

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



“ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN  
LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS  
DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS”

TESIS  
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

**AUTORES** : Bach. Lenin Cercado Vásquez  
Bach. Javier Zavaleta Detquizán

**ASESOR** : Ing. Henríquez Ulloa Juan Paul

**TRUJILLO - PERU**

**2018**

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



“ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN  
LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS  
DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS”

TESIS  
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

**AUTORES** : Bach. Lenin Cercado Vásquez  
Bach. Javier Zavaleta Detquizán

**ASESOR** : Ing. Henríquez Ulloa Juan Paul

**TRUJILLO - PERU**

**2018**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS:

“ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS  
EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS  
MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS”

---

Ing. ENRIQUE FRANCISCO LUJAN SILVA  
PRESIDENTE

---

Ing. GILBERTO ANAXIMANDRO VELASQUEZ DIAZ  
SECRETARIO

---

Ing. MARCELO EDMUNDO MERINO MARTINEZ  
VOCAL

---

Ing. JUAN PAUL HENRIQUEZ ULLOA  
ASESOR



<b>ÍNDICE</b>	
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>8</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>10</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>15</b>
<b>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>17</b>
<b>1.3 OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>17</b>
<b>1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>17</b>
<b>1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>19</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 ORIGEN Y COMPOSICIÓN DE LOS SUELOS .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 ARCILLAS.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.1 Composición de la fracción arcillosa.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.2 Composición de la fracción no arcillosa .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.3 Material orgánico.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.4 Sales solubles.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.5 Textura .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3 MINERALES ARCILLOSOS.....</b>	<b>22</b>
<b>2.4 GRUPOS DE MINERALES ARCILLOSOS.....</b>	<b>23</b>
<b>2.4.1 Caolinita .....</b>	<b>23</b>
<b>2.4.2 Illita.....</b>	<b>23</b>
<b>2.4.3 Montmorillonita.....</b>	<b>24</b>
<b>2.5 PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS ARCILLAS EXPANSIVAS.....</b>	<b>24</b>
<b>2.5.1 Densidad seca .....</b>	<b>24</b>
<b>2.5.2 Propiedades Índices.....</b>	<b>24</b>
<b>2.6 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS ARCILLAS EXPANSIVAS .....</b>	<b>25</b>
<b>2.7 PROCESO DE EXPANSIÓN .....</b>	<b>25</b>
<b>2.7.1 Estructura del suelo .....</b>	<b>26</b>
<b>2.7.2 Tiempo .....</b>	<b>26</b>
<b>2.7.3 Humedad.....</b>	<b>27</b>
<b>2.8 POTENCIAL DE EXPANSIÓN.....</b>	<b>27</b>
<b>2.9 PRESIÓN DE EXPANSIÓN .....</b>	<b>27</b>
<b>2.10 PRENSIÓN DE EQUILIBRIO EXPANSIVO .....</b>	<b>28</b>
<b>2.11 AGUA EN EL SUELO.....</b>	<b>28</b>

2.11.1	Agua freática.....	28
2.11.2	Agua gravitacional .....	28
2.11.3	Agua retenida.....	29
2.12	IDENTIFICACIÓN DE UN SUELO POTENCIALMENTE EXPANSIVO..	29
2.12.1	IDENTIFICACIÓN MINERALÓGICA.....	29
2.12.2	DETERMINACIÓN DE CIERTAS PROPIEDADES BÁSICAS DE LOS SUELOS .....	30
2.12.3	EVALUACIÓN DEL POTENCIAL EXPANSIVO EN BASE A LOS MÉTODOS EXPUESTOS.....	33
2.12.4	MEDIDAS INDIRECTAS DE DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL EXPANSIVO DEL SUELO .....	35
2.12.5	CLASIFICACIÓN DE LAS ARCILLAS EN FUNCIÓN DE SU PLASTICIDAD Y SU EXPANSIÓN POTENCIAL .....	38
2.12.6	MEDIDAS DIRECTAS DE LA EXPANSIÓN DEL SUELO .....	38
2.13	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL.....	40
2.13.1	INTRODUCCIÓN.....	40
2.14	PRINCIPIOS DE CONSOLIDACIÓN .....	40
2.14.1	INTRODUCCIÓN.....	40
2.14.2	ANALOGÍA MECÁNICA DE TERZAGHI .....	41
2.15	RELACIÓN ÍNDICE DE VACÍOS-PRESIÓN.....	42
2.16	ARCILLAS NORMALMENTE CONSOLIDADAS Y PRECONSOLIDADAS.....	44
2.16.1	NORMALMENTE CONSOLIDADA.....	44
2.16.2	PRECONSOLIDADA.....	45
2.17	ETAPAS DE CONSOLIDACIÓN .....	47
2.17.1	COMPRESIÓN INICIAL .....	47
2.17.2	CONSOLIDACIÓN PRIMARIA.....	47
2.17.3	CONSOLIDACIÓN SECUNDARIA.....	48
2.18	CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CONSOLIDACIÓN ( $C_v$ ).....	49
2.18.1	MÉTODO DE CASAGRANDE .....	49
2.18.2	MÉTODO DE TAYLOR .....	50
2.19	ÍNDICE DE COMPRESIÓN E ÍNDICE DE ABULTAMIENTO .....	52
2.19.1	ÍNDICE DE COMPRESIÓN ( $C_c$ ).....	52
2.19.2	ÍNDICE DE ABULTAMIENTO ( $C_s$ ).....	54
2.19.3	GRADO DE CONSOLIDACIÓN O EXPANSIBILIDAD.....	54
2.20	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO.....	54
2.21	GEOLOGÍA.....	55
2.21.1	GEOLOGÍA SUPERFICIAL.....	55
2.21.2	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA ZONA .....	56
2.22	HIPÓTESIS.....	60

2.22.1	GENERAL.....	60
2.23	VARIABLES DEPENDIENTE E INDEPENDIENTE .....	60
CAPÍTULO III .....		61
METODOLOGÍA DEL PROYECTO .....		61
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN, NIVEL Y ENFOQUE DEL PROYECTO .....	61
3.2	POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS.....	61
3.2.1	POBLACIÓN.....	61
3.2.2	MUESTRA.....	62
3.2.3	UNIDAD DE ANÁLISIS .....	62
3.3	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	62
3.4	EXPLORACIÓN DE CAMPO.....	63
3.4.1	EXCAVACIÓN DE CALICATAS A CIELO ABIERTO .....	63
3.4.2	MÉTODOS DE EXPLORACIÓN .....	64
3.4.3	TIPOS DE MUESTRAS.....	65
3.4.4	RECOLECCIÓN DE MUESTRAS .....	66
3.4.5	PRESERVACIÓN Y TRANSPORTE DE MUESTRAS DE SUELO (N.T.P. 339.151).....	68
3.4.6	PROPIEDADES DE IDENTIFICACIÓN.....	71
3.4.7	PERFIL DEL SUELO .....	73
3.5	ENSAYOS DE LABORATORIO (OBJETIVO Y PROCEDIMIENTO).....	74
3.5.1	ENSAYOS FÍSICOS.....	74
3.5.2	ENSAYO DE CONTROL.....	92
CAPÍTULO IV.....		98
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....		98
4.1	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	98
4.1.1	CONTENIDO DE HUMEDAD N.T.P. 339.127 .....	110
4.1.2	LÍMITES DE CONSISTENCIA N.T.P. 339.129.....	111
4.1.3	PESO VOLUMÉTRICO N.T.P. 339.139 .....	112
4.1.4	PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS N.T.P. 339.131... ..	112
4.1.5	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO N.T.P. 339.128.....	114
4.1.6	CLASIFICACIÓN SUCS N.T.P 339.134 .....	114
4.1.7	CLASIFICACIÓN AASHTO.....	115
4.1.8	ANÁLISIS POR SEDIMENTACIÓN .....	116
4.1.9	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL N.T.P. 339.154.....	118
4.1.10	GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE UN SUELO ARCILLOSO ....	120
4.2	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	121
4.3	PLAN DE MITIGACIÓN.....	122
CAPÍTULO V .....		123

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>123</b>
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>127</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>127</b>
<b>CAPÍTULO VII.....</b>	<b>129</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>129</b>
<b>CAPÍTULO VIII.....</b>	<b>132</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>132</b>
<b>ANEXO N°01: PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO – PLANO DE LOTIZACIÓN Y MANZANEO DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DE LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS – AMAZONAS.</b>	
<b>ANEXO N° 02: PLANO DE EXCAVACIÓN DE CALICATAS.</b>	
<b>ANEXO N° 03: ENSAYOS DE LABORATORIO.</b>	
-	<b>ENSAYO 01 – CONTENIDO DE HUMEDAD</b>
-	<b>ENSAYO 02 – LÍMITES DE CONSISTENCIA</b>
-	<b>ENSAYO 03 – PESO VOLUMÉTRICO DE SUELOS COHESIVOS</b>
-	<b>ENSAYO 04 – PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS</b>
-	<b>ENSAYO 05 – ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>
-	<b>ENSAYO 06 – CLASIFICACIÓN SUCS</b>
-	<b>ENSAYO 07 – CLASIFICACIÓN AASHTO</b>
-	<b>ENSAYO 08 – ANÁLISIS POR SEDIMENTACIÓN</b>
-	<b>ENSAYO 09 – CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL</b>
<b>ANEXO N° 04: RESUMEN DE ENSAYOS FÍSICOS DE LABORATORIO.</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°01: Grado de Potencial Expansivo y el Índice Plástico.....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla N°02: Criterio para identificación de suelos expansivos (Holtz y Gibbs, 1954).....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla N°03: Energía de compactación según estado de la muestra del suelo (Salas y Alpañes, 1975).....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla N°04: Identificación de arcillas expansivas, método indirecto.....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla N°05: Correlaciones para el Índice de Compresión.....</b>	<b>53</b>
<b>Tabla N°06: Coordenadas UTM de cada calicata excavada en campo.....</b>	<b>99</b>
<b>Tabla N°07: Resultados Contenido de Humedad.....</b>	<b>110</b>
<b>Tabla N°08: Resultados de Límites de Consistencia.....</b>	<b>111</b>
<b>Tabla N°09: Resultados de Peso Volumétrico.....</b>	<b>112</b>
<b>Tabla N°10: Resultados de Peso Específico Relativo de Sólidos.....</b>	<b>113</b>
<b>Tabla N°11: Resultados de Análisis Granulométrico.....</b>	<b>114</b>
<b>Tabla N°12: Resultados de Clasificación SUCS.....</b>	<b>115</b>
<b>Tabla N°13: Resultados de Clasificación AASHTO.....</b>	<b>116</b>
<b>Tabla N°14: Resultados de Análisis por Sedimentación.....</b>	<b>117</b>
<b>Tabla N°15: Actividad de Suelos Arcillosos – Skempton (1953).....</b>	<b>117</b>
<b>Tabla N°16: Resultados de la Actividad de una Arcilla.....</b>	<b>118</b>
<b>Tabla N°17: Resultados de Consolidación Unidimensional.....</b>	<b>119</b>
<b>Tabla N°18: Resultados del Grado de Expansibilidad según Seed, Woodward y Lundgren.....</b>	<b>120</b>
<b>Tabla N°19: Resultados del Grado de Expansibilidad Método Indirecto.....</b>	<b>121</b>
<b>Tabla N°20: Actividad de Suelos Arcillosos – Skempton (1953).....</b>	<b>125</b>

## **DEDICATORIA**

Al Señor, mi Dios por permitir llegar a esta etapa de mi vida profesional, gracias por la salud que me brindas para esforzarme y salir adelante cada día, por estar siempre conmigo; a mi padres, Diógenes y María, por su grande amor y apoyo incondicional en toda mi formación profesional; a mis tía amada y tío Nelson quienes me acogieron con gran cariño en el inicio de este camino y a mis queridos familiares, ejemplos de amor, fe y perseverancia.

Javier Zavaleta Detquizán.

## **DEDICATORIA**

Agradezco a mi madre por la oportunidad que me dio de cumplir esta meta y el apoyo incondicional por parte de mi hermano, que fue el motivo de seguir adelante con este sueño, agradecer a la familia Idrogo Bautista por el apoyo en los inicios de este camino y a la ayuda brindada.

Este logro va dedicado totalmente a mi hermana Lizeth que me ilumina desde el cielo.

Lenin Cercado Vásquez.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Antenor Orrego, representada por sus autoridades y catedráticos especializados, por los conocimientos impartidos; al Ing. Juan Paul Henríquez Ulloa, asesor de la Investigación realizada, por estar siempre pendiente, siempre con paciencia y comprensión para poder llegar al objetivo de obtener el Título de Ingeniero Civil y a la Municipalidad Provincial de Chachapoyas, por el invaluable aporte de datos históricos, técnicos y de maquinaria para el desarrollo de esta investigación.



## INTRODUCCIÓN

Esta investigación se analiza y discute tanto por la falta de conocimiento existente del tema, como la poca investigación tecnológica en el ámbito local, el presente proyecto nos permitirá brindar las propiedades de los suelos arcillosos y medir el grado de expansibilidad en las calles del Asentamiento Humano Señor de los Milagros –Chachapoyas, beneficiando directamente a sus pobladores y autoridades para que puedan poder tomar buenas decisiones al momento de realizar el mejoramiento, remodelación o reconstrucción de calles de dicha zona.

La zona de estudio es de alto potencial de desarrollo urbanístico y turístico; siendo el Asentamiento Humano Señor de los Milagros un nexo entre el Aeropuerto y la ciudad de Chachapoyas, así como una vía de acceso al distrito de Huancas. Por lo cual el presente estudio pretende analizar la influencia de los Suelos Expansivos mediante el Equipo de Consolidación, determinando el grado de expansibilidad de estos suelos, ayudando a comprender sus características para un mejor diseño de las diferentes infraestructuras que se puedan edificar en la zona de estudio.

Se espera que este estudio sirva de guía inicial a otros trabajos posteriores sobre la misma temática tratada.

El trabajo consta de VIII Capítulos en donde se resumen temas como el origen, composición, propiedades físicas y mecánicas, formas de identificación de los suelos arcillosos, llevando a práctica los ensayos con las muestras tomadas en el Asentamiento Humano Señor de los Milagros, y así concluir con un análisis completo del suelo de dicha zona.

La importancia del presente proyecto hacia la ingeniería es beneficiar a la ciudad de Chachapoyas, especialmente al Asentamiento Humano Señor de los Milagros para que puedan prevenir, realizando diseños estructurales y

diferentes tipos de infraestructuras que puedan ir acordes al tipo de suelo que se ha estudiado en la presente tesis, debido a la presencia de arcillas expansivas que se encuentran en esta zona del Perú, teniendo en cuenta la expansibilidad del suelo y el asentamiento que ejercen estos con las distintos tipos de carga aplicadas al terreno donde se cimentará.

## RESUMEN

En el Perú, así como también en los países en vías de desarrollo, los pavimentos y calles están en un mal estado y esto es debido a diversos factores uno de estos es un mal análisis de los suelos, conllevando así a una vida útil muy corta de los pavimentos incrementando gastos en conservación, reconstrucción o mejoramiento.

En el país se observa con frecuencia la presencia de suelos arcillosos, lo cual también es característico en el Asentamiento Humano Señor de los Milagros – Chachapoyas, estos tipos de suelos son considerados en la rama de la Ingeniería Civil como problemáticos a la hora de cimentar en ellos por la variabilidad que experimentan en el volumen cuando se afecta su contenido de humedad.

El objetivo de esta investigación es determinar el grado de expansibilidad de los suelos arcillosos en las calles del Asentamiento Humano Señor de los Milagros del Distrito de Chachapoyas – Amazonas, utilizando ensayos físicos y mecánicos para su correcto análisis.

La metodología experimental para el análisis del material arcilloso presente en el sector, se realizó extrayendo una muestra de suelo de acuerdo a la norma técnica peruana, a la cual se le practicaron los ensayos pertinentes para la clasificación del suelo e identificar las propiedades físicas y mecánicas los que permitieron conocer la expansión del suelo y finalmente analizar los resultados obtenidos.

## **ABSTRACT**

In Perú as well as in developing countries, the pavements and streets are in a bad state and this is due to several factors one of these is a bad analysis of the soils, leading to a very short useful life of the pavements increasing expenses in conservation, reconstruction or improvement.

In the country the presence of clayey soils is frequently observed, which is also characteristic in the Human Settlement Lord of the Miracles - Chachapoyas, These types of soils are considered in the branch of Civil Engineering as problematic when it comes to cementing they because of the variability they experience in volume when their moisture content is affected.

The objective of this research is to determine the properties of clay soils and quantify the contraction and swelling potential of the streets of the Lord of the Miracles Human Settlement using the corresponding tests for a correct analysis.

The experimental methodology for the analysis of the clayey material present in the sector, was made by extracting a soil sample according to the Peruvian technical standard, to which the pertinent tests were carried out for the classification of the soil and to identify the physical and mechanical properties. those that allowed to know the expansion of the soil and finally analyze the results obtained.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A fines de 1930 los especialistas en el estudio de suelos y fundaciones dieron a conocer los daños producidos por el comportamiento de los suelos expansivos, a partir de ahí se comienza a reconocer que muchas de las patologías de las diferentes infraestructuras eran atribuidas a asentamientos del suelo u otros problemas, se debían en realidad a un fenómeno de hinchamiento. Este problema pasaba antes desapercibido en la mayor parte de las obras, llegando a edificarse urbanizaciones, poblados y demás construcciones sin conocimiento del mismo, en la actualidad es raro encontrar un suelo arcilloso que no se clasifique como potencialmente expansivo.

El hecho de que un suelo arcilloso se reconozca como potencialmente expansivo por su composición mineralógica, granulometría, límites de consistencia, etc., solo constituye una parte del problema, pues para que se produzca ese hinchamiento o retracción del suelo, aún tienen que coincidir numerosos factores, tanto naturales como debidos a la actividad del hombre. Todos estos factores, actuando en mayor o menor proporción, controlan el equilibrio de humedad del suelo, del que en definitiva dependen sus cambios de volumen.

En el Perú el primer reconocimiento de problemas de suelos expansivos ocurrió durante la construcción del canal en Quiroz en Piura, posteriormente se consideró en el diseño del canal del Proyecto Chira-Piura de existencia de arcillas expansivas. En lo referente a edificaciones existe documentación sobre ocurrencias de daños en San Lorenzo, Paita, Talara, Chiclayo y la existencia de arcillas expansivas en Tumbes y Bayóvar.

En el campo de la infraestructura vial, la problemática de los suelos expansivos se hace cada vez más latente debido a las necesidades del país, respecto al diseño y desarrollo de vías durables y eficientes desde el punto de vista económico y funcional, con un nivel de servicio y un comportamiento que sea capaz de soportar el incremento constante en el parque automotor, el transporte masivo de personas y el transporte de carga.

Nuestro país es afectado todos los años por el fenómeno del niño, el cual trae consigo consecuencias desastrosas en la sociedad debido a que las edificaciones y vías de comunicación se ven muy afectadas. Este cambio climático favorece la expansibilidad de las arcillas, por lo que es de suma importancia tratar de determinar el grado de expansión, características físicas y químicas.

Debido a las precipitaciones pluviales la región Amazonas se ha visto afectada por el fenómeno de expansión del suelo, lo que ha ocasionado daños perceptibles en las vías principales y secundarias como rotura de uno o más componentes del pavimento, agrietamientos, hundimientos, entre otros; los cuales afectan la estética y funcionalidad de las mismas, generando a su vez efectos de inconformidad por parte de los habitantes.

La zona de estudio es de alto potencial de desarrollo urbanístico y turístico; siendo el Asentamiento Humano Señor de los Milagros un nexo entre el Aeropuerto y la ciudad de Chachapoyas, siendo también una vía de acceso al distrito de Huancas.

Por lo cual el presente estudio pretende analizar la influencia de los Suelos Expansivos mediante el Equipo de Consolidación, determinando el grado de expansibilidad de estos suelos, ayudando a comprender sus características y obtener un diseño acorde al suelo expansivo.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿CUÁL ES EL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE LOS SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS-AMAZONAS?

## **1.3 OBJETIVO GENERAL**

Determinar el grado de expansibilidad de los suelos arcillosos en las calles del Asentamiento Humano Señor de los Milagros del Distrito de Chachapoyas – Amazonas.

## **1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Reconocer los 2,917.01 ml. de área de terreno y la topografía existente.
- Extraer muestras de las calicatas cada 100 ml. como mínimo para su estudio.
- Realizar ensayos de Laboratorio:
  - Contenido de Humedad.
  - Densidad Unitaria de Suelos Cohesivos.
  - Peso Específico Relativo.
  - Granulometría.
  - Sedimentación.
  - Límites de Consistencia.
- Identificar el suelo del AAHH. "Señor de los Milagros" en los sistemas SUCS y AASHTO.
- Determinar el grado de expansibilidad con el Equipo de Consolidación.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Desde el punto de vista teórico, esta investigación analiza y discute tanto por la falta de conocimiento existente del tema, como la poca investigación tecnológica en el ámbito local. Un problema que se observa en la mayoría de proyectos de construcción de pavimentos son las fallas o fracturas debido a la falta de consideración de las solicitudes reales que actuarán en la estructura, así como también de la dificultad del proceso constructivo. Por lo cual el presente proyecto es de relevancia académica y especializada en la correcta evaluación de los suelos arcillosos, para así poder brindar el tipo de suelo y el grado de expansibilidad del suelo en estudio y tomar las medidas necesarias para el diseño de una edificación o implementación de una infraestructura, beneficiando directamente a los pobladores del Asentamiento Humano Señor de los Milagros del Distrito de Chachapoyas - Amazonas.

## **1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

El proyecto es viable por ya que se cuenta con el financiamiento, tiempo, materiales y recursos humanos para ser elaborado.



## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ORIGEN Y COMPOSICIÓN DE LOS SUELOS**

El suelo es un material muy complejo que está compuesto de materia sólida, líquida y gaseosa, donde la fase sólida puede ser mineral u orgánica, la porción mineral consiste en partículas de grandes tamaños, formas y composiciones químicas. La fracción orgánica incluye residuos en diferentes etapas de descomposición y organismos en estado de vida activa.

La fase líquida es el agua que será tomada con mayor consideración en nuestro estudio debido a su relación directa con la expansión de suelos y además porque que llena una parte o totalidad de los espacios vacíos entre las partículas sólidas variando en su composición química y en la libertad con que se mueve.

La fase gaseosa ocupa los espacios vacíos que no están cubiertos con agua; su composición puede variar en intervalos de tiempos cortos. Las interrelaciones físicas y químicas entre las fases del suelo no sólo están afectadas por sus respectivas propiedades, sino también por factores como la temperatura, la presión y la luz del ambiente.

La fase sólida predomina, y el medio de dispersión, el agua del suelo, proporciona las partículas acuosas que envuelven las partículas individuales y tienden a llenar los poros entre las partículas sólidas. Estas son de diversos tamaños, desde los límites inferiores del estado coloidal arcilla y limo, hasta las fracciones más gruesas de arena y grava. Estas diferentes partículas, especialmente las de dimensiones coloidales, pueden encontrarse en estado de casi completa dispersión o granulación.

## **2.2 ARCILLAS**

Las arcillas son agregados de partículas microscópicas y submicroscópicas, producidas debido a la descomposición química de minerales que se encuentran en las rocas ígneas y metamórficas. Son suelos plásticos dentro de límites extensos en contenido de humedad y cuando están secos son duros.

### **2.2.1 Composición de la fracción arcillosa**

Referido a la identidad y la abundancia relativa de todos los minerales de arcilla presentes. Está demostrado que las propiedades físicas están influenciadas por pequeñas cantidades de ciertos minerales de arcilla.

### **2.2.2 Composición de la fracción no arcillosa**

Referido a la identidad de minerales no arcillosos, sus formas y abundancia relativa, y la distribución del tamaño de las partículas de las especies individuales. En general, los minerales no arcillosos deben estar presentes en más cantidades mayores a trazas antes que puedan influenciar las propiedades de las arcillas. Aunque esto no siempre es verdad, las trazas de componentes pueden influenciar significativamente las propiedades de las arcillas que se desarrollan a elevadas temperaturas. Las trazas de elementos y minerales presentes en muy pequeñas cantidades pueden tener gran importancia geológica en asuntos como correlación, determinación de condiciones de deposición y localización de la fuente de sedimentos.

### **2.2.3 Material orgánico**

Este factor está referido al tipo y cantidad de material orgánico contenido en el sedimento arcilloso. En general, el material orgánico

ocurre en dos formas: puede estar presente como partículas discretas de madera, esporas, hojas, material leñoso, etc. O puede estar como moléculas orgánicas absorbidas en la superficie de las partículas de minerales de arcilla. En montmorillonitas, las propiedades de absorción de agua son disminuidas cuando hay presencia de iones orgánicos. En general, mientras más grande el ion orgánico, mayor es la reducción en la capacidad de absorber agua.

#### **2.2.4 Sales solubles**

Algunos sedimentos arcillosos contienen sales solubles en agua las cuales pueden haber entrado a la arcilla en el momento de la acumulación o pueden haberse desarrollado como una consecuencia del movimiento del agua freática y el clima, o los procesos de alteración. Minerales de arcilla y algunos materiales orgánicos encontrados en arcillas pueden absorber cationes y aniones los cuales pueden intercambiarse por otros iones por simple intercambio en el medio acuoso.

#### **2.2.5 Textura**

El factor textura está referido a la distribución de los tamaños, la forma y la orientación de las partículas constituyentes con respecto a las otras y las fuerzas que tienden a unir las entre sí.

El tamaño de los minerales de arcilla es importante para determinar propiedades, pero solo las relaciones a la facilidad de corte y dispersión de los minerales de arcilla. Así, el análisis del tamaño de partícula de un mineral de arcilla es mayormente usado solo como una medida de grado de disgregación o dispersión del mismo. En algunos materiales arcillosos, existe una orientación general preferencial de las partículas

de mineral de arcilla como por ejemplo en muchas lutitas, en los cuales sus superficies de los planos basales tienen orientación paralela.

### **2.3 MINERALES ARCILLOSOS**

Partiendo de los numerosos minerales constituyentes de las rocas ígneas y metamórficas, los agentes de descomposición química llegan a un punto final que es la arcilla.

La investigación de las propiedades mineralógicas de estos sedimentos, comenzó en épocas recientes 1930 y 1969 donde se clasificó los minerales que pueden dar origen a los suelos expansivos representando gran importancia en cuestiones de ingeniería, pues a diferencia de los suelos gruesos, el comportamiento mecánico de las arcillas se ve decisivamente influido por su estructura en general y constitución mineralógica en particular.

Las arcillas están constituidas en su mayoría por silicatos hidratados, presentando en algunas ocasiones, silicatos de magnesio, hierro u otros metales, también hidratados. Estos minerales tienen, casi siempre, una estructura cristalina definida, cuyos átomos se disponen en láminas, existen dos variedades de tales láminas: la silícica y la alumínica.

La primera está formada por un átomo de silicio, rodeado de cuatro de oxígeno, disponiéndose el conjunto en forma de tetraedro. Estos tetraedros se agrupan en unidades hexagonales, sirviendo un átomo de oxígeno de nexos entre cada dos tetraedros. Las unidades hexagonales repitiéndose indefinidamente, constituyen una red laminar.

De acuerdo a su estructura reticular, los minerales de arcilla se encasillan en tres grandes grupos: caolinitas, montmorillonitas e illitas

## **2.4 GRUPOS DE MINERALES ARCILLOSOS**

Los minerales arcillosos pueden agruparse de acuerdo a la química y su interacción con el agua en tres grandes grupos definidos a continuación:

### **2.4.1 Caolinita**

El mineral caolinita es una sustancia mineral producida por suposición de láminas aluminicas y silícicas, la caolinita es el principal integrante del grupo de los caolines, formado por varias especies minerales de la misma composición química silicato de aluminio hidratado pero que tienen diferente estructura cristalina. Este mineral es miembro del grupo de la caolinita y lo integra junto con los minerales nacrita, dickita, haloisita y odinita. Su color es blanco cremoso, tiene una dureza de 2 – 2 ½; La caolinita no es expansiva, tiene baja plasticidad, baja cohesión y es de difícil dispersión de modo que no permite la penetración de agua entre ellas.

Estas arcillas son muy utilizadas para la fabricación de porcelanas, debido a la ausencia de hierro y subsiguiente de estas en altas temperaturas.

### **2.4.2 Illita**

Conformadas por una lámina alumínica entre dos sílicas; pero pese a esto, su unión es menos firme que en el caso de las caolinitas, lo cual permite que el agua entre a la estructura en alguna porción, debido a las fuerzas eléctricas que se generan.

Esto puede llegar a producir incrementos de volumen, pero como las illitas también tienen tendencia de iones de potasio, que reducen el área expuesta al agua, pueden en cierta medida, disminuir su tendencia

a la expansión. Son utilizados en la confección de agregados livianos, porque ellas se expanden a temperaturas altas, debido a que las capas de agua se formen rápidamente en vapor con las grandes expansiones resultantes.

### **2.4.3 Montmorillonita**

La montmorillonita estructuralmente son análogas a las illitas, pero la unión entre partículas es mucho más frágil permitiendo la introducción de agua en su estructura. Por esta razón las moléculas de agua pueden entrar fácilmente a su estructura llegando a producir un incremento de volumen en los cristales que representa la expansión del suelo, es por tal motivo que las arcillas montmorillonitas en contacto con el agua sufren fuerte expansión produciendo inestabilidad; también presentan otra gran dificultad que es su gran capacidad de contraerse por secado. (Badillo Juárez, Rodrigo Rico (1998). "Mecánica de Suelos". Tomo I. \_Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos).

## **2.5 PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS ARCILLAS EXPANSIVAS**

### **2.5.1 Densidad seca**

Está directamente relacionada con la humedad inicial del suelo, es una característica que puede indicarnos aproximadamente su expansividad. Generalmente, mientras mayor es la densidad seca, mayor será la expansión del suelo.

### **2.5.2 Propiedades Índices**

Las propiedades índices de un suelo son la textura, la granulometría y los límites de consistencia.

La estructura se determina amasando con agua destilada una muestra de suelo seleccionada que se deja secar con los dedos.

Las arcillas se adhieren a ellos y se presentará una estructura jabonosa.

Las arcillas son partículas menores de 0.002mm. y para determinar el tamaño real de éstas, se utilizan técnicas de medición indirectas, mediante el análisis granulométrico por Sedimentación con el hidrómetro.

Los límites de consistencia se determinan mediante los límites de Atterberg, que establecen la existencia en suelos de granos finos de cuatro estados de humedad, sólido, semisólido, plástico y líquido. Los puntos de transición entre estos estados son: límite de contracción, límite plástico y límite líquido.

## **2.6 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS ARCILLAS EXPANSIVAS**

Las arcillas se contraen y se expanden por el contenido de agua, los suelos de alta plasticidad, que experimentan variaciones en su volumen, son muy impermeables, de difícil drenaje por gravedad; así su contenido de agua tan solo se reduce de forma simultánea con el volumen. El ascenso capilar que registran es muy lento, alcanzando no obstante en su altura valores elevados.

Las arcillas presentan un estado blando, una alta compresibilidad de lento desarrollo, presiones de expansión cuando se les confina y una disminución de su resistencia al corte, al aumentar su contenido de humedad.

## **2.7 PROCESO DE EXPANSIÓN**

Este proceso es debido a una serie de factores que condicionan su evolución y su magnitud según los minerales que componen el suelo.

- a) **Tipo y cantidad de minerales arcillosos:** la expansión será mayor cuando más expansivos sean los minerales presentes en el suelo y mayor sea la cantidad de los mismos presentes en el suelo.
  
- b) **Densidad seca:** directamente relacionada con el contenido de humedad, la densidad seca de las arcillas es uno de los indicadores de la expansión. Cuando mayor sea la densidad seca de un determinado suelo, mayor es su expansividad potencial, aún con la misma humedad inicial.
  
- c) **Estado tensional:** cuando mayor son las solicitaciones externas a las que se ve sometido el suelo, menor es la magnitud de expansión; esta puede ser nula o incluso de sentido contrario si el estado tensional es suficientemente importante.

### 2.7.1 Estructura del suelo

Los suelos que tienen una tendencia menor al hinchamiento son los que presentan cementaciones en su estructura, ya que éste es capaz de oponerse a las deformaciones inducidas por las cargas extremas. Por el contrario, las estructuras floculadas presentan una mayor tendencia a la expansión.

### 2.7.2 Tiempo

Un factor importante debido a que su variación afecta directamente al proceso de expansión es el tiempo debido a que la gran parte de los suelos arcillosos potencialmente expansivos son de poca permeabilidad y por lo tanto las deformaciones volumétricas originadas por humedecimiento o desecación son generalmente lentas.



### **2.7.3 Humedad**

Será mayor la expansividad, cuanto menor sea la humedad inicial del suelo, por lo tanto, el suelo es capaz de absorber mayor cantidad de agua. Las arcillas muy secas con contenido de humedad natural menor al 15% usualmente son peligrosas, tales arcillas absorben fácilmente humedad hasta valores altos expandiéndose a niveles peligrosos para las estructuras, inversamente las arcillas con contenido de humedad mayor del 30% indican que la mayor parte de la expansión ya se ha producido y el resto de la misma será pequeña.

Por otra parte, las trayectorias tensionales seguidas en el suelo son de gran importancia, debido a que el volumen final del suelo expansivo estaría sometido a un proceso primero de carga y después de saturación.

## **2.8 POTENCIAL DE EXPANSIÓN**

Calculado con el ensayo de consolidación, este potencial en el suelo es el porcentaje de hinchamiento de una muestra confinada lateralmente, cuando es sometida a un aumento de su contenido de humedad o está afectada por la aplicación de una carga muy pequeña.

Cuando se permite la expansión de una muestra seca al aire, inundándola hasta la saturación y sin someterlas a ninguna carga se obtiene la máxima expansión potencial.

## **2.9 PRESIÓN DE EXPANSIÓN**

Es la presión necesaria para contrarrestar la expansión previamente desarrollada en una muestra humedecida, hasta regresar al volumen inicial.

Se ha demostrado que la presión de expansión es una propiedad intrínseca de los suelos expansivos, y por lo cual este valor no está afectado por las condiciones ambientales y locales. La presión de expansión es una constante, varía solamente con la velocidad seca y es considerada, por esta razón, como el patrón más conveniente para establecer las características de expansión de los suelos.

## **2.10 PRENSIÓN DE EQUILIBRIO EXPANSIVO**

Definida como la presión vertical actuante sobre el suelo, bajo la cual el suelo natural al llegar a su máxima hidratación estará impedido de desplazamiento, es decir, su deformación volumétrica unitaria es nula.

Este concepto es obtenido a partir del ensayo del Doble Hidrómetro y que en conjunto con la deformación volumétrica unitaria máxima permite definir una expansión matemática para predecir el hinchamiento.

## **2.11 AGUA EN EL SUELO**

### **2.11.1 Agua freática**

Es el agua que se encuentra sobre el nivel freático, están llenos los poros del suelo en una forma continua y sólo está bajo la influencia de la gravedad, pudiendo desplazarse libremente bajo su efecto. Se considera que cualquier movimiento de esta agua a través del suelo sigue la LEY DE DARCY, es decir, la intensidad de filtración por unidad de área es directamente proporcional al gradiente hidráulico.

### **2.11.2 Agua gravitacional**

Es el agua que pasa por los poros a través del suelo; en el movimiento del agua gravitacional influye la porosidad del suelo y forma parte del

agua libre, pudiéndose mover por acciones hidrodinámicas a través de la masa del suelo. Al movimiento de esta agua no se le puede aplicar la LEY DE DARCY, debido a la presencia de aire en los poros.

### **2.11.3 Agua retenida**

Es el agua que queda en los poros cuando se suspende el movimiento del agua gravitacional a través de la masa del suelo. De la misma forma, es agua retenida, el agua que queda sobre la superficie de las partículas debido a las fuerzas de tensión superficial y de absorción.

## **2.12 IDENTIFICACIÓN DE UN SUELO POTENCIALMENTE EXPANSIVO**

Las formas principales de identificación de un suelo potencialmente expansivo son:

### **2.12.1 IDENTIFICACIÓN MINERALÓGICA**

- Difracción por rayos X
- Análisis térmico diferencial
- Análisis de absorción de colorantes
- Análisis químico
- Análisis por microscopio electrónico

El grupo de minerales arcillosos más significativos se clasifican en tres grupos que son: montmorillonita, caolinita y illita.

Las pruebas mineralógicas identifican el mineral más predominante que es la montmorillonita, debido a que es el mineral de mayor expansibilidad.

La existencia de cargas eléctricas negativas en la superficie de los minerales arcillosos, así como la capacidad de intercambio catiónico resultan importantes para la magnitud de la expansión.

Los ensayos para la identificación mineralógica son frecuentemente utilizados en trabajos de investigación científica, pero resultan poco práctico y antieconómicos para la práctica usual en ingeniería, dado que se requiere equipamiento y de personal capacitado para realizar dicho ensayo, por tal motivo no se amplía su desarrollo.

### **2.12.2 DETERMINACIÓN DE CIERTAS PROPIEDADES BÁSICAS DE LOS SUELOS**

Con la realización de ensayos para determinar propiedades básicas de los suelos se puede saber el grado de potencial expansivo del suelo.

Las propiedades físicas y mecánicas con mayor grado de correlación con la expansividad de las arcillas son:

- Límite líquido y Límite plástico
- Límite de contracción
- Contenido de Coloides
- Expansión libre del suelo

Estos métodos son de fácil realización y de equipamiento disponible en su totalidad de laboratorio de mecánica de suelos. La desventaja es que no se cuantifica la expansión, sino que cualitativamente se establecen categorías de grados del potencial expansivo. (F.H. Chen, (1988). "Foundations on Expansive Soils").

#### **a. Límite líquido y Límite plástico**

Investigadores como Seed, Woodward y Lundgren expusieron que las características plásticas de los suelos pueden ser usados como

un indicador primario de las características expansivas de las arcillas.

La relación entre las características plásticas y el hinchamiento de los suelos puede establecerse como:

<b>Grado de Potencial Expansivo</b>	<b>Índice Plástico</b>
Bajo	0 – 15
Medio	10 – 35
Alto	20 – 55
Muy Alto	> 35

**Tabla N°01: Grado de Potencial Expansivo y el Índice Plástico.**

Es notable lo que Seed, Woodward y Lundgren presentaron debido a que ambas dependen de la cantidad de agua que una arcilla absorbe.

Sabemos que suelos con alto grado de expansibilidad tienen una alta plasticidad, y no necesariamente los suelos con alta plasticidad específicamente resultan siendo expansivos.

#### **b. Contenido de Coloides**

Dentro de las partículas que tienen un tamaño inferior a 74 micras están las arcillas y los limos. De acuerdo al tamaño se consideran arcillas aquellos materiales que tienen un tamaño inferior a 2 micras es decir 0.002mm, siendo necesario para su determinación la realización de un ensayo por sedimentación o hidrométrico.

La capacidad de la expansión que experimenta una arcilla está vinculada con la cantidad de partículas depende del tamaño de la arcilla presente en el suelo.

Se ha establecido una relación del tipo:  $S = k C^x$

Dónde:

**S** = Hinchamiento potencial, expresado cómo % del hinchamiento de una muestra compactada a la humedad óptima, según Proctor Estándar.

**C** = Porcentaje de fracción arcilla (partículas menores a 0.002mm).

**x** = exponente que depende del tipo de arcilla

**k** = Coeficiente que depende del tipo de arcilla.

**x** y **k**, que indican el tipo de partículas coloidales presentes se determinan a través de ensayos difracción por rayos X.

### c. **Expansión libre del suelo**

El presente ensayo consiste en colocar en una probeta normalmente cilíndrica un volumen conocido de suelo “seco” y sumergirlo en agua sin aplicación de sobrecarga alguna, al mismo tiempo se calcula la expansión. La diferencia entre el volumen final e inicial, expresado como un porcentaje del volumen inicial es la expansión libre.

Para verificar la expansión se realiza en condiciones muy desfavorables, ejecutándose en condiciones de ninguna sobrecarga, en la actualidad existen métodos más actualizados que muestran estos efectos ya mencionados.

Investigaciones realizadas por Holtz indican que una arcilla como la bentonita comercial puede tener en este ensayo expansión del orden de 1200 a 2000 %. Holtz sugiere que las expansiones medidas en este ensayo por encima del 100 % pueden causar daños significativos a la estructura, mientras que suelos que alcanzan una expansión por debajo del 50 %, extraña vez experimentan cambios

de volúmenes apreciables bajo la aplicación de cargas estructurales, incluso cuando estas sean procedentes de estructuras livianas.

### 2.12.3 EVALUACIÓN DEL POTENCIAL EXPANSIVO EN BASE A LOS MÉTODOS EXPUESTOS

Existen varios métodos que haciendo varias combinaciones de los resultados obtenidos de las propiedades ya antes descritas, se puede clasificar el potencial expansivo de un suelo.

A continuación, se describirán algunos métodos recopilados para obtener el potencial expansivo de un suelo arcilloso.

#### 1. Método desarrollado por Holtz y Gibbs (1956)

En el gráfico siguiente se muestra una relación típica entre el contenido de coloides, el Índice Plástico y el límite de contracción.

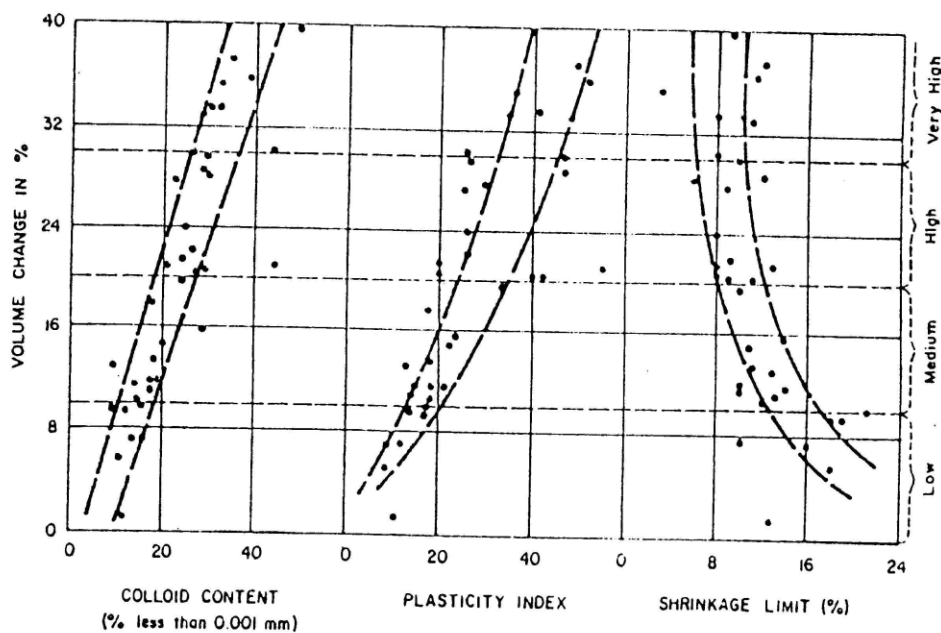


Figura N°01: Gráfico para identificación de suelos expansivos (Holtz y Gibbs, 1956).

Basado en las curvas presentes Holtz y Gibbs proponen el siguiente criterio para la identificación de suelos expansivos.

Contenido de coloide ( < 0.001 mm) en %	Índice Plástico	Límite de Contracción	% Expansión bajo carga de 1.0 psi	Grado de Expansión
> 28	>35	<11	>30	Muy alto
20 –13	25 – 41	7 – 12	20 –30	Alto
13- 23	15 – 28	10 –16	10 – 30	Medio
>15	<18	>15	<10	Bajo

**Tabla N°02: Criterio para identificación de suelos expansivos  
(Holtz y Gibbs, 1954).**

## **2. Método del Índice de la actividad de la arcilla propuesto por Seed, Woodward y Lundgren**

Está basado en muestras remoldeadas de suelo compuestos por mezcla de arcillas, bentonita, illita, caolinita y arena fina. La expansión se midió como un % del hinchamiento que experimentan probetas compactadas al 100 % del P.U.S.M. del Proctor Estándar y con el contenido de humedad óptimo y sometidas a una sobrecarga de 1 Psi. (Figura N°02)

La actividad de la arcilla se define como:  **$A = IP / (C-10)$**

Donde:

IP: Índice Plástico

C = % < 0.002



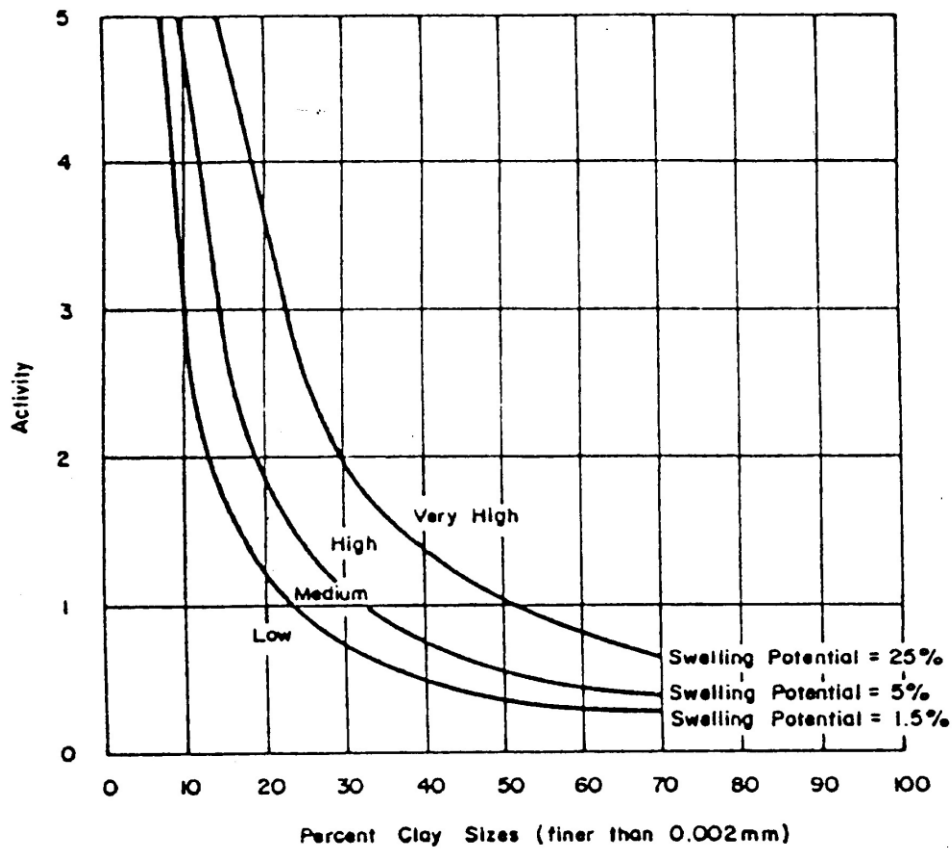
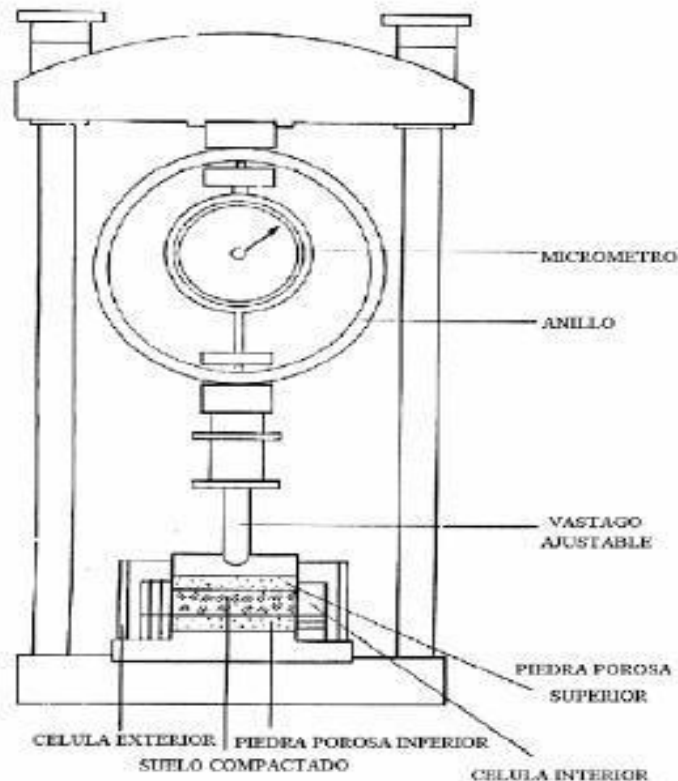


Figura N°02: Actividad de una arcilla que define la expansibilidad (Holtz y Gibbs, 1954).

