was carried out.

In Chapter IV the Results obtained are processed, after the Chapter III was carried out, with which Chapter IV will be developed, here the stage of discussion of the results is presented; of the investigation itself.

Then the conclusions of the work are presented, as well as the recommendations and the bibliography corresponding to the investigation.

Finally, in the Annexes, the consistency matrix will be presented, the formats showing the results of the cabinet; In addition, the photographic panel and plans of the location of pits in which the study was carried out and the zoning plan of land uses corresponding to the investigation will be presented.

**Key Words:** Moisture Content, Clay, Static Loading Plate.

## INTRODUCCIÓN

En todo problema geotécnico, la determinación de los asentamientos en función de las cargas generadas y asimismo transmitidas al suelo mediante la cimentación, es usualmente uno de los problemas más importantes de los proyectos de ingeniería.

Lo que nos lleva a una investigación para determinar la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto Locumba, Distrito de Locumba, Provincia de Jorge Basadre.

Para determinar la influencia en el incremento del contenido de humedad, se utiliza muy frecuentemente, el “Coeficiente de Balasto” o “Módulo de Reacción del Suelo” también conocido como “Coeficiente de Sulzberger”, estudiado muy en profundidad por Terzaghi; este parámetro se obtiene mediante el ensayo de Placa de carga estática, el cual consta de un equipo que cumpla con la característica normativa peruana (NTP 339.153) para realizar este ensayo.

Este coeficiente relaciona la carga transmitida al suelo mediante una placa rígida de cuyas características se rigen a las normativas internacionales y nacionales y las deformaciones generados por esta, cuyos valores obtenidos por medio del ensayo se grafica la curva carga – deformación; en la cual se obtiene el valor del módulo de reacción del suelo identificado con la letra “K”, obtenido de la relación entre la carga generada por la placa “Q” y la deformación del suelo “Y”.

Para esta investigación también se determinaron las propiedades físicas, mecánicas y la capacidad portante del suelo del sitio en estudio.

Obtenido todos estos resultados podremos determinar la curva de carga-deformación en relación al coeficiente de Balasto en diferentes estados de suelo; así también la capacidad portante para tener en consideración en construcciones futuras.

## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### I.1. TEMA

“Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el Asentamiento Urbano Alto Locumba, Distrito de Locumba, Provincia de Jorge Basadre – Ciudad de Tacna”.

### I.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la ciudad de Tacna, distrito de Jorge Basadre, específicamente en el asentamiento urbano Alto Locumba se encontraron fisuras en la mayoría de las viviendas como se observa en la FIGURA N° 01 y FIGURA N° 02, estas fisuras tienen un grosor entre 1 cm - 1.5 cm, lo cual genera malestar y preocupación en los pobladores de la zona, debido a la orientación de las mismas, se podría intuir que se debe a problemas de asentamientos diferenciales, mediante un asentamiento o expansión.



*Figura 1. Fisuras en Viviendas I de Alto Locumba*

*Fuente: Propia*



*Figura 2. Fisuras en viviendas II de Alto Locumba*

*Fuente: Propia*



*Figura 3. Fisuras en viviendas III de Alto Locumba*

*Fuente: Propia*

No se sabe a ciencia cierta qué es lo que está causando las fisuras en las viviendas, ya que no se tienen antecedentes o una investigación profunda de

un estudio de suelos de la zona, pero se sabe que es de un tipo de suelo arcilloso y que se han presentado gran cantidad de daños en las viviendas considerando que estas son tan solo de un piso.

Por otra parte, se sabe, que el suelo arcilloso es de textura pesada, pegajoso cuando está húmedo y muy duro ante carencia de agua; y los daños relacionados con el comportamiento del suelo incluyen principalmente los asentamientos excesivos, diferenciales y totales, en los suelos arcillosos los incrementos del volumen no se presentan de una manera uniforme, sino todo lo contrario al producirse incrementos en distintas zonas y al momento de contraerse generan asentamientos, esto daña severamente las estructuras; Las presiones ejercidas en el suelo se traducen en la compactación del mismo y en probables hundimientos que perjudican a la estabilidad de la estructura.



### **I.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **PROBLEMA PRINCIPAL**

¿En qué medida el contenido de humedad del suelo arcilloso afecta en las viviendas de la zona?

#### **PROBLEMAS SEGUNDARIOS**

- a) ¿Cómo se determinará la influencia del contenido de humedad en las arcillas?
- b) ¿En qué medida la falta de un estudio de suelos influye en la construcción de las viviendas en la zona?
- c) ¿Cuáles son las causas que producen las fisuras en las viviendas de la zona?

#### I.4. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación beneficiara al asentamiento urbano Alto Locumba, distrito de Jorge Basadre, Ciudad de Tacna; dando a conocer de qué manera tiene influencia el incremento de contenido de humedad en las arcillas del suelo que utilizaron y utilizan para construir sus viviendas; además contara con el ensayo especial de Placa de Carga estática, para obtener el módulo de reacción del suelo, que servirá para diseño de cimentaciones flexibles, finalmente se determinara la curva presión-deformación mediante la cual se estimara el coeficiente de balasto en cual será un valor real; con el coeficiente de balasto podrán asociar la rigidez del suelo en que deseen construir y el asentamiento que podrá tener en una construcción futura dando así un valor real para modelizar la interacción suelo estructura.

Además, la importancia de desarrollo de la siguiente investigación, radica en generar antecedentes de la zona por medio de un estudio de suelos, esto beneficiara a próximas investigaciones que se realicen en la zona o zonas con suelos arcillosos. Cabe resaltar que el estudio de la influencia en suelos arcillosos es un tema muy importante y que en la última década se está estudiando de manera muy profunda dentro del campo de la Ingeniería civil, y se trata de un modelo dinámico entre la base y la estructura, debemos resaltar que este tema aún está en estudio debido a que los modelos matemáticos y físicos aún tienen un sinnúmero de variables, por lo que podemos decir que es un campo abierto para los investigadores.

Finalmente, se apoyará al asentamiento urbano Alto Locumba brindándole coeficientes para poder modelar edificaciones con menos probabilidad de fisuras, considerando el módulo de reacción del suelo al momento de la construcción; donde podrán tomar como referencia la presente investigación.

## **I.5. OBJETIVOS**

### **I.5.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas mediante un estudio de suelos en el asentamiento urbano Alto Locumba, Distrito de Locumba, Provincia de Jorge Basadre.

### **I.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Diseñar un equipo que cumpla con las características necesarias para realizar el ensayo de placa de carga estática.
- b) Desarrollar un estudio de suelos que permita determinar las propiedades físicas, mecánicas y la capacidad portante del sitio en estudio.
- c) Determinar la curva presión-deformación mediante la cual se estimará el coeficiente de Balasto en diferentes estados del suelo.

## **I.6. HIPÓTESIS**

### **I.6.1. HIPÓTESIS PRINCIPAL**

Se determinará la influencia en el incremento de contenido de humedad en las arcillas del asentamiento urbano alto Locumba, Distrito de Locumba, Provincia de Jorge Basadre, si se desarrolla un estudio de suelos.

#### **I.6.1.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

##### **VARIABLE DEPENDIENTE (Y)**

Determinar la influencia en el incremento de contenido de humedad en las arcillas.

##### **VARIABLE INDEPENDIENTE (X)**

Estudio de suelos

### **I.6.2. HIPÓTESIS SECUNDARIA A**

Se logrará diseñar un equipo que cumpla con las características necesarias para realizar el ensayo de placa de carga estática.

#### **I.6.2.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

##### **VARIABLE DEPENDIENTE (Y)**

Realizar el ensayo de placa de carga estática.

##### **VARIABLE INDEPENDIENTE (X)**

Diseño de equipo.

### **I.6.3. HIPÓTESIS SECUNDARIA B**

Se desarrollará un estudio de suelos que permitirá determinar las propiedades físicas, mecánicas y la capacidad portante del sitio en estudio.

#### **I.6.3.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

##### **VARIABLE DEPENDIENTE (Y)**

Determinar las propiedades físicas, mecánicas y la capacidad portante del sitio en estudio.

##### **VARIABLE INDEPENDIENTE (X)**

Estudio de suelos.

### **I.6.4. HIPÓTESIS SECUNDARIA C**

Se determinará la curva presión – deformación con la cual se logrará estimar el coeficiente de balasto en diferentes estados del suelo.

#### **I.6.3.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

##### **VARIABLE DEPENDIENTE (Y)**

Estimar el coeficiente de balasto en diferentes estados del suelo.

##### **VARIABLE INDEPENDIENTE (X)**

Curva presión – deformación.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### II.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Para la determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano Alto Locumba, Distrito de Locumba, Provincia de Jorge Basadre – Ciudad de Tacna, fue necesario consultar diferentes fuentes o trabajos relacionados al tema de estudio.

#### II.1.1. A NIVEL INTERNACIONAL

Como antecedentes tenemos las siguientes investigaciones:

**BELTRÁN MARTÍNEZ; RAÚL (2009)** [4], en su tesis “DISEÑO GEOTÉCNICO Y ESTRUCTURAL DE UNA CIMENTACIÓN EN ARCILLA EXPANSIVA.” Presenta una investigación experimental en laboratorio, que tuvo por finalidad estimar los movimientos de una arcilla expansiva del Valle de Queretano, considero en el marco teórico el análisis de las deformaciones de un suelo ligeramente saturado.

Estudio la influencia en los cambios de humedad en una arcilla expansiva, en donde obtuvo los parámetros para calibrar el modelo matemático que permitió estimar los movimientos producidos por el incremento de carga externa y a la absorción de agua en las partículas de arcilla. Beltrán cargo los datos en un programa de computo que además de realizar la interacción suelo – estructura, Beltrán logro determinar los valores necesarios para el diseño estructural de una zapata corrida cimentada en arcilla de la zona de estudio.

Finalmente, Beltrán concluyo que las deformaciones de la arcilla se deben a incrementos de esfuerzos los cuales fueron ocasionados por la carga externa y contiene algunas variaciones de la succión del suelo. Se relaciona al desbalance de carga en los minerales que contienen dichas arcillas. También desarrollo una metodología de interacción que compatibilizó las deformaciones de los suelos expansivos y de las estructuras de cimentación. Pero el aduce que aún falta, sin embargo, desarrollar tecnologías que permitan calcular la succión en los suelos no saturados y que permitan calcular las expansiones y contracciones

superficiales cercanas que ocurren en campo, ya que como se trató en la investigación de Beltrán, se apoya sobre la estimación del movimiento de la arcilla, lo cual obligara a realizar el análisis de interacción suelo-estructura considerando diversas condiciones de movimientos en el suelo.

**VALENCIA GUAMÁN; CRISTIAN DANILO (2014)** [31], en su tesis “ANÁLISIS DE LA RELACIÓN DEL COEFICIENTE DE BALASTO Y SU INCIDENCIA EN LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 7 PISOS DE HORMIGÓN ARMADO EN LA PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA” presentó el análisis de un edificio de 7 pisos, para determinar las cargas que transmite el edificio a la cimentación, así también realizó el respectivo estudio de mecánica de suelos, para considerar las características físicas y mecánicas del suelo en el lugar de estudio, todo esto para determinar la influencia del coeficiente de balasto determinado y corregido por diversos autores en la estabilidad estructural del edificio.

Para los parámetros de modelación y análisis se aplicó las normas CEC-2002 y NEC-2011 vigentes en el Ecuador, de lo que se concluye que en el diseño de fundaciones se modela el suelo como un medio elástico (cama de resortes) independientes unos de otros utilizando una constante de reacción ante carga vertical que se denomina coeficiente de balasto, también conocido en geotecnia como coeficiente de reacción del suelo. Valencia aduce que este coeficiente permite obtener los asentamientos ante solicitaciones de una fundación deformable en un típico problema de interacción suelo estructura.

Valencia analizó la cimentación en el programa Safe con coeficientes de balasto distintos de acuerdo a varios autores para poder comparar los resultados de asentamientos, y verificar parámetros de estabilidad de la estructura en estudio.

Además, para la precisión de la metodología dependerá del ajuste entre el comportamiento del terreno real y el representado por el modelo. El empleo del modelo dentro de sus límites de aplicación, así como la caracterización del suelo mediante un valor del módulo de balasto apropiado, que son condiciones prioritarias para un cálculo correcto.

Finalmente, Valencia concluye que el coeficiente de balasto,  $K_s$ , de un suelo varía con el ancho de la fundación, debido a que la profundidad de suelo afectado por el incremento de carga aumenta proporcionalmente con el tamaño de la fundación. A esto se agrega que el módulo de deformación del suelo,  $E_s$ , aumenta igualmente con la profundidad ya que depende de la presión de confinamiento.

#### II.1.2. A NIVEL NACIONAL

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA; INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (2001)** [30], en su "ESTUDIO MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LOCUMBA", las dos instituciones en convenio presentaron un estudio de los peligros en la ciudad de Locumba. Exponiendo los motivos de la realización del estudio; en general la exposición data del terremoto del 23 de Junio del 2001 el cual puso al descubierto la fragilidad del asentamiento urbano de Locumba.

Del estudio mencionado, se obtuvo un porcentaje de 50 % de viviendas afectadas en el terremoto.

También por medio de un estudio de suelos lograron obtener la caracterización de los suelos a 2.00 m. de profundidad; identificando una zonificación de suelos finos y arcillas inorgánicas en la parte alta, cerca al cerro.

Calcularon también la capacidad portante admisible en cimientos corridos de 1.00 a 3.00  $\text{kg}/\text{cm}^2$ , con valores de zapatas cuadradas de 2.00 a 6.50  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

Además, el estudio estimó que, en la parte alta del pueblo hay valores de capacidades portantes con valores de 4.00 a 8.00  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

Finalmente, concluyen que la reubicación y la expansión urbana futura debe ser la parte alta de la ciudad por ser la de menos peligros, dentro de las condiciones naturales.



**SHUAN LUCAS; LUISA ESTHER (2011)** [26], en su tesis “INVESTIGACIÓN DE LA MATRÍZ EN LAS GRAVAS DEL PERÚ MODELO GRAVA DE VENTANILLA” presentó el estudio de la influencia de la matriz en el suelo gravoso. Donde comentan sobre la matriz del conglomerado que tiene influencia fundamental en el comportamiento, las variaciones en la proporción de la matriz, tipo de suelo y presencia de elementos cementantes, a los cuales se agrega las condiciones de saturación, compacidad, relación de vacíos, entre otros y condiciona el comportamiento.

También considero la limitación para el ensayo de las gravas con su granulometría completa, Shuan desarrolló una investigación consistente en el ensayo de una grava pobremente gradada de granulometría reduciendo a las fracciones comprendidas entre los tamices N°4 y 1/4” factible de ensayar en laboratorio.

Shuan logró concluir que la investigación de laboratorio sobre estos materiales es limitada por la escasez de equipos apropiados para la realización de ensayos especiales de resistencia, los equipos existentes en nuestro medio son de dimensiones reducidas y apropiadas para ensayos en suelos finos, arenas y gravas de tamaño máximo limitado.

Los ensayos efectuados han tenido como objetivo determinar los parámetros de resistencia  $C$  y  $\phi$  de una grava para diversas proporciones de matriz, la condición inicial fue de una grava sin matriz con una porosidad de 38.52% a la cual se le incrementó progresivamente la matriz para que ocupe los vacíos.

En los ensayos se observó una tendencia a la disminución del ángulo de fricción interna conforme se aumenta la proporción de matriz. Los resultados se consideran representativos hasta un promedio del 35% donde la tendencia es clara. Para mayores proporciones de matriz los especímenes resultantes son de densidades secas altas mayores de 1.900 gr/cm<sup>3</sup> sobre compactadas por el remoldeo por lo que no se consideran representativos.

## II.2. BASES TEÓRICAS

### II.2.1. INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA

La simplificación de la interacción entre el suelo y la cimentación es el análisis elástico de las cimentaciones. Lo que en consecuencia no se producen siempre en suposiciones exactas de las tensiones por flexión.

En el modelo de la cimentación, el problema principal es que se asume independientemente la acción de cada resorte con respecto a los otros, por lo que las cargas producen influencias debajo del suelo y de la misma forma con los suelos adyacentes. La carencia de ésta interacción entre los resortes genera una mayor probabilidad de error en seleccionar la Rigidez del Suelo ( $K_s$ ). Comúnmente el modelo de elementos finitos es usado por los ingenieros, por lo que éste modelo representa a el suelo como un medio elástico usando resortes. Sin embargo, con el avance de la tecnología se ha logrado software apropiado para estos análisis logrando un uso más amplio.

Convencionalmente el proceso de análisis de la estructura resistente de una edificación comienza con el análisis de la misma estructura, la cual se supone que es empotrada. Luego de éste análisis obteniendo las fuerzas que transmite el edificio a la cimentación, realizamos el dimensionado de la cimentación comprobando primeramente que las tensiones que han sido transmitidas sean admisibles por el terreno, lo que conlleva a comprobar la estructura de la cimentación.

Dentro de los varios métodos de análisis sofisticados (elementos finitos, correcciones por efectos no lineales, efecto P-Delta) e incluyendo cálculos analizando los efectos secundarios, resulta que se simplifican las condiciones del contorno, suponiendo un ámbito convencional de la edificación.

TELLADO, F. (2000) afirma. "Si todo el análisis estructural se basa en la compatibilidad de desplazamientos entre los diferentes elementos que componen la estructura, al llegar a la cimentación esta premisa se olvida y el tratamiento de las partes es totalmente independiente: la tensión admisible se suele tomar igual para todas las piezas sin tener en cuenta que ésta depende también de las dimensiones de aquéllas y se obvian,

así mismo, tanto la deformabilidad de la cimentación como el efecto de la compresibilidad del suelo y, por tanto, de los asientos de la edificación.”<sup>1</sup>

En épocas pasadas, normalmente se realizaban cálculos manuales, lo cual era tedioso. Sin embargo, hoy en día los recursos para el cálculo hacen dicho estudio más viable, incluso considerando la estructura completamente como un conjunto, es decir estructura – cimiento – suelo. Lo que actualmente es usado para obras grandes de ingeniería.

En el estudio de la estructura con respecto al conjunto suelo-cimentación, éste influye considerablemente en los esfuerzos, lo que es un factor de costo importante para todo el conjunto. Sin dudar se busca conseguir que las obras ejecutadas se comporten de tal forma que se asemejen a los cálculos realizados. Lo que es un factor de interés para el estudio, debido a que se producen desviaciones entre el modelo de cálculo y la realidad.

## II.3. DEFINICIÓN DE LOS TÉRMINOS

### II.3.1. ARCILLA

Según Eduardo Besoain en su libro mineralogía de arcillas de suelos, Define como arcilla, indicando que es un producto natural originado a partir de la meteorización de las rocas cuyas partículas son generalmente de tamaño inferior a las 4 micras, constituido principalmente por silicatos de aluminio, y componente accesorios orgánicos en el cual radica gran parte de la actividad fisicoquímica del suelo.

Las arcillas están constituidas principalmente de Sílice y alúmina con agua químicamente combinada, es decir las arcillas son silicatos de aluminio hidratados, más o menos impurificados por diversos elementos de Cu, Fe, Mg, K. Estos minerales presentan una estructura cristalina compuesta por átomos que están dispuestos en modelos geométricos definidos (laminas). Existen 2 unidades elementales de tales modelos para armar la estructura de los minerales arcillosos, la silícica y la aluminica.

---

<sup>1</sup> Fuente: (FREIRE TELLADO, 9 VII 2000 400 36) INTERACCIÓN DEL SUELO, CIMIENTO Y ESTRUCTURA: EL CASO DE LAS ZAPATAS

## II.3.1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS ARCILLAS

	DIOCTAEDRICOS		TRIOCTAEDRICOS		CARGA
<b>BILAMINARES</b> <b>T : O</b> <b>1 : 1</b>		Caolinita		Antigorita	
	CANDITAS	Nacrita	SERPENTINA	Crisotilo	
		Dickita		Lizardita	
		Halloisita		Bertierina	X=0
<b>TRILAMINARES</b> <b>T : O : T</b> <b>2 : 1</b>	Pirofilita		Talco		X=0
		Montmorillonita		Saponita	X = 0,2 - 0,6
	ESMECTITAS	Beidellita	ESMECTITAS	Hectorita	
		Nontronita			
		Vermiculita	Vermiculitas		X = 0,6 - 0,9
		Illitas			X = 0,9
		Moscovita		Biotita	X = 1
	MICAS	Paragonita	MICAS	Flogopita	
			Lepidolita		
<b>T : O . T : O</b> <b>2 : 1 : 1</b>	CLORITAS				
<b>FIBROSOS</b>	Paligorskita		Sepiolita		

**Caolinita:** La caolinita es una arcilla blanca muy pura que se utiliza para la fabricación de porcelanas y de aprestos para almidonar. El caolín es un suelo natural en el que abunda la caolinita, que le aporta a menudo un color blanco.

Es silicato de aluminio hidratado formado por la descomposición de feldespato y otros silicatos de aluminio. Esta descomposición se debe a los efectos prolongados de la erosión. La formación del caolín se debe a la descomposición del feldespato por la acción del agua y del dióxido de carbono.

Está formado por pequeñas capas hexagonales de superficie plana. En su estructura cristalina se distinguen dos láminas, una formada por tetraedros, en cuyos vértices se situarían los átomos de oxígeno y el centro estaría ocupado por el átomo de silicio, y otra formada por octaedros, en cuyos vértices se situarían los átomos del grupo hidróxido y el oxígeno, y en el centro el átomo de aluminio.

**Esmectita:** Una categoría de minerales de arcilla que tienen una estructura cristalina de tres capas (una capa de alúmina y dos capas de sílice) y que presentan la característica común de hinchamiento por hidratación cuando se exponen al agua. La montmorillonita es un mineral de arcilla de esmectita bien conocido por los que trabajan en perforación y con fluidos de perforación. Su forma sódica, la bentonita, es un aditivo

para lodo a base de agua ampliamente utilizado. También se utiliza como aditivo para lodo a base de aceite cuando se lo hace dispersable en aceite mediante tratamiento de la superficie. Las arcillas de esmectita que existen en forma natural en las lutitas causan problemas en los pozos y de control del lodo debido a sus características de hinchamiento por hidratación y dispersión coloidal.

**Clorita:** Clorita es el nombre genérico de unos aluminosilicatos, del grupo de los filosilicatos, en algunos de los cuales predomina el hierro, mientras que en otros es más importante la proporción de manganeso y de otros metales.

Son minerales de origen metamórfico que cristalizan en el sistema monoclinico y que se encuentran en forma de láminas flexibles de color verde. Se forman por transformación y alteración de la augita, la biotita y la hornblenda.

**Micas:** La mica grupo de hoja de silicato (filosilicatos) minerales incluye varias materias estrechamente relacionadas con cerca de perfecto clivaje basal. Todos son monoclinicos, con una tendencia hacia pseudo hexagonales cristales, y son similares en su composición química. La escisión casi perfecta, que es la característica más prominente de la mica, se explica por la hexagonal disposición similar a una lámina de sus átomos.

La mica es un grupo de minerales que se caracterizan por ser muy brillantes y de ahí su interés en la cosmética. Se utilizan para proporcionar luminosidad y brillantez, muchos son los cosméticos que la contienen desde sombras de ojos, coloretes, iluminadores e incluso la mayoría de cremas solares.

### II.3.1.2 PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

#### **Capacidad de Intercambio catiónico:**

Es una propiedad fundamental de las esmectitas. Son capaces de cambiar, fácilmente, los iones fijados en la superficie exterior de sus cristales, en los espacios interlaminares, o en otros espacios interiores de las estructuras, por otros existentes en las soluciones acuosas envolventes. La capacidad de intercambio catiónico (CEC) se puede definir como la suma de todos los cationes de cambio que un mineral

puede adsorber a un determinado pH. Es equivalente a la medida del total de cargas negativas del mineral. Estas cargas negativas pueden ser generadas de tres formas diferentes:

- ✚ Sustituciones isomórficas dentro de la estructura.
- ✚ Enlaces insaturados en los bordes y superficies externas.
- ✚ Disociación de los grupos hidroxilos accesibles.

El primer tipo es conocido como carga permanente y supone un 80 % de la carga neta de la partícula; además es independiente de las condiciones de pH y actividad iónica del medio. Los dos últimos tipos de origen varían en función del pH y de la actividad iónica. Corresponden a bordes cristalinos, químicamente activos y representan el 20 % de la carga total de la lámina.

**Capacidad de absorción:** Algunas arcillas encuentran su principal campo de aplicación en el sector de los absorbentes ya que pueden absorber agua u otras moléculas en el espacio interlamilar (esmeclitas) o en los canales estructurales (sepiolita y paligorskita).

La capacidad de absorción está directamente relacionada con las características texturales (superficie específica y porosidad) y se puede hablar de dos tipos de procesos que difícilmente se dan de forma aislada: absorción (cuando se trata fundamentalmente de procesos físicos como la retención por capilaridad) y adsorción (cuando existe una interacción de tipo químico entre el adsorbente, en este caso la arcilla, y el líquido o gas adsorbido, denominado adsorbato).

La capacidad de adsorción se expresa en porcentaje de adsorbato con respecto a la masa y depende, para una misma arcilla, de la sustancia de que se trate. La absorción de agua de arcillas absorbentes es mayor del 100% con respecto al peso.

**Hidratación e hinchamiento:** La hidratación y deshidratación del espacio interlamilar son propiedades características de las esmeclitas, y cuya importancia es crucial en los diferentes usos industriales. Aunque hidratación y deshidratación ocurren con independencia del tipo de catión de cambio presente, el grado de hidratación sí está ligado a la naturaleza del catión interlamilar y a la carga de la lámina.

La absorción de agua en el espacio interlaminar tiene como consecuencia la separación de las láminas dando lugar al hinchamiento. Este proceso depende del balance entre la atracción electrostática catión-lámina y la energía de hidratación del catión. A medida que se intercalan capas de agua y la separación entre las láminas aumenta, las fuerzas que predominan son de repulsión electrostática entre láminas, lo que contribuye a que el proceso de hinchamiento pueda llegar a disociar completamente unas láminas de otras. Cuando el catión interlaminar es el sodio, las esmectitas tienen una gran capacidad de hinchamiento, pudiendo llegar a producirse la completa disociación de cristales individuales de esmectita, teniendo como resultado un alto grado de dispersión y un máximo desarrollo de propiedades coloidales. Si, por el contrario, tienen Ca o Mg como cationes de cambio su capacidad de hinchamiento será mucho más reducida.

**Plasticidad:** Las arcillas son eminentemente plásticas. Esta propiedad se debe a que el agua forma una envuelta sobre las partículas laminares produciendo un efecto lubricante que facilita el deslizamiento de unas partículas sobre otras cuando se ejerce un esfuerzo sobre ellas.

La elevada plasticidad de las arcillas es consecuencia, nuevamente, de su morfología laminar, tamaño de partícula extremadamente pequeño (elevada área superficial) y alta capacidad de hinchamiento.

Generalmente, esta plasticidad puede ser cuantificada mediante la determinación de los índices de Atterberg (Límite Líquido, Límite Plástico y Límite de Retracción). Estos límites marcan una separación arbitraria entre los cuatro estados o modos de comportamiento de un suelo sólido, semisólido, plástico y semilíquido o viscoso (Jiménez Salas, et al. , 1975).

La relación existente entre el límite líquido y el índice de plasticidad ofrece una gran información sobre la composición granulométrica, comportamiento, naturaleza y calidad de la arcilla. Existe una gran variación entre los límites de Atterberg de diferentes minerales de la arcilla, e incluso para un mismo mineral arcilloso, en función del catión de cambio. En gran parte, esta variación se debe a la diferencia en el tamaño de partícula y al grado de perfección del cristal. En general, cuanto más pequeñas son las partículas y más imperfecta su estructura, más plástico es el material.

**Tixotropía:** La tixotropía se define como el fenómeno consistente en la pérdida de resistencia de un coloide, al amasarlo, y su posterior recuperación con el tiempo. Las arcillas tixotrópicas cuando son amasadas se convierten en un verdadero líquido. Si, a continuación, se las deja en reposo recuperan la cohesión, así como el comportamiento sólido. Para que una arcilla tixotrópica muestre este especial comportamiento deberá poseer un contenido en agua próximo a su límite líquido. Por el contrario, en torno a su límite plástico no existe posibilidad de comportamiento tixotrópico.

### II.3.2. COEFICIENTE DE BALASTO

El coeficiente de balasto o módulo de reacción del suelo es también conocido como coeficiente de Sulzberger; el cual es un parámetro que asocia la tensión transmitida por una placa rígida al terreno con la penetración o deformación de la misma en el suelo, mediante la relación entre la tensión aplicada por la placa “q” y la penetración o asentamiento de la misma “y”. La que se identifica generalmente con la letra “k”.

$$k = \frac{q}{y} \dots Ec. 01$$

El cual es obtenido por medio de un ensayo de carga sobre el terreno a estudiar, el cual lo realizamos utilizando una placa metálica que se coloca tal como se muestra en la Figura 4.



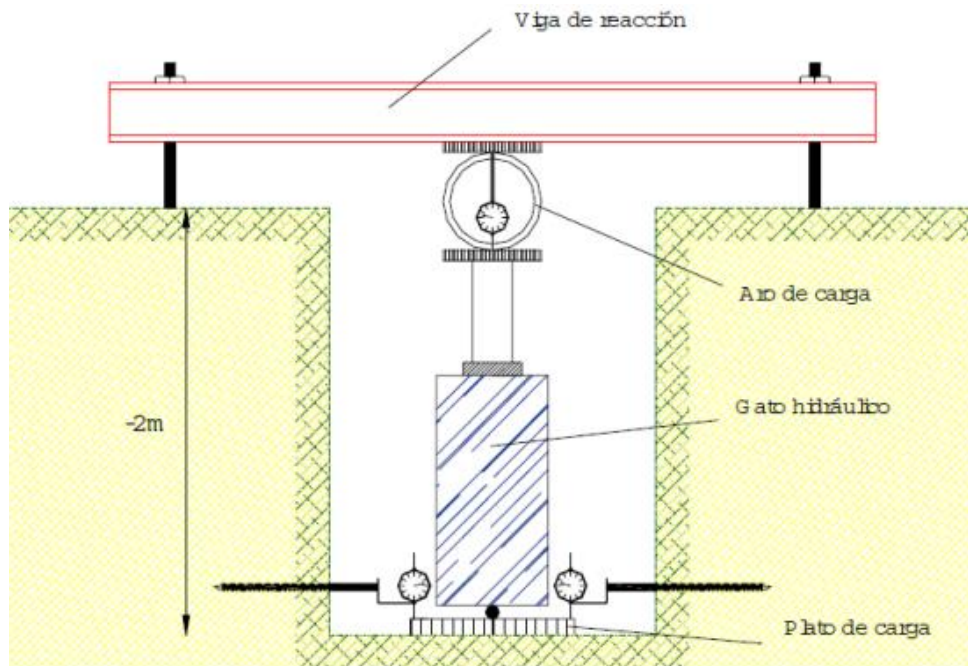


Figura 4. Ensayo de Placa de Carga

Fuente: "Módulo de Reacción del Terreno o Coeficiente de Balasto" (Ing. NUÑEZ E, 1999).

NUÑEZ, E. (1999) afirma. "El módulo de Reacción o Coeficiente de Balasto se define como: La relación entre la tensión capaz de generar una penetración de la placa en el terreno de 0,05" que equivale a una deformación de 0,127 cm, es decir que este coeficiente es la pendiente de la recta que une el origen de coordenadas con el punto de la curva "tensión – deformación" que genera un asentamiento de la placa de 0,127 cm, como se aprecia en la Figura 5".<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Fuente: "Módulo de Reacción del Terreno o Coeficiente de Balasto" (Ing. NUÑEZ E, 1999).

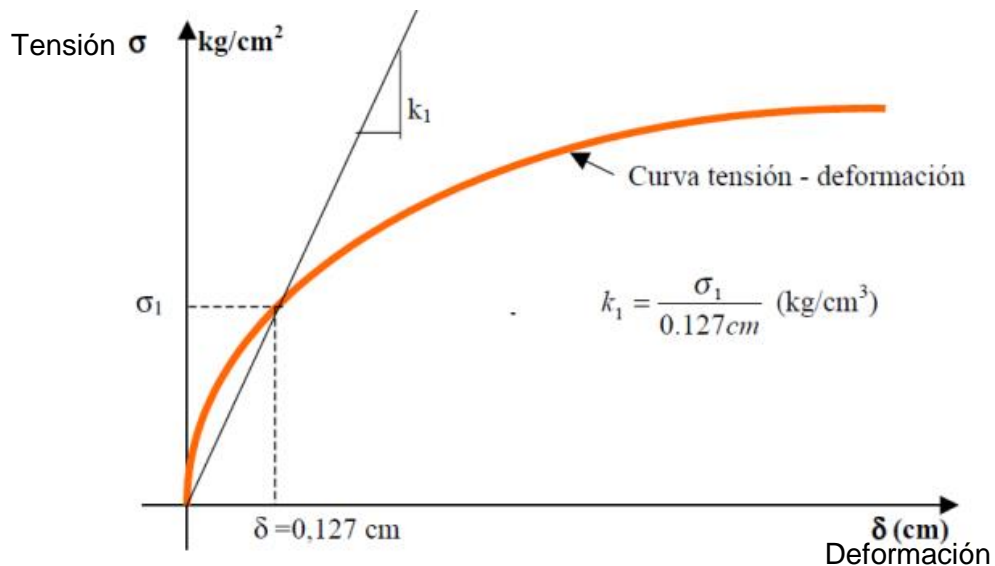


Figura 5. Coeficiente de Balasto

Fuente: "Módulo de Reacción del Terreno o Coeficiente de Balasto" (Ing. NUÑEZ E, 1999).

### II.3.3. EL SUELO

En Geología el suelo es el producto de la descomposición de la roca en el mismo sitio donde éste se encuentra y debido a procesos de meteorización. Este producto recibe el nombre de suelo residual, y cuando conserva la textura original de la roca se llama suelo saprolítico.

En Ingeniería Civil y particularmente en Mecánica de suelos, el concepto de suelo es más amplio que geológico, pues abarca no solamente a los suelos residuales, sino también a todas las partículas transportadas y depositadas, sueltas o moderadamente cohesivas, como gravas, arenas, limos y arcillas o cualquiera de sus mezclas a veces con contenido orgánico. Incluye también grandes o pequeños bloques de roca ígnea, sedimentaria o metamórfica cementadas o no con las partículas finas. El agua contenida en el suelo juega un papel muy importante y es parte integrante del mismo.<sup>3</sup>

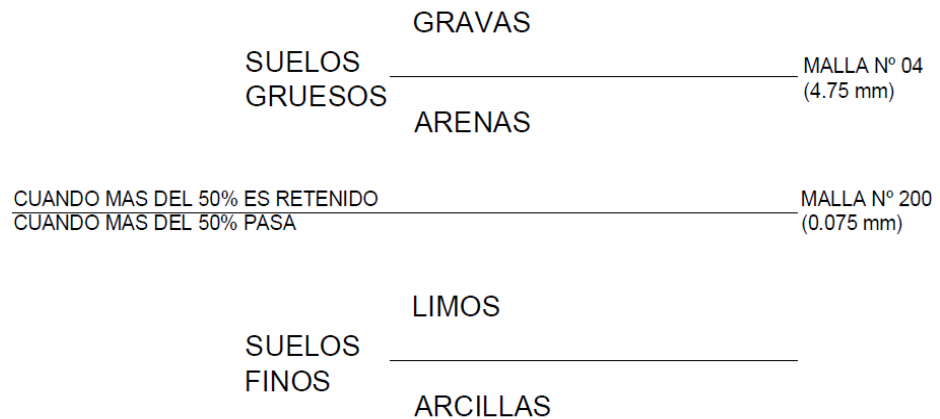
<sup>3</sup> Fuente: Mecánica de Suelos, (Ing. AVILA ANIBAL, 2004), Universidad Central del Ecuador, Quito, 1(I) pg.

### II.3.4. CLASIFICACIÓN DEL SUELO

Según Arthur Casagrande, realizó investigaciones en el laboratorio suelos; da una clasificación del suelo basado en la distribución del tamaño de partículas, el límite líquido y el índice de plasticidad. Muestra además la gráfica de plasticidad, la cual fue obtenida en el año 1932.

El sistema de clasificación presentado por Arthur divide al suelo de la siguiente manera:

- ❖ Suelos de grano grueso
- ❖ Suelos de grano fino
- ❖ Suelos altamente orgánicos



Arthur delimita los resultados por medio de los ensayos Análisis Granulométrico y Límites de Atterberg.

Con lo mencionado anteriormente se realiza combinaciones, estas ayudan a describir el suelo de una manera detallada, por ejemplo, a una arena S, si tuviera la característica de estar bien gradada será SW, del mismo modo para un limo M, el cual tiene una alta plasticidad la cual se simboliza con MH.

Se puede caracterizar como FINOS, a los suelos en donde más del 50% pasa el tamiz N°200; y se puede caracterizar como GRUESOS, a los suelos donde más del 50% queda retenido en el tamiz N°200.

Para tener una subdivisión de los suelos finos, se consideraron las diferentes variedades, se ubicaron en el sistema de coordenadas; Índice de Plasticidad (IP): versus Límite Líquido (LL) y, de una manera empírica

se llegó a la conclusión que los suelos finos se agrupan en alineamientos inclinados acorde a sus propiedades de plasticidad y compresibilidad.

Dentro de la Figura 6 llamada carta de plasticidad, se realizó la línea A, esta pasa por los puntos de coordenadas (20 - 0) y (50 - 22).

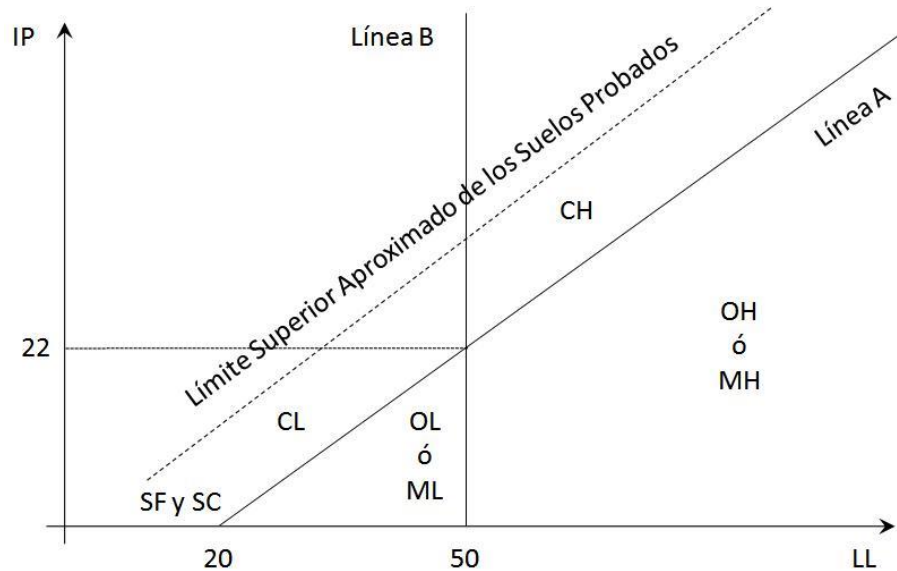


Figura 6. Carta de Plasticidad

Fuente: Mecánica de Suelos, (Ing. AVILA ANIBAL, 2004), Universidad Central del Ecuador, Quito.

Encima de la línea se encuentran ubicadas las arcillas las cuales son simbolizadas con la letra C, por debajo de la misma línea, los limos y suelos orgánicos se simbolizan con las letras M del inglés Mud y O respectivamente. Seguidamente se trazó la línea vertical B, con el trazo B se dividió la carta de plasticidad en cuatro zonas.

Según las divisiones dadas se infiere que los suelos finos de alta plasticidad - Limite liquido será menor que 50 ( $LL > 50$ ) y si son suelos finos de baja plasticidad - Limite liquido será mayor que 50 ( $LL < 50$ ).

Dadas las subdivisiones realizadas, quedo definida la carta en seis grupos de suelos añadiendo a los anteriores las letras L o H del inglés Low y Hight (baja y alta plasticidad respectivamente). Casagrande introdujo una variación, en la carta tratando de definir los suelos con índice de plasticidad entre 4 y 7 y eran suelos que constituyeron la

frontera entre los Arcilla de baja plasticidad (CL) y Limo de baja plasticidad (ML), y así todos los suelos que caen dentro de la zona rayada se llaman simplemente CL-ML.

En los suelos gruesos se subdividen en dos grupos considerando como gravas cuando retienen más del 50% en el tamiz N° 4; y arenas cuando pasa más del 50% por el tamiz N° 4.

Se las designa con las letras G y S del inglés Gravel y Sand respectivamente. Tanto las gravas como las arenas son bien y pobremente graduadas y es así como a los símbolos anteriores se posponen las letras P y W del inglés poorly y well respectivamente. Se tiene de este modo los cuatro principales grupos de suelos gruesos.

