

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL  
ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE  
HUANCHACO, TRUJILLO 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERÍA CIVIL



Autora:

Maria del Cielo Quipuzcoa Horna

Asesor:

Ing. Roxana Milagros Aguilar Villena

Trujillo - Perú

2022

## **DEDICATORIA**

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mis padres, a mis abuelos maternos, y a mi prima Nilda ya que sin ellos no lo hubiera logrado. Los amo, espero que esten orgullosos de mí.

## AGRADECIMIENTO

Al concluir una etapa maravillosa de mi vida quiero extender un profundo agradecimiento a quienes hicieron posible este sueño, y que caminan junto a mí en todo momento y fueron mi inspiración, mi apoyo incondicional. Esta mención es para Dios y mis padres.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>9</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>10</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1. Realidad Problemática .....</b>	<b>14</b>
<b>1.2. Antecedentes de la investigación.....</b>	<b>21</b>
<b>1.3. Bases Teóricas .....</b>	<b>27</b>
1.3.1. Mecánica de suelos .....	27
1.3.2. Sistema unificado de clasificación de suelo.....	27
1.3.3. Capacidad última de carga de cimentaciones poco profundas.....	30
1.3.4. Teoría de Terzaghi de la capacidad ultima de carga.....	33
1.3.5. Factores de Capacidad de carga modificadas de Terzaghi .....	35
1.3.6. Modificación de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freático: .....	36
1.3.7. Factor de seguridad.....	38

1.3.8. Norma Técnica Peruana: Reglamento Nacional de Edificaciones 0.50 Suelos y Cimentaciones.....	39
1.3.8.1. Número “n” de puntos de exploración.....	39
1.3.9. Norma Técnica Peruana 339.133 (ASTM D 1586) Método de Penetración Estándar SPT.....	42
<b>1.4. Formulación del problema.....</b>	<b>46</b>
<b>1.5. Objetivos.....</b>	<b>47</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>48</b>
<b>2.1. Tipo de Investigación.....</b>	<b>48</b>
<b>2.1.1. Por el propósito.....</b>	<b>48</b>
<b>2.2. Diseño de Investigación.....</b>	<b>48</b>
<b>2.3. Operacionalización de variables/ Matriz de operacionalización de variables.....</b>	<b>49</b>
<b>2.4. Población y Muestra.....</b>	<b>50</b>
2.4.1. Población.....	50
2.4.2. Muestra.....	50
2.4.3. Materiales.....	51
<b>2.5. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....</b>	<b>52</b>
2.5.1. Técnica de recolección de datos.....	52
2.5.2. Instrumento de recolección de datos.....	52
2.5.3. Validación del instrumento de recolección de datos.....	52
2.5.4. Análisis de datos:.....	52

<b>2.6. Procedimiento.....</b>	<b>55</b>
2.6.1. Visita a la zona del proyecto.....	56
2.6.2. Ubicación de los puntos SPT .....	56
2.6.3. Método de prueba estándar para prueba de penetración estándar (SPT) .....	57
2.6.4. Extracción de muestras .....	60
2.6.5. Análisis Granulométrico para Suelos Finos Según NTP 339.128 .....	61
2.6.6. Contenido de Humedad De acuerdo a NTP 339.127 .....	62
2.6.7. Limite Líquido y Limite Plástico de acuerdo a la NTP 339.129 .....	63
2.6.8. Clasificación SUCS NTP 339.134.....	64
2.6.9. Peso Unitario.....	64
2.6.10. Sales NTP 339.152.....	66
2.7. Desarrollo de la tesis.....	<b>67</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS.....</b>	<b>69</b>
3.1. Metodo de Ensayo de Penetración Estándar y SPT .....	<b>69</b>
3.2. Ensayos de Mecanica de suelos .....	<b>76</b>
3.3. Capacidad Portante Metodo de Terzaghi .....	<b>76</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>77</b>
<b>4.1. Discusión .....</b>	<b>77</b>
<b>4.2. Conclusiones .....</b>	<b>77</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>83</b>

**ANEXOS..... 85**

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 -Transformaciones del ángulo de fricción efectivo según la energía trasferida .....	25
Tabla 2- Clasificación de Suelos.....	29
Tabla 3 - Factores de capacidad de carga modificados de Terzaghi $N_c'$ , $N_q'$ y $N_y'$ .....	36
Tabla 4 - Número de Puntos de Exploración .....	39
Tabla 5 - Aplicación y Limitaciones de los ensayos.....	42
Tabla 6 - Compacidad Relativa segun el numero de golpes del SPT .....	44
Tabla 7 - Diseño de Investigación Transversal.....	48
Tabla 8- Coordenadas UTM de cada punto a analizar.....	51
Tabla 9 - Resumen de los ensayos de SPT y Angulo de Fricción .....	69
Tabla 10 - Caracterizacion de la zona de estudio .....	76
Tabla 11 - Capacidad Portante .....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-Naturaleza de la falla de la capacidad de carga en un suelo: (a) falla de corte general;(b) falla local; (c) falla por punzonamiento .....	32
Figura 2 - Falla por capacidad de carga de un suelo bajo una cimentación rígida continua (corrida).....	33
Figura 3 -Profundidad de cimentación (Df) en zapatas bajo sótanos .....	41
Figura 4 - Profundidad de cimentación (Df) en zapatas bajo sótanos .....	41
Figura 5 - Diagrama de diseño de investigación.....	48
Figura 6 - Grafico de Columnas.....	53
Figura 7- Curvas Cumulativas .....	54
Figura 8 - Zona de Estudio.....	56
Figura 9 - Ubicación de Puntos SPT y Calicatas .....	56
Figura 10- Prueba de Penetración Estándar SPT .....	57
Figura 11- Muestra mediante el ensayo de SPT - 01 .....	60
Figura 12 - Extracción de muestra del PC-02.....	61
Figura 13- Realización del ensayo granulométrico .....	61
Figura 14- Realización del ensayo contenido de humedad.....	63
Figura 15 - Sistema de clasificación SUCS .....	64

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1- Capacidad de última carga para cimentación continua o corrida .....	34
Ecuación 2 - Capacidad de última carga para zapatas cuadradas .....	34
Ecuación 3 - Capacidad de última carga para zapatas circulares.....	34
Ecuación 4 - Capacidad de última carga para zapatas rectangulares .....	34
Ecuación 5 - Capacidad de última carga para losas de cimentaciones .....	35
Ecuación 6- Angulo de fricción modificado por falla local.....	35
Ecuación 7- Modificación de capacidad de carga por nivel freático según caso 1.....	36
Ecuación 8- Densidad unitaria modificada por nivel freático según caso 1 .....	37
Ecuación 9-Modificación de capacidad de carga por nivel freático según caso 2.....	37
Ecuación 10-Densidad Unitaria Modificada por nivel freático según caso 2.....	37
Ecuación 11 - Capacidad de carga permisible bruta.....	38
Ecuación 12- Capacidad de carga última neta .....	38
Ecuación 13 - Capacidad de carga última con el factor de seguridad .....	39
Ecuación 14-Edificación sin Sótano .....	40
Ecuación 15-Edificación con Sótano .....	40
Ecuación 16 - Corrección del N70.....	45
Ecuación 17 – Factor de corrección (Cn) .....	45
Ecuación 18 - Esfuerzo Efectivo.....	45
Ecuación 19 - Peso Unitario del suelo seco .....	65
Ecuación 20 - Peso Unitario del suelo saturado.....	65

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en el distrito de Huanchaco, en Perú. El objetivo de este trabajo es analizar la capacidad portante con el método SPT en la zona costera de la ciudad de Trujillo, para la realización de la tesis se utilizó un diseño no experimental, el muestreo fue no probabilístico por Juicio, la recolección de datos se realizó usando la técnica de la Observación Experimental. Como instrumento se usó una guía de información a través de notas de campo en donde se anotaron los resultados de los ensayos in-situ. También se utilizaron fichas técnicas para la observación de los diversos ensayos que se realizaron hojas de notas de campo para el ensayo de penetración dinámica ligera.

El problema que se presenta cada año en las zonas costeras del Perú, la cantidad de viviendas que se incrementa de forma acelerada y desordenada. La falta de recursos económicos, el desconocimiento técnico y la escasa información en cuanto a la Norma E050 (Suelos y Cimentaciones), son problemas que conllevan a la construcción informal o construcciones de alta vulnerabilidad. Debido a esto se van construyendo sus viviendas de forma insegura estructuralmente, lo cual puede desencadenar en la pérdida de vidas humanas. Por eso es fundamental analizar la capacidad portante del suelo en la zona costera como el distrito de Huanchaco. Se concluye que el tipo de cimentación será superficial, y los resultados de la capacidad varía en los diferentes puntos de  $2.09 \text{ kg/cm}^2 - 2.50 \text{ kg/cm}^2$ . El suelo de apoyo será una arena pobremente gradada (SP) de una compactación densa cuyas capacidades admisibles son

regulares por lo cual no se recomienda un mejoramiento de suelo, no habra problemas de asentamientos instáneos y problemas de licuación de suelos.

**Palabras clave:** Capacidad Portante, Suelos, Edificaciones, Nivel Freatico

## ABSTRACT

The present investigation was carried out in the district of Huanchaco, in Peru. The objective of this work is to analyze the bearing capacity with the SPT method in the coastal area of the city of Trujillo, to carry out the thesis a non-experimental design was used, the sampling was non-probabilistic by Judgment, the data collection was performed using the technique of Experimental Observation. As an instrument, an information guide was used through field notes where the results of the in-situ tests were recorded. Technical sheets were also used for the observation of the various tests that were carried out, field note sheets for the light dynamic penetration test.

The problem that occurs every year in the coastal areas of Peru, the number of homes that increases rapidly and disorderly. The lack of economic resources, the lack of technical knowledge and the scarce information regarding the E050 Standard (Soils and Foundations), are problems that lead to informal construction or constructions of high vulnerability. Due to this, their homes are being built in a structurally unsafe way, which can trigger the loss of human lives. That is why it is essential to analyze the bearing capacity of the soil in the coastal zone such as the district of Huanchaco. It is concluded that the type of foundation will be shallow, and the results of the capacity vary at different points from  $2.09 \text{ kg/cm}^2 - 2.50 \text{ kg/cm}^2$ . The support soil will be a poorly graded sand (SP) of a dense compactness whose admissible capacities are regular for which a soil improvement is not recommended, there will be no instant settlement problems and soil liquefaction problems.

**Keywords:** Bearing capacity, Soils, Buildings, Water table

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

Mundialmente, todas las estructuras de ingeniería civil tales como edificios, puentes, túneles y carreteras. Se deben cimentar sobre la superficie de la Tierra o dentro de ella. Al transmitir las cargas estructurales al suelo, los ingenieros nos debemos asegurarnos que no se rebase la capacidad portante del suelo y que las deformaciones o asentamientos producidos sean admisibles para las estructuras. Investigadores como Terzaghi (1943), Meyerhof (1953) Vesic (1975) han proporcionado soluciones para estimar la capacidad de carga de los suelos. Asimismo, hay bastantes estructuras en el mundo donde no se realizaron estudios previos y no se conoce la capacidad portante del suelo. Un ejemplo interesante se tiene en Cuba en el puente del Km 2.151 del Ramal Dubrocq, ya que en mas de 100 años ha sufrido muchas intervenciones (de mayor y menor grado) y a lo largo del tiempo esta estructura ha sufrido grandes daños. A pesar de que la estructura ha sido reparada hasta el momento no existen estudios recientes que demuestren la capacidad portante del puente ante la acción de las cargas móviles (Giráldez y Hernández, 2020). Por otro lado, En Tungurahua, que es una provincia que se encuentra situada en la Sierra del Ecuador, ha sido víctima de tres devastadores sismos (1698, 1797 y 1949). Tomando en consideración que Ecuador está en una zona de subducción, probablemente del resultado de la actividad volcánica, por lo que se está recomendando hacer estudios de suelos para que se determine como está estratificado el suelo y se puedan hacer cálculos y diseños de estructuras confiables. Además, se ha visto la necesidad realizar el estudio de la capacidad portante del suelo en el casco urbano, ya que esta zona sufre de asentamiento debido al nivel freático que ocasiona dichos inconvenientes (Castillo, 2017).

Perú, es un país sudamericano que se encuentra en la costa del pacífico, una de las regiones sísmicas más activas en el mundo. Una de las dificultades que perjudica a nuestro país es el alto índice de construcción informal de viviendas, que no solamente genera un crecimiento desordenado de las ciudades, sino también es un peligro para las familias que construyen sus viviendas en terrenos vulnerables (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento,2018). Por otro lado, en algunas ciudades se realizan estudios geotécnicos, como por ejemplo en Lima en los distritos de La Punta y Chucuito, la evaluación del suelo ha permitido determinar que el material conglomerado aparece en la parte inferior del perfil estratigráfico. Se encontró también que el nivel freático que varía de 1.5 a 3.5 metros de profundidad y recomendaron valores de capacidad portante de 1.5 a 2.0 kg/cm<sup>2</sup> para cimentaciones superficiales aisladas y el empleo de plateas de cimentación para cargas pesadas, porque el uso de pilotes no es recomendable en esta zona (Alva, Huaman,Ohtsuki,2017). También en las Ciudades de Paita, Piura, Pariñas, Reque y Trujillo se llevaron a cabo las investigaciones geotécnicas necesarias para el proyecto del diseño de las subestaciones eléctricas en cada zona, donde se han realizado 30 ensayos de SPT, determinando capacidad portante y sus parámetros.Estos estudios han permitido establecer que se tienen suelos arenosos, arenosos arcillosos a diferentes profundidades con una capacidad portante  $\sigma_t = 1,15$  kg/cm<sup>2</sup> (Fernández, 2013).

El distrito de Huanchaco, ubicada en la región La Libertad, es considerado uno de los más importantes atractivos turísticos y económicos del norte del Perú. Los datos

muestran que en el distrito de Huanchaco cada año se incrementa la cantidad de viviendas construidas de forma acelerada e informal. La falta de recursos económicos, el desconocimiento técnico y escasa información en cuanto a las normas constructivas como la Norma E050 (Suelos y Cimentaciones), son causas que conllevan a la construcción informal o construcciones de alta vulnerabilidad, lo que hace que se estén construyendo viviendas de forma insegura estructuralmente, y que en muchos casos no cuentan con ningún tipo de estudio previo a la construcción y peor aún ningún profesional supervisa la obra durante la construcción. Todo esto puede ocasionar fallas estructurales considerables y por consiguiente hacer de estas viviendas inhabitables y sobre todo riesgosas. El suelo del Huanchaco está en su mayoría formado por arena, razón por la cual se requiere un mayor control técnico en el diseño y construcción de las cimentaciones de cualquier estructura, esto es debido a que los suelos arenosos pueden presentar asentamientos, producto de los movimientos sísmicos o licuación de suelos en el sector más cercano a orillas del mar por poseer una napa freática muy elevada.

(Archenti, 2018) en su tesis titulada “Zonificación de la capacidad portante del suelo en la localidad de Lagunas distrito de Lagunas, Alto Amazonas - región de Loreto” su objetivo fue reconocer los lugares de mayor y menor capacidad portante y elaborar un plano de zonificación de las propiedades mecánicas y físicas. Se encontró con dos tipos de suelos diferentes, como un suelo arcilloso con baja plasticidad y un suelo arcilloso con alta plasticidad, sus capacidades portantes varía entre los intervalos de  $0.529 \text{ kg/cm}^2$  y  $1.178 \text{ kg/cm}^2$ . En conclusión, esta tesis tiene como fin brindar su investigación a la población de la localidad de lagunas para que se puedan realizar las

edificaciones ya que un estudio de suelos puede ser muy costoso.

(Guerron y Tacuri,2012) en su tesis titulada “Análisis de la influencia de porcentaje de finos en la capacidad de carga admisible de la Cangahua en la Ciudad de Quito” su objetivo principal es determinar la capacidad de carga del terreno solo con los datos obtenidos del SPT y dichas correlaciones. Finalmente, los suelos que encontró era arenas finas con limos y la mayoría eran arcillas ligeramente plásticas y las características se obtuvieron en base al ensayo triaxial donde representa un suelo con características arcillosa en el caso de la cohesión ( $0,23 \text{ kg/cm}^2 - 1,39 \text{ kg/cm}^2$ ) y su ángulo de fricción representa a suelos de arena gravosa lo cual no se acerca a la realidad del estudio, utilizo el ensayo de penetración estándar y esos datos no le resultaron confiables, ya que este ensayo solo se utiliza para suelos que son granulares.

(Briones y Irigoín,2015) en su tesis titulada “Zonificación mediante el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) y la capacidad portante del suelo, para viviendas unifamiliares en la expansión urbana del anexo Lucmacucho Alto- Sector Lucmacucho, Distrito de Cajamarca” su objetivo principal es zonificar mediante el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) y la capacidad portante del suelo para viviendas unifamiliares de dicha zona. En conclusión, por lo que se encontró diferentes suelos, se zonifico por la capacidad portante y se obtuvieron cuatro zonas. Para la zona I, que estuvo compuesta por suelos orgánicos como (OL,OH y MH) su capacidad admisible varia de 0 a  $0.50 \text{ kg/cm}^2$ , esta zona presenta baja capacidad portante. Para la zona II, que estuvo

compuesto por suelos como (CL,CH y ML) la capacidad admisible varia de 0.50 a 1 kg/cm<sup>2</sup> sigue presentando baja capacidad portante. En la zona III este compuesto por suelos (SM y SC) la capacidad admisible varia de 1 a 1.50 kg/cm<sup>2</sup>, esta zona presenta una capacidad portante media. Finalmente, la zona IV está compuesto por un solo tipo de suelo (GC), su capacidad portante varia de 2 a 2.5 kg/cm<sup>2</sup>, esta zona su capacidad admisible es alta a comparación de las demás zonas.

Los antecedentes nos permiten dar una idea que el ensayo de penetración estándar fue diseñado para estimar la capacidad portante de cimentaciones superficiales en suelos granulares, la correlación más aceptada es del ángulo de fricción efectivo y densidad relativa del suelo, pueden existir diferentes ecuaciones para el cálculo de diversos parámetros geotécnicos, las cuales se consideran no tan confiables. Por otro lado, la mayoría de los antecedentes evaluaron el suelo de cada zona para conocer sus propiedades físicas y mecánicas del suelo, esto nos da la idea que cuando nos encontramos con suelos orgánicos, arcillosos su capacidad admisible es muy baja, y cuando el suelo es arena puede variar su capacidad portante ya que si la arena es muy densa se podría comparar a la capacidad portante de un suelo gravoso, que es alta. Finalmente, esta investigación es para analizar la capacidad portante, con el fin de brindar la información a la población, ya que la mayoría no tienen suficientes ingresos para elaborar un estudio de suelos y construyen sus viviendas de forma insegura estructuralmente sin tener el conocimiento, esto puede ocasionar fallas estructurales muy considerables o si en un futuro puede haber sismos puede llegar a colapsar las estructuras y se puede perder vidas humanas.

Ingeocontrol hizo un estudio de suelos con fines de cimentación para el proyecto Sumo, solicitado por Salfcorp Peru S.A. en dicho estudio se puede observar que el suelo de exploración del terreno fue una grava pobremente gradada, el método que utilizaron para hallar los parámetros de mecánica de suelos fue el ensayo de densidades máximas y mínimas, con ese ensayo encontraron la densidad relativa y se calculo el ángulo de fricción, finalmente la capacidad admisible del suelo es  $3.02 \text{ kg/cm}^2$ .

Geotecnia & Construcción también elaboró el estudio de suelos con fines de cimentación para un edificio Skyline solicitado por el Grupo Dimensiona SAC. Esta edificación que se construirá será de 14 niveles mas dos sótanos cuya estructura será convencional aporticada de concreto armado. Los puntos de investigación que se realizaron dentro del terreno consistieron de 3 sondajes las cuales se realizaron 02 calicatas hasta la profundidad de 4 metros y una perforación con el ensayo de SPT se encontró tres estratos de diferentes tipos de suelos. El método de ensayo de penetración estándar (SPT) se realizo hasta la profundidad de 8.50 metros encontrando rechazo del suelo a partir de los 7 metros de profundidad superando los 50 goles, describiendo como un suelo denso a muy denso ya que con el numero de golpes se puede hallar el ángulo de fricción. Así mismo, Se calculo dos capacidades admisible de la arena mal gradada (SP) que es  $1.56 \text{ kg/cm}^2$  y la arena mal gradada con presencia de limo (SM) que su resultado obtenido es  $3.52 \text{ kg/cm}^2$ .

Para poder conocer la capacidad portante de un suelo, se necesita realizar un estudio de suelos porque se puede conocer si el suelo será capaz de poder soportar

cargas antes las construcciones, esto sin duda indicaría que el suelo viene a ser un recurso natural y fundamental para la construcción. La necesidad de contar con estos estudios es primordial al momento de elegir los sitios sobre la cual se va construir una edificación, esta información también nos permite conocer las propiedades mecánicas para poder encontrar la capacidad portante del suelo, lo cual nos indica el tipo de cimentación y el número de niveles que soportará el suelo (Archenti, 2018). Sin embargo, existen edificaciones que no tiene previo un estudio de suelos, puede ocurrir un sismo y eso causa pérdida de vidas humanas. Por ejemplo, después de la colonización española, se han registrado al menos trece terremotos con características destructivas y fenómenos de licuefacción asociados (1817, 1861, 1844, 1894, 1899, 1920, 1927, 1929, 1944, 1948, 1949, 1952) que han impactado negativamente en el desarrollo y la economía del mundo a lo largo de los últimos 200 años. Sin embargo, no existe una relación clara entre sus epicentros y las principales estructuras cuaternarias y en la mayoría de los casos. (Perucca, Perez y Navarro, 2006) El suelo es de mucha importancia para todas las obras civiles ya que brindar una herramienta que facilite y agilice la evaluación de la capacidad portante por parte de terrenos donde se piensa desarrollar algún tipo de construcción. Para que una estructura se comporte satisfactoriamente debe poseer una cimentación adecuada. Por ello, es importante el estudio de suelos para conocer las propiedades mecánicas, permite anticipar futuros problemas que se pueden presentar.

Esta investigación tiene como fin determinar el análisis de la capacidad portante

del suelo en el área de estudio que es el distrito de Huanchaco provincia de Trujillo. Es una zona costera y es presenta un suelo granular, homogéneo, posee de nivel freático. El método de predicción elegido para la presente investigación es la resistencia a la penetración estándar (SPT), la gran cantidad de datos estudiados con el método escogido ha demostrado confiabilidad para este tipo de estudios y mas para suelos granulares. En el distrito de Huanchaco, en la zona de lo Totorales, se encuentran viviendas que presentan daños estructurales debido a que no existe un buen estudio de suelos, además esto hace que las viviendas sean construidas de manera informal y genera riesgos a los que habitan en ella, ya que se puede producir asentamientos y dicho suelo puede perder la resistencia hasta se puede deformar y llega a colapsar las estructuras existentes. Por eso esta investigación tiene como fin analizar la capacidad portante de la zona Totorales en el distrito de Huanchaco y brindarles conocimiento a los habitantes.

## **1.2. Antecedentes de la investigación:**

**“Estudio de Microzonificación Geotécnica empleando el Penetrómetro Dinámico Liviano (DPL) en los sectores costeros de Salaverry, Aurora Díaz 1 y 2, Fujimori y Luis Alberto Sánchez del distrito de Salaverry, provincia de Trujillo-departamento de La Libertad”**

(Silva y Teran,2015) su principal objetivo era elaborar un mapa de microzonificación geotécnica, ambos proponen dos zonas para el distrito de Salaverry. Consecuentemente, en la zona 1 presenta un espesor de relleno superficial de 0.10 m. a 0.30 m, luego continua una arena mal gradada (SP), de compacidad media, de mediana humedad. La profundidad que se encontró se la

presencia de nivel freático de 1.80 m. a 2.6 m. Su capacidad admisible para la zona 1 varía de 0.826 a 1.069 kg/cm<sup>2</sup>, para una profundidad de desplante (Df) 1.00 m. y un ancho de 1.20 m., De la misma forma, en la zona 2 presenta un espesor de relleno de 0.10 m. a 0.20 m. y luego continúa arena mal graduada (SP), de compacidad media, para esta zona se encontró nivel freático de 0.80 m. a 1.40 m. La capacidad admisible para esta zona varía de 0.667 a 0.888 kg/cm<sup>2</sup>, para una profundidad de desplante (Df) 1.00 m. y ancho 1.20 m. Además, Para determinar la capacidad admisible del suelo del Distrito de Salaverry, se ha considerado una cimentación para viviendas convencionales con cimientos corridos de ancho B=0.60 m. y profundidad de cimentación Df= 1.00 m. además un ancho B=1.20 m. y profundidad de cimentación Df= 1.20 m para cimientos cuadrados, por ser la más típica del lugar y a la vez la más desfavorable.

#### **“Capacidad Portante con Fines de cimentación mediante los ensayos SPT y Corte directo en el distrito de aguas verdes – tumbes “**

(Fernández,2015) tuvo como objetivo determinar la capacidad portante con fines de cimentación mediante los ensayos de SPT y corte directo haciendo una comparación que ambas capacidades portantes salían distintas teniendo como conclusión que la capacidad usando el método de ensayo de penetración estándar (SPT) su resultado es de 1.33 kg/cm<sup>2</sup> a 3.22 kg/cm<sup>2</sup> y usando los valores del corte directo su capacidad es 2.58 kg/cm<sup>2</sup> a 4.01 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, el ensayo de penetración estándar es un 87% menor que el ensayo de corte directo, se encontró que el suelo es una arena mal gradada con presencia de limos inorgánicos con una clasificación sus SP-SM, se presencia nivel freático a 3 m.

**“Análisis de la capacidad de carga admisible de los suelos de cimentación del complejo arqueológico Chan Chan debido al ascenso del nivel freático”**

(Beltrán y Vargas,2018) su objetivo es analizar la variación de capacidad de carga admisible del suelo sobre la carga actuante del muro perimétrico del palacio Tshudi como consecuencia del incremento del nivel freático, y proponer soluciones para controlar el nivel freático. Para llevar a cabo esta investigación se recopiló estudios de suelos, perfiles estratigráficos, registros de niveles freáticos y planos históricos de las ruinas Chan Chan, y se hizo una calicata, para que apliquen las metodologías de Terzaghi, Meyerhof y Hansen. A partir de estos estudios se analizó, que el nivel freático alcanza 0.80 m de profundidad, con ello la capacidad de carga que ofrecen estos suelos es  $1.20 \text{ kg/cm}^2$ ; Por otra parte, la estimación de equilibrio límite indica que si el nivel freático asciende a 0.40 m de profundidad, la capacidad de carga del suelo disminuye soportando  $1.17 \text{ kg/cm}^2$ . Finalmente, con la intención de persistir en condiciones óptimas las estructuras edificadas sobre estos suelos, citando mayor importancia en las ruinas Chan Chan, se proponen dos soluciones geotécnicas con el fin de mantener el nivel freático a una profundidad tal que no afecte dichas estructuras ya que se puedan evacuar aguas subterráneas con el fin de mantener el nivel freático a una profundidad determinada. De los sistemas existentes que cumplan dicho fin se escoge como propuesta de solución al subdrenaje sintético MacDrain 2L y al subdrén con grava y geotextil. Finalmente, estas actividades pueden ocasionar fallas en el suelo antes de que el nivel freático logre incrementarse a 0.40 m de profundidad, por ello, se evidencia la necesidad de implementar un sistema de subdrenaje.

**“Evaluación de Licuefacción mediante cargas por niveles de edificaciones típicas, en el suelo del asentamiento Las Brisas, Salaverry, La Libertad, 2018”**

(Valdivia,2018) tuvo como objetivo evaluar la licuefacción del suelo, mediante cargas por niveles de edificaciones típicas en el suelo de dicha zona. Para poder realizar dicho objetivo halló la capacidad portante según el método de Terzaghi empleando el equipo del penetrómetro dinámico ligero (DPL) y mediante el método de Seed e Idriss para poder evaluar la licuefacción. Sus resultados de dicha investigación encontró un suelo de arena mal gradada (SP) que posee una capacidad portante admisible de 1.36 kg/cm<sup>2</sup>a 2.58 kg/cm<sup>2</sup>en cimiento corrido y para cimiento cuadrado es de 1.88 kg/cm<sup>2</sup>a 3.68 kg/cm<sup>2</sup>y su ángulo de fricción varía de 27 ° a 45 °. En conclusión, encontró que las calicatas que poseen menos capacidad portante sufren de licuefacción inmediata aplicándole cargas.

**“Análisis de las correlaciones existentes del ángulo de fricción efectivo para suelos del piedemonte oriental de Bogotá usando ensayos in situ”**

(Carmona y Ruge,2015) su principal objetivo esta investigación desde comienzos del siglo 20 cuando se originó el uso del SPT, se identificó que era un método extremadamente útil y versátil para determinar la resistencia de un suelo. En gran medida, gracias a los trabajos de H. Mohr y G.Fletcher en 1927, cuando intentaron normalizar el ensayo al hincar un muestreador de 50 mm de diámetro, usando un martillo de 62,5 kg, transfiriendo una energía potencial alcanzada desde una altura de impacto de 760 mm. El método del SPT originalmente fue diseñado para evaluar la capacidad portante de cimentaciones superficiales en suelos granulares, justamente a la fecha, la correlación más aceptada es la correspondiente al ángulo

de fricción efectivo y densidad relativa del suelo. Por lo tanto, así existan diferentes ecuaciones para el cálculo de diversos parámetros geotécnicos, las cuales se consideran poco confiables. Así en este estudio se muestra la tabla corregida para encontrar el ángulo de fricción mediante las correlaciones del DPL y SPT. Donde en la Tabla 1 se puede mostrar ecuaciones para hallar el ángulo de fricción efectivo según la energía transferida.

Tabla 1 -Transformaciones del ángulo de fricción efectivo según la energía transferida

Autor	Año	Ecuación	Transformación
Terzaghi & Peck [1]	1948	$\phi' = 28,5 + 0,25N_{1,45}$	$\phi'_{45} = 28,5 + 0,25N_{1,45}$
Peck <i>et al.</i> [19]	1953	$\phi' = 26,25 \left( 2 - \left( e^{-\frac{N_{1,45}}{62}} \right) \right)$	$\phi'_{45} = 26,25 \left( 2 - \left( e^{-\frac{N_{1,45}}{62}} \right) \right)$
Kishida [20]	1969	$\phi' = 15 + \sqrt{20N_{1,72}}$	$\phi'_{45} = 15 + \sqrt{12,5N_{1,45}}$
Schmertmann [16]	1970	$\phi' = \tan^{-1} \left[ \left( \frac{N_{1,80}}{32,5} \right)^{0,34} \right]$	$\phi'_{45} = \tan^{-1} \left[ \left( \frac{N_{1,45}}{43,3} \right)^{0,34} \right]$
JNR (Japan National Railway) [21]	1999	$\phi' = 27 + 0,30N_{1,72}$	$\phi'_{45} = 27 + 0,1875N_{1,45}$
JRB (Japan Road Bureau) [21]	1986	$\phi' = 15 + \sqrt{15N_{1,72}}$	$\phi'_{45} = 15 + \sqrt{9,375N_{1,45}}$
Hatanaka & Uchida [22]	1996	$\phi' = \sqrt{20N_{1,72}} + 20$	$\phi'_{45} = \sqrt{12,5N_{1,45}} + 20$
Montenegro & González [8]	2014	$\phi' = 12,79 + \sqrt{25,86N_{1,72}}$	$\phi'_{45} = 12,79 + \sqrt{16,16N_{1,45}}$

Fuente: J. E. Carmona y J. C. Ruge. (2015).