#### 2.12.4 MEDIDAS INDIRECTAS DE DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL EXPANSIVO DEL SUELO

Estos métodos consisten en pronosticar el potencial expansivo del suelo de una forma cualitativa, en base a medidas directas de la expansión del suelo sobre muestras compactadas en condiciones de humedad y densidad. Los métodos más utilizados son el de "Ladd y Lambe" auspiciado por la Federal Housing Administration y el método de "PVC" o método de la medida del cambio volumétrico.

### Ensayo de Lambe. (UNE 103600/1996)



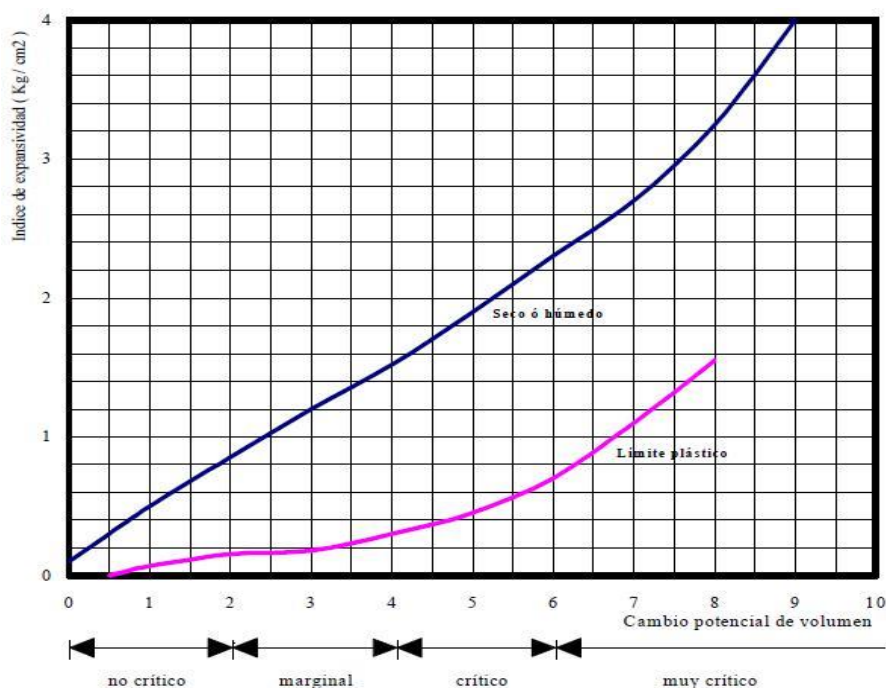
**Figura N°03: Esquema del aparato de Lambe.**

El ensayo consiste descubrir o evaluar que tan apto es un suelo al hinchamiento o la retracción. Es un ensayo de identificación, por ello no sustituye a ensayos realizados con muestras inalteradas o compactadas en las mismas condiciones que en obra. Por ello Lambe recibió numerosas críticas especialmente por trabajar con muestras remoldeadas donde es difícil reproducir las condiciones en campo. Para realizar el ensayo la muestra de un determinado suelo tiene que pasar por el tamiz N° 10 ASTM (10 mm.) que deberá cumplir con uno de los siguientes estados: seco, húmedo o en el límite plástico, como se muestra en la Tabla N°03. La muestra se compacta mediante el pistón de ensayos Proctor según el estado en que se encuentre el suelo será la energía de compactación utilizada según lo indicado.

ESTADO DE LA MUESTRA	Nº DE CAPAS	Nº DE GOLPES POR CAPA	ENERGÍA DE COMPACTACIÓN POR UNIDAD DE VOLUMEN
Seco	3	7	$E = PM = 27,2 \text{ Kg} \cdot \text{cm}/\text{cm}^3$
Húmedo	3	4	$E = \frac{1}{2} PM = 13,6 \text{ Kg} \cdot \text{cm}/\text{cm}^3$
Límite Plástico	1	5	$E = PM = 6,0 \text{ Kg} \cdot \text{cm}/\text{cm}^3$

**Tabla N°03: Energía de compactación según estado de la muestra del suelo (Salas y Alpañes, 1975).**

Realizada la compactación, se aplica una presión a la muestra de  $0,1 \text{ kg}/\text{cm}^2$ , mediante un vástago ajustable. Luego se inunda la muestra y la presión que actúa sobre esta al cabo de dos horas se designa con el nombre de índice de expansibilidad.



**Figura N°04: Relación índice hinchamiento y cambio potencial de volumen (Salas y Alpañes, 1975).**

### 2.12.5 CLASIFICACIÓN DE LAS ARCILLAS EN FUNCIÓN DE SU PLASTICIDAD Y SU EXPANSIÓN POTENCIAL

LÍMITE LÍQUIDO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	EXPANSIÓN POTENCIAL %	CLASIFICACIÓN DE LA EXPANSIÓN POTENCIAL
<50	<25	<0.5	Baja
50-60	25-35	0.5-1.5	Marginal
>60	>35	>1.5	Alta

**Tabla N°04: Identificación de arcillas expansivas, método indirecto.**

### 2.12.6 MEDIDAS DIRECTAS DE LA EXPANSIÓN DEL SUELO

Los presentes métodos consisten en medir la expansión del suelo al saturarlo bajo diferentes condiciones de carga y tiempos establecidos, graficándose las variaciones de hinchamiento para diferentes presiones aplicadas. Los dos parámetros que definen el Potencial de Hinchamiento mediante medidas directas se describen a continuación:

- **Ensayo presión de hinchamiento (Ps)**

Definida como la presión aplicada en laboratorio sobre una muestra de suelo expansivo para que, una vez en contacto con agua, la probeta mantenga constante su volumen inicial, buscando que la variación de volumen sea nula.

Este ensayo se realiza prácticamente en el mismo caso anterior, pero en lugar de medir el hinchamiento de la muestra, se añaden cargas para no permitirlo.

La presión máxima que hay que aplicar para que no se produzca hinchamiento se conoce con el nombre de presión de hinchamiento. Aplicada la presión máxima, se van quitando cargas y se miden los hinchamientos que se producen. El hinchamiento bajo carga nula en este ensayo es siempre inferior al hinchamiento libre (o bajo la carga de  $0,1 \text{ kg/cm}^2$ ).

- **Ensayo de hinchamiento libre (Hc)**

Descrito como el porcentaje (%) de la elevación máxima para presión nula en relación a la longitud inicial de la probeta. Las medidas de estos parámetros se realizan principalmente mediante pruebas edométricas o en técnicas basadas en la succión, tendiendo a simular los factores relevantes que sigue el fenómeno cuando se desarrolla en campo. Para lograr este objetivo se han propuestos innumerables metodologías experimentales que siguen operativas distintas, cuando no opuestas.

Las principales divergencias se establecen en lo siguiente:

- Forma de simular las condiciones de campo en el edómetro.
- Tamaño y forma de la muestra.
- Magnitud de la precarga y secuencias de cargas.
- Momento de saturación.
- Mecanismo para medir el hinchamiento.
- Número de muestras que intervienen en el ensayo.
- Valor de la humedad inicial del ensayo.

## **2.13 CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL**

### **2.13.1 INTRODUCCIÓN**

Un aumento de esfuerzo causado por la construcción de cimientos u otras cargas comprime las capas del suelo. La compresión es causada por la deformación de partículas del suelo, la reorientación de las partículas del suelo y la expulsión del aire o agua de los espacios vacíos. El autor Braja M. Das (2013), "Fundamentos de Ingeniería Geotécnica" - nos indica que el asentamiento puede dividirse en dos categorías:

- a. El Asentamiento Elástico, es causado por la deformación elástica del suelo seco y de los suelos húmedos y saturados sin ningún tipo de cambio en su contenido de humedad. Para poder calcular los asentamientos elásticos se tienen que realizar ecuaciones derivadas de la teoría de la elasticidad.
- b. El Asentamiento de consolidación, es el resultado de la variación de volumen en un suelo cohesivo saturado por la expulsión de agua intersticial. El asentamiento de consolidación va a depender del tiempo que este demore.

## **2.14 PRINCIPIOS DE CONSOLIDACIÓN**

### **2.14.1 INTRODUCCIÓN**

Cuando una de las capas del suelo saturado se somete a un aumento del esfuerzo, la presión del agua intersticial se incrementa instantáneamente.

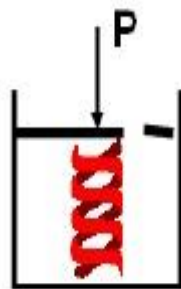
Cuando una capa de arcilla compresible saturada se somete a un aumento del esfuerzo, el asentamiento elástico se produce

inmediatamente, debido a que el desplazamiento hidráulico de la arcilla es significativamente menor que de la arena, el exceso de presión de poros generado por la carga se disipa gradualmente durante un largo periodo. Por lo tanto, el cambio de volumen asociado a la etapa de consolidación, en la arcilla puede continuar por mucho tiempo después del asentamiento elástico. El asentamiento provocado por la consolidación en arcilla puede ser varias veces mayor que el asentamiento elástico.

#### 2.14.2 ANALOGÍA MECÁNICA DE TERZAGHI

Terzaghi propuso un modelo mecánico, para poder comprender mejor el proceso de consolidación.

Este consiste en un cilindro de sección  $A$  con un pistón sin fricción el cual posee una pequeña perforación, el pistón se encuentra unido a un resorte y el cilindro en su interior está lleno de un fluido incompresible, como se muestra en la Figura N°5.



**Figura N°05: Representación del pistón**

El proceso comienza con la aplicación de una carga de valor  $P$  sobre el pistón. En este primer momento el orificio se encuentra cerrado y el resorte no tiene posibilidad de deformarse, en consecuencia, no ejerce fuerza alguna. Es así que la fuerza  $P$  aplicada en ese instante es soportada en su totalidad por el fluido.

En un segundo momento se abre el orificio y se genera un gradiente de presiones  $P/A$  ( $A$ : área del pistón) entre el interior y el exterior del cilindro lo que ocasiona el flujo del líquido hacia el exterior, y a medida que el fluido sale, el resorte comienza a deformarse y por lo tanto comenzará a tomar una porción de la carga  $P$ . La velocidad a la cual se transfiere la carga desde el fluido al resorte depende del tamaño del orificio y de la viscosidad del fluido.

Finalmente, la posición de equilibrio se da cuando la presión en el fluido iguala la presión exterior y el resorte ha tomado la totalidad de la fuerza  $P$ .

En la relación de Terzaghi con el suelo, la estructura de partículas sólidas es representada por el resorte; el agua intersticial por el fluido incompresible, las redes de capilares continuos (vacíos) son representadas por el orificio.

## **2.15 RELACIÓN ÍNDICE DE VACÍOS-PRESIÓN**

Una muestra de suelo es remodelada cuando se somete a cierto grado de perturbación. Esto afectará la relación del índice de vacíos-presión del suelo. En un suelo arcilloso normalmente consolidado de baja a media sensibilidad bajo una presión de sobrecarga efectiva de  $\sigma'_o$  y con un índice de vacíos de  $e_o$ , el cambio en el índice de vacíos con un aumento de la presión en campo será más o menos como el mostrado por la curva 1. Ésta es la curva de compresión inicial, que es aproximadamente una línea recta en una gráfica semilogarítmica. Sin embargo, la curva de consolidación de laboratorio, representado en la Figura N° 06, para una muestra del mismo suelo sin perturbaciones, curva 2, se localizará a la izquierda de la curva 1. Si el suelo está completamente remodelado y se lleva a cabo en él una prueba de consolidación, la posición general de la dirección de la gráfica  $e$ -log  $\sigma'$  estará



representada por la curva 3. Las curvas 1, 2 y 3 se intersectarán aproximadamente a un índice de vacíos  $e = 0.4e_0$ .

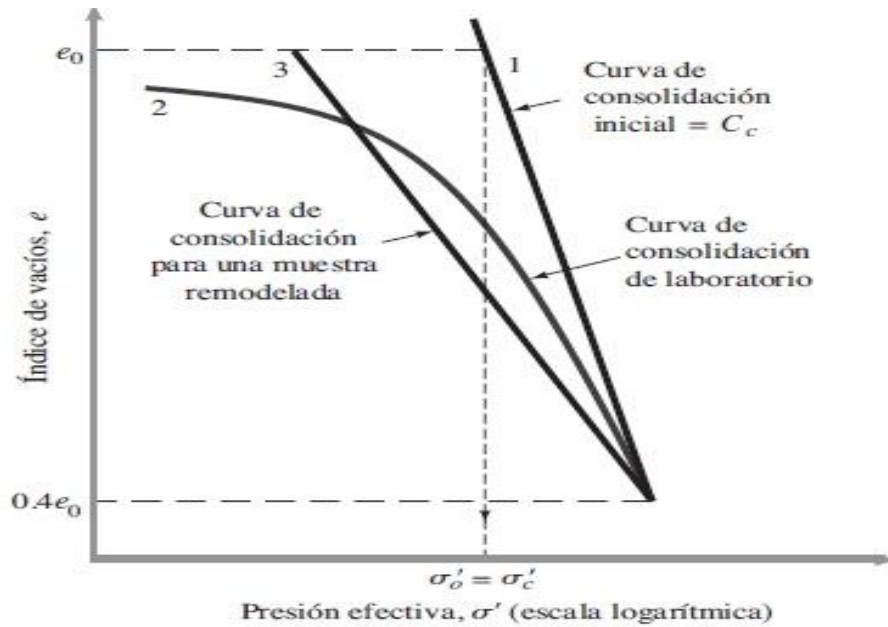


Figura N°06: Características de consolidación de una arcilla normalmente consolidada de sensibilidad baja a media (Braja M. Das, 2015).

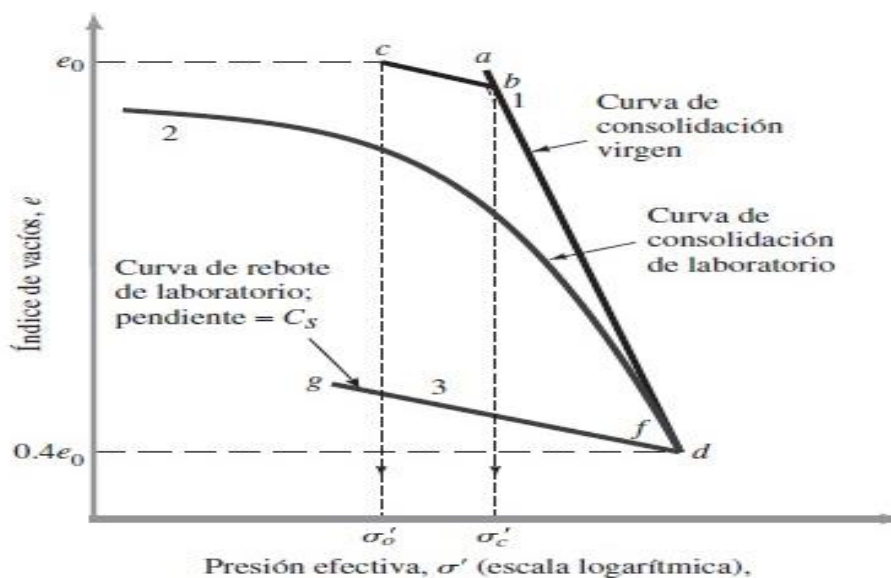


Figura N°07: Características de consolidación de una arcilla sobre consolidada de sensibilidad baja a media (Braja M. Das, 2015).

## **2.16 ARCILLAS NORMALMENTE CONSOLIDADAS Y PRECONSOLIDADAS**

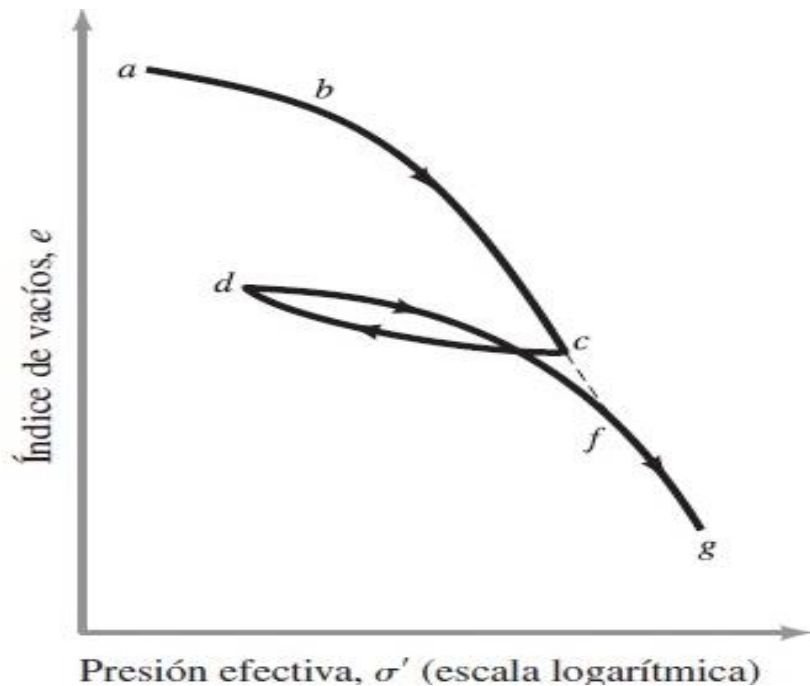
Un tipo de suelo en el campo a cierta profundidad al ser sometido a una cierta presión efectiva máxima en su historia geológica. Esta presión puede ser igual o mayor que la presión de la sobrecarga existente en el momento de sacar las muestras. La reducción de la presión en el campo puede ser causada por procesos geológicos naturales a través del tiempo o procesos humanos.

Durante la toma de muestras del suelo, también se libera la presión de sobrecarga efectiva existente, lo que resulta en cierta expansión del muestreo. Cuando esta muestra es sometida a una prueba de consolidación, se producirá una pequeña cantidad de comprensión, es decir un pequeño cambio en el índice de vacíos, cuando la presión total aplicada es menor que la presión de sobrecarga efectiva máxima en el campo a la que el suelo fue sometido en el pasado. Lo cual nos lleva a hacer la descripción de dos definiciones básicas de la arcilla en el contexto del esfuerzo histórico que son: arcillas normalmente consolidadas y preconsolidadas.

### **2.16.1 NORMALMENTE CONSOLIDADA**

Una arcilla es Normalmente Consolidada cuando nunca fue sometida en su pasado geológico a cargas mayores que las existentes ahora en el terreno.

La Figura N°08 que se muestra en la etapa de descarga representada por el tramo cd y la etapa de recarga representa por los tramos dfg.



**Figura N°08: Gráfica de índice de vacíos ( $e$ ) en función de la presión efectiva de  $\log \sigma'$  mostrando carga, sobrecarga y recarga (Braja M. Das, 2015).**

### 2.16.2 PRECONSOLIDADA

Es considerada preconsolidada cuando en el pasado estuvo cargada por estratos del suelo que fueron luego erosionados, por lo tanto, la presión máxima efectiva pasada se llama presión de preconsolidación.

La presión efectiva pasada no se puede calcular explícitamente debido a que es generalmente una función de los procesos geológicos y, por lo tanto, debe deducirse de los resultados de pruebas de laboratorio.

Casagrande en 1936 sugirió una construcción gráfica simple para determinar la presión de pre consolidación,  $\sigma'_c$ , a partir de la gráfica índice de vacíos ( $e$ ) en función de la presión efectiva de  $\log \sigma'$ , se

puede apreciar en la Figura N°09, se puede realizar la gráfica realizando los siguientes procedimientos:

1. Por observación visual, establecer un punto *a* en el que la dirección de la gráfica  $e\text{-log } \sigma'$  tiene un radio mínimo de curvatura.
2. Dibujar una línea horizontal *ab*.
3. Dibujar la línea *ac* tangente en *a*.
4. Dibujar la línea *ad*, que representa la bisectriz del ángulo *bac*.
5. Proyectar la parte recta *gh* de la gráfica  $e\text{-log } \sigma'$  y trazar de nuevo para intersectar *ad* en *f*.

La abscisa del punto *f* es la presión de preconsolidación,  $\sigma'_c$  (Braja M. Das. (2013). "Fundamentos de Ingeniería Geotécnica". Cuarta Edición, México.)

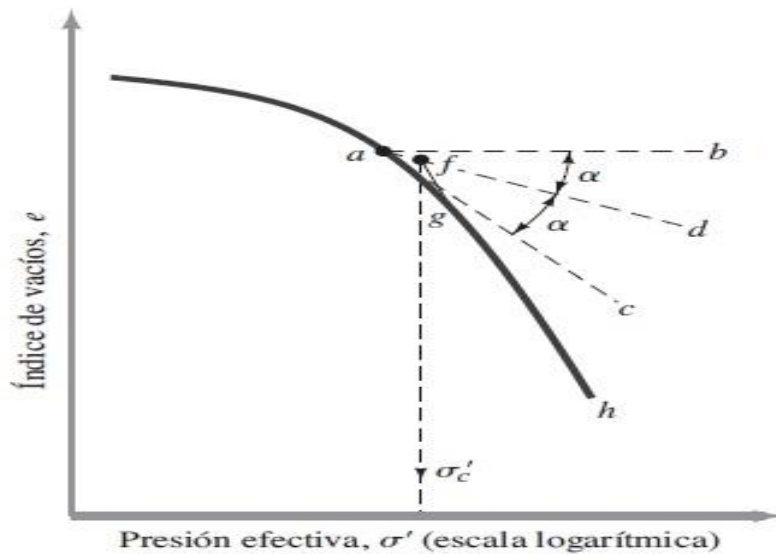
$$\text{OCR} = \frac{\sigma'_c}{\sigma'}$$

**Cuadro N°01: Índice para un suelo sobreconsolidado (OCR).**

Donde:

$\sigma'_c$  = presión de preconsolidación de una muestra.

$\sigma'$  = presión vertical efectiva presente.



**Figura N°09: Procedimiento gráfico para determinar la presión de preconsolidación. (Braja M. Das, 2015)**

## 2.17 ETAPAS DE CONSOLIDACIÓN

Existen tres etapas de la deformación que está en relacionada en función al tiempo durante la consolidación para un incremento de carga.

### 2.17.1 COMPRESIÓN INICIAL

Es causada principalmente por la etapa de precarga.

### 2.17.2 CONSOLIDACIÓN PRIMARIA

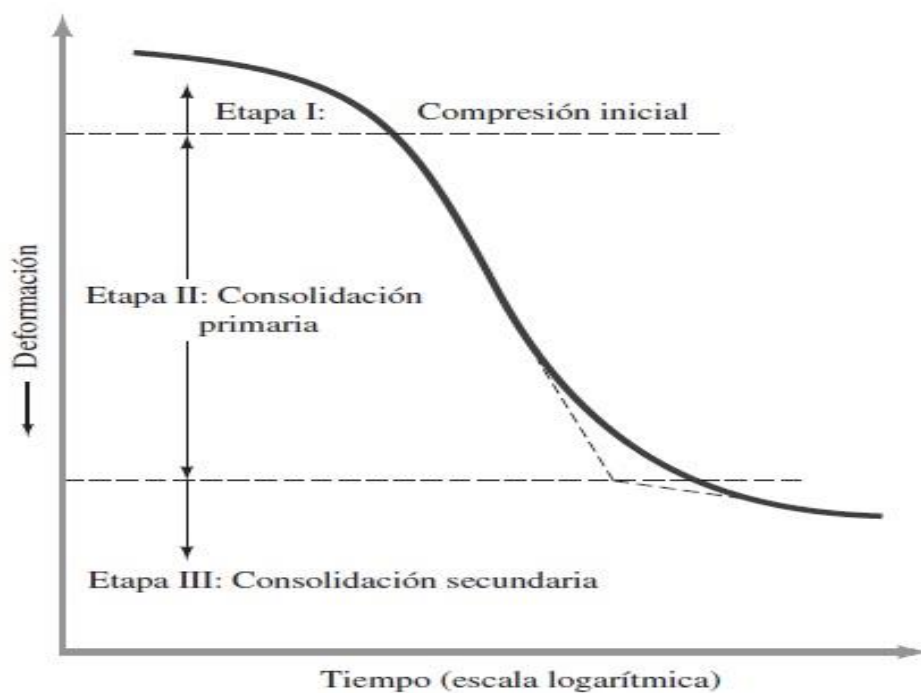
Sucedo por el aumento de presión del agua intersticial se desplaza gradualmente en esfuerzo efectivo por la expulsión de la misma, la cual nos permiten estimar los asentamientos que se van a producir una vez que la carga es totalmente transferida a la estructura del suelo. Esta es la etapa que corresponde al fin de la consolidación primaria que se obtiene mediante el ensayo de Consolidación y es representada gráficamente por la curva de consolidación, se puede

observar en la Figura N°10 (Braja M. Das. (2013). “Fundamentos de Ingeniería Geotécnica”. Cuarta Edición, México).

### 2.17.3 CONSOLIDACIÓN SECUNDARIA

Se genera después de la disipación total del exceso de presión del agua intersticial, cuando se lleva a cabo alguna deformación de la muestra debido al reajuste plástico del suelo.

Asimismo, corresponde a las deformaciones acumuladas después de que se completa la consolidación primaria, generando una tensión efectiva constante.



**Figura N°10: Gráfica de deformación en función del tiempo durante una consolidación para un incremento particular de la carga (Braja M. Das, 2015).**

## 2.18 CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CONSOLIDACIÓN (Cv)

### 2.18.1 MÉTODO DE CASAGRANDE

El método presentado por Casagrande consiste básicamente en determinar sobre esa curva el tiempo en el cual se desarrolla el 50% de la consolidación primaria. Para lo cual se sigue los siguientes procedimientos y se puede ver en la Figura N°11 para poder realizar la gráfica.

1. En la parte inicial parabólica de la curva marcar  $t_1$  (si en caso la parte inicial no sea parabólica, se utilizará  $D_0$  relacionado a  $t = 0$  y seguir en el paso 4).
2. Marcar  $t_2 = 4 t_1$ , una vez definidos  $t_1$  y  $t_2$ , estos se determinan sobre la curva la distancia vertical  $\Delta$ .
3. Trazar la distancia  $2\Delta$ , y encontrar  $D_0$  en el eje de las ordenadas.
4. Trazar la proyección horizontal del final de la curva de deformación e intersectarla con el eje de las ordenadas, punto que se determina como  $D_{100}$ .
5. Se tiene que encontrar  $D_{50}$ , que es representada por el promedio de las distancias entre  $D_0$  y  $D_{100}$  en el eje de las ordenadas.
6. Proyectar  $D_{50}$  en la curva de deformación y encontrar  $t_{50}$  en el eje de las abscisas.
7. El cálculo del Coeficiente de Consolidación ( $C_v$ ) se determina con la fórmula representada en el Cuadro N°02.

$$C_v = \frac{T_v(U = 50\%) \cdot H^2}{t_{50}}$$

**Cuadro N°02: Cálculo del Coeficiente de Consolidación – Método de Casagrande.**

Donde:

$T_v$  es el factor tiempo para  $U = 50\%$  y tiene el valor 0,197.

$H = \frac{1}{2}$  de la altura inicial de la muestra (para ensayo de doble drenaje).

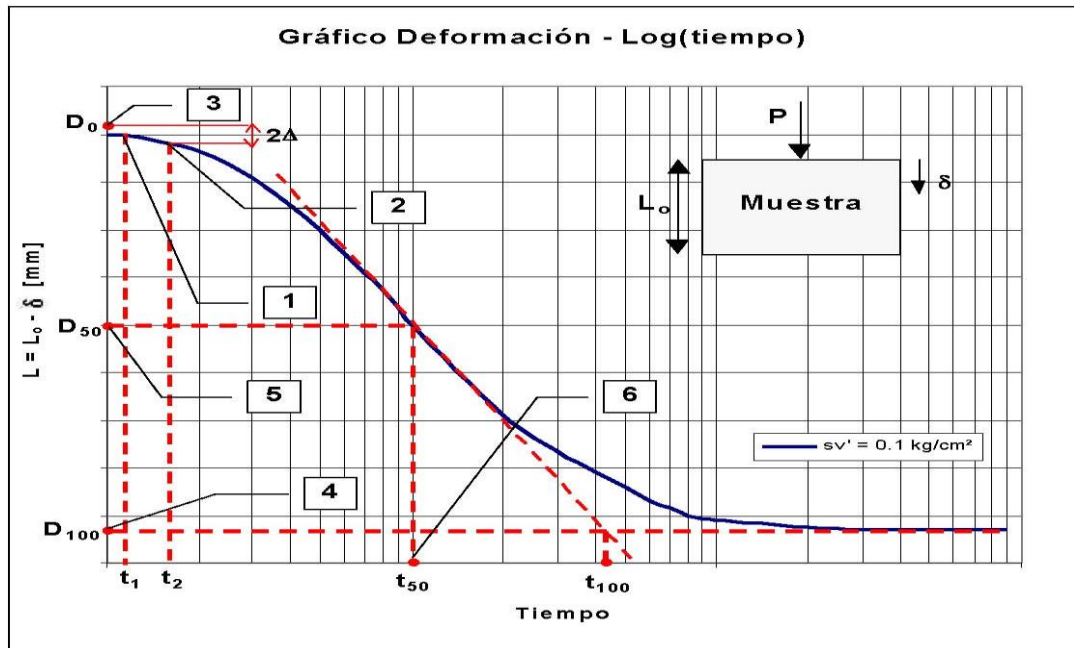


Figura N°11: Curva de Deformación vs Logaritmo de tiempo ( $t_{50}$ )

## 2.18.2 MÉTODO DE TAYLOR

El presente método presentado por Taylor nos permite obtener el tiempo de consolidación para un porcentaje de consolidación de 90% a partir de la curva de Deformación vs Raíz cuadrada del Tiempo. Para lo cual se sigue los siguientes procedimientos y se puede ver en la Imagen N°12 para poder realizar la gráfica.

1. Trazar la mejor recta que pasa por los primeros puntos del gráfico.
2. La intersección entre la recta definida por las líneas punteadas con el eje de las abscisas, la cual señala una distancia "a".



3. Se define en el eje de las abscisas el punto A, separado del origen en  $1.15a$ .
4. Luego se tiene que unir los puntos  $O'$  y A.
5. La intersección de esta recta con la curva, nos indicará el valor  $t_{90}$  en el eje de las abscisas.
6. El cálculo del Coeficiente de Consolidación ( $C_v$ ) se determina con la formula representado en el Cuadro N°03:

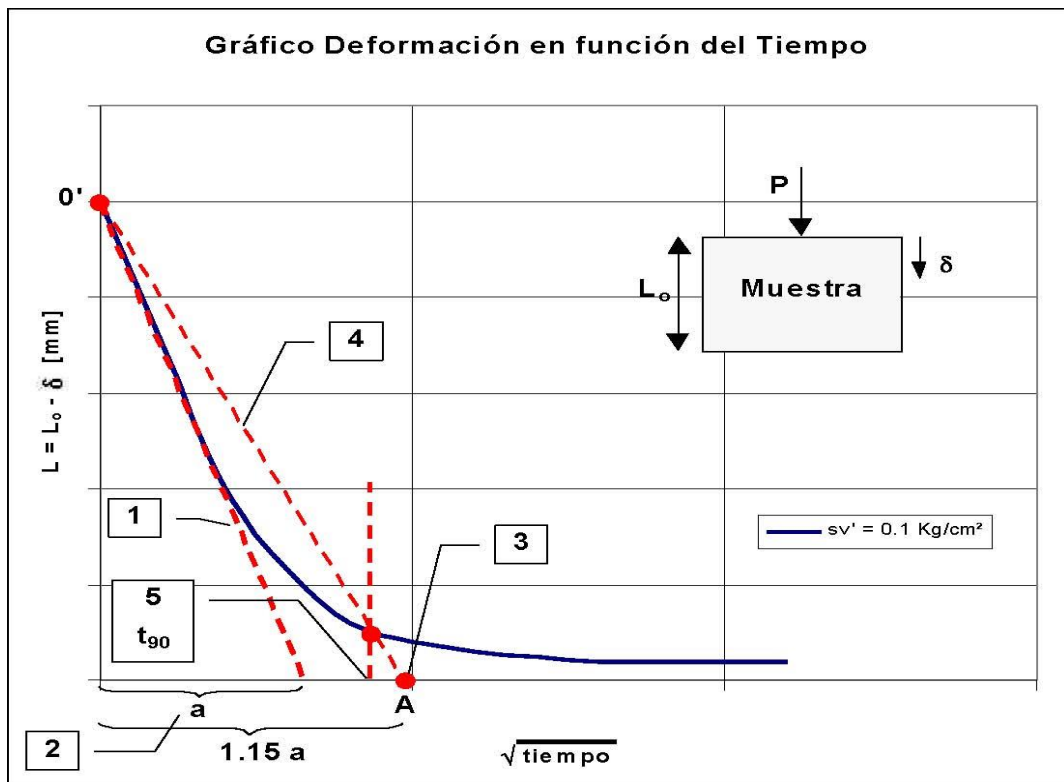
$$C_v = \frac{T_v(U = 90\%) \cdot H^2}{t_{90}}$$

**Cuadro N°03: Cálculo del Coeficiente de Consolidación – Método de Taylor.**

Donde:

$T_v$  (factor tiempo) para ( $U = 90\%$ ) = 0.848.

$H = \frac{1}{2}$  de la altura inicial de la muestra (ya que existe doble drenaje).



**Figura N°12: Curva Deformación vs Raíz Cuadrada de Tiempo ( $t_{90}$ )**

## 2.19 ÍNDICE DE COMPRESIÓN E ÍNDICE DE ABULTAMIENTO

### 2.19.1 ÍNDICE DE COMPRESIÓN ( $C_c$ )

Existen expresiones empíricas para poder calcular el índice de compresión para el asentamiento de campo causado por la consolidación por construcción gráfica después de la obtención de resultados de las pruebas de laboratorio para el índice de vacíos y para la presión (Skempton, 1944).

- **ARCILLAS NORMALMENTE CONSOLIDADAS**

Para determinar el Índice de Compresión de arcillas normalmente consolidadas se puede apreciar en el Cuadro N°04.

$$C_c = 0.009(LL - 10)$$

**Cuadro N°04: Cálculo de Índice de Compresión según Skempton (Braja M. Das, 2015).**

Donde:

LL = límite líquido (%), la presente ecuación es usada principalmente para un cálculo aproximado de la consolidación primaria in situ.

En la Tabla N°05 se presentan algunas correlaciones para el cálculo para el Índice de Compresión (Rendon-Herrero, 1980).

<b>Ecuación</b>	<b>Región de aplicabilidad</b>
$C_c = 1.15(e_o - 0.27)$	Todas las arcillas
$C_c = 0.30(e_o - 0.27)$	Suelos cohesivos inorgánicos: limo, arcilla limosa, arcilla
$C_c = 0.0115w_N$	Suelos orgánicos: turbas, limo orgánico y arcilla
$C_c = 0.75(e_o - 0.5)$	Suelos con baja plasticidad
$C_c = 0.156e_o + 0.0107$	Todas las arcillas

**Tabla N°05: Correlaciones para el Índice de Compresión (Braja M. Das, 2015).**

Donde:

$e_o$  = índice de vacíos in situ.

$w_N$  = contenido de agua in situ.

Otra de las formas de calcular el Índice Compresión es la que presentó Rendon-Herrero en 1983, mostrándose en el Cuadro N°05.

$$C_c = 0.141G_s^{1.2} \left( \frac{1 + e_o}{G_s} \right)^{2.38}$$

**Cuadro N°05: Índice de Compresión según Rendon – Herrero (Braja M. Das, 2015).**

Hace algunos años Park y Koumoto (2004) también como planearon como obtener el Índice Compresión, ver Cuadro N°06.

$$C_c = \frac{n_o}{371.747 - 4.275n_o}$$

**Cuadro N°06: Índice de Compresión según Park y Koumoto.**

Donde:

$n_o$  = porosidad del suelo in situ.

### 2.19.2 ÍNDICE DE ABULTAMIENTO ( $C_s$ )

El índice de abultamiento es sensiblemente menor en magnitud que el índice de compresión, generalmente se puede determinar en ensayos de Consolidación.

$$C_s = \frac{IP}{370}$$

**Cuadro N°07: Índice de Abultamiento según Cam, Kulhawy y Mayne (1990) (Braja M. Das, 2015).**

### 2.19.3 GRADO DE CONSOLIDACIÓN O EXPANSIBILIDAD

El Grado de Consolidación de un suelo constantemente sucede a una determinada profundidad en relación al esfuerzo, tiempo y deformación; el esfuerzo por el incremento de carga que se ha impuesto; el tiempo que tarda en efectuarse la consolidación (Badillo Juárez, Rodrigo Rico (1998). "Mecánica de Suelos". Tomo I. \_Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos).

## 2.20 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

En este capítulo se presenta un estudio teórico de los aspectos geotécnicos realizados e identificación de la zona de estudio, sus características más importantes y resaltantes para el estudio a realizar.

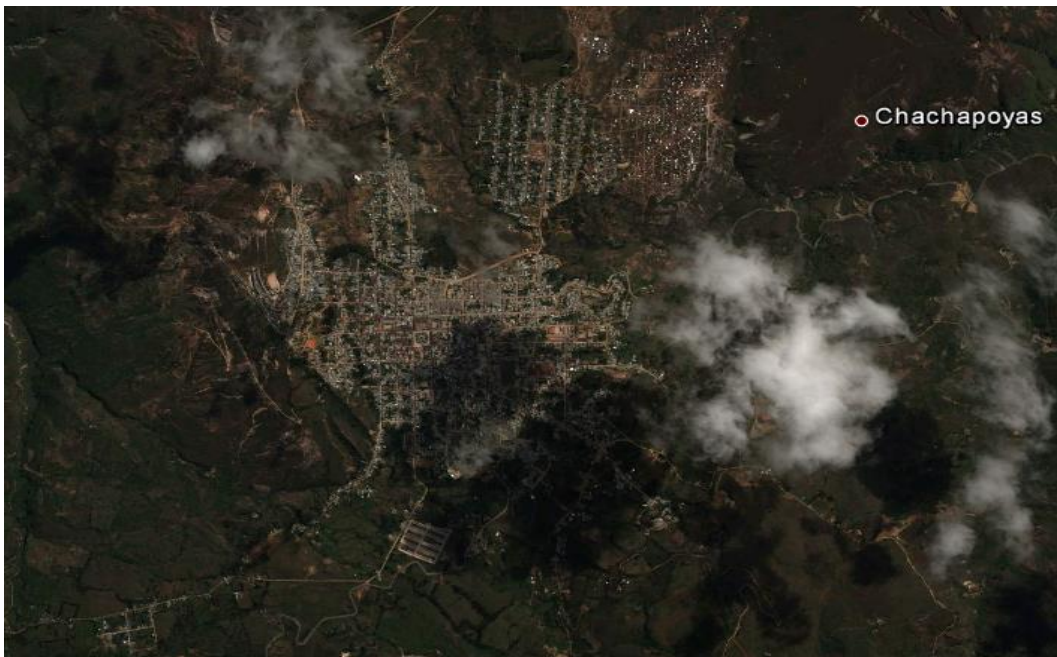
Todos los estudios realizados están ubicados en el Asentamiento Humano Señor de los Milagros de la ciudad de Chachapoyas - Amazonas. En el

Anexo N°01 se puede apreciar los planos de Ubicación y Localización del presente proyecto.

## **2.21 GEOLOGÍA**

### **2.21.1 GEOLOGÍA SUPERFICIAL**

Chachapoyas se ubica a una altitud de 2,334 msnm, sus coordenadas geográficas son: Latitud: 6°13'54''S y Longitud: 77°52'08''O en el Nor-oriental Peruano, cerca al río Utcubamba, se encuentra a 56 km desde Pedro Ruiz, 236 km desde Moyobamba, 441 km desde Chiclayo y 1,222 km desde Lima vía Chiclayo, que se recorren en 21 horas. Ver Figura N°13.



**Figura N°13: Vista satelital de la Ciudad de Chachapoyas  
– Fuente: Imagen Capturada de Google  
Earth.**

En esta parte del Perú, ubicada en la ceja de selva, la temperatura promedio es de 18 °C y la humedad relativa es de 74 por ciento. A pesar de ser una zona calurosa que pertenece a la sierra y no a la selva, el visitante no debe confiarse demasiado, ya que existen lugares en los que la temperatura puede llegar hasta los 2 °C.

En Chachapoyas, el clima es templado, moderadamente lluvioso y con amplitud térmica moderada. La media anual de temperatura máxima y mínima es 19,8 °C y 10,2 °C, respectivamente. La precipitación media acumulada anual para el periodo 1960-1991 es 777.8 mm.

Por su clima templado se obtienen buenas cosechas de cereales, caña de azúcar, café y yuca. Presenta buena calidad ganadera.

### **2.21.2 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA ZONA**

En el ámbito regional en la parte sur del departamento de Amazonas afloran rocas sedimentarias, metamórficas y en menor proporción rocas intrusivas cuyas edades abarcan desde el pre cambriano hasta el cuaternario.

El basamento de la región está conformado por una secuencia de rocas metamórficas (esquistos, gneis, metasedimentitas) datadas del proterozoico que han sido agrupadas en la unidad litoestratigráfica conocida como Complejo Marañón y que han formado después de un intenso metamorfismo regional de rocas pelíticas y samíticas anteriores, por encima de esta litofacies encontramos una secuencia de rocas feldespáticas con horizontes de piroclásticos rojizos conocidos como Grupo Mitu, sus afloramientos tienen un color rojizo muy resaltante, y se extienden en el valle de Utcubamba entre Tialango y puente Corontachaca.

Debido a los procesos naturales referidos se ha ido modelando una gran variedad de formas en el relieve terrestre, identificando tres unidades morfoestructurales relevantes: Las Cordilleras Interandina, Oriental y Subandina; todas ellas integrantes de la gran Cordillera de los Andes. Estas presentan una gran variedad de depósitos ígneos (intrusivos y volcánicos), sedimentarios y metamórficos, confirmando la complejidad de la ocurrencia de procesos geológicos que se manifestaron desde el Precámbrico (600 a 1000 ma) hasta la actualidad. La diversidad de materiales condicionó el accionar de las diversas fuerzas tectónicas y a las acciones intemperitas y erosivas, conformando de esta manera relieves contrastantes como montañas de altitudes imponentes, mesetas, sistemas de colinas estructurales, planicies de origen estructural y aluvial; y valles encajonados y abiertos.

El ámbito territorial del departamento Amazonas se caracteriza por presentar básicamente seis grandes paisajes:

- Paisaje Aluvial: Constituido por suelos formados por materiales depositados por los ríos y antiguas cuencas lacustres. La dinámica fluvial da origen a paisajes de segundo orden como: Planicies, Terrazas. Son ejemplos el valle de Utcubamba en la zona de Bagua en donde se cultiva en forma intensiva el arroz.
- Paisaje Colinoso: Son unidades de territorio formado por relieves con declives o pendientes moderadas. Su característica es la presencia de lomas y colinas con alturas promedio de 300 metros.
- Paisaje Montañoso: Este paisaje es el predominante y es el que presenta mayores restricciones para su uso, está compuesto por laderas de pendiente media a fuerte y cerros que en promedio superan los 500 metros. Además, cabe mencionar que gran parte de

estas áreas son consideradas como zonas de protección y de conservación de Ecosistemas.

- Paisaje de Valle Interandino: Está formado por valles encajados con presencia de algunas sinuosidades en el curso de los ríos producto del recorrido del río en una superficie de poca pendiente, un ejemplo típico es el valle de Huaylla Belén en la Provincia de Luya.
- Paisaje de Meseta: Son altiplanicies de poca amplitud con presencia de colinas y lomadas en algunos casos antiguos lechos lacustres. La meseta andino oriental tiene una característica peculiar en esta parte del Perú, son superficies onduladas surcadas por colinas y cerros. Muchos centros poblados conforman parte de la estructura de estos paisajes, como es el caso de Huancas y Luya.
- Paisaje Alto Andino: Formado por las cordilleras como la de Piscohuañuna, y la de Calla Calla, presentan un relieve formado por montañas y punas con fuerte influencia glaciaria en su modelado.

Los suelos de la región Amazonas son un reflejo de su diversidad climática, la estructura geológica, el relieve, la vegetación y la intervención antrópica. En sentido edáfico el suelo constituye un cuerpo tridimensional formado por elementos minerales como arcillas, limos, arenas, aire y agua, a estos se agregan los organismos vivos, lo cual origina un cuerpo dinámico. Una primera aproximación que permite agrupar en órdenes los diversos tipos de suelos podemos hacerlo siguiendo el sistema clásico para la clasificación de los suelos en los siguientes tipos: Suelos zonales, suelos azonales y suelos intrazonales.

- Suelos Zonales: Son los suelos que se extienden a lo largo de la región predominantemente al Norte, Este y Sur Este. Expuestos a



grandes variaciones de temperaturas y fuertes precipitaciones en donde el material basal se encuentra fuertemente alterado. La baja fertilidad, por la lixiviación y el poco desarrollo de los horizontes edáficos son características que determinan la presencia de suelos predominantemente oxisoles o latosoles y los podzolicos y ultisoles. En términos generales son suelos ubicados en zonas colinosas o montañosas no presentan potencial para el desarrollo agropecuario siendo su aptitud forestal o para cultivos permanentes.

- Suelos Azonales: Son suelos que cubren pequeñas extensiones de territorio de Amazonas, su distribución es aleatoria encontrándose comúnmente encerrada dentro de los suelos zonales. Son considerados suelos modernos ocupan los valles aluviales, y las antiguas cuencas lacustres de la región. Son suelos en donde un manejo adecuado hace posible la realización de cultivos en limpio y permanentes.
- Suelos Intrazonales: Comprenden suelos que se desarrollan a partir de particularidades micro climáticas presentes en la región. Son destacables los suelos hidromórficos, los cuales se caracterizan por encontrarse embebidos o sujetos a inundaciones periódicas a lo largo del año. Se ubican asociados a los diferentes tipos de humedades presentes en esta región desde las llanuras aluviales hasta las planicies alto andinas. El aprovechamiento de estos suelos requiere de especies adaptadas y planes adecuados de manejo.

La llanura amazónica, impropriamente llamada “montaña” está drenada por los numerosos ríos de la cuenca superior de Amazonas. Tiene clima cálido y húmedo y está cubierto por una densa vegetación de tipo tropical.

En la conformación geológica del territorio peruano participan rocas metamórficas, sedimentarias e ígneas, cuyas edades varían desde el Precámbrico hasta el Terciario más moderno. Los depósitos más jóvenes (Pleistoceno-Reciente) consisten de sedimentos blandos, en su mayoría incoherentes de origen marino, aluvial, lacustre, eólico y glaciario, ampliamente distribuidos a manera de rellenos y coberturas superficiales en las planicies de la Costa, a lo largo de los Andes y en la Llanura Amazónica.

En la selva, la roca más antigua son las del precámbrico, carbonífero y permiano, pero su presencia no es muy significativa. También existen formaciones del jurásico y cretáceo en donde existen la presencia de lutitas, areniscas, conglomerados, calizas, lodolitas, margas y cuarcitas; pero son las formaciones del Terciario y Cuaternario las que abarcan la gran mayoría de la extensión de la Selva, conteniéndose en ellas conglomerados, areniscas, arcillas, limolitas, lutitas intercalados con calizas y lodolitas. Información brindada por parte de la Municipalidad Provincial de Chachapoyas.

## **2.22 HIPÓTESIS**

### **2.22.1 GENERAL**

El incremento de las precipitaciones sobre los suelos arcillosos, influye en el grado de expansibilidad de las calles del Asentamiento Humano Señor de los Milagros del distrito de Chachapoyas – Amazonas, sometiéndole al ensayo de consolidación según la NTP.

## **2.23 VARIABLES DEPENDIENTE E INDEPENDIENTE**

- **Variable Independiente:** Aumento de precipitaciones pluviales.
- **Variable Dependiente:** Expansión de los suelos arcillosos.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DEL PROYECTO**

#### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN, NIVEL Y ENFOQUE DEL PROYECTO**

El nivel de la investigación a realizar es descriptivo ya que se realizará un análisis exhaustivo sobre las arcillas expansivas existentes en el Asentamiento Humano Señor de los Milagros del Distrito de Chachapoyas – Amazonas y el efecto de las precipitaciones pluviales en estas, señalando así sus características y propiedades.