GP= Gravas pobremente graduadas

GW= Gravas bien graduadas

SP= Arenas pobremente graduadas

SW= Arenas bien graduadas

Se dice que un suelo es bien graduado cuando los porcentajes que pasan y retienen la serie de tamices son proporcionalmente distribuidos. Un suelo es mal graduado cuando estos porcentajes son mal distribuidos. Los cuatro grupos son:

GC= gravas arcillosas

GM=gravas limosas

SC=arenas arcillosas

SM=arenas limosas

Con lo cual totalizan ocho grupos de suelos gruesos.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> FUENTE: Clasificación de los suelos - UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM (USCS) SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELO (SUCS)

### II.3.5. PROPIEDADES DEL SUELO

#### Propiedades físicas del suelo

- ❖ Textura
- ❖ Estructura

#### Propiedades mecánicas del suelo

- ❖ Capacidad portante del suelo
- ❖ Contenido de humedad
- ❖ Grado de saturación
- ❖ Permeabilidad
- ❖ Porosidad
- ❖ Drenaje

### II.3.6. MECÁNICA DE SUELOS

La mecánica de suelos es conocida como la ciencia que se encarga de la descripción, estudio y el comportamiento físico - resistente del suelo frente a las variaciones de humedad y cargas aplicadas en trabajos de ingeniería civil. Incluye la exploración subterránea mediante sondeos de 0 a 60 m de profundidad y además aplicar las leyes de Mecánica e Hidráulica en los problemas teórico práctico de laboratorio y de campo.<sup>5</sup>

### II.3.7. CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO

Depende en general de la configuración, resistencia al corte y compresibilidad del terreno de fundación en el sitio, en acción conjunta con los factores introducidos por la construcción y el funcionamiento de las estructuras.

Para dimensionar los cimientos en función de la magnitud de las cargas, se requiere determinar un valor de la presión media que pueda aplicarse en el contacto suelo-fundación, y que permita anticipar un comportamiento satisfactorio del cimiento. Sin embargo, debe considerarse la posible incidencia de condiciones relativas a la

---

<sup>5</sup> Fuente: Mecánica de Suelos, (Ing. AVILA ANIBAL, 2004), Universidad Central del Ecuador, Quito.

ubicación y profundidad de la fundación o de cualquiera de los factores determinantes del tipo y diseño. Esta presión, que se acostumbra denominar presión portante permisible, constituye una medida de la capacidad de carga del suelo de soporte de un sitio dado.

Los métodos analíticos de la geotecnia permiten cuantificar ciertos factores, pero sugiere condiciones no cuantificables que requieren la aplicación del buen juicio del ingeniero. Desde el punto de vista del diseño deben considerarse los dos siguientes criterios generales:

- 1) Que no se presenten movimientos en la fundación nocivos a la estabilidad y el buen funcionamiento de la estructura.
- 2) Los recursos técnicos y económicos imponen limitaciones para investigar las características del terreno, deben aplicarse en forma equilibrada los criterios de seguridad y economía.<sup>6</sup>

### **TEORÍA DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI**

El primero en señalar una teoría completa para evaluar la capacidad de carga última de cimentaciones superficiales rugosas fue Terzaghi en 1943. Donde señaló que una cimentación es superficial cuando la profundidad  $D_f$  de la cimentación es menor o igual que el ancho de la cimentación.

Por otro lado, investigaciones posteriores señalan que una cimentación es superficial cuando la profundidad  $D_f$  es igual a 3 o 4 veces el ancho de la cimentación.

“Terzaghi sugirió que para una cimentación corrida (es decir, cuando la relación ancho entre longitud de la cimentación tiende a cero), la superficie de falla en el suelo bajo carga última puede suponerse similar a la mostrada en la Figura 7”.<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> Fuente: Ingeniería de Fundaciones, (DELGADO VARGAS M., 1996), Ed. Escuela colombiana de Ingeniería, Santa Fe – Bogotá, 159 pg.

<sup>7</sup> FUENTE. Universidad Ricardo Palma – Facultad de Ingeniería (Laboratorio de mecánica de suelos y asfalto).

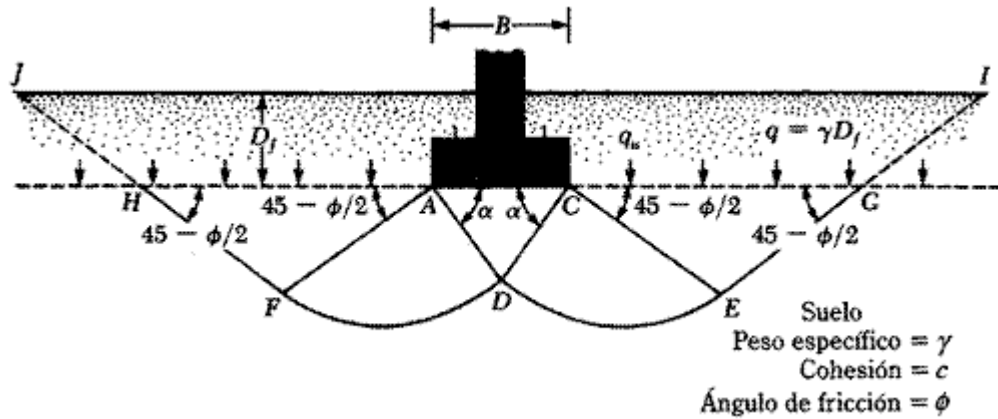


Figura 7. Falla por capacidad de carga en el suelo bajo una cimentación corrida, rígida y rugosa.

Fuente. *Ingeniería de Fundaciones*, (DELGADO VARGAS M., 1996), Ed. Escuela colombiana de Ingeniería, Santa Fe – Bogotá.

El efecto del suelo arriba del desplante de la cimentación se supone reemplazado por una sobrecarga equivalente  $q = \gamma D_f$  (donde  $\gamma$  = peso específico del suelo).

“Se entiende que los ángulos ACD y CAD son iguales al ángulo de fricción del suelo  $\Phi$ . Con el reemplazo del suelo arriba del desplante de cimentación por una sobrecarga equivalente  $q$ , se despreció la resistencia de corte del suelo a lo largo de las superficies de falla GI y HJ.

Usando el análisis de equilibrio, Terzaghi expresó la capacidad de carga última en la forma:

$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma$$

Donde:

$c$  = cohesión del suelo

$\gamma$  = peso específico del suelo

$q = \gamma D_f$

$N_c, N_q, N_\gamma$  = Factores de capacidad de carga adimensionales que están únicamente en función del ángulo  $\Phi$  de fricción del suelo.”<sup>8</sup>

<sup>8</sup> FUENTE: Mecánica de Suelos (Ing. AVILA ANIBAL, 2004) febrero del 2004



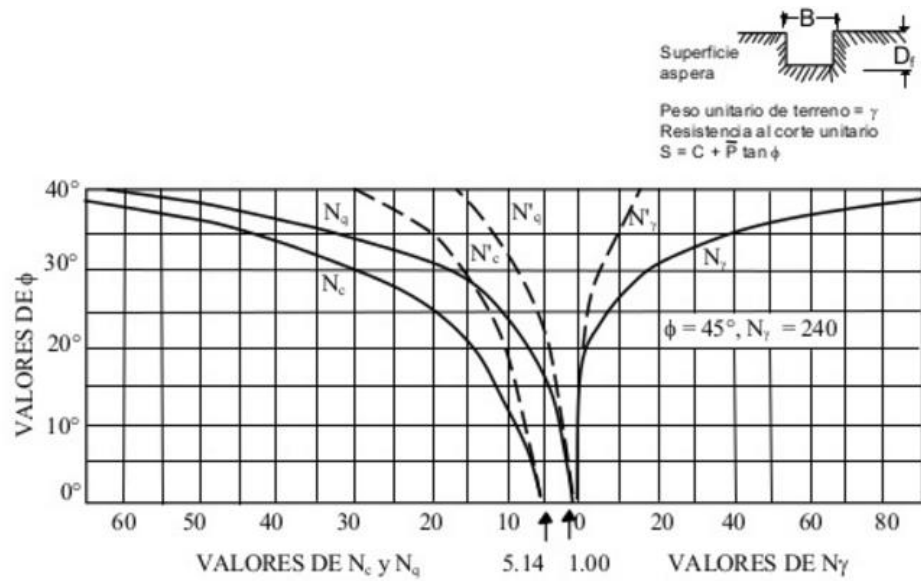


Figura 8. Relación entre  $\phi$  y los coeficientes de capacidad de carga  
 FUENTE: Mecánica de Suelos (Ing. AVILA ANIBAL, 2004) febrero del 2004

En la Tabla 1 que observamos a continuación variaciones de los factores de capacidad de carga definidos por las ecuaciones ya mencionadas anteriormente.

Tabla 1. Factor de Capacidad de carga de Terzaghi.

$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.1	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

\*Según Kumbhojkar (1993)

Para estimar la capacidad de carga última de cimentaciones cuadradas o circulares, la ecuación se modifica a: <sup>9</sup>

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

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

### MÓDULO O COEFICIENTE DE BALASTO

El concepto de módulo de Balasto fue introducido inicialmente por Emil Winkler en 1867 y ampliamente utilizado por H. Zimmerman en 1888 como aplicación práctica al análisis en rieles para ferrocarril, los cuales descansan sobre una capa de grava especialmente acondicionada denominada balasto.

Los coeficientes de balasto, que intervienen en el estudio y diseño de hormigones en medio elástico no son magnitudes fácilmente medibles ni tabulables, por cuanto dependen de un número elevado de variables, dimensiones del área cargada, heterogeneidad de los estratos, magnitud y duración de las cargas, etc.

Se define al módulo de balasto K como la reacción del suelo en Kg/cm<sup>3</sup>, cuando se aplica una deformación de 0.127 cm. de acuerdo a esta definición la expresión general será:

$$k = \frac{P}{y}$$

En donde

K= representa el módulo de balasto en Kg/cm<sup>3</sup>

P = representa la reacción o presión en el suelo en Kg/cm<sup>2</sup>

y = representa la deformación o deflexión del suelo en cm.

---

<sup>9</sup> Fuente: Principios de Ingeniería de Cimentaciones, (DAS, BRAJA M., 1999), 5ta. Ed., California State University, Sacramento 126 pg.).

La teoría se basa en admitir las siguientes propiedades para K:

- ❖ El valor de K es constante en toda la superficie del suelo sometida a presión por la fundación.
- ❖ El valor K puede entenderse también como el módulo de rigidez del suelo, por lo que al material se le considera como elástico.
- ❖ Al suelo ya no se le considera infinitamente rígido, ahora se le considera como si el suelo tuviera resortes o amortiguadores que disipan energía generada por una estructura.

Experimentalmente se ha comprobado que ambas propiedades supuestas para K no son rigurosamente ciertas, sin embargo, los resultados de la teoría han demostrado ser razonables.<sup>10</sup>

#### VALORES REFERENCIALES DEL COEFICIENTE DE BALASTO:

*Tabla 2. Coeficiente de Balasto Terzagui*

VALORES DE K30 PROPUESTOS POR TERZAGHI			
TIPOS DE SUELO		k30 min	k30 max
ARENA SECA O HÚMEDA	SUELTA	0.64	1.92
	MEDIA	1.92	9.6
	COMPACTA	9.6	32
ARENA SUMERGIDA	SUELTA	0.8	
	MEDIA	2.5	
	COMPACTA	10	
ARCILLA	qu=1-2 kg/cm <sup>2</sup>	1.6	3.2
	qu=2-4 kg/cm <sup>2</sup>	3.2	6.4
	qu > 4 kg/cm <sup>2</sup>	> 6.4	

<sup>10</sup> FUENTE. Curso aplicado de cimentaciones. (RODRIGUEZ JOSE MARIA, SERRA JESUS Y OTEO CARLOS), COAM

Tabla 3. Coeficiente de Balasto por Ortiz

VALORES DE K30 PROPUESTOS POR RODRIGUEZ ORTIZ		
TIPO DE SUELO	K30 min	K30 max
ARENA FINA DE PLAYA	1	1.5
ARENA FLOJA, SECA O HUMEDA	1	3
ARENA MEDIA, SECA O HÚMEDA	3	9
ARENA COMPACTA, SECA O HÚMEDA	9	20
GRAVILLA ARENOSA FLOJA	4	8
GRAVILLA ARENOSA COMPACTA	9	25
GRAVA ARENOSA FLOJA	7	12
GRAVA ARENOSA COMPACTA	12	30
MARGAS ARCILLOSAS	20	40
ROCAS BLANDAS O ALTERADAS	30	500
ROCAS SANAS	800	30000
ARCILLA ( $q_u=1-2 \text{ kg/cm}^2$ )	1.6	3.2
ARCILLA ( $q_u=2-4 \text{ kg/cm}^2$ )	3.2	6.4
ARCILLA ( $q_u > 4 \text{ kg/cm}^2$ )	> 6.4	

Tabla 4. Coeficiente de Balasto por CTE.

VALORES DE K30 EN $\text{kg/cm}^3$ POR EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN DE ESPAÑA		
TIPO DE SUELO	K30 min	K30 max
ARCILLA BLANDA	1.5	3
ARCILLA MEDIA	3	6
ARCILLA DURA	6	20
LIMO	1.5	4.5
ARENA FLOJA	1	3
ARENA MEDIA	3	9
ARENA COMPACTA	9	20
GRAVA ARENOSA FLOJA	7	12
GRAVA ARENOSA COMPACTA	12	30
MARGAS ARCILLOSAS	20	40
ROCAS ALGO ALTERADAS	30	500
ROCAS SANAS	> 500	

Tabla 3. Coeficiente de Balasto por Jiménez Salas

VALORES DE K30 EN kg/cm <sup>3</sup> POR JIMENEZ SALAS		
TIPO DE SUELO	K30 min	K30 max
SUELO FANGOSO	0.5	1.5
ARENA SECA O HÚMEDA, SUELTA (Nspt 3 a 9)	1.2	3.6
ARENA SECA O HÚMEDA, MEDIA (Nspt 9 a 30)	3.6	12
ARENA SECA O HÚMEDA, Densa (Nspt 30 a 50)	12	24
GRAVA FINA CON ARENA FINA	8	10
GRAVA MEDIA CON ARENA FINA	10	12
GRAVA MEDIA CON ARENA GRUESA	12	15
GRAVA GRUESA CON ARENA GRUESA	15	20
GRAVA GRUESA FIRMEMENTE ESTRATIFICADA	20	40
ARCILLA BLANDA $q_u$ 0.25 a 0.5 kg/cm <sup>2</sup>	0.65	1.3
ARCILLA MEDIA $q_u$ 0.5 a 2.0 kg/cm <sup>2</sup>	1.3	4
ARCILLA COMPACTA $q_u$ 2.0 a 4.0 kg/cm <sup>2</sup>	4	8
ARCILLA MARGOSA DURA $q_u=4$ a 10 kg/cm <sup>2</sup>	8	21
MARGA ARENOSA RÍGIDA	21	44
ARENA MIGA Y TOSCO	22	110
MARGA	22	2200
CALIZA MARGOSA ALTERADA	150	220
CALIZA SANA	885	36000
GRANITO METEORIZADO	30	9000
GRANITO SANO	1700	3600

Los terrenos granulares bajo en NF tendrán una  $K=0.6 \cdot k$  de la tabla.

Existen muchos autores que han proporcionado varios valores del K30 para diferentes clases de suelos.<sup>11</sup>

Se toma en consideración el módulo de reacción de suelo que está en función a la resistencia admisible del terreno en cuestión.

---

<sup>11</sup> FUENTE. Breve resumen del Coeficiente de Balasto – Cimentaciones, CTE, Edificación, Geotecnia / Estructurando.

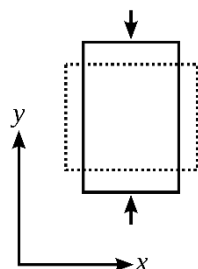
Tabla 4. Módulo de reacción del Suelo – Winkler

Esf Adm (kg/cm <sup>2</sup> )	Winkler (kg/cm <sup>3</sup> )	Esf Adm (kg/cm <sup>2</sup> )	Winkler (kg/cm <sup>3</sup> )	Esf Adm (kg/cm <sup>2</sup> )	Winkler (kg/cm <sup>3</sup> )
0.25	0.65	1.55	3.19	2.85	5.70
0.30	0.78	1.60	3.28	2.90	5.80
0.35	0.91	1.65	3.37	2.95	5.90
0.40	1.04	1.70	3.46	3.00	6.00
0.45	1.17	1.75	3.55	3.05	6.10
0.50	1.30	1.80	3.64	3.10	6.20
0.55	1.39	1.85	3.73	3.15	6.30
0.60	1.48	1.90	3.82	3.20	6.40
0.65	1.57	1.95	3.91	3.25	6.50
0.70	1.66	2.00	4.00	3.30	6.60
0.75	1.75	2.05	4.10	3.35	6.70
0.80	1.84	2.10	4.20	3.40	6.80
0.85	1.93	2.15	4.30	3.45	6.90
0.90	2.02	2.20	4.40	3.50	7.00
0.95	2.11	2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20	2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29	2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.38	2.40	4.80	3.70	7.40
1.15	2.47	2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56	2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65	2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74	2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83	2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92	2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01	2.75	5.50		
1.50	3.10	2.80	5.60		

### COEFICIENTE DE POISSON

El coeficiente de Poisson ( $\mu$ ) se define como una constante elástica la cual proporciona una medida de angostura de sección de un prisma con un material elástico lineal e isótropo, cuando se estira longitudinalmente y se adelgaza en las direcciones perpendiculares a la de estiramiento.

Se consideran valores referenciales del módulo de Poisson:



$$\mu = \frac{\text{Deformación lateral}}{\text{Deformación lineal}}$$

Tabla 5. Valores referenciales del coeficiente de Poisson

TIPO DE SUELO	COEFICIENTE DE POISSON
Arena suelta	0.1 - 0.3
Arena densa	0.3 - 0.4
Limo	0.2 - 0.4
Arcilla saturada	0.5
Arcilla parcialmente saturada	0.3 - 0.4
Arcilla con arena	0.2 - 0.4

### MÓDULO DE YOUNG

El módulo de elasticidad del suelo, también se conoce como módulo del suelo o el módulo de Young, es una característica del suelo que mide cuánto se puede estirar o exprimir y se debe tomar en cuenta, sobre todo en proyectos de construcción e ingeniería.

Varios factores influyen en los módulos de suelo y diferentes tipos de suelo presentan diferentes módulos.

El cual es determinado mediante la siguiente expresión:

$$E = \frac{q}{s} * \frac{D}{4} * (1 - \mu^2) * \pi$$

Dónde:

s = Asiento de la placa en producido por una carga q

q = Carga aplicada (kg/cm<sup>2</sup>)

D = Diámetro de la placa (cm)

$\mu$  = Coeficiente de Poisson del suelo

q/s = Tangente a la curva carga deformación del ensayo

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### III.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

#### III.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Así mismo la investigación es del tipo Explicativo porque está orientada a explicar el comportamiento de una variable (Determinar la influencia en el incremento de contenido de humedad en las arcillas.) en función de una a más variables independientes (Estudio de suelos y diseño de equipo placa de carga). Este tipo de estudio permite explicar, comprender e interpretar el por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones. Con este tipo de investigación se busca encontrar las causas del problema y dar algún valor de solución.

#### III.1.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación abarca un diseño de campo y laboratorio.

- ❖ Diseño de campo: Este tipo de investigación se realiza en un ambiente natural, en el que no hay manipulación de variables.
  - Se desarrollaron en campo 04 calicatas de las cuales 01 sirvió para el ensayo de placa de carga in situ, en las otras 03 se realizaron los ensayos (densidad in situ).
- ❖ Diseño de laboratorio: Este tipo de investigación se realiza en un ambiente artificial o creado.
  - Se desarrollaron los ensayos (contenido de humedad, peso específico, análisis granulométrico, límites de Atterberg, grado de saturación, relación de vacíos) en un laboratorio de suelos, todo estos con muestras extraídas de las 03 calicatas realizadas en el Asentamiento Urbano Alto Locumba.



## III.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO

### III.2.1. POBLACIÓN

De acuerdo a los datos del último Censo Nacional de Población y Vivienda realizado por INEI el 2007, se indica que en el distrito de Locumba habitan de manera permanente 2,159 habitantes.<sup>12</sup>

*Tabla 6. Población, superficie y densidades poblacional.*

Ámbito	Población	Superficie Territorial	Densidad Hab/km2
Perú	27412157.00	1285216.60	21.30
Tacna	288781.00	16075.89	18.00
Jorge Basadre	9872.00	2928.56	3.40
Locumba	2159.00	968.99	2.20

De acuerdo al Censo Nacional 2007: XI de Población y VI de Vivienda del INEI la tasa de crecimiento poblacional del distrito de Locumba de 3.26%

### POBLACIÓN DE REFERENCIA

La población de referencia es la totalidad del distrito de Locumba, es decir de 2,159 habitantes según el Censo Nacional 2007: XI de Población y VI de Vivienda - INEI, el cual proyectado a la actualidad con una tasa de crecimiento intercensal de 3.26%, nos arroja una población referencial de 2,617 personas al presente año.<sup>13</sup>

*Tabla 7. Proyección de la población de referencia.*

N°	AÑO	POBLACIÓN DE LA ZONA
0	2007	2159
1	2008	2229
2	2009	2302
3	2010	2377
4	2011	2455

<sup>12</sup> FUENTE: Censo Nacional 2007: XI de Población y VI de Vivienda.

<sup>13</sup> FUENTE: Censo Nacional 2007: XI de Población y VI de Vivienda - INEI.

5	2012	2535
6	2013	2617
7	2014	2703
8	2015	2791
9	2016	2882
10	2017	2976
11	2018	3073
12	2019	3173
13	2020	3276
14	2021	3383
15	2022	3493
16	2023	3607
17	2024	3725

a) SANEAMIENTO

En cuanto al servicio de agua potable y alcantarillado, se aprecia que solo la Villa Locumba, capital de la provincia posee el servicio completo de agua potable y alcantarillado, el mismo es administrado por la empresa prestadora de servicios EPS Tacna; los anexos de Chaucahana, Piñapa, Puente Camiara cuenta con el servicio de agua potable en forma restringida operado por la Municipalidad Provincial Jorge Basadre; los anexos de Chipe, Sagollo, Alto Camiara, no cuenta con el servicio de agua potable y alcantarillado, el acceso al agua es mediante tanque cisterna abastecido por la Municipalidad Provincial Jorge Basadre, para el anexo de Cinto cuenta con el sistema de agua potable en forma restringida, el mismo es administrado por la Junta de Servicios de Saneamiento JASS Cinto.

b) ELECTRICIDAD

El servicio de energía eléctrica es cubierto en un 100% a los anexos del Distrito de Locumba, siendo administrada por la empresa ELECTRO SUR S.A., cuyas tarifas de pago se realizan mensualmente.

c) VIVIENDA

El material predominante en la construcción de las viviendas del distrito de locumba es la estera con 45.01%, ladrillo o bloque de cemento con un 25.79%, madera 10.37%, adobe o tapia con 9.23% y otros en menor proporción.

Tabla 8. Características de viviendas.

<b>Categorías</b>	<b>Casos</b>	<b>%</b>
Ladrillo o Bloque de cemento	204.00	25.79%
Adobe o tapia	73.00	9.23%
Madera	82.00	10.37%
Quincha	66.00	8.34%
Estera	356.00	45.01%
Otro	10.00	1.26%
<b>Total</b>	<b>791.00</b>	<b>100.00%</b>

FUENTE: Censo Nacional 2007: XI de Población y VI de Vivienda.

#### d) CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

La población del distrito de Locumba tiene como principal actividad económica la agricultura con un 46.44%, administración pública 29.70% y otros en menor proporción. En el siguiente cuadro se muestra las principales actividades por categorías:

Tabla 9. Actividad Económica en el Distrito de Locumba

<b>Categorías</b>	<b>Casos</b>	<b>%</b>
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	613.00	46.44%
Explotación de minas y canteras	1.00	0.08%
Industrias manufactureras	58.00	4.39%
Suministro electricidad, gas y agua	5.00	0.38%
Construcción	32.00	2.42%
Venta, mantenimiento y reparación de vehículos, automotores y motocicletas	6.00	0.45%
Comercio por mayor	2.00	0.15%
Comercio por menor	51.00	3.86%
Hoteles y restaurantes	49.00	3.71%
Transportes, almacenamiento y comunicaciones	26.00	1.97%
Intermediación financiera	2.00	0.15%
Actividades inmobiliarias, empresariales y alquileres	16.00	1.21%
Administración pública y defensa	392.00	29.70%
Enseñanza	17.00	1.29%
Servicios sociales y de salud	9.00	0.68%
Otras actividades servicios comunitarios, sociales y personales	5.00	0.38%
Hogares privados y servicios domésticos	7.00	0.53%
Actividad económica no especificada	29.00	2.20%
<b>Total</b>	<b>1320.00</b>	<b>100.00%</b>

En torno a los ingresos generados por persona a nivel mensual encontramos que estos representan en muchos casos valores relativamente altos a nivel distrital y que en la mayoría de casos rebasa las líneas de pobreza lo que acredita una posición económica expectante del distrito.

Una posición opuesta es visible en espacios como Alto Camiara, Piñapa y Puente Camiara donde es apreciable valores de renta menos significativos.<sup>14</sup>

*Tabla 10. Ingreso mensual por persona en cada uno de los distintos sectores del distrito (2010)*

Lugar	Ubicación	LP extrema	LP total	Ingreso (S/. persona /mes)	O Estado
Locumba	Costa urbana	136,10	249,90	292,78	No Pobre
Alto Camiara	Costa rural	127,50	206,10	151,67	Pobre
Chaucalana	Costa rural	127,50	206,10	403,92	No Pobre
Chipe	Costa rural	127,50	206,10	278,99	No Pobre
Cinto	Costa rural	127,50	206,10	305,95	No Pobre
Pampa Sitana	Costa rural	127,50	206,10	232,95	No Pobre
Piñapa	Costa rural	127,50	206,10	171,71	Pobre
Puente Camiara	Costa rural	127,50	206,10	204,69	Pobre
Sagollo	Costa rural	127,50	206,10	336,74	No Pobre
<b>Total</b>				<b>246,09</b>	

#### e) ACTIVIDAD AGRÍCOLA

La población del distrito de Locumba tiene como principal actividad económica la agricultura, teniendo como principales cultivos el maíz chala, maíz amiláceo, cebolla roja, alfalfa y ají, los cuales ocupan gran parte del área agrícola. En el siguiente cuadro se muestra las áreas por cada cultivo:<sup>15</sup>

<sup>14</sup> Fuente: Estudio del Eje de Socio economía 2010.

<sup>15</sup> Fuente: Anuario Estadístico 2010 – Dirección Regional Sectorial de Agricultura Tacna

Tabla 11. Cédula de cultivo en la zona de influencia del proyecto.

Ítem	Cultivo	Área bajo riego (Ha.)
1	Ají	22.00
2	Alfalfa	446.00
3	Cebolla roja	247.00
4	Maíz chala	59.00
5	Maíz amiláceo	107.00
	Total	881.00

#### f) ACTIVIDAD PECUARIA

La actividad pecuaria representa ingresos complementarios a la actividad agrícola, donde la ganadería lechera es predominante, situación que se corrobora en la cedula de cultivo del distrito de Locumba apreciándose el cultivo de alfalfa y maíz chala, los cuales constituyen alimento del ganado vacuno, esta actividad representa ingresos económicos en forma quincenal por la venta de leche a la empresa GLORIA S.A.

#### III.2.2. MUESTRA

“Locumba se ubica por encima del margen derecho del río del mismo nombre, en la provincia de Jorge Basadre, Región Tacna, al nor este de la ciudad de Tacna, a 93.7 Km., entre la latitud sur 17°25'00” y longitud oeste 70°30'37”, presenta un clima semi cálido a cálido durante el día y con temperaturas templadas por las noches. Está representada por la formación ecológica del desierto subtropical, tiene topografía plana y ligeras ondulaciones con temperaturas máximas de 29.1°C, y mínima de 13.8°C presenta un contexto de escasez de lluvias con presencia solo periódicas de estas con precipitaciones promedio entre 7 a 12 Mm., y de neblinas durante los meses de junio a octubre. La humedad relativa oscila entre el 67% al 74%, el clima es considerado como el más cálido de la zona y el que presenta menor precipitación pluvial en la región.”<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> FUENTE: Plan Estratégico de Locumba (2003-2013).

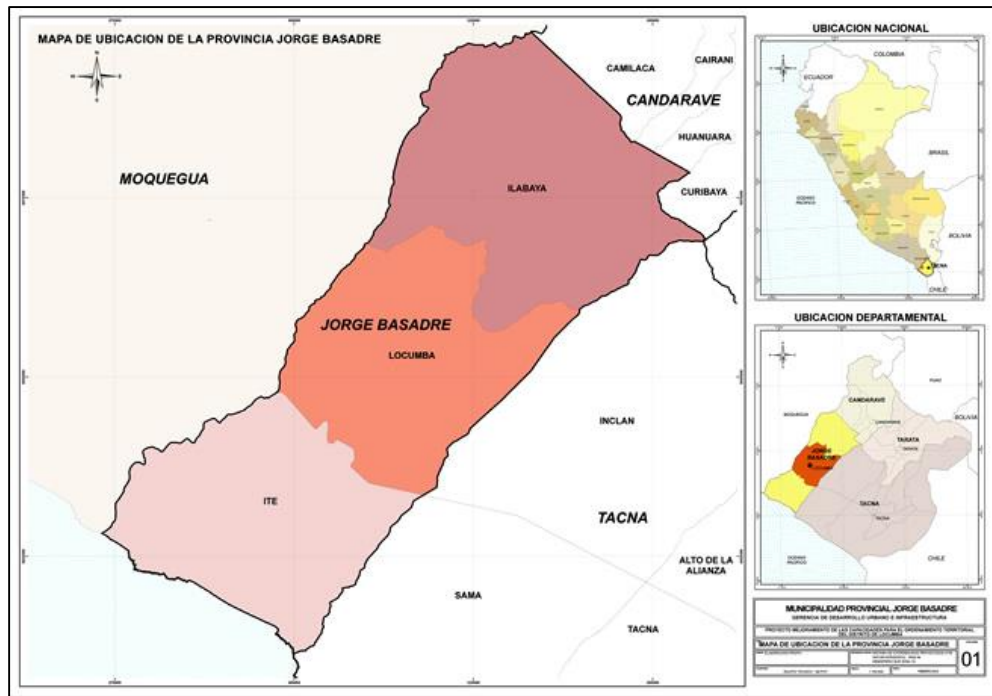


Figura 9. Mapa de Ubicación de la Provincia Jorge Basadre

FUENTE: Municipalidad Provincial Jorge Basadre

La investigación realizada se desarrolló en Alto Locumba en el distrito de Locumba. Según en plano “PLAN DE DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD DE LOCUMBA”, se observa las áreas en estudio.



Figura 10. Ubicación de la zona en estudio.

FUENTE: Plano Plan de desarrollo urbano de la ciudad de Locumba

### III.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Entre las técnicas e instrumentos para la recolección de datos se resalta que la investigación estará desarrollada en dos componentes, como se muestra a continuación:

#### TRABAJO EN CAMPO:

Consiste en el reconocimiento de la zona de investigación; realizando inspecciones y visitas; logrando recolectar datos específicos de la zona necesarios para el desarrollo de la presente investigación.

Además, se realizará el muestreo del suelo para lo cual se desarrollaron 3 calicatas cuyas dimensiones son 1m x 1m x 3m, las cuales estarán en zonas adecuadas que permitan un adecuado estudio del suelo de la zona. Además, se realizó el ensayo de placa de carga estática el cual fue controlado en campo mediante 1 calicata de 1m x 1m x 1m.

#### TRABAJO EN GABINETE:

Éste consiste en el proceso de datos obtenidos y realización de ensayos en las muestras obtenidas en campo. Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Ingeservicios S.A.C.

#### III.3.1. DISEÑO DEL EQUIPO PLACA DE CARGA ESTÁTICA

Para el diseño del equipo se tomó en consideración la Norma Técnica Peruana NTP 339.153:2001, "Metodo de ensayo normalizado para la capacidad portante del suelo por carga estatica y para cimientos aislados"; la cual tomo como referencia a la norma Standard Test Method for Bearing Capacity of Soil for Static Load and Spread Footings.

#### **Aparatos:**

##### a) **Placas de carga**

Se consideró un diámetro de 30 cm, con un espesor de 2.5 cm el cual cuenta con adiciones que permite efectuar mediciones en tres puntos distribuidos a 120°, además cuenta con dos asas para su transporte.

**b) Reacción**

Para la realización del ensayo se necesitó un sistema de reacción, cuya carga mínima fue 10 kN, para cual se utilizó una camioneta cargada, llegando a ser un apoyo fijo adecuado.

**c) Dispositivo de carga**

Para la realización del dispositivo de carga y descarga se utilizó una gata hidráulica conectada mediante una manguera que soporte altas presiones a una bomba hidráulica, esto a fin de resultar un equipo más seguro.

- ❖ **Bomba hidráulica:** La bomba hidráulica fue diseñada para poder generar la presión necesaria desde un punto exterior a la calicata ensayada, esta bomba genera la misma presión que una gata hidráulica, a esta se le conectó el manómetro de alta precisión, el funcionamiento de la bomba hidráulica es el mismo principio que el de una gata hidráulica. Al momento de realizar el proceso de descarga la bomba hidráulica dispone de una válvula para liberar la presión.
- ❖ **Manguera para alta presión:** Para conectar la gata hidráulica a la bomba se utilizó una manguera de alta presión de 3 metros de longitud.
- ❖ **Gata hidráulica:** La gata hidráulica utilizada fue de 50 toneladas, como indicaba la norma NTP 339.153; con una capacidad suficiente para proporcionar y mantener la máxima carga estimada para las condiciones particulares del suelo involucrado.

**d) Dispositivos para medición de las cargas**

Se utilizó un manómetro de alta precisión, que fue conectada a la bomba hidráulica para medir directamente la presión generada por la carga y el área de la placa de carga. Este dispositivo debe calibrarse cada 2 años.



**e) Dispositivos para medir los asentamientos**

Para la medición de las deformaciones ocasionadas por la generación de la carga, se utilizaron 3 diales los cuales tenían una precisión de 0.01 mm, estos fueron colocados sobre la plataforma de la placa, separados a 120° cada uno, de esta manera se logró tomar tres medidas las cuales se promediaron.

**III.3.2. ENSAYOS REALIZADOS**

**III.3.2.1. ENSAYO: DENSIDAD INSITU**

**NORMATIVIDAD**

- ❖ NTP 339.143 SUELOS. Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in situ mediante el método del cono de arena
- ❖ ASTM D 1556. Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by Sand-Cone Method.

**EQUIPO**

- ❖ Cono de Arena
- ❖ Bolsas plásticas (herméticas)
- ❖ Base de Apoyo del cono
- ❖ Brocha
- ❖ Cincel
- ❖ Cucharón
- ❖ Combo pequeño
- ❖ Balanza Analítica
- ❖ Arena Calibrada
- ❖ Frasco
- ❖ Tamices (Nro. 10 y 30)

## PROCEDIMIENTO

Este ensayo se realizó en campo. Se empezó pesando cada uno de los instrumentos que utilizaríamos para la obtención de la densidad in situ. Luego se procedió a limpiar la zona en donde se realizaría el ensayo para colocar la base y realizar un pequeño hoyo circular de 10cm. de profundidad. Se realizó este ensayo en cada estrato encontrado de tal manera de obtener nuestra muestra directa del estrato en el cual estamos trabajando. Cada muestra extraída se almacena en una bolsa hermética para luego obtener el peso. Pesamos el frasco lleno de la arena calibrada y el cono de densidad con la misma arena, se anotaron los datos en una libreta de campo en donde se registran todos los datos del ensayo.

Conectamos la boca pequeña del cono de densidad al frasco y lo volteamos sobre la base de apoyo, soltamos la llave para dejar caer los granos de la arena en el hoyo de 10 cm, Luego se pesa nuevamente el cono para saber cuánta es la masa que se ha desplazado hacia el hoyo

Con los pesos de los procedimientos anteriormente realizados, se realiza los cálculos necesarios para hallar la densidad in situ, con ayuda de un formato del ensayo se procedió al cálculo final.

### III.3.2.2. ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD

#### NORMATIVIDAD

- ❖ NTP 339.127 SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
- ❖ ASTM-D2216. Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.

## **EQUIPO**

- ❖ Recipientes resistentes a la corrosión y al cambio de peso cuando están sometido a calentamiento o enfriamiento.
- ❖ Balanza electrónica
- ❖ Horno de temperatura controlada
- ❖ Guantes
- ❖ Otros utensilios (utensilios de limpieza).

## **PROCEDIMIENTO**

El ensayo de Contenido de Humedad se realizó en el Laboratorio de Ingeservicios S.A.C. (laboratorio en proceso de acreditación ante el Instituto Nacional Calidad - INACAL) para lo que se necesitaron muestras inalteradas de los estratos encontrados en las calicatas elaboradas, los cuales se conservaron en bolsas herméticas para su traslado al laboratorio.

Para empezar con el ensayo se coloca una muestra representativa de cada estrado en recipientes resistentes al calor, luego se procede a enumerar las muestras para pesar y tomar datos ordenadamente en el formato de registro.

Teniendo el peso húmedo de las muestras, colocamos los recipientes con las muestras en el horno durante un tiempo aproximado de 18 horas a temperatura de  $105^{\circ} \pm 5^{\circ}$  aproximadamente hasta que la muestra haya expulsado toda la humedad posible. Transcurrido el tiempo, extraer los recipientes del horno y dejarlos enfriar a temperatura ambiente, para luego pesar los recipientes con la muestra seca, finalmente procesamos los datos y calculamos el porcentaje de humedad.

### **III.3.2.3. ENSAYO: PESO ESPECÍFICO**

#### **NORMATIVIDAD**

- ❖ NTP 400.022-2002 Peso Específico y Absorción de Agregado fino, (ASTM C 128)

- ❖ NTP 400.021-2002 Peso Específico y Absorción del Agregado grueso, (ASTM C 127)

## **EQUIPO**

### **PESO ESPECÍFICO FINOS:**

- ❖ Fiola de 500 ml.
- ❖ Tamiz N° 4
- ❖ Balanza Electrónica de precisión de 0.1 gr.
- ❖ Horno
- ❖ Cocina
- ❖ Recipiente o taras
- ❖ Agua
- ❖ Balde
- ❖ Pizeta

### **PESO ESPECÍFICO GRAVAS:**

- ❖ Probeta de 500 ml.
- ❖ Tamiz N° 4
- ❖ Balanza Electrónica de precisión de 0.1 gr.
- ❖ Cocina
- ❖ Recipiente o taras
- ❖ Agua
- ❖ Balde

## **PROCEDIMIENTO**

El ensayo de Peso Específico se realizó en el Laboratorio de Ingeservicios S.A.C. (laboratorio en proceso de acreditación ante el Instituto Nacional Calidad - INACAL), teniendo presente los procedimientos para material fino y material grueso, los cuales se explican a continuación:

### **PROCEDIMIENTO PARA MATERIAL FINO:**

Se considera como material fino a la muestra que pasa por la malla N° 4, del total de la muestra pasante secamos una muestra representativa

de aproximadamente 800 gr. a temperatura +105 °C. Luego de la muestra seca extraemos aproximadamente 200 gr.

La muestra seca la vaciamos en una fiola de 500ml para luego agregar agua hasta aproximadamente la mitad del bulbo de la fiola; mezclamos y homogenizamos.

Posteriormente, para liberar el aire atrapado entre las partículas de la muestra se realizará baño maría a la fiola y una vez terminado el proceso se enfría la fiola y enrasamos con agua hasta el menisco de la fiola, y procedemos a pesar.

Luego de haber pesado la fiola con la muestra y agua, desechamos la muestra, lavamos la fiola y llenamos de agua hasta el menisco para proceder a pesar.

De la diferencia de los pesos obtendremos el volumen desplazado del sólido, donde el peso específico del material fino será directamente proporcional al peso de la muestra seca dividido por el volumen desplazado.

#### PROCEDIMIENTO PARA MATERIAL GRUESO:

Se considera como material fino a la muestra que no pasa por la malla Nº 4, del total de la muestra retenida saturamos una muestra representativa de aproximadamente 1500 gr., de la cual extraemos aproximadamente 300 gr. y la secamos superficialmente.

En una probeta de 500ml.de capacidad llenamos de agua hasta una unidad de medida conocida (para los ensayos consideramos unos 300 ml.) y procedemos a vaciar la muestra superficialmente seca. Realizamos la lectura de volumen desplazado.

Luego procedemos a extraer la muestra sumergida en la probeta para secarlo en el horno y obtener el peso de la muestra seca.

El peso específico del material grueso será directamente proporcional al peso de la muestra seca dividido por el volumen desplazado.

### III.3.2.4. ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

#### **NORMATIVIDAD**

- ❖ NTP 339.128 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.

#### **EQUIPO**

- ❖ Tamices para Finos (Nro. 200, Nro 100, Nro 80, Nro 60, Nro 50, Nro 30, Nro 20, Nro 16, Nro 10, Nro 8, Nro 4)
- ❖ Tamices para Gravas (Nro. 4, 1/4", 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2", 2", 2 1/2" 3")
- ❖ Horno
- ❖ Recipientes
- ❖ Balanza electrónica
- ❖ Agua
- ❖ Maquina tamizadora

#### **PROCEDIMIENTO**

El ensayo de Análisis Granulométrico se realizó en el Laboratorio de Ingeservicios S.A.C. (laboratorio en proceso de acreditación ante el Instituto Nacional Calidad - INACAL), para lo que se necesitaron muestras de los estratos encontrados en las calicatas elaboradas, los cuales se conservaron en bolsas o sacos para su traslado al laboratorio.

