

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO EN LAS CIMENTACIONES EN EL PROYECTO “MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD EN EL HOSPITAL SAN MARTIN DE PANGO, DISTRITO DE PANGO, PROVINCIA DE SATIPO-JUNIN”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Cristian Javier Capcha Castillejo

Asesor:

Ing. Neicer Campos Vásquez

Lima - Perú

2021



## **DEDICATORIA**

A mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria  
y a lo largo de mi vida. A todas las personas que me acompañaron a lo largo del  
camino, la cual no fue fácil, pero se logró.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de la vida, brindándome buena salud y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mi familia por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

A la empresa Jr geoconsultores e ingenieros, la cual me abrió las puertas para el desarrollo de mi crecimiento profesional

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA .....</b>	<b>72</b>
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....</b>	<b>97</b>
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDADIONES .....</b>	<b>99</b>
<b>CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>100</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>101</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>103</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Clasificación de Suelo, según sus tamaños.	26
<b>Tabla 2</b>	Varias formas de relaciones para $g$ , $gd$ y $gsat$	33
<b>Tabla 3</b>	Relación entre la densidad relativa y el ángulo de fricción de suelos cohesivos.	38
<b>Tabla 4</b>	Parámetro de la presión de poro de agua	43
<b>Tabla 5</b>	Las variaciones de $\eta H$ , $\eta B$ , $\eta S$ y $\eta R$	48
<b>Tabla 6</b>	Correlación aproximada entre $IC$ , $N_{60}$ y $qu$	49
<b>Tabla 7</b>	Variación de $C_N$	51
<b>Tabla 8</b>	Relación entre los valores corregidos $(N_1)_{60}$ y la densidad relativa en arenas.	53
<b>Tabla 9</b>	Factores de capacidad de carga de Terzaghi, $N_c, N_q, N_\gamma$	60
<b>Tabla 10</b>	Factores de forma, profundidad e inclinación [DeBeer (1970); Hansen (1970); Meyerhof (1963); Meyerhof y Hanna (1981)]	63
<b>Tabla 11</b>	Valores Geotécnicos para las Edificaciones	83
<b>Tabla 12</b>	Factores de forma que depende de la geometría	86
<b>Tabla 13</b>	Relación de Poisson	86
<b>Tabla 14</b>	Capacidad de Carga	89
<b>Tabla 15</b>	Capacidad de Carga admisible.	89
<b>Tabla 16</b>	Capacidad de carga de tracción	91
<b>Tabla 17</b>	Capacidad de carga por admisible por tracción.	91
<b>Tabla 18</b>	Los valores obtenidos en los límites de consistencia y el ensayo de peso volumétrico	93
<b>Tabla 19</b>	Severidad del problema de colapso	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Politica de la empresa	12
<b>Figura 2</b>	Organigrama de la empresa	14
<b>Figura 3</b>	Mapa sísmico del Perú, periodo 1960-2018	19
<b>Figura 4</b>	Daños por suelos expansivos en Talara	20
<b>Figura 5</b>	Curva granulométrica	27
<b>Figura 6</b>	Relación peso volumen	31
<b>Figura 7</b>	Esfuerzo de corte de suelos.	34
<b>Figura 8</b>	Comportamiento de esfuerzos en arcilla	35
<b>Figura 9</b>	Prueba de corte directo en arena	37
<b>Figura 10</b>	Prueba triaxial	40
<b>Figura 11</b>	Secuencia de aplicación del esfuerzo en una prueba triaxial.	41
<b>Figura 12</b>	Prueba de compresión simple	44
<b>Figura 13</b>	Muestreo de media caña	46
<b>Figura 14</b>	Naturaleza de la falla por capacidad de carga del suelo	58
<b>Figura 15</b>	Falla por capacidad de carga en un suelo bajo una cimentación rígida continua (corrida).	59
<b>Figura 16</b>	Modificación de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freático.	62
<b>Figura 17</b>	Capacidad de soporte de carga última de un pilote.	67
<b>Figura 18</b>	Ubicación de área de trabajo	73
<b>Figura 19</b>	Vista Satelital Google Earth del área de estudio.	75
<b>Figura 20</b>	Carta Geológica del área de estudio.	76
<b>Figura 21</b>	Distribución de calicatas.	81
<b>Figura 22</b>	Evaluación de Colapso, mediante LL y Densidad seca.	94
<b>Figura 23</b>	Resultado de ensayos estándar de laboratorio	94
<b>Figura 24</b>	Resultado de ensayos de consolidación de laboratorio.	95

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 01</b>	Coeficiente de uniformidad	27
<b>Ecuación 02</b>	Coeficiente de curvatura	27
<b>Ecuación 03</b>	La velocidad de sedimentación	28
<b>Ecuación 04</b>	La velocidad de sedimentación, Con agua a 20 °C y con esferas de densidad absoluta	28
<b>Ecuación 05</b>	Índice plástico	29
<b>Ecuación 06</b>	Índice de liquidez	30
<b>Ecuación 07</b>	Actividad de suelo	30
<b>Ecuación 08</b>	La relación de vacíos	32
<b>Ecuación 09</b>	La porosidad	32
<b>Ecuación 10</b>	La porosidad que depende de la relación de vacíos	32
<b>Ecuación 11</b>	El grado de saturación	32
<b>Ecuación 12</b>	El contenido de humedad	32
<b>Ecuación 13</b>	El peso específico húmedo	33
<b>Ecuación 14</b>	El peso específico seco	33
<b>Ecuación 15</b>	Resistencia al corte del suelo	34
<b>Ecuación 16</b>	Resistencia al corte de arena	35
<b>Ecuación 17</b>	Resistencia al corte de arcillas blandas	35
<b>Ecuación 18</b>	EL esfuerzo normal	36
<b>Ecuación 19</b>	EL esfuerzo cortante	36
<b>Ecuación 20</b>	El ángulo de fricción de la arena	37
<b>Ecuación 21</b>	la correlación siguiente para $f^*$	37
<b>Ecuación 22</b>	la correlación empírica para $f^*$	38
<b>Ecuación 23</b>	La resistencia cortante de arcillas saturadas	44
<b>Ecuación 24</b>	El grado de alteración de una muestra de suelo	45
<b>Ecuación 25</b>	La eficiencia energética del martinete SPT	46
<b>Ecuación 26</b>	Energía teórica de entrada en SPT	47
<b>Ecuación 27</b>	El valor N para una relación energética promedio de 60%	47
<b>Ecuación 28</b>	El índice de consistencia (IC)	48
<b>Ecuación 29</b>	la resistencia al corte no drenada de arcilla ( $c_u$ ) y $N_{60}$	49
<b>Ecuación 30</b>	La relación de sobre consolidación, OCR	49
<b>Ecuación 31</b>	Correlación para $N_{60}$ en suelo granular	49
<b>Ecuación 32</b>	Relaciones empíricas para $C_N$	50
<b>Ecuación 33</b>	Relaciones empíricas para $C_N$ para arena fina normalmente consolidada	50
<b>Ecuación 34</b>	Relaciones empíricas para $C_N$ para arena gruesa normalmente consolidada	50

<b>Ecuación 35</b>	Relaciones empíricas para $C_N$ para arena sobre consolidada	50
<b>Ecuación 36</b>	$C_N$ Relación de Seed y colaboradores (1975)	50
<b>Ecuación 37</b>	$C_N$ Relación de Peck y colaboradores (1974)	50
<b>Ecuación 38</b>	$C_N$ Relación de Bazaraa (1967)-1	51
<b>Ecuación 39</b>	$C_N$ Relación de Bazaraa (1967)-2	51
<b>Ecuación 40</b>	Correlación entre $N_{60}$ y la densidad relativa de un suelo granular	52
<b>Ecuación 41</b>	Meyerhorf (1957) desarrollo la correlación siguiente entre $N_{60}$	52
<b>Ecuación 42</b>	Meyerhorf (1957) desarrollo la correlación siguiente entre $D_r$	52
<b>Ecuación 43</b>	Cubrinovski e Ishihara (1999) correlación entre $N_{60}$ y la densidad relativa de la arena $D_r$	52
<b>Ecuación 44</b>	Kulhawy y Mayne (1999) el número de penetración estándar corregido y la densidad relativa de la arena	53
<b>Ecuación 45</b>	Schmertmann (1975) proporcionó la correlación entre $N_{60}$ , $\sigma'$ y $\phi'$	54
<b>Ecuación 46</b>	Hatanaka y Uchida (1996) propusieron una correlación simple entre $\phi'$ y $(N_1)_{60}$	54
<b>Ecuación 47</b>	Terzaghi, la capacidad de carga última	59
<b>Ecuación 48</b>	$N_c$ factor de capacidad	59
<b>Ecuación 49</b>	$N_q$ factor de capacidad	59
<b>Ecuación 50</b>	$N_\gamma$ factor de capacidad	60
<b>Ecuación 51</b>	la capacidad última de carga, cimentación cuadrada	60
<b>Ecuación 52</b>	la capacidad última de carga, cimentación circular	60
<b>Ecuación 53</b>	El factor $q$ en las ecuaciones de capacidad, si el nivel freático se ubica tal que $0 \leq D_1 \leq D_f$	61
<b>Ecuación 54</b>	El factor $q$ en las ecuaciones de capacidad, si nivel freático ubicado tal que $0 \leq d \leq B$	61
<b>Ecuación 55</b>	el factor $\gamma$ en el último término, si nivel freático ubicado tal que $0 \leq d$ $\leq B$	61
<b>Ecuación 56</b>	Ecuación general de la capacidad de carga, Meyerhof (1963)	62
<b>Ecuación 57</b>	Las relaciones para $N_c$ (Vesic, 1973)	63
<b>Ecuación 58</b>	Las relaciones para $N_q$ (Vesic, 1973)	63
<b>Ecuación 59</b>	Las relaciones para $N_\gamma$ Caquot y Kerisel (1953) y Vesic (1973)	63
<b>Ecuación 60</b>	La capacidad de carga de una cimentación rectangular y/o cuadrada apoyada sobre un suelo cohesivo	64
<b>Ecuación 61</b>	Factor de seguridad (FS)	64
<b>Ecuación 62</b>	El asentamiento se basa en los estudios realizados por Lambe y Whitman 1964	65
<b>Ecuación 63</b>	La capacidad de soporte de carga última $Q_u$ de un pilote	66
<b>Ecuación 64</b>	La capacidad de soporte de carga última	67



<b>Ecuación 65</b>	La capacidad de soporte de carga última, al sustituir D por B en la ecuación (Ec.73)	68
<b>Ecuación 66</b>	La capacidad de soporte de carga de la punta, omitiendo $\gamma DN_{\gamma}^*$	68
<b>Ecuación 67</b>	La capacidad de punta de los pilotes	68
<b>Ecuación 68</b>	La resistencia por fricción, o superficial	68
<b>Ecuación 69</b>	Carga permisible	69
<b>Ecuación 70</b>	la carga de trabajo en el caso de los pilotes, NAVFAC DM 7.02 (1986)	69
<b>Ecuación 71</b>	Capacidad de carga por tracción, considerado en NAVFAC DM 7.02 (1986)	70
<b>Ecuación 72</b>	El potencial de colapso	95

## RESUMEN EJECUTIVO

Este trabajo de suficiencia profesional es elaborado con la finalidad de brindar la información de la experiencia profesional en el estudio mecánica de suelos con fines de cimentación para el proyecto mejoramiento de los servicios de salud en el hospital San Martin de Pangoa, distrito de Pangoa, provincia de Satipo-Junín; la cual comprende desde la adjudicación del servicio hasta la entrega final del informe mecánica de suelos.

El servicio se realizó de la siguiente manera, se inicia con la revisión de información previa la cual corresponde información del terreno a explorar, información de la obra a cimentar y datos generales de la zona. Con dicha información se realizó programa de exploración de campo y ensayos de laboratorio siguiendo las exigencias de (E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES, 2018). Luego con la información de campo y laboratorio se determinó los parámetros para el diseño y consideraciones de obra de sostenimiento. También se realiza análisis de las condiciones de cimentación realizando una evaluación de problemas especiales de cimentación.

Los trabajos de campo se realizaron en mes de Julio de 2019, la cual comprendía realizar 02 perforaciones por lavado tipo wash boring de 20.45 m y 16.45 m de profundidad con respecto a la superficie del terreno, en las cuales se llevaron a cabo ensayos de penetración estándar (SPT) espaciados cada 1.00 m. También se realizaron 14 calicatas excavadas de manera manual en la zona plana del terreno hasta profundidades variables 3.00 a 8.00 m. Además, se extrajeron muestras alteradas e inalteradas para realizar una serie de ensayos de laboratorio: Ensayos estándar, Ensayos especiales y Ensayos químicos.

Con la información de campo y laboratorio se obtuvieron perfil estratigráfico y parámetros geotécnicos para la correcta elaboración del informe mecánica de suelos donde se determinó el tipo de cimentación, la profundidad de cimentación, identificación de graves patologías (Suelos licuables, Suelos colapsables, Suelos Expansivos, Ataque químico por suelos y aguas subterráneas). Para prever serios problemas como las fisuras, grietas, asentamientos y hasta colapsos de las estructuras a proyectar.

**Palabras clave:** Mecánica de suelos, cimentación y parámetros geotécnicos.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Todas las estructuras civiles construidas o prevista hasta el momento se apoyan en el suelo o tienen algún tipo de interacción suelo-estructura. Por ello la importancia de estudio mecánica de suelos al momento de proyectar o construir. Un adecuado estudio es la única forma de obtener información certera para la toma de decisiones sobre el tipo de cimentación, la profundidad a la cual se debe cimentar, identificación de graves patologías (Suelos licuables, Suelos colapsables, Suelos Expansivos, Ataque químico por suelos y aguas subterráneas entre otros) y prevenir serios problemas como las fisuras, grietas, asentamientos y hasta colapsos de las estructuras. Al mismo tiempo, es una herramienta para optimizar el costo del proyecto permitiendo evitar sobredimensión de estructura de soporte, evitando costos de reparaciones de la estructura y mejoramiento del suelo posterior, las cuales generarían un costo significativo.

El presente informe se enfoca en estudio mecánica de suelos con fines de cimentación para el proyecto mejoramiento de los servicios de salud en el hospital San Martin de Pangoa, distrito de Pangoa, provincia de Satipo-Junín. Asegurando el cumplimiento de los requerimientos mínimos para ejecución de Estudio de suelos indicado en E.050 del reglamento nacional de Edificaciones (RNE) con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia del proyecto. Se pondrá énfasis en distintas etapas que conlleva el estudio: Planificación del proyecto, exploración y ensayos del terreno, ensayos de laboratorio y elaboración de informe. Así mismo, se abordará problemas especiales de cimentación encontrada en el lugar del estudio.

Esta investigación tiene como finalidad de aplicar los conocimientos teóricos y prácticos acerca de la mecánica del suelo de campo y laboratorio para así obtener resultados confiables relacionado a su interacción suelo -estructura. Además, se busca generar la concientización del profesional al momento de proyectar o construir la estructura, de lo necesario e imprescindible la realización de un estudio mecánica de suelos. La cual, permite conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

## 1.1. Descripción de la empresa

JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L. es una empresa que brinda servicios de ingeniería y construcción de obras geotécnicas. Fundada con el objetivo de brindar servicios especializados y proyectos de alto nivel a múltiples empresas privadas y estatales.

Hasta la fecha se ha adecuado perfectamente a las necesidades y exigencias de los clientes por medio de la amplia experiencia y constante actualización, brindando de forma eficiente una amplia variedad de servicios de ingeniería civil, exploraciones geotécnicas, caracterización de los estratos, ensayos in situ y laboratorio, diseño geotécnico, ejecución y supervisión de las obras.

## 1.2. Política de la empresa

La política de calidad de JR Geoconsultores e Ingenieros S.R.L se muestra a continuación en la Figura 1, en la cual se muestra los principios generales de la organización que compromete a respetar y hacer cumplir.

**Figura 1**

*Política de la empresa*

**POLÍTICA DE CALIDAD DE JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.**

Somos una empresa especialista en servicios de ingeniería y construcción de obras geotécnicas, ofrecemos un servicio integral que incluye todas las fases del proyecto desde las exploraciones geotécnicas, caracterización de los estratos, ensayos in situ y laboratorio, diseño geotécnico, ejecución y supervisión de las obras.

Por tanto asumimos la responsabilidad de cumplir con los siguientes compromisos:



Asegurar que nuestras actividades están orientadas a satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes.



Brindar soluciones innovadoras que agreguen valor a los proyectos para que estos sean factibles, óptimos y prácticos.



Orientar nuestros recursos para mejorar continuamente la eficacia de nuestros procesos.



Garantizar la calidad de los servicios suministrados.



Cumplir con los requisitos legales y normas técnicas aplicables.



Promover el crecimiento profesional de nuestros colaboradores mediante la capacitación y el trabajo en equipo.



Gerencia General.  
Rev. 00  
16-11-2020

Para ello, trabajamos con profesionales especializados que cuentan con un adecuado respaldo académico y una amplia experiencia técnica y práctica capacitados para asumir con eficiencia los distintos proyectos geotécnicos. Por lo que estamos comprometidos en mejorar nuestro Sistema de Gestión de Calidad.

*Nota.* Adaptado de la Empresa JR Geoconsultores e Ingenieros SRL, 2021.

### 1.3. Alcances de la empresa

Los alcances incluyen:

- Geotecnia y Geología: Los estudios geotécnicos se realizan trabajos de campo, ensayos de IN-SITU y ensayos laboratorio de mecánica de suelos.
- Laboratorio: Alta capacidad técnica, disciplina, compromiso y dedicación en el análisis de materiales.
- Perforación: Nuestros equipos han sido diseñados y fabricados para afrontar las condiciones topográficas del Perú.

### 1.4. Valores de la empresa

La empresa promueve los siguientes valores:

#### ***Integridad.***

Somos transparentes y responsables en las actividades que realizamos.

#### ***Calidad.***

Estamos comprometidos con prestar servicios de calidad, basándonos en la amplitud y profundidad de nuestros recursos, experiencia y conocimientos

#### ***Fiabilidad.***

Somos veraces en todo nuestro trabajo. Buscamos soluciones sin crear problemas y siempre respetando a nuestros clientes y compromisos.

#### ***Respeto.***

Fomentamos una cultura y ambiente de trabajo donde nuestra gente se trata con respeto, cortesía y equidad, promoviendo la igualdad de oportunidades para todos.

#### ***Profesionalidad.***

Nos entusiasma el trabajo que realizamos y lo reflejamos en nuestros trabajos.

#### ***Excelencia.***

Buscamos la excelencia en el trabajo profesional, siempre mejorando cada día.

#### ***Innovación.***

Innovamos permanentemente, ideando nuevos servicios, desarrollando herramientas técnicas y de gestión, aprovechando las tecnologías avanzadas.

### 1.5. Misión de la empresa

La Misión es ofrecer servicios que brinden soluciones técnicas, confiables y con altos estándares de calidad en los estudios, diseños y ejecución de proyectos, garantizando la satisfacción de nuestros clientes, participando activamente en el desarrollo de la ingeniería.

### 1.6. Visión de la empresa

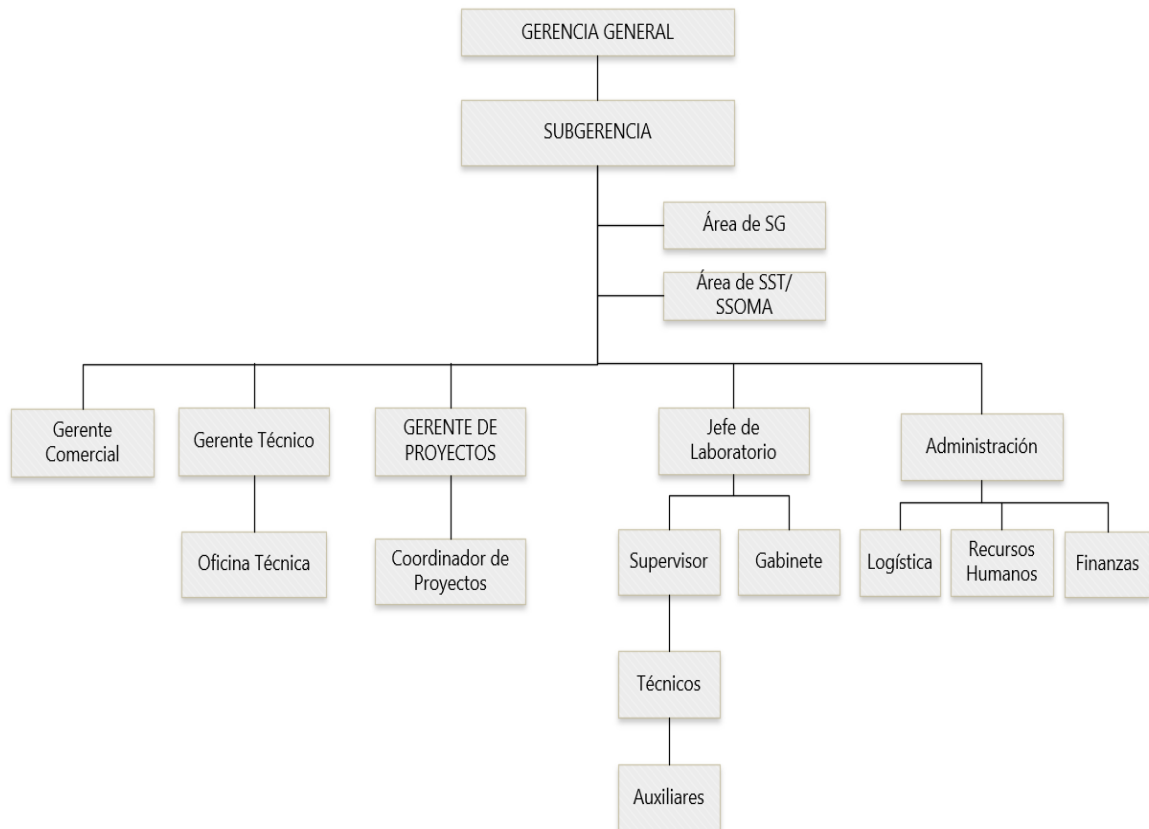
Ser una empresa líder en el sector de la Ingeniería Civil & Geotécnica, distinguida por su amplia experiencia y dedicación a nuestros clientes. Así de esta manera consolidarnos como una de las mejores opciones técnica-económica de calidad y confiabilidad disponible en el panorama nacional.

### 1.7. Organigrama de la empresa

La empresa JR geoconsultores e ingenieros S.R.L. para su buen desempeño se organiza de la siguiente manera, ver Figura 2.

Figura 2

Organigrama de la empresa



Nota. Adaptado de la empresa JR Geoconsultores e Ingenieros S.R.L., 2021.

En la actualidad el informante es Gerente Técnico con más de dos años de permanencia en la empresa desarrollando las siguientes actividades:

- Colaborar con Gerente General en el seguimiento a la planificación de los proyectos y la proyección de recurso económico para asegurar la oportuna disponibilidad de recursos.
- Apoyar al Coordinador del Proyecto en la coordinación y seguimiento de las distintas áreas que participan en el Proyecto.
- Supervisar la correcta ejecución de las actividades que contempla el proyecto, para cumplimiento de los objetivos, metas y cronograma.
- Mantener un contacto permanente con los clientes para asegurar la calidad del servicio brindado.
- Elaborar informes sobre el avance de proyecto y servicios contratados.

## 1.8. Antecedentes

Para una mejor noción del trabajo de investigación es importante revisar antecedentes, las cuales proporcionarían un contexto a la información discutida a lo largo del documento de investigación.

### *Antecedentes Internacionales.*

Según (Quesada González, 2017) en su trabajo de investigación titulada “Determinación de la capacidad de carga en cimentaciones superficiales sobre bases estratificadas en suelos friccionales” trabajo de diploma presentado en opción al título de Ingeniero civil, Santa Clara – Cuba. La finalidad es corroborar la validez de los métodos para cálculo de capacidad de carga implementados en la Norma Cubana de diseño geotécnico de cimentaciones superficiales para el análisis de las bases no homogéneas. Con la modelación numérica se conocerá y comprobará la respuesta más real de la base no homogénea de una cimentación en suelos friccionales, empleando ABAQUS CAE versión 6.14. En el trabajo se hace una revisión bibliográfica a modelos y expresiones de cálculo de la falla por capacidad de carga del suelo. Teoría de Terzaghi (1943), Teoría de Meyerhof, Teoría de Brinch -Hansen (1970). Poniendo énfasis en el comportamiento de los modelos de capacidad de carga en suelos estratificados, para cimentaciones superficiales. Se realiza 24 modelos numéricos, con dos estratos de suelos friccionales a las cuales se les varía las propiedades físico-mecánicas y el espesor de ambos estratos,

para determinar la carga última en la cimentación, en dos casos principales: caso 1: Estrato de suelo débil sobre un estrato de suelo fuerte y caso 2: Estrato de suelo fuerte sobre un estrato de suelo débil. En donde se concluyó para el primer caso de estudio donde el estrato inferior es más resistente que el superior, la superficie de falla es tangente a este y no influye en la capacidad de carga la resistencia del estrato inferior ya que en este caso el diseño lo decide el estrato de suelo menos resistente que es el primero. La capacidad de carga obtenida mediante la modelación de las muestras del primer caso de estudio, aumenta para espesores del primer estrato menores que 1.0 m debido al efecto del confinamiento. En los casos en los que el estrato de suelo más resistente es el superior y su espesor es menor que 0.5m el segundo estrato decide el diseño, esto se pudo verificar tanto por la modelación como por el método de diseño de la NC.

Según (De Jesús Nij Patzán, 2009) en su trabajo de investigación titulada “Guía práctica para el cálculo de capacidad de carga en cimentaciones superficiales, losas de cimentación, pilotes y pilas perforadas”. El informe reúne las principales ecuaciones y métodos para determinar la capacidad de carga del suelo dependiendo del tipo de cimentación: Cimentaciones superficiales, Losas de cimentación, pilotes y pilas perforadas. Siendo el objetivo general de proporcionar una guía teórica y práctica basada en datos de laboratorio que recopile información respecto a la determinación de la capacidad de carga del suelo para diferentes tipos de cimentación. De la revisión concluye que, dependiendo de la ecuación de capacidad de carga utilizada, el factor de seguridad varía en función de la cantidad de informaciones disponibles y empleados, a mayor cantidad de datos utilizados, el factor de seguridad debe disminuir. Además, concluye para cimentaciones superficiales las ecuaciones de Meyerhot, Hansen y Vesic proporcionan resultados muy cercanos entre sí. En el caso de carga de punta de pilotes, los métodos de Vesic y de Janbu pueden utilizarse para analizar el comportamiento del suelo haciendo variar el índice de rigidez y el ángulo de falla del suelo.

Según (Legarda Amaya & Medina Puín, 2015) en su trabajo de investigación titulada “Aplicación de cimentaciones profundas de suelos cohesivos en La Sabana de la ciudad de Bogotá D.C.” En el informe realiza varias simulaciones en el programa de elementos finitos Plaxis con pilotes de distinto material y proceso constructivo, para la construcción de cimentaciones en suelos cohesivos altamente inestables de La Sabana de



Bogotá. La finalidad de la investigación es generar alternativas de tipos de cimentaciones profundas para los estratos encontrados en La Sabana de la ciudad de Bogotá D.C. De la investigación se concluye, para los distintos materiales que se usaron en los pilotes (Pilote de concreto\_ hincado, Pilote de Concreto\_ perforado fundido in situ, Pilote de acero\_ hincado, Pilote de madera\_ hincado), el programa de Plaxis mostró que la interacción más óptima entre los estratos y los materiales de los pilotes. El que tuvo una mejor interacción fue el concreto reforzado, Sin embargo, para construcciones de baja envergadura puede ser empleado la madera como el pilote más económico. Por otro lado, los pilotes en acero no brindan cargas de resistencia elevadas, esto debido a que la interacción entre el material y el suelo no es la mejor.

### *Antecedentes Nacionales*

Según (Fernández Gálvez, 2015) en su trabajo de investigación titulada “Capacidad Portante con Fines de Cimentación Mediante los Ensayos SPT Y Corte Directo en el Distrito de Aguas Verdes- Tumbes”. La investigación se realizó en el norte del país, en el distrito de Aguas Verdes, Departamento de Tumbes, en la cual se realizaron 08 ensayos especiales de corte directo y ensayo de penetración estándar (SPT), donde se determinaron las características físicas y mecánicas de los suelos de fundación con fines de cimentación superficial que serán utilizadas en las nuevas construcciones a ejecutarse. El objetivo general es determinar capacidad portante con fines de cimentación mediante los ensayos SPT y corte directo, logrando obtener mediante exploraciones geotécnicas las muestras necesarias, que permitió a calcular la resistencia del suelo a diferentes profundidades. La investigación concluye que los suelos de fundación presentan capacidades portantes que varían entre  $1.33 \text{ kg/cm}^2$  a  $2.81 \text{ kg/cm}^2$  en donde se presencia de limos inorgánicos con una clasificación SUCS SP-SM, con presencia de nivel freático a 3 m de profundidad.

Según (Bustamente Chacón) en su trabajo de investigación titulada “características geotécnicas del suelo de Iquitos, Perú” realiza una revisión del contexto geológico sobre el cual se ubica el área estudiada; luego presenta los resultados de la investigación geotécnica, teniendo en cuenta la información recopilada, así como la realizada para el estudio en la cual se programó un número de 25 exploraciones en toda la ciudad, que consistieron en 9 calicatas, 25 sondajes con posteadora manual y 23

ensayos de penetración tipo Cono holandés. El propósito es presentar un mapa de zonificación geotécnica de la ciudad de Iquitos-Perú, delimitando zonas de condición crítica y habitable, así como también indicar las características geotécnicas del subsuelo de la ciudad para fines de cimentación de estructuras. El estudio concluye que en la ciudad de Iquitos los sedimentos predominantes son del tipo arena fina y arcilla, por debajo de los cuales se encuentran una arcilla preconsolidada.

Según (CARRILLO GIL) en su investigación titulada “casos de cimentaciones especiales en el Perú” muestra resultados prácticos que permiten caracterizar suelos colapsables, expansivos y de rellenos sueltos, etc. y manejarlos con cuidado para que no produzcan daños en las futuras obras de ingeniería que se construyan en el país. El principal objetivo de este trabajo es mostrar que se puede prevenir fallas que ocurren en las cimentaciones si se compromete a un formal acercamiento al problema y comprender bajo qué circunstancias fallan los suelos permitiendo que se desarrollen condiciones de riesgo que resultan muchas veces después en catástrofes.

### **1.9. Realidad Problemática**

Las construcciones y cimentaciones surgen por la necesidad del ser humano para vivir adecuadamente, como respuesta de ello se espera realizar estructuras seguras, confortables, amigables y económicas. Con el crecimiento poblacional que se tiene en el mundo, está produciendo un crecimiento a gran escala urbanizaciones, asentamientos humanos y está conlleva a la construcción de importantes estructuras de ingeniería, algunas de estas sin un adecuado diseño de cimentaciones. Nuestro país no es ajeno a ello, en los últimos años se está impulsando la construcción de viviendas, edificaciones, supermercados, puentes, y otras obras de ingeniería; dichas construcciones la mayoría de las veces carecen de un adecuado diseño de cimentación la cual pone en riesgo la vida de la población, a todo esto se suma dos características importantes: Por la ubicación geográfica es una de las regiones sísmicamente más activa y extensas áreas presentan problemas especiales de cimentación. Según (Tavera, 2018) en la revista de Sociedad geológica del Perú, menciona;

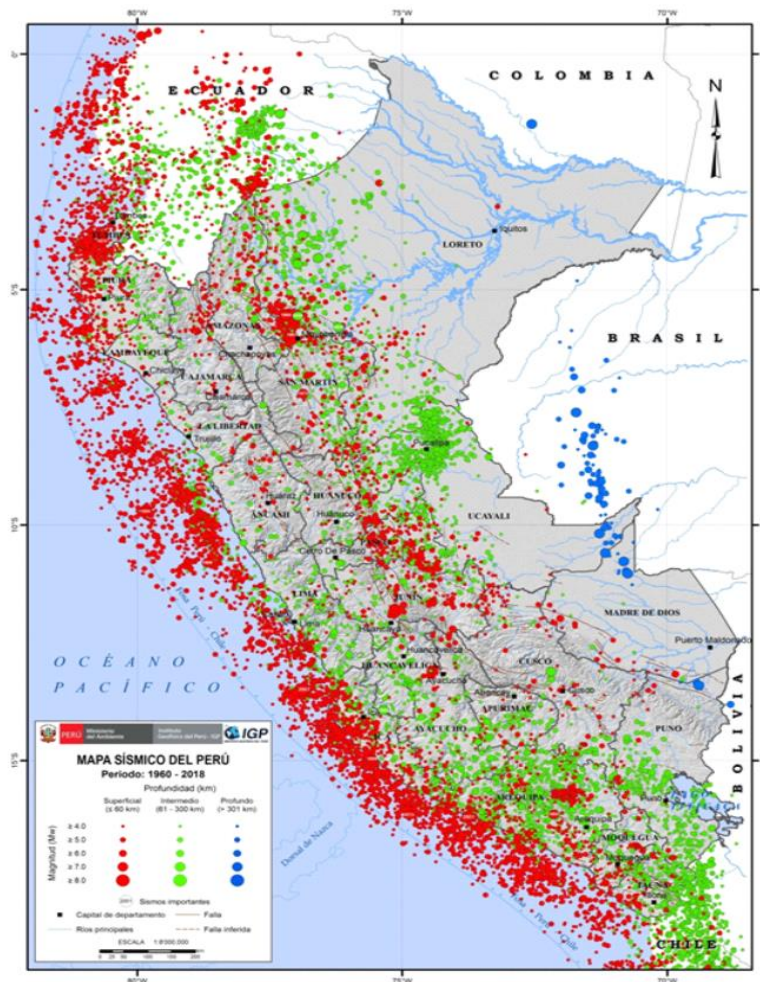
A nivel mundial, el Perú es uno de los países de mayor potencial sísmico debido a que forma parte del denominado Cinturón de Fuego del Pacífico, región donde

la Tierra libera más del 85% de la energía acumulada en su interior debido a los procesos de convección del manto.

El 15 de agosto del 2007, en Pisco se registró uno de los terremotos más destructivos. Según el Instituto Nacional de Defensa Civil, este sismo causó daños en Ica, Lima, Ayacucho, Huancavelica y Junín, donde se registraron 434 mil damnificados y 596 personas fallecieron producto del derrumbe de los edificios. Varios tramos de la Panamericana Sur fueron destruidos por el movimiento, el cual provocó también caída de un puente y el colapso de los servicios de agua, luz, teléfono e internet en varias zonas del país (El comercio, 2019).

### Figura 3

Mapa sísmico del Perú, periodo 1960-2018



Nota. Adaptado de PELIGRO SÍSMICO, por Sociedad Geológica del Perú, 2018,  
(<https://www.sgp.org.pe/alerta-peru-un-pais-altamente-sismico/>).

Según, (Fernández Gálvez, 2015) en su trabajo de investigación El Plan de Desarrollo 2009 -2013, del Gobierno Regional de Tumbes, muestra que, en el terremoto de 1984, el 70 % de las edificaciones de la ciudad de Tumbes, fallaron por el fenómeno de licuefacción de suelos, así como también por asentamientos diferenciales por no haber realizado ensayos de compresibilidad, y el resto falló por corte.

Por otra parte, en el territorio peruano existen extensas áreas que presentan suelos colapsables, expansivos, licuables y con alta presencia de químicos. Estas presentan problemas principalmente de deformación por cambio de volumen del suelo, casi siempre por presencia de filtraciones de agua en exceso del contenido de humedad natural (CARRILLO GIL).

#### **Figura 4**

*Daños por suelos expansivos en Talara*



*Nota.* Extraído de investigación científica de (Alva Hurtado).

Numerosos casos de fallas en cimentaciones han ocurrido en el país, debido en parte al desconocimiento del comportamiento de cierto tipo de suelos de cimentación, y por otro lado a la incompetencia o negligencia, que se refleja generalmente en la incapacidad de hacer lo que es necesario para un proyecto determinado.

El objetivo principal de este trabajo es realizar estudio mecánica de suelos con fines de cimentación, para ello se realizara una revisión teórica y los criterios prácticos, basados en investigaciones científicas y experiencia que permitan visualizar mejor la

importancia de la Mecánica de Suelos para el diseño y construcción de cimentaciones, con ello contribuir a mejorar la calidad, confiabilidad, seguridad y reducir los costos de mantenimiento de los proyectos de ingeniería existentes en nuestra país.

## **1.10. Justificación**

### ***1.10.1. Teórica.***

Este trabajo se realiza con el propósito es de reforzar los conceptos teóricos y conocimiento existente sobre mecánica de suelos y cimentaciones. Debido que numerosos casos de fallas en cimentaciones han ocurrido al desconocimiento del comportamiento de algún tipo de suelos.

### ***1.10.2. Técnica***

El entendimiento del comportamiento de suelo con la estructura y las características propias del suelo aporta establecer la correcta elección del tipo de cimentación, la profundidad a cimentar, dimensionamiento de las cimentaciones identificación de graves patologías (Suelos licuables, Suelos colapsables, Suelos Expansivos, Ataque químico por suelos y aguas subterráneas entre otros) y prever serios problemas como las fisuras, grietas, asentamientos y hasta colapsos de las estructuras.

### **1.10.3. Metodología**

En el informe se empleará diversos métodos para el cálculo de capacidad portante del suelo según el tipo de suelo y la revisión de norma técnica peruana E.050.

## **1.11. Planteamiento del problema**

### ***1.11.1. Problema general***

¿Cómo la aplicación de estudio mecánica de suelos influye en la estabilidad y permanencia de la cimentación del hospital de salud de San Martin De Pangoa?

### ***1.11.2. Problemas específicos***

¿Como influye desconocimiento o mala práctica de técnicas de exploración para determinar los parámetros geotécnicos en la estabilidad y permanencia de la cimentación del hospital de salud de San Martin De Pangoa?

¿Cuál es la influencia la no realización de ensayos in situ y de laboratorio adecuados en la determinación de parámetros geotécnicos para la estabilidad y permanencia de la cimentación del hospital de salud de San Martin De Pangoa?

¿De qué manera la no identificación de problemas especiales afecta en la estabilidad y permanencia de la cimentación del hospital de salud de San Martin De Pangoa?

## **1.12. Objetivos**

### ***1.12.1. Objetivo general***

Describir la influencia del estudio mecánica de suelos en la estabilidad y permanencia de la cimentación del hospital de salud de San Martin De Pangoa.

### ***1.12.2. Objetivo específico***

Describir la exploración de suelo permitida según tipo de suelo para determinar los parámetros geotécnicos en la estabilidad y permanencia de la cimentación del hospital de salud de San Martin De Pangoa.

Identificación de ensayos in situ y de laboratorio necesarios para determinación de parámetros geotécnicos para la estabilidad y permanencia de la cimentación del hospital de salud de San Martin De Pangoa.

Identificación de problemas especiales de cimentación que afectan en la estabilidad y permanencia de la cimentación del hospital de salud de San Martin De Pangoa

## **1.13. Limitaciones**

La investigación se limita a las exploraciones realizas en campo y ensayos de laboratorio realizados para el proyecto.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Mecánica de Suelos.

Unas de las definiciones de mecánica de suelo es la que describe Crespo Villalaz en su libro:

La mecánica de suelos es la rama de la mecánica que trata de la acción de las fuerzas sobre la masa de suelos. El Dr. Karl Terzaghi definió a la mecánica de suelos como la aplicación de las leyes de la Mecánica y la Hidráulica a los problemas de ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, producto de la desintegración química y mecánica de las rocas (Crespo Villalaz, 2004, pág. 17).

Según, (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005) La mecánica de suelos incluye:

- Teorías sobre comportamiento de los suelos sujetas a cargas, basadas en simplificaciones necesarias dado el actual estado de la técnica;
- Investigación de las propiedades físicas de los suelos reales;
- Aplicación del conocimiento teórico y empírico a los problemas prácticos.

La complejidad del estudio de suelos radica en la gran variabilidad y del hecho de que los procesos naturales que producen los suelos están totalmente fuera de control del ingeniero. Por ende, la importancia de la investigación de las propiedades del suelo por medio de exhaustiva investigación de laboratorio, exploración del suelo (perforación, sondeo y manejo de muestras adecuados) y la interpretación con un grado de aproximación en ocasiones burdo y rara vez satisfactorio debido que se basan en una idealización de los suelos.

#### 2.1.1. Suelos: Origen y formación

Según, (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005) el suelo es “un conjunto con organización definida y propiedades que varían “vectorialmente”. En la dirección vertical generalmente sus propiedades cambian mucho más rápidamente que en el horizontal (pág. 34).

La interpretación del término de “Suelo” varía de acuerdo con sus respectivas interés. Para el ingeniero, es mayor familiar la interpretación “La palabra Suelo

representa todo tipo de material terroso, desde un relleno de desperdicios, hasta la areniscas parcialmente cementadas o lutitas suaves. Quedan excluidas de la definición las rocas sanas, ígneas o metamórficas y los depósitos sedimentarios altamente cementados (...)” (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005, pág. 34).

El origen y la formación es a través de un proceso de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas de la corteza terrestre.

Según, (Crespo Villalaz, 2004) menciona en su libro de mecánica de suelos y cimentaciones:

Entre los agentes físicos que producen cambios en las rocas figuran el sol, el agua, el viento y los glaciares: Al actuar sobre las rocas, el sol calienta más su exterior que su interior, provocando las diferencias de expansión que generen esfuerzos muy fuertes, los cuales dan como resultado un rompimiento de la capa superficial y el desprendimiento de la misma (...); El agua en movimiento es un importante elemento de erosión, al arrastrar los fragmentos angulosos de las rocas y provocar la fricción de unos con otros, haciéndolos redondeados como los cantos rodados de los ríos (...); El viento también contribuye a la erosión del suelo, cuando arrastra arenas, como el caso de los médanos y los loess (suelos eólicos) (...); Los glaciares que son depósitos de hielos en las altas montañas, ejercen una gran acción abrasiva y del transporte de los materiales de la superficie de la Tierra (...).

De los agentes químicos podemos mencionar como principales la oxidación, la carbonatación y la hidratación: La oxidación es la reacción química que puede ocurrir en las rocas al recibir el agua de lluvia, ya que el oxígeno del aire, en presencia de humedad, reacción químicamente produciendo el fenómeno de oxidación (...); La carbonatación es el ataque que el ácido carbónico [anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O)] efectúa sobre las rocas que contienen fierro, calcio, magnesio, sodio o potasio (...); La hidratación es la acción y el efecto de combinar un cuerpo con agua para formar hidratos, o sea compuestos químicos que contienen agua en combinación (...). (págs. 19-20)



La acción de los agentes de intemperismo antes mencionado dan origen a los suelos inorgánicos. Por otro lado, la desintegración y/o alteración de los residuos de las actividades de los seres vivos, dejan como residuo partículas finas, denominadas humus. La cual se mezcla en diferentes proporciones con las partículas minerales, formando de esta manera los suelos orgánicos. Por ello en el terreno podemos encontrar suelos inorgánicos y/o suelos orgánicos.

### **2.1.2. Propiedades Geotécnicas Del Suelo**

Las propiedades geotécnicas de un suelo, empleado es estudio de suelos con fines de cimentación que se necesita a tener en cuenta, según (Braja M., 2012):

Distribución granulométrica, plasticidad, compresibilidad y resistencia cortante, se pueden evaluar mediante pruebas de laboratorio adecuadas. Además, recientemente se ha puesto énfasis en la determinación in situ de las propiedades de resistencia y deformación del suelo, puesto que este proceso evita alterar las muestras durante la exploración de campo.

**a). Distribución granulométrica.** Los tamaños de los granos varían en gran medida. En los comienzos de la investigación se pensaba que las propiedades mecánicas dependieran directamente de la distribución de las partículas. Solamente en suelos gruesos, “la distribución por tamaños puede revelar algo de lo referente a las propiedades físicas del material (...) los suelos gruesos bien gradados, o sea con amplia gama de tamaños, tienen comportamiento ingenieril más favorable” (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005, pág. 97).

Los límites de tamaño de las partículas que constituyen un suelo, ofrecen una clasificación descriptiva del mismo. Algunas clasificaciones granulométricas, según sus tamaños, son las siguientes:

**Tabla 1**

*Clasificación de Suelo, según sus tamaños.*

	<b>BRITANICO</b>	<b>AASHTO</b>	<b>ASTM</b>	<b>SUCS</b>
	<b>Ø (mm)</b>	<b>Ø (mm)</b>	<b>Ø (mm)</b>	<b>Ø (mm)</b>
Grava	60 - 2	75 - 2	> 2	75 - 4.75
Arena	2 - 0.06	2 - 0.05	2 - 0.075	4.75 - 0.075
Limo	0.06 - 0.002	0.05 - 0.002	0.075 - 0.005	< 0.075 Finos
Arcilla	< 0.002	< 0.002	< 0.005	

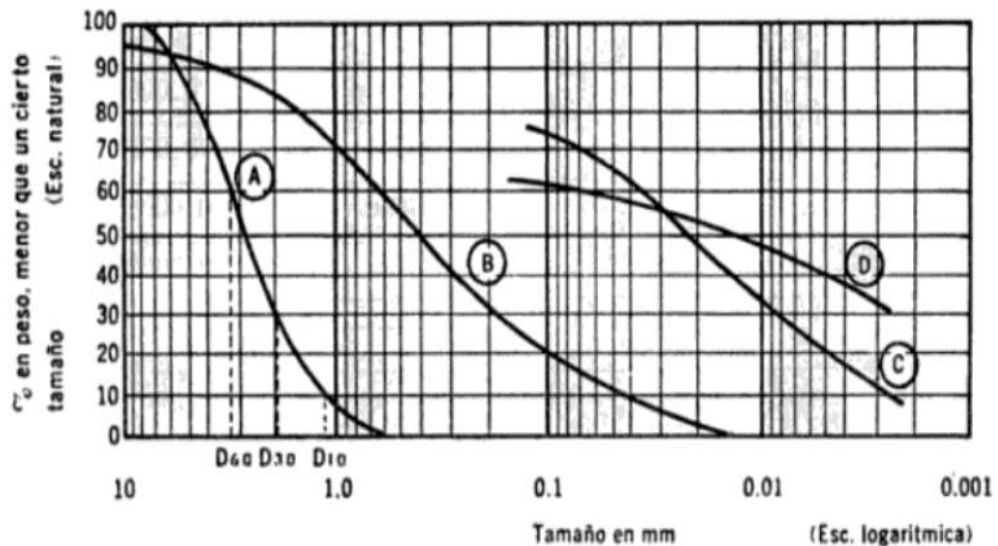
*Nota.* Extraído de (Mendoza Medina).

**Métodos de análisis granulométrico.** Comprende dos clases de ensayos: El de tamizado para las partículas grueso (gravas y arenas) y la sedimentación para la fracción fina de suelo (limos, arcillas).

**Método de tamizado.** El ensayo se realiza siguiendo la norma ASTM D 422, la cual consiste en separar por tamaños los granos que lo conforman mediante segregación del suelo en una serie de mallas que definen el tamaño de la partícula. Con la información obtenida se presenta en forma de curva semilogarítmica en la que el “porcentaje que pasa” representa las ordenadas y las mallas son las abscisas.

**Figura 5**

*Curva granulométrica*



*Nota.* Extraído del libro de (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005, pág. 100) En la figura 5, las curvas representan lo siguiente: La curva A: Arena muy uniforme, B: Suelo bien graduado mal graduado, C: Arcilla del valle de México y D: Arcilla del valle de México.

De la gradación granulométría se puede conocer el coeficiente de uniformidad  $C_u$  y el coeficiente de curvatura  $C_c$ .

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (\text{Ec. 01})$$

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}} \quad (\text{Ec. 02})$$

Los  $D_i$ ;  $i = 10, 30, 60$  son los tamaños de las partículas, para el cual el  $i\%$  del material es más fino que ese tamaño.

**Método del hidrómetro.** El método de sedimentación tiene por objeto contar con datos muy aproximados de la composición granulométrica de las partículas de suelo menores de 0.2 mm aproximadamente (en diámetro mayores las turbulencias provocadas por las mismas partículas alteran de manera significativa la ley de sedimentación (Crespo Villalaz, 2004, pág. 51).

El procedimiento que sigue para determinar los tamaños de partículas menores a 0.074 mm se basa en la ley de Stokes, que da la velocidad de sedimentación de partículas sólidas esféricas en un líquido.

La fórmula para cálculo de la velocidad de sedimentación, según (Crespo Villalaz, 2004) está dada:

$$v = \frac{2 \cdot g \cdot r^2 (D_a - D_w)}{9 \cdot \rho} = \frac{H}{t} \quad (\text{Ec. 03})$$

$v$  = Velocidad de caída de las partículas en cm/seg.

$g$  = Aceleración de la gravedad de  $\text{cm/seg}^2$

$r$  = Radio de la esfera en cm.

$D_a$  = Densidad absoluta del material en  $\text{g/cm}^3$

$D_w$  = Densidad absoluta del agua en  $\text{g/cm}^3$

$\rho$  = Viscosidad absoluta del agua en  $\text{g/cm} \cdot \text{seg}$ .

$H$  = Altura de caída de la esfera en cm.

$t$  = Tiempo transcurrido, en seg.

Con agua a 20 °C,  $\rho = 0.0101 \text{ g}/(\text{cm} \cdot \text{seg})$  y con esferas de densidad absoluta de  $2.65 \text{ g/cm}^3$ , que se un valor medio entre los minerales que se encuentran en el suelo, la fórmula anterior se transforma, quedando así:

$$v = 35,613.86 r^2 \quad (\text{Ec. 04})$$

**b). Plasticidad.** Las investigaciones han probado que la plasticidad de un suelo es debida a su contenido de partículas más finas de forma y la carga eléctrica de las partículas laminares, que generan campos, que actúan como condensadores e influyen en las moléculas bipolares del agua. Según (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005, pág. 127) “la plasticidad es la propiedad de un material por la cual es capaz de soportar deformaciones rápidas, sin rebote elástico, sin variación volumétrica apreciable y sin desmoronarse ni agrietarse”.

*Estados de consistencia. Límites de plasticidad.* Según Atterberg, la plasticidad no es una propiedad permanente de las arcillas, sino circunstancial y

dependiente de su contenido de agua. Un suelo susceptible de ser plástico, según (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005, págs. 128-129) puede estar en cualquiera de los siguientes estados de consistencia:

1. Estado límite, con las propiedades y apariencia de una suspensión.
2. Estado semilíquido, con las propiedades de un fluido viscoso.
3. Estado plástico, en que el suelo se comporta plásticamente.
4. Estado semisólido, en el que el suelo tiene la apariencia de un sólido, pero aún disminuye de volumen al estar sujeto a secado.
5. Estado sólido, en que el volumen del suelo no varía con el secado.

Para establecer estas fases, se recurre a límites de consistencia establecido por Atterberg:

- La frontera convencional entre los estados semilíquido y plástico es límite líquido
- La frontera convencional entre los estados plásticos y semisólidos es límite plástico.

A las fronteras anteriores, que definen el intervalo plástico del suelo se les ha llamado límites de plasticidad. La diferencia entre los valores de los límites de plasticidad es llamada índice plástico.

$$I_p = LL - LP \quad (\text{Ec. 05})$$

- El límite de adhesión, definido como el contenido de agua con el que la arcilla pierde sus propiedades de adherencia con una hoja metálica.
- El límite de cohesión, definido como el contenido de agua con el que los grumos de arcilla ya no adhieren entre sí.
- El límite de contracción, frontera entre los estados de consistencia semisólido y sólido, definido con el contenido de agua con el que el suelo ya no disminuye su volumen al seguirse secando.

En mecánica de suelo, los límites que presentan importancia en algunas aplicaciones son: Límite líquido, límite plástico y límite de contracción

**Ensayo Límite líquido.** El ensayo se desarrolla siguiendo la norma ASTM D 4318, “Consiste en colocar el suelo remoldeado en una cápsula, formando en él una ranura (...) y hacer cerrar la ranura golpeando secamente la cápsula contra una superficie dura, (...). Cuando los bordes inferiores de la ranura se tocaban, sin mezclarse, al cabo de un cierto número de golpes” (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005, pág. 128).

**Ensayo Límite Plástico.** El ensayo se desarrolla siguiendo la norma ASTM D 4318, consiste en hacer una rolada de “un fragmento de un suelo hasta convertirlo en un cilindro de espesor no especificado, el agrietamiento y desmoronamiento del rollito, en un cierto momento, indicaba que se había alcanzado el límite plástico y el contenido de agua en tal momento era la frontera deseada” (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005, pág. 128).

**Índice de liquidez.** Según, (Crespo Villalaz, 2004, pág. 79) la definición de índice de liquidez es:

El índice de liquidez es indicativo de la historia de los esfuerzos a que ha estado sometido el suelo. Si el valor del Índice de liquidez es cercano a cero, se considera que el suelo está preconsolidado, y si es cercano a uno entonces se le considera como normalmente consolidado (pág. 79)

$$I_L = \frac{W_n - LP}{IP} \quad (\text{Ec. 06})$$

**Actividad.** Según, (Crespo Villalaz, 2004) “La actividad es un término que se aplica a los suelos plásticos con propensión a padecer cambios en su volumen en presencia de diferentes contenidos de humedad” (págs. 79-80).

$$A = \frac{IP}{\% \text{ part.} < 0.002 \text{ mm}} \quad (\text{Ec. 07})$$

La actividad de la arcilla puede medirse en función de (A) en la forma siguiente:

$A < 0.5$  arcilla relativamente inactiva, tipo caolinítico.

$A > 0.5 < 1.0$  Arcilla con actividad normal, tipo ilitico.

$A > 1.0$  Arcillas progresivamente más activas, tipo montmorillonítico.