El diseño de nuestra investigación es de tipo experimental debido a que se basará en los datos obtenidos en los laboratorios desarrollados por los autores del proyecto para así completar los objetivos planteados anteriormente.

El método a emplear para nuestra investigación será el método científico ya que mediante de la observación e inducción podremos contrastar la hipótesis.

#### **3.2 POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS**

##### **3.2.1 POBLACIÓN**

La población en estudio son las calles del Asentamiento Humano Señor de los Milagros, las cuales presentan patologías similares en su estructura debido a que en la zona existen suelos expansivos, cuyas características serán de uso para para el presente proyecto de investigación.

### 3.2.2 MUESTRA

La muestra será de tipo sistemática debido a que la población será representada por las calles del Asentamiento Humano Señor de los Milagros.

### 3.2.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

Se tomara cada 100 ml como mínimo para realizar los estudios pertinentes en nuestra investigación.

## 3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- **Planilla de recolección de datos:** Es un instrumento muy utilizado con la finalidad de facilitar la recopilación referente a cada elemento de la muestra o población.  
La información obtenida, como resultado de las mediciones de las variables, es recogida en una planilla específicamente diseñada al efecto.
- **Base de Datos:** Es la forma organizada y estructurada de recopilar la información obtenida de todos los elementos estudiados. Las “Sábanas de Datos” utilizadas hasta hace un tiempo han sido sustituidas progresivamente por diversos programas de aplicación de la computación (Dbase III, Epiinfo, Oracle, Excel) por cuanto facilitan y agilizan espectacularmente el procesamiento de la información.
- **Registros audiovisuales:** fotos y videos que nos permitan recordar el ambiente de estudio a su mayor detalle.

### **3.4 EXPLORACIÓN DE CAMPO**

#### **3.4.1 EXCAVACIÓN DE CALICATAS A CIELO ABIERTO**

La profundidad de las calicatas o perforaciones para carreteras, aeropuertos, o áreas de estacionamiento, deberán ser al menos de 1.5 m (5 pies) por debajo del nivel del proyectado para la subrasante, pero circunstancias especiales pueden aumentar o disminuir esa profundidad.

Los sondeos para estructuras o terraplenes deberán llevarse por debajo del nivel de influencia de la carga propuesta, determinando mediante un análisis superficial de transmisión de esfuerzos, ya que el drenaje pueda ser afectado por materiales permeables, acuíferos o materiales impermeables que lo puedan obstaculizar, las perforaciones deberán prolongarse suficientemente dentro de estos materiales para determinar las propiedades hidrogeológicas y de ingeniería, relevantes para el diseño del proyecto.

En todas las zonas de préstamo (relleno), las perforaciones deberán ser suficientes en número y profundidad, para obtener las cantidades requeridas de material que cumpla los requerimientos de calidad especificada.

Los registros de perforaciones deberán incluir:

- Descripción de cada sitio o área investigada, con cada hueco, sondeo o calicata, localizado claramente (horizontal y verticalmente) con referencia a algún sistema establecido de coordenadas o algún sitio permanente.

- Perfil estratigráfico de cada hueco, sondeo o calicata, o de una superficie de corte expuesta, en la cual se muestre claramente la descripción de campo y localización de cada material encontrado, mediante símbolos o palabras.
- Fotografías en colores de núcleos de roca, muestras de suelos y estratos expuestos, pueden ser de gran utilidad. Cada fotografía deberá identificarse con fecha y un número o símbolo específico, una fecha y escala de referencia.
- La identificación de todos los suelos deberá basarse en las presentes normas para la clasificación de los suelos y de los suelos-agregados.
- Las áreas acuíferas, drenaje subterráneo y profundidad del nivel freático hallado en cada perforación, calicata o hueco.
- Representación gráfica de campo y laboratorio y su interpretación facilita el entendimiento y comprensión de condiciones superficiales.

### **3.4.2 MÉTODOS DE EXPLORACIÓN**

#### **3.4.2.1 MÉTODOS INDIRECTOS**

Dentro de estos se incluyen fotografías aéreas, mapas topográficos, interpretación de mapas e informes de reportes geológicos o estudios de suelo previamente desarrollados.

#### **3.4.2.2 MÉTODOS DIRECTOS**

Este método es el más importante y de los que más información suministra para el estudio de suelos como es:

Reconocimiento geológico de la zona, la cual incluye la inspección visual directa por un profesional de las condiciones de los materiales en su estado natural, visitando laderas de ríos o quebradas, cortes existentes de vías, túneles o conducciones naturales.

Realización de apiques, perforaciones, trincheras, que permitan la recuperación de muestras alteradas o inalteradas de la zona de interés.

Los ensayos preliminares in-situ nos permiten correlacionar los resultados obtenidos con las propiedades ingenieriles o la información general obtenida en laboratorio o por métodos empíricos.

### **3.4.3 TIPOS DE MUESTRAS**

Las muestras obtenidas en un proceso de muestreo son clasificadas en dos categorías dependiendo de la alteración que sufren al ser retiradas de su lugar original.

#### **3.4.3.1 MUESTRAS ALTERADAS**

Una muestra alterada es aquella que ha sufrido una alteración tal que ha perdido la estructura que poseía in-situ, estas muestras no representan de forma real las propiedades ingenieriles de resistencia y permeabilidad del suelo. Una muestra inalterada generalmente es usada para los procesos de identificación y caracterización del suelo.

Las muestras inalteradas también son usadas para preparar especímenes de laboratorio y evaluar en ellos propiedades de

permeabilidad y resistencia mecánica, cuando la destinación del suelo sea como elemento de construcción.

### **3.4.3.2 MUESTRAS INALTERADAS**

Son aquellas muestras obtenidas por medio de muestreadores y usando técnicas en las cuales es posible preservar de la estructura natural del material, una muestra de suelo al ser retirada de sus condiciones naturales sufre algún tipo de remoldeo o alteración, se denomina así porque representan fielmente las condiciones del suelo in-situ.

En estas muestras se realizan todos aquellos ensayos que permiten evaluar las condiciones de resistencia del suelo y comportamiento ingenieril y las propiedades de permeabilidad, además determinar la humedad natural y todos los demás ensayos que se pueden ejecutar en las muestras alteradas.

## **3.4.4 RECOLECCIÓN DE MUESTRAS**

### **3.4.4.1 MUESTRAS ALTERADAS**

El proceso de muestreo debe efectuarse según el fin que se persiga.

- **Muestras obtenidas de sondeo a cielo abierto**

Generalmente son excavaciones que se realizan para permitir la exposición de la configuración del terreno y visualizar el perfil estratigráfico, el procedimiento es el siguiente:



- Se retira la primera capa que se encuentra en el suelo y se deposita aparte, en el proceso de muestreo nunca se desecha ni se contamina con la que se encuentra más abajo.

Esta primera capa es de espesores variables, de color oscuro y olor a materia orgánica, es sobre la cual se desarrolla la vida, esta capa sirve de nutrientes a las plantas y de hogar a muchos animales, en nuestro caso material del afirmado de la calle.

En los proyectos para el desarrollo de obras civiles esta primera capa se le conoce comúnmente como “capa estéril” debido a que no aporta nada al desarrollo del proyecto, pero en casos donde el objetivo del trabajo son procesos de recuperación de suelos o desarrollo de zonas de cultivo, esta es la capa más importante a estudiar.

- Se toma muestras individuales de cada una de las capas a estudiar, para poder conocer individualmente cada una de estas, este proceso se lleva a cabo con ayuda de palas, cuchillos, barras, siempre procurando no contaminar las capas entre sí.
- Las muestras son almacenadas en bolsas o recipientes cerrados, debidamente rotulados que permitan la plena identificación de la muestra a estudiar. Posteriormente son enviados al laboratorio para su investigación.

La excavación a cielo abierto brinda siempre una información correcta hasta donde llega, pues permite la inspección visual de los estratos del suelo, sin embargo, en muchas ocasiones se requiere estudiar el suelo a profundidades mayores que las que pueden ser alcanzadas satisfactoriamente por excavaciones a cielo abierto, en estos casos es conveniente realizar perforaciones de profundidad. Estas perforaciones se pueden hacer mediante el uso de barrenas

hasta llegar al estrato requerido y de allí sacar con un muestreador especial la muestra inalterada.

- **Muestreo por barrenos**

Es muy común que, en vez de realizar una excavación, se realicen pequeñas perforaciones con ayuda de barrenos, el procedimiento es el siguiente:

- Con el barreno se avanza a lo largo del terreno extrayendo el suelo arrancado del perfil.
- Se separa en partes el material retirado a medida que se observen cambios en el material extraído.
- Los montículos se almacenan en bolsas o recipientes cerrados y rotulados, para luego ser enviados al laboratorio.
- Si el objetivo es recuperar muestras integrales, se deposita todo en un solo montículo y es este el que se guarda y envía al laboratorio.

#### **3.4.4.2 MUESTRAS INALTERADAS**

El caso más simple corresponde al de cortar un determinado trozo del suelo deseado cubriéndolo con parafina para evitar pérdidas de humedad y empacándolo debidamente para enviarlo al laboratorio.

#### **3.4.5 PRESERVACIÓN Y TRANSPORTE DE MUESTRAS DE SUELO (N.T.P. 339.151)**

La preservación y transportes de muestras de suelo son inmediatamente después que se obtienen de campo, donde existen procedimientos para el transporte y manipulación de muestras según las muestras.

Grupo A: Muestras para las que solo es necesarias la identificación visual general. Las muestras se tienen que transportar en algún tipo de contenedor por medio del transporte disponible.

Grupo B: Muestras para las que se requieren solo ensayos de contenido de humedad y de clasificación, proctor y densidad relativa, o la elaboración del perfil, y muestras que serán remoldeadas o compactadas en especímenes para presión de expansión, porcentaje de expansión, consolidación, permeabilidad, ensayos de corte, CBR, etc., las muestras se tiene que transportar en contenedores sellados y herméticos, bolsas plásticas, jarras de vidrio o plásticas, baldes de plásticos, discos con cera y tubos de pared delgada.

Grupo C: Muestras intactas, formadas naturalmente o fabricadas en campo, muestras para determinaciones de densidad; o para presión de expansión, porcentaje de expansión, consolidación, ensayo de permeabilidad y ensayo de corte, con o sin esfuerzo-deformación y mediciones de cambio de volumen, para incluir ensayos dinámicos y cíclicos.

Las muestras se tienen que transportar en contenedores cubiertos, deben ser protegidas contra la vibración, el impacto, el calor y frío extremo, el material de amortiguación (aserrín, jebe, poliestireno, espuma uretana o material con similar resiliencia) debe envolver completamente cada muestra. La amortiguación entre las muestras y las paredes de los contenedores de embarque debe tener un espesor mínimo de 1 pulgada. Se proporcionará un espesor mínimo de 2 pulgada sobre el piso del contenedor.

Grupo D: Muestras que son frágiles o altamente sensibles para las que se requieren los ensayos del Grupo C.

Las muestras se tienen que transportar de la misma forma como el Grupo C.

## Panel Fotográfico de la Extracción de Muestras.

Foto N°1: Medición de calicata 25/02/17



Fuente: Propia – Tomada en campo

Foto N°2: Excavación de calicata 25/02/17



Fuente: Propia – Tomada en campo

Foto N°3: Medición de calicata 25/02/17



Fuente: Propia – Tomada en campo

Foto N°4: Excavación de calicata 25/02/17



Fuente: Propia – Tomada en campo

### **3.4.6 PROPIEDADES DE IDENTIFICACIÓN**

#### **3.4.6.1 COLOR**

El color es una de las propiedades más notorias del suelo, siendo lo primero que se observa en campo, el color puede indicar: contenido de materia orgánica y cantidad de óxidos de hierro y manganeso. El color varía de acuerdo al contenido de humedad.

La muestra de suelo se hace más clara durante el secado, por lo cual, la determinación del color debe hacerse en una muestra húmeda y de prioridad que la muestra sea inalterada.

El color rojo del suelo indica la presencia de Fe no hidratado, como también la presencia de del Dióxido de Mn, se genera bajo las condiciones de periodos largos de meteorización con buen drenaje y aireación.

El color amarillo del suelo indica presencia de Fe hidratado (Limonita), esto es variable, también se puede generar de la mezcla de material orgánico + Óxidos de Fe + altas cantidades de arena casi blanca.

El color blanquesino del suelo indica presencia de arena cuarcítica, caolinita, caliza, yeso y sales. El color gris, azulado y verdoso del suelo indica condiciones de largos periodos de inundación, baja presencia de aireación en el suelo y falta de drenaje.

El color negro del suelo manifiesta la presencia de humus (J. Abraham Díaz – Rodríguez, 2014).

### **3.4.6.2 TEXTURA**

La textura de un suelo se determina en la forma y tamaño de las partículas, por lo cual las arcillas y limos presentan una textura fina, la textura nos indica la dimensión de las partículas que contiene en mayor abundancia la muestra.

Para suelos de textura fina (limos y arcillas), se ven afectados por la presencia de agua, la cual influye en su comportamiento mecánico se reflejan en la plasticidad y cohesión del suelo.

El material arcilloso corresponde a una textura jabonosa, los limos corresponden a una textura harinosa, mientras que un material arenoso corresponde una textura rugosa.

### **3.4.6.3 ESTRUCTURA**

Es la agrupación de partículas, formando agregados que dejan espacios que favorecen la aireación, filtrado, permeabilidad y circulación del agua, algunos tipos de estructuras de suelo se describen a continuación:

1. Laminar: Los agregados tienen forma aplanada, con predominio de la dimensión horizontal. Las raíces y el aire penetran con dificultad.
2. En bloques: Angulares o sub - angulares. Los agregados tienen forma de bloque, sin predominio de ninguna dimensión.
3. Prismática: Los agregados tienen en forma de prisma, de mayor altura que anchura. Es típico de suelos con mucha arcilla.

4. Columnar: Semejante a la estructura prismática, pero con la base redondeada. Esta estructura es típica de suelos envejecidos.
5. Granular: Los agregados son esferas imperfectas, con tamaño de 1 a 10 mm de grosor. Es la estructura más ventajosa, al permitir la circulación de agua y aire.

#### **3.4.6.4 CONSISTENCIA**

Es la propiedad de compactación y porosidad. Viene determinada por la textura y estructura junto a la actividad de los seres vivos en el suelo. Su consistencia puede ser: muy compactos, compactos, friables (que se desmoronan) y muy friables. (Díaz Rodríguez, Jorge Abraham (2014). "Mecánica de Suelos". \_ Naturaleza y Propiedades, México - Editorial Trillas).

#### **3.4.7 PERFIL DEL SUELO**

Un perfil de suelo es una sección vertical a través del terreno que muestra los espesores y orden de sucesión de los estratos, además de las propiedades físicas del suelo.

Es llamado perfil de suelo a la sección que se vería al cortarlo desde su superficie hasta el sustrato rocoso, se puede diferenciar distintos horizontes:

HORIZONTE O: es una capa delgada que está formada por materia orgánica sin alterar.

HORIZONTE A: es de color oscuro y en él se encuentra el humus y las raíces de los vegetales.

HORIZONTE B: es de color más claro y apenas se encuentran raíces en esta capa, ya que no hay casi humus.

HORIZONTE C: abundan los fragmentos gruesos de rocas, bajo esta capa se encuentra la roca madre.

Para este trabajo especial de Grado se elaboraron 10 perfiles de suelos en los cuales se muestran la información del subsuelo en la zona de estudio.

### **3.5 ENSAYOS DE LABORATORIO (OBJETIVO Y PROCEDIMIENTO)**

#### **3.5.1 ENSAYOS FÍSICOS**

##### **3.5.1.1 CONTENIDO DE HUMEDAD (N.T.P 339.127)**

###### **Objetivo:**

La humedad o contenido de agua de una muestra de suelo, es la relación del peso de agua contenida en la muestra, al peso de la muestra secada, expresada en porcentaje. se tomo como referencia la norma NTP 339.127.

###### **Procedimiento:**

1. Determinar el peso de contenedor.
2. Seleccionar muestra y registrar el peso de muestra + contenedor.
3. Colocar el contenedor en el horno para su secado a una temperatura de  $110 \pm 10$  °C durante 24 horas.
4. Sacar la muestra del horno y determinar el peso del contenedor + muestra.



Imágenes de los ensayos para la determinación del Contenido de Humedad a las muestras obtenidas en campo.

Foto N°5: Colocando muestras 04/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°6: Secado de muestras 04/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°7: Pesado de muestras 04/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°8: Muestras secas 06/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

### 3.5.1.2 LÍMITES DE CONSISTENCIA (N.T.P 339.129)

#### 3.5.1.2.1 LÍMITE LÍQUIDO

**Objetivo:**

Límite líquido de los suelos es la humedad correspondiente al límite al pasar del estado líquido al plástico de consistencia de un suelo. Es la humedad en la cual un surco separador de la pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo hasta una distancia de 13mm (1/2 pulgada) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1cm a razón de dos caídas por segundo.

Según Joseph E. Bowles (1981). Es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico. A este nivel de contenido de humedad el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento al de un fluido viscoso.

**Procedimiento:**

1. Mezclar la muestra seleccionada con aproximadamente entre 15 a 20 ml de agua destilada, adicionando poco a poco de 3 a 5 ml de agua destilada.
2. Colocar la muestra preparada en la copa de Casagrande teniendo cuidado de que no formen burbujas de aire, hacer una ranura en el centro de la copa usando el acanalador.

3. Girar la manivela de la copa de casa grande hasta obtener la unión de la muestra en una longitud de 13 mm.
4. Sacar la tajada de la muestra que se deslizó al realizar los golpes, colocar en un recipiente previamente tarado y poner al horno a una temperatura de  $110 \pm 05$  °C durante 24 horas.
5. Realizar el procedimiento anterior para los siguientes intervalos de golpes 25-35; 20-30; 15-25.

A continuación, se presentan las imágenes de los ensayos para la determinación del Límite Líquido a las muestras obtenidas en campo.

Foto N°9: Tamizado de muestra 06/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°10: Instrumentos y materiales 06/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°11: Ranuración de muestra 06/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°12: Selección de 06/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

### 3.5.1.2.2 LÍMITE PLÁSTICO

#### Objetivo:

Límite plástico es la humedad más baja con la que se pueden formar baritas de suelos de unos 3.2mm de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de nuestra mano y una superficie lisa, sin que las baritas se desmoronen.

Es decir, es el contenido de humedad por debajo del cual se puede considerar el suelo como material no plástico.

#### Procedimiento:

1. Se moldea muestra humedecida con agua destilada formando un elipsoide, sobre una superficie lisa.

2. Si, el cilindro antes de llegar a un diámetro de 3.2mm no se ha desmoronado se vuelve a hacer un elipsoide hasta que se desmorone al llegar a dicho diámetro.
3. La muestra obtenida de coloca el depósito tarado, hasta obtener un mínimo de 6gr de suelo.
4. Se determina la humedad de la muestra.

A continuación, se presentan las imágenes de los ensayos para la determinación del Límite Plástico a las muestras obtenidas en campo.

Foto N°13: Rodando muestra 06/03/2017.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°14: Medición de diámetro 06/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.



Foto N°15: Instrumentos y materiales  
06/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°16: Muestras Secas 06/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

### 3.5.1.3 LÍMITE DE CONTRACCIÓN (N.T.P. 339.140)

#### Objetivo:

Se supone normalmente que el término límite de contracción, expresado como un porcentaje del contenido de agua, representa la cantidad de agua necesaria para llenar los vacíos de un suelo cohesivo dado, cuando se halle en su relación de vacíos más baja, obtenido ese valor por secamiento (generalmente en el horno). Así, el concepto del límite de contracción puede emplearse para evaluar el potencial de contracción o sea la posibilidad de que se desarrollen grietas en obras que incluyen suelos cohesivos o ambos.

Los factores de contracción cubiertos en este ensayo pueden determinarse únicamente en suelos básicamente finos (cohesivos), los cuales exhiban una resistencia en seco cuando son secados en aire.

**Procedimiento:**

1. La muestra se colocará y mezclará completamente con agua destilada en la vasija de evaporación de 115 mm de diámetro (4 1/2"), en forma suficiente para llenar completamente los vacíos del suelo y para hacerla lo suficientemente pastosa, de manera que sea fácilmente trabajable en la cápsula, evitando la formación de burbujas de aire. Para suelos friables, la cantidad de agua requerida para llegar a la consistencia deseada es igual o ligeramente mayor que el límite líquido; y para suelos plásticos, la cantidad de agua puede exceder en un 10% el límite líquido.
2. El interior de la cápsula para contracción se revestirá con una capa delgada de vaselina, o cualquier grasa pesada, para evitar la adhesión del suelo al recipiente.
3. Una cantidad de suelo húmedo igual o cercano a la tercera parte del volumen del recipiente de contracción será colocado en el centro de éste y se forzará a que fluya hacia los bordes siendo golpeado suavemente sobre una superficie firme, acolchonada por varias hojas de papel secante o un material similar. Una cantidad de suelo aproximadamente igual a la primera porción, será agregada y el recipiente será golpeado hasta que el suelo esté completamente compactado y todo el aire incluido haya sido expulsado. Se agregará más suelo y se continuarán los golpes del recipiente hasta que éste se

llene completamente y rebose por los lados. El exceso de suelo se quitará con la regla metálica y el suelo adherido a la superficie externa del recipiente se limpiará.

4. Cuando se haya llenado el recipiente, se enrasa, se limpia y se pesa inmediatamente, se anota como peso del recipiente y del suelo húmedo (W1). Se dejará secar la masa de suelo en el aire, a temperatura ambiente, hasta que el color de la misma cambie de oscuro a claro. Luego ésta será secada en el horno a temperatura de  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$  °F), hasta alcanzar peso constante; se pesará anotándose como peso del recipiente y del suelo seco (W2).
5. La capacidad del recipiente de contracción, en  $\text{cm}^3$ , la cual es también el volumen de la masa de suelo húmedo, se determinará llenando el recipiente con mercurio hasta rebosar eliminando el exceso, haciendo presión con la placa de vidrio sobre la parte superior del recipiente o cápsula, y midiendo el volumen de mercurio retenido en este, con la probeta graduada. Se anotará como volumen de la masa de suelo húmedo (V).

#### **3.5.1.4 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (N.T.P 339.128)**

##### **Objetivo:**

Análisis granulométrico es la determinación de la gama de tamaños de partículas presentes en un suelo, expresados como un porcentaje del peso seco total (o masa), consiste principalmente en agitar una muestra de suelo a través de un conjunto de tamices que tienen aberturas cada vez más



pequeñas progresivamente. Este ensayo es usado para partículas mayores a 0.075mm de diámetro.

**Procedimiento:**

1. Se realiza un cuarteo de la muestra, luego se coloca en un recipiente previamente tarado y se toma nota del peso de la muestra + recipiente.
2. Se coloca durante 24 horas en el horno a temperatura de  $110 \pm 10$  °C, luego se registra el peso de la muestra seca.
3. Se coloca la muestra en un recipiente y se cubre con agua, se deja reposar hasta que los terrones se ablanden.
4. Se lava la muestra en el tamiz N°200 y se recoge en un recipiente.
5. Se coloca la muestra en el horno durante 24horas a temperatura de  $110 \pm 10$  °C y se pesa.
6. Se tamiza en seco colocando los tamices en el orden indicado en la N.T.P 339.128.

A continuación, se presentan las imágenes de los ensayos realizados en el Análisis Granulométrico por Tamizado a las muestras obtenidas en campo.

Foto N°17: Cuarteo de muestra 08/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°18: Secado de muestras 08/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°19: Tamices para zarandear 08/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°20: Tamizando muestra 08/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

### 3.5.1.5 ANÁLISIS POR SEDIMENTACIÓN

#### **Objetivo:**

El análisis de hidrómetro se basa en el principio de la sedimentación de los granos del suelo en agua.

Cuando una muestra de suelo se dispersa en agua, las partículas se depositan a diferentes velocidades en función de su forma, tamaño y peso.

Este ensayo es usado para partículas menores a 0.075mm de diámetro.

#### **Procedimiento:**

1. Tomar 50g de muestra secada al horno y pulverizada y mezclar con 125ml de solución de hexametáfosfato de sodio (40g/L), dejar reposar la muestra durante una noche.
2. A continuación, transferimos la muestra al vaso de la batidora y se licua durante 10 min. Aproximadamente.
3. Verter la muestra en el cilindro de sedimentación procurando no perder partículas de suelo.
4. Añadir agua al cilindro de sedimentación hasta obtener 1000 ml.
5. Poner el cilindro de sedimentación en baño para que la suspensión de suelo alcance la temperatura de baño.

6. Tapar el cilindro con la mano y agitar volteando repetidas veces durante 1 minuto.

7. Una vez agitado colocar en una mesa u poner el hidrómetro para comenzar a anotar lecturas del hidrómetro y temperatura.

A continuación, se presentan las imágenes de los ensayos realizados en el Análisis por Sedimentación a las muestras obtenidas en campo.

Foto N°21: Lavado de muestra 13/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°22: Secado de muestra 13/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°23: Licuado de muestra 13/03/2017.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°24: Muestra licuada 13/03/2017.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°25: Hidrómetro con agua destilada 13/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°26: Hidrómetro con muestra 13/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.



Foto N°27: Colocando muestra en la solución  
14/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°28: Toma de temperatura  
14/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

### 3.5.1.6 PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS (N.T.P. 339.131)

#### Objetivo:

Este método operativo es necesario para obtener el peso específico y relleno mineral por medio de un picnómetro. Los resultados de este ensayo son utilizados para encontrar la relación de vacíos de un suelo.

#### Procedimiento:

1. Pesar 120g de muestra seleccionada.

2. Colocar la muestra en el picnómetro con agua destilada.
3. Poner el picnómetro en una trípode y elevar su temperatura con un mechero hasta llegar a la ebullición del agua.
4. Pesar la muestra.

A continuación, se presentan las imágenes de los ensayos realizados de Peso Específico Relativo de Sólidos a las muestras obtenidas en campo.

Foto N°29: Instrumentos y materiales  
27/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°30: Vaciando muestra en pipeta  
27/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°31: Hirviendo muestra 27/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°32: Toma de temperatura del agua 27/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

### **3.5.1.7 PESO VOLUMÉTRICO DE SUELO COHESIVO (N.T.P. 339.139)**

#### **Objetivo:**

El objetivo principal de este ensayo es determinar el peso volumétrico del suelo cohesivo de muestras inalteradas.

Es decir, el peso de un agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen unitario específico.

#### **Procedimiento:**

1. Tallar muestra de suelo y determinar su peso.



2. Cubrir la muestra con parafina y pesar.
3. Llenar una probeta con 300 ml de agua destilada.
4. Colocar la muestra dentro de la probeta y anotar el volumen final del agua y la muestra cubierta de parafina.
5. Tomar lectura de la temperatura de agua.

A continuación, se presentan las imágenes de los ensayos realizados de Peso Volumétrico de las muestras obtenidas en campo.

Foto N°33: Instrumentos y materiales  
30/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°34: Tallado de muestra 30/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°35: Muestras impermeabilizadas  
30/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°36: Toma de temperatura  
30/03/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

### 3.5.2 ENSAYO DE CONTROL

#### 3.5.2.1 CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL (N.T.P. 339.154)

##### **Objetivo:**

La consolidación unidimensional es la deformación plástica o una relación de vacíos del suelo lo cual dependiente de un factor como la presión de poros, la permeabilidad del suelo en un determinado tiempo.

El proceso de consolidación es un proceso de disminución de volumen, que tiene un lapso provocado por un aumento de cargas sobre el suelo.

El objetivo de la prueba de consolidación unidimensional es determinar el decremento de volumen y la velocidad con que este decremento se produce, en un espécimen de suelo, confinado lateralmente y sujeto a una carga axial. Durante la prueba se aplica una serie de incrementos crecientes de carga axial, y por efecto de estos, el agua tiende a salir del espécimen a través de piedras colocadas en sus caras.

Una prueba de consolidación unidimensional estándar se realiza sobre una muestra labrada en forma de cilindro aplastado, es decir; como pequeña altura en comparación al diámetro de la sección recta.

La muestra se coloca en el interior de un anillo, generalmente de bronce, que la proporciona un completo confinamiento lateral. El anillo se coloca entre dos piedras porosas, una en cada cara de la muestra las piedras son de sección circular y de diámetro ligeramente menor que el diámetro interior del anillo.

Por medio del marco de carga se aplican cargas a la muestra repartiéndolas uniformemente en toda su área con el dispositivo formado por la esfera metálica y la placa colocada sobre la piedra porosa superior.

Un micrómetro apoyado en el marco de la carga móvil y ligada a la cazuela fija permite llevar un registro de las deformaciones en el suelo. Las cargas se aplican en incrementos permitiendo que cada incremento obre por un periodo de tiempo suficiente para que la velocidad o deformación se reduzca prácticamente a cero.

En cada incremento de carga se hacen lecturas en el micrómetro para conocer la deformación correspondiente a diferentes tiempos.

Los datos de esas lecturas descritas en el párrafo anterior, se dibujan en una gráfica que tenga por abscisas los valores de los tiempos transcurridos, en escala logarítmica como ordenada las correspondientes lecturas del micrómetro en escala natural. Estas curvas se llaman de consolidación y se obtiene una para cada incremento de carga aplicado.

La prueba se debe a su facilidad, respecto a una ideal en que solo hubiera cambio de volumen entre la compresibilidad volumétrica del suelo en el consolido metro es similar a la que se manifiesta en condiciones de aplicación de la misma presión por igual en todas direcciones.

Una vez que se alcanza su máxima deformación bajo un incremento de carga aplicado su relación de vacío llega a un valor menor que el iniciado y que puede determinarse a partir de los datos iniciales de la muestra y de los datos del deformímetro; así como para cada incremento de carga aplicado se tiene un valor de la relación de vacío y otro para la presión correspondiente.

Una vez aplicado todos los incrementos de carga tienen valores para construir una gráfica de presión y de vacío a esta curva se le llama de compresibilidad.

### **Procedimiento:**

1. Tallar la muestra con la ayuda del anillo de consolidación, de la muestra tallada extraer una parte para realizar la determinación de contenido de humedad.
2. Colocar la muestra en el aparato de consolidación, teniendo en cuenta que debe tener las piedras porosas y el papel filtro en ambas caras.
3. Poner 5kg de presión de asiento y colocar el deformímetro en cero.
4. Colocar el primer aumento de carga y comenzar la toma de datos para los tiempos de: 0,1 min; 0,25 min.; 0,5 min; 1min; 2min; 4 min; 8 min; 15min, 30min, 1h; 2h; 4h; 8h y 24h.
5. Después de transcurrido el tiempo colocar la segunda carga y nuevamente iniciar con la toma de datos.
6. Luego de finalizada la etapa de carga y descarga colocar la muestra en el horno para encontrar el peso de los sólidos y el cálculo de volumen de agua final.

A continuación, se presentan las imágenes de los ensayos de Consolidación Unidimensional realizados a las muestras obtenidas en campo.

Foto N°37: Tallado de muestra 05/04/2017.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°38: Medición de espesor 05/04/2017.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°39: Instrumentos y materiales 05/04/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°40: Colocando filtro sobre piedra porosa 05/04/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.



Foto N°41: Colocando papel filtro sobre la muestra 05/04/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°42: Colocando piedra porosa superior 05/04/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°43: Calibración del equipo de Consolidación 05/04/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

Foto N°44: Inicio de la etapa de carga 05/04/17.



Fuente: Propia – Tomada en laboratorio.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

#### **4.1 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

En el presente capítulo se describe y se muestran los resultados del presente proyecto, los ensayos fueron realizados en su totalidad en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Privada Antenor Orrego.

- Se hizo el reconocimiento de los 2,917.01 ml. de terreno en estudio y verificando la topografía existente in situ, en compañía de un representante de la Municipalidad Provincial de Chachapoyas.
  
- Se realizó la excavación de 10 calicatas de la zona en estudio y se procedió a la extracción de muestras para realizar los ensayos de laboratorio pertinentes.

La ubicación de las calicatas realizadas en el presente proyecto se puede apreciar en el Anexo N°02.

Las excavaciones de calicatas del presente proyecto se ubicaron en el Asentamiento Humano Señor de los Milagros de la ciudad de Chachapoyas – Amazonas, en la Tabla N° 06 se muestran las coordenadas UTM tomadas en campo de cada calicata a excavar.



<b>CALICATA</b>	<b>COORDENADAS UTM</b>
C1	182042E 9311399N
C2	182135E 9311417N
C3	182131E 9311528N
C4	182048E 9311522N
C5	182049E 9311630N
C6	181999E 9311712N
C7	181935E 9311797N
C8	181928E 9311962N
C9	181947E 9311578N
C10	181989E 9311487N

**Tabla N°06: Coordenadas UTM de cada calicata excavada en campo.**

- Se realizó un Perfil Estratigráfico por cada Calicata, mostrando la información del subsuelo de la zona en estudio.

-

A continuación, se muestra los 10 Perfiles Estratigráficos realizados.

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos de la UPAO

**PROYECTO: “ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS – AMAZONAS”**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C – 1

**ASESOR:**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF:** 1.85 m.


**BACHILLERES RESPONSABLES:**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

**FECHA:** Abr – 17

BACH. ZAVALETA DETQUIZÁN JAVIER

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO**

ESTRATO	PROFUNDIDAD	MUESTRA N° 01	SÍMBOLO	
1	-0.30 m	Material de relleno con presencia de pequeños residuos sólidos y de vegetales.		E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o
2	-1.55 m	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	CL	
		<b>DESCRIPCIÓN:</b> Calicata excavada entre la Av. Aeropuerto y el Psj. Matiaza Rimachi del Asentamiento Humano Señor de los Milagros - Chachapoyas - Amazonas		
NAF: NO SE ENCONTRÓ NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS A LA PROFUNDIDAD EXPLORADA.				

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos de la UPAO

**PROYECTO: “ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS – AMAZONAS”**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C – 2

**ASESOR:**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF:** 2.00 m.


**BACHILLERES RESPONSABLES:**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

**FECHA:** Abr – 17

BACH. ZAVALETA DETQUIZÁN JAVIER

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO**

ESTRATO	PROFUNDIDAD	MUESTRAN° 01	SÍMBOLO	
1	-0.35 m	Material de relleno con presencia de material orgánico.		E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o
2	-1.65 m	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.		
		<b>DESCRIPCIÓN:</b> Calicata excavada entre el Psj. Matiaza Rimachi y el Psj. Teniente Nicolás Arriola del Asentamiento Humano Señor de los Milagros - Chachapoyas - Amazonas		
NAF: NO SE ENCONTRÓ NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS A LA PROFUNDIDAD EXPLORADA.				

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos de la UPAO

**PROYECTO: “ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS – AMAZONAS”**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C – 3

**ASESOR:**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF:** 1.95 m.


**BACHILLERES RESPONSABLES:**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

**FECHA:** Abr – 17

BACH. ZAVALETA DETQUIZÁN JAVIER

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO**

ESTRATO	PROFUNDIDAD	MUESTRA N° 01	SÍMBOLO	
1	-0.30 m	Material de relleno con presencia de pequeños residuos sólidos y de vegetales.		E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o
2	-1.65 m	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	CL	
		<p><b>DESCRIPCIÓN:</b> Calicata excavada entre el Psj. Pedro Romero y el Psj. Teniente Nicolás Arriola del Asentamiento Humano Señor de los Milagros - Chachapoyas - Amazonas</p>		
NAF: NO SE ENCONTRÓ NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS A LA PROFUNDIDAD EXPLORADA.				

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos de la UPAO

**PROYECTO: “ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS – AMAZONAS”**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C – 4

**ASESOR:**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF:** 1.75 m.


**BACHILLERES RESPONSABLES:**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

**FECHA:** Abr – 17

BACH. ZAVALETA DETQUIZÁN JAVIER

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO**

ESTRATO	PROFUNDIDAD	MUESTRA N° 01	SÍMBOLO	
1	-0.30 m	Material de relleno con presencia de pequeños residuos sólidos y de vegetales.		E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o
2	-1.45 m	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	CL	
		<b>DESCRIPCIÓN:</b> Calicata excavada entre el Jr. Manuel Mollinedo y el Psj. Pedro Romero del Asentamiento Humano Señor de los Milagros - Chachapoyas - Amazonas		
NAF: NO SE ENCONTRÓ NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS A LA PROFUNDIDAD EXPLORADA.				

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos de la UPAO

**PROYECTO: “ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS – AMAZONAS”**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C – 5

**ASESOR:**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF:** 1.90 m.


**BACHILLERES RESPONSABLES:**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

**FECHA:** Abr – 17

BACH. ZVALETA DETQUIZÁN JAVIER

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO**

ESTRATO	PROFUNDIDAD	MUESTRA N° 01	SÍMBOLO	
1	-0.30 m	Material de relleno con presencia de material orgánico.		E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o
2	-1.60 m	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	CL	
		<b>DESCRIPCIÓN:</b> Calicata excavada entre el Jr. Manuel Mollinedo y el Psj. Juan Valdivieso del Asentamiento Humano Señor de los Milagros - Chachapoyas - Amazonas		
NAF: NO SE ENCONTRÓ NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS A LA PROFUNDIDAD EXPLORADA.				

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos de la UPAO

**PROYECTO: “ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS – AMAZONAS”**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C – 6

**ASESOR:**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF:** 2.00 m.


**BACHILLERES RESPONSABLES:**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

**FECHA:** Abr – 17

BACH. ZAVALETA DETQUIZÁN JAVIER

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO**

ESTRATO	PROFUNDIDAD	MUESTRA N° 01	SÍMBOLO	
1	-0.35 m	Material de relleno con presencia de pequeños residuos sólidos y de vegetales.		E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o
2	-1.65 m	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	CL	
		<b>DESCRIPCIÓN:</b> Calicata excavada entre el Psj. Toribio Rodriguez de Mendoza y el Psj. Bernardo Anaya del Asentamiento Humano Señor de los Milagros - Chachapoyas - Amazonas		
NAF: NO SE ENCONTRÓ NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS A LA PROFUNDIDAD EXPLORADA.				



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos de la UPAO

**PROYECTO: “ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS – AMAZONAS”**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C – 7

**ASESOR:**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF:** 1.70 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES:**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

**FECHA:** Abr – 17

BACH. ZAVALETA DETQUIZÁN JAVIER

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO**

ESTRATO	PROFUNDIDAD	MUESTRA N° 01	SÍMBOLO	
1	-0.25 m	Material de relleno con presencia de material orgánico.		E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o
2	-1.45 m	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	CL	
		<b>DESCRIPCIÓN:</b> Calicata excavada en la Av. Aeropuerto del Asentamiento Humano Señor de los Milagros - Chachapoyas - Amazonas		
NAF: NO SE ENCONTRÓ NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS A LA PROFUNDIDAD EXPLORADA.				



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos de la UPAO

**PROYECTO: “ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS – AMAZONAS”**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C – 8

**ASESOR:**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF:** 2.00 m.


**BACHILLERES RESPONSABLES:**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

**FECHA:** Abr – 17

BACH. ZAVALETA DETQUIZÁN JAVIER

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO**

ESTRATO	PROFUNDIDAD	MUESTRA N° 01	SÍMBOLO	
1	-0.30 m	Material de relleno con presencia de pequeños residuos sólidos y de vegetales.		E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o
2	-1.70 m	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	CL	
		<b>DESCRIPCIÓN:</b> Calicata excavada en la Av. Aeropuerto del Asentamiento Humano Señor de los Milagros - Chachapoyas - Amazonas		
NAF: NO SE ENCONTRÓ NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS A LA PROFUNDIDAD EXPLORADA.				

# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Laboratorio de Mecánica de Suelos de la UPAO

**PROYECTO: “ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS – AMAZONAS”**

## I.- DATOS GENERALES

**CALICATA:** C – 9

**ASESOR:**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF:** 1.60 m.


**BACHILLERES RESPONSABLES:**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

**FECHA:** Abr – 17

BACH. ZAVALETA DETQUIZÁN JAVIER

## PERFIL ESTRATIGRÁFICO

ESTRATO	PROFUNDIDAD	MUESTRAN° 01	SÍMBOLO	
1	-0.25 m	Material de relleno con presencia de pequeños residuos sólidos y de vegetales.		E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o
2	-1.35 m	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	CL	
		<b>DESCRIPCIÓN:</b> Calicata excavada entre el Psj. Pedro Romero y el Psj. Teniente Nicolás Arriola del Asentamiento Humano Señor de los Milagros - Chachapoyas - Amazonas		
NAF: NO SE ENCONTRÓ NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS A LA PROFUNDIDAD EXPLORADA.				

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos de la UPAO

**PROYECTO: “ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS – AMAZONAS”**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C – 10

**ASESOR:**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF:** 1.60 m.


**BACHILLERES RESPONSABLES:**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

**FECHA:** Abr – 17

BACH. ZAVALA DETQUIZÁN JAVIER

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO**

ESTRATO	PROFUNDIDAD	MUESTRA N° 01	SÍMBOLO	
1	-0.25 m	Material de relleno con presencia de material orgánico.		E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o
2	-1.35 m	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	CL	
		<b>DESCRIPCIÓN:</b> Calicata excavada entre el Psj. Pedro Romero y el Psj. Teniente Nicolás Arriola del Asentamiento Humano Señor de los Milagros - Chachapoyas - Amazonas		
NAF: NO SE ENCONTRÓ NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS A LA PROFUNDIDAD EXPLORADA.				

- Los ensayos físicos y de control se describen a continuación:

#### 4.1.1 CONTENIDO DE HUMEDAD N.T.P. 339.127

Una vez realizada la excavación de la calicata, a cielo abierto, se extrajo las muestras, inmediatamente se transportaron las muestras inalteradas para que no pierda humedad.

En el laboratorio se realizaron dos ensayos por calicata, obteniendo un contenido de humedad 25.01%, siendo este el más elevado de todos los ensayos realizados, en la Tabla N° 07 se puede observar el resumen de resultados por ensayo.

En el Anexo N°03 – ENSAYO 01 - CONTENIDO DE HUMEDAD se muestra los ensayos completos.

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
<b>CALICATA</b>	<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>CONT. HUMEDAD (%) - MUESTRA</b>		<b>CONT. HUMEDAD (%)</b>
		<b>M - 1</b>	<b>M - 2</b>	
C - 1	1.85	19.13	18.05	18.59
C - 2	2.00	23.54	20.43	21.99
C - 3	1.95	25.58	22.79	24.19
C - 4	1.75	22.53	24.99	23.76
C - 5	1.90	26.25	22.24	24.24
C - 6	2.00	15.32	15.79	15.56
C - 7	1.70	16.44	18.35	17.40
C - 8	2.00	21.86	20.81	21.33
C - 9	1.60	24.49	25.53	25.01
C - 10	1.60	23.90	24.40	24.15

**Tabla N°07: Resultados Contenido de Humedad.**

#### 4.1.2 LÍMITES DE CONSISTENCIA N.T.P. 339.129

Los resultados de los Límites de Consistencia nos muestran la plasticidad de un suelo fino, donde se indican los diferentes contenidos de humedad, por lo cual la consistencia cambia de un estado a otro.

En la Tabla N°08 se puede observar el resumen de resultados por ensayo.

En el Anexo N°03 – ENSAYO 02 - LÍMITES DE CONSISTENCIA se muestra los ensayos completos.

<b>LÍMITES DE CONSISTENCIA</b>					
<b>CALICATA</b>	<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>LL (%)</b>	<b>LP (%)</b>	<b>IP (%)</b>
C - 1	1.85	M - 1	35.34	18.51	16.83
C - 2	2.00	M - 1	37.90	17.90	20.00
C - 3	1.95	M - 1	43.07	24.43	18.64
C - 4	1.75	M - 1	38.94	19.00	19.94
C - 5	1.90	M - 1	42.62	22.82	19.80
C - 6	2.00	M - 1	34.96	15.22	19.74
C - 7	1.70	M - 1	30.58	12.91	17.67
C - 8	2.00	M - 1	35.98	16.47	19.51
C - 9	1.60	M - 1	36.42	16.82	19.60
C - 10	1.60	M - 1	34.70	17.64	17.06

**Tabla N°08: Resultados de Límites de Consistencia.**

#### 4.1.3 PESO VOLUMÉTRICO N.T.P. 339.139

Se realizó una muestra por cada calicata para determinar el peso volumétrico del suelo suelto, este incluye el volumen de las partículas individuales y el volumen de vacíos entre partículas.

El máximo peso volumétrico obtenido fue de 2.10 g/cm<sup>3</sup>. En la Tabla N°09 se puede observar el resumen de resultados por ensayo.

En el Anexo N°03 – ENSAYO 03 - PESO VOLUMÉTRICO se muestra los ensayos completos.

<b>PESO VOLUMÉTRICO</b>				
<b>CALICATA</b>	<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>UND</b>	<b>PESO VOLUMÉTRICO DE MASA</b>
C - 1	1.85	M-1	g/cm <sup>3</sup>	1.91
C - 2	2.00	M-1	g/cm <sup>3</sup>	2.02
C - 3	1.95	M-1	g/cm <sup>3</sup>	1.94
C - 4	1.75	M-1	g/cm <sup>3</sup>	1.93
C - 5	1.90	M-1	g/cm <sup>3</sup>	1.99
C - 6	2.00	M-1	g/cm <sup>3</sup>	1.99
C - 7	1.70	M-1	g/cm <sup>3</sup>	1.83
C - 8	2.00	M-1	g/cm <sup>3</sup>	2.10
C - 9	1.60	M-1	g/cm <sup>3</sup>	1.99
C - 10	1.60	M-1	g/cm <sup>3</sup>	2.09

**Tabla N°09: Resultados de Peso Volumétrico.**

#### 4.1.4 PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS N.T.P. 339.131

Para la determinación del Peso Específico Relativo de Sólidos se utilizó el método del Picnómetro, la capacidad del Picnómetro que se utilizó fue de 500 cm<sup>3</sup>, con las partículas que pasaron el tamiz N°10, siendo este la condición necesaria para utilizar este método.

Se determinó también la Gravedad Específica para el suelo en estudio, dando como resultado 2.79 g/cm<sup>3</sup> como valor máximo de los ensayos realizados.

En la Tabla N°10 se puede observar el resumen de resultados por ensayo, estos resultados son utilizados para determinar la relación de vacíos de los suelos y en algunas ecuaciones de relación de agua, sólidos y aire de un suelo.

La Gravedad Específica también nos sirvió de uso para el ensayo de Sedimentación.

En el Anexo N°03 – ENSAYO 04 - PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS se muestra los ensayos completos.

<b>PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS</b>					
<b>CALICATA</b>	<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>UND</b>	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>
C - 1	1.85	M-1	g/cm <sup>3</sup>	2.68	2.70
C - 2	2.00	M-1	g/cm <sup>3</sup>	2.70	2.71
C - 3	1.95	M-1	g/cm <sup>3</sup>	2.70	2.71
C - 4	1.75	M-1	g/cm <sup>3</sup>	2.70	2.74
C - 5	1.90	M-1	g/cm <sup>3</sup>	2.77	2.78
C - 6	2.00	M-1	g/cm <sup>3</sup>	2.72	2.73
C - 7	1.70	M-1	g/cm <sup>3</sup>	2.71	2.72
C - 8	2.00	M-1	g/cm <sup>3</sup>	2.78	2.79
C - 9	1.60	M-1	g/cm <sup>3</sup>	2.73	2.74
C - 10	1.60	M-1	g/cm <sup>3</sup>	2.77	2.78

**Tabla N°10: Resultados de Peso Específico Relativo de Sólidos.**

#### 4.1.5 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO N.T.P. 339.128

Este ensayo nos sirvió para determinar el tipo de suelo con el que se va a trabajar, las cuales pasan por un conjunto de tamices de diferentes tamaños de aberturas, optando por realizar el ensayo de clasificación por lavado de la malla N°200.

Al realizar la prueba se obtuvo un suelo fino ya que pasó más del 50.00% del material por la malla N°200, en la Tabla N°11 se pueden apreciar todos los resultados de cada ensayo.

En el Anexo N°03 – ENSAYO 05 - ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO se muestra los ensayos completos.

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>			
<b>CALICATA</b>	<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>% QUE PASA TAMIZ N°200</b>
C - 1	1.85	M -1	53.89
C - 2	2.00	M -1	53.13
C - 3	1.95	M -1	60.66
C - 4	1.75	M -1	54.95
C - 5	1.90	M -1	57.90
C - 6	2.00	M -1	52.40
C - 7	1.70	M -1	60.83
C - 8	2.00	M -1	60.62
C - 9	1.60	M -1	51.15
C - 10	1.60	M -1	54.40

**Tabla N°11: Resultados de Análisis Granulométrico.**

#### 4.1.6 CLASIFICACIÓN SUCS N.T.P 339.134

Debido a que en su totalidad de las muestras de suelo pasaron más del 50% de la malla N°200, se determinó el tipo de suelo, siendo este una arcilla inorgánica de baja a media plasticidad, arcillas con grava,



arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras (CL), siendo impermeable en estado compactado, teniendo una regular resistencia al corte en estado compacto, con una buena a regular facilidad de tratamiento en obra.