### “Información Geotécnica como elemento de análisis en la planeación y diseño de cimentaciones de edificios”

(Calderón,2015) su objetivo es analizar los resultados de los estudios de suelos que corresponden a las muestras obtenidas de dicha zona y así poder planificar una cimentación adecuada para el edificio de cuatro plantas. Por lo tanto, para lograr dicho objetivo se realizará tomas de muestras de suelos para determinar el tipo de

suelo, capacidad portante y así se pueda realizar un diseño óptimo de cimentación. Finalmente, se encontró que es un suelo limoso ya que en este estudio se encontró que es un suelo cohesivo de alta compresibilidad hasta una profundidad considerable para que se realice cimentaciones superficiales. No se encontró nivel freático, esto ayuda mucho en el diseño de cimentaciones superficiales y profundas y se propuso tres tipos de cimentación que son zapatas aisladas, zapatas corridas y losa de cimentación.

**“Correspondencia entre ensayo SPT y capacidad de carga de suelos tropicales de misiones, argentina”**

(Reinert, Ayala y Mazal, 2016) su objetivo principal de este artículo científico es definir una correlación entre los datos obtenidos de los registros de ensayo SPT de campo y los resultados en el laboratorio fundamentalmente del ensayo triaxial que nos permite obtener la cohesión y el ángulo de fricción del suelo, a través de los cuales haciendo uso de una ecuación de aplicación general, determinar la capacidad de carga admisible del suelo. Debido a las características geotécnicas presentadas los suelos residuales no existe una ecuación o gráfico que nos permita correlacionar directamente los guarismos de número de golpes obtenidos en un ensayo, con la resistencia del suelo o la obtención de sus principales parámetros. Por ello, se realizaron ciento dieciséis registros de ensayos de SPT y ensayo triaxial, en los análisis de datos se identificaron valores de cohesión muy elevados que podrían llevar a conclusiones erróneas, sobreestimando la cohesión real de los suelos y se realizó una desviación estándar para obtener resultados más conservadores. Finalmente, se logró avanzar en los registros de estudio de correlaciones de la temática propuesta, buscando

validar una relación de aplicación al territorio en estudio, conformado básicamente por la Provincia de Misiones donde se presentan los suelos residuales lateríticos definidos como limos arcillosos o arcillas limosas de alta o baja plasticidad según el caso.

### **1.3. Bases Teóricas:**

#### **1.3.1. Mecánica de suelos**

(Braja M. Das, 2015) dice que “La mecánica de suelos es la aplicación de la ciencia física que se ocupa del estudio de las propiedades físicas del suelo y el comportamiento de las masas de suelos sometidos a diferentes tipos de fuerzas. La ingeniería de suelos es la aplicación de los principios de la mecánica de suelos a problemas prácticos. La ingeniería geotécnica es la rama de la ingeniería civil que enfoca su estudio en las propiedades mecánicas e hidráulicas de suelos y rocas, tanto en superficie como en el subsuelo, incluyendo la aplicación de los principios de la mecánica de suelos y mecánica de rocas en el diseño de los cimientos, estructuras de contención y las estructuras de tierra.

(Castillo, 2017) afirma que “Es la ciencia que se encarga de la descripción, estudio y comportamiento físico-resistente del suelo frente a las variaciones de humedad y cargas aplicadas en trabajos de ingeniería civil. Incluye la exploración subterránea mediante sondeos de 0 a 60 m de profundidad y la aplicación de las leyes de la Mecánica y la Hidráulica en los problemas teórico-práctico de laboratorio y de campo”

#### **1.3.2. Sistema unificado de clasificación de suelo**

(Braja M. Das, 2015) dice que clasifica los suelos en dos grandes categorías:

- Suelos de grano grueso que son de grava y arena en estado natural con menos de

50% que pasa a través del tamiz núm. 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo de G o S. G es para el suelo de grava o grava, y S para la arena o suelo arenoso.

- Suelos de grano fino con 50% o más que pasa por el tamiz núm. 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo de M, que es sinónimo de limo inorgánico, C para la arcilla inorgánica y O para limos orgánicos y arcillas. El símbolo Pt se utiliza para la turba, lodo y otros suelos altamente orgánicos.

Para la clasificación adecuada de acuerdo con este sistema, una parte o toda la siguiente información debe conocerse:

- Porcentaje de grava, esto es, la fracción que pasa el tamiz de 76.2 mm y retenida en el tamiz núm. 4 (4.75 mm de apertura)
- El porcentaje de arena, es decir, la fracción que pasa el tamiz núm. 4 (4.75 mm de apertura) y es retenida en el tamiz núm. 200 (0.075 mm de apertura)
- El porcentaje de limo y arcilla, esto es, la fracción más fina que el tamiz núm. 200 (0.075 mm de apertura)
- El coeficiente de uniformidad (Cu) y el coeficiente de gradación (Cc)
- El límite líquido y el índice de plasticidad de la porción de suelo que pasa el tamiz núm. 40

Los símbolos de los grupos de los suelos de grava de grano grueso son GW, GP, GM, GC, GC-GM, GW-GM, GW-GC, GP-GM y GP-GC. Del mismo modo, los símbolos de los grupos de suelos de grano fino son CL, ML, OL, CH, MH, OH, CL-ML y Pt. En la tabla N° 2 se puede verificar los nombres de los grupos de grava y arena.

Tabla 2- Clasificación de Suelos

Símbolo de grupo		Nombre de grupo
GW	< 15% de arena	Grava bien graduada
	≥ 15% de arena	Grava bien graduada con arena
GP	< 15% de arena	Grava mal graduada
	≥ 15% de arena	Grava mal graduada con arena
GW-GM	< 15% de arena	Grava bien graduada con limo
	≥ 15% de arena	Grava bien graduada con limo y arena
GW-GC	< 15% de arena	Grava bien graduada con arcilla (o arcilla limosa)
	≥ 15% de arena	Grava bien graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena)
GP-GM	< 15% de arena	Grava mal graduada con limo
	≥ 15% de arena	Grava mal graduada con limo y arena
GP-GC	< 15% de arena	Grava mal graduada con arcilla (o arcilla limosa)
	≥ 15% de arena	Grava mal graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena)
GM	< 15% de arena	Grava limosa
	≥ 15% de arena	Grava limosa con arena
GC	< 15% de arena	Grava arcillosa
	≥ 15% de arena	Grava arcillosa con arena
GC-GM	< 15% de arena	Grava limo arcillosa
	≥ 15% de arena	Grava limo arcillosa con arena
SW	< 15% de grava	Arena bien graduada
	≥ 15% de grava	Arena bien graduada con grava
SP	< 15% de grava	Arena mal graduada
	≥ 15% de grava	Arena mal graduada con grava
SW-SM	< 15% de grava	Arena bien graduada con limo
	≥ 15% de grava	Arena bien graduada con limo y grava
SW-SC	< 15% de grava	Arena bien graduada con arcilla (o arcilla limosa)
	≥ 15% de grava	Arena bien graduada con arcilla y grava (o arcilla limosa y grava)
SP-SM	< 15% de grava	Arena mal graduada con limo
	≥ 15% de grava	Arena mal graduada con limo y grava
SP-SC	< 15% de grava	Arena mal graduada con arcilla (o arcilla limosa)
	≥ 15% de grava	Arena mal graduada con arcilla y grava (o arcilla limosa y grava)
SM	< 15% de grava	Arena limosa
	≥ 15% de grava	Arena limosa con grava
SC	< 15% de grava	Arena arcillosa
	≥ 15% de grava	Arena arcillosa con grava
SC-SM	< 15% de grava	Arena limo arcillosa
	≥ 15% de grava	Arena limo arcillosa con grava

Fuente: (Reproducido con permiso del Libro Anual de Normas ASTM, 2010, copyright ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA, 19428)

### 1.3.3. Capacidad última de carga de cimentaciones poco profundas

Considere una cimentación continua (es decir, la longitud es teóricamente infinita) que descansa sobre la superficie de una arena densa o suelo cohesivo rígido, como se muestra en la figura 1a, con una anchura  $B$ . Ahora, si la carga se aplica gradualmente a la cimentación, el asentamiento aumentará. En la figura 1a también se muestra la variación de la carga por unidad de área sobre la cimentación,  $q$ , con el asentamiento de ésta. En un momento determinado, cuando la carga por unidad de área es igual a  $q_u$ , puede ocurrir un falla repentina del suelo que soporta la cimentación y la superficie de falla en el suelo se extenderá hasta la superficie del terreno. Esta carga por unidad de superficie,  $q_u$ , se conoce generalmente como *capacidad última de carga de la cimentación*. Cuando ocurre una falla repentina en este tipo de suelo, se denomina *falla general de corte*.

Si la cimentación en cuestión se basa sobre arena o tierra arcillosa de compactación media (figura 1b), un aumento de la carga sobre la cimentación también estará acompañado por un aumento del asentamiento. Sin embargo, en este caso la superficie de falla en el suelo se extenderá poco a poco hacia el exterior desde la cimentación, como se muestra con las líneas continuas en la figura 1b. Cuando la carga por unidad de área sobre la cimentación es igual a  $q_u(1)$ , el movimiento de las cimentaciones estará acompañado por sacudidas bruscas. Entonces se requiere un movimiento considerable de las cimentaciones para que la superficie de falla en el suelo se extienda hasta la superficie del terreno (como se muestra con las líneas discontinuas en la figura 1b). La carga por unidad de área a la que esto ocurre es la *capacidad última de carga*,  $q_u$ . Más allá de este punto, un aumento de la carga estará acompañado por un gran aumento del asentamiento

de la cimentación. La carga por unidad de área de la base,  $q_u(1)$ , se conoce como *capacidad última de carga* (Vesic, 1963). Note que un valor pico de  $q$  no ocurre en este tipo de falla, que se llama *falla de corte local* en el suelo.

Si la cimentación se apoya en un suelo bastante suelto, la gráfica de carga-asentamiento será como la de la figura 1c. En este caso, la superficie de falla en el suelo no se extenderá hasta la superficie del terreno. Más allá de la carga máxima de falla,  $q_u$ , la gráfica de carga-asentamiento será muy pronunciada y prácticamente lineal. Este tipo de falla en el suelo se llama *falla por punzonamiento*.

Con base en los resultados experimentales, Vesic (1963) propuso una relación para el modo de falla de la capacidad de carga de las cimentaciones que descansan sobre arenas.

Esta relación, que implica la siguiente notación:

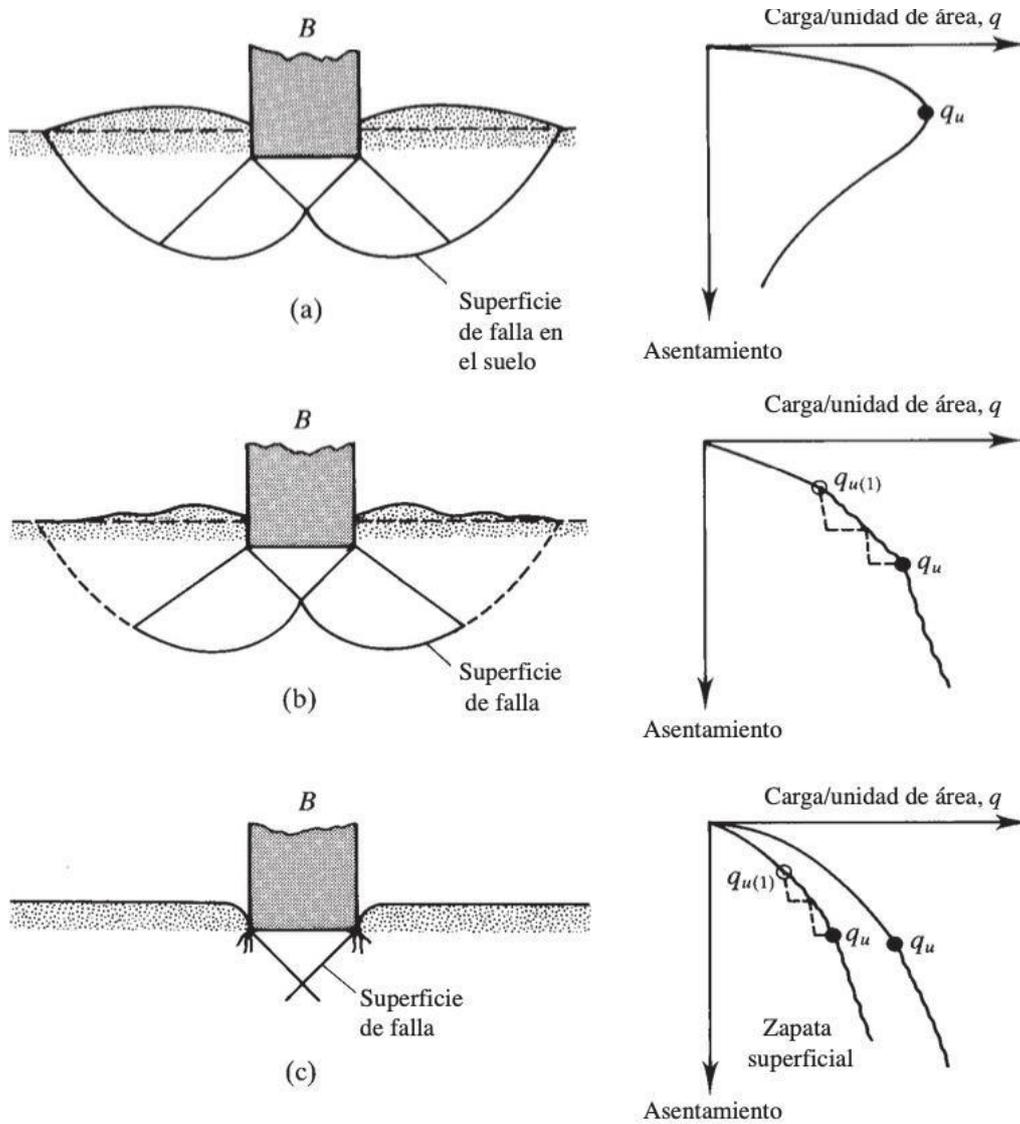
$D_r$  = densidad relativa de arena

$D_f$  = profundidad de cimentación medida desde la superficie del suelo

$B$  = ancho de cimentación

$L$  = duración de la cimentación. (Nota:  $L$  mayor e igual  $B$ )

Figura 1-Naturaleza de la falla de la capacidad de carga en un suelo: (a) falla de corte general; (b) falla local; (c) falla por punzonamiento



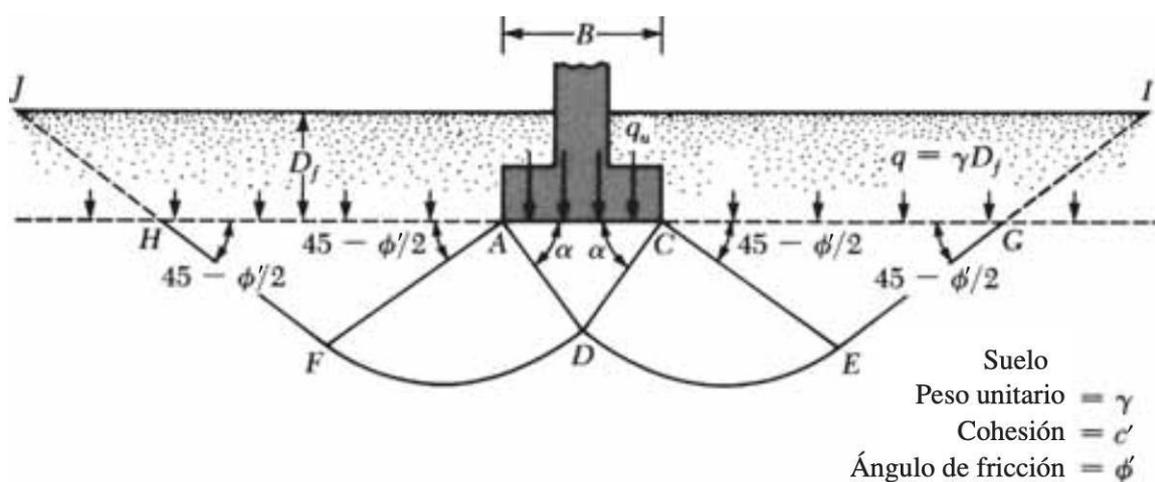
Fuente: Libro Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones Séptima edición – Braja M. Das

### 1.3.4. Teoría de Terzaghi de la capacidad ultima de carga

Terzaghi (1943) fue el primero en presentar una teoría global para evaluar la capacidad ultima decarga de cimentaciones poco profundas. De acuerdo con esta teoría, una cimentación es poco profunda si la profundidad,  $D_f$  (ver figura 2), es menor o igual que el ancho de la cimentación. Sin embargo, investigadores posteriores han sugerido que las cimentaciones con  $D_f$  igual a 3 a 4 veces el ancho de la cimentación se pueden definir como cimentaciones poco profundas.

Terzaghi sugirió que para una cimentación continua o de franja (es decir, la razón de ancho a largode la cimentación tiende a 0), la superficie de falla en el suelo a carga máxima puede suponerse similar a la mostrada en la figura 2. (Note que esté es el caso de falla de corte general, tal como se define en la figura 1 a) El efecto del suelo por encima del fondo de la cimentación también puede suponerse y ser remplazado por una sobrecarga equivalente

Figura 2 - Falla por capacidad de carga de un suelo bajo una cimentación rígida continua (corrida)



Fuente: Libro Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones Séptima edición – Braja M. Das

$q = \gamma D_f$  (donde  $\gamma$  = peso unitario del suelo). Utilizando el análisis de equilibrio, Terzaghi expresa la capacidad última de carga en la forma

*Ecuación 1 - Capacidad de última carga para cimentación continua o corrida*

$$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma \text{ (cimentación en continua o corrida)}$$

Donde:

$c'$  = cohesión del suelo

$\gamma$  = peso unitario del suelo

$$q = \gamma D_f$$

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

Terzaghi sugirió las siguientes ecuaciones (2), (3) y (4) para zapatas cuadradas, circulares y rectangulares.

*Ecuación 2 - Capacidad de última carga para zapatas cuadradas*

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

*Ecuación 3 - Capacidad de última carga para zapatas circulares*

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$$

*Ecuación 4 - Capacidad de última carga para zapatas rectangulares*

$$q_u = \frac{1}{2} \left( 1 - 0.2 \frac{B}{L} \right) \gamma BN_\gamma + \left( 1 + 0.3 \frac{B}{L} \right) c'N_c + \gamma D_f N_q$$

La capacidad de carga permisible neta para las construidas sobre depósitos de suelos granulares se puede determinar apropiadamente a partir de los números de

penetración estándar para cimentaciones superficiales ecuación (5). Cuya referencia fue tomada de Brajas M. Das séptima edición. (2012) Fundamentos de ingeniería de cimentaciones.

*Ecuación 5 - Capacidad de ultima carga para losas de cimentaciones*

$$q_{neta} \left( \frac{kN}{m^2} \right) = \frac{N_{60}}{0.08} \left( \frac{B + 0.3}{B} \right)^2 F_d \left( \frac{S_e}{25} \right)$$

Donde:

$N_{60}$  = Resistencia por penetración estándar corregida

$B$  = ancho (m)

$$F_d = 1 + 0.33 \left( \frac{D_f}{B} \right) \leq 1.33$$

$S_e$  = asentamiento (mm)

### **1.3.5. Factores de Capacidad de carga modificadas de Terzaghi**

Los factores de capacidad de carga modificados, se pueden calcular utilizando las ecuaciones de los factores de capacidad de carga (para  $N_c$ ,  $N_q$  y  $N_\gamma$ ) reemplazando el ángulo de fricción  $\phi$  por ángulo de fricción corregido por falla local reemplazando en la ecuación 6, La variación de  $N_c$ ,  $N_q$  y  $N_\gamma$  con el ángulo de fricción del suelo  $\phi'$  se da en la tabla 3.

*Ecuación 6- Angulo de friccion modificado por falla local*

$$\phi' = \tan^{-1} \left( \frac{2}{3} \tan \phi \right)$$

Tabla 3 - Factores de capacidad de carga modificados de Terzaghi  $N_c, N_q$  y  $N_\gamma$

$\phi'$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$\phi'$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
0	5.70	1.00	0.00	26	15.53	6.05	2.59
1	5.90	1.07	0.005	27	16.30	6.54	2.88
2	6.10	1.14	0.02	28	17.13	7.07	3.29
3	6.30	1.22	0.04	29	18.03	7.66	3.76
4	6.51	1.30	0.055	30	18.99	8.31	4.39
5	6.74	1.39	0.074	31	20.03	9.03	4.83
6	6.97	1.49	0.10	32	21.16	9.82	5.51
7	7.22	1.59	0.128	33	22.39	10.69	6.32
8	7.47	1.70	0.16	34	23.72	11.67	7.22
9	7.74	1.82	0.20	35	25.18	12.75	8.35
10	8.02	1.94	0.24	36	26.77	13.97	9.41
11	8.32	2.08	0.30	37	28.51	15.32	10.90
12	8.63	2.22	0.35	38	30.43	16.85	12.75
13	8.96	2.38	0.42	39	32.53	18.56	14.71
14	9.31	2.55	0.48	40	34.87	20.50	17.22
15	9.67	2.73	0.57	41	37.45	22.70	19.75
16	10.06	2.92	0.67	42	40.33	25.21	22.50
17	10.47	3.13	0.76	43	43.54	28.06	26.25
18	10.90	3.36	0.88	44	47.13	31.34	30.40
19	11.36	3.61	1.03	45	51.17	35.11	36.00
20	11.85	3.88	1.12	46	55.73	39.48	41.70
21	12.37	4.17	1.35	47	60.91	44.45	49.30
22	12.92	4.48	1.55	48	66.80	50.46	59.25
23	13.51	4.82	1.74	49	73.55	57.41	71.45
24	14.14	5.20	1.97	50	81.31	65.60	85.75
25	14.80	5.60	2.25				

Fuente: Libro Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones Séptima edición – Braja M. Das

### 1.3.6. Modificación de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freático:

**CASO 1:** 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 como la siguiente ecuación (7)

*Ecuación 7- Modificación de capacidad de carga por nivel freático según caso 1*

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

$\gamma_{sat}$  = 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 ecuación (8)

*Ecuación 8- Densidad unitaria modificada por nivel freático según caso 1*

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

**CASO 2:** Para un nivel freático ubicado tal que  $0 \leq d \leq B$ , ver ecuación (9)

*Ecuación 9-Modificación de capacidad de carga por nivel freático según caso 2*

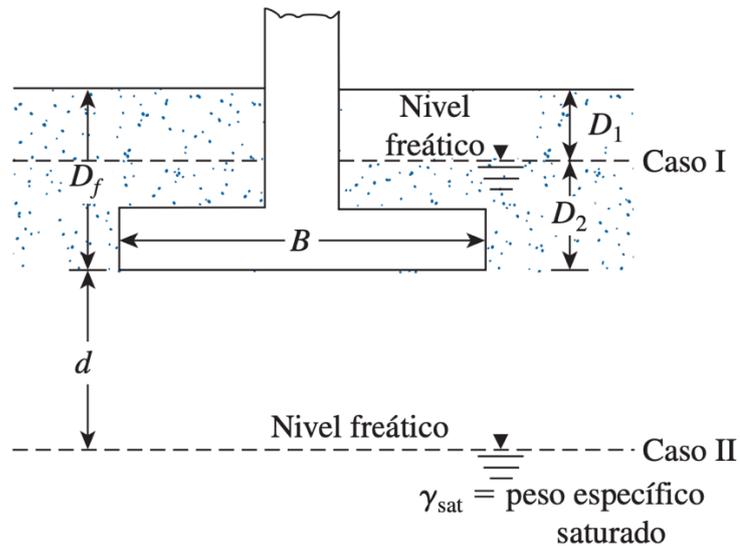
$$q = \gamma Df$$

En este caso, el factor  $\gamma$  en el ultimo termino de las ecuaciones de capacidad de carga se debe reemplazar por el factor de la ecuacion (10)

*Ecuación 10-Densidad Unitaria Modificada por nivel freático según caso 2*

$$\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma')$$

*Figura 3- Modificación de las ecuaciones de capacidad de carga por nivel freático*



Fuente: Libro Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones Séptima edición – Braja M. Das

**CASO 3:** Cuando el nivel freático se ubica tal que  $d \geq B$ , el agua no tendrá efecto sobre la capacidad de carga ultima.

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

### 1.3.7. Factor de seguridad

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

*Ecuación 11 - Capacidad de carga permisible bruta*

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

Sin embargo, algunos ingenieros prefieren emplear un factor de seguridad tal que

$$\text{Incremento neto del esfuerzo en el suelo} = \frac{\text{capacidad de carga última neta}}{FS}$$

La capacidad de carga última neta se define como la presión última por área unitaria de la cimentación que puede soportar el suelo en exceso de la presión causada por el suelo circundante al nivel de la cimentación. Si la diferencia entre el peso específico del concreto utilizado en la cimentación y el peso específico del suelo circundante se supone que es insignificante, entonces

*Ecuación 12- Capacidad de carga última neta*

$$q_{neta(u)} = q_u - q$$

Donde:

$$q_{neta(u)} = \text{capacidad de carga última neta}$$

$$q = \gamma Df$$

Por lo tanto, El factor de seguridad según se define por la ecuación (13) debe ser al menos de 3 en todos los casos.

*Ecuación 13 - Capacidad de carga ultima con el factor de seguridad*

$$q_{perm(neta)} = \frac{q_u - q}{FS}$$

### 1.3.8. Norma Técnica Peruana: Reglamento Nacional de Edificaciones 0.50 Suelos y Cimentaciones

El objetivo de esta Norma es establecer los requisitos para la ejecución de Estudios de Mecánica de Suelos (EMS), con fines de cimentación, de edificaciones y otras obras indicadas en esta Norma. Los EMS se ejecutarán con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras y para promover la utilización racional de los recursos.

#### 1.3.8.1. Número “n” de puntos de exploración

El numero de puntos de exploración se determina en la Tabla 4 en función del tipo de edificación y del área de la superficie a ocupar por esta.

*Tabla 4 - Número de Puntos de Exploración*

Tipo de edificación u obra	Número de puntos de exploración (n)
I	uno por cada 225 m <sup>2</sup> de área techada del primer piso
II	uno por cada 450 m <sup>2</sup> de área techada del primer piso
III	uno por cada 900 m <sup>2</sup> de área techada del primer piso*

---

IV uno por cada 100 m de instalaciones sanitarias de agua y alcantarillado en obras urbanas

---

Habilitación urbana para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 pisos	3	por cada hectárea de terreno por habilitar
---	---	--

Fuente: Norma 0.50 Suelos y Cimentaciones

### 1.3.8.2. Edificación Sin Sótano

*Ecuación 14-Edificación sin Sótano*

$$p = Df + z$$

### 1.3.8.3. Edificación Con Sótano

*Ecuación 15-Edificación con Sótano*

$$p = h + Df + z$$

Dónde:

Df = En una edificación sin sótano, es la distancia vertical desde la superficie del terreno hasta el fondo de la cimentación. En edificaciones con sótano, es la distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y el fondo de la cimentación.

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

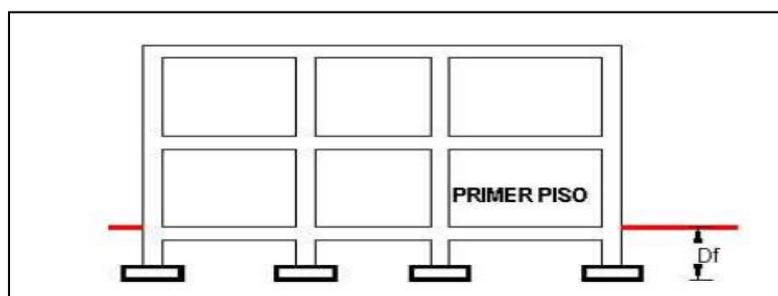
Z = 1,5 B; siendo B el ancho de la cimentación prevista de mayor área.

En el caso de ser ubicado dentro de la profundidad activa de cimentación el estrato resistente típico de la zona, que normalmente se utiliza como plano de

apoyo de cimentación, a juicio y bajo responsabilidad del Profesional Responsable, se podrá adoptar una profundidad “z” menor 1,5 B. En este caso la profundidad mínima de investigación será la profundidad del estrato resistente más una profundidad de verificación no menor a un metro.

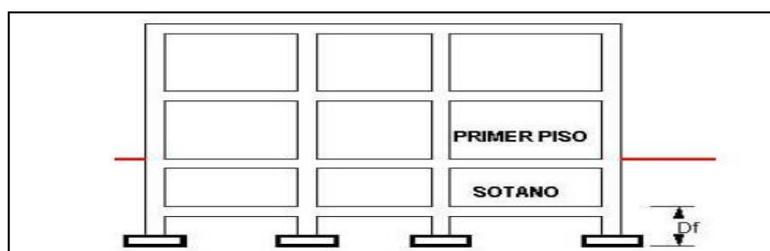
En ningún caso “p” será menos de 3 metros excepto si se encontrase roca antes de alcanzar la profundidad “p” en cuyo caso el profesional responsable deberá llevar a cabo una verificación de su calidad por un método adecuado.