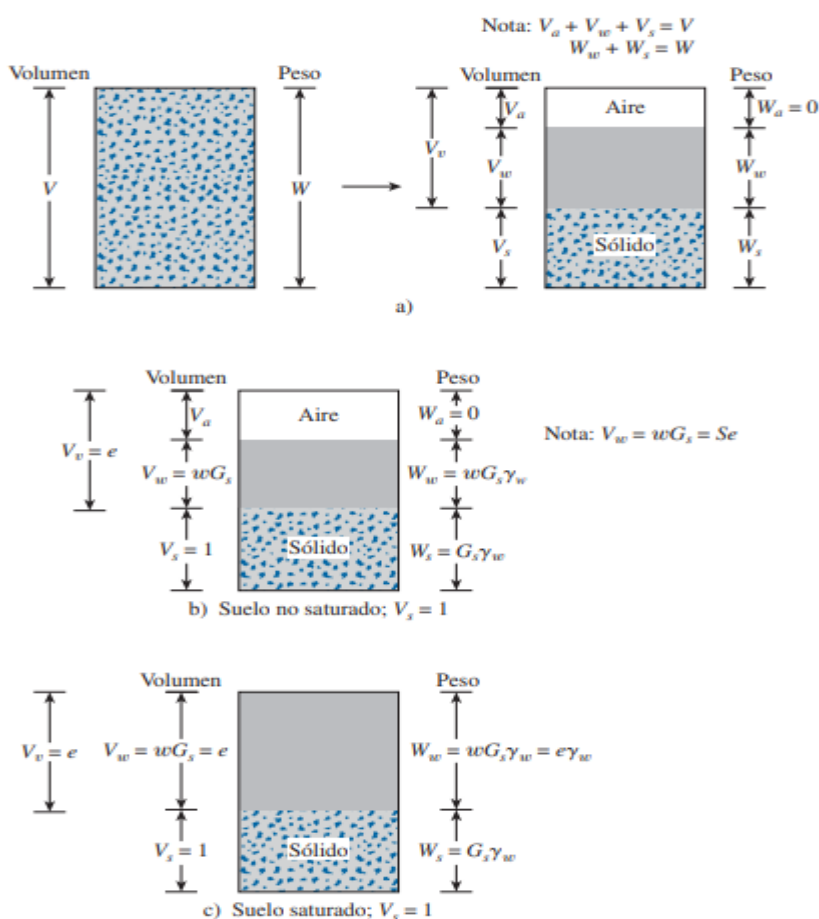
### 2.1.3. Relaciones volumétricas y gravimétricas

Según, (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005) en un suelo se distinguen tres fases constituyentes:

la sólida, la líquida y la gaseosa. La fase sólida está formada por las partículas minerales del suelo (incluyendo la capa sólida adsorbida); la líquida por el agua (libre, específicamente), aunque en los suelos pueden existir otros líquidos de menor significación; la fase gaseosa comprende sobre todo el aire, si bien pueden estar presentes otros gases (vapores sulfuros, anhídrido carbónico, etc.) (pág. 51).

**Figura 6**

*Relación peso volumen*



*Nota.* Adaptado de *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones* (p.6), D. Braja, 2012, Cengage learning.

Según, (Braja M., 2012) se definen las siguientes relaciones del volumen:

La relación de vacíos,  $e$ , es la relación del volumen de vacíos al volumen de sólidos de un suelo en una masa de suelo dada, o

$$e = \frac{V_V}{V_S} \quad (\text{Ec. 08})$$

donde

$V_V$  = volumen de vacíos

$V_S$  = volumen de sólidos del suelo

La porosidad,  $n$ , es la relación del volumen de vacíos entre el volumen de la muestra de suelo, o

$$n = \frac{V_V}{V} \quad (\text{Ec. 09})$$

donde

$V$  = volumen total de suelo

Además,

$$n = \frac{V_V}{V} = \frac{V_V}{V_S + V_V} = \frac{\frac{V_V}{V_S}}{\frac{V_S}{V_S} + \frac{V_V}{V_S}} = \frac{e}{1+e} \quad (\text{Ec. 10})$$

El grado de saturación,  $S$ , es la relación del volumen de agua en los espacios vacíos entre el volumen de vacíos, que en general se expresa como un porcentaje, o

$$S(\%) = \frac{V_w}{V_v} \times 100 \quad (\text{Ec. 11})$$

donde

$V_w$  = volumen de agua

Observe que, para suelos saturados, el grado de saturación es 100%.

Las relaciones de peso son el contenido de humedad, el peso específico húmedo, el peso específico seco y el peso específico saturado, que con frecuencia se definen como sigue:

$$\text{Contenido de humedad} = w (\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad (\text{Ec. 12})$$



donde

$W_s$  = peso de los sólidos del suelo

$W_w$  = peso del agua

$$\text{Peso específico húmedo} = \gamma = \frac{W}{V} \quad (\text{Ec. 13})$$

donde

$W$  = peso total de la muestra de suelo =  $W_s + W_w$

El peso del aire,  $W_a$ , en la masa de suelo se supone que es insignificante

$$\text{Peso específico seco} = \gamma_d = \frac{W_s}{V} \quad (\text{Ec. 14})$$

En la siguiente Tabla 2 se muestran varias formas de relaciones para  $\gamma$ ,  $\gamma_d$  y  $\gamma_{sat}$  y  $\gamma_{sat}$

**Tabla 2**

*Varias formas de relaciones para  $\gamma$ ,  $\gamma_d$  y  $\gamma_{sat}$*

Relaciones del peso específico	Peso específico seco	Peso específico saturado
$\gamma = \frac{(1+w)G_s\gamma_w}{1+e}$	$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w}$	$\gamma_{sat} = \frac{(G_s+e)\gamma_w}{1+e}$
$\gamma = \frac{(G_s+Se)\gamma_w}{1+e}$	$\gamma_d = \frac{G_s\gamma_w}{1+e}$	$\gamma_{sat} = [(1-n)G_s + n]\gamma_w$
$\gamma = \frac{(1+w)G_s\gamma_w}{1+\frac{wG_s}{S}}$	$\gamma_d = G_s\gamma_w(1-n)$	$\gamma_{sat} = \left(\frac{1+w}{1+wG_s}\right)G_s\gamma_w$
$\gamma = G_s\gamma_w(1-n)(1+w)$	$\gamma_d = \frac{G_s}{1+\frac{wG_s}{S}}\gamma_w$	$\gamma_{sat} = \left(\frac{e}{w}\right)\left(\frac{1+w}{1+e}\right)\gamma_w$
	$\gamma_d = \frac{eS\gamma_w}{(1+e)w}\gamma_w$	$\gamma_{sat} = \gamma_d + n\gamma_w$
	$\gamma_d = \gamma_{sat} - n\gamma_w$	$\gamma_{sat} = \gamma_d + \left(\frac{1+w}{1+e}\right)\gamma_w$
	$\gamma_d = \gamma_{sat} - \left(\frac{e}{1+e}\right)\gamma_w$	

*Nota. Nota.* Adaptado de *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones* (p.9), D. Braja, 2012, Cengage learning.

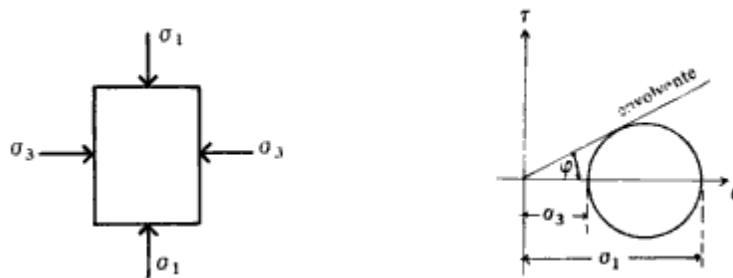
### 2.1.4 Esfuerzo de corte en los suelos

(Crespo Villalaz, 2004) sobre esfuerzo de corte se suelo menciona lo siguiente:

Una muestra de suelo sometida a un esfuerzo de corte tiende a producir un desplazamiento de las partículas entre sí o de una parte de la masa del suelo con respecto al resto. (...) Estos movimientos dentro de la masa de suelo tienden a ser contrarrestados por la llamada resistencia al corte del suelo (pág. 161).

**Figura 7**

*Esfuerzo de corte de suelos.*



*Nota.* Adaptado de *MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES* (p.162), C. Crespo, 2004, Editorial Limusa, S.A.

$$\tau = c + P_i x (\tan \varphi) \quad (\text{Ec. 15})$$

En la que:

$\tau$  = Resistencia al corte del suelo, en  $\text{kg/cm}^2$

$c$  = Cohesión del suelo, en  $\text{kg/cm}^2$

$P_i$  = Presión intergranular, en  $\text{kg/cm}^2$

$\varphi$  = Ángulo de fricción interna del suelo, el cual se supone que es constante.

Según, (Crespo Villalaz, 2004, pág. 162) ha mención que los suelos en general poseen al mismo tiempo cohesión y fricción interna; sin embargo, existen dos casos límites:

- a) Las arenas lavadas y secas que no poseen cohesión, en las que la carga de ruptura se produce para un valor de:

$$\tau = P_i x (\tan \varphi) \quad (\text{Ec. 16})$$

Pasando por el origen la envolvente del círculo de Mohr, como se puede ver

Figura 7.

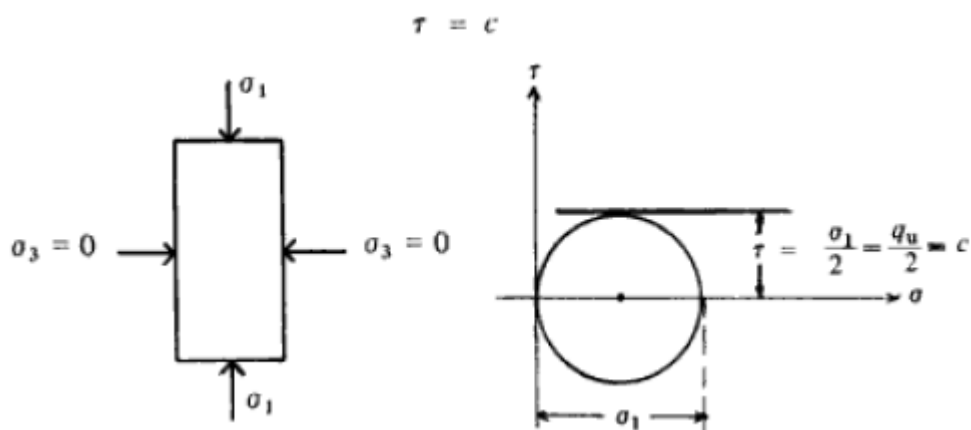
- b) Las arcillas blandas, las que se comportan como si  $\varphi$  fuese igual a cero, resultando la carga de ruptura constante e igual a la cohesión del suelo, como se indica en la Figura 8. Por lo tanto:

$$\tau = c \quad (\text{Ec. 17})$$

$\sigma_1$  y  $\sigma_3$  son esfuerzos principales y  $q_u$

**Figura 8**

*Comportamiento de esfuerzos en arcilla*



*Nota.* Adaptado de *MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES* (p.163), C. Crespo, 2004, Editorial Limusa, S.A.

La cohesión se puede definir como la adherencia entre las partículas del suelo debida a la atracción entre ellas en virtud de las fuerzas moleculares.

El ángulo de fricción interna es un valor de convenio introducido para simplificar, y se le considera constante, aunque no lo es. El ángulo de fricción interna depende de la uniformidad de las partículas del suelo, del tamaño y la forma de los granos y de la presión normal.

**Determinación del esfuerzo Corte.** El ángulo de fricción interna y la cohesión de un suelo pueden obtenerse de diferentes maneras. Según (Crespo Villalaz, 2004) los componentes del esfuerzo del corte se obtienen mediante:

a) por medio del aparato de corte directo ideado por Arthur Casagrande, y b) por la prueba de compresión triaxial. En el caso de las arcillas, la determinación del esfuerzo de corte de las mismas puede determinarse, además con la prueba de compresión axial no confinada o con la prueba de la veleta. (pág. 161)

**Prueba de corte directo.** Según, (Braja M., 2012, págs. 47-49) describe la forma de obtención de esfuerzos cortantes del suelo mediante ensayo de corte directo:

La arena seca se puede probar de manera conveniente por medio de las pruebas de corte directo. La arena se coloca en una caja de corte que está dividida en dos mitades (figura 9). Primero se aplica una carga normal a la muestra. Luego se aplica una fuerza cortante a la parte superior de la caja de corte para causar la falla en la arena. Los esfuerzos normal y cortante a la falla son

$$\sigma' = \frac{N}{A} \quad (\text{Ec. 18})$$

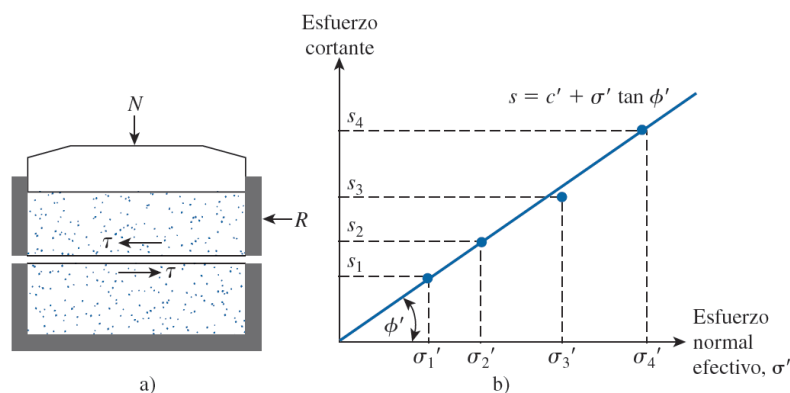
y

$$s = \frac{R}{A} \quad (\text{Ec. 19})$$

donde  $A$  = área del plano de falla en el suelo, es decir, el área de la sección transversal de la caja de corte.

**Figura 9**

*Prueba de corte directo en arena*



*Nota.* Adaptado de *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones* (p.9), D. Braja, 2012, Cengage learning. a) Diagrama esquemático del equipo de prueba; b) gráfica de los resultados de la prueba para obtener el ángulo de fricción.

Se pueden efectuar varias pruebas de este tipo variando la carga normal. El ángulo de fricción de la arena se puede determinar elaborando una gráfica de  $s$  contra  $\sigma'$  ( $= \sigma$  para arena seca), como se muestra en la figura 9, o

$$\phi' = \tan^{-1} \left( \frac{s}{\sigma'} \right) \quad (\text{Ec. 20})$$

Para arenas, el ángulo de fricción suele variar de  $26^\circ$  a  $45^\circ$ , aumentando con la densidad relativa de compactación. En la tabla 2 se muestra un intervalo general del ángulo de fricción,  $\phi'$ , para arenas.

En 1970, Brinch Hansen (consulte Hansbo, 1975 y Thinh, 2001) proporcionó la correlación siguiente para  $\phi'$  de suelos granulares.

$$\phi'(\text{grados}) = 26^\circ + 10Dr + 0.4Cu + 1.6 \log(D_{50}) \quad (\text{Ec. 21})$$

$Dr$  = densidad relativa (fracción)

$Cu$  = coeficiente de uniformidad

$D_{50}$  = tamaño medio del grano, en mm (es decir, el diámetro a través del cual pasa 50% del suelo)

**Tabla 3**

*Relación entre la densidad relativa y el ángulo de fricción de suelos cohesivos.*

<b>Estado del empaquetamiento</b>	<b>Densidad relativa (%)</b>	<b>Ángulo de fricción, <math>\phi'</math> (grados)</b>
Muy suelto	< 20	< 30
Suelto	20-40	30-35
Compacto	40-60	35-40
Denso	60-80	40-45
Muy denso	> 80	> 45

*Nota.* Extraído de libro de (Braja M., 2012).

Teferra (1975) sugirió la correlación empírica siguiente basada en una gran base de datos:

$$\phi'(\text{grados}) = \tan^{-1}\left(\frac{1}{ae+b}\right) \quad (\text{Ec. 22})$$

Donde

$e$  = relación de vacíos

$$a = 2.101 + 0.097\left(\frac{D_{85}}{D_{15}}\right)$$

$$b = 0.845 - 0.398a$$

$D_{85}$  y  $D_{15}$  = diámetros a través de los cuales, respectivamente, pasa 85% y 15% de suelo.

**Pruebas triaxiales.** Según (Braja M., 2012) muestra la aplicación de prueba de compresión triaxial.

La prueba consiste en colocar una muestra de suelo confinada por una membrana de caucho en una cámara de lucita y luego se aplica una presión de confinamiento ( $\sigma_3$ ) alrededor de la muestra mediante un fluido en la cámara (por lo general, agua o glicerina). También se puede aplicar un esfuerzo agregado ( $\Delta\sigma$ ) a la muestra en la dirección axial para causar la falla ( $\Delta\sigma = \Delta\sigma_f$  a la falla). Puede permitirse el drenaje de la muestra o detenerse, dependiendo de la condición de la prueba. Para arcillas, se pueden efectuar tres tipos de pruebas con el equipo triaxial (consulte la figura 11):

1. Prueba consolidada drenada (prueba CD)
2. Prueba consolidada no drenada (prueba CU)
3. Prueba no consolidada no drenada (prueba UU)

#### ***Pruebas consolidadas drenadas:***

*Paso 1.* Se aplica presión a la cámara  $\sigma_3$ . Se permite el drenaje completo, tal que la presión de poro del agua ( $u=u_0$ ) desarrollada es cero.

*Paso 2.* Se aplica un esfuerzo desviador  $\Delta\sigma$  lentamente. Se permite el drenaje, tal que la presión de poro del agua ( $u= u_d$ ) desarrollada mediante la aplicación de  $\Delta\sigma$  es cero. En la falla,  $\Delta\sigma = \Delta\sigma_f$ ; la presión total de poro del agua  $u_f = u_0 + u_d = 0$ .

Por lo tanto, para las *pruebas consolidadas drenadas*, a la falla,

$$\text{Esfuerzo efectivo principal mayor} = \sigma_3 + \Delta\sigma_f = \sigma_1 = \sigma_1'$$

$$\text{Esfuerzo efectivo principal menor} = \sigma_3 = \sigma_3'$$

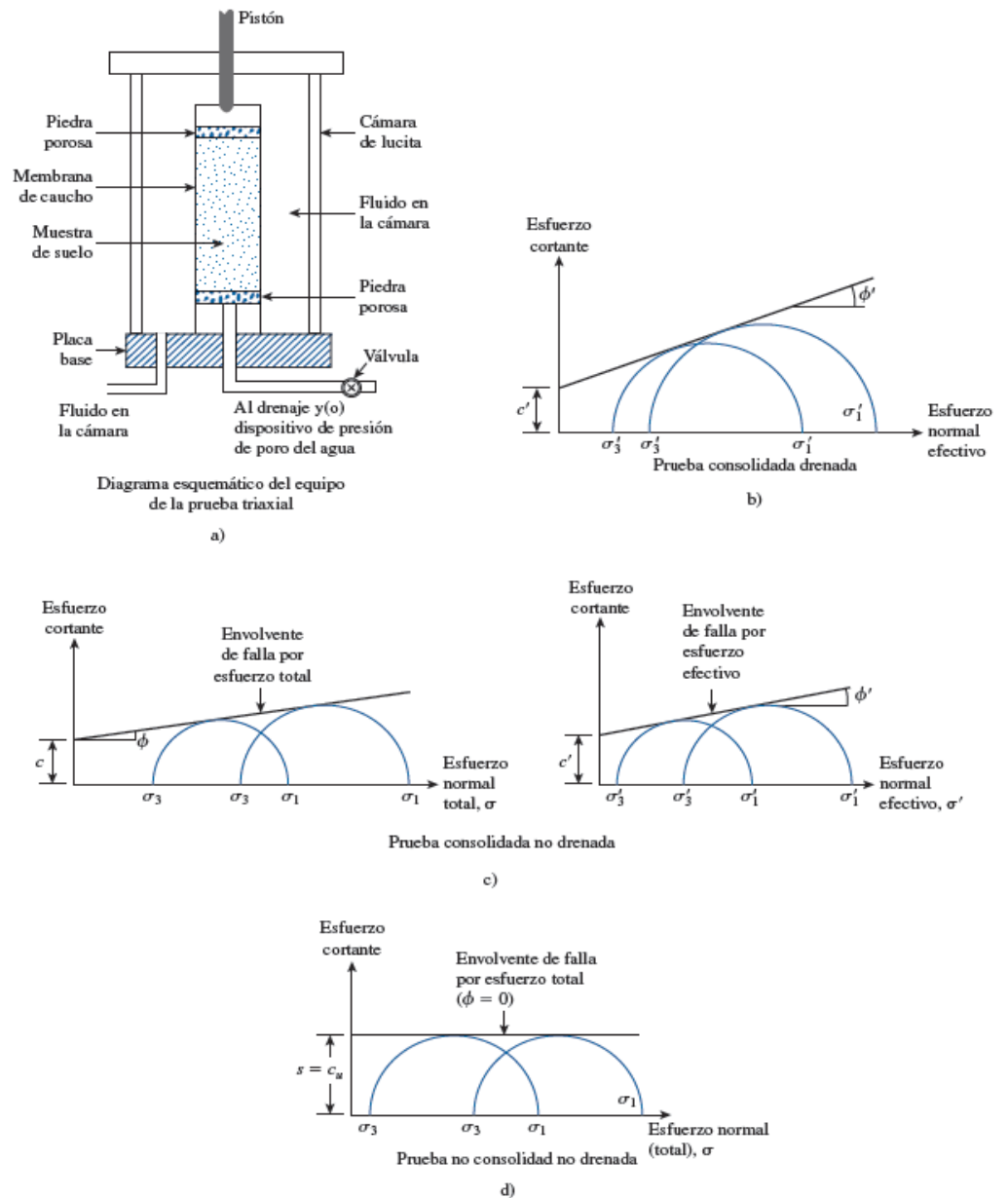
Al cambiar  $\sigma_3$  permite que se efectúen varias pruebas de este tipo en varias muestras de arcilla. Ahora se pueden determinar los parámetros de la resistencia cortante ( $c'$  y  $\phi'$ ) trazando el círculo de Mohr a la falla, como se muestra en la figura 10 y trazando una línea tangente común a los

círculos de Mohr. Esta es la *envolvente de falla de Mohr-Coulomb*. (Nota:  
Para arcilla normalmente  
consolidada,  $c' \approx 0$ ). A la falla,

$$\sigma_1' = \sigma_3' \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right) + 2c' \tan \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

**Figura 10**

*Prueba triaxial*

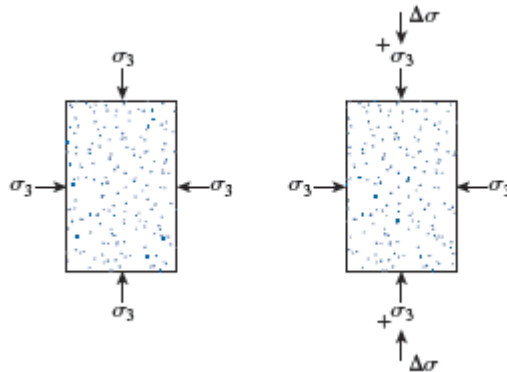


*Nota.* Adaptado de *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones* (p.50), D. Braja, 2012, Cengage learning.



**Figura 11**

*Secuencia de aplicación del esfuerzo en una prueba triaxial.*



*Nota.* Adaptado de *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones* (p.51), D. Braja, 2012, Cengage learning.

### **Pruebas consolidadas no drenadas:**

*Paso 1.* Se aplica presión a la cámara  $\sigma_3$ . Se permite el drenaje completo, tal que la presión de poro del agua ( $u = u_0$ ) es cero.

*Paso 2.* Se aplica un esfuerzo desviador  $\Delta\sigma$ . No se permite el drenaje, tal que la presión de poro del agua  $u = u_d \neq 0$ . A la falla,  $\Delta\sigma = \Delta\sigma_f$ ; la presión de poro del agua  $u_f = u_0 + u_d = 0 + u_{d(f)}$

De aquí, a la falla,

$$\text{Esfuerzo total principal mayor} = \sigma_3 + \Delta\sigma_f = \sigma_1$$

$$\text{Esfuerzo total principal menor} = \sigma_3$$

$$\text{Esfuerzo efectivo principal mayor} = (\sigma_3 + \Delta\sigma_f) - u_f = \sigma'_1$$

$$\text{Esfuerzo efectivo principal menor} = \sigma_3 - u_f = \sigma'_3$$

Al cambiar  $\sigma_3$  permite que se efectúen pruebas múltiples de este tipo en varias muestras de suelo. Ahora se pueden trazar los círculos de Mohr del esfuerzo total a la falla, como se muestra en la figura 10c, y luego se puede trazar una línea tangente común para definir la *envolvente de falla*. Esta *envolvente de falla por esfuerzo total* se define por la ecuación:

$$s = c + \sigma \tan \phi$$

donde  $c$  y  $\phi$  son la *cohesión consolidada no drenada* y el *ángulo de fricción*, respectivamente. (Nota:  $c \approx 0$  para arcillas normalmente consolidadas.)

De manera similar, se pueden trazar los círculos de Mohr del esfuerzo efectivo para determinar la *envolvente de falla por esfuerzo efectivo* (figura 10c), (...)

### **Pruebas no consolidadas no drenadas:**

*Paso 1.* Se aplica presión a la cámara  $\sigma_3$ . No se permite el drenaje, tal que la presión de poro del agua ( $u = u_0$ ) desarrollada mediante la aplicación de  $\sigma_3$  no es cero.

*Paso 2.* Se aplica un esfuerzo desviador  $\Delta\sigma$ . No se permite el drenaje ( $u = u_d \neq 0$ ). A la falla,  $\Delta\sigma = \Delta\sigma_f$ ; la presión de poro del agua  $u_f = u_0 + u_{d(f)}$ .

Para pruebas triaxiales *no consolidadas no drenadas*,

$$\text{Esfuerzo total principal mayor} = \sigma_3 + \Delta\sigma_f = \sigma_1$$

$$\text{Esfuerzo total principal menor} = \sigma_3$$

Ahora se puede trazar el círculo de Mohr por esfuerzo total a la falla, como se muestra en la figura 10d. Para arcillas saturadas, el valor de  $\sigma_1 - \sigma_3 = \Delta\sigma_f$  es una constante, sin importar la presión de confinación en la cámara  $\sigma_3$  (también se muestra en la figura 10d). La tangente para estos círculos de Mohr será una línea horizontal, denominada condición  $\phi = 0$ . La resistencia cortante para esta condición es

$$s = c_u = \frac{\Delta\sigma_f}{2}$$

donde  $c_u$  = cohesión no drenada (o resistencia cortante no drenada).

La presión de poro desarrollada en la muestra de suelo durante la prueba triaxial no consolidada no drenada es

$$u = u_0 + u_d$$

La presión de poro  $u_0$  es la contribución de la presión hidrostática en la cámara  $\sigma_3$ . Por consiguiente,

$$u = B\sigma_3$$

donde  $B$  = parámetro de la presión de poro de Skempton.

De manera similar, el parámetro de poro  $u_d$  es el resultado del esfuerzo axial agregado  $\Delta\sigma$ , por lo tanto,

$$u_d = A\Delta\sigma$$

donde  $A$  = parámetro de la presión de poro de Skempton.

Sin embargo,

$$\Delta\sigma = \sigma_1 - \sigma_3$$

Al combinar las ecuaciones (...) se obtiene

$$u = u_0 + u_d = B\sigma_3 + A(\sigma_1 - \sigma_3)$$

El parámetro de la presión de poro del agua  $B$  en suelos saturados es aproximadamente igual a 1, por lo tanto,

$$u = \sigma_3 + A(\sigma_1 - \sigma_3)$$

El valor del parámetro de la presión de poro del agua  $A$  a la falla variará con el tipo de suelo. El siguiente es un intervalo general de valores de  $A$  a la falla para varios tipos de suelos arcillosos encontrados en la naturaleza:

**Tabla 4**

*Parámetro de la presión de poro de agua*

Tipo de suelo	A a la falla
Arcillas arenosas	0.5 - 0.7
Arcillas normalmente consolidadas	0.5 - 1
Arcillas sobreconsolidadas	-0.5 - 0

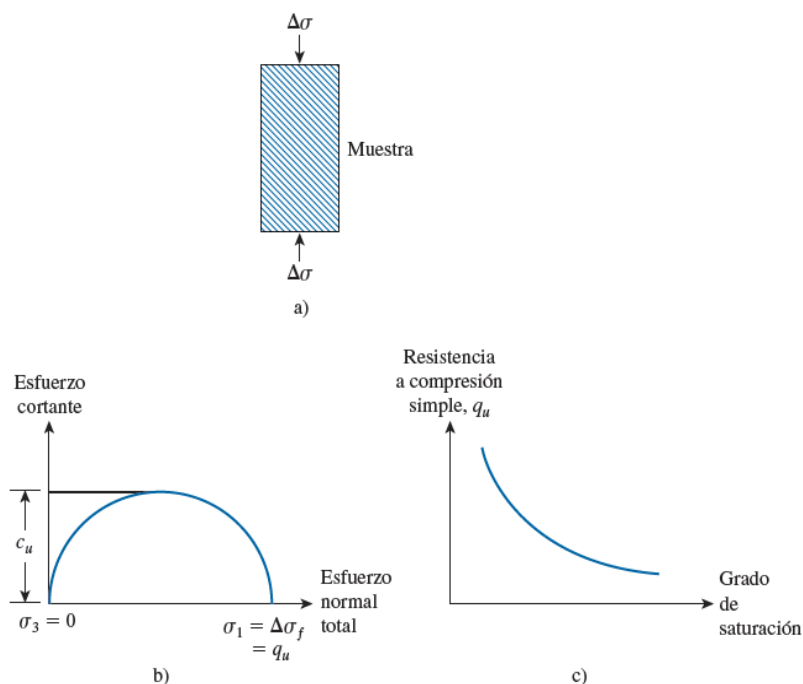
Nota. Extraído de (Braja M., 2012)

**Prueba de compresión simple.** Según, (Braja M., 2012) describe la prueba de compresión simple.

La *prueba de compresión simple* (figura 12a) es un tipo especial de prueba triaxial no consolidada no drenada, en la que la presión de confinación  $\sigma_3 = 0$ , como se muestra en la figura 12b. En esta prueba, se aplica un esfuerzo axial  $\Delta\sigma$  a la muestra para ocasionar su falla (es decir,

**Figura 12**

*Prueba de compresión simple*



*Nota.* Adaptado de *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones* (p.53), D. Braja, 2012, Cengage learning. a) muestra de suelo; b) círculo de Mohr para la prueba; c) variación de  $q_u$  con el grado de saturación.

( $\Delta\sigma = \Delta\sigma_f$ ). El círculo de Mohr correspondiente se muestra en la figura 12b. Observe que, para este caso,

$$\text{Esfuerzo total principal mayor} = \Delta\sigma_f = q_u$$

$$\text{Esfuerzo total principal menor} = 0$$

Al esfuerzo axial a la falla,  $\Delta\sigma_f = q_u$ , se le refiere por lo general como resistencia a la

compresión simple. La resistencia cortante de arcillas saturadas ante esta condición ( $\phi = 0$ ), (...), es

$$s = c_u = \frac{q_u}{2} \quad (\text{Ec. 23})$$

La resistencia a la compresión simple se puede utilizar como un indicador de la consistencia de las arcillas.

Las pruebas de compresión simples se efectúan en ocasiones en suelos no saturados. Con la relación de vacíos de una muestra de suelo que permanece constante, la resistencia a la compresión simple disminuye rápidamente con el grado de saturación (figura 12c).

**Prueba de penetración normal (SPT – ASTM D1586).** Según, (Braja M., 2012) describe la exploración de suelo mediante muestreo de caña partida y la obtención de N, la cual se correlaciona con el ángulo de fricción interna y la cohesión de un suelo.

El muestreador se hince en el suelo por golpes de un martinete en la parte superior de la barra de perforación. El peso estándar del martinete es de 622.72 N y por cada golpe el martinete baja una distancia de 0.762 m. Se registra el número de golpes requeridos para una penetración del penetrómetro de tres intervalos de 152.4 mm. El número de golpes requeridos para los dos intermedios intervalos se suman para obtener el número de penetración estándar, N, a esa profundidad. A este número en general se le refiere como valor N (American Society for Testing and Materials, 2001, Designation D-1586-99). Luego el muestreador se retira y se remueven la zapata y el acoplamiento. Por último, la muestra de suelo recuperada del tubo se coloca en una botella de vidrio y se transporta al laboratorio. (...)

En la figura 13 se presenta un muestreador de media caña después de un muestreo. El grado de alteración de una muestra de suelo se acostumbra a expresarse como

$$A_R (\%) = \frac{D_o^2 - D_i^2}{D_i^2} (100) \quad (\text{Ec. 24})$$

donde

$A_R$  = relación de áreas (relación del área alterada al área total del suelo)

$D_o$  = diámetro exterior del tubo muestreador

$D_i$  = diámetro interior del tubo muestreador

Cuando la relación de áreas es 10% o menor, la muestra se considera en general no alterada. Para un muestreador estándar de media caña,

$$A_R (\%) = \frac{(50.8)^2 - (34.93)^2}{(34.93)^2} (100) = 111.5\%$$

De aquí que estas muestras están altamente alteradas. Las muestras de media caña suelen tomarse a intervalos de aproximadamente 1.5 m. Cuando el material encontrado en el campo es arena (en particular arena fina debajo del nivel freático), la recuperación de la muestra por medio del muestreador de media caña puede dificultarse. En ese caso, se tiene que colocar un dispositivo conocido como *extractor de núcleos de manantial* en el interior de la media caña (figura 13).

**Figura 13**

*Muestreo de media caña*



En este punto es importante destacar que varios factores contribuyen a la variación del número de penetración estándar  $N$  a una profundidad dada para perfiles de suelo similares. Entre estos factores se encuentran la eficiencia del martinete SPT, el diámetro de la perforación, el método de muestreo y la longitud de la barra (Skempton, 1986; Seed y colaboradores, 1985). La eficiencia energética del martinete SPT se puede expresar así:

$$E_R (\%) = \frac{\text{Energía total del martinete al muestreador}}{\text{energía de entrada}} \times 100 \quad (\text{Ec. 25})$$

$$Energia\ teórica\ de\ entrada = Wh \quad (Ec. 26)$$

donde

$W$  = peso del martinete  $\approx 0.623$  kN

$h$  = altura de caída  $\approx 0.76$  m

Por lo tanto,

$$Wh = (0.623)(0.76) = 0.474 \text{ kN} - \text{m}$$

En el campo, la magnitud de  $Er$  puede variar de 30 a 90%. La práctica estándar actual en Estados Unidos es expresar el valor  $N$  para una relación energética promedio de 60% ( $\approx N_{60}$ ). Así pues, la corrección por los procedimientos de campo y con base en las observaciones de campo parece razonable para estandarizar el número de penetración estándar como una función de la energía de entrada de hincado y su disipación alrededor del muestreador hacia el suelo circundante, o

$$N_{60} = \frac{N \eta_H \eta_B \eta_S \eta_R}{60} \quad (Ec. 27)$$

Donde

$N_{60}$  = número de penetración estándar, corregido por las condiciones en el campo

$N$  = número de penetración medido

$\eta_H$  = eficiencia del martinete (%)

$\eta_B$  = corrección por el diámetro de la perforación

$\eta_S$  = corrección del muestreador

$\eta_R$  = corrección por longitud de la barra

Las variaciones de  $\eta_H$ ,  $\eta_B$ ,  $\eta_S$  y  $\eta_R$  con base en recomendaciones de Seed y colaboradores (1985) y Skempton (1986) se resumen en la tabla 5.

**Tabla 5**

Las variaciones de  $\eta_H$ ,  $\eta_B$ ,  $\eta_S$  y  $\eta_R$

1. Variación de $\eta_H$				2. Variación de $\eta_B$	
País	Tipo de martinete	Liberación del martinete	$\eta_H$ , (%)	Diámetro, mm	$\eta_B$
Japón	Toroide	Caída libre	78	60-120	1
	Toroide	Cuerda y polea	67		
Estados Unidos	De seguridad	Cuerda y polea	60	150	1.05
	Toroide	Cuerda y polea	45	200	1.15
Argentina	Toroide	Cuerda y polea	45		
China	Toroide	Caída libre	60		
	Toroide	Cuerda y polea	50		

3. Variación de $\eta_S$		4. Variación de $\eta_R$	
Variable	$\eta_S$	Longitud de la barra, m	$\eta_R$
Muestreador estándar	1.0	> 10	1
Con recubrimiento para arena y arcilla densas	0.8	6_10	0.95
Con recubrimiento para arena suelta	0.9	4_6	0.85
		0-4	0.75

Nota. Extraído de (Braja M., 2012).

**Correlaciones para  $N_{60}$  en suelo cohesivo.** Además de obligar al ingeniero geotécnico a obtener muestras de suelos, las pruebas de penetración estándar proporcionan varias correlaciones útiles. Por ejemplo, la consistencia de suelos arcillosos se puede estimar a partir del número de penetración estándar,  $N_{60}$ . A fin de lograr eso, Szechy y Vargi (1978) calcularon el índice de consistencia (IC) como

$$IC = \frac{LL-w}{LL-LP} \quad (\text{Ec. 28})$$

donde

w = contenido natural de humedad

LL = límite líquido

LP = límite de plasticidad

La correlación aproximada entre IC,  $N_{60}$  y la resistencia a la compresión simple ( $q_u$ ) se da en la tabla 6.

Hara y colaboradores (1971) también sugieren la correlación siguiente entre la resistencia al corte no drenada de arcilla ( $c_u$ ) y  $N_{60}$ :



$$\frac{c_u}{P_a} = 0.29N_{60}^{0.72} \quad (\text{Ec. 29})$$

donde  $P_a$  = presión atmosférica ( $\approx 100 \text{ kN/m}^2$ ;  $\approx 2\,000 \text{ lb/pulg}^2$ ).

**Tabla 6**

*Correlación aproximada entre IC,  $N_{60}$  y  $q_u$*

Número de penetración estándar, $N_{60}$	de Consistencia	IC	Resistencia a la compresión simple, $q_u$ ( $\text{kN/m}^2$ )
< 2	Muy blanda	< 0.5	< 25
2-8	Blanda	0.5-0.75	25-80
8-15	Media	0.75-1.0	80-150
15-30	Firme	1.0-1.5	150-400
>30	Muy firme	> 1.5	> 400

*Nota.* Extraído de libro (Braja M., 2012).

La relación de sobreconsolidación, OCR, de un depósito natural de arcilla también se puede correlacionar con el número de penetración estándar. Con base en el análisis de regresión de 110 puntos de datos, Mayne y Kemper (1988) obtuvieron la relación:

$$OCR = 0.193 \left( \frac{N_{60}}{\sigma'_0} \right)^{0.689} \quad (\text{Ec. 30})$$

donde  $\sigma'_0$  = esfuerzo vertical efectivo en  $\text{MN/m}^2$ .

Es importante destacar que cualquier correlación entre  $c_u$ , OCR y  $N_{60}$  sólo es aproximada.

**Correlación para  $N_{60}$  en suelo granular.** En suelos granulares, el valor de  $N$  se afecta por la presión de sobrecarga efectiva,  $\sigma'_0$ . Por esa razón, el valor de  $N_{60}$  obtenido en la exploración de campo ante presiones de sobrecarga efectiva diferentes se debe cambiar para que corresponda a un valor estándar de  $\sigma'_0$ . Es decir,

$$(N_1)_{60} = C_N N_{60} \quad (\text{Ec. 31})$$

Donde

$(N_1)_{60} =$  valor de  $N_{60}$  corregido a un valor estándar de  
 $\sigma'_0 [100kN/m^2 (\frac{200lb}{pie^2})]$

$C_N =$  factor de corrección

$N_{60} =$  valor de N obtenido de la exploración de campo ecuación (Ec. 27)

En el pasado se propuso una variedad de relaciones empíricas para  $C_N$ . A continuación se dan algunas. Las relaciones más comúnmente citadas son las de Liao y Whitman (1986) y Skempton (1986). En las relaciones siguientes para  $C_N$ , observe que  $\sigma'_0$  es la presión de sobrecarga efectiva y  $P_a =$  presión atmosférica ( $\approx 100 \text{ kN/m}^2$ ).

Relación de Liao y Whitman (1986):

$$C_N = \left[ \frac{1}{\left( \frac{\sigma'_0}{P_a} \right)} \right]^{0.5} \quad (\text{Ec. 32})$$

Relación de Skempton (1986):

$$C_N = \frac{2}{1 + \left( \frac{\sigma'_0}{P_a} \right)} \quad (\text{Para arena fina normalmente consolidada}) \quad (\text{Ec. 33})$$

$$C_N = \frac{1.7}{2 + \left( \frac{\sigma'_0}{P_a} \right)} \quad (\text{Para arena gruesa normalmente consolidada}) \quad (\text{Ec. 34})$$

$$C_N = \frac{1.7}{0.7 + \left( \frac{\sigma'_0}{P_a} \right)} \quad (\text{Para arena sobreconsolidada}) \quad (\text{Ec. 35})$$

Relación de Seed y colaboradores (1975):

$$C_N = 1 - 1.25 \log \left( \frac{\sigma'_0}{P_a} \right) \quad (\text{Ec. 36})$$

Relación de Peck y colaboradores (1974):

$$C_N = 0.77 \log \left[ \frac{20}{\left( \frac{\sigma'_0}{P_a} \right)} \right] \quad (\text{para } \frac{\sigma'_0}{P_a} \geq 0.25) \quad (\text{Ec. 37})$$

Relación de Bazaraa (1967):

$$C_N = \frac{4}{1+4\left(\frac{\sigma'_o}{p_a}\right)} \left(\text{para } \frac{\sigma'_o}{p_a} \leq 0.75\right) \quad (\text{Ec. 38})$$

$$C_N = \frac{4}{3.25+\left(\frac{\sigma'_o}{p_a}\right)} \left(\text{para } \frac{\sigma'_o}{p_a} > 0.75\right) \quad (\text{Ec. 39})$$

En la tabla 7 se muestra la comparación de  $C_N$  deducida utilizando varias de las relaciones citadas antes. Se puede observar que la magnitud del factor de correlación estimado empleando cualquiera de las relaciones es aproximadamente el mismo, considerando las incertidumbres comprendidas al realizar las pruebas de penetración estándar. Por consiguiente, en todos los cálculos se recomienda utilizar la ecuación (Ec. 41).

**Tabla 7**

*Variación de  $C_N$*

$\frac{\sigma'_o}{p_a}$	$C_N$						
	Ecuación (2.11)	Ecuación (2.12)	Ecuación (2.13)	Ecuación (2.14)	Ecuación (2.15)	Ecuación (2.16)	Ecuaciones (2.17) y (2.18)
0.25	2.00	1.60	1.33	1.78	1.75	1.47	2.00
0.50	1.41	1.33	1.20	1.17	1.38	1.23	1.33
0.75	1.15	1.14	1.09	1.17	1.15	1.10	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.94
1.50	0.82	0.80	0.86	0.77	0.78	0.87	0.84
2.00	0.71	0.67	0.75	0.63	0.62	0.77	0.76
3.00	0.58	0.50	0.60	0.46	0.40	0.63	0.65
4.00	0.50	0.40	0.60	0.36	0.25	0.54	0.55

*Nota.* Extraído de (Braja M., 2012).

**Correlación entre  $N_{60}$  y la densidad relativa de un suelo granular.** En la tabla 8 se proporciona una relación aproximada entre el número de penetración estándar y la densidad relativa de una arena. Los valores son aproximados principalmente debido a que la presión de sobrecarga efectiva y la historia del esfuerzo del suelo afectan de manera

significativa los valores de  $N_{60}$  de la arena. Kulhawy y Mayne (1990) modificaron la relación empírica para la densidad relativa propuesta por Marcuson y Bieganousky (1977), que se puede expresar como

$$D_r(\%) = 12.2 + 0.75 \left[ 222N_{60} + 2311 - 711OCR - 779 \left( \frac{\sigma'_0}{P_a} \right) - 50C_u^2 \right]^{0.5} \quad (\text{Ec. 40})$$

Donde

$D_r$  = densidad relativa

$\sigma'_0$  = presión de sobrecarga efectiva

$C_u$  = coeficiente de uniformidad de la arena

$$OCR = \frac{\text{presión de preconsolidación, } \sigma'_0}{\text{presión de sobrecarga efectiva, } \sigma'_0}$$

$P_a$  = presión atmosférica

Meyerhorf (1957) desarrollo la correlación siguiente entre  $D_r$  y  $N_{60}$ :

$$N_{60} = \left[ 17 + 24 \left( \frac{\sigma'_0}{P_a} \right) \right] D_u^2 \quad (\text{Ec. 41})$$

$$D_r = \left\{ \frac{N_{60}}{\left[ 17 + 24 \left( \frac{\sigma'_0}{P_a} \right) \right]} \right\}^{0.5} \quad (\text{Ec. 42})$$

La ecuación (Ec. 51) proporciona una estimación razonable sólo para arena de grano medio a fina limpia.

Cubrinovski e Ishihara (1999) también propusieron una correlación entre  $N_{60}$  y la densidad relativa de la arena ( $D_r$ ) que es:

$$D_r(\%) = \left[ \frac{N_{60} \left( 0.23 + \frac{0.06}{D_{50}} \right)^{1.7}}{9} \left( \frac{1}{\frac{\sigma'_0}{P_a}} \right) \right]^{0.5} \quad (100) \quad (\text{Ec. 43})$$

**Tabla 8**

*Relación entre los valores corregidos  $(N_1)_{60}$  y la densidad relativa en arenas.*

Número de penetración estándar, $(N_1)_{60}$	Densidad relativa aproximada, $D_r$ (%)
0-5	0-5
5-10	5-30
10-30	30-60
30-50	60-95

*Nota.* Extraído del libro de (Braja M., 2012).

Donde

$P_a$  = presión atmosférica ( $\approx 100 \text{ kN/m}^2$ ).

$D_{50}$  = tamaño de malla por la cual pasará 50% del suelo (mm)

Kulhawy y Mayne (1999) correlacionaron el número de penetración estándar corregido y la densidad relativa de la arena en la forma siguiente:

$$D_r(\%) = \left[ \frac{(N_1)_{60}}{C_P C_A C_{OCR}} \right]^{0.5} (100) \quad (\text{Ec. 44})$$

Donde

$C_P$  = factor de correlaciones del tamaño de grano =  $60 + 25 \log D_{50}$

$C_A$  = factor de correlación por envejecimiento =  $1.2 + 0.05 \log\left(\frac{t}{100}\right)$

$C_{OCR}$  = factor de correlación por sobreconsolidación =  $OCR^{0.18}$

$D_{50}$  = diámetro a través del cual pasará 50% del suelo (mm)

$t$  = edad del suelo desde su depósito (años)

$OCR$  = relación de sobreconsolidación

Correlación entre el ángulo de fricción y el número de penetración estándar. El ángulo de fricción interna,  $\phi'$ , de un suelo granular también

se ha correlacionado con  $N_{60}$  o  $(N_1)_{60}$  por varios investigadores. Algunas de estas correlaciones son:

1. Peck, Hanson y Thornburn (1974) dan una correlación entre  $N_{60}$  y  $\varphi'$  en una forma gráfica, que se puede aproximar como (Wolff, 1989):

$$\varphi' \text{ (grados)} = 27.1 + 0.3 N_{60} - 0.00054 [N_{60}]^2$$

2. Schmertmann (1975) proporcionó la correlación entre  $N_{60}$ ,  $\sigma'$  y  $\varphi'$ . Matemáticamente, la correlación se puede aproximar con (Kulhawy y Mayne, 1990):

$$\varphi' = \tan^{-1} \left[ \frac{N_{60}}{12.2 + 20.3 \left( \frac{\sigma'_0}{P_a} \right)} \right]^{0.34} \quad (\text{Ec. 45})$$

Donde

$N_{60}$  = número de penetración estándar de campo

$\sigma'_0$  = presión de sobrecarga efectiva

$P_a$  = presión atmosférica en las mismas unidades que  $\sigma'_0$

$\varphi'$  = ángulo de fricción del suelo

3. Hatanaka y Uchida (1996) propusieron una correlación simple entre  $\varphi'$  y  $(N_1)_{60}$  que se puede expresar como

$$\varphi' = \sqrt{20(N_1)_{60}} + 20 \quad (\text{Ec. 46})$$

Se deben observar las restricciones siguientes cuando se utilicen los valores de la resistencia a la penetración estándar en las correlaciones anteriores para estimar parámetros de suelos:

1. Las ecuaciones son aproximadas.
2. Debido a que el suelo no es homogéneo, los valores  $N_{60}$  de obtenidos de una perforación dada varían considerablemente.
3. En depósitos de suelo que contengan grandes boleos y grava, los números de penetración estándar pueden ser erráticos y no confiables. Aunque es aproximada, con una interpretación correcta la prueba de penetración estándar proporciona una buena evaluación de las

propiedades del suelo. Las fuentes primarias de error en las pruebas de penetración estándar son la limpieza inadecuada de la perforación, medición sin cuidado del conteo de golpes, golpes excéntricos del martinete sobre la barra de perforación y mantenimiento inadecuado de la carga de agua en la perforación.

**Correlación entre el módulo de elasticidad y el número de penetración estándar.** El módulo de elasticidad de suelos granulares ( $E_S$ ) es un parámetro importante para estimar el asentamiento elástico de cimentaciones. Una estimación de primer orden de ( $E_S$ ) la proporcionaron Kulhawy y Mayne (1990) como  $\frac{E_S}{P_a} \propto N_{60}$

Donde

$P_a$  = presión atmosférica (mismas unidades que  $E_S$ )

$$\alpha = \begin{cases} 5 & \text{para arenas con finos} \\ 10 & \text{para arena limpia normalmente consolidada} \\ 15 & \text{para arena limpia sobreconsolidada} \end{cases}$$

## 2.2. Cimentaciones

La cimentación es el medio para que las cargas de la estructura se transmitan al terreno produciendo en este un sistema de esfuerzos que puedan ser resistidos con seguridad con un asentamiento tolerable.

Según, (Crespo Villalaz, 2004) en forma general las cimentaciones se clasifican en dos grupos: cimentaciones directas y cimentaciones indirectas:

Una cimentación directa es aquella en la cual los elementos verticales de la superestructura se prolongan hasta el terreno de cimentación, descansando directamente sobre él mediante el ensanchamiento de su sección transversal con el fin de reducir el esfuerzo unitario que se transmite al suelo. De este tipo son las zapatas aisladas, las zapatas conectadas, las zapatas ligadas, las cimentaciones por trabes y las losas de cimentación (...). Una cimentación indirecta es aquella que se lleva a cabo por elementos intermedios como los pilotes, cilindros y cajones de

cimentación (...), ya que el suelo resistente se encuentra relativamente a gran profundidad.

Según, RNE E.050 los tipos de cimentación son cimentaciones superficiales y cimentaciones profundas. Las cimentaciones superficiales “son aquellas en las cuales la relación Profundidad / ancho ( $D_f / B$ ) es menor o igual a cinco (5), siendo  $D_f$  la profundidad de la cimentación y  $B$  el ancho o diámetro de la misma (E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES, 2018)” en este grupo están las zapatas aisladas, conectadas y combinadas; las cimentaciones continuas (cimientos corridos) y las plateas de cimentación. Por otro lado, las cimentaciones superficiales “Son aquellas en las que la relación profundidad / ancho ( $D_f / B$ ) es mayor a cinco (5), siendo  $D_f$  la profundidad de la cimentación y  $B$  el ancho o diámetro de la misma (E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES, 2018)” en este grupo estas los pilotes y micropilotes, los pilares, los cajones de cimentación y cualquier otro elemento estructural que permita transferir la carga a estratos profundos.

### ***2.2.1. Cimentaciones superficiales: capacidad de carga última***

La capacidad de carga ( $q_d$ ) es la presión última o de falla por corte del suelo y se determina utilizando las fórmulas aceptadas por la mecánica de suelos a partir de parámetros determinados mediante los ensayos in-situ o los ensayos de laboratorio (E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES, 2018).

Al cargar un suelo de fundación, su superficie sufre asentamientos que se pueden graficar en función de la carga por unidad de área y al tipo de suelo sobre el cual se apoyará la estructura.

La variación de la carga gradualmente por unidad de área sobre la cimentación, también el asentamiento se incrementará ver la figura 14a. (Braja M., 2012) en su libro fundamentos de ingeniería de cimentaciones realiza análisis de gráficos de carga unitaria vs asentamiento:

Considere un cimentación corrida con un ancho  $B$  que se apoya sobre la superficie de una arena densa o suelo cohesivo rígido, como se muestra en la figura 14a. Ahora, si se aplica una carga gradualmente a la cimentación, el asentamiento se incrementará. (...) En cierto punto, cuando la carga por área unitaria es igual a



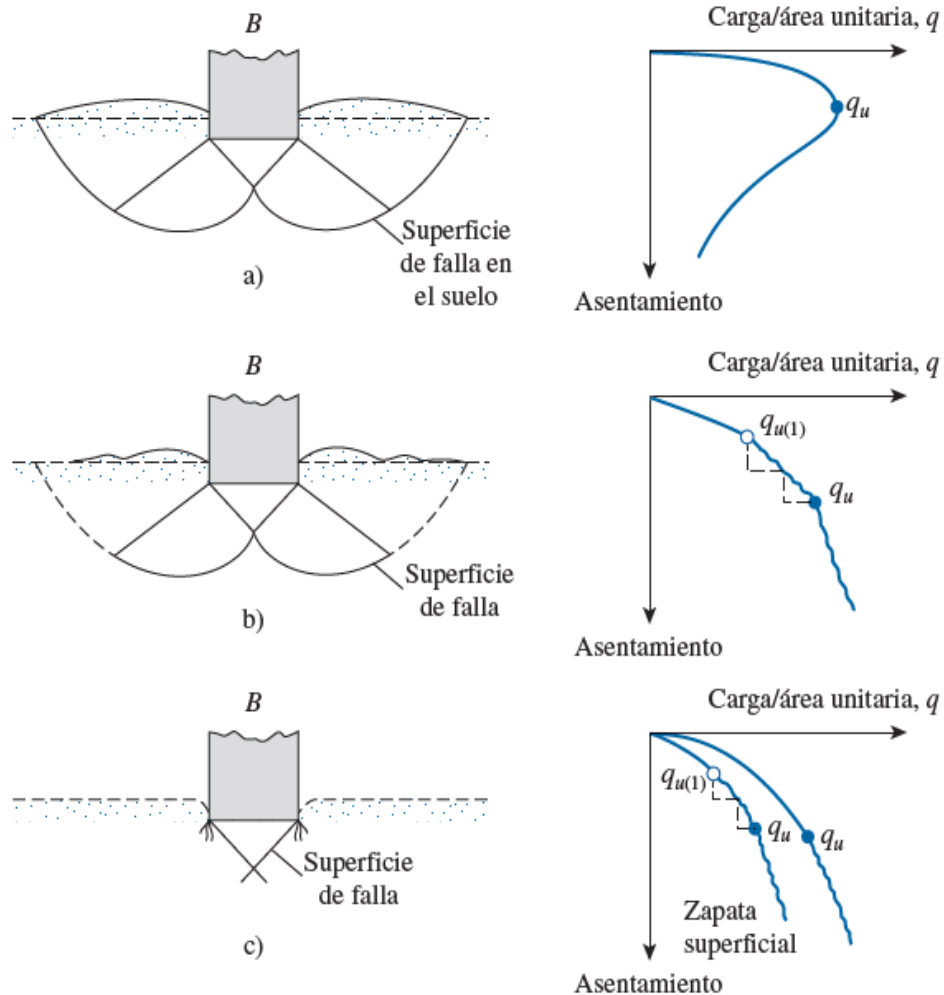
$q_u$ , ocurrirá una falla repentina en el suelo que soporta la cimentación y la superficie de falla en el suelo se extenderá hasta la superficie del terreno. A esta carga por área unitaria,  $q_u$ , suele referírsele como capacidad de carga última de la cimentación. Cuando este tipo de falla repentina ocurre en el suelo, se **denomina falla general por corte**.