En el laboratorio se empezó con el cuarteado de la muestra y elegir una muestra representativa, luego pesarla.

Del material pesado procedemos a separar el material fino del grueso con la malla N° 04. Ya sea para gravas o para finos, lavamos la muestra en agua para descartar la mayor cantidad de limos.

Luego de lavar la muestra procedemos a secarlo en el horno dejándola ahí por un plazo de un día a una temperatura aproximada de 105° para el secado, para luego pesar la muestra seca. A continuación procedemos a pasar las muestras por las mallas indicadas de acuerdo a cada tipo: Para el caso de las gravas ocupamos las mallas 3" ,2 1/2" ,

2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4" y 4"; mientras que para los finos usamos las mallas 200", 100", 80", 60", 50", 30", 20", 16", 10", 8" y la 4", poniendo las mallas de mayor abertura en la parte superior bajando hasta las más finas. Para un resultado más preciso, para el tamizado se utilizó la máquina tamizadora por lo menos 10 minutos a ritmo constante, finalmente se procede a anotar el material retenido en cada tamiz.

Y para los cálculos, luego de tener los datos del laboratorio se procede a realizar el cálculo en gabinete y tener la curva granulométrica respectiva.

### III.3.2.5. ENSAYO: LÍMITES DE ATTERBERG

#### **NORMATIVIDAD**

- ❖ NTP 339.129 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.

#### **EQUIPO**

##### LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D-348)

- ❖ Copa de Casagrande
- ❖ Ranurador de metal
- ❖ Mortero de porcelana
- ❖ Taras metálicas y porcelana
- ❖ Horno eléctrico
- ❖ Balanza electrónica
- ❖ Muestra de suelo y agua

##### LÍMITE PLÁSTICO

- ❖ Capsula
- ❖ Espátula
- ❖ Vidrio áspero de 30cm x 30cm.
- ❖ Horno
- ❖ Balanza
- ❖ Taras.

## PROCEDIMIENTO

El ensayo de Límites de Atterberg se realizó en el Laboratorio de Ingeservicios S.A.C. (laboratorio en proceso de acreditación ante el Instituto Nacional Calidad - INACAL), para lo que se necesitaron muestras de los estratos encontrados en las calicatas elaboradas.

### LÍMITE LÍQUIDO

Para el procedimiento del límite líquido se utilizará la cuchara de Casagrande, el cual calibraremos con ayuda del rasgador.

De la muestra de cada estrato tomamos una muestra representativa de aproximadamente de 100 a 200g, la cual mezclamos con agua destilada, con la ayuda de una espátula hasta que tome una consistencia uniforme. Luego colocamos una porción de la muestra mezclada en la copa de Casagrande y con ayuda del ranurador hacer un ligero surco dentro de la muestra de un 1cm. Para luego realizar de 2 golpes por segundo, contando el número de golpes necesarios para que la parte inferior del talud de la ranura se cierre a 1.27 cm. Cuando se ha contenido un valor consistente del número de golpes, comprendido entre 6 y 35 golpes, tomamos 10g de suelo, aproximadamente, de la zona próxima a la ranura cerrada y determinamos el contenido de humedad.

Se repite el procedimiento anterior para cada uno de los demás estratos. Para luego proceder a realizar los cálculos correspondientes.

### LÍMITE PLÁSTICO

Para el procedimiento del límite plástico, tomamos 15g de la muestra anterior para luego enrollar la muestra húmeda sobre una plancha de vidrio con la mano, y se le agregará agua hasta que la muestra logre alcanzar un diámetro de 3mm aproximadamente, repitiendo el procedimiento anterior hasta que el cilindro enrollado presente señales de desmoronamiento y agrietamiento al alcanzar el diámetro de 3mm.



Finalmente, se determina el contenido de humedad de una parte del cilindro correspondiente.

### ÍNDICE PLÁSTICO

Se define como la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico.

La fórmula es:

$$IP = L.L. - L.P.$$

El índice de plasticidad indica la cantidad de humedad al cual el suelo se encuentra en una condición plástica, relacionada con la cantidad de arcilla del suelo.

#### III.3.2.6. ENSAYO: CORTE DIRECTO

##### **NORMATIVIDAD**

- ❖ NTP 339.171 SUELOS. Método de ensayo normalizado para el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas.
- ❖ ASTM D3080 / D3080M – 11. Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions

##### **EQUIPO**

El equipo necesario para el Ensayo de Corte Directo constó de: Máquina de corte directo, Cajas de corte, dos balanzas, una de 0,1 gr. de precisión; la otra de 0,01 gr., Horno de secado, Cámara húmeda, Herramientas y accesorios, Equipo para compactar las probetas remoldeadas, diales de deformación, agua destilada, espátulas, cuchillas enrasador, cronómetro, regla metálica y recipientes para determinar humedad.

##### **PROCEDIMIENTO**

El ensayo de Corte Directo se realizó en suelos cohesivos, se realizó en el Laboratorio de Ingeservicios S.A.C. (laboratorio en proceso de

acreditación ante el Instituto Nacional Calidad - INACAL), dicho ensayo se realizó en el estrato 2 encontrado de las 3 calicatas elaboradas. Para lo que se moldearon 3 probetas por cada estrato 2 de cada calicata, utilizando un anillo cortante para controlar el tamaño. Luego se prepara la caja de corte, se saturan las piedras porosas y continuamos midiendo la caja para luego calcular el área.

Para empezar con el ensayo, colocamos la muestra y las piedras porosas en la caja de corte, luego colocamos el pistón de carga sobre el suelo y se ajusta el deformímetro vertical, el cual es controlado durante el ensayo. Continuamos separando las mitades de las cajas de corte dejando una pequeña separación y se empalma la cabeza de carga, asegurando que la carga normal refleje la fuerza normal más el peso del bloque de carga y la mitad superior de la caja de corte. Se acopla el dial y se fija en cero.

Luego de haber instalado y preparado el ensayo aplicamos la carga de corte tomando lecturas de los diales, desplazamiento de corte y cambios de volumen.

Finalizando el ensayo, se remueve el suelo y se toman muestras para determinar el contenido de humedad. El procedimiento se repetirá para las muestras de cada estrato 2 de las calicatas elaboradas.

### III.3.2.7. ENSAYO: PLACA DE CARGA ESTÁTICA

#### **NORMATIVIDAD**

- ❖ Norma Técnica Peruana NTP 339.153 – Método de ensayo normalizado para la capacidad portante del suelo por carga estática y para cimientos aislados.
- ❖ ASTM D 1194 – 94 Standard Test Method for Bearing Capacity of Soil for Static Load and Spread Footings.
- ❖ Norma Española NLT 357/98 – Ensayo de carga con placa

- ❖ I.N.V. E – 168 – 07. Ensayo de placa con carga estática no repetida, para emplear en la evaluación y diseño de pavimentos.

## EQUIPO

El equipo necesario para el Ensayo de Placa de Carga Estática constó de: Equipo para prueba de campo, dispositivo de carga, manómetro, ensamblaje de gato hidráulico, placa de soporte, diales indicadores (deformímetros), manguera hidráulica de alta presión y herramientas varias.

## PROCEDIMIENTO

- **Preparación del área de ensayo:** Se realiza la exploración de campo en la zona de estudio y se determina la ubicación para realizar el ensayo de carga de placa estática, y se prepara el área a ensayar, si se realiza el ensayo para fines de cimentación, se tendrá que realizar una calicata con un mínimo de 1 m de profundidad y de dimensiones de 1 m x 1 m, se limpiara y se dejara superficie plana lo suficientemente adecuado para la realización del ensayo de placa de carga.
- **Instalación del equipo:** Se coloca el equipo de placa de carga en el lugar elegido y se presiona de forma que exista uniformidad entre el contacto del equipo y el suelo y se nivela, en caso que el equipo no se logre nivelar se colocara una capa de arena de granulometría media, de pocos milímetros, seguidamente se le aplicara una capa de aceite a la superficie de la placa; antes de empezar el ensayo, se tendrá que proteger dicha calicata y las áreas de ensayo contra la humedad del suelo, a menos que se espere realizar el ensayo en otros estados, como es el caso de estructuras hidráulicas.
- **Colocación de los diales indicadores:** Se colocan 3 diales indicadores sobre la superficie de la placa, ubicados a 120°

cada uno con respecto del otro, se usarán diales con una precisión de 0.01mm para el cálculo exacto de la deformación.

- **Incrementos de carga**

**Principio:** Se aplicará la carga en incrementos acumulativos que no excedan los 95 Kpa o 0.95 kg/cm<sup>2</sup>, o si se tiene la capacidad portante estimada no deberá de superar un décimo de esta, se deberá medir cada incremento de carga con precisión de tal forma que toda la carga se logre transmitir al suelo como si se tratara de una carga estática, evitando toda clase de inconvenientes, como puede ser el caso de impactos.

Los valores de carga serán tomados por el manómetro de alta precisión, el cual está conectado directamente a la gata hidráulica.

El intervalo de tiempo entre los incrementos de carga debe ser como mínimo de un minuto debido a que en estos minutos ocurre el proceso de deformación del suelo; después de aplicada cada incremento, se deberá de mantener dicha carga por un tiempo mínimo de 15 minutos para cumplir con el tiempo de ciclo según indica la normativa.

Para poder pasar al siguiente proceso de carga (ciclo), solamente será posible cuando los incrementos de carga o deformaciones, no presenten iguales incrementos a los anteriores.

Si los datos de las deformaciones son medidas por 3 diales, estos se tomarán en intervalos iguales, salvo una medida que se tomará 10 segundos antes de la finalización de un incremento de carga, se mantendrá un registro constante de todas las deformaciones.

Si al momento de los incrementos de carga, por error se aplica uno superior a lo debido, y al no poder reducirlo, se tomará nota y adjuntando los datos de las deformaciones.

**Carga y descarga (ciclos):** Se realizará el proceso de descarga en 3 puntos, uno al 50% de la carga máxima, el segundo a 25% de la carga máxima y el tercero a 0% de la carga máxima, culminado el proceso de descarga se comienza el nuevo ciclo de incrementos de cargas, esto a fin de continuar en las condiciones de precarga.

**Finalización del ensayo de carga de placa estática:** Se continuará con los procesos de carga y descarga hasta que se alcance una carga ultima o hasta que los incrementos de carga a incrementos de deformaciones lleguen a una condición constante o mínima; también se podrá finalizar el ensayo cuando se alcance una deformación máxima permisible del suelo ensayado, hasta que se produzca y se aprecie la falla de carga, o hasta alcanzar el valor máximo de la gata hidráulica utilizada.

Si existiese aun suficiente carga como para continuar con el ensayo, este se realizará solo hasta que la deformación total alcance el 10 % del diámetro máximo de la placa, después de terminar el último incremento de carga, se procederá a liberar la carga, se esperara hasta que el terreno se recupere o hasta que la deformación cese, dicho esto se culmina el ensayo de carga de placa estática.

### III.4.PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

#### III.4.1. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

Para determinar las propiedades físicas del suelo se considera las siguientes fórmulas:

$$\text{Relación de vacíos} \quad : \quad e = \frac{V_v}{V_s}$$

$$\text{Porosidad} \quad : \quad n = \frac{V_v}{V_m} * 100$$

Grado de Saturación	:	$G_s\% = \frac{V_w}{V_v} * 100$
Peso Específico	:	$\gamma_m = \frac{W_m}{V_m}$ , $\gamma_s = \frac{W_s}{V_s}$ ,
		$\gamma_w = \frac{W_w}{V_w}$
Peso de los sólidos	:	$W_s = \frac{W_m}{1 + W\%}$
Peso del agua	:	$W_w = W_m - W_s$
Volumen de sólidos	:	$V_s = \frac{W_s}{\gamma_s}$
Volumen de la masa	:	$V_m = \frac{W_m}{\gamma_m}$

#### III.4.2. ESFUERZO VERTICAL

Los esfuerzos dentro de un suelo se producen por el peso propio del mismo o por cargas que se encuentren sobre éste. Con la finalidad de establecer un orden en este capítulo, empezaremos por analizar los esfuerzos verticales que se generan en la masa de suelo por el peso propio de los materiales.

En un suelo seco, el esfuerzo vertical a una profundidad  $z$  se calcula considerando el peso del suelo que se encuentra encima de la partícula que se esté analizando. Así, considerando un suelo homogéneo con un peso específico y constante, tendrá un esfuerzo vertical:

$$\sigma_z = z\gamma$$

Si el suelo es estratificado y el peso específico de cada estrato es diferente, los esfuerzos verticales, serán la suma del peso de los diferentes estratos:<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> Fuente: Mecánica de Suelos II, (MEDRANO CASTILLO R., 2007), México, 24 pg.

$$\sigma_z = \sum_{i=1}^n \gamma_i \Delta z_i$$

### III.4.3. CAPACIDAD PORTANTE

Los parámetros de resistencia del material involucrado en la determinación de la capacidad admisible, es decir, el ángulo de fricción interna ( $\phi$ ) y la Cohesión ( $c$ ), han sido determinados por el ensayo de carga de placa estática y corte directo.

La capacidad de carga se ha analizado usando la fórmula de Terzaghi y Peck (1967) con los parámetros de Vesic (1973).

$$q_u = S_c C N_c + S_\gamma \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma + S_q \gamma D_f N_q$$

$$q_{ad} = \frac{q_u}{F_s}$$

Dónde:

$q_u$  = capacidad última de carga

$q_{ad}$  = capacidad admisible de carga

$F_s$  = factor de seguridad = 4.5

$\gamma$  = peso unitario del suelo

$B$  = Ancho de la cimentación,

$D_f$  = profundidad de cimentación

$N_c, N_\gamma, N_q$  = parámetros de capacidad portante en función de  $\phi$

$S_c, S_\gamma, S_q$  = factores de forma (Vesic, 1979),

$$S_\gamma = 1 - 0,4 \left( \frac{B}{L} \right); \quad S_q = 1 + tg \phi \left( \frac{B}{L} \right);$$

$$S_c = 1 + \left( \frac{N_q}{N_c} \right) \times \left( \frac{B}{L} \right)$$

#### III.4.4. ASENTAMIENTOS

“Un incremento del esfuerzo provocado por la construcción de cimentaciones u otras cargas comprime los estratos del suelo.

La compresión es causada por

- a) deformación de las partículas del suelo
- b) reacomodo de las partículas del suelo
- c) expulsión de agua o aire de los espacios vacíos.

En general, el asentamiento del suelo causado por cargas se divide en tres amplias categorías:

1. Asentamiento inmediato, provocado por la deformación elástica del suelo seco y de suelos húmedos y saturados sin ningún cambio en el contenido de agua. Los cálculos de los asentamientos inmediatos se basan, generalmente, en ecuaciones derivadas de la teoría de la elasticidad.
2. Asentamiento por consolidación primaria, es el resultado de un cambio de volumen en suelos saturados cohesivos debido a la expulsión del agua que ocupa los espacios vacíos.
3. Asentamiento por consolidación secundaria, se observa en suelos saturados cohesivos y es resultado del ajuste plástico de la estructura del suelo. Éste sigue al asentamiento por consolidación primaria bajo un esfuerzo efectivo constante.”<sup>18</sup>

#### III.4.5. DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE REACCIÓN DEL SUELO

Se define como la relación entre la tensión capaz de generar una penetración de la placa en el terreno de 0,05” que equivale a una deformación de 0,127 cm.

$$k_{30} = \frac{\sigma_1}{0.127 \text{ cm}} \left( \frac{kg}{cm^3} \right)$$

---

<sup>18</sup> Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, (BRAJA M. DAS., 2001), Thomson Editores S.A. México, 151 pg.



### III.4.6. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE BALASTO

Para una Zapata cuadrada de lado B(m) el coeficiente de balasto valdrá:

Para suelo cohesivos

$$k = \frac{k_{30} * 0.3}{B}$$

Si lo que tenemos es una losa rectangular de lados B(m) y L(m) (L>B):

$$k_{rectangular} = \frac{2}{3}k_{cuadrado} \left(1 + \frac{B}{2L}\right)$$

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Con el fin de lograr los objetivos planteados al inicio de esta tesis; se analizó la información obtenida mediante los ensayos de suelo, considerando que para cada ensayo se realizaron formatos los cuales son anexados como RESULTADOS DE GABINETE.

Se presentan cuatro calicatas, de las cuales las tres primeras calicatas están subdividas en dos estratos según lo encontrado en el sitio de estudio, con una profundidad de 3 m y la cuarta calicata fue destinada para desarrollar el ensayo de placa de carga estática con una profundidad de 1 m.

### CALICATA 1

#### ESTRATO 1

Para la excavación de la calicata se requirió personal calificado y herramientas; para la zona de estudio se utilizó la exploración de campo visual, se determinó dos estratos en la calicata a una profundidad de 3 m, divididas en 1.5 m cada una; el estrato uno de color relativamente plomo

oscuro de compacidad alta, con un grado de plasticidad baja, en la cual no se encontró presencia de gravas.

- ❖ **Clasificación del suelo:** De acuerdo a la clasificación SUCS se obtuvo; arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad "CL".
- ❖ **Contenido de humedad:** Después de realizar el ensayo se obtuvo un porcentaje de contenido de humedad de 5.59 %, el cual es considerado relativamente alto.
- ❖ **Densidad in situ:** Después de realizar el ensayo de densidad en campo se obtuvo el resultado de 1.90 gr/cc, la cual es relativamente alta.
- ❖ **Peso específico:** El peso específico hallado fue de 2.26 gr/cc, el cual se encuentra dentro del rango de acuerdo al tipo de suelo.
- ❖ **Análisis granulométrico:** El análisis granulométrico se realizó por intermedio del lavado de la muestra, con el tamiz N° 200, el porcentaje del material que pasa la malla N°4 es de 100 %, el porcentaje del material que pasa la malla N° 200 es de 71.36 %, con lo cual se determinó la clasificación del suelo siendo un material fino denominado Arcilla.
- ❖ **Límites de Atterberg:** El límite líquido obtenido para la muestra ensayada equivale a 33, el límite plástico obtenido para la muestra ensayada equivale a 21, dando así un índice de plasticidad equivalente a 12, dando a conocer que se trata de un material relativamente plástico.
- ❖ **Grado de saturación:** Se define como la probabilidad de encontrar agua en los vacíos del suelo, el grado de saturación obtenido equivale a 10.23 %, indicando que se trata de un material con poca probabilidad de encontrar agua en su estado natural.
- ❖ **Porosidad:** Se define porosidad a la probabilidad de encontrar vacíos en el volumen total del suelo, la porosidad obtenida equivale a 16.92 %, indicando que se trata de un material con pocos espacios vacíos.
- ❖ **Relación de Vacíos:** La relación de vacíos de un suelo es el volumen no ocupado por partículas sólidas, la relación de vacíos obtenida equivale a 0.204, indicando que se trata de un suelo relativamente compactado.

## ESTRATO 2

- ❖ **Clasificación del suelo:** De acuerdo a la clasificación SUCS se obtuvo; arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad “CL”.
- ❖ **Contenido de humedad:** Después de realizar el ensayo se obtuvo un porcentaje de contenido de humedad de 7.45 %, el cual es considerado relativamente alto.
- ❖ **Densidad in situ:** Después de realizar el ensayo de densidad en campo se obtuvo el resultado de 1.91 gr/cc, la cual es relativamente alta.
- ❖ **Peso específico:** el peso específico hallado fue de 2.35 gr/cc, el cual se encuentra dentro del rango de acuerdo al tipo de suelo que se halló.
- ❖ **Análisis granulométrico:** El análisis granulométrico se realizó por intermedio del lavado de la muestra y pasante del tamiz N° 200, el porcentaje del material que pasa la malla N°4 es de 100 %, el porcentaje del material que pasa la malla N° 200 es de 73.46 %, con lo cual se determinó la clasificación del suelo siendo un material fino denominado Arcilla.
- ❖ **Límites de Atterberg:** El límite líquido obtenido para la muestra ensayada equivale a 33, el límite plástico obtenido para la muestra ensayada equivale a 22, dando así un índice de plasticidad equivalente a 11, dando a conocer que se trata de un material relativamente plástico.
- ❖ **Grado de saturación:** Se define como la probabilidad de encontrar agua en los vacíos del suelo, el grado de saturación obtenido equivale a 10.26 %, indicando que se trata de un material con poca probabilidad de encontrar agua en su estado natural.
- ❖ **Porosidad:** Se define porosidad a la probabilidad de encontrar vacíos en el volumen total del suelo, la porosidad obtenida equivale a 19.52 %, indicando que se trata de un material con pocos espacios vacíos.
- ❖ **Relación de Vacíos:** La relación de vacíos de un suelo es el volumen no ocupado por partículas sólidas, la relación de vacíos obtenida equivale a 0.243, indicando que se trata de un suelo relativamente compactado.

- ❖ **Esfuerzo vertical:** Los datos de los esfuerzos verticales varían según la densidad insitu obtenida y la distancia de los estratos encontrados. A una profundidad de 1.5 m el esfuerzo vertical obtenido equivale a 2.84 tn/m<sup>2</sup>, a una profundidad de 3.0 m el esfuerzo vertical obtenido equivale a 5.74 tn/m<sup>2</sup>.
- ❖ **Corte directo:** El ángulo de fricción interna equivale a 27.37°, y la cohesión obtenida tiene un valor de 5.15 kg/cm<sup>2</sup>.
- ❖ **Capacidad portante:** La capacidad portante obtenida varía desde 6.05 kg/cm<sup>2</sup> hasta 7.89 kg/cm<sup>2</sup> a una profundidad de 1.20 m hasta los 3.00 m; la capacidad portante recomendada para la zona de estudio es de 6.33 kg/cm<sup>2</sup>, esto a una profundidad no menor de 1.50 m y un ancho de zapata no menor de 1.20 m
- ❖ **Cálculo de asentamientos:** Los valores obtenidos se muestran en la hoja de cálculo, el cual se detallan los asentamientos elásticos que se generaran al momento del colocado de la cimentación propuesta.

## CALICATA 2

### ESTRATO 1

Para la excavación de la calicata se requirió personal calificado y herramientas; para la zona de estudio se utilizó la exploración de campo visual, se determinó dos estratos en la calicata a una profundidad de 3 m, divididas en 1.5 m cada una; el estrato uno de color relativamente plomo oscuro de compacidad alta, con un grado de plasticidad baja, en la cual no se encontró presencia de gravas.

- ❖ **Clasificación del suelo:** De acuerdo a la clasificación SUCS se obtuvo; arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad "CL".
- ❖ **Contenido de humedad:** después de realizar el ensayo se obtuvo un porcentaje de contenido de humedad de 5.80 %, el cual es considerado relativamente alto.
- ❖ **Densidad in situ:** después de realizar el ensayo de densidad en campo se obtuvo el resultado de 1.87 gr/cc la cual es relativamente alta.

- ❖ **Peso específico:** el peso específico hallado fue de 2.23 gr/cc el cual se encuentra dentro del rango de acuerdo al tipo de suelo que se halló.
- ❖ **Análisis granulométrico:** El análisis granulométrico se realizó por intermedio del lavado de la muestra y pasante del tamiz N° 200, el porcentaje del material que pasa la malla N°4 es de 100 %, el porcentaje del material que pasa la malla N° 200 es de 78.40 %, con lo cual se determinó la clasificación del suelo siendo un material fino denominado Arcilla.
- ❖ **Límites de Atterberg:** El limite liquido obtenido para la muestra ensayada equivale a 31, el limite plástico obtenido para la muestra ensayada equivale a 22, dando así un índice de plasticidad equivalente a 9, dando a conocer que se trata de un material relativamente plástico.
- ❖ **Grado de saturación:** Se define como la probabilidad de encontrar agua en los vacíos del suelo, el grado de saturación obtenido equivale a 7.60 %, indicando que se trata de un material con poca probabilidad de encontrar agua en su estado natural.
- ❖ **Porosidad:** Se define porosidad a la probabilidad de encontrar vacíos en el volumen total del suelo, la porosidad obtenida equivale a 16.33 %, indicando que se trata de un material con pocos espacios vacíos.
- ❖ **Relación de Vacíos:** La relación de vacíos de un suelo es el volumen no ocupado por partículas sólidas, la relación de vacíos obtenida equivale a 0.124, indicando que se trata de un suelo relativamente compactado.

## ESTRATO 2

- ❖ **Clasificación del suelo:** De acuerdo a la clasificación SUCS se obtuvo; arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad "CL".
- ❖ **Contenido de humedad:** Después de realizar el ensayo se obtuvo un porcentaje de contenido de humedad de 5.85 %, el cual es considerado relativamente alto.
- ❖ **Densidad in situ:** Después de realizar el ensayo de densidad en campo se obtuvo el resultado de 1.98 gr/cc, la cual es relativamente alta.

- ❖ **Peso específico:** El peso específico hallado fue de 2.34 gr/cc, el cual se encuentra dentro del rango de acuerdo al tipo de suelo que se halló.
- ❖ **Análisis granulométrico:** El análisis granulométrico se realizó por intermedio del lavado de la muestra y pasante del tamiz N° 200, el porcentaje del material que pasa la malla N°4 es de 100 %, el porcentaje del material que pasa la malla N° 200 es de 65.36 %, con lo cual se determinó la clasificación del suelo siendo un material fino denominado Arcilla.
- ❖ **Límites de Atterberg:** El limite liquido obtenido para la muestra ensayada equivale a 32, el limite plástico obtenido para la muestra ensayada equivale a 22, dando así un índice de plasticidad equivalente a 10, dando a conocer que se trata de un material relativamente plástico.
- ❖ **Grado de saturación:** Se define como la probabilidad de encontrar agua en los vacíos del suelo, el grado de saturación obtenido equivale a 13.91 %, indicando que se trata de un material con poca probabilidad de encontrar agua en su estado natural.
- ❖ **Porosidad:** Se define porosidad a la probabilidad de encontrar vacíos en el volumen total del suelo, la porosidad obtenida equivale a 16.52 %, indicando que se trata de un material con pocos espacios vacíos.
- ❖ **Relación de Vacíos:** La relación de vacíos de un suelo es el volumen no ocupado por partículas sólidas, la relación de vacíos obtenida equivale a 0.198, indicando que se trata de un suelo relativamente compactado.
- ❖ **Esfuerzo vertical:** Los datos de los esfuerzos verticales varían según la densidad insitu obtenida y la distancia de los estratos encontrados. A una profundidad de 1.5 m el esfuerzo vertical obtenido equivale a 2.812 tn/m<sup>2</sup>, a una profundidad de 3.0 m el esfuerzo vertical obtenido equivale a 5.924 tn/m<sup>2</sup>.
- ❖ **Corte directo:** El ángulo de fricción interna equivale a 27.45°, y la cohesión obtenida tiene un valor de 5.39 kg/cm<sup>2</sup>.
- ❖ **Capacidad portante:** La capacidad portante obtenida varía desde 6.37 kg/cm<sup>2</sup> hasta 8.28 kg/cm<sup>2</sup> a una profundidad de 1.20 m hasta los 3.00 m; la capacidad portante recomendada para la zona de estudio

es de  $6.66 \text{ kg/cm}^2$ , esto a una profundidad no menor de 1.50 m y un ancho de zapata no menor de 1.20 m.

- ❖ **Cálculo de asentamientos:** Los valores obtenidos se muestran en la hoja de cálculo, el cual se detallan los asentamientos elásticos que se generaran al momento del colocado de la cimentación propuesta.

### CALICATA 3

#### ESTRATO 1

Para la excavación de la calicata se requirió personal calificado y herramientas; para la zona de estudio se utilizó la exploración de campo visual, se determinó dos estratos en la calicata a una profundidad de 3 m, divididas en 1.5 m cada una; el estrato uno de color relativamente plomo oscuro de compacidad alta, con un grado de plasticidad baja, en la cual no se encontró presencia de gravas.

- ❖ **Clasificación del suelo:** De acuerdo a la clasificación SUCS se obtuvo; arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad "CL".
- ❖ **Contenido de humedad:** Después de realizar el ensayo se obtuvo un porcentaje de contenido de humedad de 5.44 %, el cual es considerado relativamente alto.
- ❖ **Densidad in situ:** Después de realizar el ensayo de densidad en campo se obtuvo el resultado de 1.87 gr/cc la cual es relativamente alta.
- ❖ **Peso específico:** El peso específico hallado fue de 2.31 gr/cc, el cual se encuentra dentro del rango de acuerdo al tipo de suelo que se halló.
- ❖ **Análisis granulométrico:** El análisis granulométrico se realizó por intermedio del lavado de la muestra y pasante del tamiz N° 200, el porcentaje del material que pasa la malla N°4 es de 100 %, el porcentaje del material que pasa la malla N° 200 es de 74.13 %, con lo cual se determinó la clasificación del suelo siendo un material fino denominado Arcilla.
- ❖ **Límites de Atterberg:** El límite líquido obtenido para la muestra ensayada equivale a 31, el límite plástico obtenido para la muestra ensayada equivale a 22, dando así un índice de plasticidad

equivalente a 9, dando a conocer que se trata de un material relativamente plástico.

- ❖ **Grado de saturación:** Se define como la probabilidad de encontrar agua en los vacíos del suelo, el grado de saturación obtenido equivale a 23.90 %, indicando que se trata de un material con poca probabilidad de encontrar agua en su estado natural.
- ❖ **Porosidad:** Se define porosidad a la probabilidad de encontrar vacíos en el volumen total del suelo, la porosidad obtenida equivale a 21.48 %, indicando que se trata de un material con pocos espacios vacíos.
- ❖ **Relación de Vacíos:** La relación de vacíos de un suelo es el volumen no ocupado por partículas sólidas, la relación de vacíos obtenida equivale a 0.274, indicando que se trata de un suelo relativamente compactado.

## ESTRATO 2

- ❖ **Clasificación del suelo:** De acuerdo a la clasificación SUCS se obtuvo; arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad "CL".
- ❖ **Contenido de humedad:** Después de realizar el ensayo se obtuvo un porcentaje de contenido de humedad de 4.71 %, el cual es considerado relativamente alto.
- ❖ **Densidad in situ:** Después de realizar el ensayo de densidad en campo se obtuvo el resultado de 2.07 gr/cc la cual es relativamente alta.
- ❖ **Peso específico:** El peso específico hallado fue de 2.34 gr/cc el cual se encuentra dentro del rango de acuerdo al tipo de suelo que se halló.
- ❖ **Análisis granulométrico:** El análisis granulométrico se realizó por intermedio del lavado de la muestra y pasante del tamiz N° 200, el porcentaje del material que pasa la malla N°4 es de 99.45 %, el porcentaje del material que pasa la malla N° 200 es de 71.20 %, con lo cual se determinó la clasificación del suelo siendo un material fino denominado Arcilla.
- ❖ **Límites de Atterberg:** El límite líquido obtenido para la muestra ensayada equivale a 33, el límite plástico obtenido para la muestra



ensayada equivale a 21, dando así un índice de plasticidad equivalente a 12, dando a conocer que se trata de un material relativamente plástico.

- ❖ **Grado de saturación:** Se define como la probabilidad de encontrar agua en los vacíos del suelo, el grado de saturación obtenido equivale a 22.16 %, indicando que se trata de un material con poca probabilidad de encontrar agua en su estado natural.
- ❖ **Porosidad:** Se define porosidad a la probabilidad de encontrar vacíos en el volumen total del suelo, la porosidad obtenida equivale a 12.383 %, indicando que se trata de un material con pocos espacios vacíos.
- ❖ **Relación de Vacíos:** La relación de vacíos de un suelo es el volumen no ocupado por partículas sólidas, la relación de vacíos obtenida equivale a 0.141, indicando que se trata de un suelo relativamente compactado.
- ❖ **Esfuerzo vertical:** Los datos de los esfuerzos verticales varían según la densidad insitu obtenida y la distancia de los estratos encontrados. A una profundidad de 1.5 m el esfuerzo vertical obtenido equivale a 2.81 tn/m<sup>2</sup>, a una profundidad de 3.0 m el esfuerzo vertical obtenido equivale a 6.22 tn/m<sup>2</sup>.
- ❖ **Corte directo:** El ángulo de fricción interna equivale a 28.10°, y la cohesión obtenida tiene un valor de 5.34 kg/cm<sup>2</sup>.
- ❖ **Capacidad portante:** La capacidad portante obtenida varía desde 6.81 kg/cm<sup>2</sup> hasta 8.99 kg/cm<sup>2</sup> a una profundidad de 1.20 m hasta los 3.00 m; la capacidad portante recomendada para la zona de estudio es de 7.14 kg/cm<sup>2</sup>, esto a una profundidad no menor de 1.50 m y un ancho de zapata no menor de 1.20 m
- ❖ **Cálculo de asentamientos:** Los valores obtenidos se muestran en la hoja de cálculo, el cual se detallan los asentamientos elásticos que se generaran al momento del colocado de la cimentación propuesta.

**RESUMEN DE LOS ENSAYOS REALIZADOS**

CALICATA	PROFUNDIDAD	ANALISIS GRANULOMETRICO		LL	LP	IP	PESO ESPECIFICO	DENSIDAD IN SITU	CONTENIDO DE HUMEDAD	GRADO DE SATURACIÓN	POROSIDAD	RELACION DE VACIOS	ESFUERZO VERTICAL	CAPACIDAD PORTANTE - C. CUADRADA PROF. 1.5 m ANCHO 1.2 m	CORTE DIRECTO (ANGULO DE FRICCIÓN - COHESIÓN)	SUCS
		N° 04	N° 200													
N°	m						gr./cc.	gr./cc.	%	%	%		Tn/m2	kg./cm2	° - kg./cm2	
C - 1 ESTRATO 1	0 - 1.5	100.00	71.36	33.000	21.000	12.000	2.260	1.895	5.590	10.230	16.916	0.204				CL
C - 1 ESTRATO 2	1.5 - 3.0	100.00	73.46	33.000	22.000	11.000	2.346	1.908	7.450	10.260	19.522	0.243	5.724	6.33	27.37 - 5.15	CL
C - 2 ESTRATO 1	0 - 1.5	100.00	78.40	31.000	22.000	9.000	2.225	1.874	5.800	7.600	16.329	0.124				CL
C - 2 ESTRATO 2	1.5 - 3.0	100.00	65.36	32.000	22.000	10.000	2.339	1.975	5.850	13.910	16.516	0.198	5.924	6.66	27.45 - 5.39	CL
C - 3 ESTRATO 1	0 - 1.5	100.00	73.14	31.000	22.000	9.000	2.314	1.868	5.440	23.900	21.483	0.274				CL
C - 3 ESTRATO 2	1.5 - 3.0	100.00	71.20	33.000	21.000	12.000	2.335	2.073	4.710	35.860	7.640	0.141	6.219	7.14	28.10 - 5.34	CL

## CALICATA 4

Se realizó la excavación de la calicata de 1 metro de profundidad, para la realización del ensayo de carga de placa insitu.

## ESTRATO 1

- ❖ **Densidad in situ:** Después de realizar el ensayo de densidad en campo se obtuvo el resultado de 1.90 gr/cc el cual es relativamente alto.
- ❖ **Peso específico:** El peso específico hallado fue de 2.21 gr/cc el cual se encuentra dentro del rango de acuerdo al tipo de suelo que se halló.
- ❖ **Corte directo:** El ángulo de fricción interna equivale a  $20.50^\circ$ , y la cohesión obtenida tiene un valor de  $1.67 \text{ kg/cm}^2$ , la muestra fue saturada por un periodo de 24 horas.
- ❖ **Capacidad portante:** La capacidad portante obtenida varía desde  $0.33 \text{ kg/cm}^2$  hasta  $0.42 \text{ kg/cm}^2$  a una profundidad de 1.20 m hasta los 3.00 m; la capacidad portante cumple con la condición  $Q_{ult} > Q_{act}$  (Carga última) >  $Q_{act}$  (Carga activa)
- ❖ **Placa de carga estática:** Los datos obtenidos del ensayo de carga de placa en estado natural, son los siguientes:
  - Módulo de elasticidad del suelo:  $E = 3763.74 \text{ tn/m}^2$
  - Módulo de Reacción del Suelo:  $K_{30} = 19.02 \text{ kg/cm}^3$
  - Capacidad Portante insitu:  $5.41 \text{ kg/cm}^2$

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

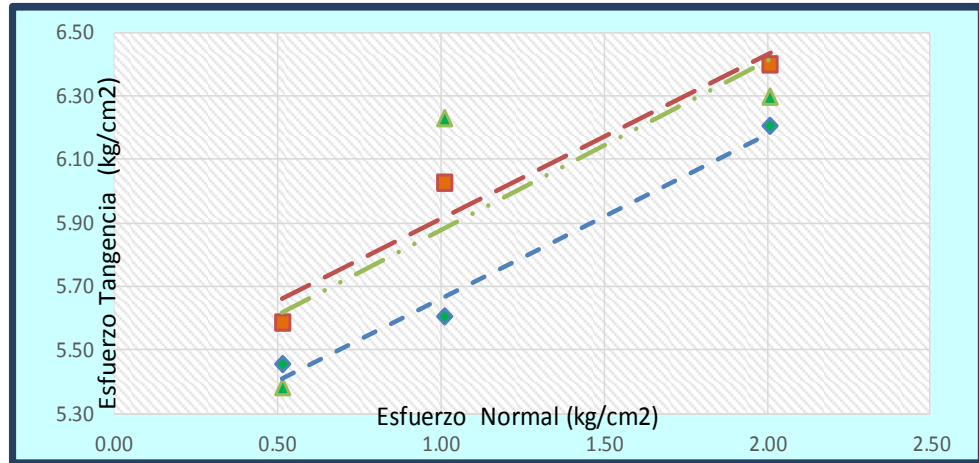
Tras analizar los diferentes resultados obtenidos con el estudio de suelos y realizando el ensayo de placa de carga estática en el asentamiento urbano Alto Locumba, se procede a realizar las discusiones que servirán para consolidar lo obtenido, y sirva para una futura línea para nuevas investigaciones.

Según las calicatas realizadas se identificó que el tipo de suelo es una arcilla inorgánica, de baja plasticidad, cuya densidad fluctúa de  $1.8 \text{ gr/cm}^3$  a  $2.0 \text{ gr/cm}^3$  y el límite líquido corresponde a un valor de 30 – 33; cabe precisar que no se realizó el ensayo de sedimentación. Adicionalmente, según el reglamento nacional de edificaciones E.050 se determinó que el suelo no es propenso al colapso.

Según los resultados de análisis en las tres calicatas, se tiene una densidad in situ promedio de  $1.93 \text{ gr/cm}^3$ , esto debido a que, el material se ha consolidado, cuya capacidad admisible en estado natural es mayor a  $5 \text{ kg/cm}^2$ .

Se puede indicar que las 3 calicatas al no existir cambios en sus propiedades físicas y mecánicas, vienen a estar catalogadas como un mismo suelo en la zona de estudio.

Respecto a los parámetros de resistencia al corte, se advierte que, los valores de resistencia máxima, según el ensayo de Corte Directo en estado natural varían de  $27.37^\circ$  a  $28.10^\circ$  para el ángulo de fricción y de  $5 \text{ kg/cm}^2$  para la cohesión según se aprecia en la figura 11.

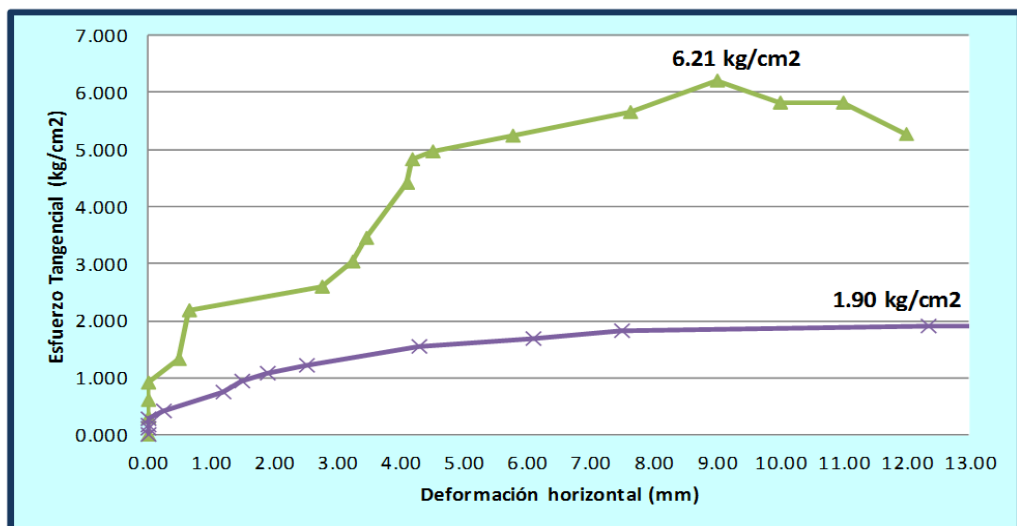


CALICATA	ÁNGULO DE FRICCIÓN	COHESIÓN
C-1	27.37°	5.15 kg/cm2
C-2	27.45°	5.39 kg/cm2
C-3	28.10°	5.34 kg/cm2

Figura 11. Valores Máximos – Ensayo Corte Directo

FUENTE: Propia

En la figura 12, se analizó la comparación entre los resultados obtenidos en el ensayo de Corte Directo en estado natural y el ensayo de Corte Directo en estado humedecido en 24 horas; dando como resultado la disminución de la resistencia debido al incremento del contenido de humedad, esto puede responder el motivo de las fisuras y fallas en los muros.

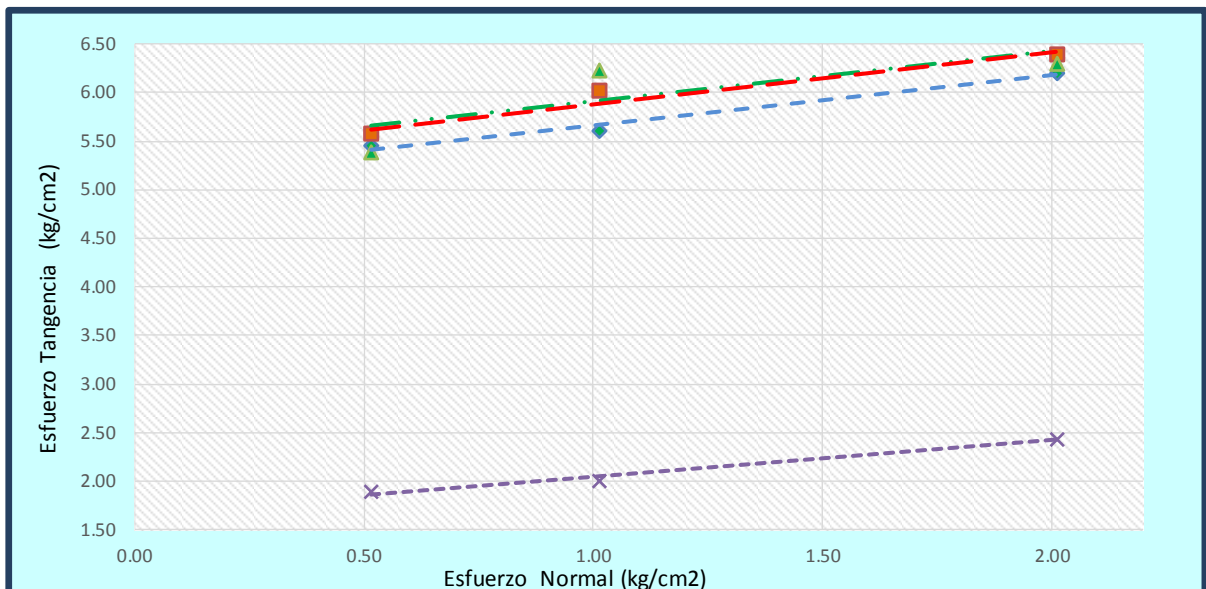


CORTE DIRECTO	SECO NATURAL		C-1
CORTE DIRECTO	HUMEDECIDO		C-4

Figura 12. Resultados de Corte Directo – Seco y Humedecido

FUENTE: Propia

En la figura 13, se realizó la comparación entre los esfuerzos normales y tangenciales en los distintos estados del suelo; se observa la disminución de la resistencia de corte, ya que el suelo al momento de saturarse o incrementar el contenido de humedad, pierde su capacidad de resistencia, así como la disminución de su cohesión en un 68.45 % (de 5.39 kg/cm<sup>2</sup> a 1.67 kg/cm<sup>2</sup>), y de 28.10° a 20.50° el Angulo de fricción, como se aprecia a continuación:



	CALICATA	ÁNGULO DE FRICCIÓN	COHESIÓN
	C-1	27.37°	5.15 kg/cm <sup>2</sup>
	C-2	27.45°	5.39 kg/cm <sup>2</sup>
	C-3	28.10°	5.34 kg/cm <sup>2</sup>
	C-4	20.10°	1.67 kg/cm <sup>2</sup>

Figura 13. Esfuerzos Normales y Tangenciales

FUENTE: Propia

El cálculo de la capacidad admisible se determinó mediante métodos de resistencia y asentamientos; si bien es cierto que los cálculos de capacidad admisible por resistencia fueron obtenidos en los estados secos y humedecido por 24 horas, no se logró obtener el cálculo de capacidad admisible por asentamiento en estado saturado, por las condiciones que se generaban y por no conocer la saturación del suelo in situ al 100%.

Respecto al módulo de elasticidad, en estado natural y mediante el ensayo de carga de placa in situ, se determinó que corresponde aproximadamente a 3763.74 tn/m<sup>2</sup>, lo cual origina un asentamiento elástico de 2 mm (para una cimentación típica), sin

embargo, por lo expuesto anteriormente, no pudo determinarse mediante ensayos in situ los valores saturados, como se aprecia en la figura 14.

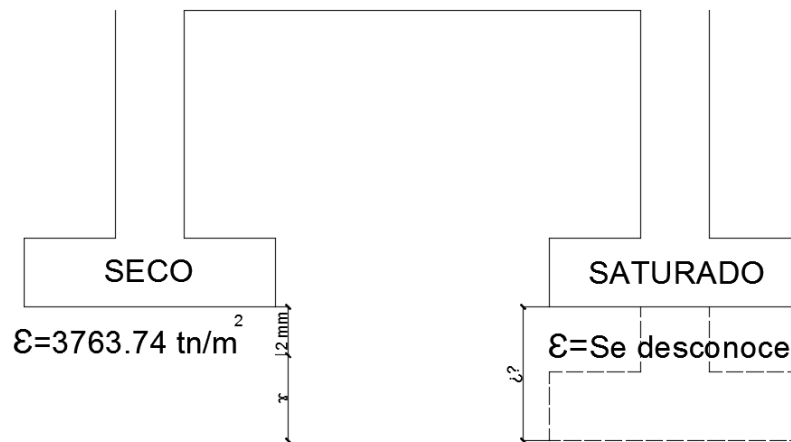


Figura 14. Cimentación en estado Seco y Saturado

FUENTE: Propia

Se logró obtener los datos de la capacidad de carga admisible por resistencia teniendo como datos y resultados los mostrados a continuación en la tabla 12:

Tabla 12. Capacidad de Carga Admisible Obtenida

CALICATA	$\emptyset$	C (kg/cm <sup>2</sup> )	B (m)	Df (m)	F.S	ESTADO	Q <sub>adm</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
C-1	27.37°	5.15	1.20	1.50	4	NATURAL	6.33
C-2	27.45°	5.39	1.20	1.50	4	NATURAL	6.66
C-3	28.10°	5.34	1.20	1.50	4	NATURAL	7.14
C-4	20.50°	1.67	1.20	1.50	4	NATURAL	1.61

Ahora, según la norma E.050 para un suelo arcilloso, como el presente, únicamente se deberá de considerar la cohesión, teniendo que considerar un valor de Angulo de fricción igual a 0, en ese sentido los valores de Q<sub>adm</sub> bajan sus valores de 0.84 kg/cm<sup>2</sup> a 0.34 kg/cm<sup>2</sup>, para las mismas condiciones antes mostradas.

El cálculo de la capacidad admisible por asentamiento en estado humedecido por 24 horas, no fue posible analizar debido al tiempo y costo del ensayo insitu, pero se logró obtener mediante el ensayo de Carga de placa la capacidad admisible en un estado natural de Q<sub>adm</sub> = 5.41 kg/cm<sup>2</sup>, el cual nos indica que el suelo en su estado natural es resistente.

Se obtuvo el gráfico Esfuerzo – Deformación y los valores obtenidos se muestran a continuación en la figura 15.

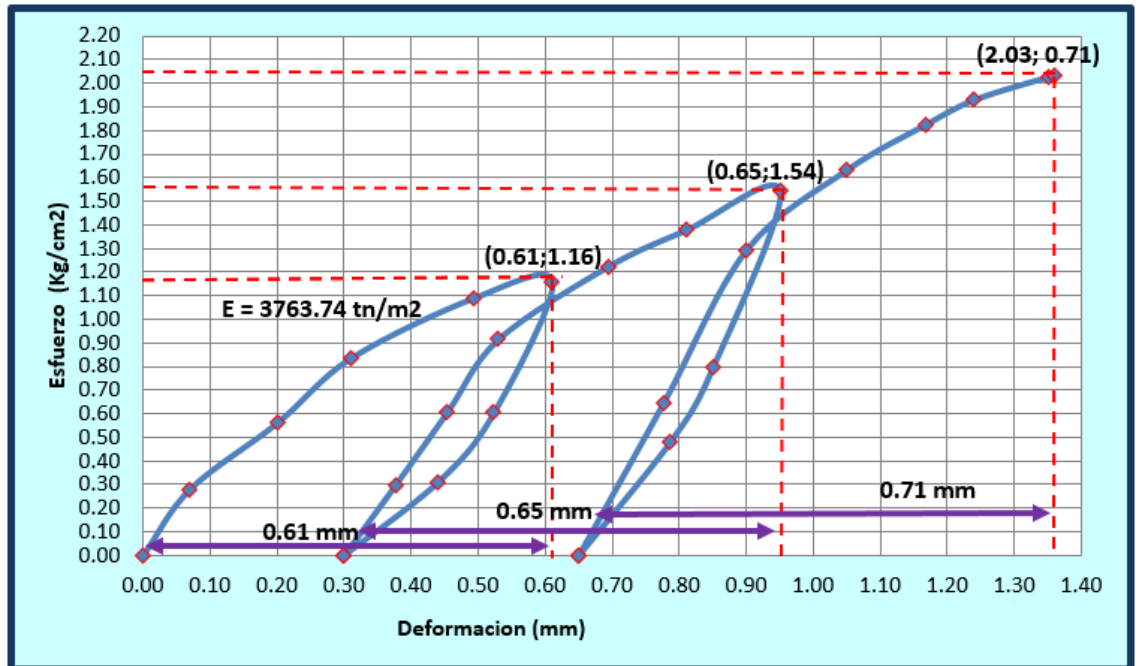


Figura 15. Cargas Obtenidas en Diferentes Ciclos

FUENTE: Propia

El Módulo de reacción del suelo ( $K_{30}$ ), fue obtenido en distintos ciclos de carga y descarga, el cual se tomará como dato el menor valor que es ocasionado por el primer ciclo dando un resultado de  $K_{30} = 19.02 \text{ kg/cm}^3$ .

Se obtuvo el módulo de elasticidad del suelo mediante el ensayo de carga de placa estática, teniendo resultados en distintos ciclos de carga y descarga, el cual se tomó como dato el menor valor que es ocasionado por el primer ciclo dando como resultado  $E = 3763.74 \text{ tn/m}^2$ .

Considerando que nuestra capacidad ultima del suelo calculado fue de aproximadamente  $25 \text{ kg/cm}^2$  ( $Q_u$ ), y la capacidad admisible aproximado de  $6 \text{ kg/cm}^2$ , se advierte que el valor obtenido del Módulo de Balasto se encuentra dentro de los rangos recomendados según se aprecia en la Tabla 13.

Tabla 13. Comparación del Coeficiente de Balasto

	TERZAGUI			C.T.E.			JIMÉNEZ			WINKLER			DATO OBTENIDO		
	CONDICIÓN	K30 min	K30 max	K30 min	K30 max	K30 max	CONDICIÓN	K30 min	K30 max	CONDICIÓN	K30 min	Qu	Qadm	K30	
		kg/cm3	kg/cm3	kg/cm3	kg/cm3	kg/cm3		kg/cm3	kg/cm3		kg/cm3	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm3	
COEFICIENTE DE BALASTO EN ARCILLA	$q_u > 4 \text{ kg/cm}^2$	> 6.4	6	20	$q_{adm}=4 \text{ a } 10 \text{ kg/cm}^2$	8	21	Esf Adm 4 (kg/cm2)	8	25	6	19.02			



Los muros de las viviendas de un nivel se encuentran fisuradas, debido a la elevada resistencia de capacidad de carga en estado natural de aproximadamente  $7 \text{ kg/cm}^2$ , y considerando las cargas de las viviendas de un nivel, la cimentación no debería de tener problemas de fisuras en los muros, sin embargo, analizando las propiedades mecánicas del suelo en estado humedecido en 24 horas se redujo a  $0.34 \text{ kg/cm}^2$ , en ese sentido las propiedades se ven disminuidas drásticamente debido al incremento del contenido de humedad.

Cabe precisar que las viviendas tienen en su interior jardines y red de agua y desagüe en el exterior, los cuales a largo plazo incrementan el contenido de humedad y a su vez disminuye el Angulo de fricción y la cohesión.

## CONCLUSIONES

1. De acuerdo a lo desarrollado en campo se concluye que por medio del estudio de suelos se pudo determinar la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas del asentamiento urbano Alto Locumba; siendo esta la causa que produce fisuras en los muros, debido al incremento del contenido de humedad, disminuyendo así su capacidad de resistencia al esfuerzo cortante.
2. Se logró diseñar el equipo de carga de placa estática, tomando como guía la normativa nacional (NTP 339.153), y la normativa internacional (ASTM D1194 - 94), cumpliendo así con las características necesarias para realizar el ensayo.
3. El estudio de suelos permitió determinar las propiedades físicas y mecánicas del asentamiento urbano Alto Locumba; tomando muestras en tres calicatas con una profundidad de tres metros y una cuarta calicata con una profundidad de un metro. De donde se concluye que:
  - ❖ Las propiedades físicas corresponden a arcillas de baja plasticidad del tipo CL, con un contenido de humedad que fluctúa entre 4.7 % y 7.4 %; un peso específico promedio de 2.30 gr/cc.
  - ❖ Las propiedades mecánicas de las muestras analizadas tienen un valor para la cohesión de aproximadamente 5 kg/cm<sup>2</sup> y un Angulo de fricción que fluctúa entre 27.37° a 28.10°.
  - ❖ Se obtuvieron valores de esfuerzo y deformaciones picos equivalentes a: en estado natural 6.21 kg/cm<sup>2</sup> y para la muestra humedecida en 24 horas de 1.90 kg/cm<sup>2</sup>.
  - ❖ Se determinó el valor de la capacidad portante en condiciones normales en estado natural la capacidad portante promedio del terreno varía entre 6.33 a 7.14 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo, luego de humedecer el suelo 24 horas. Se redujo a 0.34 kg/cm<sup>2</sup>.

- ❖ En condiciones del terreno en un estado humedecido por 24 horas (cimentación expuesta al contacto con agua) se tiene una capacidad portante equivalente a  $0.34 \text{ kg/cm}^2$ .
  - ❖ Mediante el ensayo de carga de placa se determinó el módulo de elasticidad del suelo en estado natural, obteniendo como resultado  $E= 3763.74 \text{ tn/m}^2$ .
  - ❖ El ensayo de carga de placa estática se realizó en condiciones naturales del terreno, no lográndose obtener resultados en distintos estados del suelo, debido a las limitaciones del tiempo (tenemos que considerar la saturación de la calicata puesto que no se cuenta con una fuente de agua permanente) y costo (para poder saturar la muestra se necesitaba llevar a la zona una cisterna y dejar a un encargado para el continuo llenado de agua en la calicata) para la realización del ensayo in situ.
  - ❖ Cuando el suelo incrementa su contenido de humedad pierde su resistencia al esfuerzo cortante, ocasionando las fisuras y fallas en los muros, concluyendo que el incremento del contenido de humedad en las arcillas es el motivo de dichos problemas.
4. El coeficiente de balasto en estado natural, determinado mediante la curva presión – deformación es de  $19.02 \text{ kg/cm}^2/\text{cm}$ , no siendo posible realizarlo en estado saturado, debido al tiempo de saturación de la arcilla.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la Municipalidad de Locumba aislar las conexiones de agua y desagüe en el asentamiento Alto Locumba, así como las áreas verdes, de tal forma que la humedad del suelo de apoyo no se incremente.
2. Se recomienda a la Municipalidad de Locumba analizar posibles mejoras del suelo no invasivas, para solucionar los problemas actuales.
3. Se recomienda a la Municipalidad de Locumba realizar un análisis químico del suelo en la zona de estudio, para así poder determinar las características de la arcilla y los minerales pertenecientes a estas.
4. Se recomienda a la Municipalidad de Locumba y además a futuras investigaciones realizar un mapeo de suelos completo de la ciudad de Locumba con el fin de tener definidas las características físicas y geológicas del suelo.
5. Se recomienda a la Municipalidad de Locumba analizar posibilidades para construcciones futuras en el proceso constructivo y/o diseños sobre estos tipos de suelos.
6. Se recomienda a la Municipalidad de Locumba, para construcciones futuras en la zona de estudio, utilizar zapatas conectadas debido a que las plateas o losas de cimentación tienden a ser de mayor costo ocasionando un incremento significativo en el valor de la construcción; considerando que todos estas cumplen funciones de absorber los asentamientos diferenciales.
7. Se recomienda a futuras investigaciones realizar el ensayo de consolidación, puesto que se deberá saber los asentamientos primarios y secundarios que generan estas arcillas.
8. Se recomienda continuar con la investigación en la zona de estudio, utilizando ensayos especiales como triaxiales en estado natural y saturado, tanto para ángulo de fricción, cohesión y módulo de elasticidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACEVEDO TRUJILLO, C.A. y HENAO TORRES, L.F. (2016). DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE REACCIÓN (K) PARA EL CONJUNTO DE CAPA TRITURADA Y SUB-RASANTE. Cartagena de Indias – Colombia.
2. AGUDELO ZAPATA, JOSE ANTONIO. (2015). Breve resumen del Coeficiente de Balasto. Estructurando. Recuperado de <http://estructurando.net/2015/10/26/breve-resumen-del-coeficiente-de-balasto/>
3. AVILA; ANIBAL. (2004) MECÁNICA DE SUELOS. Editorial: Universidad Central del Ecuador, Quito
4. BELTRÁN MARTÍNEZ; RAÚL, (2009) DISEÑO GEOTÉCNICO Y ESTRUCTURAL DE UNA CIMENTACIÓN EN ARCILLA EXPANSIVA Editorial: Universidad Nacional Autónoma de México.
5. BRAJA M; DAS, (1999). FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA GEOTÉCNICA. Editorial: International Thomson Editores.
6. BADILLO; EULALIO JUÁREZ. (2005). MECÁNICA DE SUELOS TOMO I: FUNDAMENTOS DE LA MECÁNICA DE SUELOS. Editorial: Limusa. México.
7. CALAVERA RUIZ; JOSÉ. (1992). CÁLCULO DE FLECHAS EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO. Editorial: Torreangulo Arte Gráfico, Madrid – España.
8. CALAVERA RUIZ; JOSÉ. (2015). CÁLCULO DE ESTRUCTURAS DE CIMENTACIÓN. Editorial: Intemac Ediciones, Madrid – España.

9. CORTÉS MENA, JONATHAN G. (2010). ESTUDIO EXPLORATORIO PARA LA DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE BALASTO A PARTIR DE ENSAYOS EN LABORATORIO PARA SUELOS COHESIVOS. Costa Rica.
10. CRESPO VILLALAZ; CARLOS. (2004). MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES. Editorial: Limusa. México
11. DELGADO VARGAS M., (1996). INGENIERÍA DE FUNDACIONES. Editorial: Escuela colombiana de Ingeniería, Santa Fe – Bogotá.
12. EL COEFICIENTE DE BALASTO. (2006). Recuperado de <http://blogtecnico.coag.es/wp-content/uploads/2008/07/fe03.pdf>
13. FREIRE TELLADO; MANUEL. (2001). INTERACCIÓN DEL SUELO, CIMENTO Y ESTRUCTURA. España.
14. GRAUX; DANIEL. (1975). FUNDAMENTOS DE MECÁNICA DEL SUELO, PROYECTO DE MUROS Y CIMENTACIONES. Editores Técnicos Asociados, Barcelona.
15. INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y ROCAS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA. (2014). Recuperado de <http://labsueloscivil.upbbga.edu.co/sites/default/files/SECCI%C3%83%E2%80%9CN%20100%20INV%20E-13.pdf>
16. JIMÉNEZ SALAS, J.A. (1980). GEOTECNIA Y CIMENTOS. Editorial: Rueda, Madrid.
17. LEONI, AUGUSTO JOSÉ (2005). APUNTE DE COEFICIENTE DE BALASTO. Argentina.
18. MANTILLA; FRANCISCO. (2009). MECÁNICA DE SUELOS TÉCNICA PARA EL INGENIERO CIVIL. Ambato

19. MEDRANO CASTILLO; RODOLFO CRESCENCIANO. (2008). MECÁNICA DE SUELOS II. Tehuacán – México.
20. MÉTODO PARA EL CÁLCULO DEL MÓDULO DE BALASTO. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/306478127/Metodo-Para-El-Calculo-Del-Modulo-de-Balasto>.
21. NORMA ESPAÑOLA NLT-357. (1998). España.
22. NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.153. (2001) Perú.
23. REQUENA; I. (2007). DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE BALASTO EN CIMENTACIONES.
24. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES NORMA E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES (2006), Lima-Perú.
25. STANDARD TEST METHOD FOR BEARING CAPACITY OF SOIL FOR STATIC LOAD AND SPREAD FOOTING – ASTM D1194-94. (1994).
26. SHUAN LUCAS; LUISA ESTHER, (2011) INVESTIGACIÓN DE LA MATRÍZ EN LAS GRAVAS DEL PERÚ MODELO GRAVA DE VENTANILLA Editorial: Universidad Nacional de Ingeniería.
27. SOWERS; G. (1972). INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES. Editorial: Limusa. México.
28. TERZAGHI, KARL. (1955). EVALUATION OF COEFFICIENTS OF SUBGRADE REACTION. GEOTECHNIQUE.
29. TERZAGHI, KARL Y PECK, RALPH B. (1955). SOIL MECHANICS IN ENGINEERING PRACTICE. Editorial: España, El Ateneo S.A.

30. UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA; INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (2001). ESTUDIO MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE LOCUMBA, Tacna – Perú
  
31. VALENCIA GUAMÁN; CRISTIAN DANILO. (2014). ANÁLISIS DE LA RELACIÓN DEL COEFICIENTE DE BALASTO Y SU INCIDENCIA EN LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE 7 PISOS DE HORMIGÓN ARMADO EN LA PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA. Ambato – Ecuador.
  
32. VILLARREAL CASTRO, GENNER. (2009). ANÁLISIS ESTRUCTURAL, ASAMBLEA NACIONAL DE RECTORES, Lima - Perú.



**ANEXOS**

# **ANEXO 01**

## **MATRIZ DE CONSISTENCIA**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	JUSTIFICACIÓN	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA	
PROBLEMA PRINCIPAL	<p>La presente investigación beneficiara al asentamiento urbano Alto Locumba, distrito de Jorge Basadre, Ciudad de Tacna; dando a conocer de qué manera tiene influencia el incremento de contenido de humedad en las arcillas del suelo que utilizaron y utilizan para construir sus viviendas; además contara con el ensayo especial de Placa de Carga estática, para obtener el módulo de reacción del suelo, también se determinara la curva presión-deformación mediante la cual se estimara el coeficiente de balasto(valor real); se podra asociar la rigidez del suelo en que deseen construir y el asentamiento que podrá tener en una construcción futura.</p> <p>Además, la importancia de desarrollo de la siguiente investigación, radica en generar antecedentes de la zona por medio de un estudio de suelos, esto beneficiara a próximas investigaciones que se realicen en la zona o zonas con suelos arcillosos.</p> <p>Finalmente, se apoyará al asentamiento urbano Alto Locumba brindándole coeficientes para poder modelar edificaciones con menos probabilidad de fisuras, considerando el módulo de reacción del suelo al momento de la construcción; donde podrán tomar como referencia la presente investigación.</p>	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	OPERACIONALIZACIÓN	<p>Analisis granulometrico. Límites líquidos. Límites plásticos. Índice de plasticidad. Peso específico. Densidad in situ. Contenido de humedad. Grado de saturación. Porosidad. Densidad mínima. Relación de vacíos. Esfuerzo vertical. Capacidad portante. Corte directo. Curva de presión - deformación. Coeficiente de balasto (k30).</p>	TIPO DE INVESTIGACIÓN	
¿En qué medida el contenido de humedad del suelo arcilloso afecta en las viviendas de la zona?		Determinar la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas mediante un estudio de suelos en el asentamiento urbano alto Locumba, Distrito de Locumba, Provincia de Jorge Basadre.	Se determinará la influencia en el incremento de contenido de humedad en las arcillas del asentamiento urbano alto Locumba, Distrito de Locumba, Provincia de Jorge Basadre, si se desarrolla un estudio de suelos.	VARIABLE DEPENDIENTE Determinar la influencia en el incremento de contenido de humedad en las arcillas.		VARIABLE INDEPENDIENTE Estudio de suelos	Así mismo la investigación es del tipo Explicativo porque está orientada a explicar el comportamiento de una variable (Determinar la influencia en el incremento de contenido de humedad en las arcillas.) en función de una a más variables independientes (Estudio de suelos y diseño de equipo placa de carga). Este tipo de estudio permite explicar, comprender e interpretar el por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones. Con este tipo de investigación se busca encontrar las causas del problema y dar algún valor de solución.
En el asentamiento urbano Alto Locumba se encontraron fisuras en las viviendas, tienen un grosor 1 cm - 1.5 cm, lo cual genera preocupación.		OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS SECUNDARIA A	OPERACIONALIZACIÓN		VARIABLE DEPENDIENTE Realizar el ensayo de placa de carga estática.	VARIABLE INDEPENDIENTE Diseño de equipo.
a) ¿Cómo se determinará la influencia del contenido de humedad en las arcillas?		a) Diseñar un equipo que cumpla con las características necesarias para realizar el ensayo de placa de carga estática.	Se logrará diseñar un equipo que cumpla con las características necesarias para realizar el ensayo de placa de carga estática.			Diseño de campo: Este tipo de investigación se realiza en un ambiente natural, en el que no hay manipulación de variables. - Se desarrollaron en campo 04 calicatas de las cuales 01 sirvió para el ensayo de placa de carga in situ, en las otras 03 se realizaron los ensayos (densidad in situ).	
b) ¿En qué medida la falta de un estudio de suelos influye en la construcción de las viviendas en la zona?		b) Desarrollar un estudio de suelos que permita determinar las propiedades físicas, mecánicas y la capacidad portante del sitio en estudio.	Se desarrollará un estudio de suelos que permitirá determinar las propiedades físicas, mecánicas y la capacidad portante del sitio en estudio.	HIPOTESIS SECUNDARIA B	OPERACIONALIZACIÓN	Diseño de laboratorio: Este tipo de investigación se realiza en un ambiente artificial o creado. - Se desarrollaron los ensayos (contenido de humedad, peso específico, análisis granulométrico, límites de Atterberg, grado de saturación, relación de vacíos) en un laboratorio de suelos, todo estos con muestras extraídas de las 03 calicatas realizadas en el Asentamiento Urbano Alto Locumba.	
c) ¿Cuáles son las causas que producen las fisuras en las viviendas de la zona?		c) Determinar la curva presión-deformación mediante la cual se estimará el coeficiente de Balasto en diferentes estados del suelo.	Se determinará la curva presión – deformación con la cual se logrará estimar el coeficiente de balasto en diferentes estados del suelo.	HIPOTESIS SECUNDARIA B	OPERACIONALIZACIÓN		
				VARIABLE DEPENDIENTE Estimar el coeficiente de balasto en diferentes estados del suelo.	VARIABLE INDEPENDIENTE Curva presión – deformación.		

# **ANEXO 02**

## **RESULTADOS DE GABINETE**

**CALICATA 1**

# **CALICATA 1**

PERFIL ESTRATIGRÁFICO



**PERFIL ESTATIGRÁFICO**

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento Urbano Alto Locumba, distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna.		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	01/03/2017	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

PROF. EN METROS	SIMBOLOGÍA	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	IMAGEN
0.00		CL	Arcilla de baja plasticidad, altamente compacta, color café canela, sin presencia de bolonería, presenta una humedad relativamente alta, la arcilla presenta una resistencia alta	
-0.10				
-0.20				
-0.30				
-0.40				
-0.50				
-0.60				
-0.70				
-0.80				
-0.90				
-1.00				
-1.10				
-1.20				
-1.30				
-1.40				
-1.50				
-1.60		CL	Arcilla de baja plasticidad, altamente compacta, color café canela claro, sin presencia de bolonería, presenta una humedad relativamente alta, la arcilla presenta una resistencia alta	
-1.70				
-1.80				
-1.90				
-2.00				
-2.10				
-2.20				
-2.30				
-2.40				
-2.50				
-2.60				
-2.70				
-2.80				
-2.90				
-3.00				

# **CALICATA 1**

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

ESTRATO 1





Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision:

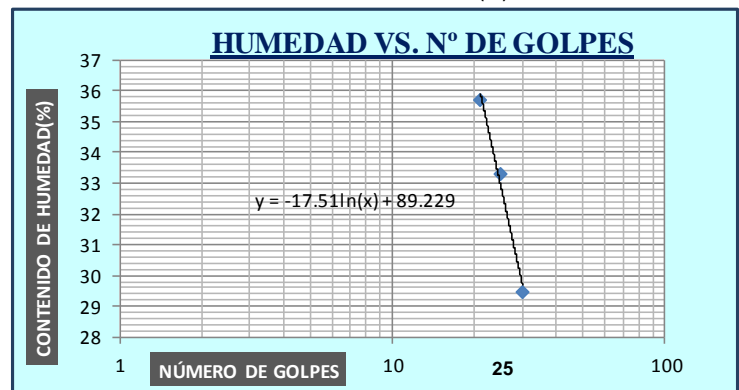
31/03/2017

## CLASIFICACIÓN DE SUELOS - SUCS - AASHTO

<b>PROYECTO</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE</b>	Tesisistas	<b>MATERIAL</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG</b>	-
<b>UBICACIÓN</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF.</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 01 - Estrato N° 01	<b>MARGEN</b>	-
<b>FECHA</b>	Mar-17	<b>APROBADO</b>	Alfonso Flores

Análisis Granulométrico Por Tamizado (ASTM-D422)			
	Malla		% que pasa
	N°	Abertura (mm)	
	3"	76.200	100.00
	2 1/2"	63.500	100.00
	2"	50.600	100.00
	1 1/2"	38.100	100.00
	1"	25.400	100.00
	3/4"	19.050	100.00
	1/2"	12.700	100.00
	3/8"	9.525	100.00
	1/4"	6.350	100.00
	N° 4	4.760	100.00
	N° 8	2.380	100.00
	N° 10	2.000	100.00
	N° 16	1.190	97.03
	N° 20	0.840	95.34
	N° 30	0.590	89.66
	N° 40	0.420	85.17
	N° 50	0.300	83.81
	N° 60	0.250	79.83
	N° 80	0.180	78.56
	N° 100	0.149	76.02
	N° 200	0.074	71.36

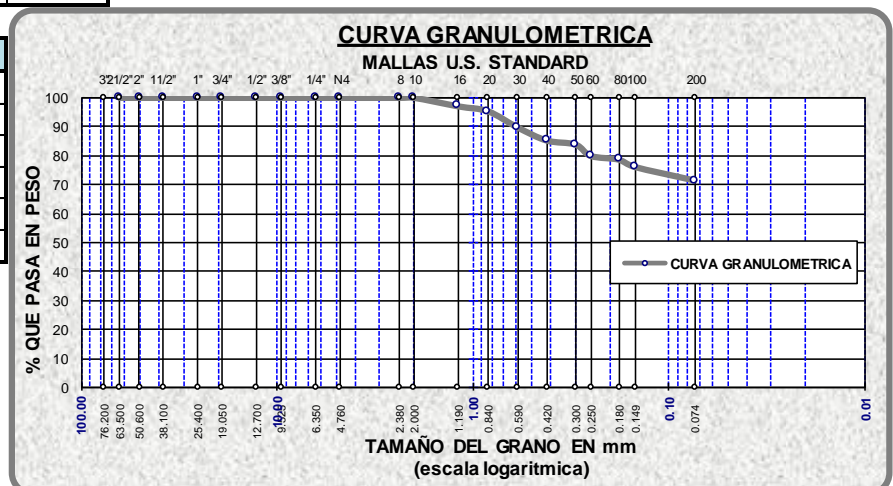
Contenido de Humedad Referencial (%W) : 5.59  
 Limite Líquido (LL) ASTM-D4318 (%) : 32.80  
 Limite Plástico (LP) ASTM-D4318 (%) : 20.93  
 Indice Plástico (IP) : 11.87



Clasificación (S.U.C.S) ASTM-D2487	
<b>CL</b>	Arenas arcillosas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.

Clasificación (S.U.C.S) ASTM-D3282	
<b>A-7-5</b>	Indice de Grupo :

Distribución Granulométrica		
% Grava	GG %	0.00
	GF %	0.00
% Arena	AG %	2.97
	AM %	11.86
% Finos		71.36

**Observaciones :**

El peso de la muestra cumple con lo especificado por la norma.

La muestra presenta Material fino en gran porcentaje.

# **CALICATA 1**

ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD

ESTRATO 1

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 "ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL"



REGISTRO

INFORME DE RESULTADO DE  
 ENSAYOS

CÓDIGO: LSCP-01-ING

Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision: 30/03/2017

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
 ASTM D-2216

<b>PROYECTO</b> :	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL</b> :	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO</b> :	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG</b> :	-
<b>UBICACIÓN</b> :	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF.</b> :	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA</b> :	Calicata N° 01 - Estrato N° 01	<b>MARGEN</b> :	-
<b>FECHA</b> :	Mar-17	<b>APROBADO</b> :	Alfonso Flores

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Peso de la Tara	gr.	110.65	125.76	98.23
Peso de la Tara + Muestra Húmeda	gr.	134.54	151.74	118.09
Peso de la Tara + Muestra Seca	gr.	133.26	150.34	117.07
Peso de la Muestra Humeda	gr.	23.89	25.98	19.86
Peso de la Muestra Seca	gr.	22.61	24.58	18.84
Peso del Agua	gr.	1.28	1.40	1.02
Contenido de Humedad Parcial	%	<b>5.66</b>	<b>5.70</b>	<b>5.41</b>
Contenido de Humedad Total	%	<b>5.59</b>		

# **CALICATA 1**

ENSAYO: DENSIDAD IN SITU

ESTRATO 1

<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>“ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL”</b>		<b>REGISTRO</b>
		<b>INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS</b>
		<b>CÓDIGO: LSCP-01-ING</b>

Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision: 31/03/2017

**DENSIDAD IN SITU**  
ASTM D-1556

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna.		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 01 - Estrato N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°		UND.	CALICATA 01
N°	ITEM		ESTRATO 02
1	Peso de Recipiente Lleno + Cono	gr.	7740.000
2	Peso de Recipiente + Cono - Arena Ocupada	gr.	3110.000
3	Peso de Arena Empleada	gr.	4630.000
4	Peso de Arena en Cono	gr.	2670.000
5	Peso de Arena en el Hoyo	gr.	1960.000
6	Densidad de Arena	gr./cc.	1.760
7	Volumen del Hoyo	cc.	1113.636
<b>DENSIDAD HUMEDA</b>			
9	Peso de la Muestra Extraída + Tara	gr.	2410.000
10	Peso de la Tara	gr.	300.000
11	Peso de la Muestra Extraída del Hoyo	gr.	2110.000
12	Densidad In Situ	<b>gr./cc.</b>	<b>1.895</b>

# **CALICATA 1**

ENSAYO: PESO ESPECÍFICO

ESTRATO 1

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

"ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL"



REGISTRO

INFORME DE RESULTADO DE  
ENSAYOS

CÓDIGO: LSCP-01-ING

Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision: 31/03/2017

### GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS ASTM D-854

<b>PROYECTO</b> :	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL</b> :	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO</b> :	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG</b> :	-
<b>UBICACIÓN</b> :	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF.</b> :	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA</b> :	Calicata N° 01 - Estrato N° 01	<b>MARGEN</b> :	-
<b>FECHA</b> :	Mar-17	<b>APROBADO</b> :	Alfonso Flores

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Peso de la Muestra Seca	gr.	335.170	402.790	369.110
Peso de la Fiola + Muestra + Agua	gr.	841.76	876.40	857.99
Peso de la Fiola + Agua	gr.	652.65	652.65	652.65
Volumen desplazado	cc.	146.06	179.04	163.77
Peso Especifico	gr./cc.	<b>2.295</b>	<b>2.250</b>	<b>2.254</b>
Temperatura del ensayo	°C	30	30	30
Factor de Correccion (K)	-	0.9974	0.9974	0.9974
Peso Especifico relativo de sólidos a 20°C	gr./cc.	<b>2.289</b>	<b>2.244</b>	<b>2.248</b>
P. Especifico (Promedio)	gr./cc.		<b>2.266</b>	
P. Especifico R. sólidos a 20°C (promedio)	gr./cc.		<b>2.260</b>	

# **CALICATA 1**

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ESTRATO 1



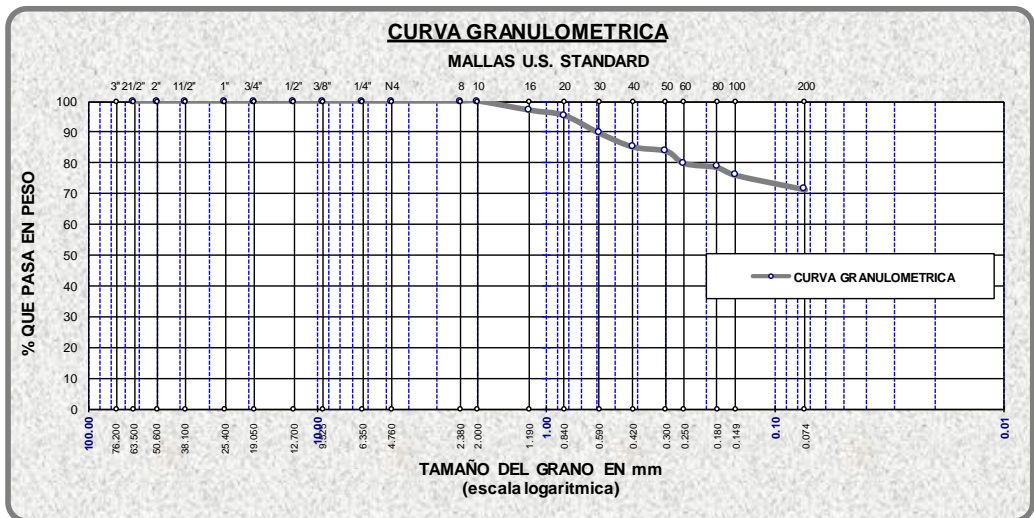
Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision: 31/03/2017

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D-442

<b>PROYECTO</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE</b>	Tesistas	<b>MATERIAL</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG</b>	-
<b>UBICACIÓN</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF.</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 01 - Estrato N° 01	<b>MARGEN</b>	-
<b>FECHA</b>	Mar-17	<b>APROBADO</b>	Alfonso Flores

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	MATERIAL OBTENIDO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>GRAVA</b>	ω. muestra antes lavado (gr): 1180 ω. muestra despues lavado (gr): 338  D60 = - D30 = - D10 = -  Cu = - Cc = -
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00		
N° 8	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00		
N° 10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
N° 16	1.190	35.00	2.97	2.97	97.03	<b>ARENA</b>	Clasificación SUCS : CL  **Obs: El porcentaje de perdida fue corregido en laboratorio.
N° 20	0.840	20.00	1.69	4.66	95.34		
N° 30	0.590	67.00	5.68	10.34	89.66		
N° 40	0.420	53.00	4.49	14.83	85.17		
N° 50	0.300	16.00	1.36	16.19	83.81		
N° 60	0.250	47.00	3.98	20.17	79.83		
N° 80	0.180	15.00	1.27	21.44	78.56		
N° 100	0.149	30.00	2.54	23.98	76.02		
N° 200	0.074	55.00	4.66	28.64	71.36		
<b>BASE TOTAL</b>		842.00	71.36	100.00	0.00		
<b>% PERDIDA</b>		1180.00					
		71.36					



# **CALICATA 1**

ENSAYO: LÍMITES DE ATTERBERG

ESTRATO 1

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

"ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL"



REGISTRO

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

CÓDIGO: LSCP-01-ING

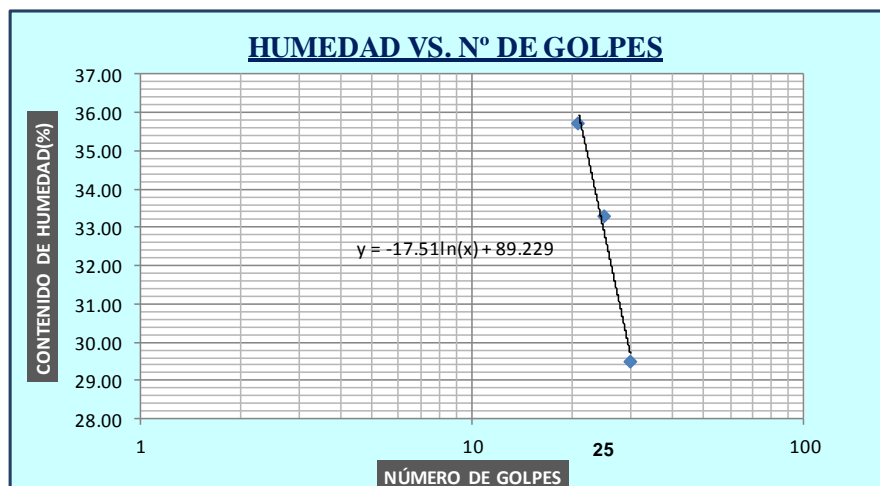
Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emisión: 30/03/2017