*Figura 4 -Profundidad de cimentación (Df) en zapatas bajo sótanos*



Fuente: Norma 0.50 Suelos y Cimentaciones

*Figura 5 - Profundidad de cimentación (Df) en zapatas bajo sótanos*



Fuente: Norma 0.50 Suelos y Cimentaciones

### 1.3.9. Norma Técnica Peruana 339.133 (ASTM D 1586) Método de Penetración Estándar SPT

Los Ensayos de Penetración Estándar (SPT) son aplicables, según se indica en la

Tabla N° 5 Indica las limitaciones que requieren los ensayos de SPT, donde esta

restringido, recomendada y no recomendada

Tabla 5 - Aplicación y Limitaciones de los ensayos

TABLA N° 2.2.2 APLICACIÓN Y LIMITACIONES DE LOS ENSAYOS								
Ensayos In Situ	Norma Aplicable	Aplicación Recomendada			Aplicación Restringida		Aplicación No Recomendada	
		Técnica de Investigación	Tipo de Suelo <sup>(1)</sup>	Parámetro a obtener <sup>(2)</sup>	Técnica de Investigación	Tipo de Suelo <sup>(1)</sup>	Técnica de Investigación	Tipo de Suelo <sup>(1)</sup>
SPT	NTP 339.133 (ASTM D1586)	Perforación	SW, SP, SM, SC-SM	N	Perforación	CL, ML, SC, MH, CH	Calicata	Lo restante
DPSH	UNE 103 801:1994	Auscultación	SW, SP, SM, SC-SM	N <sub>20</sub>	Auscultación	CL, ML, SC, MH, CH	Calicata	Lo restante
Cono tipo Peck	UNE 103 801:1994 <sup>(4)</sup>	Auscultación	SW, SP, SM, SC-SM	C <sub>n</sub>	Auscultación	CL, ML, SC, MH, CH	Calicata	Lo restante
CPT	NTP 339.148 (ASTM D3441)	Auscultación	Todos excepto gravas	q <sub>c</sub> , f <sub>c</sub>	Auscultación	---	Calicata	Gravas
DPL	NTP 339.159 (DIN 4094)	Auscultación	SP	n	Auscultación	SW, SM	Calicata	Lo restante
Veleta de Campo <sup>(3)</sup>	NTP 339.155 (ASTM D2573)	Perforación/ Calicata	CL, ML, CH, MH	C <sub>u</sub> , St	---	---	---	Lo restante
Prueba de carga	NTP 339.153 (ASTM D1194)	---	Suelos granulares y rocas blandas	Asentamiento vs. Presión	---	---	---	---

Fuente: Norma 0.50 Suelos y Cimentaciones

No se recomienda ejecutar ensayos SPT en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento. Son espaciados cada 1 m. Las muestras que se obtengan el penetración estandar utilizado para el ensayo SPT deberán recuperarse para poder efectuar con ellas ensayos de clasificación en el laboratorio. Si dentro de la profundidad activa se encuentran los suelos licuables, deberá profundizarse la

investigación de campo hasta encontrar un estrato no licuable de espesor adecuado en el que se pueda apoyar la cimentación. El SPT debe ser hasta una profundidad máxima de 8 m.

Desarrollado por Terzaghi a finales de los años 20, es el ensayo in situ más popular y económico para obtener información geotécnica del subsuelo. Se estima que el 85 % a 90 % de los diseños de las cimentaciones convencionales de Norte y Sur América se basan en los valores de N medidos en el SPT.

El ensayo de penetración estándar o SPT (del inglés Standard Penetration Test), es un tipo de prueba de penetración dinámica, empleada para ensayar terrenos en los que se quiere realizar un reconocimiento geotécnico.

Constituye el ensayo o prueba más utilizado en la realización de sondeos, y se realiza en el fondo de la perforación

Consiste en contar el número de golpes necesarios para que se introduzca a una determinada profundidad una cuchara (cilíndrica y hueca) muy robusta (diámetro exterior de 51 milímetros e interior de 35 milímetros, lo que supone una relación de áreas superior a 100), que permite tomar una muestra, naturalmente alterada, en su interior. El peso de la masa está normalizado, así como la altura de caída libre, siendo de 63'5 kilopondios y 76 centímetros respectivamente. Este ensayo SPT es de uso

extendido, muy útil en la caracterización de suelos granulares (arenas o gravas arenosas), donde es difícil obtener muestras inalteradas para los ensayos de laboratorio.

Por otra parte, existen correlaciones en el caso de los terrenos cohesivos, pero al ser un ensayo prácticamente instantáneo, no se produce la disipación de los incrementos de presiones intersticiales producidos en estos suelos arcillosos por efecto del golpeo, lo que por cierto debe influir en el resultado de la prueba.

Por esta razón, los resultados del ensayo SPT (y por extensión, los de todos los penetrómetros dinámicos) en ensayos cohesivos no son muy fiables para la aplicación de correlaciones. Actualmente este criterio está cuestionado, siendo cada vez más aceptado que las pruebas penetrométricas pueden dar resultados igualmente válidos en todo tipo de suelo. En cualquier caso, al margen de la validez o existencia de correlaciones, el valor del golpeo obtenido en ensayo de penetración simple es un dato indicativo de la consistencia de un terreno susceptible de su utilización para la caracterización o el diseño geotécnico.

*Tabla 6 - Compacidad Relativa según el número de golpes del SPT*

<b>Numero de Golpes SPT</b>	<b>Compacidad Relativa</b>
0 – 4	Muy Suelta
5 – 10	Suelta
11 – 20	Firme
21 – 30	Muy Firme
31 – 50	Densa
Mas de 50	Muy Densa

Fuente: Geotecnia & Construcción Servicios Generales SAC

Los valores de resistencia de campo  $N$  obtenidos, deben ser corregidos a un valores de  $N$  de diseño conocido como  $N_{70}$ .

*Ecuación 16 - Corrección del  $N_{70}$*

$$N_{70} = Cn * N * n1 * n2 * n3 * n4$$

*Ecuación 17 – Factor de corrección ( $Cn$ )*

$$Cn = \sqrt{(10/\sigma'v)}$$

*Ecuación 18 - Esfuerzo Efectivo*

$$\sigma'v = \sigma v - u$$

Donde:

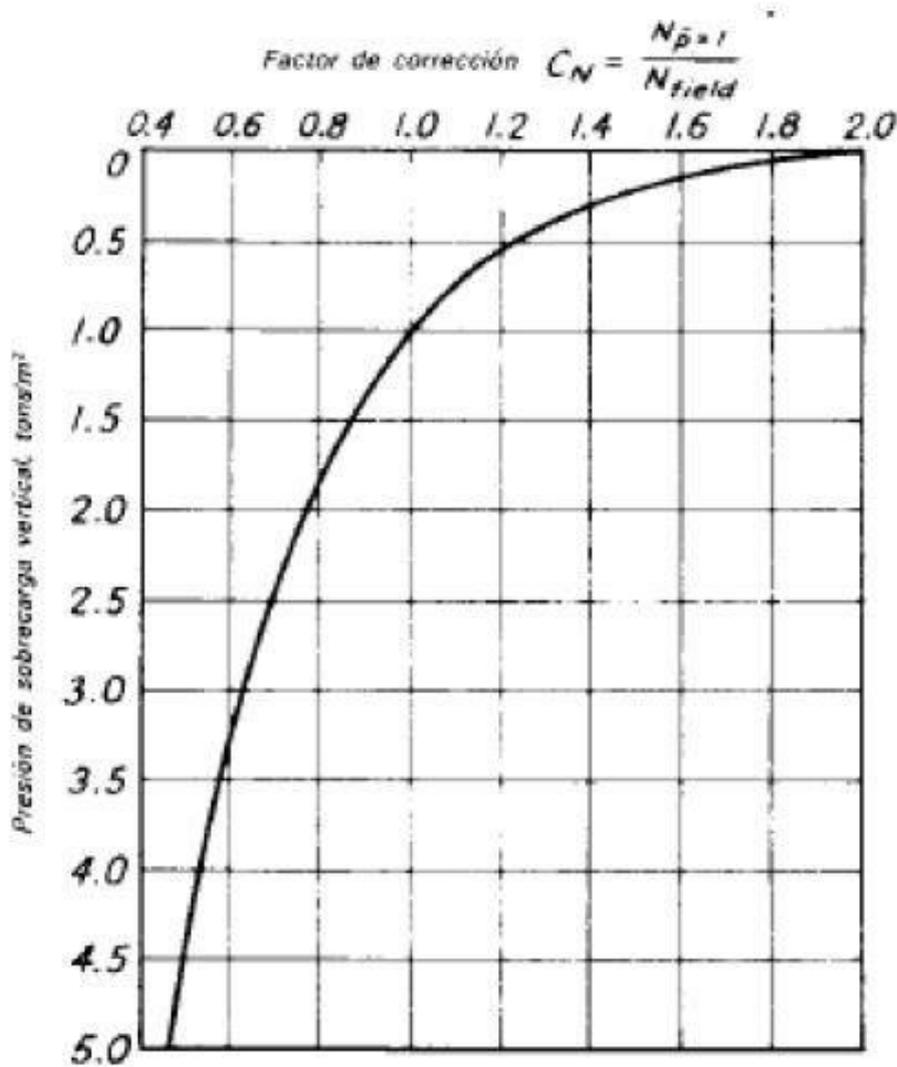
n1: Factor de corrección por energía.

n2: Factor de corrección por profundidad del ensayo.

n3: Factor de corrección por tipo de suelo y estado de densidad.

n4: Factor de corrección por diámetro del sondaje.

Figura 6- Gráfica para la corrección de los valores N en arenas, por influencia de la sobrecarga (el valor de referencia de b sobrecargas es de 9,76ton/m2)



Fuente: Norma 0.50 Suelos y Cimentaciones

#### 1.4. Formulación del problema

¿Cuál es el análisis de la capacidad portante mediante el ensayo de SPT de la zona totorales de huanchaco, Trujillo 2022?

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

- Analizar la capacidad portante mediante el ensayo de SPT de la zona totorales de huanchaco, Trujillo 2022.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

OE.1. Determinar las propiedades mecánicas y caracterizar en la zona de estudio.

OE.2. Realizar la exploración del suelo con el Método de Ensayo de Penetración Estándar (SPT) NTP 339.133

OE.3. Determinar la resistencia y comportamiento mecánico del suelo.

## **1.6. Hipótesis**

El suelo de la zona Totorales tendra la suficiencia capacidad para soportar cargas estructurales.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de Investigación

#### 2.1.1. Por el propósito:

La presente investigación de acuerdo al tipo de investigación es aplicada, debido que simplemente se va a aplicar la teoría existente mediante la investigación acerca de la variable del estudio.

#### 2.1.2. Por el diseño:

El diseño de la presente investigación es de tipo no experimental, porque solo se sustrae a contemplar los fenómenos en su estado natural para luego poder analizarlo y es descriptivo porque se observa y se describirá el comportamiento sin manipular la variable.

### 2.2. Diseño de Investigación:

La presente investigación es de diseño No Experimental, porque no vamos a manipular la variable, es transversal con el propósito de describir las variables y es de tipo descriptivo ya que solo se sacará información en su estado natural para poder observar, analizar y poder describirlo.

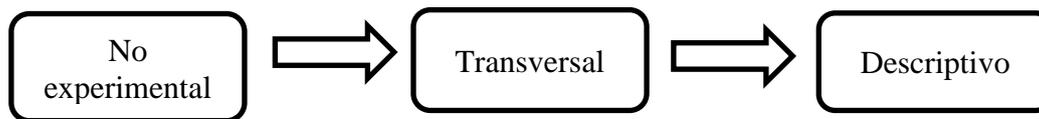
*Tabla 7 - Diseño de Investigación Transversal*

<b>Estudio</b>	<b>T1</b>
M:	O1:
Suelo de distrito de Huanchaco	Comportamiento

M: Muestra

O: Observación

*Figura 7 - Diagrama de diseño de investigación*



### 2.3.Operacionalización de variables/ Matriz de operacionalización de variables

Variabes	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
<b>V. Independiente</b> Capacidad portante	Capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él	Se realizará en hojas de cálculo para conocer la capacidad portante del terreno	Estudio de propiedades mecánicas y físicas del suelo.	Resistencia a la penetración del suelo. Capacidad de carga. Angulo de fricción. Cohesión.
<b>V. Dependiente</b> Suelos de la zona costera de Huanchaco	Se denomina suelo o tierra a la parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que proviene de la desintegración o alteración física o química de las rocas y de los residuos de las actividades de seres vivos que se asientan sobre el.	Se realizará el ensayo de SPT para la extracción de muestras de suelo.	Caracterización del suelos	Perfil Estratigráfico Clasificación SUCS Peso Unitario Análisis granulométrico Sales

## **2.4. Población y Muestra**

### **2.4.1. Población**

En la presente investigación, la población es el suelo de la playa las totorales que está ubicada en la zona costera de Huanchaco, región La Libertad. Su evaluación se realizará en el cierto tiempo de octubre del 2021 a enero del 2022. Finalmente, el área del suelo plasmado en un plano será abarca los 20,000 m<sup>2</sup>.

### **2.4.2. Muestra**

#### **2.4.2.1. Tecnicas de muestreo**

Para la determinación del tamaño muestra se considerará la técnica demuestreo es No Probabilístico porque se puede controlar las características dela muestra – Por Juicio de experto que se basa a la norma E.050 de Suelos y Cimentaciones

#### **2.4.2.2.Tamaño de Muestra**

Para la presente investigación tomamos en cuenta la norma E.050 suelos y cimentaciones. El número de puntos de exploración se aplicara tanto como ubicar los puntos de SPT y calicatas, para realizarse como se muestra en la tabla 4. Por lo tanto, el área de la muestra del suelo es de 20,000 m<sup>2</sup> que guiándose de la norma nuestra muestra es 3 por cada hectárea de terreno por habilitar, la cual se realizará 6 puntos de SPT y calicatas se extraerá muestrasde suelo el que se denomina SPT-1 (Ver tabla 4). Finalmente para cada punto que se analizará, se ubicarion sus coordenadas UTM como podemos ver en la tabla 8.

Tabla 8- Coordenadas UTM de cada punto a analizar

PUNTOS	PROF(m)	COORDENADAS UTM	
		NORTE	ESTE
SPT-1	1,60	9109164	705602
SPT-2	1,80	9123829	702819
SPT-3	1,70	9102938	709281
SPT-4	1,60	9100192	710291
SPT-5	1,80	9019283	709122
SPT-6	1,70	9000112	7001231

### 2.4.3. Materiales

#### Materiales

- **Para realizar el perfil estratigráfico**
  - Wincha.
- **Para realizar el método del SPT**
  - SPT
- **Para los ensayos**
  - Recipientes o taras.
  - Tamices
  - Tabla de Clasificación de SUCS.

#### Equipos

- Horno de secado  $100 \pm 5$  °C.
- Balanza con sensibilidad de 0.01 g.
- Copa de Casagrande.

- SPT

## **2.5. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

### **2.5.1. Técnica de recolección de datos**

La técnica de recolección de datos que se utilizará es la Observación Experimental, porque se realizará visitas a la zona costera de Huanchaco, ya que se obtendrá información acerca del suelo, a través de ensayos de laboratorio se podrá determinar las características del suelo en la zona costera de Huanchaco.

### **2.5.2. Instrumento de recolección de datos**

Los instrumentos a utilizar las dimensiones de resistencia y exploración de suelos serán mediante una guía de información a través de notas de campo en donde se podrá anotar los ensayos in-situ y fichas técnicas para la observación de los diversos ensayos que se realizaran. Para los datos del ensayo de penetración dinámica ligera será una hoja de notas en campo (ver anexo 1)

### **2.5.3. Validación del instrumento de recolección de datos.**

La presente investigación es validada por el ingeniero Claudio Morales Pinto con colegiatura CIP 91098, tiene experiencia en suelos y pavimentos 2 años

### **2.5.4. Análisis de datos:**

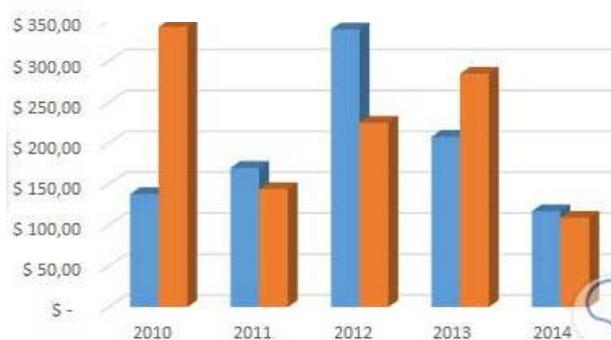
La presente investigación es de diseño no experimental y transversal porque solo se realizará el estudio en un solo periodo de tiempo, para recolectar los datos y obtener los resultados serán hojas elaboradas por mi persona, los cuales serán: Formatos de hoja Excel para recolectar datos del: Datos del ensayo de SPT, curva granulométrica, contenido de Humedad, Límites de Atterberg, sales, peso volumétrico y hojas de cálculos para aplicar la metodología Terzaghi, por lo tanto, se utilizará el método descriptivo.

De acuerdo a la clasificación de la variable los gráficos que se utilizarán son los siguientes:

- **Gráfico de columnas:**

- Estos gráficos se ordenan en el eje horizontal y los valores obtenidos en el eje vertical. Sirven para mostrar las diferencias entre un resultado y otro, poder compararlas y detectar alguna tendencia

*Figura 8 - Grafico de Columnas*

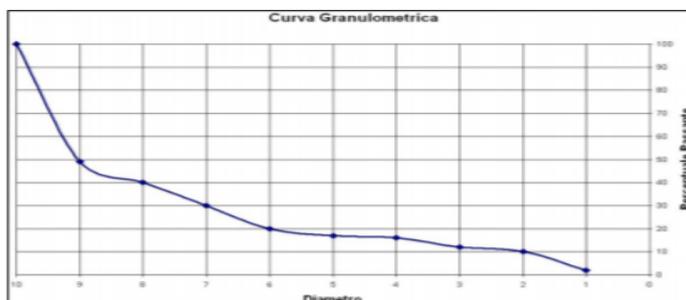


Fuente: Microsoft excel

- **Curvas Cumulativas:**

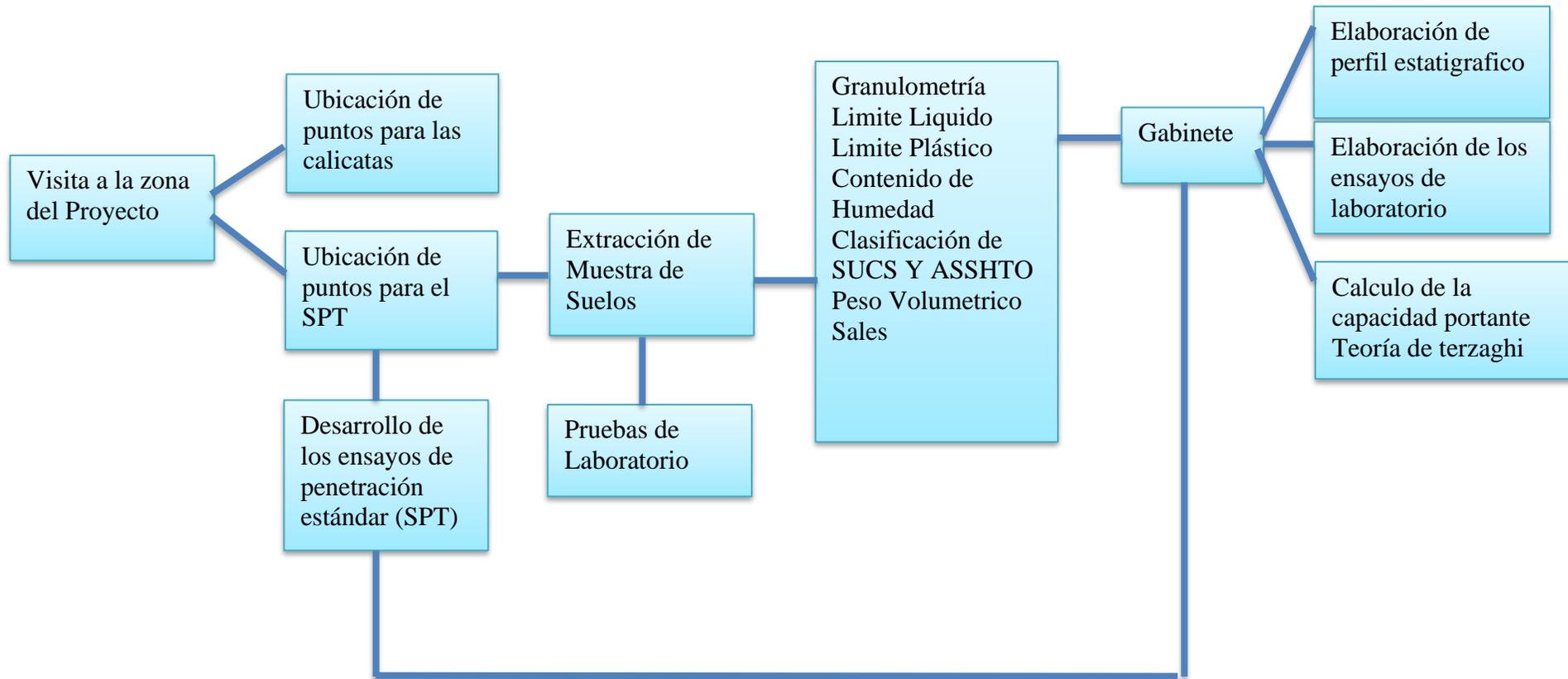
Se utilizará para la interpretación de las curvas de análisis granulométricos; en hoja logarítmico donde se colocarán las abscisas: diámetro en mm. Mientras que en las ordenadas la frecuencia cumulativa (tamices o pipeta). La curva no es afectada porque los tamices no definan intervalos iguales. La interpolación entre puntos medidos es por trazos curvilíneos. En papel de probabilidad. El parecido de nuestra curva con una línea recta es relativamente frecuente en arenas bien seleccionadas.

Figura 9- Curvas Cumulativas



Fuente: Microsoft excel

## 2.6.Procedimiento



### 2.6.1. Visita a la zona del proyecto

En la norma E.050 de “Suelos y Cimentaciones” el reconocimiento de campo comprende a la visualización in-situ del terreno donde se llevará a cabo el estudio de suelo, donde indica que se deben realizar los siguientes puntos en reconocimiento del terreno: verificación de la zona mediante el plano de ubicación y accesos, identificar los linderos del terreno en estudio, el uso actual del terreno, existencia de obras anteriores si es que lo hubiera, situación y disposición de obras de arte, y por último, la situación legal del terreno.

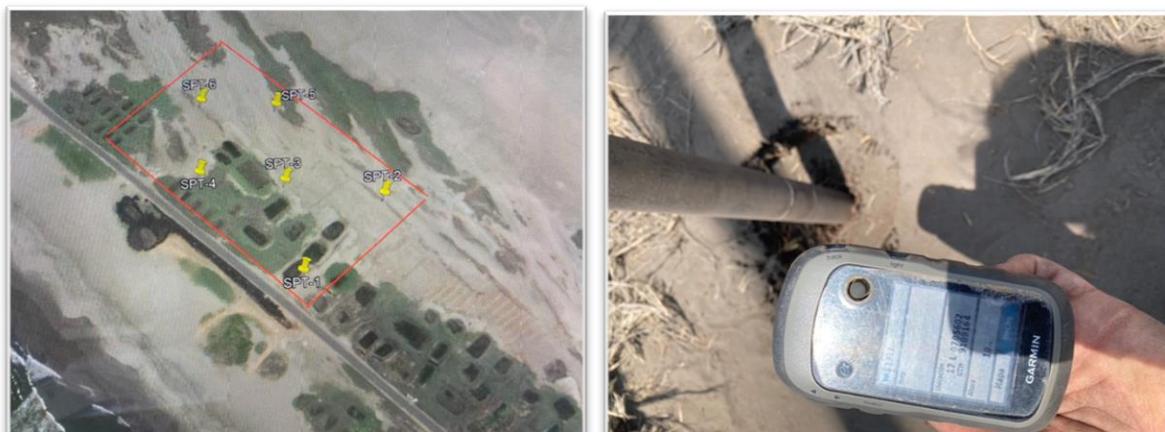
*Figura 10 - Zona de Estudio*



### 2.6.2. Ubicación de los puntos SPT

Utilizando la norma E.050 dice que los puntos donde se realizara las excavaciones que permitan una observación directa del terreno, así como la toma de muestras y la realización de ensayos. Se debe señalar en el plano, las ubicaciones de las calicatas y sus coordenadas

*Figura 11 - Ubicación de Puntos SPT y Calicatas*



para poder determinar el lugar exacto antes de la excavación, de ser necesario colocar referencias que ayuden a su localización.

### **2.6.3. Método de prueba estándar para prueba de penetración estándar (SPT)**

Para poder determinar la ubicación de los puntos a evaluar con ensayos de SPT, ya que no existe ninguna normativa en la cual establezca parámetros referentes a la ubicación y distancias para realizar SPT, se ubicaron los puntos de acuerdo al especialista de Suelos. Por lo que se decidió realizar solo seis puntos de SPT, tres por cada hectarea del terreno. De acuerdo a la NTP 339.133 El Ensayo de Penetración Estándar consiste en la caída libre de un martillo de una masa de 63,5 Kg a través de una barra guía y a una altura de 76 cm, la cual golpea sobre un cabezal conectado al penetrómetro.



*Figura 12- Prueba de Penetración Estándar SPT*

La resistencia a penetración se define de acuerdo al número de golpes N necesarios para 42 llevar a cabo la penetración de 30 cm. Para lo cual se requiere el siguiente procedimiento:

Después que el sondaje se ha avanzado hasta la elevación del muestreo deseado y se ha removido los sobrantes de la excavación, preparar el ensayo con la secuencia de operación siguiente:

Asegurar el muestreador de caña partida a las varillas de muestreo y bajarlas en el sondaje.

No se permitirá que el muestreador caiga en el suelo a ser ensayado.

Colocar el martillo por encima y conectar el yunque a la parte superior de las varillas de muestreo. Esto puede ser hecho antes que las varillas de muestreo y el muestreador se bajen a la perforación.

Descansar el peso muerto del muestreador, varillas, yunque y peso de hincá, en el fondo de la perforación y aplicar un golpe de asiento. Si se encuentran muchos sobrantes en el fondo de la perforación, remover el muestreador y las varillas de la perforación y sacar los sobrantes de la perforación.

Marcar las varillas de perforación en tres incrementos sucesivos de 0,15 m, de modo que el avance del muestreador bajo el impacto del martillo pueda ser observado fácilmente en cada incremento de 0,15 m.

Hincar el muestreador con golpes de martillo de 63,5 kg. y contar el número de golpes aplicado a cada incremento de 0,15 m-

Registrar el número de golpes requerido para alcanzar cada 0.15 m de penetración o fracción.

Las primeras 0,15 m. Se consideran las de acomodamiento. La suma del número de golpes del segundo y tercer incremento de 0,15 m. de penetración se denomina "resistencia a la penetración estándar" o "valor de N". Si el muestreador se hincá menos de 0,45 m, deberá anotarse en el registro de sondaje el número de golpes de cada incremento completo de 0,15 m y cada incremento parcial. Para los incrementos parciales, deberá reportarse la profundidad

de penetración con aproximación a 1 plg. (25 mm), además del número de golpes. Si el muestreador avanza por debajo del fondo de la perforación por acción del peso propio de las varillas más martillo, deberá ser anotada dicha información en el registro de perforación.

La salida y bajada del martillo de 63,5 kg deberá ejecutarse mediante uno de los métodos siguiente:

Por el uso de un sistema de caída de martillo automático o semi-automático, que levanta el martillo de 63,5 kg y lo deja caer  $0,76 \text{ m} \pm 25 \text{ mm}$  sin impedimento.

Por el uso de un malacate para jalar una soga conectada al martillo. Cuando se use el método de malacate y soga, el sistema y operación deberá cumplir con lo siguiente: El malacate debe estar libre de oxidación, aceite y grasa, tendrá un diámetro entre 6 a 10 plg, la operación de jalar y soltar la soga debe ser realizada con ritmo y sin mantener la soga en la parte superior del golpe.

Llevar el muestreador a la superficie y abrirlo. Registrar el porcentaje de recuperación o la longitud de la muestra recuperada. Describir las muestras de suelo recuperadas, tal como su composición, color, estratificación y condición, luego colocar una o más partes representativas de la muestra en recipientes sellados e impermeables, sin dañar o distorsionar cualquier estratificación aparente. Sellar cada recipiente para prevenir la evaporación de la humedad del suelo. Fijar etiquetas a los recipientes indicando la obra, número de sondaje, profundidad de la muestra y el número de golpes por cada incremento de 0.15 m. Proteja las muestras contra cambios extremos de 44 temperatura. Si existe un cambio de suelo dentro del

muestreador, prepare un recipiente para cada estrato y anote su localización en el muestreador.

Figura 13- Muestra mediante el ensayo de SPT - 01



#### 2.6.4. Extracción de muestras

Según la norma NTP 339.151 indica que se debe realizar la excavación de la calicata con las dimensiones de 1.00m x 1.00m (siendo criterio del personal responsable brindar mayor área para mejorar la trabajabilidad) y 3m de profundidad (tomando otro criterio según el tipo de investigación y terreno en el que se está trabajando). Para extraer la muestra se debe limpiar las caras laterales de la calicata y establecer la profundidad de la extracción de la muestra, luego, extraer la muestra en las cantidades suficientes para poder realizar los ensayos mínimos en el laboratorio introduciéndolas en bolsas plásticas herméticas para evitar la evaporación de la humedad natural.

Estas bolsas con la muestra se deben identificar y colocar en un contenedor suficiente para que al momento de transportarlo no genere movimientos bruscos.



Figura 14 - Extracción de muestra del PC-02

### 2.6.5. Análisis Granulométrico para Suelos Finos Según NTP 339.128

Para realizar el análisis granulométrico menciona el siguiente procedimiento:

Se separa la porción retenida en el tamiz 2.00 mm (N°10) en una serie de fracciones usando los tamices 75 mm (3 plg), 50 mm (2 plg), 37,5 mm ( 1 ½ plg), 25 mm (1 plg), 19 mm (3/4 plg), 9,5 mm (3/8 plg), 4,75 mm (N°4) y 2 mm (N° 10), o las que se necesiten dependiendo de la muestra o de las especificaciones para el material ensayado.

El tamizado se efectúa con un movimiento lateral y vertical del tamiz acompañado con un golpeteo para mantener la muestra moviéndose continuamente sobre la superficie, En ningún caso se ayudará con la mano a pasar el tamiz. Se continúa tamizando hasta que el residuo que pase después de un minuto sea inferior al 1% en peso de lo tamizado. Cuando se efectúa el tamizado se comprobará la efectividad del mismo con el procedimiento manual descrito anteriormente.

Se determina la masa de cada fracción con las balanzas indicadas. Al término de ser pesadas, la suma de masas retenidas sobre la totalidad de los tamices usados y de la porción que pasa el último tamiz debe ser aproximadamente igual a la masa original.

Figura 15- Realización del ensayo granulométrico



#### **2.6.6. Contenido de Humedad De acuerdo a NTP 339.127**

Determinar y registrar la masa de un contenedor limpio y seco.

Seleccionar especímenes de ensayo representativos y colocar el espécimen de ensayo húmedo en el contenedor. Determinar el peso del contenedor y material húmedo usando una balanza.

Colocar el contenedor con el material húmedo al horno. Secar el material hasta alcanzar una masa constante. Mantener el secado en el horno a  $110 \pm 5$  °C a menos que se especifique otra temperatura. El tiempo requerido para obtener el peso constante variara dependiendo del tipo de material, tamaño de espécimen, tipo de horno y capacidad, entre otros factores.

Luego que el material se haya secado a peso constante, se removerá el contenedor del horno, se permitirá el enfriamiento del material y contenedor a temperatura ambiente o hasta que se pueda manipular el contenedor. Determinar el peso del contenedor y el material secado al horno usando una balanza. Registrar este valor.

Figura 16- Realización del ensayo contenido de humedad



### 2.6.7. Limite Líquido y Limite Plástico de acuerdo a la NTP 339.129

A la muestra se la remueve cualquier material retenido en el tamiz N°40. El límite líquido se determina realizando pruebas en las cuales se esparce una porción de la muestra en una copa de bronce, dividida en dos por un ranurador, y luego permitiendo que fluya debido a los impactos causados por las repetidas caídas de la copa en un dispositivo mecánico estándar. Se requiere realizar tres o más pruebas sobre un rango de contenido de humedad y graficar o calcular la información de las pruebas para establecer una relación a partir de la cual se determine el límite líquido.