Si la cimentación en consideración se apoya sobre un suelo de arena o arcillosos de compactación media (figura 14b), un incremento en la carga sobre la cimentación también se acompañará por un incremento en el asentamiento. Sin embargo, en este caso la superficie de falla en el suelo se extenderá gradualmente hacia fuera desde la cimentación, como se muestra por las líneas continuas en la figura 14b. Cuando la carga por área unitaria sobre la cimentación es igual a  $q_{u(1)}$ , el movimiento de la cimentación se acompañará por sacudidas repentinas. Entonces se requiere de un movimiento considerable de la cimentación para que la superficie de falla en el suelo se extienda hasta la superficie del terreno (como se muestra por las líneas discontinuas en la figura). La carga por área unitaria a la que esto sucede es la capacidad de carga última,  $q_u$ . Más allá de este punto, un incremento en la carga se acompaña por un gran incremento en el asentamiento de la cimentación. A la carga por área unitaria de la cimentación,  $q_{u(1)}$ , se le refiere como primera carga de falla (Vesic, 1963). Observe que un valor pico de  $q$  no se presenta en este tipo de falla, lo que se denomina **falla local por corte en el suelo**.

Si la cimentación está soportada por un suelo muy suelto, la gráfica carga-asentamiento será como la de la figura 14c. En este caso, la superficie de falla en el suelo no se extenderá hasta la superficie del terreno. Más allá de la carga última de falla,  $q_u$ , la gráfica carga-asentamiento será muy pronunciada y prácticamente lineal. Este tipo de falla en el suelo se denomina **falla de corte por punzonamiento**.

**Figura 14**

*Naturaleza de la falla por capacidad de carga del suelo*



*Nota.* Adaptado de *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones* (p.134), D. Braja, 2012, Cengage learning. a) falla general por corte; b) falla local por corte; c) falla de corte por punzonamiento.

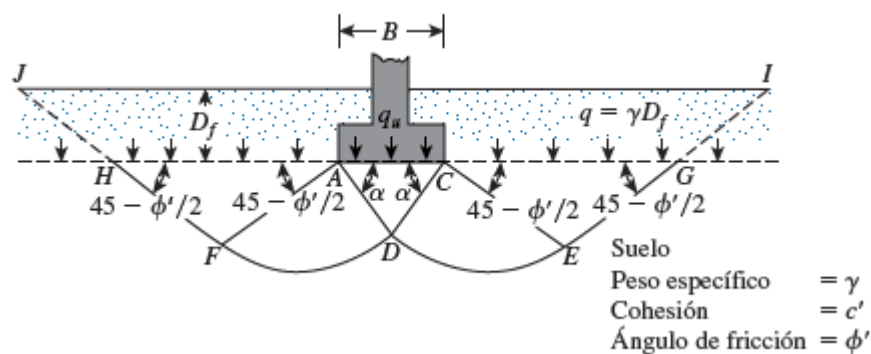
**Teoría de la capacidad de carga de Terzaghi.** Terzaghi sugirió que para una cimentación continua o corrida (es decir, cuando su relación ancho a longitud tiende a cero), la superficie de falla en el suelo ante carga última se puede suponer similar a la que se muestra en la figura 13. (Observe que este es el caso de falla general por corte según se define en la figura 15a). El efecto del suelo arriba del fondo de la cimentación también se puede suponer que se reemplaza por una sobrecarga equivalente,  $q = \gamma D_f$  (donde  $\gamma$  es el peso específico del suelo) (Braja M., 2012).

La zona de falla bajo la cimentación se puede separar en tres partes (consulte la figura 15):

1. La zona triangular ACD inmediatamente abajo de la cimentación.
2. Las zonas de radiales de corte ADF y CDE, con las curvas DE y DF como arcos de una espiral logarítmica.
3. Dos zonas triangulares pasivas de Rankine FH y CEG.

**Figura 15**

*Falla por capacidad de carga en un suelo bajo una cimentación rígida continua (corrida).*



*Nota.* Adaptado de *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones* (p.157), D. Braja, 2012, Cengage learning.

Aplicando un análisis de equilibrio, Terzaghi expresó la capacidad de carga última en la forma

$$q_u = c'N_c + qN_q + 0.5\gamma BN_\gamma \quad (\text{cimentacion continua o corrida}) \quad (\text{Ec. 47})$$

Donde

$c'$  = cohesión del suelo

$\gamma$  = peso específico del suelo

$$q = \gamma D_f$$

$B$  = Ancho de cimentación.

$N_c, N_q, N_\gamma$  = factores de capacidad de carga que son adimensionales y funciones sólo del ángulo de fricción del suelo  $\phi'$

$$N_c = \cot\phi' \left[ \frac{e^{2(2\pi/4 - \phi'/2)\tan\phi'}}{2\cos^2\left(\frac{\pi + \phi'}{4}\right)} - 1 \right] = \cot\phi'(N_q - 1) \quad (\text{Ec. 48})$$

$$N_q = \frac{e^{2(2\pi/4 - \phi'/2)\tan\phi'}}{2\cos^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)} \quad (\text{Ec. 49})$$

$$N_{\gamma} = \frac{1}{2} \left( \frac{K_{p\gamma}}{\cos^2 \phi'} - 1 \right) \tan \phi' \quad (\text{Ec. 50})$$

$K_{p\gamma}$  = coeficiente de presión pasiva.

**Tabla 9**

*Factores de capacidad de carga de Terzaghi,  $N_c, N_q, N_{\gamma}$*

(grad)	$N_c$	$N_q$	$N_{\gamma}$	(grad)	$N_c$	$N_q$	$N_{\gamma}$
0	5.7	1	0	26	27.09	14.21	9.84
1	6	1.1	0.01	27	29.24	15.9	11.6
2	6.3	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.7
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.1	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.2	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.6	2.21	0.35	34	52.64	36.5	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.8	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.5	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.6	5.45	2.18	43	134.58	126.5	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.6
19	16.56	6.7	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.8	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.4	7.08	50	347.5	415.14	1072.8
25	25.13	12.72	8.34				

*Nota.* Obtenida del Libro de (Braja M., 2012).

Para zapatas cuadradas y circulares, Terzaghi sugirió las siguientes ecuaciones para la capacidad última de carga del suelo:

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_{\gamma} \quad (\text{cimentacion cuadrada}) \quad (\text{Ec. 51})$$

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_{\gamma} \quad (\text{cimentacion circular}) \quad (\text{Ec. 52})$$

En las ecuaciones B es igual a la dimensión de cada lado de la cimentación (cimentación cuadrada) o es igual al diámetro de la cimentación (cimentación circular)

### **Modificación de la ecuación de capacidad de carga por nivel freático.**

Las ecuaciones mencionadas para cálculo de capacidad de carga última para cimentación corrida, cimentación cuadra y cimentación circular, con base en la suposición de que el nivel freático se ubica muy por debajo de la cimentación. Sin embargo, cuando el nivel freático está cerca de la cimentación, son necesarias modificaciones, la cual se detalla a continuación. según (Braja M., 2012), descrito en su libro:

**Caso I.** Si el nivel freático se ubica tal que  $0 \leq D_1 \leq D_f$ , el factor  $q$  en las ecuaciones de capacidad de carga toma la forma

$$q = \text{sobrecarga efectiva} = D_1\gamma + D_2(\gamma_{sat} - \gamma_w) \quad (\text{Ec. 53})$$

donde

$\gamma_{sat}$  = peso específico saturado del suelo

$\gamma_w$  = peso específico del agua

Además, el valor de  $\gamma$  en el último término de las ecuaciones se tiene que reemplazar por  $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$

**Caso II.** Para un nivel freático ubicado tal que  $0 \leq d \leq B$ ,

$$q = \gamma D_f \quad (\text{Ec. 54})$$

En este caso, el factor  $\gamma$  en el último término de las ecuaciones de capacidad de carga se debe reemplazar por el factor

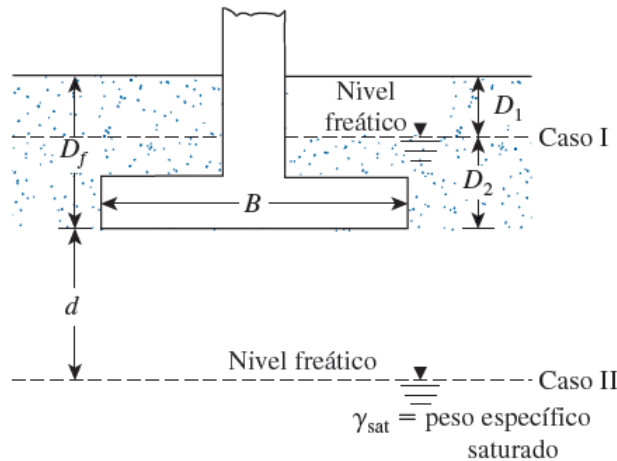
$$\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma') \quad (\text{Ec. 55})$$

Las modificaciones anteriores se basan en la suposición de que no existe una fuerza de filtración en el suelo.

**Caso III.** Cuando el nivel freático se ubica tal que  $d \geq B$ , el agua no tendrá efecto sobre la capacidad de carga última.

**Figura 16**

*Modificación de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freático.*



*Nota.* Adaptado de *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones* (p.162), D. Braja, 2012, Cengage learning.

**Ecuación general de la capacidad de carga.** Meyerhof (1963), sugirió modificación a las ecuaciones de la carga última presentadas por Terzaghi. Tomando en cuenta que las ecuaciones no abordaban el caso de cimentaciones rectangulares ( $0 < B/L < 1$ ), la resistencia cortante a lo largo de superficie de falla en el suelo arriba del fondo de la cimentación y la carga de la cimentación inclinada. Sugirió la forma siguiendo de la ecuación general de la capacidad de carga

$$q_u = c'N_cF_{cs}F_{cd}F_{ci} + qN_qF_{qs}F_{qd}F_{qi} + 1/2\gamma N_\gamma F_{\gamma s}F_{\gamma d}F_{\gamma i} \quad (\text{Ec. 56})$$

En esta ecuación:

$c'$  = cohesión

$q$  = esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación

$\gamma$  = peso específico del suelo

$B$  = ancho de la cimentación (diámetro para una cimentación circular)

$F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$  = factores de forma

$F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$  = factores de profundidad

$F_{ci}, F_{qi}, F_{\gamma i}$  = factores de inclinación de la carga

$N_c, N_q, N_\gamma$  = factores de capacidad de carga

**Factores de capacidad de carga.** La naturaleza básica de la superficie de falla en el suelo sugerida por Terzaghi ahora parece ser correcta (Vesic, 1973). Sin embargo, el ángulo  $\alpha$  que se muestra en la Figura 10 está más cerca de  $45 + \alpha/2$  que de  $\phi'$ , como fue originalmente supuesto por Terzaghi. Con  $\alpha = 45 + \phi'/2$ , las relaciones para  $N_c$  y  $N_q$  pueden deducirse como (Braja M., 2012).

$$N_q = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right) e^{\pi \tan \phi'} \quad (\text{Ec. 57})$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi' \quad (\text{Ec. 58})$$

La ecuación para  $N_c$  la dedujo originalmente Prandtl y la ecuación para  $N_q$  la presentó Reissner (1924). Caquot y Kerisel (1953) y Vesic (1973) proporcionaron la relación para  $N_g$  como (Braja M., 2012).

$$N_g = 2(N_q + 1) \tan \phi' \quad (\text{Ec. 59})$$

**Tabla 10**

*Factores de forma, profundidad e inclinación [DeBeer (1970); Hansen (1970); Meyerhof (1963); Meyerhof y Hanna (1981)]*

Factor	Relación	Referencia
<b>Forma</b>	$F_{cs} = 1 + \left( \frac{B}{L} \right) \left( \frac{N_q}{N_c} \right)$	DeBeer (1970)
	$F_{qs} = 1 + \left( \frac{B}{L} \right) \tan \phi'$	
<b>Profundidad</b>	$F_{ys} = 1 - 0.4 \left( \frac{B}{L} \right)$ Si; $\frac{D_f}{B} \leq 1$ Para $\phi = 0$ : $F_{cd} = 1 + 0.4 \left( \frac{D_f}{B} \right)$ $F_{qd} = 1$ $F_{\gamma d} = 1$ Para $\phi' > 0$ : $F_{cd} = F_{qd} - \frac{1 - F_{qd}}{N_c \tan \phi'}$	Hansen (1970)
	$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \sin \phi')^2 \left( \frac{D_f}{B} \right)$ $F_{\gamma d} = 1$ Si; $\frac{D_f}{B} > 1$ Para $\phi = 0$ : $F_{cd} = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right) \text{radianes}$ $F_{qd} = 1$ $F_{\gamma d} = 1$ Para $\phi' > 0$ :	

---


$$F_{cd} = F_{qd} - \frac{1 - F_{qd}}{N_c \tan \phi'}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \sin \phi')^2 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right) \text{ radianes}$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

**Inclinación**

$$F_{ci} = F_{qi} = \left( 1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ} \right)^2$$

$$F_{\gamma i} = \left( 1 - \frac{\beta}{\phi'} \right)$$

$\beta =$  inclinación de la carga sobre la cimentación respecto a la vertical

Meyerhof (1963);  
Hanna y  
Meyerhof (1981)

---

Nota. Obtenida del Libro de *Nota*. Adaptado de (Braja M., 2012).

La capacidad de carga de una cimentación rectangular y/o cuadrada apoyada sobre un suelo cohesivo está dada por (NAVFAC DM-7.2, 1):

$$q_d = c N_c (1 + 0.3 B/L) + \gamma D_f \quad (\text{Ec. 60})$$

Dónde:

$c$  = Cohesión en condiciones no drenadas, que es igual a la mitad de la resistencia a la compresión no confinada

$q_u$  = Resistencia a la compresión no confinada = 0.125 N (SPT)

$N_c$  = Factor de capacidad de carga

$B$  = Ancho de la cimentación

$L$  = Largo de la cimentación

$\gamma$  = Peso unitario volumétrico del suelo situado sobre el nivel de cimentación.

$D_f$  = Profundidad de cimentación

**Factor de seguridad.** Según, (Braja M., 2012) el cálculo de la *capacidad de carga permisible* bruta de cimentaciones superficiales requiere aplicar un factor de seguridad (FS) a la capacidad de carga última bruta, o

$$q_{perm} = \frac{q_u}{FS} \quad (\text{Ec. 61})$$

Los factores de seguridad mínimos que deben tener las cimentaciones son los siguientes: Para cargas estáticas: 3,0; Para sollicitación máxima de sismo o viento (la que sea más desfavorable): 2,5

### **Asentamiento.**

Los asentamientos inmediatos serán calculados por medio de la teoría elástica, la cual se emplea para obtener una aproximación de los asentamientos



iniciales que se generan en los estratos del material analizado debido a la aplicación de la carga de servicio que transmitirá la estructura diseñada.

La teoría que se utilizara para obtener el asentamiento se basa en los estudios realizados por Lambe y Whitman 1964, a través de la siguiente expresión:

$$S_i = \frac{Bq_{adm}}{E_s} \times [1 - \mu_s^2] \times I_f \quad (\text{Ec. 62})$$

Dónde:

- S<sub>i</sub>: Asentamiento producido en cm
- I<sub>f</sub>: Factor de forma (cm/m).
- E<sub>s</sub>: Módulo de elasticidad (kg/cm<sup>2</sup>).
- μ: Coeficiente de Poisson. Cuadro N°02
- q<sub>adm</sub>: Capacidad admisible (kg/cm<sup>2</sup>)
- B: Ancho de la cimentación
- L: Longitud de la cimentación

### 2.2.2. Cimentaciones profundas.

Según (E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES, 2018) las cimentaciones profundas son usadas cuando las cimentaciones superficiales generan una capacidad de carga que no permita obtener factor de seguridad indicado en dicha normativa o cuando los asentamientos generan asentamientos diferenciales mayores indicado en esta norma. También, se pueden usar para anclar estructuras contra fuerzas de levantamiento y para colaborar con las fuerzas laterales y de volteo. Además, son requeridas para situaciones especiales tales como suelos expansivos, colapsables, licuables o erosionables.

Algunas condiciones que hacen obligatoriedad el uso de cimentaciones profundas, según (E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES, 2018):

- a) Cuando el estrato o estratos superiores del suelo son altamente compresibles y de baja resistencia, las estructuras deben transmitir sus cargas a un estrato más profundo resistente.

- b) Cuando las estructuras están sometidas a fuerzas horizontales que no puedan ser tomadas por las cimentaciones superficiales.
- c) Cuando existen suelos expansivos, colapsables, licuables o suelos sujetos a erosión que impiden cimentar las obras por medio de cimentaciones superficiales.
- d) Las cimentaciones de algunas estructuras, como torres de transmisión, estructuras en el mar, ríos o lagos, y losas de sótanos debajo del nivel freático, están sometidas a fuerzas de levantamiento.

**Cimentación por pilotes.** Los pilotes son elementos estructurales con diámetros menores o iguales a 90 cm, hechos de concreto, acero o madera y son usados para construir cimentaciones en los casos en que sea necesario apoyar la cimentación en estratos ubicados a una mayor profundidad que el usual para cimentaciones superficiales. Los pilotes deben diseñarse para absorber los esfuerzos que generen las cargas por gravedad, sísmicas, viento, etc (E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES, 2018).

**Ecuaciones para estimar la capacidad de un pilote.** Según, (Braja M., 2012) descrito en su libro de fundamentos de ingeniería de cimentaciones:

La capacidad de soporte de carga última  $Q_u$  de un pilote se determina por la ecuación

$$Q_u = Q_p + Q_s \quad (\text{Ec. 63})$$

donde

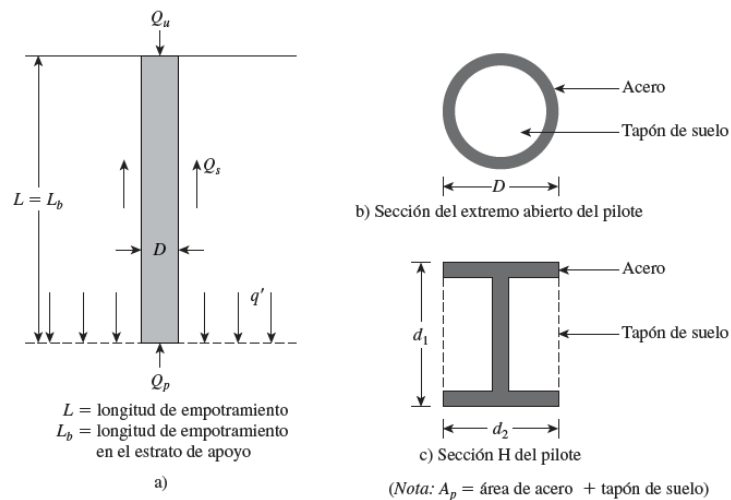
$Q_p$  =capacidad de soporte de carga de la punta del pilote

$Q_s$ =resistencia por fricción (fricción superficial) derivada de la interfaz suelo-pilote (ver la figura 17)

En muchos estudios publicados se analiza la determinación de los valores de  $Q_p$  y  $Q_s$ . Vesic (1977), Meyerhof (1976) y Coyle y Castello (1981) proporcionaron reseñas excelentes de muchas de estas investigaciones. En estos estudios se presenta una visión del problema de la determinación de la capacidad última de un pilote.

**Figura 17**

*Capacidad de soporte de carga última de un pilote.*



Nota. Adaptado de *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones* (p.555), por D. Braja, 2012, Cengage learning.

**Capacidad de carga de la punta,  $Q_p$ .** La capacidad de carga última de cimentaciones superficiales (...). De acuerdo con las ecuaciones de Terzaghi,

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma \quad (\text{para cimentaciones superficiales cuadrada})$$

y

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma \quad (\text{para cimentaciones superficiales circulares})$$

De manera similar, la ecuación general de la capacidad de carga para cimentaciones superficiales (...) como

$$q_u = c'N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 1/2\gamma N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

De aquí, en general, la capacidad de soporte de carga última se puede expresar como

$$q_u = c'N_c^* + qN_q^* + \gamma BN_\gamma^* \quad (\text{Ec. 64})$$

donde  $N_c^*$ ,  $N_q^*$ ,  $N_\gamma^*$  son los factores de capacidad de carga que incluyen los factores de forma y profundidad necesarios.

Las cimentaciones con pilotes son profundas. Sin embargo, la resistencia última por área unitaria desarrollada en la punta de un pilote,  $q_p$ , se puede expresar mediante una ecuación similar en forma a la ecuación (Ec.64), aunque los valores de  $N_c^*$ ,  $N_q^*$  y  $N_\gamma^*$  cambiarán. La

notación utilizada en este capítulo para el ancho de un pilote es  $D$ . De aquí, al sustituir  $D$  por  $B$  en la ecuación (Ec.64) da

$$q_u = q_p = c'N_c^* + qN_q^* + \gamma DN_\gamma^* \quad (\text{Ec. 65})$$

Debido a que el ancho  $D$  de un pilote es relativamente pequeño, el término  $\gamma DN_\gamma^*$  se puede omitir en el lado derecho de la ecuación anterior sin introducir un error considerable; entonces, se tiene

$$q_p = c'N_c^* + q'N_q^* \quad (\text{Ec. 66})$$

Observe que el término  $q$  se reemplazó por  $q'$  en la ecuación (Ec. 66), para denotar el esfuerzo vertical efectivo. Por lo tanto, la capacidad de punta de los pilotes es

$$Q_p = A_p A q_p = A_p (c'N_c^* + q'N_q^*) \quad (\text{Ec. 67})$$

donde

$A_p$  = área de la punta del pilote

$c'$  = cohesión del suelo que soporta la punta del pilote

$q_p$  = resistencia unitaria de punta

$q'$  = esfuerzo vertical efectivo al nivel de la punta del pilote

$N_c^*, N_q^*$  = factores de capacidad de carga

**Resistencia por fricción,  $Q_s$ .** La resistencia por fricción, o superficial, de un pilote se puede escribir como

$$Q_s = \sum p \Delta L f \quad (\text{Ec. 68})$$

donde

$p$  = perímetro de la sección del pilote

$\Delta L$  = longitud incremental del pilote sobre la cual  $p$  y  $f$  se consideran constantes

$f$  = resistencia unitaria por fricción a cualquier profundidad  $z$

Los diversos métodos para estimar  $Q_p$  y  $Q_s$  se analizan en varias de las secciones siguientes. Es necesario enfatizar que, en el campo, para una movilización total de la resistencia de punta ( $Q_p$ ), la punta del pilote debe desplazarse de 10 a 25% del ancho del pilote (o diámetro).

**Carga permisible,  $Q_{perm}$ .** Después de que se ha determinado la capacidad de soporte de carga última total sumando la capacidad de carga de punta y la resistencia por fricción (o superficial), se debe utilizar un factor de seguridad razonable para obtener la carga permisible para cada pilote, o

$$Q_{perm} = \frac{Q_u}{FS} \quad (\text{Ec. 69})$$

donde

$Q_{perm}$  = capacidad de soporte de carga permisible para cada pilote

FS = factor de seguridad

El factor de seguridad utilizado en general varía de 2.5 a 4, dependiendo de las incertidumbres asociadas con el cálculo de la carga última.

Para estimar la carga de trabajo en el caso de los pilotes, la fórmula estática recomendada en el NAVFAC DM 7.02 (1986):

$$Q_{ult} = \text{Capacidad de carga} = Q_{\text{punta}} + Q_{\text{fricción}} \quad (\text{Ec. 70})$$

Dónde:

$Q_{\text{punta}}$  =  $c N_c A_T$  (en arcillas y limos)

$Q_{\text{punta}}$  =  $P_T N_q A_T$  (en arenas)

$Q_{\text{fricción}}$  =  $\sum c_a S_1$  (en arcillas) +  $\sum K_{HC} P_o \tan \delta S_2$  (en arenas)

$C$  = Cohesión a la profundidad de la punta del pilote

$N_c$  y  $N_q$  = Factores de capacidad de carga

$A_T$  = Área de la punta del pilote

$P_T$  = Presión efectiva vertical a la profundidad de la punta del pilote  
(aumenta hasta 20 veces el diámetro del pilote)

$c_a$  = Adherencia en la superficie lateral del pilote (arcillas)

$S_1$  = Área lateral donde se desarrolla la adherencia

$K_{HC}$  = Coeficiente de empuje horizontal

$P_o$  = Presión efectiva vertical a la profundidad donde se está considerando la fricción (aumenta hasta 20 veces el diámetro del pilote)

$\Delta$  = Ángulo de fricción pilote-suelo (arenas)

$S_2$  = Área lateral donde se desarrolla la fricción

Para cálculo de capacidad de carga por tracción, considerado en NAVFAC DM 7.02 (1986):

$$T_{ult} = \sum ca S1 \text{ (en arcillas)} + \sum KHT P_o \tan \delta S1 \text{ (arenas)} \quad (\text{Ec. 71})$$

Dónde:

$ca$  = Adherencia en la superficie lateral del pilote (arcillas)

$S1$  = Área lateral donde se desarrolla la adherencia

$KHT$  = Coeficiente de empuje horizontal

$P_o$  = Presión efectiva vertical a la profundidad donde se está considerando la fricción (aumenta hasta 20 veces el diámetro del pilote)

$\delta$  = Ángulo de fricción pilote-suelo (arenas)

$S1$  = Área lateral donde se desarrolla la fricción

### 2.3. Caracterización especial de los suelos de fundación.

Los problemas especiales, según (E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES, 2018) son: Suelos colapsables, Ataque químico por suelos y aguas subterráneas, Suelos expansivos y licuación de suelos.

#### 2.3.1. Características Dinámica de los Suelos. Según, (E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES, 2018)

En suelos granulares y en algunos suelos granulares con finos cohesivos ubicados bajo la Napa Freática, las vibraciones de los sismos pueden generar el fenómeno denominado Licuación, el cual consiste en la pérdida momentánea de la resistencia al corte del suelo, como consecuencia del incremento de la presión de poros que se genera en el agua contenida en sus vacíos. Esta pérdida de resistencia al corte genera la ocurrencia de falla por asentamiento en las obras apoyadas en estos tipos de suelos y por el desplazamiento lateral de taludes y terraplenes.

Para que un suelo granular sea susceptible de licuar durante un sismo, debe presentar simultáneamente las características siguientes:

- a) Estar constituido por arena, arena limosa, arena arcillosa, limo arenoso no plástico o grava empacada en una matriz constituida por alguno de los materiales anteriores.
- b) Encontrarse sumergido

**2.3.2. Suelos Colapsables.** Según, (E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES, 2018) los suelos colapsables son:

Son suelos que cambian violentamente de volumen por la acción combinada o individual de las siguientes acciones:

- a) Al ser sometidos a un incremento de carga o
- b) Al humedecerse o saturarse

**2.3.3. Suelos Expansivos.** Según, (E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES, 2018) los suelos expansivos son:

Son suelos cohesivos con bajo grado de saturación que aumentan de volumen al humedecerse o saturarse.

**2.3.4. Ataque químico por suelos y aguas subterráneas.** La norma (E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES, 2018) solo considera el ataque externo por suelos y aguas subterráneas que contengan sales agresivas y no toma en cuenta ningún otro tipo de agresión.

### **CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA**

La empresa JR Geoconsultores e Ingenieros SRL, desde el año 2015 vine desarrollando servicio de geotecnia, de los cual el servicio principal, es el estudio mecánico de suelos con fines de cimentación para diversas obras civiles. En mes de mayo de 2019, ingrese a laborar a la empresa asumiendo el cargo de jefe de laboratorio de mecánica de suelos, pavimento y concreto, en la cual mis funciones eran coordinar con el cliente sobre la solicitud de los ensayos, hacer seguimiento de las actividades de laboratorio y gabinete, realizar cronograma de actividades: avance y entrega de información y valorización de los servicios. Del mes de enero de 2020, asumí el cargo de gerente técnico, en la cual, entre mis funciones principales son:

- Colaborar con Gerente General en el seguimiento a la planificación de los proyectos y la proyección de recurso económico para asegurar la oportuna disponibilidad de recursos.
- Supervisar la correcta ejecución de las actividades que contempla el proyecto, para cumplimiento de los objetivos, metas y cronograma.
- Elaborar informes sobre el avance de proyecto y servicios contratados.

Uno de los servicios que hemos desarrollado es el estudio mecánico de suelos con fines de cimentación es para el proyecto “mejoramiento de los servicios de salud en el hospital San Martín de Pangoa, distrito de Pangoa, provincia de Satipo – Junín”. La cual será materia de estudio del presente trabajo en la cual se mostrará la descripción de los trabajos realizados en campo y laboratorio, los resultados de los análisis efectuados y las conclusiones obtenidas en el Estudio de Mecánica de Suelos llevado a cabo con la finalidad de determinar información requerida para el diseño de las estructuras de cimentación que contempla el proyecto. El proyecto materia de estudio, se ubica en el departamento de Junín, provincias de Satipo, Distrito de San Martin de Pangoa, en Kiatari Pampa Tigre Villa María - II Etapa. Ver Figura 19, área del estudio.

El equipo que participó en la realización del proyecto estuvo conformado por los siguientes profesionales:

Ing. Soledad Barzola Susano, cuyo cargo en el proyecto como jefe del proyecto de especialidad de geotecnia y topografía. Cuyas funciones fueron ser encargado de la



planificación, coordinación del servicio y con los diferentes subcontratos que intervienen en el proyecto.

Ing. Romel Diaz Alvarado, cuyo cargo en el proyecto fue, ingeniero de campo. Cuyas funciones fueron ejecución de trabajos de exploración del subsuelo, supervisión de ensayos de laboratorio y realización del informe mecánica de suelos.

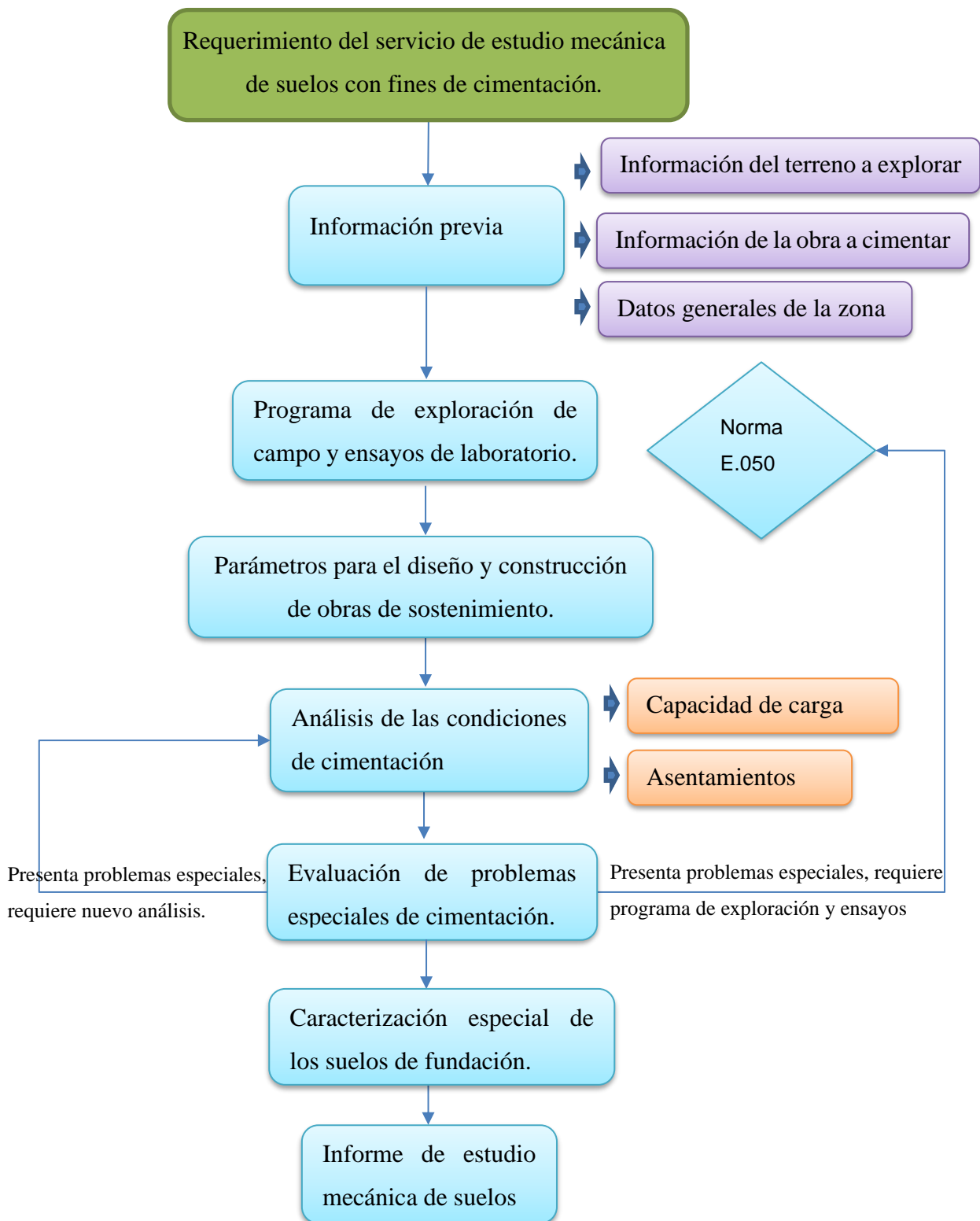
Bach. Cristian Capcha, cuyo cargo en el proyecto fue ser asistente del ingeniero de campo. Encargado de verificar la correcta realización de exploración del subsuelo, ensayos de laboratorio y apoyo en la elaboración del informe de mecánica de suelos con fines de cimentación.

### **Figura 18**

*Ubicación de área de trabajo*



Para facilitar la visualización de etapas del servicio, en el siguiente diagrama se presenta el respectivo diagrama de flujo.



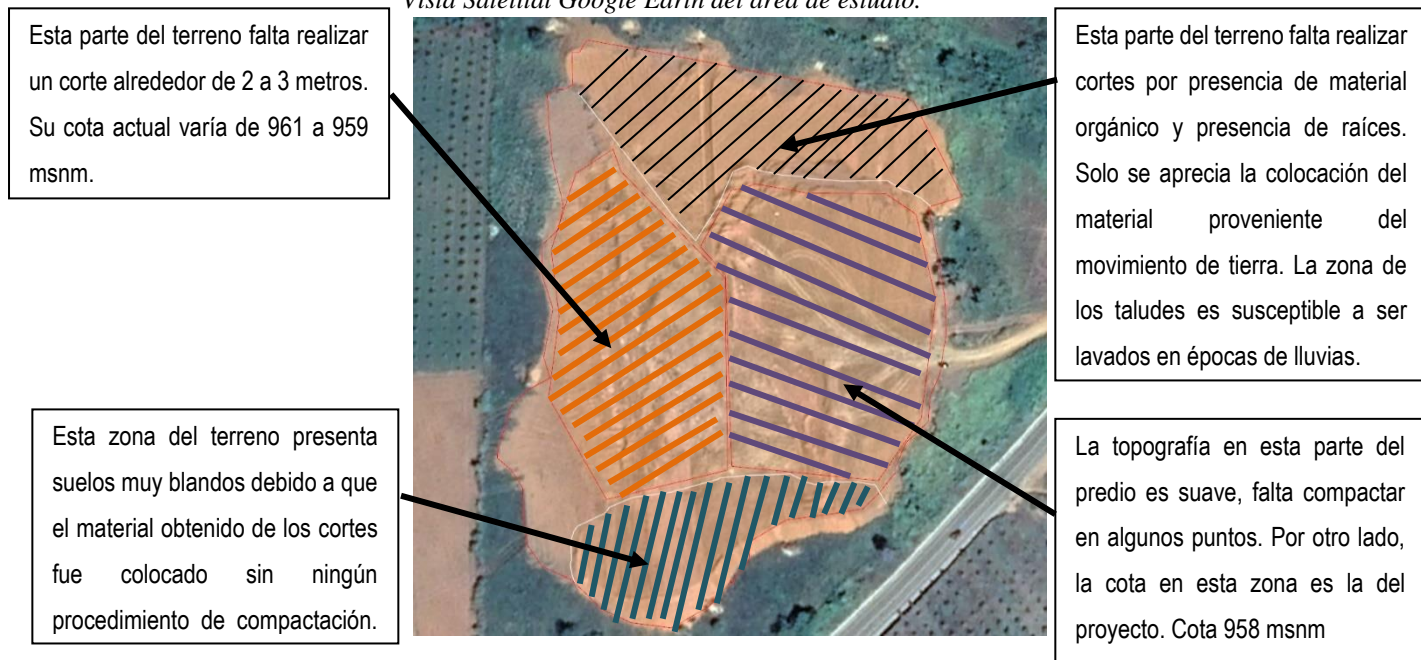
### 3.1. Información previa

#### 3.1.1. Descripción del lugar.

El terreno en estudio se encontró libre, no se encontraron estructuras o edificaciones aledañas que impliquen tomar alguna acción al respecto. El predio no cuenta con un cerco perimétrico en la actualidad. Se pudo visualizar zonas de material suelto proveniente de los cortes que se hicieron meses atrás. Los taludes que se generaron provenientes del movimiento de tierra no están compactados. Se pudo observar bloques de roca en proceso de descomposición alrededor de la zona de trabajo. El terreno presenta un desnivel de hasta 3 metros de sur a norte. Existe un camino de acceso por el norte hacia la plataforma de trabajo. El terreno colinda por el norte y Este con la carretera San Francisco (PE – 28 C), por el Sur y el Oeste colinda con una chacra de piñas y mandarinas. También, se tiene una quebrada cuyo ancho varía alrededor de 3 y 5 metros. Por otro lado, el terreno posee 18 vértices contabilizados de 1 hasta 18 con un perímetro 1039.817 m. El área del predio es alrededor de 60000 m<sup>2</sup>. Dentro del terreno no se divisaron postes de luz, ni un sistema sanitario. En la Figura 19, se aprecia la ubicación de las zonas que les falta compactar.

**Figura 19**

*Vista Satelital Google Earth del área de estudio.*



*Nota.* Extraído del informe del estudio mecánica de suelos (JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL, 2019).

### 3.1.2. Estructuras previstas

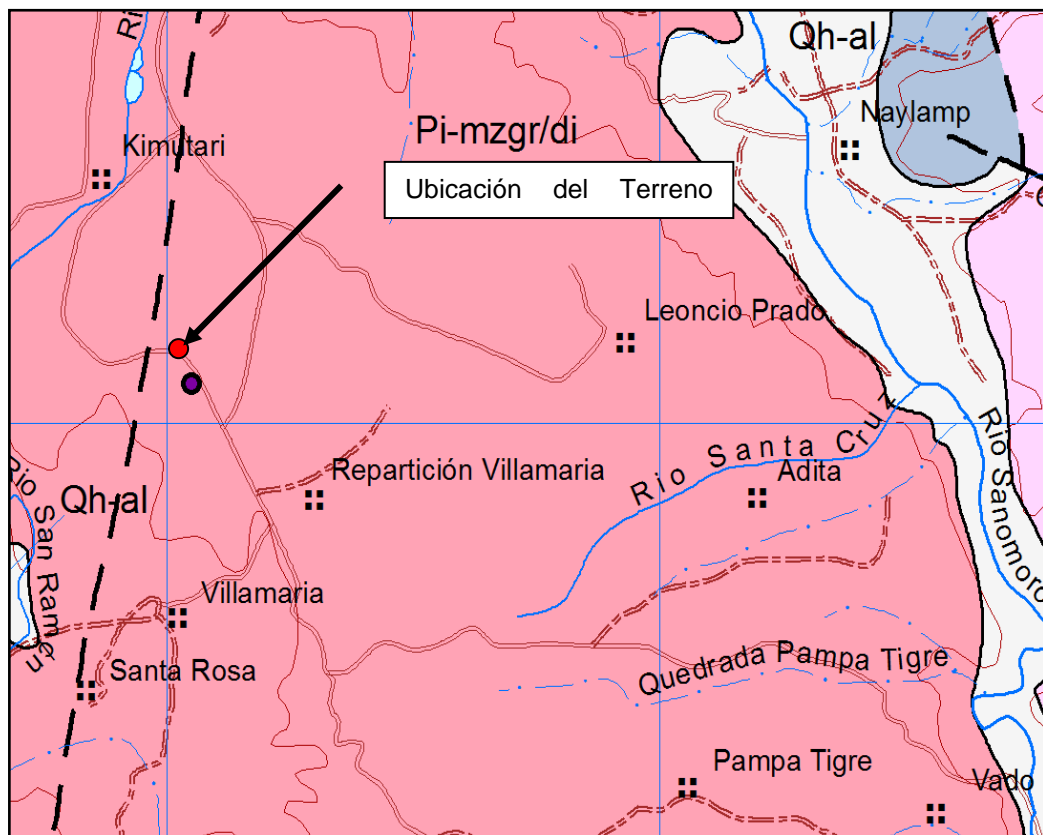
Se ha previsto la construcción de un hospital de hasta 3 niveles de altura en la parte central del área del terreno. Esta estructura contará con un sistema antisísmico. Además, se construirán 11 espacios de un solo nivel. Dichos elementos serán de un sistema convencional aporticada de concreto armado, con tabiquería de ladrillos y techos aligerados de concreto, cimentado por medio de zapatas y cimientos corridos que transmitirán al terreno cargas no mayores de 250 Ton y 80 Ton/ml o 1 Ton/m<sup>2</sup>, respectivamente.

### 3.1.3. Datos generales de la zona: Geología y sismicidad del área en estudio.

•**Geología.** La zona de estudio se ubica en el distrito de San Martín de Pangoa. De acuerdo a las cartas geológicas presentadas por INGEMMET, el área de estudio se encuentra emplazada en el cuadrángulo Puerto Prado (hoja 23-ñ) como se observa en la Figura 20:

**Figura 20**

*Carta Geológica del área de estudio.*



*Nota.* Extraído de GEOCATMIN.

### **3.2. Programa de exploración de campo y ensayos de laboratorio.**

Según, (E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES, 2018) el programa de exploración de campo y ensayos de laboratorio comprende: Condiciones de frontera, Número n de puntos de exploración, Profundidad p a alcanzar en cada punto, distribución de los puntos en la superficie del terreno, Número y tipo de muestras a extraer y Ensayos a realizar “In situ” – ensayos de laboratorio.

**3.2.1. Condiciones de frontera.** Tiene como objetivo la comprobación de las características del suelo, supuestamente iguales a las de los terrenos colindantes ya edificados. No es aplicable en el estudio porque no cumple con las condiciones que estable para su aplicación en la norma (E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES, 2018), no existe información de terrenos colindantes.

**3.2.2. Número “n” de puntos de exploración.** El número de puntos de exploración se determina según la Tabla 6 en función del tipo de edificación u obra (según Tabla 1) indicadas en (E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES, 2018) y del área de la superficie a ocupar por ésta.

**3.2.2. Profundidad “p” mínima a alcanzar en cada punto de exploración.** La cimentación prevista para el proyecto para estructuras de un solo nivel será por medio de zapatas y cimientos corridos y para estructuras de 3 niveles de altura en la parte central del área del terreno será cimentación profunda. Las profundidades fueron calculadas según las fórmulas descritas en la norma (E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES, 2018) para cimentaciones superficiales y cimentaciones profundas.

La estructura prevista contará con un sistema antisísmico, por ende, según la Tabla 1 presentada en (E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES, 2018), la estructura es de tipo de edificación I, y el área del predio es alrededor de 60000 m<sup>2</sup>. De la tabla 6 presentada en (E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES, 2018), numero de punto de exploración será uno por cada 225 m<sup>2</sup> de área techada del primer piso.

– 2 perforaciones por lavado tipo wash boring de 20.45 m y 16.45 m de profundidad con respecto a la superficie del terreno, denominadas P-1 y P-2, respectivamente; en las cuales se llevaron a cabo ensayos de penetración estándar (SPT) espaciados cada 1 m.

- 14 calicatas excavadas de manera manual en la zona plana del terreno hasta profundidades variables de 3.00 a 8.00 m denominadas C – 01 a C – 14.

**3.2.3. Distribución de los puntos en la superficie del terreno.** Se distribuyen adecuadamente, teniendo en cuenta las características y dimensiones del terreno, así como la ubicación de las estructuras previstas cuando éstas estén definidas.

**3.2.4. Número y tipo de muestras a extraer.** De los materiales encontrados en la calicata y perforaciones, se tomaron muestras representativas disturbadas de los suelos de cada estrato en cantidades suficientes, muestras inalteradas en bloque (Mib), muestras inalteradas en tubo de pared delgada (Mit), los que fueron colocados en bolsas de polietileno y sacos de polipropileno para su traslado al laboratorio.

Paralelamente al muestreo de suelos, se realizó el registro e identificación de cada uno de los estratos encontrados en la calicata, anotándose las principales características, tales como: ubicación, profundidad, espesor, humedad, color, plasticidad, consistencia (suelos finos) o la compacidad relativa (suelos granulares), entre otros. Las muestras de suelos fueron clasificadas y seleccionadas in situ siguiendo el procedimiento descrito en la norma NTP 339.150 (2001) “Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual-manual”.

**3.2.5. Ensayos a realizar “in situ” y laboratorio.** Con la finalidad de definir las características propias de los materiales, éstos fueron sometidos a una serie de ensayos los cuales que a continuación se mencionan:

- Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D 422
- Material que Pasa el Tamiz N° 200	ASTM D 1140
- Contenido de Humedad	ASTM D 2216
- Límites de Consistencia	ASTM D 4318
Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad	
- Clasificación SUCS	ASTM D 2487
- Clasificación para Vías de Transporte (AASHTO)	ASTM D 3282

- Cloruros Expresados como ión  $Cl^-$  NPT 339.117
- Sulfatos Expresados como ión  $SO_4^{=}$  NPT 339.178
- Método de Ensayo de Penetración Estándar SPT NTP 339.133
- Descripción e Identificación de suelos. Procedimiento Visual – Manual  
NTP 339.150
- Guía Normalizada para Caracterización de Campo con Fines de Diseño de  
Ingeniería y Construcción NTP 339.162
- Método de ensayo normalizado para la capacidad portante del suelo por carga  
estática y para cimientos aislados NTP 339.153
- Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente (2018)
- Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones (2018)
- Norma Técnica E.060 Concreto Armado (2009)

Los ensayos de laboratorio fueron realizados de acuerdo con las normas ASTM y NTP; asimismo, con los resultados obtenidos se procedió a efectuar una comparación con las características de los suelos obtenidas en campo y las compatibilizaciones correspondientes en los casos en que fue necesario para obtener los perfiles de suelos definitivos, que son los que se presentan en los anexos.

### 3.2.6. Descripción del perfil estratigráfico

**Perforación P - 01:** El suelo presenta hasta una profundidad de 4.00 m un suelo fino como el limo de alta plasticidad, compacto a muy compacto, húmedo de color marrón rojizo a beige. Seguidamente, de un limo arenoso de plasticidad media, compacto, húmedo, beige hasta los 8.00 m de profundidad. Seguidamente, se tienen suelos granulares como arenas limosas, medianamente densas a densas, húmedas de color beige hasta la profundidad de investigación (20.45 m).

Es importante mencionar que se encontraron matrices de suelos finos en las siguientes profundidades:

- 09.00 m – 10.00 m : Limos con plasticidad, compactos
- 11.00 m – 13.00 m : Limos con plasticidad, muy compactos
- 14.00 m – 15.00 m : Limos con plasticidad, muy compactos
- 16.00 m – 18.00 m : Limos con arcilla con plasticidad, muy compactos

**Perforación P - 02:** El suelo presenta hasta una profundidad de 4.00 m un suelo fino como el limo de alta plasticidad, compacto a muy compacto, húmedo de color marrón rojizo a beige. Seguidamente, de suelos finos intercalados con arena; se encuentran presentes las arcillas ligeramente limosas, limos plásticos y limos de baja plasticidad, compactos a muy compacto, húmedo, beige hasta los 8.45 m de profundidad. El suelo arenoso se encuentra a una profundidad de 7.00 m a 8.00 m, medianamente denso de color beige.

Seguidamente, se tienen suelos granulares como arenas limosas, medianamente densas a densas, húmedas de color beige hasta la profundidad de investigación (15.45 m). Es importante mencionar que se encontró una matriz de suelo fino en la siguiente profundidad:

- 13.00 m – 13.45 m : Limos con plasticidad, compactos

**Calicatas:** En las calicatas se registraron suelos finos como limos de alta plasticidad, blandos – medianamente compactos a compactos, húmedos de color variable como rojizo, marrón claro y beige.

Se debe tener bastante cuidado en las siguientes calicatas:

- C – 08: Presenta un relleno orgánico con raíces a una profundidad de 0.70 m a 1.40 m.
- C – 09: Presenta un relleno orgánico con raíces a una profundidad de 0.48 m a 0.60 m.
- C – 01: Presenta un relleno orgánico con raíces a una profundidad de 1.60 m a 1.90 m.
- C – 11: Presenta un relleno de corte de 1.40 m seguidamente se tiene un suelo orgánico con presencia de raíces hasta una profundidad de 1.90 m.
- C – 03: Presenta un relleno orgánico con raíces a una profundidad de 2.00 m a 2.20 m.

Las medidas mencionadas son con respecto a la superficie actual del terreno. A continuación, se muestra la ubicación de las calicatas que se debe tener en cuenta al realizar las excavaciones para las edificaciones.



**Figura 21**

*Distribución de calicatas.*



*Nota.* Adaptado de Google Earth.

**Nivel de la Mapa freática.** El nivel freático no se registró durante los trabajos de exploración (20.45 m)

### **3.3. Parámetros de Cimentación**

**3.3.1. Tipo de cimentación.** Teniendo en cuenta las características de las estructuras previstas y las del subsuelo que se encontrará dentro de la profundidad activa de cimentación, se recomienda considerar dos tipos de cimentación de acuerdo a las siguientes estructuras:

**Edificaciones de 1 Piso:** Cimentación convencional conformada por zapatas conectadas y/o platea de cimentación, apoyados sobre los suelos finos plásticos.

**Edificaciones de 3 Pisos:** Se debe realizar a través de pilotes de 10 pulg.

#### **3.3.2. Profundidad de cimentación**

**Cimentaciones Superficiales:** Se recomienda cimentar las estructuras sobre el material fino plástico, compacto, a una profundidad mínima de 3.00 m (Cota de Cimentación: 955 msnm) por debajo del nivel de la superficie actual del terreno.

Durante las excavaciones para la cimentación deberá verificarse que se sobrepasen los suelos orgánicos o suelos blandos con presencia de raíces y que la base de la cimentación penetre por lo menos 0.30 m en el depósito del suelo fino compacto. Las sobre excavaciones necesarias para cumplir con este requisito deberán rellenarse con concreto.

Si se detecta que en el emplazamiento de un cimiento ha sido efectuada una excavación hasta una profundidad mayor que la de cimentación (calicata, pozo séptico, cisterna, cimentación antigua u otra), deberá considerarse en la sobre excavación efectuada un falso cimiento de concreto pobre ciclópeo.

**Cimentaciones Profundas:** Se está considerando pilotes de 5.00 m como mínimo (cota de punta 949.50 msnm) y 6.00 m (cota de punta 948.50 msnm) de longitud, se debe realizar una excavación de 3.50 m (cota 954.5 msnm).

**3.3.3. Propiedades geotécnicas del terreno.** El coeficiente de balasto vertical ( $c_z$ ) para suelos resistentes gravosos, arenosos y arcillas muy consistentes varía normalmente entre 5 y 10 Kg/cm<sup>3</sup>, el coeficiente de balasto de los suelos de moderada resistencia varía entre 3 y 5 Kg/cm<sup>3</sup>, mientras que el coeficiente correspondiente a los suelos arcillosos blandos es menor de 3 Kg/cm<sup>3</sup>. El coeficiente de balasto horizontal ( $c_x$ ) es aproximadamente la mitad del coeficiente vertical, por lo que en el presente caso se presentan los valores en la Tabla 11.

Teniendo en cuenta las características de los suelos encontrados se procedió a realizar las correlaciones con el ensayo de penetración estándar y los resultados se muestran en la Tabla 11.

**Edificación de 1 piso y 3 pisos:** Se recomienda utilizar los siguientes valores para el diseño de las edificaciones de 1 o 3 pisos de altura:

**Tabla 11**

*Valores Geotécnicos para las Edificaciones*

Profundidad (m)	$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	$K_v$ (Kg/cm <sup>3</sup> )	$K_H$ (Kg/cm <sup>3</sup> )
1.00 - 2.00	20.1	2.05	2.68	1.34
2.00 - 3.00	19.2	1.96	1.80	0.90
3.00 - 4.00	20.6	2.1	3.56	1.78
4.00 - 5.00	20.6	2.1	3.88	1.94
5.00 - 6.00	20.8	2.12	5.06	2.53
6.00 - 7.00	20.9	2.13	5.96	2.98
7.00 - 8.00	20.7	2.11	4.16	2.08
8.00 - 9.00	21.3	2.17	8.94	4.47
9.00 - 10.00	20.6	2.1	3.56	1.78
10.00 - 11.00	19.2	1.96	6.54	3.27
11.00 - 12.00	20.7	2.11	4.46	2.23
12.00 - 13.00	20.7	2.11	4.16	2.08
13.00 - 14.00	21.4	2.18	9.24	4.62
14.00 - 15.00	21.5	2.19	9.52	4.76
15.00 - 16.00	20.5	2.09	15.20	7.60
16.00 - 17.00	20.9	2.13	6.54	3.27
17.00 - 18.00	21.3	2.17	8.94	4.47
18.00 - 19.00	20	2.04	13.40	6.70
19.00 - 20.00	20	2.04	14.00	7.00

*Nota.* Extraído del informe (JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL, 2019).

Para pilotes que alcancen una longitud mayor a lo recomendado, se puede utilizar los parámetros del último estrato hasta la longitud deseada.

### **3.3.4. Presión admisible por esfuerzo cortante.**

#### **❖ Condiciones de cimentación superficial**

**Presión admisible por esfuerzo cortante (edificación de 1 piso).** Los suelos más desfavorables que se encontrarán dentro de la profundidad activa de cimentación a 3.00 m de profundidad y que controlan la presión admisible por esfuerzo cortante son los suelos finos, compactos. La capacidad de carga de una cimentación rectangular y/o cuadrada apoyada sobre un suelo cohesivo será determinada según la Ec. 61.

El valor de la cohesión ( $c$ ) en condiciones no drenadas es igual a la mitad de la resistencia a la compresión no confinada ( $q_u$ ). Asimismo, los valores de  $q_u$  están relacionados con los valores de  $N$  del ensayo de penetración estándar (SPT), mediante la siguiente expresión  $q_u = 0.125 N$ . Para poder definir los valores de resistencia se está tomando del ensayo de Cono de Peck N° 6 (CP-06), por tratarse del valor más desfavorable. Por lo tanto, si reemplazamos en la expresión indicada los siguientes parámetros:

$N = 7$  (valor promedio de los ensayos del Cono de Peck)

$q_u = 0.88 \text{ Kg/cm}^2$

$c = 0.44 \text{ Kg/cm}^2$

$N_c = 5.14$

$B = 2.50 \text{ m}$  (ancho de la cimentación máxima)

$L = 2.50 \text{ m}$  (Largo de la cimentación máxima)

$\gamma = 2.100 \text{ gr/cm}^3$  (valor promedio estimado)

$\gamma' = 2.100 \text{ gr/cm}^3$  (valor promedio estimado)

$$D_f = 3.00 \text{ m}$$

Obtenemos las siguientes capacidades de carga: Cimentación cuadrada =  $3.54 \text{ kg/cm}^2$

Considerando un factor de seguridad  $FS = 3$  para condiciones estáticas según se estipula en la Norma Técnica de Edificación E050: Suelos y Cimentaciones (NTE E050) se obtienen las siguientes presiones admisibles:

- Cimentación cuadrada  $q_{adm} = 1.18 \text{ Kg/cm}^2$ .