En la Tabla N°12 se pueden apreciar todos los resultados de cada ensayo.

En el Anexo N°03 – ENSAYO 06 - CLASIFICACIÓN SUCS se muestra los ensayos completos.

<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>				
<b>CALICATA</b>	<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>% QUE PASA TAMIZ N°200</b>	<b>TIPO DE SUELO</b>
C - 1	1.85	M-1	53.89	CL
C - 2	2.00	M-1	53.13	CL
C - 3	1.95	M-1	60.66	CL
C - 4	1.75	M-1	54.95	CL
C - 5	1.90	M-1	57.90	CL
C - 6	2.00	M-1	52.40	CL
C - 7	1.70	M-1	60.83	CL
C - 8	2.00	M-1	60.62	CL
C - 9	1.60	M-1	51.15	CL
C - 10	1.60	M-1	54.40	CL

**Tabla N°12: Resultados de Clasificación SUCS.**

#### **4.1.7 CLASIFICACIÓN AASHTO**

Se determinó un suelo fino de material Limo – Arcilloso, se clasificó el tipo de Grupo A-6 y Grupo A-7.

El Grupo A-6 pertenece a las arcillas plásticas, mientras que el Grupo A-7 son elásticos y sus límites líquidos son elevados.

En la Tabla N°13 se pueden apreciar todos los resultados de cada ensayo.

En el Anexo N°03 – ENSAYO 07 - CLASIFICACIÓN AASHTO se muestra los ensayos completos.

<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>				
<b>CALICATA</b>	<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>% QUE PASA TAMIZ N°200</b>	<b>CLASIFICACIÓN DEL SUELO</b>
C - 1	1.85	M-1	53.89	A - 6
C - 2	2.00	M-1	53.13	A - 6
C - 3	1.95	M-1	60.66	A - 7
C - 4	1.75	M-1	54.95	A - 6
C - 5	1.90	M-1	57.90	A - 7
C - 6	2.00	M-1	52.40	A - 6
C - 7	1.70	M-1	60.83	A - 6
C - 8	2.00	M-1	60.62	A - 6
C - 9	1.60	M-1	51.15	A - 6
C - 10	1.60	M-1	54.40	A - 6

**Tabla N°13: Resultados de Clasificación AASHTO.**

#### **4.1.8 ANÁLISIS POR SEDIMENTACIÓN**

Los porcentajes obtenidos de los suelos arcillosos son altos, puesto que existe partículas más finas que la malla N°200, de la cual se obtuvo un porcentaje menor a 0.002mm. correspondiente a un 24.34%.

En la Tabla N°14 se pueden apreciar todos los resultados de cada ensayo.

En el Anexo N°03 – ENSAYO 08 - ANÁLISIS POR SEDIMENTACIÓN se muestra los ensayos completos.

También se puede determinar la actividad de la arcilla como se muestra en la TABLA N°15, y en la Tabla N°16 se puede ver los resultados de la Actividad de una Arcilla.

<b>ANÁLISIS POR SEDIMENTACIÓN</b>				
<b>CALICATA</b>	<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>DIÁMETRO (mm)</b>	<b>% QUE PASA</b>
C - 1	1.85	M-1	0.00119	40.84
C - 2	2.00	M-1	0.00122	30.19
C - 3	1.95	M-1	0.00118	38.50
C - 4	1.75	M-1	0.00123	24.34
C - 5	1.90	M-1	0.00120	24.94
C - 6	2.00	M-1	0.00118	38.28
C - 7	1.70	M-1	0.00118	39.98
C - 8	2.00	M-1	0.00116	36.20
C - 9	1.60	M-1	0.00117	37.75
C - 10	1.60	M-1	0.00119	34.04

**Tabla N°14: Resultados de Análisis por Sedimentación.**

El cálculo de la actividad de una arcilla resulta de la división entre el Índice de Plasticidad y el porcentaje en peso de las partículas más finas que 0.002.

<b>TIPO DE ARCILLA</b>	<b>A</b>	<b>MINERAL PREDOMINANTE</b>
<b>Baja</b>	<b><math>A \leq 1</math></b>	<b>Caolinita</b>
<b>Mediana</b>	<b><math>1 &lt; A \leq 4</math></b>	<b>Illita</b>
<b>Alta</b>	<b><math>A &gt; 4</math></b>	<b>Montmorillonita</b>

**Tabla N°15: Actividad de Suelos Arcillosos – Skempton (1953).**

Siendo en su mayoría el mineral predominante la Caolinita, ya que la Actividad de la Arcilla es menor a 1, teniendo como referencia a lo propuesto por el investigador Skempton (1953).

<b>ACTIVIDAD DE UNA ARCILLA</b>					
<b>CALICATA</b>	<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>IP (%)</b>	<b>% PARTÍCULAS &gt; 0.002</b>	<b>ACTIVIDAD DE LA ARCILLA</b>
C - 1	1.85	M-1	16.83	40.84	0.41
C - 2	2.00	M-1	20.00	30.19	0.66
C - 3	1.95	M-1	18.64	38.50	0.48
C - 4	1.75	M-1	19.94	24.34	0.82
C - 5	1.90	M-1	19.80	24.94	0.79
C - 6	2.00	M-1	19.74	38.28	0.52
C - 7	1.70	M-1	17.67	39.98	0.44
C - 8	2.00	M-1	19.51	36.20	0.54
C - 9	1.60	M-1	19.60	37.75	0.52
C - 10	1.60	M-1	17.06	34.04	0.50

**Tabla N°16: Resultados de la Actividad de una Arcilla.**

#### **4.1.9 CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL N.T.P. 339.154**

La consolidación de un suelo se efectúa con la reducción de volumen de los suelos finos cohesivos (arcillas y limos plásticos), provocado por la presión de cargas sobre su masa, ocurriendo generalmente en un tiempo extenso.

En el presente ensayo se determinó parámetros principales en la consolidación como es el Índice de Compresión, Índice de Sobre Consolidación y el Índice de Consolidación.

En la Tabla N°17 se pueden apreciar todos los resultados de cada ensayo de Consolidación Unidimensional.

En el Anexo N°03 – ENSAYO 09 - CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL se muestra los ensayos completos.

CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL								
CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	ÍNDICE DE COMPRESIÓN (C <sub>c</sub> )		ÍNDICE DE SOBRE CONSOLIDACIÓN (OCR) (Kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA APLICADA (Kg/cm <sup>2</sup> )		
			FÓRMULA EMPÍRICA (Kg/cm <sup>2</sup> )	GRÁFICA (Kg/cm <sup>2</sup> )		2.00	4.00	8.00
						COEFICIENTE DE CONSOLIDACIÓN (C <sub>v</sub> ) (cm <sup>2</sup> /min)		
C - 1	1.85	M-1	0.23	0.40	1.23	0.565	0.433	0.398
C - 2	2.00	M-1	0.25	0.30	1.05	0.406	0.291	0.223
C - 3	1.95	M-1	0.30	0.33	1.11	0.230	0.274	0.275
C - 4	1.75	M-1	0.26	0.36	1.18	0.212	0.272	0.255

**Tabla N°17: Resultados de Consolidación Unidimensional.**

El Índice de Compresión se calculó de forma empírica y de forma gráfica, estos resultados nos indican la característica de suelo en relación al esfuerzo y deformación.

El Índice de Sobre Consolidación (OCR) se determinó mediante la división de la Presión de Preconsolidación y la Presión Vertical Efectiva, si el resultado de esta división habría sido igual a 1 (uno), el suelo estudiado sería un Suelo Normlamente, pero como el OCR es mayor a 1 (uno) el suelo estudiado es Sobre Consolidado.

El cálculo del Coeficiente de Consolidación (C<sub>v</sub>) en el presente proyecto es utilizado para especificar la velocidad en el que el suelo saturado (en este caso la muestra) entra en la etapa de consolidación o compactación al aumento de presión, para la determinación del Coeficiente de Consolidación se tomaron las cargas máximas aplicadas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, obteniendo para una carga de 2kg/cm<sup>2</sup> un Coeficiente de Consolidación de 0.565cm<sup>2</sup>/min, en una carga de 4kg/cm<sup>2</sup> un Coeficiente de Consolidación de 0.433cm<sup>2</sup>/min y para la carga aplicada de 8kg/cm<sup>2</sup> un Coeficiente de Consolidación de 0.3984kg/cm<sup>2</sup>. El Método utilizado para determinar en (C<sub>v</sub>) es el de Taylor.

#### 4.1.10 GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE UN SUELO ARCILLOSO

La determinación del grado de expansibilidad ha sido obtenida de los diferentes ensayos realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Privada Antenor Orrego.

Una de las formas que se determinó el Grado de Expansibilidad fue la que propusieron Seed, Woodward y Lundgren que se muestra en la **Tabla N°01**, de acuerdo al Índice de Plasticidad se llegó a una relación entre medio y alto Potencial Expansivo, se detalla en la Tabla N°18 el Grado de Expansibilidad por calicata.

<b>GRADO DE EXPANSIBILIDAD</b>				
<b>CALICATA</b>	<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>ÍNDICE PLÁSTICO (%)</b>	<b>GRADO DE POTENCIAL EXPANSIVO</b>
C - 1	1.85	M -1	16.83	Medio
C - 2	2.00	M -1	20.00	Alto
C - 3	1.95	M -1	18.64	Medio
C - 4	1.75	M -1	19.94	Medio
C - 5	1.90	M -1	19.80	Medio
C - 6	2.00	M -1	19.74	Medio
C - 7	1.70	M -1	17.67	Medio
C - 8	2.00	M -1	19.51	Medio
C - 9	1.60	M -1	19.60	Medio
C - 10	1.60	M -1	17.06	Medio

**Tabla N°18: Resultados del Grado de Expansibilidad según Seed, Woodward y Lundgren.**

Otra de las formas aplicadas al presente proyecto para determinar el Grado de Expansibilidad se muestran en la **Tabla N°04**, donde se determinó mediante los ensayos de Mecánica de Suelos ya mencionados, que el Grado de Expansibilidad Potencial de la Arcilla es Baja, el método que se utilizó para determinar la expansibilidad es indirecto.

<b>GRADO DE EXPANSIBILIDAD</b>						
<b>CALICATA</b>	<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>	<b>ÍNDICE PLÁSTICO (%)</b>	<b>EXPANSIÓN POTENCIAL (%)</b>	<b>CLASIFICACIÓN DE LA EXPANSIÓN POTENCIAL</b>
C - 1	1.85	M-1	35.34	16.83	0.49	Baja
C - 2	2.00	M-1	37.90	20.00	0.49	Baja
C - 3	1.95	M-1	43.07	18.64	0.37	Baja
C - 4	1.75	M-1	38.94	19.94	0.56	Baja

**Tabla N°19: Resultados del Grado de Expansibilidad Método Indirecto.**

## **4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente proyecto se puede decir que la influencia que ejerce la presencia de arcillas expansivas en un lugar que se va a construir algún tipo de infraestructura depende del tiempo, esfuerzo y la deformación o asentamiento que es provocado por este; con el pasar del tiempo ocurre un nuevo cambio en su humedad, donde depende de varios factores uno de ellos son naturales como: el tipo de terreno, las condiciones topográficas e hidrogeológicas y por último el clima, otro factor es la actividad del hombre que está relacionado con aspectos urbanísticos, procesos constructivos, material orgánico (vegetación) y otros, teniendo en cuenta que la presencia del agua es determinante para los suelos expansivos. Estos factores son de suma importancia al momento que se va a ejecutar un proyecto.

El cambio de volumen obtenido en los ensayos de consolidación tal es el caso de contracción y expansión puede producir patologías tales como:

- Agrietamientos en muros.
- Inestabilidad de taludes.
- Roturas de tubería enterradas en obras de saneamiento.

- Asentamientos en estructuras, así como agrietamientos y rotura de estos.
- Inestabilidad de terraplenes.

El resumen de los ensayos físicos del presente proyecto se presenta en el ANEXO N°04 – RESUMEN DE ENSAYOS FÍSICOS DE LABORATORIO.

### **4.3 PLAN DE MITIGACIÓN**

Para poder contrarrestar los suelos expansivos, se debe construir por debajo de la capa activa del suelo expansivo mejorando el terreno en donde se cimentará cualquier tipo de infraestructura, se debe realizar la cimentación con losas armadas, sustituyendo el terreno con material granular.

Además, se puede estabilizar el suelo expansivo con cal o cemento, previo estudio de los comportamientos que puedan ejercer estos en el tipo de arcilla expansiva y el mineral predominante.

Para la estabilización de taludes se realiza una inclinación muy leve para tener un mejor control del terreno, dependiendo directamente de la topografía y el clima en donde se realice esta práctica, también se puede estabilizar con mantos de rocas, gaviones y geo celdas.



## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES**

De acuerdo a la investigación expuesta en la presente tesis nos permite obtener las siguientes conclusiones:

1. Los estudios realizados en las calles del Asentamiento Humano Señor de los Milagros en el distrito de Chachapoyas – Amazonas, tienen un gran margen de arcillas expansivas, siendo un gran peligro para las estructuras que se cimenten en los suelos expansivos.
2. El clima del área en estudio presenta variaciones de periodos de lluvias importantes que con periodos secos produce la expansibilidad del suelo.
3. El hinchamiento de las arcillas expansivas ocurre principalmente por el cambio de contenido de humedad, por lo cual, se tiene que eludir dicho resultado.
4. Darle mucha importancia al efecto del hinchamiento y asentamiento, y como se comportan éstos con respecto al tiempo.
5. Los ensayos realizados con el Equipo de Consolidación se realizaron en estado saturado, debido a que en estas condiciones existen asentamientos en cualquier tipo de estructura.
6. El coeficiente de consolidación obtenido después de hacer el ensayo con el Equipo de Consolidación se aplica en campo, debido a que el flujo también es unidimensional.
7. El suelo en las calles del Asentamiento Humano Señor de los Milagros en el distrito de Chachapoyas – Amazonas son afectados por la

expansión de las arcillas, produciendo cambio y alteraciones en su compresibilidad, resistencia y permeabilidad.

8. Las lluvias en esta parte del país, en el distrito de Chachapoyas – Amazonas, especialmente en invierno, producen un cambio de contenido de humedad en el suelo causando una inestabilidad, ocasionando la contracción y expansión del suelo.
9. El cambio de humedad influye en la expansibilidad que puede sufrir un suelo arcilloso y las consecuencias que puede suceder sino se realiza un buen estudio de Mecánica de Suelos.
10. La importancia del factor tiempo para determinar el asentamiento de cualquier tipo de infraestructura sometida a una determinada carga.
11. El suelo trabajo es una arcilla inorgánica de baja a media plasticidad, siendo el mineral predominante la caolinita, una de las características de este mineral es la baja a media capacidad para integrar y retener el agua en su estructura microscópica.
12. La presión de preconsolidación del suelo fue determinada con el Equipo de Consolidación, obteniendo un valor de 1.38 Kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto, se requiere una carga acorde al suelo y del tipo de edificación a cimentar.
13. El fenómeno de expansión o hinchamiento del suelo en la zona de estudio es de baja intensidad, debido a que el mineral predominante es la caolinita.
14. El valor del peso volumétrico de un suelo a parte de variar por la magnitud de agua que tenga el suelo, así mismo dependerá de las condiciones que se presenten para que se dé la compactación y consolidación que presente el suelo.

15. El Rango de valores para la Gravedad Específica según Joseph Bowels presentada en su Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil, los valores obtenidos en el presente proyecto se encuentran en el rango de valores de una Arcilla Inorgánica tal y como se muestra en la Tabla N°20.

Tipo de Suelo	Rango Gravedad Específica
Arena	2.65 – 2.67
Arena Limosa	2.67 – 2.70
Arcilla Inorgánica	2.70 – 2.80
Suelos con Micas o Hierro	2.75 – 3.00
Suelos Orgánicos	Variable. Puede ser inferior a 2.00

**Tabla N°20: Actividad de Suelos Arcillosos – Skempton (1953).**

16. La Presión de Preconsolidación es un factor importante en el campo de la geotecnia debido a que controla los asentamientos y restringe la resistencia al corte
17. El suelo trabajado es un Suelo Preconsolidado, debido a que en la actualidad está soportando cargas y/o esfuerzos inferiores a los que sufrió en épocas pasadas, siendo este un suelo experto.
18. En este proyecto se ha determinado la Presión de Preconsolidación de 4 muestras inalteradas de suelo obtenidas en las Calles del Asentamiento Humano Señor de los Milagros distrito de Chachapoyas – Amazonas. El cálculo de este factor se ha determinado mediante el Método de Casagrande de forma analítica para poder evitar malas interpretaciones para la determinación del punto de máxima curvatura.

19. Contribuir en la ingeniería para poder así tener mejores obras de gran calidad y que tengan una mayor durabilidad, en especial la zona de estudio.

## **CAPÍTULO VI**

### **RECOMENDACIONES**

1. Efectuar a los equipos involucrados en este trabajo de investigación, una constante calibración para su uso y de esta manera evitar la menor cantidad de errores posibles.
2. La importancia de realizar Estudios de Mecánica de Suelos antes de la elaboración de todo tipo de proyectos, para poder así tener conocimiento si existe la presencia de suelos expansivos.
3. Mantener la muestra en un ambiente húmedo para que a la hora de realizar el ensayo no pierda su humedad óptima.
4. Tomar medidas preventivas de la expansión previas a las construcciones, mediante diferentes métodos como pueden ser: remoción del suelo, aplicación de cal viva, geotextiles, zonas de jardinería, barreras de humedad, etc.
5. Realizar ensayos a humedades en las que se encontrará en suelo en la etapa de servicio de la superestructura, ya que sus resultados influyen en la elección, diseño y construcción de las cimentaciones.
6. Se recomienda evaluar la profundidad de la actividad de la arcilla de la zona en estudio.
7. Para una mejor evaluación de las arcillas expansivas se puede realizar un ensayo de difracción de Rayos X, este ensayo ayudará a determinar la cantidad de minerales y el tipo de mineral que predomina en la arcilla.
8. Hacer un estudio detallado de las propiedades físicas, mecánicas y químicas, estas serán necesarias en un futuro si se quiere iniciar obras de gran envergadura.

9. La importancia del Reconocimiento Topográfico de la zona en estudio, así como la recolección de datos, ensayos de laboratorio para la identificación del suelo en estudio, así como el Potencial de Hinchamiento, para poder tener así una mejor investigación detallada.
10. En el lugar donde se va a cimentar cualquier tipo de estructura, si existe la presencia de arcillas expansivas, se puede hacer un mejoramiento de terreno como: arena, piedra chancada, hormigón, etc. Y así poder contrarrestar el potencial expansivo de las arcillas.
11. Es necesario realizar un monitoreo de toda la ciudad de Chachapoyas – Amazonas, concernientes a arcillas expansivas, esto nos ayudará a conocer mejor las zonas más propensas al potencial expansivo.

## CAPÍTULO VII

### BIBLIOGRAFÍA

1. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (abril de 2014). "Manual de Carreteras. Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos".
2. Badillo Juárez, Rodrigo Rico (1998). "Mecánica de Suelos". Tomo I. \_Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos.
3. Díaz Rodríguez, Jorge Abraham (2014). "Mecánica de Suelos". \_ Naturaleza y Propiedades, México - Editorial Trillas.
4. Braja M. Das. (2013). "Fundamentos de Ingeniería Geotécnica". Cuarta Edición, México – Editorial Cengage.
5. Fernando Sánchez Sabogal. (2000). Instituto Nacional de Vías Colombia. Colombia: Congreso Mundial de la Carretera de la IRF.
6. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (mayo de 2016). Manual de ensayo de materiales – sección suelos.
7. Joseph E. Bowles (2001). "Manual de laboratorio de suelo en ingeniería", México D.F., libros McGraw-Hill.
8. Revista EIA, ISSN 1794-1237 Número 16, Medellín (Colombia) diciembre 2011. Escuela de Ingeniería de Antioquia, p. 175-187.
9. Malagón, D. y Montenegro, H. "Propiedades físicas de los suelos. Bogotá" Instituto Geográfico Agustín Codazzi, (IGAC).

10. Raúl Beltrán Martínez (2009), "Diseño Geotécnico y estructural de una cimentación en arcilla expansiva". Universidad Nacional Autónoma de México, México DF.
11. Raúl A. Hernández Rosales (2006), "Estudio Geológico y reconocimiento de arcillas expansivas en suelos de una zona al sur de Maracay". Universidad central de Venezuela, Caracas.
12. Cristian M. Guancay Belecela y Guido F. Morocho Macancela (2005). "Estudio de los suelos expansivos en cuenca: sector parroquia Bellavista". Universidad de Cuenca, Ecuador.
13. Raúl Beltrán Martínez. (2009). "Diseño geotécnico y estructural de una cimentación en arcilla expansiva" (tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México DF.
14. Victoria Elena Meza Ochoa. (2005). "Influencia de la succión matricial en el comportamiento deformacional de los suelos expansivos" (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín-Colombia.
15. Marco A. Hernández R. (2006). "Estudio geológico y reconocimiento de arcillas expansivas en suelos de una zona sur de maracay, estado aragua" (tesis de pregrado). Universidad Central de Venezuela, Caracas.
16. Nadira Naylé Escheik Castro. (2007). "Análisis de la influencia de los suelos expansivos sobre el pavimento en la urbanización villas cantevista. barquisimeto - edo. lara" (tesis de pregrado). Universidad Rafael Urdaneta.
17. Mario Alberto Beltrán Parra, José Aloix Copado Beltrán. (2011). "Estabilización de un suelo arcilloso con cal hidratada, para ser utilizada como capa subrasante de pavimentos en la colonia de san juan



capistrano de ciudad obregón, sonora” (tesis de pregrado). Instituto Tecnológico de Sonora, Obregón.

## **CAPÍTULO VIII**

### **ANEXOS**

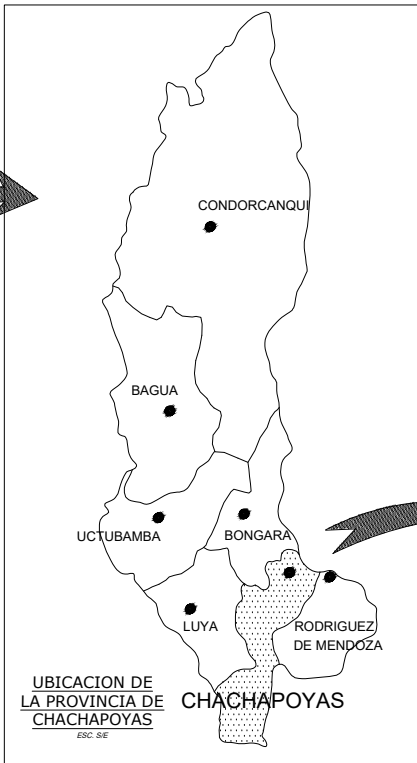
**PROYECTO: “ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS  
ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS  
MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS – AMAZONAS”**

---

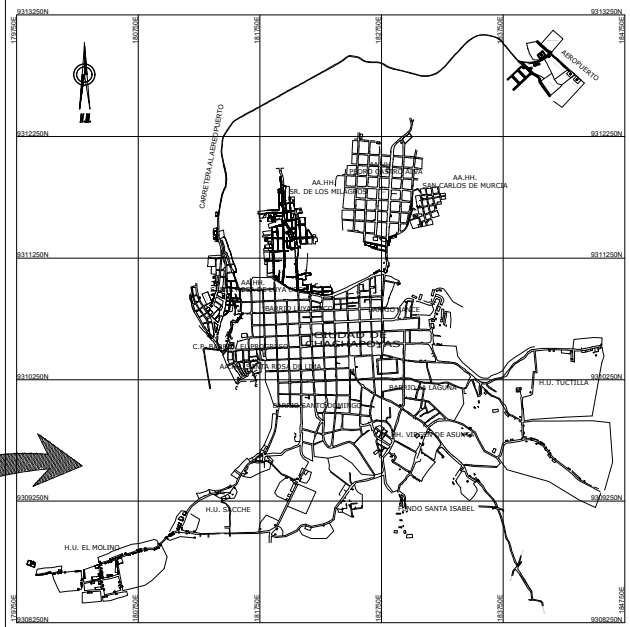
**ANEXO N° 01: PLANO DE UBICACIÓN Y  
LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO – PLANO DE  
LOTIZACIÓN Y MANZANEIO DEL ASENTAMIENTO  
HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS**



UBICACION DEL DEPARTAMENTO DE AMAZONAS EN EL MAPA DEL PERU  
ESC. S/E

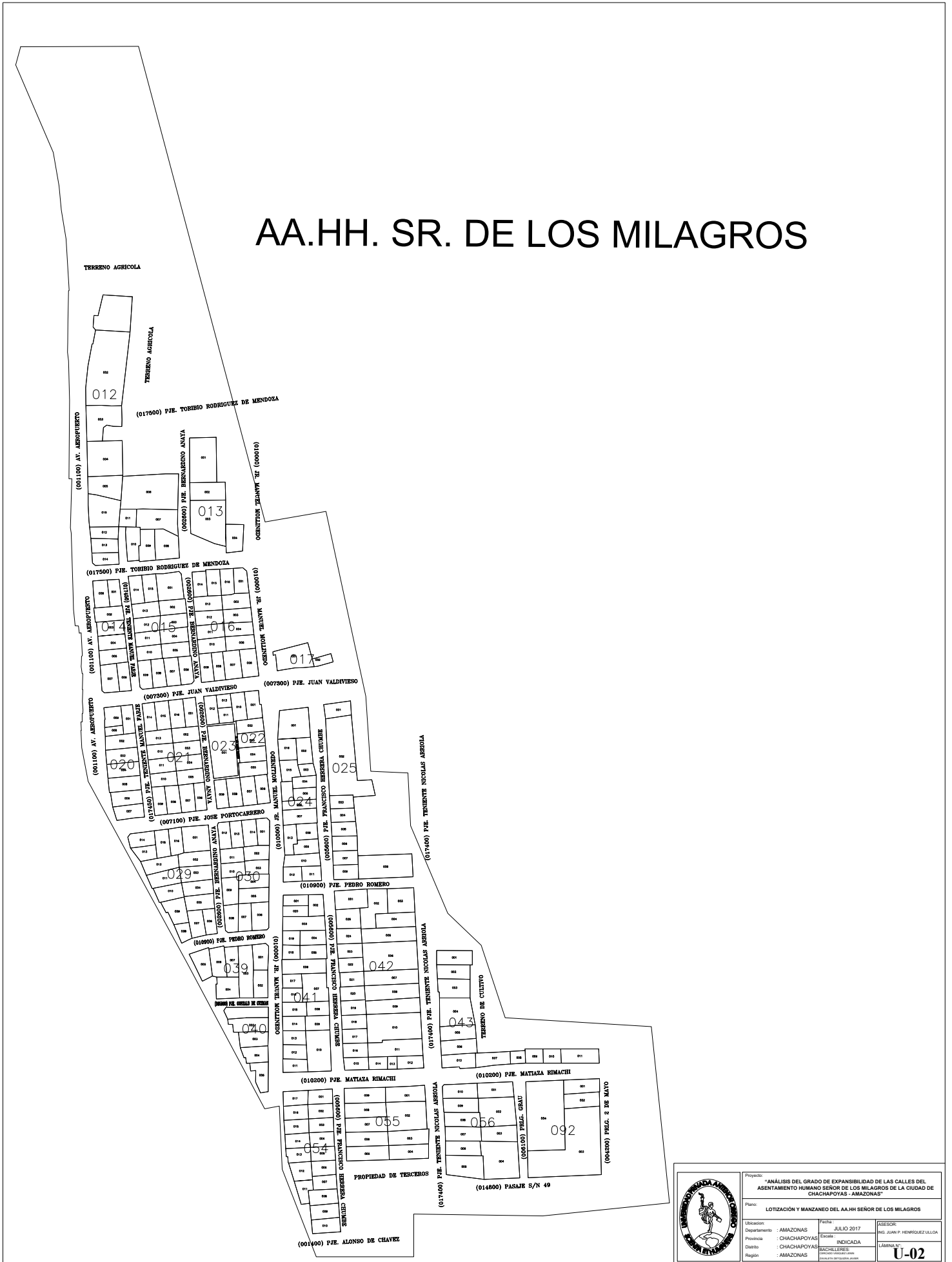


PLANO DE LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS  
S/E



Proyecto: "ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DE LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS"		
Plano: UBICACION Y LOCALIZACION		
Ubicación:	Fecha :	ASESOR: ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA
Departamento : AMAZONAS	JULIO 2017	
Provincia : CHACHAPOYAS	Escala :	LÁMINA N°:
Distrito : CHACHAPOYAS	INDICADA	U-01
Región : AMAZONAS	BACHILLERES: CERCADO VÁSQUEZ LENIN ZAVALETA DETOQUZAN JAVIER	

# AA.HH. SR. DE LOS MILAGROS



	Proyecto: "ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DE LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS"		
	Plano: LOTIZACIÓN Y MANZANO DEL AA.HH SEÑOR DE LOS MILAGROS		
	Ubicación: AMAZONAS Departamento: CHACHAPOYAS Provincia: CHACHAPOYAS Distrito: CHACHAPOYAS	Fecha: JULIO 2017 Escala: INDICADA Autores: SACHILLERES Revisión:	ASESOR: ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA LÁMINA N.º: <b>U-02</b>
	Región: AMAZONAS		

**PROYECTO: “ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS  
ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS  
MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS – AMAZONAS”**

---

**ANEXO N° 02: PLANO DE EXCAVACIÓN DE  
CALICATAS**

CALICATA	COORDENADAS
C1	182042E 9311399N
C2	182135E 9311417N
C3	182131E 9311526N
C4	182048E 9311522N
C5	182049E 9311630N
C6	181999E 9311712N
C7	181935E 9311797N
C8	181928E 9311962N
C9	181947E 9311578N
C10	181989E 9311487N



Proyecto: "ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DE LA CIUDAD DE CHACHAPOYAS, AMAZONAS"

Plan: CALICATAS REALIZADAS EN CAMPO

Ubicación:	AMAZONAS	Fecha:	28.10.2017	Asesor:	ING. JUAN P. HERRERA GALLA
Departamento:	CHACHAPOYAS	Escala:	INDICADA	Lamina N°:	U-03
Provincia:	CHACHAPOYAS	Calle/Parcela:	INDICADA	Escala:	INDICADA
Distrito:	CHACHAPOYAS	Región:	AMAZONAS	Escala:	INDICADA

**PROYECTO: “ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS  
ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS  
MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS – AMAZONAS”**

---

**ANEXO N° 03: ENSAYOS DE LABORATORIO**



**PROYECTO: “ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS  
ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS  
MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS – AMAZONAS”**

---

**ANEXO 03 – ENSAYO 01 – CONTENIDO DE HUMEDAD**

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES  
DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE  
CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-1

**ASESOR :**

**MUESTRA:** M-1 y M-2

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m):** 1.85 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

**FECHA** Abr-17

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO  
N.T.P. 339.127**

	M - 1	M - 2
Peso del Suelo Húmedo (g)	253.4	245.20
Peso del Recipiente + Peso del Suelo Húmedo (g)	599.10	602.00
Peso del Recipiente + Peso del Suelo Seco (g)	558.40	564.50
Peso del Agua Contenida (g)	40.70	37.50
Peso del Recipiente (g)	345.70	356.80
Peso del Suelo Seco (g)	212.70	207.70
Contenido de Humedad (%)	19.13	18.05

FORMULAS:

contenido de humedad = (Peso del agua / Peso suelo seco) X 100

**Contenido de Humedad = 18.59%**

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES  
DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE  
CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-2

**ASESOR :**

**MUESTRA:** M-1 y M-2

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m):** 2.00 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

**FECHA** Abr-17

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALITA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
**N.T.P. 339.127**

	M - 1	M - 2
Peso del Suelo Húmedo (g)	264.50	284.10
Peso del Recipiente + Peso del Suelo Húmedo (g)	628.80	640.90
Peso del Recipiente + Peso del Suelo Seco (g)	578.40	592.70
Peso del Agua Contenida (g)	50.40	48.20
Peso del Recipiente (g)	364.30	356.80
Peso del Suelo Seco (g)	214.10	235.90
Contenido de Humedad (%)	23.54	20.43

FORMULAS:

contenido de humedad = (Peso del agua / Peso suelo seco) X 100

**Contenido de Humedad = 21.99%**

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES  
DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE  
CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-3

**ASESOR :**

**MUESTRA:** M-1 y M-2

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m):** 1.95 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

**FECHA** Abr-17

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALITA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
**N.T.P. 339.127**

	M - 1	M - 2
Peso del Suelo Húmedo (g)	241.80	256.50
Peso del Recipiente + Peso del Suelo Húmedo (g)	375.00	506.70
Peso del Recipiente + Peso del Suelo Seco (g)	325.74	459.10
Peso del Agua Contenida (g)	49.26	47.60
Peso del Recipiente (g)	133.20	250.20
Peso del Suelo Seco (g)	192.54	208.90
Contenido de Humedad (%)	25.58	22.79

FORMULAS:

contenido de humedad = (Peso del agua / Peso suelo seco) X 100

**Contenido de Humedad = 24.19%**

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES  
DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE  
CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-4

**ASESOR :**

**MUESTRA:** M-1 y M-2

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m):** 1.75 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

**FECHA** Abr-17

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
**N.T.P. 339.127**

	M - 1	M - 2
Peso del Suelo Húmedo (g)	274.60	282.10
Peso del Recipiente + Peso del Suelo Húmedo (g)	411.40	466.30
Peso del Recipiente + Peso del Suelo Seco (g)	360.90	409.90
Peso del Agua Contenida (g)	50.50	56.40
Peso del Recipiente (g)	136.80	184.20
Peso del Suelo Seco (g)	224.10	225.70
Contenido de Humedad (%)	22.53	24.99

FORMULAS:

contenido de humedad = (Peso del agua / Peso suelo seco) X 100

**Contenido de Humedad = 23.76%**

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES  
DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE  
CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-5

**ASESOR :**

**MUESTRA:** M-1 y M-2

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m):** 1.90 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

**FECHA** Abr-17

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
**N.T.P. 339.127**

	M - 1	M - 2
Peso del Suelo Húmedo (g)	235.20	254.50
Peso del Recipiente + Peso del Suelo Húmedo (g)	335.30	389.70
Peso del Recipiente + Peso del Suelo Seco (g)	286.40	343.40
Peso del Agua Contenida (g)	48.90	46.30
Peso del Recipiente (g)	100.10	135.20
Peso del Suelo Seco (g)	186.30	208.20
Contenido de Humedad (%)	26.25	22.24

FORMULAS:

contenido de humedad = (Peso del agua / Peso suelo seco) X 100

**Contenido de Humedad = 24.24%**

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES  
DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE  
CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-6

**ASESOR :**

**MUESTRA:** M-1 y M-2

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m):** 2.00 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

**FECHA** Abr-17

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALITA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
**N.T.P. 339.127**

	M - 1	M - 2
Peso del Suelo Húmedo (g)	224.30	245.60
Peso del Recipiente + Peso del Suelo Húmedo (g)	330.20	371.20
Peso del Recipiente + Peso del Suelo Seco (g)	300.40	337.70
Peso del Agua Contenida (g)	29.80	33.50
Peso del Recipiente (g)	105.90	125.60
Peso del Suelo Seco (g)	194.50	212.10
Contenido de Humedad (%)	15.32	15.79

FORMULAS:

contenido de humedad = (Peso del agua / Peso suelo seco) X 100

**Contenido de Humedad = 15.56%**

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES  
DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE  
CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-7

**ASESOR :**

**MUESTRA:** M-1 y M-2

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m):** 1.70 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

**FECHA** Abr-17

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALITA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
**N.T.P. 339.127**

	M - 1	M - 2
Peso del Suelo Húmedo (g)	285.40	270.20
Peso del Recipiente + Peso del Suelo Húmedo (g)	401.00	416.00
Peso del Recipiente + Peso del Suelo Seco (g)	360.70	374.10
Peso del Agua Contenida (g)	40.30	41.90
Peso del Recipiente (g)	115.60	145.80
Peso del Suelo Seco (g)	245.10	228.30
Contenido de Humedad (%)	16.44	18.35

FORMULAS:

contenido de humedad = (Peso del agua / Peso suelo seco) X 100

**Contenido de Humedad = 17.40%**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES  
DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE  
CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-8

**ASESOR :**

**MUESTRA:** M-1 y M-2

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m):** 2.00 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

**FECHA** Abr-17

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALITA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
**N.T.P. 339.127**

	M - 1	M - 2
Peso del Suelo Húmedo (g)	234.70	287.40
Peso del Recipiente + Peso del Suelo Húmedo (g)	342.60	402.80
Peso del Recipiente + Peso del Suelo Seco (g)	300.50	353.30
Peso del Agua Contenida (g)	42.10	49.50
Peso del Recipiente (g)	107.90	115.40
Peso del Suelo Seco (g)	192.60	237.90
Contenido de Humedad (%)	21.86	20.81

FORMULAS:

contenido de humedad = (Peso del agua / Peso suelo seco) X 100

**Contenido de Humedad = 21.33%**

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-9

**MUESTRA:** M-1 y M-2

**PROF.(m):** 1.60 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
**N.T.P. 339.127**

	M - 1	M - 2
Peso del Suelo Húmedo (g)	255.70	233.10
Peso del Recipiente + Peso del Suelo Húmedo (g)	397.00	334.60
Peso del Recipiente + Peso del Suelo Seco (g)	346.70	287.20
Peso del Agua Contenida (g)	50.30	47.40
Peso del Recipiente (g)	141.30	101.50
Peso del Suelo Seco (g)	205.40	185.70
Contenido de Humedad (%)	24.49	25.53

FORMULAS:

contenido de humedad = (Peso del agua / Peso suelo seco) X 100

**Contenido de Humedad = 25.01%**

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-10

**ASESOR :**

**MUESTRA:** M-1 y M-2

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m):** 1.60 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

**FECHA** Abr-17

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
**N.T.P. 339.127**

	M - 1	M - 2
Peso del Suelo Húmedo (g)	214.60	228.90
Peso del Recipiente + Peso del Suelo Húmedo (g)	354.80	342.10
Peso del Recipiente + Peso del Suelo Seco (g)	313.40	297.20
Peso del Agua Contenida (g)	41.40	44.90
Peso del Recipiente (g)	140.20	113.20
Peso del Suelo Seco (g)	173.20	184.00
Contenido de Humedad (%)	23.90	24.40

FORMULAS:

contenido de humedad = (Peso del agua / Peso suelo seco) X 100

**Contenido de Humedad = 24.15%**

**PROYECTO: “ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS  
ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS  
MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS – AMAZONAS”**

---

***ANEXO 03 – ENSAYO 02 - LÍMITES DE CONSISTENCIA***

# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Laboratorio de Mecánica de Suelos

PROYECTO:

ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS

## I.- DATOS GENERALES

CALICATA: C-1

ASESOR :

MUESTRA: M-1

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

PROF.(m): 1.85 m.

BACHILLERES RESPONSABLES :

FECHA Abr-17

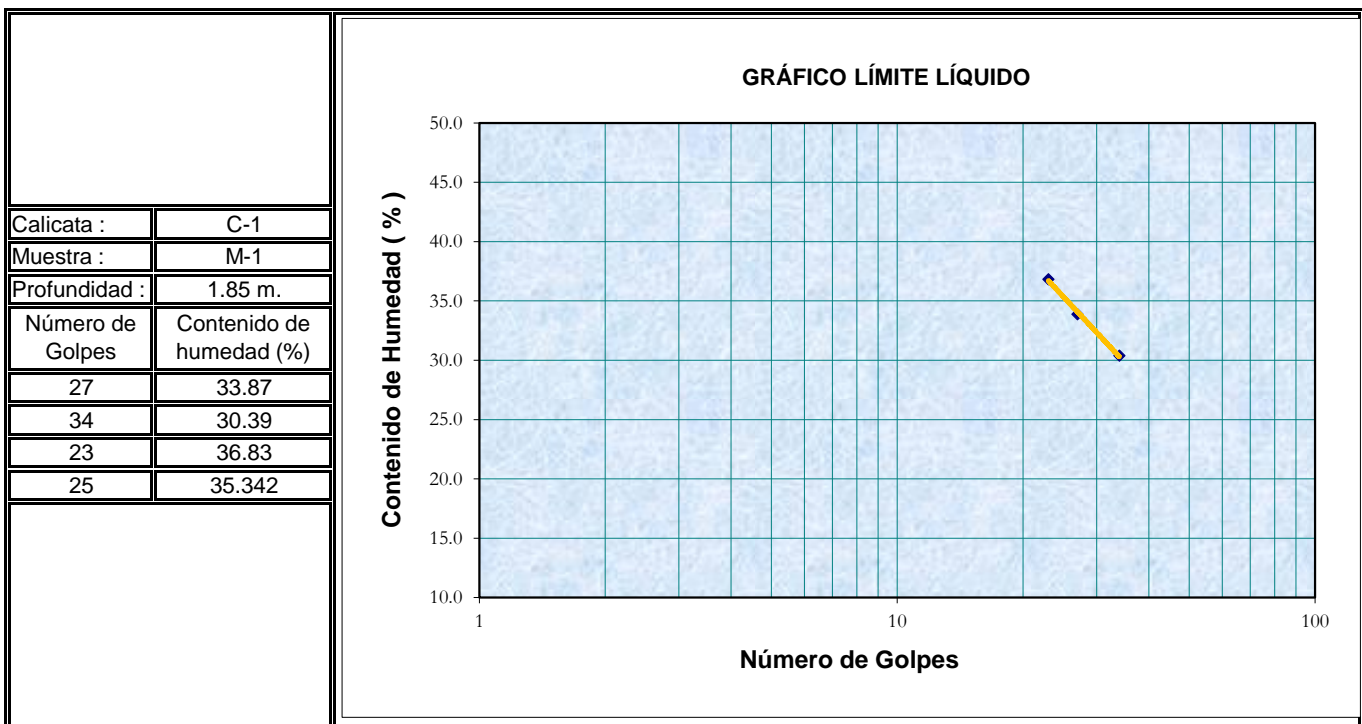
BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

## II.- DATOS TÉCNICOS

### LÍMITES DE CONSISTENCIA N.T.P. 339.129

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia
	1	2	3	1	2	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda (g)	86.63	87.41	87.13	24.43	25.08		Límite Líquido: LL = 35.34%
Peso Tara + Muestra Seca (g)	78.21	79.42	78.43	23.58	24.35		Límite Plástico: LP = 18.51%
Peso de la Tara (g)	50.50	55.83	54.81	19.28	20.12		Índice de Plasticidad : IP = 16.83%
Peso de la Muestra Seca (g)	27.71	23.59	23.62	4.30	4.23		Contenido de Humedad : W <sub>n</sub> = 33.70%
Peso del Agua (g)	8.42	7.99	8.70	0.85	0.73		Grado de Consistencia : K <sub>w</sub> = 0.10
Contenido de Humedad (%)	30.39	33.87	36.83	19.77	17.26		Grado de Consistencia : Viscosa
Número de Golpes	34	27	23	Promedio : 18.51			



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**Laboratorio de Mecánica de Suelos**  
**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-2

**ASESOR :**

**MUESTRA:** M-1

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m):** 2.00 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

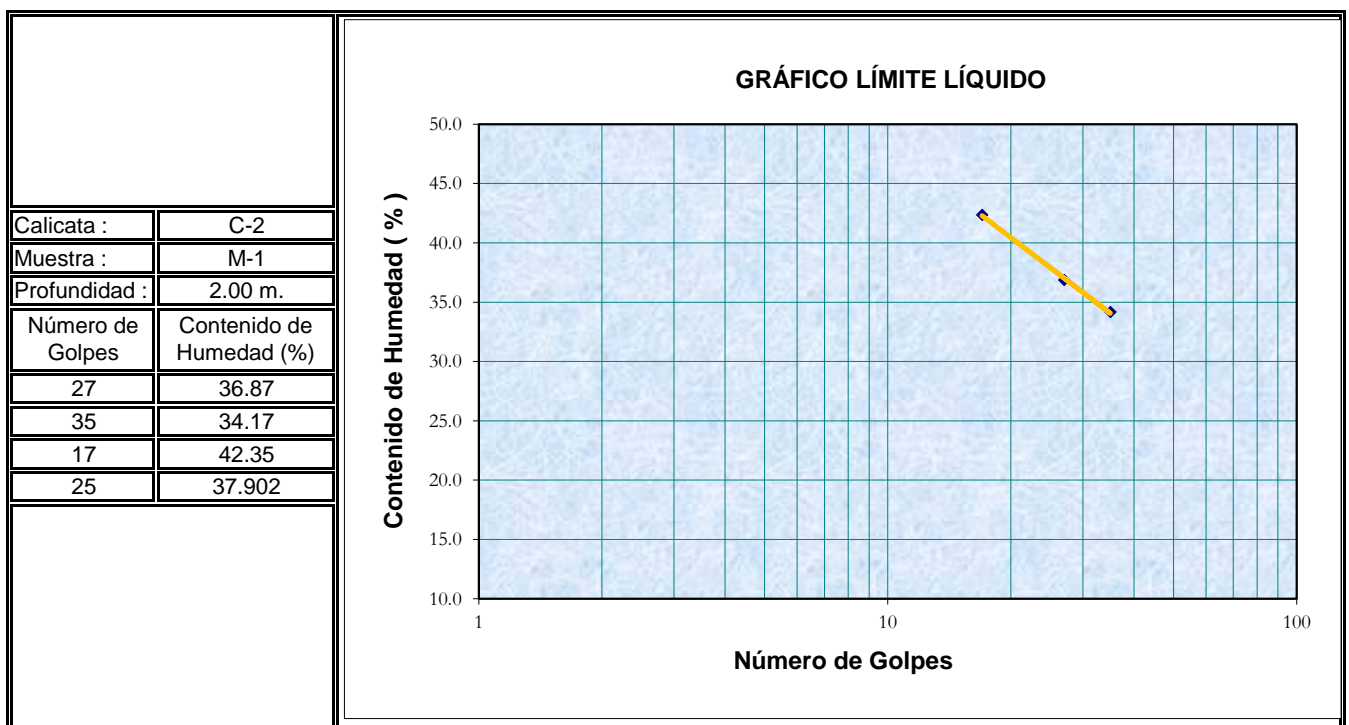
**FECHA**            Abr-17

BACH. CERCAO VÁSQUEZ LENIN  
 BACH. ZVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**N.T.P. 339.129**

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia
	1	2	3	1	2	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda (g)	49.20	61.40	62.80	33.85	36.10		Límite Líquido: LL = 37.90%
Peso Tara + Muestra Seca (g)	42.40	53.40	55.60	32.87	34.80		Límite Plástico: LP = 17.90%
Peso de la Tara (g)	22.50	31.70	38.60	26.85	28.14		Índice de Plasticidad : IP = 20.00%
Peso de la Muestra Seca (g)	19.90	21.70	17.00	6.02	6.66		Contenido de Humedad : Wn = 37.80%
Peso del Agua (g)	6.80	8.00	7.20	0.98	1.30		Grado de Consistencia : Kw = 0.01
Contenido de Humedad (%)	34.17	36.87	42.35	16.28	19.52		Grado de Consistencia : Viscosa
Número de Golpes	35	27	17	Promedio : 17.90			



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-3

**ASESOR :**

**MUESTRA:** M-1

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m):** 1.95 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