El límite plástico se determina presionando y enrollando alteradamente a un hilo de 3.2 mm de diámetro, una porción pequeña de suelo plástico hasta que su contenido de humedad se

reduzca hasta el punto en que el hilo se quiebre y no pueda ser más presionado y reenrollado. El contenido de humedad del suelo en este punto se reporta como el límite plástico. Donde la muestra no tuvo límites porque es arena.

### 2.6.8. Clasificación SUCS NTP 339.134

Clasificar al suelo como suelo de grano fino si el 50 % o más del peso seco del espécimen pasa la malla N° 200. Clasificar el suelo como suelo de grano grueso si el 50 % o más del peso seco del espécimen es retenido en la malla N° 200. Luego se procederá a la clasificarlo de acuerdo a las cartas de plasticidad, teniendo también en cuenta el límite líquido, índice plástico.

Figura 17 - Sistema de clasificación SUCS

SISTEMA CLASIFICACION USCS							
GRUESOS (< 50 % pasa 0.08 mm)							
Tipo de Suelo	Símbolo	% pasa 5 mm.***	% pasa 0.08 mm.	CU	CC	** IP	
Gravas	GW	< 50	< 5	> 4	1 a 3		
	GP			≤ 6	<1 ó >3		
	GM		> 12				< 0.73 (wl-20) ó <4
	GC						> 0.73 (wl-20) ó >7
Arenas	SW	> 50	< 5	> 6	1 a 3		
	SP			≤ 6	<1 ó >3		
	SM		> 12				< 0.73 (wl-20) ó <4
	SC						> 0.73 (wl-20) y >7
* Entre 5 y 12% usar símbolo doble como GW-GC, GP-GM, SW-SM, SP-SC.							
*** respecto a la fracción retenida en el tamiz 0.080 mm							
** Si IP ≥ 0.73 (wl-20) ó si IP entre 4 y 7 e IP > 0.73 (wl-20), usar símbolo doble: GM-GC, SM-SC.							
En casos dudosos favorecer clasificación menos plástica Ej: GW-GM en vez de GW-GC.							
$C_u = (D_{60}) / (D_{10})$			$C_c = (D_{30}^2) / (D_{60} \cdot D_{10})$				

Fuente: Norma 0.50 Suelos y Cimentaciones

### 2.6.9. Peso Volumétrico ( NTP 339.139)

Siendo el peso volumétrico una de las propiedades físicas del suelo y como tal hay que conducir su estudio no solamente involucrando métodos de razonamiento y de procedimiento con propósitos netamente mecánicos, sino el uso de un criterio amplio y práctico de su influencia en el comportamiento de los suelos. Basado en la observación del comportamiento real en el campo. Teniendo estas consideraciones se llega a analizar la densidad como una propiedad

física del suelo y como tal un requisito indispensable para el estudio. Es el producto de su densidad por la gravedad. El valor depende, entre otros, del contenido de agua del suelo. Este puede variar desde el estado seco  $\gamma_d$  (ecuación 19) hasta el saturado  $\gamma_{sat}$  (fórmula 2.14), y el estado intermedio supone valores de S (grado de saturación) entre 0 y 1,0, dependiendo del mayor o menor contenido de humedad del suelo. Queda establecido entonces que el concepto difiere del de densidad y también que:

*Ecuación 19 - Peso Volumétrico del suelo seco*

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V_T}$$

*Ecuación 20 - Peso Volumétrico del suelo saturado*

$$\gamma_d = \frac{W_{sat}}{V_T}$$

Donde:

$\gamma$  = Densidad

$W_s$  = Masa suelo seco

$V$  = Volumen

$W_{sat}$  = Masa suelo saturado

En dicha tabla se presentan algunos valores del peso unitario seco de los suelos de interés, dado que no están afectados por el peso del agua contenida, sino por su estado relativo de compactación, el que se puede valorar con la porosidad.

*Tabla 9- Valores de  $n$  y  $\gamma_d$  para suelos granulares*

<b>Descripción</b>	<b><math>\eta</math> %</b>	<b><math>\gamma_d</math> g/cm<sup>3</sup></b>
Arena limpia y uniforme	29 – 50	1,33 – 1,89
Arena limosa	23 – 47	1,39 – 2,03
Arena micácea	29 – 55	1,22 – 1,92
Limo INORGÁNICO	29 – 52	1,28 – 1,89
Arena limosa y grava	12 – 46	1,42 – 2,34
Arena fina a gruesa	17 – 49	1,36 – 2,21

Fuente: Relaciones gravimétricas y volumétricas del suelo (Gromecánica Capítulo 2)

#### **2.6.10. Sales (NTP 339.152)**

Pesar 100 g de la muestra de suelo preparada para análisis (secada al aire o a no más de 60 °C y pasada por el tamiz N o 10, de 2mm) en un frasco Erlenmeyer de 500mL. 6.2 Añadir 300 mL de agua destilada, tapan el frasco y ponerlo en agitación mecánica por 1 hora y dejarlo sedimentar o decantar por otra hora. Sin embargo, en sospecha de la presencia de yeso, luego de 1 hora añadir un cristal de thymol y dejar en reposo durante la noche (para la disolución del yeso).

Preparar la cápsula de evaporación: si solamente se va a determinar el total de sólidos disueltos, calentar las cápsulas de evaporación limpias a  $180\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  por 1 hora en la estufa de secado. Guardar en la desecador hasta el momento de usarlas. Pesarlas inmediatamente antes del uso (mI).

Transferir a la capsula de evaporación un volumen medido de la solución de ensayo.

Evaporar a sequedad sobre baño de vapor.

Si el volumen a ensayar excede la capacidad de la capsula de evaporación añadir porciones sucesivas luego e cada evaporación.

Secar por lo menos 1 hora en estufa de secado a  $180^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , enfriar en desecador y pesar.

Repetir el ciclo de secado, enfriamiento con desecación y pesaje hasta obtener un peso constante o hasta que la variación del peso sea menor al 4% de la pesada anterior o 1mg, cualquiera que se cumpla.

Las determinaciones en duplicado deben concordar entre el 10 % de su promedio.

Tabla 10- Concreto expuesto a soluciones de sulfato

EXPOSICION A SULFATOS	Sulfatos solubles en agua, presente en el suelo como SO <sub>4</sub> % en peso	Sulfatos en el agua (ppm)	Cemento Tipo
Despreciable	$0.0 \leq SO_4 < 0.10$	$0.0 \leq SO_4 < 150$	I
Moderado	$0.10 \leq SO_4 < 0.20$	$150 \leq SO_4 < 1500$	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM) (MS), I(SM) (MS)
Severa	$0.20 \leq SO_4 < 2.00$	$1500 \leq SO_4 < 10000$	V
Muy severa	$2.00 \leq SO_4$	$1000 \leq SO_4 < 150$	Tipo V mas puzolana

Fuente: Tabla 3 de la Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones RNE, las NTP 339:074:1982, NTP 400.014:1977

## 2.7.Desarrollo de la tesis

Para desarrollar la presente tesis de investigación primero, se realizó una búsqueda de información como artículos, libros, tesis que tiene relacion al tema de licuación de suelos, se buscaron en diferentes fuentes confiables. Las fuentes que se utilizó fue Google Académico, Redalyc y también opté por el repositorio de UPN. Se utilizó la Observación Experimental, por lo que se visitó a la zona costera de Huanchaco. También se hace la realización de la metodología, donde tiene que ver con el tipo y diseño de investigación, por los que hizo la clasificación de la variable, así mismo un aspecto importante se pasó a la identificación de la población y muestra. A continuación, se realizó una tabla de matriz de operacionalización de variables donde se identificó cada dimensión de acuerdo a mis objetivos específicos, la cual la primera dimensión es exploración de suelos, donde se hizo un reconocimiento del campo y se ubicó los puntos de SPT y calicatas donde se utilizó un GPS y nos arrojó sus coordenadas UTM de cada punto, tanto para calicatas que para los SPT. Después de las calicatas se visualizó el perfil estratigráfico y para la segunda dimensión que es ensayos de mecánicas de suelos, se extrajo muestra de suelos para realizar los ensayos de laboratorio como se podrá determinar las características del suelo en la zona costera de Huanchaco, la tercera dimensión es la resistencia

del suelo, donde ya ubicados los puntos de SPT, se realizó el ensayo de penetración estándar, donde se contabilizó el número de golpes y en gabinete se hizo la corrección del N. La cuarta dimensión es la metodología de Terzaghi, se obtuvo todos los resultados del ensayo de laboratorio y con datos de antecedentes se pudo determinar la capacidad portante de la zona costera de Huanchaco. Por lo tanto, de cada dimensión se realizó la extracción de resultados y las discusiones, donde se analizó detalladamente los resultados de los ensayos de laboratorio y de campo. Finalmente se desarrollan las conclusiones.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

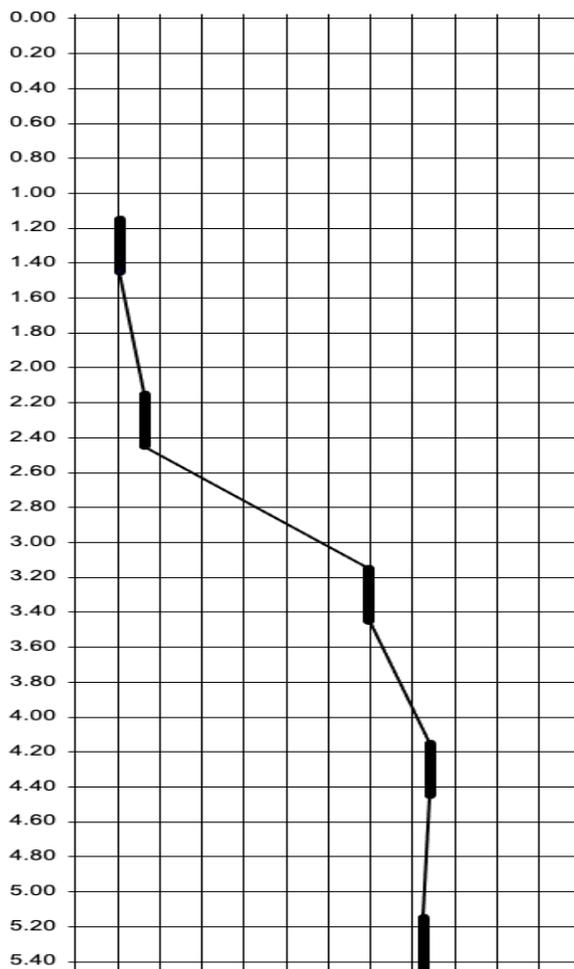
#### 3.1. Metodo de Ensayo de Penetración Estándar y SPT

Tabla 11 - Resumen de los ensayos de SPT y Angulo de Fricción

PUNTOS	PROFUNDIDAD		N <sub>camp</sub>	$\sigma'_{vo}$ kN/m <sup>2</sup>	C <sub>N</sub>	N corregido	N <sub>70</sub>	N <sub>60</sub>	ÁNGULO DE FRICCIÓN
									N
<b>SPT-1</b>	0.00	- 1.45	14	13.05	2.00	28.00	9	<b>11</b>	32
	2.00	- 2.45	22	40.05	1.55	34.02	14	<b>17</b>	34
	3.00	- 3.45	93	58.05	1.28	119.45	60	<b>70</b>	52
	4.00	- 4.45	99	76.05	1.12	111.09	64	<b>84</b>	53
	5.00	- 5.45	97	94.05	1.01	97.88	62	<b>82</b>	53
<b>SPT-2</b>	0.00	- 1.45	15	13.05	2.00	30.00	10	<b>11</b>	32
	2.00	- 2.45	25	40.05	1.55	38.66	16	<b>19</b>	35
	3.00	- 3.45	90	58.05	1.28	115.59	58	<b>68</b>	51
	4.00	- 4.45	91	76.05	1.12	102.11	59	<b>77</b>	51
	5.00	- 5.45	94	94.05	1.01	94.85	60	<b>80</b>	52
<b>SPT-3</b>	0.00	- 1.45	19	13.05	2.00	38.00	12	<b>14</b>	33
	2.00	- 2.45	33	40.05	1.55	51.03	21	<b>25</b>	37
	3.00	- 3.45	41	58.05	1.28	52.66	26	<b>31</b>	39
	4.00	- 4.45	72	76.05	1.12	80.79	46	<b>61</b>	47
	5.00	- 5.45	79	94.05	1.01	79.71	51	<b>67</b>	48
<b>SPT-4</b>	0.00	- 1.45	16	13.05	2.00	32.00	10	<b>12</b>	33
	2.00	- 2.45	35	40.05	1.55	54.12	23	<b>26</b>	37
	3.00	- 3.45	41	58.05	1.28	52.66	26	<b>31</b>	39
	4.00	- 4.45	68	76.05	1.12	76.30	44	<b>58</b>	46
	5.00	- 5.45	86	94.05	1.01	86.78	55	<b>73</b>	50
<b>SPT-5</b>	0.00	- 1.45	26	13.05	2.00	52.00	17	<b>20</b>	35
	2.00	- 2.45	36	40.05	1.55	55.67	23	<b>27</b>	38
	3.00	- 3.45	61	58.05	1.28	78.35	39	<b>46</b>	44
	4.00	- 4.45	66	76.05	1.12	74.06	42	<b>56</b>	45
	5.00	- 5.45	84	94.05	1.01	84.76	54	<b>71</b>	50
<b>SPT-6</b>	0.00	- 1.45	20	13.05	2.00	40.00	13	<b>15</b>	34
	2.00	- 2.45	49	40.05	1.55	75.77	32	<b>37</b>	41
	3.00	- 3.45	59	58.05	1.28	75.78	38	<b>44</b>	43
	4.00	- 4.45	63	76.05	1.12	70.69	41	<b>54</b>	44
	5.00	- 5.45	79	94.05	1.01	79.71	51	<b>67</b>	48

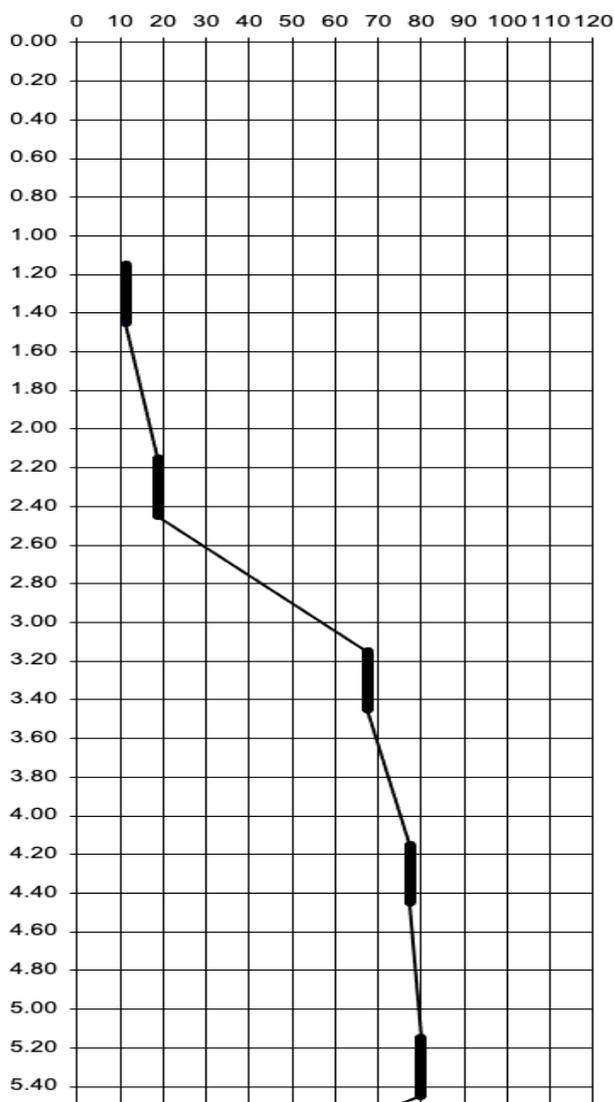
Nota: En la tabla 9 se presenta los puntos donde se realizaron SPT, obteniendo los números de golpes y la corrección N, finalmente se calculo el angulo de fricción para cada profundidad.

Gráfico 1 - Ensayo de Penetración Estándar SPT-1



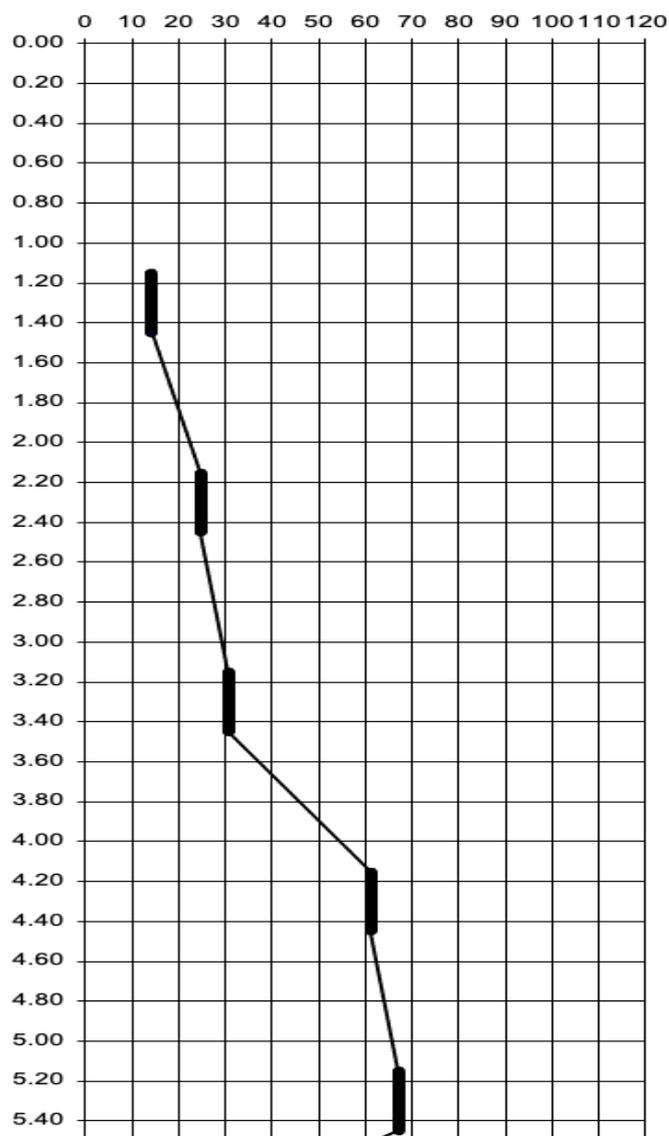
Nota: En la Gráfico 1, indica el numero golpes de acuerdo a las profundidades, y observamos que a mas profundidad el numero de golpes es mayor, eso significa que el suelo es mas denso que en la superficie

Gráfico 2- Ensayo de Penetración Estándar SPT-2



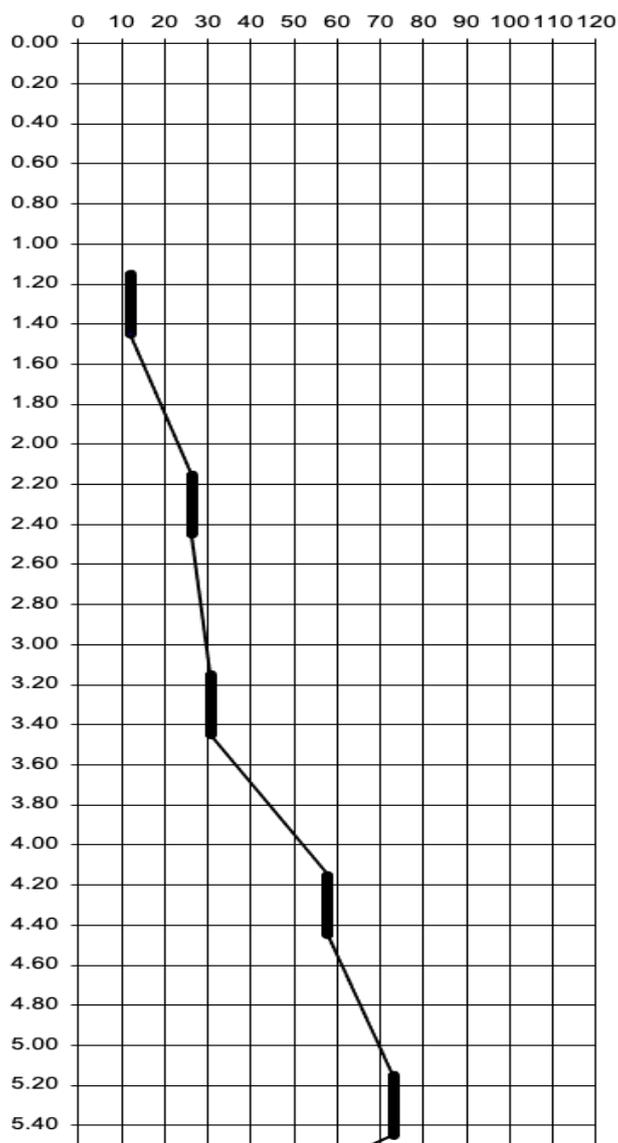
Nota: En la Gráfico 2 indica el numero golpes de acuerdo a las profundidades, y observamos que a mas profundidad el numero de golpes es mayor.

Gráfico 3- Ensayo de Penetración Estándar SPT-3



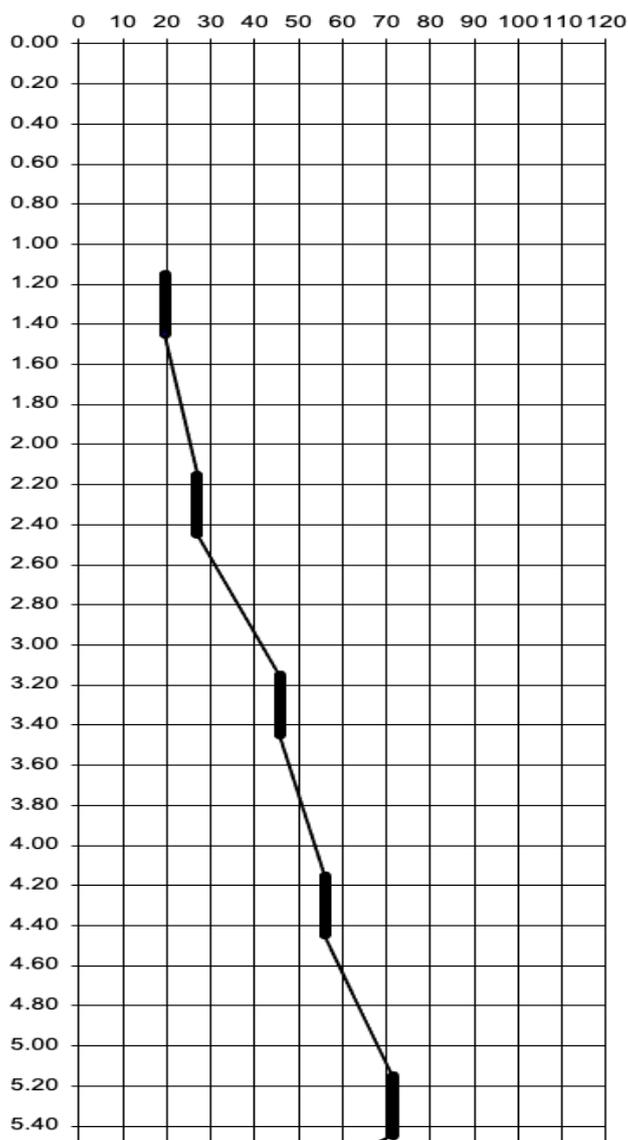
Nota: En la Gráfico 3 indica el numero golpes de acuerdo a las profundidades, y observamos que a mas profundidad el numero de golpes es mayor.

Gráfico 4 - Ensayo de Penetración Estándar SPT-4



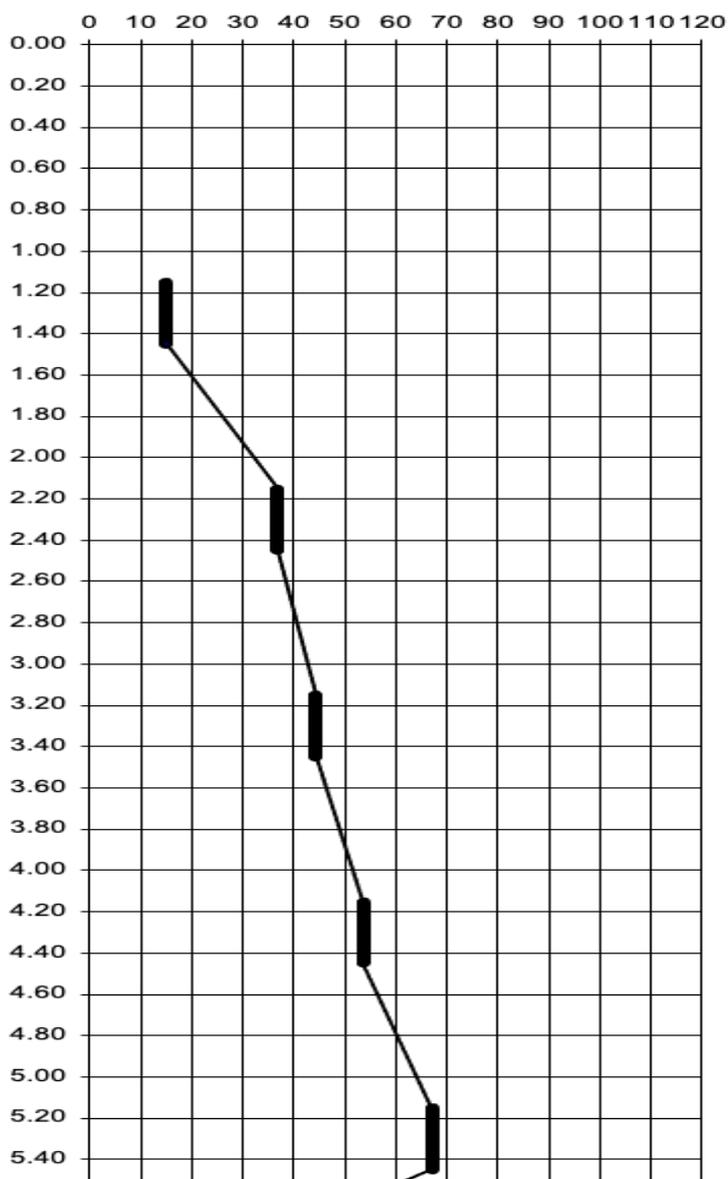
Nota: En la Gráfico 4 indica el numero golpes de acuerdo a las profundidades, y observamos que a mas profundidad el numero de golpes es mayor.

Gráfico 5- Ensayo de Penetración Estándar SPT-5



Nota: En la Gráfico 5 indica el numero golpes de acuerdo a las profundidades, y observamos que a mas profundidad el numero de golpes es mayor.

Gráfico 6 - Ensayo de Penetración Estándar SPT-6



Nota: En la Gráfico 6 indica el numero golpes de acuerdo a las profundidades, y observamos que a mas profundidad el numero de golpes es mayor.

### 3.2. Ensayos de Mecánica de suelos

Tabla 12 - Caracterización de la zona de estudio

Ensayos de Laboratorio / Puntos		SPT 1	SPT 2	SPT 3	SPT 4	SPT 5	SPT 6
<b>Análisis Granulométrico</b>	% GRAVA	0.2	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0
	% ARENA	97.3	99.1	95.7	94.8	99.6	99.4
	% FINOS	2.5	0.9	4.2	5.0	0.3	0.6
<b>Clasificación SUCS / AASHTO</b>		SP/A-1-b(0)	SP/A-3(0)	SP/A-3(0)	SP/A-3(0)	SP/A-3(0)	SP/A-3(0)
<b>Limites de Atterberg</b>	L. LIQUIDO	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	L. PLASTICO	NP	NP	NP	NP	NP	NP
<b>Humedad %</b>		23	22.1	24.8	25.4	26.1	26.7
<b>Peso Volumétrico</b>	HUMEDO	1.65	1.6	1.68	1.66	1.7	1.73
	SATURADO	1.80	1.82	1.88	1.86	1.79	1.84
<b>Sales</b>	%	1.19	1.18	2.0	2.01	1.185	2.0
	ppm	11900	11800	20000	20100	11850	20000

Nota: En la tabla 10 se puede visualizar que se realizaron los ensayos de laboratorio como Análisis

granulométrico, clasificación de SUCS y AASHTO, % Humedad, Peso unitario Humedo y Saturado, % Sales y

Limite de Atterberg donde no presenta ya que es un suelo arenoso

### 3.3. Capacidad Portante Método de Terzaghi

Tabla 13 - Capacidad Portante

Puntos	N° corregido	Angulo de Fricción $\phi$	Angulo de Fricción $\phi'$	B (m)	Df (m)	Qadm (kg/cm <sup>2</sup> )
<b>SPT 1</b>	28	32	22.62	1.20	1.50	2.09
<b>SPT 2</b>	30	32	22.62	1.20	1.50	2.14
<b>SPT 3</b>	38	33	23.41	1.20	1.50	2.45
<b>SPT 4</b>	32	33	23.41	1.20	1.50	2.39
<b>SPT 5</b>	52	35	25.02	1.20	1.50	2.50
<b>SPT 6</b>	40	34	24.21	1.20	1.50	2.49

Nota: En la tabla 11 se realizó el cálculo de la capacidad portante para una zapata cuadrada en una profundidad de desplante 1.50 y un ancho de 1.20

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

La presente tesis tuvo como objetivo, determinar el análisis de la capacidad portante con el método SPT en la zona costera del distrito de Huanchaco, Trujillo 2022. La capacidad portante del suelo es muy importante ya que es donde el suelo va a soportar cargas de la estructura. En la zona costera se identificó que es un suelo granular, no cohesivo, el área del terreno posee el NAF a diferentes profundidades y es una zona de alto riesgo sísmico. El método de análisis elegido está basado en la resistencia a la penetración estándar (SPT)

En la tabla N° 11 se presenta los resultados del Ensayo de Penetración Estándar (SPT),. Tal ensayo es empleado para darnos parámetros mecánicos del suelo y poder evaluar la capacidad portante del suelo, solo se puede utilizar en suelos arenosos, ya que con dicho ensayo se puede hallar el ángulo de fricción mediante correlaciones de DPL y SPT según (Carmona y Ruge,2015). Por lo tanto se ve que mediante un buen uso del equipo de sondeo podemos determinar la corrección N60 y el ángulo de fricción, en la tabla N°11 se determinó el rechazo del suelo llegando a la profundidad de 5.45 metros existiendo un suelo muy denso ( $N < 50$ ). De acuerdo, al número de golpes ensayados, se determinó el ángulo de fricción a diferentes profundidades lo cual se puede establecer que es la resultante entre la fuerza de fricción y la fuerza normal respecto al nivel o plano del terreno, ya que esto sucede cuando la fuerza tangencial es mayor que la fuerza normal, donde el desplazamiento producido supera a la fuerza de fricción produciendo una masa en las partículas. Esa masa se desplaza formando un ángulo hasta llegar a un punto máximo, este ángulo es conocido como ángulo de fricción interna (Carmona y

Ruge, 2015), que este afecta al terreno conforme aumenta, es decir, mientras el ángulo de fricción sea mayor la estructura que asienta en el terreno se deslizará con mayor facilidad ante un evento sísmico, por lo tanto, podemos determinar todos los sondeos SPT1, SPT-2, SPT3, SPT-4, SPT-5 y SPT-6 son mayores a 30°.