Se recomienda utilizar una presión admisible máxima de  $1.10 \text{ Kg/cm}^2$  con un ancho no menor de sus zapatas de  $1.50 \text{ m}$ , estos deberán estar conectados mediante vigas de cimentación. En los casos que se requiera transmitir al terreno cargas mayores que las presiones admisibles calculadas, que será el caso de estructuras y equipos más pesados, deberá recurrirse a cimentaciones de tipo profundo por medio de pilotes estructurales.

**Asentamiento.** Para utilizar la teoría de la elasticidad es necesario conocer el módulo de elasticidad ( $E$ ) y el módulo de Poisson ( $\mu$ ) como se detalla en el Tabla 13. Asimismo, con los parámetros mencionados se analizará la deformación vertical a través de la capacidad admisible y el factor de forma que depende de la geometría de cada estructura recomendada en el presente estudio.

A continuación, se muestran los valores característicos para el proyecto:

**Tabla 12**

*Factores de forma que depende de la geometría*

L/B	Flexible			Rígido
	Centro	Esquina	Promedio	
1	1.122	0.561	0.842	0.82
1.5	1.358	0.679	1.019	1.06
2	1.532	0.766	1.149	1.2
3	1.783	0.892	1.338	1.42
4	1.964	0.982	1.473	1.58
5	2.105	1.052	1.579	1.7
10	2.54	1.27	1.905	2.1
100	4.01	2.005	3.008	3.47

*Nota.* Extraído del informe (JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL, 2019).

**Tabla 13**

*Relación de Poisson*

TIPO DE SUELO	Es	RELACIÓN DE POISSON
	(kg/cm <sup>2</sup> )	( $\mu$ )
Grava Suelta	300 - 800	0.4
Grava Med. Densa	800 - 1600	0.35
Grava Densa	1600 - 3200	0.25
Arena Suelta	100 - 250	0.20 - 0.40
Arena Densa Media	175 - 280	0.25 - 0.40
Arena Densa	350 - 560	0.30 - 0.45
Arena Limosa	50 - 200	0.20 - 0.40
Arena y Grava	700 - 1750	0.15 - 0.35
Limos	20 - 200	0.30 - 0.35
Arcilla Arenosa	300 - 425	0.20 - 0.30
Arcilla Suave	40 - 210	0.20 - 0.50
Arcilla Media	210 - 420	
Arcilla Firme	420 - 980	

*Nota.* Extraído del informe (JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL, 2019).

Finalmente, los valores obtenidos de los cuadros son reemplazados en la expresión del asentamiento de la ecuación (Ec. 62).

**Para una “ESTRUCTURA CUADRADA”**

Ancho de Cimentación  $B = 2,50m$

Presión Admisible  $q_{adm} = 1,18 \text{ kg/cm}^2$

Relación de Poisson  $\mu_s = 0,30$

Módulo de Elasticidad  $E_s = 118,0 \text{ kg/cm}^2$

Factor de Forma  $I_f = 0,82$  Para una cimentación rígida.

Reemplazando valores en el algoritmo se obtiene:

$$S_e = 1,11cm$$

Como se observa se ha obtenido un asentamiento menor a 2.50 cm con una subestructura B x L de 1.50 m de longitud; con ello se estaría cumpliendo con la Norma E.050 del Reglamento Nacional de Edificaciones, la cual menciona que los asentamientos deben ser menores de 2.50 cm; por lo que el suelo es aceptable para la cimentación de las estructuras de concreto del proyecto.

**Condiciones de cimentación profunda.** Los pilotes deberán atravesar las capas superiores de baja resistencia y penetrar por lo menos 2.00 m en el estrato resistente conformado por suelos finos compactos.

Los pilotes deberán alcanzar una profundidad no menor de 8.50 m (Cota: 949.50 msnm) con respecto a la superficie actual del terreno.

El suelo más desfavorable que se encontrará dentro de la profundidad activa de cimentación es el suelo fino (arcillas ó limos), compacto, sobre la cual quedarán apoyados los pilotes.

En el presente caso se recomendó utilizar pilotes estructurales de concreto armado perforados.

Se descartó el uso de pilotes de acero de sección H o tubulares debido a que, si bien éstos tienen una resistencia estructural muy alta, son a su vez costosos. Para que su uso resulte económico, es indispensable que el acero sea solicitado a una tensión muy cercana a su tensión admisible, lo cual ocurre generalmente cuando los pilotes se apoyan sobre roca resistente. En este caso no

se da esta situación, por lo cual el uso de este tipo de pilotes resultaría antieconómico.

Los pilotes que fueron analizados son:

- Pilotes perforados de sección circular de 10 pulg. de diámetro.

**Carga de trabajo por pilote.** Las fórmulas existentes para calcular la capacidad de carga de pilotes son de dos tipos: estáticas y dinámicas. Las fórmulas dinámicas son adecuadas sólo para pilotes que trabajen por punta sobre un estrato muy resistente o sobre roca (no por fricción), mientras que las fórmulas estáticas presentan el inconveniente de tener que utilizar propiedades del suelo que son modificadas en forma sustancial durante el hincado de los pilotes.

La metodología que se siguió en el presente caso consistió en elegir primero, a partir del perfil del suelo y la experiencia en casos similares, la sección transversal del pilote y asignarle una carga de trabajo compatible. Posteriormente durante la construcción del primer pilote deberá verificarse que la capacidad de carga real del pilote sea mayor o igual que la carga de trabajo adoptada, y deberán establecerse en forma definitiva las especificaciones de hincado de los demás pilotes.

Para estimar la carga de trabajo en el caso de los pilotes se ha utilizado el programa AllPile que considera la fórmula estática recomendada en el NAVFAC DM 7.02 (1986): según la Ec. 70

En los cálculos se han considerado los valores de  $N$  de los ensayos de penetración estándar obtenidos en la perforación P – 01.

En el Anexo 5. de este informe se presentan los cálculos de las capacidades de carga por compresión de pilotes que alcancen la profundidad mínima indicada (8.50 m).

Los valores de las capacidades de carga última de los pilotes individuales que alcancen una profundidad de punta de 8.50 m a 11.50 m obtenido en los cálculos son los siguientes:



**Tabla 14**

*Capacidad de Carga*

Tipo de pilote	Profundidad de la punta del pilote (m)	Diámetro del Pilote (pulg)	Q punta (Ton)	Q fricción (Ton)	Q tot (Ton)
Perforado	8.5	10	3	41	44
Perforado	9.5	10	3	51	54
Perforado	10.5	10	3	56	59
Perforado	11.5	10	3	62	65

*Nota.* Extraído del informe (JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL, 2019).

Considerando los factores de seguridad indicados se han determinado las siguientes capacidades de carga por pilote que recomendamos utilizar:

**Tabla 15**

*Capacidad de Carga admisible.*

Tipo de Pilote	Profundidad de la punta del pilote (m)	Diámetro del Pilote (pulg)	Condición	Capacidad de Carga del Pilote Individual Qadm (Ton)
Perforado	8.5	10	Estática	15
			Dinámica	18
Perforado	9.5	10	Estática	18
			Dinámica	22
Perforado	10.5	10	Estática	20
			Dinámica	24
Perforado	11.5	10	Estática	22
			Dinámica	26

*Nota.* Extraído del informe (JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL, 2019).

Puede incrementarse la carga de trabajo considerando pilotes más largos o de mayor diámetro. La elección del pilote estará en función de los requerimientos de carga a transmitir al subsuelo, la posible distribución de pilotes bajo la cimentación y la disponibilidad de equipos para su instalación.

**Espaciamiento entre pilotes y capacidad de carga de un grupo de pilotes.** De acuerdo a lo estipulado en la Norma Técnica de Edificación E050: Suelos y Cimentaciones (2018) se recomienda considerar un espaciamiento entre pilotes no menor de 3 veces el diámetro de los pilotes.

Cabe señalar, que los espaciamientos entre pilotes indicados en la Norma Técnica de Edificación E050: Suelos y Cimentaciones (2018) están en función de la longitud total del pilote y no de la longitud efectiva.

En dicha norma se estipula adicionalmente que en pilotes que trabajan por fricción el espaciamiento no podrá ser menor de 1.20 m.

Los pilotes que trabajan por fricción en suelos cohesivos existe una reducción de la capacidad de carga por efecto de grupo, la cual para grupos grandes de pilotes varía en forma lineal entre 0.85 y 0.80 para espaciamientos entre pilotes comprendidos entre  $4.5D$  y  $4.0D$ , donde  $D$  = diámetro del pilote. Esta reducción deberá aplicarse en este caso para grupos grandes de pilotes, teniendo en cuenta que más del 60% de la capacidad de carga de los pilotes es por fricción. Ver valores del factor de reducción en el Anexo N° 17.

**Capacidad de carga por tracción.** Para estimar la resistencia última en tracción (arranque) se ha utilizado el programa AllPile que considera la ecuación (Ec. 80) recomendada en el NAVFAC DM 7.02 (1986):

En los anexos de este informe se presentan los cálculos de las capacidades de carga por tracción de los pilotes. Los valores de las capacidades de carga por tracción más desfavorables obtenidos para pilotes que alcancen una longitud de 8.50 m de profundidad de punta del pilote, son los siguientes:

**Tabla 16**

*Capacidad de carga de tracción*

Tipo de Pilote	Profundidad de la punta del pilote (m)	Diámetro del Pilote (pulg)	T ult (Ton)
Perforado	8.5	10	41
Perforado	9.5	10	51
Perforado	10.5	10	56
Perforado	11.5	10	62

*Nota.* Extraído del informe (JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL, 2019).

De acuerdo a lo estipulado en la Norma Técnica de Edificación E050: Suelos y Cimentaciones para determinar la capacidad de carga admisible por tracción, se ha considerado un factor de seguridad de 3 para condiciones estáticas y factor de seguridad de 2.5 para condiciones pseudo estáticas (sísmicas). Los valores de carga admisible por tracción para pilotes que alcancen una profundidad de 8.50 m a 11.50 m, que recomendamos utilizar son los siguientes:

**Tabla 17**

*Capacidad de carga por admisible por tracción.*

Tipo de Pilote	Diámetro del Pilote (m)	Condición	Carga Admisible por Tracción Tadm (Ton)
Perforado	0.25	Estática	15
		Sísmica	17
Perforado	0.25	Estática	18
		Sísmica	21

*Nota.* Extraído del informe (JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL, 2019).

**Asentamientos.** Los asentamientos de los pilotes individuales han sido determinados con el procedimiento estipulado en el NAVFAC DM 7.02 (1986).

El asentamiento total corresponde a la suma del asentamiento por deformación axial del pilote, el asentamiento de la punta del pilote causado para la carga transmitida por la punta y el asentamiento de la punta del pilote por la carga transmitida por fricción. Los cálculos efectuados se presentan en el anexo. Se ha verificado que en ningún caso el asentamiento total exceda de 2.5 cm.

**Recomendaciones para las pruebas de carga.** Al inicio de la obra deberá ejecutarse una prueba de carga para verificar la capacidad de carga del pilote. De acuerdo a lo estipulado en la Norma Técnica E050: Suelos y Cimentaciones (2018) deberá efectuarse una prueba de carga por cada lote o grupo de pilotes, con un mínimo de una prueba por cada cincuenta pilotes, debiendo realizarse estas pruebas en zonas con perfil de suelos conocido desfavorable. Las pruebas de carga deben ejecutarse según la norma ASTM D 1143

### 3.3.5. EMPUJE DE TIERRA

Se recomienda la utilización de los siguientes parámetros promedio para el cálculo de los empujes de

tierras en los muros del sótano:

- Ángulo de fricción interna  $\phi = 28.00^\circ$
- Cohesión  $C = 0.38 \text{ kg/cm}^2$
- Coeficiente de empuje de tierras activo  $K_A = 0.36$
- Coeficiente de empuje de tierras en reposo  $K_O = 0.53$
- Coeficiente de empuje de tierras pasivo  $K_P = 2.77$
- Peso volumétrico  $\gamma = 1.96 \text{ gr/cm}^2$

## 3.4. Caracterización especial de los suelos de fundación.

**3.4.1. Características Dinámica de los Suelos.** El perfil estratigráfico del terreno estudiado presenta diversos estratos de suelo fino como limo medianamente plástico compacto a muy compacto. Hasta nivel de exploración (20.45 m) no se registró nivel freático. Por lo tanto, en el presente caso no es necesario efectuar la evaluación del potencial de licuefacción del terreno debido

a no encontrarse la presencia del nivel freático. **(los suelos no son susceptibles a licuar).**

3.4.2. **Suelos Colapsables.** En las prospecciones geotécnicas se ha reportado suelo fino que contengan límites de consistencia como es el límite líquido y límite plástico. Para ello se utilizarán los valores obtenidos en los límites de consistencia y el ensayo de peso volumétrico. **(los suelos no son susceptibles al colapso)**

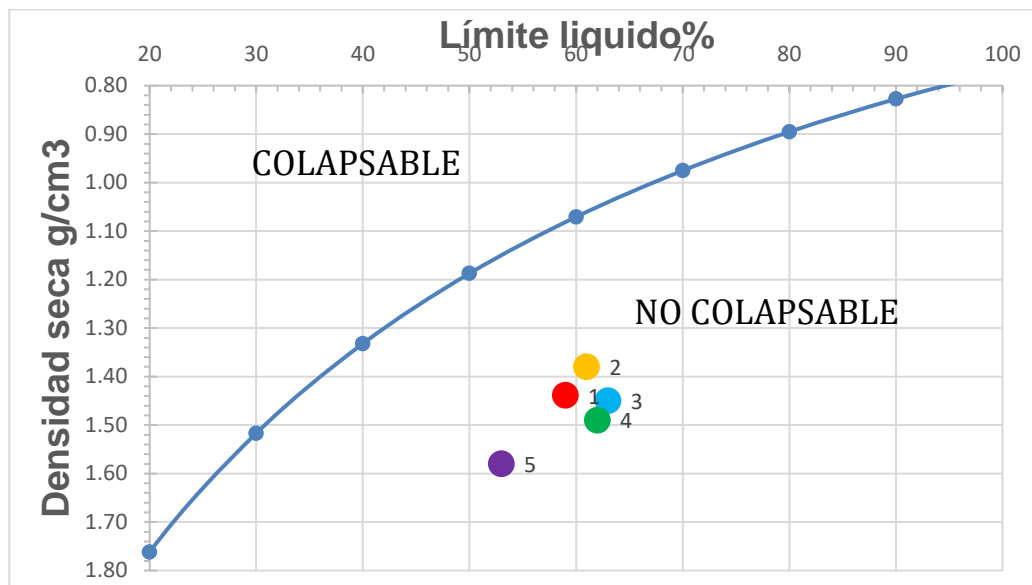
**Tabla 18**

*Los valores obtenidos en los límites de consistencia y el ensayo de peso volumétrico*

N° Muestra	Sondaje	Color	Datos de Laboratorio		Limite Densidad seca (Yd)	No colapsa / Colapsa
			Limite Liquido (LL)	Densidad seca (Yd)		
1	C-03	1	59	1.44	1.08	No Colapsable
2	C-07	2	61	1.38	1.06	No Colapsable
3	C-10	3	63	1.45	1.04	No Colapsable
4	C-11	4	62	1.49	1.05	No Colapsable
5	C-14	5	53	1.58	1.15	No Colapsable

Figura 22

Evaluación de Colapso, mediante LL y Densidad seca.



**3.4.3. Suelos Expansivos.** Los suelos expansivos se distinguen por su potencial para un gran aumento de volumen al acceder a la humedad. En las investigaciones Geotécnicas los suelos encontrados en prospecciones geotécnicas son gravas gruesas; además no presentan límite líquido mayores a 50%; es por ello que no presentaran expansión alguna. (LOS SUELOS NO SON EXPANSIVOS)

Figura 23

Resultado de ensayos estándar de laboratorio

IDENTIFICACIÓN		C-10		MUESTRA	---	PROFUNDIDAD (m)		2.10	
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA: Sub angular		DUREZA: Duro y Durable		T.M.P		N°4	
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		A		DATOS DE LOS ENSAYOS					
FECHA DE EJECUCIÓN: 30/08/2019		Preparación de Muestra		ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Método Utilizado		Límite Líquido	Múltipunto
				ASTM D4318	Húmeda	ASTM D4318		Límite Plástico	Manual
Malla		Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M		Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad (ASTM D4318)			
N°	Abertura (mm)			Tipo Tamizado		FECHA DE EJECUCIÓN: 02/08/2019			
3"	75.00	0	100	Simple		Límite Líquido (LL) 63			
2"	50.00	0	100	Fraccionamiento		Límite Plástico (LP) 34			
1 1/2"	37.50	0	100	Tamiz N° %PR		Índice Plástico (IP) 29			
1"	25.00	0	100	Tamiz N° %PR		% Retenido de malla N° 40 10			
3/4"	19.00	0	100	---		N.P. (No Plástico)			
3/8"	9.50	0	100	---					
N° 4	4.75	0	100	---					
N° 10	2.00	2.3	98	C <sub>u</sub>					
N° 20	0.850	4.7	95	C <sub>c</sub>					
N° 40	0.425	6.9	90						
N° 60	0.250	8.7	84						
N° 100	0.150	9.5	78	Método de Ensayo (ASTM D2216)		Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS			
N° 140	0.106	4.3	75	FECHA DE EJECUCIÓN: 29/08/2019		MH			
N° 200	0.075	2.4	72.9	(g) Peso tara + muestra húmeda 415.0		Nombre de Grupo			
% Grava	% GG	0.0	0.0	(g) Peso tara + muestra seca 331.6		Limo elástico con arena			
	% GF	0.0		Contenido de humedad (%) 38					
% Arena	% AG	1.6		Cantidad de muestra empleada en el ensayo Cumple					
	% AM	8.1	27.1	Más de un tipo de material en la muestra No					
	% AF	17.4		Observaciones:					
% Finos			72.9						

Nota. Extraído del informe (JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL, 2019).

La exploración geotécnica reporta fue la presencia de suelos finos con bajo contenido de humedad y de consistencia media a dura, por lo anterior, considerando que la zona de estudio se encuentra expuesta a lluvias, se realizó la evaluación del potencial de expansión del terreno. Los suelos expansivos hacen referencia a un material altamente plástico cuya variación de volumen es muy susceptible a los cambios en el contenido de humedad. El comportamiento de un suelo expansivo puede verse afectado por muchos factores, pero principalmente se encuentra gobernado por la cantidad de humedad y el tipo de partículas de arcilla en el suelo. Diversas investigaciones han demostrado que los minerales del tipo Montmorillonita tienen el mayor cambio de volumen en comparación con otros minerales arcillosos. La gran cantidad de deformaciones en el suelo es uno de los problemas más importantes en los suelos expansivos, lo cual es el resultado de la constante expansión y la contracción del material. Los movimientos excesivos pueden provocar daños y un impacto negativo en el desempeño estructural. El ensayo de consolidación, tiene la finalidad de determinar principalmente: a) El porcentaje de expansión libre y b) La presión de expansión.

**Figura 24**

*Resultado de ensayos de consolidación de laboratorio.*

Inicial (%)		Final (%)		Densidad Seca kN/m <sup>3</sup> (g/cm <sup>3</sup> )	Gravedad Especifica	P <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	C <sub>c</sub>	C <sub>s</sub>	C <sub>r</sub>	e <sub>o</sub>
Saturación	Humedad	Saturación	Humedad							
77.2	25.0	99.4	26.7	14.39 (1.467)	2.720	2.150	0.209	0.022	..	0.881

*Nota.* Extraído del informe (JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL, 2019).

Según, (E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES, 2018) el potencial de colapso se define mediante la siguiente expresión.

$$CP(\%) = \frac{\Delta e}{1+e_0} \times 100 \quad \text{o} \quad CP(\%) = \frac{\Delta H_c}{1+H_0} \times 100 \dots \dots \dots (\text{Ec.72})$$

$\Delta e$  : Cambio en la relación de vacíos debido al colapso bajo humedecimiento.

$e_0$ : Relación de vacíos inicial

$\Delta H_c$ : Cambio de altura de la muestra.

$H_0$ : Altura inicial de la muestra.

**Tabla 19**

*Severidad del problema de colapso*

CP (%)	Severidad del problema
0 a 1	No colapsa
1 a 5	Colapso moderado
5 a 10	Colapso
10 a 20	Colapso severo
Mayor a 20	Colapso muy severo

*Nota.* Extraído del informe (JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL, 2019).

De acuerdo con los resultados del ensayo de consolidación expansión al colapso, y aplicando los cálculos para determinar el valor del  $C_p = 8.02$ , cuyo valor indica que la estructura colapsa, se presentaría el fenómeno. No está permitido cimentar directamente sobre suelos colapsables, por lo tanto, se recomienda el no cimentar directamente en cimentación superficial, la subrasante será mejorado antes de colocar la cimentación.



## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

En esta sección se expone los resultados obtenidos en la experiencia presentada en el capítulo anterior, enfocado en estudio mecánica de suelos con fines de cimentación para hospital San Martin de Pangoa, distrito de Pangoa, Provincia de Satipo – Junín.

Dichos resultados se obtuvieron a partir de la revisión bibliográfica de mecánica de suelos y cumplimiento de exigencias del Reglamento Nacional de Edificaciones E.050 Suelos y Cimentaciones (2018).

La influencia de del estudio mecánica de suelos en la estabilidad y permanencia de la cimentación del hospital de salud de San Martin De Pangoa, comprende la obtención de información certera para la toma de decisiones sobre el tipo de cimentación (**Edificaciones de 1 Piso:** Cimentación convencional conformada por zapatas conectadas y/o platea de cimentación, apoyados sobre los suelos finos plásticos. **Edificaciones de 3 Pisos:** Se debe realizar a través de pilotes de 10 pulg.), la profundidad a la cual se debe cimentar (**Cimentaciones Superficiales:** una profundidad mínima de 3.00 m por debajo del nivel de la superficie actual del terreno. **Cimentaciones Profundas:** se debe realizar una excavación de 3.50 m y la longitud del pilote), identificación de graves patologías (los suelos no son susceptibles a licuar, no son susceptibles al colapso, no son expansivos y no existe ataque químico por suelos y aguas subterráneas).

Para primer objetivo específico de describir la exploración de suelo permitida según tipo de suelo para determinar los parámetros geotécnicos en la estabilidad y permanencia de la cimentación del hospital de salud de San Martin De Pangoa, se llevó a cabo realizando la revisión de las exigencias del Reglamento Nacional de Edificaciones E.050 Suelos y Cimentaciones (2018) en la cual menciona aplicación de las técnicas de exploración según el tipo de suelo y alcances del proyecto. En el proyecto los trabajos de exploración de campo la cual consistió en la ejecución 02 perforaciones por lavado tipo wash boring de 20.45 m y 16.45 m de profundidad con respecto a la superficie del terreno; en las cuales se llevaron a cabo ensayos de penetración estándar (SPT) espaciados cada 1 m y 14 calicatas excavadas de manera manual en la zona plana del terreno hasta profundidades variables de 3.00 a 8.00 m.

Para segundo objetivo específico de identificación de ensayos in situ y de laboratorio necesarios para determinación de parámetros geotécnicos para la estabilidad y permanencia de la cimentación del hospital de salud de San Martin De Pangoa, se hace

mención de los ensayos in situ que en las perforaciones se llevaron a cabo ensayos de penetración estándar (SPT) espaciados cada 1 m y ensayos de laboratorio necesarias para determinar los parámetros geotécnicos y para identificar problemas especiales de cimentación según el tipo de suelo encontrado.

Con los ensayos de campo y laboratorio se encontraron parámetros para el diseño, con las cuales se encontraron presión admisible y asentamiento. Para la cimentación de las edificaciones de 1 piso de altura será tipo de cimentación ah este nivel de cimentación se obtuvo presión admisible de  $1.10 \text{ kg/cm}^2$  y se recomienda utilizar una presión admisible máxima con un ancho no menor de sus zapatas de 1.50 m y no mayor a 2.50 m, estos deberán estar conectados mediante vigas de cimentación. Por otro lado, para la cimentación profunda para el centro de la torre, se recomendó el uso de pilotes estructurales de concreto de sección circular de 10 pulg. de diámetro, para cual la capacidad de carga para diferentes profundidades de perforación en las áreas estudias, indicadas en la tabla 15.

Para tercer objetivo específico de identificación de problemas especiales de cimentación que afectan en la estabilidad y permanencia de la cimentación del hospital de salud de San Martin De Pangoa, con los ensayos de laboratorio realizados se identificaron que los suelos no los suelos no son susceptibles a licuar, no son susceptibles al colapso, no son expansivos y no existe ataque químico por suelos y aguas subterráneas.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

La realización de un buen estudio mecánica de suelos con fines de cimentación cumpliendo las exigencias mínimas indicadas en Reglamento Nacional de Edificaciones E.050 Suelos y Cimentaciones (2018): Técnicas de exploración de Campo, tipos de muestras a extraer del estrato que representan, ensayos a realizar “In situ” y en el laboratorio y análisis de cimentación. Influye en determinar tipo de cimentación, la profundidad a cimentar, dimensionamiento de las cimentaciones e identificación de graves patologías (Suelos licuables, Suelos colapsables, Suelos Expansivos, Ataque químico por suelos y aguas subterráneas). Para prevenir serios problemas como las fisuras, grietas, asentamientos y hasta colapsos de las estructuras.

El desconocimiento o mala práctica de técnicas de exploración según tipo de suelo influye en determinar incorrectamente los parámetros geotécnicos la cual compromete en la estabilidad y permanencia de la cimentación del hospital de salud de San Martin De Pangoa para ello es necesario realizar una revisión de literatura y normativa vigente.

La no realización de ensayos in situ y de laboratorio adecuados en la determinación de parámetros geotécnicos influye en determinar de manera incorrecta el tipo de cimentación, la profundidad a cimentar, sobredimensionamientos de las estructuras.

La no identificación de problemas especiales afecta en la estabilidad y permanencia de la cimentación del hospital de salud de San Martin De Pangoa compromete a la estructura a presentar problemas inmediatos de excesivo asentamiento o problemas posteriores de fisuras, grietas y hasta colapso de la estructura.

## CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES

Al realizar exploraciones del terreno tener en cuenta la variabilidad de los suelos y la composición de los mismos. Para ello es necesario realizar una revisión detallada de información previa para definir las técnicas de exploración, número de puntos a explorar, la profundidad de exploración y muestreo de muestras alteradas y/o muestras inalteradas.

Si se desea afinar la precisión del estudio del suelo se puede utilizar ensayos in situ, para obtener parámetros geotécnicos. Aunque estos ensayos son más costosos apoyan a tener mejor entendimiento del terreno en donde se va cimentar.

Realizar investigaciones de ensayos geofísicos como sondeos eléctricos verticales SEV, refracción sísmica, para comparar con el ensayo de penetración estándar SPT y tener valores aproximados para cimentaciones profundas.

De acuerdo a los resultados químicos obtenidos de laboratorio, se recomienda el tipo de cemento portland para uso en la cimentación y las demás estructuras de concreto de la edificación.

Concientizar a la población de la importancia de realizar el estudio del suelo, para poder conocer el tipo de cimentación de cualquier edificación a construir.

Conocer los fenómenos de colapso y expansión es importante para dar soluciones cuando se presentan éstos en la práctica constructiva.

Los resultados mostrados en el presente estudio, así como las conclusiones y recomendaciones dadas, solo son válidas para área de estudio y no garantiza a otros proyectos de ingeniería que lo tomen como referencia.

## REFERENCIAS

Alva Hurtado, J. E. (s.f.). Suelos expansivos y colapsables. *FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, UNIDAD POSGRADO*, (pág. 68). Lima.

Braja M., D. (2012). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*. México: Cengage Learning.

Bustamente Chacón, A. (s.f.). *CARACTERÍSTICAS GEOTECNICAS DEL SUELO DE IQUITOS, PERU*. Lima, Perú.

CARRILLO GIL, A. (s.f.). *CASOS DE CIMENTACIONES ESPECIALES EN EL PERU*. Lima - Perú.

Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Mexico: Limusa.

De Jesús Nij Patzán, J. E. (2009). *Guía práctica para el cálculo de capacidad de carga en cimentaciones superficiales, losas de cimentación, pilotes y pilas perforadas*. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, GUATEMALA.

El comercio. (2019). Pisco: hace 12 años se registró uno de los terremotos más destructivos del Perú | FOTOS. *El comercio*.

Fernández Gálvez, R. A. (2015). *Capacidad Portante con Fines de Cimentación Mediante los Ensayos SPT Y Corte Directo en el Distrito de Aguas Verdes- Tumbes*. Cajamarca, Perú.

JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL. (2019). *MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD EN EL HOSPITAL SAN MARTÍN DE PANGO, DISTRITO DE PANGO, PROVINCIA DE SATIPO - JUNÍN*. Lima.

Juárez Badillo, E., & Rico Rodríguez, A. (2005). *Mecánica de suelos*. México: 2005.

Legarda Amaya, A. F., & Medina Puín, L. O. (2015). *Aplicación de cimentaciones profundas de suelos cohesivos en La Sabana de la ciudad de Bogotá D.C.*. Bogotá.

Mendoza Medina, J. A. (s.f.). Estructura del suelo y granulometría. *Mecánica de suelos*, (pág. 29). Lima.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES*. Lima.

Tavera, H. (2018). GEONOTICIAS | PERÚ, UN PAÍS ALTAMENTE SÍSMICO. *Sociedad Geologica del Perú*, 1.

ASTM. (s.f.). ASTM International - Standards Worldwide. *American Society of Testing Material*. Obtenido de

<https://la.astm.org/>

ASTM D2488. (s.f.). Standard Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedures). *ASTM INTERNATIONAL. Helping our world work better*. Obtenido de <https://www.astm.org/Standards/D2488.htm>

ASTM D3282. (s.f.). Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes. *ASTM INTERNATIONAL. Helping our world work better.*, 1-6. Obtenido de <https://www.astm.org/Standards/D3282.htm>

ASTM D4318. (s.f.). Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils. *ASTM INTERNATIONAL. Helping our world work better.*, 1-20. Obtenido de <https://www.astm.org/Standards/D4318>

ASTM D6913. (s.f.). Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve. Analysis. *ASTM INTERNATIONAL. Helping our world work better.*, 1-34. Obtenido de <https://www.astm.org/Standards/D6913>

ASTM D6913. (s.f.). Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve. Analysis. *ASTM INTERNATIONAL. Helping our world work better.*, 1-34. Obtenido de <https://www.astm.org/Standards/D6913>

RNE E.030. (s.f.). Diseño Sismorresistente. *SENCICO*, 1-80. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

Foundation and Earth Structures - Design Manual 7.2 "NAVFAC DM 7.2" Department of the Navy Naval Facilities Engineering Command Alexandria, Va, Mayo 1982

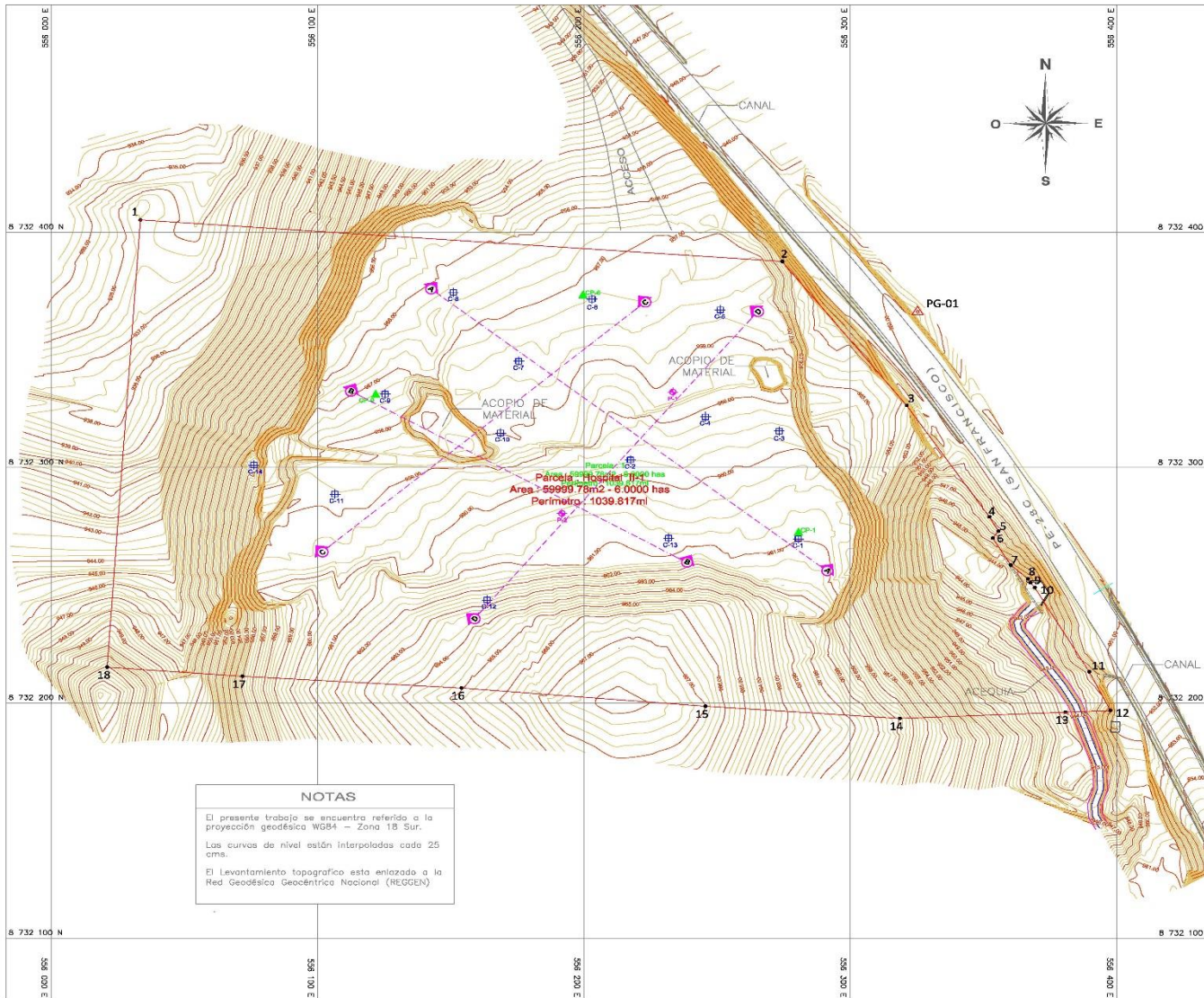
José Antonio Jiménez Salas: "Geotécnica y Cimientos III Cimentaciones, Excavaciones y Aplicaciones de la Geotécnica". Editorial Rueda, Madrid, 1980

## ANEXOS

## 1. ANEXOS A. 1 (PLANOS)



## 1.1. PLANO DE UBICACIÓN DEL PROGRAMA DE EXPLORACIÓN

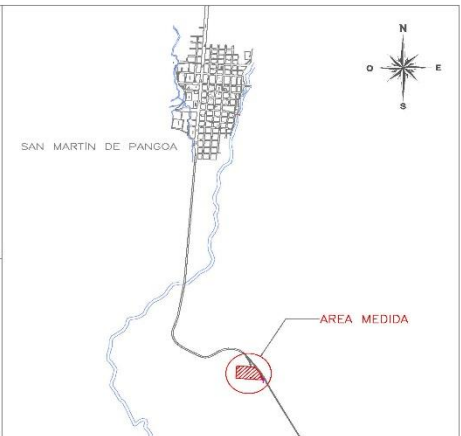
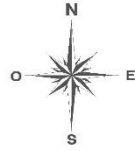


**NOTAS**

El presente trabajo se encuentra referido a la proyección geodésica WGS4 - Zona 18 Sur.

Las curvas de nivel están interpoladas cada 25 cms.

El levantamiento topográfico está enlazado a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN)



**PLANO DE LOCALIZACIÓN**  
ESCALA 1/25.000

CUADRO DE COORDENADAS - UTM WGS 84 (18 Sur)

LADO	LONGITUD	RUMBO	NORTE	ESTE	VERTICE
1-2	241.622	S85° 48' 29.09"E	8732405.209	556033.486	1
2-3	76.990	S37° 20' 33.95"E	8732387.547	556274.462	2
3-4	56.587	S33° 11' 20.66"E	8732326.338	556321.163	3
4-5	7.009	S29° 41' 06.21"E	8732278.982	556352.139	4
5-6	3.636	S36° 10' 24.08"W	8732272.893	556355.610	5
6-7	13.298	S30° 50' 53.28"E	8732269.958	556353.464	6
7-8	8.643	S47° 33' 53.60"E	8732258.576	556360.262	7
8-9	1.909	S28° 49' 01.81"E	8732252.744	556366.641	8
9-10	2.617	S39° 05' 26.42"E	8732251.019	556367.980	9
10-11	41.272	S29° 41' 21.97"E	8732248.988	556369.240	10
11-12	18.260	S25° 43' 58.39"E	8732213.134	556389.682	11
12-13	16.852	S87° 30' 37.61"W	8732196.685	556397.610	12
13-14	62.233	S87° 34' 43.80"W	8732195.953	556380.774	13
14-15	73.163	N85° 56' 26.79"W	8732193.324	556318.597	14
15-16	91.952	N85° 09' 34.44"W	8732198.503	556245.818	15
16-17	82.348	N86° 32' 26.12"W	8732206.262	556153.994	16
17-18	50.924	N85° 36' 15.53"W	8732211.231	556071.796	17
18-1	190.483	N03° 45' 06.30"E	8732215.134	556021.022	18

PLANO: TOPOGRAFICO ESCALA 1/750

PROYECTO: RECTIFICACION DE AREAS Y LINDEROS JUNIN - SATIPO HOSPITAL II-1 HOSPITAL II-1 SAN MARTIN DE PANGOA LAMINA

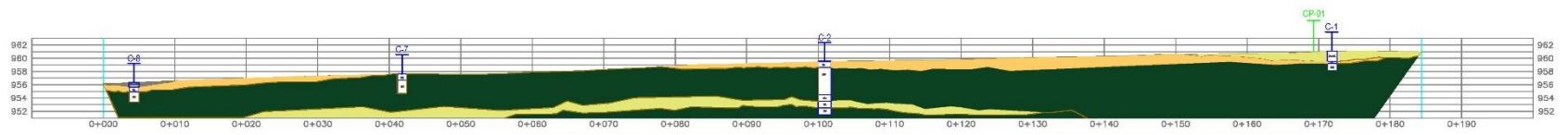
UBICACION: SAN MARTIN DE PANGOA DISTRITO DE SATIPO REGION DE JUNIN **PT-1**

PROFESIONAL: \_\_\_\_\_ CIP: N° \_\_\_\_\_

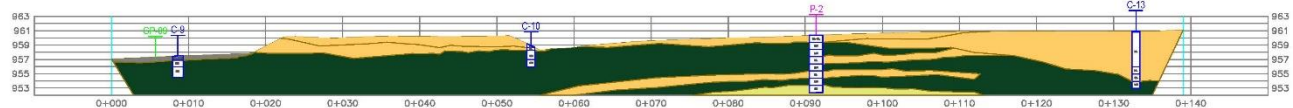
REDACTADO: W.L.C.

FECHA: JULIO 2019 REVISADO: R.D.

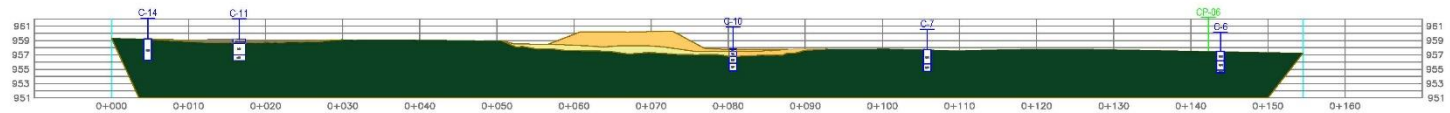
## 1.2. SECCION ESTATIGRÁFICO



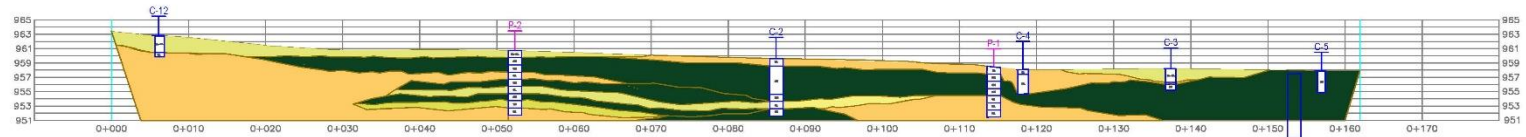
SECCION A - A



SECCION B - B



SECCION C - C

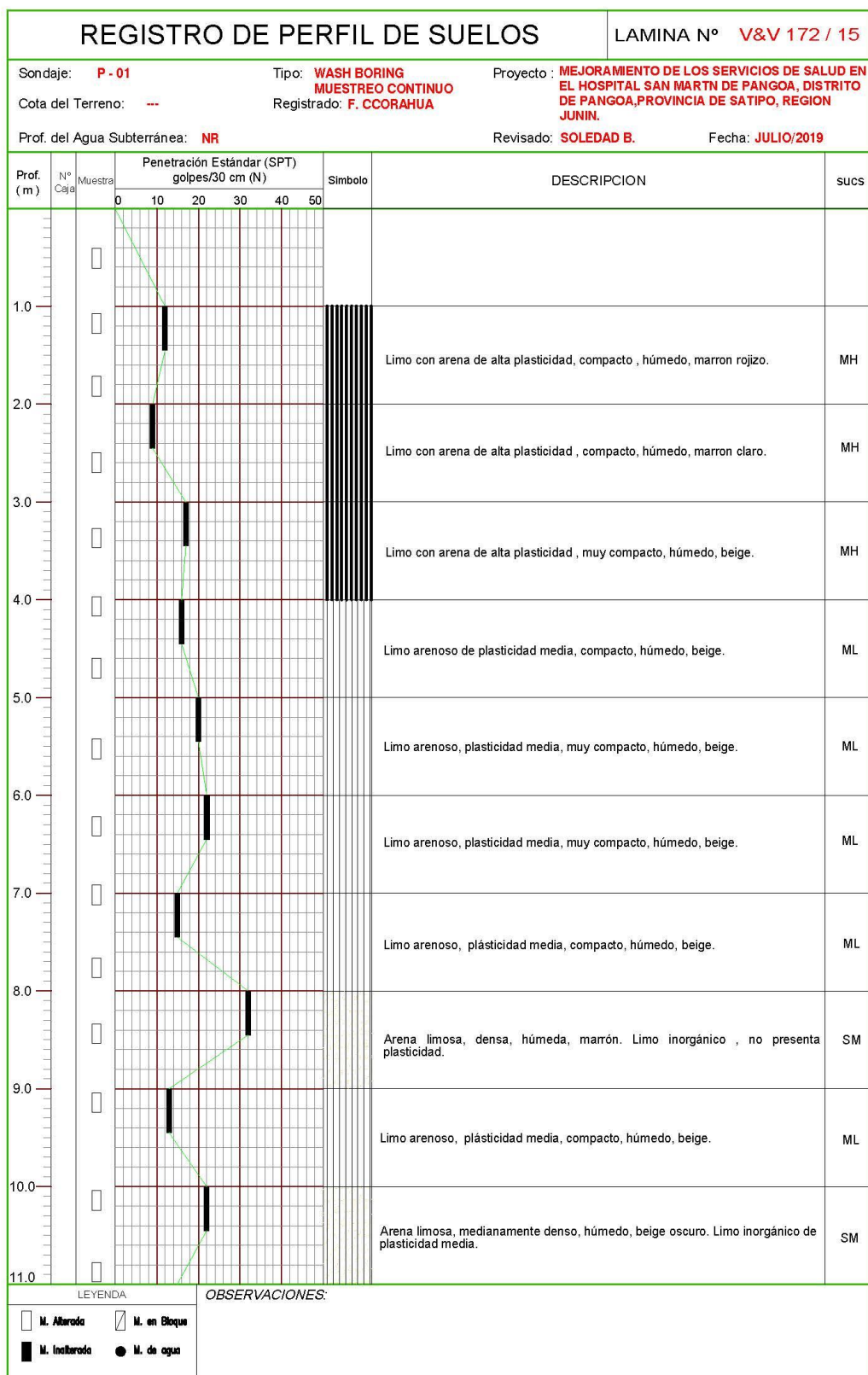


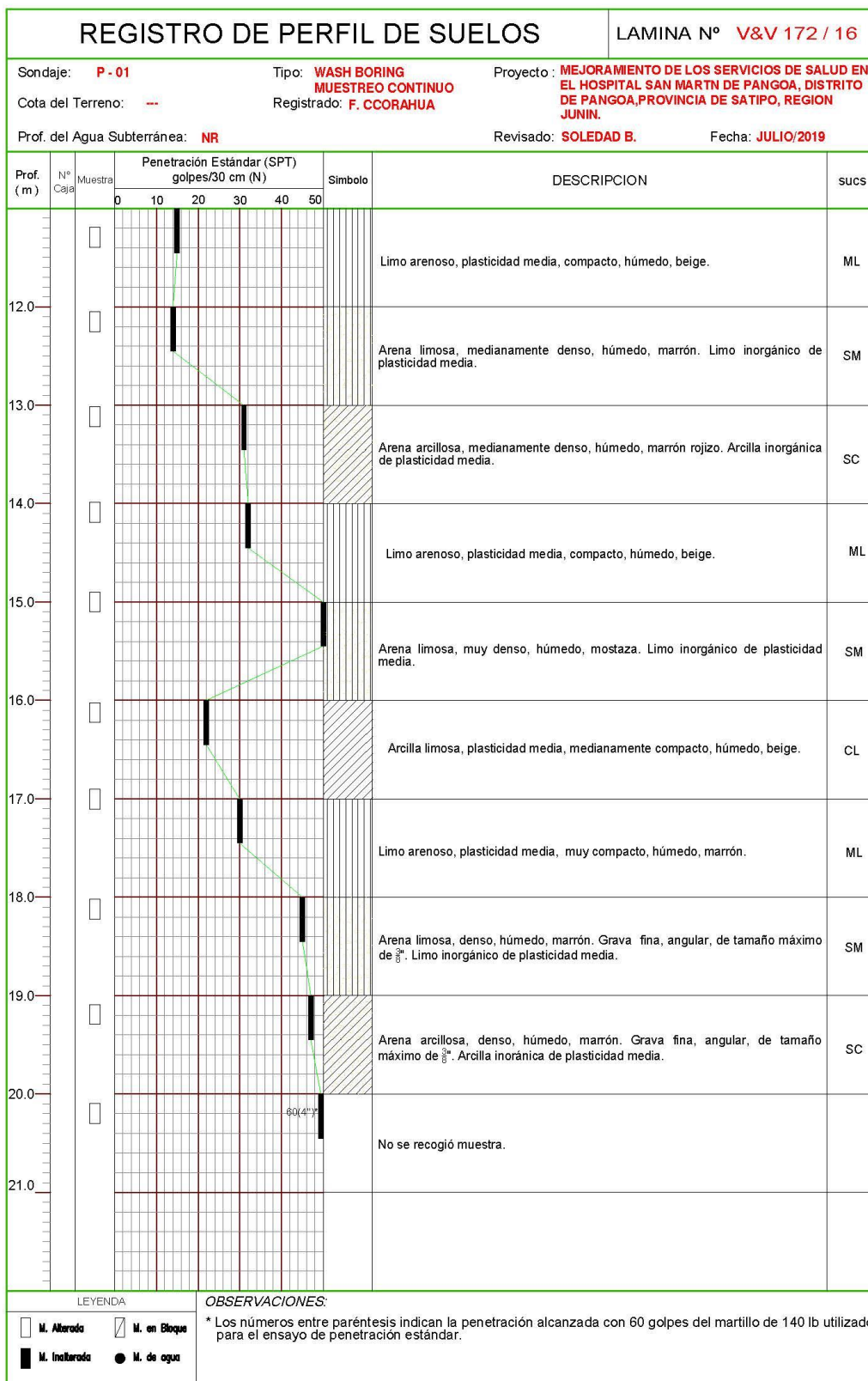
SECCION D - D

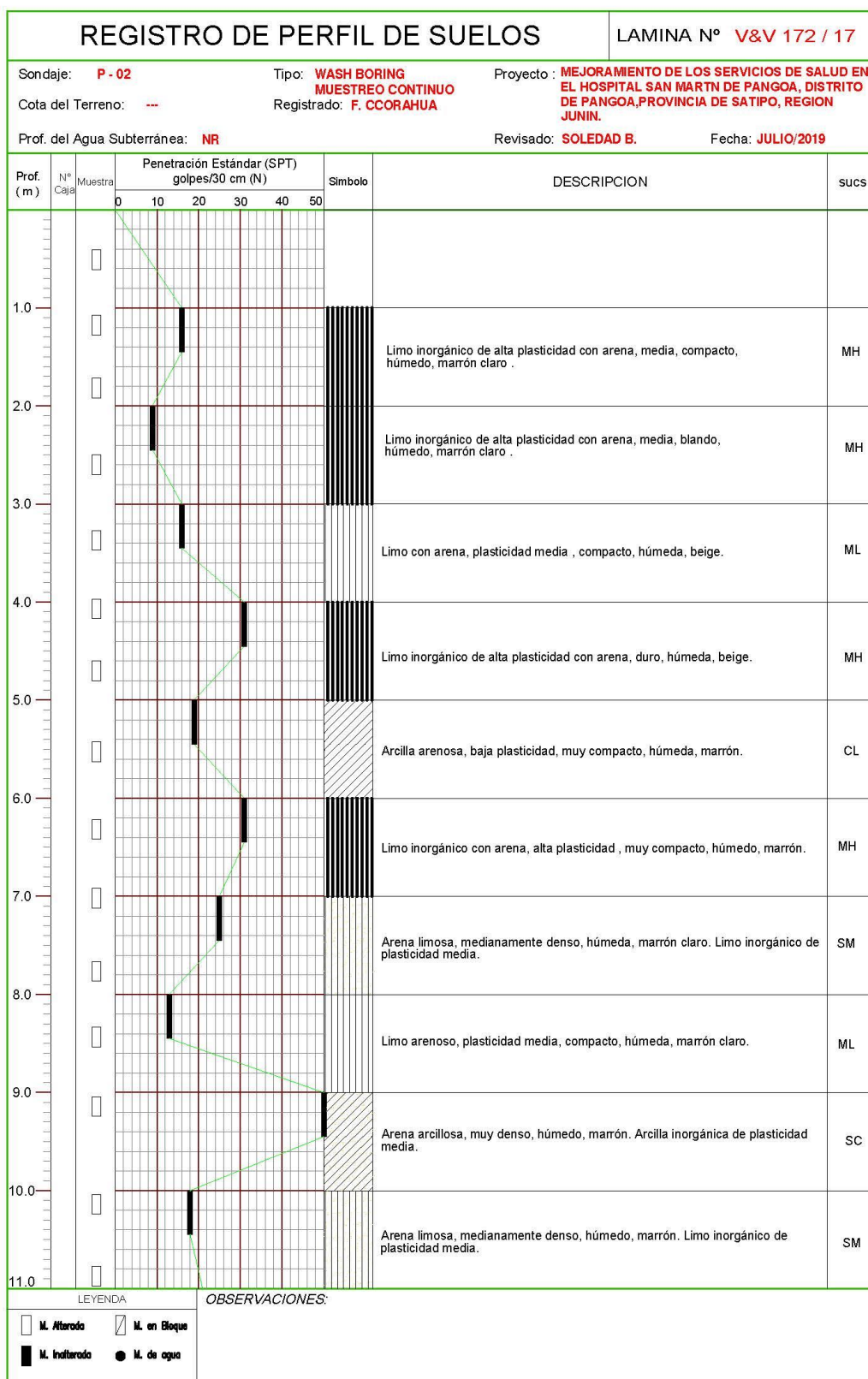
LEYENDA	
[Color]	RELLENO
[Color]	ARENA FINA CON CONTENIDO VARIABLE DE LIMO Y ARELLA MEDIA A MEDIANAMENTE Densa.
[Color]	ARENA FINA, CON CONTENIDO VARIABLE DE LIMO Y ARELLA Densa A MUY Densa.
[Color]	ARELLAS Y LIMO DE PLASTICIDAD MEDIA A ALTA, BLANDOS A MEDIANAMENTE COMPACTOS.
[Color]	ARELLAS LIMPAS DE PLASTICIDAD MEDIA, MUY COMPACTAS A Densa.
[Color]	GRASA ARENOSA, CON CONTENIDO VARIABLE DE LIMO Y ARELLA, SUELA A MEDIANAMENTE Densa.
[Color]	GRASA ARENOSA, CON CONTENIDO VARIABLE DE LIMO Y ARELLA, Densa A MUY Densa.
[Color]	ROCA
[Color]	NIEMBOS SUSCEPTIBLES A LIQUEFACTAR
[Symbol]	NIVEL FREÁTICO
[Symbol]	PERFORACION ROTATORIA
[Symbol]	PERFORACION POR LANTAS (BUSH BORING)
[Symbol]	CALETA
[Symbol]	ANCLAJE/ANCLA CON CORRO DE PREZ

PLANO:	SECCIONES TRANSVERSALES	ESCALA:	1/400
PROYECTO:	RECTIFICACION DE AREAS Y LINDEROS HOSPITAL (I-1) JUNIN - SATIPO - SAN MARTIN DE PANGGA	LAMINA:	ST-1
UBICACION:	SAN MARTIN DE PANGGA, DISTRITO DE SATIPO, REGION DE JUNIN		
PROFESIONAL:	OSP. N°		
DIBUJO:	W.L.C.		
FECHA:	JULIO 2019	REVISADO:	R.D.