**LÍMITE LÍQUIDO**  
ASTM D-4318

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 01 - Estrato N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA	UND.	1	2	3
N° Golpes	-	30	25	21
Peso del frasco	gr.	59.61	53.11	58.47
Peso del frasco + suelo humedo	gr.	75.86	83.94	92.44
Peso del frasco + suelo seco	gr.	72.16	76.24	83.50
Peso del agua	gr.	3.70	7.70	8.94
Peso del suelo seco	gr.	12.55	23.13	25.03
Contenido de Humedad	%	29.48	33.29	35.72
Limite Liquido	%	<b>30.14</b>	<b>33.29</b>	<b>34.97</b>
Limite Liquido (promedio)	%	<b>32.80</b>		





Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emisión: 30/03/2017

**LÍMITE PLÁSTICO**  
 ASTM D-4318

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesisistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 01 - Estrato N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA	UND.	1	2	3
Peso del frasco	gr.	55.00	55.00	55.00
Peso del frasco + suelo humedo	gr.	61.54	62.41	60.69
Peso del frasco + suelo seco	gr.	60.42	61.15	59.68
Peso del agua	gr.	1.12	1.26	1.01
Peso del suelo seco	gr.	5.42	6.15	4.68
Límite plástico	%	20.66	20.49	21.63
Límite plástico (promedio)	%	<b>20.93</b>		

# **CALICATA 1**

ENSAYO: GRADO DE SATURACIÓN

ESTRATO 1

<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>"ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL"</b>		REGISTRO
		INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS
		CÓDIGO: LSCP-01-ING

Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision: 30/03/2017

**GRADO DE SATURACIÓN**

<b>PROYECTO :</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesisias	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 01 - Estrato N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°	Und.	1	2	3
Peso de la Muestra Humeda Natural	gr.	134.54	151.74	118.09
Peso de la Muestra seca	gr.	133.26	150.34	117.07
Peso del Agua	gr.	1.28	1.40	1.02
Peso especifico	gr/cc.	2.289	2.244	2.248
Densidad in situ	gr/cc.	1.895	1.895	1.895
Volumen de Masa	cc.	71.00	80.07	62.32
Volumen Solido	cc.	58.22	67.00	52.08
Volumen de Vacios	cc.	12.774	13.074	10.239
Grado de Saturacion	%	<b>10.020</b>	<b>10.709</b>	<b>9.962</b>
Grado de saturacion (Promedio)	%	<b>10.23</b>		

# **CALICATA 1**

ENSAYO: POROSIDAD

ESTRATO 1



Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emisión: 30/03/2017

**POROSIDAD**

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 01 - Estrato N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°	Und.	1	2	3
Peso de la Muestra Humeda Natural	gr.	134.54	151.74	118.09
Peso de la Muestra seca	gr.	133.26	150.34	117.07
Peso específico	gr/cc.	2.289	2.244	2.248
Densidad in situ	gr/cc.	1.895	1.895	1.895
Volumen de Masa	cc.	71.00	80.07	62.32
Volumen Solido	cc.	58.22	67.00	52.08
Volumen de Vacios	cc.	12.774	13.074	10.239
Porosidad del suelo	%	<b>17.992</b>	<b>16.327</b>	<b>16.430</b>
Porosidad del suelo (Promedio)	%	<b>16.916</b>		



# **CALICATA 1**

ENSAYO: RELACIÓN DE VACÍOS

ESTRATO 1



Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emision: 30/03/2017

**RELACIÓN DE VACIOS**

<b>PROYECTO :</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 01 - Estrato N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°	Und.	1	2	3
Peso de la Muestra	gr.	134.54	151.74	118.09
Peso de la muestra seca	gr.	133.26	150.34	117.07
Peso específico	gr/cc.	2.289	2.244	2.248
Densidad in situ	gr/cc.	1.895	1.895	1.895
Volumen de Masa	cc.	71.00	80.07	62.32
Volumen Solido	cc.	58.22	67.00	52.08
Volumen de Vacios	cc.	12.774	13.074	10.239
Relacion de vacios		<b>0.219</b>	<b>0.195</b>	<b>0.197</b>
Relacion de vacios (Promedio)		<b>0.204</b>		

# **CALICATA 1**

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

ESTRATO 2

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

"ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL"



REGISTRO

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

CÓDIGO: LSCP-01-ING

Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emisión:

31/03/2017

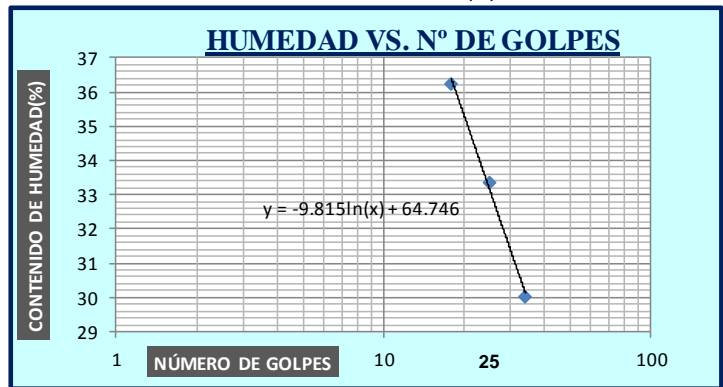
### CLASIFICACIÓN DE SUELOS - SUCS - AASHTO

<b>PROYECTO</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE</b>	Tesistas	<b>MATERIAL</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG</b>	-
<b>UBICACIÓN</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF.</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 01 - Estrato N° 02	<b>MARGEN</b>	-
<b>FECHA</b>	Mar-17	<b>APROBADO</b>	Alfonso Flores

#### Análisis Granulométrico Por Tamizado (ASTM-D422)

Malla	N°	Abertura (mm)	% que pasa
2 1/2"	63.500	100.00	
2"	50.600	100.00	
1 1/2"	38.100	100.00	
1"	25.400	100.00	
3/4"	19.050	100.00	
1/2"	12.700	100.00	
3/8"	9.525	100.00	
1/4"	6.350	100.00	
N° 4	4.760	100.00	
N° 8	2.380	100.00	
N° 10	2.000	98.07	
N° 16	1.190	95.41	
N° 20	0.840	93.18	
N° 30	0.590	92.02	
N° 40	0.420	89.72	
N° 50	0.300	85.99	
N° 60	0.250	84.86	
N° 80	0.180	80.02	
N° 100	0.149	77.37	
N° 200	0.074	73.46	

Contenido de Humedad Referencial (%W) : 7.45  
 Limite Líquido (LL) ASTM-D4318 (%) : 33.13  
 Limite Plástico (LP) ASTM-D4318 (%) : 22.19  
 Indice Plástico (IP) : 10.94

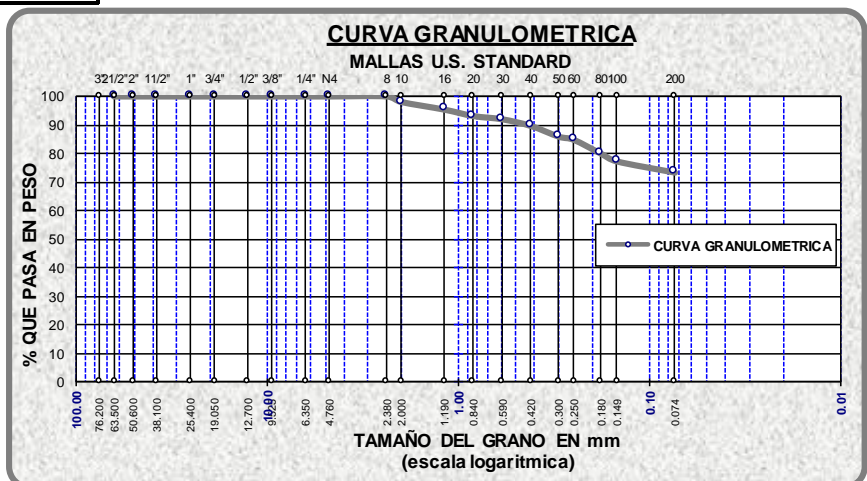


Clasificación (S.U.C.S) ASTM-D2487	
CL	Arenas arcillosas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.

Clasificación (S.U.C.S) ASTM-D3282	
A-7-5	Indice de Grupo :

#### Distribución Granulométrica

% Grava	GG %	0.00
	GF %	0.00
% Arena	AG %	4.59
	AF %	16.27
% Finos		73.46



#### Observaciones :

El peso de la muestra cumple con lo especificado por la norma.

La muestra presenta Material fino en gran porcentaje.

# **CALICATA 1**

ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD

ESTRATO 2



Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision: 30/03/2017

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
 ASTM D-2216

<b>PROYECTO :</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 01 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Peso de la Tara	gr.	74.69	90.48	105.11
Peso de la Tara + Muestra Húmeda	gr.	86.24	107.85	124.75
Peso de la Tara + Muestra Seca	gr.	85.45	106.67	123.34
Peso de la Muestra Humeda	gr.	11.55	17.37	19.64
Peso de la Muestra Seca	gr.	10.76	16.19	18.23
Peso del Agua	gr.	0.79	1.18	1.41
Contenido de Humedad Parcial	%	<b>7.34</b>	<b>7.29</b>	<b>7.73</b>
Contenido de Humedad Total	%	<b>7.45</b>		

# **CALICATA 1**

ENSAYO: DENSIDAD IN SITU

ESTRATO 2



Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision: 31/03/2017

**DENSIDAD IN SITU**  
 ASTM D-1556

<b>PROYECTO</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE</b>	Tesisistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 01 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°		UND.	CALICATA 01
N°	ITEM		ESTRATO 02
1	Peso de Recipiente Lleno + Cono	gr.	7210.800
2	Peso de Recipiente + Cono - Arena Ocupada	gr.	2706.000
3	Peso de Arena Empleada	gr.	4504.800
4	Peso de Arena en Cono	gr.	2790.000
5	Peso de Arena en el Hoyo	gr.	1714.800
6	Densidad de Arena	gr./cc.	1.760
7	Volumen del Hoyo	cc.	974.318
<b>DENSIDAD HUMEDA</b>			
9	Peso de la Muestra Extraida + Tara	gr.	2159.000
10	Peso de la Tara	gr.	300.000
11	Peso de la Muestra Extraida del Hoyo	gr.	1859.000
12	Densidad In Situ	<b>gr./cc.</b>	<b>1.908</b>



# **CALICATA 1**

ENSAYO: PESO ESPECÍFICO

ESTRATO 2



Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision: 31/03/2017

**GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS**  
 ASTM D-854

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 01 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Peso de la Muestra Seca	gr.	386.500	415.190	441.870
Peso de la Fiola + Muestra + Agua	gr.	876.19	891.87	904.52
Peso de la Fiola + Agua	gr.	652.65	652.65	652.65
Volumen desplazado	cc.	162.96	175.97	190.00
Peso Específico	gr./cc.	<b>2.372</b>	<b>2.359</b>	<b>2.326</b>
Temperatura del ensayo	°C	30	30	30
Factor de Corrección (K)	-	0.9974	0.9974	0.9974
Peso Específico relativo de sólidos a 20°C	gr./cc.	<b>2.366</b>	<b>2.353</b>	<b>2.320</b>
P. Específico (Promedio)	gr./cc.		<b>2.352</b>	
P. Específico R. sólidos a 20°C (promedio)	gr./cc.		<b>2.346</b>	

# **CALICATA 1**

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ESTRATO 2

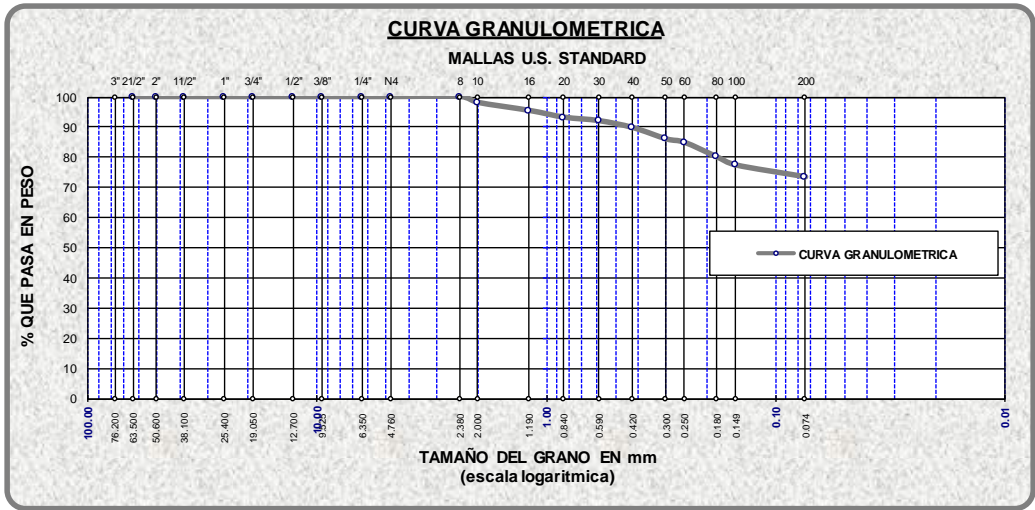
Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emisión: 31/03/2017

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
ASTM D-442**

<b>PROYECTO</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE</b>	Tesis	<b>MATERIAL</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG</b>	-
<b>UBICACIÓN</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF.</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 01 - Estrato N° 02	<b>MARGEN</b>	-
<b>FECHA</b>	Mar-17	<b>APROBADO</b>	Alfonso Flores

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	MATERIAL OBTENIDO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	GRAVA	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00		
N° 8	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00	ARENA	Clasificación SUCS : CL  **Obs: El porcentaje de perdida fue corregido en laboratorio.
N° 10	2.000	25.90	1.93	1.93	98.07		
N° 16	1.190	35.80	2.66	4.59	95.41		
N° 20	0.840	30.00	2.23	6.82	93.18		
N° 30	0.590	15.60	1.16	7.98	92.02		
N° 40	0.420	30.90	2.30	10.28	89.72		
N° 50	0.300	50.20	3.73	14.01	85.99		
N° 60	0.250	15.20	1.13	15.14	84.86		
N° 80	0.180	65.10	4.84	19.98	80.02		
N° 100	0.149	35.70	2.65	22.63	77.37		
N° 200	0.074	52.60	3.91	26.54	73.46		
<b>BASE TOTAL</b>		988.00	73.46	100.00	0.00		
<b>% PERDIDA</b>		1345.00					
		73.46					



# **CALICATA 1**

ENSAYO: LÍMITES DE ATTERBERG

ESTRATO 2



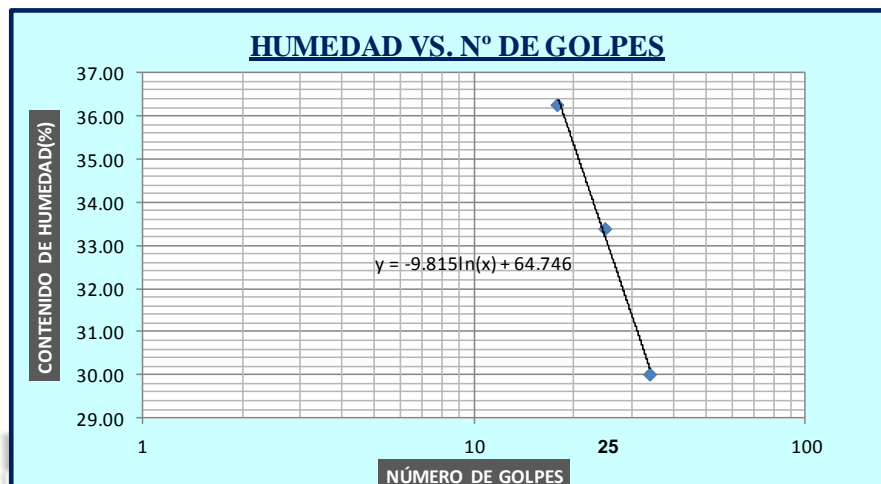
Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emision: 30/03/2017

**LÍMITE LÍQUIDO**  
 ASTM D-4318

<b>PROYECTO</b> :	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesisistas	<b>MATERIAL</b> :	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO</b> :	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG</b> :	-
<b>UBICACIÓN</b> :	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF.</b> :	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA</b> :	Calicata N° 01 - Estrato N° 02	<b>MARGEN</b> :	-
<b>FECHA</b> :	Mar-17	<b>APROBADO</b> :	Alfonso Flores

MUESTRA	UND.	1	2	3
N° Golpes	-	34	25	18
Peso del frasco	gr.	52.88	54.01	49.69
Peso del frasco + suelo humedo	gr.	68.69	71.07	81.44
Peso del frasco + suelo seco	gr.	65.04	66.80	72.99
Peso del agua	gr.	3.65	4.27	8.45
Peso del suelo seco	gr.	12.16	12.79	23.30
Contenido de Humedad	%	30.02	33.39	36.27
Limite Liquido	%	<b>31.15</b>	<b>33.39</b>	<b>34.85</b>
Limite Liquido (promedio)	%	<b>33.13</b>		





Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emision: 30/03/2017

**LÍMITE PLÁSTICO**  
 ASTM D-4318

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 01 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA	UND.	1	2	3
Peso del frasco	gr.	50.00	50.00	50.00
Peso del frasco + suelo humedo	gr.	57.40	56.11	56.70
Peso del frasco + suelo seco	gr.	56.04	55.00	55.50
Peso del agua	gr.	1.36	1.11	1.20
Peso del suelo seco	gr.	6.04	5.00	5.50
Límite plástico	%	22.52	22.20	21.84
Límite plástico (promedio)	%	<b>22.19</b>		

# **CALICATA 1**

ENSAYO: GRADO DE SATURACIÓN

ESTRATO 2





Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emisión: 30/03/2017

**GRADO DE SATURACIÓN**

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesisistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 01 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°	Und.	1	2	3
Peso de la Muestra Humeda Natural	gr.	86.24	107.85	124.75
Peso de la Muestra seca	gr.	85.45	106.67	123.34
Peso del Agua	gr.	0.79	1.18	1.41
Peso especifico	gr/cc.	2.366	2.353	2.320
Densidad in situ	gr/cc.	1.908	1.908	1.908
Volumen de Masa	cc.	45.20	56.53	65.38
Volumen Solido	cc.	36.12	45.33	53.17
Volumen de Vacios	cc.	9.077	11.197	12.209
Grado de Saturacion	%	<b>8.703</b>	<b>10.538</b>	<b>11.549</b>
Grado de saturacion (Promedio)	%	<b>10.26</b>		

# **CALICATA 1**

ENSAYO: POROSIDAD

ESTRATO 2

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

"ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL"



REGISTRO

INFORME DE RESULTADO DE  
ENSAYOS

CÓDIGO: LSCP-01-ING

Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emisión: 30/03/2017

## POROSIDAD

<b>PROYECTO</b> :	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL</b> :	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO</b> :	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG</b> :	-
<b>UBICACIÓN</b> :	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF.</b> :	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA</b> :	Calicata N° 01 - Estrato N° 02	<b>MARGEN</b> :	-
<b>FECHA</b> :	Mar-17	<b>APROBADO</b> :	Alfonso Flores

MUESTRA N°	Und.	1	2	3
Peso de la Muestra Humeda Natural	gr.	86.24	107.85	124.75
Peso de la Muestra seca	gr.	85.45	106.67	123.34
Peso específico	gr/cc.	2.366	2.353	2.320
Densidad in situ	gr/cc.	1.908	1.908	1.908
Volumen de Masa	cc.	45.20	56.53	65.38
Volumen Solido	cc.	36.12	45.33	53.17
Volumen de Vacios	cc.	9.077	11.197	12.209
Porosidad del suelo	%	<b>20.082</b>	<b>19.810</b>	<b>18.674</b>
Porosidad del suelo (Promedio)	%	<b>19.522</b>		

# **CALICATA 1**

ENSAYO: RELACIÓN DE VACÍOS

ESTRATO 2

<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FAULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>"ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL"</b>		<b>REGISTRO</b>
		<b>INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS</b>
		<b>CÓDIGO: LSCP-01-ING</b>

Informe N°: **LSCP - 15 - 001**

Fecha Emision: **30/03/2017**

### RELACIÓN DE VACIOS

<b>PROYECTO :</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 01 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

<b>MUESTRA N°</b>	<b>Und.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de la Muestra	gr.	86.24	107.85	124.75
Peso de la muestra seca	gr.	85.45	106.67	123.34
Peso específico	gr/cc.	2.366	2.353	2.320
Densidad in situ	gr/cc.	1.908	1.908	1.908
Volumen de Masa	cc.	45.20	56.53	65.38
Volumen Solido	cc.	36.12	45.33	53.17
Volumen de Vacios	cc.	9.077	11.197	12.209
Relacion de vacios		<b>0.251</b>	<b>0.247</b>	<b>0.230</b>
Relacion de vacios (Promedio)		<b>0.243</b>		

# **CALICATA 1**

ENSAYO: ESFUERZO VERTICAL

ESTRATO 2



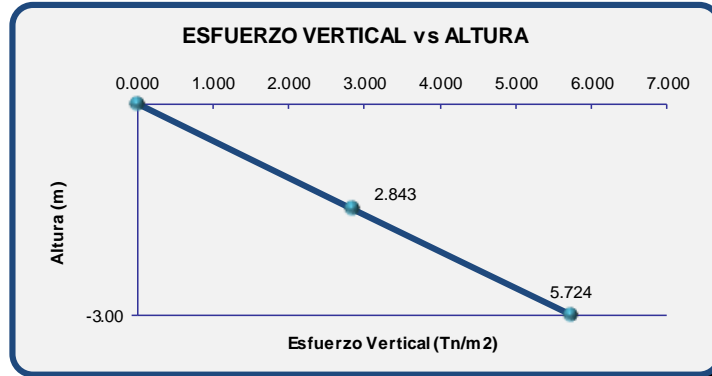
Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emision: 30/03/2017

**ESFUERZO VERTICAL DEL SUELO**

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 01 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

Estrato	D.Insitu (tn/m3)	Altura(m.)	Esf. Vertical(tn/m2)	Altura(m.)
N.S.	0.000	0.000	0.000	0.000
1.000	1.895	-1.500	2.843	-1.500
2.000	1.908	-3.000	5.724	-3.000



\* OBS. Como no se encontró Nivel Freático, el Esfuerzo efectivo es el mismo que el Esfuerzo Vertical

# **CALICATA 1**

ENSAYO: CORTE DIRECTO

ESTRATO 2





Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emisión: 30/03/2017

**ENSAYO CORTE DIRECTO  
ASTM D-3080**

PROYECTO :	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
SOLICITANTE:	Tesistas	MATERIAL :	Suelo de Fundación
ESTUDIO :	Mecánica de suelos	KM / PROG :	-
UBICACIÓN :	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	PROF. :	1.50 - 3.00 m
MUESTRA :	Calicata N° 01 - Estrato N° 02	MARGEN :	-
FECHA :	Mar-17	APROBADO :	Alfonso Flores

**CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA**

Diametro (cm)	6.19
---------------	------

Area (cm <sup>2</sup> )	30.09
-------------------------	-------

Factor de conv.	
-----------------	--

**APLICACIONES DE CARGA :**

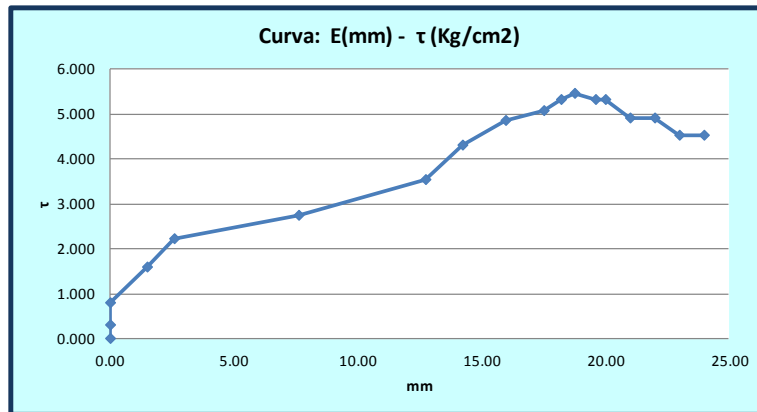
**ENSAYO N° 1**

Carga Normal (KN)	4.00
-------------------	------

Carga Normal (Kg)	15.5
-------------------	------

Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.52
---------------------------------------	------

FH		E	τ
N	kg	mm	(Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.000
80	8.15	0.00	0.301
210	21.41	0.00	0.790
420	42.81	1.51	1.580
590	60.14	2.62	2.220
730	74.41	7.60	2.747
940	95.82	12.75	3.537
1140	116.21	14.25	4.289
1290	131.50	16.00	4.854
1350	137.61	17.50	5.079
1410	143.73	18.20	5.305
1450	147.81	18.75	5.456
1410	143.73	19.60	5.305
1410	143.73	20.00	5.305
1300	132.52	21.00	4.891
1300	132.52	22.00	4.891
1200	122.32	23.00	4.515
1200	122.32	24.00	4.515



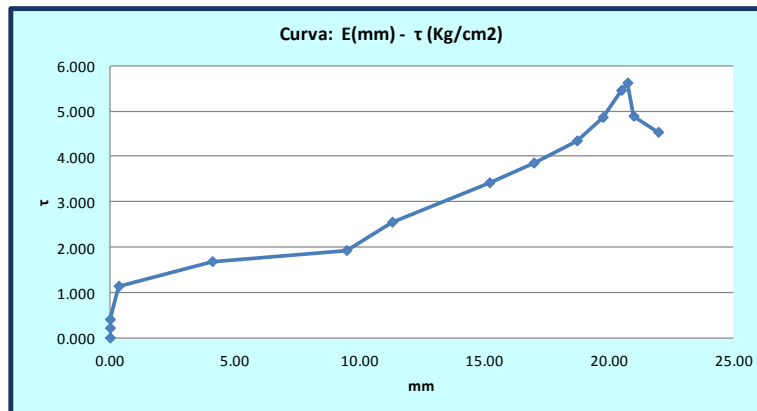
**ENSAYO N° 2**

Carga Normal (KN)	8.00
-------------------	------

Carga Normal (Kg)	30.5
-------------------	------

Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	1.01
---------------------------------------	------

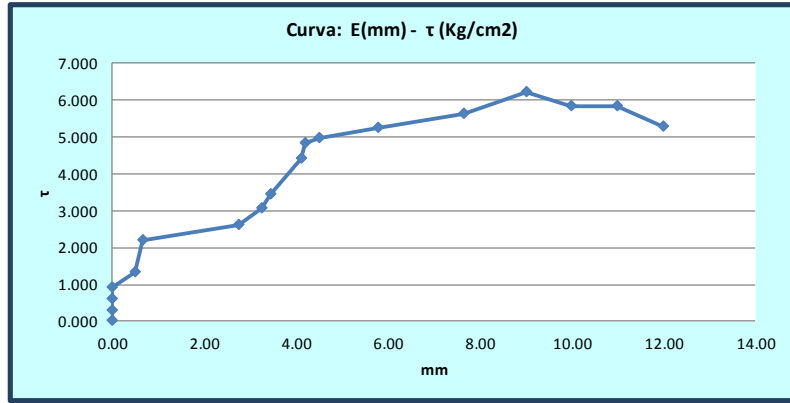
FH		E	τ
N	kg	mm	(Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.000
60	6.12	0.00	0.226
110	11.21	0.00	0.414
300	30.58	0.35	1.129
450	45.87	4.10	1.693
510	51.99	9.50	1.919
680	69.32	11.35	2.558
910	92.76	15.22	3.424
1020	103.98	17.00	3.838
1150	117.23	18.75	4.327
1290	131.50	19.80	4.854
1450	147.81	20.50	5.456
1490	151.89	20.75	5.606
1300	132.52	21.00	4.891
1200	122.32	22.00	4.515



**ENSAYO Nº 3**

Carga Normal (KN)		12.00	
Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )		2.01	
FH		E	τ
N	kg	mm	(Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.000
80	8.15	0.00	0.301
160	16.31	0.00	0.602
240	24.46	0.00	0.903
350	35.68	0.50	1.317
580	59.12	0.65	2.182
690	70.34	2.75	2.596
810	82.57	3.25	3.048
920	93.78	3.45	3.461
1170	119.27	4.10	4.402
1280	130.48	4.18	4.816
1320	134.56	4.50	4.966
1390	141.69	5.77	5.230
1500	152.91	7.64	5.644
1650	168.20	9.00	6.208
1550	158.00	10.00	5.832
1550	158.00	11.00	5.832
1400	142.71	12.00	5.267

Carga Normal (Kg) 60.5

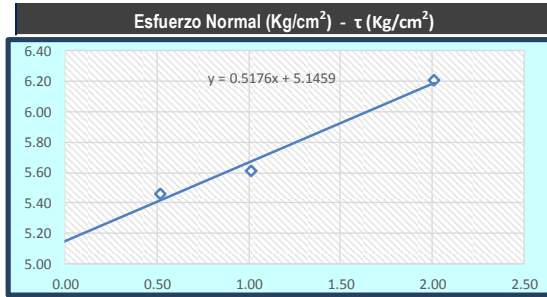


**RESULTADOS**

**CORTE DIRECTO**

ENSAYO Nº	1	2	3
CARGA NORMAL (Kg)	15.50	30.50	60.50
ESFUERZO NORMAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.52	1.01	2.01
ESFUERZO TANGENCIAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	5.46	5.61	6.21

Angulo de Friccion	Cohesión
<b>27.37</b>	<b>5.15</b>



# **CALICATA 1**

ENSAYO: CAPACIDAD PORTANTE

ESTRATO 2

Informe N°: LSCP - 15 - 001

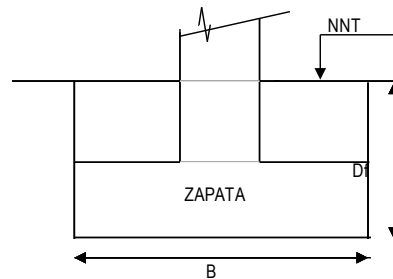
Fecha Emision:

13/05/2017

**CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO**

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROFUNDIDAD :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 01 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	01/03/2017	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

DATOS GENERALES		
Angulo de Fricción	27.37	°
Cohesión	5.15	ton/m2
Densidad Natural del Suelo por encima del N.C.	1.908	ton/m3
Densidad Natural del Suelo por debajo del N.C.	1.908	ton/m3
Relación Ancho Largo (B/L)	0.83	
Factor de Seguridad	4	
Carga Total	12	ton



Donde: Df: Profundidad de cimentación Df= 1.20  
 B : Ancho de la zapata B= 1.00  
 NT : Nivel Natural de Terreno

FORMA	FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA			FACTORES DE FORMA		
	Nc	Ng	Nq	Sc	Sg	Sq
Continua	24.61	15.26	13.74	1.46	0.67	1.43
Cuadrada				1.46	0.67	1.43

**DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE**

Tipo de Cimentación	Prof. (m)	Ancho (B) (m)	Qult (Kg/cm2)	Qadm (kg/cm2)	Qact (kg/cm2)	Condición Qult>Qact	CAPACIDAD PORTANTE KG/CM2
Cuadrada	1.20	1.20	24.21	6.05	0.69	Cumple	6.05
	1.20	1.50	24.50	6.13	0.44	Cumple	6.13
	1.20	1.80	24.80	6.20	0.31	Cumple	6.20
	1.50	1.20	25.34	6.33	0.69	Cumple	6.33
	1.50	1.50	25.63	6.41	0.44	Cumple	6.41
	1.50	1.80	25.92	6.48	0.31	Cumple	6.48
	2.00	1.20	27.21	6.80	0.69	Cumple	6.80
	2.00	1.50	27.50	6.88	0.44	Cumple	6.88
	2.00	1.80	27.79	6.95	0.31	Cumple	6.95
	2.50	1.20	29.08	7.27	0.69	Cumple	7.27
	2.50	1.50	29.38	7.34	0.44	Cumple	7.34
	2.50	1.80	29.67	7.42	0.31	Cumple	7.42
	3.00	1.20	30.96	7.74	0.69	Cumple	7.74
	3.00	1.50	31.25	7.81	0.44	Cumple	7.81
	3.00	1.80	31.54	7.89	0.31	Cumple	7.89

# **CALICATA 1**

ENSAYO: CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS

ESTRATO 2



Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emisión:

13/05/2017

### CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS - MÉTODO ELÁSTICO

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROFUNDIDAD :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 01 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	01/03/2017	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

Cimentación	Valores de If (cm/m)		
	Cuadrada	Rígida	82
Flexible		Centro	112
		Esquina	56
		Medio	95
Circular	Rígida	88	
	Flexible	Centro	100
		Esquina	64
		Medio	85
Rectangular	Rígida	120	
(5=>L/B =>2)	Flexible	Centro	153
		Esquina	77
		Medio	130

Poisson (u)	0.4
Módulo de Elasticidad (ton/m <sup>2</sup> )	3763.74

Material	Tipo de Cimentación	Df (m)	B	Q.act (ton/m <sup>2</sup> )	S (cm) Rígida	S (cm) Flexible Centro	S (cm) Flexible Esquina	S (cm) Flexible Medio
CL	ZAPATA	1.20	1.20	6.92	0.15	0.21	0.10	0.18
		1.20	1.50	4.43	0.12	0.17	0.08	0.14
		1.20	1.80	3.07	0.10	0.14	0.07	0.12
		1.50	1.20	6.92	0.15	0.21	0.10	0.18
		1.50	1.50	4.43	0.12	0.17	0.08	0.14
		1.50	1.80	3.07	0.10	0.14	0.07	0.12
		2.00	1.20	6.92	0.15	0.21	0.10	0.18
		2.00	1.50	4.43	0.12	0.17	0.08	0.14
		2.00	1.80	3.07	0.10	0.14	0.07	0.12
		2.50	1.20	6.92	0.15	0.21	0.10	0.18
		2.50	1.50	4.43	0.12	0.17	0.08	0.14
		2.50	1.80	3.07	0.10	0.14	0.07	0.12
		3.00	1.20	6.92	0.15	0.21	0.10	0.18
		3.00	1.50	4.43	0.12	0.17	0.08	0.14
3.00	1.80	3.07	0.10	0.14	0.07	0.12		

## **CALICATA 2**

## **CALICATA 2**

PERFIL ESTRATIGRÁFICO





**PERFIL ESTATIGRÁFICO**

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento Urbano Alto Locumba, distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna.		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	01/03/2017	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

PROF. EN METROS	SIMBOLOGÍA	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	IMAGEN
0.00		CL	Arcilla de baja plasticidad, altamente compacta, color café canela, sin presencia de bolonería, presenta una humedad relativamente alta, la arcilla presenta una resistencia alta	
-0.10				
-0.20				
-0.30				
-0.40				
-0.50				
-0.60				
-0.70				
-0.80				
-0.90				
-1.00		CL	Arcilla de baja plasticidad, altamente compacta, color café canela claro, sin presencia de bolonería, presenta una humedad relativamente alta, la arcilla presenta una resistencia alta	
-1.10				
-1.20				
-1.30				
-1.40				
-1.50				
-1.60				
-1.70				
-1.80				
-1.90				
-2.00				
-2.10				
-2.20				
-2.30				
-2.40				
-2.50				
-2.60				
-2.70				
-2.80				
-2.90				
-3.00				

## **CALICATA 2**

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

ESTRATO 1



Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emisión:

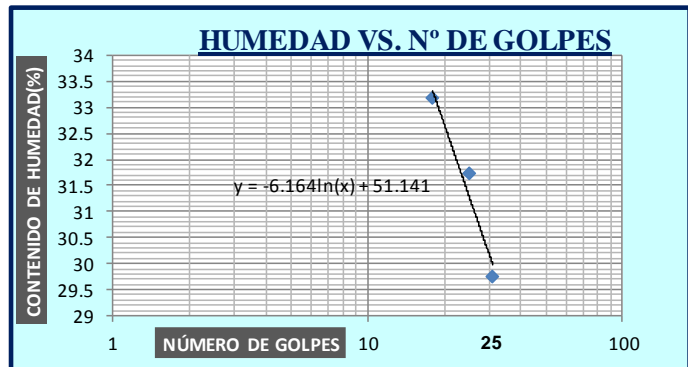
31/03/2017

**CLASIFICACIÓN DE SUELOS - SUCS - AASHTO**

<b>PROYECTO</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE</b>	Tesistas	<b>MATERIAL</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG</b>	-
<b>UBICACIÓN</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF.</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 02 - Estrato N° 01	<b>MARGEN</b>	-
<b>FECHA</b>	Mar-17	<b>APROBADO</b>	Alfonso Flores

Malla	Malla		% que pasa
	N°	Abertura (mm)	
3"	76.200	100.00	
2 1/2"	63.500	100.00	
2"	50.600	100.00	
1 1/2"	38.100	100.00	
1"	25.400	100.00	
3/4"	19.050	100.00	
1/2"	12.700	100.00	
3/8"	9.525	100.00	
1/4"	6.350	100.00	
N° 4	4.760	100.00	
N° 8	2.380	100.00	
N° 10	2.000	100.00	
N° 16	1.190	98.80	
N° 20	0.840	97.76	
N° 30	0.590	96.80	
N° 40	0.420	94.80	
N° 50	0.300	92.24	
N° 60	0.250	89.20	
N° 80	0.180	85.60	
N° 100	0.149	81.60	
N° 200	0.074	78.40	

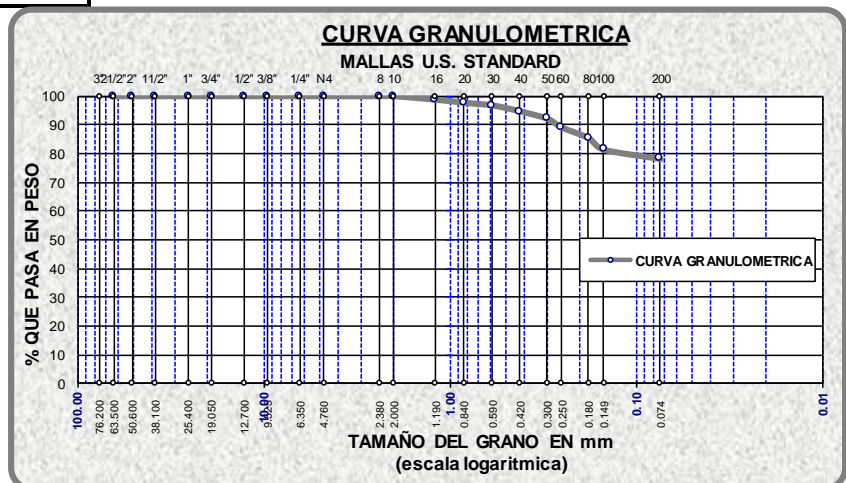
Contenido de Humedad Referencial (%W) : 5.80  
 Limite Líquido (LL) ASTM-D4318 (%) : 31.36  
 Limite Plástico (LP) ASTM-D4318 (%) : 22.67  
 Indice Plástico (IP) : 8.69



Clasificación (S.U.C.S) ASTM-D2487	
CL	Arenas arcillosas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.

Clasificación (S.U.C.S) ASTM-D3282	
A-7-5	Indice de Grupo :

Distribución Granulométrica		
% Grava	GG %	0.00
	GF %	0.00
% Arena	AG %	1.20
	AM %	4.00
% Finos		78.40



**Observaciones :**

El peso de la muestra cumple con lo especificado por la norma.

La muestra presenta Material fino en gran porcentaje.

## **CALICATA 2**

ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD

ESTRATO 1

<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>“ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL”</b>		<b>REGISTRO</b>
		<b>INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS</b>
		<b>CÓDIGO: LSCP-01-ING</b>

Informe N°: **LSCP - 16 - 001**

Fecha Emision: **30/03/2017**

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
**ASTM D-2216**

<b>PROYECTO :</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 02 - Estrato N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

<b>MUESTRA N°</b>	<b>UND.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de la Tara	gr.	91.01	89.36	125.65
Peso de la Tara + Muestra Húmeda	gr.	101.00	104.85	142.12
Peso de la Tara + Muestra Seca	gr.	100.45	104.01	141.21
Peso de la Muestra Humeda	gr.	9.99	15.49	16.47
Peso de la Muestra Seca	gr.	9.44	14.65	15.56
Peso del Agua	gr.	0.55	0.84	0.91
Contenido de Humedad Parcial	%	<b>5.83</b>	<b>5.73</b>	<b>5.85</b>
Contenido de Humedad Total	%	<b>5.80</b>		

## **CALICATA 2**

ENSAYO: DENSIDAD IN SITU

ESTRATO 1

<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>“ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL”</b>		REGISTRO
		INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS
		CÓDIGO: LSCP-01-ING

Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision: 31/03/2017

**DENSIDAD IN SITU**  
ASTM D-1556

<b>PROYECTO</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE</b>	Tesistas	<b>MATERIAL</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG</b>	-
<b>UBICACIÓN</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF.</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 02 - Estrato N° 01	<b>MARGEN</b>	-
<b>FECHA</b>	Mar-17	<b>APROBADO</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°		UND.	CALICATA 02
N°	ITEM		ESTRATO 01
1	Peso de Recipiente Lleno + Cono	gr.	6874.000
2	Peso de Recipiente + Cono - Arena Ocupada	gr.	2220.000
3	Peso de Arena Empleada	gr.	4654.000
4	Peso de Arena en Cono	gr.	2670.000
5	Peso de Arena en el Hoyo	gr.	1984.000
6	Densidad de Arena	gr./cc.	1.760
7	Volumen del Hoyo	cc.	1127.273
<b>DENSIDAD HUMEDA</b>			
9	Peso de la Muestra Extraida + Tara	gr.	2413.000
10	Peso de la Tara	gr.	300.000
11	Peso de la Muestra Extraida del Hoyo	gr.	2113.000
12	Densidad In Situ	<b>gr./cc.</b>	<b>1.874</b>

## **CALICATA 2**

ENSAYO: PESO ESPECÍFICO

ESTRATO 1



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

"ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL"



REGISTRO

INFORME DE RESULTADO DE  
ENSAYOS

CÓDIGO: LSCP-01-ING

Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emisión: 31/03/2017

**GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS**

ASTM D-854

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 02 - Estrato N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Peso de la Muestra Seca	gr.	380.140	451.360	415.700
Peso de la Fiola + Muestra + Agua	gr.	862.60	901.00	882.37
Peso de la Fiola + Agua	gr.	652.65	652.65	652.65
Volumen desplazado	cc.	170.19	203.01	185.98
Peso Específico	gr./cc.	<b>2.234</b>	<b>2.223</b>	<b>2.235</b>
Temperatura del ensayo	°C	30	30	30
Factor de Corrección (K)	-	0.9974	0.9974	0.9974
Peso Específico relativo de sólidos a 20°C	gr./cc.	<b>2.228</b>	<b>2.218</b>	<b>2.229</b>
P. Específico (Promedio)	gr./cc.		<b>2.231</b>	
P. Específico R. sólidos a 20°C (promedio)	gr./cc.		<b>2.225</b>	

## **CALICATA 2**

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ESTRATO 1

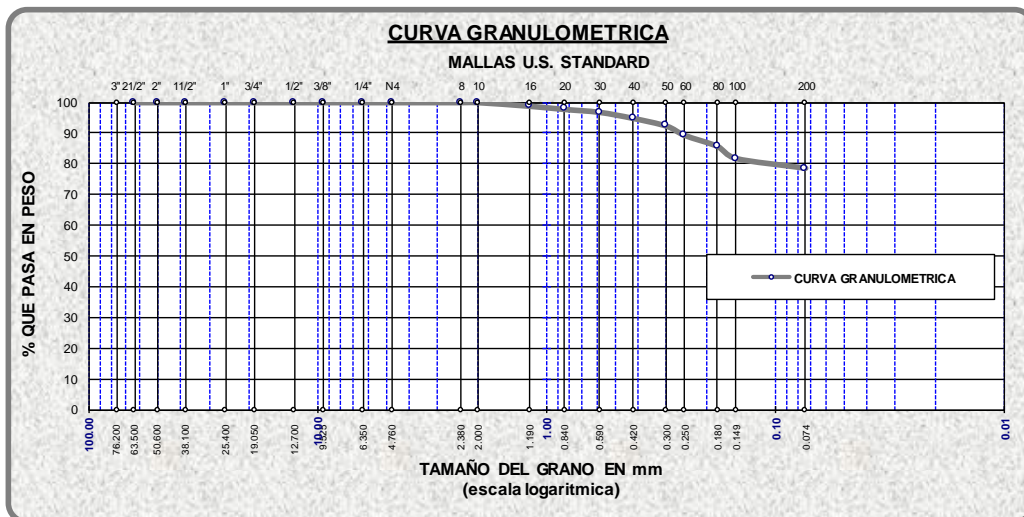
Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision: 31/03/2017

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
ASTM D-442**

<b>PROYECTO</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE</b>	Tesisistas	<b>MATERIAL</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG</b>	-
<b>UBICACIÓN</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF.</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 02 - Estrato N° 01	<b>MARGEN</b>	-
<b>FECHA</b>	Mar-17	<b>APROBADO</b>	Alfonso Flores

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	MATERIAL OBTENIDO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	GRAVA	ω . muestra antes lavado (gr): 1250 ω . muestra despues lavado (gr): 270  D60 = - D30 = - D10 = -  Cu = - Cc = -
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00		
N° 8	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00	ARENA	Clasificación SUCS : CL  **Obs: El porcentaje de perdida fue corregido en laboratorio.
N° 10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
N° 16	1.190	15.00	1.20	1.20	98.80		
N° 20	0.840	13.00	1.04	2.24	97.76		
N° 30	0.590	12.00	0.96	3.20	96.80		
N° 40	0.420	25.00	2.00	5.20	94.80		
N° 50	0.300	32.00	2.56	7.76	92.24		
N° 60	0.250	38.00	3.04	10.80	89.20		
N° 80	0.180	45.00	3.60	14.40	85.60		
N° 100	0.149	50.00	4.00	18.40	81.60		
N° 200	0.074	40.00	3.20	21.60	78.40		
<b>BASE</b>		980.00	78.40	100.00	0.00		
<b>TOTAL</b>		1250.00					
<b>% PERDIDA</b>		78.40					



## **CALICATA 2**

ENSAYO: LÍMITES DE ATTERBERG

ESTRATO 1

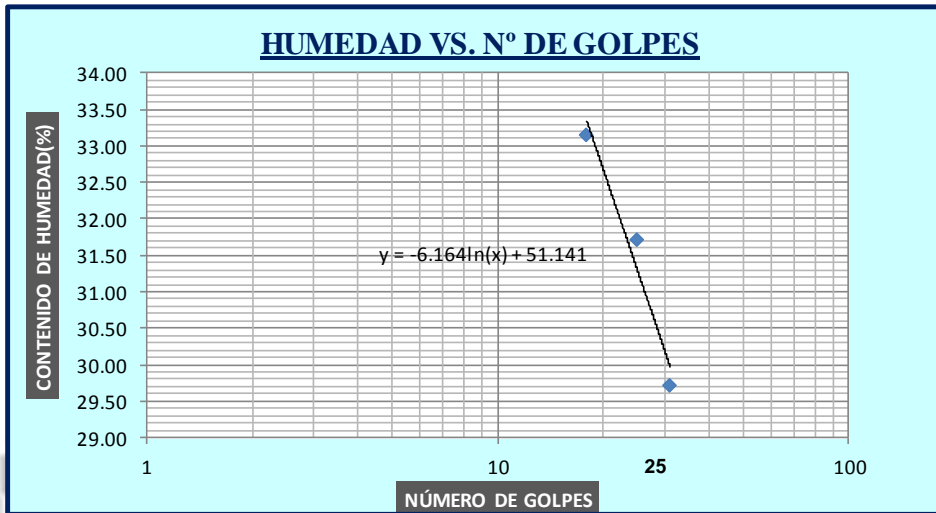
Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emisión: 30/03/2017

**LÍMITE LÍQUIDO**  
ASTM D-4318

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 02 - Estrab N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA	UND.	1	2	3
N° Golpes	-	31	25	18
Peso del frasco	gr.	57.36	53.68	57.21
Peso del frasco + suelo humedo	gr.	80.14	79.14	101.54
Peso del frasco + suelo seco	gr.	74.92	73.01	90.50
Peso del agua	gr.	5.22	6.13	11.04
Peso del suelo seco	gr.	17.56	19.33	33.29
Contenido de Humedad	%	29.73	31.71	33.16
Límite Líquido	%	<b>30.51</b>	<b>31.71</b>	<b>31.87</b>
Límite Líquido (promedio)	%	<b>31.36</b>		



<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>“ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL”</b>		<b>REGISTRO</b>
		<b>INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS</b>
		<b>CÓDIGO: LSCP-01-ING</b>

Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emision: 30/03/2017

**LÍMITE PLÁSTICO**  
ASTM D-4318

<b>PROYECTO :</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 02 - Estrato N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA	UND.	1	2	3
Peso del frasco	gr.	45.00	45.00	45.00
Peso del frasco + suelo humedo	gr.	51.24	52.97	51.87
Peso del frasco + suelo seco	gr.	50.07	51.56	50.57
Peso del agua	gr.	1.17	1.41	1.31
Peso del suelo seco	gr.	5.07	6.56	5.57
Limite plastico	%	23.08	21.49	23.45
Limite plastico (promedio)	%	<b>22.67</b>		

## **CALICATA 2**

ENSAYO: GRADO DE SATURACIÓN

ESTRATO 1

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</p> <p style="text-align: center;">FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p style="text-align: center;">"ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL"</p>		REGISTRO
		INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS
		CÓDIGO: LSCP-01-ING

Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision: 30/03/2017

### GRADO DE SATURACIÓN

<b>PROYECTO :</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 02 - Estrato N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°	Und.	1	2	3
Peso de la Muestra Humeda Natural	gr.	101.00	104.85	142.12
Peso de la Muestra seca	gr.	100.45	104.01	141.21
Peso del Agua	gr.	0.55	0.84	0.91
Peso especifico	gr/cc.	2.228	2.218	2.229
Densidad in situ	gr/cc.	1.874	1.874	1.874
Volumen de Masa	cc.	53.90	55.95	75.84
Volumen Solido	cc.	45.09	46.90	63.34
Volumen de Vacios	cc.	8.806	9.047	12.497
Grado de Saturacion	%	<b>6.245</b>	<b>9.285</b>	<b>7.282</b>
Grado de saturacion (Promedio)	%	<b>7.60</b>		



## **CALICATA 2**

ENSAYO: POROSIDAD

ESTRATO 1

<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>“ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL”</b>		REGISTRO
		INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS
		CÓDIGO: LSCP-01-ING

Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emision: 30/03/2017

**POROSIDAD**

<b>PROYECTO :</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesisistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 02 - Estrato N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°	Und.	1	2	3
Peso de la Muestra Humeda Natural	gr.	101.00	104.85	142.12
Peso de la Muestra seca	gr.	100.45	104.01	141.21
Peso específico	gr/cc.	2.228	2.218	2.229
Densidad in situ	gr/cc.	1.874	1.874	1.874
Volumen de Masa	cc.	53.90	55.95	75.84
Volumen Solido	cc.	45.09	46.90	63.34
Volumen de Vacios	cc.	8.806	9.047	12.497
Porosidad del suelo	%	<b>16.340</b>	<b>16.170</b>	<b>16.479</b>
Porosidad del suelo (Promedio)	%	<b>16.329</b>		

## **CALICATA 2**

ENSAYO: RELACIÓN DE VACIOS

ESTRATO 1



Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emision: 30/03/2017

**RELACIÓN DE VACIOS**

<b>PROYECTO :</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 02 - Estrato N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°	Und.	1	2	3
Peso de la Muestra	gr.	101.00	104.85	142.12
Peso de la muestra seca	gr.	100.45	104.01	141.21
Peso específico	gr/cc.	2.093	2.093	2.093
Densidad in situ	gr/cc.	1.874	1.874	1.874
Volumen de Masa	cc.	53.90	55.95	75.84
Volumen Solido	cc.	47.99	49.69	67.47
Volumen de Vacios	cc.	5.902	6.256	8.370
Relacion de vacios		<b>0.123</b>	<b>0.126</b>	<b>0.124</b>
Relacion de vacios (Promedio)		<b>0.124</b>		

## **CALICATA 2**

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

ESTRATO 2



Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emisión:

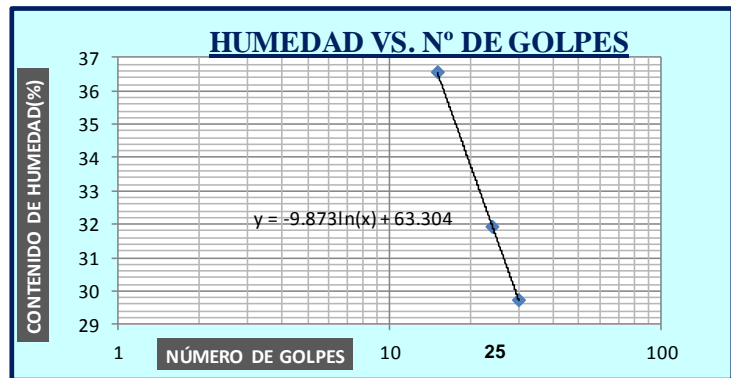
31/03/2017

### CLASIFICACIÓN DE SUELOS - SUCS - AASHTO

<b>PROYECTO</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA</b>	: Calicata N° 02 - Estrato N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

Análisis Granulométrico Por Tamizado (ASTM-D422)			
Malla	Malla		% que pasa
	N°	Abertura (mm)	
	3"	76.200	100.00
	2 1/2"	63.500	100.00
	2"	50.600	100.00
	1 1/2"	38.100	100.00
	1"	25.400	100.00
	3/4"	19.050	100.00
	1/2"	12.700	100.00
	3/8"	9.525	100.00
	1/4"	6.350	100.00
	N° 4	4.760	100.00
	N° 8	2.380	100.00
	N° 10	2.000	100.00
	N° 16	1.190	98.32
	N° 20	0.840	94.41
	N° 30	0.590	92.18
	N° 40	0.420	84.92
	N° 50	0.300	82.68
	N° 60	0.250	82.12
	N° 80	0.180	78.77
	N° 100	0.149	73.18
	N° 200	0.074	65.36

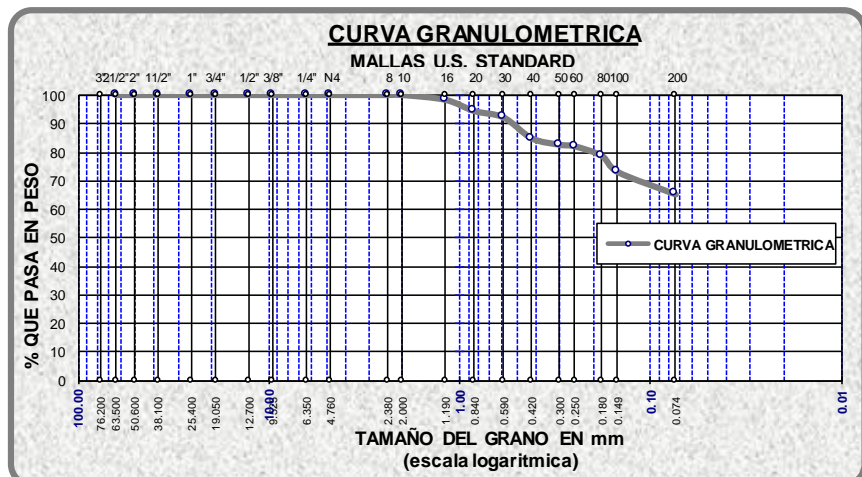
Contenido de Humedad Referencial (%W) :	5.85
Limite Líquido (LL) ASTM-D4318 (%) :	32.18
Limite Plástico (LP) ASTM-D4318 (%) :	22.39
Indice Plástico (IP) :	9.79



Clasificación (S.U.C.S) ASTM-D2487	
CL	Arenas arcillosas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.

Clasificación (S.U.C.S) ASTM-D3282	
A-7-5	Indice de Grupo :

Distribución Granulométrica		
% Grava	GG %	0.00
	GF %	0.00
% Arena	AG %	1.68
	AM %	13.41
	AF %	19.55
% Finos		65.36



#### Observaciones :

El peso de la muestra cumple con lo especificado por la norma.

La muestra presenta Material fino en gran porcentaje.

## **CALICATA 2**

ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD

ESTRATO 2



Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emisión: 30/03/2017

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
 ASTM D-2216

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 02 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Peso de la Tara	gr.	77.04	95.14	98.65
Peso de la Tara + Muestra Húmeda	gr.	92.54	124.25	127.61
Peso de la Tara + Muestra Seca	gr.	91.65	122.70	126.01
Peso de la Muestra Humeda	gr.	15.50	29.11	28.96
Peso de la Muestra Seca	gr.	14.61	27.56	27.36
Peso del Agua	gr.	0.89	1.55	1.60
Contenido de Humedad Parcial	%	<b>6.09</b>	<b>5.62</b>	<b>5.85</b>
Contenido de Humedad Total	%	<b>5.85</b>		



## **CALICATA 2**

ENSAYO: DENSIDAD IN SITU

ESTRATO 2



Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision: 31/03/2017

**DENSIDAD IN SITU**  
 ASTM D-1556

<b>PROYECTO</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 02 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°		UND.	CALICATA 02
N°	ITEM		ESTRATO 02
1	Peso de Recipiente Lleno + Cono	gr.	7517.000
2	Peso de Recipiente + Cono - Arena Ocupada	gr.	3070.000
3	Peso de Arena Empleada	gr.	4447.000
4	Peso de Arena en Cono	gr.	2790.000
5	Peso de Arena en el Hoyo	gr.	1657.000
6	Densidad de Arena	gr./cc.	1.760
7	Volumen del Hoyo	cc.	941.477
<b>DENSIDAD HUMEDA</b>			
9	Peso de la Muestra Extraída + Tara	gr.	2159.000
10	Peso de la Tara	gr.	300.000
11	Peso de la Muestra Extraída del Hoyo	gr.	1859.000
12	Densidad In Situ	<b>gr./cc.</b>	<b>1.975</b>

## **CALICATA 2**

ENSAYO: PESO ESPECÍFICO

ESTRATO 2

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

"ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL"



REGISTRO

INFORME DE RESULTADO DE  
ENSAYOS

CÓDIGO: LSCP-01-ING

Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision: 31/03/2017

**GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SOLIDOS**  
ASTM D-854

<b>PROYECTO :</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 02 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Peso de la Muestra Seca	gr.	453.000	390.680	501.470
Peso de la Fiola + Muestra + Agua	gr.	915.42	875.65	938.25
Peso de la Fiola + Agua	gr.	652.65	652.65	652.65
Volumen desplazado	cc.	190.23	167.68	215.87
Peso Especifico	gr./cc.	<b>2.381</b>	<b>2.330</b>	<b>2.323</b>
Temperatura del ensayo	°C	30	30	30
Factor de Correccion (K)	-	0.9974	0.9974	0.9974
Peso Especifico relativo de sólidos a 20°C	gr./cc.	<b>2.375</b>	<b>2.324</b>	<b>2.317</b>
P. Especifico (Promedio)	gr./cc.		<b>2.345</b>	
P. Especifico R. sólidos a 20°C (promedio)	gr./cc.		<b>2.339</b>	

## **CALICATA 2**

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ESTRATO 2



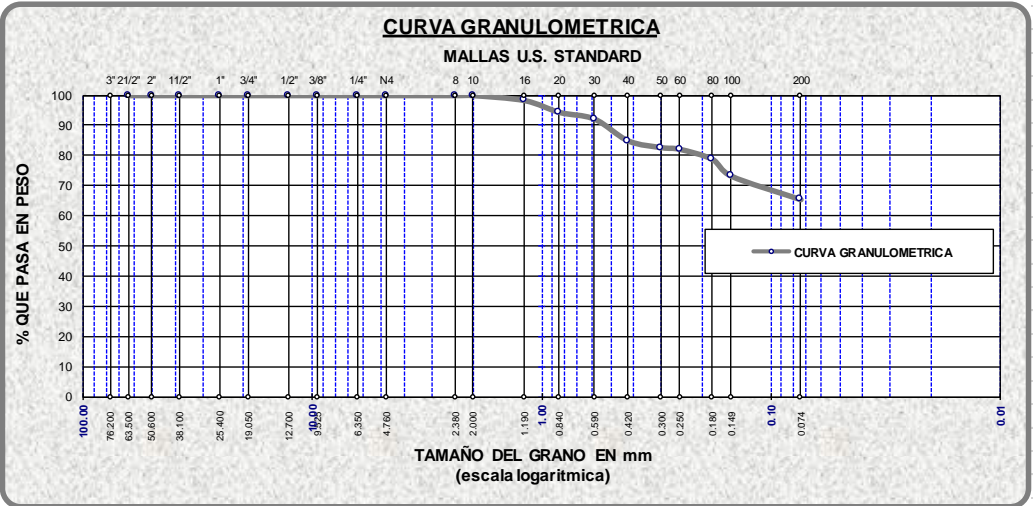
Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision: 31/03/2017

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
 ASTM D-442**

PROYECTO	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
SOLICITANTE	Testistas	MATERIAL	Suelo de Fundación
ESTUDIO	Mecánica de suelos	KM / PROG	-
UBICACIÓN	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	PROF.	1.50 - 3.00 m
MUESTRA	Calicata N° 02 - Estrato N° 02	MARGEN	-
FECHA	Mar-17	APROBADO	Alfonso Flores

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	MATERIAL OBTENIDO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	GRAVA	ω. muestra antes lavado (gr): 895 ω. muestra despues lavado (gr): 310  D60 = - D30 = - D10 = -  Cu = - Cc = -
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00		
N° 8	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00	ARENA	
N° 10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
N° 16	1.190	15.00	1.68	1.68	98.32		
N° 20	0.840	35.00	3.91	5.59	94.41		
N° 30	0.590	20.00	2.23	7.82	92.18		
N° 40	0.420	65.00	7.26	15.08	84.92		
N° 50	0.300	20.00	2.23	17.32	82.68		
N° 60	0.250	5.00	0.56	17.88	82.12		
N° 80	0.180	30.00	3.35	21.23	78.77		
N° 100	0.149	50.00	5.59	26.82	73.18		
N° 200	0.074	70.00	7.82	34.64	65.36		
BASE		585.00	65.36	100.00	0.00		Clasificación SUCS : CL  **Obs: El porcentaje de perdida fue corregido en laboratorio.
TOTAL		895.00					
% PERDIDA		65.36					



## **CALICATA 2**

ENSAYO: LÍMITES DE ATTERBERG

ESTRATO 2



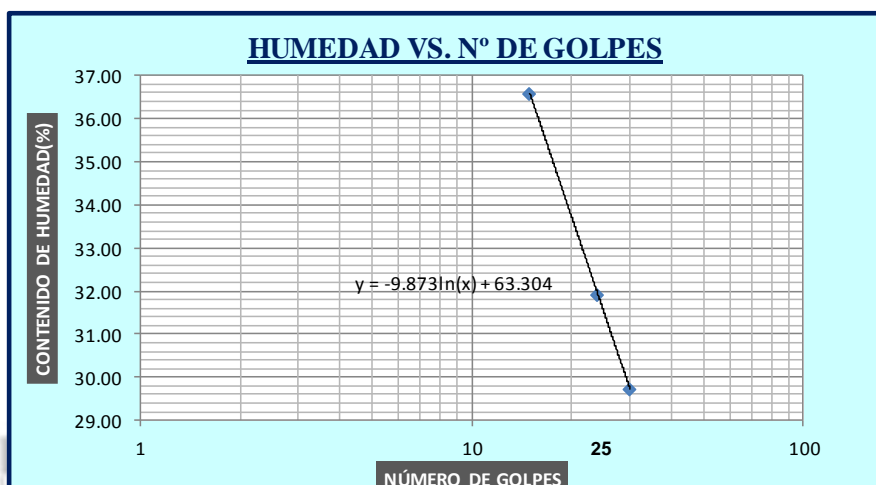
Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emision: 30/03/2017

**LÍMITE LÍQUIDO**  
 ASTM D-4318

<b>PROYECTO</b> :	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL</b> :	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO</b> :	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG</b> :	-
<b>UBICACIÓN</b> :	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF.</b> :	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA</b> :	Calicata N° 02 - Estrato N° 02	<b>MARGEN</b> :	-
<b>FECHA</b> :	Mar-17	<b>APROBADO</b> :	Alfonso Flores

MUESTRA	UND.	1	2	3
N° Golpes	-	30	24	15
Peso del frasco	gr.	55.07	53.21	44.91
Peso del frasco + suelo humedo	gr.	85.14	71.68	69.26
Peso del frasco + suelo seco	gr.	78.25	67.21	62.74
Peso del agua	gr.	6.89	4.47	6.52
Peso del suelo seco	gr.	23.18	14.00	17.83
Contenido de Humedad	%	29.72	31.93	36.57
Limite Liquido	%	<b>30.39</b>	<b>31.77</b>	<b>34.38</b>
Limite Liquido (promedio)	%	<b>32.18</b>		







Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emisión: 30/03/2017

**LÍMITE PLÁSTICO**  
 ASTM D-4318

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesisias	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 02 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA	UND.	1	2	3
Peso del frasco	gr.	50.00	50.00	50.00
Peso del frasco + suelo humedo	gr.	57.21	56.82	58.19
Peso del frasco + suelo seco	gr.	55.92	55.55	56.69
Peso del agua	gr.	1.29	1.27	1.50
Peso del suelo seco	gr.	5.92	5.55	6.69
Límite plástico	%	21.79	22.88	22.48
Límite plástico (promedio)	%	<b>22.39</b>		

## **CALICATA 2**

ENSAYO: GRADO DE SATURACIÓN

ESTRATO 2

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

“ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL”



REGISTRO

INFORME DE RESULTADO DE  
ENSAYOS

CÓDIGO: LSCP-01-ING

Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision: 30/03/2017

### GRADO DE SATURACIÓN

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 02 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°	Und.	1	2	3
Peso de la Muestra Humeda Natural	gr.	92.54	124.25	127.61
Peso de la Muestra seca	gr.	91.65	122.70	126.01
Peso del Agua	gr.	0.89	1.55	1.60
Peso especifico	gr/cc.	2.375	2.324	2.317
Densidad in situ	gr/cc.	1.975	1.975	1.975
Volumen de Masa	cc.	46.86	62.91	64.61
Volumen Solido	cc.	38.59	52.80	54.39
Volumen de Vacios	cc.	8.268	10.111	10.227
Grado de Saturacion	%	<b>10.764</b>	<b>15.329</b>	<b>15.645</b>
Grado de saturacion (Promedio)	%	<b>13.91</b>		

## **CALICATA 2**

ENSAYO: POROSIDAD

ESTRATO 2



Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emisión: 30/03/2017

**POROSIDAD**

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 02 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°	Und.	1	2	3
Peso de la Muestra Humeda Natural	gr.	92.54	124.25	127.61
Peso de la Muestra seca	gr.	91.65	122.70	126.01
Peso específico	gr/cc.	2.375	2.324	2.317
Densidad in situ	gr/cc.	1.975	1.975	1.975
Volumen de Masa	cc.	46.86	62.91	64.61
Volumen Solido	cc.	38.59	52.80	54.39
Volumen de Vacios	cc.	8.268	10.111	10.227
Porosidad del suelo	%	<b>17.647</b>	<b>16.072</b>	<b>15.828</b>
Porosidad del suelo (Promedio)	%	<b>16.516</b>		

## **CALICATA 2**

ENSAYO: RELACIÓN DE VACÍOS

ESTRATO 2

<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>"ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL"</b>		<b>REGISTRO</b>
		<b>INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS</b>
		<b>CÓDIGO: LSCP-01-ING</b>

Informe N°: **LSCP - 15 - 001**

Fecha Emision: **30/03/2017**

**RELACIÓN DE VACIOS**

<b>PROYECTO :</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 02 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

<b>MUESTRA N°</b>	<b>Und.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de la Muestra	gr.	92.54	124.25	127.61
Peso de la muestra seca	gr.	91.65	122.70	126.01
Peso específico	gr/cc.	2.375	2.324	2.317
Densidad in situ	gr/cc.	1.975	1.975	1.975
Volumen de Masa	cc.	46.86	62.91	64.61
Volumen Solido	cc.	38.59	52.80	54.39
Volumen de Vacios	cc.	8.268	10.111	10.227
Relacion de vacios		<b>0.214</b>	<b>0.191</b>	<b>0.188</b>
Relacion de vacios (Promedio)		<b>0.198</b>		

## **CALICATA 2**

ENSAYO: ESFUERZO VERTICAL

ESTRATO 2



<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>"ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL"</b>		REGISTRO
		INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS
		CÓDIGO: LSCP-01-ING

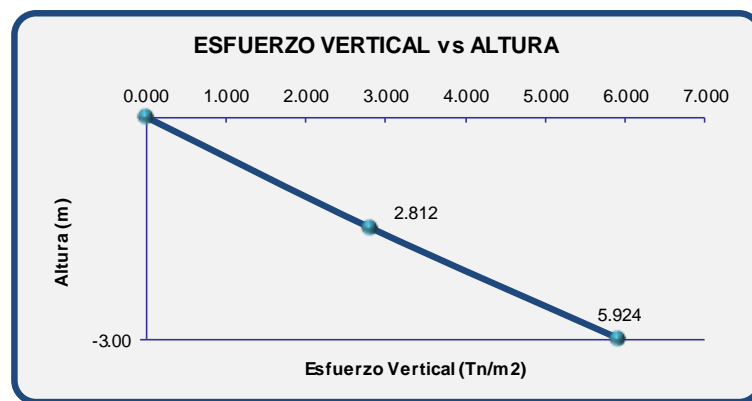
Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emision: 30/03/2017

### ESFUERZO VERTICAL DEL SUELO

<b>PROYECTO :</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 02 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

Estrato	D. Insitu (tn/m3)	Altura(m.)	Esf. Vertical(tn/m2)	Altura(m.)
N.S.	0.000	0.000	0.000	0.000
1.000	1.874	-1.500	2.812	-1.500
2.000	1.975	-3.000	5.924	-3.000



\* OBS. Como no se encontró Nivel Freático, el Esfuerzo efectivo es el mismo que el Esfuerzo Vertical

## **CALICATA 2**

ENSAYO: CORTE DIRECTO

ESTRATO 2

Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision: 30/03/2017

**ENSAYO CORTE DIRECTO  
ASTM D-3080**

PROYECTO :	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
SOLICITANTE:	Tesistas	MATERIAL :	Suelo de Fundación
ESTUDIO :	Mecánica de suelos	KM / PROG :	-
UBICACIÓN :	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	PROF. :	1.50 - 3.00 m
MUESTRA :	Calicata N° 02 - Estrato N° 02	MARGEN :	-
FECHA :	Mar-17	APROBADO :	Alfonso Flores

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
Diametro (cm)	6.19

Area (cm<sup>2</sup>) 30.09

Factor de conv.

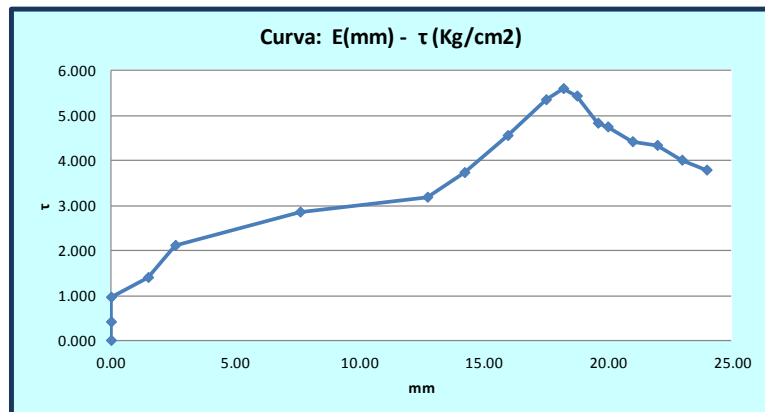
**APLICACIONES DE CARGA :**

**ENSAYO N° 1**

Carga Normal (N)	4.00
Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.52

Carga Normal (Kg) 15.5

FH		E		τ
N	kg	mm	(Kg/cm <sup>2</sup> )	
0	0.00	0.00	0.000	
120	12.23	0.00	0.406	
280	28.54	0.00	0.948	
410	41.79	1.51	1.389	
620	63.20	2.62	2.100	
840	85.63	7.60	2.845	
940	95.82	12.75	3.184	
1100	112.13	14.25	3.726	
1340	136.60	16.00	4.539	
1580	161.06	17.50	5.352	
1650	168.20	18.20	5.589	
1600	163.10	18.75	5.420	
1420	144.75	19.60	4.810	
1400	142.71	20.00	4.742	
1300	132.52	21.00	4.404	
1280	130.48	22.00	4.336	
1180	120.29	23.00	3.997	
1120	114.17	24.00	3.794	

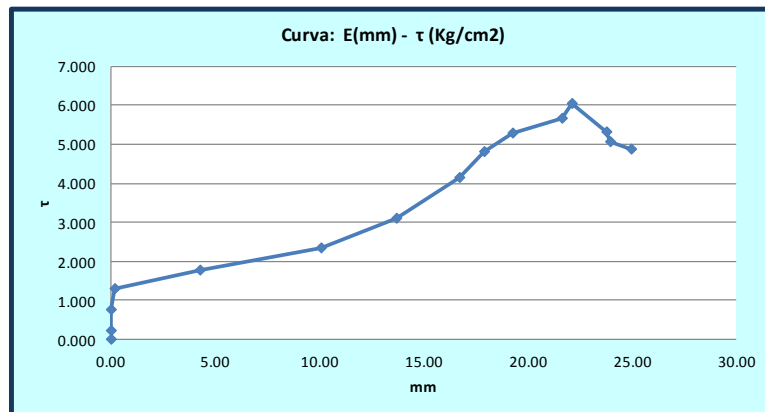


**ENSAYO N° 2**

Carga Normal (KN)	8.00
Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	1.01

Carga Normal (Kg) 30.5

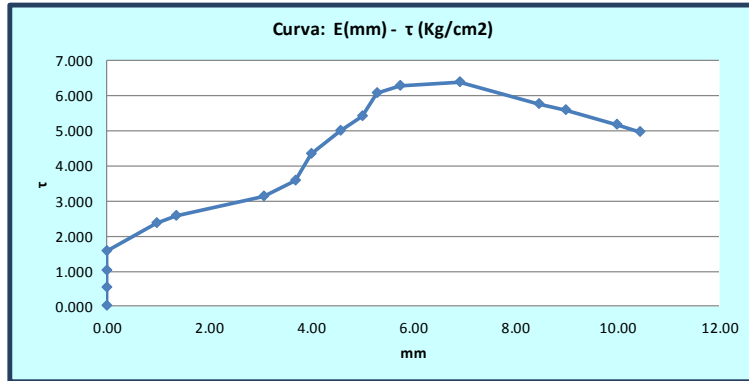
FH		E		τ
N	kg	mm	(Kg/cm <sup>2</sup> )	
0	0.00	0.00	0.000	
70	7.14	0.00	0.237	
220	22.43	0.00	0.745	
380	38.74	0.21	1.287	
520	53.01	4.30	1.761	
690	70.34	10.08	2.337	
920	93.78	13.69	3.116	
1220	124.36	16.73	4.133	
1420	144.75	17.94	4.810	
1560	159.02	19.31	5.284	
1670	170.23	21.68	5.657	
1780	181.45	22.11	6.029	
1570	160.04	23.78	5.318	
1490	151.89	24.00	5.047	
1440	146.79	25.00	4.878	



**ENSAYO N° 3**

Carga Normal (KN)		12.00	
Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )		2.01	
FH		E	τ
N	kg	mm	(Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.000
160	16.31	0.00	0.542
300	30.58	0.00	1.016
460	46.89	0.00	1.558
700	71.36	0.98	2.371
760	77.47	1.35	2.574
920	93.78	3.08	3.116
1060	108.05	3.69	3.591
1280	130.48	4.00	4.336
1480	150.87	4.57	5.013
1600	163.10	5.00	5.420
1790	182.47	5.30	6.063
1860	189.60	5.74	6.300
1890	192.66	6.91	6.402
1700	173.29	8.47	5.758
1650	168.20	9.00	5.589
1530	155.96	10.00	5.183
1470	149.85	10.45	4.979

Carga Normal (Kg) 60.5

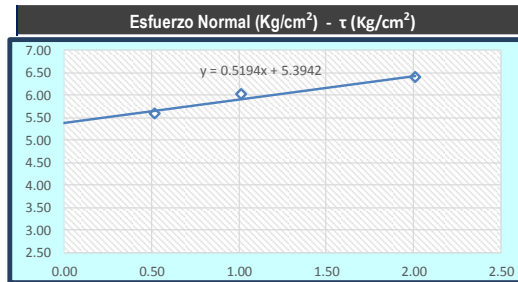


**RESULTADOS**

**CORTE DIRECTO**

ENSAYO N°	1	2	3
CARGA NORMAL (Kg)	15.50	30.50	60.50
ESFUERZO NORMAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.52	1.01	2.01
ESFUERZO TANGENCIAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	5.59	6.03	6.40

Angulo de Friccion	Cohesión
27.45	5.39



## **CALICATA 2**

ENSAYO: CAPACIDAD PORTANTE

ESTRATO 2



Informe N°: LSCP - 15 - 001

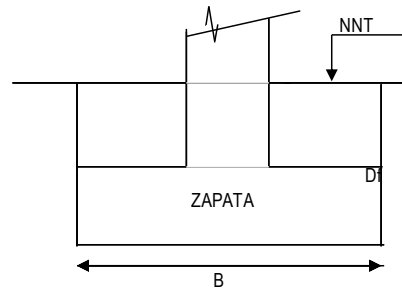
Fecha Emisión:

13/05/2017

**CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO**

PROYECTO :	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
SOLICITANTE:	Tesistas	MATERIAL :	Suelo de Fundación
ESTUDIO :	Mecánica de suelos	KM / PROG :	-
UBICACIÓN :	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	PROFUNDIDAD :	1.50 - 3.00 m
MUESTRA :	Calicata N° 02 - Estrato N° 02	MARGEN :	-
FECHA :	01/03/2017	APROBADO :	Alfonso Flores

DATOS GENERALES		
Angulo de Fricción	27.45	°
Cohesión	5.39	ton/m <sup>2</sup>
Densidad Natural del Suelo por encima del N.C.	1.975	ton/m <sup>3</sup>
Densidad Natural del Suelo por debajo del N.C.	1.975	ton/m <sup>3</sup>
Relación Ancho Largo (B/L)	0.83	
Factor de Seguridad	4	
Carga Total	12	ton



Donde: Df: Profundidad de cimentación Df= 1.20  
 B : Ancho de la zapata B= 1.00  
 NT : Nivel Natural de Terreno

FORMA	FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA			FACTORES DE FORMA		
	Nc	Ng	Nq	Sc	Sg	Sq
Continua	24.76	15.44	13.86	1.46	0.67	1.43
Cuadrada				1.46	0.67	1.43

**DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE**

Tipo de Cimentación	Prof. (m)	Ancho (B) (m)	Quit (Kg/cm <sup>2</sup> )	Qadm (kg/cm <sup>2</sup> )	Qact (kg/cm <sup>2</sup> )	Condición Quit>Qact	CAPACIDAD PORTANTE KG/CM <sup>2</sup>
Cuadrada	1.20	1.20	25.47	6.37	0.69	Cumple	6.37
	1.20	1.50	25.77	6.44	0.44	Cumple	6.44
	1.20	1.80	26.08	6.52	0.31	Cumple	6.52
	1.50	1.20	26.64	6.66	0.69	Cumple	6.66
	1.50	1.50	26.95	6.74	0.44	Cumple	6.74
	1.50	1.80	27.25	6.81	0.31	Cumple	6.81
	2.00	1.20	28.60	7.15	0.69	Cumple	7.15
	2.00	1.50	28.91	7.23	0.44	Cumple	7.23
	2.00	1.80	29.21	7.30	0.31	Cumple	7.30
	2.50	1.20	30.56	7.64	0.69	Cumple	7.64
	2.50	1.50	30.87	7.72	0.44	Cumple	7.72
	2.50	1.80	31.17	7.79	0.31	Cumple	7.79
	3.00	1.20	32.52	8.13	0.69	Cumple	8.13
	3.00	1.50	32.83	8.21	0.44	Cumple	8.21
3.00	1.80	33.13	8.28	0.31	Cumple	8.28	

## **CALICATA 2**

ENSAYO: CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS

ESTRATO 2



Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emision:

13/05/2017

**CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS - MÉTODO ELÁSTICO**

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROFUNDIDAD :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 02 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	01/03/2017	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

Cimentación	Valores de If (cm/m)		
	Cuadrada	Rígida	
Flexible		Centro	112
		Esquina	56
		Medio	95
Circular	Rígida		88
	Flexible	Centro	100
		Esquina	64
		Medio	85
Rectangular	Rígida		120
(5=>L/B =>2)	Flexible	Centro	153
		Esquina	77
		Medio	130

Poisson (u)	0.4
Módulo de Elasticidad (ton/m2)	3763.74

Material	Tipo de Cimentación	Df (m)	B	Q.act (ton/m2)	S (cm) Rígida	S (cm) Flexible Centro	S (cm) Flexible Esquina	S (cm) Flexible Medio
CL	ZAPATA	1.20	1.20	6.92	0.15	0.21	0.10	0.18
		1.20	1.50	4.43	0.12	0.17	0.08	0.14
		1.20	1.80	3.07	0.10	0.14	0.07	0.12
		1.50	1.20	6.92	0.15	0.21	0.10	0.18
		1.50	1.50	4.43	0.12	0.17	0.08	0.14
		1.50	1.80	3.07	0.10	0.14	0.07	0.12
		2.00	1.20	6.92	0.15	0.21	0.10	0.18
		2.00	1.50	4.43	0.12	0.17	0.08	0.14
		2.00	1.80	3.07	0.10	0.14	0.07	0.12
		2.50	1.20	6.92	0.15	0.21	0.10	0.18
		2.50	1.50	4.43	0.12	0.17	0.08	0.14
		2.50	1.80	3.07	0.10	0.14	0.07	0.12
		3.00	1.20	6.92	0.15	0.21	0.10	0.18
		3.00	1.50	4.43	0.12	0.17	0.08	0.14
3.00	1.80	3.07	0.10	0.14	0.07	0.12		



## **CALICATA 3**

## **CALICATA 3**

PERFIL ESTRATIGRÁFICO



**PERFIL ESTATIGRÁFICO**

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento Urbano Alto Locumba, distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna.		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 03	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	01/03/2017	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

PROF. EN METROS	SIMBOLOGÍA	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	IMAGEN
0.00		CL	Arcilla de baja plasticidad, altamente compacta, color café canela, sin presencia de bolonería, presenta una humedad relativamente alta, la arcilla presenta una resistencia alta	
-0.10				
-0.20				
-0.30				
-0.40				
-0.50				
-0.60				
-0.70				
-0.80				
-0.90				
-1.00		CL	Arcilla de baja plasticidad, altamente compacta, color café canela claro, sin presencia de bolonería, presenta una humedad relativamente alta, la arcilla presenta una resistencia alta	
-1.10				
-1.20				
-1.30				
-1.40				
-1.50				
-1.60				
-1.70				
-1.80				
-1.90				
-2.00				
-2.10				
-2.20				
-2.30				
-2.40				
-2.50				
-2.60				
-2.70				
-2.80				
-2.90				
-3.00				

# **CALICATA 3**

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

ESTRATO 1

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

"ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL"



REGISTRO

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

CÓDIGO: LSCP-01-ING

Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision:

31/03/2017

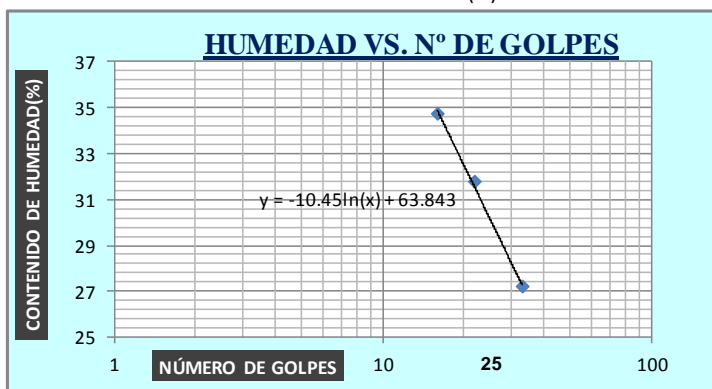
### CLASIFICACIÓN DE SUELOS - SUCS - AASHTO

<b>PROYECTO</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 03 - Estrato N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

#### Análisis Granulométrico Por Tamizado (ASTM-D422)

Malla	Malla		% que pasa
	N°	Abertura (mm)	
3"	76.200	100.00	
2 1/2"	63.500	100.00	
2"	50.600	100.00	
1 1/2"	38.100	100.00	
1"	25.400	100.00	
3/4"	19.050	100.00	
1/2"	12.700	100.00	
3/8"	9.525	100.00	
1/4"	6.350	100.00	
N° 4	4.760	100.00	
N° 8	2.380	100.00	
N° 10	2.000	98.31	
N° 16	1.190	96.04	
N° 20	0.840	95.34	
N° 30	0.590	93.97	
N° 40	0.420	92.80	
N° 50	0.300	90.93	
N° 60	0.250	88.95	
N° 80	0.180	83.69	
N° 100	0.149	79.07	
N° 200	0.074	73.14	

Contenido de Humedad Referencial (%W) : 5.44  
 Limite Líquido (LL) ASTM-D4318 (%) : 30.79  
 Limite Plástico (LP) ASTM-D4318 (%) : 21.84  
 Indice Plástico (IP) : 8.95



Clasificación (S.U.C.S) ASTM-D2487	
CL	Arenas arcillosas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.

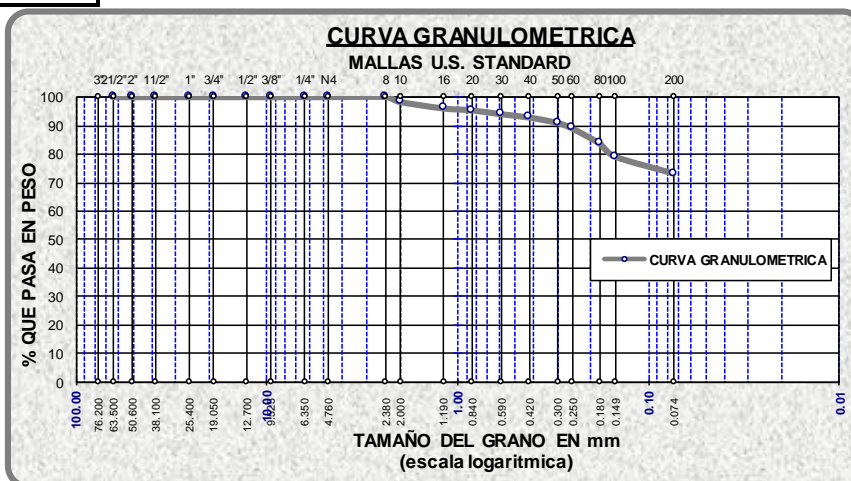
Clasificación (S.U.C.S) ASTM-D3282	
A-7-5	Indice de Grupo :

Distribución Granulométrica		
% Grava	GG %	0.00
	GF %	0.00
% Arena	AG %	3.96
	AF %	19.67
% Finos		73.14

#### Observaciones :

El peso de la muestra cumple con lo especificado por la norma.

La muestra presenta Material fino en gran porcentaje.



## **CALICATA 3**

ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD

ESTRATO 1

<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>“ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL”</b>		<b>REGISTRO</b>
		<b>INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS</b>
		<b>CÓDIGO: LSCP-01-ING</b>

Informe N°: **LSCP - 16 - 001**

Fecha Emision: **30/03/2017**

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
**ASTM D-2216**

<b>PROYECTO :</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 01 - Estrato N° 03	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

<b>MUESTRA N°</b>	<b>UND.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de la Tara	gr.	92.14	104.70	100.9
Peso de la Tara + Muestra Húmeda	gr.	142.06	160.94	161.44
Peso de la Tara + Muestra Seca	gr.	139.38	158.02	158.46
Peso de la Muestra Humeda	gr.	49.92	56.24	60.54
Peso de la Muestra Seca	gr.	47.24	53.32	57.56
Peso del Agua	gr.	2.68	2.92	2.98
Contenido de Humedad Parcial	%	<b>5.67</b>	<b>5.48</b>	<b>5.18</b>
Contenido de Humedad Total	%	<b>5.44</b>		

## **CALICATA 3**

ENSAYO: DENSIDAD IN SITU

ESTRATO 1



<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>“ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL”</b>		<b>REGISTRO</b>
		<b>INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS</b>
		<b>CÓDIGO: LSCP-01-ING</b>

Informe N°: **LSCP - 16 - 001**

Fecha Emision: **31/03/2017**

**DENSIDAD IN SITU**  
**ASTM D-1556**

<b>PROYECTO :</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 03 - Estrato N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°		UND.	CALICATA 03
N°	ITEM		ESTRATO 01
1	Peso de Recipiente Lleno + Cono	gr.	7500.000
2	Peso de Recipiente + Cono - Arena Ocupada	gr.	2850.000
3	Peso de Arena Empleada	gr.	4650.000
4	Peso de Arena en Cono	gr.	2790.000
5	Peso de Arena en el Hoyo	gr.	1860.000
6	Densidad de Arena	gr./cc.	1.760
7	Volumen del Hoyo	cc.	1056.818
<b>DENSIDAD HUMEDA</b>			
9	Peso de la Muestra Extraida + Tara	gr.	2274.000
10	Peso de la Tara	gr.	300.000
11	Peso de la Muestra Extraida del Hoyo	gr.	1974.000
12	Densidad In Situ	<b>gr./cc.</b>	<b>1.868</b>

## **CALICATA 3**

ENSAYO: PESO ESPECÍFICO

ESTRATO 1



Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision: 31/03/2017

**GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SOLIDOS**  
 ASTM D-854

<b>PROYECTO :</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 03 - Estrato N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Peso de la Muestra Seca	gr.	445.600	444.900	332.800
Peso de la Fiola + Muestra + Agua	gr.	933.86	905.76	842.75
Peso de la Fiola + Agua	gr.	681.41	652.65	652.65
Volumen desplazado	cc.	193.15	191.79	142.70
Peso Especifico	gr./cc.	<b>2.307</b>	<b>2.320</b>	<b>2.332</b>
Temperatura del ensayo	°C	30	30	30
Factor de Correccion (K)	-	0.9974	0.9974	0.9974
Peso Especifico relativo de sólidos a 20°C	gr./cc.	<b>2.301</b>	<b>2.314</b>	<b>2.326</b>
P. Especifico (Promedio)	gr./cc.		<b>2.320</b>	
P. Especifico R. sólidos a 20°C (promedio)	gr./cc.		<b>2.314</b>	

## **CALICATA 3**

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ESTRATO 1

Informe N°: LSCP - 16 - 001

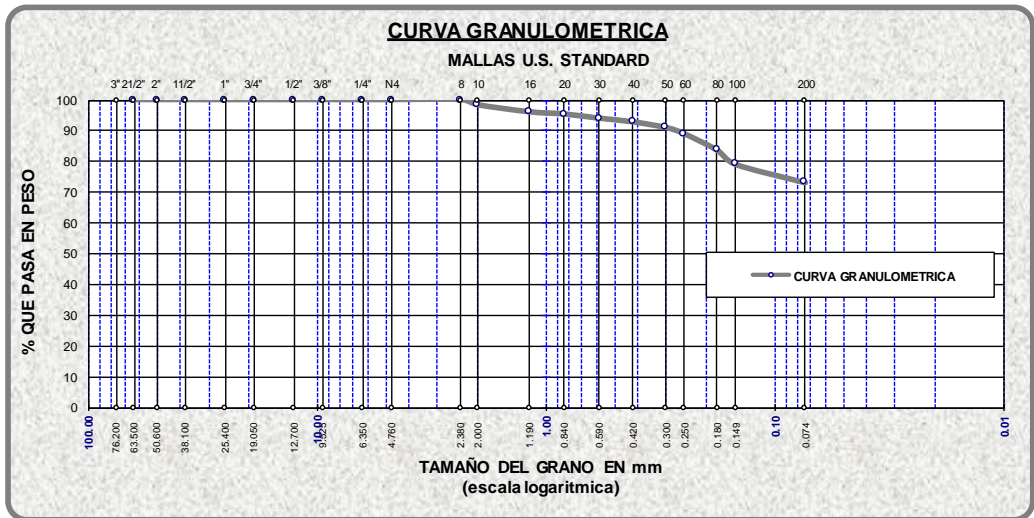
Fecha Emisión: 31/03/2017

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
ASTM D-442**

<b>PROYECTO</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE</b>	Tesistas	<b>MATERIAL</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG</b>	-
<b>UBICACIÓN</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF.</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 03 - Estrato N° 01	<b>MARGEN</b>	-
<b>FECHA</b>	Mar-17	<b>APROBADO</b>	Alfonso Flores

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	MATERIA L OBTENID	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>GRAVA</b>	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00		
N° 8	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>ARENA</b>	w. muestra antes lavado (gr): 1530 w. muestra despues lavado (gr): 411  <b>D60 = -</b> <b>D30 = -</b> <b>D10 = -</b>  <b>Cu = -</b> <b>Cc = -</b>  Clasificación SUCS : CL
N° 10	2.000	25.90	1.69	1.69	98.31		
N° 16	1.190	34.70	2.27	3.96	96.04		
N° 20	0.840	10.70	0.70	4.66	95.34		
N° 30	0.590	20.90	1.37	6.03	93.97		
N° 40	0.420	17.90	1.17	7.20	92.80		
N° 50	0.300	28.60	1.87	9.07	90.93		
N° 60	0.250	30.40	1.99	11.05	88.95		
N° 80	0.180	80.40	5.25	16.31	83.69		
N° 100	0.149	70.80	4.63	20.93	79.07		
N° 200	0.074	90.70	5.93	26.86	73.14		
<b>BASE TOTAL</b>		1119.00	73.14	100.00	0.00		
<b>TOTAL</b>		1530.00					
<b>% PERDIDA</b>		73.14					

\*\*Obs: El porcentaje de perdida fue corregido en laboratorio.



## **CALICATA 3**

ENSAYO: LÍMITES DE ATTERBERG

ESTRATO 1

<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>"ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL"</b>		<b>REGISTRO</b>  <b>INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS</b>  <b>CÓDIGO: LSCP-01-ING</b>
--	--	---

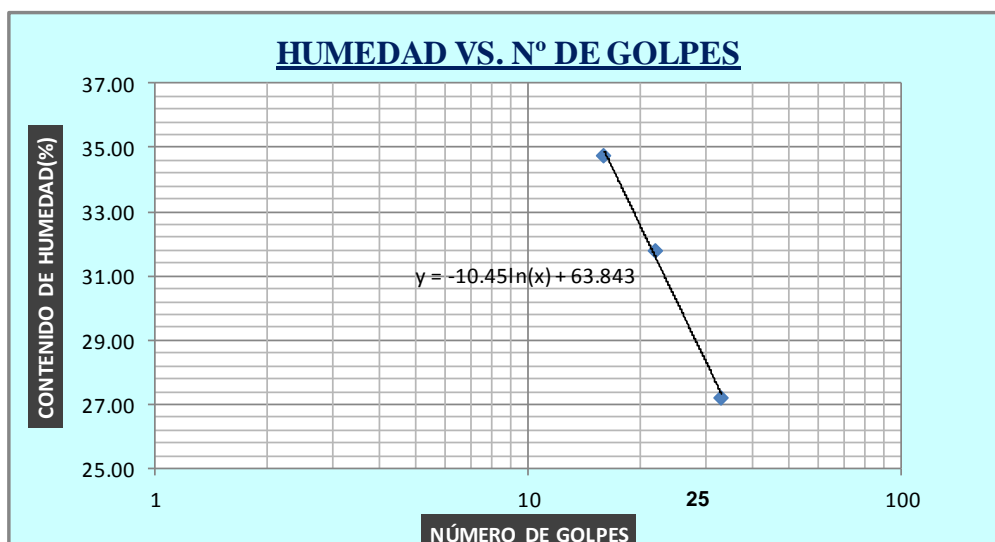
Informe N°: **LSCP - 15 - 001**

Fecha Emision: **30/03/2017**

**LÍMITE LÍQUIDO**  
**ASTM D-4318**

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 03 - Estrato N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA	UND.	1	2	3
N° Golpes	-	33	22	16
Peso del frasco	gr.	50.20	51.23	50.81
Peso del frasco + suelo humedo	gr.	76.05	77.81	75.86
Peso del frasco + suelo seco	gr.	70.52	71.40	69.40
Peso del agua	gr.	5.53	6.41	6.46
Peso del suelo seco	gr.	20.32	20.17	18.59
Contenido de Humedad	%	27.21	31.78	34.75
Limite Liquido	%	<b>28.14</b>	<b>31.29</b>	<b>32.92</b>
Limite Liquido (promedio)	%	<b>30.79</b>		



<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>“ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL”</b>		<b>REGISTRO</b>
		<b>INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS</b>
		<b>CÓDIGO: LSCP-01-ING</b>

Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emision: 30/03/2017

**LÍMITE PLÁSTICO**  
**ASTM D-4318**

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 03 - Estrato N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA	UND.	1	2	3
Peso del frasco	gr.	45.00	45.00	45.00
Peso del frasco + suelo humedo	gr.	52.45	52.37	51.56
Peso del frasco + suelo seco	gr.	51.18	51.01	50.36
Peso del agua	gr.	1.27	1.36	1.20
Peso del suelo seco	gr.	6.18	6.01	5.36
Limite plastico	%	20.55	22.63	22.34
Limite plastico (promedio)	%	<b>21.84</b>		



## **CALICATA 3**

ENSAYO: GRADO DE SATURACIÓN

ESTRATO 1

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</p> <p style="text-align: center;">FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p style="text-align: center;">“ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL”</p>		REGISTRO
		INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS
		CÓDIGO: LSCP-01-ING

Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emisión: 30/03/2017

**GRADO DE SATURACIÓN**

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 03 - Estrato N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°	Und.	1	2	3
Peso de la Muestra Humeda Natural	gr.	91.85	111.40	110.21
Peso de la Muestra seca	gr.	89.17	108.48	107.23
Peso del Agua	gr.	2.68	2.92	2.98
Peso específico	gr/cc.	2.301	2.314	2.326
Densidad in situ	gr/cc.	1.868	1.868	1.868
Volumen de Masa	cc.	49.17	59.64	59.00
Volumen Solido	cc.	38.75	46.89	46.10
Volumen de Vacios	cc.	10.421	12.754	12.904
Grado de Saturacion	%	<b>25.717</b>	<b>22.895</b>	<b>23.093</b>
Grado de saturacion (Promedio)	%	<b>23.90</b>		

# **CALICATA 3**

ENSAYO: POROSIDAD

ESTRATO 1

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</p> <p style="text-align: center;">FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p style="text-align: center;">"ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL"</p>		REGISTRO
		INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS
		CÓDIGO: LSCP-01-ING

Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emision: 30/03/2017

**POROSIDAD**

<b>PROYECTO :</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 03 - Estrato N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°	Und.	1	2	3
Peso de la Muestra Humeda Natural	gr.	91.85	111.40	110.21
Peso de la Muestra seca	gr.	89.17	108.48	107.23
Peso especifico	gr/cc.	2.301	2.314	2.326
Densidad in situ	gr/cc.	1.868	1.868	1.868
Volumen de Masa	cc.	49.17	59.64	59.00
Volumen Solido	cc.	38.75	46.89	46.10
Volumen de Vacios	cc.	10.421	12.754	12.904
Porosidad del suelo	%	<b>21.193</b>	<b>21.385</b>	<b>21.871</b>
Porosidad del suelo (Promedio)	%	<b>21.483</b>		

## **CALICATA 3**

ENSAYO: RELACIÓN DE VACIOS

ESTRATO 1

<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>“ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL”</b>		<b>REGISTRO</b>
		<b>INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS</b>
		<b>CÓDIGO: LSCP-01-ING</b>

Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emision: 30/03/2017

**RELACIÓN DE VACIOS**

<b>PROYECTO</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 1.50 m
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 03 - Estrato N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores



MUESTRA N°	Und.	1	2	3
Peso de la Muestra	gr.	91.85	111.40	110.21
Peso de la muestra seca	gr.	89.17	108.48	107.23
Peso especifico	gr/cc.	2.301	2.314	2.326
Densidad in situ	gr/cc.	1.868	1.868	1.868
Volumen de Masa	cc.	49.17	59.64	59.00
Volumen Solido	cc.	38.75	46.89	46.10
Volumen de Vacios	cc.	10.421	12.754	12.904
Relacion de vacios		<b>0.269</b>	<b>0.272</b>	<b>0.280</b>
Relacion de vacios (Promedio)		<b>0.274</b>		

# **CALICATA 3**

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

ESTRATO 2

Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision:

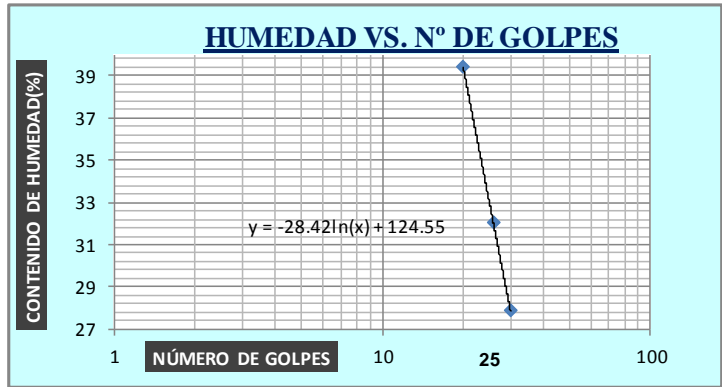
31/03/2017

## CLASIFICACIÓN DE SUELOS - SUCS - AASHTO

<b>PROYECTO</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano albo locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL:</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO:</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG:</b>	-
<b>UBICACIÓN:</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF.:</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA:</b>	Calicata N° 03 - Estrato N° 02	<b>MARGEN:</b>	-
<b>FECHA:</b>	Mar-17	<b>APROBADO:</b>	Alfonso Flores

Análisis Granulométrico Por Tamizado (ASTM-D422)			
Porcentaje Acumulado que pasa (%)	Malla		%
	N°	Abertura (mm)	
	3"	76.200	100.00
	2 1/2"	63.500	100.00
	2"	50.600	100.00
	1 1/2"	38.100	100.00
	1"	25.400	100.00
	3/4"	19.050	100.00
	1/2"	12.700	100.00
	3/8"	9.525	100.00
	1/4"	6.350	100.00
	N° 4	4.760	99.45
	N° 8	2.380	98.57
	N° 10	2.000	97.53
	N° 16	1.190	94.44
	N° 20	0.840	91.80
	N° 30	0.590	90.15
	N° 40	0.420	88.14
	N° 50	0.300	87.09
	N° 60	0.250	83.12
	N° 80	0.180	78.00
	N° 100	0.149	74.73
	N° 200	0.074	71.20

Contenido de Humedad Referencial (%W) : 4.71  
 Limite Líquido (LL) ASTM-D4318 (%) : 32.99  
 Limite Plástico (LP) ASTM-D4318 (%) : 21.44  
 Indice Plástico (IP) : 11.55



Clasificación (S.U.C.S) ASTM-D2487	
<b>CL</b>	Arenas arcillosas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas.

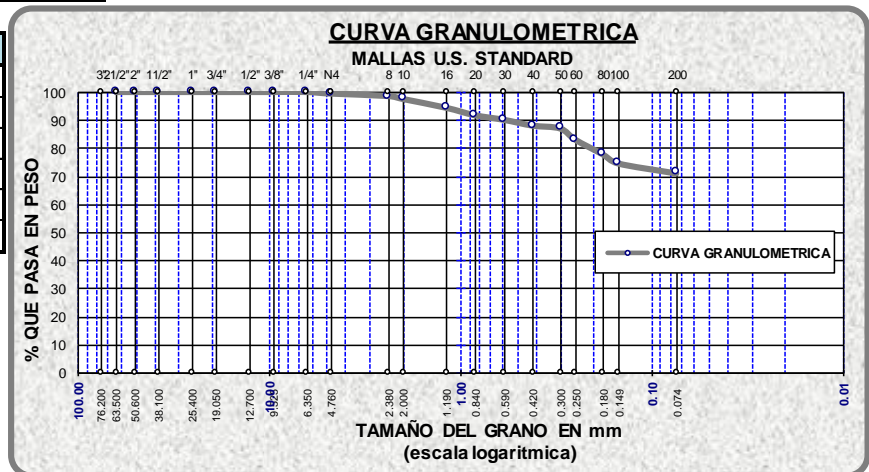
Clasificación (S.U.C.S) ASTM-D3282	
<b>A-7-5</b>	Indice de Grupo :

Distribución Granulométrica		
% Grava	GG %	0.00
	GF %	0.55
% Arena	AG %	5.00
	AM %	6.31
	AF %	16.94
% Finos		71.20

**Observaciones :**

El peso de la muestra cumple con lo especificado por la norma.

La muestra presenta Material fino en gran porcentaje.





## **CALICATA 3**

ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD

ESTRATO 2

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</p> <p style="text-align: center;">FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p style="text-align: center;">“ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL”</p>		REGISTRO
		INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS
		CÓDIGO: LSCP-01-ING

Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emisión: 30/03/2017

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
ASTM D-2216

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 03 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Peso de la Tara	gr.	71.25	88.98	91.11
Peso de la Tara + Muestra Húmeda	gr.	95.36	128.98	134.32
Peso de la Tara + Muestra Seca	gr.	94.26	127.14	132.45
Peso de la Muestra Humeda	gr.	24.11	40.00	43.21
Peso de la Muestra Seca	gr.	23.01	38.16	41.34
Peso del Agua	gr.	1.10	1.84	1.87
Contenido de Humedad Parcial	%	<b>4.78</b>	<b>4.82</b>	<b>4.52</b>
Contenido de Humedad Total	%	<b>4.71</b>		

## **CALICATA 3**

ENSAYO: DENSIDAD IN SITU

ESTRATO 2

<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>"ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL"</b>		REGISTRO
		INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS
		CÓDIGO: LSCP-01-ING

Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision: 31/03/2017

**DENSIDAD IN SITU**  
ASTM D-1556

<b>PROYECTO :</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 03 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°		UND.	CALICATA 03
N°	ITEM		ESTRATO 02
1	Peso de Recipiente Lleno + Cono	gr.	7080.000
2	Peso de Recipiente + Cono - Arena Ocupada	gr.	2614.000
3	Peso de Arena Empleada	gr.	4466.000
4	Peso de Arena en Cono	gr.	2790.000
5	Peso de Arena en el Hoyo	gr.	1676.000
6	Densidad de Arena	gr./cc.	1.760
7	Volumen del Hoyo	cc.	952.273
<b>DENSIDAD HUMEDA</b>			
9	Peso de la Muestra Extraida + Tara	gr.	2274.000
10	Peso de la Tara	gr.	300.000
11	Peso de la Muestra Extraida del Hoyo	gr.	1974.000
12	Densidad In Situ	<b>gr./cc.</b>	<b>2.073</b>

## **CALICATA 3**

ENSAYO: PESO ESPECÍFICO

ESTRATO 2

<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>“ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL”</b>		<b>REGISTRO</b>
		<b>INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS</b>
		<b>CÓDIGO: LSCP-01-ING</b>

Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision: 31/03/2017

**GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SOLIDOS**  
ASTM D-854

<b>PROYECTO :</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 03 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Peso de la Muestra Seca	gr.	625.690	482.140	549.310
Peso de la Fiola + Muestra + Agua	gr.	907.96	867.16	920.83
Peso de la Fiola + Agua	gr.	549.36	591.58	605.74
Volumen desplazado	cc.	267.09	206.56	234.22
Peso Especifico	gr./cc.	<b>2.343</b>	<b>2.334</b>	<b>2.345</b>
Temperatura del ensayo	°C	30	30	30
Factor de Correccion (K)	-	0.9974	0.9974	0.9974
Peso Especifico relativo de sólidos a 20°C	gr./cc.	<b>2.337</b>	<b>2.328</b>	<b>2.339</b>
P. Especifico (Promedio)	gr./cc.		<b>2.341</b>	
P. Especifico R. sólidos a 20°C (promedio)	gr./cc.		<b>2.335</b>	

## **CALICATA 3**

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ESTRATO 2

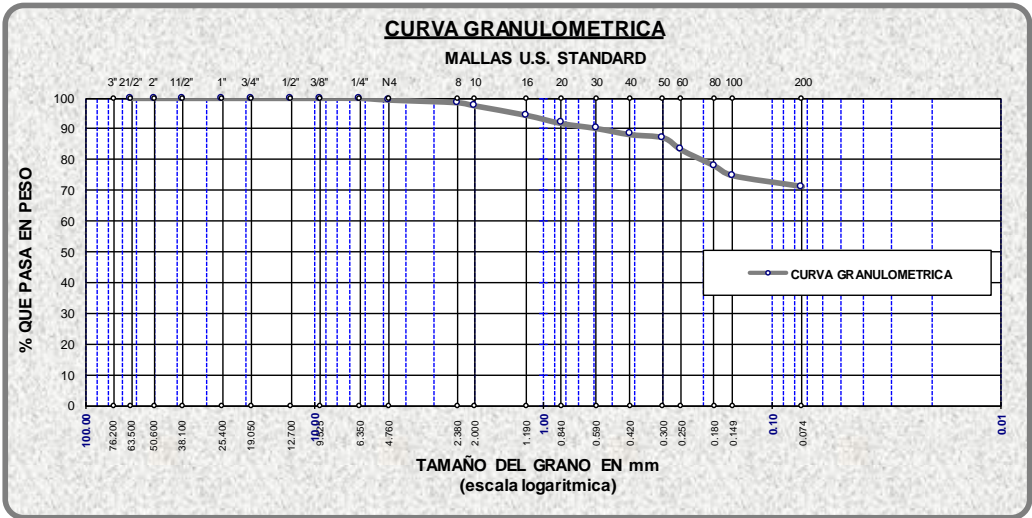
Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision: 31/03/2017

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D-442

<b>PROYECTO</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE</b>	Tesistas	<b>MATERIAL</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG</b>	-
<b>UBICACIÓN</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF.</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 03 - Estrato N° 02	<b>MARGEN</b>	-
<b>FECHA</b>	Mar-17	<b>APROBADO</b>	Alfonso Flores

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	MATERIA L OBTENID	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	GRAVA	w. muestra antes lavado (gr): 1809 w. muestra despues lavado (gr): 521  D60 = - D30 = - D10 = -  Cu = - Cc = -
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
N° 4	4.760	10.00	0.55	0.55	99.45		
N° 8	2.380	15.90	0.88	1.43	98.57	ARENA	Clasificación SUCS : CL  **Obs: El porcentaje de perdida fue corregido en laboratorio.
N° 10	2.000	18.70	1.03	2.47	97.53		
N° 16	1.190	55.90	3.09	5.56	94.44		
N° 20	0.840	47.90	2.65	8.20	91.80		
N° 30	0.590	29.70	1.64	9.85	90.15		
N° 40	0.420	36.50	2.02	11.86	88.14		
N° 50	0.300	18.90	1.04	12.91	87.09		
N° 60	0.250	71.80	3.97	16.88	83.12		
N° 80	0.180	92.70	5.12	22.00	78.00		
N° 100	0.149	59.10	3.27	25.27	74.73		
N° 200	0.074	63.90	3.53	28.80	71.20		
<b>BASE</b>		1288.00	71.20	100.00	0.00		
<b>TOTAL</b>		1809.00					
<b>% PERDIDA</b>		71.20					





## **CALICATA 3**

ENSAYO: LÍMITES DE ATTERBERG

ESTRATO 2

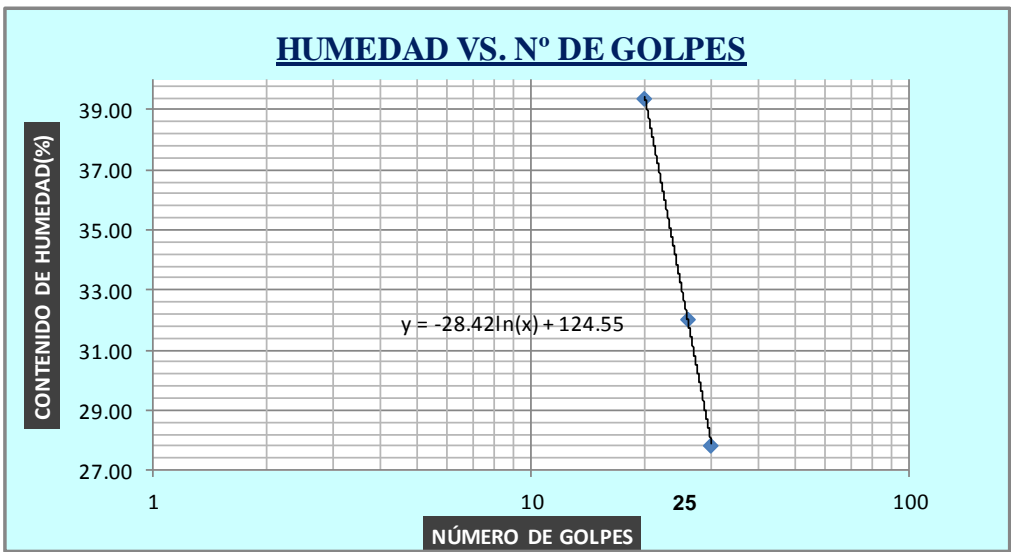
Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emision: 30/03/2017

**LÍMITE LÍQUIDO**  
ASTM D-4318

<b>PROYECTO :</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 03 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA	UND.	1	2	3
N° Golpes	-	30	26	20
Peso del frasco	gr.	45.00	45.00	45.00
Peso del frasco + suelo humedo	gr.	128.97	184.36	185.73
Peso del frasco + suelo seco	gr.	110.69	150.54	145.97
Peso del agua	gr.	18.28	33.82	39.76
Peso del suelo seco	gr.	65.69	105.54	100.97
Contenido de Humedad	%	27.83	32.04	39.38
Limite Liquido	%	<b>28.45</b>	<b>32.20</b>	<b>38.33</b>
Limite Liquido (promedio)	%	<b>32.99</b>		



<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>“ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL”</b>		<b>REGISTRO</b>
		<b>INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS</b>
		<b>CÓDIGO: LSCP-01-ING</b>

Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emision: 30/03/2017

**LÍMITE PLÁSTICO**  
**ASTM D-4318**

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 03 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA	UND.	1	2	3
Peso del frasco	gr.	45.00	45.00	45.00
Peso del frasco + suelo humedo	gr.	50.60	51.25	52.04
Peso del frasco + suelo seco	gr.	49.61	50.14	50.81
Peso del agua	gr.	0.99	1.11	1.23
Peso del suelo seco	gr.	4.61	5.14	5.81
Límite plástico	%	21.48	21.60	21.25
Límite plástico (promedio)	%	<b>21.44</b>		

## **CALICATA 3**

ENSAYO: GRADO DE SATURACIÓN

ESTRATO 2

<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>“ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL”</b>		<b>REGISTRO</b>
		<b>INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS</b>
		<b>CÓDIGO: LSCP-01-ING</b>

Informe N°: **LSCP - 16 - 001**

Fecha Emision: **30/03/2017**

### GRADO DE SATURACIÓN

<b>PROYECTO :</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 03 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°	Und.	1	2	3
Peso de la Muestra Humeda Natural	gr.	95.36	128.98	134.32
Peso de la Muestra seca	gr.	94.26	127.14	132.45
Peso del Agua	gr.	1.10	1.84	1.87
Peso específico	gr/cc.	2.209	2.222	2.213
Densidad in situ	gr/cc.	2.073	2.073	2.073
Volumen de Masa	cc.	46.00	62.22	64.80
Volumen Solido	cc.	42.67	57.23	59.85
Volumen de Vacios	cc.	3.336	4.994	4.951
Grado de Saturacion	%	<b>32.969</b>	<b>36.844</b>	<b>37.767</b>
Grado de saturacion (Promedio)	%	<b>35.86</b>		

## **CALICATA 3**

ENSAYO: POROSIDAD

ESTRATO 2

<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>“ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL”</b>		<b>REGISTRO</b>
		<b>INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS</b>
		<b>CÓDIGO: LSCP-01-ING</b>

Informe N°: **LSCP - 15 - 001**

Fecha Emision: **30/03/2017**

**POROSIDAD**

<b>PROYECTO :</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 03 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

<b>MUESTRA N°</b>	<b>Und.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de la Muestra Humeda Natural	gr.	95.36	128.98	134.32
Peso de la Muestra seca	gr.	94.26	127.14	132.45
Peso especifico	gr/cc.	2.209	2.222	2.213
Densidad in situ	gr/cc.	2.073	2.073	2.073
Volumen de Masa	cc.	46.00	62.22	64.80
Volumen Solido	cc.	42.67	57.23	59.85
Volumen de Vacios	cc.	3.336	4.994	4.951
Porosidad del suelo	%	<b>7.253</b>	<b>8.026</b>	<b>7.641</b>
Porosidad del suelo (Promedio)	%	<b>7.640</b>		

## **CALICATA 3**

ENSAYO: RELACIÓN DE VACÍOS

ESTRATO 2



<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</p> <p style="text-align: center;">FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p style="text-align: center;">“ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL”</p>		REGISTRO
		INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS
		CÓDIGO: LSCP-01-ING

Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emision: 30/03/2017

### RELACIÓN DE VACIOS

<b>PROYECTO</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE</b>	Tesistas	<b>MATERIAL</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG</b>	-
<b>UBICACIÓN</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF.</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 03 - Estrato N° 02	<b>MARGEN</b>	-
<b>FECHA</b>	Mar-17	<b>APROBADO</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°	Und.	1	2	3
Peso de la Muestra	gr.	95.36	128.98	134.32
Peso de la muestra seca	gr.	94.26	127.14	132.45
Peso especifico	gr/cc.	2.337	2.328	2.339
Densidad in situ	gr/cc.	2.073	2.073	2.073
Volumen de Masa	cc.	46.00	62.22	64.80
Volumen Solido	cc.	40.34	54.61	56.62
Volumen de Vacios	cc.	5.660	7.609	8.174
Relacion de vacios		<b>0.140</b>	<b>0.139</b>	<b>0.144</b>
Relacion de vacios (Promedio)		<b>0.141</b>		

# **CALICATA 3**

ENSAYO: ESFUERZO VERTICAL

ESTRATO 2



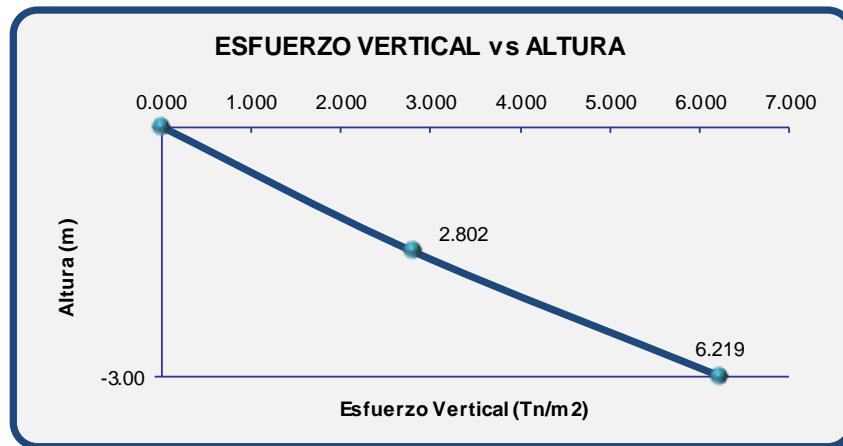
Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emision: 30/03/2017

### ESFUERZO VERTICAL DEL SUELO

<b>PROYECTO :</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 03 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

Estrato	D.Insitu (tn/m3)	Altura(m.)	Esf. Vertical(tn/m2)	Altura(m.)
N.S.	0.000	0.000	0.000	0.000
1.000	1.868	-1.500	2.802	-1.500
2.000	2.073	-3.000	6.219	-3.000



\* OBS. Como no se encontró Nivel Freático, el Esfuerzo efectivo es el mismo que el Esfuerzo Vertical

## **CALICATA 3**

ENSAYO: CORTE DIRECTO

ESTRATO 2

Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision: 30/03/2017

**ENSAYO CORTE DIRECTO  
ASTM D-3080**

PROYECTO :	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
SOLICITANTE:	Tesisias	MATERIAL :	Suelo de Fundación
ESTUDIO :	Mecánica de suelos	KM / PROG :	-
UBICACIÓN :	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	PROF. :	1.50 - 3.00 m
MUESTRA :	Calicata N° 03 - Estrato N° 02	MARGEN :	-
FECHA :	Mar-17	APROBADO :	Alfonso Flores

**CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA**

Diametro (cm)	6.19
---------------	------

Area (cm <sup>2</sup> )	30.09
-------------------------	-------

Factor de conv.	
-----------------	--

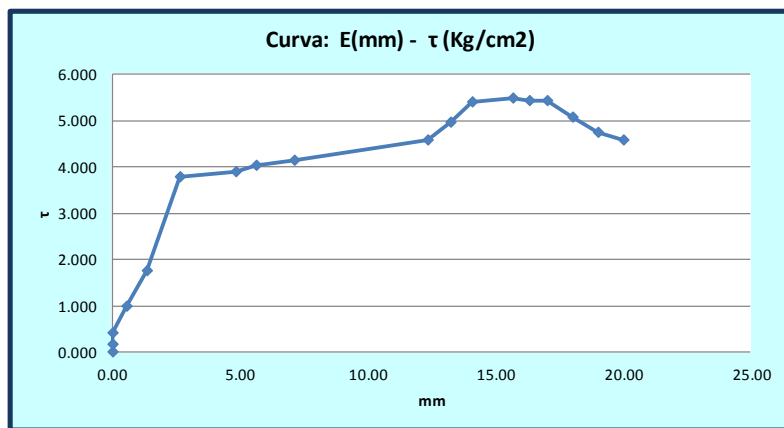
**APLICACIONES DE CARGA :**

**ENSAYO N° 1**

Carga Normal (N)	4.00
Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.52

Carga Normal (Kg)	15.5
-------------------	------

FH		E	τ
N	kg	mm	(Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.000
50	5.10	0.00	0.169
120	12.23	0.00	0.406
290	29.56	0.59	0.982
520	53.01	1.34	1.761
1120	114.17	2.65	3.794
1150	117.23	4.85	3.895
1190	121.30	5.66	4.031
1220	124.36	7.15	4.133
1350	137.61	12.33	4.573
1460	148.83	13.24	4.946
1590	162.08	14.11	5.386
1620	165.14	15.67	5.488
1600	163.10	16.33	5.420
1600	163.10	17.00	5.420
1500	152.91	18.00	5.081
1400	142.71	19.00	4.742
1350	137.61	20.00	4.573

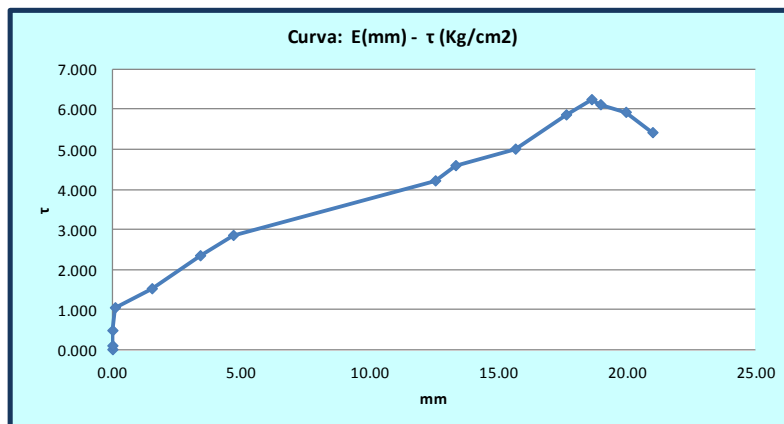


**ENSAYO N° 2**

Carga Normal (KN)	8.00
Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	1.01

Carga Normal (Kg)	30.5
-------------------	------

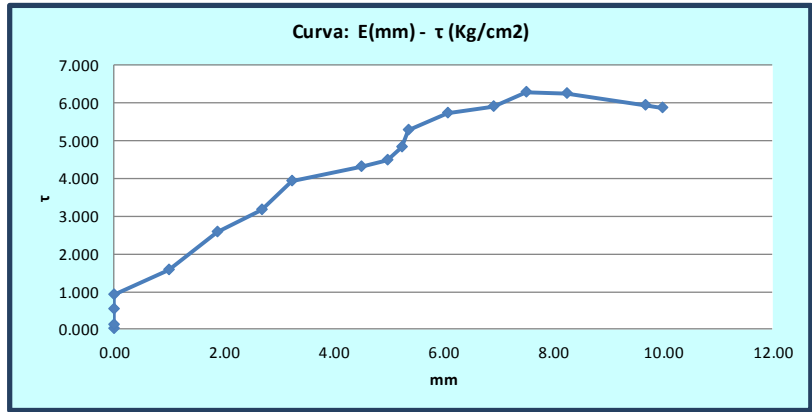
FH		E	τ
N	kg	mm	(Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.000
30	3.06	0.00	0.102
140	14.27	0.00	0.474
310	31.60	0.11	1.050
450	45.87	1.57	1.524
690	70.34	3.45	2.337
840	85.63	4.69	2.845
1240	126.40	12.56	4.200
1350	137.61	13.34	4.573
1480	150.87	15.67	5.013
1730	176.35	17.68	5.860
1840	187.56	18.64	6.233
1800	183.49	19.00	6.097
1750	178.39	20.00	5.928
1600	163.10	21.00	5.420



**ENSAYO Nº 3**

Carga Normal (KN)		12.00	
Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )		2.01	
FH		E	
N	kg	mm	(Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.000
40	4.08	0.00	0.135
160	16.31	0.00	0.542
270	27.52	0.00	0.915
460	46.89	1.00	1.558
760	77.47	1.87	2.574
940	95.82	2.69	3.184
1160	118.25	3.24	3.929
1270	129.46	4.50	4.302
1320	134.56	4.98	4.471
1430	145.77	5.25	4.844
1560	159.02	5.37	5.284
1690	172.27	6.08	5.725
1740	177.37	6.91	5.894
1860	189.60	7.51	6.300
1850	188.58	8.25	6.267
1750	178.39	9.69	5.928
1730	176.35	10.00	5.860

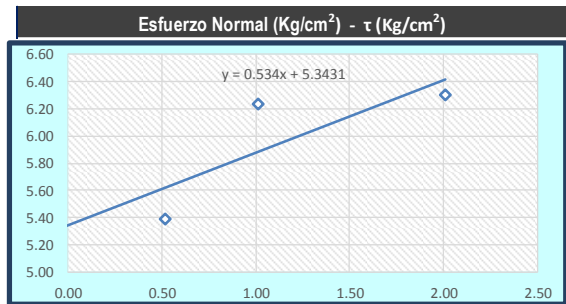
Carga Normal (Kg) 60.5



**RESULTADOS**

CORTE DIRECTO			
ENSAYO Nº	1	2	3
CARGA NORMAL (Kg)	15.50	30.50	60.50
ESFUERZO NORMAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.52	1.01	2.01
ESFUERZO TANGENCIAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	5.39	6.23	6.30

Angulo de Fricción	Cohesión
<b>28.10</b>	<b>5.34</b>



## **CALICATA 3**

ENSAYO: CAPACIDAD PORTANTE

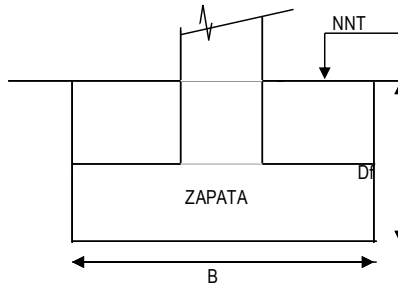
ESTRATO 2

Informe N°: **LSCP - 15 - 001** Fecha Emisión: **13/05/2017**

**CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO**

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROFUNDIDAD :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 03 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	01/03/2017	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

DATOS GENERALES		
Angulo de Fricción	28.10	°
Cohesión	5.34	ton/m2
Densidad Natural del Suelo por encima del N.C.	2.073	ton/m3
Densidad Natural del Suelo por debajo del N.C.	2.073	ton/m3
Relación Ancho Largo (B/L)	0.83	
Factor de Seguridad	4	
Carga Total	12	ton



Donde: Df: Profundidad de cimentación Df= 1.20  
 B : Ancho de la zapata B= 1.00  
 NT : Nivel Natural de Terreno

FORMA	FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA			FACTORES DE FORMA		
	Nc	Ng	Nq	Sc	Sg	Sq
Continua	26.00	16.96	14.88	1.48	0.67	1.44
Cuadrada				1.48	0.67	1.44

**DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE**

Tipo de Cimentación	Prof. (m)	Ancho (B) (m)	Quit (Kg/cm2)	Qadm (kg/cm2)	Qact (kg/cm2)	Condición Quit>Qact	CAPACIDAD PORTANTE KG/CM2
<b>Cuadrada</b>	1.20	1.20	27.23	6.81	0.69	Cumple	6.81
	1.20	1.50	27.58	6.90	0.44	Cumple	6.90
	1.20	1.80	27.94	6.98	0.31	Cumple	6.98
	1.50	1.20	28.57	7.14	0.69	Cumple	7.14
	1.50	1.50	28.92	7.23	0.44	Cumple	7.23
	1.50	1.80	29.27	7.32	0.31	Cumple	7.32
	2.00	1.20	30.79	7.70	0.69	Cumple	7.70
	2.00	1.50	31.15	7.79	0.44	Cumple	7.79
	2.00	1.80	31.50	7.87	0.31	Cumple	7.87
	2.50	1.20	33.02	8.26	0.69	Cumple	8.26
	2.50	1.50	33.37	8.34	0.44	Cumple	8.34
	2.50	1.80	33.73	8.43	0.31	Cumple	8.43
	3.00	1.20	35.25	8.81	0.69	Cumple	8.81
	3.00	1.50	35.60	8.90	0.44	Cumple	8.90
	3.00	1.80	35.95	8.99	0.31	Cumple	8.99



## **CALICATA 3**

ENSAYO: CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS

ESTRATO 2

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

"ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL"



REGISTRO

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

CÓDIGO: LSCP-01-ING

Informe N°: LSCP - 15 - 001

Fecha Emision:

13/05/2017

### CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS - MÉTODO ELÁSTICO

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROFUNDIDAD :</b>	1.50 - 3.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 03 - Estrato N° 02	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	01/03/2017	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

Cimentación	Valores de If (cm/m)		
	Cuadrada	Rígida	
Flexible		Centro	112
		Esquina	56
		Medio	95
Circular	Rígida		88
	Flexible	Centro	100
		Esquina	64
		Medio	85
Rectangular	Rígida		120
(5=>L/B =>2)	Flexible	Centro	153
		Esquina	77
		Medio	130

Poisson (u)	0.4
Módulo de Elasticidad (ton/m <sup>2</sup> )	3763.74

Material	Tipo de Cimentación	Df (m)	B	Q.act (ton/m <sup>2</sup> )	S (cm) Rígida	S (cm) Flexible Centro	S (cm) Flexible Esquina	S (cm) Flexible Medio
CL	ZAPATA	1.20	1.20	6.92	0.15	0.21	0.10	0.18
		1.20	1.50	4.43	0.12	0.17	0.08	0.14
		1.20	1.80	3.07	0.10	0.14	0.07	0.12
		1.50	1.20	6.92	0.15	0.21	0.10	0.18
		1.50	1.50	4.43	0.12	0.17	0.08	0.14
		1.50	1.80	3.07	0.10	0.14	0.07	0.12
		2.00	1.20	6.92	0.15	0.21	0.10	0.18
		2.00	1.50	4.43	0.12	0.17	0.08	0.14
		2.00	1.80	3.07	0.10	0.14	0.07	0.12
		2.50	1.20	6.92	0.15	0.21	0.10	0.18
		2.50	1.50	4.43	0.12	0.17	0.08	0.14
		2.50	1.80	3.07	0.10	0.14	0.07	0.12
		3.00	1.20	6.92	0.15	0.21	0.10	0.18
		3.00	1.50	4.43	0.12	0.17	0.08	0.14
		3.00	1.80	3.07	0.10	0.14	0.07	0.12

## **CALICATA 4**

## **CALICATA 4**

ENSAYO: DENSIDAD IN SITU

<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>“ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL”</b>		<b>REGISTRO</b>
		<b>INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS</b>
		<b>CÓDIGO: LSCP-01-ING</b>

Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision: 31/03/2017

**DENSIDAD IN SITU**  
ASTM D-1556

<b>PROYECTO :</b>	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 1.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 04 - Estrato N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°		UND.	CALICATA 04
N°	ITEM		ESTRATO 01
1	Peso de Recipiente Lleno + Cono	gr.	6990.000
2	Peso de Recipiente + Cono - Arena Ocupada	gr.	2560.000
3	Peso de Arena Empleada	gr.	4430.000
4	Peso de Arena en Cono	gr.	2790.000
5	Peso de Arena en el Hoyo	gr.	1640.000
6	Densidad de Arena	gr./cc.	1.760
7	Volumen del Hoyo	cc.	931.818
<b>DENSIDAD HUMEDA</b>			
9	Peso de la Muestra Extraida + Tara	gr.	1980.000
10	Peso de la Tara	gr.	210.000
11	Peso de la Muestra Extraida del Hoyo	gr.	1770.000
12	Densidad In Situ	<b>gr./cc.</b>	<b>1.900</b>

## **CALICATA 4**

ENSAYO: PESO ESPECÍFICO

<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>“ ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL ”</b>		<b>REGISTRO</b>
		<b>INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS</b>
		<b>CÓDIGO: LSCP-01-ING</b>

Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision: 31/03/2017

**GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SOLIDOS**  
ASTM D-854

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesistas	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROF. :</b>	0.00 - 1.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 04 - Estrato N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	Mar-17	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Peso de la Muestra Seca	gr.	802.470	686.390	642.870
Peso de la Fiola + Muestra + Agua	gr.	876.15	796.37	879.57
Peso de la Fiola + Agua	gr.	435.68	421.57	526.90
Volumen desplazado	cc.	362.00	311.59	290.20
Peso Especifico	gr./cc.	<b>2.217</b>	<b>2.203</b>	<b>2.215</b>
Temperatura del ensayo	°C	30	30	30
Factor de Correccion (K)	-	0.9974	0.9974	0.9974
Peso Especifico relativo de sólidos a 20°C	gr./cc.	<b>2.211</b>	<b>2.197</b>	<b>2.210</b>
P. Especifico (Promedio)	gr./cc.		<b>2.212</b>	
P. Especifico R. sólidos a 20°C (promedio)	gr./cc.		<b>2.206</b>	

## **CALICATA 4**

ENSAYO: PLACA DE CARGA ESTÁTICA



Informe N°: LSCP - 16 - 001

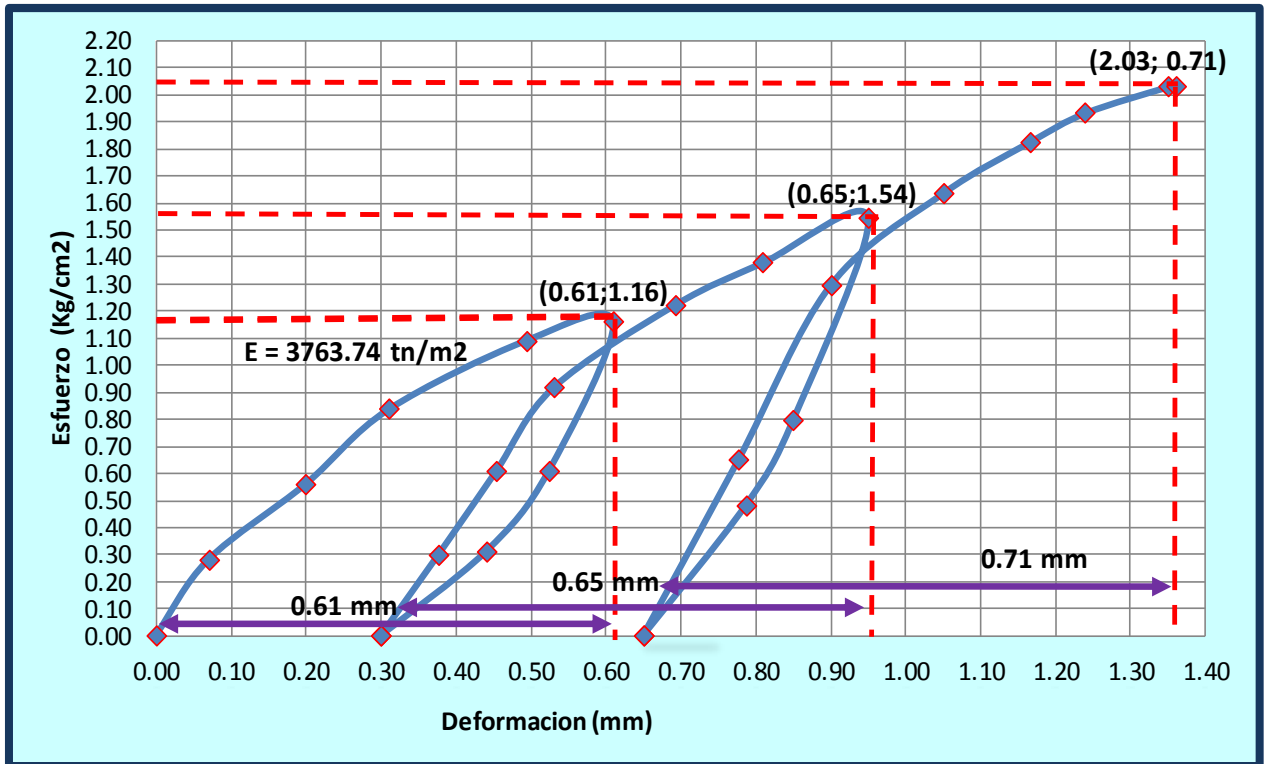
Fecha Emision: 31/05/2017

**CARGA DE PLACA**  
ASTM D-1556

PROYECTO :	Determinacion de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna.		
SOLICITANTE :	Tesistas	MATERIAL :	Suelo de Fundación
ESTUDIO :	Mecánica de suelos	KM / PROG :	-
UBICACIÓN :	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	PROF. :	0.00 - 1.00 m
MUESTRA :	Calicata N° 04 - Estrato N° 01	MARGEN :	-
FECHA :	Jul-17	APROBADO :	Alfonso Flores

Datos para la curva carga - deformacion							
Velocidad de carga:							
CICLOS	Tiempo (min)	CARGA (KG)	ESFUERZO(kg/cm2)	Lectura de los diales de deformacion (mm)			Promedio
				1	2	3	
I	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	197.75	0.28	0.07	0.06	0.08	0.07
	3	395.85	0.56	0.20	0.19	0.21	0.20
	5	590.10	0.83	0.31	0.31	0.31	0.31
	7	770.00	1.09	0.49	0.49	0.50	0.49
	9	819.00	1.16	0.60	0.62	0.61	0.61
	11	427.35	0.60	0.52	0.52	0.53	0.52
	13	218.75	0.31	0.44	0.44	0.44	0.44
15	0.00	0.00	0.30	0.30	0.30	0.30	
II	15	0.00	0.00	0.30	0.30	0.30	0.30
	17	210.35	0.30	0.38	0.37	0.38	0.38
	19	427.35	0.60	0.45	0.46	0.45	0.45
	21	646.80	0.92	0.53	0.53	0.53	0.53
	23	864.15	1.22	0.70	0.69	0.69	0.69
	25	974.05	1.38	0.80	0.82	0.81	0.81
	27	1091.65	1.54	0.94	0.95	0.96	0.95
	29	562.80	0.80	0.85	0.85	0.85	0.85
31	339.85	0.48	0.79	0.79	0.78	0.79	
33	0.00	0.00	0.65	0.65	0.65	0.65	
III	33	0.00	0.00	0.65	0.65	0.65	0.65
	35	457.45	0.65	0.78	0.78	0.77	0.78
	37	914.90	1.29	0.90	0.90	0.90	0.90
	39	1155.00	1.63	1.05	1.05	1.05	1.05
	41	1289.75	1.82	1.17	1.17	1.16	1.17
	43	1365.00	1.93	1.24	1.24	1.24	1.24
	45	1433.25	2.03	1.35	1.36	1.34	1.35
	47	1435.35	2.03	1.36	1.36	1.36	1.36

Diametro de la placa (cm):	30
Area de la placa (cm2):	706.86
Modulo de Elasticidad del Suelo:	$E = Q / S * D / 4 * (1 - u^2) * \pi$
S (cm):	Asiento de la placa producido por una carga Q
Q (kg/cm2):	Carga Aplicada
D (cm):	Diametro de la placa
u:	Coefficiente de Poisson
Capacidad Portante:	$Qult = Qult(placa) * B(cimiento) / B(placa)$
Qult(placa):	Carga correspondiente al asentamiento
B(cimiento):	Dimension menor del cimiento
B(placa):	Diametro de la placa de carga
Profundidad:	La calicata tiene una profundidad de 1 metro
Temperatura ambiente:	22°C
Descripcion del suelo:	Suelo arcilloso, de baja plasticidad
Fecha de muestreo:	15/08/2017
Fecha de ensayo:	15/08/2017



### RESULTADOS

Coefficiente de Poisson	0.4
Esfuerzo maximo al primer ciclo de carga	1.160
E (Modulo de elasticidad del suelo) Tn/m <sup>2</sup>	3763.74
K30 (modulo de reaccion) kg/cm <sup>3</sup>	19.02

Ancho cimentacion (m) =	1.2
Capacidad Portante Mediante Ensayo Carga de Placa (Kg/cm <sup>2</sup> )	5.41

#### Observaciones:

El ensayo se realizo en zanja abierta, con la maquina que simula el ensayo de carga de placa esto con el fin de determinar el modulo de reaccion del suelo.

Los datos tomados son en concordancia con el ensayo realizado.

Para la muestra se tomo el tiempo con cronometro

Se realizo un acople a la gata (bomba), para una mejor manipulacion.

Se obtuvo el modulo de reaccion del suelo en funcion de la carga obtenida a una deformacion de 0.127cm.

El modulo de reaccion del suelo es solamente para la zona de estudio.

Se obtuvo la capacidad ultima del terreno por medio del ensayo de carga de placa

## **CALICATA 4**

ENSAYO: CORTE DIRECTO

Informe N°: LSCP - 16 - 001

Fecha Emision: 30/03/2017

**ENSAYO CORTE DIRECTO  
ASTM D-3080**

PROYECTO :	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
SOLICITANTE:	Tesisias	MATERIAL :	Suelo de Fundación
ESTUDIO :	Mecánica de suelos	KM / PROG :	-
UBICACIÓN :	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	PROF. :	0.00 - 1.00 m
MUESTRA :	Calicata N° 04 - Estrato N° 01	MARGEN :	-
FECHA :	Mar-17	APROBADO :	Alfonso Flores

**CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA**

Diametro (cm)	6.19
---------------	------

Area (cm <sup>2</sup> )	30.09
-------------------------	-------

Factor de conv.	-
-----------------	---

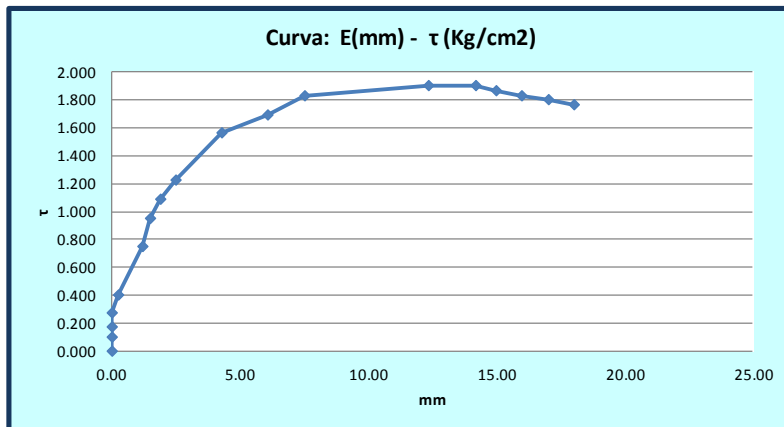
**APLICACIONES DE CARGA :**

**ENSAYO N° 1**

Carga Normal (N)	4.00
Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.52

Carga Normal (Kg)	15.5
-------------------	------

FH		E		τ
N	kg	mm	mm	(Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.00	0.000
30	3.06	0.00	0.102	0.102
50	5.10	0.00	0.169	0.169
80	8.15	0.00	0.271	0.271
120	12.23	0.24	0.406	0.406
220	22.43	1.20	0.745	0.745
280	28.54	1.50	0.948	0.948
320	32.62	1.90	1.084	1.084
360	36.70	2.50	1.219	1.219
460	46.89	4.30	1.558	1.558
500	50.97	6.10	1.694	1.694
540	55.05	7.50	1.829	1.829
560	57.08	12.35	1.897	1.897
560	57.08	14.20	1.897	1.897
550	56.07	15.00	1.863	1.863
540	55.05	16.00	1.829	1.829
530	54.03	17.00	1.795	1.795
520	53.01	18.00	1.761	1.761

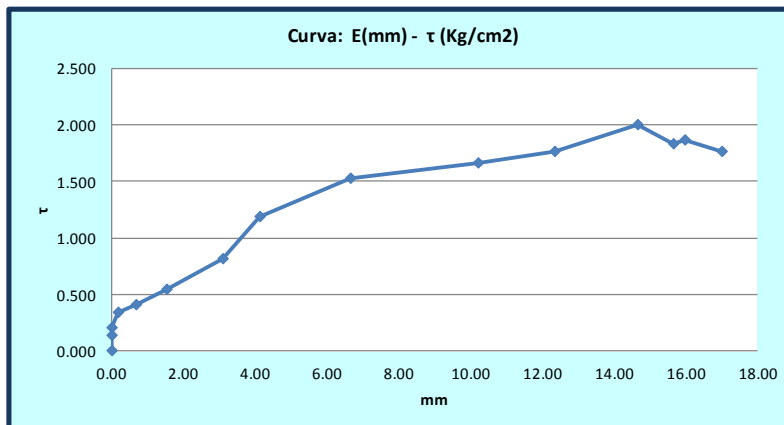


**ENSAYO N° 2**

Carga Normal (KN)	8.00
Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	1.01

Carga Normal (Kg)	30.5
-------------------	------

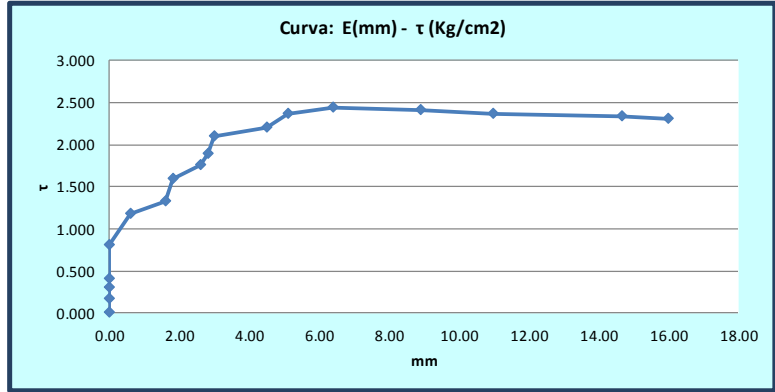
FH		E		τ
N	kg	mm	mm	(Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.000	0.000
40	4.08	0.00	0.135	0.135
60	6.12	0.00	0.203	0.203
100	10.19	0.20	0.339	0.339
120	12.23	0.68	0.406	0.406
160	16.31	1.54	0.542	0.542
240	24.46	3.10	0.813	0.813
350	35.68	4.15	1.186	1.186
450	45.87	6.67	1.524	1.524
490	49.95	10.21	1.660	1.660
520	53.01	12.36	1.761	1.761
590	60.14	14.68	1.999	1.999
540	55.05	15.68	1.829	1.829
550	56.07	16.00	1.863	1.863
520	53.01	17.00	1.761	1.761



**ENSAYO Nº 3**

Carga Normal (KN)		12.00	
Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )		2.01	
FH		E	T
N	kg	mm	(Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.00	0.000
50	5.10	0.00	0.169
90	9.17	0.00	0.305
120	12.23	0.00	0.406
240	24.46	0.00	0.813
350	35.68	0.58	1.186
390	39.76	1.60	1.321
470	47.91	1.80	1.592
520	53.01	2.60	1.761
560	57.08	2.80	1.897
620	63.20	3.00	2.100
650	66.26	4.50	2.202
700	71.36	5.09	2.371
720	73.39	6.39	2.439
710	72.38	8.90	2.405
700	71.36	10.97	2.371
690	70.34	14.68	2.337
680	69.32	16.00	2.303

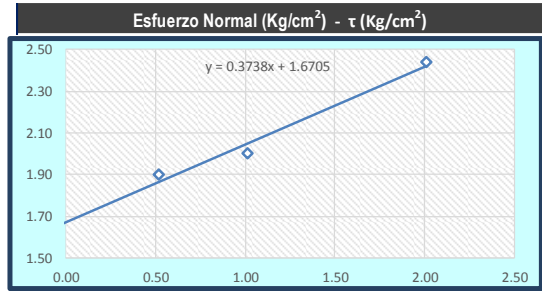
Carga Normal (Kg) 60.5



**RESULTADOS**

CORTE DIRECTO			
ENSAYO Nº	1	2	3
CARGA NORMAL (Kg)	15.50	30.50	60.50
ESFUERZO NORMAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.52	1.01	2.01
ESFUERZO TANGENCIAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	1.90	2.00	2.44

Angulo de Friccion	Cohesión
20.50	1.67



## **CALICATA 4**

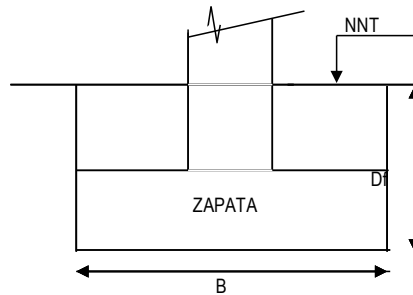
ENSAYO: CAPACIDAD PORTANTE

Informe N°: **LSCP - 15 - 001** Fecha Emisión: **13/05/2017**

### CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

<b>PROYECTO :</b>	Determinación de la influencia en el incremento del contenido de humedad en las arcillas en el asentamiento urbano alto locumba, distrito de locumba, provincia de Jorge Basadre - Ciudad de Tacna		
<b>SOLICITANTE:</b>	Tesis	<b>MATERIAL :</b>	Suelo de Fundación
<b>ESTUDIO :</b>	Mecánica de suelos	<b>KM / PROG :</b>	-
<b>UBICACIÓN :</b>	Tacna - Jorge Basadre - Locumba	<b>PROFUNDIDAD :</b>	0.00 - 1.00 m
<b>MUESTRA :</b>	Calicata N° 04 - Estrato N° 01	<b>MARGEN :</b>	-
<b>FECHA :</b>	01/03/2017	<b>APROBADO :</b>	Alfonso Flores

DATOS GENERALES		
Angulo de Fricción	<b>0.00</b>	°
Cohesión	<b>1.67</b>	ton/m <sup>2</sup>
Densidad Natural del Suelo por encima del N.C.	<b>1.9</b>	ton/m <sup>3</sup>
Densidad Natural del Suelo por debajo del N.C.	<b>1.9</b>	ton/m <sup>3</sup>
Relación Ancho Largo (B/L)	<b>0.83</b>	
Factor de Seguridad	<b>4</b>	
Carga Total	<b>12</b>	ton



Donde: Df: Profundidad de cimentación Df= 1.20  
 B : Ancho de la zapata B= 1.00  
 NT : Nivel Natural de Terreno

FORMA	FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA			FACTORES DE FORMA		
	Nc	Ng	Nq	Sc	Sg	Sq
Continua	5.70	0.00	1.00	1.15	0.67	1.00
Cuadrada				1.15	0.67	1.00

#### DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Tipo de Cimentación	Prof. (m)	Ancho (B) (m)	Quit (Kg/cm <sup>2</sup> )	Qadm (kg/cm <sup>2</sup> )	Qact (kg/cm <sup>2</sup> )	Condición Qult>Qact	CAPACIDAD PORTANTE KG/CM <sup>2</sup>
<b>Cuadrada</b>	1.20	1.20	1.32	0.33	0.69	Cumple	<b>0.33</b>
	1.20	1.50	1.32	0.33	0.44	Cumple	<b>0.33</b>
	1.20	1.80	1.32	0.33	0.31	Cumple	<b>0.33</b>
	1.50	1.20	1.38	0.34	0.69	Cumple	<b>0.34</b>
	1.50	1.50	1.38	0.34	0.44	Cumple	<b>0.34</b>
	1.50	1.80	1.38	0.34	0.31	Cumple	<b>0.34</b>
	2.00	1.20	1.47	0.37	0.69	Cumple	<b>0.37</b>
	2.00	1.50	1.47	0.37	0.44	Cumple	<b>0.37</b>
	2.00	1.80	1.47	0.37	0.31	Cumple	<b>0.37</b>
	2.50	1.20	1.57	0.39	0.69	Cumple	<b>0.39</b>
	2.50	1.50	1.57	0.39	0.44	Cumple	<b>0.39</b>
	2.50	1.80	1.57	0.39	0.31	Cumple	<b>0.39</b>
	3.00	1.20	1.66	0.42	0.69	Cumple	<b>0.42</b>
	3.00	1.50	1.66	0.42	0.44	Cumple	<b>0.42</b>
	3.00	1.80	1.66	0.42	0.31	Cumple	<b>0.42</b>

# **ANEXO 03**

## **PANEL FOTOGRAFICO**





*Fotografía 1. Ensayo de Contenido de Humedad; ingresando las muestras en el horno de temperatura controlada.*



*Fotografía 2. Ensayo de Peso Específico en Finos; realizando el baño María.*



*Fotografía 3. Ensayo de Peso Específico en Finos; fotografía donde se observa pesando la muestra ensayada.*



*Fotografía 4. Análisis Granulométrico; realizando el tamizado de las muestras.*



*Fotografía 5. Análisis Granulométrico; controlando el peso.*



*Fotografía 6. Ensayo de Límite Líquido*



*Fotografía 7. Ensayo de Límite Plástico*



*Fotografía 8. Ensayo de Corte Directo*



*Fotografía 9. Vista General de la calicata en Alto Locumba*



*Fotografía 10. Fisuras de la Vivienda 1 de Alto Locumba*



*Fotografía 11. Fisuras de la Vivienda 2 de Alto Locumba*



*Fotografía 12. Fisuras de la Vivienda 3 de Alto Locumba*



*Fotografía 13. Armando el equipo de Placa de Carga Estática*



*Fotografía 14. Colocación de los diales y bomba hidráulica.*



*Fotografía 15. Ajuste de los diales en campo.*



*Fotografía 16. Ajuste del equipo en la calicata.*





*Fotografía 17. Lectura de diales para medir los asentamientos.*

# **ANEXO 04**

## **PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS**

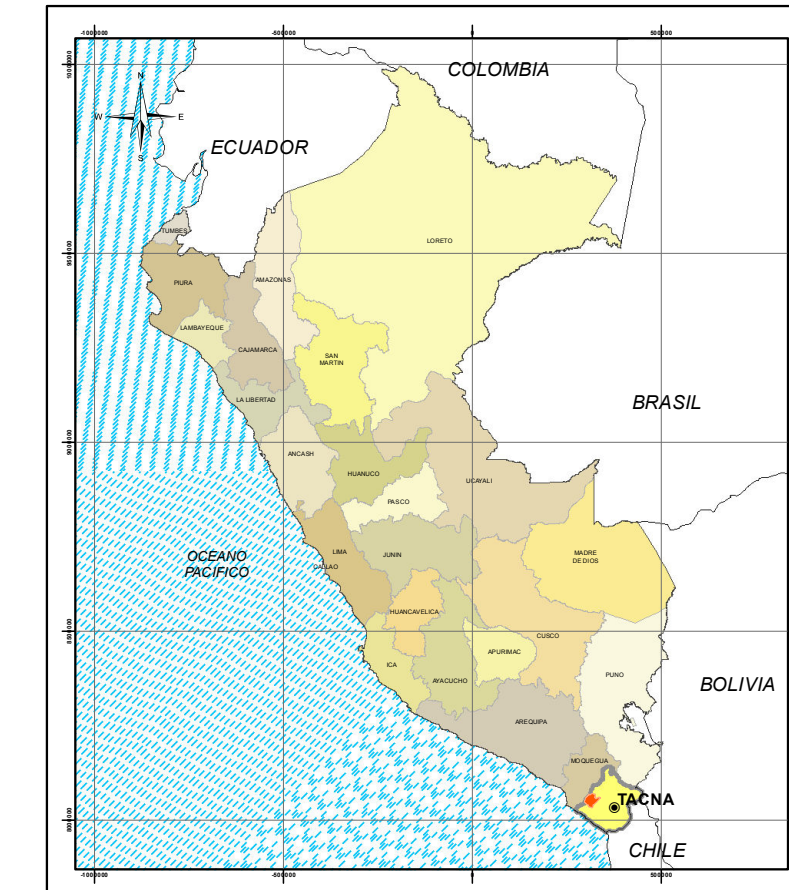


# **ANEXO 05**

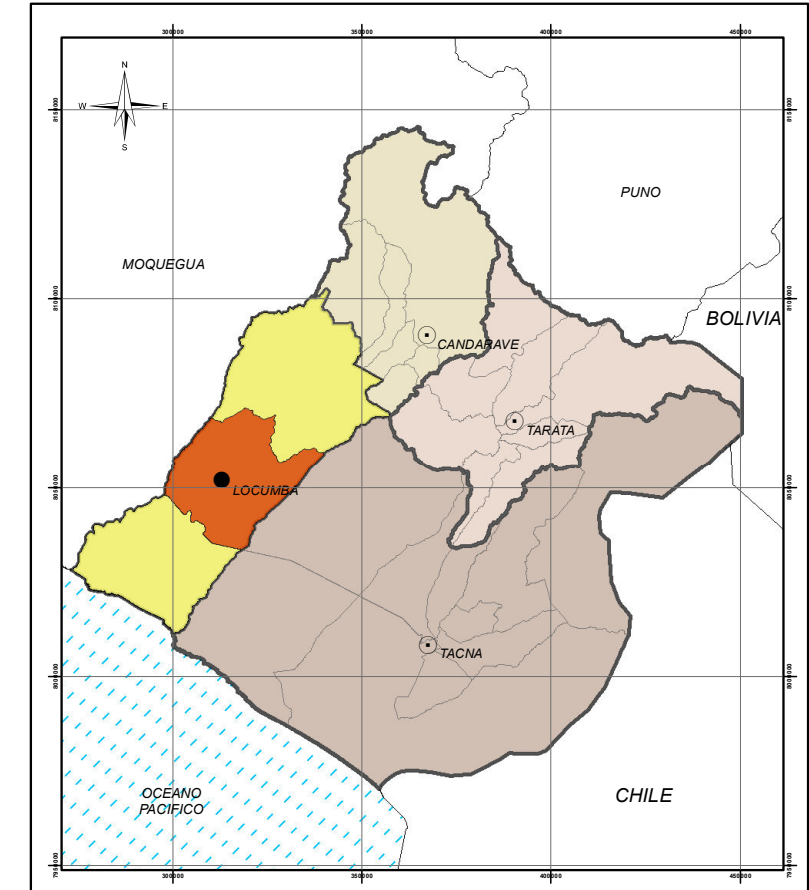
## **PLANO DE ZONIFICACIÓN DE USOS DE SUELO**

# MAPA DE LA PROVINCIA JORGE BASADRE

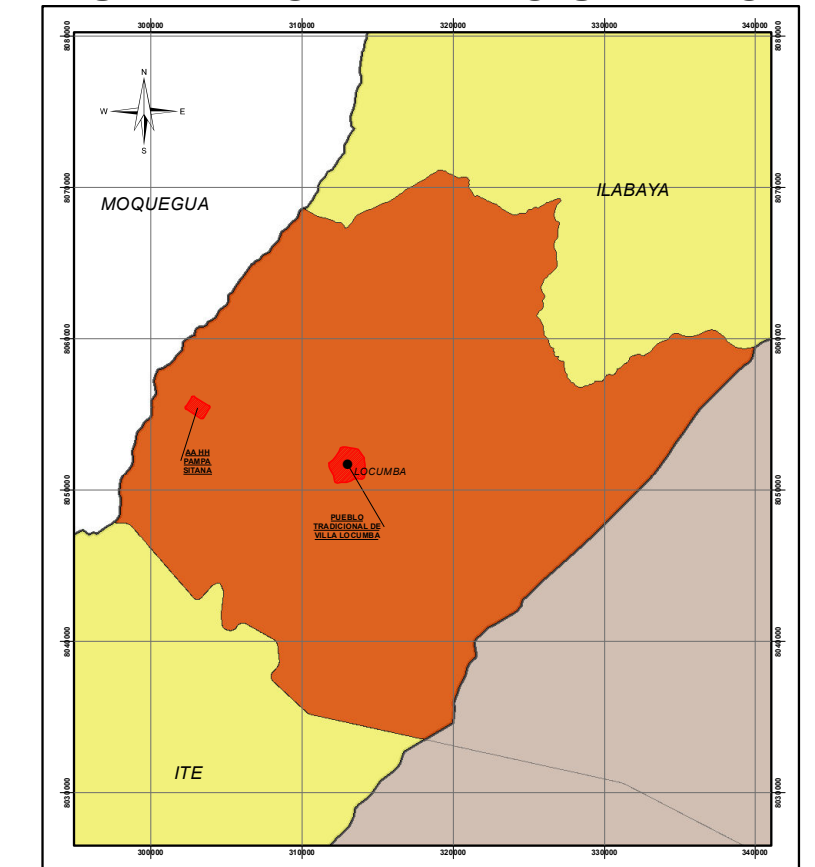
UBICACION NACIONAL



UBICACION DEPARTAMENTAL



UBICACION CENTRO URBANO



## LEYENDA

### ZONIFICACION DE USO DE SUELO

ARU, AREA DE RESERVA URBANA	RDB, AREA RESIDENCIAL DE DENSIDAD BAJA
CE, COMERCIO ESPECIALIZADO	RDM, AREA RESIDENCIAL DE DENSIDAD MEDIA
CV, COMERCIO VECINAL	ZAG, ZONA AGRICOLA
E1, EDUCACION	ZRP, ZONA DE RECREACION PUBLICA
E2, EDUCACION	ZRE-1, ZONA MONUMENTAL
H2, SALUD	ZRE-2, ZONA DE PROTECCION ARQUEOLOGICA
I2, INDUSTRIA	ZRE-3, ZONA DE LADERAS
OU, OTROS USOS	ZRE-4, ZONA DE INUNDACION
	ZRE-5, ZONA INSTITUCIONAL

### ARTICULACION VIAL

VIAS ARTERIALES	VIAS COLECTORAS PROYECTADA
VIAS COLECTORAS	VIAS LOCALES PROYECTADA
VIAS LOCALES	



**MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO**  
 CONVENIO DE ASISTENCIA TECNICA N°327-2012-VIVIENDA

**MUNICIPALIDAD PROVINCIAL JORGE BASADRE**  
 GERENCIA DE DESARROLLO TERRITORIAL E INFRAESTRUCTURA  
 SUB GERENCIA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y TRANSPORTE

PROYECTO MEJORAMIENTO DE LAS CAPACIDADES PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL DISTRITO DE LOCUMBA  
**PLAN DE DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD DE LOCUMBA**

MAPA:	<b>ZONIFICACION DE USOS DE SUELO</b>	N° DE LAMINA	<b>PDU</b>
Jefe de Equipo Técnico:	ARQ. MELVA MORON FERNANDEZ	PROYECCION Y DATUM:	SISTEMA DE COORDENADAS PROYECTADAS UTM
ELABORADO:	EQUIPO TECNICO PAT - PDU	DATUM HORIZONTAL:	WGS 84
RESPONSABLE:	ARQ. MELVA MORON FERNANDEZ	HEMISFERIO SUR ZONA 19	
ESCALA:	1:5,000	FECHA:	OCTUBRE 2012

53-1