Para esta investigación se tuvo que hacer una exploración de suelos mediante sondeos y el ensayo de penetración estándar, en la tabla N°8 se presenta la ubicación de las calicatas y sondajes cuyos datos de GPS indicaron las coordenadas UTM en cada punto, los sondeos se realizaron con el fin de visualizar con más precisión el nivel freático ya que se encuentra a pocos metros de la superficie, lo que hace más complicado en un proceso constructivo en una edificación. De acuerdo a las calicatas realizadas SPT-1 y SPT -2 se realizó un perfil estratigráfico donde se encontró una cobertura vegetal con un espesor de 0.20 m subyaciendo un suelo de grano fino clasificado por SUCS, arena pobremente gradada (SP) y humedad por ascenso capilar del nivel freático que se encuentra a 1.60 y por debajo de este nivel se encuentra una arena saturada a diferencia de SPT-3,4 y 5 no tiene cobertura vegetal.

En la tabla N° 12 se muestran los resultados de los ensayos granulométricos que nos sirve para poder identificar o clasificar el suelo mediante SUCS, se tomó el procedimiento de acuerdo a la norma NTP 339.128 y se demostró que toda el área del estudio es homogénea, también se muestra que el suelo analizado no presenta límites de consistencia por ser suelos granulares no cohesivos de grano fino y el % que pasa la malla N° 200, es menor que el 5 % lo cual nos indica que no presenta límites de consistencia.

En la tabla N°12 muestra los ensayos del contenido de humedad de cada calicata ejecutada donde se puede observar de acuerdo a los datos que son humedades altas lo que significa que el suelo se encuentra húmedo por el ascenso capilar por estar encontrado con el nivel freático en la parte superior y en la parte inferior se encuentra saturado debajo del nivel 1.50 m. También se muestra los resultados del peso volumétrico de los seis sondeos, donde se realizó el peso volumétrico húmedo, el peso volumétrico saturado ya que ambos varían e influye mucho en el análisis de la capacidad portante y según los resultados obtenidos el número de golpes es mayor a 15 eso quiere decir que se visualiza la tabla N° 6 es una arena muy firme a densa. Posteriormente, cuando se realiza las cimentaciones en la mayor parte de los procesos de destrucción del concreto causados por la formación de sales solubles son debidos a la acción agresiva de los sulfatos. La corrosión de los sulfatos se diferencia de la causada por las aguas blandas, en que no tiene lugar una lixiviación, sino que la pasta endurecida de cemento, a consecuencia de un aumento de volumen, se desmorona y expansiona, formándose grietas y el ablandamiento del concreto. En la tabla 10, según (NTE E.060) el concreto se indican los grados de ataque químico por sulfatos en aguas y suelos subterráneos y la medida correctiva a usar en cada caso. La determinación cuantitativa de sales solubles de sulfatos en aguas y suelos se hará mediante el RNE, las NTP 339:074:1982, NTP 400.014:1977, respectivamente. Según los resultados obtenidos en el análisis químico, podemos concluir en que los puntos de las calicatas los valores nos indican que habrá agresividad severa tanto al concreto de la cimentación, debido a que los valores obtenidos de sales solubles están dentro de los rangos, por seguridad lo que se recomienda el uso de cemento Tipo V o similar para las estructuras

de la cimentación. Finalmente, En los gráficos N° 1,2,3,5 y 6 se observa que a más profundidad el suelo se encuentra más denso, por lo cual no va a existir el fenómeno de licuación de suelos porque el numero de golpes  $N > 15$ . Según el libro fundamentos teóricos de ingeniería (Braja M. Das), cuando hay NAF se modifica la ecuación de la capacidad de carga. Hay tres casos, el primer caso es cuando se encuentra el nivel freatico dentro de la profundidad de desplante, El segundo caso es cuando el nivel freático se encuentra en una distancia “d” del fondo de la cimentacion y finalmente el ultimo caso, cuando el nivel freático se encuentra tan lejos de “d” entonces decimos que el agua no tendrá efecto sobre la capacidad de dicha cimentación. Por lo tanto, mi caso es el primero, ya que mi nivel freatico se encuentra dentro de la cimentación y hay que tomar en cuenta el efecto del agua dentro de la masa del suelo. Entonces la densidad del suelo cambiaría, la cohesión es 0 porque es un suelo granular, y utilizó los factores de cargas modificados por falla local por corte ya que es una arena a dicha profundidad que se cimentará. El angulo de fricción modificado por falla local por corte, en la tabla N° 11 se visualiza la capacidad portante cuyos valores están entre 2.09 – 2.50 kg/cm<sup>2</sup> en función a su profundidad, mientras más profundo aumenta la capacidad admisible (el suelo es más denso). Según (Beltrán y Vargas,2018) en su estudio aplicaron las metodologías de Terzaghi, Meyerhof y Hansen. En su caso el NAF alcanzo a 0.80 m de profundidad, con ello la capacidad de carga que ofrecen estos suelos es 1.20 kg/cm<sup>2</sup>; y comentaron que el nivel freatico asciende y su capacidad de carga del suelo va disminuyendo. Esto quiere decir, que el suelo no esta denso, a diferencia del área del suelo estudiado en mi investigación que al estar en contacto con el NAF, se encuentra un suelo mas denso. Comprobado con los ensayos del metodo de prueba de penetracion

estandar (SPT) ver Tabla N° 11. Según (Valdivia,2018) realizó sus investigaciones en la zona costera de Salaverry en dicha tesis se encontró un suelo clasificado por SUCS, arena mal gradada (SP) que posee una capacidad portante admisible para cimiento cuadrado es de 1.88 kg/cm<sup>2</sup> a 3.68 kg/cm<sup>2</sup>. A diferencia de (Silva y Teran,2015) realizaron en la misma zona costera ellos tuvieron como objetivo zonificar el suelo, encontraron una arena mal gradada a partir de 0.30 m en un estado ligeramente húmedo por ascenso capilar del nivel freático, en un estado suelto, ya que capacidad en la zona I varía arena varía de 0.826 a 1.069 Kg/cm<sup>2</sup>, para un Df = 1.00 m. y 1.20m, en la zona II también un suelo natural a partir de 0.20 m la Capacidad admisible para esta zona varía de 0.667 a 0.888 Kg/cm<sup>2</sup>. Ambos estudios presenta el mismo estrato pero diferentes capacidades admisibles del suelo. (Fernández,2015) realizó dos ensayos para hallar la capacidad admisible del suelo los ensayos de SPT y corte directo haciendo una comparación que ambas capacidades portantes salían distintas teniendo como conclusión el ensayo de penetración estándar es un 87% menor que el ensayo de corte directo, se encontró que el suelo es una arena mal gradada con presencia de limos inorgánicos con una clasificación SUCS( SP-SM) presencia de nivel freático a 3 m. Finalmente, se puede concluir que al realizar dos métodos para hallar un mismo resultado se debe tomar el caso más desfavorable por seguridad, en dicho estudio investigaron con el método de prueba penetración estandar.Según (Fernandez,2015) por lo tanto comparando los metodos, el método del SPT arroja capacidades portantes menores a comparación del método del corte directo. Se puede concluir que siendo el mismo suelo no presenta la misma capacidad admisible si no, es a su estado en que se encuentra.

#### 4.2. Conclusiones

- Se realizó el reconocimiento en campo, para poder realizar el ensayo del Penetrómetro Estándar (SPT); mediante el número de golpes se determinó el rechazo del suelo a la profundidad de 5 metros siendo un suelo muy denso ( $N < 50$ ).
- Se realizaron todos los ensayos de laboratorio y se logró clasificar el suelo como una arena pobremente gradada (SP) y se encontró el nivel freático a diferentes profundidades 1,60m ; 1,70 m y 1.80 m.
- Para el área del terreno analizado, se concluye que la capacidad portante para cimentación cuadrada que varía en las diferentes zonas, para el sondaje del SPT 1 es de  $2.09 \text{ kg/cm}^2$ , SPT 2 es de  $2.14 \text{ kg/cm}^2$ , SPT 3 es de  $2.45 \text{ kg/cm}^2$ , SPT 4 es de  $2.39 \text{ kg/cm}^2$  de tal manera para el punto SPT 5 es de  $2.50 \text{ kg/cm}^2$ . Finalmente para el último punto SPT 6 es de  $2.49 \text{ kg/cm}^2$ , para una profundidad de desplante (Df) 1.50 m. y un ancho de 1.20 m.
- Se determinó que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá plantada la cimentación contiene concentraciones severas de sales solubles totales, por tanto, se recomienda usar Cemento Tipo V
- Se concluye que el tipo de cimentación será superficial, cuyo suelo de apoyo será una arena pobremente gradada (SP) de una compactación densa cuyas capacidades admisibles son regulares por lo cual no se recomienda un mejoramiento de suelo, no habrá problemas de asentamientos instantáneos y problemas de licuación de suelos.

## REFERENCIAS

- Archenti, J. (2019). *Repositorio Institucional Universidad Nacional de San Martin*. Obtenido de <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3139>
- Beltran, J., y Diaz, D. (2018). *Repositorio Academico UPC*. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/625746>
- Briones, M., y Irigoin, N. (2015). *Repositorio Institucional UPN*. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/6679>
- Calderon, A. (2015). *Repositorio Digital UIDE*. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2148>
- Carmona, J., y Ruge, J. (2015). *Scielo*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/teclo/v18n35/v18n35a09.pdf>
- Castillo, M. (2017). *Repositorio Universidad Tecnica de Ambato* . Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25755>
- Das, B. M. (2012). *Fundamentos de ingenieria de cimentaciones* . Cengage Learning.
- Fernandez, R. (2015). *Universidad Nacional de Cajamarca*. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1640>
- Geotecnia&Construccion servicios generales SAC. (2021). Obtenido de slideshare: <https://es.slideshare.net/secret/xyFr4iF4mOCxHg>
- Giraldez , R., y Hernandez, A. (2020). *Redalyc*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/1939/193962633003/>
- Guerron, A., y Tacuri, L. (2013). *Escuela Politecnica Nacional* . Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6166>

Ingeocontrol. (2019). Obtenido de slideshare:

<https://es.slideshare.net/secret/FnViMS9m96chKZ>

*Norma E.050 Suelos y Cimentaciones* . (1997). Lima - Peru.

Perucca , L., Perez , A., & Navarro , C. (2006). FENÓMENOS DE LICUEFACCIÓN

ASOCIADOS A TERREMOTOS HISTÓRICOS SU ANÁLISIS EN LA

EVALUACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO EN LA ARGENTINA. *Revista de la*

*Asociación Geológica Argentina*.

Reinert, H., Ayala, A., y Mazal, O. (2016). *Docplayer*. Obtenido de

<https://docplayer.es/53735770-Correspondencia-entre-ensayo-spt-y-capacidad-de-carga-de-suelos-tropicales-de-misiones-argentina-1.html>

Silva, H., y Teran, S. (2015). *Repositorio Institucional UPAO*. Obtenido de

[https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2050/1/REP\\_ING.CIVIL\\_HARTLEY.SILVA\\_SEGUNDO.TERÁN\\_ESTUDIO.MICROZONIFICACIÓN.GEOTÉCNICA.EMPLEANDO.PENETRÓMETRO.DINÁMICO.LIVIANO.DPL.SECTORE S.COSTEROS.SALAVERRY.AURORA.DIAZ.FUJIMORILLUIS.ALBERTO.SANCHEZ](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2050/1/REP_ING.CIVIL_HARTLEY.SILVA_SEGUNDO.TERÁN_ESTUDIO.MICROZONIFICACIÓN.GEOTÉCNICA.EMPLEANDO.PENETRÓMETRO.DINÁMICO.LIVIANO.DPL.SECTORE S.COSTEROS.SALAVERRY.AURORA.DIAZ.FUJIMORILLUIS.ALBERTO.SANCHEZ)

Valdivia Grados, D. (2018). *Repositorio Institucional UPN*. Obtenido de

<https://hdl.handle.net/11537/14260>

**ANEXOS**

Anexo 1- Hoja de notas de campo del ensayo del SPT

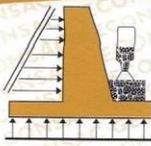
**Proyecto** : TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTARALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022  
**Solicita** : BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA  
**Código del Proyecto** : —  
**Ubicación de Proyecto** : HUANCHACO- TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**Material** : Terreno existente

---

**Código de Muestra** :  
**Sondaje / Calicata** :  
**Profundidad Total:** :

DESCRIPCIÓN VISUAL -MANUAL	PROFUNDIDAD	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>
	-			
	-			
	-			
	-			
	-			

Anexo N° 2- Perfil Estratigráfico SPT-01



# GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

<b>PERFIL ESTRATIGRÁFICO</b>		Código: GC22 - EMS 01 Versión 0.0 Modificado: 01/10/2020
PROYECTO	TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022	Registro N°: GC22-LAB-ST001
SOLICITA	BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA	Fecha: ENERO DEL 2022
UBICACIÓN	HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD	

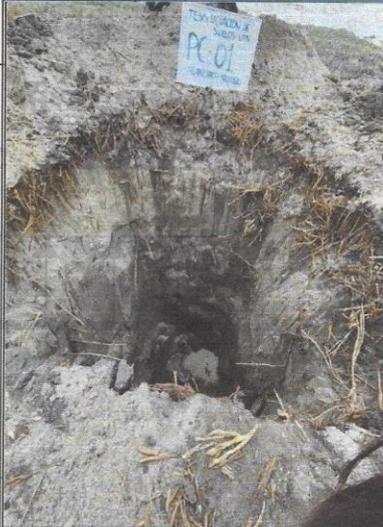
**I. Datos Generales**

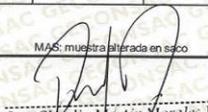
PROCEDENCIA	: POZO CALICATA
CALICATA	: PC-01
MATERIAL	: IN SITU
PROFUND.(m)	: 1.60

PROF. (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN AASHTO	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	NIVEL FREÁTICO (m.)	CALICATA Nro.
				1.60	PC-01
				CLASIFICACIÓN SUCS	SIMBOLOGÍA
0.00			Cobertura vegetal, suelo contaminado con raíces		
0.20					
1.00	M1	A-1-b (0)	Arena pobremente graduada de color beige, en estado húmedo, por estar en contacto con el NAF. De compactación medianamente densa, suelo presenta grano fino de forma angulosa, presenta gravillas aislada		SP
2.00			NAF. (Nivel Freático)		
3.00					
4.00					
5.00					
6.00					
7.00					

OBSERVACIONES

TIPO DE MUESTRA: MAS: muestra alterada en seco





Ing. Claudio Martín Morales Pinto  
INGENIERO CIVIL  
Reg. OIP N° 237438

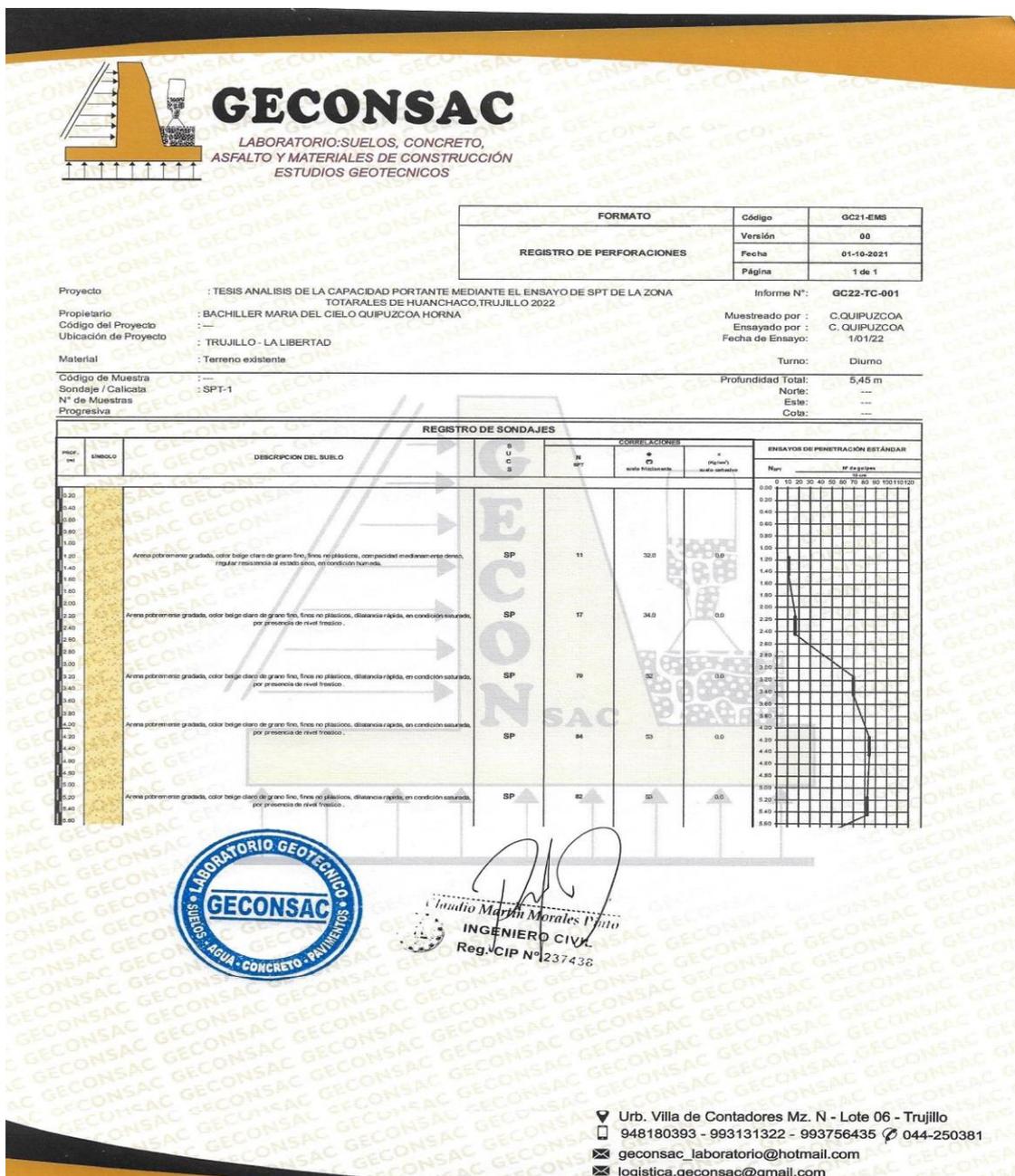
Urb. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo

948180393 - 993131322 - 993756435 044-250381

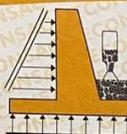
geconsac\_laboratorio@hotmail.com

logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 3- Registro de Perforaciones y Grafico SPT-01



ANEXO N° 4-Ensayo Granulometrico SPT-01



# GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
(ASTM D422 - NTC 2107 - NTC E204 - ASTM C136)

Código: GC22 - EMS 01  
Versión 0.0  
Modificado: 01/10/2020

---

**PROYECTO :** TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022

**SOLICITA :** BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA

**UBICACIÓN :** HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**Registro N°:** GC22-LAB-ST001

**Fecha :** ENERO DEL 2022

**I. Datos Generales**

**PROCEDENCIA :** POZO CALICATA

**CALICATA :** PC-01

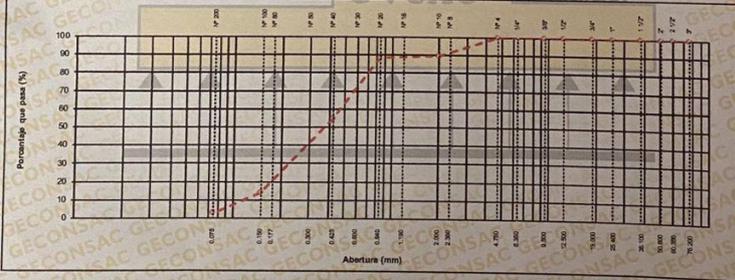
**MATERIAL :** IN SITU

**PROFUND. :** 0.20 - 1.80 m.

**TAMANO MÁXIMO LADO :**

TAMIZ	ÁMBITO L.S.P. (cm)	BASE RETENIDO	FORZETABLE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
10"	254.000						
6"	152.400						Masa Inicial seco : 800.0 g
5"	127.000						Masa Fracción : 800.0 g
4"	101.600						Contenido de Humedad (%): 23.0
3"	76.200						Limite Líquido (LL): NP
2 1/2"	60.300						Limite Plástico (LP): NP
2"	50.800						Índice Plástico (IP): NP
1 1/2"	38.100						Clasificación (SUCS): SP
1"	25.400						Clasificación (AASHTO): A-3 (0)
3/4"	19.000						Índice de Consistencia: NP
1/2"	12.500						Descripción (AASHTO): BUENO
3/8"	9.500						Descripción (SUCS): Arena pobremente gradada
1/4"	6.350				100.0		Materia Orgánica: 0.27
N° 4	4.750	1.2	0.2	0.2	99.9		Tarifa: CU: 4.231 CC: 0.774
N° 8	2.360	3.1	0.4	0.6	99.5		OBSERVACIONES:
N° 10	2.000	80.0	10.0	10.5	89.5		Grava > 2": 0.0
N° 16	1.180	10.2	1.3	11.5	88.2		Grava > 1/4": 0.2
N° 20	0.840						Arena N° 4 - N° 200: 97.3
N° 30	0.600	179.7	22.5	34.3	65.7		Fines < N° 200: 2.5
N° 40	0.425	90.0	11.2	45.5	54.5		< 2" : 0.0%
N° 50	0.300	76.1	9.5	55.0	45.0		
N° 60	0.177						
N° 100	0.150	246.6	31.2	86.2	13.8		
N° 200	0.075	89.9	11.2	97.5	2.5		
< N° 200	FONDO	20.3	2.5	100.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**

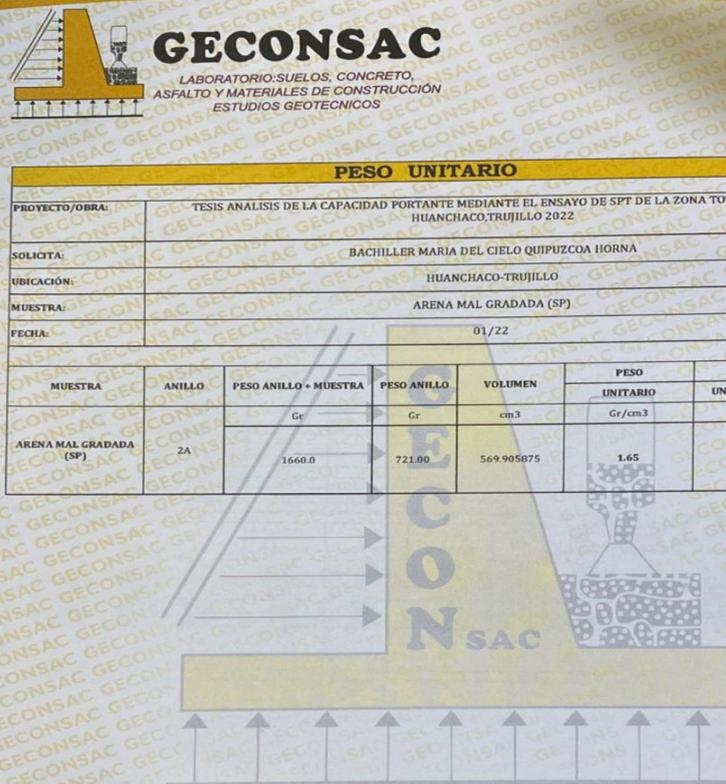




Ing. *[Signature]* **Humberto Morales Pinto**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 237438

Urb. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo  
948180393 - 993131322 - 993756435 ☎ 044-250381  
✉ geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
✉ logistica.geconsac@gmail.com

ANEXO N° 5-Peso Unitario SPT-01



**GECONSAC**  
LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

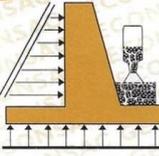
PESO UNITARIO						
PROYECTO/OBRA:	TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022					
SOLICITA:	BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA					
UBICACIÓN:	HUANCHACO-TRUJILLO					
MUESTRA:	ARENA MAL GRADADA (SP)					
FECHA:	01/22					
MUESTRA	ANILLO	PESO ANILLO + MUESTRA		VOLUMEN	PESO	
		Gr	Gr		cm <sup>3</sup>	UNITARIO
					Gr/cm <sup>3</sup>	Gr/cm <sup>3</sup>
ARENA MAL GRADADA (SP)	2A	1660.0	721.00	569.905075	1.65	1.80

**GECONSAC**  
LABORATORIO GEOTÉCNICO  
SUELOS - AGUA - CONCRETO - PAVIMENTOS

Ing. Claudio Martín Morales Pinto  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 237438

Urb. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo  
948180393 - 993131322 - 993756435 044-250381  
geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 6 – Contenido de Humedad SPT-01



# GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)**

Código: GC22 - EMS 01  
Versión 0.0  
Modificado: 01/10/2020

<b>PROYECTO</b> : TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022	<b>Registro N°:</b> GC22-LAB.-ST001
<b>SOLICITA</b> : BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA	<b>Fecha:</b> ENERO DEL 2022
<b>UBICACIÓN</b> : HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD	

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDECENCIA</b> : POZO CALICATA	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b> : 0
<b>CALICATA</b> : PC-01	<b>LADO</b> : 0
<b>MATERIAL</b> : IN SITU	
<b>PROFUND.(m)</b> : 0.20 - 1.60	

N° DE ENSAYOS	1	2	3
N° Tara			
Masa Tara + Suelo Húmedo (g)	149.3		
Peso Tara + Suelo Seco (g)	125.4		
Peso Tara (g)	21.4		
Peso Agua (g)	23.9		
Peso Suelo Seco (g)	104.0		
Contenido de Humedad (g)	23.0		
Promedio (%)	23.0		

**Observaciones:**

---

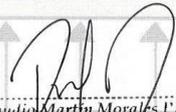


---



---





Claudio Martin Morales P.