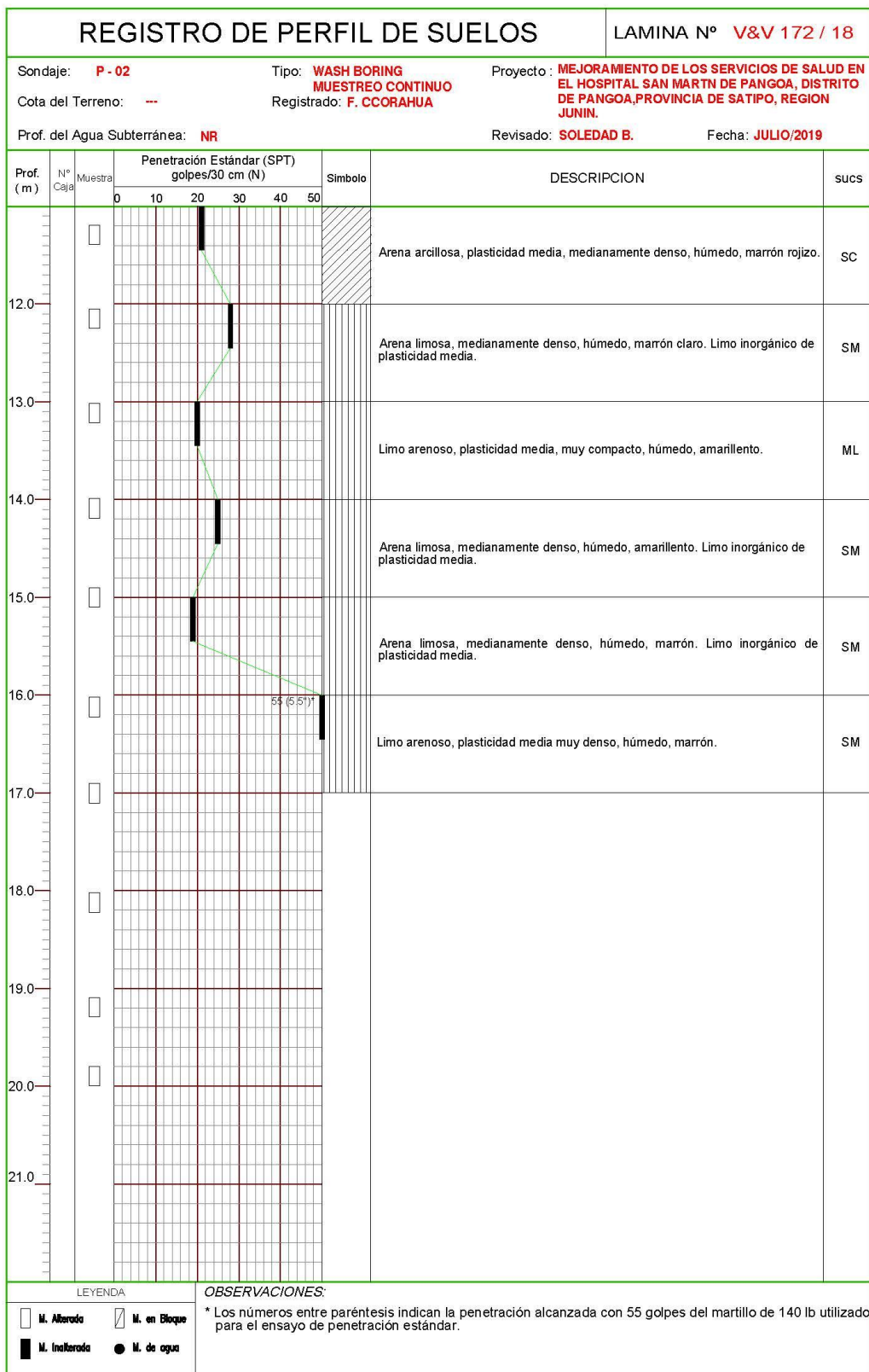
### 1.3. PERFIL ESTATIGRÁFICO POR PUNTO INVESTIGADO

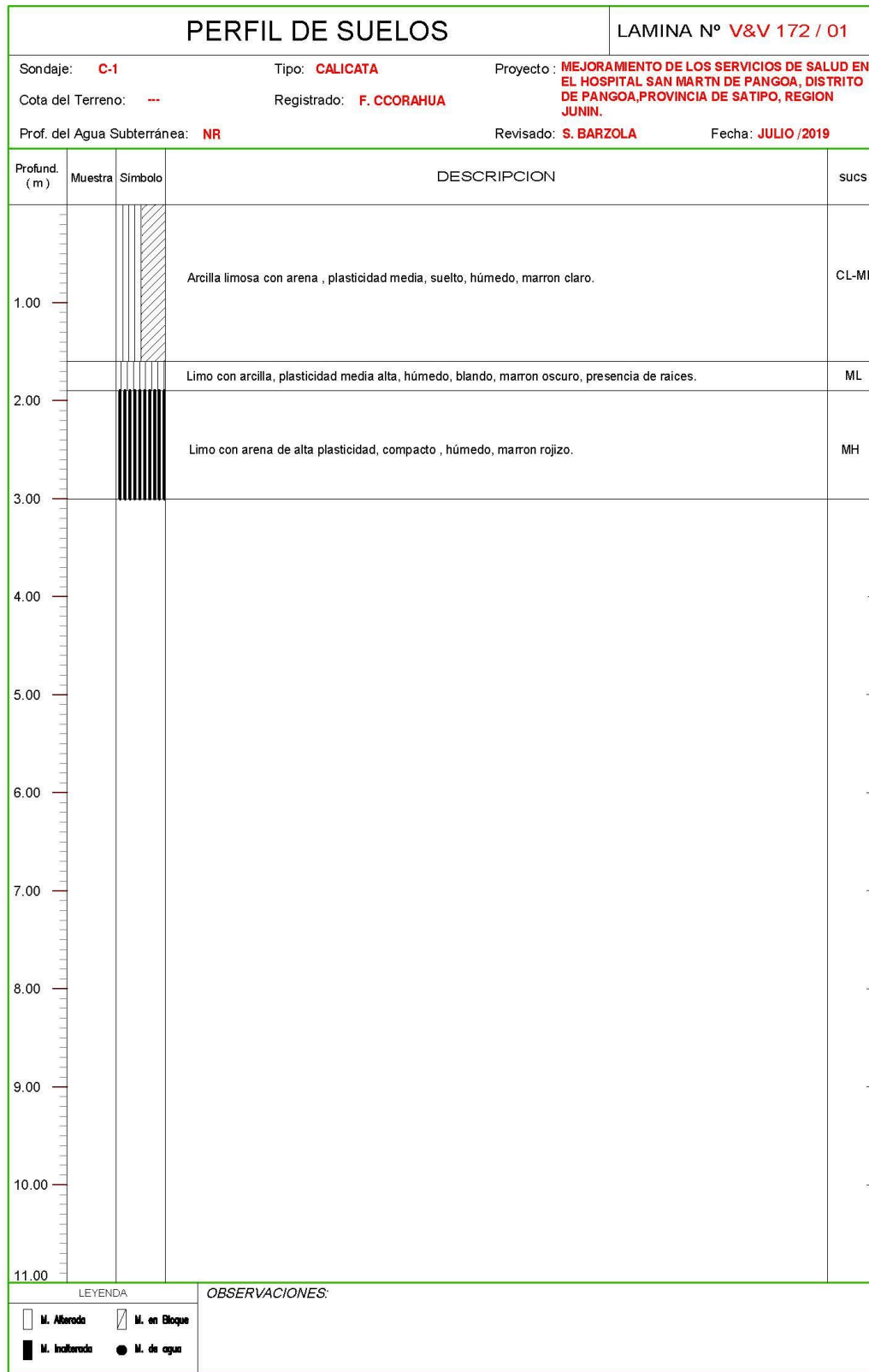


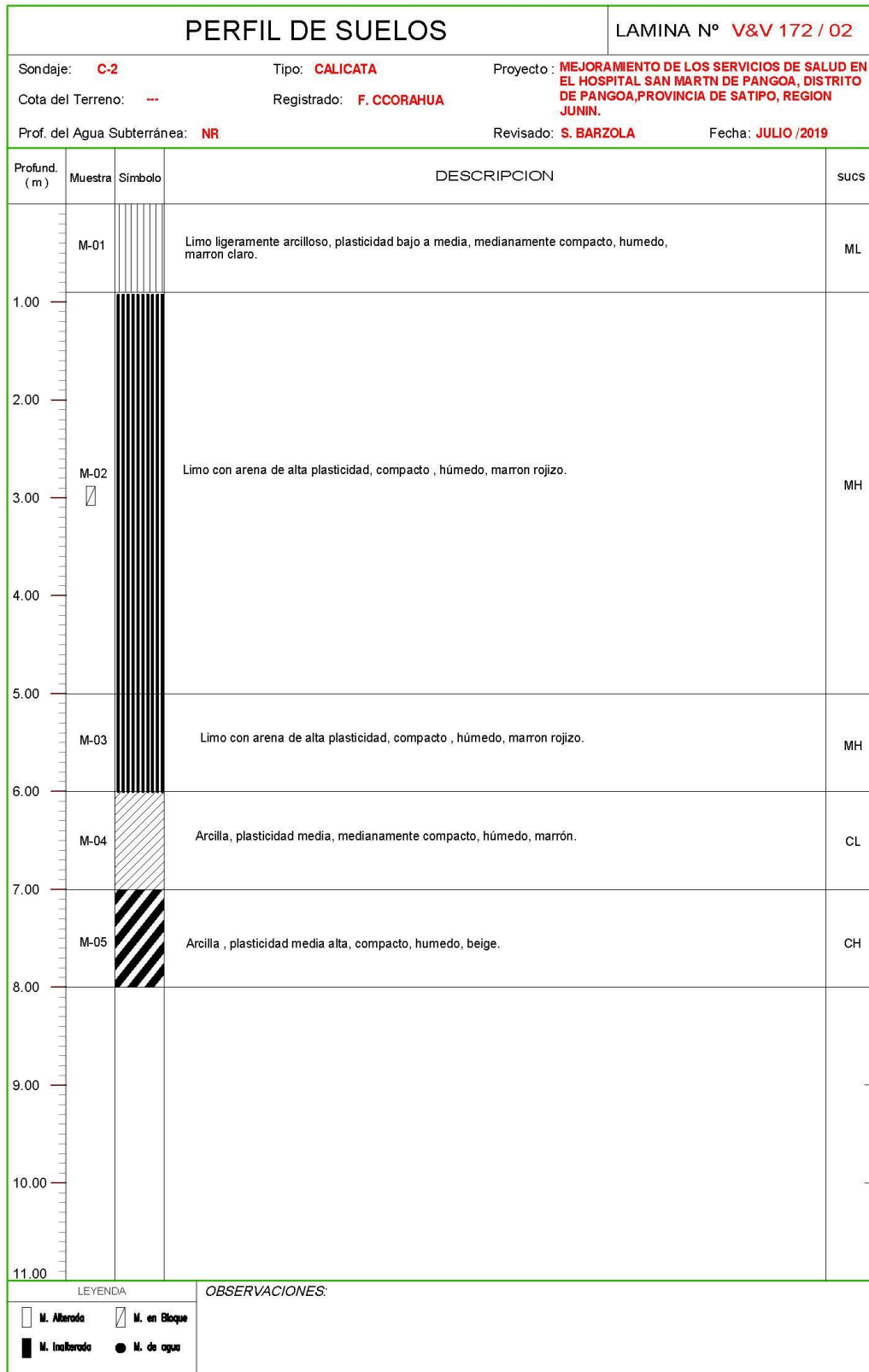


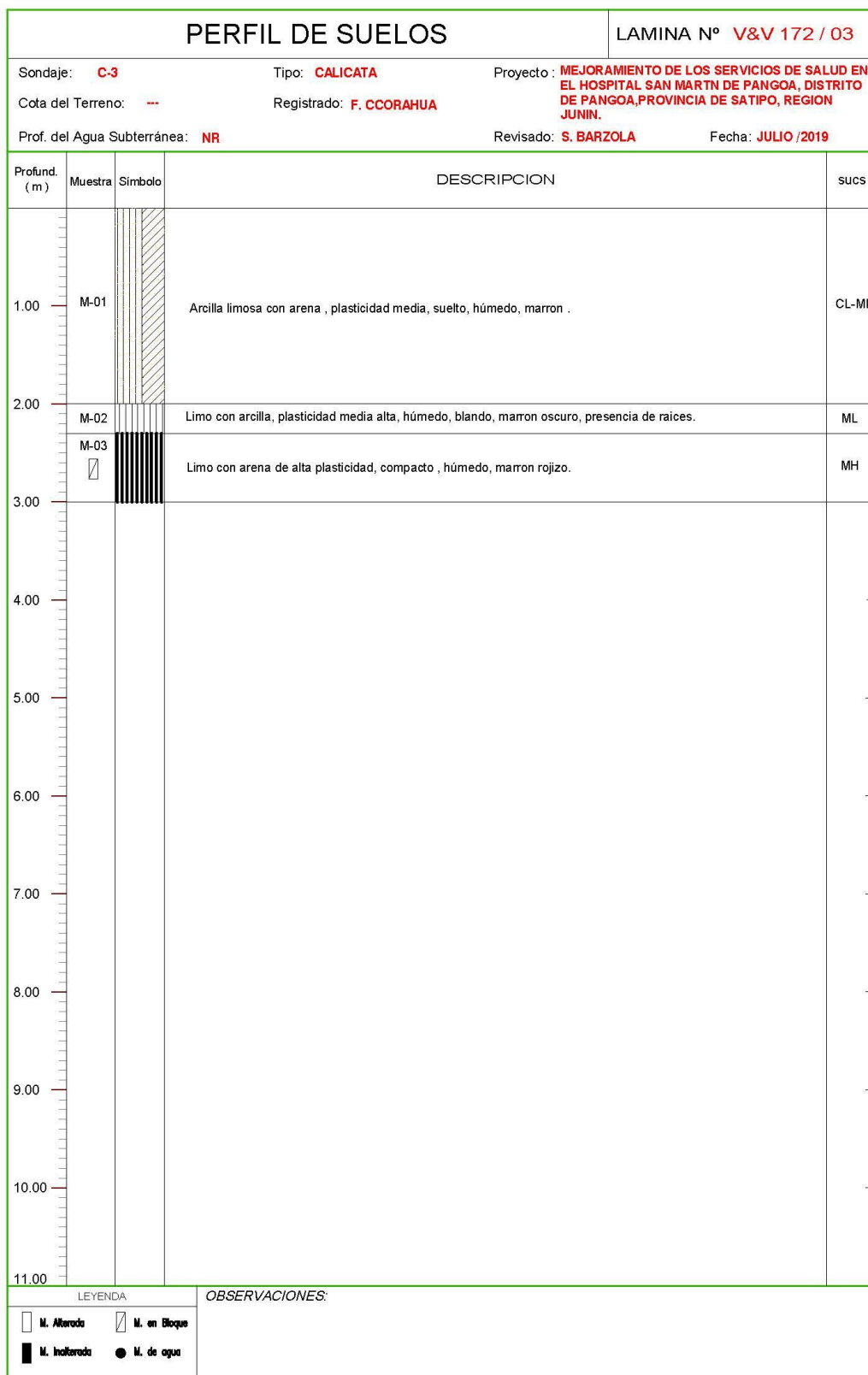


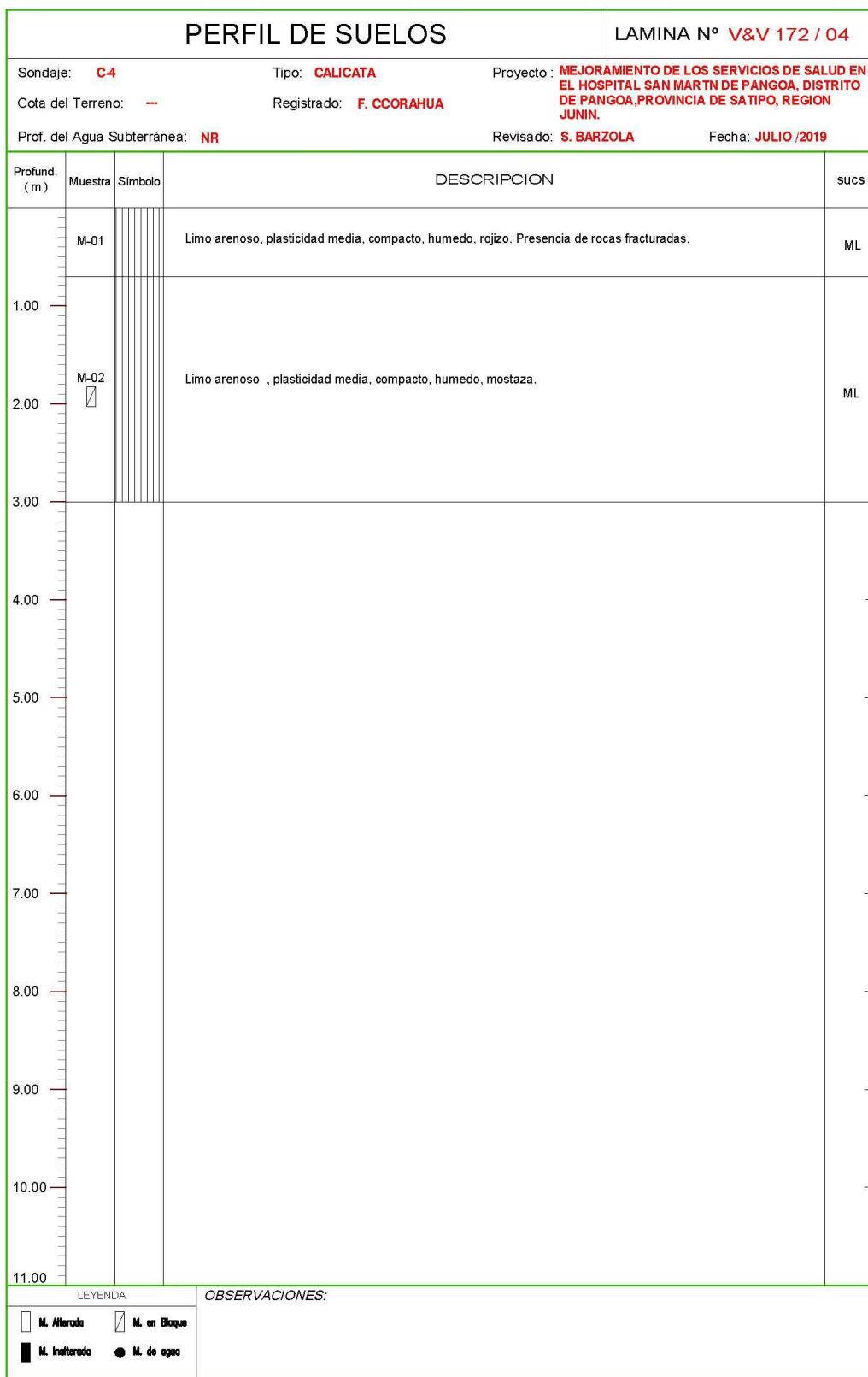


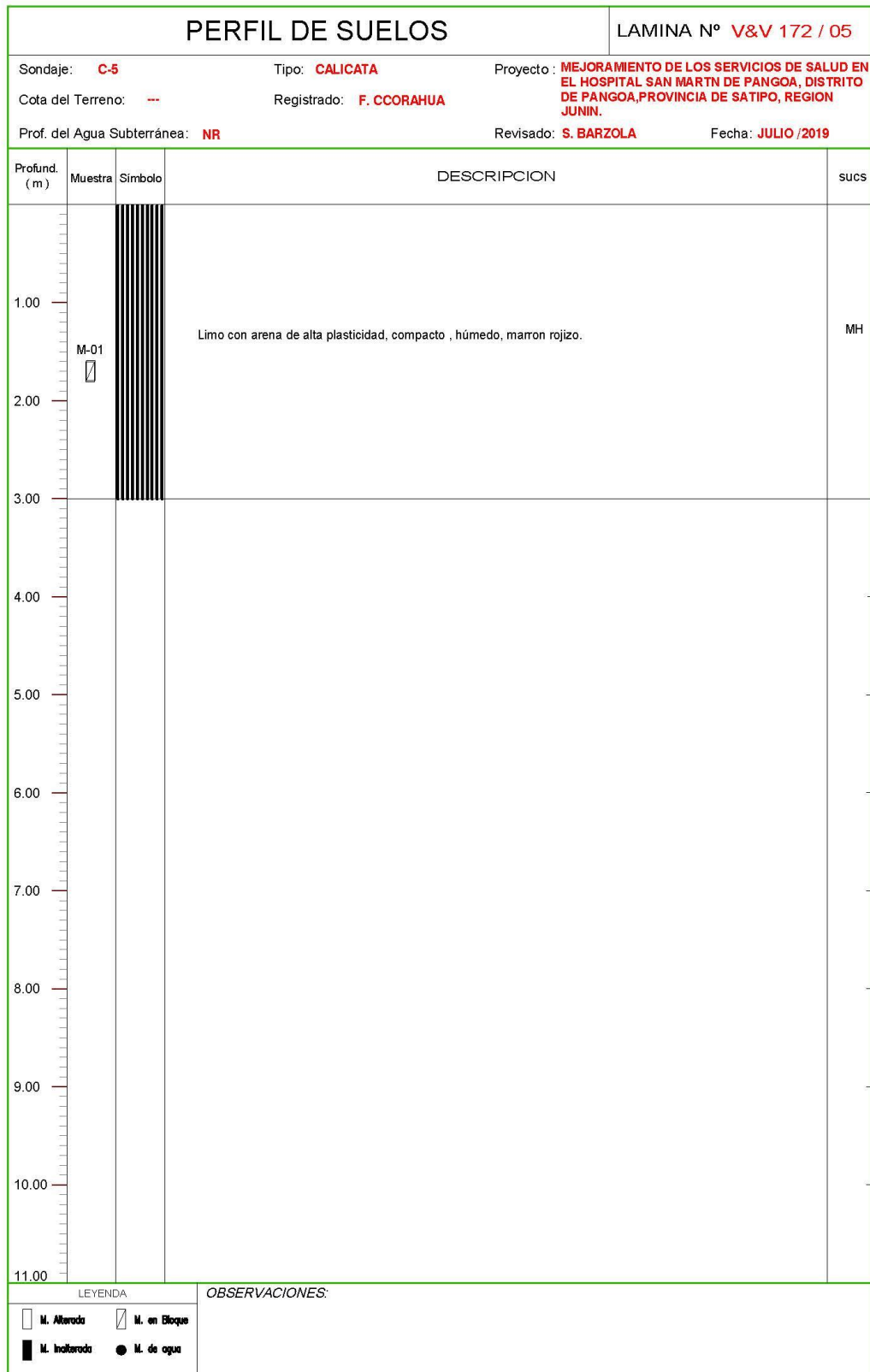




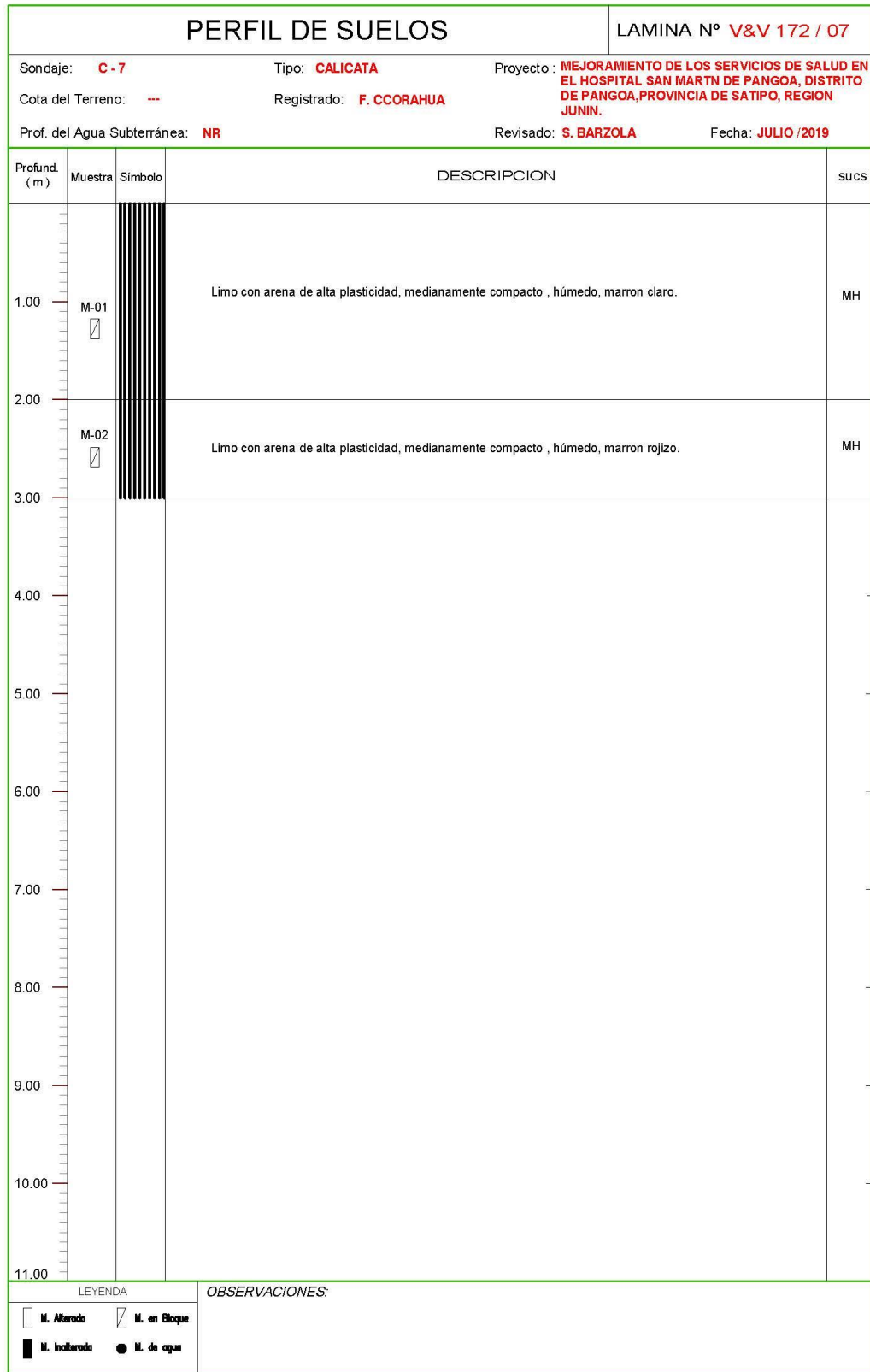




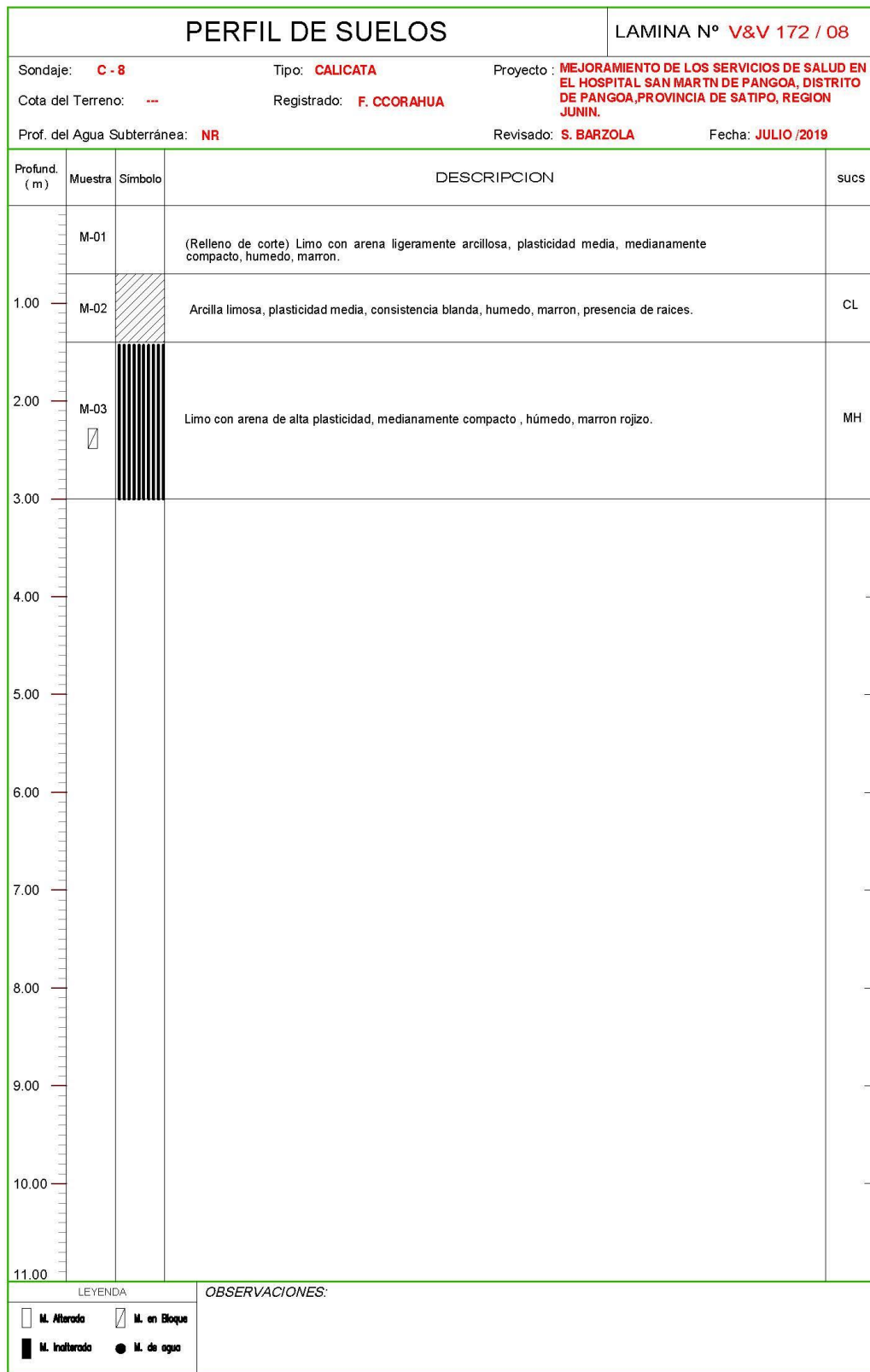


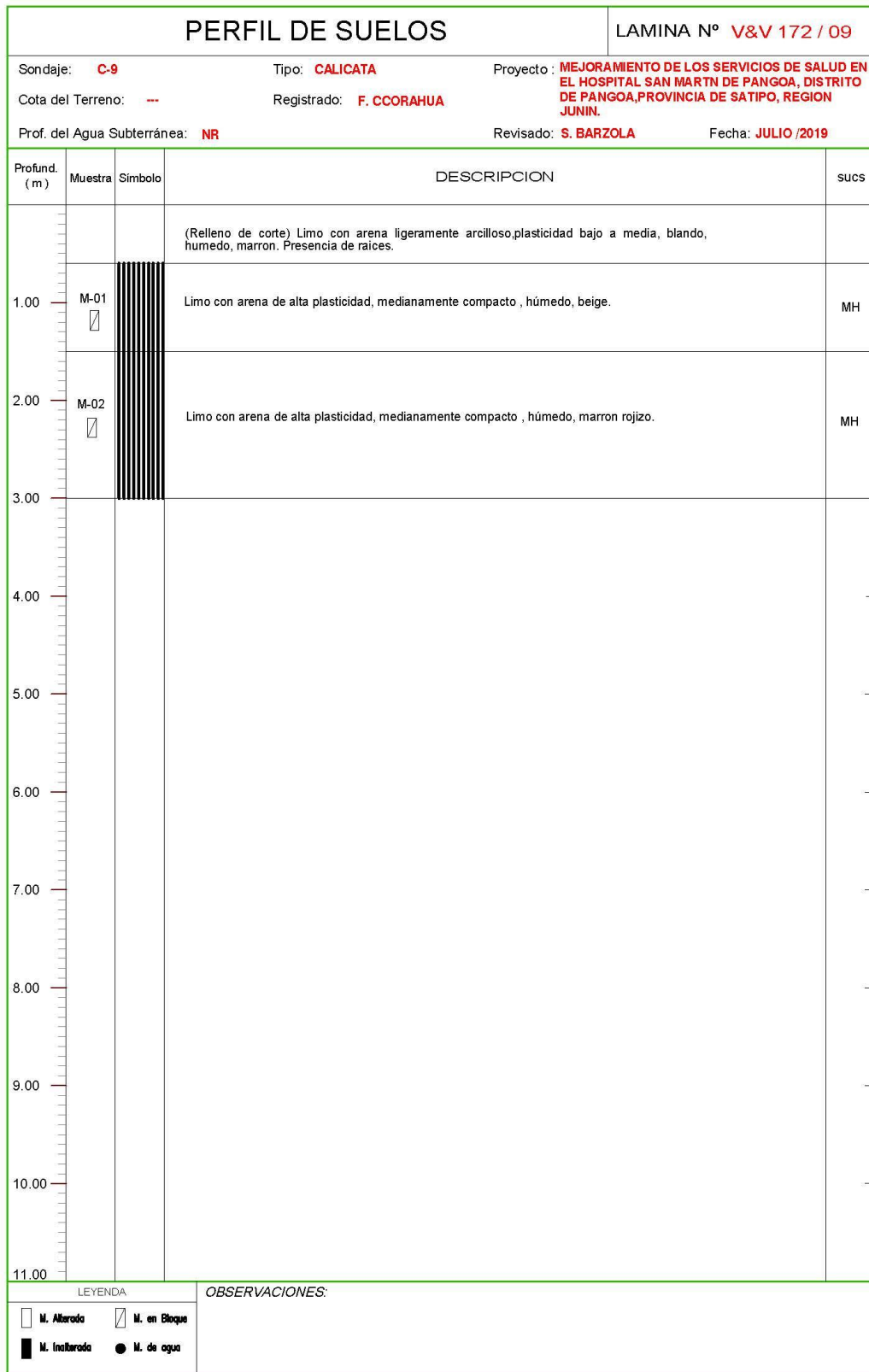


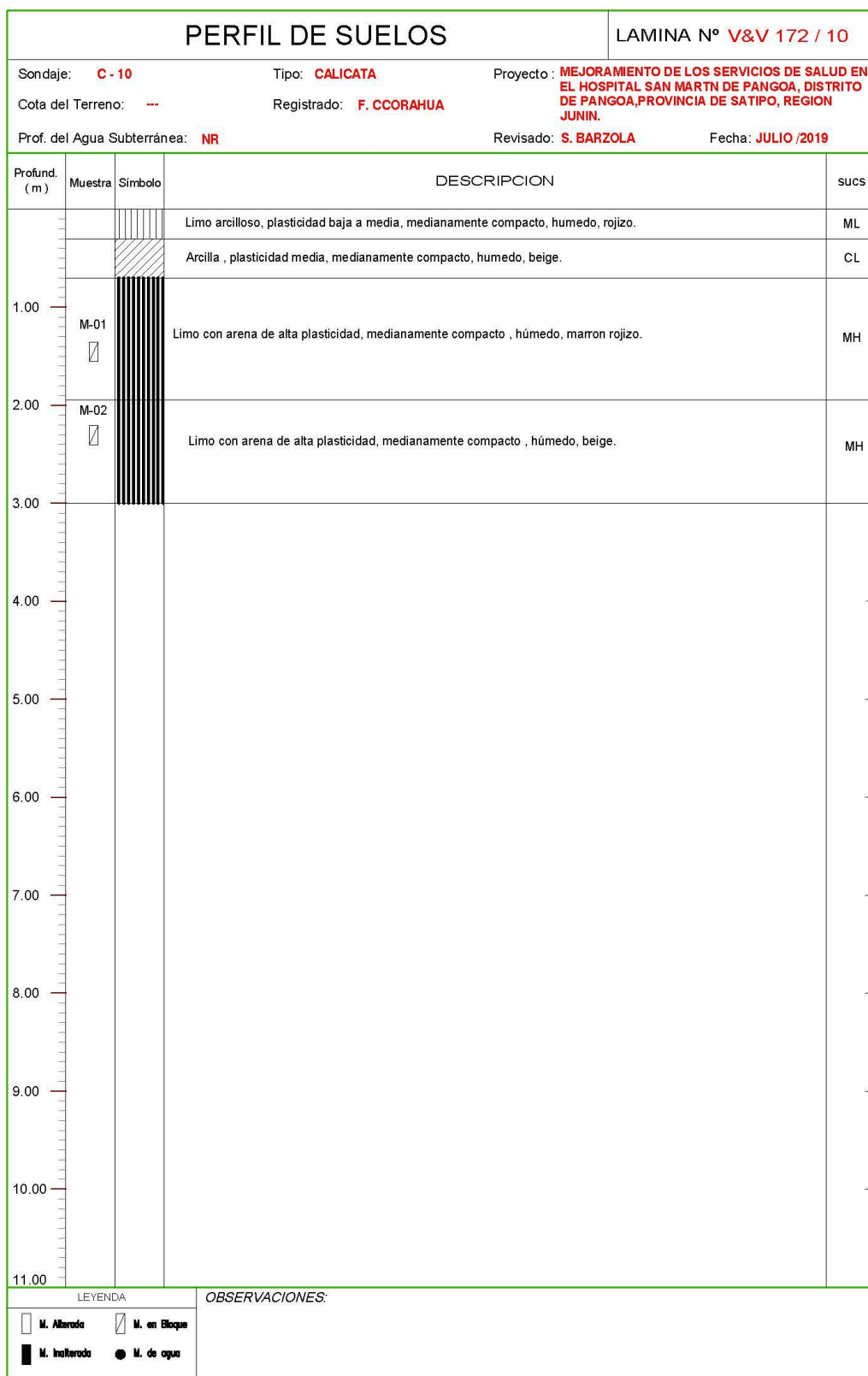










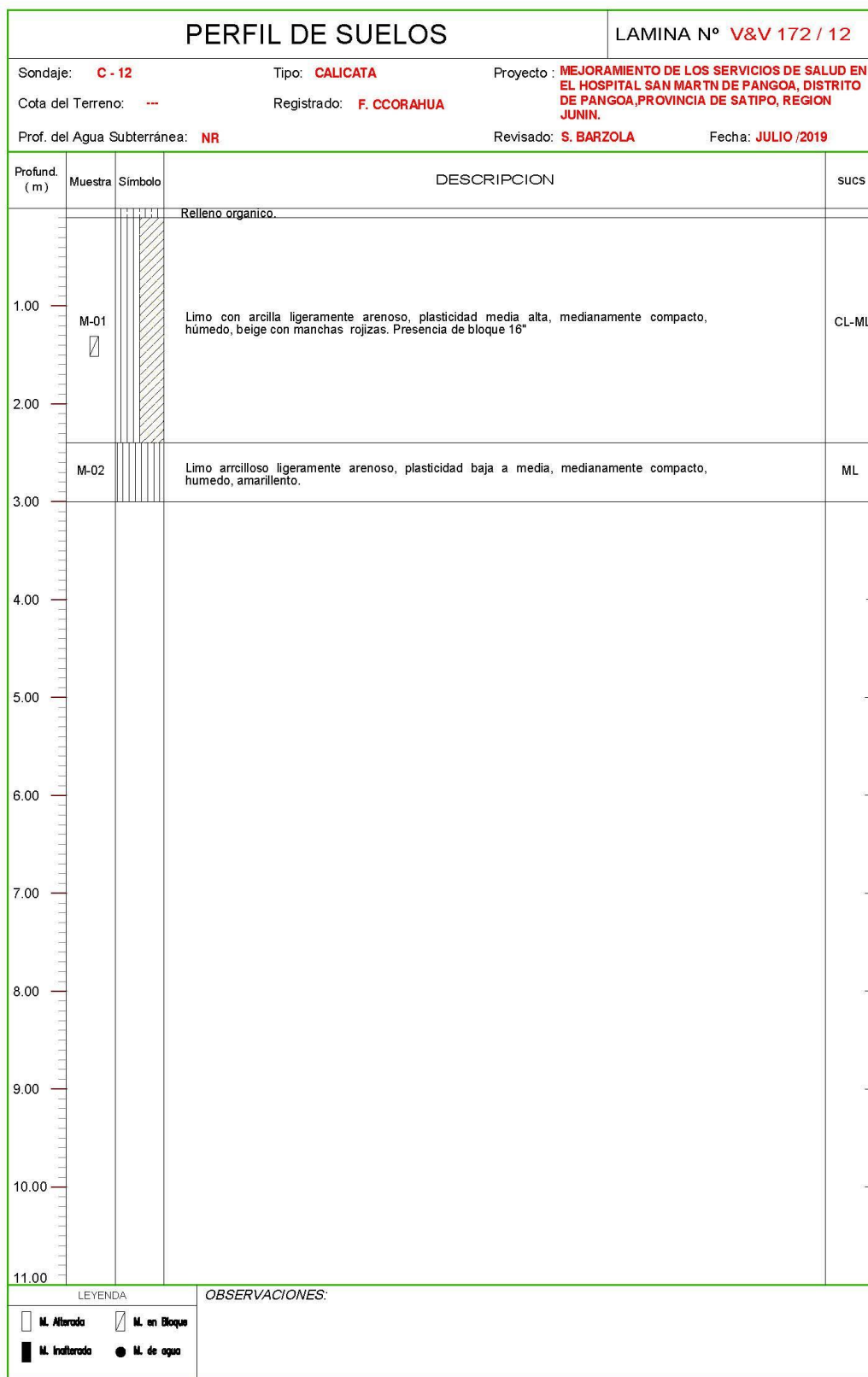


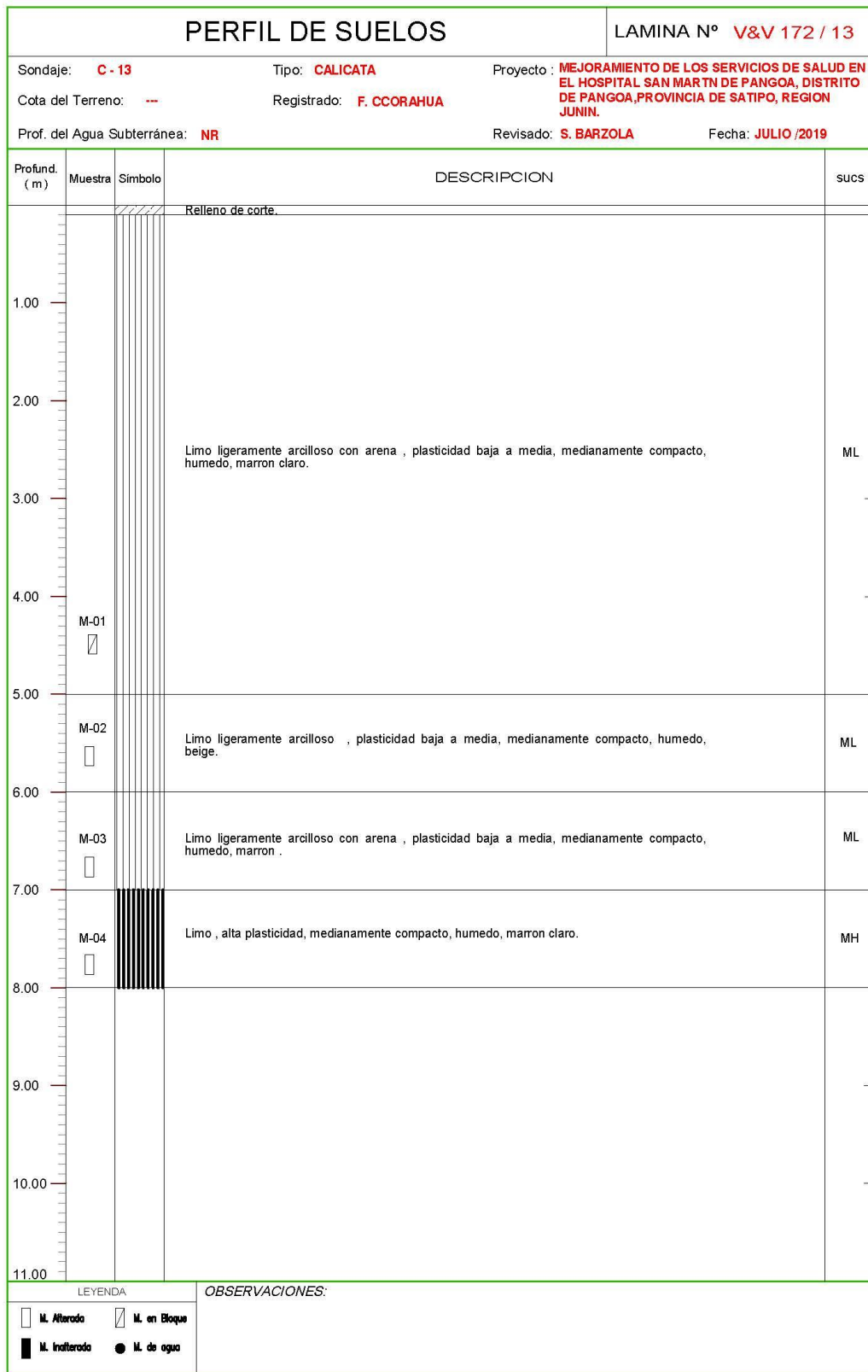


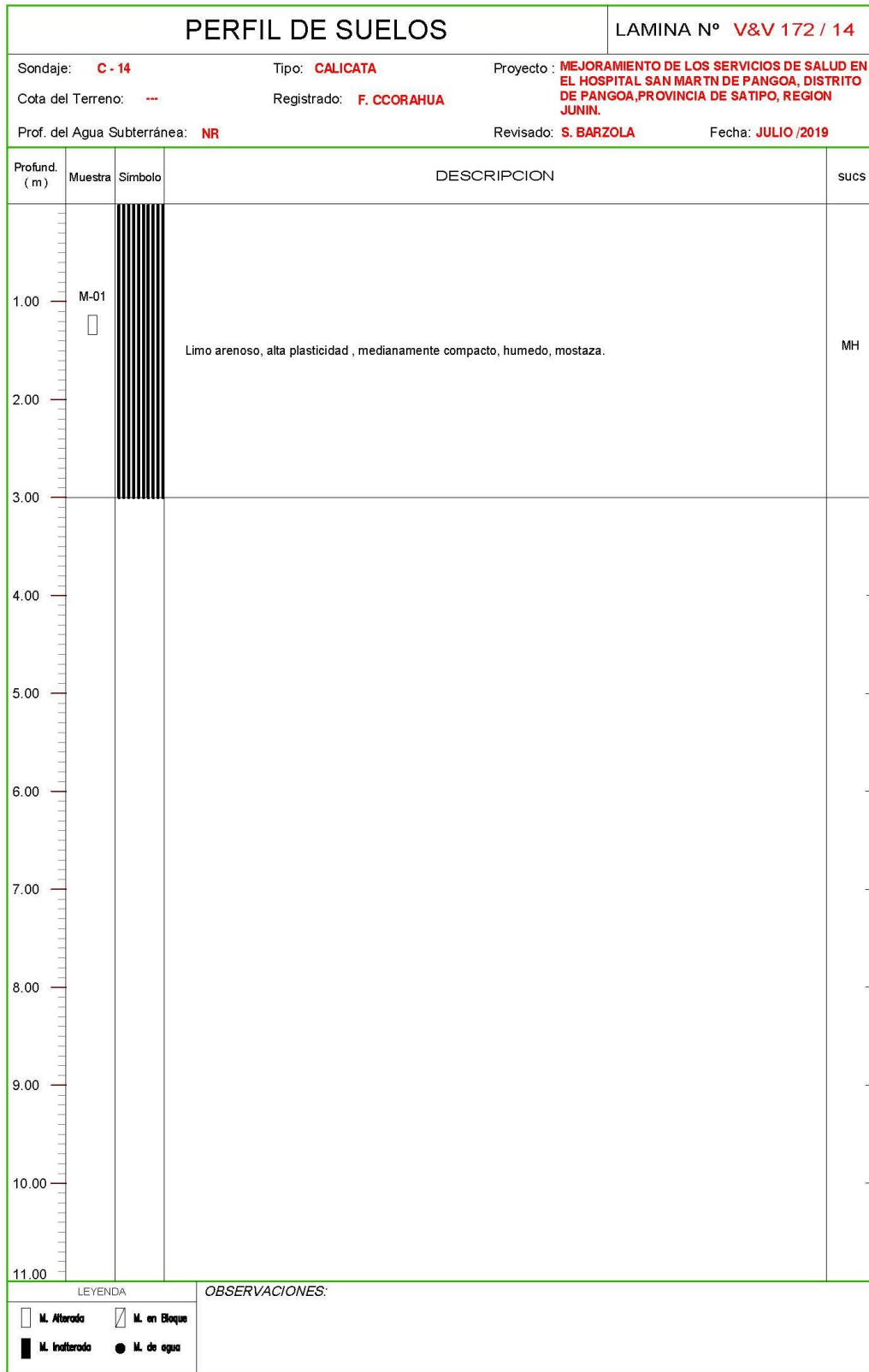




PERFIL DE SUELOS			LAMINA N° V&V 172 / 11	
Sondaje: <b>C - 11</b>		Tipo: <b>CALICATA</b>		Proyecto: <b>MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD EN EL HOSPITAL SAN MARTÍN DE PANGOA, DISTRITO DE PANGOA, PROVINCIA DE SATIPO, REGIÓN JUNÍN.</b>
Cota del Terreno: <b>--</b>		Registrado: <b>F. CCORAHUA</b>		Revisado: <b>S. BARZOLA</b>
Prof. del Agua Subterránea: <b>NR</b>		Revisado: <b>S. BARZOLA</b>		Fecha: <b>JULIO /2019</b>
Profund. (m)	Muestra	Símbolo	DESCRIPCIÓN	sucs
1.00			Material de relleno, proveniente del corte.	
2.00			(Material orgánico) Limo arcilloso, plasticidad baja a media, suelto, húmedo, marrón oscuro. Presencia de raíces.	
2.00	M-01		Limo con arena de alta plasticidad, medianamente compacto, húmedo, beige.	MH
3.00				
3.00	M-02		Limo con arena de alta plasticidad, medianamente compacto, húmedo, marrón rojizo.	MH
4.00				
5.00				
6.00				
7.00				
8.00				
9.00				
10.00				
11.00				
LEYENDA			OBSERVACIONES:	
	M. Alisada			
	M. Inclinada			





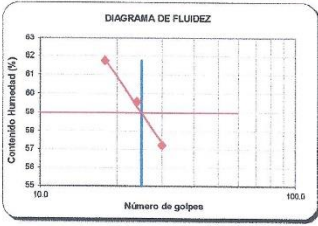


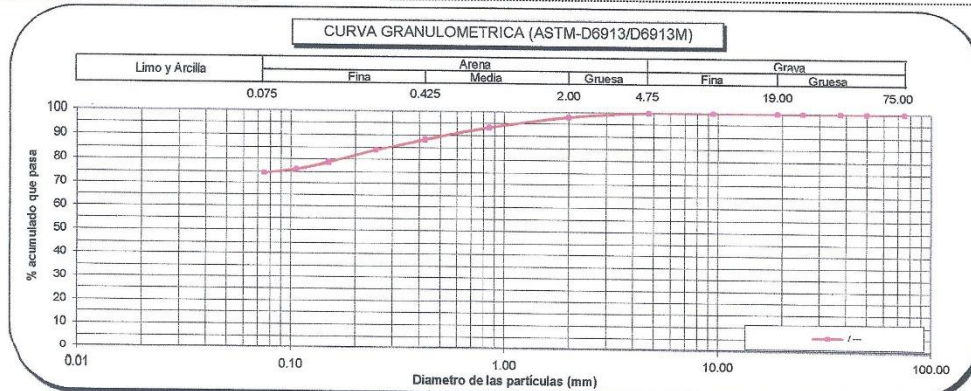
## 2. RESULTADOS DE LABORATORIO




**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

**INFORME N°** : LABGEO-19-143.01A.03 **Fecha de Emisión :** 6/09/2019  
**SOLICITANTE** : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C. **Fecha de Recepción :** 28/08/2019  
**DIRECCION** : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguíña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
**PROYECTO** : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
**UBICACIÓN** : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		C-01		MUESTRA		---		PROFUNDIDAD (m)		1.90 - 3.00	
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		T.M.P		N°4			
		COLOR DE MUESTRA : Rojo pardusco									
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		A		DATOS DE LOS ENSAYOS							
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra		ASTM D6913/D6913M		Seca al aire Húmeda		Método Utilizado		ASTM D4318	
								Límite Líquido		Múltipunto	
								Límite Plástico		Manual	
Mailla		Masa retenido g.		% que pasa (1 ó 0.1%)		Método		DIAGRAMA DE FLUIDEZ			
N°	Abertura (mm)					ASTM D6913/D6913M					
3 "	75.00	0	100	Tipo Tamizado							
2 "	50.00	0	100	Simple							
1 1/2 "	37.50	0	100	Fraccionamiento							
1 "	25.00	0	100	Tamiz N°		%PR					
3/4 "	19.00	0	100	---		---					
3/8 "	9.50	0	100	Tamiz N°		%PR					
N° 4	4.75	0	100	---		---					
N° 10	2.00	2.3	98	Cu		---					
N° 20	0.850	5.2	93	Cc		---					
N° 40	0.425	5.7	89					Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plásticidad (ASTM D4318)			
N° 60	0.250	5.2	84					FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019			
N° 100	0.150	6	79					Límite Líquido ( LL )			
N° 140	0.106	3.1	76					Límite Plástico ( LP )			
N° 200	0.075	1.8	74.5					Índice Plástico ( IP )			
% Grava	% GG	0.0	0.0					% Retenido de malla N° 40			
	% GF	0.0	0.0					N.P. (No Plástico)			
% Arena	% AG	2.0	25.5								
	% AM	9.5									
% Finos	% AF	14.0	74.5								
								Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS			
								MH			
								Nombre de Grupo			
								Limo elástico con arena			
								Observaciones:			



  
Christian Romero Cristóbal  
Jefe de Laboratorio

  
Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-57442



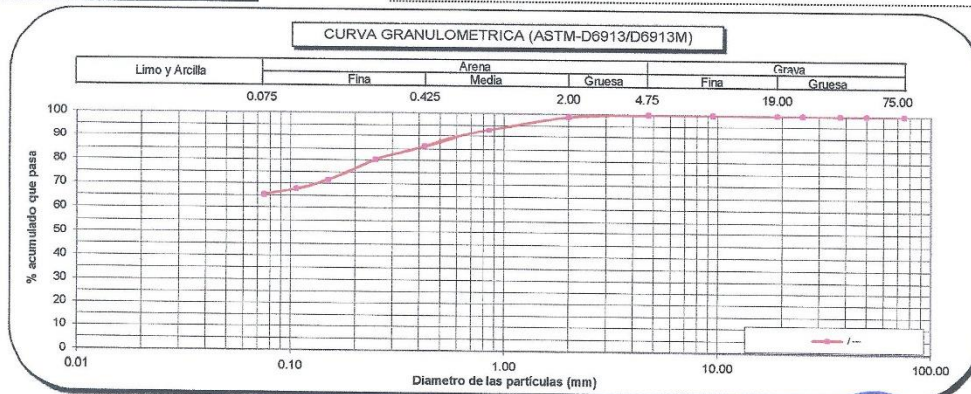
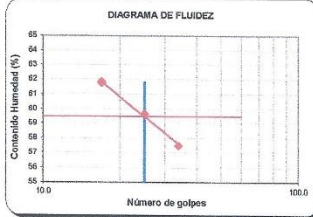
Referencia	ASTM D2218-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)


Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C. Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.02A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C. Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		C-02		MUESTRA	---	PROFUNDIDAD (m)	
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA :	Sub angular	DUREZA :	Duro y Durable	T.M.P N°4	
COLOR DE MUESTRA :		Pardo fuerte					
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		A		DATOS DE LOS ENSAYOS			
FECHA DE EJECUCIÓN :		30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Húmeda
				Método Utilizado	ASTM D4318	Limite Líquido	Multipunto
						Limite Plástico	Manual
Malla		Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M		Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plasticidad (ASTM D4318)	
N°	Abertura (mm)			Tipo Tamizado		FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019	
3 "	75.00	0	100	Simple		Limite Líquido ( LL )	59
2 "	50.00	0	100	Fraccionamiento		Limite Plástico ( LP )	29
1 1/2 "	37.50	0	100	Tamiz N° %PR		Índice Plástico ( IP )	30
1 "	25.00	0	100	--		% Retenido de malla N° 40	14
3/4 "	19.00	0	100	--		N.P. (No Plástico)	
3/8 "	9.50	0	100	Tamiz N° %PR			
N° 4	4.75	0	100	--			
N° 10	2.00	1.6	99	Cu			
N° 20	0.850	9.1	93	Cc			
N° 40	0.425	10.4	86				
N° 60	0.250	9.3	80				
N° 100	0.150	13.1	72				
N° 140	0.106	5.9	68				
N° 200	0.075	3.8	65.4				
% Grava	% GG	0.0		Método de Ensayo (ASTM D2216)		A	
	% GF	0.0		FECHA DE EJECUCIÓN :		29/08/2019	
% Arena	% AG	1.0		(g) Peso tara + muestra húmeda	407.8	Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS	
	% AM	12.7	34.6	(g) Peso tara + muestra seca	337.4	CH	
% Finos	% AF	20.9	65.4	Contenido de humedad (%)		Nombre de Grupo	
				Cantidad de muestra cumple con el ensayo		Arcilla gruesa arenosa	
				Más de un tipo de material en la muestra			
Observaciones:							



  
Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

  
Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio



Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.  
Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

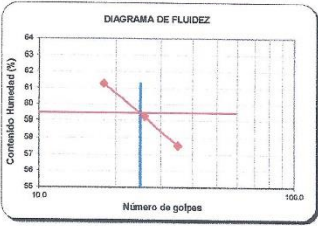


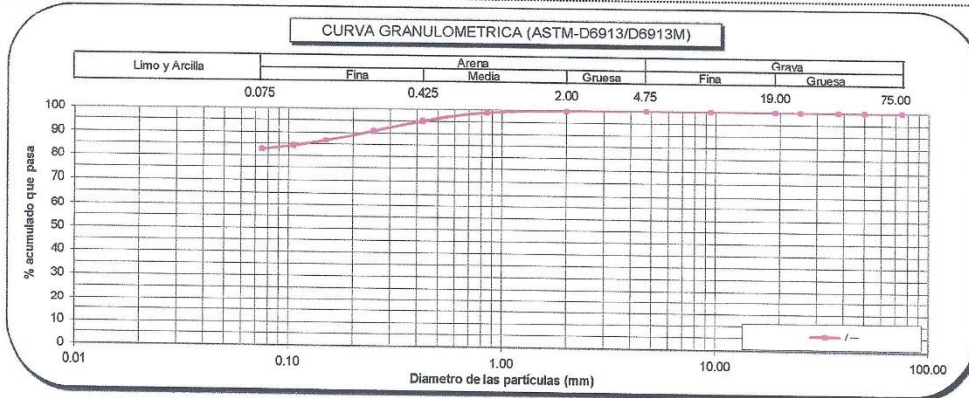
**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-129**



**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.03A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C. Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		C-03		MUESTRA		—		PROFUNDIDAD (m)		2.30	
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		T.M.P		N°4			
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		A		DATOS DE LOS ENSAYOS							
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra		ASTM D6913/D6913M		Seca al aire		Método Utilizado		Límite Líquido	
		ASTM D4318		Húmeda		ASTM D4318		Límite Plástico		Múltipunto	
										Manual	
Malla		Masa retenido g.		% que pasa (1 ó 0.1%)		Método		Diagrama de Fluidez		Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad (ASTM D4318)	
N°		Abertura (mm)				ASTM D6913/D6913M				FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019	
3 "		75.00		0		Tipo Tamizado				Límite Líquido ( LL )	
2 "		50.00		0		Simple				Límite Plástico ( LP )	
1 1/2 "		37.50		0		Fraccionamiento				Índice Plástico ( IP )	
1 "		25.00		0		Tamiz N°		%PR		% Retenido de malla N° 40	
3/4 "		19.00		0		—		—		N.P. (No Plástico)	
3/8 "		9.50		0		Tamiz N°		%PR			
N° 4		4.75		0		—		—			
N° 10		2.00		0.4		Cu		—			
N° 20		0.850		1.7		Cc		—			
N° 40		0.425		6.1		—		—			
N° 60		0.250		7.1		—		—			
N° 100		0.150		7.3		—		—			
N° 140		0.106		3.8		—		—			
N° 200		0.075		2.7		—		—			
% Grava		% GG		0.0		0.0		Método de Ensayo (ASTM D2216)		Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS	
		% GF		0.0		0.0		FECHA DE EJECUCIÓN : 29/08/2019		MH	
		% AG		0.2		0.2		(g) Peso tara + muestra húmeda		365.5	
		% AM		4.6		17.2		(g) Peso tara + muestra seca		295.8	
		% AF		12.3		82.8		Contenido de humedad (%)		33	
% Arena								Cantidad de muestra cumple con el ensayo		Cumple	
								Más de un tipo de material en la muestra		No	
% Finos								Observaciones:		Limo elástico con arena	



Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-57142

Referencia ASTM D2216-10 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass  
ASTM D4318-17e1 Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils  
ASTM D6913/D6913M -17 Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis  
ASTM D2487-17 Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C. Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

LABGEO-F-71 / Ver. 01 Laboratorio: Av. Nicolás Ayllón N° 9746 (Av Carretera Central km 13) - Ate Vitarte - Lima  
Telf.: (01) 6956927 / 993535196 / 989891817 e-mail: atencioncliente@labgeo-crvv.com www.labgeo-crvv.com Página 1 de 1



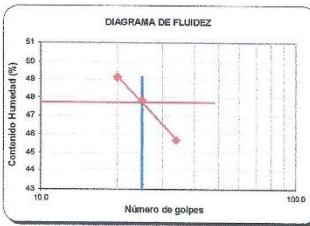
**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-129**



**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.04A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C. Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		C-04	MUESTRA	—	PROFUNDIDAD (m)	2.00
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular	DUREZA : Duro y Durable	T.M.P 3/4"		
COLOR DE MUESTRA : Pardo fuerte						
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		A	DATOS DE LOS ENSAYOS			
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Método Utilizado	ASTM D4318
			ASTM D4318	Húmeda	Limite Líquido	Múltipunto
					Limite Plástico	Manual
Malla		Masa retenida g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M		
N°	Abertura (mm)			Tipo Tamizado		
3 "	75.00	0	100	Simple		
2 "	50.00	0	100	Fraccionamiento		
1 1/2 "	37.50	0	100	Tamiz N° %PR		
1 "	25.00	0	100	— --		
3/4 "	19.00	0	100	— --		
3/8 "	9.50	0	100	Tamiz N° %PR		
N° 4	4.75	1.3	99	— --		
N° 10	2.00	0.7	99	Cu ---		
N° 20	0.850	3.4	96	Cc ---		
N° 40	0.425	10.1	89			
N° 60	0.250	13.8	79			
N° 100	0.150	16.8	68			
N° 140	0.106	8.2	62			
N° 200	0.075	5.2	58.1			
% Grava	% GG	0.0	0.9	Método de Ensayo (ASTM D2216)		
% GF	0.9	FECHA DE EJECUCIÓN : 29/08/2019				Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS
% AG	0.5	(g) Peso tara + muestra húmeda				ML
% AM	9.5	(g) Peso tara + muestra seca				
% AF	31.0	Contenido de humedad (%)				Nombre de Grupo
				Cumple		Limo arenoso
				No		
Observaciones:						

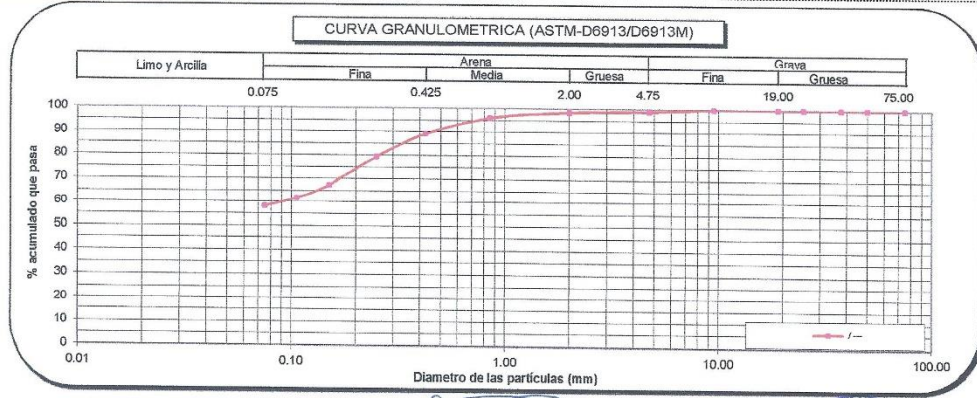


Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plásticidad (ASTM D4318)

FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019

Limite Líquido ( LL )	48
Limite Plástico ( LP )	32
Índice Plástico ( IP )	16
% Retenido de malla N° 40	11

N.P. (No Plástico)



Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-57442

Referencia ASTM D2216-10 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass  
ASTM D4318-17e1 Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils  
ASTM D6913/D6913M -17 Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis  
ASTM D2487-17 Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.  
Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

LABGEO-F-71 / Ver. 01 Laboratorio: Av. Nicolás Ayllón N° 9746 (Av Carretera Central km 13) - Ate Vitarte - Lima  
Telf.: (01) 6956927 / 98335196 / 989891817 e-mail: atencioncliente@labgeo-crvv.com www.labgeo-crvv.com



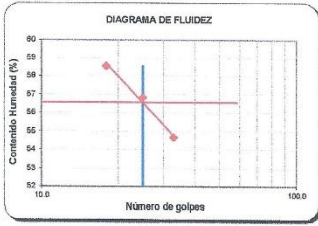


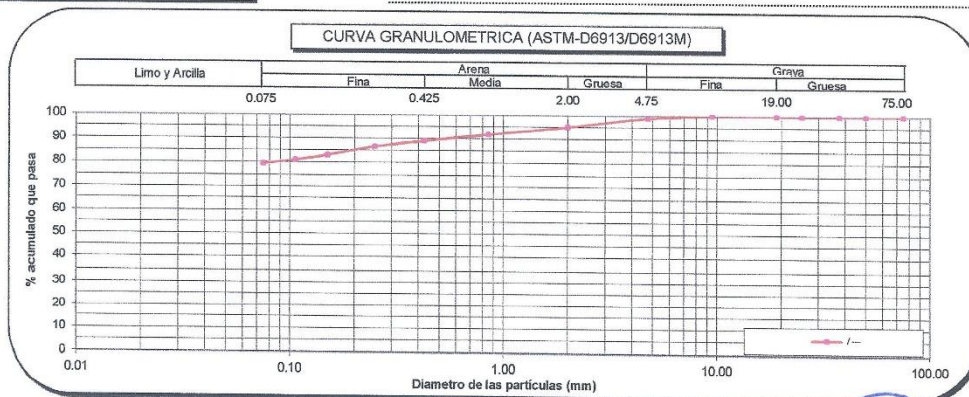
**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-129**



**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.05A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C. Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		C-05		MUESTRA	---	PROFUNDIDAD (m)	
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		T.M.P 3/4"	
		COLOR DE MUESTRA : Rojo amarillento					
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		A		DATOS DE LOS ENSAYOS			
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Método Utilizado	Limite Líquido	Múltipunto
			ASTM D4318	Húmeda	ASTM D4318	Limite Plástico	Manual
Malla	Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método	DIAGRAMA DE FLUIDEZ			
N°	Abertura (mm)		ASTM D6913/D6913M				
3 "	75.00	0	100				
2 "	50.00	0	100				
1 1/2 "	37.50	0	100				
1 "	25.00	0	100				
3/4 "	19.00	0	100				
3/8 "	9.50	0	100				
N° 4	4.75	1.3	99				
N° 10	2.00	4.5	95				
N° 20	0.850	3.9	92				
N° 40	0.425	3.3	89				
N° 60	0.250	3	87				
N° 100	0.150	4.3	83				
N° 140	0.106	2.5	81				
N° 200	0.075	2	79.3				
% Grava	% GG	0.0	1.1	Metodo de Ensayo (ASTM D2216)			
% GF	1.1	FECHA DE EJECUCIÓN : 29/08/2019					
% AG	3.8	(g) Peso tara + muestra húmeda 397.0					
% AM	6.0	(g) Peso tara + muestra seca 344.6					
% AF	9.8	Contenido de humedad (%) 23					
	79.3	Cantidad de muestra cumple con el ensayo Cumple					
		Más de un tipo de material en la muestra No					
Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS		MH		Nombre de Grupo			
		Limo elástico con arena		Observaciones:			



Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-57142

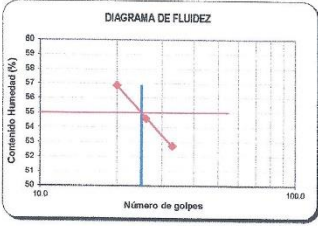


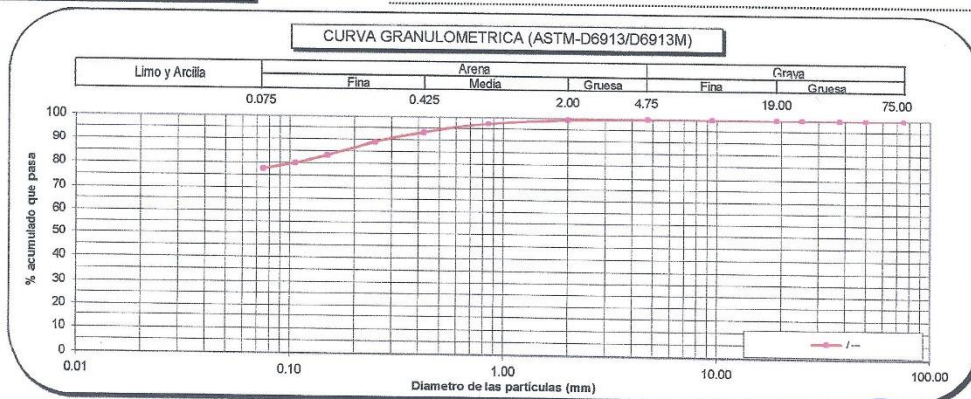
Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C. Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.06A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C. Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		C-06		MUESTRA	---	PROFUNDIDAD (m)		2.25	
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		T.M.P		N°4	
COLOR DE MUESTRA : Marrón rojizo									
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		A		DATOS DE LOS ENSAYOS					
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra		ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Método Utilizado	Limite Líquido	Múltipunto	
		ASTM D4318		Húmeda	ASTM D4318	Limite Plástico	Manual		
Malla		Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M		DIAGRAMA DE FLUIDEZ			
N°	Abertura (mm)			Tipo Tamizado					
3"	75.00	0	100	Simple					
2"	50.00	0	100	Fraccionamiento					
1 1/2"	37.50	0	100	Tamiz N° %PR					
1"	25.00	0	100	---					
3/4"	19.00	0	100	---					
3/8"	9.50	0	100	Tamiz N° %PR					
N° 4	4.75	0	100	---					
N° 10	2.00	0.9	99	Cu					
N° 20	0.850	3.7	97	Cc					
N° 40	0.425	6.7	94	Método de Ensayo (ASTM D2216)		Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS			
N° 60	0.250	7.8	89	FECHA DE EJECUCIÓN :		MH			
N° 100	0.150	10.1	83	29/08/2019		Nombre de Grupo			
N° 140	0.106	5.9	80	(g) Peso tara + muestra húmeda		Limo elástico con arena			
N° 200	0.075	4.6	77.4	424.3					
% Grava	% GG	0.0	0.0	(g) Peso tara + muestra seca					
	% GF	0.0	0.0	346.9					
% Arena	% AG	0.5	22.6	Contenido de humedad (%)					
	% AM	5.9	22.6	33					
	% AF	16.2	22.6	Cantidad de muestra cumple con el ensayo					
% Finos			77.4	Cumple					
				Más de un tipo de material en la muestra					
				No					
Observaciones:									



Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-57142



Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C. Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.



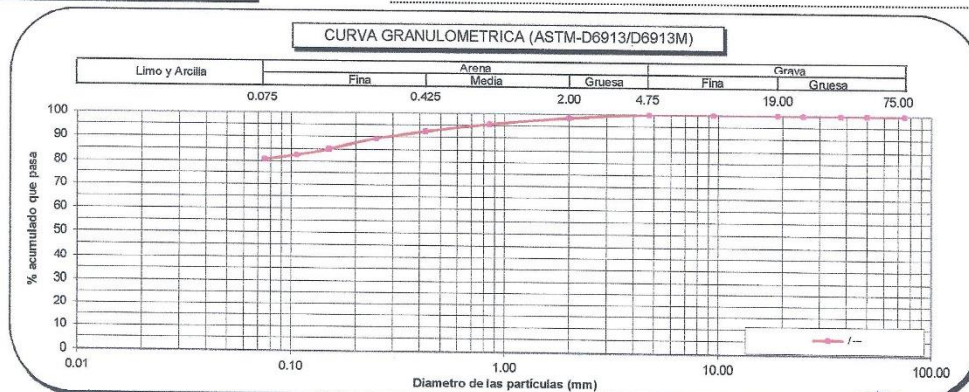
**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-129**




**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.07A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C. Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		C-07		MUESTRA		PROFUNDIDAD (m)	
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular	DUREZA : Duro y Durable		T.M.P N°4		
COLOR DE MUESTRA : Marrón rojizo							
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		DATOS DE LOS ENSAYOS					
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/09/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Método Utilizado	Limite Líquido	Múltipunto
			ASTM D4318	Húmeda	ASTM D4318	Limite Plástico	Manual
Malla		Método ASTM D6913/D6913M		DIAGRAMA DE FLUIDEZ			
N°	Abertura (mm)	Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)				
3"	75.00	0	100	<b>Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plásticidad (ASTM D4318)</b> FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019 Limite Líquido ( LL ) : 61 Limite Plástico ( LP ) : 36 Índice Plástico ( IP ) : 25 % Retenido de malla N° 40 : 8 N.P. (No Plástico)			
2"	50.00	0	100				
1 1/2"	37.50	0	100				
1"	25.00	0	100				
3/4"	19.00	0	100				
3/8"	9.50	0	100				
N° 4	4.75	0	100				
N° 10	2.00	2.3	98				
N° 20	0.850	4	96				
N° 40	0.425	4.6	92				
N° 60	0.250	4.7	89				
N° 100	0.150	6.1	85				
N° 140	0.106	3.5	83				
N° 200	0.075	2.6	80.8				
% Grava	% GG	0.0	0.0	Método de Ensayo (ASTM D2216) : A FECHA DE EJECUCIÓN : 29/09/2019 (g) Peso tara + muestra húmeda : 409.8 (g) Peso tara + muestra seca : 334.2 Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS : <b>MH</b> Nombre de Grupo : <b>Limo elástico con arena</b>			
% Arena	% GF	0.0	0.0	Contenido de humedad (%) : 35 Cantidad de muestra cumple con el ensayo : Cumple Más de un tipo de material en la muestra : No			
% Finos	% AG	1.6	19.2	Observaciones:			
	% AM	5.9					
	% AF	11.7					



  
Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

  
Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-5742

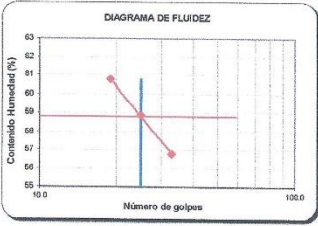


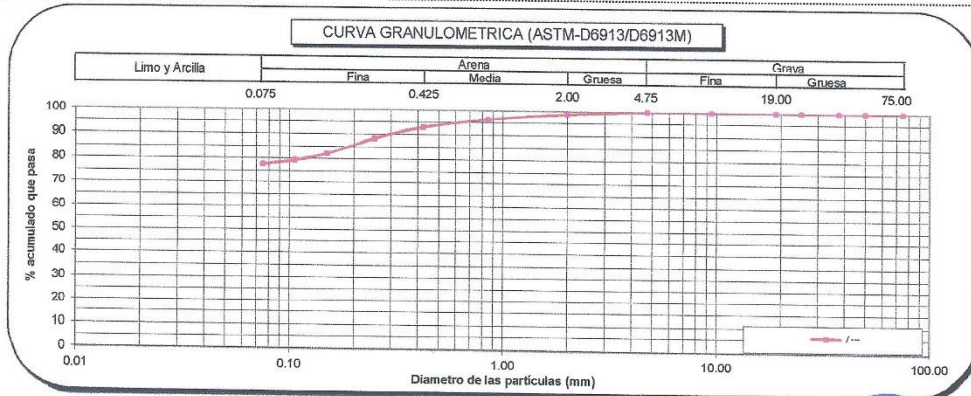
Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.  
Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.


INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS

INFORME N° : LABGEO-19-143.08A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C. Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		C-08		MUESTRA	---	PROFUNDIDAD (m)		2.20		
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		T.M.P		N°4		
COLOR DE MUESTRA : Rojo amarillento										
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		A		DATOS DE LOS ENSAYOS						
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra		ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Método Utilizado		Limite Líquido	Multipunto	
		ASTM D4318		Húmeda	ASTM D4318		Limite Plástico	Manual		
Malla		Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M		DIAGRAMA DE FLUIDEZ				
N°	Abertura (mm)			Tipo Tamizado						
3"	75.00	0	100	Simple						
2"	50.00	0	100	Fraccionamiento						
1 1/2"	37.50	0	100	Tamiz N°						%PR
1"	25.00	0	100	--						--
3/4"	19.00	0	100	Tamiz N°						%PR
3/8"	9.50	0	100	--						--
N° 4	4.75	0	100	Cu						---
N° 10	2.00	1.9	99	Cc						---
N° 20	0.850	4	96							Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plásticidad (ASTM D4318) FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019 Límite Líquido (LL) : 59 Límite Plástico (LP) : 37 Índice Plástico (IP) : 22 % Retenido de malla N° 40 : 7 N.P. (No Plástico)
N° 40	0.425	5.8	93			Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS MH Nombre de Grupo Limo elástico con arena				
N° 60	0.250	7.5	88			Observaciones:				
N° 100	0.150	10.7	82			Método de Ensayo (ASTM D2216) : A FECHA DE EJECUCIÓN : 29/08/2019 (g) Peso tara + muestra húmeda : 365.6 (g) Peso tara + muestra seca : 295.1 Contenido de humedad (%) : 39 Cantidad de muestra cumple con el ensayo : Cumple Más de un tipo de material en la muestra : No				
N° 140	0.106	4.6	79			% Grava : 0.0 % GG : 0.0 % GF : 0.0 % AG : 1.1 % Arena : 5.9 % AM : 5.9 % AF : 15.2 % Finos : 77.8				
N° 200	0.075	2.6	77.8			CURVA GRANULOMETRICA (ASTM-D6913/D6913M)				



  
Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

  
Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-5742



Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados solo están relacionados con la muestra ensayada. La muestra ha sido identificada y entregada en el laboratorio por el cliente.  
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.  
Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.





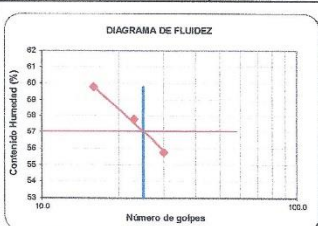
**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-129**



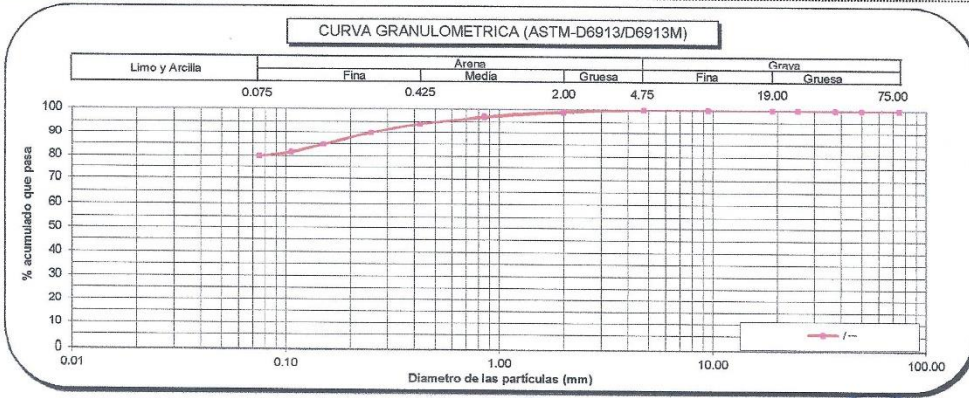
**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.09A.03 Fecha de Emisión : 06/09/2019  
Fecha de Recepción : 28/08/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C.  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguíña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		C-09	MUESTRA	---	PROFUNDIDAD (m)	1.00
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular	DUREZA : Duro y Durable		T.M.P	N°4
		COLOR DE MUESTRA : Marrón rojizo				
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		DATOS DE LOS ENSAYOS				
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Método Utilizado	ASTM D4318
			Húmeda		Límite Líquido	Múltipunto
					Límite Plástico	Manual
Malla		Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M		
N°	Abertura (mm)			Tipo Tamizado		
3 "	75.00	0	100	Simple		
2 "	50.00	0	100	Fraaccionamiento		
1 1/2 "	37.50	0	100	Tamiz N°	%PR	
1 "	25.00	0	100	---	---	
3/4"	19.00	0	100	---	---	
3/8"	9.50	0	100	Tamiz N°	%PR	
N° 4	4.75	0	100	---	---	
N° 10	2.00	1.7	99	Cu	---	
N° 20	0.850	3.8	97	Cc	---	
N° 40	0.425	6	94			
N° 60	0.250	8	90			
N° 100	0.150	10.1	85			
N° 140	0.106	6.1	82			
N° 200	0.075	3.4	79.9			
% Grava	% GG	0.0	0.0	Metodo de Ensayo (ASTM D2216) A		
	% GF	0.0	0.0	FECHA DE EJECUCIÓN : 29/08/2019		
	% AG	0.9	20.1	(g) Peso tara + muestra húmeda	414.0	Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS
	% AM	5.0	20.1	(g) Peso tara + muestra seca	333.5	MH
	% AF	14.2	20.1	Contenido de humedad (%)	38	Nombre de Grupo
% Arena				Cantidad de muestra cumple con el ensayo	Cumple	Limo elástico con arena
% Finos				Más de un tipo de material en la muestra	No	
Observaciones:						



Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad (ASTM D4318)	
FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019	
Límite Líquido ( LL )	57
Límite Plástico ( LP )	33
Índice Plástico ( IP )	24
% Retenido de malla N° 40	6
N.P. (No Plástico)	



*Christian Romero Cristobal*  
Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

*Ing. David Vásquez López*  
Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-87142



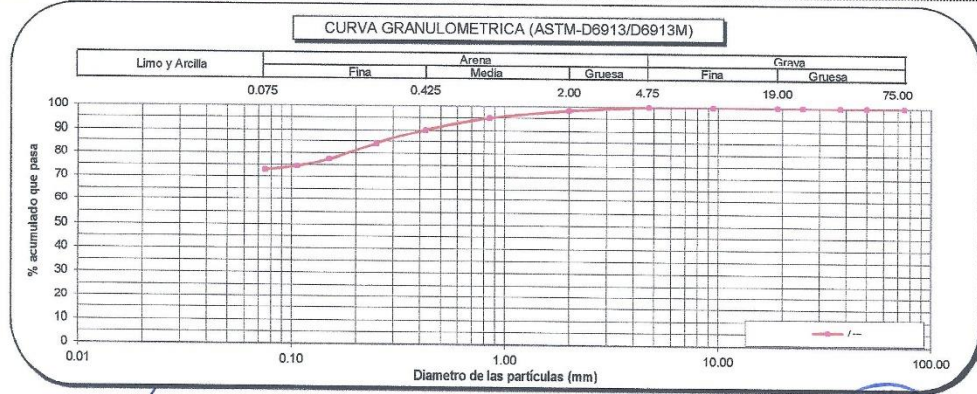
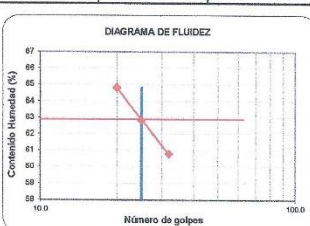
Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C. Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**


INFORME N° : LABGEO-19-143.10A.03      Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C.      Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		C-10		MUESTRA	---	PROFUNDIDAD (m)		2.10	
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		T.M.P		N°4	
		COLOR DE MUESTRA : Rojo pardusco							
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		A		DATOS DE LOS ENSAYOS					
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra		ASTM D6913/D6913M		Seca al aire		Método Utilizado	
		ASTM D4318		Húmeda		ASTM D4318		Limite Líquido	
								Limite Plástico	
								Múltipunto	
								Manual	
Malla		Masa retenido g.		% que pasa (1 ó 0.1%)		Método ASTM D6913/D6913M			
N°	Abertura (mm)					Tipo Tamizado			
3 "	75.00	0	100	Simple					
2 "	50.00	0	100	Fraccionamiento					
1 1/2 "	37.50	0	100	Tamiz N°		%PR			
1 "	25.00	0	100	---		---			
3/4 "	19.00	0	100	---		---			
3/8 "	9.50	0	100	Tamiz N°		%PR			
N° 4	4.75	0	100	---		---			
N° 10	2.00	2.3	98	Cu		---			
N° 20	0.850	4.7	95	Cc		---			
N° 40	0.425	6.9	90						
N° 60	0.250	8.7	84						
N° 100	0.150	9.5	78						
N° 140	0.106	4.3	75						
N° 200	0.075	2.4	72.9						
% Grava	% GG	0.0	0.0	Método de Ensayo (ASTM D2216)		A		Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS	
% GF	0.0	0.0	0.0	FECHA DE EJECUCIÓN :		29/08/2019		MH	
% AG	1.6	27.1	27.1	(g) Peso tara + muestra húmeda		415.0		Nombre de Grupo	
% AM	8.1	27.1	27.1	(g) Peso tara + muestra seca		331.6		Limo elástico con arena	
% AF	17.4	72.9	72.9	Contenido de humedad (%)		38			
				Cantidad de muestra cumple con el ensayo		Cumple			
				Més de un tipo de material en la muestra		No			
Observaciones:									



Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-5742



Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.  
Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.



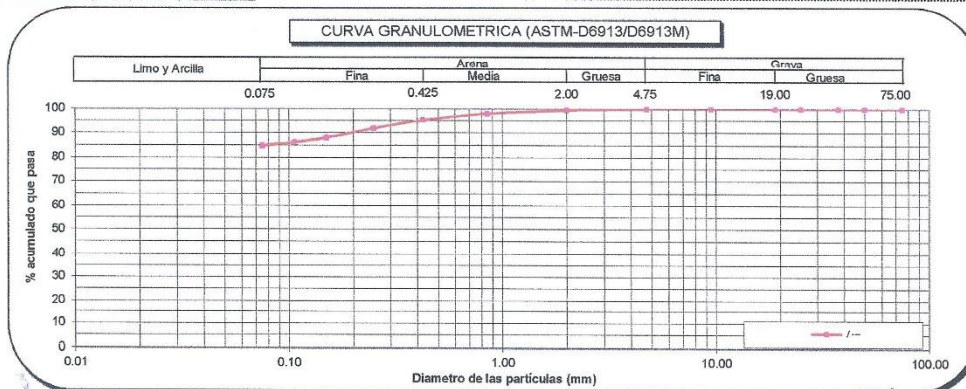
**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-129**




**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.11A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
Fecha de Recepción : 28/08/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C.  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		C-11		MUESTRA	---	PROFUNDIDAD (m)		0.50 - 2.15		
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		T.M.P		N°4		
MATERIAL (VISUAL)		COLOR DE MUESTRA : Rojo amarillento								
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		A		DATOS DE LOS ENSAYOS						
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Húmeda	Método Utilizado	ASTM D4318	Límite Líquido	Múltipunto	
								Límite Plástico	Manual	
Malla	Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M	DIAGRAMA DE FLUIDEZ		Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad (ASTM D4318)				
N°	Abertura (mm)		Tipo Tamizado			FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019				
3 "	75.00	0	100			Límite Líquido ( LL )	62			
2 "	50.00	0	100			Límite Plástico ( LP )	38			
1 1/2 "	37.50	0	100			Índice Plástico ( IP )	24			
1 "	25.00	0	100			% Retenido de malla N° 40	5			
3/4 "	19.00	0	100			N.P. (No Plástico)				
3/8 "	9.50	0	100							
N° 4	4.75	0	100							
N° 10	2.00	0.8	100							
N° 20	0.850	2.7	98							
N° 40	0.425	4.9	95							
N° 60	0.250	6	92							
N° 100	0.150	7.1	88	Método de Ensayo (ASTM D2216)		A				
N° 140	0.106	3.4	86	FECHA DE EJECUCIÓN :		29/08/2019				
N° 200	0.075	2.4	84.9	(g) Peso tara + muestra húmeda	450.5					
	% GG	0.0		(g) Peso tara + muestra seca	367.0					
% Grava	% GF	0.0	0.0	Contenido de humedad (%)	34					
	% AG	0.4		Cantidad de muestra cumple con el ensayo	Cumple					
% Arena	% AM	4.2	15.1	Más de un tipo de material en la muestra	No					
	% AF	10.4		Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS						
% Finos			84.9	MH						
				Nombre de Grupo						
				Limo elástico con arena						
Observaciones:										



  
Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

  
Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-57142



Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.  
Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

LABGEO-F-71 / Ver. 01

Laboratorio: Av. Nicolás Ayllón N° 9746 (Av Carretera Central km 13) - Ate Vitarte - Lima

Página 1 de 1

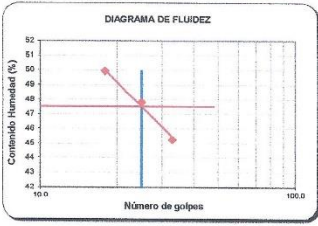
Tel.: (01) 6956927 / 993535196 / 989891817

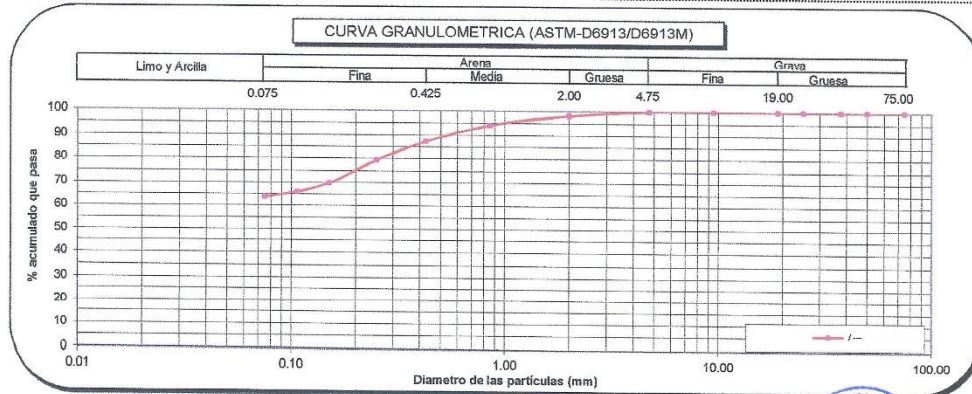
e-mail: atencioncliente@labgeo-crvv.com

www.labgeo-crvv.com

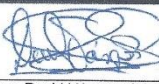
**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

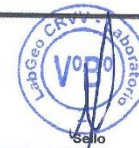
INFORME N° : LABGEO-19-143.12A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C. Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		C-12		MUESTRA	---	PROFUNDIDAD (m)		0.00-3.00		
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		T.M.P		N°4		
COLOR DE MUESTRA : Pardo fuerte										
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		A		DATOS DE LOS ENSAYOS						
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Húmeda	Método Utilizado	ASTM D4318	Límite Líquido	Múltipunto	
								Límite Plástico	Manual	
Malla		Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M		DIAGRAMA DE FLUIDEZ				
Nº	Abertura (mm)			Tipo Tamizado						
3"	75.00	0	100	Simple						
2"	50.00	0	100	Fraaccionamiento						
1 1/2"	37.50	0	100	Tamiz N°						%PR
1"	25.00	0	100	--						--
3/4"	19.00	0	100	Tamiz N°						%PR
3/8"	9.50	0	100	--						--
Nº 4	4.75	0	100	--						--
Nº 10	2.00	4.1	98	Cu						--
Nº 20	0.850	8.7	94	Cc						--
Nº 40	0.425	15.6	87			Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plásticidad (ASTM D4318)				
Nº 60	0.250	18	79			FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019				
Nº 100	0.150	20.9	70			Límite Líquido ( LL ) 48				
Nº 140	0.106	8.7	66			Límite Plástico ( LP ) 34				
Nº 200	0.075	4.9	63.8			Índice Plástico ( IP ) 14				
% Grava	% GG	0.0	0.0			% Retenido de malla N° 40 13				
	% GF	0.0				N.P. (No Plástico)				
% Arena	% AG	1.8	36.2							
	% AM	10.9								
% Finos	% AF	23.5	63.8							
Método de Ensayo (ASTM D2216)		A		Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS						
FECHA DE EJECUCIÓN :		29/08/2019		ML						
(g) Peso tara + muestra húmeda		455.2		Nombre de Grupo						
(g) Peso tara + muestra seca		378.3		Limo arenoso						
Contenido de humedad (%)		29								
Cantidad de muestra cumple con el ensayo		Cumple								
Más de un tipo de material en la muestra		No								
Observaciones:										



  
Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

  
Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-57442

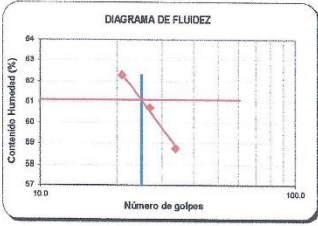


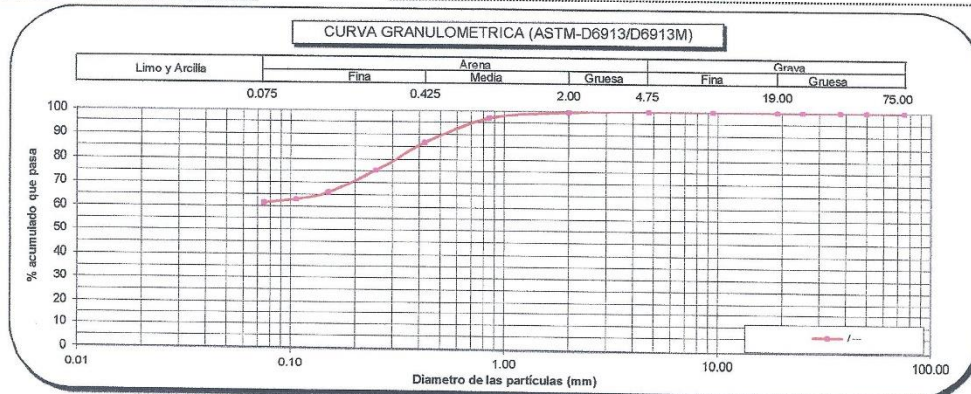
Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.  
Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS

INFORME N° : LABGEO-19-143.13A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C. Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		C-13		MUESTRA	---	PROFUNDIDAD (m)		7.00 - 8.00									
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		T.M.P		N°4									
COLOR DE MUESTRA : Pardo oscuro																	
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		A		DATOS DE LOS ENSAYOS													
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Húmeda	Método Utilizado	ASTM D4318	Límite Líquido	Múltipunto								
								Límite Plástico	Manual								
Malla	Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M	 <p>DIAGRAMA DE FLUIDEZ</p> <p>Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad (ASTM D4318)</p> <p>FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019</p> <table border="1"> <tr><td>Límite Líquido ( LL )</td><td>61</td></tr> <tr><td>Límite Plástico ( LP )</td><td>34</td></tr> <tr><td>Índice Plástico ( IP )</td><td>27</td></tr> <tr><td>% Retenido de malla N° 40</td><td>13</td></tr> </table> <p>N.P. (No Plástico)</p>						Límite Líquido ( LL )	61	Límite Plástico ( LP )	34	Índice Plástico ( IP )	27	% Retenido de malla N° 40	13
Límite Líquido ( LL )	61																
Límite Plástico ( LP )	34																
Índice Plástico ( IP )	27																
% Retenido de malla N° 40	13																
N° 3 "	75.00	0	100														
N° 2 "	50.00	0	100														
N° 1 1/2 "	37.50	0	100														
N° 1 "	25.00	0	100														
N° 3/4 "	19.00	0	100														
N° 3/8 "	9.50	0	100														
N° 4 "	4.75	0	100														
N° 10	2.00	0.6	100														
N° 20	0.850	4.5	97														
N° 40	0.425	16.6	87														
N° 60	0.250	18.9	75														
N° 100	0.150	15	66														
N° 140	0.106	5	63														
N° 200	0.075	2.5	61.4														
% Grava	% GG	0.0	0.0	<p>Método de Ensayo (ASTM D2216)</p>						A	Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS						
% GF	0.0	0.0	FECHA DE EJECUCIÓN :							29/08/2019	MH						
% AG	0.4	0.4	(g) Peso tara + muestra húmeda							409.8	Limo elástico arenoso						
% AM	12.9	38.6	(g) Peso tara + muestra seca							320.8							
% AF	25.3	61.4	Contenido de humedad (%)		42	Nombre de Grupo											
			Cantidad de muestra cumple con el ensayo		Cumple	Limo elástico arenoso											
			Más de un tipo de material en la muestra		No												
Observaciones: .....																	



Christián Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-57142

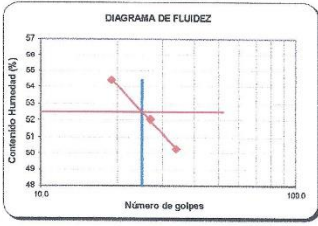


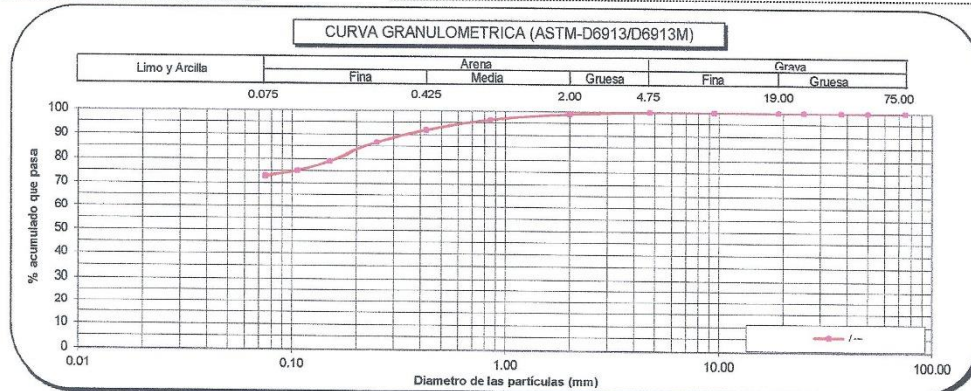
Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C. Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

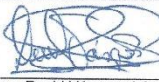
**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.14A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C. Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		C-14		MUESTRA	---	PROFUNDIDAD (m)	
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		T.M.P N°4	
COLOR DE MUESTRA : Pardo fuerte							
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		DATOS DE LOS ENSAYOS					
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Húmeda	Método Utilizado	ASTM D4318
						Limite Líquido	Múltipunto
						Limite Plástico	Manual
Malla	Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método	DIAGRAMA DE FLUIDEZ			
N°	Abertura (mm)		ASTM D6913/D6913M				
3 "	75.00	0	100	Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plásticidad (ASTM D4318)			
2 "	50.00	0	100	FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019			
1 1/2 "	37.50	0	100	Limite Líquido ( LL )			
1 "	25.00	0	100	Limite Plástico ( LP )			
3/4 "	19.00	0	100	Índice Plástico ( IP )			
3/8 "	9.50	0	100	% Retenido de malla N° 40			
N° 4	4.75	0	100	N.P. (No Plástico)			
N° 10	2.00	1.5	99				
N° 20	0.850	4.1	96				
N° 40	0.425	6.8	92				
N° 60	0.250	8.1	87				
N° 100	0.150	12.3	79				
N° 140	0.106	6.3	75				
N° 200	0.075	3.4	72.9				
% Grava	% GG	0.0	0.0	Metodo de Ensayo (ASTM D2216)			
	% GF	0.0	0.0	FECHA DE EJECUCIÓN :			
% Arena	% AG	1.0	27.1	A			
	% AM	6.9	27.1	29/08/2019			
	% AF	19.2	27.1	Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS			
% Finos		72.9	72.9	MH			
				Nombre de Grupo			
				Limo elástico con arena			
				Observaciones:			



  
Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

  
Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-57142



Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

LOS RESULTADOS SON ESTOS REFERENCIADOS CON LA MUESTRA ENSAYADA. LA MUESTRA HA SIDO IDENTIFICADA Y ENTREGADA EN EL LABORATORIO POR EL CLIENTE.  
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.  
Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.



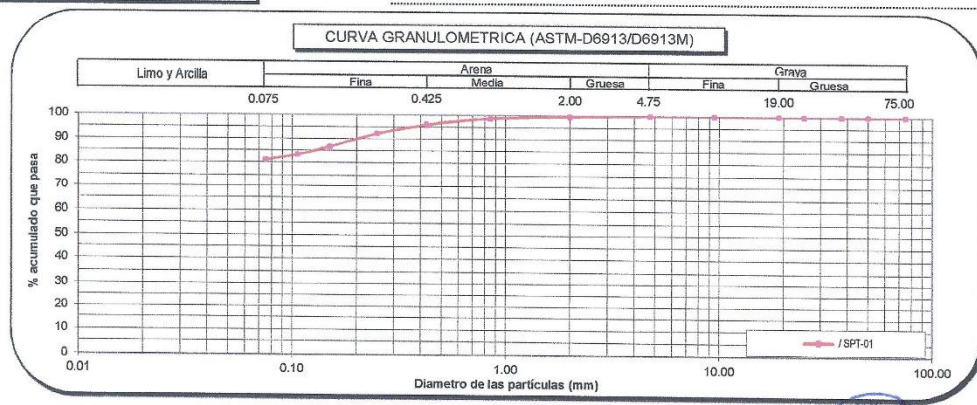
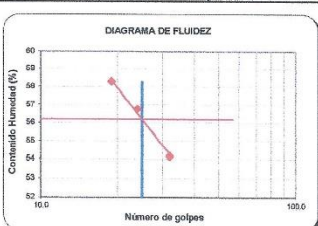
**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-129**



**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.15A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C. Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		P-01		MUESTRA	SPT-01	PROFUNDIDAD (m)	
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA :	Sub angular	DUREZA :	Duro y Durable	T.M.P	N°4
COLOR DE MUESTRA :		Rojo pardusco					
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		DATOS DE LOS ENSAYOS					
FECHA DE EJECUCIÓN :		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Húmeda	Método Utilizado	ASTM D4318
						Limite Líquido	Múltipunto
						Limite Plástico	Manual
Malla		Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M		Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plasticidad (ASTM D4318)	
N°	Abertura (mm)			Tipo Tamizado	FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019		
3 "	75.00	0	100	Simple	Limite Líquido ( LL )	56	
2 "	50.00	0	100	Fraccionamiento	Limite Plástico ( LP )	30	
1 1/2 "	37.50	0	100	Tamiz N° %PR	Índice Plástico ( IP )	26	
1 "	25.00	0	100	--	% Retenido de malla N° 40	4	
3/4 "	19.00	0	100	--	N.P. (No Plástico)		
3/8 "	9.50	0	100	Tamiz N° %PR			
N° 4	4.75	0	100	--			
N° 10	2.00	0.5	100	Cu			
N° 20	0.850	1.2	99	Cc			
N° 40	0.425	3.6	96	Método de Ensayo (ASTM D2216)		A	
N° 60	0.250	5	92	FECHA DE EJECUCIÓN :		29/08/2019	
N° 100	0.150	7.7	87	(g) Peso tara + muestra húmeda	312.2		Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS
N° 140	0.106	4.4	83	(g) Peso tara + muestra seca	265.3		MH
N° 200	0.075	3.1	81.0	Contenido de humedad (%)	32		Nombre de Grupo
% Grava	% GG	0.0	0.0	Cantidad de muestra cumple con el ensayo	Cumple		Limo elástico con arena
% GF	0.0			Más de un tipo de material en la muestra	No		
% Arena	% AG	0.4	19.0	Observaciones:			
% AM	3.6						
% AF	15.0						
% Finos			81.0				



Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-57442

Referencia ASTM D2216-10 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass  
ASTM D4318-17e1 Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils  
ASTM D6913/D6913M -17 Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis  
ASTM D2487-17 Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.  
Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

LABGEO-F-71 / Ver. 01 Laboratorio: Av. Nicolás Aylón N° 9746 (Av Carretera Central km 13) - Ate Vitarte - Lima Página 1 de 1  
Telf.: (01) 6956927 / 993535196 / 989891817 e-mail: atencioncliente@labgeo-crvv.com www.labgeo-crvv.com



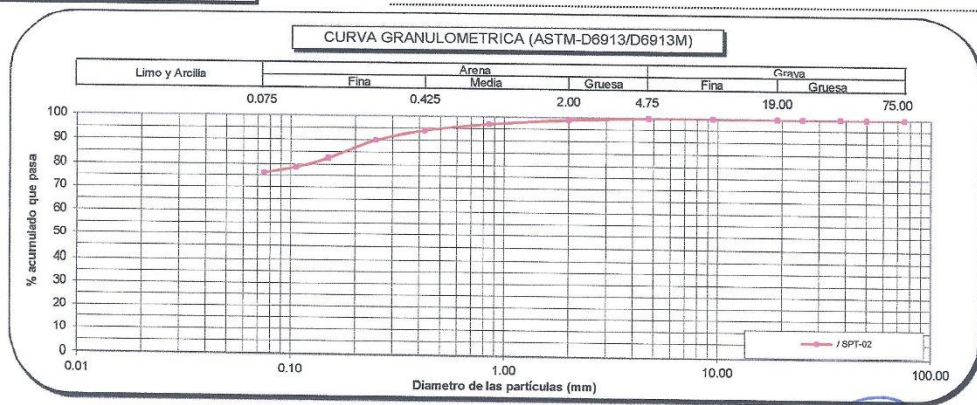
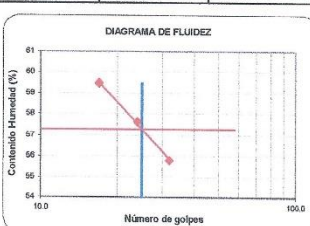
**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-129**



**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.16A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C. Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		P-01		MUESTRA	SPT-02	PROFUNDIDAD (m)	
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		T.M.P N°4	
		COLOR DE MUESTRA : Rojo pardusco					
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		A		DATOS DE LOS ENSAYOS			
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Método Utilizado	Limite Líquido	Múltipunto
			ASTM D4318	Húmeda	ASTM D4318	Limite Plástico	Manual
Malla		Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M		Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plásticidad (ASTM D4318)	
N°	Abertura (mm)			Tipo Tamizado	FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019		
3 "	75.00	0	100	Simple	Limite Líquido ( LL )	57	
2 "	50.00	0	100	Fraaccionamiento	Limite Plástico ( LP )	35	
1 1/2 "	37.50	0	100	Tamiz N°	Índice Plástico ( IP )	22	
1 "	25.00	0	100	%PR	% Retenido de malla N° 40	6	
3/4 "	19.00	0	100	--	N.P. (No Plástico)		
3/8 "	9.50	0	100	Tamiz N°			
N° 4	4.75	0	100	%PR			
N° 10	2.00	1	99	Cu			
N° 20	0.850	2.3	97	Cc			
N° 40	0.425	3.5	94	Método de Ensayo (ASTM D2216)		A	
N° 60	0.250	5	90	FECHA DE EJECUCIÓN :		29/08/2019	
N° 100	0.150	8.6	83	(g) Peso tara + muestra húmeda		239.9	
N° 140	0.106	4.4	79	(g) Peso tara + muestra seca		207.0	
N° 200	0.075	2.9	76.3	Contenido de humedad (%)		35	
% Grava	% GG	0.0	0.0	Cantidad de muestra cumple con el ensayo		Cumple	
	% GF	0.0	0.0	Más de un tipo de material en la muestra		No	
% Arena	% AG	0.9	23.7	Observaciones:			
	% AM	5.0	23.7				
% Finos	% AF	17.8	76.3				



Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-57142

Referencia ASTM D2216-10 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass  
ASTM D4318-17e1 Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils  
ASTM D6913/D6913M -17 Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis  
ASTM D2487-17 Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.  
Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

LABGEO-F-71 / Ver. 01 Laboratorio, Av. Nicolás Ayllón N° 9746 (Av. Carretera Central km 13) - Ate Vitarte - Lima  
Telf.: (01) 6956927 / 993535196 / 989891817 e-mail: atencioncliente@labgeo-crvv.com www.labgeo-crvv.com

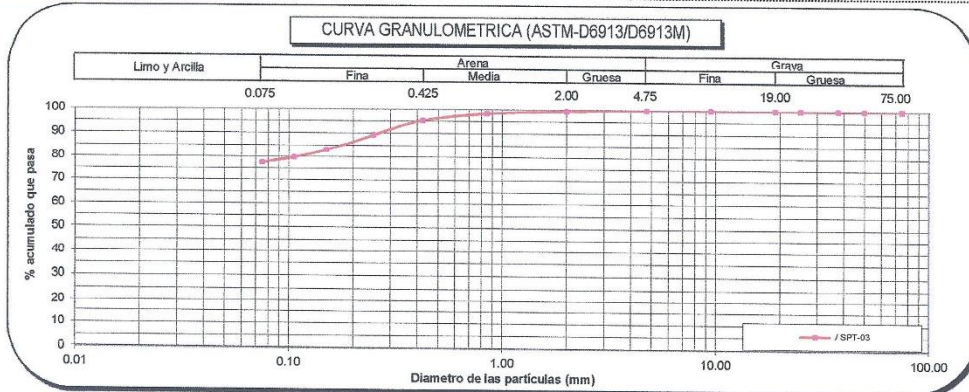
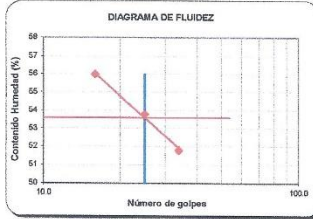
Página 1 de 1



**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.17A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C. Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		P-01		MUESTRA	SPT-03	PROFUNDIDAD (m)	
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		T.M.P N°4	
COLOR DE MUESTRA : Pardo fuerte							
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		A		DATOS DE LOS ENSAYOS			
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Método Utilizado	Límite Líquido	Multipunto
			ASTM D4318	Húmeda	ASTM D4318	Límite Plástico	Manual
Malla		Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M		Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad (ASTM D4318)	
N°	Abertura (mm)			Tipo Tamizado	FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019		
3 "	75.00	0	100	Simple	Límite Líquido ( LL )	54	
2 "	50.00	0	100	Fractionamiento	Límite Plástico ( LP )	36	
1 1/2 "	37.50	0	100	Tamiz N° %PR	Índice Plástico ( IP )	18	
1 "	25.00	0	100	--	% Retenido de malla N° 40	4	
3/4 "	19.00	0	100	--	N.P. (No Plástico)		
3/8 "	9.50	0	100	Tamiz N° %PR			
N° 4	4.75	0	100	--			
N° 10	2.00	0.8	100	Cu			
N° 20	0.850	1.7	98	Cc			
N° 40	0.425	4.7	96	Método de Ensayo (ASTM D2216)		A	
N° 60	0.250	10	89	FECHA DE EJECUCIÓN :		29/08/2019	
N° 100	0.150	10	83	(g) Peso tara + muestra húmeda	311.7		
N° 140	0.106	5.3	80	(g) Peso tara + muestra seca	268.4		
N° 200	0.075	3.7	77.6	Contenido de humedad (%)	38		
% Grava	% GG	0.0	0.0	Cantidad de muestra cumple con el ensayo	Cumple		
	% GF	0.0	0.0	Más de un tipo de material en la muestra	No		
% Arena	% AG	0.5	22.4	Observaciones:		Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS	
	% AM	4.0	22.4			MH	
	% AF	18.0	22.4			Nombre de Grupo	
% Finos			77.6			Limo elástico con arena	



  
Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

  
Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-57142

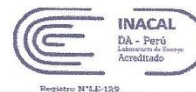


Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17a1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C. Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.