**FECHA** Abr-17

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

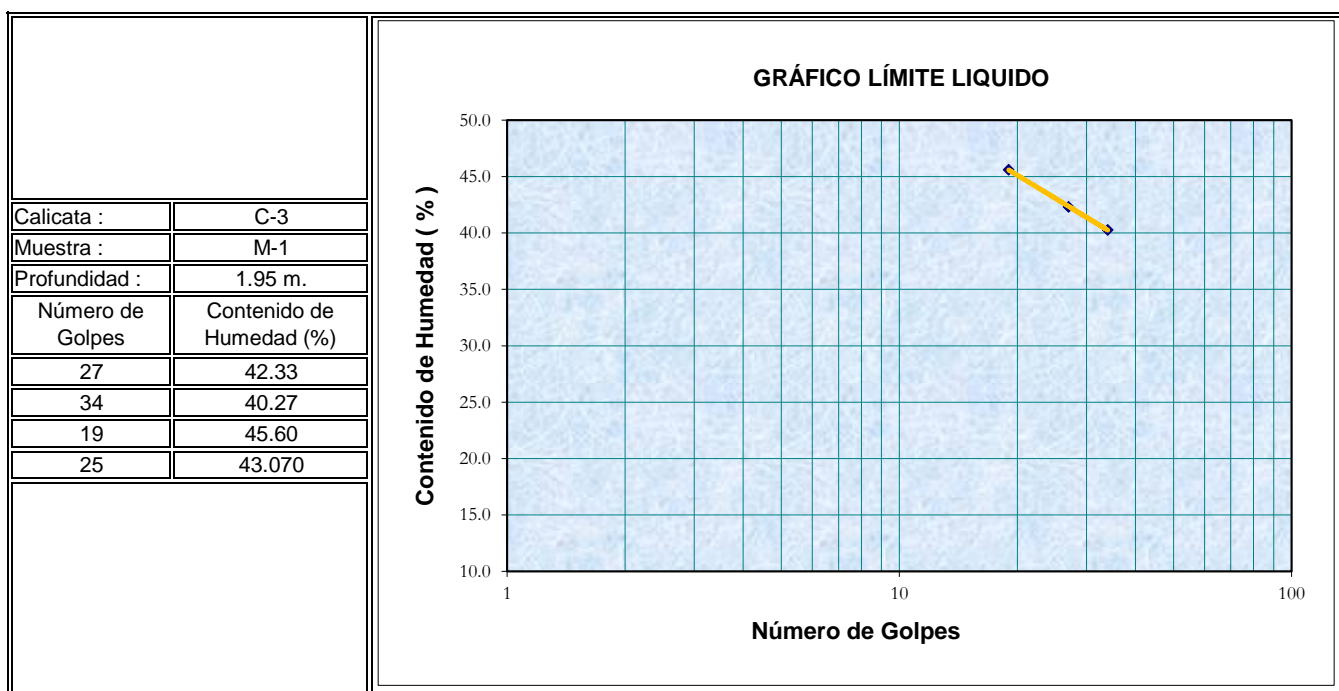
BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

N.T.P. 339.129

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia
	1	2	3	1	2	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda (g)	48.61	38.41	36.12	30.83	23.97		Límite Líquido: LL = 43.07%
Peso Tara + Muestra Seca (g)	40.25	30.05	28.29	30.09	23.32		Límite Plástico: LP = 24.43%
Peso de la Tara (g)	19.49	10.30	11.12	27.00	20.71		Índice de Plasticidad : IP = 18.64%
Peso de la Muestra Seca (g)	20.76	19.75	17.17	3.09	2.61		Contenido de Humedad : Wn = 42.73%
Peso del Agua (g)	8.36	8.36	7.83	0.74	0.65		Grado de Consistencia : Kw = 0.02
Contenido de Humedad (%)	40.27	42.33	45.60	23.95	24.90		Grado de Consistencia : Viscosa
Número de Golpes	34	27	19	Promedio :	24.43		



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos  
**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

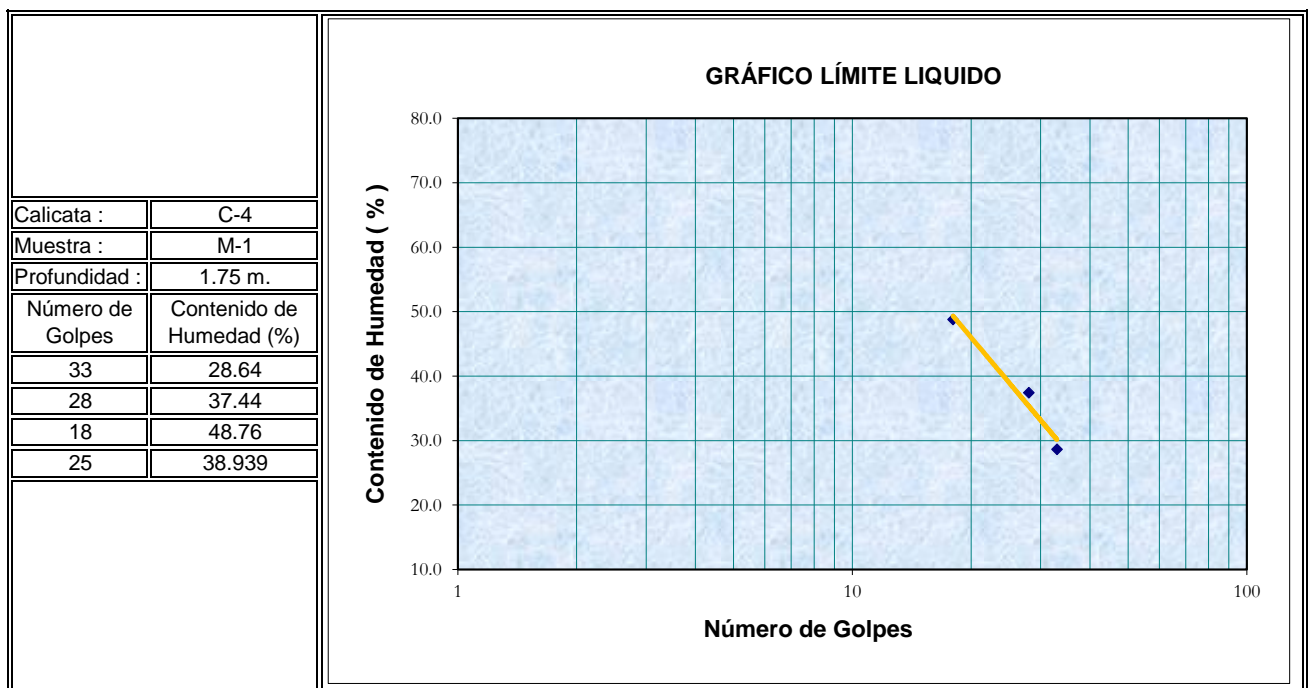
**I.- DATOS GENERALES**

<b>CALICATA:</b> C-4	<b>ASESOR :</b>	
<b>MUESTRA:</b> M-1	ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA	
<b>PROF.(m):</b> 1.75 m.	<b>BACHILLERES RESPONSABLES :</b>	
	BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN	
<b>FECHA</b> Abr-17	BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER	

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**N.T.P. 339.129**

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia
	1	2	3	1	2	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda (g)	75.90	73.80	71.25	21.50	21.69		Límite Líquido:    LL =    38.94%
Peso Tara + Muestra Seca (g)	69.02	66.50	64.35	21.16	21.28		Límite Plástico:    LP =    19.00%
Peso de la Tara (g)	45.00	47.00	50.20	19.30	19.20		Índice de Plasticidad : IP =    19.94%
Peso de la Muestra Seca (g)	24.02	19.50	14.15	1.86	2.08		Contenido de Humedad : Wn =    38.28%
Peso del Agua (g)	6.88	7.30	6.90	0.34	0.41		Grado de Consistencia : Kw =    0.03
Contenido de Humedad (%)	28.64	37.44	48.76	18.28	19.71		Grado de Consistencia : Viscosa
Número de Golpes	33	28	18	Promedio :	19.00		





**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-5

**ASESOR :**

**MUESTRA:** M-1

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m):** 1.90 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

**FECHA**            Abr-17

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

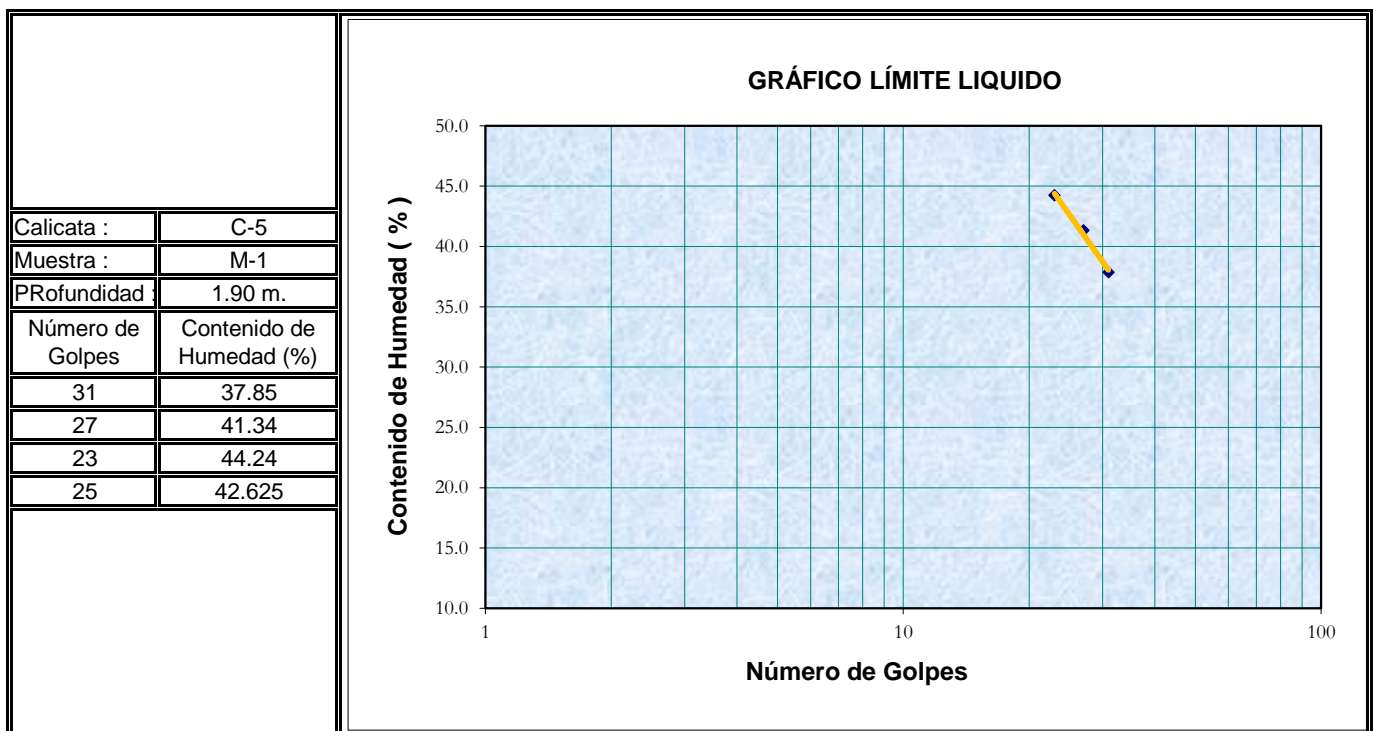
BACH. ZAVALA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

N.T.P. 339.129

	LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLASTICO			Límites de Consistencia
	1	2	3	1	2	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda (g)	51.96	40.48	55.98	30.71	31.65		Límite Líquido: LL = 42.62%
Peso Tara + Muestra Seca (g)	46.48	35.28	50.68	30.05	30.98		Límite Plástico: LP = 22.82%
Peso de la Tara (g)	32.00	22.70	38.70	27.20	28.00		Índice de Plasticidad : IP = 19.80%
Peso de la Muestra Seca (g)	14.48	12.58	11.98	2.85	2.98		Contenido de Humedad : Wn = 41.14%
Peso del Agua (g)	5.48	5.20	5.30	0.66	0.67		Grado de Consistencia : Kw = 0.07
Contenido de Humedad (%)	37.85	41.34	44.24	23.16	22.48		Grado de Consistencia : Viscosa
Número de Golpes	31	27	23	Promedio :		22.82	



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-6

**ASESOR :**

**MUESTRA:** M-1

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m):** 2.00 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

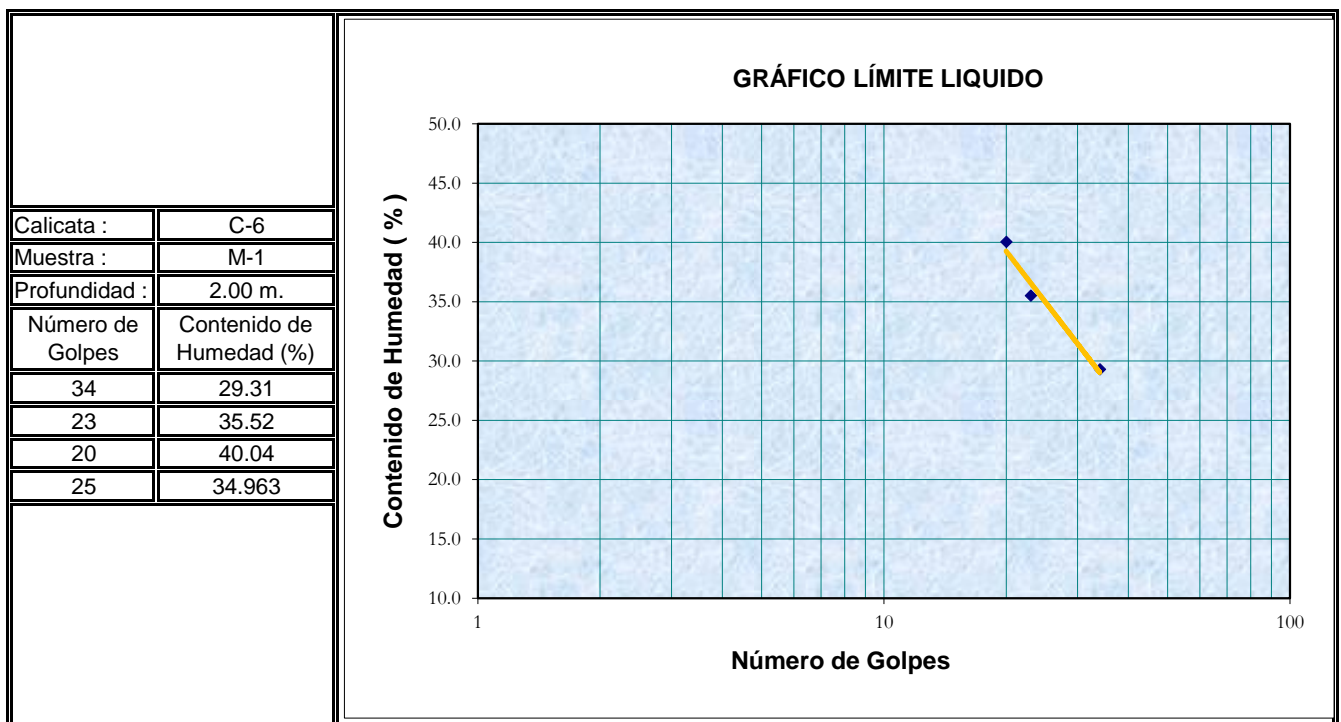
**FECHA** Abr-17

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN  
 BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**N.T.P. 339.129**

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia
	1	2	3	1	2	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda (g)	32.95	38.75	38.70	30.61	24.28		Límite Líquido: LL = 34.96%
Peso Tara + Muestra Seca (g)	28.02	31.32	33.21	30.15	23.79		Límite Plástico: LP = 15.22%
Peso de la Tara (g)	11.20	10.40	19.50	27.10	20.60		Índice de Plasticidad : IP = 19.74%
Peso de la Muestra Seca (g)	16.82	20.92	13.71	3.05	3.19		Contenido de Humedad : W <sub>n</sub> = 34.96%
Peso del Agua (g)	4.93	7.43	5.49	0.46	0.49		Grado de Consistencia : K <sub>w</sub> = 0.00
Contenido de Humedad (%)	29.31	35.52	40.04	15.08	15.36		Grado de Consistencia : Viscosa
Número de Golpes	34	23	20	Promedio :	15.22		



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-7

**ASESOR :**

**MUESTRA:** M-1

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m):** 1.70 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

**FECHA**            Abr-17

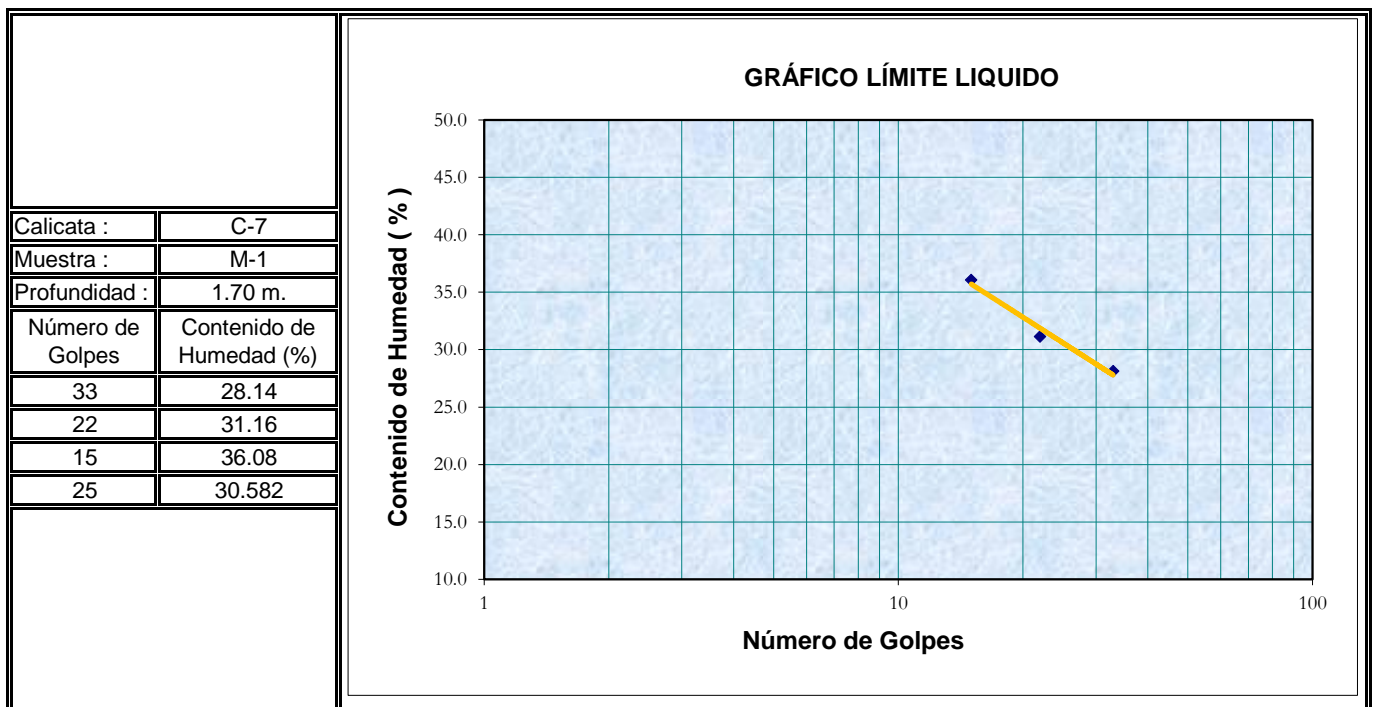
BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**N.T.P. 339.129**

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia
	1	2	3	1	2	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda (g)	83.30	81.16	78.98	22.03	22.85		Límite Líquido: LL = 30.58%
Peso Tara + Muestra Seca (g)	77.02	74.85	71.35	21.72	22.43		Límite Plástico: LP = 12.91%
Peso de la Tara (g)	54.70	54.60	50.20	19.30	19.20		Índice de Plasticidad : IP = 17.67%
Peso de la Muestra Seca (g)	22.32	20.25	21.15	2.42	3.23		Contenido de Humedad : Wn = 31.79%
Peso del Agua (g)	6.28	6.31	7.63	0.31	0.42		Grado de Consistencia : Kw = -0.07
Contenido de Humedad (%)	28.14	31.16	36.08	12.81	13.00		Grado de Consistencia : ConsistenciaLíquida
Número de Golpes	33	22	15	Promedio :		12.91	



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-8

**ASESOR :**

**MUESTRA:** M-1

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m):** 2.00 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

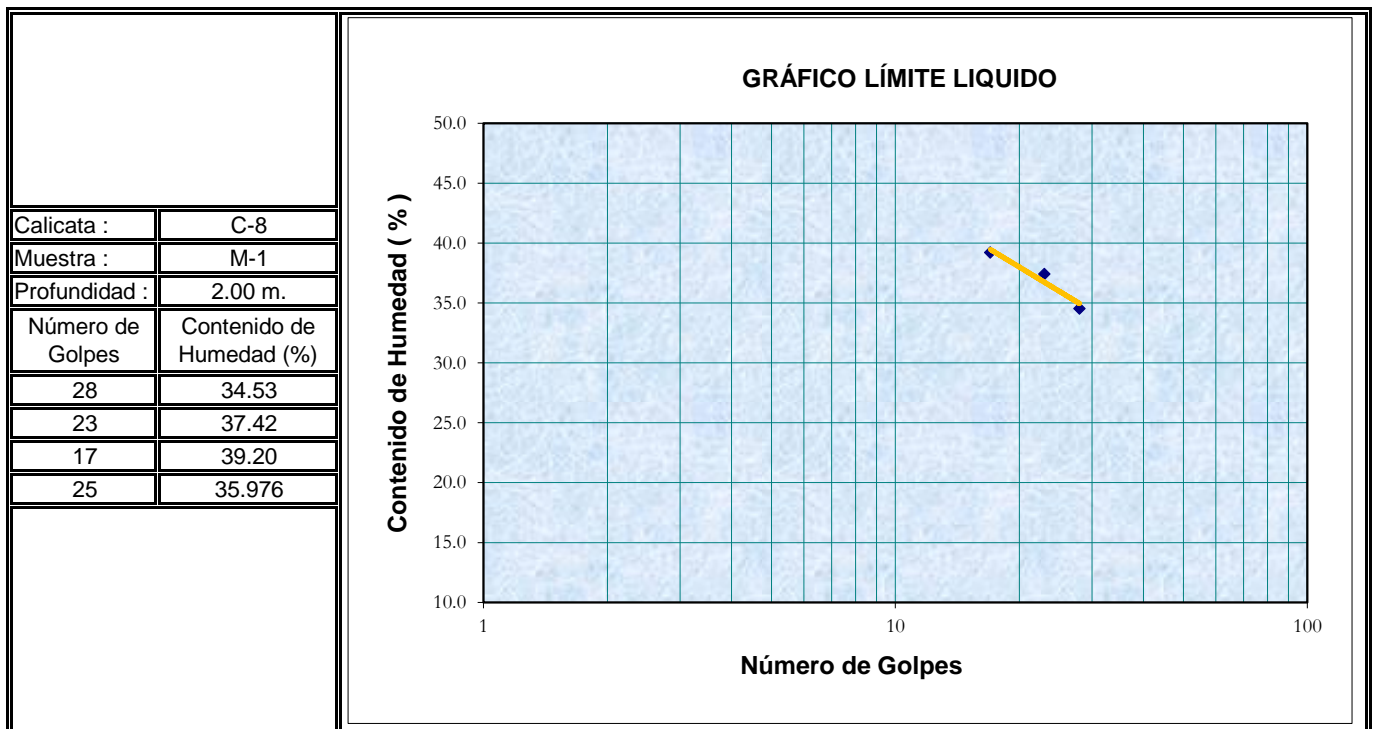
**FECHA**            Abr-17

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**N.T.P. 339.129**

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia
	1	2	3	1	2	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda (g)	64.58	64.27	57.09	31.63	31.52		Límite Líquido: LL = 35.98%
Peso Tara + Muestra Seca (g)	56.14	57.28	47.35	31.00	31.00		Límite Plástico: LP = 16.47%
Peso de la Tara (g)	31.70	38.60	22.50	26.80	28.10		Índice de Plasticidad : IP = 19.51%
Peso de la Muestra Seca (g)	24.44	18.68	24.85	4.20	2.90		Contenido de Humedad : Wn = 37.05%
Peso del Agua (g)	8.44	6.99	9.74	0.63	0.52		Grado de Consistencia : Kw = -0.05
Contenido de Humedad (%)	34.53	37.42	39.20	15.00	17.93		Grado de Consistencia : ConsistenciaLíquida
Número de Golpes	28	23	17	Promedio : 16.47			



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-9

**ASESOR :**

**MUESTRA:** M-1

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m):** 1.60 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**  
 BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

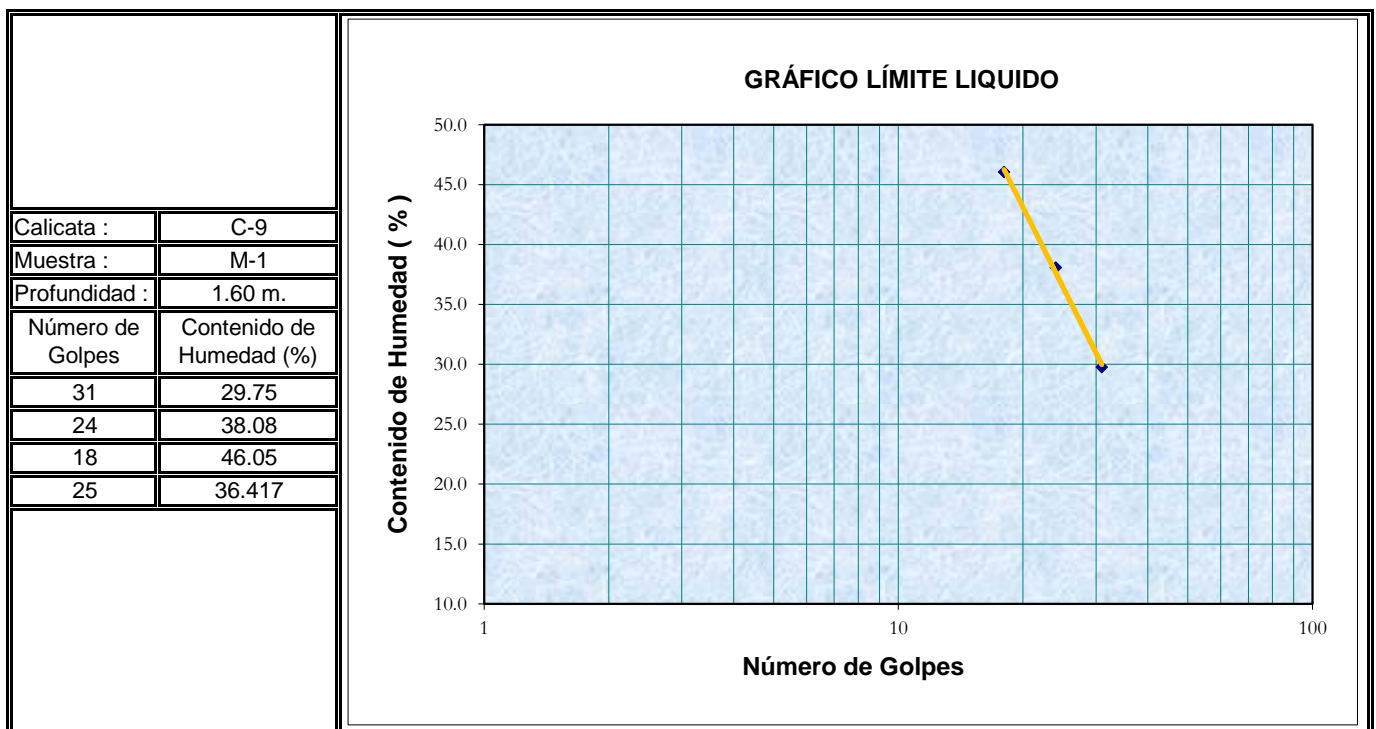
**FECHA**            Abr-17

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
**N.T.P. 339.129**

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia
	1	2	3	1	2	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda (g)	45.98	40.21	53.85	31.84	22.87		Límite Líquido: LL = 36.42%
Peso Tara + Muestra Seca (g)	37.80	32.21	43.02	31.16	22.55		Límite Plástico: LP = 16.82%
Peso de la Tara (g)	10.30	11.20	19.50	27.00	20.70		Índice de Plasticidad : IP = 19.60%
Peso de la Muestra Seca (g)	27.50	21.01	23.52	4.16	1.85		Contenido de Humedad : Wn = 37.96%
Peso del Agua (g)	8.18	8.00	10.83	0.68	0.32		Grado de Consistencia : Kw = -0.08
Contenido de Humedad (%)	29.75	38.08	46.05	16.35	17.30		Grado de Consistencia : ConsistenciaLíquida
Número de Golpes	31	24	18	Promedio :		16.82	



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-10

**ASESOR :**

**MUESTRA:** M-1

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m):** 1.60 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

**FECHA**            Abr-17

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

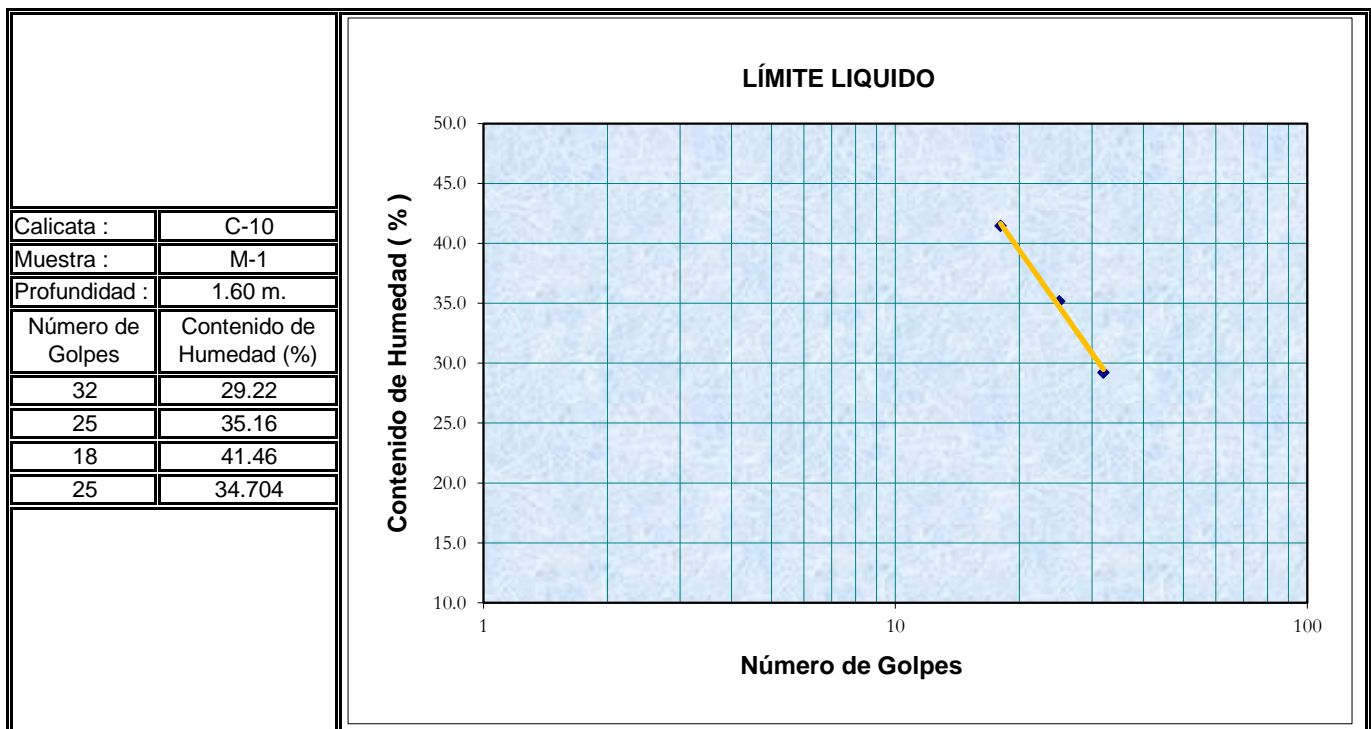
BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

**N.T.P. 339.129**

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia
	1	2	3	1	2	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda (g)	61.65	63.85	58.38	41.76	40.12		Límite Líquido: LL = 34.70%
Peso Tara + Muestra Seca (g)	55.94	57.36	51.85	41.40	39.41		Límite Plástico: LP = 17.64%
Peso de la Tara (g)	36.40	38.90	36.10	39.40	35.30		Índice de Plasticidad : IP = 17.06%
Peso de la Muestra Seca (g)	19.54	18.46	15.75	2.00	4.11		Contenido de Humedad : Wn = 35.28%
Peso del Agua (g)	5.71	6.49	6.53	0.36	0.71		Grado de Consistencia : Kw = -0.03
Contenido de Humedad (%)	29.22	35.16	41.46	18.00	17.27		Grado de Consistencia : ConsistenciaLíquida
Número de Golpes	32	25	18	Promedio : 17.64			



**PROYECTO: “ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS  
ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS  
MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS – AMAZONAS”**

---

**ANEXO 03 – ENSAYO 03 - PESO VOLUMÉTRICO DE  
SUELO COHESIVO**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-1

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.85 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVAleta DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**PESO VOLUMÉTRICO**  
**N.T.P. 339.139**

	UND	
Peso del Suelo + Parafina	g	63.52
Peso del Suelo	g	55.98
Peso de la Parafina	g	7.54
Cantidad de Agua Inicial	cm <sup>3</sup>	300.00
Cantidad de Agua + Muestra	cm <sup>3</sup>	338.00
Volumen del Suelo + Parafina	cm <sup>3</sup>	38.00
Volumen de la Parafina	cm <sup>3</sup>	8.67
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	29.33
Peso Volumétrico de Masa	g/cm <sup>3</sup>	1.91



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-2

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 2.00 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**PESO VOLUMÉTRICO**  
**N.T.P. 339.139**

	UND	
Peso del Suelo + Parafina	g	75.08
Peso del Suelo	g	66.12
Peso de la Parafina	g	8.96
Cantidad de Agua Inicial	cm <sup>3</sup>	300.00
Cantidad de Agua + Muestra	cm <sup>3</sup>	343.00
Volumen del Suelo + Parafina	cm <sup>3</sup>	43.00
Volumen de la Parafina	cm <sup>3</sup>	10.30
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	32.70
Peso Volumétrico de Masa	g/cm <sup>3</sup>	2.02

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-3

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.95 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**PESO VOLUMÉTRICO**  
**N.T.P. 339.139**

	UND	
Peso del Suelo + Parafina	g	59.76
Peso del Suelo	g	54.83
Peso de la Parafina	g	4.93
Cantidad de Agua Inicial	cm <sup>3</sup>	300.00
Cantidad de Agua + Muestra	cm <sup>3</sup>	334.00
Volumen del Suelo + Parafina	cm <sup>3</sup>	34.00
Volumen de la Parafina	cm <sup>3</sup>	5.67
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	28.33
Peso Volumétrico de Masa	g/cm <sup>3</sup>	1.94

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-4

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.75 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVAleta DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**PESO VOLUMÉTRICO**  
**N.T.P. 339.139**

	UND	
Peso del Suelo + Parafina	g	56.48
Peso del Suelo	g	50.54
Peso de la Parafina	g	5.94
Cantidad de Agua Inicial	cm <sup>3</sup>	300.00
Cantidad de Agua + Muestra	cm <sup>3</sup>	333.00
Volumen del Suelo + Parafina	cm <sup>3</sup>	33.00
Volumen de la Parafina	cm <sup>3</sup>	6.83
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	26.17
Peso Volumétrico de Masa	g/cm <sup>3</sup>	1.93

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-5

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.90 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**PESO VOLUMÉTRICO**  
**N.T.P. 339.139**

	UND	
Peso del Suelo + Parafina	g	41.87
Peso del Suelo	g	37.24
Peso de la Parafina	g	4.63
Cantidad de Agua Inicial	cm <sup>3</sup>	300.00
Cantidad de Agua + Muestra	cm <sup>3</sup>	324.00
Volumen del Suelo + Parafina	cm <sup>3</sup>	24.00
Volumen de la Parafina	cm <sup>3</sup>	5.32
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	18.68
Peso Volumétrico de Masa	g/cm <sup>3</sup>	1.99

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-6

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 2.00 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**PESO VOLUMÉTRICO**  
**N.T.P. 339.139**

	UND	
Peso del Suelo + Parafina	g	41.87
Peso del Suelo	g	37.24
Peso de la Parafina	g	4.60
Cantidad de Agua Inicial	cm <sup>3</sup>	300.00
Cantidad de Agua + Muestra	cm <sup>3</sup>	324.00
Volumen del Suelo + Parafina	cm <sup>3</sup>	24.00
Volumen de la Parafina	cm <sup>3</sup>	5.29
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	18.71
Peso Volumétrico de Masa	g/cm <sup>3</sup>	1.99

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-7

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.70 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVAleta DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**PESO VOLUMÉTRICO**  
**N.T.P. 339.139**

	UND	
Peso del Suelo + Parafina	g	45.54
Peso del Suelo	g	42.07
Peso de la Parafina	g	3.47
Cantidad de Agua Inicial	cm <sup>3</sup>	300.00
Cantidad de Agua + Muestra	cm <sup>3</sup>	327.00
Volumen del Suelo + Parafina	cm <sup>3</sup>	27.00
Volumen de la Parafina	cm <sup>3</sup>	3.99
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	23.01
Peso Volumétrico de Masa	g/cm <sup>3</sup>	1.83

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-8

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 2.00 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVAleta DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**PESO VOLUMÉTRICO**  
**N.T.P. 339.139**

	UND	
Peso del Suelo + Parafina	g	40.76
Peso del Suelo	g	38.40
Peso de la Parafina	g	2.36
Cantidad de Agua Inicial	cm <sup>3</sup>	300.00
Cantidad de Agua + Muestra	cm <sup>3</sup>	321.00
Volumen del Suelo + Parafina	cm <sup>3</sup>	21.00
Volumen de la Parafina	cm <sup>3</sup>	2.71
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	18.29
Peso Volumétrico de Masa	g/cm <sup>3</sup>	2.10

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de Mecánica de Suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-9

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.60 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**PESO VOLUMÉTRICO**  
**N.T.P. 339.139**

	UND	
Peso del Suelo + Parafina	g	93.47
Peso del Suelo	g	88.79
Peso de la Parafina	g	4.68
Cantidad de Agua Inicial	cm <sup>3</sup>	300.00
Cantidad de Agua + Muestra	cm <sup>3</sup>	350.00
Volumen del Suelo + Parafina	cm <sup>3</sup>	50.00
Volumen de la Parafina	cm <sup>3</sup>	5.38
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	44.62
Peso Volumétrico de Masa	g/cm <sup>3</sup>	1.99



# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Laboratorio de Mecánica de Suelos

## PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

## I.- DATOS GENERALES

**CALICATA:** C-10

**ASESOR :**

**MUESTRA:** M-1

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m):** 1.60 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

**FECHA** Abr-17

BACH. ZAVALA DETQUIZAN JAVIER

## II.- DATOS TÉCNICOS

### PESO VOLUMÉTRICO N.T.P. 339.139

	UND	
Peso del Suelo + Parafina	g	43.17
Peso del Suelo	g	41.12
Peso de la Parafina	g	2.05
Cantidad de Agua Inicial	cm <sup>3</sup>	300.00
Cantidad de Agua + Muestra	cm <sup>3</sup>	322.00
Volumen del Suelo + Parafina	cm <sup>3</sup>	22.00
Volumen de la Parafina	cm <sup>3</sup>	2.36
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	19.64
Peso Volumétrico de Masa	g/cm <sup>3</sup>	2.09

**PROYECTO: “ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS  
ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS  
MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS – AMAZONAS”**

---

**ANEXO 03 – ENSAYO 04 - PESO ESPECÍFICO  
RELATIVO DE SÓLIDOS**

# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Laboratorio de Mecánica de Suelos

## PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

### I.- DATOS GENERALES

**CALICATA:** C-1

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.85 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

### II.- DATOS TÉCNICOS

#### PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS

N.T.P. 339.131

	UND	
Capacidad de la Fiola	cm <sup>3</sup>	500.00
Peso del Suelo Seco	g	120.00
Peso de la Fiola+Muestra+Agua Destilada	g	744.68
Temperatura	°C	30.50
Peso de la Fiola+Agua Destilada	g	669.29
Factor de Corrección por Temperatura (K)	°C	1.00
Peso específico	g/cm <sup>3</sup>	2.68
Peso específico del Agua	g/cm <sup>3</sup>	1.00
<b>Gravedad Específica (Gs)</b>		<b>2.70</b>

# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Laboratorio de Mecánica de Suelos

## PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

### I.- DATOS GENERALES

**CALICATA:** C-2

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 2.00 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

### II.- DATOS TÉCNICOS

#### PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS

N.T.P. 339.131

	UND	
Capacidad de la Fiola	cm <sup>3</sup>	500.00
Peso del Suelo Seco	g	120.51
Peso de la Fiola+Muestra+Agua Destilada	g	748.48
Temperatura	°C	30.30
Peso de la Fiola+Agua Destilada	g	672.54
Factor de Corrección por Temperatura (K)	°C	1.00
Peso específico	g/cm <sup>3</sup>	2.70
Peso específico del Agua	g/cm <sup>3</sup>	1.00
<b>Gravedad Específica (Gs)</b>		<b>2.71</b>

# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Laboratorio de Mecánica de Suelos

## PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

### I.- DATOS GENERALES

**CALICATA:** C-3

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.95 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

### II.- DATOS TÉCNICOS

#### PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS

N.T.P. 339.131

	UND	
Capacidad de la Fiola	cm <sup>3</sup>	500.00
Peso del Suelo Seco	g	121.14
Peso de la Fiola+Muestra+Agua Destilada	g	701.27
Temperatura	°C	28.90
Peso de la Fiola+Agua Destilada	g	624.94
Factor de Corrección por Temperatura (K)	°C	1.00
Peso específico	g/cm <sup>3</sup>	2.70
Peso específico del Agua	g/cm <sup>3</sup>	1.00
<b>Gravedad Específica (Gs)</b>		<b>2.71</b>

# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Laboratorio de Mecánica de Suelos

## PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

### I.- DATOS GENERALES

**CALICATA:** C-4

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.75 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

### II.- DATOS TÉCNICOS

#### PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS

N.T.P. 339.131

	UND	
Capacidad de la Fiola	cm <sup>3</sup>	500.00
Peso del Suelo Seco	g	121.73
Peso de la Fiola+Muestra+Agua Destilada	g	721.65
Temperatura	°C	29.40
Peso de la Fiola+Agua Destilada	g	644.97
Factor de Corrección por Temperatura (K)	°C	1.00
Peso específico	g/cm <sup>3</sup>	2.70
Peso específico del Agua	g/cm <sup>3</sup>	0.99
<b>Gravedad Específica (Gs)</b>		<b>2.74</b>

# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Laboratorio de Mecánica de Suelos

## PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

### I.- DATOS GENERALES

**CALICATA:** C-5

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.90 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

### II.- DATOS TÉCNICOS

#### PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS

N.T.P. 339.131

	UND	
Capacidad de la Fiola	cm <sup>3</sup>	500.00
Peso del Suelo Seco	g	120.45
Peso de la Fiola+Muestra+Agua Destilada	g	744.54
Temperatura	°C	30.30
Peso de la Fiola+Agua Destilada	g	667.52
Factor de Corrección por Temperatura (K)	°C	1.00
Peso específico	g/cm <sup>3</sup>	2.77
Peso específico del Agua	g/cm <sup>3</sup>	1.00
<b>Gravedad Específica (Gs)</b>		<b>2.78</b>

# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Laboratorio de Mecánica de Suelos

## PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

### I.- DATOS GENERALES

**CALICATA:** C-6

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 2.00 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

### II.- DATOS TÉCNICOS

#### PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS

N.T.P. 339.131

	UND	
Capacidad de la Fiola	cm <sup>3</sup>	500.00
Peso del Suelo Seco	g	121.42
Peso de la Fiola+Muestra+Agua Destilada	g	746.85
Temperatura	°C	30.20
Peso de la Fiola+Agua Destilada	g	670.03
Factor de Corrección por Temperatura (K)	°C	1.00
Peso específico	g/cm <sup>3</sup>	2.72
Peso específico del Agua	g/cm <sup>3</sup>	1.00
<b>Gravedad Específica (Gs)</b>		<b>2.73</b>



# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Laboratorio de Mecánica de Suelos

## PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

### I.- DATOS GENERALES

**CALICATA:** C-7

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.70 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

### II.- DATOS TÉCNICOS

#### PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS

N.T.P. 339.131

	UND	
Capacidad de la Fiola	cm <sup>3</sup>	500.00
Peso del Suelo Seco	g	121.42
Peso de la Fiola+Muestra+Agua Destilada	g	703.48
Temperatura	°C	30.10
Peso de la Fiola+Agua Destilada	g	626.72
Factor de Corrección por Temperatura (K)	°C	1.00
Peso específico	g/cm <sup>3</sup>	2.71
Peso específico del Agua	g/cm <sup>3</sup>	1.00
<b>Gravedad Específica (Gs)</b>		<b>2.72</b>

# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Laboratorio de Mecánica de Suelos

## PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

### I.- DATOS GENERALES

**CALICATA:** C-8

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 2.00 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

### II.- DATOS TÉCNICOS

#### PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS

N.T.P. 339.131

	UND	
Capacidad de la Fiola	cm <sup>3</sup>	500.00
Peso del Suelo Seco	g	120.45
Peso de la Fiola+Muestra+Agua Destilada	g	723.52
Temperatura	°C	28.80
Peso de la Fiola+Agua Destilada	g	646.37
Factor de Corrección por Temperatura (K)	°C	1.00
Peso específico	g/cm <sup>3</sup>	2.78
Peso específico del Agua	g/cm <sup>3</sup>	1.00
<b>Gravedad Específica (Gs)</b>		<b>2.79</b>

# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Laboratorio de Mecánica de Suelos

## PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

### I.- DATOS GENERALES

**CALICATA:** C-9

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.60 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

### II.- DATOS TÉCNICOS

#### PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS

N.T.P. 339.131

	UND	
Capacidad de la Fiola	cm <sup>3</sup>	500.00
Peso del Suelo Seco	g	121.24
Peso de la Fiola+Muestra+Agua Destilada	g	742.36
Temperatura	°C	30.20
Peso de la Fiola+Agua Destilada	g	665.38
Factor de Corrección por Temperatura (K)	°C	1.00
Peso específico	g/cm <sup>3</sup>	2.73
Peso específico del Agua	g/cm <sup>3</sup>	1.00
<b>Gravedad Específica (Gs)</b>		<b>2.74</b>

# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Laboratorio de Mecánica de Suelos

## PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

### I.- DATOS GENERALES

**CALICATA:** C-10

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.60 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

### II.- DATOS TÉCNICOS

#### PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS

N.T.P. 339.131

	UND	
Capacidad de la Fiola	cm <sup>3</sup>	500.00
Peso del Suelo Seco	g	121.36
Peso de la Fiola+Muestra+Agua Destilada	g	748.55
Temperatura	°C	30.10
Peso de la Fiola+Agua Destilada	g	670.92
Factor de Corrección por Temperatura (K)	°C	1.00
Peso específico	g/cm <sup>3</sup>	2.77
Peso específico del Agua	g/cm <sup>3</sup>	1.00
<b>Gravedad Específica (Gs)</b>		<b>2.78</b>

**PROYECTO: “ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS  
ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS  
MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS – AMAZONAS”**

---

**ANEXO 03 – ENSAYO 05 - ANÁLISIS  
GRANULOMÉTRICO**

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-1

**ASESOR :**

**MUESTRA:** M-1

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m):** 1.85 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

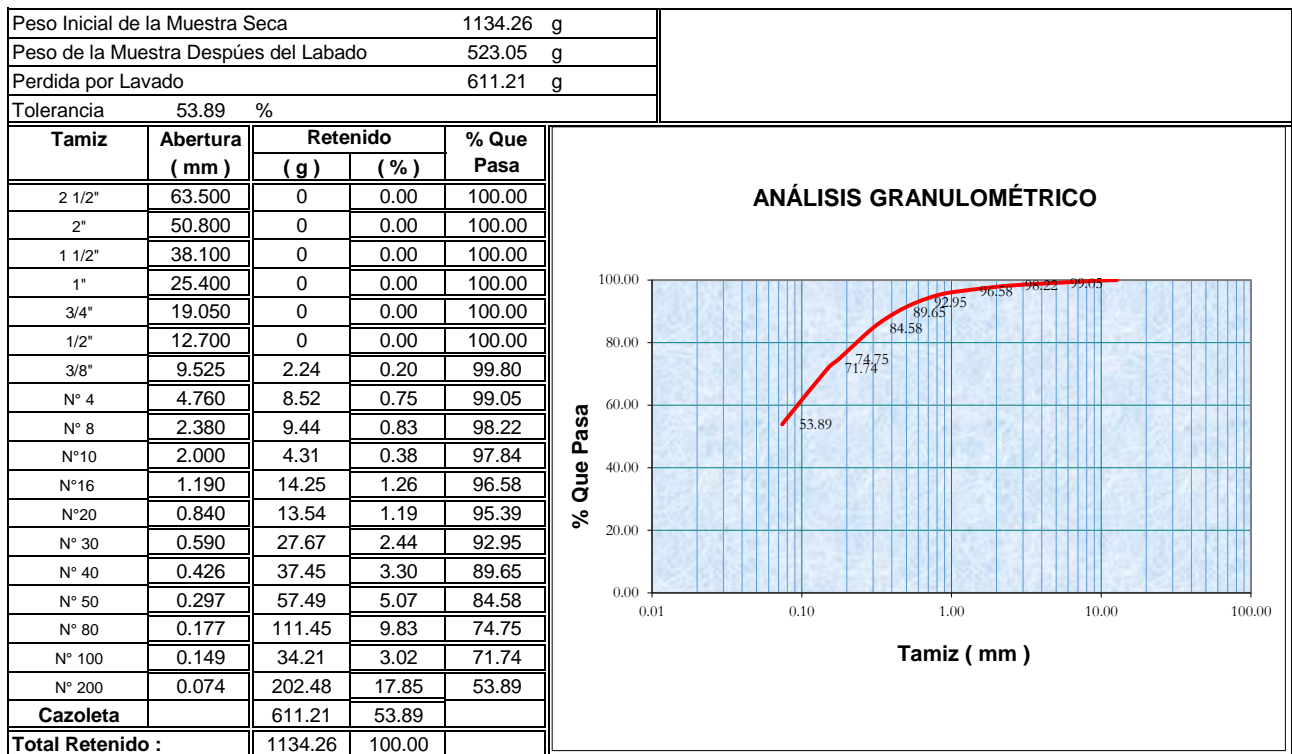
BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

**FECHA** Abr-17

BACH. ZAVALITA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
**N.T.P. 339.128**



<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>CL</b>	Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad
---------------------------	-----------	--

<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A - 6</b>	Suelo arcilloso
-----------------------------	--------------	-----------------

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO  
 SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-2  
**MUESTRA:** M-1  
**PROF.(m):** 2.00 m.  
**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**  
 ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA  
**BACHILLERES RESPONSABLES :**  
 BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN  
 BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
**N.T.P. 339.128**

Peso Inicial de la Muestra Seca		1167.54 g	
Peso de la Muestra Después del Labado		547.24 g	
Perdida por Lavado		620.30 g	
Tolerancia		53.13 %	

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Que Pasa
		(g)	(%)	
2 1/2"	63.500	0	0.00	100.00
2"	50.800	0	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0	0.00	100.00
1"	25.400	0	0.00	100.00
3/4"	19.050	0	0.00	100.00
1/2"	12.700	0	0.00	100.00
3/8"	9.525	0	0.00	100.00
N° 4	4.760	1.85	0.16	99.84
N° 8	2.380	2.85	0.24	99.60
N°10	2.000	3.27	0.28	99.32
N°16	1.190	7.76	0.66	98.65
N°20	0.840	17.52	1.50	97.15
N° 30	0.590	28.53	2.44	94.71
N° 40	0.426	42.36	3.63	91.08
N° 50	0.297	48.56	4.16	86.92
N° 80	0.177	101.56	8.70	78.22
N° 100	0.149	54.35	4.66	73.57
N° 200	0.074	238.63	20.44	53.13
<b>Cazoleta</b>		620.30	53.13	
<b>Total Retenido :</b>		1167.54	100.00	

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>CL</b>	Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad
---------------------------	-----------	--

<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A - 6</b>	Suelo arcilloso
-----------------------------	--------------	-----------------

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-3

**ASESOR :**

**MUESTRA:** M-1

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m):** 1.95 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

**FECHA** Abr-17

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
**N.T.P. 339.128**

Peso Inicial de la Muestra Seca		1128.45 g	
Peso de la Muestra Después del Labado		443.96 g	
Pérdida por Lavado		684.49 g	
Tolerancia	60.66 %		

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Que Pasa
		(g)	(%)	
2 1/2"	63.500	0	0.00	100.00
2"	50.800	0	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0	0.00	100.00
1"	25.400	0	0.00	100.00
3/4"	19.050	0	0.00	100.00
1/2"	12.700	0	0.00	100.00
3/8"	9.525	3.88	0.34	99.66
N° 4	4.760	9.31	0.83	98.83
N° 8	2.380	10.61	0.94	97.89
N°10	2.000	3.29	0.29	97.60
N°16	1.190	17.67	1.57	96.03
N°20	0.840	14.97	1.33	94.71
N° 30	0.590	26.96	2.39	92.32
N° 40	0.426	37.85	3.35	88.96
N° 50	0.297	58.86	5.22	83.75
N° 80	0.177	111.45	9.88	73.87
N° 100	0.149	30.14	2.67	71.20
N° 200	0.074	118.97	10.54	60.66
<b>Cazoleta</b>		684.49	60.66	
<b>Total Retenido :</b>		1128.45	100.00	

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Tamiz (mm)	% Que Pasa
63.500	100.00
50.800	100.00
38.100	100.00
25.400	100.00
19.050	100.00
12.700	100.00
9.525	99.66
4.760	98.83
2.380	97.89
2.000	97.60
1.190	96.03
0.840	94.71
0.590	92.32
0.426	88.96
0.297	83.75
0.177	73.87
0.149	71.20
0.074	60.66

<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>CL</b>	Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad
---------------------------	-----------	--

<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A - 7</b>	Suelo arcilloso
-----------------------------	--------------	-----------------



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO  
 SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-4

**ASESOR :**

**MUESTRA:** M-1

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m):** 1.75 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

**FECHA** Abr-17

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVAleta DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
**N.T.P. 339.128**

Peso Inicial de la Muestra Seca		1436.71 g	
Peso de la Muestra Después del Labado		647.17 g	
Perdida por Lavado		789.54 g	
Tolerancia	54.95 %		

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Que Pasa
		(g)	(%)	
2 1/2"	63.500	0	0.00	100.00
2"	50.800	0	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0	0.00	100.00
1"	25.400	0	0.00	100.00
3/4"	19.050	9.43	0.66	99.34
1/2"	12.700	17.13	1.19	98.15
3/8"	9.525	19.15	1.33	96.82
N° 4	4.760	28.41	1.98	94.84
N° 8	2.380	27.17	1.89	92.95
N°10	2.000	11.28	0.79	92.16
N°16	1.190	36.22	2.52	89.64
N°20	0.840	27.15	1.89	87.75
N° 30	0.590	67.90	4.73	83.03
N° 40	0.426	74.25	5.17	77.86
N° 50	0.297	83.42	5.81	72.05
N° 80	0.177	95.58	6.65	65.40
N° 100	0.149	29.73	2.07	63.33
N° 200	0.074	120.35	8.38	54.95
<b>Cazoleta</b>		789.54	54.95	
<b>Total Retenido :</b>		1436.71	100.00	

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>CL</b>	Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad
---------------------------	-----------	--

<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A - 6</b>	Suelo arcilloso
-----------------------------	--------------	-----------------

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-5  
**MUESTRA:** M-1  
**PROF.(m):** 1.90 m.

**ASESOR :**  
 ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA  
**BACHILLERES RESPONSABLES :**  
 BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN  
 BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**FECHA** Abr-17

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
**N.T.P. 339.128**

Peso Inicial de la Muestra Seca		1157.90 g	
Peso de la Muestra Después del Labado		487.52 g	
Perdida por Lavado		670.38 g	
Tolerancia		57.90 %	

Tamiz	Abertura ( mm )	Retenido		% Que Pasa
		( g )	( % )	
2 1/2"	63.500	0	0.00	100.00
2"	50.800	0	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0	0.00	100.00
1"	25.400	0	0.00	100.00
3/4"	19.050	31.43	2.71	97.29
1/2"	12.700	19.45	1.68	95.61
3/8"	9.525	13.98	1.21	94.40
N° 4	4.760	21.84	1.89	92.51
N° 8	2.380	25.57	2.21	90.30
N°10	2.000	13.57	1.17	89.13
N°16	1.190	24.19	2.09	87.04
N°20	0.840	21.47	1.85	85.19
N° 30	0.590	20.26	1.75	83.44
N° 40	0.426	29.24	2.53	80.91
N° 50	0.297	55.71	4.81	76.10
N° 80	0.177	73.26	6.33	69.78
N° 100	0.149	36.49	3.15	66.62
N° 200	0.074	101.06	8.73	57.90
<b>Cazoleta</b>		670.38	57.90	
<b>Total Retenido :</b>		1157.90	100.00	

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

**% Que Pasa**

**Tamiz ( mm )**

<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>CL</b>	Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad
---------------------------	-----------	--

<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A - 7</b>	Suelo arcilloso
-----------------------------	--------------	-----------------

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO  
 SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-6  
**MUESTRA:** M-1  
**PROF.(m):** 2.00 m.  
**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**  
 ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA  
**BACHILLERES RESPONSABLES :**  
 BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN  
 BACH. ZAVALA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
**N.T.P. 339.128**

Peso Inicial de la Muestra Seca		1353.12 g	
Peso de la Muestra Después del Labado		644.08 g	
Pérdida por Lavado		709.04 g	
Tolerancia	52.40 %		

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Que Pasa
		(g)	(%)	
2 1/2"	63.500	0	0.00	100.00
2"	50.800	0	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0	0.00	100.00
1"	25.400	0	0.00	100.00
3/4"	19.050	0	0.00	100.00
1/2"	12.700	12.31	0.91	99.09
3/8"	9.525	5.24	0.39	98.70
N° 4	4.760	31.87	2.36	96.35
N° 8	2.380	30.42	2.25	94.10
N° 10	2.000	8.54	0.63	93.47
N° 16	1.190	25.25	1.87	91.60
N° 20	0.840	31.74	2.35	89.26
N° 30	0.590	43.17	3.19	86.07
N° 40	0.426	70.56	5.21	80.85
N° 50	0.297	98.26	7.26	73.59
N° 80	0.177	131.73	9.74	63.85
N° 100	0.149	17.82	1.32	62.54
N° 200	0.074	137.17	10.14	52.40
<b>Cazoleta</b>		709.04	52.40	
<b>Total Retenido :</b>		1353.12	100.00	

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>CL</b>	Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad
---------------------------	-----------	--

<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A - 6</b>	Suelo arcilloso
-----------------------------	--------------	-----------------

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-7

**ASESOR :**

**MUESTRA:** M-1

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m):** 1.70 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

**FECHA** Abr-17

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALTA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
**N.T.P. 339.128**

Peso Inicial de la Muestra Seca	1185.42 g	
Peso de la Muestra Después del Labado	464.34 g	
Perdida por Lavado	721.08 g	
Tolerancia	60.83 %	

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Que Pasa
		(g)	(%)	
2 1/2"	63.500	0	0.00	100.00
2"	50.800	0	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0	0.00	100.00
1"	25.400	0	0.00	100.00
3/4"	19.050	11.91	1.00	99.00
1/2"	12.700	10.81	0.91	98.08
3/8"	9.525	19.24	1.62	96.46
N° 4	4.760	28.93	2.44	94.02
N° 8	2.380	29.38	2.48	91.54
N°10	2.000	6.58	0.56	90.99
N°16	1.190	20.27	1.71	89.28
N°20	0.840	14.26	1.20	88.07
N° 30	0.590	19.47	1.64	86.43
N° 40	0.426	26.13	2.20	84.23
N° 50	0.297	39.57	3.34	80.89
N° 80	0.177	76.22	6.43	74.46
N° 100	0.149	44.21	3.73	70.73
N° 200	0.074	117.36	9.90	60.83
<b>Cazoleta</b>		721.08	60.83	
<b>Total Retenido :</b>		1185.42	100.00	

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>CL</b>	Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A - 6</b>	Suelo arcilloso

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO  
 SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-8  
**MUESTRA:** M-1  
**PROF.(m):** 2.00 m.  
**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**  
 ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA  
**BACHILLERES RESPONSABLES :**  
 BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN  
 BACH. ZAVALA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
**N.T.P. 339.128**

Peso Inicial de la Muestra Seca	1164.43 g			
Peso de la Muestra Después del Labado	458.60 g			
Perdida por Lavado	705.83 g			
Tolerancia	60.62 %			

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Que Pasa
		(g)	(%)	
2 1/2"	63.500	0	0.00	100.00
2"	50.800	0	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0	0.00	100.00
1"	25.400	0	0.00	100.00
3/4"	19.050	0	0.00	100.00
1/2"	12.700	13.31	1.14	98.86
3/8"	9.525	12.84	1.10	97.75
N° 4	4.760	11.12	0.95	96.80
N° 8	2.380	14.19	1.22	95.58
N°10	2.000	6.65	0.57	95.01
N°16	1.190	12.97	1.11	93.90
N°20	0.840	10.95	0.94	92.96
N° 30	0.590	14.81	1.27	91.68
N° 40	0.426	16.25	1.40	90.29
N° 50	0.297	28.18	2.42	87.87
N° 80	0.177	65.97	5.67	82.20
N° 100	0.149	54.24	4.66	77.54
N° 200	0.074	197.12	16.93	60.62
<b>Cazoleta</b>		705.83	60.62	
<b>Total Retenido :</b>		1164.43	100.00	

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>CL</b>	Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad
---------------------------	-----------	--

<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A - 6</b>	Suelo arcilloso
-----------------------------	--------------	-----------------

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

I.- DATOS GENERALES

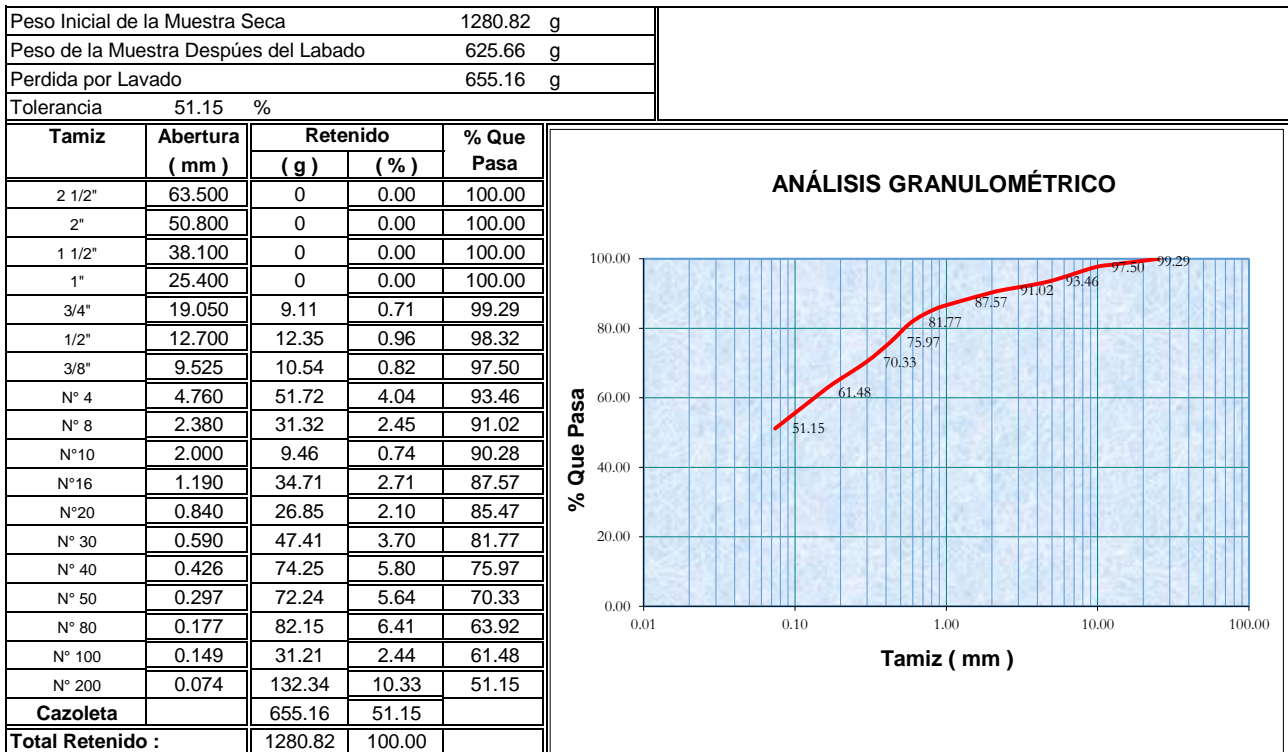
**CALICATA:** C-9  
**MUESTRA:** M-1  
**PROF.(m):** 1.60 m.

**ASESOR :**  
 ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA  
**BACHILLERES RESPONSABLES :**  
 BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN  
 BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**FECHA** Abr-17

II.- DATOS TÉCNICOS

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
**N.T.P. 339.128**



<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>CL</b>	Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad
---------------------------	-----------	--

<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A - 6</b>	Suelo arcilloso
-----------------------------	--------------	-----------------

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-10  
**MUESTRA:** M-1  
**PROF.(m):** 1.60 m.

**ASESOR :**  
 ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA  
**BACHILLERES RESPONSABLES :**  
 BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN  
 BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**FECHA** Abr-17

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
**N.T.P. 339.128**

Peso Inicial de la Muestra Seca	1389.42 g	
Peso de la Muestra Después del Labado	633.53 g	
Perdida por Lavado	755.89 g	
Tolerancia	54.40 %	

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Que Pasa
		(g)	(%)	
2 1/2"	63.500	0	0.00	100.00
2"	50.800	0	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0	0.00	100.00
1"	25.400	68.85	4.96	95.04
3/4"	19.050	42.74	3.08	91.97
1/2"	12.700	21.62	1.56	90.41
3/8"	9.525	11.03	0.79	89.62
N° 4	4.760	40.62	2.92	86.70
N° 8	2.380	39.36	2.83	83.86
N°10	2.000	8.74	0.63	83.23
N°16	1.190	31.19	2.24	80.99
N°20	0.840	22.78	1.64	79.35
N° 30	0.590	37.45	2.70	76.65
N° 40	0.426	44.28	3.19	73.47
N° 50	0.297	72.49	5.22	68.25
N° 80	0.177	97.62	7.03	61.22
N° 100	0.149	21.87	1.57	59.65
N° 200	0.074	72.89	5.25	54.40
<b>Cazoleta</b>		755.89	54.40	
<b>Total Retenido :</b>		1389.42	100.00	

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>CL</b>	Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad
<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A - 6</b>	Suelo arcilloso

**PROYECTO: “ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS  
ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS  
MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS – AMAZONAS”**

---

**ANEXO 03 – ENSAYO 06 - CLASIFICACIÓN SUCS**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-1

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.85 m.

**FECHA**            Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CLASIFICACIÓN SUCS**

**N.T.P. 339.134**

% Que Pasa la Malla N° 200	53.89
Límite Líquido            LL =	35.34%
Límite Plástico            LP =	18.51%
Índice de Plasticidad      IP =	16.83%
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Baja Plasticidad
Tipo de Suelo :	CL , ML , OL
Suelo :	<b>CL</b>

<b>Caractrísticas del Suelo :</b>	<b>CL</b>	Son arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %
-----------------------------------	-----------	--

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
 ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-2

**ASESOR :**

**MUESTRA:** M-1

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m):** 2.00 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

**FECHA**           Abr-17

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CLASIFICACIÓN SUCS**

**N.T.P. 339.134**

% Que Pasa la Malla N° 200	53.13
Límite Líquido      LL =	37.9 %
Límite Plástico      LP =	17.9 %
Índice de Plasticidad      IP =	20.00 %
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Baja Plasticidad
Tipo de Suelo :	CL , ML , OL
Suelo :	<b>CL</b>

<b>Caractrísticas del Suelo :</b>	<b>CL</b>	Son arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %
-----------------------------------	-----------	--

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
 ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-3

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.95 m.

**FECHA**            Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CLASIFICACIÓN SUCS**

**N.T.P. 339.134**

% Que Pasa la Malla N° 200	60.66
Límite Líquido            LL =	43.07 %
Límite Plástico            LP =	24.43 %
Índice de Plasticidad      IP =	18.64 %
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Baja Plasticidad
Tipo de Suelo :	CL , ML , OL
Suelo :	<b>CL</b>

<b>Caractrísticas del Suelo :</b>	<b>CL</b>	Son arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %
-----------------------------------	-----------	--

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-4

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.75 m.

**FECHA**            Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CLASIFICACIÓN SUCS**

**N.T.P. 339.134**

% Que Pasa la Malla N° 200	54.95
Límite Líquido            LL =	38.94 %
Límite Plástico            LP =	19 %
Índice de Plasticidad      IP =	19.94 %
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Baja Plasticidad
Tipo de Suelo :	CL , ML , OL
Suelo :	<b>CL</b>

<b>Caractrísticas del Suelo :</b>	<b>CL</b>	Son arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %
-----------------------------------	-----------	--

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
 ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-5

**ASESOR :**

**MUESTRA:** M-1

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m):** 1.90 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

**FECHA**            Abr-17

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CLASIFICACIÓN SUCS**

**N.T.P. 339.134**

% Que Pasa la Malla N° 200	57.90
Límite Líquido            LL =	42.62 %
Límite Plástico            LP =	22.82 %
Índice de Plasticidad      IP =	19.80 %
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Baja Plasticidad
Tipo de Suelo :	CL , ML , OL
Suelo :	<b>CL</b>

<b>Caractrísticas del Suelo :</b>	<b>CL</b>	Son arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %
-----------------------------------	-----------	--

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
 ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-6

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 2.00 m.

**FECHA**            Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CLASIFICACIÓN SUCS**

**N.T.P. 339.134**

% Que Pasa la Malla N° 200	52.40
Límite Líquido      LL =	34.96 %
Límite Plástico      LP =	15.22 %
Índice de Plasticidad      IP =	19.74 %
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Baja Plasticidad
Tipo de Suelo :	CL , ML , OL
Suelo :	<b>CL</b>

<b>Caractrísticas del Suelo :</b>	<b>CL</b>	Son arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %
-----------------------------------	-----------	--

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
 ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-7

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.70 m.

**FECHA**            Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CLASIFICACIÓN SUCS**

**N.T.P. 339.134**

% Que Pasa la Malla N° 200	60.83
Límite Líquido            LL =	30.58 %
Límite Plástico            LP =	12.91 %
Índice de Plasticidad      IP =	17.67 %
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Baja Plasticidad
Tipo de Suelo :	CL , ML , OL
Suelo :	<b>CL</b>

<b>Caractrísticas del Suelo :</b>	<b>CL</b>	Son arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %
-----------------------------------	-----------	--

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO  
 SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-8  
**MUESTRA:** M-1  
**PROF.(m):** 2.00 m.

**ASESOR :**  
 ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA  
**BACHILLERES RESPONSABLES :**  
 BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN  
 BACH. ZAVALA DETQUIZAN JAVIER

**FECHA** Abr-17

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
**N.T.P. 339.128**

Peso Inicial de la Muestra Seca	1164.43 g	
Peso de la Muestra Después del Labado	458.60 g	
Perdida por Lavado	705.83 g	
Tolerancia	60.62 %	

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Que Pasa
		(g)	(%)	
2 1/2"	63.500	0	0.00	100.00
2"	50.800	0	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0	0.00	100.00
1"	25.400	0	0.00	100.00
3/4"	19.050	0	0.00	100.00
1/2"	12.700	13.31	1.14	98.86
3/8"	9.525	12.84	1.10	97.75
N° 4	4.760	11.12	0.95	96.80
N° 8	2.380	14.19	1.22	95.58
N°10	2.000	6.65	0.57	95.01
N°16	1.190	12.97	1.11	93.90
N°20	0.840	10.95	0.94	92.96
N° 30	0.590	14.81	1.27	91.68
N° 40	0.426	16.25	1.40	90.29
N° 50	0.297	28.18	2.42	87.87
N° 80	0.177	65.97	5.67	82.20
N° 100	0.149	54.24	4.66	77.54
N° 200	0.074	197.12	16.93	60.62
<b>Cazoleta</b>		705.83	60.62	
<b>Total Retenido :</b>		1164.43	100.00	

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>	<b>CL</b>	Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad
---------------------------	-----------	--

<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>	<b>A - 6</b>	Suelo arcilloso
-----------------------------	--------------	-----------------



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
 ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-9

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.60 m.

**FECHA**           Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CLASIFICACIÓN SUCS**

**N.T.P. 339.134**

% Que Pasa la Malla N° 200	51.15
Límite Líquido           LL =	36.42 %
Límite Plástico           LP =	16.82 %
Índice de Plasticidad    IP =	19.60 %
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Baja Plasticidad
Tipo de Suelo :	CL , ML , OL
Suelo :	<b>CL</b>

<b>Caractrísticas del Suelo :</b>	<b>CL</b>	Son arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %
-----------------------------------	-----------	--

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-10

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.60 m.

**FECHA**            Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CLASIFICACIÓN SUCS**

**N.T.P. 339.134**

% Que Pasa la Malla N° 200	54.40
Límite Líquido            LL =	34.7 %
Límite Plástico            LP =	17.64 %
Índice de Plasticidad      IP =	17.06 %
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Baja Plasticidad
Tipo de Suelo :	CL , ML , OL
Suelo :	<b>CL</b>

<b>Características del Suelo :</b>	<b>CL</b>	Son arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %
------------------------------------	-----------	--

**PROYECTO: “ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS – AMAZONAS”**

---

**ANEXO 03 – ENSAYO 07 - CLASIFICACIÓN AASHTO**

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
 ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
 AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA :** C-1

**MUESTRA :** M-1

**PROF.(m) :** 1.85 m.

**FECHA**            Abr-17

**ASESOR**            :

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CLASIFICACIÓN AASHTO**

<b>Parámetros Usados</b>			
% Que Pasa la Malla N° 200		53.89	
Límite Líquido : LL=	35.34 %	Determinación del Índice de Grupo IG	
Límite Plástico : LP=	18.51 %	IG =	5.994
Índice de Plasticidad : IP=	16.83 %	IG =	6.00
Clasificación de Suelos :	A - 6		
Suelo :	<b>( 6 )</b>		
Tipo de Suelo :	Suelo Arcilloso		
Terreno de Fundación :	Regular a Malo		

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA :** C-2

**MUESTRA :** M-1

**PROF.(m) :** 2.00 m.

**FECHA**            Abr-17

**ASESOR**            :

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CLASIFICACIÓN AASHTO**

Parámetros Usados			
% Que Pasa la Malla N° 200		53.13	
Límite Líquido : LL=		37.90 %	Determinación del Índice de Grupo IG
Límite Plástico : LP=		17.90 %	IG = 7.249
Índice de Plasticidad : IP=		20.00 %	IG = 7.00
Clasificación de Suelos :	A - 6		
Suelo :	( 7 )		
Tipo de Suelo :	Suelo Arcilloso		
Terreno de Fundación :	Regular a Malo		

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

CALICATA : C-3

MUESTRA : M-1

PROF.(m) : 1.95 m.

FECHA : Abr-17

ASESOR :

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CLASIFICACIÓN AASHTO**

Parámetros Usados			
% Que Pasa la Malla N° 200		60.66	
Límite Líquido : LL=		43.07 %	Determinación del Índice de Grupo IG
Límite Plástico : LP=		24.43 %	IG = 9.471
Índice de Plasticidad : IP=		18.64 %	IG = 9.00
Clasificación de Suelos :	A - 7		
Suelo :	<b>( 9 ) A - 7 - 6</b>		
Tipo de Suelo :	Suelo Arcilloso		
Terreno de Fundación :	Regular a Malo		

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA :** C-4

**ASESOR :**

**MUESTRA :** M-1

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m) :** 1.75 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

**FECHA**            Abr-17

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CLASIFICACIÓN AASHTO**

<b>Parámetros Usados</b>			
% Que Pasa la Malla 200	N°	54.95	
Límite Líquido : LL=		38.94 %	Determinación del Índice de Grupo IG
Límite Plástico : LP=		19.00 %	IG = 7.855
Índice de Plasticidad : IP=		19.94 %	IG = 8.00
Clasificación de Suelos :	A - 6		
Suelo :	<b>( 8 )</b>		
Tipo de Suelo :	Suelo Arcilloso		
Terreno de Fundación :	Regular a Malo		

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA :** C-5

**ASESOR :**

**MUESTRA :** M-1

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**PROF.(m) :** 1.90 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

**FECHA**            Abr-17

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CLASIFICACIÓN AASHTO**

<b>Parámetros Usados</b>			
% Que Pasa la Malla N° 200	57.90		
Límite Líquido : LL=	42.62 %	Determinación del Índice de Grupo IG	
Límite Plástico : LP=	22.82 %	IG =	9.084
Índice de Plasticidad : IP=	19.80 %	IG =	9.00
Clasificación de Suelos :	A - 7		
Suelo :	<b>( 9 )            A - 7 - 6</b>		
Tipo de Suelo :	Suelo Arcilloso		
Terreno de Fundación :	Regular a Malo		



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA :** C-6

**MUESTRA :** M-1

**PROF.(m) :** 2.00 m.

**FECHA**            Abr-17

**ASESOR**            :

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CLASIFICACIÓN AASHTO**

<b>Parámetros Usados</b>			
% Que Pasa la Malla N° 200		52.40	
Límite Líquido : LL=		34.96 %	Determinación del Índice de Grupo IG
Límite Plástico : LP=		15.22 %	IG = 6.684
Índice de Plasticidad : IP=		19.74 %	IG = 7.00
Clasificación de Suelos :	A - 6		
Suelo :	(7)		
Tipo de Suelo :	Suelo Arcilloso		
Terreno de Fundación :	Regular a Malo		

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA :** C-7

**MUESTRA :** M-1

**PROF.(m) :** 1.70 m.

**FECHA**            Abr-17

**ASESOR**            :

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CLASIFICACIÓN AASHTO**

Parámetros Usados			
% Que Pasa la Malla N° 200		60.83	
Límite Líquido : LL=		30.58 %	Determinación del Índice de Grupo IG
Límite Plástico : LP=		12.91 %	IG = 7.465
Índice de Plasticidad : IP=		17.67 %	IG = 7.00
Clasificación de Suelos :	A - 6		
Suelo :	( 7 )		
Tipo de Suelo :	Suelo Arcilloso		
Terreno de Fundación :	Regular a Malo		

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA :** C-8

**MUESTRA :** M-1

**PROF.(m) :** 2.00 m.

**FECHA**            Abr-17

**ASESOR**            :

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CLASIFICACIÓN AASHTO**

<b>Parámetros Usados</b>			
% Que Pasa la Malla N° 200		60.62	
Límite Líquido : LL=	35.98 %	Determinación del Índice de Grupo IG	
Límite Plástico : LP=	16.47 %	IG =	8.948
Índice de Plasticidad : IP=	19.51 %	IG =	9.00
Clasificación de Suelos :	A - 6		
Suelo :	<b>( 9 )</b>		
Tipo de Suelo :	Suelo Arcilloso		
Terreno de Fundación :	Regular a Malo		

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA :** C-9

**MUESTRA :** M-1

**PROF.(m) :** 1.60 m.

**FECHA**            Abr-17

**ASESOR**            :

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CLASIFICACIÓN AASHTO**

<b>Parámetros Usados</b>			
% Que Pasa la Malla N° 200		51.15	
Límite Líquido : LL=		36.42 %	Determinación del Índice de Grupo IG
Límite Plástico : LP=		16.82 %	IG = 6.411
Índice de Plasticidad : IP=		19.60 %	IG = 6.00
Clasificación de Suelos :	A - 6		
Suelo :	<b>( 6 )</b>		
Tipo de Suelo :	Suelo Arcilloso		
Terreno de Fundación :	Regular a Malo		

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

CALICATA : C-10

ASESOR :

MUESTRA : M-1

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

PROF.(m) : 1.60 m.

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

FECHA Abr-17

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**CLASIFICACIÓN AASHTO**

Parámetros Usados			
% Que Pasa la Malla N° 200		54.40	
Límite Líquido : LL=		34.70 %	Determinación del Índice de Grupo IG
Límite Plástico : LP=		17.64 %	IG = 6.148
Índice de Plasticidad : IP=		17.06 %	IG = 6.00
Clasificación de Suelos :	A - 6		
Suelo :	<b>( 6 )</b>		
Tipo de Suelo :	Suelo Arcilloso		
Terreno de Fundación :	Regular a Malo		

**PROYECTO: “ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS  
ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS  
MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS – AMAZONAS”**

---

**ANEXO 03 – ENSAYO 08 - ANÁLISIS POR  
SEDIMENTACIÓN**

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**PROYECTO: ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-1

**MUESTRA:** M-1

**PROF. (m) :** 1.85 m.

**ASESOR:**

**BACHICLLERES RESPONSABLES:**

**FECHA**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

BACH. CERCADO VASQUEZ LENIN

BACH. ZVALETA DETSQUIZAN JAVIER

Abr-17

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SEDIMENTACIÓN**

Lectura Hidrómetro en agua (cm)				0.50	Peso Especifico de Solidos		(g/cm <sup>3</sup> )	2.70				
Lectura Hidrómetro en agua + defloculante (Cd)				3.00	Corrección por Peso Especifico:							
Peso de la Muestra Seca (g)				50.00	a = 0.99							
Fecha	Hora	Tiempo (minutos)	Temperatura °C	Corrección por Temperatura	Lectura Hidrómetro	Lectura Corregida	Corrección por Menisco	L de la Tabla (cm)	L/ Tiempo (cm/min)	K de la Tabla	Diámetro (mm)	% Que Pasa
13-03-17	09:00:00 a.m.	1.00	29.3	3.28	33.00	33.28	33.50	10.80	10.8000	0.012070	0.03967	65.81
		2.00	29	3.05	31.50	31.55	32.00	11.10	5.5500	0.012100	0.02851	62.40
		5.00	29	3.05	29.00	29.05	29.50	11.45	2.2900	0.012100	0.01831	57.46
		15.00	28.6	2.83	27.40	27.23	27.90	11.72	0.7813	0.012180	0.01077	53.86
		30.00	28.4	2.72	27.00	26.72	27.50	11.80	0.3933	0.012220	0.00766	52.85
		60.00	27.9	2.45	26.00	25.45	26.50	11.95	0.1992	0.012310	0.00549	50.34
		120.00	27	2.00	25.00	24.00	25.50	12.10	0.1008	0.012400	0.00394	47.47
		250.00	26.3	1.76	24.00	22.76	24.50	12.30	0.0492	0.012470	0.00277	45.00
		1440.00	25	1.65	22.00	20.65	22.50	12.60	0.0088	0.012700	0.00119	40.84

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-1

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.85 m.

**FECHA**      Abr-17

**ASESOR**                      :

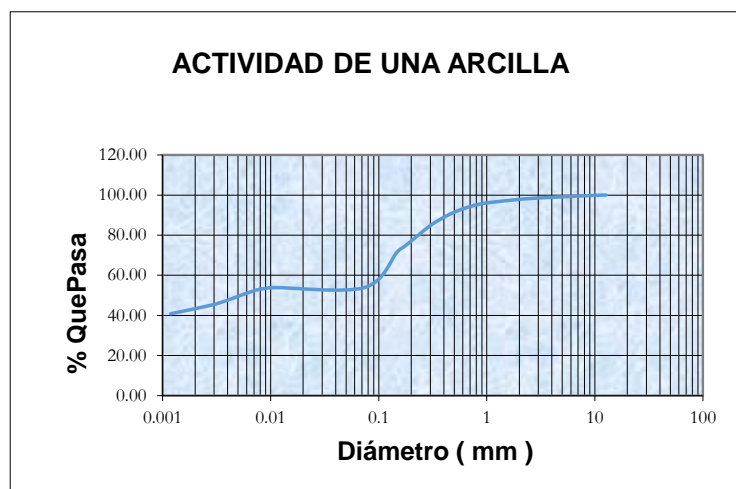
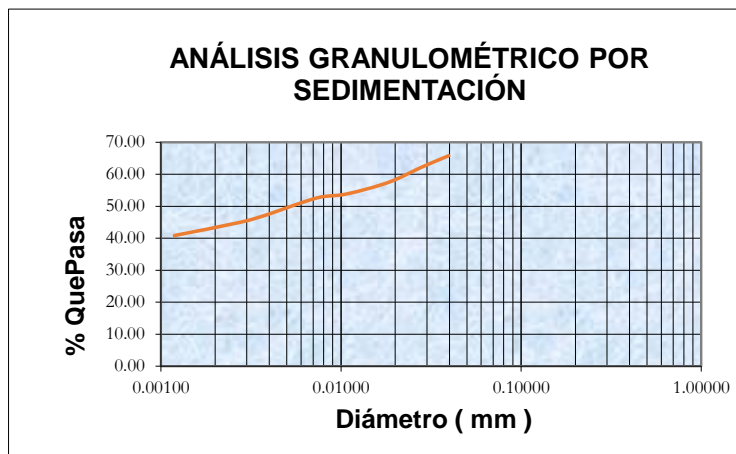
ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**





**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**PROYECTO: ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-2

**MUESTRA:** M-1

**PROF. (m):** 2.00 m.

**ASESOR:**

**BACHILLERES RESPONSABLES:**

**FECHA**

Abr-17

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

BACH. CERCADO VASQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETSQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SEDIMENTACIÓN**

Lectura Hidrómetro en agua (cm)				0.50	Peso Específico de Sólidos (g/cm <sup>3</sup> )			2.71				
Lectura Hidrómetro en agua + defloculante (Cd)				3.00	Corrección por Peso Específico:							
Peso de la Muestra Seca (g)				50.00	a = 0.99							
Fecha	Hora	Tiempo (minutos)	Temperatura °C	Corrección por Temperatura	Lectura Hidrómetro	Lectura Corregida	Corrección por Menisco	L de la Tabla (cm)	L/ Tiempo (cm/min)	K de la Tabla	Diámetro (mm)	% Que Pasa
14-03-17	09:00:00 a.m.	1.00	26.4	1.79	30.00	28.79	30.50	11.30	11.3000	0.012528	0.04211	56.82
		2.00	26.4	1.79	28.00	26.79	28.50	11.60	5.8000	0.012528	0.03017	52.87
		5.00	26.4	1.79	26.00	24.79	26.50	11.95	2.3900	0.012528	0.01937	48.92
		15.00	26.2	1.72	24.00	22.72	24.50	12.30	0.8200	0.012504	0.01132	44.84
		30.00	25.6	1.51	22.30	20.81	22.80	12.54	0.4180	0.012552	0.00812	41.07
		60.00	25.6	1.51	22.00	20.51	22.50	12.60	0.2100	0.012552	0.00575	40.48
		120.00	25.6	1.51	20.50	19.01	21.00	12.90	0.1075	0.012552	0.00412	37.52
		250.00	25	1.30	20.00	18.30	20.50	12.95	0.0518	0.012660	0.00288	36.12
		1440.00	25	1.30	17.00	15.30	17.50	13.40	0.0093	0.012660	0.00122	30.19

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-2

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 2.00 m.

**FECHA**      Abr-17

**ASESOR**                      :

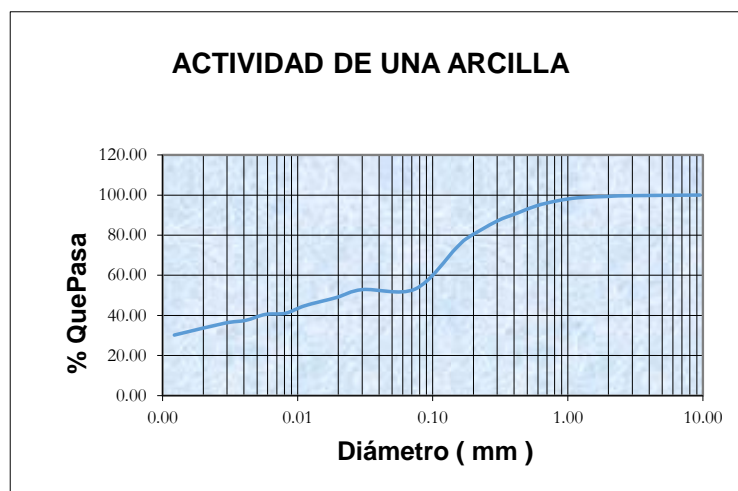
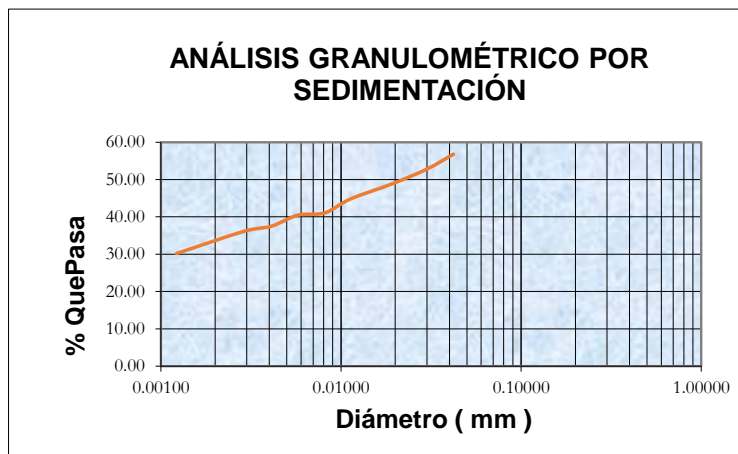
ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**PROYECTO: ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-3  
**MUESTRA:** M-1

**ASESOR:**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES:**

BACH. CERCADO VASQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETSQUIZAN JAVIER

**PROF. (m) :** 1.95 m.

**FECHA**

Abr-17

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SEDIMENTACIÓN**

Lectura Hidrómetro en agua (cm)		0.50		Peso Específico de Sólidos		(g/cm <sup>3</sup> )		2.71				
Lectura Hidrómetro en agua + defloculante (Cd)		3.00		Corrección por Peso Específico:								
Peso de la Muestra Seca (g)		50.00		a = 0.99								
Fecha	Hora	Tiempo (minutos)	Temperatura °C	Corrección por Temperatura	Lectura Hidrómetro	Lectura Corregida	Corrección por Menisco	L de la Tabla (cm)	L/ Tiempo (cm/min)	K de la Tabla	Diámetro (mm)	% Que Pasa
15-03-17	09:00:00 a.m.	1.00	27.2	2.10	32.00	31.10	32.50	11.00	11.0000	0.012340	0.04093	61.38
		2.00	27.2	2.10	30.60	29.70	31.10	11.19	5.5950	0.012340	0.02919	58.61
		5.00	27.2	2.10	28.00	27.10	28.50	11.60	2.3200	0.012340	0.01880	53.48
		15.00	27.0	2.00	26.50	25.50	27.00	11.90	0.7933	0.012360	0.01101	50.32
		30.00	26.4	1.79	26.00	24.79	26.50	11.95	0.3983	0.012432	0.00785	48.92
		60.00	26.4	1.79	25.00	23.79	25.50	12.10	0.2017	0.012432	0.00558	46.95
		120.00	26.0	1.65	24.00	22.65	24.50	12.30	0.1025	0.012480	0.00400	44.70
		250.00	25.6	1.51	23.00	21.51	23.50	12.45	0.0498	0.012552	0.00280	42.45
		1440.00	25.6	1.51	21.00	19.51	21.50	12.80	0.0089	0.012552	0.00118	38.50

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-3

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.95 m.

**FECHA**      Abr-17

**ASESOR**                      :

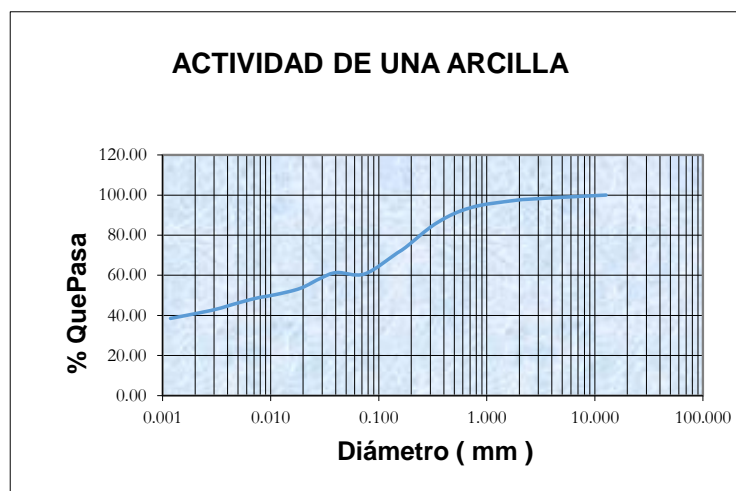
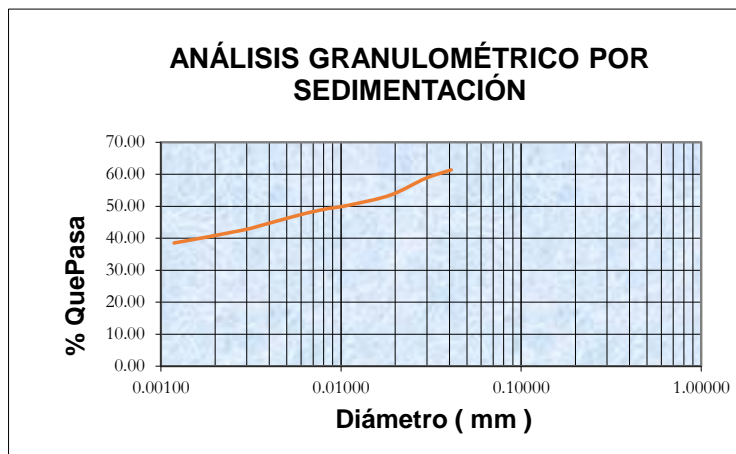
ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**PROYECTO: ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-4

**ASESOR:**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**MUESTRA:** M-1

**BACHILLERES RESPONSABLES:**

BACH. CERCADO VASQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETSQUIZAN JAVIER

**PROF. (m) :** 1.75 m.

**FECHA**

Abr-17

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SEDIMENTACIÓN**

Lectura Hidrómetro en agua (cm)				0.50	Peso Específico de Sólidos (g/cm <sup>3</sup> )			2.74				
Lectura Hidrómetro en agua + defloculante (Cd)				3.00	Corrección por Peso Específico:							
Peso de la Muestra Seca (g)				50.00	a = 0.98							
Fecha	Hora	Tiempo (minutos)	Temperatura °C	Corrección por Temperatura	Lectura Hidrómetro	Lectura Corregida	Corrección por Menisco	L de la Tabla (cm)	L/ Tiempo (cm/min)	K de la Tabla	Diámetro (mm)	% Que Pasa
16-03-17	09:00:00 a.m.	1.00	26	1.65	22.00	20.65	22.50	12.60	12.6000	0.012420	0.04409	40.49
		2.00	26	1.65	20.00	18.65	20.50	12.95	6.4750	0.012420	0.03160	36.57
		5.00	25.8	1.58	19.00	17.58	19.50	13.10	2.6200	0.012444	0.02014	34.47
		15.00	26	1.65	17.00	15.65	17.50	13.40	0.8933	0.012420	0.01174	30.69
		30.00	26	1.65	16.70	15.35	17.20	13.46	0.4487	0.012420	0.00832	30.10
		60.00	25.8	1.58	16.10	14.68	16.60	13.58	0.2263	0.012444	0.00592	28.79
		120.00	25.8	1.58	15.80	14.38	16.30	13.64	0.1137	0.012444	0.00420	28.20
		250.00	25.3	1.41	15.20	13.61	15.70	13.73	0.0549	0.012504	0.00293	26.69
		1440.00	25.3	1.41	14.00	12.41	14.50	13.95	0.0097	0.012504	0.00123	24.34

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-4

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.75 m.

**FECHA**      Abr-17

**ASESOR**                      :

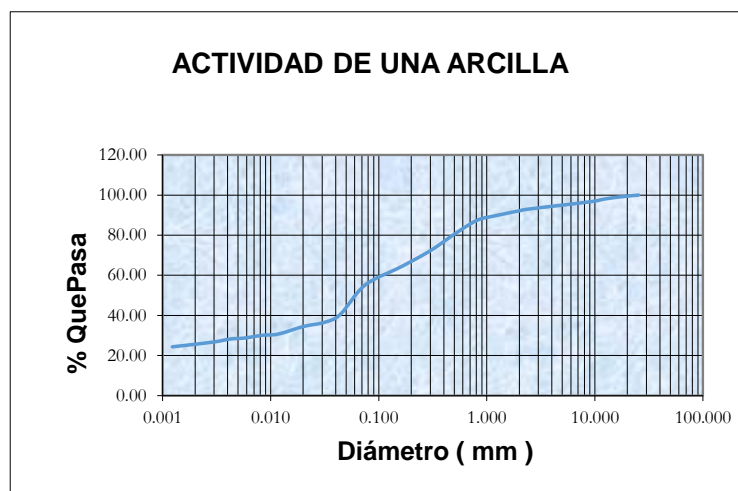
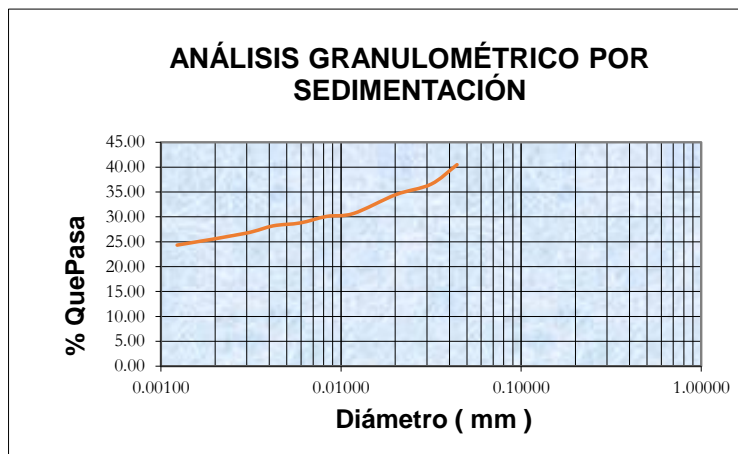
ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**PROYECTO: ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-5

**ASESOR:**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**MUESTRA:** M-1

**BACHILLERES RESPONSABLES:**

BACH. CERCADO VASQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETSQUIZAN JAVIER

**PROF. (m) :** 1.90 m.

**FECHA**

Abr-17

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SEDIMENTACIÓN**

Lectura Hidrómetro en agua (cm)		0.50		Peso Específico de Sólidos		(g/cm <sup>3</sup> )		2.78				
Lectura Hidrómetro en agua + defloculante (Cd)		3.00		Corrección por Peso Específico:								
Peso de la Muestra Seca (g)		50.00		a = 0.97								
Fecha	Hora	Tiempo (minutos)	Temperatura °C	Corrección por Temperatura	Lectura Hidrómetro	Lectura Corregida	Corrección por Menisco	L de la Tabla (cm)	L/ Tiempo (cm/min)	K de la Tabla	Diámetro (mm)	% Que Pasa
17-03-17	09:00:00 a.m.	1.00	28	2.50	22.00	21.50	22.50	12.60	12.6000	0.011980	0.04252	41.81
		2.00	28	2.50	20.00	19.50	20.50	12.95	6.4750	0.011980	0.03048	37.93
		5.00	27.5	2.25	19.00	18.25	19.50	13.10	2.6200	0.012030	0.01947	35.49
		15.00	27	2.00	17.00	16.00	17.50	13.40	0.8933	0.012080	0.01142	31.12
		30.00	27	2.00	16.70	15.70	17.20	13.46	0.4487	0.012080	0.00809	30.53
		60.00	26	1.65	16.10	14.75	16.60	13.58	0.2263	0.012280	0.00584	28.69
		120.00	26	1.65	15.80	14.45	16.30	13.64	0.1137	0.012280	0.00414	28.10
		250.00	26.5	1.83	15.20	14.03	15.70	13.73	0.0549	0.012180	0.00285	27.28
		1440.00	26.5	1.83	14.00	12.83	14.50	13.90	0.0097	0.012180	0.00120	24.94

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-5

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.90 m.

**FECHA**      Abr-17

**ASESOR**                      :

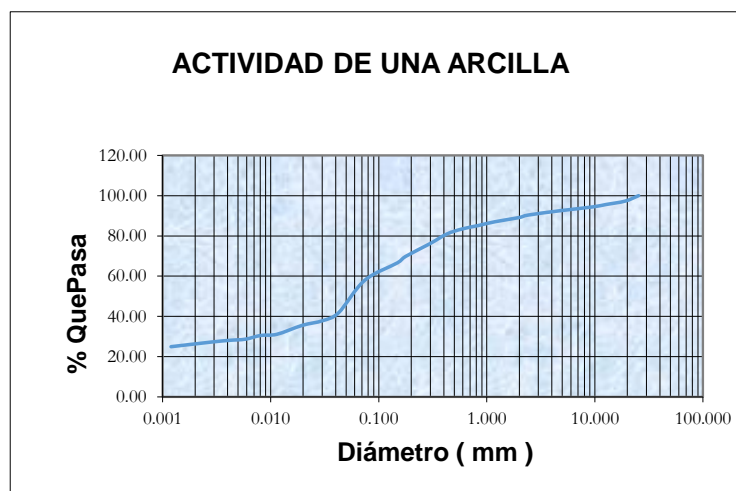
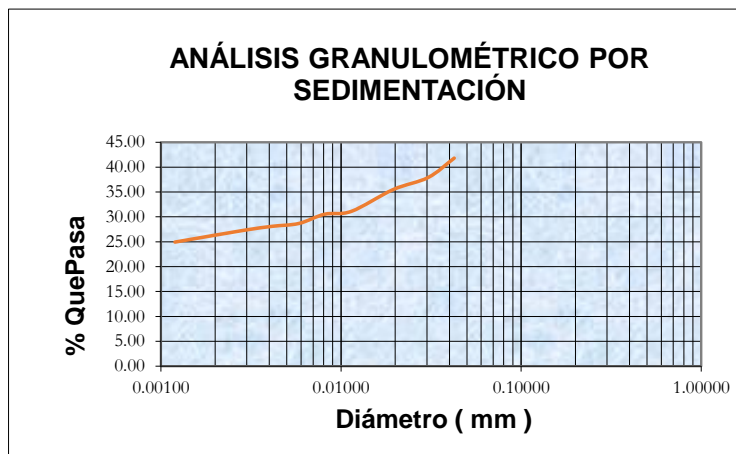
ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**





**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**PROYECTO: ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-6

**ASESOR:**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**MUESTRA:** M-1

**BACHILLERES RESPONSABLES:**

BACH. CERCADO VASQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETSQUIZAN JAVIER

**PROF. (m) :** 2.00 m.

**FECHA**

Abr-17

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SEDIMENTACIÓN**

Lectura Hidrómetro en agua (cm)				0.50	Peso Específico de Sólidos (g/cm <sup>3</sup> )			2.73				
Lectura Hidrómetro en agua + defloculante (Cd)				3.00	Corrección por Peso Específico:							
Peso de la Muestra Seca (g)				50.00	a = 0.98							
Fecha	Hora	Tiempo (minutos)	Temperatura °C	Corrección por Temperatura	Lectura Hidrómetro	Lectura Corregida	Corrección por Menisco	L de la Tabla (cm)	L/ Tiempo (cm/min)	K de la Tabla	Diámetro (mm)	% Que Pasa
20-03-17	09:00:00 a.m.	1.00	25	1.30	31.00	29.30	31.50	11.15	11.1500	0.012580	0.04201	57.58
		2.00	25	1.30	29.50	27.80	30.00	11.40	5.7000	0.012580	0.03003	54.63
		5.00	24.4	1.12	28.40	26.52	28.90	11.52	2.3040	0.012640	0.01919	52.11
		15.00	24	1.00	28.00	26.00	28.50	11.60	0.7733	0.012680	0.01115	51.09
		30.00	24	1.00	26.60	24.60	27.10	11.88	0.3960	0.012680	0.00798	48.34
		60.00	25.5	1.48	25.00	23.48	25.50	12.10	0.2017	0.012510	0.00562	46.13
		120.00	26	1.65	24.50	23.15	25.00	12.20	0.1017	0.012440	0.00397	45.49
		250.00	26	1.65	23.00	21.65	23.50	12.45	0.0498	0.012440	0.00278	42.54
		1440.00	25.5	1.48	21.00	19.48	21.50	12.80	0.0089	0.012510	0.00118	38.28

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-6

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 2.00 m.

**FECHA**      Abr-17

**ASESOR**                    :

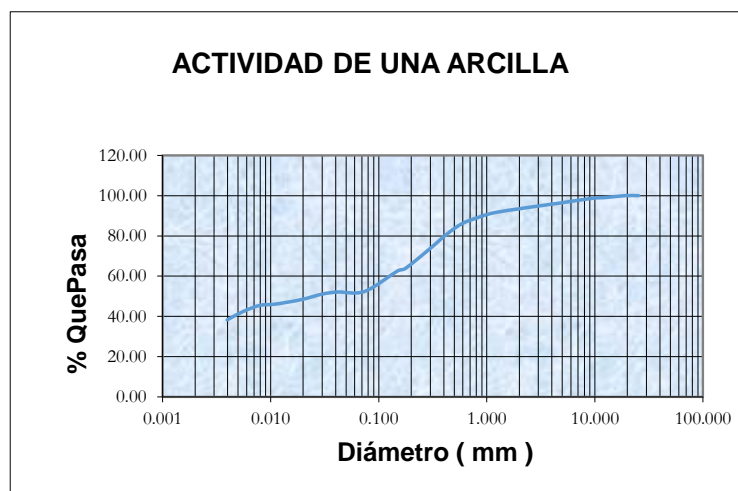
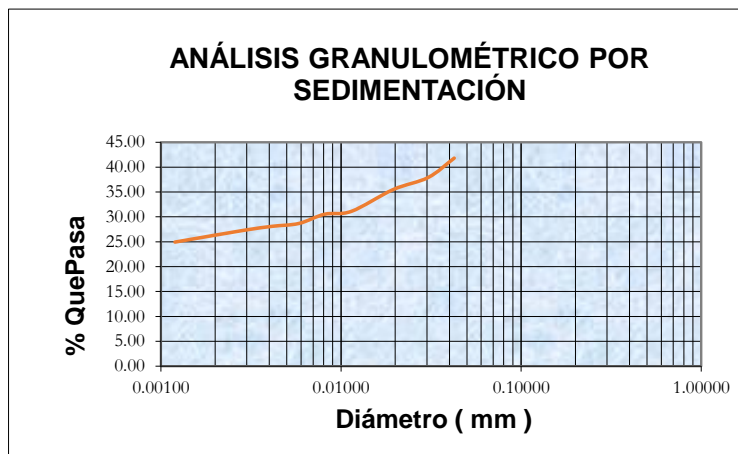
ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**PROYECTO: ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-7

**MUESTRA:** M-1

**PROF. (m) :** 1.70 m.

**ASESOR:**

**BACHILLERES RESPONSABLES:**

**FECHA**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

BACH. CERCADO VASQUEZ LENIN

BACH. ZAVALITA DETSQUIZAN JAVIER

Abr-17

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SEDIMENTACIÓN**

Lectura Hidrómetro en agua (cm)		0.50		Peso Específico de Solidos		(g/cm <sup>3</sup> )		2.72				
Lectura Hidrómetro en agua + defloculante (Cd)		3.00		Corrección por Peso Específico:								
Peso de la Muestra Seca (g)		50.00		a = 0.98								
Fecha	Hora	Tiempo (minutos)	Temperatura °C	Corrección por Temperatura	Lectura Hidrómetro	Lectura Corregida	Corrección por Menisco	L de la Tabla (cm)	L/ Tiempo (cm/min)	K de la Tabla	Diámetro (mm)	% Que Pasa
21-03-17	09:00:00 a.m.	1.00	27	2.00	30.00	29.00	30.50	11.30	11.3000	0.012320	0.04141	57.11
		2.00	27	2.00	28.00	27.00	28.50	11.60	5.8000	0.012320	0.02967	53.17
		5.00	26.5	1.83	28.00	26.83	28.50	11.60	2.3200	0.012390	0.01887	52.83
		15.00	26	1.65	27.50	26.15	28.00	11.70	0.7800	0.012460	0.01100	51.50
		30.00	26	1.65	27.00	25.65	27.50	11.80	0.3933	0.012460	0.00781	50.51
		60.00	25	1.30	27.00	25.30	27.50	11.80	0.1967	0.012620	0.00560	49.82
		120.00	25	1.30	26.00	24.30	26.50	11.95	0.0996	0.012620	0.00398	47.85
		250.00	24.6	1.18	24.50	22.68	25.00	12.20	0.0488	0.012660	0.00280	44.66
		1440.00	25	1.30	22.00	20.30	22.50	12.60	0.0088	0.012620	0.00118	39.98

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-7

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.70 m.

**FECHA**      Abr-17

**ASESOR**                      :

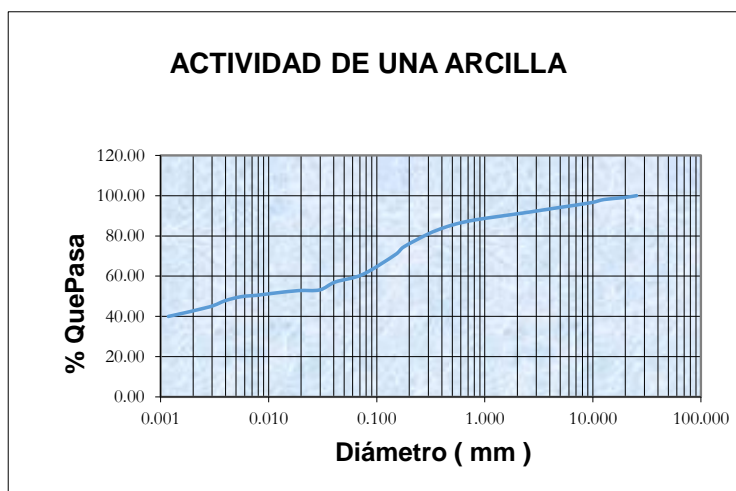
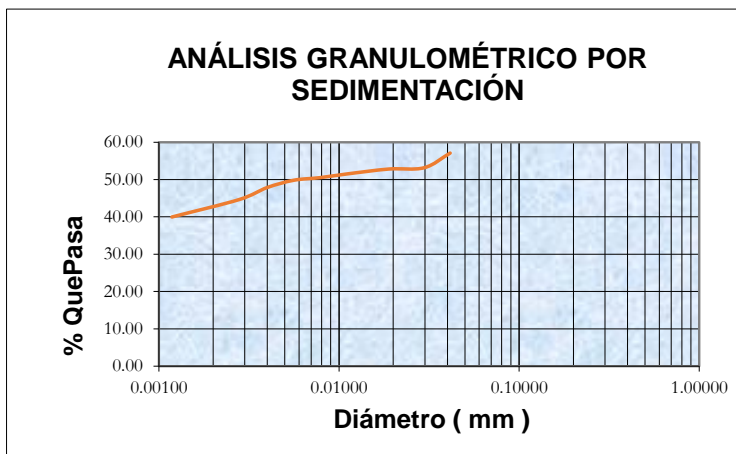
ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**PROYECTO: ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-8

**MUESTRA:** M-1

**PROF. (m) :** 2.00 m.

**ASESOR:**

**BACHILLERES RESPONSABLES:**

**FECHA**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

BACH. CERCADO VASQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETSQUIZAN JAVIER

Abr-17

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SEDIMENTACIÓN**

Lectura Hidrómetro en agua (cm)		0.50		Peso Específico de Solidos		(g/cm <sup>3</sup> )		2.79				
Lectura Hidrómetro en agua + defloculante (Cd)		3.00		Corrección por Peso Específico:								
Peso de la Muestra Seca (g)		50.00		a = 0.97								
Fecha	Hora	Tiempo (minutos)	Temperatura °C	Corrección por Temperatura	Lectura Hidrómetro	Lectura Corregida	Corrección por Menisco	L de la Tabla (cm)	L/ Tiempo (cm/min)	K de la Tabla	Diámetro (mm)	% Que Pasa
22-03-17	09:00:00 a.m.	1.00	28	2.50	29.00	28.50	29.50	11.45	11.4500	0.011940	0.04040	55.32
		2.00	27	2.00	28.50	27.50	29.00	11.50	5.7500	0.012040	0.02887	53.38
		5.00	27	2.00	28.00	27.00	28.50	11.60	2.3200	0.012040	0.01834	52.41
		15.00	25	1.30	26.00	24.30	26.50	11.95	0.7967	0.012340	0.01101	47.17
		30.00	25.5	1.48	24.00	22.48	24.50	12.30	0.4100	0.012290	0.00787	43.62
		60.00	25	1.30	23.00	21.30	23.50	12.45	0.2075	0.012310	0.00561	41.34
		120.00	26	1.65	22.50	21.15	23.00	12.50	0.1042	0.012240	0.00395	41.05
		250.00	24	1.00	21.00	19.00	21.50	12.80	0.0512	0.012520	0.00283	36.88
		1440.00	26	1.65	20.00	18.65	20.50	12.95	0.0090	0.012240	0.00116	36.20

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
 ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
 AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-8

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 2.00 m.

**FECHA**      Abr-17

**ASESOR**                    :

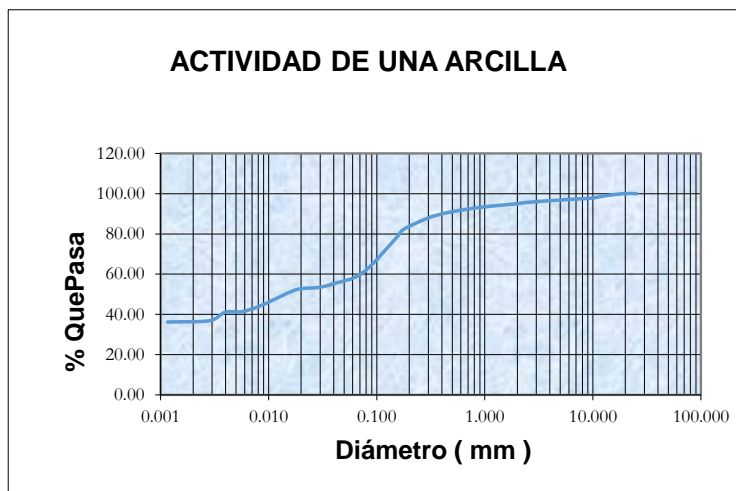
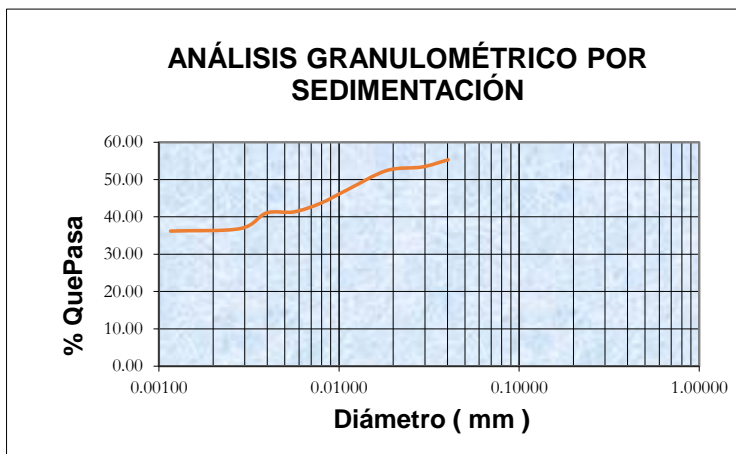
ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**PROYECTO: ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-9

**MUESTRA:** M-1

**PROF. (m) :** 1.60 m.

**ASESOR:**

**BACHILLERES RESPONSABLES:**

**FECHA**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

BACH. CERCADO VASQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETSQUIZAN JAVIER

Abr-17

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SEDIMENTACIÓN**

Lectura Hidrómetro en agua (cm)				0.50	Peso Específico de Sólidos (g/cm <sup>3</sup> )			2.74				
Lectura Hidrómetro en agua + defloculante (Cd)				3.00	Corrección por Peso Específico:							
Peso de la Muestra Seca (g)				50.00	a = 0.98							
Fecha	Hora	Tiempo (minutos)	Temperatura °C	Corrección por Temperatura	Lectura Hidrómetro	Lectura Corregida	Corrección por Menisco	L de la Tabla (cm)	L/ Tiempo (cm/min)	K de la Tabla	Diámetro (mm)	% Que Pasa
23-03-17	09:00:00 a.m.	1.00	27	2.00	30.00	29.00	30.50	11.30	11.3000	0.012240	0.04115	56.87
		2.00	26	1.65	29.00	27.65	29.50	11.45	5.7250	0.012420	0.02972	54.22
		5.00	25.5	1.48	27.50	25.98	28.00	11.70	2.3400	0.012480	0.01909	50.94
		15.00	25	1.30	27.00	25.30	27.50	11.80	0.7867	0.012540	0.01112	49.61
		30.00	24	1.00	24.00	22.00	24.50	12.30	0.4100	0.012640	0.00809	43.14
		60.00	23	0.70	22.00	19.70	22.50	12.60	0.2100	0.012840	0.00588	38.63
		120.00	25	1.30	21.50	19.80	22.00	12.70	0.1058	0.012540	0.00408	38.83
		250.00	25.5	1.45	21.00	19.45	21.50	12.80	0.0512	0.012480	0.00282	38.14
		1440.00	26	1.65	20.60	19.25	21.10	12.88	0.0089	0.012420	0.00117	37.75

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-9

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.60 m.

**FECHA**      Abr-17

**ASESOR**                      :

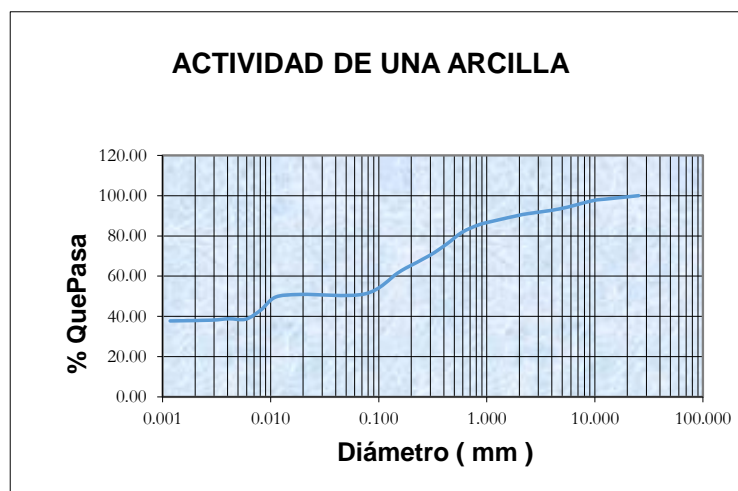
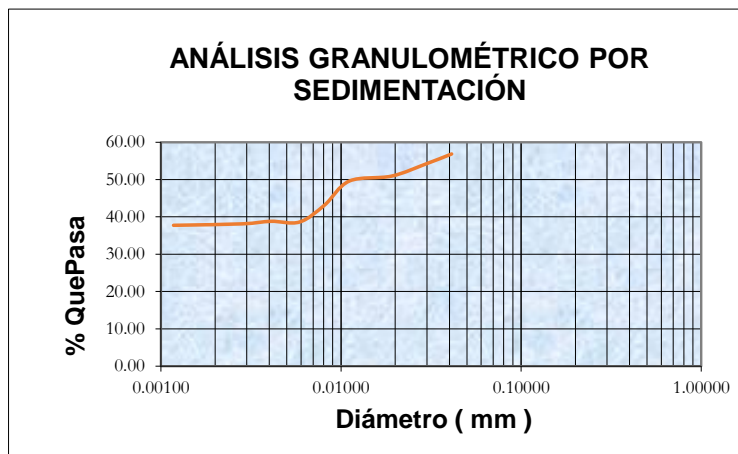
ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**





**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**PROYECTO: ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-10

**MUESTRA:** M-1

**PROF. (m) :** 1.60 m.

**ASESOR:**

**BACHICLLERES RESPONSABLES:**

**FECHA**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

BACH. CERCADO VASQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETSQUIZAN JAVIER

Abr-17

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SEDIMENTACIÓN**

Lectura Hidrómetro en agua (cm)		0.50		Peso Específico de Sólidos		(g/cm <sup>3</sup> )		2.78				
Lectura Hidrómetro en agua + defloculante (Cd)		3.00		Corrección por Peso Específico:								
Peso de la Muestra Seca (g)		50.00		a = 0.97								
Fecha	Hora	Tiempo (minutos)	Temperatura °C	Corrección por Temperatura	Lectura Hidrómetro	Lectura Corregida	Corrección por Menisco	L de la Tabla (cm)	L/ Tiempo (cm/min)	K de la Tabla	Diámetro (mm)	% Que Pasa
24-03-17	09:00:00 a.m.	1.00	26	1.65	29.00	27.65	29.50	11.45	11.4500	0.012280	0.04155	53.78
		2.00	26	1.65	27.00	25.65	27.50	11.80	5.9000	0.012280	0.02983	49.89
		5.00	25	1.30	25.00	23.30	25.50	12.10	2.4200	0.012380	0.01926	45.32
		15.00	25	1.30	24.00	22.30	24.50	12.30	0.8200	0.012380	0.01121	43.37
		30.00	26	1.65	22.00	20.65	22.50	12.60	0.4200	0.012280	0.00796	40.16
		60.00	24	1.00	21.50	19.50	22.00	12.70	0.2117	0.012540	0.00577	37.93
		120.00	25	1.30	21.00	19.30	21.50	12.80	0.1067	0.012380	0.00404	37.54
		250.00	26	1.65	20.60	19.25	21.10	12.88	0.0515	0.012280	0.00279	37.44
		1440.00	24	1.00	19.50	17.50	20.00	13.00	0.0090	0.012540	0.00119	34.04

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-10

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.60 m.

**FECHA**      Abr-17

**ASESOR**                      :

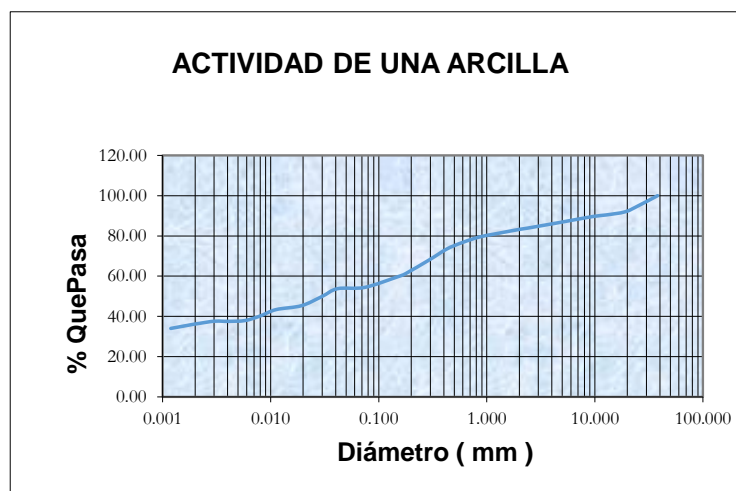
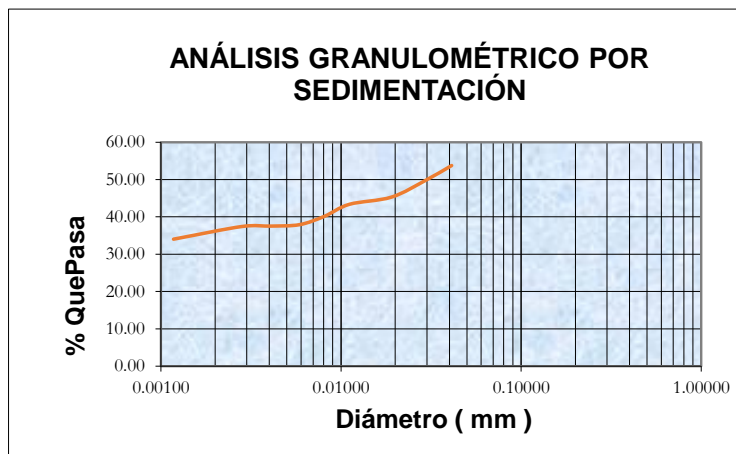
ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**



**PROYECTO: “ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS  
ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS  
MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS – AMAZONAS”**

---

**ANEXO 03 – ENSAYO 09 - CONSOLIDACIÓN  
UNIDIMENSIONAL**

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
 ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
 AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-1

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.85 m.

**FECHA**            Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN**  
**N.T.P. 339.154**

Tiempo (Minutos)	ETAPA DE CARGA						
	0.125 Kg/cm <sup>2</sup>	0.25 Kg/cm <sup>2</sup>	0.50 Kg/cm <sup>2</sup>	1.00 Kg/cm <sup>2</sup>	2.00 Kg/cm <sup>2</sup>	4.00 Kg/cm <sup>2</sup>	8.00 Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.10	0.000	0.000	0.000	0.100	0.250	0.530	0.850
0.25	0.000	0.000	0.000	0.100	0.260	0.550	0.870
0.50	0.000	0.000	0.000	0.110	0.280	0.560	0.880
1.00	0.000	0.000	0.000	0.110	0.300	0.570	0.900
2.00	0.000	0.000	0.000	0.130	0.320	0.590	0.930
4.00	0.000	0.000	0.000	0.130	0.330	0.600	0.940
8.00	0.000	0.000	0.020	0.130	0.350	0.620	0.970
15.00	0.000	0.000	0.020	0.140	0.360	0.630	1.010
30.00	0.000	0.000	0.030	0.140	0.380	0.650	1.030
60.00	0.000	0.000	0.030	0.140	0.390	0.660	1.060
120.00	0.000	0.000	0.030	0.140	0.400	0.680	1.100
240.00	0.000	0.000	0.030	0.150	0.420	0.710	1.140
480.00	0.000	0.000	0.040	0.150	0.430	0.720	1.190
1440.00	0.000	0.000	0.040	0.150	0.450	0.750	1.240

Tiempo (Minutos)	ETAPA DE DESCARGA		
	4.00 Kg/cm <sup>2</sup>	2.00 Kg/cm <sup>2</sup>	1.00 Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	1.240	1.100	1.060
0.10	1.210	1.100	1.060
0.25	1.190	1.100	1.060
0.50	1.170	1.100	1.060
1.00	1.160	1.100	1.060
2.00	1.160	1.100	1.060
4.00	1.160	1.090	1.060
8.00	1.150	1.090	1.060
15.00	1.150	1.090	1.060
30.00	1.130	1.080	1.060
60.00	1.130	1.080	1.060
120.00	1.120	1.070	1.050
240.00	1.110	1.070	1.050
480.00	1.110	1.070	1.050
1440.00	1.100	1.060	1.050

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES  
 DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE  
 CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-1

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.85 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN  
 N.T.P. 339.154**

**DATOS DEL ESPECIMEN**

Altura Inicial de la muestra (Ho)		2.00 cm		Peso de la Muestra Natural (Wm)		124.10 g		
Diámetro Inicial de la muestra (Do)		6.31 cm		Peso Específico de Sólidos (Pe)		2.70 g/cm <sup>3</sup>		
Area Inicial de la Muestra (Ao)		31.27 cm <sup>2</sup>		Contenido de Humedad (W)		20.02%		
Carga Aplicada (Kg/cm <sup>2</sup> )	Consolidación (mm)		Deformación (mm)		Altura Promedio (cm)	Peso Volumétrico Seco (g/cm <sup>3</sup> )	Relación de Vacíos (e)	Coeficiente de Consolidación (cm <sup>2</sup> /min)
	0%	100%	Parcial	Acum.				
0.125	0.00	0.00	0.00	0.00	2.000	1.980	0.363	
0.250	0.00	0.00	0.00	0.00	2.000	1.980	0.363	
0.500	0.00	0.04	0.04	0.04	1.996	1.984	0.361	
1.000	0.04	0.15	0.11	0.15	1.985	1.995	0.353	
2.000	0.15	0.45	0.30	0.45	1.955	2.026	0.333	0.565
4.000	0.45	0.75	0.30	0.75	1.925	2.057	0.312	0.433
8.000	0.75	1.24	0.49	1.24	1.876	2.111	0.279	0.398
4.000	1.24	1.10	-0.14	1.10	1.890	2.096	0.288	
2.000	1.10	1.06	-0.04	1.06	1.894	2.091	0.291	
1.000	1.06	1.05	-0.01	1.05	1.895	2.090	0.292	

ANTES DEL ENSAYO	
MUESTRA	124.10 g

DESPUÉS DEL ENSAYO	
MUESTRA HÚMEDA	128.20 g
MUESTRA SECA	103.40 g

HUMEDAD INICIAL	20.02%		
HUMEDAD FINAL	23.98%		
DENSIDAD SECA INICIAL	1.65 g/cm <sup>3</sup>	GRADO SAT. INICIAL	85.37%
VOLUMEN DE SÓLIDOS	38.30 cm <sup>3</sup>	GRADO SAT. FINAL	121.75%
RELACIÓN DE VACÍOS ANTES DEL ENSAYO	0.63 cm		
RELACIÓN DE VACÍOS DEPUÉS DEL ENSAYO	0.53 cm		

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES  
DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE  
CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-1

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.85 m.

**FECHA**      Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

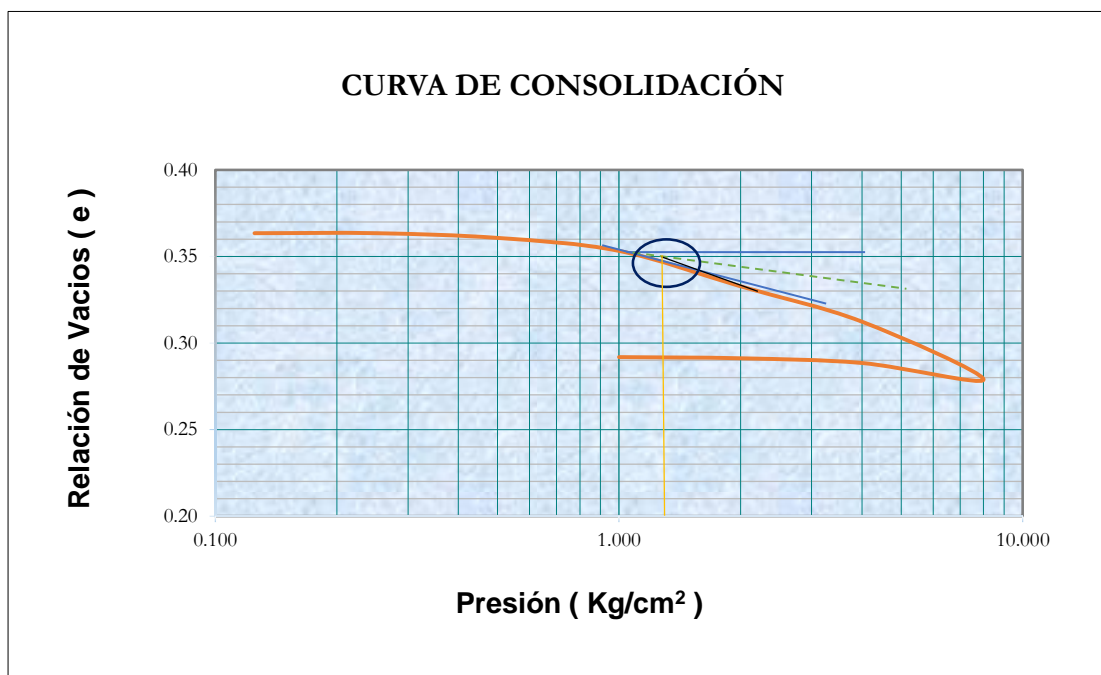
**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN  
N.T.P. 339.154**



INDICE DE COMPRESIÓN (Cc)	0.23 Kg/cm <sup>2</sup>
INDICE DE ABULTAMIENTO (Cs)	0.05 Kg/cm <sup>2</sup>
PRESIÓN DE PRECONSOLIDACIÓN	1.38 Kg/cm <sup>2</sup>
PRESIÓN VERTICAL EFECTICA	1.12 Kg/cm <sup>2</sup>
INDICE DE SOBRECONSOLIDACIÓN (OCR)	1.23 Kg/cm <sup>2</sup>

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES  
 DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE  
 CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-1  
**MUESTRA:** M-1  
**PROF.(m):** 1.85 m.

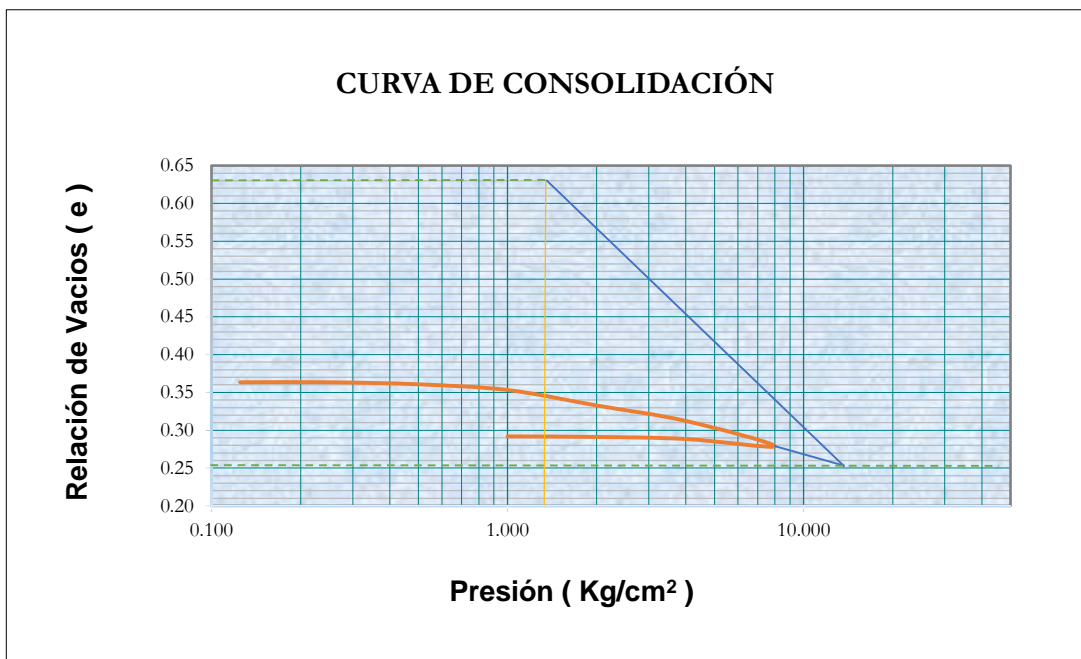
**ASESOR :**  
 ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA  
**BACHILLERES RESPONSABLES :**  
 BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN  
 BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**FECHA**      Abr-17

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN**  
**N.T.P. 339.154**

**DETERMINACIÓN GRÁFICA DEL ÍNDICE DE COMPRESIBILIDAD**



e1	=	0.35
e2	=	0.30

$\sigma_{v1}$	=	7.53
$\sigma_{v2}$	=	10.04

ÍNDICE DE COMPRESIÓN GRÁFICA ( $C_c$ )	0.40 Kg/cm <sup>2</sup>
ÍNDICE DE COMPRESIÓN FÓRMULA EMPÍRICA ( $C_c$ )	0.23 Kg/cm <sup>2</sup>

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
 ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
 AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-1

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.85 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

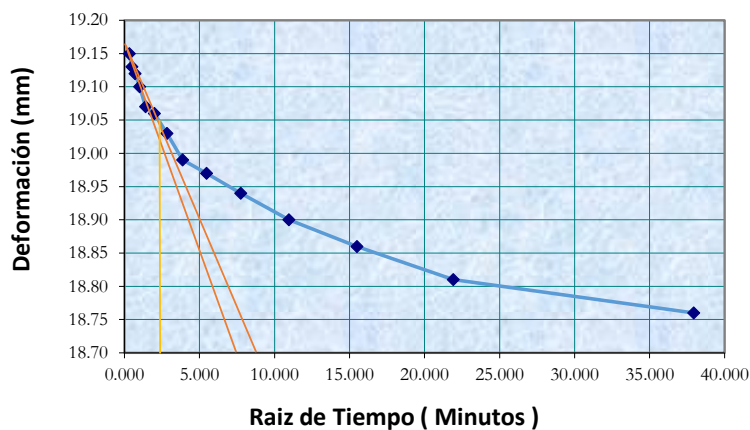
BACH. ZVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN N.T.P. 339.154**

Tiempo (Minutos)	Raiz Cuadrada de Tiempo	DEFORMACIÓN		
		2.00 Kg/cm <sup>2</sup>	4.00 Kg/cm <sup>2</sup>	8.00 Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.000	20.000	20.000	20.000
0.10	0.316	19.750	19.470	19.150
0.25	0.500	19.740	19.450	19.130
0.50	0.707	19.720	19.440	19.120
1.00	1.000	19.700	19.430	19.100
2.00	1.414	19.680	19.410	19.070
4.00	2.000	19.670	19.400	19.060
8.00	2.828	19.650	19.380	19.030
15.00	3.873	19.640	19.370	18.990
30.00	5.477	19.620	19.350	18.970
60.00	7.746	19.610	19.340	18.940
120.00	10.954	19.600	19.320	18.900
240.00	15.492	19.580	19.290	18.860
480.00	21.909	19.570	19.280	18.810
1440.00	37.947	19.550	19.250	18.760

**DEFORMACIÓN 8kg/cm<sup>2</sup> vs RAIZ DE TIEMPO**



A	=	7.60 min
A *1.15	=	8.74 min
t90	=	2.13 min
Tv	=	0.848
H	=	2.00 cm
Cv	=	0.398 cm <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
 ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
 AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-1

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.85 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

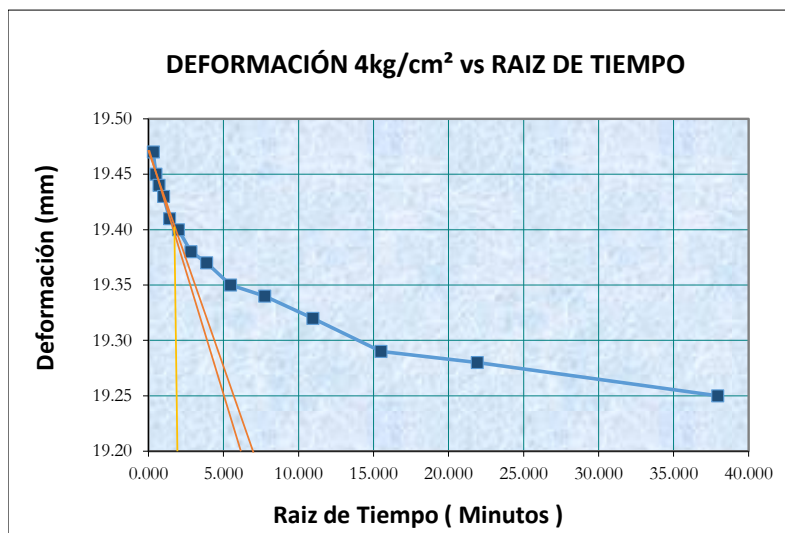
**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

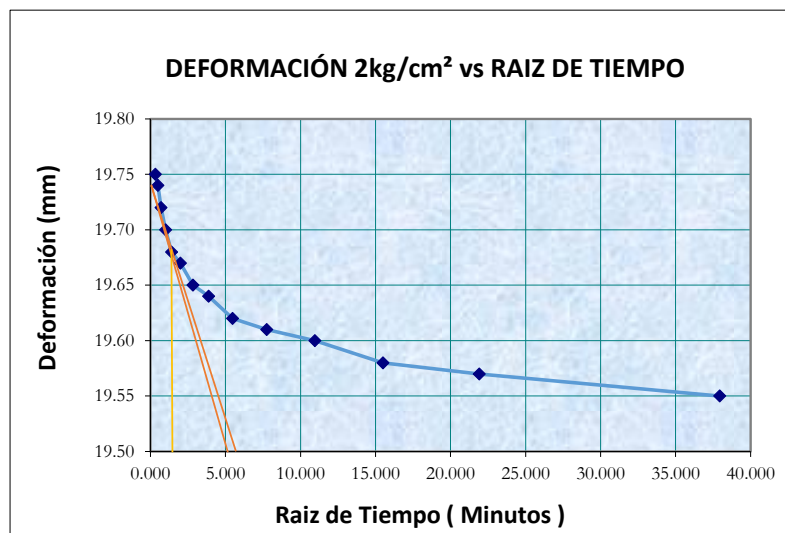
BACH. ZVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN N.T.P 339.154**



A =	6.06 min
A *1.15 =	6.97 min
t <sub>90</sub> =	1.96 min
T <sub>v</sub> =	0.848
H =	2.00 cm
C <sub>v</sub> =	0.433 cm <sup>2</sup> /min



A =	5.10 min
A *1.15 =	5.87 min
t <sub>90</sub> =	1.50 min
T <sub>v</sub> =	0.848
H =	2.00 cm
C <sub>v</sub> =	0.565 cm <sup>2</sup> /min

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
 ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
 AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-2

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 2.00 m.

**FECHA**            Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN**  
**N.T.P. 339.154**

Tiempo (Minutos)	ETAPA DE CARGA						
	0.125 Kg/cm <sup>2</sup>	0.25 Kg/cm <sup>2</sup>	0.50 Kg/cm <sup>2</sup>	1.00 Kg/cm <sup>2</sup>	2.00 Kg/cm <sup>2</sup>	4.00 Kg/cm <sup>2</sup>	8.00 Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.10	0.000	0.000	0.040	0.110	0.260	0.500	0.830
0.25	0.000	0.000	0.050	0.110	0.270	0.520	0.850
0.50	0.000	0.000	0.050	0.120	0.280	0.550	0.870
1.00	0.000	0.000	0.060	0.120	0.290	0.560	0.900
2.00	0.000	0.000	0.060	0.130	0.310	0.570	0.920
4.00	0.000	0.000	0.060	0.140	0.320	0.590	0.940
8.00	0.000	0.000	0.060	0.140	0.330	0.610	0.990
15.00	0.000	0.000	0.060	0.140	0.340	0.620	1.020
30.00	0.000	0.000	0.060	0.140	0.350	0.640	1.050
60.00	0.000	0.000	0.060	0.140	0.360	0.670	1.060
120.00	0.000	0.000	0.060	0.140	0.370	0.670	1.090
240.00	0.000	0.000	0.060	0.140	0.380	0.680	1.120
480.00	0.000	0.000	0.060	0.140	0.400	0.700	1.150
1440.00	0.000	0.000	0.060	0.140	0.450	0.720	1.210

Tiempo (Minutos)	ETAPA DE DESCARGA		
	4.00 Kg/cm <sup>2</sup>	2.00 Kg/cm <sup>2</sup>	1.00 Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	1.210	1.150	1.140
0.10	1.200	1.150	1.140
0.25	1.200	1.150	1.140
0.50	1.200	1.150	1.140
1.00	1.190	1.150	1.140
2.00	1.190	1.150	1.140
4.00	1.170	1.150	1.140
8.00	1.170	1.150	1.140
15.00	1.170	1.150	1.140
30.00	1.160	1.150	1.140
60.00	1.160	1.150	1.140
120.00	1.160	1.140	1.130
240.00	1.160	1.140	1.130
480.00	1.160	1.140	1.130
1440.00	1.150	1.140	1.130

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES  
 DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE  
 CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-2

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 2.00 m.

**FECHA**      Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN  
 N.T.P. 339.154**

**DATOS DEL ESPECIMEN**

Altura Inicial de la muestra (Ho)		2.00 cm		Peso de la Muestra Natural (Wm)		123.20 g		
Diámetro Inicial de la muestra (Do)		6.31 cm		Peso Específico de Sólidos (Pe)		2.71 g/cm <sup>3</sup>		
Area Inicial de la Muestra (Ao)		31.27 cm <sup>2</sup>		Contenido de Humedad (W)		24.07%		
Carga Aplicada (Kg/cm <sup>2</sup> )	Consolidación (mm)		Deformación (mm)		Altura Promedio (cm)	Peso Volumétrico Seco (g/cm <sup>3</sup> )	Relación de Vacíos (e)	Coeficiente de Consolidación (cm <sup>2</sup> /min)
	0%	100%	Parcial	Acum.				
0.125	0.00	0.00	0.00	0.00	2.000	1.965	0.379	
0.250	0.00	0.00	0.00	0.00	2.000	1.965	0.379	
0.500	0.00	0.06	0.06	0.06	1.994	1.971	0.375	
1.000	0.06	0.14	0.08	0.14	1.986	1.979	0.369	
2.000	0.14	0.45	0.31	0.45	1.955	2.010	0.348	0.406
4.000	0.45	0.72	0.27	0.72	1.928	2.039	0.329	0.291
8.000	0.72	1.21	0.49	1.21	1.879	2.092	0.296	0.223
4.000	1.21	1.15	-0.06	1.15	1.885	2.085	0.300	
2.000	1.15	1.14	-0.01	1.14	1.886	2.084	0.300	
1.000	1.14	1.13	-0.01	1.13	1.887	2.083	0.301	

ANTES DEL ENSAYO	
MUESTRA	123.20 g

DESPUÉS DEL ENSAYO	
MUESTRA HÚMEDA	127.40 g
MUESTRA SECA	99.30 g

HUMEDAD INICIAL	24.07%		
HUMEDAD FINAL	28.30%		
DENSIDAD SECA INICIAL	1.59 g/cm <sup>3</sup>	GRADO SAT. INICIAL	92.27%
VOLUMEN DE SÓLIDOS	36.64 cm <sup>3</sup>	GRADO SAT. FINAL	127.05%
RELACIÓN DE VACÍOS ANTES DEL ENSAYO	0.71 cm		
RELACIÓN DE VACÍOS DEPUÉS DEL ENSAYO	0.60 cm		

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES  
 DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE  
 CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-2

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 2.00 m.

**FECHA**      Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

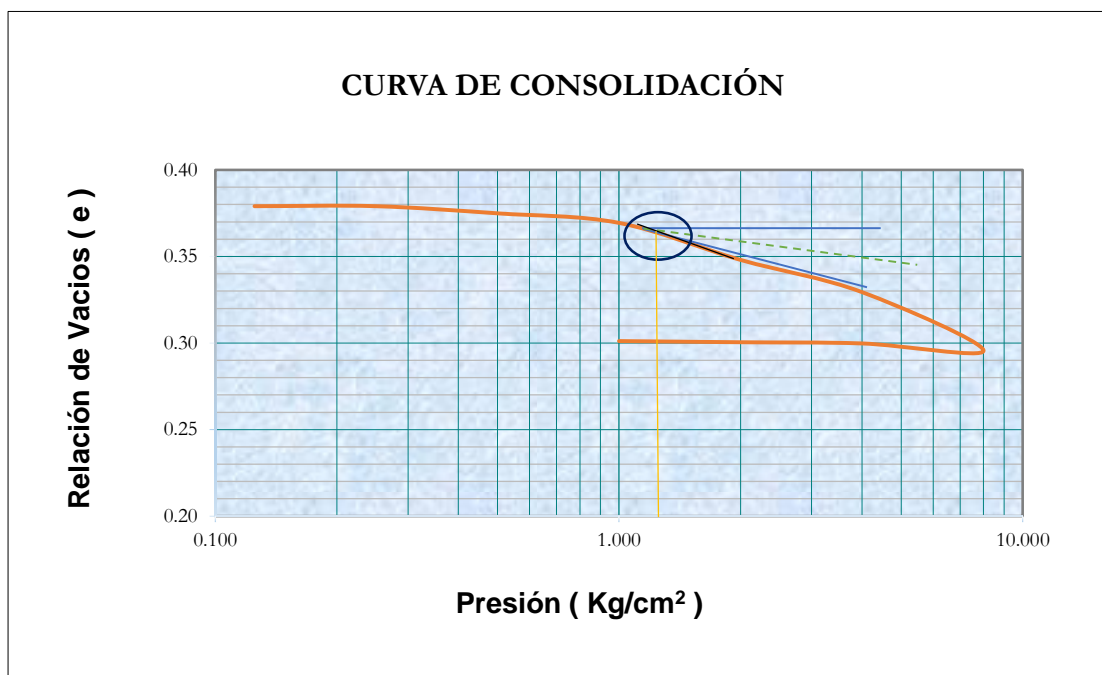
**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN  
 N.T.P. 339.154**



INDICE DE COMPRESIÓN (Cc)	0.25 Kg/cm <sup>2</sup>
INDICE DE ABULTAMIENTO (Cs)	0.05 Kg/cm <sup>2</sup>
PRESIÓN DE PRECONSOLIDACIÓN	1.37 Kg/cm <sup>2</sup>
PRESIÓN VERTICAL EFECTICA	1.31 Kg/cm <sup>2</sup>
INDICE DE SOBRECONSOLIDACIÓN (OCR)	1.05 Kg/cm <sup>2</sup>

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES  
 DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE  
 CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-2

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 2.00 m.

**FECHA**      Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

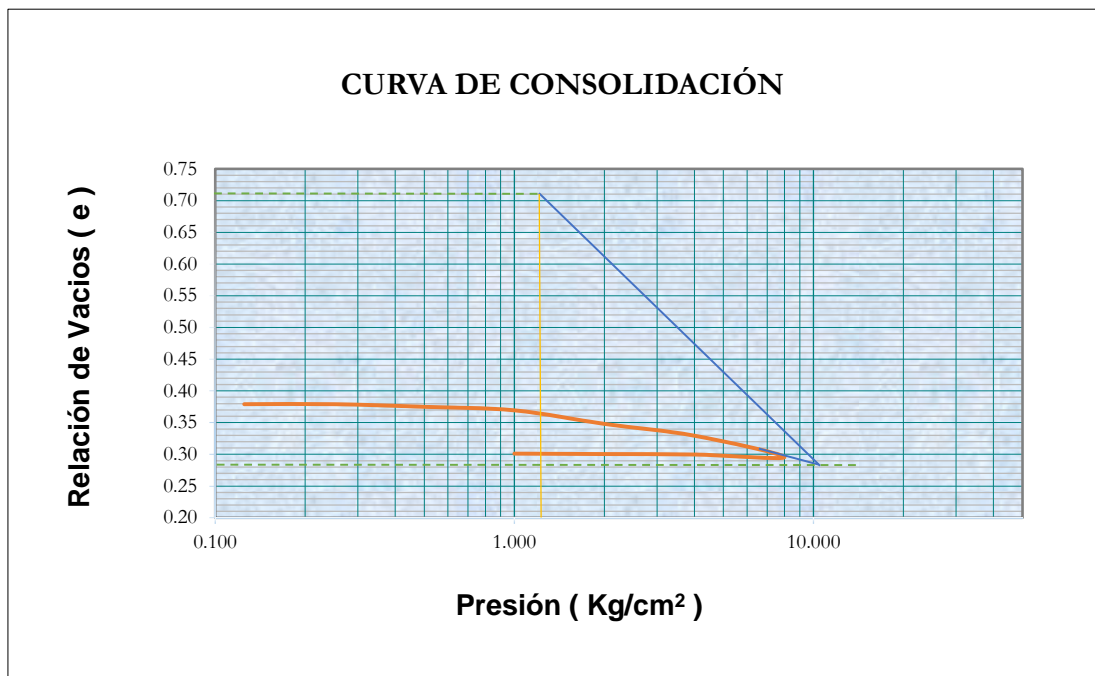
BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN  
 N.T.P. 339.154**

**DETERMINACIÓN GRÁFICA DEL ÍNDICE DE COMPRESIBILIDAD**



e <sub>1</sub>	=	0.35
e <sub>2</sub>	=	0.34

σ <sub>v1</sub>	=	7.41
σ <sub>v2</sub>	=	8.00

ÍNDICE DE COMPRESIÓN GRÁFICA (C <sub>c</sub> )	0.30 Kg/cm <sup>2</sup>
ÍNDICE DE COMPRESIÓN FÓRMULA EMPÍRICA (C <sub>c</sub> )	0.25 Kg/cm <sup>2</sup>

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
 ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
 AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-2

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 2.00 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

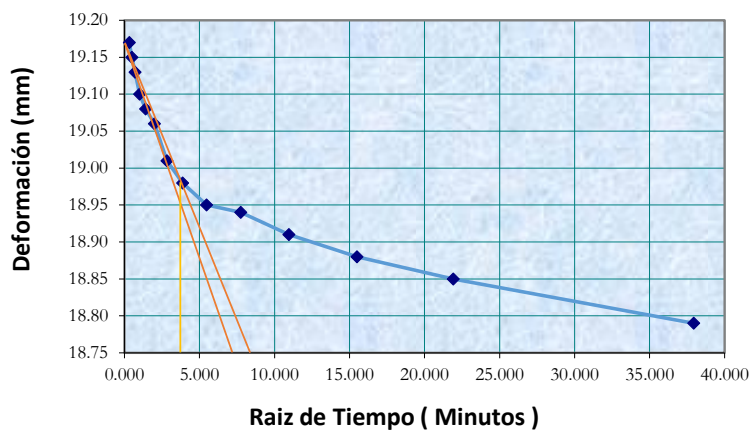
BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN N.T.P. 339.154**

Tiempo (Minutos)	Raiz Cuadrada de Tiempo	DEFORMACIÓN		
		2.00 Kg/cm <sup>2</sup>	4.00 Kg/cm <sup>2</sup>	8.00 Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.000	20.000	20.000	20.000
0.10	0.316	19.740	19.500	19.170
0.25	0.500	19.730	19.480	19.150
0.50	0.707	19.720	19.450	19.130
1.00	1.000	19.710	19.440	19.100
2.00	1.414	19.690	19.430	19.080
4.00	2.000	19.680	19.410	19.060
8.00	2.828	19.670	19.390	19.010
15.00	3.873	19.660	19.380	18.980
30.00	5.477	19.650	19.360	18.950
60.00	7.746	19.640	19.330	18.940
120.00	10.954	19.630	19.330	18.910
240.00	15.492	19.620	19.320	18.880
480.00	21.909	19.600	19.300	18.850
1440.00	37.947	19.550	19.280	18.790

**DEFORMACIÓN 8kg/cm<sup>2</sup> vs RAIZ DE TIEMPO**



A	=	7.10 min
A * 1.15	=	8.17 min
t <sub>90</sub>	=	3.81 min
T <sub>v</sub>	=	0.848
H	=	2.00 cm
C <sub>v</sub>	=	0.223 cm <sup>2</sup> /min

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
 ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
 AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-2

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 2.00 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

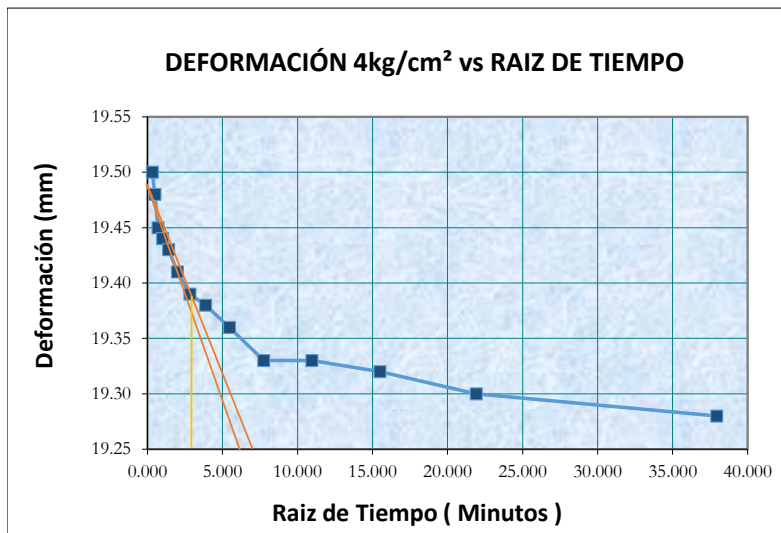
**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

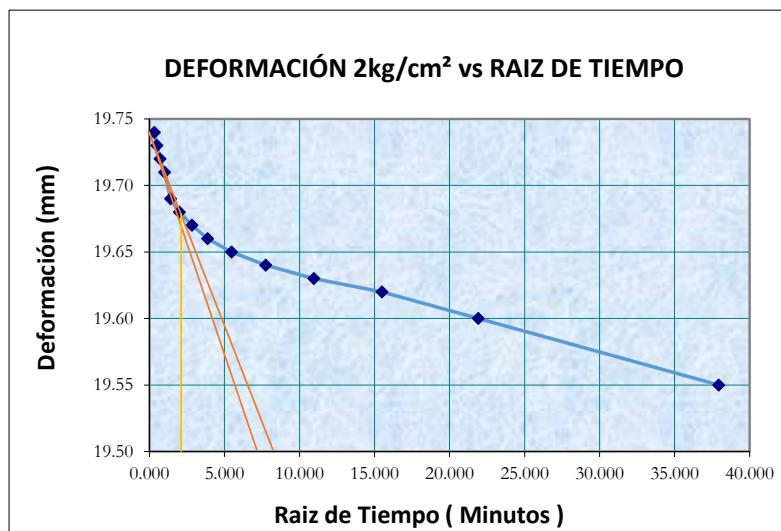
**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN N.T.P. 339.154**



A =	6.04 min
A *1.15 =	6.95 min

t <sub>90</sub> =	2.91 min
T <sub>v</sub> =	0.848
H =	2.00 cm

C <sub>v</sub> =	0.291 cm <sup>2</sup> /min
------------------	----------------------------



A =	7.05 min
A *1.15 =	8.11 min

t <sub>90</sub> =	2.09 min
T <sub>v</sub> =	0.848
H =	2.00 cm

C <sub>v</sub> =	0.406 cm <sup>2</sup> /min
------------------	----------------------------

# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Laboratorio de mecánica de suelos

## PROYECTO:

ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
AMAZONAS

## I.- DATOS GENERALES

CALICATA: C-3

MUESTRA: M-1

PROF.(m): 1.95 m.

FECHA Abr-17

ASESOR :

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

BACHILLERES RESPONSABLES :

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

## II.- DATOS TÉCNICOS

### ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN

N.T.P. 339.154

Tiempo (Minutos)	ETAPA DE CARGA						
	0.125 Kg/cm <sup>2</sup>	0.25 Kg/cm <sup>2</sup>	0.50 Kg/cm <sup>2</sup>	1.00 Kg/cm <sup>2</sup>	2.00 Kg/cm <sup>2</sup>	4.00 Kg/cm <sup>2</sup>	8.00 Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.10	0.000	0.000	0.000	0.040	0.130	0.440	0.800
0.25	0.000	0.000	0.000	0.040	0.140	0.460	0.820
0.50	0.000	0.000	0.000	0.050	0.160	0.490	0.850
1.00	0.000	0.000	0.000	0.050	0.170	0.540	0.870
2.00	0.000	0.000	0.000	0.050	0.190	0.580	0.900
4.00	0.000	0.000	0.000	0.060	0.220	0.620	0.920
8.00	0.000	0.000	0.000	0.060	0.250	0.650	0.950
15.00	0.000	0.000	0.010	0.070	0.270	0.670	0.980
30.00	0.000	0.000	0.010	0.080	0.280	0.690	1.010
60.00	0.000	0.000	0.010	0.080	0.300	0.700	1.040
120.00	0.000	0.000	0.020	0.090	0.320	0.710	1.070
240.00	0.000	0.000	0.020	0.090	0.350	0.720	1.090
480.00	0.000	0.000	0.020	0.090	0.370	0.740	1.110
1440.00	0.000	0.000	0.020	0.100	0.400	0.770	1.140

Tiempo (Minutos)	ETAPA DE DESCARGA		
	4.00 Kg/cm <sup>2</sup>	2.00 Kg/cm <sup>2</sup>	1.00 Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	1.140	1.110	1.090
0.10	1.130	1.100	1.090
0.25	1.130	1.100	1.090
0.50	1.130	1.100	1.090
1.00	1.130	1.100	1.090
2.00	1.130	1.100	1.090
4.00	1.130	1.100	1.090
8.00	1.130	1.100	1.090
15.00	1.130	1.100	1.090
30.00	1.130	1.100	1.090
60.00	1.130	1.100	1.090
120.00	1.120	1.100	1.090
240.00	1.120	1.100	1.080
480.00	1.120	1.090	1.080
1440.00	1.110	1.090	1.080



# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES  
DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE  
CHACHAPOYAS - AMAZONAS

## I.- DATOS GENERALES

CALICATA: C-3

MUESTRA: M-1

PROF.(m): 1.95 m.

FECHA Abr-17

ASESOR :

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

BACHILLERES RESPONSABLES :

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALA DETQUIZAN JAVIER

## II.- DATOS TÉCNICOS

### ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN N.T.P. 339.154

#### DATOS DEL ESPECIMEN

Altura Inicial de la muestra (Ho)		2.00 cm			Peso de la Muestra Natural (Wm)		123.60 g	
Diámetro Inicial de la muestra (Do)		6.31 cm			Peso Específico de Sólidos (Pe)		2.71 g/cm <sup>3</sup>	
Area Inicial de la Muestra (Ao)		31.27 cm <sup>2</sup>			Contenido de Humedad (W)		25.48%	
Carga Aplicada (Kg/cm <sup>2</sup> )	Consolidación (mm)		Deformación (mm)		Altura Promedio (cm)	Peso Volumétrico Seco (g/cm <sup>3</sup> )	Relación de Vacíos (e)	Coeficiente de Consolidación (cm <sup>2</sup> /min)
	0%	100%	Parcial	Acum.				
0.125	0.00	0.00	0.00	0.00	2.000	1.971	0.375	
0.250	0.00	0.00	0.00	0.00	2.000	1.971	0.375	
0.500	0.00	0.02	0.02	0.02	1.998	1.973	0.373	
1.000	0.00	0.10	0.10	0.12	1.988	1.983	0.367	
2.000	0.00	0.40	0.40	0.52	1.948	2.024	0.339	0.230
4.000	0.4	0.77	0.37	0.89	1.911	2.063	0.314	0.274
8.000	0.77	1.14	0.37	1.26	1.874	2.104	0.288	0.275
4.000	1.14	1.11	-0.03	1.23	1.877	2.100	0.290	
2.000	1.11	1.09	-0.02	1.21	1.879	2.098	0.292	
1.000	1.09	1.08	-0.01	1.2	1.880	2.097	0.292	

ANTES DEL ENSAYO	
MUESTRA	123.60 g

DESPUÉS DEL ENSAYO	
MUESTRA HÚMEDA	128.60 g
MUESTRA SECA	98.50 g

HUMEDAD INICIAL	25.48%		
HUMEDAD FINAL	30.56%		
DENSIDAD SECA INICIAL	1.57 g/cm <sup>3</sup>	GRADO SAT. INICIAL	95.82%
VOLUMEN DE SÓLIDOS	36.35 cm <sup>3</sup>	GRADO SAT. FINAL	135.24%
RELACIÓN DE VACÍOS ANTES DEL ENSAYO	0.72 cm		
RELACIÓN DE VACÍOS DEPUÉS DEL ENSAYO	0.61 cm		

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES  
 DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE  
 CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-3

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.95 m.

**FECHA**      Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

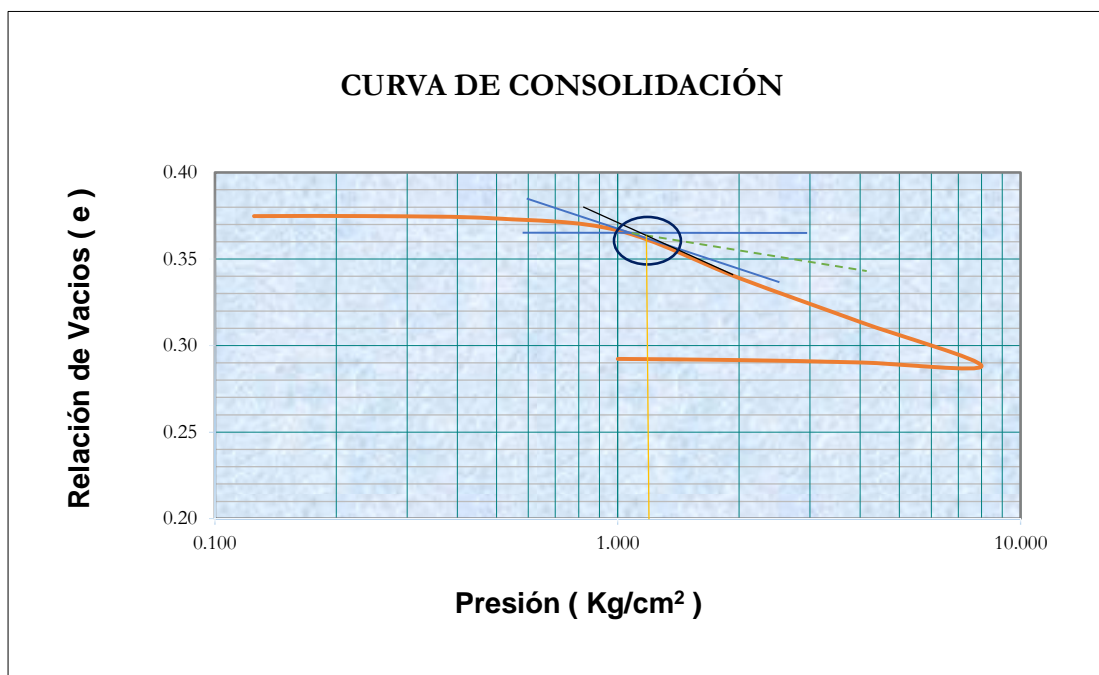
**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN  
 N.T.P. 339.154**



INDICE DE COMPRESIÓN (Cc)	0.30 Kg/cm <sup>2</sup>
INDICE DE ABULTAMIENTO (Cs)	0.05 Kg/cm <sup>2</sup>
PRESIÓN DE PRECONSOLIDACIÓN	1.24 Kg/cm <sup>2</sup>
PRESIÓN VERTICAL EFECTICA	1.12 Kg/cm <sup>2</sup>
INDICE DE SOBRECONSOLIDACIÓN (OCR)	1.11 Kg/cm <sup>2</sup>

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES  
 DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE  
 CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-3

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.95 m.

**FECHA**      Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

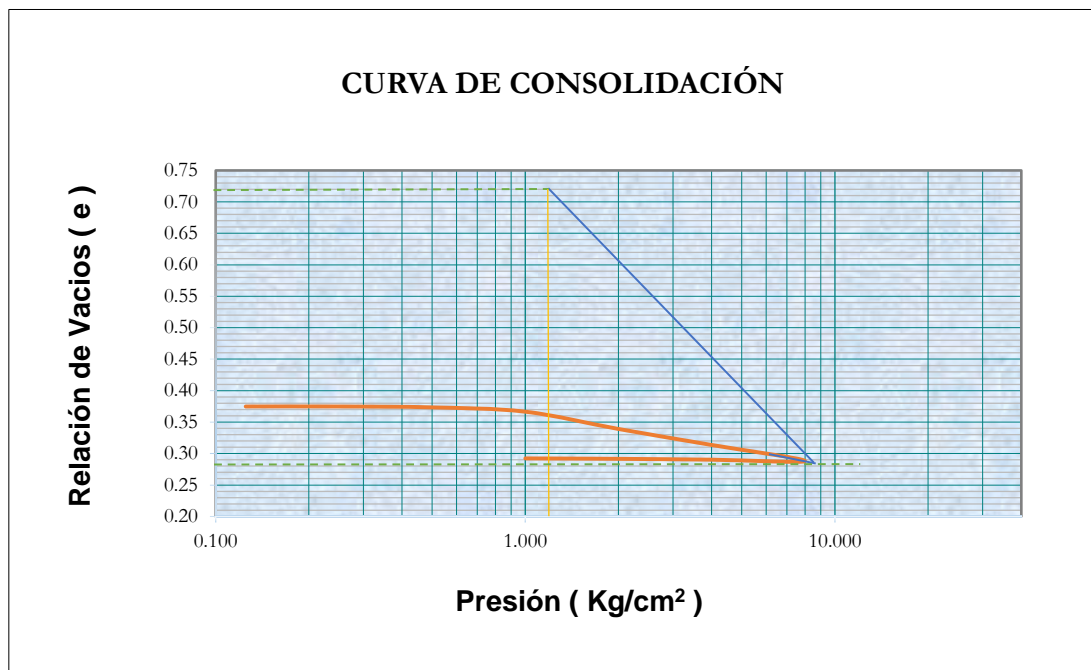
BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN  
 N.T.P. 339.154**

**DETERMINACIÓN GRÁFICA DEL ÍNDICE DE COMPRESIBILIDAD**



e <sub>1</sub>	=	0.34
e <sub>2</sub>	=	0.33

σ <sub>v1</sub>	=	6.95
σ <sub>v2</sub>	=	7.45

ÍNDICE DE COMPRESIÓN GRÁFICA (C <sub>c</sub> )	0.33 Kg/cm <sup>2</sup>
ÍNDICE DE COMPRESIÓN FÓRMULA EMPÍRICA (C <sub>c</sub> )	0.30 Kg/cm <sup>2</sup>

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
 ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
 AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-3

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.95 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

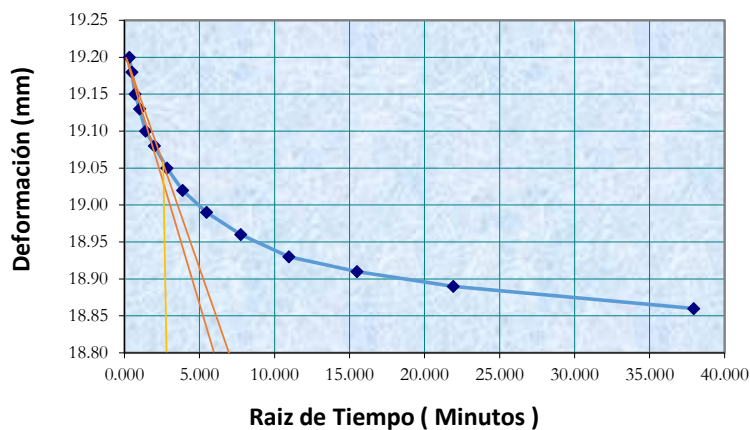
BACH. ZAVALA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN N.T.P. 339.154**

Tiempo (Minutos)	Raiz Cuadrada de Tiempo	DEFORMACIÓN		
		2.00 Kg/cm <sup>2</sup>	4.00 Kg/cm <sup>2</sup>	8.00 Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.000	20.000	20.000	20.000
0.10	0.316	19.870	19.560	19.200
0.25	0.500	19.860	19.540	19.180
0.50	0.707	19.840	19.510	19.150
1.00	1.000	19.830	19.460	19.130
2.00	1.414	19.810	19.420	19.100
4.00	2.000	19.780	19.380	19.080
8.00	2.828	19.750	19.350	19.050
15.00	3.873	19.730	19.330	19.020
30.00	5.477	19.720	19.310	18.990
60.00	7.746	19.700	19.300	18.960
120.00	10.954	19.680	19.290	18.930
240.00	15.492	19.650	19.280	18.910
480.00	21.909	19.630	19.260	18.890
1440.00	37.947	19.600	19.230	18.860

**DEFORMACIÓN 8kg/cm<sup>2</sup> vs RAZA DE TIEMPO**



A	=	5.91 min
A * 1.15	=	6.80 min
t <sub>90</sub>	=	3.08 min
T <sub>v</sub>	=	0.848
H	=	2.00 cm
C <sub>v</sub>	=	0.275 cm <sup>2</sup> /min

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
 ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
 AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-3

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.95 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

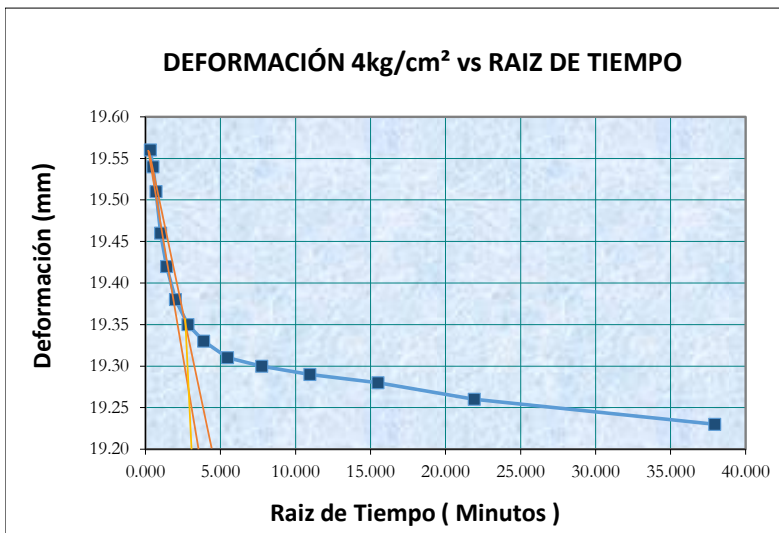
**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

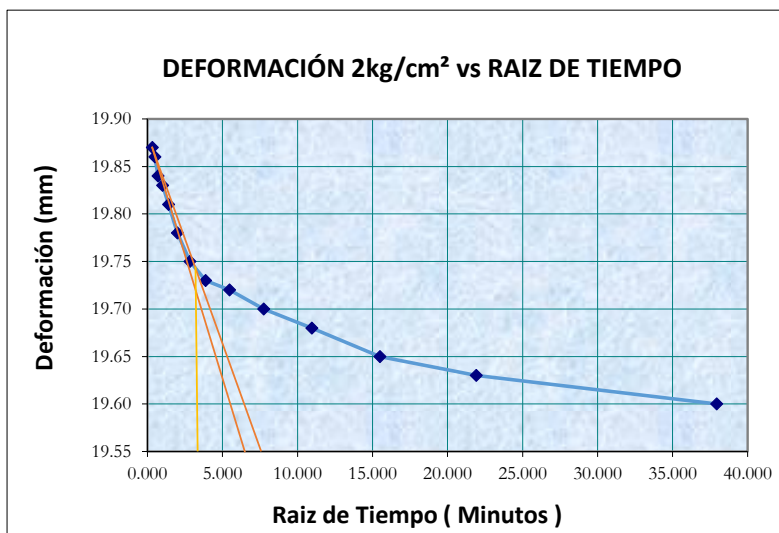
BACH. ZVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN N.T.P. 339.154**



A =	3.92 min
A *1.15 =	4.51 min
t <sub>90</sub> =	3.09 min
T <sub>v</sub> =	0.848
H =	2.00 cm
C <sub>v</sub> =	0.274 cm <sup>2</sup> /min



A =	6.25 min
A *1.15 =	7.19 min
t <sub>90</sub> =	3.68 min
T <sub>v</sub> =	0.848
H =	2.00 cm
C <sub>v</sub> =	0.230 cm <sup>2</sup> /min

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
 ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
 AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-4

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.75 m.

**FECHA**            Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN**  
**N.T.P. 339.154**

Tiempo (Minutos)	ETAPA DE CARGA						
	0.125 Kg/cm <sup>2</sup>	0.25 Kg/cm <sup>2</sup>	0.50 Kg/cm <sup>2</sup>	1.00 Kg/cm <sup>2</sup>	2.00 Kg/cm <sup>2</sup>	4.00 Kg/cm <sup>2</sup>	8.00 Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.10	0.000	0.000	0.020	0.100	0.250	0.440	0.820
0.25	0.000	0.000	0.030	0.110	0.260	0.460	0.860
0.50	0.000	0.000	0.030	0.120	0.270	0.480	0.890
1.00	0.000	0.000	0.040	0.140	0.270	0.490	0.920
2.00	0.000	0.000	0.050	0.150	0.280	0.500	0.940
4.00	0.000	0.000	0.050	0.150	0.290	0.530	0.970
8.00	0.000	0.000	0.050	0.150	0.300	0.550	1.010
15.00	0.000	0.000	0.050	0.150	0.320	0.570	1.030
30.00	0.000	0.000	0.050	0.150	0.330	0.580	1.050
60.00	0.000	0.000	0.050	0.150	0.330	0.600	1.090
120.00	0.000	0.000	0.050	0.150	0.340	0.620	1.130
240.00	0.000	0.000	0.050	0.150	0.350	0.640	1.160
480.00	0.000	0.000	0.050	0.150	0.350	0.670	1.200
1440.00	0.000	0.000	0.050	0.150	0.360	0.700	1.260

Tiempo (Minutos)	ETAPA DE DESCARGA		
	4.00 Kg/cm <sup>2</sup>	2.00 Kg/cm <sup>2</sup>	1.00 Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	1.260	1.230	1.100
0.10	1.250	1.140	1.080
0.25	1.240	1.140	1.080
0.50	1.240	1.140	1.080
1.00	1.240	1.130	1.080
2.00	1.240	1.130	1.080
4.00	1.240	1.130	1.070
8.00	1.240	1.130	1.070
15.00	1.230	1.130	1.070
30.00	1.230	1.120	1.070
60.00	1.230	1.120	1.070
120.00	1.230	1.120	1.070
240.00	1.230	1.100	1.060
480.00	1.230	1.100	1.060
1440.00	1.230	1.100	1.060

# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES  
DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE  
CHACHAPOYAS - AMAZONAS

## I.- DATOS GENERALES

CALICATA: C-4

MUESTRA: M-1

PROF.(m): 1.75 m.

FECHA Abr-17

ASESOR :

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

BACHILLERES RESPONSABLES :

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

## II.- DATOS TÉCNICOS

### ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN N.T.P. 339.154

#### DATOS DEL ESPECIMEN

Altura Inicial de la muestra (Ho)		2.00 cm			Peso de la Muestra Natural (Wm)		122.70 g	
Diámetro Inicial de la muestra (Do)		6.31 cm			Peso Específico de Sólidos (Pe)		2.74 g/cm <sup>3</sup>	
Area Inicial de la Muestra (Ao)		31.27 cm <sup>2</sup>			Contenido de Humedad (W)		24.70%	
Carga Aplicada (Kg/cm <sup>2</sup> )	Consolidación (mm)		Deformación (mm)		Altura Promedio (cm)	Peso Volumétrico Seco (g/cm <sup>3</sup> )	Relación de Vacíos (e)	Coeficiente de Consolidación (cm <sup>2</sup> /min)
	0%	100%	Parcial	Acum.				
0.125	0.00	0.00	0.00	0.00	2.000	1.957	0.400	
0.250	0.00	0.00	0.00	0.00	2.000	1.957	0.400	
0.500	0.00	0.05	0.05	0.05	1.995	1.962	0.397	
1.000	0.00	0.15	0.15	0.20	1.980	1.977	0.386	
2.000	0.00	0.36	0.36	0.56	1.944	2.013	0.361	0.212
4.000	0.36	0.70	0.34	0.9	1.910	2.049	0.337	0.272
8.000	0.70	1.26	0.56	1.46	1.854	2.111	0.298	0.255
4.000	1.26	1.23	-0.03	1.43	1.857	2.108	0.300	
2.000	1.23	1.1	-0.13	1.3	1.870	2.093	0.309	
1.000	1.1	1.06	-0.04	1.26	1.874	2.089	0.312	

ANTES DEL ENSAYO	
MUESTRA	122.70 g

DESPUÉS DEL ENSAYO	
MUESTRA HÚMEDA	126.24 g
MUESTRA SECA	98.40 g

HUMEDAD INICIAL	24.70%		
HUMEDAD FINAL	28.29%		
DENSIDAD SECA INICIAL	1.57 g/cm <sup>3</sup>	GRADO SAT. INICIAL	91.25%
VOLUMEN DE SÓLIDOS	35.91 cm <sup>3</sup>	GRADO SAT. FINAL	126.17%
RELACIÓN DE VACÍOS ANTES DEL ENSAYO	0.74 cm		
RELACIÓN DE VACÍOS DEPUÉS DEL ENSAYO	0.61 cm		

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES  
 DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE  
 CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-4

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.75 m.

**FECHA**      Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

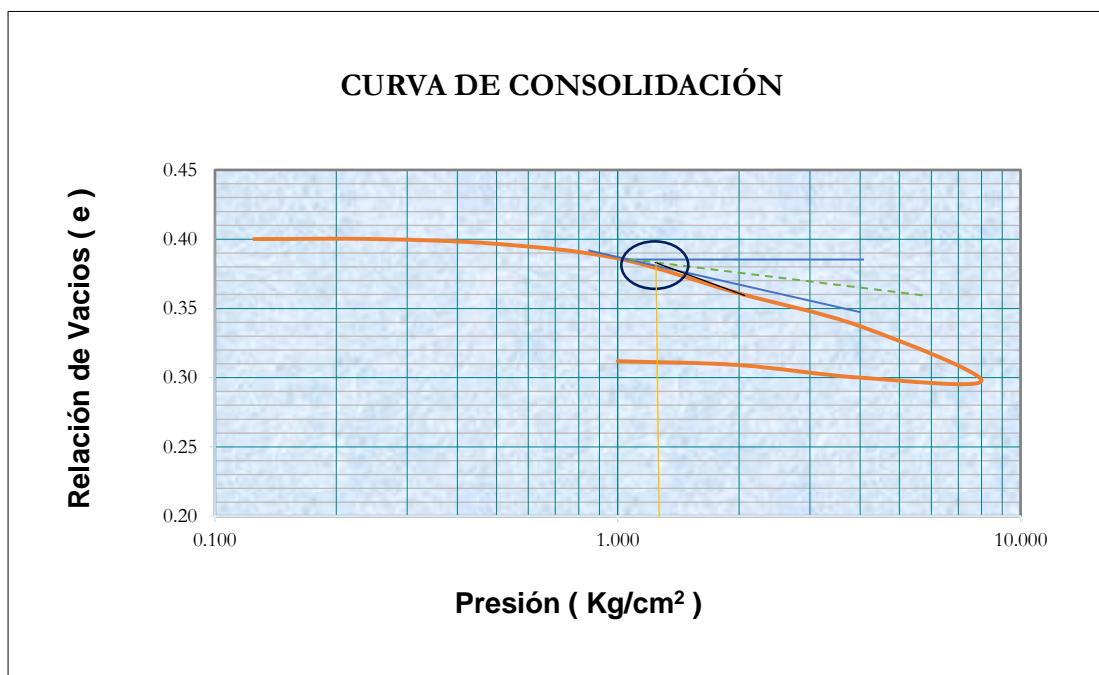
**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN  
 N.T.P. 339.154**



INDICE DE COMPRESIÓN (Cc)	0.26 Kg/cm <sup>2</sup>
INDICE DE ABULTAMIENTO (Cs)	0.05 Kg/cm <sup>2</sup>
PRESIÓN DE PRECONSOLIDACIÓN	1.32 Kg/cm <sup>2</sup>
PRESIÓN VERTICAL EFECTICA	1.12 Kg/cm <sup>2</sup>
INDICE DE SOBRECONSOLIDACIÓN (OCR)	1.18 Kg/cm <sup>2</sup>



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

PROYECTO:

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES  
 DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE  
 CHACHAPOYAS - AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-4

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.75 m.

**FECHA**      Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

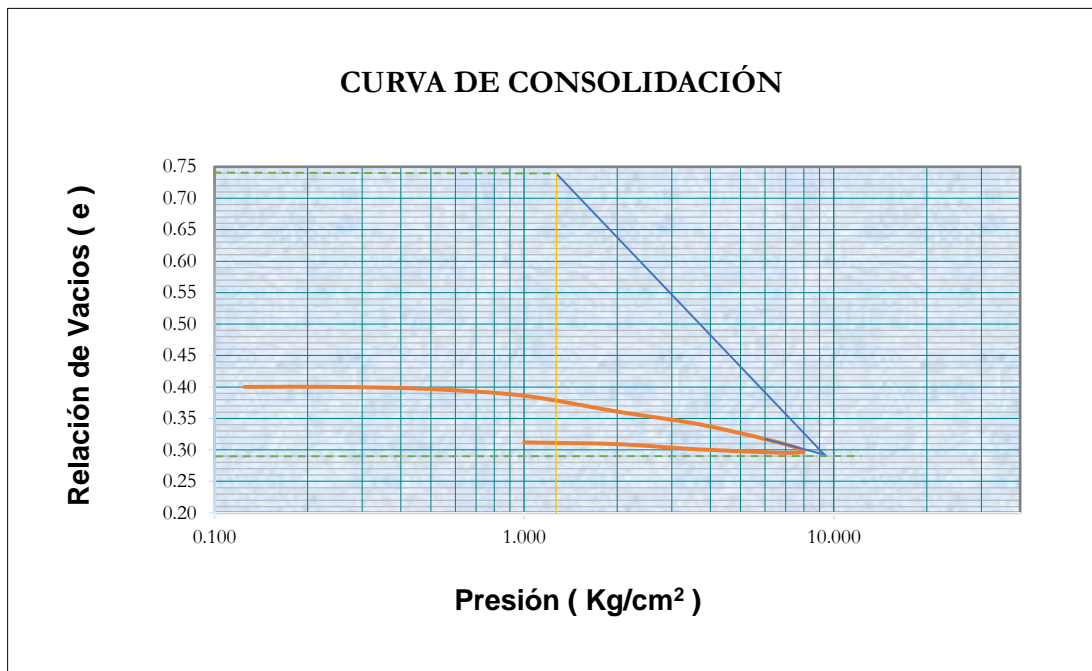
BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN  
 N.T.P. 339.154**

**DETERMINACIÓN GRÁFICA DEL ÍNDICE DE COMPRESIBILIDAD**



e <sub>1</sub>	=	0.35
e <sub>2</sub>	=	0.34

σ <sub>v1</sub>	=	7.13
σ <sub>v2</sub>	=	7.60

ÍNDICE DE COMPRESIÓN GRÁFICA (C <sub>c</sub> )	0.36 Kg/cm <sup>2</sup>
ÍNDICE DE COMPRESIÓN FÓRMULA EMPÍRICA (C <sub>c</sub> )	0.26 Kg/cm <sup>2</sup>

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
 ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
 AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-4

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.75 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

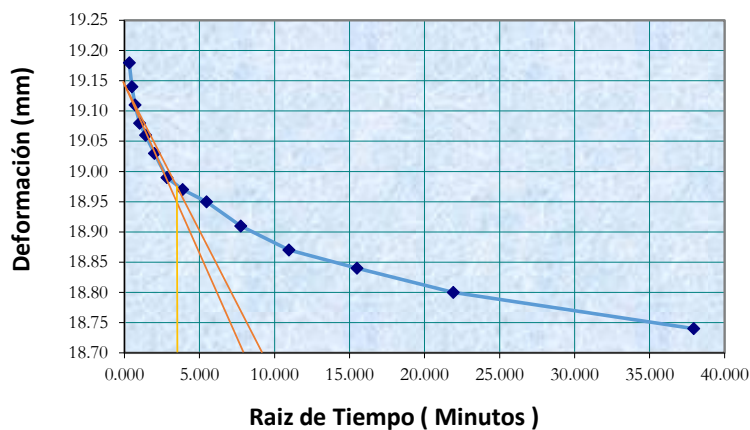
BACH. ZVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN N.T.P. 339.154**

Tiempo (Minutos)	Raiz Cuadrada de Tiempo	DEFORMACIÓN		
		2.00 Kg/cm <sup>2</sup>	4.00 Kg/cm <sup>2</sup>	8.00 Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.000	20.000	20.000	20.000
0.10	0.316	19.750	19.560	19.180
0.25	0.500	19.740	19.540	19.140
0.50	0.707	19.730	19.520	19.110
1.00	1.000	19.730	19.510	19.080
2.00	1.414	19.720	19.500	19.060
4.00	2.000	19.710	19.470	19.030
8.00	2.828	19.700	19.450	18.990
15.00	3.873	19.680	19.430	18.970
30.00	5.477	19.670	19.420	18.950
60.00	7.746	19.670	19.400	18.910
120.00	10.954	19.660	19.380	18.870
240.00	15.492	19.650	19.360	18.840
480.00	21.909	19.650	19.330	18.800
1440.00	37.947	19.640	19.300	18.740

**DEFORMACIÓN 8kg/cm<sup>2</sup> vs RAZA DE TIEMPO**



A	=	7.96 min
A * 1.15	=	9.15 min
t <sub>90</sub>	=	3.32 min
T <sub>v</sub>	=	0.848
H	=	2.00 cm
C <sub>v</sub>	=	0.255 cm <sup>2</sup> /min

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



Laboratorio de mecánica de suelos

**PROYECTO:**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL  
 ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS -  
 AMAZONAS**

**I.- DATOS GENERALES**

**CALICATA:** C-4

**MUESTRA:** M-1

**PROF.(m):** 1.75 m.

**FECHA** Abr-17

**ASESOR :**

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

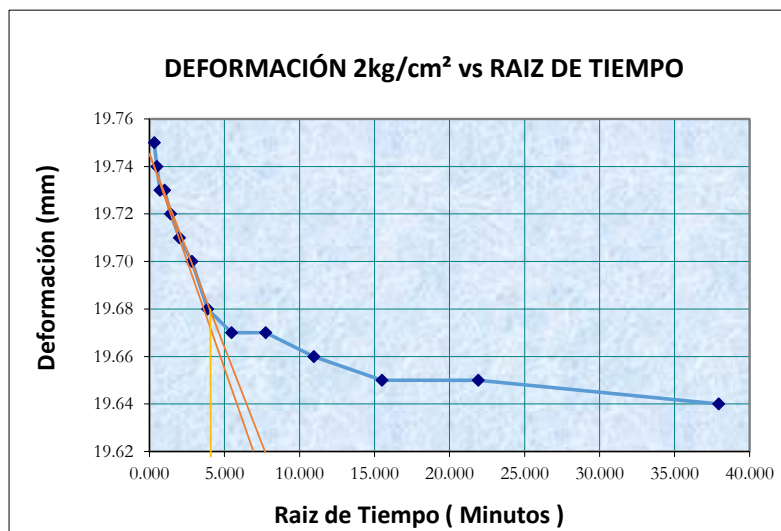
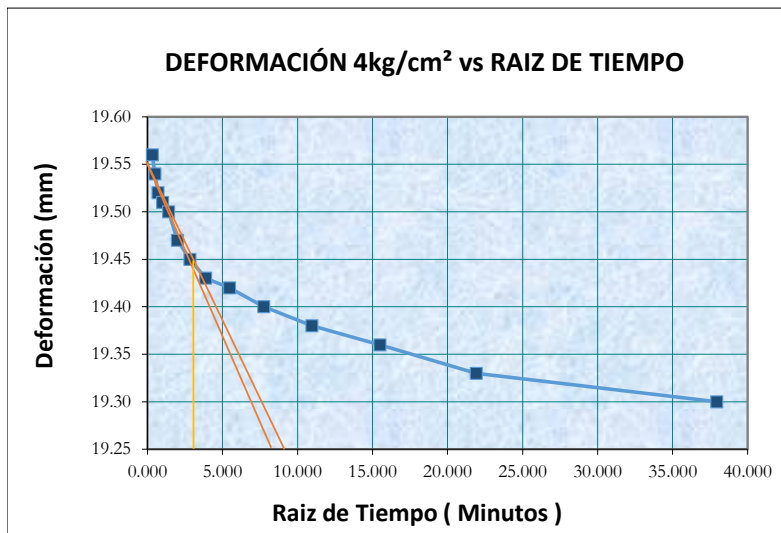
**BACHILLERES RESPONSABLES :**

BACH. CERCADO VÁSQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETQUIZAN JAVIER

**II.- DATOS TÉCNICOS**

**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN N.T.P. 339.154**



**PROYECTO: “ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS  
ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS  
MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS – AMAZONAS”**

---

**ANEXO N° 04: RESUMEN DE ENSAYOS FÍSICOS DE  
LABORATORIO**

# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO: ANÁLISIS DEL GRADO DE EXPANSIBILIDAD DE SUELOS ARCILLOSOS EN LAS CALLES DEL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL DISTRITO DE CHACHAPOYAS - AMAZONAS

## I.- DATOS GENERALES

ASESOR:

ING. JUAN P. HENRIQUEZ ULLOA

BACHILLERES RESPONSABLES:

BACH. CERCADO VASQUEZ LENIN

BACH. ZAVALETA DETSQUIZAN JAVIER

FECHA :

Abr-17

## II.- DATOS TÉCNICOS

### RESUMEN DE ENSAYOS FÍSICOS DE LABORATORIO

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD W (%)	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE DE PLASTICIDAD	GRANULOMETRÍA % QUE PASA	GRAVEDAD ESPECÍFICA g/cm <sup>3</sup>	CLASIFICACIÓN	
				LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO				SUCS	AASHTO
				LL (%)	LP (%)					
C1	M1 - M2	1.85 m	18.59	35.34	18.51	16.83	53.89	2.70	CL	A - 6
C2	M1	2.00 m	21.99	37.90	17.90	20.00	53.13	2.71	CL	A - 6
C3	M1	1.95 m	24.19	43.07	24.43	18.64	60.66	2.71	CL	A - 7
C4	M1	1.75 m	23.76	38.94	19.00	19.94	54.95	2.74	CL	A - 6
C5	M1	1.90 m	24.24	42.62	22.82	19.80	57.90	2.78	CL	A - 7
C6	M1	2.00 m	15.56	34.96	15.22	19.74	52.40	2.73	CL	A - 6
C7	M1	1.70 m	17.40	30.58	12.91	17.67	60.83	2.72	CL	A - 6
C8	M1	2.00 m	21.33	35.98	16.47	18.51	60.62	2.79	CL	A - 6
C9	M1	1.60 m	25.01	36.42	16.82	19.60	51.15	2.74	CL	A - 6
C10	M1	1.60 m	24.15	34.70	17.64	17.06	54.40	2.78	CL	A - 6