INGENIERO CIVIL

Reg. CIP N° 23740

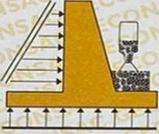
📍 Urb. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo

☎ 948180393 - 993131322 - 993756435 📞 044-250381

✉ geconsac\_laboratorio@hotmail.com

✉ logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 7 – Capacidad Portante SPT-01



# GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

PROYECTO: TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022

SOLICITA: BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA

UBICACIÓN: HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

CALICATA: SPT-1

FECHA: ENERO 2022

### METODO DE TERZAGHI

#### ZAPATA CUADRADA - EDIFICACION PRINCIPAL

**TIPO DE FALLA**



Fundaciones cuadradas

$$q_{ult} = 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_q + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 1.3 \cdot c \cdot N_c$$

**CASO 1:**  $0 = D_f \leq D_{cr}$   
 $q =$  sobrecarga efectiva =  $D_f \cdot \gamma + D_f \cdot (\gamma_{sat} - \gamma_w)$   
 $\gamma_{sat}$  = peso específico saturado del suelo  
 $\gamma_w$  = peso específico del agua

**CASO 2:**  $0 \leq d \leq B$   
 $\gamma = \gamma_w + \frac{d}{B} (\gamma - \gamma_w)$

Nivel Napa: Si se encuentra

**CASO 2:**

$\gamma_{sat} = 1.80$	gr/cm3	$\gamma_{sat} = 2.00$	gr/cm3
$\gamma_w = 1.00$	gr/cm3	$\gamma_w = 1.00$	gr/cm3
$D_1 = 0.30$	m	$D_f = 1.50$	m
$D_2 = 1.20$	m	$d = 0.00$	m
$D_f = 1.50$	m		

DATOS		FACTORES DE CARGA	
ANGULO FRICCIÓN ( $\phi$ )	32.00	N <sub>q</sub>	4.691
ANGULO FRICCIÓN ( $\phi$ )	22.62	N <sub>c</sub>	13.286
COHESION (c)	0.800	N <sub>y</sub>	1.668
PESO ESPECIFICO HUMEDO ( $\gamma$ )	1.80		
PESO ESPECIFICO SECO ( $\gamma_d$ )	1.30		
PESO ESPECIFICO SATURADO ( $\gamma_{sat}$ )	2.00		
NIVEL NAPA FREATICA	1.50		
NIVEL DE CIMENTACION (Df)	1.50		
TIPO DE FALLA	LOCAL		
FACTOR DE SEGURIDAD	3		
Peso Especifico corregido ( $\gamma'$ )	0.8000		
Sobrecarga Efectiva (q)	0.1455		

B (m)	Df (m)	$\gamma'$	$0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_q$ (kg/cm2)	$\gamma \cdot D_f \cdot N_q$ (kg/cm2)	$1.3 \cdot c \cdot N_c$ (kg/cm2)	FS	Qu (kg/cm2)	Qadm (kg/cm2)	Qadm (T/m2)
1.00	1.20	0.80	0.53	4.50	0.00	3.00	5.04	1.68	16.79
1.20	1.50	0.80	0.64	5.63	0.00	3.00	6.27	2.09	20.90
1.50	2.00	0.80	0.80	7.51	0.00	3.00	8.31	2.77	27.69
1.80	2.20	0.80	0.96	8.26	0.00	3.00	9.22	3.07	30.72
2.00	2.50	0.80	1.07	9.38	0.00	3.00	10.45	3.48	34.83

Observación: NINGUNA





Ing. Claudio Martin Morales Pinto  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C/P N° 237438

📍 Urb. Villa de Contadores Mz. Ñ - Lote 06 - Trujillo

📞 948180393 - 993131322 - 993756435 📠 044-250381

✉ geconsac\_laboratorio@hotmail.com

✉ logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 8 – Sales Solubles SPT-01



# GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

<b>SALES SOLUBLES EN AGREGADOS (MTC E 219)</b>	Código: GC22 - EMS 01 Versión 0.0 Modificado: 01/10/2020
PROYECTO : TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022 SOLICITA : BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA UBICACIÓN : HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD	Registro N°: GC22-LAB.-STD01 Fecha: ENERO DEL 2022

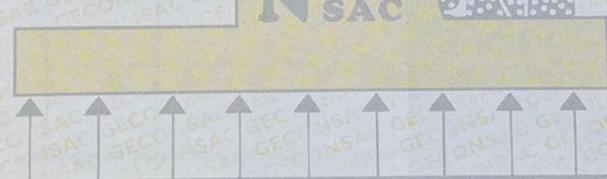
**1. Datos Generales**

PROCEDENCIA : POZO CALICATA UBICACIÓN : PC-01 MATERIAL : IN SITU PROFUND. (m) : 0.20 - 1.60	LADO :
--	--------

DATOS DE ENSAYO			
N° DE ENSAYO		SUELO	
1	PESO DE MUESTRA SECA	(gr)	500.00
2	VOLUMEN DE LA MUESTRA DE AFORO BASE	(ml)	100.00
3	PESO DE TARA	(gr)	70.90
4	PESO DE LA ALICUOTA + TARA	(gr)	99.92
5	PESO DE LA ALICUOTA CRISTALIZADA + TARA	(gr)	72.53
6	PESO DE LA ALICUOTA CRISTALIZADA	(gr)	1.63
7	% SALES SOLUBLES	(%)	1.19
		% DE SALES SOLUBLES :	1.190 %

**ESPECIFICACIÓN:**

**OBSERVACIONES:**





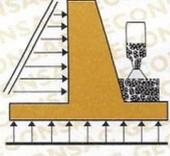
  
 Ing. Claudio Martin Morales Pinto  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 237438

Urb. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo  
 948180393 - 993131322 - 993756435 ☎ 044-250381  
 ✉ geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
 ✉ logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 9- Perfil Estratigráfico SPT-02



Anexo N° 10- Registro de Perforaciones y Grafico SPT-02



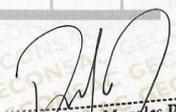
**GECONSAC**  
LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

FORMATO		Código	GC21-EMS
REGISTRO DE PERFORACIONES		Versión	00
		Fecha	01-10-2021
		Página	1 de 1

Proyecto : TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022 Informe N°: GC22-TC-001  
 Propietario : BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA Muestreado por : C. QUIPUZCOA  
 Código del Proyecto : --- Ensayado por : C. QUIPUZCOA  
 Ubicación de Proyecto : TRUJILLO - LA LIBERTAD Fecha de Ensayo: 1/01/22  
 Material : Terreno existente Turno: Diurno  
 Código de Muestra : --- Profundidad Total: 5,45 m  
 Sondaje / Galicata : SPT-2 Norte: ---  
 Este: ---  
 CoB: ---

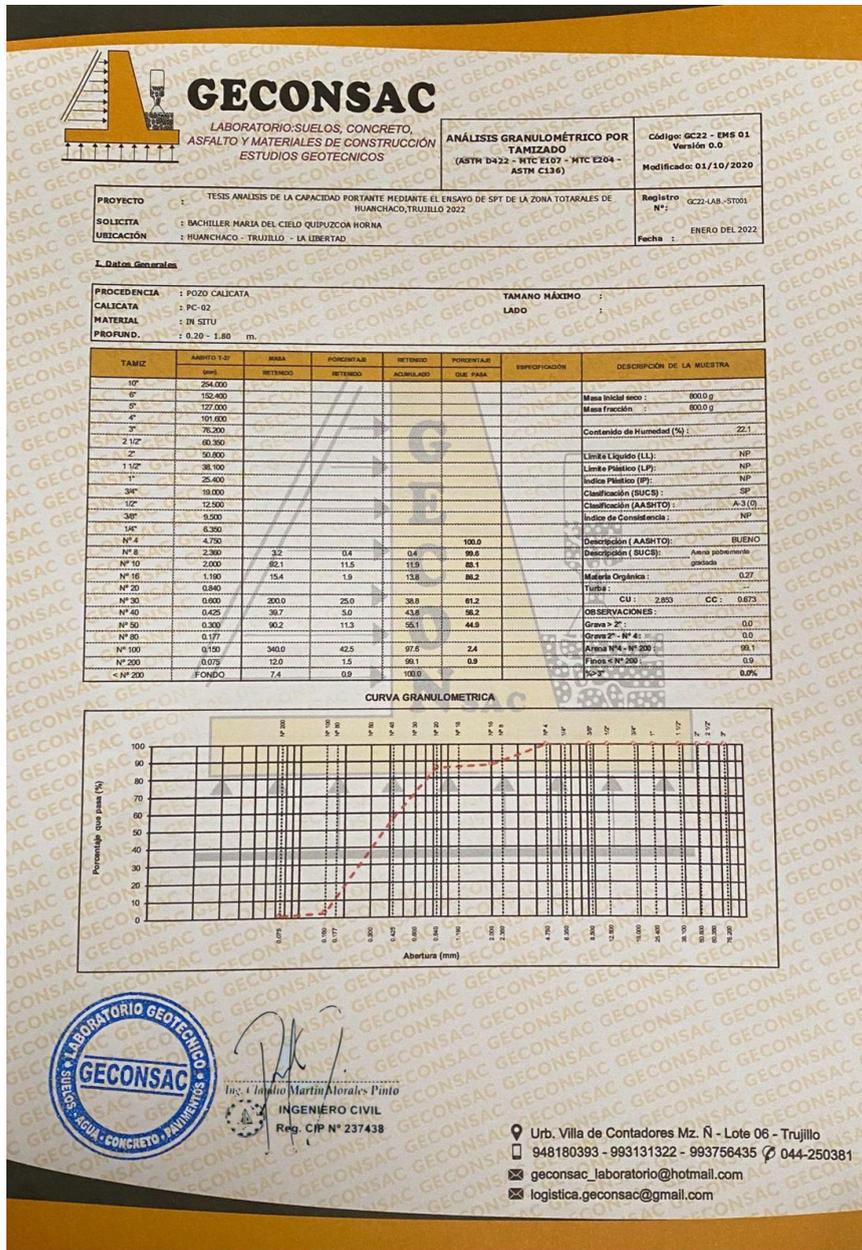
REGISTRO DE SONDAJES						
Profundidad (m)	Alteorlo	DESCRIPCION DEL SUELO	CORRELACIONES			ENSAJOS DE PENETRACION ESTANDAR
			S U C S	N SPT	Q Nº multo fracturano	
0.20						
0.40						
0.60						
0.80						
1.00						
1.20		Arena pobremente graduada, color beige claro de grano fino, finos no plásticos, compactad medianamente densa, regular resistencia al escurto sílico, en condición saturada.	SP	11	32	0.0
1.40						
1.60						
1.80						
2.00		Arena pobremente graduada, color beige claro de grano fino, finos no plásticos, distancia rápida, en condición saturada, por presencia de nivel freático.	SP	19	35	0.0
2.20						
2.40						
2.60						
2.80						
3.00		Arena pobremente graduada, color beige claro de grano fino, finos no plásticos, distancia rápida, en condición saturada, por presencia de nivel freático.	SP	68	51	0.0
3.20						
3.40						
3.60						
3.80						
4.00		Arena pobremente graduada, color beige claro de grano fino, finos no plásticos, distancia rápida, en condición saturada, por presencia de nivel freático.	SP	77	51	0.0
4.20						
4.40						
4.60						
4.80						
5.00						
5.20		Arena pobremente graduada, color beige claro de grano fino, finos no plásticos, distancia rápida, en condición saturada, por presencia de nivel freático.	SP	80	52.0	0.0
5.40						



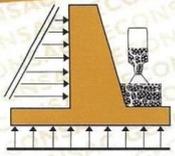
  
**Claudio Martín Morales Pinto**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP N° 237438**

Urb. Villa de Contadores Mz. Ñ - Lote 06 - Trujillo  
 948180393 - 993131322 - 993756435 ☎ 044-250381  
 geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
 logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 11– Análisi Granulometrico por Tamizado SPT-02



Anexo N° 12 – Contenido de Humedad SPT-02



## GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)**

Código: GC22 - EMS 01  
Versión 0.0  
Modificado: 01/10/2020

<b>PROYECTO</b> : TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022	<b>Registro N°:</b> GC22-LAB.-ST001
<b>SOLICITA</b> : BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA	<b>Fecha:</b> ENERO DEL 2022
<b>UBICACIÓN</b> : HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD	

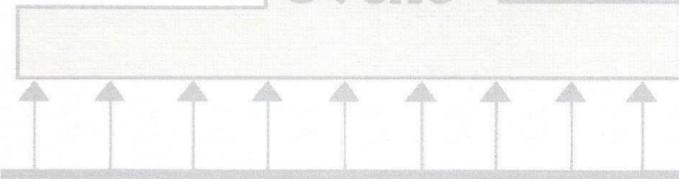
**LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO**

**I. Datos Generales**

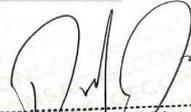
<b>PROCEDENCIA</b> : POZO CALICATA	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b> : 0
<b>CALICATA</b> : PC-02	<b>LADO</b> : 0
<b>MATERIAL</b> : IN SITU	
<b>PROFUND.(m)</b> : 0.20 - 1.80	

N° DE ENSAYOS	1	2	3
N° Tara			
Masa Tara + Suelo Húmedo (g)	132.3		
Peso Tara + Suelo Seco (g)	112.2		
Peso Tara (g)	21.4		
Peso Agua (g)	20.1		
Peso Suelo Seco (g)	90.8		
Contenido de Humedad (g)	22.1		
<b>Promedio (%)</b>	<b>22.1</b>		

**Observaciones:**







Ing. Eudilio Martín Morales Pinto  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 237438

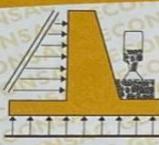
📍 Urb. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo

☎ 948180393 - 993131322 - 993756435 ☎ 044-250381

✉ geconsac\_laboratorio@hotmail.com

✉ logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 13 – Peso Unitario SPT-02



**GECONSAC**  
LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

PESO UNITARIO						
PROYECTO/OBRA:	TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022					
SOLICITA:	BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA					
UBICACIÓN:	HUANCHACO-TRUJILLO					
MUESTRA:	ARENA MAL GRADADA (SP)					
FECHA:	01/22					
MUESTRA	ANILLO	PESO ANILLO + MUESTRA Gr	PESO ANILLO Gr	VOLUMEN cm <sup>3</sup>	PESO UNITARIO Gr/cm <sup>3</sup>	PESO UNITARIO SATURADO Gr/cm <sup>3</sup>
ARENA MAL GRADADA (SP)	2A	1632.0	721.00	569.905875	1.60	1.82



Ing. Claudio Martín Morales Pinto  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 237438

Urb. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo  
948180393 - 993131322 - 993756435 ☎ 044-250381  
geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 14 – Capacidad Portante SPT-02



# GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

---

PROYECTO: TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022

SOLICITA: BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA

UBICACION: HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

CALCATA: SPT-2

FECHA: ENERO 2022

### METODO DE TERZAGHI

#### ZAPATA CUADRADA - EDIFICACION PRINCIPAL

**TIPO DE FALLA**



Fundaciones cuadradas

$$Q_{ult} = 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_q + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 1.3 \cdot c \cdot N_c$$

**CASO 1:**  $0 \leq D_f \leq D_w$   
 $q = \text{sobrecarga efectiva} = D_f \cdot \gamma + \gamma \cdot (1.4 \cdot D_w - \gamma \cdot D_f)$   
 $\gamma_{sat}$  = peso específico saturado del suelo  
 $\gamma_w$  = peso específico del agua

**CASO 2:**  $0 \leq D_f \leq B$   
 $q = \gamma \cdot D_f \cdot (1 - \gamma)$

Nivel Napas: Si se encuentra

<b>CASO 1:</b>	$\gamma_{sat} = 1.82$ g/cm3	$\gamma_w = 1.00$ g/cm3	D1 = 0.30 m	D2 = 1.20 m	Df = 1.50 m
<b>CASO 2:</b>	$\gamma_{sat} = 2.06$ g/cm3	$\gamma_w = 1.00$ g/cm3	Df = 1.50 m	d = 0.00 m	

ANGULO FRICCIÓN ( $\phi$ )	32.00	°
ANGULO FRICCIÓN ( $\phi'$ )	22.62	°
COHESIÓN (c)	0.000	Kg/cm2
PESO ESPECIFICO HUMEDO ( $\gamma$ )	1.80	g/cm3
PESO ESPECIFICO SECO ( $\gamma_d$ )	1.82	g/cm3
PESO ESPECIFICO SATURADO ( $\gamma_{sat}$ )	1.82	g/cm3
NIVEL NAPA FREATICA	1.50	m
NIVEL DE CIMENTACION (Df)	1.50	m
TIPO DE FALLA	LOCAL	
FACTOR DE SEGURIDAD	3	
Peso Especifico corregido ( $\gamma'$ )	0.8200	g/cm3
Sobrecarga Efectiva (q)	0.1464	kg/cm2

$N_q$	4.681
$N_c$	13.286
$N_\gamma$	1.668

B (m)	Df (m)	$\gamma'$	$0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_q$ (kg/cm2)	$\gamma \cdot D_f \cdot N_q$ (kg/cm2)	$1.3 \cdot c \cdot N_c$ (kg/cm2)	FS	$Q_u$ (kg/cm2)	$Q_{adm}$ (kg/cm2)	$Q_{adm}$ (T/m2)
1.00	1.20	0.82	0.55	4.62	0.00	3.00	5.16	1.72	17.21
1.20	1.50	0.82	0.66	5.77	0.00	3.00	6.43	2.14	21.42
1.50	2.00	0.82	0.82	7.69	0.00	3.00	8.51	2.84	28.38
1.80	2.20	0.82	0.98	8.46	0.00	3.00	9.45	3.15	31.49
2.00	2.50	0.82	1.09	9.62	0.00	3.00	10.71	3.57	35.70

Observación: NINGUNA





INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 237438

Urb. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo  
 948180393 - 993131322 - 993756435 ☎ 044-250381  
 geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
 logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 15– Sales Solubles SPT-02



# GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

**SALES SOLUBLES EN AGREGADOS (MTC E 219)**

Código: GC22 - EMS 01  
Versión 0.0  
Modificado: 01/10/2020

Registro N°: GC22-LAB-ST001  
Fecha: ENERO DEL 2022

PROYECTO : TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022

SOLICITA : BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA

UBICACIÓN : HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

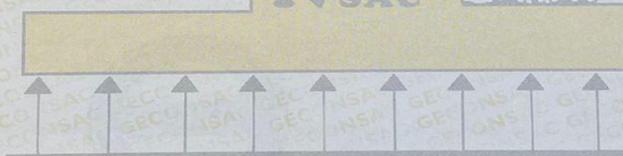
**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : POZO CALICATA	LADO :
UBICACIÓN : PC-02	
MATERIAL : IN SITU	
PROFUND. (m) : 0.20 - 1.80	

DATOS DE ENSAYO			
N° DE ENSAYO		SUELO	
1	PESO DE MUESTRA SECA (gr)	500.00	
2	VOLUMEN DE LA MUESTRA DE AFORO BASE (ml)	100.00	
3	PESO DE TARA (gr)	70.90	
4	PESO DE LA ALICUOTA + TARA (gr)	100.16	
5	PESO DE LA ALICUOTA CRISTALIZADA + TARA (gr)	72.53	
6	PESO DE LA ALICUOTA CRISTALIZADA (gr)	1.63	
7	% SALES SOLUBLES (%)	1.18	
		% DE SALES SOLUBLES :	1.180 %

OBSERVACIONES :

ESPECIFICACIÓN:



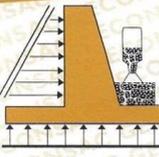




Ing. Claudio Martín Morales Pinto  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 237438

Urb. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo  
948180393 - 993131322 - 993756435 ☎ 044-250381  
geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 16- Perfil Estratigráfico SPT-03



# GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

**PERFIL ESTRATIGRÁFICO**

Código: GC22 - EMS 01  
Versión 0.0  
Modificado: 01/10/2020

<b>PROYECTO</b>	TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022	<b>Registro N°:</b> GC22-LAB.-ST001
<b>SOLICITA</b>	BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA	<b>Fecha:</b> ENERO DEL 2022
<b>UBICACIÓN</b>	HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD	

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b>	:	POZO CALICATA
<b>CALICATA</b>	:	PC-03
<b>MATERIAL</b>	:	IN SITU
<b>PROFUND.(m)</b>	:	1.70

PROF. (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN AASHTO	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	NIVEL FREÁTICO (m.)	CALICATA Nro.
				1.70	PC-01
				CLASIFICACIÓN SUCS	SIMBOLOGÍA
0.00					
1.00	M1	A-3 (0)	Arena pobremente gradada de color beige, en estado humedo, por estar en contacto con el NAF. De compacidad medianamente demi densa, suelo presenta grano fino de forma angulosa		SP
2.00			NAF. (Nivel Freático)		
3.00					
4.00					
5.00					
6.00					
7.00					

**OBSERVACIONES**

MAS: muestra alterada in situ





*Ing. Claudio Martin Morales Pinto*

**INGENIERO CIVIL**

Reg. CIP N° 237438

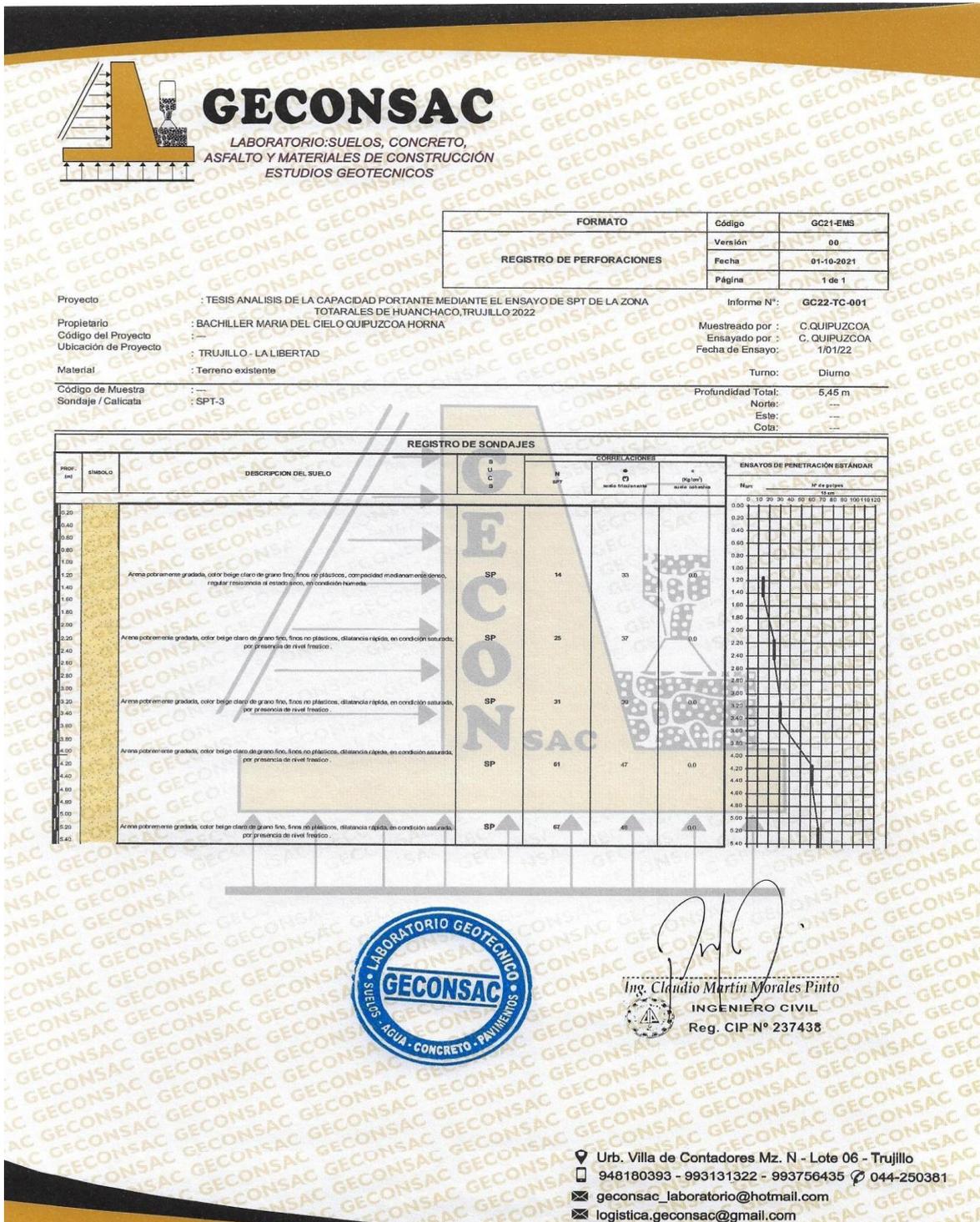
Urd. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo

948180393 - 993131322 - 993756435 044-250381

geconsac\_laboratorio@hotmail.com

logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 17- Registro de Perforaciones y Grafico SPT-03



Anexo N° 18 – Análisis Granulométrico por Tamizado SPT-03



# GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
(ASTM D422 - NTC E107 - NTC E204 - ASTM C136)

Código: GC22 - EMS 01  
Versión 0.0  
Modificado: 01/10/2020

**PROYECTO:** TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022

**SOLICITA:** BACHILLER MARÍA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA

**UBICACIÓN:** HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**Registro N°:** GC22-LAB-97001

**Fecha:** ENERO DEL 2022

**I. Datos Generales**

**PROVENIENCIA:** POZO CALICATA

**CALICATA:** PC-03

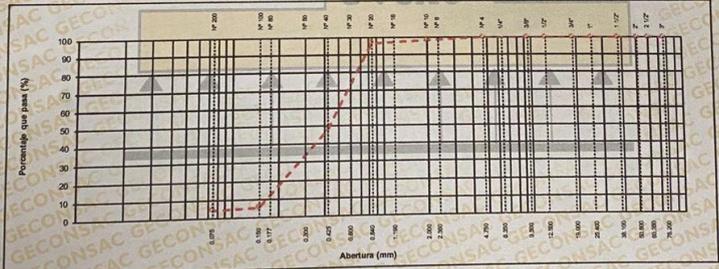
**MATERIAL:** IN SITU

**PROFUND.:** 0.20 - 1.70 m.

**TAMANO MÁXIMO LADO:**

TAMIZ	AMBITO T-10	AMBITO T-20	MASA RETENIDO	POCENTIALES RETENIDO	RETENIDO ADJUNTADO	POCENTIALES QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
10"	254.000							Masa Inicial seco : 800.0 g
6"	152.400							Masa Fracción : 800.0 g
5"	127.000							
4"	101.600							Contenido de Humedad (%) : 24.8
3"	76.200							
2 1/2"	63.500							
2"	50.800							Límite Líquido (LL): NP
1 1/2"	38.100							Límite Plástico (LP): NP
1"	25.400							Índice Plástico (IP): NP
3/4"	19.000							Clasificación (SUCS): SP
1/2"	12.500							Clasificación (AASHTO): A-1-b(0)
3/8"	9.500							Índice de Consistencia : NP
1/4"	6.350					100.0		
N° 4	4.750	1.1	0.1	0.1	99.9			Descripción (AASHTO): BUENO
N° 8	2.360	2.9	0.2	0.6	98.8			Descripción (SUCS): Arena pobremente graduada
N° 10	2.000	3.2	1.3	1.7	96.3			
N° 15	1.180	12.2	1.5	3.2	96.8			Materia Orgánica : 0.27
N° 20	0.840							Turbid : CU : 3.308 CC : 0.024
N° 30	0.600	29.8	35.3	39.5	60.5			OBSERVACIONES:
N° 40	0.425	100.1	12.5	52.0	48.0			Grava > 2" : 0.0
N° 50	0.300	40.2	5.0	57.1	42.9			Grava 2" - N° 6" : 0.1
N° 60	0.177							Masa W <sub>u</sub> - N° 200 : 63.7
N° 100	0.150	299.7	37.5	94.5	5.5			Fines, < N° 200 : 4.2
N° 200	0.075	19.2	1.3	95.8	4.2			Nº 2" : 0.0%
N° 200	FONDO	33.6	4.2	100.0				

**CURVA GRANULOMETRICA**





**LABORATORIO GEOTECNICO**  
SUELOS - AGUA - CONCRETO - PAVIMENTOS

*Ing. Claudio Martín Morales Pinto*

INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 237438

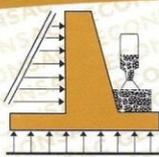
Urb. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo

948180393 - 993131322 - 993756435 044-250381

geconsac\_laboratorio@hotmail.com

logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 19 – Contenido de Humedad SPT-03



# GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)**

Código: GC22 - EMS 01  
Versión 0.0  
Modificado: 01/10/2020

<b>PROYECTO</b> : TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022	<b>Registro N°:</b> GC22-LAB.-ST001
<b>SOLICITA</b> : BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA	<b>Fecha:</b> ENERO DEL 2022
<b>UBICACIÓN</b> : HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD	

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : POZO CALICATA	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b> : 0
<b>CALICATA</b> : PC-03	<b>LADO</b> : 0
<b>MATERIAL</b> : IN SITU	
<b>PROFUND.(m)</b> : 0.20 - 1.70	

N° DE ENSAYOS	1	2	3
N° Tara			
Masa Tara + Suelo Húmedo (g)	130.2		
Peso Tara + Suelo Seco (g)	108.6		
Peso Tara (g)	21.4		
Peso Agua (g)	21.6		
Peso Suelo Seco (g)	87.2		
Contenido de Humedad (g)	24.8		
<b>Promedio (%)</b>	<b>24.8</b>		

**Observaciones:**





Ing. Claudio Martin Morales Pinto  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 237438

📍 Urd. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo

☎ 948180393 - 993131322 - 993756435 📞 044-250381

✉ geconsac\_laboratorio@hotmail.com

✉ logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 20– Sales Solubles SPT-03



# GECONSAC

LABORATORIO-SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

**SALES SOLUBLES EN AGREGADOS (MTC E 219)**

Código: GC22 - EMS 01  
Versión: 0.0  
Modificado: 01/10/2020

Registro N°: GC22-LAB-ST001  
Fecha: ENERO DEL 2022

PROYECTO : TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022

SOLICITA : BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA

UBICACIÓN : HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : POZO CALICATA

UBICACIÓN : PC-03

MATERIAL : IN SITU

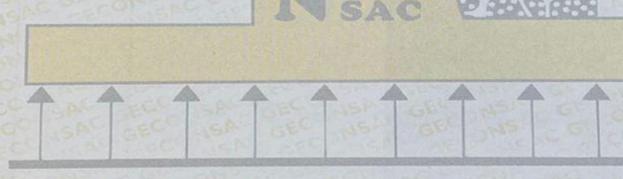
PROFUND. (m) : 0.20 - 1.70

LADO :

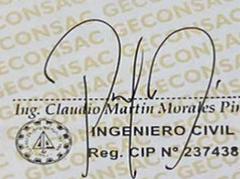
DATOS DE ENSAYO			
N° DE ENSAYO		SUELO	
1	PESO DE MUESTRA SECA	(gr)	500.00
2	VOLUMEN DE LA MUESTRA DE AFORO BASE	(ml)	100.00
3	PESO DE TARA	(gr)	70.99
4	PESO DE LA ALICUOTA + TARA	(gr)	87.60
5	PESO DE LA ALICUOTA CRISTALIZADA + TARA	(gr)	72.50
6	PESO DE LA ALICUOTA CRISTALIZADA	(gr)	1.51
7	% SALES SOLUBLES	(%)	2.00
% DE SALES SOLUBLES :			2.000 %

**OBSERVACIONES :**

**ESPECIFICACIÓN :**







Ing. Claudio Martín Morales Pinto  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 237438

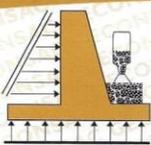
📍 Urb. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo

📞 948180393 - 993131322 - 993756435 📠 044-250381

✉ geconsac\_laboratorio@hotmail.com

✉ logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 21 – Peso Unitario SPT-03



**GECONSAC**  
LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN ESTUDIOS GEOTECNICOS

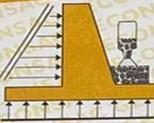
PESO UNITARIO						
PROYECTO/OBRA:	TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022					
SOLICITA:	BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA					
UBICACIÓN:	HUANCHACO-TRUJILLO					
MUESTRA:	ARENA MAL GRADADA (SP)					
FECHA:	01/22					
MUESTRA	ANILLO	PESO ANILLO - MUESTRA Gr	PESO ANILLO Gr	VOLUMEN cm <sup>3</sup>	PESO UNITARIO Gr/cm <sup>3</sup>	PESO UNITARIO SATURADO Gr/cm <sup>3</sup>
ARENA MAL GRADADA (SP)	2A	1680.0	721.00	569.905875	1.68	1.88



*Ing. Claudio Martín Morales Pinto*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 237438

▼ Urd. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo  
 ☎ 948180393 - 993131322 - 993756435 ☎ 044-250381  
 ✉ geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
 ✉ logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 22 – Capacidad Portante SPT-03



# GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN ESTUDIOS GEOTECNICOS

---

PROYECTO: TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022  
 SOLICITA: BACHELER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA  
 UBICACION: HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

CALICATA: SPT-3  
 FECHA: ENERO 2022

### METODO DE TERZAGHI

#### ZAPATA CUADRADA - EDIFICACION PRINCIPAL

**TIPO DE FALLA**



Fundaciones cuadradas  
 $Q_{ult} = 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_q + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 1.3 \cdot c \cdot N_c$

**CASO 1:**  
 $0 \leq D_f \leq D_c$   
 $q = \text{sobrecarga efectiva} = D_f \cdot \gamma + D_c (\gamma_w - \gamma)$   
 $\gamma_w = \text{peso específico saturado del suelo}$   
 $\gamma = \text{peso específico del agua}$

**CASO 2:**  
 $0 \leq d \leq B$   
 $q = \gamma \cdot d \cdot (\gamma - \gamma_w)$

**Nivel Napa:** Si se encuentra

CASO 1:	$\gamma_{sat} = 1.88$ gr/cm3	$\gamma_w = 1.00$ gr/cm3	$D_f = 1.50$ m	$D_2 = 1.20$ m	$D_f = 1.50$ m
CASO 2:	$\gamma_{sat} = 2.06$ gr/cm3	$\gamma_w = 1.00$ gr/cm3	$D_f = 1.50$ m	$d = 0.00$ m	

**DATOS**

ANGULO FRICCIÓN (φ)	33.80	°
ANGULO FRICCIÓN (φ')	23.41	°
COHESIÓN (c')	0.000	Kg/cm2
PESO ESPECÍFICO HUMEDO (γ)	1.88	gr/cm3
PESO ESPECÍFICO SECO (γ <sub>d</sub> )	1.50	gr/cm3
PESO ESPECÍFICO SATURADO (γ <sub>sat</sub> )	1.88	gr/cm3
NIVEL NAPA FREÁTICA	3.00	m
NIVEL DE CIMENTACIÓN (Df)	1.50	m
TIPO DE FALLA	LOCAL	
FACTOR DE SEGURIDAD	3	
Peso Específico corregido (γ')	0.8800	gr/cm3
Sobrecarga Efectiva (q)	0.1960	kg/cm2

**FACTORES DE CARGA**

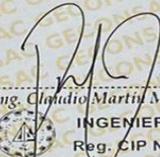
N <sub>q</sub>	4.976
N <sub>c</sub>	13.768
N <sub>γ</sub>	1.834

$\gamma = \gamma_{sat} - \gamma_w$   
 $q = \text{sobrecarga efectiva} = D_f \cdot \gamma + D_c (\gamma_w - \gamma)$