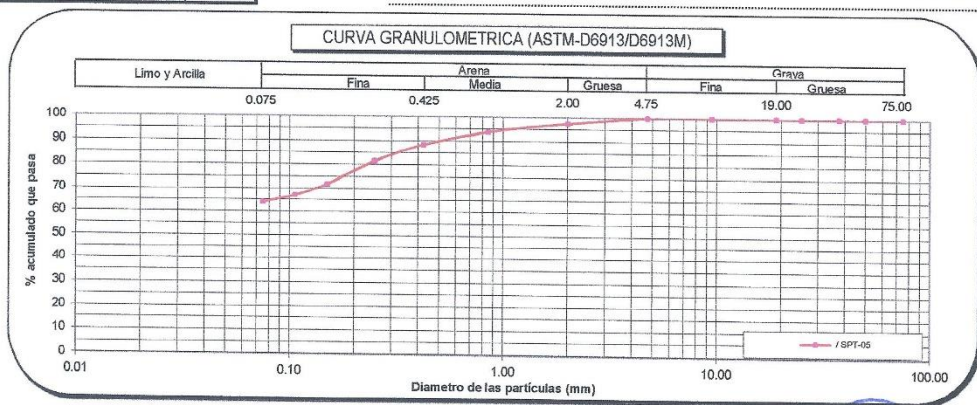
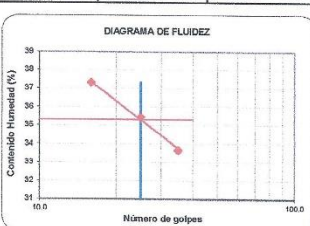
**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-129**



**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**


INFORME N° : LABGEO-19-143.18A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C. Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		P-01		MUESTRA	SPT-05	PROFUNDIDAD (m)	
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		T.M.P N°4	
MATERIAL (VISUAL)		COLOR DE MUESTRA : Pardo fuerte					
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		DATOS DE LOS ENSAYOS					
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Húmeda	Método Utilizado	ASTM D4318
Malla		Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M			
N°	Abertura (mm)			Tipo Tamizado Simple			
3 "	75.00	0	100	Fraccionamiento			
2 "	50.00	0	100	Tamiz N° %PR			
1 1/2 "	37.50	0	100	-- --			
1 "	25.00	0	100	Tamiz N° %PR			
3/4 "	19.00	0	100	-- --			
3/8 "	9.50	0	100	Tamiz N° %PR			
N° 4	4.75	0	100	-- --			
N° 10	2.00	3.2	98	Cu ---			
N° 20	0.850	4.8	94	Cc ---			
N° 40	0.425	7.2	88	Método de Ensayo (ASTM D2216)			
N° 60	0.250	9.3	81	FECHA DE EJECUCIÓN : 29/08/2019			
N° 100	0.150	12.3	72	Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS			
N° 140	0.106	6.8	67	(g) Peso tara + muestra húmeda 307.5			
N° 200	0.075	4.2	63.9	(g) Peso tara + muestra seca 263.7			
% Grava		% GG	0.0	Contenido de humedad (%)			
		% GF	0.0	Cantidad de muestra cumple con el ensayo Cumple			
		% AG	2.4	Más de un tipo de material en la muestra No			
% Arena		% AM	9.1	Nombre de Grupo			
		% AF	24.6	Limo arenoso			
% Finos		63.9					
Observaciones:							



Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-57142



Referencia ASTM D2216-10 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass

ASTM D4318-17e1 Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils

ASTM D6913/D6913M -17 Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis

ASTM D2487-17 Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C. Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

LABGEO-F-71 / Ver. 01 Laboratorio: Av. Nicolás Ayllón N° 9746 (Av. Carretera Central km 13) - Ate Vitarte - Lima  
Telf.: (01) 6956927 / 993535196 / 989891817 e-mail: atencioncliente@labgeo-crvv.com www.labgeo-crvv.com

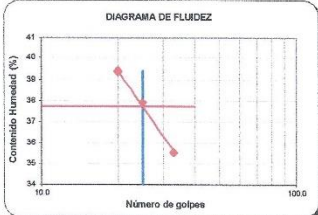


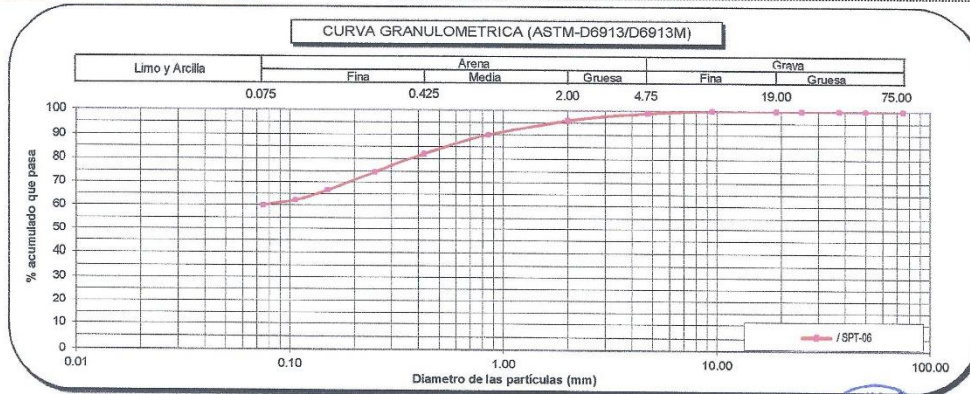
**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-129**



**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.19A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C. Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		P-01		MUESTRA	SPT-06	PROFUNDIDAD (m)	6.00 - 6.45
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		T.M.P ¾"	
		COLOR DE MUESTRA : Pardo fuerte					
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		A		DATOS DE LOS ENSAYOS			
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Húmeda	Método Utilizado	ASTM D4318
						Limite Líquido	Múltipunto
						Limite Plástico	Manual
Malla	Masa retenido g.	% que pasa (± 0.1%)	Método	DIAGRAMA DE FLUIDEZ			
Nº	Abertura (mm)		ASTM D6913/D6913M				
3"	75.00	0	Tipo Tamizado	Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plásticidad (ASTM D4318)			
2"	50.00	0	Simple	FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019			
1 1/2"	37.50	0	Fraaccionamiento	Limite Líquido ( LL ) 38			
1"	25.00	0	Tamiz N° %PR	Limite Plástico ( LP ) 29			
3/4"	19.00	0	-- --	Índice Plástico ( IP ) 9			
3/8"	9.50	0	Tamiz N° %PR	% Retenido de malla Nº 40 18			
Nº 4	4.75	1.8	-- --	N.P. (No Plástico)			
Nº 10	2.00	5.7	Cu				
Nº 20	0.850	11.2	Cc				
Nº 40	0.425	15.3					
Nº 60	0.250	14.2					
Nº 100	0.150	15.2					
Nº 140	0.106	7.9					
Nº 200	0.075	4.4					
% Grava	% GG 0.0	0.9		Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS			
	% GF 0.9			ML			
% Arena	% AG 3.0	39.0		Nombre de Grupo			
	% AM 14.0			Limo arenoso			
	% AF 22.0						
% Finos		60.1					
		Metodo de Ensayo (ASTM D2216)		A		Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS	
		FECHA DE EJECUCIÓN :		29/08/2019		ML	
		(g) Peso tara + muestra húmeda		344.7		Nombre de Grupo	
		(g) Peso tara + muestra seca		291.3		Limo arenoso	
		Contenido de humedad (%)		30			
		Cantidad de muestra cumple con el ensayo		Cumple			
		Más de un tipo de material en la muestra		No			
Observaciones:							



Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-67142



Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C. Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-129**

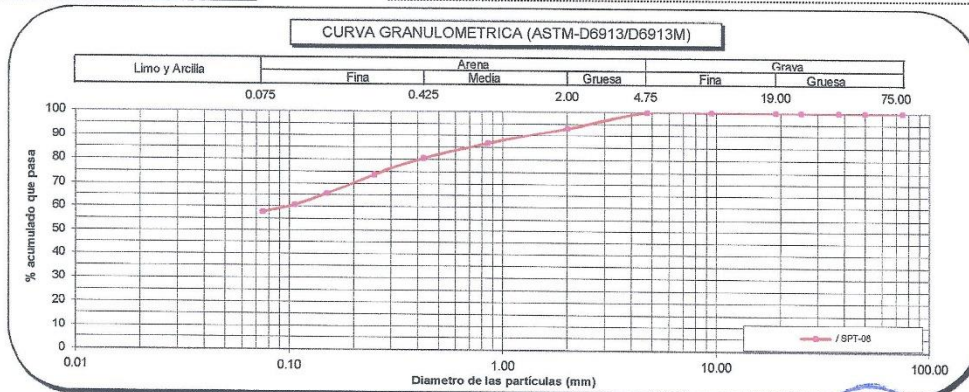
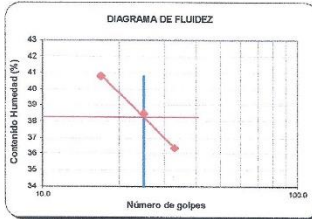


Regist. No. 773.32-129

**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.20A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
Fecha de Recepción : 28/08/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C.  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		P-01		MUESTRA	SPT-08	PROFUNDIDAD (m)	8.00 - 8.45	
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		T.M.P N°4		
COLOR DE MUESTRA : Pardo fuerte								
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		A		DATOS DE LOS ENSAYOS				
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra		ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Método Utilizado	Límite Líquido	Múltipunto
		ASTM D4318		Húmeda	ASTM D4318	Límite Plástico	Manual	
Malla		Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M		Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad (ASTM D4318)		
N°	Abertura (mm)			Tipo Tamizado	FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019			
3 "	75.00	0	100	Simple	Límite Líquido ( LL )	38		
2 "	50.00	0	100	Fraccionamiento	Límite Plástico ( LP )	24		
1 1/2 "	37.50	0	100	Tamiz N° %PR	Índice Plástico ( IP )	14		
1 "	25.00	0	100	--	% Retenido de malla N° 40	20		
3/4 "	19.00	0	100	Tamiz N° %PR	N.P. (No Plástico)			
3/8 "	9.50	0	100	--				
N° 4	4.75	0	100	--				
N° 10	2.00	8.4	93	Cu				
N° 20	0.850	8.3	87	Cc				
N° 40	0.425	8	80					
N° 60	0.250	8.4	74					
N° 100	0.150	10.4	66					
N° 140	0.106	6.1	61					
N° 200	0.075	3.9	57.7					
% Grava	% GG	0.0	0.0	Método de Ensayo (ASTM D2216)		Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS		
% GF	0.0	0.0	0.0	FECHA DE EJECUCIÓN :		29/08/2019		
% AG	6.6	6.6	6.6	(g) Peso tara + muestra húmeda		273.0		
% AM	12.9	12.9	12.9	(g) Peso tara + muestra seca		233.7		
% AF	22.7	22.7	22.7	Contenido de humedad (%)		29		
				Cantidad de muestra cumple con el ensayo		Cumple		
				Más de un tipo de material en la muestra		No		
				Observaciones:				



*Christian Romero Cristobal*  
Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

*Ing. David Vásquez López*  
Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-57142

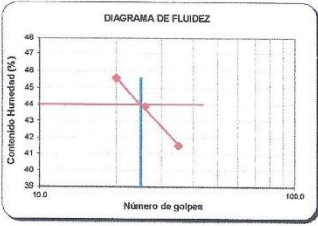


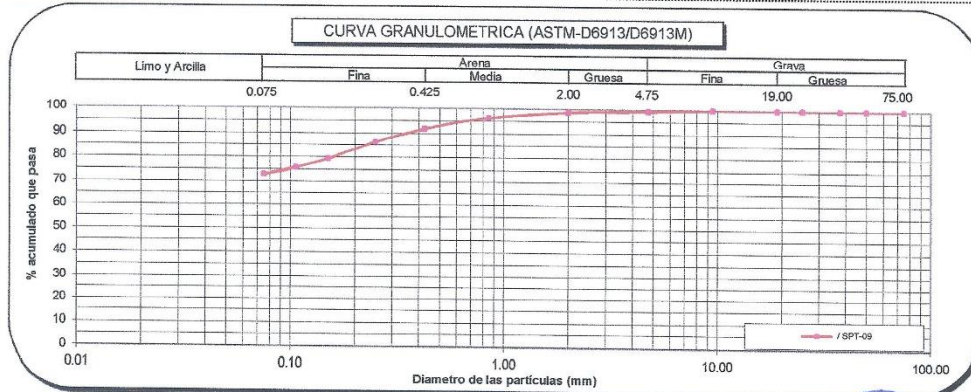
Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.  
Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.21A.03      Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C.      Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		P-01		MUESTRA	SPT-09	PROFUNDIDAD (m)	
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		T.M.P ¾"	
COLOR DE MUESTRA : Pardo fuerte							
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		DATOS DE LOS ENSAYOS					
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Método Utilizado	Limite Líquido	Múltipunto
			ASTM D4318	Húmeda	ASTM D4318	Limite Plástico	Manual
Malla	Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método	DIAGRAMA DE FLUIDEZ			
N°	Abertura (mm)		ASTM D6913/D6913M				
3 "	75.00	0	100	Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plásticidad (ASTM D4318)			
2 "	50.00	0	100	FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019			
1 1/2 "	37.50	0	100	Limite Líquido ( LL ) 44			
1 "	25.00	0	100	Limite Plástico ( LP ) 30			
3/4 "	19.00	0	100	Índice Plástico ( IP ) 14			
3/8 "	9.50	0	100	% Retenido de malla N° 40 8			
N° 4	4.75	1	99	N.P. (No Plástico)			
N° 10	2.00	0.9	99				
N° 20	0.850	4	96				
N° 40	0.425	7.6	92				
N° 60	0.250	9.6	86				
N° 100	0.150	11.7	79				
N° 140	0.106	6.2	76				
N° 200	0.075	4.2	73.2				
% Grava	% GG	0.0	0.6	Método de Ensayo (ASTM D2216) A			
	% GF	0.6		FECHA DE EJECUCIÓN : 29/08/2019			
% Arena	% AG	0.5	26.2	Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS			
	% AM	6.9		ML			
	% AF	18.8		Nombre de Grupo			
% Finos		73.2		Limo con arena			
				Observaciones:			



  
Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

  
Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-57442



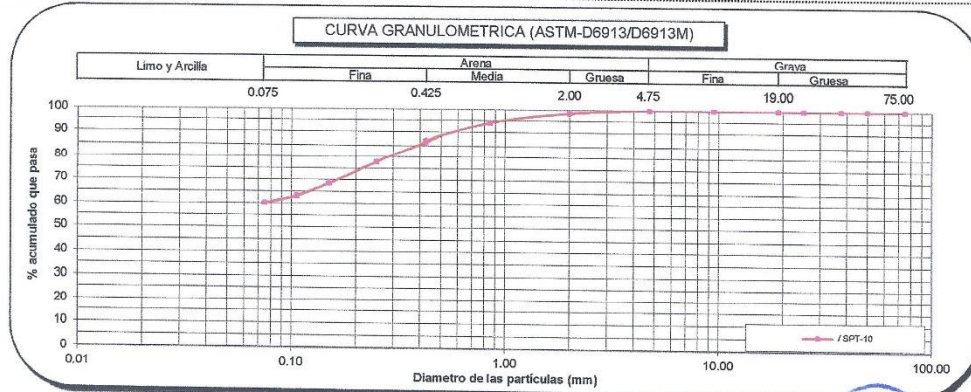
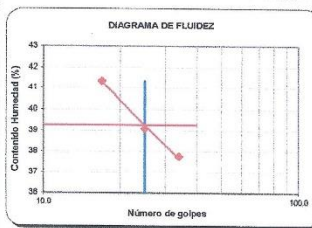
Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados solo están relacionados con la muestra ensayada. La muestra ha sido identificada y entregada en el laboratorio por el cliente.  
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.  
Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.22A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
 SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C. Fecha de Recepción : 28/08/2019  
 DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguíña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
 PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
 UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		P-01		MUESTRA	SPT-10	PROFUNDIDAD (m)	
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		10.00 - 10.45	
		COLOR DE MUESTRA : Pardo oscuro				T.M.P N°4	
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		A		DATOS DE LOS ENSAYOS			
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Húmeda	Método Utilizado	ASTM D4318
						Limite Líquido	Multipunto
						Limite Plástico	Manual
Malla		Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método		Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plásticidad (ASTM D4318)	
N°	Abertura (mm)			ASTM D6913/D6913M		FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019	
3 "	75.00	0	100	Tipo Tamizado		Limite Líquido ( LL ) 39	
2 "	50.00	0	100	Simple		Limite Plástico ( LP ) 27	
1 1/2 "	37.50	0	100	Fraccionamiento		Índice Plástico ( IP ) 12	
1 "	25.00	0	100	Tamiz N°	%PR	% Retenido de malla N° 40 14	
3/4 "	19.00	0	100	--	--	N.P. (No Plástico)	
3/8 "	9.50	0	100	Tamiz N°	%PR		
N° 4	4.75	0	100	--	--		
N° 10	2.00	2.1	99	Cu	---		
N° 20	0.850	6.3	94	Cc	---		
N° 40	0.425	11.4	86				
N° 60	0.250	12.7	78				
N° 100	0.150	13.6	68				
N° 140	0.106	7.5	63				
N° 200	0.075	4.4	60.3				
% Grava	% GG	0.0	0.0	Metodo de Ensayo (ASTM D2216)		Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS	
	% GF	0.0	0.0	FECHA DE EJECUCIÓN : 29/08/2019		ML	
% Arena	% AG	1.4	39.7	(g) Peso tara + muestra húmeda	342.3	Nombre de Grupo	
	% AM	12.1		(g) Peso tara + muestra seca	288.1	Limo arenoso	
% Finos	% AF	26.1	60.3	Contenido de humedad (%)	32		
				Cantidad de muestra cumple con el ensayo	Cumple		
				Más de un tipo de material en la muestra	No		
Observaciones:							



  
Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

  
Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-57142



Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C. Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.



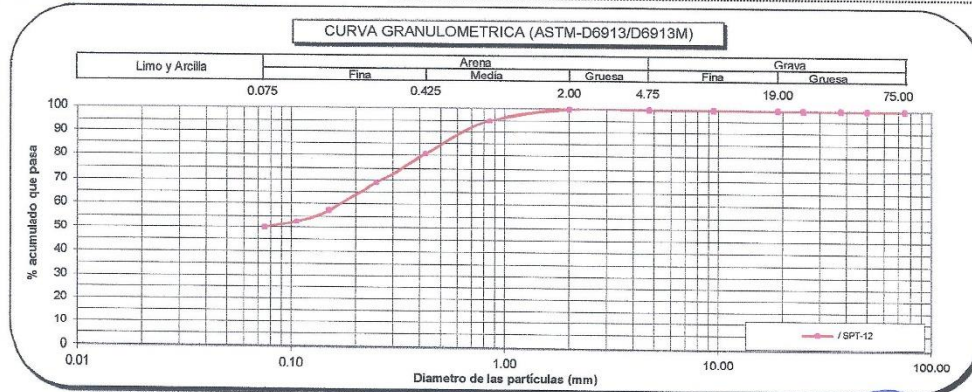
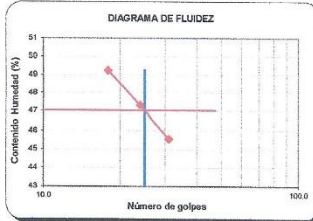
**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-129**



**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.23A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C. Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		P-01		MUESTRA	SPT-12	PROFUNDIDAD (m)	
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		12.00 - 12.45	
		COLOR DE MUESTRA : Pardo oscuro				T.M.P N° 10	
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		A		DATOS DE LOS ENSAYOS			
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D4318	Seca al aire	Húmeda	Método Utilizado	ASTM D4318
Malla		Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M		Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad (ASTM D4318)	
N°	Abertura (mm)			Tipo Tamizado		FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019	
3 "	75.00	0	100	Simple		Límite Líquido ( LL ) 47	
2 "	50.00	0	100	Fraccionamiento		Límite Plástico ( LP ) 28	
1 1/2 "	37.50	0	100	Tamiz N°	%PR	Índice Plástico ( IP ) 19	
1 "	25.00	0	100	--	--	% Retenido de malla N° 40 19	
3/4 "	19.00	0	100	Tamiz N°	%PR	N.P. (No Plástico)	
3/8 "	9.50	0	100	--	--		
N° 4	4.75	0	100	--	--		
N° 10	2.00	0	100	Cu	---		
N° 20	0.850	6.5	95	Cc	---		
N° 40	0.425	19.8	81				
N° 60	0.250	15.9	69				
N° 100	0.150	15.5	57				
N° 140	0.106	6.3	53				
N° 200	0.075	3.5	50.2				
% Grava	% GG	0.0	0.0	Método de Ensayo (ASTM D2216)		A	
% Arena	% GF	0.0	0.0	FECHA DE EJECUCIÓN :		29/08/2019	
% Finos	% AG	0.0	49.8	(g) Peso tara + muestra húmeda		314.5	
	% AM	19.4		(g) Peso tara + muestra seca		263.2	
	% AF	30.4		Contenido de humedad (%)		35	
				Cantidad de muestra cumple con el ensayo		Cumple	
				Más de un tipo de material en la muestra		No	
Observaciones:							



Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio

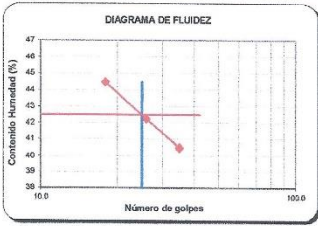


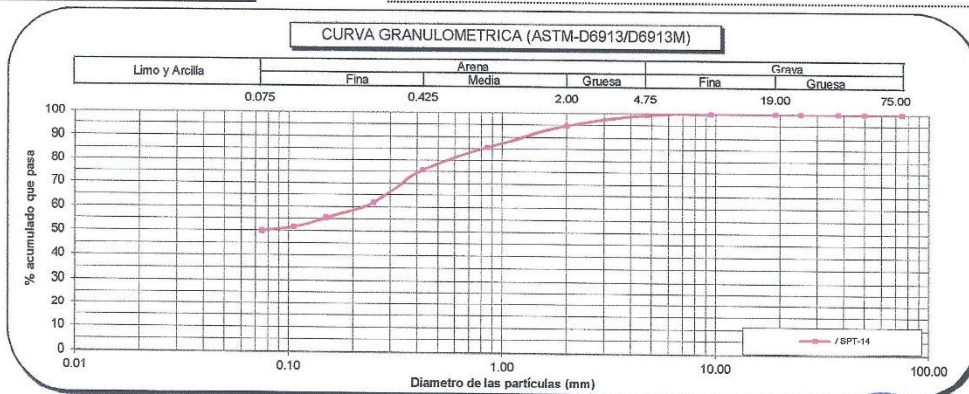
Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.  
Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.24A.03      Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C.      Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguiña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		P-01		MUESTRA	SPT-14	PROFUNDIDAD (m)	14.00 - 14.45		
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA :		DUREZA :		T.M.P		¾"	
		COLOR DE MUESTRA : Pardo oscuro							
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		A		DATOS DE LOS ENSAYOS					
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Húmeda	Método Utilizado	ASTM D4318	Limite Líquido	Múltipunto
								Limite Plástico	Manual
Malla		Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M		DIAGRAMA DE FLUIDEZ			
N°	Abertura (mm)			Tipo Tamizado					
3 "	75.00	0	100	Simple					
2 "	50.00	0	100	Simple					
1 1/2 "	37.50	0	100	Fraccionamiento					
1 "	25.00	0	100	Tamiz N° %PR					
3/4 "	19.00	0	100	-- --					
3/8 "	9.50	0	100	Tamiz N° %PR					
N° 4	4.75	1.4	99	-- --					
N° 10	2.00	8.8	95	Cu					
N° 20	0.850	17.8	86	Cc					
N° 40	0.425	19.4	76						
N° 60	0.250	26.8	62						
N° 100	0.150	12.5	56						
N° 140	0.106	7.4	52						
N° 200	0.075	3.1	50.2						
% Grava	% GG	0.0	0.7	Método de Ensayo (ASTM D2216)		A		Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS	
	% GF	0.7	0.7	FECHA DE EJECUCIÓN :		29/08/2019		ML	
	% AG	4.5	4.5	(g) Peso tara + muestra húmeda	355.8				Nombre de Grupo
% Arena	% AM	19.1	49.1	(g) Peso tara + muestra seca	297.2				
	% AF	25.5	25.5	Contenido de humedad (%)		32		Limo arenoso	
% Finos			50.2	Cantidad de muestra cumple con el ensayo		Cumple			
				Més de un tipo de material en la muestra		No			
Observaciones:									



  
Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

  
Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-57142



Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

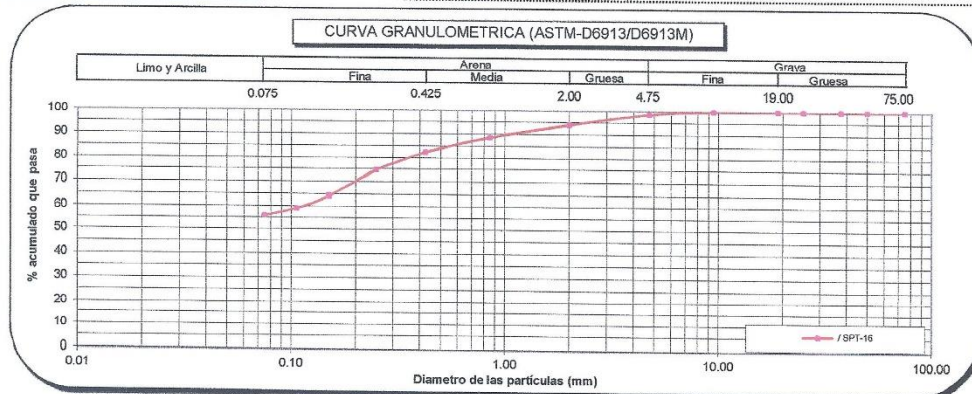
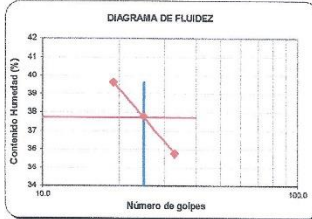
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.  
Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.



**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.25A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C. Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		P-01		MUESTRA	SPT-16	PROFUNDIDAD (m)	16.00 - 16.45
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		T.M.P ¾"	
COLOR DE MUESTRA : Pardo oscuro							
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		DATOS DE LOS ENSAYOS					
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Húmeda	Método Utilizado	ASTM D4318
						Limite Líquido	Múltipunto
						Limite Plástico	Manual
Malla		Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M		Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plásticidad (ASTM D4318)	
Nº	Abertura (mm)			Tipo Tamizado	FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019		
3 "	75.00	0	100	Simple	Limite Líquido ( LL )	38	
2 "	50.00	0	100	Fraccionamiento	Limite Plástico ( LP )	23	
1 1/2 "	37.50	0	100	Tamiz N° %PR	Índice Plástico ( IP )	15	
1 "	25.00	0	100	-- --	% Retenido de malla N° 40	18	
3/4 "	19.00	0	100	Tamiz N° %PR	N.P. (No Plástico)		
3/8 "	9.50	0	100	-- --			
Nº 4	4.75	2	99	-- --			
Nº 10	2.00	7.3	94	Cu			
Nº 20	0.850	8.7	89	Cc			
Nº 40	0.425	10	82	Método de Ensayo (ASTM D2216)		Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS	
Nº 60	0.250	12.5	74	FECHA DE EJECUCIÓN :	29/08/2019	CL	
Nº 100	0.150	16.2	64	(g) Peso tara + muestra húmeda	268.1	Nombre de Grupo	
Nº 140	0.106	8.2	59	(g) Peso tara + muestra seca	236.5	Arcilla delgada arenosa	
Nº 200	0.075	5.1	55.9	Contenido de humedad (%)	26		
% Grava	% GG	0.0	1.3	Cantidad de muestra cumple con el ensayo	Cumple		
	% GF	1.3		Más de un tipo de material en la muestra	No		
% Arena	% AG	4.6	42.8	Observaciones:			
	% AM	11.8					
	% AF	26.4					
% Finos			55.9				



Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIF-57442



Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

LOS RESULTADOS SON ÚNICAMENTE VÁLIDOS PARA LA MUESTRA ANALIZADA. LA MUESTRA HA SIDO IDENTIFICADA Y ENTREGADA EN EL LABORATORIO POR EL CLIENTE.  
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.  
Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

LABGEO-F-71 / Ver. 01

Laboratorio: Av. Nicolás Ayllón N° 9746 (Av. Carretera Central km 13) - Ate Vitarte - Lima

Tel: (01) 6956927 / 993535196 / 989891817

e-mail: atencioncliente@labgeo-crvv.com

www.labgeo-crvv.com

Página 1 de 1



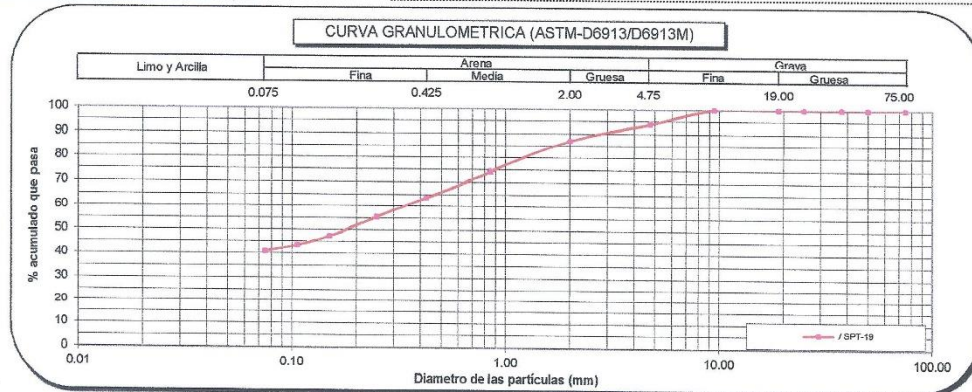
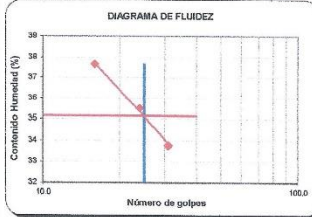
**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-129**



**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143,26A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
Fecha de Recepción : 28/08/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C.  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		P-01		MUESTRA	SPT-19	PROFUNDIDAD (m)	19.00 - 19.45
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		T.M.P 3/4"	
		COLOR DE MUESTRA : Gris amarillento oscuro					
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		A		DATOS DE LOS ENSAYOS			
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Húmeda	Método Utilizado	ASTM D4318
						Límite Líquido	Múltipunto
						Límite Plástico	Manual
Malla		Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M		Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad (ASTM D4318)	
N°	Abertura (mm)			Tipo Tamizado	FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019		
3 "	75.00	0	100	Simple	Límite Líquido ( LL )	35	
2 "	50.00	0	100	Fraaccionamiento	Límite Plástico ( LP )	23	
1 1/2 "	37.50	0	100	Tamiz N°	Índice Plástico ( IP )	12	
1 "	25.00	0	100	%PR	% Retenido de malla N° 40	36	
3/4 "	19.00	0	100	---	N.P. (No Plástico)		
3/8 "	9.50	0	100	Tamiz N°			
N° 4	4.75	9.7	94	---			
N° 10	2.00	10.9	87	Cu			
N° 20	0.850	20.9	74	Cc			
N° 40	0.425	17.2	64	Método de Ensayo (ASTM D2216)		A	
N° 60	0.250	12.7	56	FECHA DE EJECUCIÓN :		29/08/2019	
N° 100	0.150	12.9	48	(g) Peso tara + muestra húmeda	240.4		
N° 140	0.106	6.4	44	(g) Peso tara + muestra seca	214.4		
N° 200	0.075	4.3	41.0	Contenido de humedad (%)	21		
% Grava	% GG	0.0	6.0	Cantidad de muestra cumple con el ensayo	Cumple		
	% GF	6.0		Más de un tipo de material en la muestra	No		
% Arena	% AG	6.8	53.0	Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS		SC	
	% AM	23.7		Nombre de Grupo		Arena arcillosa	
	% AF	22.6		Observaciones:			
% Finos			41.0				



  
Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

  
Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-57142



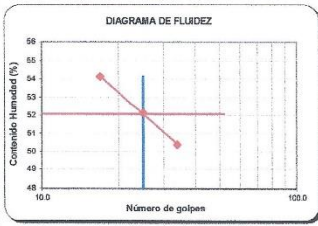
Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

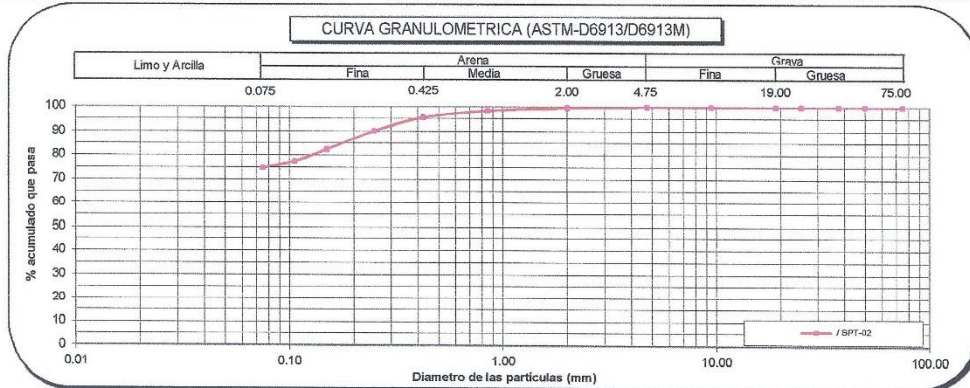
Los resultados solo están referenciados con la muestra ensayada. La muestra ha sido identificada y entregada en el laboratorio por el cliente.  
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.  
Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.


LABGEO-F-71 / Ver. 01 Laboratorio: Av. Nicolás Ayllón N° 9746 (Av Carretera Central km 13) - Ate Vitarte - Lima Página 1 de 1  
Telf.: (01) 6956927 / 993535196 / 989891817 e-mail: atencioncliente@labgeo-crvv.com www.labgeo-crvv.com

INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS

INFORME N° : LABGEO-19-143.27A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
Fecha de Recepción : 28/08/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C.  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		P-02		MUESTRA	SPT-02	PROFUNDIDAD (m)									
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		T.M.P N°4									
COLOR DE MUESTRA :		Pardo fuerte													
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		DATOS DE LOS ENSAYOS													
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Húmeda	Método Utilizado	ASTM D4318								
						Limite Líquido	Múltipunto								
						Limite Plástico	Manual								
Malla	Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M	 <p>DIAGRAMA DE FLUIDEZ</p> <p>Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plásticidad (ASTM D4318)</p> <p>FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019</p> <table border="1"> <tr><td>Limite Líquido ( LL )</td><td>52</td></tr> <tr><td>Limite Plástico ( LP )</td><td>30</td></tr> <tr><td>Índice Plástico ( IP )</td><td>22</td></tr> <tr><td>% Retenido de malla N° 40</td><td>4</td></tr> </table> <p>N.P. (No Plástico)</p>				Limite Líquido ( LL )	52	Limite Plástico ( LP )	30	Índice Plástico ( IP )	22	% Retenido de malla N° 40	4
Limite Líquido ( LL )	52														
Limite Plástico ( LP )	30														
Índice Plástico ( IP )	22														
% Retenido de malla N° 40	4														
N°	Abertura (mm)		Tipo Tamizado												
3 "	75.00	0	100												
2 "	50.00	0	100												
1 1/2 "	37.50	0	100												
			Fraccionamiento												
1 "	25.00	0	100												
3/4"	19.00	0	100												
3/8"	9.50	0	100												
N° 4	4.75	0	100												
N° 10	2.00	0.4	100												
N° 20	0.850	1.4	98												
N° 40	0.425	3.2	96												
N° 60	0.250	6.2	90												
N° 100	0.150	9	82												
N° 140	0.106	5.6	78												
N° 200	0.075	3.2	74.7												
% Grava	% GG	0.0	0.0												
	% GF	0.0													
% Arena	% AG	0.3													
	% AM	4.0	25.3												
	% AF	20.9													
% Finos			74.7												
Metodo de Ensayo (ASTM D2216)		A		Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS											
FECHA DE EJECUCIÓN :		29/08/2019		MH											
(g) Peso tara + muestra húmeda		244.2		Nombre de Grupo											
(g) Peso tara + muestra seca		203.5													
Contenido de humedad (%)		37		Limo elástico con arena											
Cantidad de muestra cumple con el ensayo		Cumple													
Más de un tipo de material en la muestra		No													
Observaciones:															



  
Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

  
Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-57142



Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.  
Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.



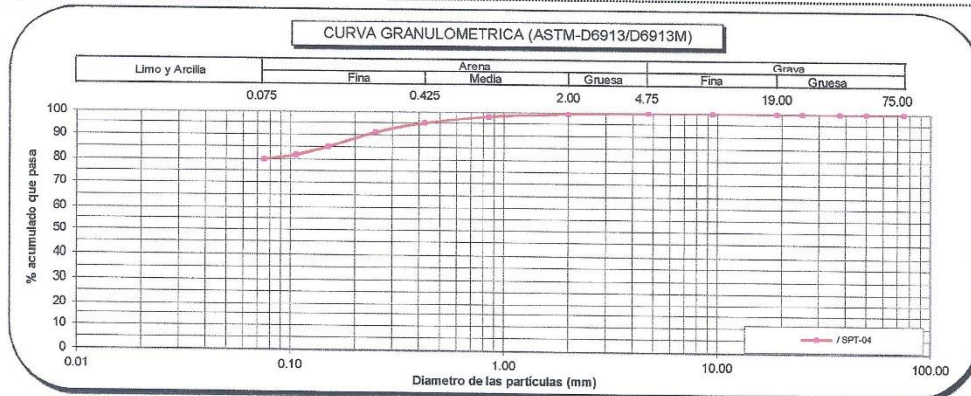
**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-129**



**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.26A.03      Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C.      Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		P-02		MUESTRA	SPT-04	PROFUNDIDAD (m)	
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		T.M.P N°4	
COLOR DE MUESTRA : Pardo							
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		DATOS DE LOS ENSAYOS					
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Método Utilizado	Limite Líquido	Múltipunto
			ASTM D4318	Húmeda	ASTM D4318	Limite Plástico	Manual
Malla	Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M	DIAGRAMA DE FLUIDEZ			
N°	Abertura (mm)		Tipo Tamizado Simple				
3"	75.00	0	100				
2"	50.00	0	100				
1 1/2"	37.50	0	100				
1"	25.00	0	100				
3/4"	19.00	0	100				
3/8"	9.50	0	100				
N° 4	4.75	0	100				
N° 10	2.00	0.8	100				
N° 20	0.850	2.2	98				
N° 40	0.425	4.8	95				
N° 60	0.250	6.3	91				
N° 100	0.150	9.7	85				
N° 140	0.106	5.2	82				
N° 200	0.075	3	80.0				
% Grava	% GG	0.0	0.0	Método de Ensayo (ASTM D2216)			
	% GF	0.0	0.0	FECHA DE EJECUCIÓN : 29/08/2019			
% Arena	% AG	0.5	20.0	(g) Peso tara + muestra húmeda	295.5		Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS
	% AM	4.4	20.0	(g) Peso tara + muestra seca	244.9		
% Finos	% AF	15.1	80.0	Contenido de humedad (%)		35	
				Cantidad de muestra cumple con el ensayo		Cumple	
				Más de un tipo de material en la muestra		No	
Observaciones:				Nombre de Grupo			
				Limo elástico con arena			



  
Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

  
Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-57142



Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.  
Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-129**

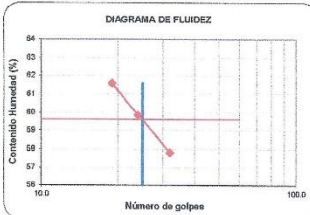


Registrese en: 1209

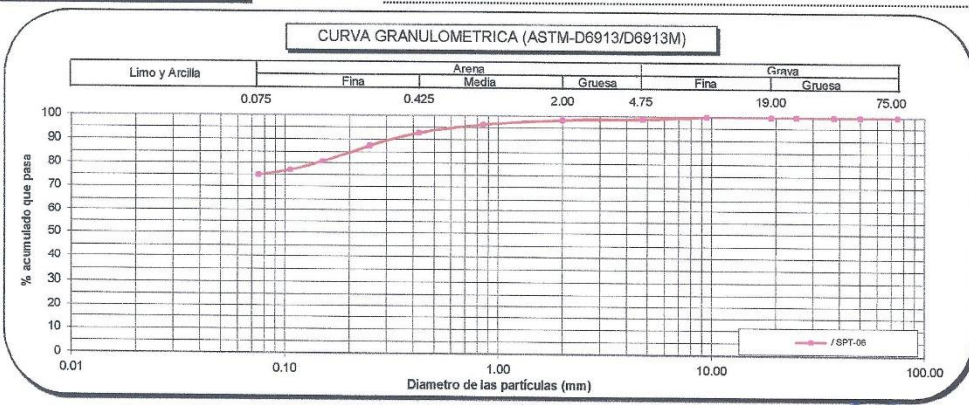
**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.29A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C. Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		P-02	MUESTRA	SPT-06	PROFUNDIDAD (m)	8.00 - 6.45
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular	DUREZA : Duro y Durable		T.M.P	3/4"
		COLOR DE MUESTRA : Pardo fuerte				
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		DATOS DE LOS ENSAYOS				
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Método Utilizado	Límite Líquido
			ASTM D4318	Húmeda	ASTM D4318	Límite Plástico
						Multipunto
						Manual
Malla		Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M		
N°	Abertura (mm)			Tipo Tamizado		
3 "	76.00	0	100	Simple		
2 "	50.00	0	100	Fraaccionamiento		
1 1/2 "	37.50	0	100	Tamiz N°	%PR	
1 "	25.00	0	100	--	--	
3/4"	19.00	0	100	--	--	
3/8"	9.60	0	100	Tamiz N°	%PR	
N° 4	4.75	1.5	99	--	--	
N° 10	2.00	0.7	98	Cu	--	
N° 20	0.850	2.9	97	Cc	--	
N° 40	0.425	5.4	93			
N° 60	0.250	7.6	88			
N° 100	0.150	10.2	81			
N° 140	0.106	5.3	77			
N° 200	0.075	3.2	74.9			
% Grava	% GG	0.0	1.0	Método de Ensayo (ASTM D2216)		
	% GF	1.0		FECHA DE EJECUCIÓN : 29/08/2019		
% Arena	% AG	0.5	24.1	(g) Peso tara + muestra húmeda	242.2	Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS
	% AM	5.7		(g) Peso tara + muestra seca	201.7	CH
% Finos	% AF	17.9	74.9	Contenido de humedad (%)	36	Nombre de Grupo
				Cantidad de muestra cumple con el ensayo	Cumple	Arcilla gruesa con arena
				Más de un tipo de material en la muestra	No	
Observaciones:						



Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad (ASTM D4318)	
FECHA DE EJECUCIÓN :	02/09/2019
Límite Líquido ( LL )	60
Límite Plástico ( LP )	26
Índice Plástico ( IP )	34
% Retenido de malla N° 40	7
N.P. (No Plástico)	



Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-57142

Referencia ASTM D2216-10 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass  
ASTM D4318-17e1 Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils  
ASTM D6913/D6913M -17 Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis  
ASTM D2487-17 Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.  
Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

LABGEO-F-71 / Ver. 01 Laboratorio: Av. Nicolás Aylón N° 9746 (Av Carretera Central km 13) - Ate Vitarte - Lima Página 1 de 1  
Telf.: (01) 6956927 / 993535196 / 989891817 e-mail: atencioncliente@labgeo-crvv.com www.labgeo-crvv.com



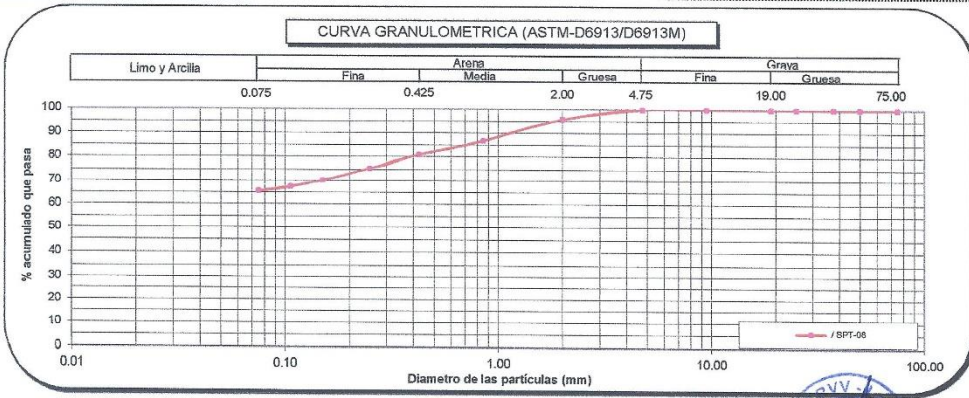
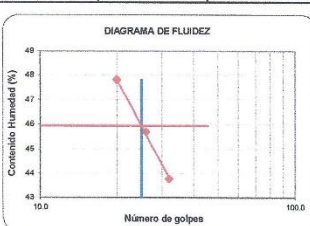
**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-129**



**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.30A.03      Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C.      Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		P-02		MUESTRA	SPT-08	PROFUNDIDAD (m)	8.00 - 8.45
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		T.M.P N°4	
COLOR DE MUESTRA : Pardo fuerte							
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		DATOS DE LOS ENSAYOS					
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Método Utilizado	Limite Líquido	Múltipunto
			ASTM D4318	Húmeda	ASTM D4318	Limite Plástico	Manual
Malla		Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M		Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plasticidad (ASTM D4318)	
Nº	Abertura (mm)			Tipo Tamizado	FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019		
3 "	75.00	0	100	Simple	Limite Líquido ( LL )	46	
2 "	50.00	0	100	Fraaccionamiento	Limite Plástico ( LP )	29	
1 1/2 "	37.50	0	100	Tamiz N°	Índice Plástico ( IP )	17	
1 "	25.00	0	100	%PR	% Retenido de malla N° 40	19	
3/4 "	19.00	0	100	--	N.P. (No Plástico)		
3/8 "	9.50	0	100	Tamiz N°			
N° 4	4.75	0	100	--			
N° 10	2.00	6.3	96	Cu			
N° 20	0.850	14.7	87	Cc			
N° 40	0.425	9.6	81	Método de Ensayo (ASTM D2216)		Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS	
N° 60	0.250	8.4	76	FECHA DE EJECUCIÓN :	ML		
N° 100	0.150	8.5	70	(g) Peso tara + muestra húmeda	308.1		
N° 140	0.106	4.5	67	(g) Peso tara + muestra seca	258.8		
N° 200	0.075	3	65.5	Contenido de humedad (%)	35		
% Grava	% GG	0.0	0.0	Cantidad de muestra cumple con el ensayo	Cumple		
	% GF	0.0		Más de un tipo de material en la muestra	No		
% Arena	% AG	3.9	34.5	Observaciones:			
	% AM	15.2					
	% AF	15.3					
% Finos			65.5				



*Christian Romero Cristobal*  
Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

*Ing. David Vásquez López*  
Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-67142



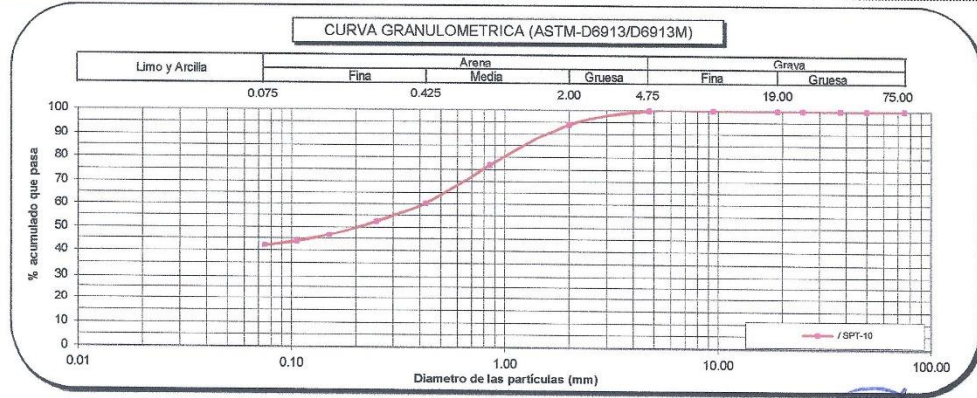
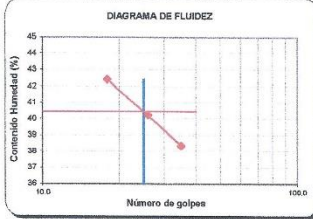
Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C. Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.31A.03      Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C.      Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		P-02		MUESTRA	SPT-10	PROFUNDIDAD (m)	10.00 - 10.45
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		T.M.P N°4	
COLOR DE MUESTRA : Pardo oscuro							
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		DATOS DE LOS ENSAYOS					
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Húmeda	Método Utilizado	ASTM D4318
						Límite Líquido	Múltipunto
						Límite Plástico	Manual
Malla	Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M		Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad (ASTM D4318)		
N°	Abertura (mm)		Tipo Tamizado		FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019		
3 "	75.00	0	Simple		Límite Líquido ( LL ) 40		
2 "	50.00	0	Fraccionamiento		Límite Plástico ( LP ) 26		
1 1/2 "	37.50	0	Tamiz N°	%PR	Índice Plástico ( IP ) 14		
1 "	25.00	0	---	---	% Retenido de malla N° 40 40		
3/4 "	19.00	0	Tamiz N°	%PR	N.P. (No Plástico)		
3/8 "	9.50	0	---	---			
N° 4	4.75	0	---	---			
N° 10	2.00	9.7	Cu	---			
N° 20	0.850	29.1	Cc	---			
N° 40	0.425	27.4					
N° 60	0.250	12.9					
N° 100	0.150	10.1					
N° 140	0.106	4.3					
N° 200	0.075	3.1					
% Grava	% GG	0.0	Método de Ensayo (ASTM D2216)		Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS		
% GF	0.0	0.0	FECHA DE EJECUCIÓN :		29/08/2019		
% AG	5.8	57.7	(g) Peso tara + muestra húmeda		352.8		
% AM	33.8		(g) Peso tara + muestra seca		299.2		
% AF	18.2		Contenido de humedad (%)		29		
			Cantidad de muestra cumple con el ensayo		Cumple		
			Más de un tipo de material en la muestra		No		
Observaciones:							



Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-5742



Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados solo son válidos en relación con la muestra ensayada. La muestra no visto identificada y entregada en el laboratorio por el cliente.  
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.  
Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-129**

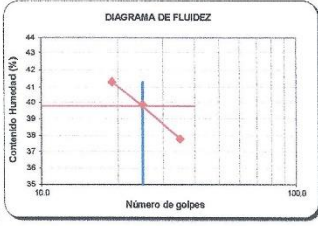


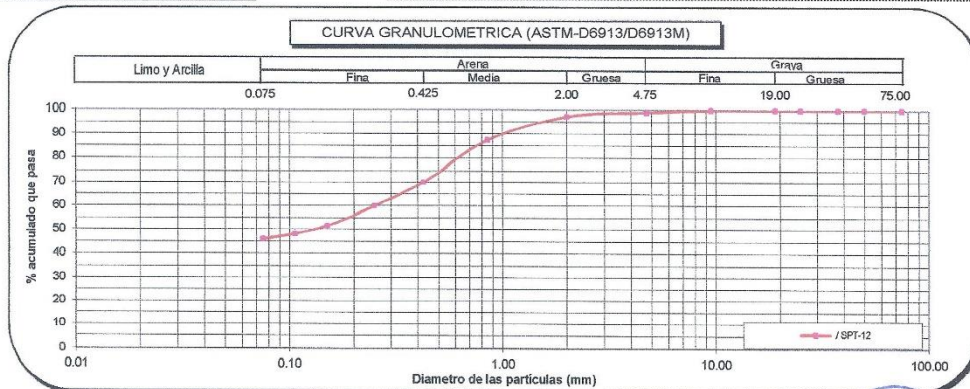
**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.32A.03      Fecha de Emisión : 6/09/2019  
Fecha de Recepción : 28/08/2019

SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C.  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		P-02		MUESTRA	SPT-12	PROFUNDIDAD (m)		12.00 - 12.45		
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular		DUREZA : Duro y Durable		T.M.P		%		
COLOR DE MUESTRA : Pardo oscuro										
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		A		DATOS DE LOS ENSAYOS						
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Húmeda	Método Utilizado	ASTM D4318	Límite Líquido	Múltipunto	
								Límite Plástico	Manual	
Malla		Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M		DIAGRAMA DE FLUIDEZ				
N°	Abertura (mm)			Tipo Tamizado						
3"	75.00	0	100	Simple						
2"	50.00	0	100	Fraccionamiento						
1 1/2"	37.50	0	100	Tamiz N°						%PR
1"	25.00	0	100	--						--
3/4"	19.00	0	100	--						--
3/8"	9.50	0	100	Tamiz N°						%PR
N° 4	4.75	1.3	99	--						--
N° 10	2.00	2.6	97	Cu						--
N° 20	0.850	15	87	Cc						--
N° 40	0.425	26.1	70	Método de Ensayo (ASTM D2216)		A		Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS		
N° 60	0.250	15.3	60	FECHA DE EJECUCIÓN :		29/08/2019		SC		
N° 100	0.150	12.5	52	(g) Peso tara + muestra húmeda	288.3					
N° 140	0.106	5.1	48	(g) Peso tara + muestra seca	245.9					
N° 200	0.075	3.3	46.1	Contenido de humedad (%)		28		Nombre de Grupo		
% Grava	% GG	0.0	0.9	Cantidad de muestra cumple con el ensayo		Cumple		Arena arcillosa		
	% GF	0.9		Más de un tipo de material en la muestra		No				
% Arena	% AG	1.7	53.0	Observaciones:						
	% AM	27.3								
	% AF	24.0								
% Finos			46.1							



  
Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

  
Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-57142



Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.  
Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.





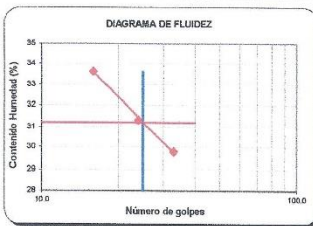
**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-129**



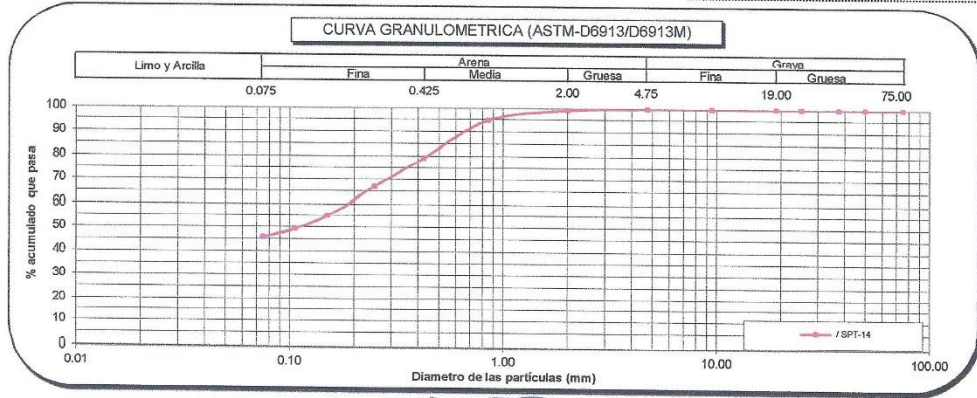
**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.33A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
Fecha de Recepción : 28/08/2019  
 SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C.  
 DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
 PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
 UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		P-02	MUESTRA	SPT-14	PROFUNDIDAD (m)	14.00 - 14.45
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular	DUREZA : Duro y Durable		T.M.P	N°4
COLOR DE MUESTRA : Gris amarillento oscuro						
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		DATOS DE LOS ENSAYOS				
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D6913/D6913M	Seca al aire	Método Utilizado	Limite Líquido
			ASTM D4318	Húmeda	ASTM D4318	Limite Plástico
						Multipunto
						Manual
Malla		Masa retenido g.	% que pasa (± 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M		
N°	Abertura (mm)			Tipo Tamizado		
3 "	75.00	0	100	Simple		
2 "	50.00	0	100	Fraccionamiento		
1 1/2 "	37.50	0	100	Tamiz N°	%PR	
1 "	25.00	0	100	--	--	
3/4 "	19.00	0	100	Tamiz N°	%PR	
3/8 "	9.50	0	100	--	--	
N° 4	4.75	0	100	--	--	
N° 10	2.00	1.1	99	Cu	--	
N° 20	0.850	7.4	95	Cc	--	
N° 40	0.425	25.9	79			
N° 60	0.250	20.3	67			
N° 100	0.150	19.9	55			
N° 140	0.106	9.2	49			
N° 200	0.075	5.6	46.0			
% Grava	% GG	0.0	0.0	Método de Ensayo (ASTM D2216)		
	% GF	0.0	0.0	FECHA DE EJECUCIÓN :		
	% AG	0.7	0.7	A		
% Arena	% AM	20.1	54.0	29/08/2019		
	% AF	33.2	33.2	Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS		
% Finos			46.0	SC		
				Nombre de Grupo		
				Arena arcillosa		
Observaciones:						



Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plasticidad (ASTM D4318)	
FECHA DE EJECUCIÓN :	02/09/2019
Limite Líquido ( LL )	31
Limite Plástico ( LP )	22
Índice Plástico ( IP )	9
% Retenido de malla N° 40	21
N.P. (No Plástico)	



Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-57142

Referencia ASTM D2216-10 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass  
 ASTM D4318-17e1 Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils  
 ASTM D6913/D6913M-17 Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis  
 ASTM D2487-17 Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

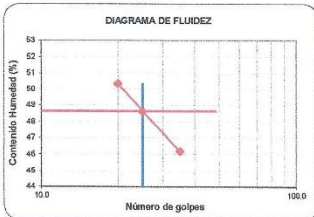
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.  
 Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

LABGEO-F-71 / Ver. 01 Laboratorio: Av. Nicolás Ayllón N° 9746 (Av Carretera Central km 13) - Ate Vitarte - Lima Página 1 de 1  
 Telf.: (01) 6956927 / 993535196 / 989891817 e-mail: atencioncliente@labgeo-crvv.com www.labgeo-crvv.com

**INFORME DE ENSAYO - CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

INFORME N° : LABGEO-19-143.34A.03 Fecha de Emisión : 6/09/2019  
SOLICITANTE : V&V Ingenieros Contratistas S.A.C. Fecha de Recepción : 28/08/2019  
DIRECCION : Mz. N Lote. 9 Urb. Pop. Tinguña Valle (Altura Posta Médica) Ica - Ica - Parcona  
PROYECTO : Mejoramiento de los servicios de salud en el Hospital San Martín de Pangoa, Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín  
UBICACIÓN : Distrito de Pangoa, Provincia de Satipo - Junín

IDENTIFICACIÓN		P-02	MUESTRA	SPT-16	PROFUNDIDAD (m)	16.00 - 16.45
CARACTERÍSTICA DEL MATERIAL (VISUAL)		FORMA : Sub angular	DUREZA : Duro y Durable		T.M.P	N°4
MATERIAL (VISUAL)		COLOR DE MUESTRA : Pardo oscuro				
Método de ensayo ASTM D6913 / D6913M		A	DATOS DE LOS ENSAYOS			
FECHA DE EJECUCIÓN : 30/08/2019		Preparación de Muestra	ASTM D8913/D6913M	Seca al aire	Método Utilizado	Múltipunto
			ASTM D4318	Húmeda	ASTM D4318	Manual
Malla		Masa retenido g.	% que pasa (1 ó 0.1%)	Método ASTM D6913/D6913M		
N°	Abertura (mm)			Tipo Tamizado		
3 "	75.00	0	100	Simple		
2 "	50.00	0	100	Fractionamiento		
1 1/2 "	37.50	0	100	Tamiz N°	%PR	
1 "	25.00	0	100	--	--	
3/4 "	19.00	0	100	Tamiz N°	%PR	
3/8 "	9.50	0	100	--	--	
N° 4	4.75	0	100	--	--	
N° 10	2.00	3.3	96	Cu	--	
N° 20	0.850	3.2	92	Cc	--	
N° 40	0.425	5.4	85			
N° 60	0.250	6.8	76			
N° 100	0.150	7.6	66			
N° 140	0.106	3	62			
N° 200	0.075	1.9	59.5			
% Grava	% GG	0.0	0.0	Método de Ensayo (ASTM D2216)		
	% GF	0.0	0.0	FECHA DE EJECUCIÓN : 29/08/2019		
	% AG	4.3	4.3	(g) Peso tara + muestra húmeda	213.2	Sistema Unificado de Clasificación de Suelo SUCS
% Arena	% AM	11.2	40.5	(g) Peso tara + muestra seca	188.4	<b>ML</b>
	% AF	25.1	25.1	Contenido de humedad (%)	26	Nombre de Grupo
% Finos			59.5	Cantidad de muestra cumple con el ensayo	Cumple	<b>Limo arenoso</b>
				Más de un tipo de material en la muestra	No	
Observaciones:						

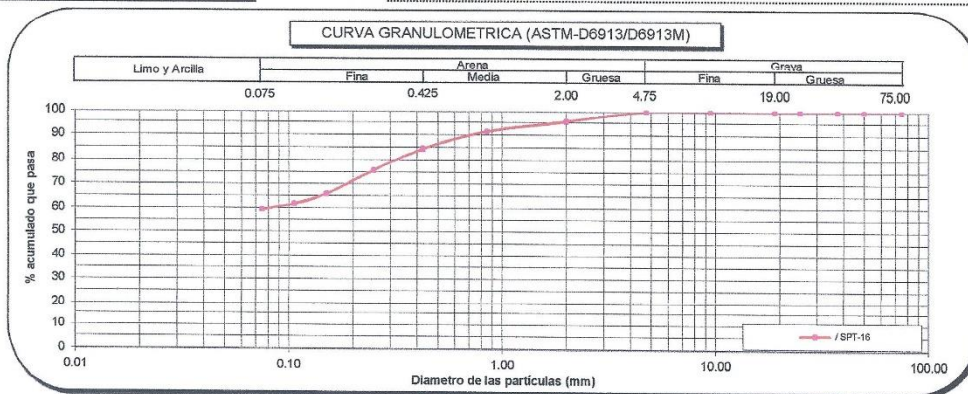


Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plásticidad (ASTM D4318)


FECHA DE EJECUCIÓN : 02/09/2019

Limite Líquido ( LL )	49
Limite Plástico ( LP )	32
Índice Plástico ( IP )	17
% Retenido de malla N° 40	15

N.P. (No Plástico)



  
Christian Romero Cristobal  
Jefe de Laboratorio

  
Ing. David Vásquez López  
Director de Laboratorio  
CIP-5742



Referencia	ASTM D2216-10	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
	ASTM D4318-17e1	Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
	ASTM D6913/D6913M -17	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
	ASTM D2487-17	Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de Calidad de LABGEO CRVV S.A.C.  
Prohibido la reproducción Total o Parcial, excepto con autorización previa y por escrito de LABGEO CRVV S.A.C.

### 3. RESULTADOS ALL PILE 7.2

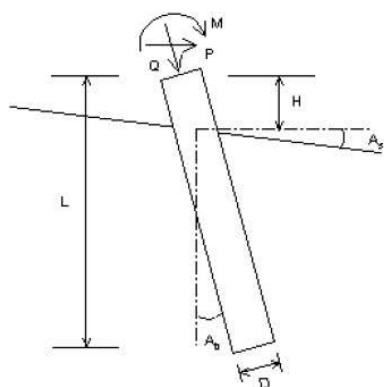
### 3.1. CONDICIÓN ESTÁTICA Y DINÁMICA

### Condición Estática y Dinámica

Pilote de 5.00 metros y 10 pulg. de diametro

## VERTICAL ANALYSIS

Figure 1



Drilled Pile (dia <=24 in. or 61 cm)

#### Loads:

Load Factor for Vertical Loads= 1.0  
Load Factor for Lateral Loads= 1.0  
Loads Supported by Pile Cap= 0 %  
Shear Condition: Static

Vertical Load, Q= 0.0 -kN  
Shear Load, P= 0.0 -kN  
Moment, M= 0.0 -kN-m

#### Profile:

Pile Length, L= 5.0 -m  
Top Height, H= -3.5 -m  
Slope Angle, As= 0  
Batter Angle, Ab= 0

#### Soil Data:

Depth -m	Gamma -kN/m3	Phi	C -kN/m2	K -MN/m3	e50 or Dr %	Nspt	Depth -m	Width -cm	Area -cm2	Per. -cm	I -cm4	E -MP	Weight -kN/m
0	15.5	0.0	6.0	3.8	3.53	1	0.0	25.4	506.7	79.8	20431.7	20683	1.196
1	20.1	0.0	53.9	72.6	0.93	9	5.0	25.4	506.7	79.8	20431.7	20683	1.196
2	19.2	0.0	35.9	37.1	1.19	6							
3	20.6	0.0	71.8	110.5	0.78	12							
4	20.6	0.0	77.8	123.6	0.74	13							
5	20.8	0.0	101.7	178.2	0.63	17							
6	20.9	0.0	119.7	221.0	0.57	20							
7	20.7	0.0	83.8	136.9	0.71	14							
8	21.3	0.0	179.6	371.1	0.45	30							
9	20.6	0.0	71.8	110.5	0.78	12							

#### Pile Data:

#### Vertical capacity:

Weight above Ground= 0.00 Total Weight= 5.97-kN \*Soil Weight is not included  
Side Resistance (Down)= 404.640-kN Side Resistance (Up)= 404.640-kN  
Tip Resistance (Down)= 42.420-kN Tip Resistance (Up)= 0.000-kN  
Total Ultimate Capacity (Down)= 447.061-kN Total Ultimate Capacity (Up)= 410.610-kN  
Total Allowable Capacity (Down)= 149.020-kN Total Allowable Capacity (Up)= 140.849-kN  
OK! Qallow > Q

#### Settlement Calculation:

At Q= 0.00-kN Settlement= 0.00000-cm  
At Xallow= 2.50-cm Qallow= 327.07480-kN

Note: If the program cannot find a result or the result exceeds the upper limit. The result will be displayed as 9999.



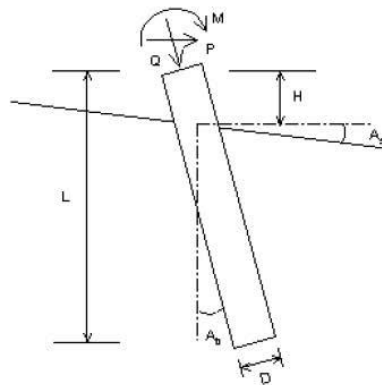
**JR GEOCONSULTORES  
E INGENIEROS S.R.L**

### Condición Estática y Dinámica

Pilote de 6.00 metros y 10 pulg. de diametro

## VERTICAL ANALYSIS

Figure 1



Drilled Pile (dia <=24 in. or 61 cm)

#### Loads:

Load Factor for Vertical Loads= 1.0  
Load Factor for Lateral Loads= 1.0  
Loads Supported by Pile Cap= 0 %  
Shear Condition: Static

Vertical Load, Q= 0.0 -kN  
Shear Load, P= 0.0 -kN  
Moment, M= 0.0 -kN-m

#### Profile:

Pile Length, L= 6.0 -m  
Top Height, H= -3.5 -m  
Slope Angle, As= 0  
Batter Angle, Ab= 0

Soil Data:							Pile Data:						
Depth -m	Gamma -kN/m <sup>3</sup>	Phi	C -kN/m <sup>2</sup>	K -MN/m <sup>3</sup>	e50 or Dr %	Nspt	Depth -m	Width -cm	Area -cm <sup>2</sup>	Per. -cm	I -cm <sup>4</sup>	E -MP	Weight -kN/m
0	15.5	0.0	6.0	3.8	3.53	1	0.0	25.4	506.7	79.8	20431.7	20683	1.196
1	20.1	0.0	53.9	72.6	0.93	9	6.0	25.4	506.7	79.8	20431.7	20683	1.196
2	19.2	0.0	35.9	37.1	1.19	6							
3	20.6	0.0	71.8	110.5	0.78	12							
4	20.6	0.0	77.8	123.6	0.74	13							
5	20.8	0.0	101.7	178.2	0.63	17							
6	20.9	0.0	119.7	221.0	0.57	20							
7	20.7	0.0	83.8	136.9	0.71	14							
8	21.3	0.0	179.6	371.1	0.45	30							
9	20.6	0.0	71.8	110.5	0.78	12							

#### Vertical capacity:

Weight above Ground= 0.00 Total Weight= 7.17-kN \*Soil Weight is not included  
Side Resistance (Down)= 505.089-kN Side Resistance (Up)= 505.089-kN  
Tip Resistance (Down)= 32.743-kN Tip Resistance (Up)= 0.000-kN  
Total Ultimate Capacity (Down)= 537.832-kN Total Ultimate Capacity (Up)= 512.261-kN  
Total Allowable Capacity (Down)= 179.277-kN Total Allowable Capacity (Up)= 175.535-kN  
OK! Qallow > Q

#### Settlement Calculation:

At Q= 0.00-kN Settlement= 0.00000-cm  
At Xallow= 2.50-cm Qallow= 406.66794-kN

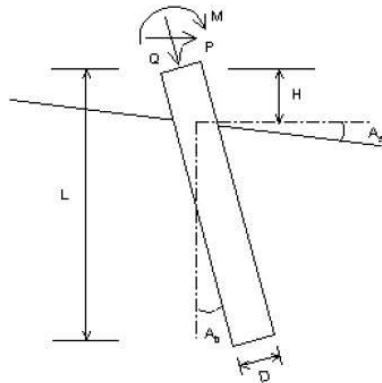
Note: If the program cannot find a result or the result exceeds the upper limit. The result will be displayed as 9999.

### Condición Estática y Dinámica

Pilote de 7.00 metros y 10 pulg. de diametro

## VERTICAL ANALYSIS

Figure 1



Drilled Pile (dia <=24 in. or 61 cm)

#### Loads:

Load Factor for Vertical Loads= 1.0  
Load Factor for Lateral Loads= 1.0  
Loads Supported by Pile Cap= 0 %  
Shear Condition: Static

Vertical Load, Q= 0.0 -kN  
Shear Load, P= 0.0 -kN  
Moment, M= 0.0 -kN-m

#### Profile:

Pile Length, L= 7.0 -m  
Top Height, H= -3.5 -m  
Slope Angle, As= 0  
Batter Angle, Ab= 0

#### Soil Data:

Depth -m	Gamma -kN/m <sup>3</sup>	Phi	C -kN/m <sup>2</sup>	K -MN/m <sup>3</sup>	e50 or Dr %	Nspt
0	15.5	0.0	6.0	3.8	3.53	1
1	20.1	0.0	53.9	72.6	0.93	9
2	19.2	0.0	35.9	37.1	1.19	6
3	20.6	0.0	71.8	110.5	0.78	12
4	20.6	0.0	77.8	123.6	0.74	13
5	20.8	0.0	101.7	178.2	0.63	17
6	20.9	0.0	119.7	221.0	0.57	20
7	20.7	0.0	83.8	136.9	0.71	14
8	21.3	0.0	179.6	371.1	0.45	30
9	20.6	0.0	71.8	110.5	0.78	12

#### Pile Data:

Depth -m	Width -cm	Area -cm <sup>2</sup>	Per. -cm	I -cm <sup>4</sup>	E -MP	Weight -kN/m
0.0	25.4	506.7	79.8	20431.7	20683	1.196
7.0	25.4	506.7	79.8	20431.7	20683	1.196

#### Vertical capacity:

Weight above Ground= 0.00 Total Weight= 8.36-kN \*Soil Weight is not included  
Side Resistance (Down)= 561.656-kN Side Resistance (Up)= 561.657-kN  
Tip Resistance (Down)= 32.743-kN Tip Resistance (Up)= 0.000-kN  
Total Ultimate Capacity (Down)= 594.399-kN Total Ultimate Capacity (Up)= 570.012-kN  
Total Allowable Capacity (Down)= 198.133-kN Total Allowable Capacity (Up)= 195.574-kN  
OK! Qallow > Q

#### Settlement Calculation:

At Q= 0.00-kN Settlement= 0.000000-cm  
At Xallow= 2.50-cm Qallow= 453.34286-kN

Note: If the program cannot find a result or the result exceeds the upper limit. The result will be displayed as 9999.



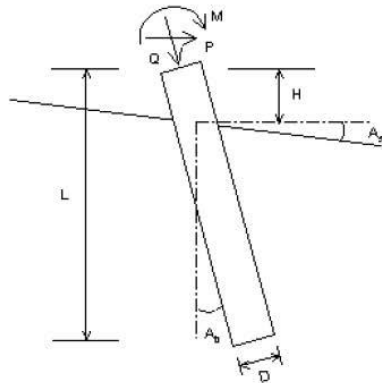
**JR GEOCONSULTORES  
E INGENIEROS S.R.L**

### Condición Estática y Dinámica

Pilote de 8.00 metros y 10 pulg. de diametro

## VERTICAL ANALYSIS

Figure 1



Drilled Pile (dia <=24 in. or 61 cm)

#### Loads:

Load Factor for Vertical Loads= 1.0  
Load Factor for Lateral Loads= 1.0  
Loads Supported by Pile Cap= 0 %  
Shear Condition: Static

Vertical Load, Q= 0.0 -kN  
Shear Load, P= 0.0 -kN  
Moment, M= 0.0 -kN-m

#### Profile:

Pile Length, L= 8.0 -m  
Top Height, H= -3.5 -m  
Slope Angle, As= 0  
Batter Angle, Ab= 0

#### Soil Data:

Depth -m	Gamma -kN/m <sup>3</sup>	Phi	C -kN/m <sup>2</sup>	K -MN/m <sup>3</sup>	e50 or Dr %	Nspt
0	15.5	0.0	6.0	3.8	3.53	1
1	20.1	0.0	53.9	72.6	0.93	9
2	19.2	0.0	35.9	37.1	1.19	6
3	20.6	0.0	71.8	110.5	0.78	12
4	20.6	0.0	77.8	123.6	0.74	13
5	20.8	0.0	101.7	178.2	0.63	17
6	20.9	0.0	119.7	221.0	0.57	20
7	20.7	0.0	83.8	136.9	0.71	14
8	21.3	0.0	179.6	371.1	0.45	30
9	20.6	0.0	71.8	110.5	0.78	12

#### Pile Data:

Depth -m	Width -cm	Area -cm <sup>2</sup>	Per. -cm	I -cm <sup>4</sup>	E -MP	Weight -kN/m
0.0	25.4	506.7	79.8	20431.7	20683	1.196
8.0	25.4	506.7	79.8	20431.7	20683	1.196

#### Vertical capacity:

Weight above Ground= 0.00 Total Weight= 9.56-kN \*Soil Weight is not included  
Side Resistance (Down)= 619.976-kN Side Resistance (Up)= 619.979-kN  
Tip Resistance (Down)= 32.743-kN Tip Resistance (Up)= 0.000-kN  
Total Ultimate Capacity (Down)= 652.719-kN Total Ultimate Capacity (Up)= 629.543-kN  
Total Allowable Capacity (Down)= 217.573-kN Total Allowable Capacity (Up)= 216.224-kN  
OK! Qallow > Q

#### Settlement Calculation:

At Q= 0.00-kN Settlement= 0.000000-cm  
At Xallow= 2.50-cm Qallow= 502.94812-kN

Note: If the program cannot find a result or the result exceeds the upper limit. The result will be displayed as 9999.

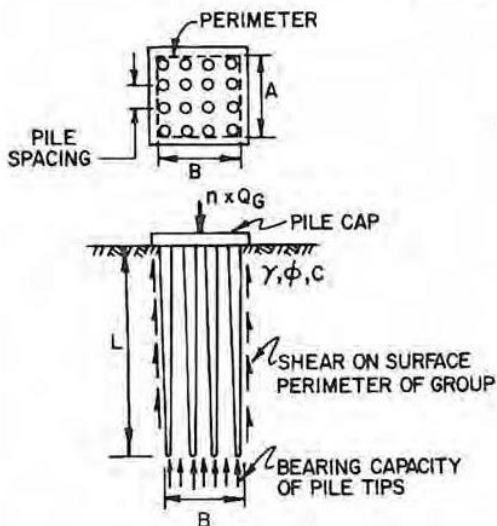
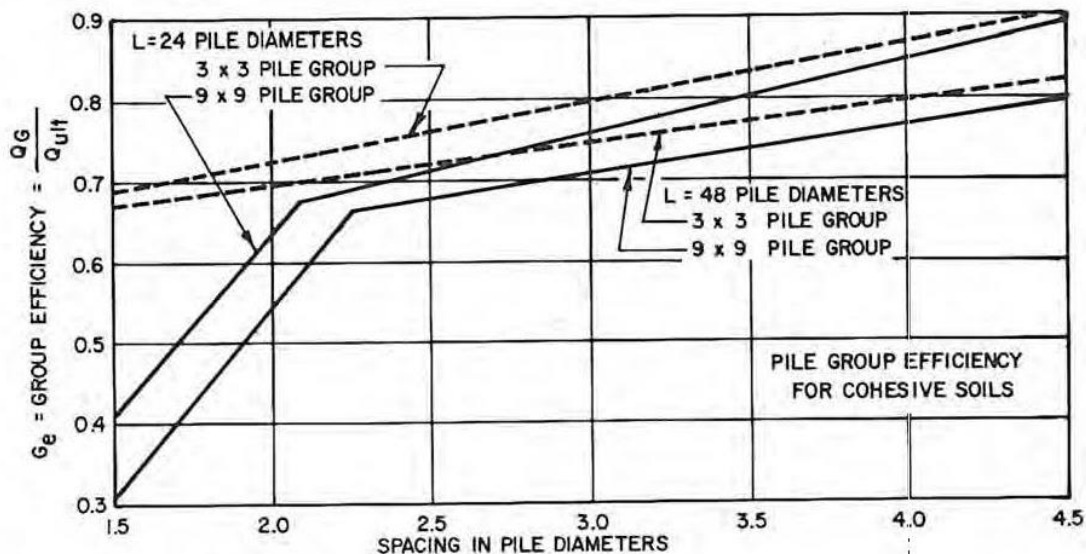


JR GEOCONSULTORES  
E INGENIEROS S.R.L

## 4. FACTOR DE REDUCCIÓN



**FACTOR DE REDUCCIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE LOS PILOTES POR EFECTO DE GRUPO**



**DEFINITIONS**

$Q_G$  = ULTIMATE LOAD CAPACITY OF PILE IN GROUP  
 $Q_{ult}$  = ULTIMATE LOAD CAPACITY OF ISOLATED PILE  
 $n$  = NUMBER OF PILES IN GROUP

$G_e = \frac{Q_G}{Q_{ult}}$  FOR COHESIVE SOILS

$2R$  = PILE DIAMETER

$Q_G$  AND  $Q_{ult}$  ARE APPLIED LOADS ONLY. WEIGHT OF PILES AND ENCLOSED SOIL IS BALANCED BY WEIGHT OF OVERBURDEN AND IS NOT CONSIDERED.

**BEARING CAPACITY OF PILE GROUP**

$Q_{ult} = (cN_c) \pi R^2 + C_A 2 \pi RL$  (OBTAIN  $C_A$  AND  $N_c$  FROM FIGURE 2)

ULTIMATE LOAD OF GROUP =  $nQ_G = G_e n Q_{ult}$

**Bearing Capacity of Pile Groups in Cohesive Soils**

Referencia: "NAVFAC DM 7.2"

Foundation and Earth Structures - Design Manual 7.2  
 Department of the Navy Naval Facilities Engineering Command  
 Alexandria, Va, Mayo 1982

## 5. COMPRESIÓN Y TRACCIÓN DE PILOTES

## 5.1. CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA POR COMPRESIÓN Y TRACCIÓN DE PILOTES

CUADRO RESUMEN DE CAPACIDAD DE CARGA POR COMPRESIÓN  
CONDICIÓN ESTÁTICA FS=3

PERFORACIÓN	PROFUNDIDAD DE PUNTA DE PILOTE (msnm)	PROFUNDIDAD DE PUNTA DE PILOTE (m)	TIPO DE PILOTE	DIÁMETRO (m)	CAPACIDAD DE CARGA POR COMPRESIÓN (Tn)			
					Qp	Qf	Qult	Qadm=Qult/FS
P - 01	949.50	8.50	Perforado	0.25	3	41	44	15
	948.50	9.50		0.25	3	51	54	18
	947.50	10.50		0.25	3	56	59	20
	946.50	11.50		0.25	3	62	65	22

CUADRO RESUMEN DE CAPACIDAD DE CARGA POR COMPRESIÓN  
CONDICIÓN SÍSMICA FS=2.5

PERFORACIÓN	PROFUNDIDAD DE PUNTA DE PILOTE (msnm)	PROFUNDIDAD DE PUNTA DE PILOTE (m)	TIPO DE PILOTE	DIÁMETRO (m)	CAPACIDAD DE CARGA POR COMPRESIÓN (Tn)			
					Qp	Qf	Qult	Qadm=Qult/FS
P - 01	949.50	8.50	Perforado	0.25	3	41	44	18
	948.50	9.50		0.25	3	51	54	22
	947.50	10.50		0.25	3	56	59	24
	946.50	11.50		0.25	3	62	65	26

CUADRO RESUMEN DE CAPACIDAD DE CARGA POR TRACCIÓN  
CONDICIÓN ESTÁTICA FS=3

PERFORACIÓN	PROFUNDIDAD DE PUNTA DE PILOTE (msnm)	PROFUNDIDAD DE PUNTA DE PILOTE (m)	TIPO DE PILOTE	DIÁMETRO (m)	CAPACIDAD DE CARGA POR TRACCIÓN (Tn)		
					Wp	Tult	Tadm=Tult/FS
P - 01	949.50	8.50	Perforado	0.25	1	41	15
	948.50	9.50		0.25	1	51	18
	947.50	10.50		0.25	1	56	20
	946.50	11.50		0.25	1	62	22

CUADRO RESUMEN DE CAPACIDAD DE CARGA POR TRACCIÓN  
CONDICIÓN SÍSMICA FS=2.5

PERFORACIÓN	PROFUNDIDAD DE PUNTA DE PILOTE (msnm)	PROFUNDIDAD DE PUNTA DE PILOTE (m)	TIPO DE PILOTE	DIÁMETRO (m)	CAPACIDAD DE CARGA POR TRACCIÓN (Tn)		
					Wp	Tult	Tadm=Tult/FS
P - 01	949.50	8.50	Perforado	0.25	1	41	17
	948.50	9.50		0.25	1	51	21
	947.50	10.50		0.25	1	56	23
	946.50	11.50		0.25	1	62	26

## 5.2. ASENTAMIENTO

### CÁLCULOS DE ASENTAMIENTO

**PILOTE HINCADO DE 10 PULG. DE DIAMETRO  
PROFUNDIDAD DE PUNTA 949.50 msnm**

Parámetro	Unidad	P - 01
Long. pilote	m	5.00
D pilote	m	0.25
A p	cm <sup>2</sup>	506.71
Q punta	Ton	3.00
Q fricción	Ton	41.00
Q total	Ton	44.00
% punta	%	6.82
% fricción	%	93.18
QA recom.	Ton	15.00
E	Kg/cm <sup>2</sup>	21000.00
as		0.67
cp		0.03
cs		0.12
ws	cm	1.43
wpp	cm	0.12
wps	cm	0.35
W total	cm	1.90

**PILOTE HINCADO DE 10 PULG. DE DIAMETRO  
PROFUNDIDAD DE PUNTA 948.50 msnm**

Parámetro	Unidad	P - 01
Long. pilote	m	6.00
D pilote	m	0.25
A p	cm <sup>2</sup>	506.71
Q punta	Ton	3.00
Q fricción	Ton	51.00
Q total	Ton	54.00
% punta	%	5.56
% fricción	%	94.44
QA recom.	Ton	18.00
E	Kg/cm <sup>2</sup>	21000.00
as		0.67
cp		0.03
cs		0.14
ws	cm	2.10
wpp	cm	0.10
wps	cm	0.34
W total	cm	2.53

### CÁLCULOS DE ASENTAMIENTO

**PILOTE HINCADO DE 10 PULG. DE DIAMETRO  
PROFUNDIDAD DE PUNTA 947.50 msnm**

Parámetro	Unidad	P - 01
Long. pilote	m	7.00
D pilote	m	0.25
A p	cm <sup>2</sup>	506.71
Q punta	Ton	3.00
Q fricción	Ton	56.00
Q total	Ton	59.00
% punta	%	5.08
% fricción	%	94.92
QA recom.	Ton	20.00
E	Kg/cm <sup>2</sup>	21000.00
as		0.67
cp		0.03
cs		0.16
ws	cm	2.67
wpp	cm	0.09
wps	cm	0.33
W total	cm	3.09

**PILOTE HINCADO DE 10 PULG. DE DIAMETRO  
PROFUNDIDAD DE PUNTA 946.50 msnm**

Parámetro	Unidad	P - 01
Long. pilote	m	8.00
D pilote	m	0.25
A p	cm <sup>2</sup>	506.71
Q punta	Ton	3.00
Q fricción	Ton	62.00
Q total	Ton	65.00
% punta	%	4.62
% fricción	%	95.38
QA recom.	Ton	22.00
E	Kg/cm <sup>2</sup>	21000.00
as		0.67
cp		0.03
cs		0.18
ws	cm	3.35
wpp	cm	0.08
wps	cm	0.32
W total	cm	3.76

## 6. ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR

## 6.1. PERFORACIÓN N°1

### CUADRO N° JR N° 172 (1 de 2)

#### ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT)

#### PERFORACIÓN WB - 01

N°	Profundidad (m)	Número de golpes cada 30 cm de penetración	Clasificación SUCS
1	1.00 - 1.45	5, 5, 7	MH
2	2.00 - 2.45	5, 4, 5	MH
3	3.00 - 3.45	7, 8, 9	MH
4	4.00 - 4.45	6, 7, 9	ML
5	5.00 - 5.45	6, 9, 11	ML
6	6.00 - 6.45	4, 5, 17	ML
7	7.00 - 7.45	7, 7, 8	ML
8	8.00 - 8.45	31, 22, 10	SM
9	9.00 - 9.45	5, 5, 8	ML
10	10.00 - 10.45	4, 10, 12	SM
11	11.00 - 11.45	3, 6, 9	ML
12	12.00 - 12.45	3, 5, 9	ML
13	13.00 - 13.45	8, 12, 19	SC
14	14.00 - 14.45	13, 16, 16	ML
15	15.00 - 15.45	11, 13, 38	SM
16	16.00 - 16.45	8, 10, 12	CL
17	17.00 - 17.45	11, 14, 16	ML
18	18.00 - 18.45	10, 12, 33	SM
19	19.00 - 19.45	8, 11, 36	SC
20	20.00 - 20.45	60 (RECHAZO 4")	

\* Los números entre paréntesis indican la penetración alcanzada con 60 golpes del martillo de 140 lb utilizado para el ensayo de penetración estándar.

## 6.2. PERFORACIÓN N° 2

### CUADRO N° JR N° 172 (2 de 2)

#### ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT)

#### PERFORACIÓN WB - 02

N°	Profundidad (m)	Número de golpes cada 30 cm de penetración	Clasificación SUCS
1	1.00 - 1.45	8, 8, 8	MH
2	2.00 - 2.45	4, 5, 4	MH
3	3.00 - 3.45	6, 7, 9	ML
4	4.00 - 4.45	14, 14, 17	MH
5	5.00 - 5.45	7, 9, 10	CL
6	6.00 - 6.45	80, 10, 15	MH
7	7.00 - 7.45	5, 6, 7	SM
8	8.00 - 8.45	8, 14, 39	ML
9	9.00 - 9.45	6, 6, 12	SC
10	10.00 - 10.45	5, 8, 13	SM
11	11.00 - 11.45	9, 12, 16	SM
12	12.00 - 12.45	5, 9, 11	SC
13	13.00 - 13.45	16, 12, 13	ML
14	14.00 - 14.45	5, 8, 11	SC
15	15.00 - 15.45	55 (RECHAZO 5.5")	SM

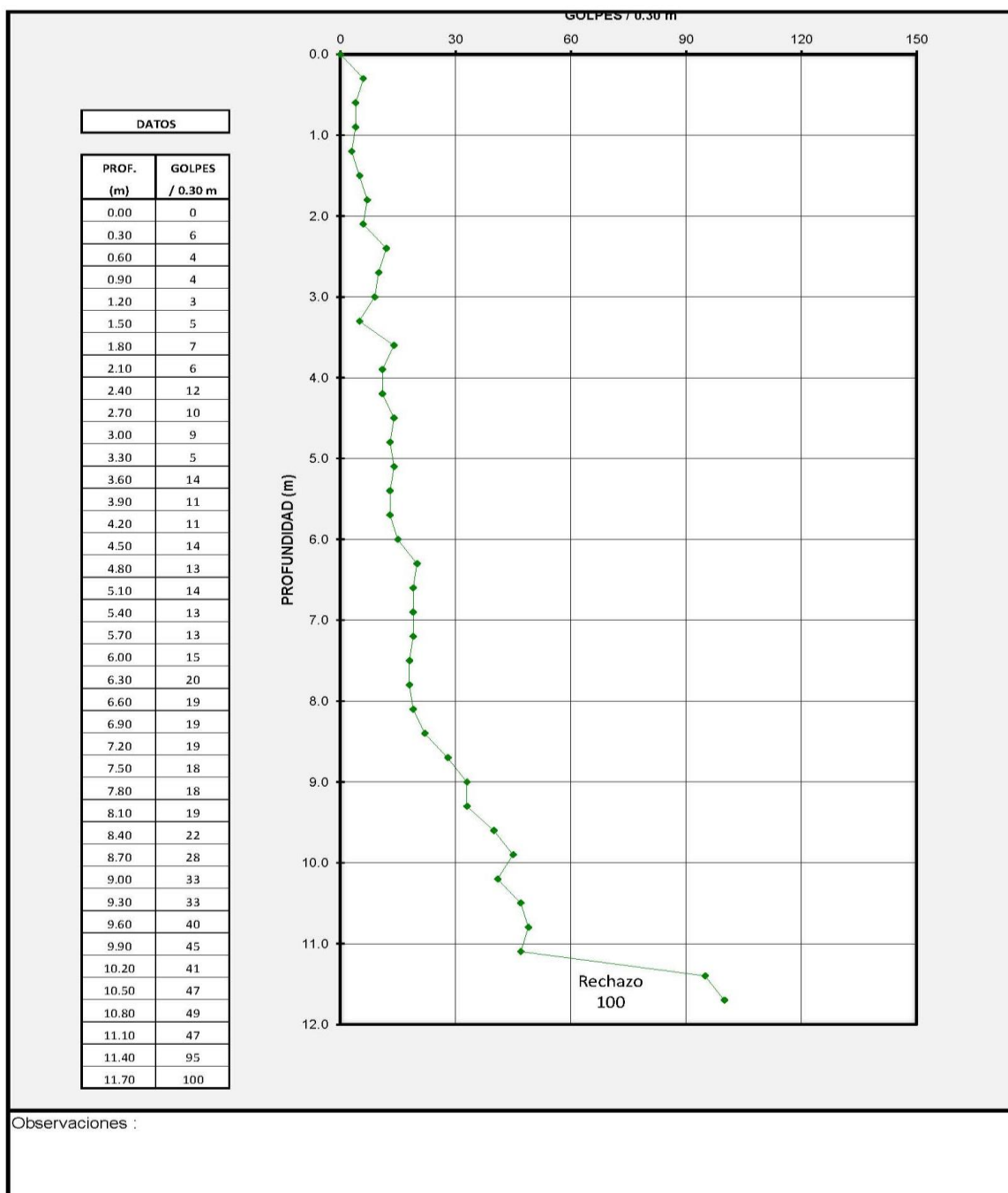
\* Los números entre paréntesis indican la penetración alcanzada con 60 golpes del martillo de 140 lb utilizado para el ensayo de penetración estándar.

## 7. ENSAYOS DE CONO DE PECK



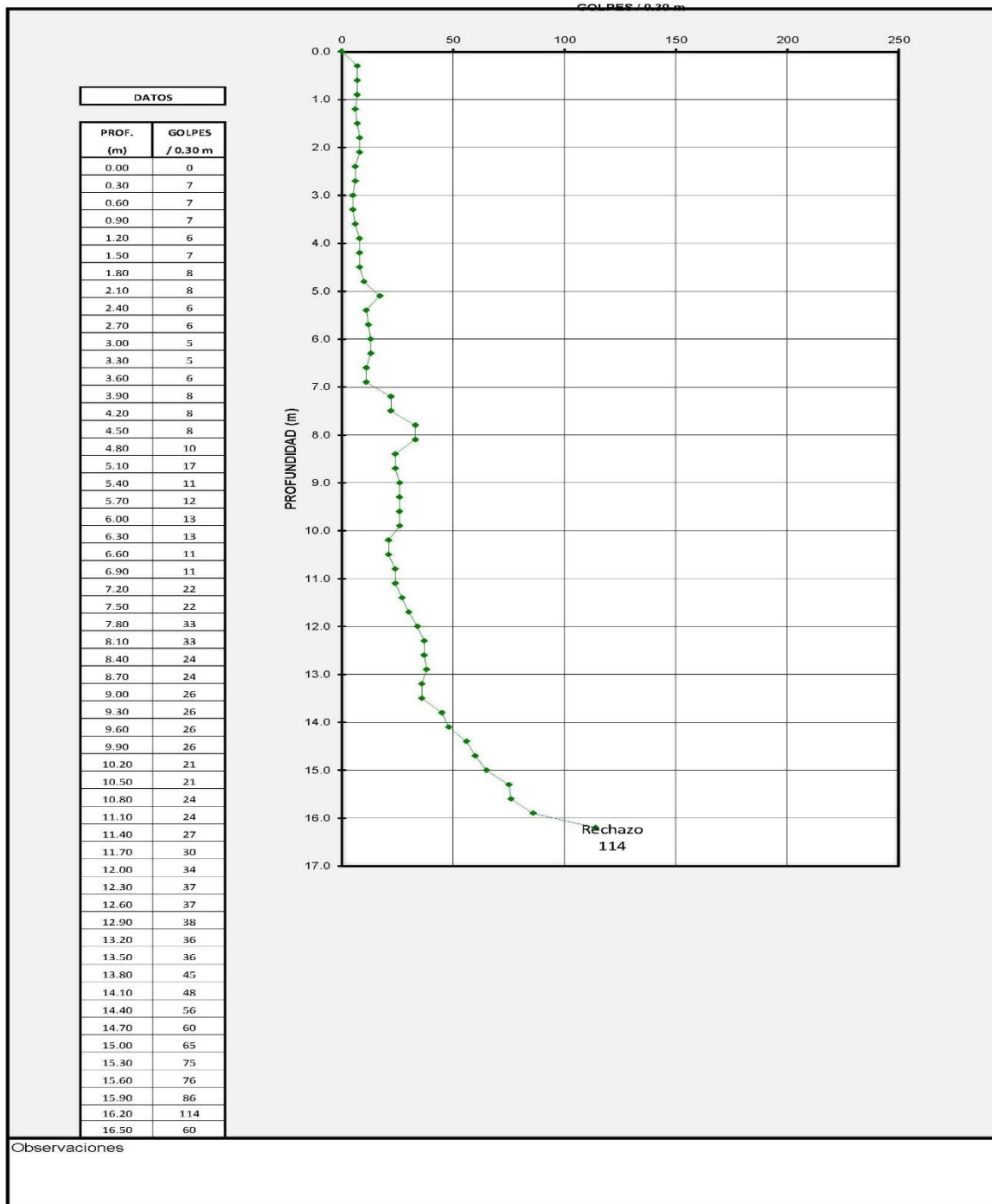
## 7.1. CP – 01

REGISTRO DE AUSCULTACIÓN DINÁMICA CON CONO DE PECK			
DATOS DEL SONDAJE		DATOS DEL PROYECTO	
Sondaje:	CP - 01	Registrado:	S.B.S
Prof. Penetrada:	11.70 m	Responsable:	ING. SOLEDAD BARZOLA SUSANO
Cota:	--	Fecha:	20/07/2019
		Proyecto:	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD EN EL HOSPITAL SAN MARTIN DE PANGOA, DISTRITO DE PANGOA, PROVINCIA DE SATIPO, REGION JUNIN
		Ubicación:	DISTRITO DE PANGOA, PROVINCIA DE SATIPO Y REGIÓN JUNIN.
		Cliente:	DEXTRE + MORIMOTO ARQUITECTOS S.A.C



## 7.2. CP - 06

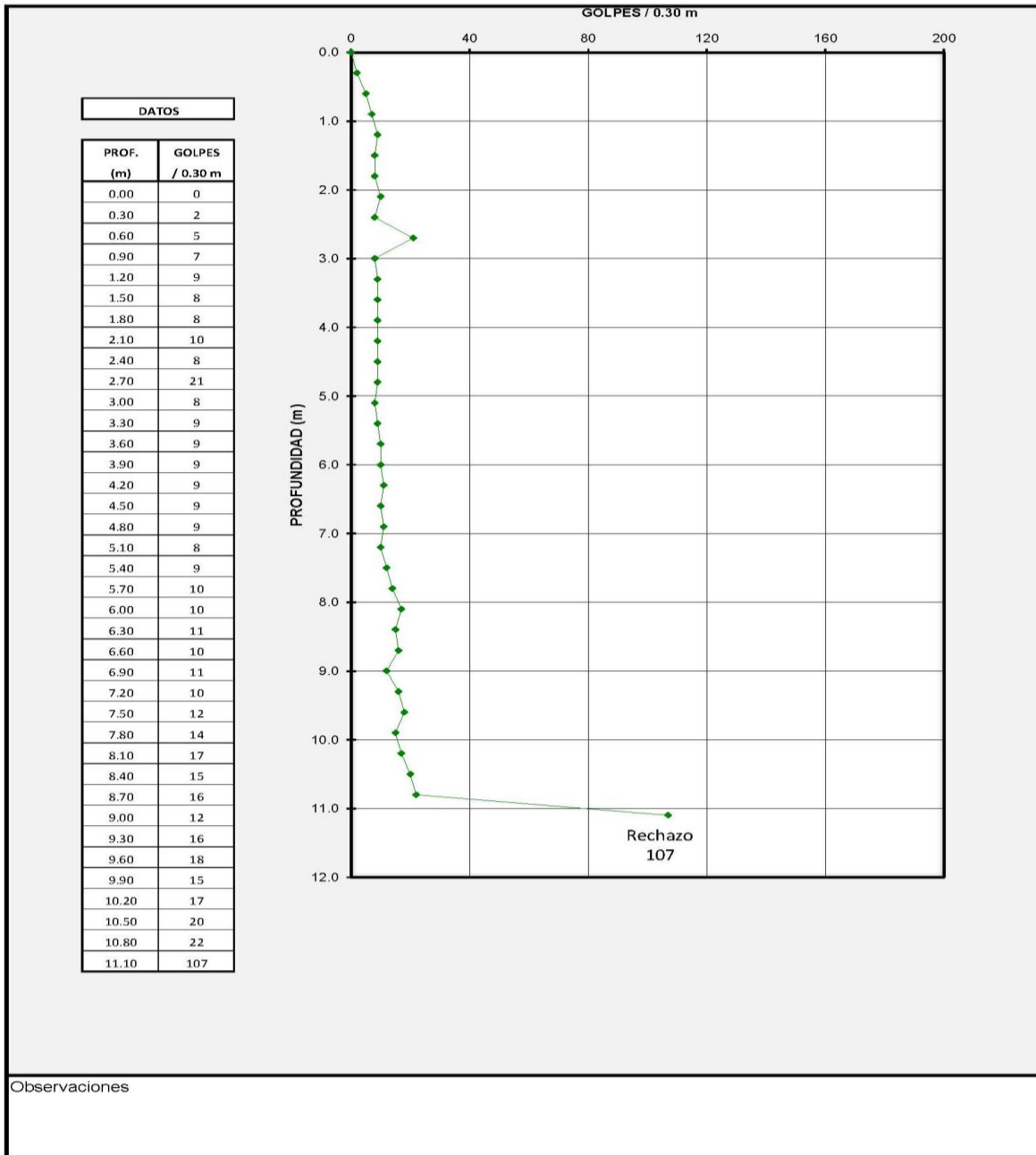
REGISTRO DE AUSCULTACIÓN DINÁMICA CON CONO DE PECK			
<b>DATOS DEL SONDAJE</b>		<b>DATOS DEL PROYECTO</b>	
Sondaje:	CP - 06	Registrado:	S.B.S
Prof. Penetrada:	16.50 m	Responsable:	ING. SOLEDAD BARZOLA SUSANO
Cota:	--	Fecha:	21/07/2019
		Proyecto:	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD EN EL HOSPITAL SAN MARTIN DE PANGOA, DISTRITO DE PANGOA, PROVINCIA DE SATIPO, REGION JUNIN
		Ubicación:	DISTRITO DE PANGOA, PROVINCIA DE SATIPO Y REGION JUNIN.
		Cliente:	DEXTRE + MORIMOTO ARQUITECTOS S.A.C



## 7.3. CP - 09

**REGISTRO DE AUSCULTACIÓN DINÁMICA CON CONO DE PECK**

DATOS DEL SONDAJE		DATOS DEL PROYECTO	
Sondaje:	CP - 09	Registrado:	S.B.S
Prof. Penetrada:	11.10 m	Responsable:	ING. SOLEDAD BARZOLA SUSANO
Cota:	--	Fecha:	22/07/2019
		Proyecto:	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD EN EL HOSPITAL SAN MARTIN DE PANGO, DISTRITO DE PANGO, PROVINCIA DE SATIPO, REGION JUNIN
		Ubicación:	DISTRITO DE PANGO, PROVINCIA DE SATIPO Y REGION JUNIN.
		Cliente:	DEXTRE + MORIMOTO ARQUITECTOS S.A.C



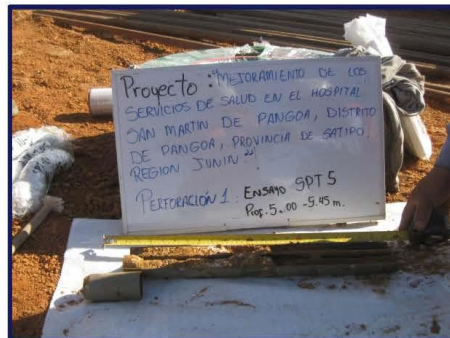
## 8. PANEL FOTOGRÁFICO

**PROYECTO**

**MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD EN EL HOSPITAL  
SAN MARTÍN DE PANGOA**

**ENSAYO: SPT**

PERFORACIÓN 1 / Profundidad: de 0,00m - 20,45m

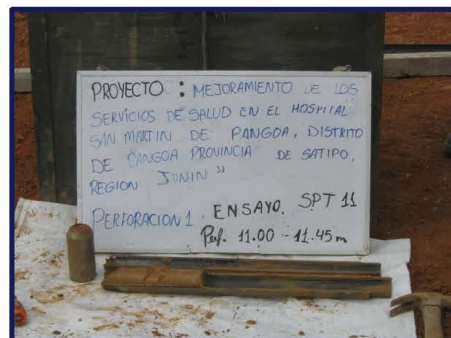
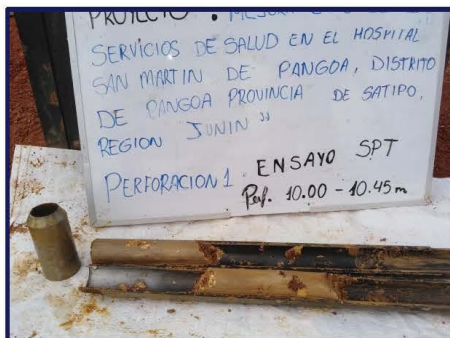
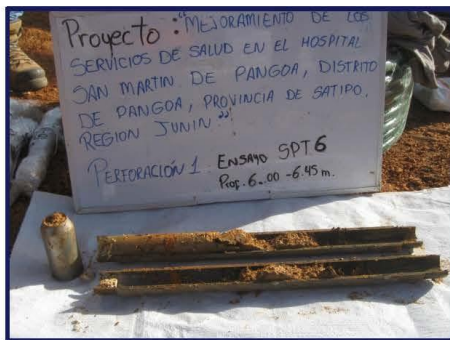


**PROYECTO**

MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD EN EL HOSPITAL  
SAN MARTÍN DE PANGOA

**ENSAYO: SPT**

PERFORACIÓN 1 / Profundidad: de 0,00m - 20,45m



**PROYECTO**

MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD EN EL HOSPITAL  
SAN MARTÍN DE PANGOA

**ENSAYO: SPT**

PERFORACIÓN 2 / Profundidad: de 0,00m - 20,45m



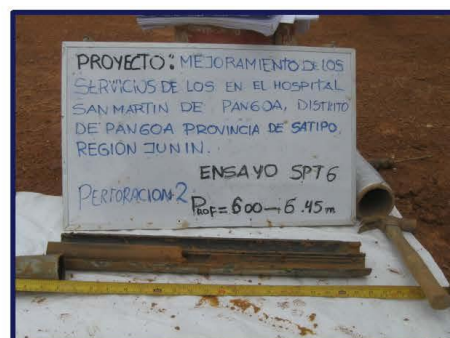
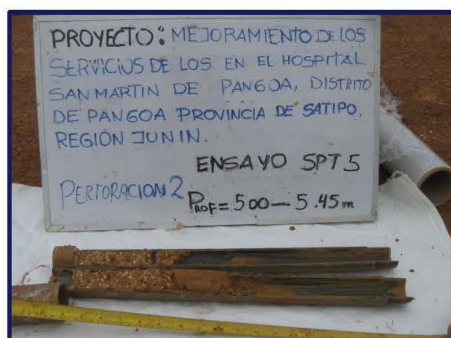
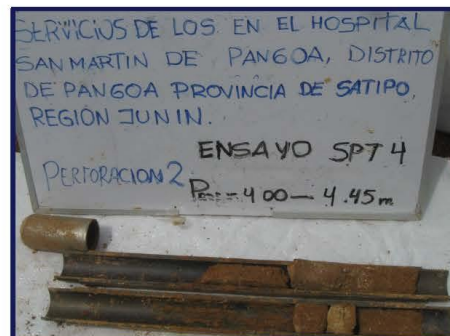
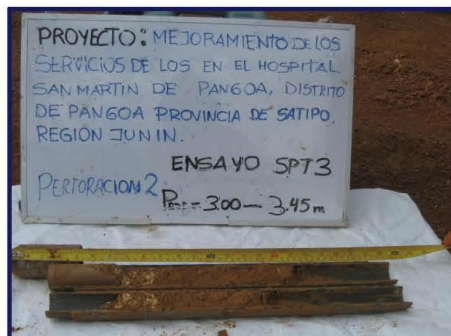
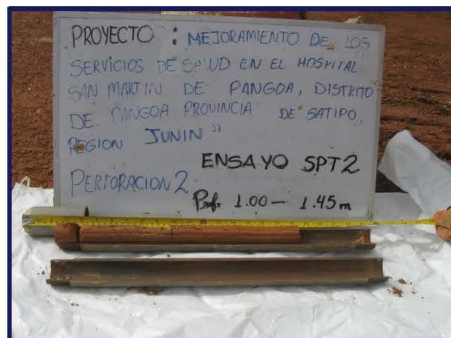


**PROYECTO**

MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD EN EL HOSPITAL  
SAN MARTÍN DE PANGOA

**ENSAYO: SPT**

PERFORACIÓN 2 / Profundidad: de 0,00m - 16,45m

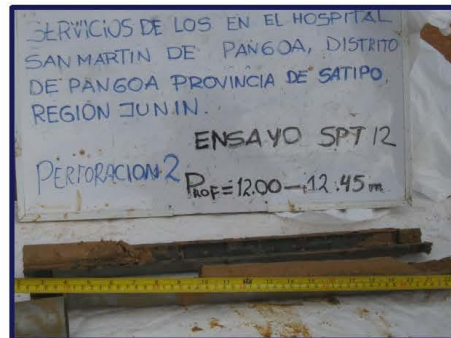


**PROYECTO**

MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD EN EL HOSPITAL  
SAN MARTÍN DE PANGOA

**ENSAYO: SPT**

PERFORACIÓN 2 / Profundidad: de 0,00m - 16,45m



**PROYECTO**

MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD EN EL HOSPITAL  
SAN MARTÍN DE PANGOA

**ENSAYO: CONO PECK**

CP 1 / Profundidad: de 0,00m - 11,85m



**PROYECTO**

MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD EN EL HOSPITAL  
SAN MARTÍN DE PANGOA

**ENSAYO: CALICATA**

C 2 / Profundidad: de 0,00m - 3,00m



**PROYECTO**

MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD EN EL HOSPITAL  
SAN MARTÍN DE PANGOA

**ENSAYO: CALICATA**

C 12 / Profundidad: de 0,00m - 3,00m



**PROYECTO**

MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD EN EL HOSPITAL  
SAN MARTÍN DE PANGOA

**ENSAYO: CALICATA**

C 13 / Profundidad: de 0,00m - 3,00m



**PROYECTO**

**MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD EN EL HOSPITAL  
SAN MARTÍN DE PANGOA**

**ENSAYO: CALICATA**

C 14 / Profundidad: de 0,00m - 3,00m