B (m)	Df (m)	γ	0.4 · γ · B · N <sub>q</sub> (kg/cm2)	γ · D <sub>f</sub> · N <sub>q</sub> (kg/cm2)	1.3 · c · N <sub>c</sub> (kg/cm2)	FS	Q <sub>u</sub> (kg/cm2)	Q <sub>adm</sub> (kg/cm2)	Q <sub>adm</sub> (T/m2)
1.00	1.20	0.88	0.65	5.25	0.00	3.00	5.90	1.97	19.67
1.20	1.50	0.88	0.77	6.57	0.00	3.00	7.34	2.45	24.48
1.50	2.00	0.88	0.97	8.76	0.00	3.00	9.73	3.24	32.42
1.80	2.20	0.88	1.16	9.63	0.00	3.00	10.80	3.60	35.98
2.00	2.50	0.88	1.29	10.95	0.00	3.00	12.24	4.08	40.79

Observación: NINGUNA

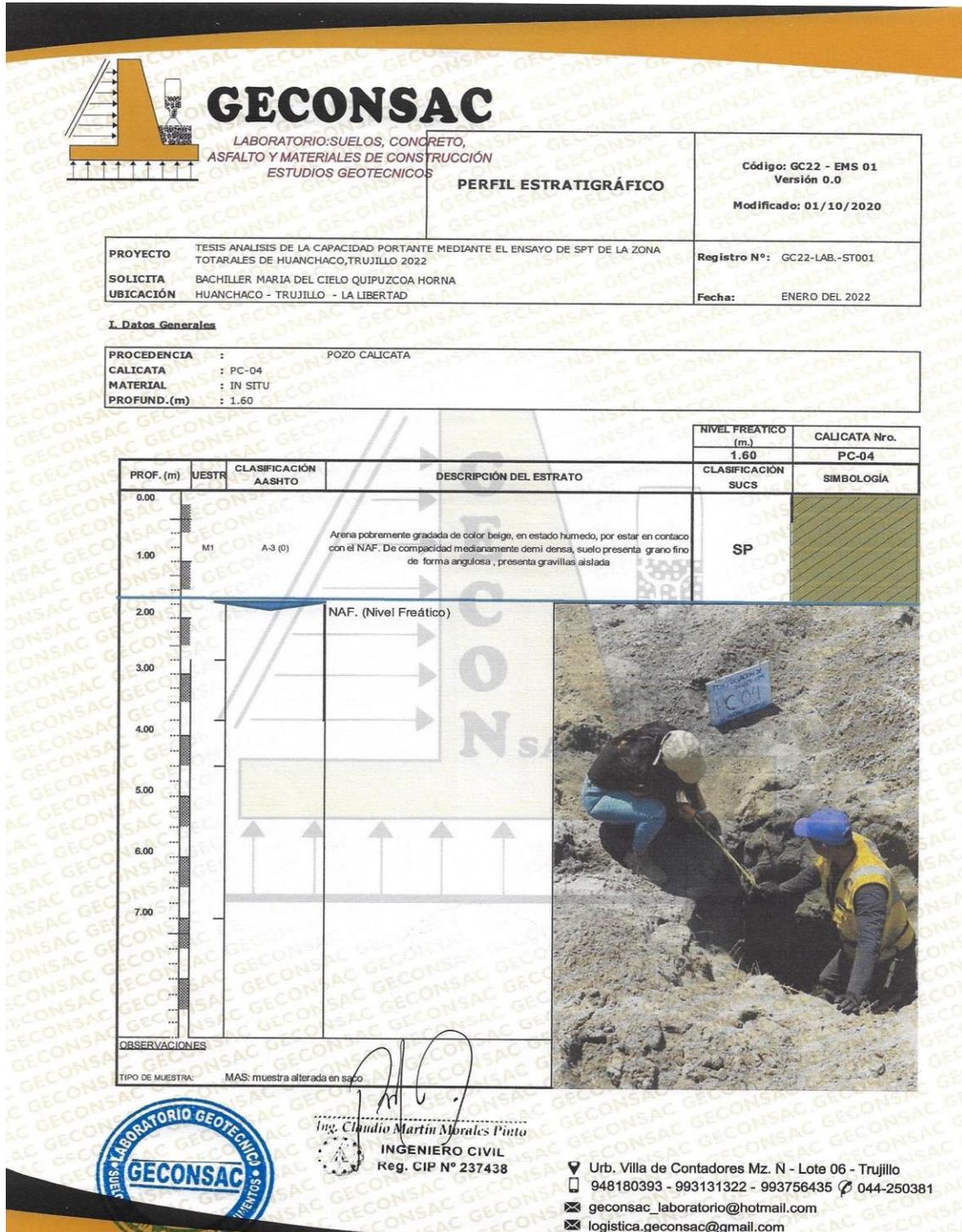




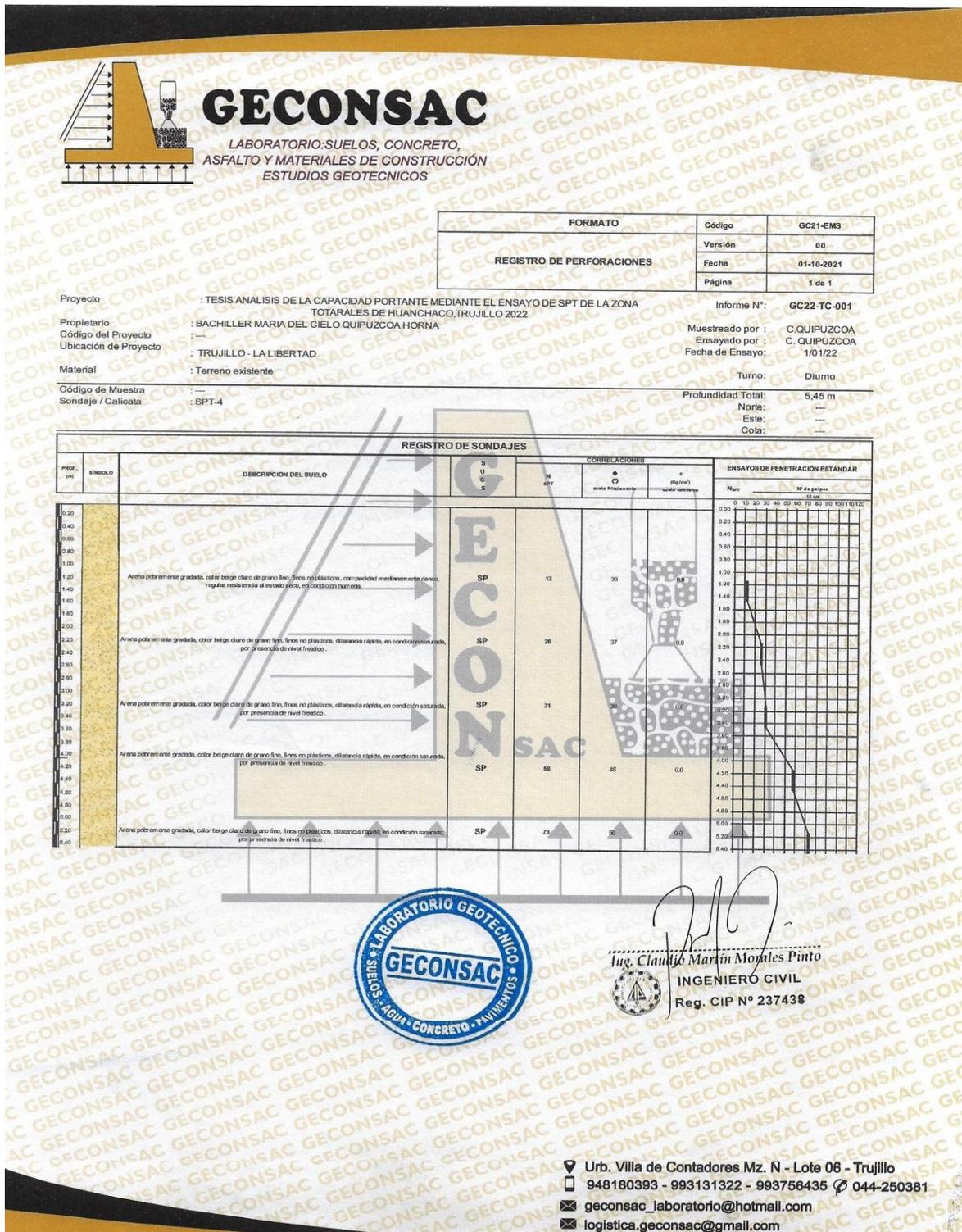
Ing. Claudio Martín Morales Pinto  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 237438

Urb. Villa de Contadores Mz. Ñ - Lote 06 - Trujillo  
 948180393 - 993131322 - 993756435 ☎ 044-250381  
 geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
 logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 23- Perfil Estratigráfico SPT-04



Anexo N° 24- Registro de Perforaciones y Grafico SPT-04



Anexo N° 25 – Analisis Granulometrico por Tamizado SPT-04



**GECONSAC**  
LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
(ASTM D422 - NTC E107 - NTC E204 - ASTM C136)

Código: GC22 - EMS 01  
Versión 0.0  
Modificado: 01/10/2020

**PROYECTO** : TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022

**SOLICITA** : BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA

**UBICACIÓN** : HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**Registro N°:** GC22-LAB-ST001

**Fecha:** ENERO DEL 2022

**1. Datos Generales**

**PROCEDENCIA** : POZO CALICATA

**CALICATA** : PC-04

**MATERIAL** : IN SITU

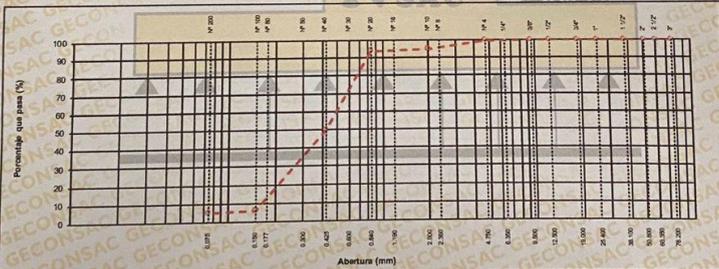
**PROFUND.** : 0.00 - 1.60 m.

**TAMANO MÁXIMO** :

**LADO** :

TAMIZ	ABRITO N°P	MASA	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
	mm	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
10"	254.000						Masa Inicial seco : 800.0 g
0"	152.400						Masa Fracción : 800.0 g
0"	127.000						Contenido de Humedad (%) : 25.4
4"	101.600						Límite Líquido (LL) : NP
3"	76.200						Límite Plástico (LP) : NP
2 1/2"	63.500						Índice Plástico (IP) : NP
2"	50.800						Clasificación (SUCS) : SP
1 1/2"	38.100						Clasificación (AASHTO) : A-1-B (0)
1"	25.400						Índice de Consistencia : NP
3/4"	19.000						Descripción (AASHTO) : BUENO
1/2"	12.500						Descripción (SUCS) : Arena polimétrica gruesa
3/8"	9.500						Materia Orgánica : 0.27
1/4"	6.300				100.0		Turbas : ..
N°4	4.750	2.0	0.3	0.3	99.8		CU : 3.306 CC : 0.610
N° 8	2.300	4.1	0.5	0.8	99.2		OBSERVACIONES : Grano > 2" : 0.0
N°10	2.000	34.1	4.3	5.0	95.0		Grano 2" - N° 4 : 0.3
N°16	1.100	10.2	1.3	6.3	93.7		Arena N°4 - N° 200 : 94.8
N° 20	0.840						Fines < N° 200 : 5.0
N° 30	0.600	238.9	30.0	36.3	63.7		FC > 2" : 0.0%
N°40	0.425	111.8	14.0	50.3	49.7		
N° 50	0.300	49.2	6.0	56.3	44.7		
N° 80	0.177						
N° 100	0.150	309.4	38.7	94.0	6.0		
N° 200	0.075	8.3	1.0	95.0	5.0		
< N° 200	FONDO	40.0	5.0	100.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**





*Ing. Claudio Martín Morales Pinto*

INGENIERO CIVIL

Reg. CIP N° 237438

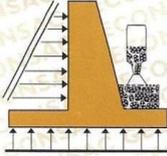
Urb. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo

948180393 - 993131322 - 993756435 044-250381

geconsac\_laboratorio@hotmail.com

logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 26– Contenido de Humedad SPT-04



# GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)**

Código: GC22 - EMS 01  
Versión 0.0  
Modificado: 01/10/2020

**PROYECTO** : TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022

**SOLICITA** : BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA

**UBICACIÓN** : HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**Registro N°:** GC22-LAB.-ST001  
**Fecha:** ENERO DEL 2022

**LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO**

**I. Datos Generales**

<p><b>PROCEDENCIA</b> : POZO CALICATA</p> <p><b>CALICATA</b> : PC-04</p> <p><b>MATERIAL</b> : IN SITU</p> <p><b>PROFUND.(m)</b> : 0.00 - 1.60</p>	<p><b>TAMAÑO MÁXIMO</b> : 0</p> <p><b>LADO</b> : 0</p>
---	--

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara				
Masa Tara + Suelo Húmedo	(g)	129.3		
Peso Tara + Suelo Seco	(g)	107.6		
Peso Tara	(g)	22.1		
Peso Agua	(g)	21.7		
Peso Suelo Seco	(g)	85.5		
Contenido de Humedad	(g)	25.4		
Promedio (%)		25.4		

**Observaciones:**

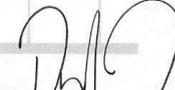
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_







Ing. Claudio Martin Morales Pinto  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 237438

📍 Urb. Villa de Contadores MZ. N - Lote 06 - Trujillo

☎ 948180393 - 993131322 - 993756435 ☎ 044-250381

✉ geconsac\_laboratorio@hotmail.com

✉ logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 27– Sales Solubles SPT-04



# GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

<b>SALES SOLUBLES EN AGREGADOS (MTC E 219)</b>	Código: GC22 - EMS 01 Versión 0.0 Modificador: 01/10/2020
PROYECTO : TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022	Registro N°: GC22-LAB -ST001
SOLICITA : BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA	Fecha: ENERO DEL 2022
UBICACION : HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD	

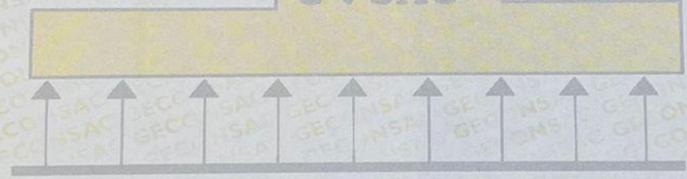
**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : POZO CALICATA	LADO :
UBICACION : PC-04	
MATERIAL : IN SITU	
PROFUND. (m) : 0.00 - 1.60	

DATOS DE ENSAYO			
N° DE ENSAYO		SUELO	
1	PESO DE MUESTRA SECA	(gr)	500.00
2	VOLUMEN DE LA MUESTRA DE AFORO BASE	(ml)	100.00
3	PESO DE TARA	(gr)	72.80
4	PESO DE LA ALICUOTA + TARA	(gr)	88.13
5	PESO DE LA ALICUOTA CRISTALIZADA + TARA	(gr)	74.20
6	PESO DE LA ALICUOTA CRISTALIZADA	(gr)	1.40
7	% SALES SOLUBLES	(%)	2.01
		<b>% DE SALES SOLUBLES :</b>	<b>2.010 %</b>

**OBSERVACIONES :**

ESPECIFICACION:







Ing. Claudio Martin Morales Pinti  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 237438

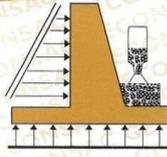
📍 Urb. Villa de Contadores Mz. Ñ - Lote 06 - Trujillo

☎ 948180393 - 993131322 - 993756435 📞 044-250381

✉ geconsac\_laboratorio@hotmail.com

✉ logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 28– Peso Unitario SPT-04



# GECONSAC

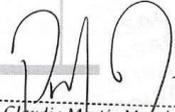
LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

PESO UNITARIO						
PROYECTO/OBRA:	TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022					
SOLICITA:	BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA					
UBICACIÓN:	HUANCHACO-TRUJILLO					
MUESTRA:	ARENA MAL GRADADA (SP)					
FECHA:	01/22					
MUESTRA	ANILLO	PESO ANILLO + MUESTRA Gr	PESO ANILLO Gr	VOLUMEN cm <sup>3</sup>	PESO UNITARIO Gr/cm <sup>3</sup>	PESO UNITARIO SATURADO Gr/cm <sup>3</sup>
ARENA MAL GRADADA (SP)	2A	1666.0	721.00	569.905875	1.66	1.86



  
 Ing. Claudio Martín Mofales Pinto  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 237438

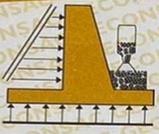
📍 Urb. Villa de Contadores MZ. N - Lote 06 - Trujillo

☎ 948180393 - 993131322 - 993756435 📞 044-250381

✉ geconsac\_laboratorio@hotmail.com

✉ logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 29 – Capacidad Portante SPT-04



# GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCION  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

PROYECTO: TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022  
 SOLICITA: BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA  
 UBICACION: HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

CALICATA: SERA  
FECHA: ENERO 2022

### METODO DE TERZAGHI

#### ZAPATA CUADRADA - EDIFICACION PRINCIPAL

**TIPO DE FALLA**



Suelo:  
Peso específico =  $\gamma$   
Cohesión =  $c$   
Angulo de fricción =  $\phi$

Fundaciones cuadradas  
 $Q_{ult} = 0,4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_1 + \gamma \cdot D_f \cdot N_2 + 1,3 \cdot c \cdot N_3$

**CASO 1:**  
 $0 \leq D_f \leq D_p$   
 $q = \text{sobrecarga efectiva} = D_f \gamma + D_f (\gamma_{sat} - \gamma_w)$   
 $\gamma_{sat}$  = peso específico saturado del suelo  
 $\gamma_w$  = peso específico del agua

**CASO 2:**  
 $0 \leq d \leq B$   
 $q = \gamma \cdot d + B (\gamma - \gamma_w)$

Nivel Napas: Si se encuentra

**CASO 1:**  
 $\gamma_{sat} = 1,86$  gr/cm3  
 $\gamma_w = 1,00$  gr/cm3  
 $D1 = 0,30$  m  
 $D2 = 1,20$  m  
 $Df = 1,50$  m

**CASO 2:**  
 $\gamma_{sat} = 2,06$  gr/cm3  
 $\gamma_w = 1,00$  gr/cm3  
 $Df = 1,50$  m  
 $d = 0,00$  m

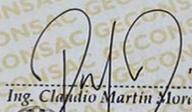
DATOS		FACTORES DE CARGA	
ANGULO FRICCIÓN ( $\phi$ )	33,00 °	N <sub>q</sub>	4,976
ANGULO FRICCIÓN ( $\phi$ )	23,41 °	N <sub>c</sub>	13,768
COHESIÓN (c)	0,000	N <sub>15</sub>	1,624
PESO ESPECIFICO HUMEDO ( $\gamma$ )	1,86 gr/cm3		
PESO ESPECIFICO SECO ( $\gamma_d$ )	1,86 gr/cm3		
PESO ESPECIFICO SATURADO ( $\gamma_{sat}$ )	3,00 gr/cm3		
NIVEL NAJA FREÁTICA	1,50 m		
NIVEL DE CIMENTACION (Df)	LOCAL		
TIPO DE FALLA	3		
FACTOR DE SEGURIDAD	0,8600 gr/cm3		
Peso Especifico corregido ( $\gamma'$ )	0,1530 kg/cm2		
Sobrecarga Efectiva (q)			

$q = \text{sobrecarga efectiva} = D_f \gamma + D_f (\gamma_{sat} - \gamma_w)$

B (m)	Df (m)	$\gamma$	$0,4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_1$ (kg/cm2)	$\gamma \cdot D_f \cdot N_2$ (kg/cm2)	$1,3 \cdot c \cdot N_3$ (kg/cm2)	FS	Qu (kg/cm2)	Qadm (kg/cm2)	Qadm (T/m2)
1.00	1.20	0.86	0.63	5.14	0.00	3.00	5.77	1.92	19.22
1.20	1.50	0.86	0.76	6.42	0.00	3.00	7.18	2.39	23.92
1.50	2.00	0.86	0.95	8.56	0.00	3.00	9.50	3.17	31.68
1.80	2.20	0.86	1.14	9.41	0.00	3.00	10.55	3.52	35.17
2.00	2.50	0.86	1.26	10.70	0.00	3.00	11.96	3.99	39.87

Observación:  
NINGUNA

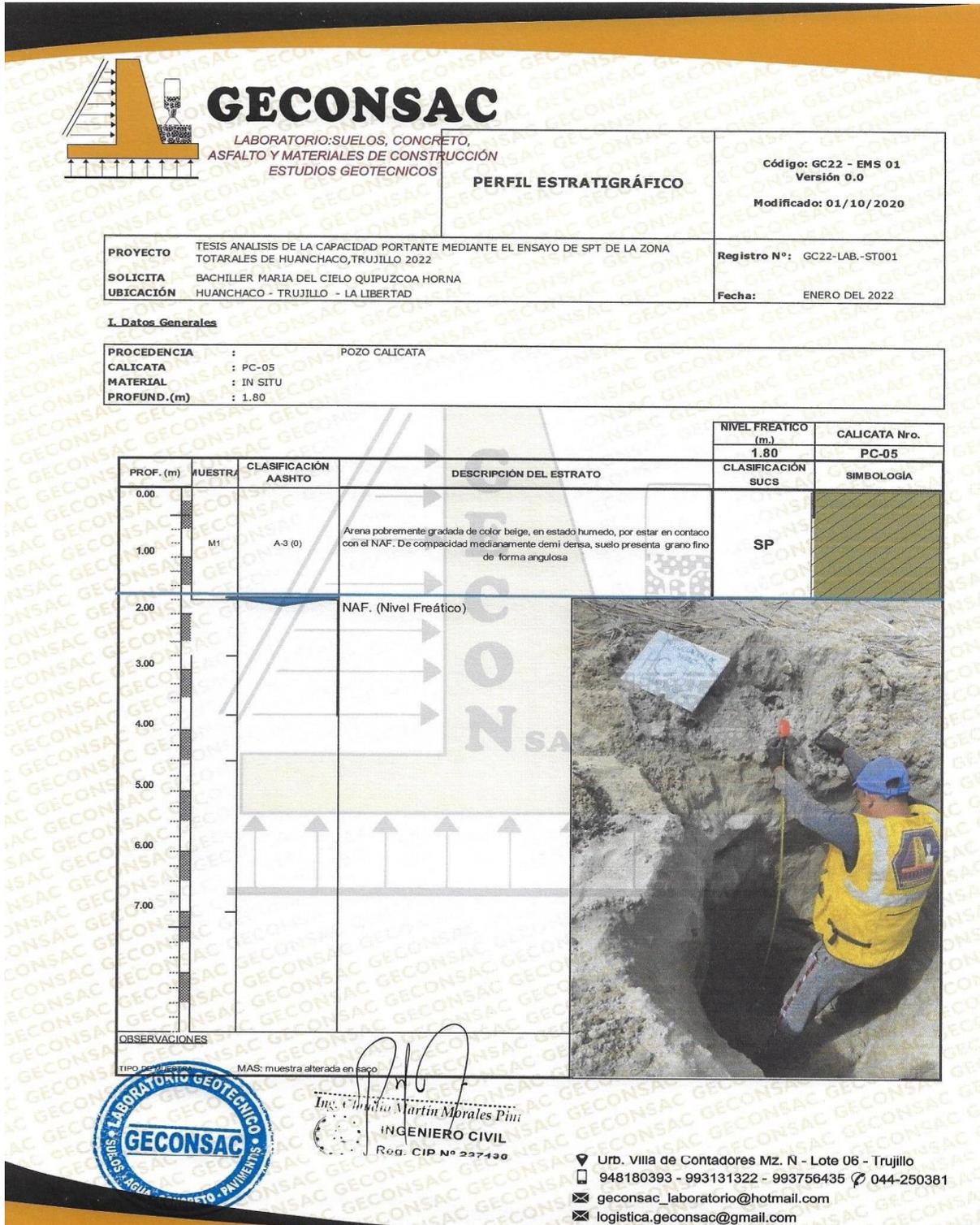




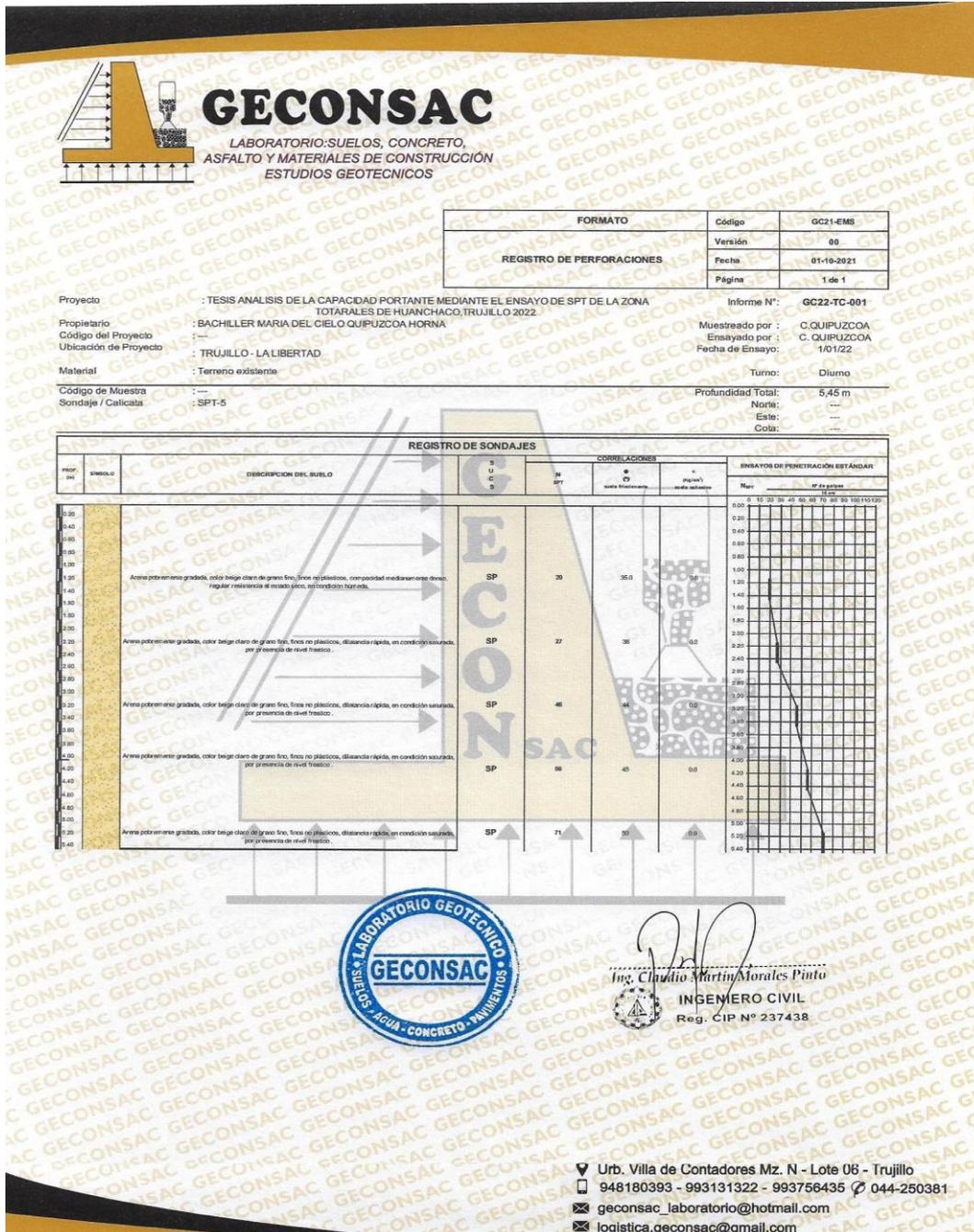
Ing. Claudio Martin Morales Pinto  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 237438

📍 Urb. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo  
 📞 948180393 - 993131322 - 993756435 📠 044-250381  
 ✉ geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
 ✉ logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 30- Perfil Estratigráfico SPT-05

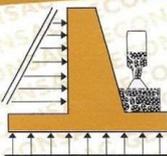


Anexo N° 31- Registro de Perforaciones y Grafico SPT-05





Anexo N° 35 – Contenido de Humedad SPT-05



# GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)**

Código: GC22 - EMS 01  
Versión 0.0  
Modificado: 01/10/2020

**PROYECTO :** TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022

**SOLICITA :** BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA

**UBICACIÓN :** HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**Registro N°:** GC22-LAB.-ST001  
**Fecha:** ENERO DEL 2022

**LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO**

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA :</b> POZO CALICATA <b>CALICATA :</b> PC-05 <b>MATERIAL :</b> IN SITU <b>PROFUND.(m) :</b> 0.00 - 1.80	<b>TAMAÑO MÁXIMO :</b> 0 <b>LADO :</b> 0
--	---

N° DE ENSAYOS	1	2	3
N° Tara			
Masa Tara + Suelo Húmedo (g)	153.2		
Peso Tara + Suelo Seco (g)	126.1		
Peso Tara (g)	22.1		
Peso Agua (g)	27.1		
Peso Suelo Seco (g)	104.0		
Contenido de Humedad (g)	26.1		
Promedio (%)		26.1	

**Observaciones:**

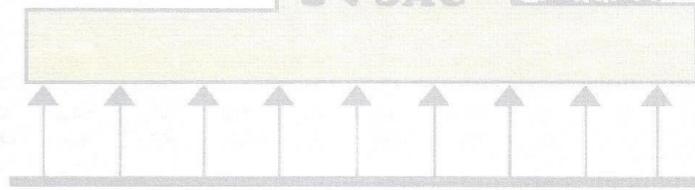
---



---



---







Ing. Claudio Martin Morales Pinto  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 237438

▼ Urb. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo  
 ☎ 948180393 - 993131322 - 993756435 ☎ 044-250381  
 ✉ geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
 ✉ logistica.geconsac@gmail.com

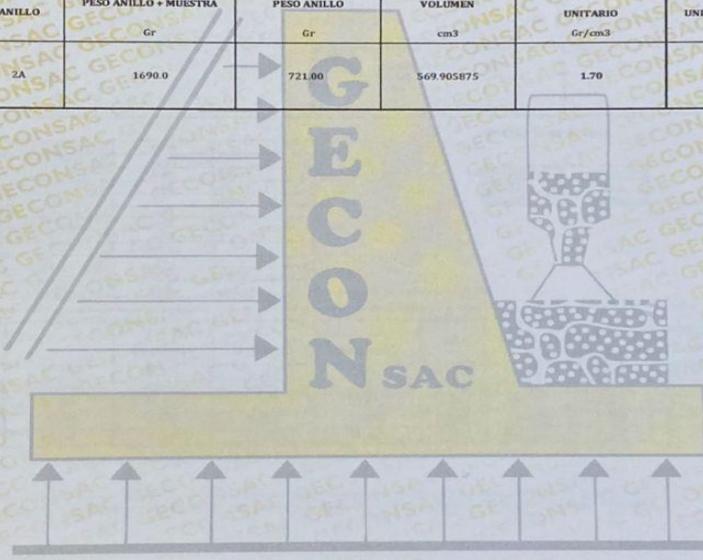


Anexo N° 37 – Peso Unitario SPT-05



**GECONSAC**  
LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

PESO UNITARIO						
PROYECTO/OBRA:	TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022					
SOLICITA:	BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA					
UBICACION:	HUANCHACO-TRUJILLO					
MUESTRA:	ARENA MAL GRADADA (SP)					
FECHA:	01/22					
MUESTRA	ANILLO	PESO ANILLO + MUESTRA Gr	PESO ANILLO Gr	VOLUMEN cm <sup>3</sup>	PESO UNITARIO Gr/cm <sup>3</sup>	PESO UNITARIO SATURADO Gr/cm <sup>3</sup>
ARENA MAL GRADADA (SP)	2A	1690.0	721.00	569.905875	1.70	1.79



**LABORATORIO GEOTECNICO**  
**GECONSAC**  
SUELOS - AGUA - CONCRETO - ENVIRONMENTOS

*Ing. Claudio Martin Morales Pinto*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 237438

📍 Urb. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo  
☎ 948180393 - 993131322 - 993756435 📞 044-250381  
✉ geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
✉ logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 38 – Capacidad Portante SPT-05



# GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

---

PROYECTO: TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022  
 SOLICITA: BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA  
 UBICACION: HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 CALICATA: SPT-05  
 FECHA: ENERO 2022

### METODO DE TERZAGHI

#### ZAPATA CUADRADA - EDIFICACION PRINCIPAL

**TIPO DE FALLA**



Fundaciones cuadradas  
 $Q_{ult} = 0,4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_q + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 1,3 \cdot c \cdot N_c$

**CASO 1:**  
 $0 \leq D_f \leq D_p$   
 $q = \text{sobrecarga efectiva} = D_f \cdot \gamma + D_f (\gamma_w - \gamma_w)$   
 $\gamma_w = \text{peso específico saturado del suelo}$   
 $\gamma_w = \text{peso específico del agua}$

**CASO 2:**  
 $0 \leq d \leq B$   
 $\gamma = \gamma_w \cdot \frac{d}{B} (\gamma_w - \gamma_w)$

**Nivel Napa:** Si se encuentra

**CASO 1:**  
 $\gamma_{sat} = 1,70 \text{ gr/cm}^3$   
 $\gamma_w = 1,00 \text{ gr/cm}^3$   
 $D1 = 0,30 \text{ m}$   
 $D2 = 1,20 \text{ m}$   
 $Df = 1,50 \text{ m}$

**CASO 2:**  
 $\gamma_{sat} = 2,06 \text{ gr/cm}^3$   
 $\gamma_w = 1,00 \text{ gr/cm}^3$   
 $Df = 1,00 \text{ m}$   
 $d = 0,00 \text{ m}$

ANGULO FRICCION (φ)	35.00	°
ANGULO FRICCION (δ)	25.02	°
COHESION (c)	0.000	Kg/cm2
PESO ESPECIFICO HUMEDO (γ)	1.70	gr/cm3
PESO ESPECIFICO SECO (γd)	1.39	gr/cm3
PESO ESPECIFICO SATURADO (γsat)	1.79	gr/cm3
NIVEL NAPA FREATICA	3.00	m
NIVEL DE CIMENTACION (Df)	1.50	m
TIPO DE FALLA	LOCAL	
FACTOR DE SEGURIDAD	3	
Peso Especifico corregido (γ')	0.7900	gr/cm3
Sobrecarga Efectiva (q)	0.1458	kg/cm2

N <sub>q</sub>	5.009
N <sub>c</sub>	14.815
N <sub>γ</sub>	2.257

$q = \text{sobrecarga efectiva} = D_f \cdot \gamma + D_f (\gamma_w - \gamma_w)$

B (m)	Df (m)	γ	0,4 · γ · B · N <sub>q</sub> (kg/cm2)	γ · Df · N <sub>q</sub> (kg/cm2)	1,3 · c · N <sub>c</sub> (kg/cm2)	FS	Qu (kg/cm2)	Qadm (kg/cm2)	Qadm (T/m2)
1.00	1.20	0.79	0.71	5.32	0.00	3.00	6.03	2.01	20.10
1.20	1.50	0.79	0.86	6.65	0.00	3.00	7.50	2.50	25.01
1.50	2.00	0.79	1.07	8.86	0.00	3.00	9.93	3.31	33.11
1.80	2.20	0.79	1.28	9.75	0.00	3.00	11.03	3.68	36.77
2.00	2.50	0.79	1.43	11.08	0.00	3.00	12.50	4.17	41.68

Observación:  
NINGUNA

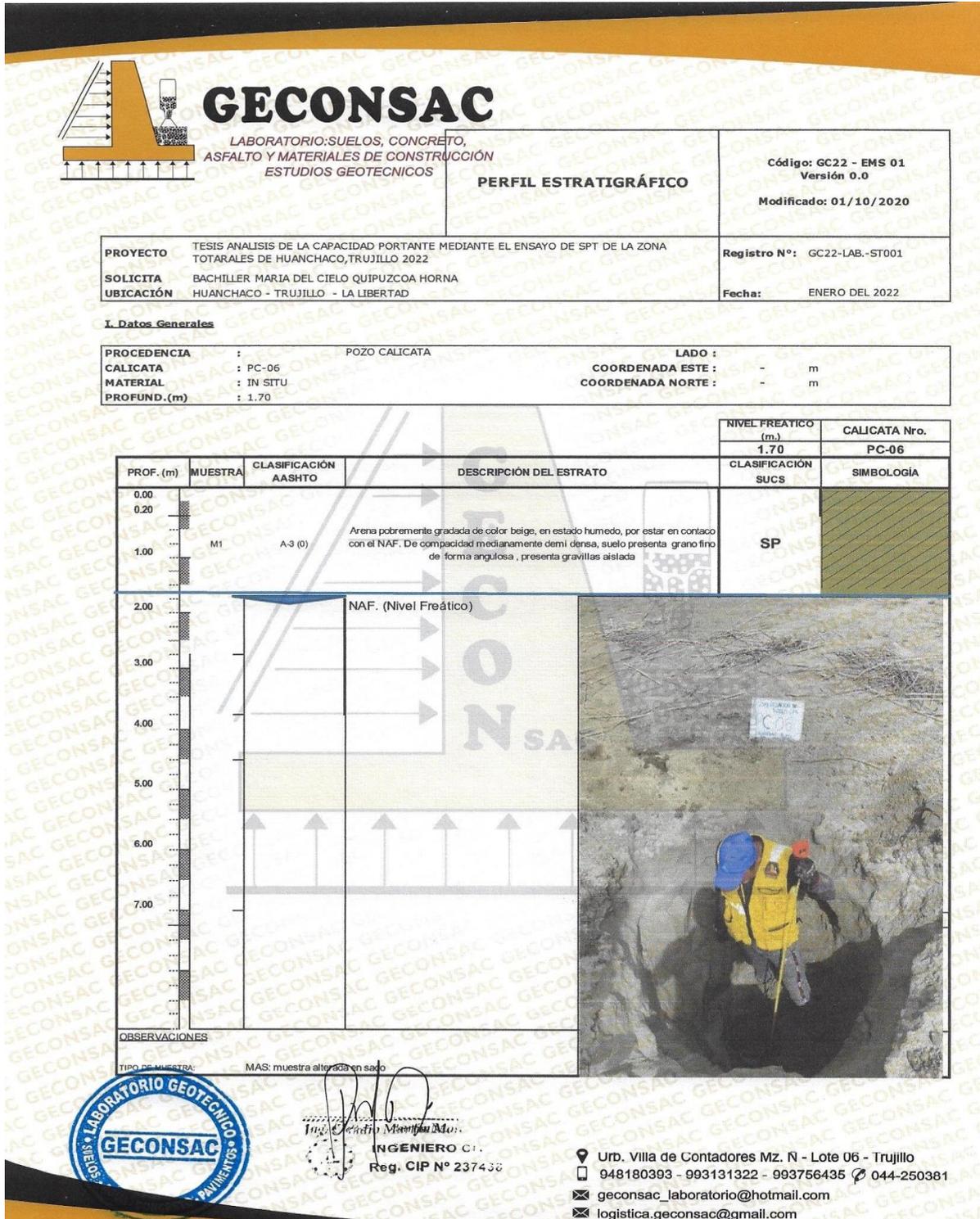




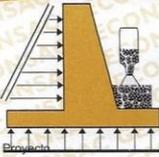
Ing. Claudio Martín Morales Pinto  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. OIP N° 237438

📍 Urb. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo  
 📞 948180393 - 993131322 - 993756435 ☎ 044-250381  
 ✉ geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
 ✉ logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 39- Perfil Estratigráfico SPT-06



Anexo N° 40- Registro de Perforaciones y Grafico SPT-06



**GECONSAC**  
LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

FORMATO		Código	GC21-EMS
Versión		00	
Fecha		01-10-2021	
Página		1 de 1	

REGISTRO DE PERFORACIONES

TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022

Informe N°: GC22-TC-001

Muestreado por: C. QUIPUZCOA  
Ensayado por: C. QUIPUZCOA  
Fecha de Ensayo: 1/01/22

Turno: Diurno

Profundidad Total: 5.45 m

Norte: ---  
Este: ---  
Cola: ---

Propietario : BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA  
Código del Proyecto : ---  
Ubicación de Proyecto : TRUJILLO - LA LIBERTAD  
Material : Terreno existente  
Código de Muestra : ---  
Sondaje / Calicata : SPT-6

**REGISTRO DE SONDAJES**

Prof. (m)	Simbolo	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	N SPT	CORRELACIONES		ENSAYOS DE PENETRACION ESTANDAR
					σ <sub>v</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) mult. friccionamiento	c (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre arena fina	
0.20							
0.40							
0.60							
0.80							
1.00							
1.20		Arena pobremente graduada, color beige claro de grano fino, finos no plásticos, compacidad mediana a alta, densidad regular, resistencia al estado seco, en condición húmeda.	SP	15	34	0.0	
1.40							
1.60							
1.80							
2.00							
2.20		Arena pobremente graduada, color beige claro de grano fino, finos no plásticos, dilatancia rápida, en condición saturada, por presencia de nivel freático.	SP	37	41	0.0	
2.40							
2.60							
2.80							
3.00							
3.20		Arena pobremente graduada, color beige claro de grano fino, finos no plásticos, dilatancia rápida, en condición saturada, por presencia de nivel freático.	SP	44	43	0.0	
3.40							
3.60							
3.80							
4.00							
4.20							
4.40							
4.60							
4.80							
5.00							
5.20		Arena pobremente graduada, color beige claro de grano fino, finos no plásticos, dilatancia rápida, en condición saturada, por presencia de nivel freático.	SP	54	44	0.0	
5.40							
5.60							
5.80							
6.00							
6.20							
6.40							

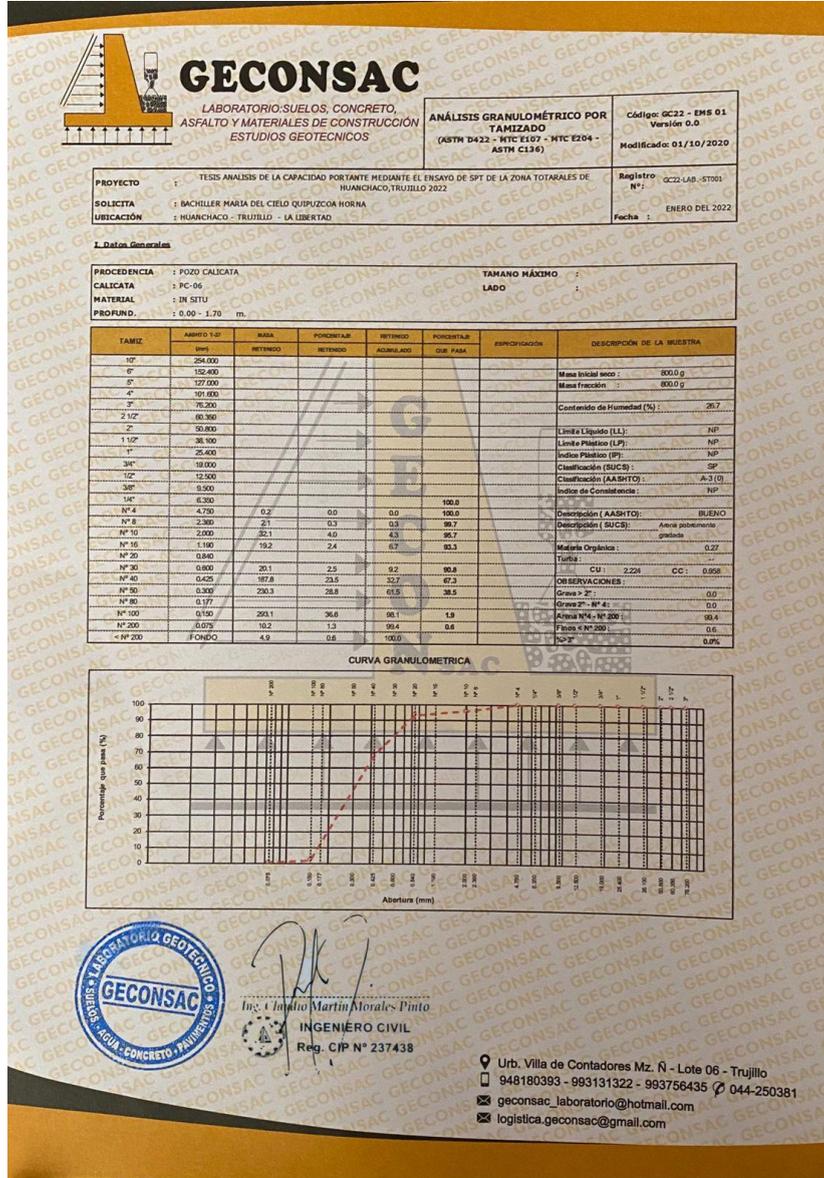




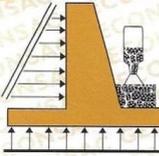
*Ing. Claudio Martín Morales Pinto*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 237438

Urb. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo  
948180393 - 993131322 - 993756435 ☎ 044-250381  
geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 41 – Análisis Granulométrico por Tamizado SPT-06



Anexo N° 42 – Contenido de Humedad SPT-06



# GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)**

Código: GC22 - EMS 01  
Versión 0.0  
Modificado: 01/10/2020

<b>PROYECTO</b>	TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022	<b>Registro N°:</b>	GC22-LAB.-ST001
<b>SOLICITA</b>	BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA	<b>Fecha:</b>	ENERO DEL 2022
<b>UBICACIÓN</b>	HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD	<b>LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS Y CONCRETO</b>	

**I. Datos Generales**

<b>PROCEDENCIA</b> : POZO CALICATA	<b>TAMAÑO MÁXIMO</b> : 0
<b>CALICATA</b> : PC-06	<b>LADO</b> : 0
<b>MATERIAL</b> : IN SITU	
<b>PROFUND.(m)</b> : 0.00 - 1.70	

N° DE ENSAYOS	1	2	3
N° Tara			
Masa Tara + Suelo Húmedo (g)	150.3		
Peso Tara + Suelo Seco (g)	122.9		
Peso Tara (g)	20.1		
Peso Agua (g)	27.4		
Peso Suelo Seco (g)	102.6		
Contenido de Humedad (g)	26.7		
<b>Promedio (%)</b>	<b>26.7</b>		

**Observaciones:**

---



---



---





**INGENIERO CIVIL**  
Reg. CIP N° 237438

📍 Urb. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo

📞 948180393 - 993131322 - 993756435 ☎ 044-250381

✉ geconsac\_laboratorio@hotmail.com

✉ logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 43 – Sales Solubles SPT-06



# GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

<b>SALES SOLUBLES EN AGREGADOS (MTC E 219)</b>	Código: GC22 - EMS 01 Versión 0.0 Modificado: 01/10/2020
PROYECTO : TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022 SOLICITA : BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA UBICACIÓN : HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD	Registro N°: GC22-LAB-ST001 Fecha: ENERO DEL 2022

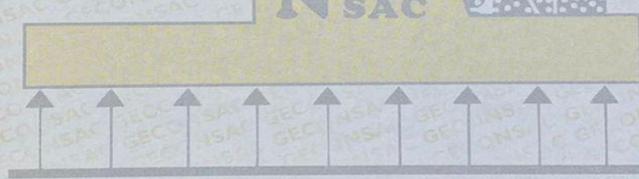
**I. Datos Generales**

PROCEDENCIA : POZO CALCATA UBICACIÓN : PC-06 MATERIAL : IN SITU PROFUND. (m) : 0.00 - 1.70	LADO :
---	--------

DATOS DE ENSAYO			
N° DE ENSAYO	UNIDAD	SUELO	
1 PESO DE MUESTRA SECA	(gr)	500.00	
2 VOLUMEN DE LA MUESTRA DE AFORO BASE	(ml)	100.00	
3 PESO DE TARA	(gr)	70.20	
4 PESO DE LA ALICUOTA + TARA	(gr)	99.90	
5 PESO DE LA ALICUOTA CRISTALIZADA + TARA	(gr)	72.90	
6 PESO DE LA ALICUOTA CRISTALIZADA	(gr)	2.70	
7 % SALES SOLUBLES	(%)	2.00	
		<b>% DE SALES SOLUBLES :</b>	<b>2.000 %</b>

**ESPECIFICACIÓN:**

**OBSERVACIONES:**







Ing. Claudia Martín Morales Pinto  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 237438

📍 Urb. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo

☎ 948180393 - 993131322 - 993756435 📞 044-250381

✉ geconsac\_laboratorio@hotmail.com

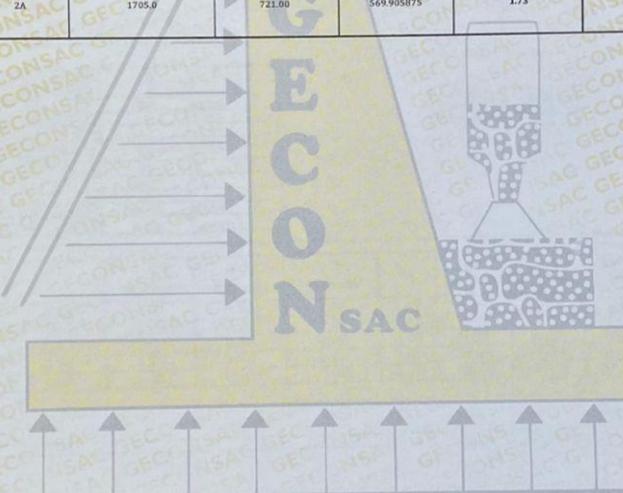
✉ logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 44 – Peso Unitario SPT-06



**GECONSAC**  
LABORATORIO SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

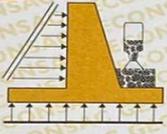
PESO UNITARIO						
PROYECTO/OBRA:	TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022					
SOLICITA:	BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA					
UBICACION:	HUANCHACO-TRUJILLO					
MUESTRA:	ARENA MAL GRADADA (SP)					
FECHA:	01/22					
MUESTRA	ANILLO	PESO ANILLO + MUESTRA Gr	PESO ANILLO Gr	VOLUMEN cm <sup>3</sup>	PESO UNITARIO Gr/cm <sup>3</sup>	PESO UNITARIO SATURADO Gr/cm <sup>3</sup>
ARENA MAL GRADADA (SP)	2A	1705.0	721.00	569.905875	1.73	1.84




  
 Ing. Claudio Martín Morales Pinto  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 237438

Urb. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo  
 948180393 - 993131322 - 993756435 ☎ 044-250381  
 ✉ geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
 ✉ logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 45 – Capacidad Portante SPT-06



# GECONSAC

LABORATORIO: SUELOS, CONCRETO,  
ASFALTO Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN  
ESTUDIOS GEOTECNICOS

PROYECTO: TESIS ANALISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL ENSAYO DE SPT DE LA ZONA TOTORALES DE HUANCHACO, TRUJILLO 2022  
 SOLICITA: BACHILLER MARIA DEL CIELO QUIPUZCOA HORNA  
 UBICACIÓN: HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

CALICATA: SPT-6  
FECHA: ENERO 2022

### METODO DE TERZAGHI

#### ZAPATA CUADRADA - EDIFICACION PRINCIPAL

**TIPO DE FALLA**



Fundaciones cuadradas  
 $Q_{ult} = 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_q + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 1.3 \cdot c \cdot N_c$

**CASO 1:**  
 $0 \leq D_f \leq D_p$   
 $q = \text{sobrecarga efectiva} = D_f \cdot \gamma + D_f (\gamma_w - \gamma_w)$   
 $\gamma_w = \text{peso específico saturado del suelo}$   
 $\gamma = \text{peso específico del agua}$

**CASO 2:**  
 $0 \leq d \leq B$   
 $q = \gamma \cdot \frac{d}{B} \cdot (\gamma_w - \gamma_w)$

Nivel Napa: Si se encuentra

CASO 1:	$\gamma_{sat} = 1.84$ g/cm3	CASO 2:	$\gamma_{sat} = 2.06$ g/cm3
	$\gamma_w = 1.00$ g/cm3		$\gamma_w = 1.00$ g/cm3
	$D_1 = 0.30$ m		$D_f = 1.50$ m
	$D_2 = 1.20$ m		$d = 0.00$ m
	$D_f = 1.50$ m		

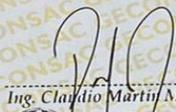
ANGULO FRICCION (φ)	34.00	°
ANGULO FRICCION (δ)	24.21	°
COHESION (c)	0.000	Kg/cm2
PESO ESPECIFICO HUMEDO (γ)	1.73	g/cm3
PESO ESPECIFICO SECO (γd)	1.34	g/cm3
PESO ESPECIFICO SATURADO (γsat)	3.00	g/cm3
NIVEL NAPA FREATICA	1.50	m
NIVEL DE CIMENTACION (Df)	1.50	m
TIPO DE FALLA	LOCAL	
FACTOR DE SEGURIDAD	3	
Peso Especifico corregido (γ')	0.8400	g/cm3
Sobrecarga Efectiva (q)	0.1527	kg/cm2

N <sub>q</sub>	5.284
N <sub>c</sub>	14.279
N <sub>γ</sub>	2.029

B (m)	Df (m)	γ	0.4 · γ · B · N <sub>q</sub> (kg/cm2)	γ · Df · N <sub>q</sub> (kg/cm2)	1.3 · c · N <sub>c</sub> (kg/cm2)	FS	Q <sub>u</sub> (kg/cm2)	Q <sub>adm</sub> (kg/cm2)	Q <sub>adm</sub> (T/m2)
1.00	1.20	0.84	0.68	5.33	0.00	3.00	6.01	2.00	20.03
1.20	1.50	0.84	0.82	6.66	0.00	3.00	7.48	2.49	24.92
1.50	2.00	0.84	1.02	8.88	0.00	3.00	9.90	3.30	33.00
1.80	2.20	0.84	1.23	9.76	0.00	3.00	10.99	3.66	36.64
2.00	2.50	0.84	1.36	11.10	0.00	3.00	12.46	4.15	41.53

Observación:  
NINGUNA

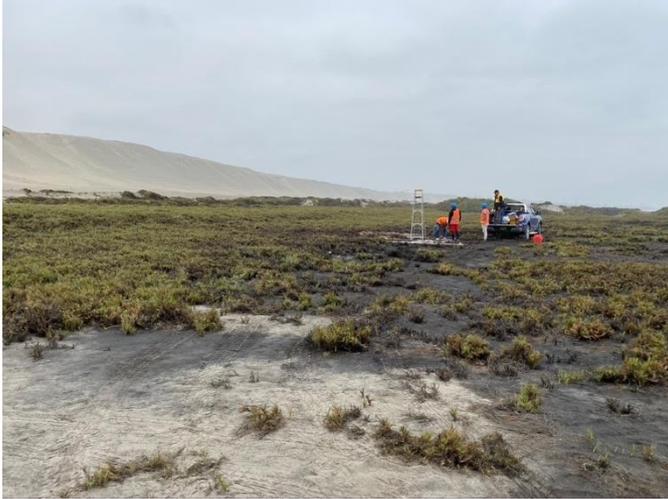




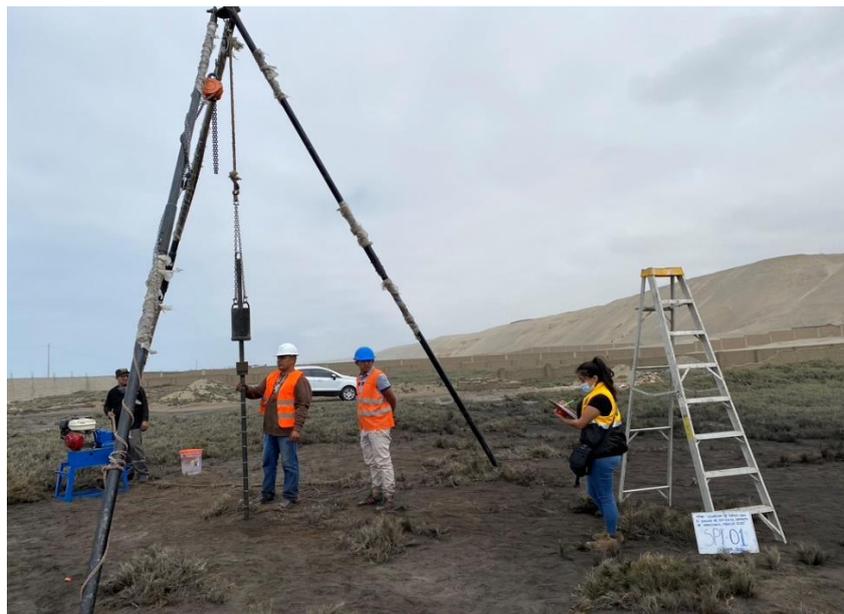
Ing. Claudio Martín Morales Pinto  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 237438

📍 Urb. Villa de Contadores Mz. N - Lote 06 - Trujillo  
 ☎ 948180393 - 993131322 - 993756435 📠 044-250381  
 ✉ geconsac\_laboratorio@hotmail.com  
 ✉ logistica.geconsac@gmail.com

Anexo N° 46 – Vista panorámica del terreno a analizar y ubicación de puntos con GPS



Anexo N° 47– Realización del Ensayo SPT -01



Anexo N° 48 – Realización del Ensayo SPT -03



Anexo N° 49 – Lavado de Muestra pasado por la malla n° 200



Anexo N° 50 – Ensayo de Contenido de Humedad



Anexo N° 51 -Ensayo Granulometrico



Anexo N° 52 - Calibración de equipos de laboratorio (Balanza)



# CALIBRATEC S.A.C.

**LABORATORIO DE METROLOGIA**

**CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS**  
RUC: 20806479680

---

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**CA - LM - 0129 - 2021**

*Area de Metrología*  
*Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

1. Expediente	0604-2021	
2. Solicitante	GEOTECNIA & CONSTRUCCION SERVICIOS GENERALES S.A.C.	
3. Dirección	MZA: N LOTE: 6 URB: VILLA CONTADOR (VIA DE EVITAMIENTO FRENTE A MAGI PISCINA) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRONICA	
Capacidad Máxima	6000 g	
División de escala (d)	0.1 g	
Div. de verificación (e)	0.1 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	TSCALE	
Modelo	QHW-6	
Número de Serie	NO INDICA	
Capacidad mínima	2.0 g	
Procedencia	CHINA	
Identificación	LM-0129	
5. Fecha de Calibración	2021-07-01	

Fecha de Emisión

2021-07-02

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO TORRES

Sello



☎ 913 028 621 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC

Anexo N° 53 - Calibración de equipos de laboratorio (Balanza para sales)



# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20506479680

---

## CERTIFICADO DE CALIBRACION

CA - LM - 0183 - 2021

Página 1 de 4

---

<b>1. Expediente</b>	02170-2021	Este informe documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	GEOTECNIA & CONSTRUCCION SERVICIOS GENERALES S.A.C.	
<b>3. Dirección</b>	MZA. N° LOTE: 6 URB. VILLA CONTADOR (VIA DE EVITAMIENTO FRENTE A MAGI PISCINA) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO	Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante se corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva verificación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>4. Equipo de medición</b>	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	220 g	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la verificación aquí declarados.
División de escala (d)	0.0001 g	
Div. de verificación (e)	0.0010 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	ELECTRONIC BALANCE	
Modelo	FA2204H	Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Número de Serie	210318069	El presente documento sin firma y sello carece de validez.
Capacidad mínima	0.001 g	
Identificación	NO INDICA	
<b>5. Fecha de Verificación</b>	2021-08-18	

---

<b>Fecha de Emisión</b>	<b>Jefe del Laboratorio de Metrología</b>	<b>Sello</b>
2021-08-18	 MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	

---

☎ 913 028 621 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC

Anexo N° 54 - Calibración de equipos de laboratorio (Horno)



# CALIBRATEC S.A.C.

**LABORATORIO DE METROLOGIA**

**CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

RUC: 20606479680

---

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### CA - LT - 059 - 2021

Página 1 de 5

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Temperatura*

<b>1. Expediente</b>	0183-2021	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	GEOTECNIA & CONSTRUCCION SERVICIOS GENERALES S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>3. Dirección</b>	Mza. A Lote. 6 - Villa Contador - Trujillo - Trujillo	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>4. Equipo</b>	HORNO	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Alcance Máximo	300 °C	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Marca	PERUTEST	
Modelo	PT-H136	
Número de Serie	0118	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	NO INDICA	

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMOMETRO DIGITAL

**5. Fecha de Calibración** 2021-07-01

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2021-07-02	 MANUEL ALEJANDRO ALTAGA TORRES	

---

☎ 913 028 621 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC

Anexo N° 55 - Informe de verificación del equipo de SPT



# CALIBRATEC S.A.C.

**LABORATORIO DE METROLOGIA**

**CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

RUC: 20606479680

---

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Longitud*

**INFORME DE VERIFICACIÓN**  
**CA - IV - 0187 - 2021**

Página 1 de 2

<b>1. Expediente</b>	01399-2021	<p>Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p>
<b>2. Solicitante</b>	GEOTECNIA & CONSTRUCCION SERVICIOS GENERALES S.A.C.	
<b>3. Dirección</b>	MZA. N° LOTE. 5 URB. VILLA CONTADOR (VIA DE EVITAMIENTO FRENTE A MAGI PISCINA) LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO	
<b>4. Equipo</b>	PENETRACION ESTANDAR SPT (SPT)	
<b>Marca</b>	PERUTEST	
<b>Modelo</b>	PT-SPT	
<b>Procedencia</b>	PERÚ	
<b>Numero de Serie</b>	010	
<b>Código de Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Ubicación</b>	NO INDICA	
<b>5. Fecha de Verificación</b>	2021-09-15	

**Fecha de Emisión**  
2021-09-16

**Jefe del Laboratorio de Metrología**



MANUEL ALEJANDRO AHAGA TORRES

**Sello**



☎ 913 028 621 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC