



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Capacidades admisibles de los suelos mediante análisis
granulométrico para cimentaciones superficiales en la ciudad de
Piura. 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Crisanto Alberca, Jhefferson Jair (ORCID: 0000-0001-6709-5161)

ASESORA:

Mg. Saldarriaga Castillo, Maria Del Rosario (ORCID: 0000-0002-0566-6827)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

PIURA - PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios, que siempre me guía, orienta e ilumina mi camino, además que me ha brindado la salud y las facultades cognitivas para el desarrollo de esta investigación.

A mis Padres, Andrés Crisanto y Magna Alberca, por confiar siempre en mí desde que di mis propios pasos apoyándome moral y económicamente para mi crecimiento profesional a quienes amo con todo mi corazón.

A mis Hermanos Karen Crisanto, Sthefany Crisanto y Klerin Portocarrero por haberme apoyado con el amor infinito y teniéndome paciencia en todo el proceso de mi formación.

A mi sobrino Ian Portocarrero por siempre ser mi amigo incondicional enseñándome el lado protector y guía para su crecimiento.

Agradecimiento

A mí Asesora la Mg. Saldarriaga María por ser parte fundamental e indispensable en el desarrollo de mi tesis, por su paciencia y sabios consejos metodológicos que permitieron fortalecer mis conocimientos y la obtención de la presente investigación.

A la Universidad Cesar Vallejo Filiar Piura por otorgarnos la educación de calidad que nos ayuda a desarrollarnos en nuestra vida profesional.

Al laboratorio QUALITY PAVEMENTS SAC por permitirme obtener la formación técnica de calidad y permitirme utilizar sus instalaciones con el acceso a los informes técnicos para la base de datos de la presente investigación.

Al Ingeniero Iván Víctor Ramírez García por brindarme todas los conocimientos, herramientas y capacitaciones para la formulación del presente trabajo de investigación.

Índice de contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	viii
Resumen	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. MARCO TEÓRICO	14
III. METODOLOGÍA.....	43
3.1. Tipo y diseño de investigación	43
3.2. Variables y operacionalización	43
3.3. Población, muestra y muestreo.	44
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	44
3.5. Procedimientos.....	46
3.6. Método de análisis de datos	46
3.7. Aspectos Éticos	47
IV. RESULTADOS	48
V. DISCUSIÓN.....	110
VI. CONCLUSIONES	113
VII. RECOMENDACIONES.....	115
VIII. REFERENCIAS	116
Anexos	

Índice de tablas

Tabla 1 Propia Sismos Históricos de la Región (MR > 7.2).....	19
Tabla 2 Corrección del N por longitud de varillaje	21
Tabla 3 Corrección del N por diámetro del Sondeo	21
Tabla 4 Ángulos de fricción interna y Compacidad Relativa en arenas	22
Tabla 5 Ángulo de fricción interna y propiedades de Suelos arcillosos	23
Tabla 6 Factores de Capacidad de Carga Terzaghi.....	35
Tabla 7 Factores de Capacidad de Correcciones de Carga Terzaghi	38
Tabla 8 Factores Nc propuestos por Skempton	40
Tabla 9 Técnicas e instrumentos de evaluación	45
Tabla 10: Número de Calicatas por zona de estudios.....	48
Tabla 11 Identificación de las zonas de estudio de mecánica de suelos.....	49
Tabla 12 Propiedades físicas de los estratos de suelos en la ciudad de Piura ..	51
Tabla 13 Propiedades de los estratos de suelos en la ciudad de Piura	52
Tabla 14 Suelos más predominantes en la ciudad de Piura	53
Tabla 15 Resumen de los Diámetros efectivos SP	55
Tabla 16 Resumen de los diámetros efectivo de los suelos tipo SM.....	57
Tabla 17 Resumen de los diámetros efectivo de los suelos tipo SP-SM.....	60
Tabla 18 Resumen de los diámetros efectivo de los suelos tipo SC	62
Tabla 19 Diámetros efectivos de suelos tipo CL	63
Tabla 20 Parámetros granulométricos de suelos tipo SP	65
Tabla 21 Parámetros granulométricos para suelos tipo SM	65
Tabla 22 Parámetros granulométricos para suelos tipo SP - SM	66
Tabla 23 Parámetros granulométricos para suelos tipo SC	66
Tabla 24 Parámetros granulométrico para suelos tipos CL.....	66
Tabla 25 Valores estadístico de regresión múltiple en suelos tipo SP	68
Tabla 26 Matriz de coeficientes para suelos tipo SP.....	68
Tabla 27 Matriz resultado para suelos tipo SP	68
Tabla 28 Cálculo de matriz inversa para suelos tipo SP	68
Tabla 29 Matriz incógnita para cálculo de los coeficientes para suelos tipo SP .	68
Tabla 30 Valores estadístico de regresión múltiple en suelos tipo SM.....	69
Tabla 31 Matriz de coeficientes para suelos tipo SM	70
Tabla 32 Matriz de resultados para suelos tipo SM	70

Tabla 33	Matriz inversa para suelos tipo SM	70
Tabla 34	Matriz incógnita para suelos tipo SM.....	70
Tabla 35	Valores estadístico de regresión múltiple en suelos tipo SP-SM.....	71
Tabla 36	Matriz de coeficientes para suelos tipo SP-SM	71
Tabla 37	Matriz resultado para suelos tipo SP-SM	71
Tabla 38	Matriz inversa para suelos tipo SP-SM	71
Tabla 39	Matriz incógnita para suelos tipos SP-SM.....	71
Tabla 40	Valores estadístico de regresión múltiple en suelos tipo SC	72
Tabla 41	Matriz de coeficientes para suelos tipo SC.....	72
Tabla 42	Matriz resultados para suelos tipo SC.....	72
Tabla 43	Matriz de inversa de suelos tipo SC	73
Tabla 44	Matriz incógnita para suelos tipos SC	73
Tabla 45	Valores estadístico de regresión múltiple en suelos tipo CL.....	74
Tabla 46	Matriz de coeficientes para suelos tipo CL.....	74
Tabla 47	Matriz de resultados para suelos tipo CL	74
Tabla 48	Matriz de inversa para suelos tipo CL	74
Tabla 49	Valores de los coeficientes para suelos tipo CL	75
Tabla 50	Calculo de lo ángulo de fricción interna de los diversos suelos	75
Tabla 51	Valores analíticos del ángulo de fricción interna en suelos SM	76
Tabla 52	Calculo de los factores de carga para suelos SP	80
Tabla 53	Factores de carga, inclinación y forma de Meyerhof	80
Tabla 54	Capacidades admisibles según el RNE para suelos tipo SP.....	81
Tabla 55	Capacidad admisible en suelos SP (Terzaghi – Vesic)	82
Tabla 56	Capacidad admisibles la fórmula de Karl Terzaghi para suelos SP.....	83
Tabla 57	Capacidades admisibles según Meyerhof para suelos tipo SP	84
Tabla 58	Factores de cargas para suelos tipo SM	85
Tabla 59	Factores de carga, inclinación y forma de Meyerhof	85
Tabla 60	Capacidades admisibles según el RNE para suelos tipo SM	86
Tabla 61	Capacidad admisible en suelos SM (Terzaghi – Vesic).....	87
Tabla 62	Capacidad admisibles la fórmula de Karl Terzaghi para suelos SM	88
Tabla 63	Capacidades admisibles según Meyerhof para suelos tipo SM.....	89
Tabla 64	Factores de carga para suelos SP - SM.....	90
Tabla 65	Factores de carga, inclinación y forma de Meyerhof	90

Tabla 66	Capacidades admisibles según el RNE para suelos tipo SP-SM	91
Tabla 67	Capacidad admisible en suelos SP-SM (Terzaghi – Vesic)	92
Tabla 68	Capacidad admisibles fórmula de Karl Terzaghi para suelos SP-SM..	93
Tabla 69	Capacidades admisibles según Meyerhof para suelos tipo SP-SM.....	94
Tabla 70	Factores de capacidad de carga para suelos tipo SC	95
Tabla 71	Factores de carga, inclinación y forma de Meyerhof	95
Tabla 72	Capacidades admisibles según el RNE para suelos tipo SC.....	96
Tabla 73	Capacidad admisible en suelos SC (Terzaghi – Vesic)	97
Tabla 74	Capacidad admisibles la fórmula de Karl Terzaghi para suelos SC	98
Tabla 75	Capacidades admisibles según Meyerhof para suelos tipo SC	99
Tabla 76	Capacidades de carga para suelos CL	100
Tabla 77	Factores de carga, inclinación y forma de Meyerhof	100
Tabla 78	Capacidades admisibles según el RNE para suelos tipo CL	101
Tabla 79	Capacidad admisible en suelos CL (Terzaghi – Vesic)	102
Tabla 80	Capacidad admisibles la fórmula de Karl Terzaghi para suelos CL ...	103
Tabla 81	Capacidades admisibles según Meyerhof para suelos tipo CL	104
Tabla 82	Análisis de las capacidades admisibles por diversos autores	108
Tabla 83	Diámetros efectivos de los suelos tipo SP	135
Tabla 84	Diámetros efectivos en los suelos tipo SM	135
Tabla 85	Diámetros efectivos en los suelos tipo SP-SM.....	137
Tabla 86	Diámetros efectivos en los suelos tipo SC	138
Tabla 87	Diámetros efectivos en los suelos tipo CL.....	139

Índice de gráficos y figuras

Figura 1	Grafica para corrección de Valores N en arenas por sobrecarga	22
Figura 2	Relación del N corregido ensayo S.P.T. ángulo de fricción en arenas.	23
Figura 3	Curva Granulométrica (Norma Técnica Peruana 339.128)	25
Figura 4	Criterio de Falla de Mohr - Coulomb.....	29
Figura 5	Diagrama para determinar zapatas poco profunda en arenas	32
Figura 6	Curvas de factores de capacidad y ángulo para falla general.....	34
Figura 7	Falla por Corte General (Crespo Villalaz, 2004)	36
Figura 8	Falla por Punzonamiento (Crespo Villalaz, 2004)	36
Figura 9	Falla por Corte Local (Crespo Villalaz, 2004)	36
Figura 10	Curvas factores de capacidad y ángulo para falla local	37
Figura 11	Factores de capacidad de carga en arcillas Skempton.....	40
Figura 12	Esquema de Inclinación de la zapata y el terreno.....	41
Figura 13	Mapa de Estudio – Distrito de Piura – Castilla y 26 de Octubre.....	44
Figura 14	Ubicación de estudio ASOCIACION CIVIL PIURA 450 – PIURA	129
Figura 15	Ubicación de estudio DESAMAS PERU SAC	130
Figura 16	Ubicación de estudio – Las Palmeras – Centenario	130
Figura 17	Ubicación de estudio Jhony Ruiz Floriano	131
Figura 18	Ubicación de estudio del Consorcio los Algarrobos	131
Figura 19	Ubicación de estudio Viva GyM S.A.C.....	132
Figura 20	Ubicación de estudio Cubic 33 S.A.C.	132
Figura 21	Ubicación de estudio Multiservicios e Inversiones Catalina	133
Figura 22	Ubicación de estudio Clínica San Gabriel.....	133
Figura 23	Ubicación de estudio Frand Adanaque	134

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo general analizar las capacidades admisibles de las cimentaciones superficiales de la ciudad de Piura mediante sus características granulométricas, cuya metodología fue de estudio tipo aplicada, de diseño no experimental transaccional, con enfoque cuantitativo, cuya población fue la ciudad de Piura y las muestras de estudio se realizaron en los distritos de Piura, Castilla y 26 de octubre. La técnica a utilizar fue análisis documental y el instrumento ficha documental. Se obtuvo como resultado general que los suelos predominantes en la ciudad de Piura son de tipo arenosos y limosos, cuyo ángulo de fricción interna se determinó según sus parámetros granulométricos, teniendo una similitud en las capacidades portante de un 90.32% en zapatas aisladas bajo la teoría de Terzaghi con Vesic y un 91.40% para cimiento corridos bajo el reglamento nacional de edificaciones y como conclusión general se determinó que los suelos arenosos limosos comparten propiedades y características de tipo físicas y geotécnicas similares las cuales podemos relacionar sus parámetros físicos, mediante el ensayo del análisis granulométrico por tamizado para la obtención del ángulo de fricción interna.

Palabras Clave: Coeficientes granulométricos, ángulo de fricción interna, capacidad portante.

Abstract

The general objective of the present investigation was to analyze the admissible capacities of the surface foundations of the city of Piura through their granulometric characteristics, whose methodology was an applied type study, of non-experimental transactional design, with a quantitative approach, whose population was the city of Piura and the study samples were carried out in the districts of Piura, Castilla and October 26. The technique to be used was documentary analysis and the document record instrument. It was obtained as a general result that the predominant soils in the city of Piura are sandy and loamy, whose internal friction angle was determined according to their granulometric parameters, having a similarity in the bearing capacities of 90.32% in isolated footings under the theory of Terzaghi with Vesic and 91.40% for foundations run under the national building regulations and as a general conclusion it was determined that silty sandy soils share similar physical and geotechnical properties and characteristics, which we can relate their physical parameters, by testing the granulometric analysis by sieving to obtain the internal friction angle.

Keywords: Granulometric coefficients, internal friction angle, bearing capacity.

I. INTRODUCCIÓN

Esta investigación está basada en el principio fundamental que tienen todas las construcciones cuyos fines sean para pavimentos, estructuras, obras hidráulicas, etcétera en la transmisión vertical, horizontal y diagonal de las cargas vivas, muertas, hidráulicas, viento o sismo que son generadas por su propio peso, y al interactuar con el terreno de fundación. Por ello conocer las características físicas, químicas y mecánicas del suelo es vital para el buen funcionamiento y desempeño de las edificaciones.

Es claro precisar que los laboratorios de mecánicas de suelos y materiales en la ciudad de Piura son muy escasos y muy pocos cumplen con los estándares mínimos de calidad nacional e internacional (Certificación INACAL y ASTM), debido a la gran demanda que existe en los estudios de ingeniería básica, Estudios De Mecánica De Suelos (EMS) estos pueden ser muy elevados para aquellos proyectos que no son contemplados en el Reglamento Nacional de Edificaciones 2018, refiriéndose aquellas edificaciones que tienen menos de 500 m² de área techada en el primer piso y un máximo de 3 pisos sin sótano, donde precisa que no es fundamental un estudio exhaustivo como los EMS para dichas construcciones y que un Informe Técnico De Suelos (ITS) es un buen sustento técnico, donde el personal responsable estima la capacidad admisible del suelo mediante la experiencia que este pueda tener en el campo.

Las edificaciones o proyectos que no son contempladas en el reglamento nacional de edificaciones en la sección E 0.50 - SUELOS Y CIMENTACIONES abundan en la ciudad de Piura, por ello el proyectista a cargo del diseño de la estructura no posee las características mecánicas reales del suelo para el diseño de sus cimentaciones superficiales que son lo más típico en esta zona del país debido a la capacidad portante del terreno, eso se refleja en todas las fallas que existen en las actuales construcciones como asentamientos, rajaduras, y colapsos frente a un leve movimiento sísmico, generando incertidumbre entre los habitantes o usuarios de las estructuras.

Las características de los suelos de Piura no son muy variadas, por lo general podemos encontrar arenas eólicas con bajo porcentaje de finos en menor a 2%

según (VALLEJOS CASTRO, 2004) y en su gran mayoría de ellos no posean límite plástico, los cuales podemos calcular el ángulo de fricción interna mediante sus propiedades granulométricas para cada tipo de suelos en función a un modelo numérico y así el proyectista o estructuralista pueda calcular de manera más exacta las capacidades admisibles de los suelos para poder diseñar sus cimentaciones, economizando costos en los anteproyectos y justificando técnicamente sus cálculos y estimaciones.

Para esta investigación se formuló la problemática general siguiente: ¿Cuál es el cálculo de las capacidades admisibles de los suelos mediante sus propiedades granulométricas para las cimentaciones superficiales en la ciudad de Piura? 2020? y como problemas específicos se plantean: ¿Determinar los suelos predominantes en la ciudad de Piura?; ¿cuál es el ángulo de fricción interna de mediante sus parámetros granulométricos utilizando los coeficientes de uniformidad y coeficientes de curvatura para las cimentaciones superficiales de en la ciudad de Piura .2020?; ¿cuál sería la clasificación de los suelos de las diferentes partes de Piura teniendo en cuenta su capacidad portante y el nivel freático para las cimentaciones superficiales en la ciudad de Piura .2020?; y ¿Qué teoría geotécnica es la apropiada para el cálculo de las capacidades admisibles de las cimentaciones superficiales para la ciudad de Piura mediante propiedades granulométricas para cimentaciones superficiales en la ciudad de Piura. 2020?

La presente investigación está justificada desde el aspecto técnico porque se basa principalmente en el cálculo real de las características mecánicas de suelos para poder diseñar las cimentaciones a aquellas construcciones de viviendas unifamiliares y multifamiliares de cualquier urbanización o Asentamiento Humano en la ciudad de Piura que contemplan con características similares en su composición granular del suelo, Además de que Piura se encuentra ubicada en un espacio con movimientos telúricos elevados según el (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018) en el RNE E 0.30 Diseño sísmo resistente, clasificándolo en zona 4, siendo la más alta en la escala.

La justificación metodológica está basada en la importancia de un cotejo que puede ser realizada por diferentes investigadores en la rama de la ingeniería civil

debido a la alta sismicidad en la zona de Piura y a los grandes efectos catastróficos que pudiera ocasionar un movimiento telúrico con gran nivel.

Finalmente se justifica por relevancia social ya que mediante los costos para elaborar un estudio de mecánica de suelos para estructuras pueden ser muy costosos al utilizar los ensayos recurrentes como corte directo Norma Técnica Peruana 339.177 o Ensayo de penetración estándar Norma Técnica Peruana 339.133, la propuesta está basada en los ensayos más específicos como el Análisis granulométrico Norma Técnica Peruana 339.128, Límites de Atterberg Norma Técnica Peruana 339.128 y Clasificación Sucs Norma Técnica Peruana 339.134 economizando los costos en los anteproyectos. Contribuyendo a la lucha contra la informalidad en el rubro de la construcción en nuestra ciudad.

Las limitaciones encontradas en este proyecto están referidas al estado de emergencia por el que está atravesando nuestro país (Covid 19) con el aislamiento social obligatorio. Otras de las limitaciones es la obtención de la base de datos ya que datan del laboratorio QUALITY PAVEMENTS SAC de los últimos 2 años.

El presente trabajo de investigación es viable por cuanto el investigador cuenta con los recursos financieros, humanos y materiales para realizar el estudio.

El objetivo general de nuestra investigación es analizar las capacidades admisibles de las cimentaciones superficiales de la ciudad de Piura mediante sus características granulométricas. También se plantean diferentes objetivos específicos para la realización de este trabajo investigativo como: Determinar cuáles son los suelos más predominantes en la ciudad de Piura.2020. Analizar los coeficientes granulométricos para determinar una uniformidad granular de los suelos para las cimentaciones superficiales en la ciudad de Piura .2020; calcular el ángulo de fricción interna de las arenas mediante sus parámetros granulométricos utilizando los coeficientes de uniformidad y coeficientes de curvatura para las cimentaciones superficiales en la ciudad de Piura .2020; determinar la teoría geotécnica apropiada para el cálculo de las capacidades admisibles de las cimentaciones superficiales para la ciudad de Piura. 2020.; y determinar las capacidades admisibles de los diferentes suelos para las cimentaciones superficiales en la ciudad de Piura .2020

II. MARCO TEÓRICO

FREIRE TELLADO, Manuel J. (2001) plantea en su artículo de investigación la modelación del terreno por el método del modelo de basalto para diversos tipos de subestructuras como zapatas aisladas. Cuyo objetivo fue proponer y valorar los resultados de un modelo de cálculo con mejor aproximación a las condiciones reales de las estructuras, finalmente concluyo que los resultados de la losa experimental de asientos totales y diferenciales mediante la presión de contacto producido por las vigas y columnas y fueron comparado con un análisis lineal interactivo.

BARROS AYALA (2019) en su investigación "Influencia de la granulometría en la relación de vacíos máximas y mínimas de suelos granulares" para la obtención del título profesional de Ingeniería Civil en la Universidad de la Costa, CUC. Barranquilla. Tuvo como objetivo determinar las correlaciones entre las relaciones de vacíos máximas y mínimas con las características granulométricas del suelo, para la obtención de los valores de entrada para el análisis estadístico se realizó ensayos de laboratorio como la granulometría y gravedad específica para determinar el tamaño de las partículas del suelo y su contenido de masa en un fluido conocida en estado Peso específico aparente (P_{ea}), Peso específico de masa saturada con superficie seca (P_{esss}) y Peso específico de masa (P_{em}). Se concluyó que la relación de vacíos máximos y mínimos decrecen con el tamaño de partículas al considerar que, para llenar un volumen de partículas de gran tamaño, se necesitan más partículas de menor tamaño en los cuales se presentan vacíos de aire generando relación de vacíos mayores.

CARMONA ALVAREZ, Julio y RUGE CARDENAS, Juan (2015) en su artículo de investigación tienen por objetivo primordial correlacionar por ensayos in situ como el S.P.T. Y S.´P.T.-T. el ángulo de fricción interna por diversos autores y cuales se ajustan mejor a las condiciones de la ciudad de Bogotá mediante el confinamiento efectivo y transferencia de energía del martillo golpeador, la cual tuvo una metodología cuantitativa debido a la realización de ensayos in situ de laboratorio para la obtención de los objetivos, se determinó que la correlación del ángulo de fricción efectivo mediante el N presentan una proximidad con el valor obtenido en laboratorio a excepción de las teorías de Schmertmann y Kishida.

A nivel nacional se han desarrollado una gama abundante sobre los suelos granulares frente a los diferentes ensayos para los análisis mecánicos de estos, como a continuación se presentan:

PERICHE MENDOZA (2018) en su investigación “Obtención del ángulo de fricción interna mediante curvas granulométricas como alternativa al ensayo de corte directo, distrito puerto de Eten” para la obtención del título profesional de ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo – Chiclayo tuvo como objetivo principal establecer una relación entre los parámetros granulométricos del suelo y ángulo de fricción interna en las arenas, cuya metodología es cuantitativa debido a la realización de ensayos de laboratorio para la obtención de resultados se concluye que las arenas estudiadas son de características uniformes y mal graduadas en su composición granular. Además, se obtuvieron valores semejantes en el ángulo de fricción como estipulan diferentes autores en un promedio de alrededor de 30° .

RAVINES ALIAGA (2017) en su tesis “Capacidad portante de los suelos de fundación, mediante los métodos DPL y Corte Directo para la ciudad de José Gálvez – Celendín – Cajamarca”, para optar el grado de Magister en ciencias con mención en Ingeniería y gerencia de construcción en la Universidad Nacional de Cajamarca. Esta investigación tuvo como objetivo correlacionar los ensayos de Corte Directo y DPL para el cálculo de la capacidad portante, utilizando una metodología cuantitativa debido a la obtención de los datos mediante ensayos de laboratorio y cálculo matemático obteniendo como resultado que la capacidad de los suelos de José Gálvez con el ensayo de corte directo varía entre 0.84 y 0.96 Kg/cm² y el ángulo de fricción interna tiene valores entre los 10.7° y 15.7° . La capacidad Portante de estos mismos suelos empleando el ensayo de DPL varía entre los 0.53 y 1.20 Kg/cm² y su ángulo de fricción tienen valores entre 7° y 16° respectivamente, lo cual la variación de capacidad portante entre ambos ensayos varía desde 5.56% y 81.13% donde se contraste el valor propuesto de su hipótesis.

A nivel regional tenemos las siguientes investigaciones:

VALLEJOS CASTRO (2004) en su trabajo de investigación “Dilatancia y ángulo de fricción efectivo de la arena eólica de Piura con el ensayo de corte directo”

para la obtención del título profesional de Ingeniería Civil de la Universidad De Piura, Piura. Tuvo como propósito demostrar que la granulometría de estas arenas son constantes igual que su contenido de finos, por ello la obtención del ángulo de fricción entre las densidades 1.45 y 1.70 gr/cm³ se pueden aplicar en las áreas eólicas de cualquier zona de Piura. Para ello utilizo una metodología cuantitativa para determinar las partículas granulares mediante el ensayo de análisis granulométrico. Después de analizar los resultados provenientes de los ensayos de laboratorio, se concluyó que las arenas eólicas de Piura tienen partículas mayores a 0.074 mm y menos de 0.3 mm, obtenido un porcentaje de suelo entre el diámetro 0.074 y 0.15 mm varía de 3 a 72%, el porcentaje de suelo entre el diámetro 0.15 y 0.30 mm están entre los rangos de 25 a 96%, además que el contenido de finos es menor a 2%. También se determinó que en su composición granulométrica de Coeficiente de Uniformidad tiene un promedio igual a 2.12 y Coeficiente de Curvatura tiene un promedio igual a 1.1. Finalmente se determinó que si aumenta la densidad por encima de 1.60 g/cm³ la deformación angular de la resistencia disminuye y para valores de densidad entre 1.60 – 1.71 g/cm³ la deformación angular varía entre 1.5 mm y 0.25 mm obteniendo un ángulo de fricción efectivo entre los valores de densidad después del consolidado entre 1.47 y 1.51 g/cm³ es 28° y para densidades entre 1.52 y 1.58 g/cm³ varía entre 30° y 31° y para densidades entre 1.58 y 1.71 g/cm³ varía entre 31° y 37° respectivamente.

ALVARADO OTOYA (2016) en su investigación “Propuesta de un mapa geotécnico en la ciudad de Piura resultado de mecánica de suelos con fines de cimentación” para optar el grado de Magister en ciencias con mención en Ingeniería geotécnica en la Universidad Nacional de Piura tuvo como objetivo general elaborar una propuesta geotécnica con los parámetros y del comportamiento del suelo obtenidos en los EMS con fines de cimentación, cuya investigación es descriptiva a nivel experimental y transversa, la investigación concluye que predominan los suelos tipo SP – SM que generalmente se encuentran subyaciendo a las arenas arcillosas o arcillas arenosas presentando granulometría variable de grano fino a medio, se clasifico 4 zonas dentro de la ciudad de Piura.

El análisis e interpretación de los trabajos previos considerados en esta investigación nos indican que sus hipótesis han sido elaboradas y detalladas por las teorías y conceptos a nivel internacional sobre mecánica de suelos, geotecnia y el comportamiento de la aplicación de cargas en las arenas.

El concepto sobre la definición del suelo es muy variado debido a que existen múltiples aplicaciones con este recurso, se puede definir en un concepto técnico y cotidiano. Técnicamente en la ingeniería civil se puede definir como la capa de la corteza terrestre que se encuentra en constantes cambios, o aquel pedazo de terreno capaz de soportar las cargas transmitidas por las edificaciones con propiedades físicas, químicas y mecánicas. Cotidianamente se define como aquel elemento en el cual nos apoyamos, capaz de soportar estructuras creadas por el hombre y de generar vida como bacterias y plantas.

Es de gran relevancia conocer el origen de formación de los suelos para la aplicación de la ingeniería civil, ya que todos los suelos tienen comportamientos diferentes.

La composición granular que componen el estado sólido de un agregado del suelo ocurre mediante la intemperización y el desgaste de las rocas. Gran parte de sus propiedades físicas se dan por su forma y composición química de sus granos. (BRAJA M., 2001)

Las rocas madre que permite la formación de los suelos son las siguientes:

- Rocas Metamórficas: Son formadas por la modificación de otras precedentes en la tierra mediante un proceso de metamorfismo mediante la calor y presión. El proceso ocurre cuando se forman nuevos minerales y los granos de minerales son partidos para dar una textura foliada a la roca metamórfica. El granito, diorita y gabro llegan a tener un alto grado de metamorfismo.
- Rocas Ígneas: Son aquellas que se originan por el magma que pasa por un proceso de enfriamiento y solidificación, el tipo de roca que se va a formar dependerá de varios factores como la composición del magma y la velocidad del enfriamiento. Encontramos varios tipos de suelos como granito, basalto, dolerita, andesita, etcétera.

- Rocas Sedimentarias: Se originan por las acumulaciones de sedimentos que se dan por el asentamiento de cuerpos de agua.

Como parte de la formación de los suelos sedimentarios podemos identificar aquellos que han sido transportados mediante el proceso de la meteorización de la roca y por consecuencia de diferentes agentes que se trasladan de un lugar a otro, entre ellos tenemos suelos Aluviales, Coluviales, Glaciales y Eólicos.

- Suelos Eólicos: Estos tipos de suelos son transportados por acción del viento donde no existe una estratigrafía horizontal teniendo una estructura secundaria de grietas verticales, juntas y agujeros de raíces.

Zegarra Pallane define que los depósitos eólicos son primariamente loess y arenas de dunas siendo uniformes y cohesivos; el tamaño de la mayoría de sus partículas oscila entre 0.01 mm y 0.05 mm y su cohesión se origina debido a la presencia de un cementante que puede ser de naturaleza predominante calcárea o arcillosas (MECÁNICA DE SUELOS, 1999)

RODRIGUEZ REVELO, Natalia et al (2014) descifran en su artículo de investigación que los sedimentos tienen un comportamiento granular muy homogéneo y se clasifican como arenas finas, pasante la malla N°60 con tamaño de granos entre 2.14 mm a 2.86 mm y pueden estar compuestas por cuarzo, feldespatos potásicos y cantidades menores de fragmentos líticos.

Para PALACIOS MONCAYO en su artículo sobre la geología en las partes de la ciudad de Piura define que estas zonas están formadas por depósitos originados por el viento que cubren grandes extensiones, cubriendo a los tablazos y a secuencias terciarias. (Geología de los cuadrángulos de Paita, Piura, Talara, Sullana, Lobitos, Quebrada Seca, Zorritos, Tumbes y Zarumilla, 1994 pág. 52).

El departamento de Piura se encuentra en una zona cubierta por depósitos eólicos que está formada por arenas gruesas, medias y finas de edad cuaternario y en momento porcentaje de arcillas de baja plasticidad. En estos depósitos se encuentran materiales de origen aluvial de la Cuenca del Río Piura.

Los rasgos geomorfológicos de la Región Grau presentan geografías típicas de la costa con rasgos geomorfológicos tales como planicies semidesérticas, frías y húmedas.

Los procesos de geodinámico externos, que afectan la zona de estudio están relacionados específicamente con el Fenómeno de El Niño (1925 – 1983, 1993, 1998, 2017) y los sismos (1953 – 1970).

Las características geodinámicos de Piura son:

- Topografía plana que en épocas de fuertes precipitaciones pluviales dan formación lagunamientos en cuencas ciegas que pueden afectar las estructuras del pavimento y cimentaciones.
- Tipo de suelos arenosos predominante, en épocas de avenidas generar que la seguridad de las estructuras se pone en riesgo y presencia de la Napa Freática superficial en algunas zonas de la ciudad de Piura.

El sector del noroeste del Perú se caracteriza por su actividad Geotectónica muy tenue, particularidad de la conformación geológica de la zona.

Tabla 1 Propia Sismos Históricos de la Región (MR > 7.2)

Fecha	Magnitud Escala Richter	Hora Local	Lugar y Consecuencias
09 de Julio de 1587	-	07:30 p.m.	La provincia de Sechura resultado destruida, y el número de muertos no fue determinado.
01 de febrero de 1645	-	-	Piura sufrió daños moderados
24 de Julio de 1912	7,6	-	Gran Parte de la ciudad de Piura fue destruida
17 de Diciembre de 1963	7,7	12:31 a.m.	Tumbes resultado con fuertes daños
07 de Diciembre de 964	7,2	04:36 a.m.	La ciudad de Piura, Talara y tumbes sufrieron daños importantes.
09 de Diciembre de 970	7,6	11:34 p.m.	La ciudad de Tumbes, Zorritos, Máncora y Talara resultaron con daños.

Fuente: elaboración propia

El Reglamento Nacional de Edificaciones en la norma E 0.50 Suelos y Cimentaciones indican diferentes métodos de exploración de campo RNE para la extracción de muestras y ensayos In situ. Los controles para la caracterización de los estudios de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción también se encuentran guiada por la Norma Técnica Peruana 339.162

- **Pozos o Calicatas Trincheras:** Son excavaciones a cielo abierto que permiten una observación directa del suelo, así como también la toma de

muestras. Está restringido para en suelos arenosos con porcentaje de finos menores al 5%.

- **Perforaciones manuales y mecánicas:** Son sondeos que permiten conocer la naturaleza y ubicación de cada estrato del terreno, así también permite obtener estratos del suelo y realizar los ensayos in situ correspondientes. La profundidad máxima mediante proceso manual es de 10 metros y para procesos mecánicos no tiene limitaciones en este aspecto.

Existen una serie de ensayos normalizados que permiten la perforación de los terrenos in situ y la obtención de parámetros en muestras para el cálculo de la capacidad portante.

Método de ensayo de Penetración Estándar SPT Norma Técnica Peruana 339.133

Este método de ensayo se aplica a todos los materiales excepto en suelos gravosos, esta técnica es de perforación y nos permite conocer la capacidad portante del suelo mediante un rango de golpes de 0 – 0.50 las primeras 6" de penetración se considera de acomodamiento, y la suma de las dos siguientes se considera de resistencia de penetración estándar, en total la penetración es de 3 capas de 6" igual a 0.45 metros, en cada 1.5 m. Se considera que el suelo supera la resistencia estándar cuando a los primeros 10 golpes no existe penetración y cuando superando los 50 golpes se sigue penetrando se considera un suelo blando sin resistencia estándar.

Cuando el suelo es inestable; es decir que el suelo se hinca con tan solo el peso del martillo se considera un N de 0, y cuando supera los 50 golpes se considera un N de 100 para el gráfico de la curva. Existen correcciones por energía utilizada y verticalidad de perforación. El factor determinante es el N60.

A su vez también se efectúan ensayos en laboratorios, siguiendo las Normas Técnicas Peruanas y American Society Testing Materials (ASTM) de los Estados Unidos de América.

Fórmula 1 Cálculo del N60% (S.P.T.)

$$N_{60\%} = \frac{Er}{0.6 * 476 j} * N'$$

Fórmula 2 Corrección por longitud y diámetro del Sondeo (S.P.T.)

$$N = N' - (1.06 - 0.003 I)$$

N' = Valor obtenido de N_{spt}

I = Longitud de Varillaje

Skempton, propone factores de corrección al valor N_{spt} en función a la profundidad y diámetro del ensayo, estas correcciones son principalmente para suelos granulares, en suelos cohesivos la influencia del ensayo se desprecia.

Tabla 2 Corrección del N por longitud de varillaje

Longitud del Varillaje	Factor de Corrección
>10 m	1.00
6 a 10 m	0.95
4 a 6 m	0.85
3 a 4 m	0.75

Fuente: NARANJO Héctor y DRANICHNIKOVA de la universidad politécnica salesiana

Tabla 3 Corrección del N por diámetro del Sondeo

Diámetro del Sondeo	Factor de Corrección
65 – 115 mm	1.00
150 mm	1.05
200 mm	1.15

Fuente: NARANJO Héctor y DRANICHNIKOVA de la universidad politécnica salesiana

Fórmula 3 Corrección del N en arena por influencia de sobre carga (S.P.T.)

$$C_n = 0.77 \log_{10} \frac{200}{\rho}$$

Fórmula 4 Valor de ρ para corrección del N

$$\rho = \gamma D_f$$

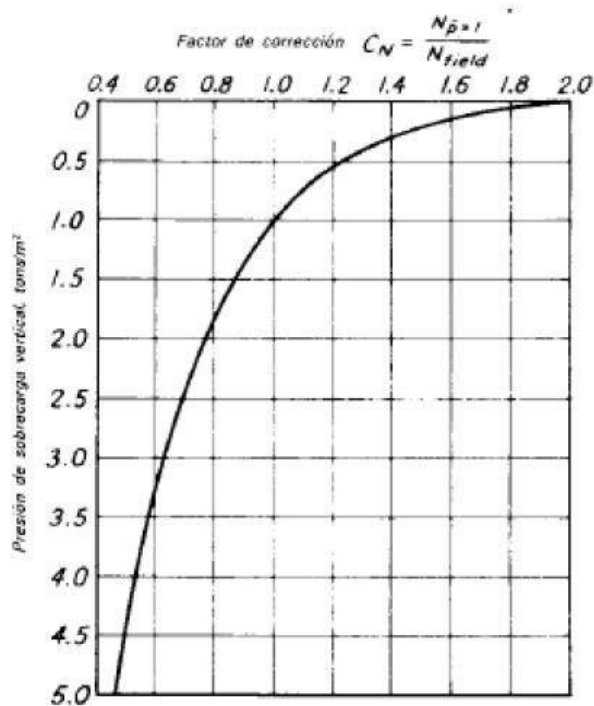


Figura 1 Grafica para corrección de Valores N en arenas por sobrecarga

Obtención del ángulo de fricción interna para el ensayo de SPT

Tabla 4 Ángulos de fricción interna y Compacidad Relativa en arenas

N SPT	Descripción	Ángulo de fricción interna (°)	Compacidad Relativa	E (Kg/cm ²)
0 – 4	Muy floja	28°	0% – 15%	100
5 – 10	Floja	28° - 30°	16% – 35%	100 – 250
11 – 30	Medianamente Densa	30° - 36°	36% – 65%	250 – 500
31 – 50	Densa	36° - 41°	66% – 85%	500 – 1000
>50	Muy Densa	>41°	86% - 100%	>1000

Fuente: Método de Terzaghi y Peck. Soil Mechanics In Engineering Practice, 1973.

Tabla 5 Ángulo de fricción interna y propiedades de Suelos arcillosos

Consistencia	N	Identificación Manual	γ (gr/cm ³)	Ángulo de fricción interna (ϕ)	Qu (Kg/cm ²)
Dura	>30	Difícil de marcar	>2.00	>14	>4.00
Muy rígida	16 – 30	Se marca con la uña del pulgar	2.09 – 2.24	6 – 12	1.99 – 4.00
Rígida	9 – 15	Se marca con el pulgar	1.93 – 2.08	4 – 6	0.99 – 2.00
Media	5 – 8	Moldeable bajo presiones fuertes	1.77 – 1.92	2 – 4	0.4 – 1.00
Blanda	2 – 4	Moldeable bajo presiones débiles	1.59 – 1.76	0 – 2	0.24 – 0.5
Muy Blanda	<2	Se deshace entre los dedos	1.44 – 1.60	0	0 – 0.25

Fuente: Mecánica de suelos y cimentaciones. Crespo Villalaz. 2004.

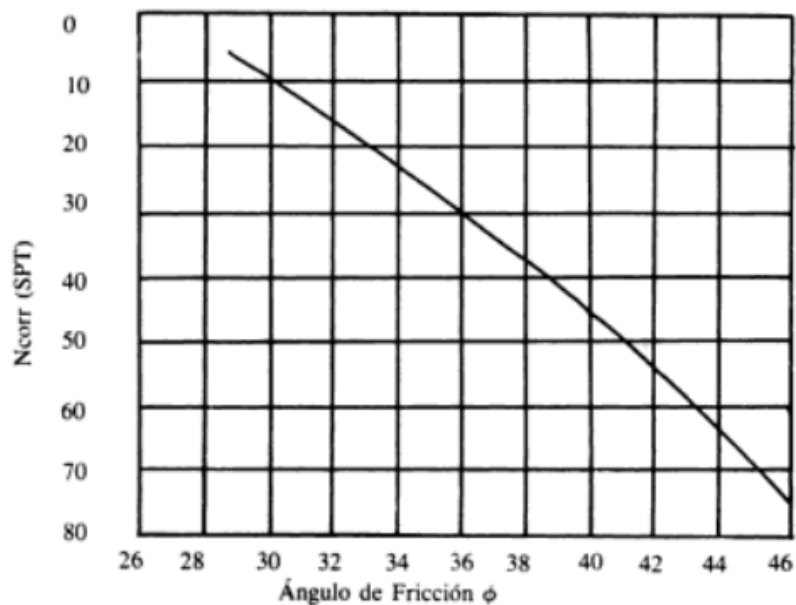


Figura 2 Relación del N corregido del ensayo S.P.T. y ángulo de fricción en arenas.

Fórmulas para la obtención del ángulo de fricción interna de manera analítica para el ensayo S.P.T.

Fórmula 5 Terzaghi & Peck 1948 (S.P.T.)

$$\phi' = 28.5 + 0.25 N$$

Fórmula 6 Kishida 1969 (S.P.T.)

$$\phi' = 15 + \sqrt{20 N}$$

Fórmula 7 JNR JAPAN NATIONAL RAILWAY 1999 (S.P.T.)

$$\phi' = 27 + 0.30 N$$

Fórmula 8 Montenegro & Gonzales 2014 (S.P.T.)

$$\phi' = 12.79 + \sqrt{25.86 N}$$

Análisis Granulométrico por Tamizado (NTP 339.128 // ASTM D 422)

El Análisis Granulométrico por tamizado tiene por objetivo determinar las proporciones relativas de los diversos tamaños de las partículas a través de una serie de mallas de dimensiones estandarizadas. Es el proceso en el cual podemos determinar la composición granular de los suelos a evaluar, con parámetros de coeficientes de uniformidad y coeficiente de curvatura, que están en función al porcentaje de tamaño de partículas que predominan.

El análisis granulométrico está relacionado con la determinación de la cantidad en por ciento de los diversos granos con tamaños diferentes que constituyen el suelo. (CRESPO VILLALAZ, 2004). Para determinar las características granulares de los suelos a estudiar se debe considera el tamaño de las partículas y su comportamiento físico y mecánico.

La distribución de los tamaños de las partículas de un suelo es fácilmente expresada en la forma de una curva de distribución (Curva Granulométrica). Este gráfico representa el porcentaje en peso de los sólidos que es menor en cierto tamaño versus el diámetro de las partículas).

MEDRANO DA SILVA, Euzebio y otros en su artículo de investigación indica que para identificar y clasificar los suelos y materiales es indispensable la distribución de sus partículas granulares. Además, menciona que entre todos los métodos existentes lo modelo de Skaggs es el más adecuado. (Comparação de modelos matemáticos para o traçado, 2004). Otros de los métodos utilizados para

caracterizar el material es la fotografía vertical que se utiliza en los lechos de los ríos gravosos donde no existe perturbación alguna y que permite el seguimiento a lo largo del tiempo mediante la comparación de fotogramas georreferenciados según CROZZOLI L. y BATALLA R.J. (2003)

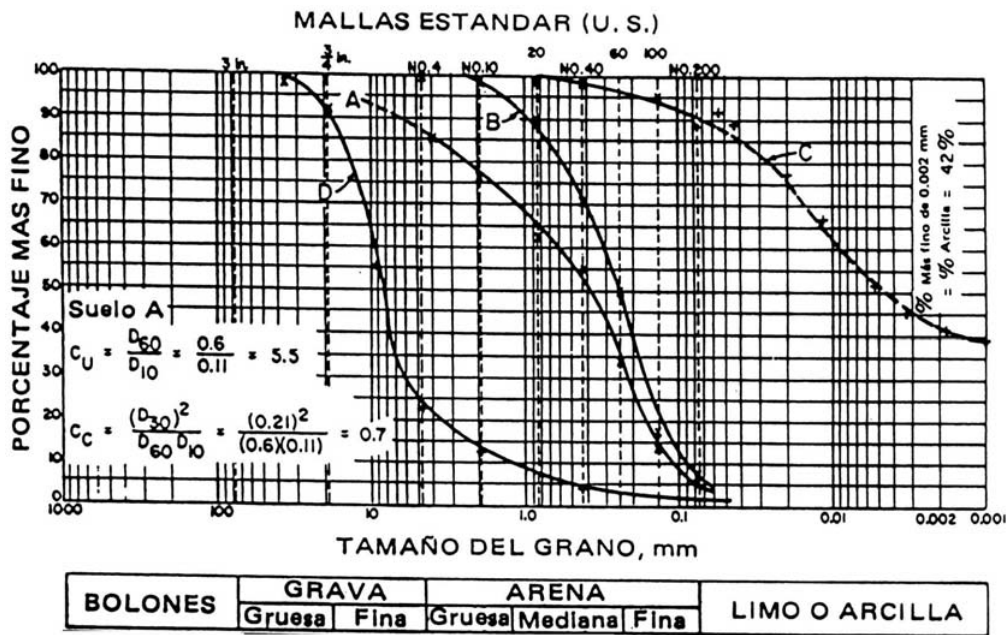


Figura 3 Curva Granulométrica (Norma Técnica Peruana 339.128 Suelo. Método de ensayo para el análisis Granulométrico)

El coeficiente de uniformidad determina las relaciones de vacíos para un determinado suelo y el coeficiente de curvatura agrega información acerca de la convexidad de la curva granulométrica, indicando la presencia de diámetros extremos lo indica Carla Santamaría y Guillermo Narsilio en su artículo titulado CLASIFICACIÓN DE SUELOS: Fundamento físico, practicas actuales y Recomendaciones (2008 pág. 3).

Fórmula 9 Coeficiente de Uniformidad (Análisis Granulométrico)

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Fórmula 10 Coeficiente de Curvatura (Análisis Granulométrico)

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

En general podemos determinar a los granos de arena cualitativamente como suelta, mediana densa y densa. A los suelos con partículas de arcilla se les considera con terminología de dura, compacta, mediamente compacta y blanda.

AGUILAR TORRES, Jairo (2016) precisa que para aquellos suelos que pasan el tamiz número 200, es decir fracciones finas y de limo se analizan mediante el ensayo de análisis granulométrico por hidrómetro que se basa en la sedimentación de un material que se encuentra en suspensión a un líquido variado su densidad.

Límites de Consistencia (NTP 339.129 // ASTM D 4318)

Estos ensayos sirven para expresar cuantitativamente el efecto de la variación del Contenido de Humedad en las características de Plasticidad de un suelo.

La obtención de los Límites Líquido y Plástico de una muestra de suelo permite determinar un tercer parámetro que es el índice de plasticidad.

Los límites de Atterberg, la obtención del límite líquido que se encuentre entre el estado líquido y sólido, límite plástico está ubicado en el estado plástico y semisólido y el Índice de Plasticidad de los suelos se obtienen mediante la Norma Técnica Peruana 339.129, la cual detalla el proceso y los equipos estandarizados para el ensayo, el límite líquido se obtiene mediante una secuencia de golpes de 15 – 25, de 20 -30 y de 25 – 35 en la copa Casagrande, para que la muestra de suelo pueda tener dichas características se debe ir agregando agua de manera secuencial para así poder llegar al límite entre el estado líquido y sólido, por ello los datos que se requieren son el número de golpes aplicados con el contenido de humedad de la muestra, para poder graficar. El contenido de humedad del límite líquido es aquel que se obtiene en el golpe número 25.

El límite plástico se obtiene de la muestra utilizada en el ensayo de copa Casagrande la cual tiene el número más alto de golpes, ya que indica la menor cantidad de agua aplicada, luego esta muestra tiene que ser deshidratada, para poder generar rollitos de la muestra con un diámetro menor a 4.3 mm y así obtener el contenido de humedad entre el estado plástico y estado sólido.

Contenido de Humedad Natural (NTP 339.127 // ASTM D 2216)

El ensayo de Contenido de Humedad tiene por objetivo determinar la cantidad existente de agua en el suelo en términos de su peso en seco.

Clasificación Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. SUCS (NTP 339.134 // ASTM D 2487)

La forma estandarizada internacionalmente para la clasificación de suelos para usos en edificaciones la Norma Técnica Peruana 339.134 Sistema Unificado de Clasificación, para dicha clasificación se necesitan los valores o datos obtenidos en los ensayos previamente detallados.

Peso Específico del Suelo (NTP 339.131)

Este ensayo nos permite determinar el Peso Específico de masa, Saturado en superficie seca, aparente y la capacidad de absorción del suelo.

Peso Unitario (NTP 339.167)

Este ensayo nos permite determinar el Peso Unitario Suelto en estado seco natural.

Ensayo de Compresión No Confinada (ASTM D 2166)

Este ensayo constituye un método muy importante a la hora de determinar la Resistencia al Corte de los suelos Cohesivos y Semicohesivo.

Ensayo de Corte Directo (NTP 339.171)

El ángulo de rozamiento interno o ángulo de fricción la cual tienen todos los materiales granulares, está relacionado con el ángulo de reposos o máximo ángulo que se da en una pendiente del conjunto de dicho material, este ángulo de reposo está en función a la fricción, la cohesión y forma de las partículas. Según Crespo Villalaz en su libro Mecánica de Suelos y Cimentaciones define que el ángulo de fricción es un valor de convenio introducido para simplificar, que depende de la uniformidad de las partículas del suelo, del tamaño, forma de los granos y de la presión normal. (2004 pág. 161)

Según Orozco Cerón y colaboradores en su artículo apuntes de clase enfocados a la ingeniería de cimentaciones definen que el ángulo de fricción interna:

“Es el ángulo entre el eje de esfuerzos normales y la tangente a la envolvente de Mohr en un punto que representa una condición dada al esfuerzo de ruptura de un material sólido, siendo el ángulo de fricción interna del suelo corresponde al ángulo cuya tangente es el coeficiente promedio de fricción de partículas del suelo.” (2020 pág. 42)

Gonzales de Celis, Gioconda y colaboradores refieren en su artículo que el ángulo de fricción interna depende esencialmente de factores como la compacidad del material, de la forma de los granos, de su grosor y de la granulometría (2014 pág. 137)

MANILLA ACEVES, Alfonso Álvarez, GARNICA ANGUAS, Paul y PERÉZ SALAZAR, Alfonso conceptualizan que la resistencia al corte de cualquier material puede calcularse a su ángulo de fricción interna, siendo este aquella deformación plástica, también indican que el ángulo de reposo máximo, es el ángulo máximo de una pendiente de roca o suelo (Evaluación indirecta de los módulos elásticos de rigidez insitu y la relación entre V_p/V_s y el ángulo de Fricción interna, 2003)

La cohesión se puede definir como la adherencia entre las partículas del suelo debida a la atracción entre ellas en virtud de las fuerzas moleculares. (CRESPO VILLALAZ, 2004), además es componente de la resistencia al corte en la ecuación de coulomb, dicha característica es propia de los materiales que presentan resistencia al corte bajo un esfuerzo normal o nulo.

LOPEZ BRAVO, Elvis et al (2012) definen en su artículo que la cohesión de un suelo obtenida mediante el ensayo de triaxial está en función a la densidad aparente seca y a la humedad, ya que el porcentaje de vacíos disminuye al incremento de la densidad aumentando las conexiones de los granos del suelo.

La envolvente de resistencia del diagrama (τ vs σ) y (q , P) o también conocida como criterio de resistencia de Mohr – Coulomb describe la respuesta de los diferentes materiales al esfuerzo cortante, así como la tensión normal y tangencial.

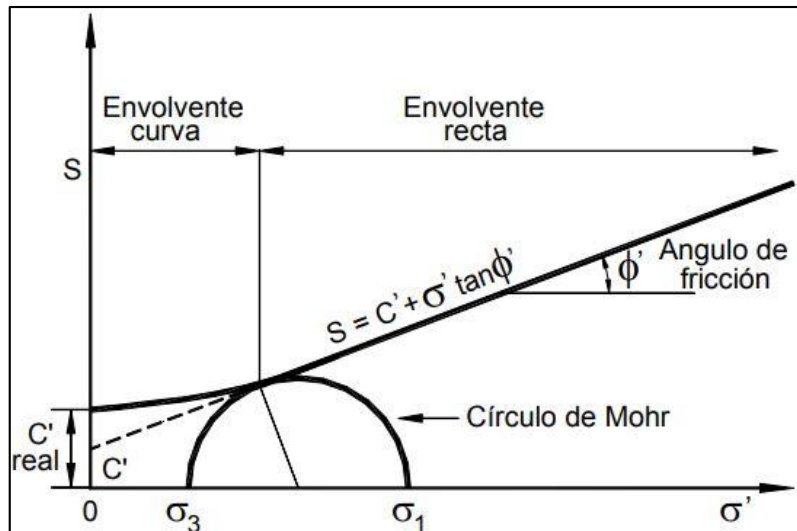


Figura 4 Criterio de Falla de Mohr - Coulomb

Fórmula 11 Criterio de Falla de Mohr – Coulomb

$$\tau = \sigma \tan (\theta) + c$$

τ = Esfuerzo cortante

σ = Tensión de Normal

θ = Ángulo de fricción interna

c = Cohesión

Las cimentaciones superficiales en el Perú son los elementos estructurales en su mayoría de concreto armado que en sus dimensiones de relación Profundidad / Ancho (Df/B) es menor o igual a 5. Entre ellas existen las zapatas aisladas, combinadas y conectadas; las cimentaciones continuas (cimientos corridos) y las plateas de cimentación. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

GARCÍA TRISTÁ, Jenny, COBELO CRISTÍA, Willian Daniel y QUEVEDO SOTOLONGO se expresan en su artículo de investigación publicado por la revista Ingeniería y Desarrollo que los comportamientos geotécnicos de los diferentes suelos de fundación se encuentran en estado saturado o insaturado y ello genera diversos tipos de problemas ya que las formaciones geológicas a nivel mundial en su mayoría son suelos no saturados pero las características insaturadas son esenciales en los estudios geotécnicos. Además, se refiere que la carga que soporta el suelo está directamente relacionada a los tipos de tensión impuestos por las superestructuras y su valor máximo relacionado a la tensión

registrada antes que ocurra la falla. Para el cálculo de la capacidad de carga de suelos insaturados en los cimientos pocos profundos se enfocan originalmente por Terzaghi y Meyerhof, pero estos se suponen en condición saturada. La capacidad portante para los suelos insaturados es influenciada por la succión y dependerá primordialmente de la base o ancho de la cimentación. (Capacidad portante de zapatas en suelos no saturados que emplean métodos analíticos., 2017)

DRANICHNIKOVA, Tatiana difiere en su artículo que los suelos parcialmente saturados perciben cambios como deformación volumétrica al alterar su grado de saturación debido a la succión que presenta, la succión es una característica importante en el perfil de un subsuelo que nos permiten identificar fenómenos como el hinchamiento o colapso, la succión se aplica para comprender la diferencia entre la presión de aire y la presión del agua y está compuesta por una succión matricial y succión osmótica. (Nuevas Tendencias en la mecánica de Suelos, 2019)

Heyman (1998) difiere que, la ecuación de Columb describe la resistencia de un suelo mediante el ángulo de fricción interna, la cohesión y la tensión normal. (Coulomb's analysis of soil thrust., pág. 83 – 85)

Existen diversos métodos para calcular las capacidades admisibles en las subestructuras superficiales en donde la capacidad de carga de los suelos corre riesgo de sufrir deformaciones por falla de corte o zonas plásticas conllevando a desplazamientos diferenciales e incluso el colapso del cimiento. La presión promedio que cubre una fundación del suelo limita un valor crítico llamado capacidad de carga última (q_u), que al dividirla entre un factor de seguridad se obtiene la capacidad portante admisible, y la capacidad portante neta se define como la máxima presión promedio capaz de resistir el suelo a nivel de fundación.

TERZAGHI, Karl y RALPH, Peck (1973) precisa en su libro “Soil mechanics in engineering practice” que las propiedades principales de los suelos y sus agregados son: Para suelos sin cohesión, es decir suelos granulares y gravosos se requiere de la densidad relativa y para aquellos suelos cohesivos, que en su mayoría contienen características mineralógicas en sus fracciones más finas se requiere de la consistencia.

La densidad relativa es independiente de la presión estática, sino dependen del proceso de sedimentación y compactado, por el contrario, las arcillas o suelos cohesivos dependen primordialmente de la aplicación de cargas.

Fórmula 12 Capacidad admisible

$$\sigma_{adm} = \frac{q_d - q}{f.s.}$$

Fórmula 13 Capacidad portante neta

$$\sigma_{neto} = q_d - q$$

σ_{adm} : Capacidad admisible

q_d : Carga última

q : Sobre carga: Peso específico del suelo (γ) x La profundidad (D)

f.s.: Factor de Seguridad

σ_{neto} : Capacidad Portante Neta

Para determina la capacidad de carga última admisible se establece la carga bruta que esta implementada por el área de la zapata.

Fórmula 14 Carga bruta admisible

$$q_{adm} = \sigma_{adm} \cdot A$$

q_{adm} : Carga bruta permisible que transmite la estructura al suelo

σ_{adm} : Capacidad de carga admisible o esfuerzo admisible

A: Área de la zapata

Para el cálculo de las cimentaciones en el Perú el RNE en la sección E 0.50 Suelos y cimentaciones precisa en el artículo 20 que la capacidad de carga es la carga última o de falla por corte del suelo y que son determinadas utilizando las teorías de mecánica de suelos a partir de parámetros determinados, además indica que en los suelos con fricción (gravas, arenas, gravas-arenosas, se emplea una cohesión igual a cero y en suelos con cohesión (arcillas, arcilla limosa y limo arcilloso), se emplea un ángulo de fricción igual a cero. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

Existen diversos métodos para calcular las capacidades admisibles para las cimentaciones superficiales. La carga admisible que presentan las estructuras, precisamente las cimentaciones se aplican sin producir un daño de soporte de carga, además que se le atribuye un factor de seguridad, esta carga no depende directamente del terreno sino de las dimensiones de la subestructura. (CRESPO VILLALAZ, 2004). La teoría de Terzaghi es una de las más conocida, esta consiste en la determinación de la carga última de las cimentaciones superficiales en relación a la profundidad con respecto al ancho de sus cimentaciones. Este modelo se puede implementar para cimentaciones corridas, cuadradas o circulares.

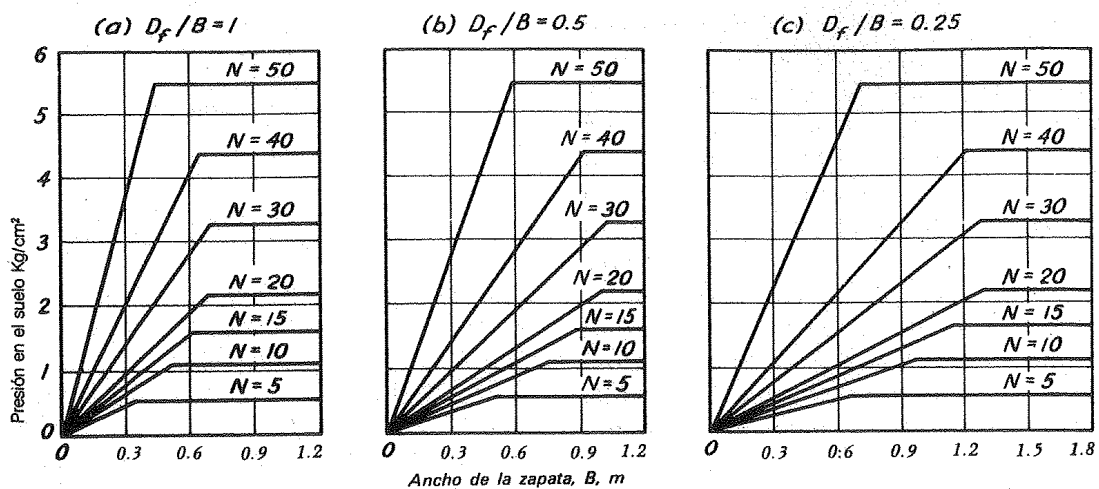


Figura 5 Diagrama para determinar las dimensiones de zapatas poco profunda en arenas

Parámetros e Hipótesis de Cálculo:

Las capacidades de carga (q_d) expresadas en el Reglamento Nacional de Edificaciones E 050 suelos y cimentaciones, es la presión última o de falla de corte del suelo se determina utilizando las fórmulas más aceptadas por la mecánica de suelos a partir de parámetros determinados mediante los ensayos in situ y laboratorio. (Ver Anexo 03).

$$q_d = S_c \cdot i_c \cdot C \cdot N$$

Diversos investigadores determinaron los factores de carga, estos son expresiones adimensionales y están en función al ángulo de fricción interna.

Fórmula 15 Coeficiente de carga N_q para Meyerhof, Hansen y Vesic

$$Nq = \varepsilon^{(\pi \tan \theta')} \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

Fórmula 16 Coeficiente de carga Nq para Terzaghi

$$Nq = \frac{e^2 \left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) \tan \phi}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)}$$

Fórmula 17 Coeficiente de carga Nc para Terzaghi, Meyerhof, Hansen y Vesic

$$Nc = (Nq - 1) \cot \phi$$

Fórmula 18 Coeficiente de carga Ny para Meyerhof y Vesic

$$Ny = (Nq - 1) \tan (1.4 \phi)$$

Fórmula 19 Coeficientes de carga Ny para Terzaghi

$$Ny = \frac{1}{2} \left(\frac{Kpy}{\cos^2(\phi)} - 1 \right) \tan \phi$$

Fórmula 20 Coeficiente de carga Ny para Hansen

$$Ny = 1.5 (Nq - 1) \tan \phi$$

Fórmula 21 Coeficientes de carga Ny para Vesic - Terzaghi

$$Ny = 2 (Nq + 1) \tan \phi$$

Husain propone una ecuación que permite determinar el valor de Kpy debido a que Karl Terzaghi no describe de forma clara el modelo matemático.

$$Kpy = \left(\frac{3 \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{33} \right)}{2} \right)$$

Donald Coduto propuso un modelo de aproximaciones para calcular el valor Ny sin involucrar el coeficiente Kpy, el cual es:

$$Ny = \left(\frac{2 (Nq - 1) \tan \phi}{1 + 0.4 (\sin 4\phi)} \right)$$

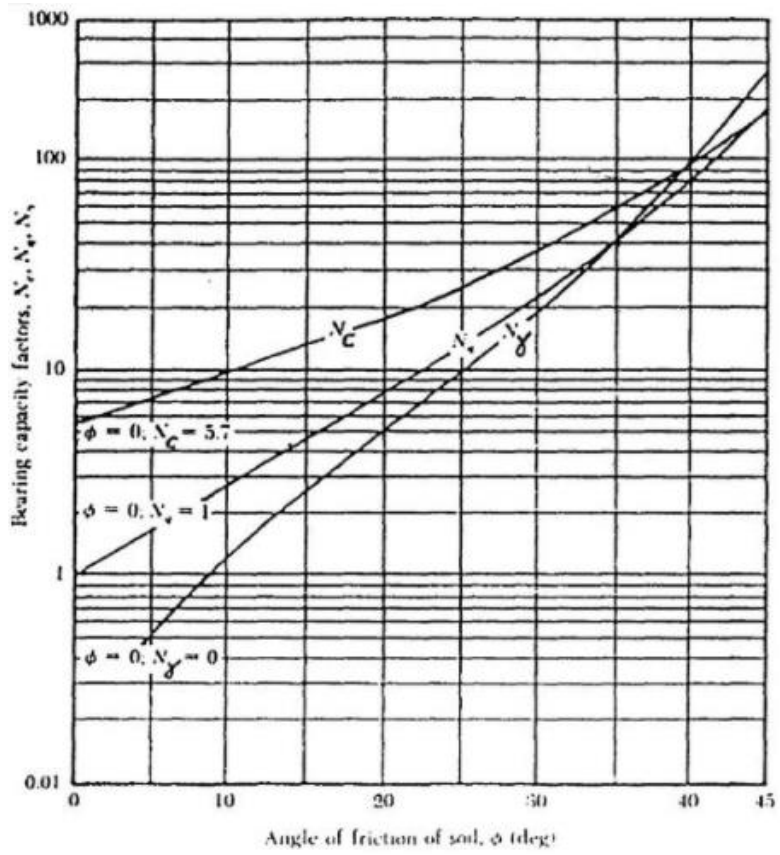


Figura 6 Curvas de relación de factores de capacidad y ángulo de fricción interna para falla general

Tabla 6 Factores de Capacidad de Carga Terzaghi

ϕ	N_c	N_q	N_γ	ϕ	N_c	N_q	N_γ
0	5.70	1.00	-	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.10	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	515.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1,072.80
25	25.13	12.72	8.34				

Fuente: Fundamentals of Geotechnical Engineering de Braja M. Das, 2001

El Dr. Karl Terzaghi fue uno de los primeros investigadores en ingeniería geotécnica en evaluar las capacidades admisibles de las cimentaciones superficiales, su teoría se aplica en suelos que presentan cohesión y fricción.

A través de la observación a las cimentaciones se determinaron daños ante fallas por capacidad de cargas de las mismas siendo el producto de una rotura por corte del suelo y el desplante de la cimentación, existen tres tipos de fallas bajo las cimentaciones.

Falla por corte general: Se caracteriza por que existe una superficie de desplazamiento dentro del terreno, inciden en el borde de la estructura siendo súbita y catastrófica. (Ver Anexo 04).

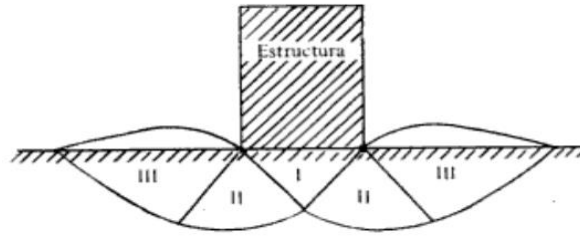


Figura 7 Falla por Corte General (Crespo Villalaz, 2004)

$$qd = c \cdot Nc + \gamma \cdot Df \cdot Nq + 0.5 \gamma \cdot B \cdot Ny$$

La falla por punzonamiento se caracteriza por un desplazamiento vertical de las cimentaciones mediante la compresión al inferior de suelo de fundación. (Ver Anexo 04).

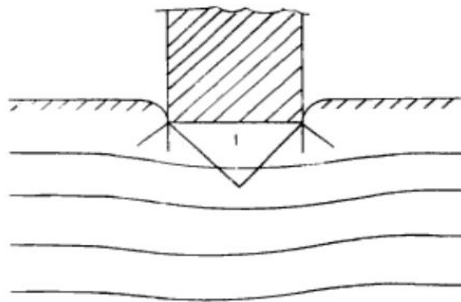


Figura 8 Falla por Punzonamiento (Crespo Villalaz, 2004)

$$qd = c \cdot N'c + \gamma \cdot Df \cdot N'q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N'y$$

La falla por corte local surge de una mezcla de fenómenos de los dos tipos de fallas ya mencionados teniendo una tendencia de bufamamiento del terreno de fundación que se da al costado de la estructura considerando que la compresión vertical debajo de la cimentación es fuerte y las superficies de desplazamiento terminan en algún punto de la misma masa. (Ver Anexo 04).

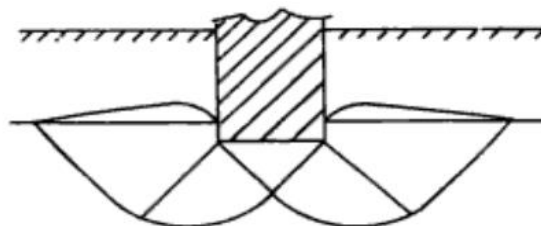


Figura 9 Falla por Corte Local (Crespo Villalaz, 2004)

$$qd = c \cdot N'c + \gamma \cdot Df \cdot N'q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N'y$$

En suelos prácticamente incompresibles el tipo de falla sería por corte general, y si el suelo es muy compresible en relación con su resistencia al corte es tipo falla por punzonamiento (CRESPO VILLALAZ, 2004). Terzaghi realizó diversos cambios para las ecuaciones de capacidad portante en modo de falla por corte local los cuales están sujetas a sus factores de carga simbolizados por N' .

Fórmula 22 Cohesión corregida Terzaghi

$$c' = \frac{2}{3}c$$

Fórmula 23 Corrección del ángulo de fricción interna

$$\text{tg } \phi' = \frac{2}{3} \text{tg } \phi$$

Los valores corregidos para los factores de carga según al ángulo de fricción:

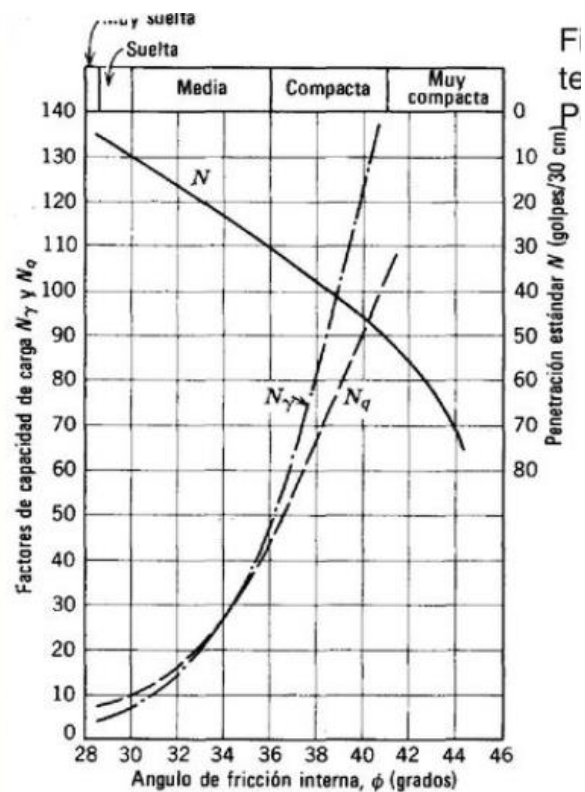


Figura 10 Curvas de relación de factores de capacidad y ángulo de fricción interna para falla local

Tabla 7 Factores de Capacidad de Correcciones de Carga Terzaghi

ϕ	$N'c$	$N'q$	$N'\gamma$	ϕ	$N'c$	$N'q$	$N'\gamma$
0	5.70	1.00	-	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: Fundamentals of Geotechnical Engineering de Braja M. Das, 2001

Para suelos que tienen características geotécnicas de cohesión elevada como las arcillas, la metodología de cálculo es:

Fórmula 24 Capacidad de carga para zapatas cuadradas en arcillas blandas

Cuando el ángulo de fricción interna es igual a 0, el valor del $N'c = 5.7$, el del $N'q = 1$ y $N'\gamma = 0$.

$$qd = 7.41 c' + \gamma \cdot Df$$

Cuando son arcillas de alta plasticidad, el valor de compresión axial sin confinar se debe multiplicar por 0.6 y obtener así la cohesión. Debido a que las arcillas son normalmente consolidadas con probabilidades de asentamiento excesivo.

Fórmula 25 Capacidad de carga para cimiento corrido en suelos cohesivos

$$qd = 2.85 qu + \gamma \cdot Df$$

Fórmula 26 Capacidad de carga para cimentaciones cuadradas en suelos cohesivos

$$qd = 3.70 qu + \gamma \cdot Df$$

qd: Capacidad última de carga en Kg/cm²

qu: Compresión no confinada en Kg/cm²

Df: Profundidad de Cimentación en m

B: Ancho de Cimentación en m

La capacidad portante calculada por Skempton fórmula que una cimentación más profunda tendría una superficie mayor por lo tanto la cohesión trabajaría de mayor forma. Donde el N_c no tendría un valor fijo de 5.7 en un ángulo de fricción de 0, sino en función a la relación Z/B (Profundidad / Desplante).

Skempton formulo el concepto de evaluación de capacidad de carga portante es independiente el ancho del cimiento, lo cual induce que la capacidad portante no se compara con los suelos granulares, por ello no es conveniente ignorar la parte de la superficie de falla por encima del nivel de fundación.

Fórmula 27 Relación de Profundidad y Ancho $D/B \leq a 2.5$

$$N_c = 5 * (1 + 0.2 D/B) (1 + 0.2 B/L)$$

D= Profundidad de la cimentación.

B= Ancho de la zapata.

Fórmula 28 Capacidad de carga (Skempton).

$$qd = c N_c + \gamma Df$$

Tabla 8 Factores N_c propuestos por Skempton

D/ B	Nc	
	Zapata circular o cuadrada	Zapata continua
0.00	6.20	5.14
0.25	6.70	5.60
0.60	7.10	5.90
0.75	7.40	6.20
1.00	7.70	6.40
1.60	8.10	6.80
2.00	8.40	7.00
2.50	8.60	7.20
3.00	8.80	7.40
4.00	9.00	7.50
> 4.00	9.00	7.50

Fuente: Mecánica de suelos y cimentaciones. Crespo Villalaz. 2004.

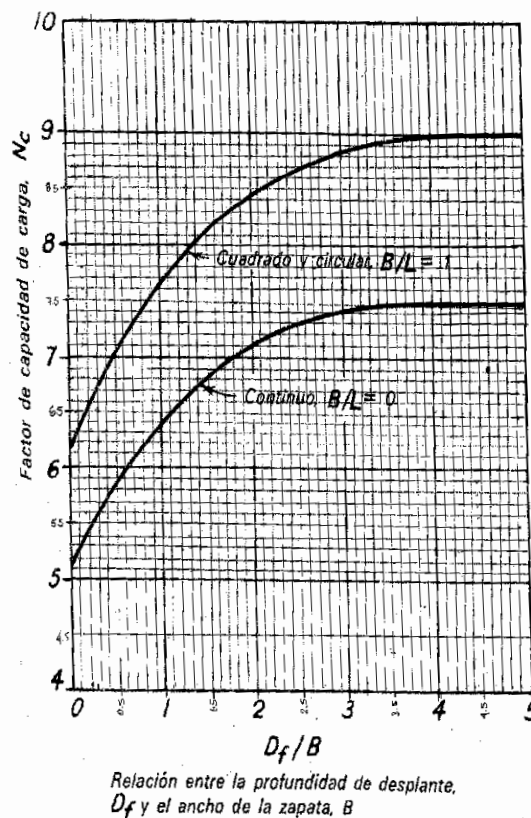


Figura 11 Factores de capacidad de carga en arcillas Skempton

La capacidad portante calculada por Meyerhof tiene características similares a las de Terzaghi, con la adición de otros factores adicionales como la profundidad de factor de forma S_q , factor de carga N_q , factor de profundidad d_i , y un factor de inclinación de carga i_i . A diferencia del método de Terzaghi este considera una carga de forma aplicada en la cimentación.

Meyerhof propone un factor de forma S_q que lo vincula con la sobrecarga adicional a ello indica valores de profundidad d_c , d_q , d_y que no son considerados por Terzaghi. Su fórmula para el cálculo de capacidad de carga es: (Ver anexo 05)

$$q_d = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_y \cdot s_y \cdot d_y \cdot i_y$$

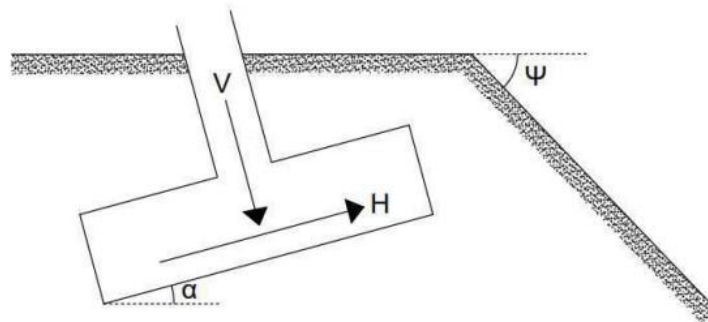


Figura 12 Esquema de Inclinación de la zapata y el terreno

Las arenas de tamaño grueso que se ubican por encima del nivel freático se encuentran ligeramente húmedas, las arenas finas o con limo se hallan muy húmedas, mojadas o saturadas. En cambio, las arcillas se encuentran casi siempre saturadas.

Fórmula 29 Corrección del q_a por la presencia del Nivel Freático

$$q_a \text{ corregido} = q_a \times C_w$$

Fórmula 30 Factor de corrección por Nivel Freático

$$C_w = 0.5 + 0.5 \frac{D_w}{(D_f + B)}$$

C_w = Factor de corrección

D_w = Ubicación del Nivel freático

Los factores de seguridad frente a una falla por corte, tiene unos rangos mínimos.

Cargas Estáticas: 3.0

Solicitud máxima de sismo o viento (la que sea más desfavorable): 2.5

CHAGOYÉN, E. Negrín y CABRERA LOPEZ, M. recomiendan criterios geotécnicos para el diseño de cimentaciones superficiales en su artículo denominado Rectangular Shallow Foundations Optimal Design. Formulation en la revista de construcción, Escuela de Construcción Civil de la Pontificia Universidad Católica de Chile, los diseños geotécnicos tienen que tener como requisitos indispensables los factores de seguridad por volteo, deslizamiento, falla por capacidad de carga además que no deben deformarse las áreas debajo de la cimentación y que la profundidad tiene que evitar la socavación, subpresiones, etcétera. (2009).

En el presente trabajo de investigación utilizó un modelo matemático denominado “Estimaciones y regresiones múltiples” donde se evaluó los coeficientes de uniformidad y curvatura para la obtención del ángulo de fricción interna del mismo material.

Dada la investigación sobre la formación de los suelos de Piura y cómo se comportan frente a la aplicación de cargas para el cálculo de la capacidad portante se indica que los suelos que tenemos en la actualidad son productos de la erosión de los vientos, el cauce del río Piura, la cercanía con el nivel de mar en su totalidad son arenas con nula o baja plasticidad, y para comprender el cálculo de la su capacidad portante se resalta que está en función al tipo de estructura que se va a realizar, es decir para calcular cuál es su resistencia se tiene que definir las dimensiones de la cimentación.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El presente trabajo presentó una investigación de tipo aplicada referida a la determinación mediante el conocimiento científico utilizando metodologías, protocolos y tecnologías para poder cubrir un problema en específico. (Reglamento de Calificación, Clasificación y Registro de Los Investigadores del SINACYT - Reglamento RENACYT, 2019)

LOZADA, José determinó que una investigación tipo aplicada es el conocimiento con aplicación directa a los conflictos de una sociedad, sector productivo, fenómeno o hecho en discusión, en la cual se basa primordialmente en los hallazgos obtenidos de la investigación básica refiriéndose en la aplicación de la teoría en el producto (Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria, 2014)

Diseño de investigación

La investigación presentó un diseño no experimental transaccional debido a que no hay manipulación expresa de variables y se realizó en un tiempo único.

AGUDELO, Gabriel, AIGNEREREN, Miguel y RUIZ, Jaime definieron que la investigación no experimental o ex post facto es aquella postulación que se realiza sin manipular deliberadamente las variables, se observan los fenómenos y como se dan en su contexto natural. (2010).

3.2. Variables y operacionalización

Las variables que se estudiaron para la presente investigación fueron seleccionadas rigurosamente para poder analizar los fenómenos ocurridos en nuestra problemática. La primera variable que se estudió se sitúa en el análisis granulométrico correspondiente a una variable independiente y cuantitativa. La segunda variable en estudio fue la capacidad admisible, correspondiente a una variable dependiente y cuantitativa. Y finalmente se analizó los diseños de las cimentaciones superficiales correspondiendo a una variable dependiente cuantitativa.

3.3. Población, muestra y muestreo.

GOMEZ ARIAS, Jesús, MIRANDA NOVARES, María Guadalupe y VILLASIS KEEVER, Miguel ángel indican en su investigación El protocolo de investigación III: La población de estudio, es aquella especie que está definido, limitado y accesible que será el referente para la elección de la muestra y que cumple con una serie de requisitos. (2016 pág. 202)

La presente investigación estuvo referida a los tipos de suelos que conforman la ciudad de Piura que fueron estudiados por el laboratorio Quality Pavements SAC.

Para ARGIBAY, Juan Carlos (2009 págs. 13-29) el tamaño de la muestra está relacionado directamente con el tema, ya que así se puede comprobar la hipótesis, por ende, tiene que ser representativa; es decir una muestra que se obtiene sin error sistemáticos a los parámetros de población. Esto lo indica en su artículo denominado The Sample In Quantitative Research.

La muestra para investigación son aquellos estudios de suelos con fines de cimentación realizados por el Laboratorio Quality Pavements S.A.C. en los distritos de Castilla, Piura y 26 de octubre de la Ciudad de Piura.

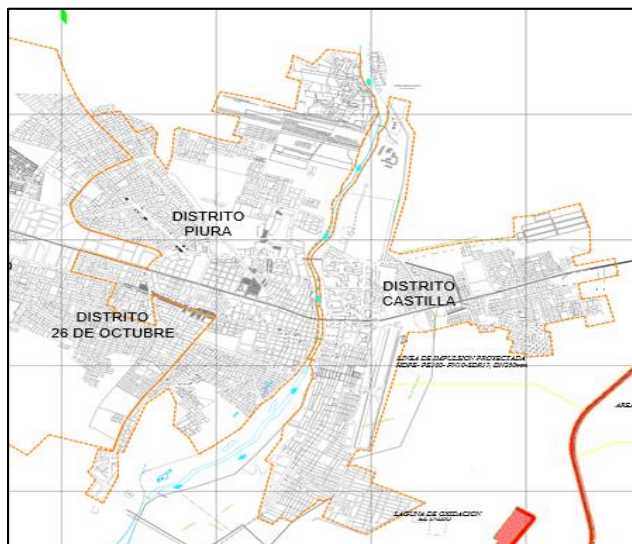


Figura 13 Mapa de Estudio – Distrito de Piura – Castilla y 26 de Octubre

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

En esta investigación se utilizaron como técnicas:

Análisis documental.

Ensayos de laboratorio

Instrumentos

- Ficha documental: Se recogió los informes de mecánica de suelos del laboratorio Quality Pavements S.A.C. realizados en un periodo de 02 años (2018 – 2020).
- Ficha de registro

Validez y confiabilidad

La validez y la confiabilidad de los dato recogido a través de los instrumentos no fue necesaria de realizarla de manera práctica ya que la veracidad de la información recogida con la ficha documental estaba garantizada al 100% debido a que fueron recogido de informes técnicos realizados, supervisados y firmados por especialistas de la materia debidamente colegiados y habilitados por el Colegio de Ingenieros del Perú, dichos trabajos han sido realizados con equipos y herramientas calibradas por empresas acreditadas por INACAL.

Tabla 9 Técnicas e instrumentos de evaluación

Objetivo	Población	Muestra	Técnica	Instrumento
Determinar cuáles son los suelos más predominantes en la ciudad de Piura.2020.	Estudio de mecánica de suelos	Estudio de mecánica de suelos	Análisis documental	Ficha documental
Analizar los coeficientes granulométricos para determinar una uniformidad granular de los suelos para cimentaciones superficiales en la ciudad de Piura.2020.	Estudio de mecánica de suelos	Estudio de mecánica de suelos	Ensayos de laboratorio	Ficha de registro
Calcular el ángulo de fricción interna mediante sus parámetros granulométricos en la ciudad de Piura.2020.	Suelos de la ciudad de Piura	Suelos de la ciudad de Piura	Análisis documental	Ficha de registro
Determinar la teoría geotécnica apropiada para el cálculo de las capacidades admisibles en la ciudad de Piura.2020.	Suelos de la ciudad de Piura	Suelos de la ciudad de Piura	Análisis documental	Ficha de registro

Fuente: Elaboración propia

3.5. Procedimientos

El investigador ha sido partícipe de gran parte de los trabajos para la redacción de los informes técnicos siendo miembro del equipo técnico de trabajo, además encargado del área de auto capacitación y responsable del área de calidad teniendo contacto directo con la obtención de la base de datos. Toda la información recolectada correspondiente a los últimos 2 años de trabajo, el procedimiento para la obtención de las variables se sitúa en el análisis de cada uno de los informes y ensayos realizados donde se realizará una debida selección de información.

3.6. Método de análisis de datos

El método de estimaciones y regresiones múltiples de tres variables se aplicó para ajustar pendientes en una base de datos presentados como punto en un plano de dos dimensiones, puede presentar en estudios experimentales o no experimentales donde se estudia la variación de cierta magnitud “A” en función de la magnitud “B” en el cual se obtiene una ecuación aproximada, a través de una gráfica ajustada a los puntos que se presentan en un gráfico determinado. (NIEVES HURTADO, y otros, 2014).

Fórmula 31 Valor Proyectado Estimación y regresión múltiple

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2$$

Y= Valor proyectado

a= Punto donde la recta corta el eje

b= Pendiente de la recta

X= Cualquier valor en el tiempo estimado

Fórmula 32 Pendiente de Recta

$$\sum Y = na + b_1 \sum X_1 + b_2 \sum X_2$$

$$\sum X_1Y = a \sum X_1 + b_1 \sum X_1^2 + b_2 \sum X_1X_2$$

$$\sum X_2Y = a \sum X_2 + b_1 \sum X_1X_2 + b_2 \sum X_2^2$$

Los diagramas de dispersión es una forma de expresar los datos de dos variables que nos permiten hacer predicciones o deducciones en los datos.

Para la obtención de lo coeficiente se utilizó el método matricial, Crammer. Este método nos ayuda a resolver ecuaciones lineales las cuales deben cumplir diferentes condiciones, las cuales se adaptaron a nuestra problemática como:

- El número de incógnitas es igual al número de ecuaciones
- El determinante de la matriz es igual a cero

Los sistemas propuestos son sistemas compatibles.

Una matriz inversa es alterar la manipulación del inverso del determinante de matriz por la matriz adjunta traspuesta.

Para encontrar la matriz inversa de orden n debe cumplir con los siguientes requisitos.

- La matriz tiene que ser cuadrada; es decir el número de filas tiene que ser igual al número de columna.

3.7. Aspectos Éticos

La presente investigación se sustentó en el acatamiento del principio de la ética investigativa, así como el respeto a la propiedad intelectual mediante el uso de las normas para citar y referenciar las informaciones obtenidas, en cuanto a los antecedentes de estudios, consideraciones teóricas-conceptuales referente al tema de investigación y los elementos metodológicos.

Se solicitó el consentimiento previo de las personas involucradas en el estudio, durante el proceso de recolección de datos, preservando el principio de confidencialidad en las informaciones obtenidas en los instrumentos de investigación.

IV. RESULTADOS

Para el logro de los resultados del primer objetivo que consistió en determinar los tipos de suelos predominantes en la ciudad de Piura, 2020, se realizó lo siguiente:

Generalidades:

- Los datos de la mecánica de suelos fueron proporcionados por el laboratorio Quality Pavements S.A.C.

Instrumentos:

- Ficha documental

Procedimientos:

Para este objetivo el análisis se dividió en 03 fases

Fase 01: Análisis de los E.M.S. realizados en cada distrito de la ciudad de Piura, en el cual detalla el mayor índice de confiabilidad para el análisis de los datos por distritos.

Fase 02: Detalle de cuantos puntos de investigación se han realizado en cada E.M.S. y la ubicación exacta de cada estudio.

Fase 03: Recopilar la información de las propiedades físicas y mecánicas de los perfiles estatigráficos de cada punto de investigación realizado.

Tabla 10: Número de Calicatas por zona de estudios

Zona de Estudio	Estudios de Suelos con Fines Cimentación (Und)	Porcentaje (%)
PIURA	C - 06	54.55%
26 DE OCTUBRE	C - 03	27.27%
CASTILLA	C - 02	18.19%
TOTAL	C - 11	100.00%

Fuente: elaboración propia

Interpretación:

En un periodo de 02 años, el laboratorio Quality Pavements S.A.C. ha realizado en totalidad de 11 estudios con fines de cimentación en las zonas de evaluación de la presente investigación, las cuales se distribuyen en un 46% (05 EMS) en el distrito de Piura, siendo esta la que mayor zona representativa, consiguiente se encuentra el distrito 26 de Octubre con una totalidad de 36% (04 EMS) y

finalmente el distrito de castilla con un 18% (02 EMS) siendo la zona menos representativa.

Para la fase 02, detallamos a las empresas solicitantes que requirieron los estudios de suelos, al igual los puntos de investigación (Calicatas) que se realizaron y la ubicación de cada estudio (Ver anexo 04).

Tabla 11 Identificación de las zonas de estudio de mecánica de suelos

Zona de Estudio	Empresa Solicitante	Número de Punto de Investigación	Porcentaje (%)	Total (%)
Piura	Asociación Civil Piura 450 – Colegio Turicara	03	6.52 %	39.13%
	Arquitectura y Construcción ARQFREE	01	2.17%	
	Desamas Perú S.A.C.	05	10.87%	
	Las Palmeras – Centerario – Vladimir Ayala	01	2.17%	
	Jhony Ruis Floriano	01	2.17%	
	Consorcio Algarrobos	07	15.22%	
26 de Octubre	Viva GyM S.A.C.	05	10.87%	50.00%
	Cubic 33 S.A.C.	17	36.96%	
	Multiservicios e Inversiones Catalina S.A.C.	01	2.17%	
Castilla	Grupo Médico San Gabriel	04	8.70%	10.87%
	Frاند Adanaque	01	2.17%	
TOTAL		46	100.00%	100.00%

Fuente: elaboración propia

Interpretación:

En total se analizaron 45 puntos de investigación entre calicatas a cielo abierto y SPT, se analizó en el distrito 26 de octubre del total (23 entre calicatas y SPT) siendo el distrito con mayor muestra 50%, seguidos del distrito de Piura con 39% (18 calicatas) y en el distrito de castilla se excavó 06 calicatas siendo este el distrito con la muestra menos representativa.

Para la fase 03, analizamos todos los estrato de investiación utilizando el intrumento de la ficha de recolección de información “Propiedades mecánicas de los suelos” (Ver anexo 02), la información detallada es la profundidad de las calicatas, tipo de suelo, ángulo de fricción interna, cohesión de los suelos y presencia de la napa freática, las caracterisiticas fisicas del suelo los podemos ver en las estatigrafías de cada estudio.

Tabla 12 Propiedades físicas de los estratos de suelos en la ciudad de Piura

Fecha de Exploración	Empresa Solicitante	Lugar o ubicación	Puntos de Exploración (Calicatas)	FINOS %	IP %	Limite Liquido %	Contenido de Humedad %	Color
21/06/2019	Asociación Civil Piura 450 – Colegio Turicara	Urb. Santa María del Pinar	3.00	3.80	NP	NP	3.38	Marrón claro
08/02/2020	Arquitectura y Construcción ARQFREE	AA.HH. el señor Cautivo	1.00	8.10	NP	25.00	0.97	Marrón
				28.70	2.00	19.00	1.99	Marrón
08/04/2019	Desamas Perú S.A.C.	Carretera Piura – Paita km 9.2	3.00	81.80	20.00	43.00	4.99	Marrón
			2.00	41.80	7.00	23.00	7.22	Marrón
05/07/2019	Las Palmeras – Centenario – Vladimir Ayala	Centenario Mz. A lote 15	1.00	77.30	8.00	20.00	6.61	Marrón
				20.30	2.00	22.00	2.21	Marrón claro
29/05/2019	Jhony Ruiz Floriano	Los Ejidos Distrito de Piura	1.00	7.30	NP	18.00	0.40	Marrón claro
				42.80	11.00	29.00	2.00	Marrón oscuro
10/10/2019	Consortio Algarrobos	Los Algarrobos	7.00	17.10	NP	NP	1.94	Marrón pálido
05/07/2019	Viva GyM S.A.C.	Los Parques de Piura	1.00	82.30	10.00	30.00	3.37	Amarillento claro
			1.00	4.60	NP	NP	1.05	Marrón claro
			2.00	13.60	2.00	18.00	1.24	Marrón claro
			1.00	8.80	1.00	19.00	1.47	Marrón claro
04/01/2019	Cubic 33 S.A.C.	Carretera Panamericana Norte, tramo Sullana – Piura	8.00	14.20	2.00	21.00	1.06	Beige
			5.00	34.20	10.00	31.00	1.74	Blanco humo
			2.00	8.00	NP	17.00	1.81	Gris claro
			2.00	60.90	7.00	39.00	15.04	Amarillento
11/01/2020	Multiservicios e Inversiones Catalina S.A.C.	26 de Octubre	1.00	12.60	2.00	20.00	3.68	Marrón
12/03/2020	Grupo Médico San Gabriel	Casería Miraflores	4.00	67.30	12.00	27.00	3.86	Marrón
				7.00	1.00	19.00	2.94	Marrón
07/10/2019	Frاند Adanaque	Urbanización 15 de septiembre	1.00	33.40	2.00	26.00	3.52	Marrón
				70.60	7.00	31.00	8.48	Marrón claro
TOTAL DE CALICATAS			46.00	ESTRATOS ENCONTRADOS		53.00		

Fuente: elaboración propia

Tabla 13 Propiedades mecánicas de los estratos de suelos en la ciudad de Piura

Fecha de Exploración	Empresa Solicitante	Lugar o ubicación	Puntos de Exploración (Calicatas)	Profundidad (m)	Tipo de Suelo	Ángulo de Fricción Interna	Cohesión	Nivel Freático
21/06/2019	Asociación Civil Piura 450 – Colegio Turicara	Urb. Santa María del Pinar	3.00	0.00 - 3.00	SP	28.00	0.00	NP
08/02/2020	Arquitectura y Construcción ARQFREE	AA.HH. el señor Cautivo	1.00	0.00 - 1.00	SP – SM	28.00	0.01	NP
				1.00 - 3.00	SP	28.00	0.01	NP
08/04/2019	Desamas Perú S.A.C.	Carretera Piura – Paita km 9.2	3.00	0.00 - 3.00	CL	15.00 - 28.00	0.05 - 0.01	NP
			2.00	0.00 - 3.00	SC	27.00	0.00	NP
05/07/2019	Las Palmeras – Centenario – Vladimir Ayala	Centenario Mz. A lote 15	1.00	0.00 - 2.20	CL	15.00 - 28.00	0.05 - 0.01	NP
				2.20 - 3.00	SM	27.00	0.00	NP
29/05/2019	Jhony Ruiz Floriano	Los Ejidos Distrito de Piura	1.00	0.00 - 2.00	SP – SM	26.00	0.00	NP
				2.00 - 3.00	SC	27.00	0.00	NP
10/10/2019	Consortio Algarrobos	Los Algarrobos	7.00	0.00 - 4.00	SM	27.00	0.01	NP
05/07/2019	Viva GyM S.A.C.	Los Parques de Piura	1.00	0.00 - 3.00	CL	15.00 - 28.00	0.05 - 0.01	NP
				0.00 - 3.00	SP	28.00	0.00	NP
				0.00 - 3.00	SM	28.50	0.00	NP
				0.00 - 3.00	SP – SM	27.00	0.00	NP
04/01/2019	Cubic 33 S.A.C.	Carretera Panamericana Norte, tramo Sullana – Piura	2.00	0.00 - 3.00	SM	31.00	0.02	NP
				0.00 - 3.00	SC	27.00	0.00	NP
				0.00 - 3.00	SP – SM	32.00	0.01	NP
				0.00 - 3.00	CL	15.00 - 28.00	0.05 - 0.01	Presenta a 1.50 m
11/01/2020	Multiservicios e Inversiones Catalina S.A.C.	26 de Octubre	1.00	0.00 - 3.00	SM	29.00	0.05	NP
12/03/2020	Grupo Médico San Gabriel	Caserío Miraflores	4.00	0.00 - 0.50	CL	15.00 - 28.00	0.05 - 0.01	NP
				0.50 - 3.00	SM	29.00	0.01	NP
07/10/2019	Frاند Adanaque	Urbanización 15 de septiembre	1.00	0.00 - 2.40	SM	28.50	0.00	NP
				2.40 - 3.00	CL	15.00 - 28.00	0.05 - 0.01	NP
TOTAL DE CALICATAS			46.00	ESTRATOS ENCONTRADOS		53.00		

Fuente: elaboración propia

Tabla 14 *Suelos más predominantes en la ciudad de Piura*

TIPO DE SUELOS EN ESTRATOS	CANTIDAD	PROMEDIO
SP	4.00	7.55%
SM	24.00	45.28%
SP – SM	5.00	9.43%
SC	8.00	15.09%
CL	12.00	22.64%
TOTAL	53.00	100.00%

Fuente: elaboración propia

Interpretación:

En relación al primer objetivo planteado en la presente investigación los resultados fueron:

Los suelos tipo SM son los más predominantes y con presencia en los distritos de Piura, Castilla y 26 de octubre. Además, el porcentaje pasante por la malla N°200 obtenido para las 03 zona oscila entre 15% y 19%, con un índice de plasticidad promedio de 2% y humedad promedio de 1.9%.

Así también en el distrito de Piura se encontró tipos de suelos SC, con 39.8% de finos con un IP en promedio de 13%, y un contenido de humedad natural de 7%, de igual forma presenta tipo de suelos CL; es decir, arcilla inorgánica de baja plasticidad con presencia de arena y materia orgánica color marrón claro con un índice de plasticidad promedio de 9%. Igualmente encontramos suelos SP arena pobremente graduada no plástica color marrón claro, con un porcentaje de finos en promedio de 3% con una humedad natural en promedio de 4% y en un menor porcentaje se evidencia suelos tipo SP – SM arena pobremente graduada con limo no plástico con un porcentaje de finos de 8 en promedio.

En el distrito 26 de octubre encontramos arena pobremente graduada de color marrón claro SP, con una humedad en promedio de 1.5%, además suelos de arena pobremente graduada con limo color marrón claro, con 1% de índice de plasticidad y una humedad natural en promedio de 1.6%. También se evidencia suelos tipo SC siendo una arena arcilla de color blanco humo con un porcentaje de finos en promedio de 30% y un índice de plasticidad de 10%.

En el distrito de castilla se puede encontrar un estrato de 1.00 metro de arcilla de media plasticidad con arena de color marrón CL, con un índice de plasticidad en promedio de 12% y una humedad natural de 8%.

En cuanto al segundo objetivo de analizar los coeficientes granulométricos para determinar una uniformidad granular de los suelos, nos permitirá verificar y relacionar con los ángulos de fricción interna para poder obtener parámetros geotécnicos con características granulométricas, se realizó lo siguiente:

Generalidades:

- Los cálculos de los diámetros efectivo fueron proporcionados por el ensayo de análisis granulométrico bajo la Norma Técnica Peruana 339.128 y ASTM D 422 que se realizaron en los estudios emitidos por el laboratorio Quality Pavements S.A.C.

Instrumentos:

- Ficha documental

Procedimientos:

Para este objetivo, el análisis se dividió en 03 Fases:

Fase 01: Para la obtención de los coeficientes de uniformidad y curvatura de cada tipo de suelos se calculo los diámetros efectivos D10, D30 y D60 para ello se utilizaron las formular de interpolación lineal:

Fórmula 33 Interpolación lineal

$$x_y = x_0 + \frac{y - y_0}{y_1 - y_0}(x - x_0)$$

Fórmula 34 Interpolación Lineal

Fase 02: Se analizó la uniformidad de cada tipo de suelos, mediante graficas de dispersión entre los diámetros efectivos obtenidos con sus respectivos pasantes y por cada punto de investigación.

Fase 03: Se procedió a calcular los coeficientes de uniformidad y curvatura con los datos obtenidos en la fase 01 (Diámetros efectivos).

Tabla 15 Resumen de los Diámetros efectivos SP

PUNTOS DE EXPLORACIÓN	D 10	D30	D60
CALICATA 01	0.091	0.149	0.205
CALICATA 02	0.094	0.124	0.226
CALICATA 03	0.093	0.150	0.223
CALICATA 04	0.110	0.183	0.291

Fuente: elaboración propia

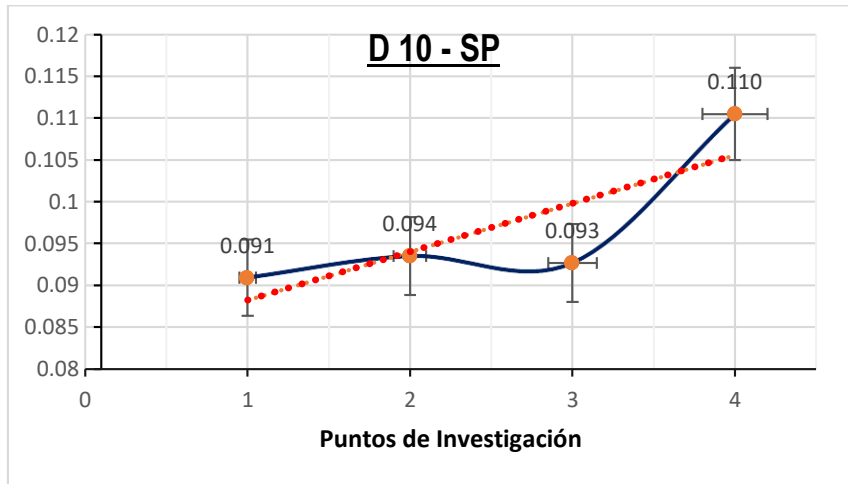


Gráfico 1 Dispersión de los diámetros efectivos D10 – SP

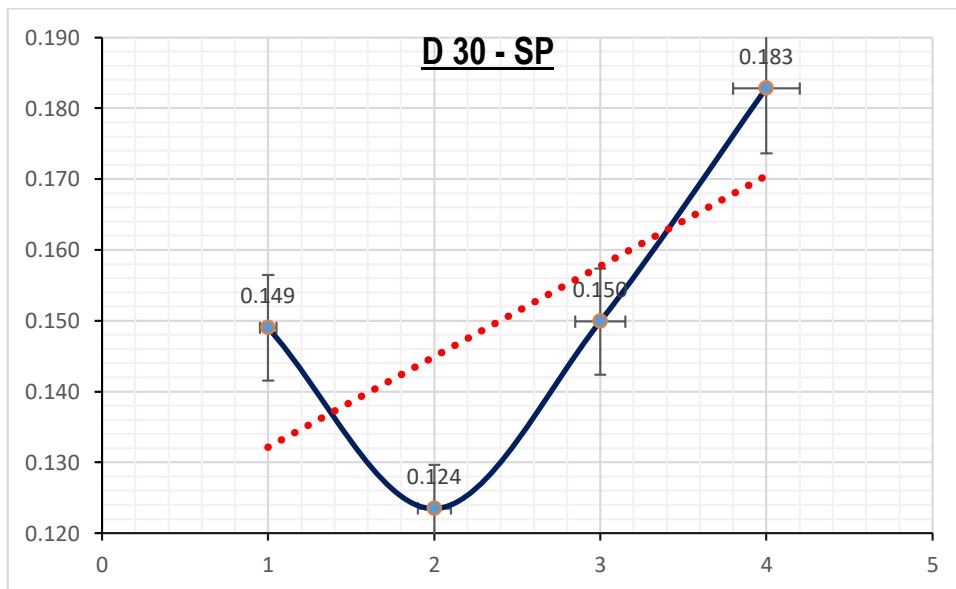


Gráfico 2 Dispersión de los diámetros efectivos D30 - SP

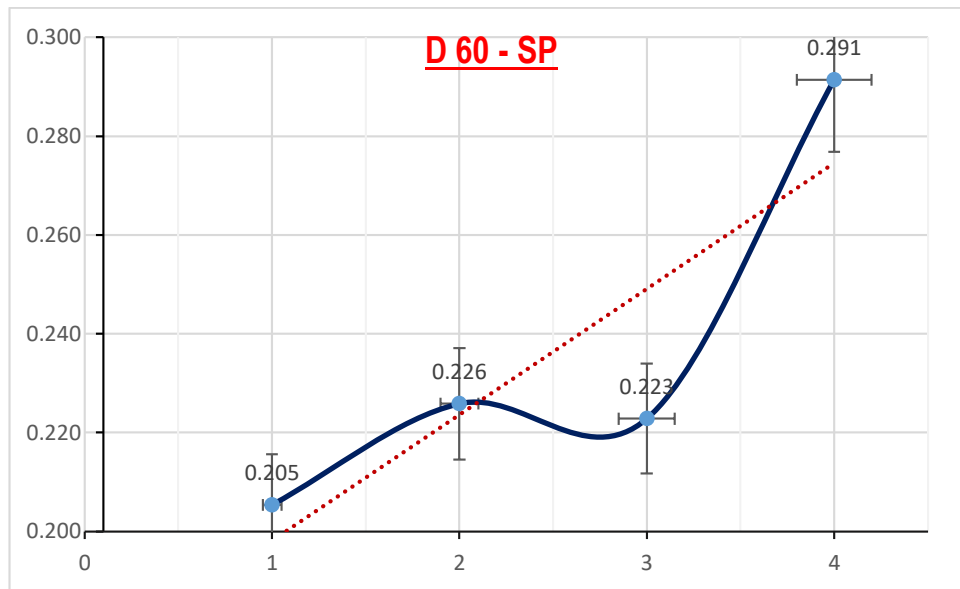


Gráfico 3 Dispersión de los diámetros efectivos D60 - SP

Interpretación:

Se evidencia que los diámetros efectivos de los suelos tipo SP son valores semi dispersos debido a diferentes factores, como peso unitario y compacidad relativas de las partículas, los diámetros de partículas de los pasantes D10 se encuentran en rangos de 0.091 mm a 0.11 mm, en los pasantes D30 se encuentran en los intervalos de 0.124 mm y 0.183 mm y en los pasantes D60 en valore entre 0.205 mm y 0.291 mm.

Tabla 16 Resumen de los diámetros efectivo de los suelos tipo SM

PUNTOS DE EXPLORACIÓN	D 10	D30	D60
CALICATA 01	0.066	0.086	0.116
CALICATA 02	0.064	0.086	0.119
CALICATA 03	0.062	0.096	0.146
CALICATA 04	0.062	0.098	0.151
CALICATA 05	0.060	0.100	0.153
CALICATA 06	0.059	0.096	0.151
CALICATA 07	0.062	0.092	0.137
CALICATA 08	0.063	0.109	0.162
CALICATA 09	0.069	0.104	0.154
CALICATA 10	0.065	0.109	0.158
CALICATA 11	0.065	0.099	0.150
CALICATA 12	0.054	0.121	0.176
CALICATA 13	0.063	0.102	0.156
CALICATA 14	0.067	0.107	0.156
CALICATA 15	0.069	0.154	0.165
CALICATA 16	0.070	0.103	0.151
CALICATA 17	-0.008	0.062	0.153
CALICATA 18	0.009	0.135	0.250
CALICATA 19	0.049	0.165	0.279
CALICATA 20	0.063	0.113	0.161
CALICATA 21	0.067	0.107	0.156
CALICATA 22	0.069	0.153	0.164
CALICATA 23	0.068	0.153	0.164
CALICATA 24	-0.082	0.085	0.160

Fuente: elaboración propia

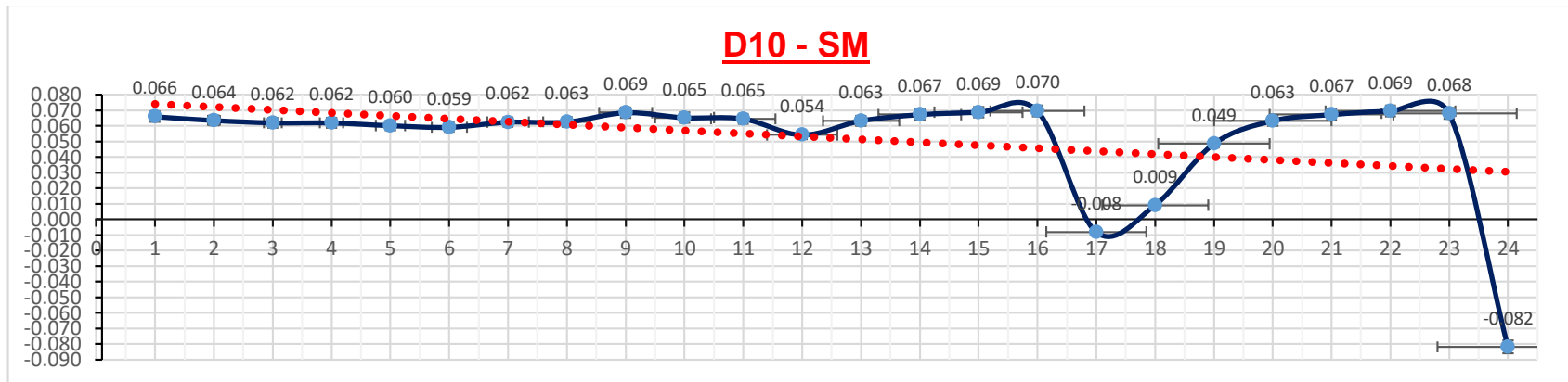


Gráfico 4 Dispersión de los diámetros efectivos D10 - SM

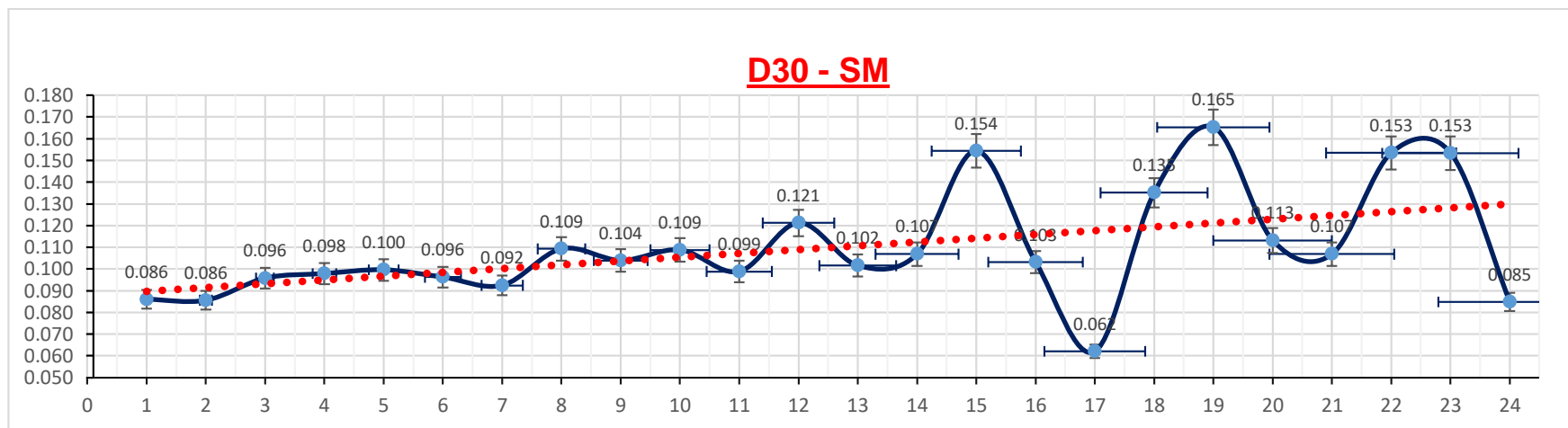


Gráfico 5 Dispersión de los diámetros efectivos D30 - SM

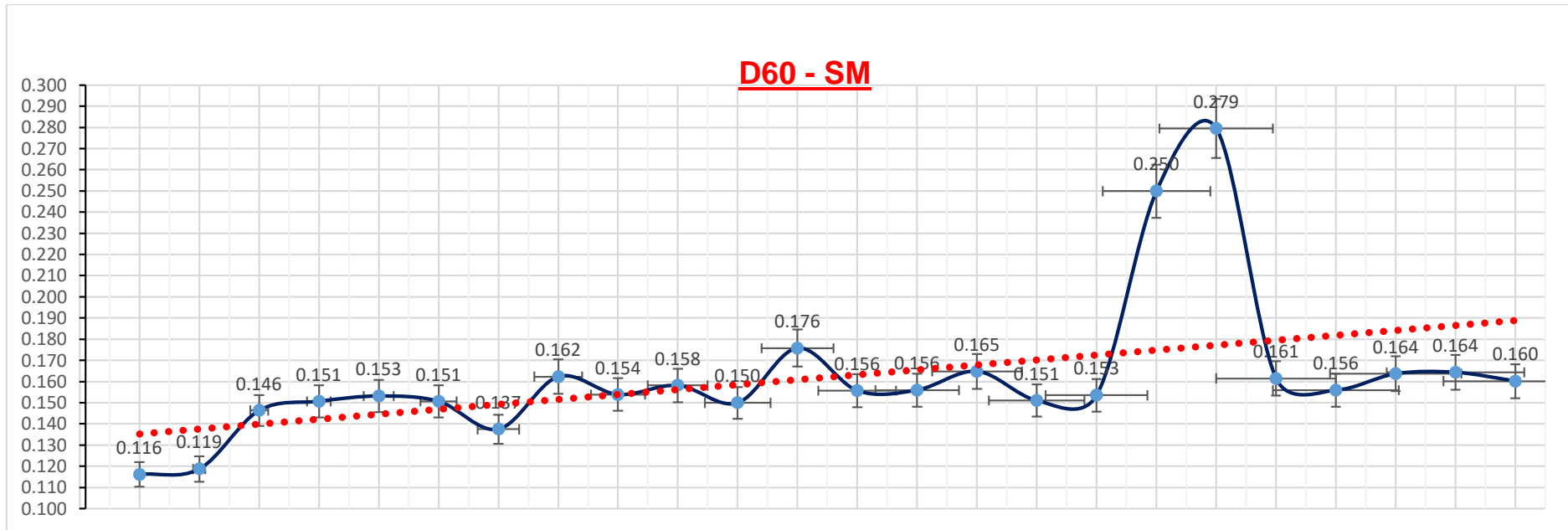


Gráfico 6 Dispersión de los diámetros efectivos D60 - SM

Interpretación:

Se evidencia que los diámetros efectivos de los suelos tipo SM presentaron un 92% de homogeneidad, mientras que el 8% no son homogéneos ya que sus diámetros estaban por encima de la media y el promedio por causa de factores como la plasticidad y el porcentaje de finos. Los diámetros de partículas de los pasantes D10 se encuentran en rangos de -0.082 mm a 0.070 mm, interpretándose que en la calicata 17 y 24 existió una mayor concentración de finos con IP superiores.

Lo diámetros efectivos de los D30, están en rangos de 0.062 mm y 0.165 mm, con respecto a los diámetros de los D60 se ubican entre valores de 0.016 mm y 0.269 mm.

Tabla 17 Resumen de los diámetros efectivo de los suelos tipo SP-SM

PUNTOS DE EXPLORACIÓN	D 10	D30	D60
CALICATA 01	0.081	0.147	0.209
CALICATA 02	0.072	0.122	0.171
CALICATA 03	0.081	0.130	0.174
CALICATA 04	0.099	0.155	0.167
CALICATA 05	0.080	0.158	0.259

Fuente: elaboración propia

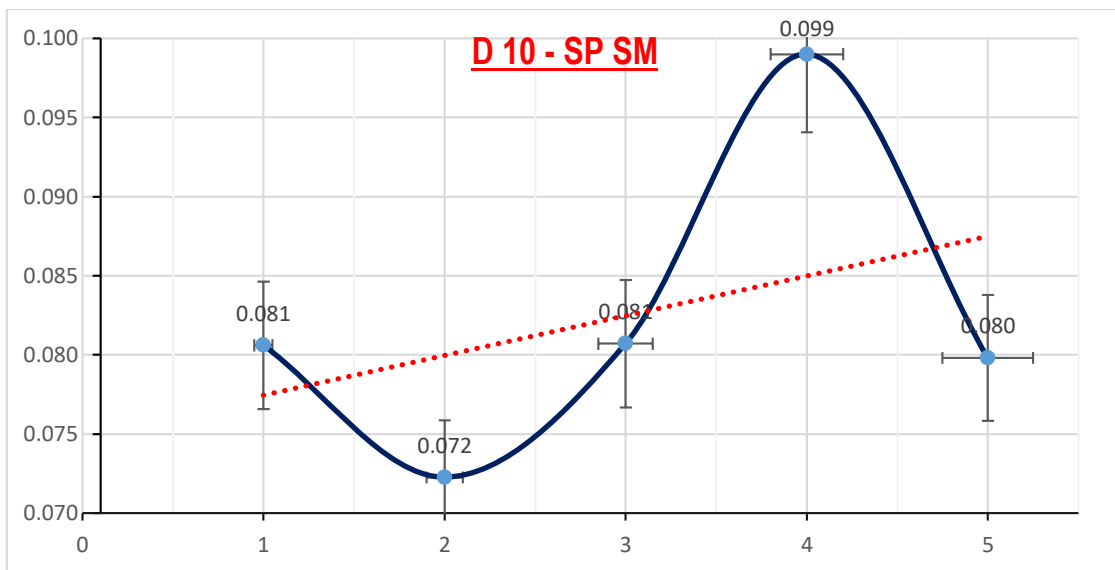


Gráfico 7 Dispersión de diámetro efectivos D10 – SP SM

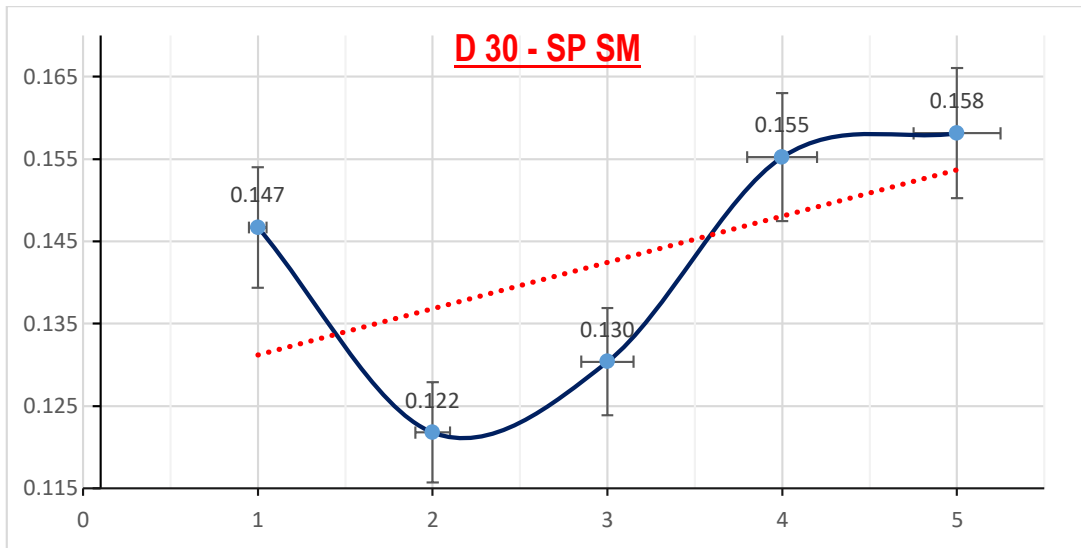


Gráfico 8 Dispersión de diámetros efectivos D30 – SP SM

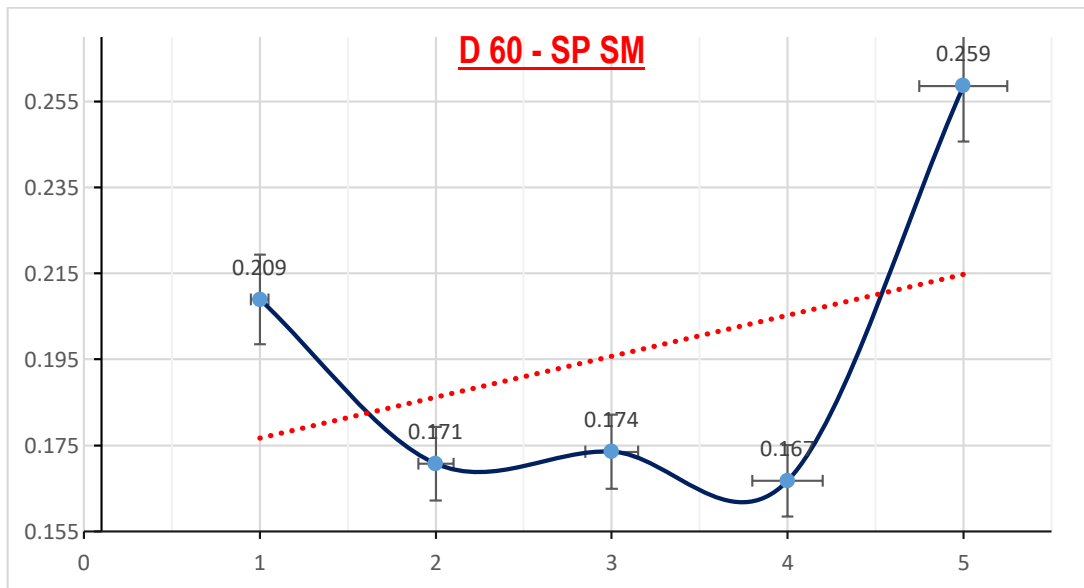


Gráfico 9 Dispersión de diámetros efectivos D60 – SP SM

Interpretación:

Los diámetros efectivos para los suelos tipo SP – SM se comportan de una forma irregular, debido a la dispersión de sus resultados, siendo heterogéneos en su totalidad con presencia de liga en algunos de los estratos de suelos.

Tabla 18 Resumen de los diámetros efectivo de los suelos tipo SC

PUNTOS DE EXPLORACIÓN	D 10	D30	D60
CALICATA 01	-0.019	0.058	0.159
CALICATA 02	0.020	0.063	0.128
CALICATA 03	-0.134	-0.020	0.154
CALICATA 04	0.031	0.068	0.124
CALICATA 05	0.026	0.065	0.124
CALICATA 06	-0.018	0.040	0.127
CALICATA 07	-0.130	0.031	0.207
CALICATA 08	-0.044	0.028	0.136

Fuente: elaboración propia

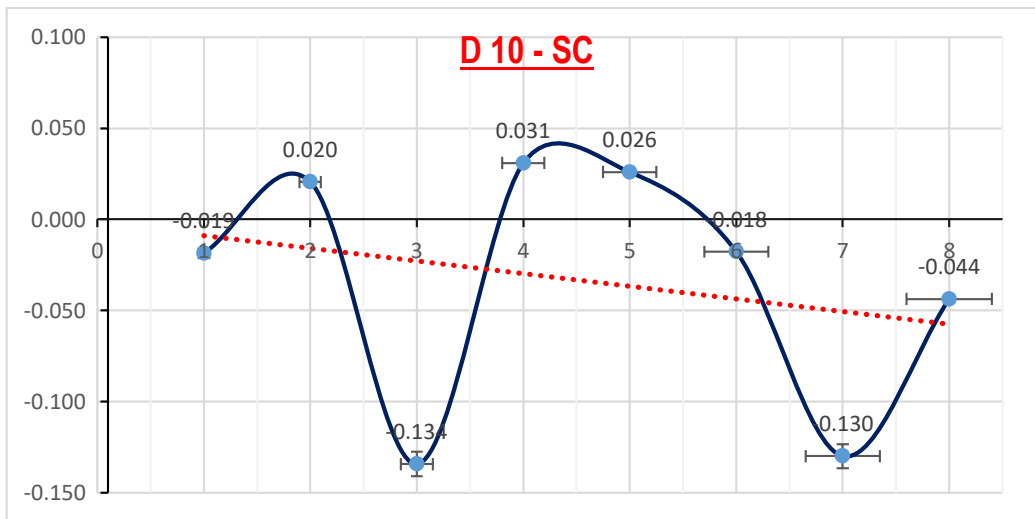


Gráfico 10 Dispersión de diámetros efectivos D10 - SC

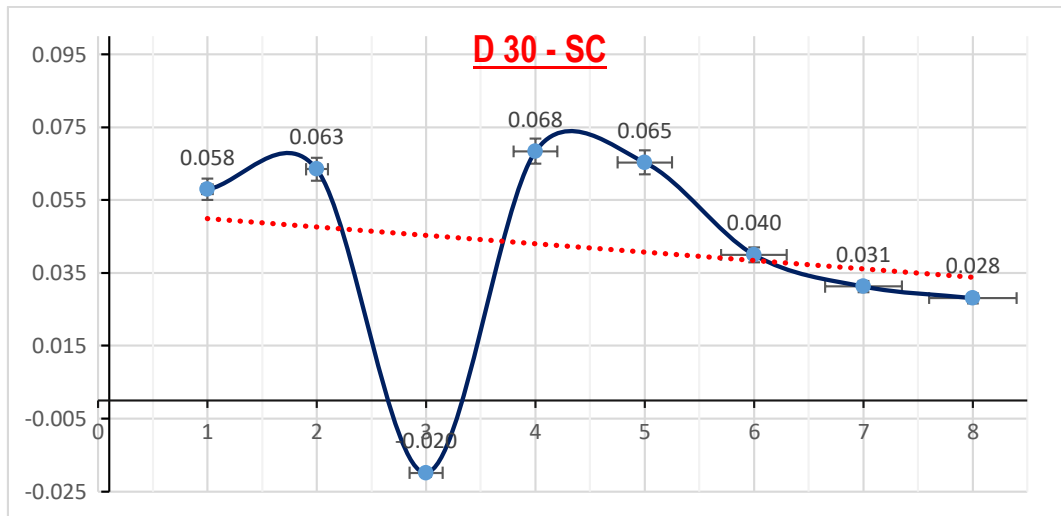


Gráfico 11 Dispersión de diámetros efectivos D10 - SC

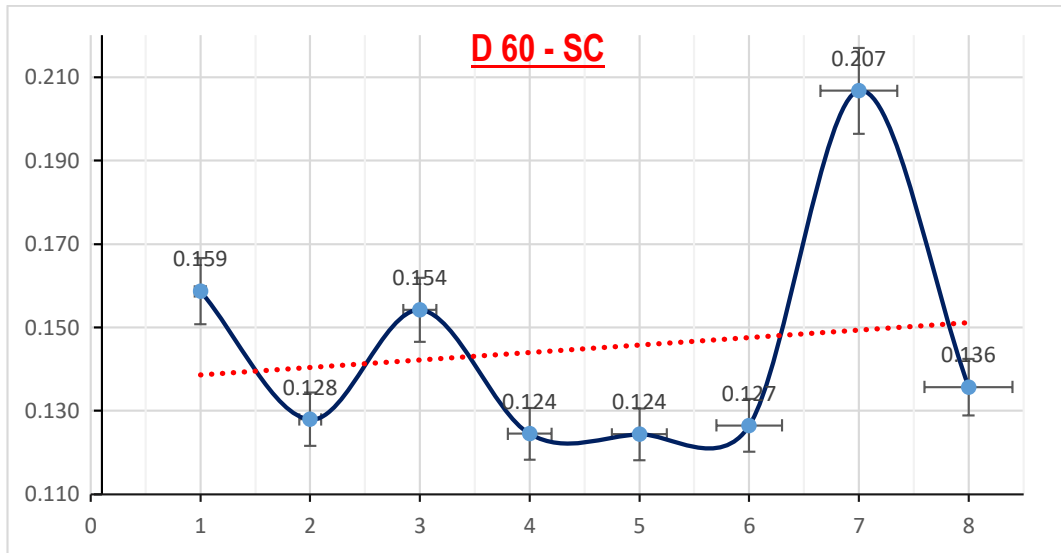


Gráfico 12 Dispersión de diámetros efectivos D60 – SC

Interpretación:

Las gráficas nos muestran que los diámetros efectivos en proporciones bajas menores al 10% resultan negativos; significando que los tamaños de partículas no pueden evaluarse mediante el tamizado sino mediante otros medios como el ensayo granulométrico por hidrómetro.

Tabla 19 Diámetros efectivos de suelos tipo CL

PUNTOS DE EXPLORACIÓN	D 10	D30	D60
CALICATA 01	-0.187	-0.128	0.069
CALICATA 02	-0.255	-0.569	0.050
CALICATA 03	-4.401	-0.671	-1.276
CALICATA 04	-0.205	-1.595	0.084
CALICATA 05	-3.283	-0.871	-1.077
CALICATA 06	-0.340	-0.587	-0.032
CALICATA 07	-0.936	-0.217	-0.064
CALICATA 08	-1.300	-2.401	-0.228
CALICATA 09	-2.220	-0.089	-0.657
CALICATA 10	-1.036	-3.151	-0.122
CALICATA 11	-0.815	-0.133	-0.200
CALICATA 12	-0.227	-0.085	0.021

Fuente: elaboración propia

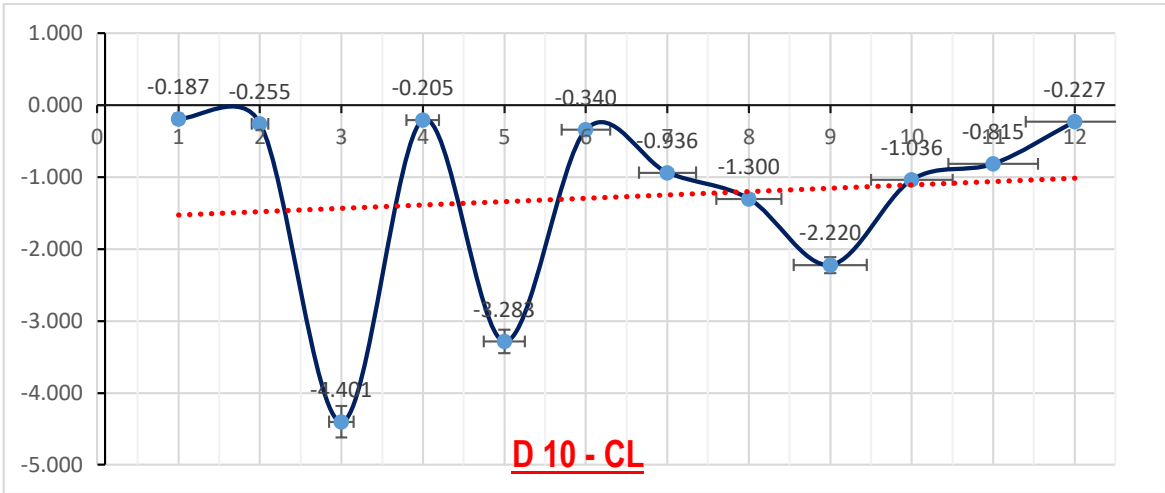


Gráfico 13 Dispersión diámetros efectivos D10 – CL

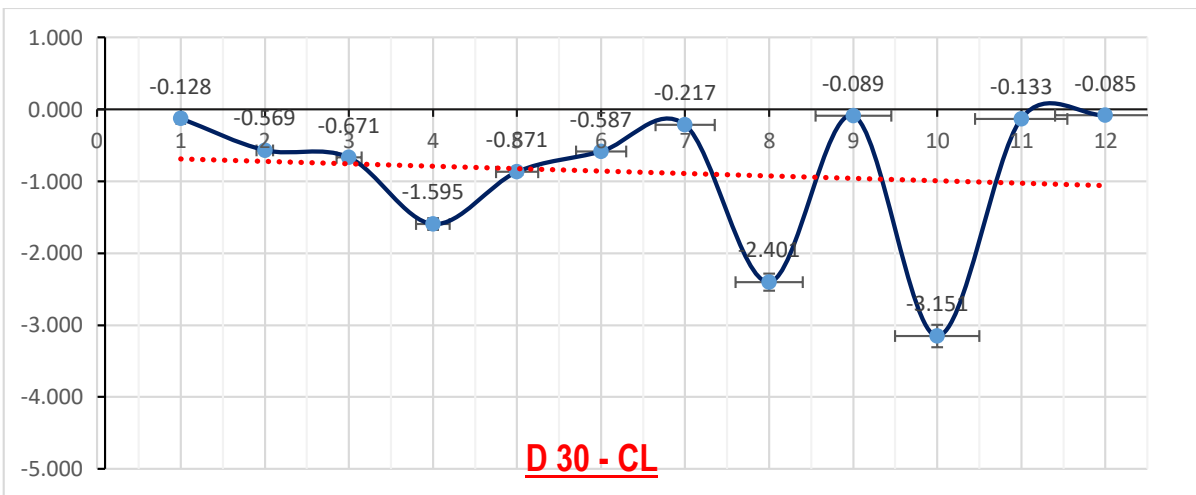


Gráfico 14 Dispersión diámetros efectivos D30 - CL

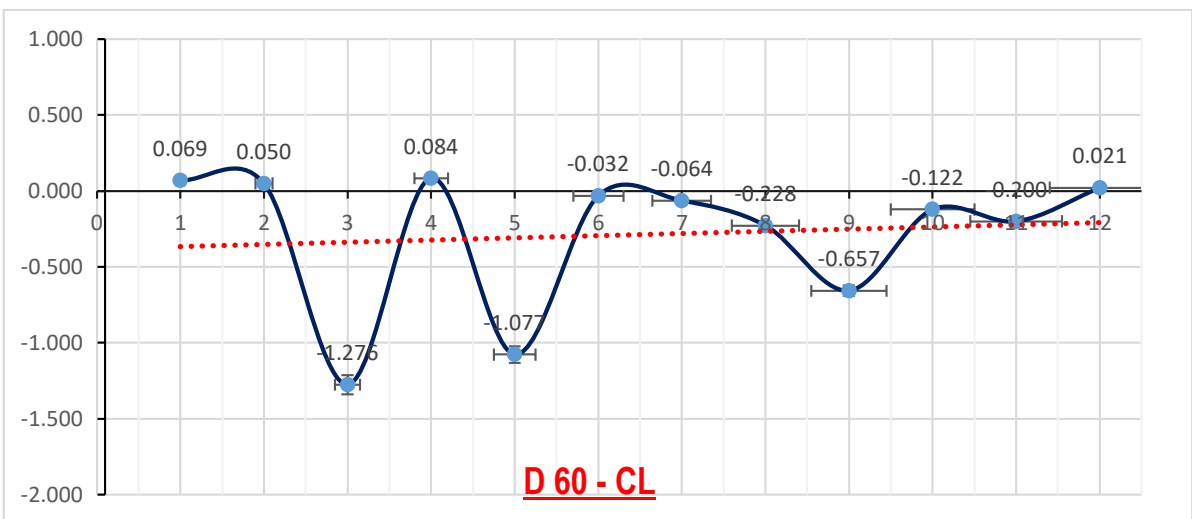


Gráfico 15 Dispersión diámetros efectivos D60 - CL

Interpretación: Para los suelos que tienen gran porcentaje de finos, pasante la malla N°200 no se pueden analizar mediante el ensayo de análisis granulométrico por tamizado para determinar los diámetros efectivos, siendo estos irregulares en su gradación.

Una vez que se ha determinado los diámetros efectivos, se procedió a realizar los cálculos matemáticos para la obtención de los CC y CU, según como de detalla en la formulas 9 Coeficientes de Uniformidad y formula 10 Coeficiente de Curvatura.

Tabla 20 Parámetros granulométricos de suelos tipo SP

PUNTOS DE EXPLORACIÓN	CC	CU
CALICATA 01	1.189	2.259
CALICATA 02	0.722	2.415
CALICATA 03	1.088	2.404
CALICATA 04	1.038	2.637

Fuente: elaboración propia

Tabla 21 Parámetros granulométricos para suelos tipo SM

PUNTOS DE EXPLORACIÓN	CC	CU
CALICATA 01	0.966	1.760
CALICATA 02	0.972	1.868
CALICATA 03	1.010	2.358
CALICATA 04	1.026	2.430
CALICATA 05	1.076	2.542
CALICATA 06	1.039	2.544
CALICATA 07	0.996	2.201
CALICATA 08	1.176	2.594
CALICATA 09	1.024	2.245
CALICATA 10	1.146	2.422
CALICATA 11	1.009	2.321
CALICATA 12	1.541	3.240
CALICATA 13	1.047	2.459
CALICATA 14	1.088	2.318
CALICATA 15	2.102	2.396
CALICATA 16	1.011	2.169
CALICATA 17	-3.136	-19.163
CALICATA 18	8.045	27.507
CALICATA 19	2.013	5.759
CALICATA 20	1.252	2.551
CALICATA 21	1.088	2.318
CALICATA 22	2.071	2.356

CALICATA 23	2.102	2.413
CALICATA 24	-0.549	-1.958

Fuente: elaboración propia

Tabla 22 Parámetros granulométricos para suelos tipo SP - SM

PUNTOS DE EXPLORACIÓN	CC	CU
CALICATA 01	1.277	2.592
CALICATA 02	1.202	2.362
CALICATA 03	1.214	2.150
CALICATA 04	1.460	1.684
CALICATA 05	1.211	3.241

Fuente: elaboración propia

Tabla 23 Parámetros granulométricos para suelos tipo SC

PUNTOS DE EXPLORACIÓN	CC	CU
CALICATA 01	-1.137	-8.528
CALICATA 02	1.537	6.244
CALICATA 03	-0.019	-1.147
CALICATA 04	1.213	4.018
CALICATA 05	1.322	4.790
CALICATA 06	-0.712	-7.134
CALICATA 07	-0.036	-1.590
CALICATA 08	-0.133	-3.106

Fuente: elaboración propia

Tabla 24 Parámetros granulométrico para suelos tipos CL

PUNTOS DE EXPLORACIÓN	CC	CU
CALICATA 01	-1.253	-0.370
CALICATA 02	-25.569	-0.194
CALICATA 03	0.080	0.290
CALICATA 04	-148.280	-0.410
CALICATA 05	0.214	0.328
CALICATA 06	31.355	0.095
CALICATA 07	0.787	0.068
CALICATA 08	19.444	0.176
CALICATA 09	0.005	0.296
CALICATA 10	78.701	0.117
CALICATA 11	0.109	0.246
CALICATA 12	-1.481	-0.094

Fuente: elaboración propia

Para el desarrollo del siguiente objetivo de la obtención del ángulo de fricción interna mediante los parámetros granulométricos como el coeficiente de uniformidad y coeficiente de curvatura se realizó lo siguiente:

Generalidades:

- Para correlacionar los parámetros granulométricos con sus propiedades mecánicas, se usaron los ángulos de fricción interna utilizados en los cálculos de las capacidades portantes de los estudios emitidos por el laboratorio Quality Pavements S.A.C. en los suelos granulares, comparados y corregidos con la tabla 4 (Ángulos de fricción interna y compacidad relativas en arenas).
- Para los suelos arcillosos, se correlacionó el ángulo de fricción interna con la tabla 5 (ángulo de fricción interna y propiedades de suelos arcillosos) en función al peso volumétrico húmedo y Q_u .
- Se realizó en el ensayo de S.P.T. en el suelo más predominante de la investigación, para una comparación de valores.

Instrumentos:

- Ficha documental

Procedimientos:

Para este objetivo, el análisis se dividió en 03 Fases:

Fase 01: Se utilizó el método de estimación y regresión múltiples de tres variables, siendo estas el coeficiente de curvatura, coeficiente de uniformidad como X_1 y X_2 (Variable dependiente) y Y_1 el ángulo de fricción (Variable independiente). El proceso incluyó el cálculo de matriz inversa para la obtención de los coeficientes de la fórmula N° 30 (Mínimos cuadrados).

Para la obtención de los coeficientes a , b_1 y b_2 se utilizaron las fórmulas 31 y 32, luego se procedió a ordenarlos en forma de matrices, para poder obtener los coeficientes mediante el cálculo de la matriz inversa y matriz incógnita.

Fase 02: Para calcular los ángulos de fricción interna, se promedió los diversos coeficientes granulométricos de los diversos suelos.

Fase 03: Se realizó una comparación del ángulo de fricción interna obtenida mediante parámetros granulométrico y con el obtenido analíticamente por el ensayo de S.P.T.

Tabla 25 Valores estadístico de regresión múltiple en suelos tipo SP

PUNTOS DE EXPLORACIÓN	X1	X2	Y	X1 * Y	X1 ²	X1 * X2	X2 * Y	X2 ²
	CC	CU	Ángulo de fricción interna					
CALICATA 01	1.189	2.259	28.00	33.30	1.41	2.69	63.25	5.10
CALICATA 02	0.722	2.415	28.10	20.30	0.52	1.74	67.87	5.83
CALICATA 03	1.088	2.404	28.20	30.68	1.18	2.62	67.80	5.78
CALICATA 04	1.038	2.637	28.10	29.16	1.08	2.74	74.11	6.95
Σ SUMATORIA	4.037	9.716	112.400	113.440	4.197	9.784	273.024	23.671

Fuente: elaboración propia

N = 04 (Calicatas en evaluación)

Tabla 26 Matriz de coeficientes para suelos tipo SP

A	b1	b2
4.00	4.04	9.72
4.04	4.20	9.78
9.72	9.78	23.67

Fuente: elaboración propia

Tabla 27 Matriz resultado para suelos tipo SP

Valores estadísticos
112.40
113.44
273.02

Fuente: elaboración propia

Tabla 28 Cálculo de matriz inversa para suelos tipo SP

A	b1	b2
108.10	-15.37	-38.02
-15.37	8.72	2.71
-38.02	2.71	14.53

Fuente: elaboración propia

Tabla 29 Matriz incógnita para cálculo de los coeficientes para suelos tipo SP

Valores de coeficientes
27.70
-0.05
0.18

Fuente: elaboración propia

Interpretación:

Del proceso de cálculo obtenido, se procedió a obtener la fórmula estadística y matemática para la obtención de ángulos de fricción interna mediante parámetros granulométricos en suelos tipo SP siendo esta:

$Y' = 27.70 - 0.05 X1 + 0.18 X2$ siendo equivalente a,

Fórmula 35 Obtención del ángulo de fricción interna en suelos tipo SP con parámetros granulométricos

$$\phi = 27.70 - 0.05 CC + 0.18 CU$$

Tabla 30 Valores estadístico de regresión múltiple en suelos tipo SM

PUNTOS DE EXPLORACIÓN	X1	X2	Y	X1 * Y	X1 ²	X1 * X2	X2 * Y	X2 ²
	CC	CU	Ángulo de fricción interna					
CALICATA 01	0.97	1.76	29.20	28.21	0.93	1.70	51.39	3.10
CALICATA 02	0.97	1.87	30.90	30.02	0.94	1.82	57.73	3.49
CALICATA 03	1.01	2.36	30.30	30.60	1.02	2.38	71.46	5.56
CALICATA 04	1.03	2.43	27.00	27.70	1.05	2.49	65.62	5.91
CALICATA 05	1.08	2.54	31.00	33.35	1.16	2.73	78.82	6.46
CALICATA 06	1.04	2.54	34.00	35.32	1.08	2.64	86.51	6.47
CALICATA 07	1.00	2.20	34.50	34.35	0.99	2.19	75.93	4.84
CALICATA 08	1.18	2.59	29.00	34.12	1.38	3.05	75.24	6.73
CALICATA 09	1.02	2.24	32.80	33.60	1.05	2.30	73.63	5.04
CALICATA 10	1.15	2.42	34.00	38.96	1.31	2.77	82.34	5.86
CALICATA 11	1.01	2.32	34.70	35.01	1.02	2.34	80.55	5.39
CALICATA 12	1.54	3.24	27.00	41.60	2.37	4.99	87.49	10.50
CALICATA 13	1.05	2.46	28.00	29.31	1.10	2.57	68.86	6.05
CALICATA 14	1.09	2.32	31.00	33.74	1.18	2.52	71.86	5.37
CALICATA 15	2.10	2.40	29.00	60.97	4.42	5.04	69.49	5.74
CALICATA 16	1.01	2.17	29.00	29.32	1.02	2.19	62.89	4.70
CALICATA 17	-3.14	-19.16	28.50	-89.36	9.83	60.09	-546.13	367.21
CALICATA 18	8.05	27.51	27.00	217.22	64.72	221.30	742.69	756.64
CALICATA 19	2.01	5.76	28.50	57.38	4.05	11.59	164.13	33.17
CALICATA 20	1.25	2.55	28.50	35.69	1.57	3.19	72.70	6.51
CALICATA 21	1.09	2.32	31.00	33.74	1.18	2.52	71.86	5.37
CALICATA 22	2.07	2.36	29.00	60.06	4.29	4.88	68.33	5.55
CALICATA 23	2.10	2.41	29.00	60.95	4.42	5.07	69.99	5.82
CALICATA 24	-0.55	-1.96	28.00	-15.37	0.30	1.07	-54.82	3.83
Σ SUMATORIA	31.12	59.65	720.90	916.48	112.41	353.47	1748.55	1275.33

Fuente: elaboración propia

N = 24 (Calicatas en evaluación)

Tabla 31 Matriz de coeficientes para suelos tipo SM

A	b1	b2
24.00	31.12	59.65
31.12	112.41	353.47
59.65	353.47	1275.33

Fuente: elaboración propia

Tabla 32 Matriz de resultados para suelos tipo SM

Valores estadísticos
720.90
916.48
1748.55

Fuente: elaboración propia

Tabla 33 Matriz inversa para suelos tipo SM

A	b1	b2
0.15	-0.16	0.04
-0.16	0.23	-0.06
0.04	-0.06	0.01

Fuente: elaboración propia

Tabla 34 Matriz incógnita para suelos tipo SM

Valores de coeficientes
31.31
-1.71
0.38

Fuente: elaboración propia

Interpretación:

Del proceso de cálculo obtenido, se procedió a obtener la fórmula estadística y matemática para la obtención de ángulos de fricción interna mediante parámetros granulométricos en suelos tipo SM siendo esta:

$Y' = 31.31 - 1.71 X_1 + 0.38 X_2$ siendo equivalente a,

Fórmula 36 Obtención del ángulo de fricción interna en suelos tipo SM con parámetros granulométricos

$$\phi = 31.31 - 1.71 CC + 0.38 CU$$

Tabla 35 Valores estadístico de regresión múltiple en suelos tipo SP-SM

PUNTOS DE EXPLORACIÓN	X1	X2	Y	X1 * Y	X1^2	X1 * X2	X2 * Y	X2^2
	CC	CU	Ángulo de fricción interna					
CALICATA 01	1.277	2.592	32.000	40.875	1.632	3.312	82.960	6.721
CALICATA 02	1.202	2.362	32.000	38.462	1.445	2.839	75.592	5.580
CALICATA 03	1.214	2.150	26.000	31.559	1.473	2.610	55.899	4.622
CALICATA 04	1.460	1.684	27.000	39.408	2.130	2.458	45.476	2.837
CALICATA 05	1.211	3.241	27.000	32.704	1.467	3.926	87.503	10.503
Σ SUMATORIA	6.364	12.030	144.000	183.008	8.147	15.144	347.430	30.264

Fuente: elaboración propia

N = 05 (Calicatas en evaluación)

Tabla 36 Matriz de coeficientes para suelos tipo SP-SM

A	b1	b2
5.00	6.36	12.03
6.36	8.15	15.14
12.03	15.14	30.26

Fuente: elaboración propia

Tabla 37 Matriz resultado para suelos tipo SP-SM

Valores estadísticos
144.00
183.01
347.43

Fuente: elaboración propia

Tabla 38 Matriz inversa para suelos tipo SP-SM

A	b1	b2
100.16	-60.59	-9.49
-60.59	38.41	4.86
-9.49	4.86	1.37

Fuente: elaboración propia

Tabla 39 Matriz incógnita para suelos tipos SP-SM

Valores de coeficientes
36.09
-5.74
0.01

Fuente: elaboración propia

Interpretación:

Del proceso de cálculo obtenido, se procedió a obtener la fórmula estadística y matemática para la obtención de ángulos de fricción interna mediante parámetros granulométricos en suelos tipo SM siendo esta:

$Y' = 36.09 - 5.74 X1 + 0.01 X2$ siendo equivalente a,

Fórmula 37 Obtención del ángulo de fricción interna en suelos tipo SP-SM con parámetros granulométricos

$$\phi = 36.09 - 5.74 CC + 0.01 CU$$

Tabla 40 Valores estadístico de regresión múltiple en suelos tipo SC

PUNTOS DE EXPLORACIÓN	X1	X2	Y	X1 * Y	X1 ²	X1 * X2	X2 * Y	X2 ²
	CC	CU	Ángulo de fricción interna					
CALICATA 01	-1.137	-8.528	27	-30.70	1.29	9.70	-230.27	72.73
CALICATA 02	1.537	6.244	26	39.95	2.36	9.60	162.34	38.99
CALICATA 03	-0.019	-1.147	27	-0.52	0.00	0.02	-30.98	1.32
CALICATA 04	1.213	4.018	26.5	32.13	1.47	4.87	106.49	16.15
CALICATA 05	1.322	4.790	27.1	35.81	1.75	6.33	129.81	22.95
CALICATA 06	-0.712	-7.134	26.7	-19.01	0.51	5.08	-190.49	50.90
CALICATA 07	-0.036	-1.590	27	-0.98	0.00	0.06	-42.92	2.53
CALICATA 08	-0.133	-3.106	27	-3.59	0.02	0.41	-83.85	9.64
Σ SUMATORIA	2.033	-6.453	214.300	53.106	7.397	36.067	179.857	215.202

Fuente: elaboración propia

N = 08 (Calicatas en evaluación)

Tabla 41 Matriz de coeficientes para suelos tipo SC

A	b1	b2
8.00	2.03	-6.43
2.03	7.40	36.07
-6.45	36.07	215.20

Fuente: elaboración propia

Tabla 42 Matriz resultados para suelos tipo SC

Valores estadísticos
214.30
53.11
-179.86

Fuente: elaboración propia

Tabla 43 Matriz de inversa de suelos tipo SC

A	b1	b2
1.58	-3.64	0.06
-3.64	9.11	-1.64
0.66	-1.64	0.30

Fuente: elaboración propia

Tabla 44 Matriz incógnita para suelos tipos SC

Valores de coeficientes
27.15
-0.98
0.14

Fuente: elaboración propia

Interpretación:

Del proceso de cálculo obtenido, se procedió a obtener la fórmula estadística y matemática para la obtención de ángulos de fricción interna mediante parámetros granulométricos en suelos tipo SC siendo esta:

$Y' = 27.15 - 0.98 X1 + 0.14 X2$ siendo equivalente a,

Fórmula 38 Obtención del ángulo de fricción interna en suelos tipo SC con parámetros granulométricos

$$\phi = 27.15 - 0.98 CC + 0.14 CU$$

Para poder calcular los ángulos de fricción interna en suelos CL, utilizamos la tabla 5 (Ángulos de fricción interna y propiedades de suelos arcillosos) en función al QU (Comprensión inconfínada con interpolación lineal).

Tabla 45 Valores estadístico de regresión múltiple en suelos tipo CL

PUNTOS DE EXPLORACIÓN	X1	X2	Y	X1 * Y	X1 ²	X1 * X2	X2 * Y	X2 ²
	CC	CU	Ángulo de fricción interna					
CALICATA 01	-1.25	-0.37	5.00	-6.26	1.57	0.46	-1.85	0.14
CALICATA 02	-25.57	-0.19	5.00	-127.84	653.76	4.97	-0.97	0.04
CALICATA 03	0.08	0.29	7.00	0.56	0.01	0.02	2.03	0.08
CALICATA 04	-148.28	-0.41	7.00	-1037.96	21986.84	60.72	-2.87	0.17
CALICATA 05	0.21	0.33	7.00	1.50	0.05	0.07	2.30	0.11
CALICATA 06	31.35	0.10	3.00	94.06	983.13	2.99	0.29	0.01
CALICATA 07	0.79	0.07	3.00	2.36	0.62	0.05	0.20	0.00
CALICATA 08	19.44	0.18	3.00	58.33	378.05	3.41	0.53	0.03
CALICATA 09	0.01	0.30	3.00	0.02	0.00	0.00	0.89	0.09
CALICATA 10	78.70	0.12	3.00	236.10	6193.84	9.24	0.35	0.01
CALICATA 11	0.11	0.25	4.00	0.44	0.01	0.03	0.98	0.06
CALICATA 12	-1.48	-0.09	3.00	-4.44	2.19	0.14	-0.28	0.01
Σ SUMATORIA	-45.89	0.55	53.00	-783.14	30200.07	82.11	1.60	0.75

Fuente: elaboración propia

N = 12 (Calicatas en evaluación)

Tabla 46 Matriz de coeficientes para suelos tipo CL

a	b1	b2
12.00	-45.89	0.55
-45.89	30200.07	82.11
0.55	82.11	0.75

Fuente: elaboración propia

Tabla 47 Matriz de resultados para suelos tipo CL

Valores estadísticos
53.00
-783.14
0.75

Fuente: elaboración propia

Tabla 48 Matriz de inversa para suelos tipo CL

a	b1	b2
0.09	0.00	-0.12
0.00	0.00	-0.01
-0.12	-0.01	2.05

Fuente: elaboración propia

Tabla 49 Valores de los coeficientes para suelos tipo CL

Valores de coeficientes
4.35
-0.02
-0.09

Fuente: elaboración propia

Interpretación:

Del proceso de cálculo obtenido, se procedió a obtener la fórmula estadística y matemática para la obtención de ángulos de fricción interna mediante parámetros granulométricos en suelos tipo CL siendo esta:

$Y' = 4.35 - 0.02 X1 - 0.09 X2$ siendo equivalente a,

Fórmula 39 Obtención del ángulo de fricción interna en suelos tipo SP-SM con parámetros granulométricos

$$\phi = 4.35 - 0.02 CC - 0.09 CU$$

Tabla 50 Calculo de lo ángulo de fricción interna de los diversos suelos

TIPOS DE SUELOS	CC PROMEDI O	CU PROMEDI O	NUEVO ANGULO DE FRICCION	Y gr/cm 3
SP	1.01	2.43	28.09°	1.51
SM	1.30	2.49	30.05°	1.56
SP-SM	1.27	2.41	28.81°	1.42
SC	0.25	-0.81	26.79°	1.66
CL	-3.82	0.05	4.42°	1.65

Fuente: elaboración propia

Ángulo de fricción interna encontrado analíticamente por ensayo de S.P.T.

Para la obtención del ángulo de fricción interna, se utilizó el ensayo de S.P.T. realizado en el laboratorio Quality Pavements para la obtención del N Promedio corregido.

Tabla 51 Valores analíticos del ángulo de fricción interna en suelos SM

N	TERZAGHI & PECK 1948	KISHIDA 1969	JNR JAPAN NATIONAL RAILWAY 1999	MONTENEGRO & GONZALES 2014
Formula	$\phi^{\wedge}=28.5+0.25 N$	$\phi^{\wedge}=15+ \sqrt{(20 N)}$	$\phi^{\wedge}=27+0.30 N$	$\phi^{\wedge}=12.79+ \sqrt{(25.86 N)}$
14.0	32.00°	31.73°	31.20°	31.82°
15.6	32.40°	32.66°	31.68°	32.88°
15.0	32.25°	32.32°	31.50°	32.49°
Promedio	32.22°	32.24°	31.46°	32.39°
	32.08			

Fuente: elaboración propia

Ángulo de fricción promedio = 32.08° con diversos autores

Similitud promedio = 93.68% con diversos autores

Ángulo de fricción semejante = 31.46° JNR JAPAN NATIONAL (1999)

Similitud semejante = 95.39%

Interpretación:

Se aprecia analíticamente que los valores obtenidos analíticamente se asemejan en un 93.68% de similitud con el ángulo de fricción obtenida con los parámetros granulométricos en los suelos tipo SM, teniendo una correlación entre los resultados y los ensayos aplicados.

La JNR de Japón, del año 1999 conlleva a una mejor correlación de resultados teniendo una similitud de un 95.39% en los resultados.

**ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR SPT
NTP 339.133**

Fecha de Recepción: 10/10/2019 Orden de Servicio: 190411
 Fecha de Ensayo : 10/10/2019
 Fecha de Emisión : 17/10/2019

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE: CONSORCIO ALGARROBO
 OBRA: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD LOS AGARROBOS DEL
 DISTRITO DE PIURA, PROVINCIA PIURA DEPARTAMENTO PIURA
 UBICACIÓN: PIURA

DATOS DEL SONDAJE

SONDAJE SPT.02
 PROFUNDIDAD TOTAL DEL SONDAJE 4.00 m
 TIPO DE SUELO ARENA LIMOSA

Df (m)	γ (Kg/m ³)	N Promedio	Φ	B (m)	N _γ	N _q	q _d Kg/cm ²	q _a Kg/cm ²
1.00	1598	8	29.2°	1.0	3.76	7.66	1.4	0.45
1.00	1598	8	29.2°	1.2	3.76	7.66	1.4	0.47
1.00	1598	8	29.2°	1.5	3.76	7.66	1.5	0.50
1.00	1598	8	29.2°	2.0	3.76	7.66	1.7	0.56
1.00	1598	8	29.2°	2.5	3.76	7.66	1.8	0.61
2.00	1598	14	30.9	1.0	4.83	9.03	3.0	0.98
2.00	1598	14	30.90	1.2	4.83	9.03	3.0	1.01
2.00	1598	14	30.90	1.5	4.83	9.03	3.1	1.05
2.00	1598	14	30.90	2.0	4.83	9.03	3.3	1.11
2.00	1598	14	30.90	2.5	4.83	9.03	3.5	1.18
3.00	1598	20	32.8°	1.0	6.32	10.69	5.2	1.72
3.00	1598	20	32.8°	1.2	6.32	10.69	5.3	1.75
3.00	1598	20	32.8°	1.5	6.32	10.69	5.4	1.80
3.00	1598	20	32.8°	2.0	6.32	10.69	5.7	1.89
3.00	1598	20	32.8°	2.5	6.32	10.69	5.9	1.97
4.00	1598	24	34.1°	1.0	7.22	11.67	7.4	2.47
4.00	1598	24	34.1°	1.2	7.22	11.67	7.5	2.50
4.00	1598	24	34.1°	1.5	7.22	11.67	7.7	2.56
4.00	1598	24	34.1°	2.0	7.22	11.67	8.0	2.66
4.00	1598	24	34.1°	2.5	7.22	11.67	8.3	2.75

Observaciones: La cota de terreno donde se empezó la excavación fue de -2.50m según lo indicado por el solicitante.

Luis Valdez Girón
 CIP: 62041
 Ingeniero Civil



Técnico: Iván Ramírez García

ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR SPT
NTP 339.133

Fecha de Recepción: 10/10/2019 Orden de Servicio: 190411
 Fecha de Ensayo : 10/10/2019
 Fecha de Emisión : 17/10/2019

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

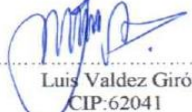
SOLICITANTE: CONSORCIO ALGARROBO
 OBRA: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD LOS AGARROBOS DEL
 DISTRITO DE PIURA, PROVINCIA PIURA DEPARTAMENTO PIURA
 UBICACIÓN: PIURA

DATOS DEL SONDAJE

SONDAJE SPT.01
 PROFUNDIDAD TOTAL DEL SONDAJE 4.00 m
 TIPO DE SUELO ARENA LIMOSA

Df (m)	γ (Kg/m ³)	N Promedio	Φ	B (m)	N _γ	N _q	q _d Kg/cm ²	q _a Kg/cm ²
1.00	1622	15	31.3°	1.0	4.83	9.03	1.7	0.56
1.00	1622	15	31.3°	1.2	4.83	9.03	1.8	0.59
1.00	1622	15	31.3°	1.5	4.83	9.03	1.9	0.63
1.00	1622	15	31.3°	2.0	4.83	9.03	2.1	0.70
1.00	1622	15	31.3°	2.5	4.83	9.03	2.3	0.76
2.00	1622	22	33.5°	1.0	6.32	10.69	3.7	1.22
2.00	1622	22	33.5°	1.2	6.32	10.69	3.8	1.25
2.00	1622	22	33.5°	1.5	6.32	10.69	3.9	1.30
2.00	1622	22	33.5°	2.0	6.32	10.69	4.2	1.39
2.00	1622	22	33.5°	2.5	6.32	10.69	4.4	1.47
3.00	1622	26	34.7°	1.0	8.35	12.75	6.4	2.13
3.00	1622	26	34.7°	1.2	8.35	12.75	6.5	2.18
3.00	1622	26	34.7°	1.5	8.35	12.75	6.7	2.24
3.00	1622	26	34.7°	2.0	8.35	12.75	7.1	2.36
3.00	1622	26	34.7°	2.5	8.35	12.75	7.4	2.47
4.00	1622	31	36.0°	1.0	9.41	13.97	9.2	3.06
4.00	1622	31	36.0°	1.2	9.41	13.97	9.3	3.11
4.00	1622	31	36.0°	1.5	9.41	13.97	9.6	3.19
4.00	1622	31	36.0°	2.0	9.41	13.97	9.9	3.31
4.00	1622	31	36.0°	2.5	9.41	13.97	10.3	3.44

Observaciones: La cota de terreno donde se empezó la excavación fue de -2.50m según lo indicado por el solicitante.


 Luis Valdez Girón
 CIP: 62041
 Ingeniero Civil




 Técnico: Iván Ramírez García

ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR SPT
NTP 339.133

Fecha de Recepción : 15/04/2019	Orden de Servicio : 190106
Fecha de Ensayo : 15/04/2019	N° Informe : 00403
Fecha de Emisión : 22/04/2019	

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE	
SOLICITANTE : CUBIC 33 SAC.	MUESTRA : ARENA LIMOSA
OBRA : P1111 - PLANTA DE PROCESADO DE FRUTAS - LOTE 02	PROCEDENCIA : Punto SPT 01

DATOS DEL SONDAJE	
SONDAJE	SPT.01
PROFUNDIDAD TOTAL DEL SONDAJE	3.30
MÉTODO DE PERFORACIÓN	Barreno Mecánico
MÉTODO DE LIMPIEZA	Barreno Manual - Caña Partida
MÉTODO DE HINCADO DE MUESTREADOR	Percusión
DIÁMETRO DE ENTUBADO	5.08
PROFUNDIDAD DE ENTUBADO	1.00
DIÁMETRO INTERIOR MUESTREADOR	3.20
TIPO Y DIÁMETRO VARILLAS PERFORACIÓN	Tubo 4.2cm Exterior
TIPO DE SUELO	Arena Limosa

RESULTADOS

PROFUNDIDAD (m)			N Medio	GRADO DE COMPACTACIÓN	TIPO DE SUELO SUCS	REGISTRO GRAFICO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR SPT
De	A	N Golpes SPT				
0.00	0.30	0	15.6	SUELTO	SM	
0.60	0.90	9		SULTO	SM	
0.90	1.20	14		SUELTO	SM	
1.20	1.50	22		SUELTO A MEDIO	SM	
1.50	1.80	13		SUELTO	SM	
1.80	2.10	18		SUELTO A MEDIO	SM	
2.10	2.40	24		SUELTO A MEDIO	SM	
2.40	2.70	11		SUELTO	SM	
2.70	3.00	19		SUELTO A MEDIO	SM	
3.00	3.30	26		MEDIO	SM	

OBSERVACIONES:
 El valor de N60 es igual a 19

Luis Alberto Valdez Girón
 Ingeniero Civil
 C/P: 62041
 Responsable



Ivan Victor Ramirez Garcia
 Técnico Laboratorista de Suelos

El laboratorio Quality Pavements emite este reporte con información proporcionada por el cliente declarando esta como verdadera. El presente informe tiene validez única y exclusivamente en original, queda prohibida la reproducción del mismo con otros fines al original. El laboratorio Quality Pavements queda dispensado de cualquier responsabilidad que derive de la interpretación de resultados.

Para el tercer objetivo que comprendió en determinar la teoría geotécnica más apropiada para el cálculo de las capacidades admisible de las cimentaciones superficiales en la ciudad de Piura, se realizó lo siguiente:

Generalidades:

- Se calculó las capacidades admisible mediante diferentes autores, entre ellos al Reglamento Nacional de edificaciones, Karl Terzaghi, Meyerhof, para las capacidades admisibles en suelos cohesivos. Se consideró como

punto de comparación los resultados emitidos por el laboratorio Quality Pavements S.A.C. en sus informes de estudios de suelos.

- Para tener un punto de comparación, se analizó las capacidades admisibles a una profundidad de 1.50 m en zapatas aisladas y cimientos corridos.

Instrumentos:

- Ficha documental

Procedimientos:

Para el analisis de este objetivo se dividió en 02 fases:

Fase 01: Se determinó los factores de carga, forma e inclinación de acuerdo a la teoría que se utilizo en el cálculo.

Fase 02: Se calculo las capacidades admisibles de cada tipo de suelos.

CAPACIDAD ADMISIBLE PARA SUELOS SP

Tabla 52 Calculo de los factores de carga para suelos SP

Angulo de fricción ϕ	Cohesión c (kg/cm ²)	Corrección de Angulo de fricción Local		FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA FALLA LOCAL				
				Nc	Nq	Ny	Nq/Nc	Tan ϕ
28.09	0.000	0.356	20.39	11.85	3.88	1.12	0.327	0.372

Fuente: elaboración propia

Los factores de carga, fueron obtenido de la tabla 7 (Factores de capacidad de correcciones de carga).

Tabla 53 Factores de carga, inclinación y forma de Meyerhof

Angulo de fricción ϕ	Cohesión c (kg/cm ²)	FACTORES DE CARGA, PROFUNDIDAD E INCLINACION						
		Nc	Nq	Ny	Kp	lc	ly	Nq/Nc
28.90	0.000	27.640	16.260	13.010	2.870	1.00	1.00	0.59

Fuente: elaboración propia

Los factores de carga, fueron calculados por medio de las fórmulas planteadas por Meyerhof y Vesic.

Tabla 54 Capacidades admisibles según el RNE para suelos tipo SP

TIPO DE CIMENTACIÓN	Df M	B M	$\gamma_1 = \gamma_2$ g/cm ³	C kg/cm ²	ϕ	l_q	l_y	S_y	N_q	N_γ	qult kg/cm ²	Fs	qad kg/cm ²
ZAPATAS CUADRADAS	0.80	1.00	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.80	3.88	1.12	0.64	3.00	0.21
	0.80	1.20	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.80	3.88	1.12	0.66	3.00	0.22
	0.80	1.50	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.80	3.88	1.12	0.70	3.00	0.23
	1.00	1.00	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.80	3.88	1.12	0.76	3.00	0.25
	1.00	1.20	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.80	3.88	1.12	0.78	3.00	0.26
	1.00	1.50	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.80	3.88	1.12	0.81	3.00	0.27
	1.20	1.00	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.80	3.88	1.12	0.88	3.00	0.29
	1.20	1.20	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.80	3.88	1.12	0.90	3.00	0.30
	1.20	1.50	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.80	3.88	1.12	0.93	3.00	0.31
	1.50	1.00	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.80	3.88	1.12	1.05	3.00	0.35
	1.50	1.20	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.80	3.88	1.12	1.07	3.00	0.36
	1.50	1.50	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.80	3.88	1.12	1.11	3.00	0.37
	2.00	1.00	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.80	3.88	1.12	1.34	3.00	0.45
	2.00	1.20	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.80	3.88	1.12	1.37	3.00	0.46
	2.00	1.50	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.80	3.88	1.12	1.40	3.00	0.47
	2.50	1.00	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.80	3.88	1.12	1.64	3.00	0.55
	2.50	1.20	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.80	3.88	1.12	1.66	3.00	0.55
2.50	1.50	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.80	3.88	1.12	1.69	3.00	0.56	
3.00	1.00	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.80	3.88	1.12	1.93	3.00	0.64	
CIMIENTO CORRIDO	0.80	0.60	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.88	3.88	1.12	0.60	3.00	0.20
	0.80	0.80	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.84	3.88	1.12	0.62	3.00	0.21
	1.00	0.60	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.88	3.88	1.12	0.72	3.00	0.24
	1.00	0.80	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.84	3.88	1.12	0.74	3.00	0.25
	1.20	0.60	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.88	3.88	1.12	0.84	3.00	0.28
	1.20	0.80	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.84	3.88	1.12	0.86	3.00	0.29
	1.50	0.60	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.88	3.88	1.12	1.01	3.00	0.34
	1.50	0.80	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.84	3.88	1.12	1.03	3.00	0.34
	2.00	0.60	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.88	3.88	1.12	1.31	3.00	0.44
	2.00	0.80	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.84	3.88	1.12	1.32	3.00	0.44
	2.50	0.60	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.88	3.88	1.12	1.60	3.00	0.53
	2.50	0.80	1.51	0.00	28.09	1.00	1.00	0.84	3.88	1.12	1.62	3.00	0.54

Fuente: elaboración propia

Tabla 55 Capacidad admisible en suelos SP – QUALITY PAVEMENTS (Terzaghi – Vesic)

TIPO DE CIMENTACIÓN	Df m	B M	γ g/cm ³	C kg/cm ²	ϕ	Nc	Sc	Sy	Nq	Sq	Ny	qult kg/cm ²	Fs	qad kg/cm ²
ZAPATAS CUADRADAS	0.80	1.00	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.37	1.12	0.69	3.00	0.23
	0.80	1.20	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.37	1.12	0.70	3.00	0.23
	0.80	1.50	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.37	1.12	0.72	3.00	0.24
	1.00	1.00	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.37	1.12	0.85	3.00	0.28
	1.00	1.20	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.37	1.12	0.86	3.00	0.29
	1.00	1.50	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.37	1.12	0.88	3.00	0.29
	1.20	1.00	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.37	1.12	1.02	3.00	0.34
	1.20	1.20	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.37	1.12	1.03	3.00	0.34
	1.20	1.50	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.37	1.12	1.04	3.00	0.35
	1.50	1.00	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.37	1.12	1.26	3.00	0.42
	1.50	1.20	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.37	1.12	1.27	3.00	0.42
	1.50	1.50	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.37	1.12	1.28	3.00	0.43
	2.00	1.00	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.37	1.12	1.66	3.00	0.55
	2.00	1.20	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.37	1.12	1.67	3.00	0.56
	2.00	1.50	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.37	1.12	1.68	3.00	0.56
	2.50	1.00	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.37	1.12	2.06	3.00	0.69
	2.50	1.20	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.37	1.12	2.07	3.00	0.69
	2.50	1.50	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.37	1.12	2.09	3.00	0.70
3.00	1.00	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.37	1.12	2.46	3.00	0.82	
CORRIDAS	0.80	0.60	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.00	1.12	0.50	3.00	0.17
	0.80	0.80	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.00	1.12	0.51	3.00	0.17
	1.00	0.60	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.00	1.12	0.62	3.00	0.21
	1.00	0.80	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.00	1.12	0.63	3.00	0.21
	1.20	0.60	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.00	1.12	0.73	3.00	0.24
	1.20	0.80	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.00	1.12	0.74	3.00	0.25
	1.50	0.60	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.00	1.12	0.91	3.00	0.30
	1.50	0.80	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.00	1.12	0.92	3.00	0.31
	2.00	0.60	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.00	1.12	1.20	3.00	0.40
	2.00	0.80	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.00	1.12	1.21	3.00	0.40
	2.50	0.60	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.00	1.12	1.50	3.00	0.50
	2.50	0.80	1.51	0.00	28.09	11.85	1.33	0.60	3.88	1.00	1.12	1.51	3.00	0.50

Fuente: elaboración propia

Tabla 56 Capacidad admisibles según la fórmula de Karl Terzaghi para suelos SP

TIPO DE CIMENTACIÓN	Df M	B M	G g/cm ³	C kg/cm ²	Ø	Nc	Nq	Ny	Qult kg/cm ²	Fs	qad kg/cm ²
ZAPATAS CUADRADAS	0.80	1.00	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	0.54	3.00	0.18
	0.80	1.20	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	0.55	3.00	0.18
	0.80	1.50	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	0.57	3.00	0.19
	1.00	1.00	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	0.65	3.00	0.22
	1.00	1.20	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	0.67	3.00	0.22
	1.00	1.50	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	0.69	3.00	0.23
	1.20	1.00	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	0.77	3.00	0.26
	1.20	1.20	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	0.78	3.00	0.26
	1.20	1.50	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	0.80	3.00	0.27
	1.50	1.00	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	0.95	3.00	0.32
	1.50	1.20	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	0.96	3.00	0.32
	1.50	1.50	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	0.98	3.00	0.33
	2.00	1.00	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	1.24	3.00	0.41
	2.00	1.20	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	1.25	3.00	0.42
	2.00	1.50	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	1.27	3.00	0.42
	2.50	1.00	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	1.53	3.00	0.51
	2.50	1.20	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	1.55	3.00	0.52
2.50	1.50	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	1.57	3.00	0.52	
3.00	1.00	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	1.83	3.00	0.61	
CIMIENTO CORRIDO	0.80	0.60	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	0.52	3.00	0.17
	0.80	0.80	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	0.54	3.00	0.18
	1.00	0.60	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	0.64	3.00	0.21
	1.00	0.80	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	0.65	3.00	0.22
	1.20	0.60	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	0.75	3.00	0.25
	1.20	0.80	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	0.77	3.00	0.26
	1.50	0.60	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	0.93	3.00	0.31
	1.50	0.80	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	0.95	3.00	0.32
	2.00	0.60	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	1.22	3.00	0.41
	2.00	0.80	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	1.24	3.00	0.41
	2.50	0.60	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	1.52	3.00	0.51
	2.50	0.80	1.51	0.00	28.09	11.85	3.88	1.12	1.53	3.00	0.51

Fuente: elaboración propia

Tabla 57 Capacidades admisibles según Meyerhof para suelos tipo SP

TIPO DE CIMENTACIÓN	Df m	B M	γ g/cm3	C kg/cm2	Ø	Nc	Sc	Sy	Nq	Sq	Ny	Dc	dq	Dy	lc	lq	ly	qult kg/cm2	Fs	qad kg/cm2
ZAPATAS CUADRADAS	0.80	1.00	1.51	0.00	28.90	27.64	1.57	1.29	16.26	1.72	13.01	1.27	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	0.51	3.00	0.17
	0.80	1.20	1.51	0.00	28.90	27.64	1.57	1.29	16.26	1.72	13.01	1.23	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	0.53	3.00	0.18
	0.80	1.50	1.51	0.00	28.90	27.64	1.57	1.29	16.26	1.72	13.01	1.18	1.09	1.00	1.00	1.00	1.00	0.56	3.00	0.19
	1.00	1.00	1.51	0.00	28.90	27.64	1.57	1.29	16.26	1.72	13.01	1.34	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	0.62	3.00	0.21
	1.00	1.20	1.51	0.00	28.90	27.64	1.57	1.29	16.26	1.72	13.01	1.28	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	0.63	3.00	0.21
	1.00	1.50	1.51	0.00	28.90	27.64	1.57	1.29	16.26	1.72	13.01	1.23	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	0.66	3.00	0.22
	1.20	1.00	1.51	0.00	28.90	27.64	1.57	1.29	16.26	1.72	13.01	1.41	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	0.74	3.00	0.25
	1.20	1.20	1.51	0.00	28.90	27.64	1.57	1.29	16.26	1.72	13.01	1.34	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	3.00	0.25
	1.20	1.50	1.51	0.00	28.90	27.64	1.57	1.29	16.26	1.72	13.01	1.27	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	0.77	3.00	0.26
	1.50	1.00	1.51	0.00	28.90	27.64	1.57	1.29	16.26	1.72	13.01	1.51	1.25	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	3.00	0.31
	1.50	1.20	1.51	0.00	28.90	27.64	1.57	1.29	16.26	1.72	13.01	1.42	1.21	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	3.00	0.31
	1.50	1.50	1.51	0.00	28.90	27.64	1.57	1.29	16.26	1.72	13.01	1.34	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	0.93	3.00	0.31
	2.00	1.00	1.51	0.00	28.90	27.64	1.57	1.29	16.26	1.72	13.01	1.68	1.34	1.00	1.00	1.00	1.00	1.26	3.00	0.42
	2.00	1.20	1.51	0.00	28.90	27.64	1.57	1.29	16.26	1.72	13.01	1.56	1.28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.24	3.00	0.41
	2.00	1.50	1.51	0.00	28.90	27.64	1.57	1.29	16.26	1.72	13.01	1.45	1.23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.23	3.00	0.41
	2.50	1.00	1.51	0.00	28.90	27.64	1.57	1.29	16.26	1.72	13.01	1.85	1.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.63	3.00	0.54
	2.50	1.20	1.51	0.00	28.90	27.64	1.57	1.29	16.26	1.72	13.01	1.71	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.58	3.00	0.53
	2.50	1.50	1.51	0.00	28.90	27.64	1.57	1.29	16.26	1.72	13.01	1.56	1.28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.55	3.00	0.52
3.00	1.00	1.51	0.00	28.90	27.64	1.57	1.29	16.26	1.72	13.01	2.02	1.51	1.00	1.00	1.00	1.00	2.04	3.00	0.68	
CORRIDAS	0.80	0.60	1.51	0.00	28.90	27.64	1.34	1.17	16.26	1.43	13.01	1.45	1.23	1.00	1.00	1.00	1.00	0.41	3.00	0.14
	0.80	0.80	1.51	0.00	28.90	27.64	1.46	1.23	16.26	1.58	13.01	1.34	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	0.46	3.00	0.15
	1.00	0.60	1.51	0.00	28.90	27.64	1.34	1.17	16.26	1.43	13.01	1.56	1.28	1.00	1.00	1.00	1.00	0.52	3.00	0.17
	1.00	0.80	1.51	0.00	28.90	27.64	1.46	1.23	16.26	1.58	13.01	1.42	1.21	1.00	1.00	1.00	1.00	0.57	3.00	0.19
	1.20	0.60	1.51	0.00	28.90	27.64	1.34	1.17	16.26	1.43	13.01	1.68	1.34	1.00	1.00	1.00	1.00	0.63	3.00	0.21
	1.20	0.80	1.51	0.00	28.90	27.64	1.46	1.23	16.26	1.58	13.01	1.51	1.25	1.00	1.00	1.00	1.00	0.68	3.00	0.23
	1.50	0.60	1.51	0.00	28.90	27.64	1.34	1.17	16.26	1.43	13.01	1.85	1.42	1.00	1.00	1.00	1.00	0.82	3.00	0.27
	1.50	0.80	1.51	0.00	28.90	27.64	1.46	1.23	16.26	1.58	13.01	1.64	1.32	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	3.00	0.29
	2.00	0.60	1.51	0.00	28.90	27.64	1.34	1.17	16.26	1.43	13.01	2.13	1.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.17	3.00	0.39
	2.00	0.80	1.51	0.00	28.90	27.64	1.46	1.23	16.26	1.58	13.01	1.85	1.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.20	3.00	0.40
	2.50	0.60	1.51	0.00	28.9	27.64	1.34	1.17	16.26	1.43	13.01	2.41	1.71	1.00	1.00	1.00	1.00	1.57	3.00	0.52
	2.50	0.80	1.51	0.00	28.9	27.64	1.46	1.23	16.26	1.58	13.01	2.06	1.53	1.00	1.00	1.00	1.00	1.58	3.00	0.53

Fuente: elaboración propia

CAPACIDAD PORTANTE PARA SUELOS SM

Tabla 58 Factores de cargas para suelos tipo SM

Angulo de fricción ϕ	Cohesión c (kg/cm ²)	Corrección de Angulo de fricción Local		FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA FALLA LOCAL				
				Nc	Nq	Ny	Nq/Nc	Tan ϕ
30.05	0.001	0.386	22.10	12.92	4.48	1.55	0.347	0.406

Fuente: elaboración propia

Los factores de carga, fueron obtenido de la tabla 7 (Factores de capacidad de correcciones de carga).

Tabla 59 Factores de carga, inclinación y forma de Meyerhof

Angulo de fricción ϕ	Cohesión c (kg/cm ²)	Corrección de Angulo de fricción Local		FACTORES DE CARGA, PROFUNDIDAD E INCLINACION						
				Nc	Nq	Ny	Kp	ic	Iy	Nq/Nc
30.05	0.001	0.386	22.10	30.260	18.500	15.800	3.000	1.00	1.00	0.61

Fuente: elaboración propia

Tabla 60 Capacidades admisibles según el RNE para suelos tipo SM

TIPO DE CIMENTACIÓN	Df M	B M	g g/cm3	C kg/cm2	Ø	Nc	Nq	Ny	Qult kg/cm2	Fs	Qad kg/cm2
ZAPATAS CUADRADAS	0.80	1.00	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.66	3.00	0.22
	0.80	1.20	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.68	3.00	0.23
	0.80	1.50	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.71	3.00	0.24
	1.00	1.00	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.80	3.00	0.27
	1.00	1.20	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.82	3.00	0.27
	1.00	1.50	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.85	3.00	0.28
	1.20	1.00	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.94	3.00	0.31
	1.20	1.20	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.96	3.00	0.32
	1.20	1.50	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.99	3.00	0.33
	1.50	1.00	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.15	3.00	0.38
	1.50	1.20	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.17	3.00	0.39
	1.50	1.50	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.20	3.00	0.40
	2.00	1.00	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.50	3.00	0.50
	2.00	1.20	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.52	3.00	0.51
	2.00	1.50	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.54	3.00	0.51
	2.50	1.00	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.85	3.00	0.62
	2.50	1.20	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.86	3.00	0.62
2.50	1.50	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.89	3.00	0.63	
3.00	1.00	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	2.20	3.00	0.73	
CIMIENTO CORRIDO	0.80	0.60	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.63	3.00	0.21
	0.80	0.80	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.66	3.00	0.22
	1.00	0.60	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.77	3.00	0.26
	1.00	0.80	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.80	3.00	0.27
	1.20	0.60	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.91	3.00	0.30
	1.20	0.80	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.94	3.00	0.31
	1.50	0.60	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.12	3.00	0.37
	1.50	0.80	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.15	3.00	0.38
	2.00	0.60	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.47	3.00	0.49
	2.00	0.80	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.50	3.00	0.50
	2.50	0.60	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.82	3.00	0.61
	2.50	0.80	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.84	3.00	0.61

Fuente: elaboración propia

Tabla 61 Capacidad admisible en suelos SM – QUALITY PAVEMENTS
(Terzaghi – Vesic)

C CIMENTACIÓN	Df M	B M	γ g/cm3	C kg/cm2	Ø	Nc	Sc	Sy	Nq	Sq	Ny	qult kg/cm2	Fs	qad kg/cm2
ZAPATAS CUADRADAS	0.80	1.00	1.56	0.001	30.05	12.92	1.35	0.60	4.48	1.41	1.55	0.86	3.00	0.29
	0.80	1.20	1.56	0.001	30.05	12.92	1.35	0.60	4.48	1.41	1.55	0.87	3.00	0.29
	0.80	1.50	1.56	0.001	30.05	12.92	1.35	0.60	4.48	1.41	1.55	0.90	3.00	0.30
	1.00	1.00	1.56	0.001	30.05	12.92	1.35	0.60	4.48	1.41	1.55	1.06	3.00	0.35
	1.00	1.20	1.56	0.001	30.05	12.92	1.35	0.60	4.48	1.41	1.55	1.07	3.00	0.36
	1.00	1.50	1.56	0.001	30.05	12.92	1.35	0.60	4.48	1.41	1.55	1.09	3.00	0.36
	1.20	1.00	1.56	0.001	30.05	12.92	1.35	0.60	4.48	1.41	1.55	1.25	3.00	0.42
	1.20	1.20	1.56	0.001	30.05	12.92	1.35	0.60	4.48	1.41	1.55	1.27	3.00	0.42
	1.20	1.50	1.56	0.001	30.05	12.92	1.35	0.60	4.48	1.41	1.55	1.29	3.00	0.43
	1.50	1.00	1.56	0.001	30.05	12.92	1.35	0.60	4.48	1.41	1.55	1.55	3.00	0.52
	1.50	1.20	1.56	0.001	30.05	12.92	1.35	0.60	4.48	1.41	1.55	1.56	3.00	0.52
	1.50	1.50	1.56	0.001	30.05	12.92	1.35	0.60	4.48	1.41	1.55	1.58	3.00	0.53
	2.00	1.00	1.56	0.001	30.05	12.92	1.35	0.60	4.48	1.41	1.55	2.04	3.00	0.68
	2.00	1.20	1.56	0.001	30.05	12.92	1.35	0.60	4.48	1.41	1.55	2.05	3.00	0.68
	2.00	1.50	1.56	0.001	30.05	12.92	1.35	0.60	4.48	1.41	1.55	2.08	3.00	0.69
	2.50	1.00	1.56	0.001	30.05	12.92	1.35	0.60	4.48	1.41	1.55	2.53	3.00	0.84
2.50	1.20	1.56	0.001	30.05	12.92	1.35	0.60	4.48	1.41	1.55	2.55	3.00	0.85	
2.50	1.50	1.56	0.001	30.05	12.92	1.35	0.60	4.48	1.41	1.55	2.57	3.00	0.86	
3.00	1.00	1.56	0.001	30.05	12.92	1.35	0.60	4.48	1.41	1.55	3.02	3.00	1.01	
CIMIENTO CORRIDO	0.80	0.60	1.56	0.001	30.05	12.92	1.00	1.00	4.48	1.00	1.55	0.63	3.00	0.21
	0.80	0.80	1.56	0.001	30.05	12.92	1.00	1.00	4.48	1.00	1.55	0.66	3.00	0.22
	1.00	0.60	1.56	0.001	30.05	12.92	1.00	1.00	4.48	1.00	1.55	0.77	3.00	0.26
	1.00	0.80	1.56	0.001	30.05	12.92	1.00	1.00	4.48	1.00	1.55	0.80	3.00	0.27
	1.20	0.60	1.56	0.001	30.05	12.92	1.00	1.00	4.48	1.00	1.55	0.91	3.00	0.30
	1.20	0.80	1.56	0.001	30.05	12.92	1.00	1.00	4.48	1.00	1.55	0.94	3.00	0.31
	1.50	0.60	1.56	0.001	30.05	12.92	1.00	1.00	4.48	1.00	1.55	1.12	3.00	0.37
	1.50	0.80	1.56	0.001	30.05	12.92	1.00	1.00	4.48	1.00	1.55	1.15	3.00	0.38
	2.00	0.60	1.56	0.001	30.05	12.92	1.00	1.00	4.48	1.00	1.55	1.47	3.00	0.49
	2.00	0.80	1.56	0.001	30.05	12.92	1.00	1.00	4.48	1.00	1.55	1.50	3.00	0.50
	2.50	0.60	1.56	0.001	30.05	12.92	1.00	1.00	4.48	1.00	1.55	1.82	3.00	0.61
	2.50	0.80	1.56	0.001	30.05	12.92	1.00	1.00	4.48	1.00	1.55	1.85	3.00	0.62

Fuente: elaboración propia

Tabla 62 Capacidad admisibles según la fórmula de Karl Terzaghi para suelos SM

TIPO DE CIMENTACIÓN	Df M	B M	g g/cm ³	C kg/cm ²	Ø	Nc	Nq	Ny	qult kg/cm ²	Fs	qad kg/cm ²
ZAPATAS CUADRADAS	0.80	1.00	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.66	3.00	0.22
	0.80	1.20	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.68	3.00	0.23
	0.80	1.50	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.71	3.00	0.24
	1.00	1.00	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.80	3.00	0.27
	1.00	1.20	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.82	3.00	0.27
	1.00	1.50	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.85	3.00	0.28
	1.20	1.00	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.94	3.00	0.31
	1.20	1.20	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.96	3.00	0.32
	1.20	1.50	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.99	3.00	0.33
	1.50	1.00	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.15	3.00	0.38
	1.50	1.20	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.17	3.00	0.39
	1.50	1.50	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.20	3.00	0.40
	2.00	1.00	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.50	3.00	0.50
	2.00	1.20	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.52	3.00	0.51
	2.00	1.50	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.54	3.00	0.51
	2.50	1.00	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.85	3.00	0.62
	2.50	1.20	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.86	3.00	0.62
	2.50	1.50	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.89	3.00	0.63
3.00	1.00	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	2.20	3.00	0.73	
CIMIENTO CORRIDO	0.80	0.60	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.63	3.00	0.21
	0.80	0.80	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.66	3.00	0.22
	1.00	0.60	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.77	3.00	0.26
	1.00	0.80	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.80	3.00	0.27
	1.20	0.60	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.91	3.00	0.30
	1.20	0.80	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	0.94	3.00	0.31
	1.50	0.60	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.12	3.00	0.37
	1.50	0.80	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.15	3.00	0.38
	2.00	0.60	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.47	3.00	0.49
	2.00	0.80	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.50	3.00	0.50
	2.50	0.60	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.82	3.00	0.61
	2.50	0.80	1.56	0.001	30.05	12.92	4.48	1.55	1.84	3.00	0.61

Fuente: elaboración propia

Tabla 63 Capacidades admisibles según Meyerhof para suelos tipo SM

TIPO DE CIMENTACIÓN	Df m	B M	γ g/cm ³	C kg/cm ²	ϕ	Nc	Sc	Sy	Nq	Sq	Ny	Dc	dq	dy	lc	lq	ly	qult kg/cm ²	Fs	qad kg/cm ²
ZAPATAS CUADRADAS	0.80	1.00	1.56	0.001	30.05	30.26	1.60	1.30	18.50	1.11	15.80	1.28	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	0.45	3.00	0.15
	0.80	1.20	1.56	0.001	30.05	30.26	1.60	1.30	18.50	1.11	15.80	1.23	1.12	1.00	4.00	4.00	1.00	1.33	3.00	0.44
	0.80	1.50	1.56	0.001	30.05	30.26	1.60	1.30	18.50	1.11	15.80	1.18	1.09	1.00	1.00	1.00	1.00	0.52	3.00	0.17
	1.00	1.00	1.56	0.001	30.05	30.26	1.60	1.30	18.50	1.11	15.80	1.35	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	0.54	3.00	0.18
	1.00	1.20	1.56	0.001	30.05	30.26	1.60	1.30	18.50	1.11	15.80	1.29	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	0.56	3.00	0.19
	1.00	1.50	1.56	0.001	30.05	30.26	1.60	1.30	18.50	1.11	15.80	1.23	1.12	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	3.00	0.20
	1.20	1.00	1.56	0.001	30.05	30.26	1.60	1.30	18.50	1.11	15.80	1.42	1.21	1.00	1.00	1.00	1.00	0.62	3.00	0.21
	1.20	1.20	1.56	0.001	30.05	30.26	1.60	1.30	18.50	1.11	15.80	1.35	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	0.64	3.00	0.21
	1.20	1.50	1.56	0.001	30.05	30.26	1.60	1.30	18.50	1.11	15.80	1.28	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	0.68	3.00	0.23
	1.50	1.00	1.56	0.001	30.05	30.26	1.60	1.30	18.50	1.11	15.80	1.52	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	0.76	3.00	0.25
	1.50	1.20	1.56	0.001	30.05	30.26	1.60	1.30	18.50	1.11	15.80	1.43	1.22	1.00	1.00	1.00	1.00	0.78	3.00	0.26
	1.50	1.50	1.56	0.001	30.05	30.26	1.60	1.30	18.50	1.11	15.80	1.35	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	3.00	0.27
	2.00	1.00	1.56	0.001	30.05	30.26	1.60	1.30	18.50	1.11	15.80	1.69	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.02	3.00	0.34
	2.00	1.20	1.56	0.001	30.05	30.26	1.60	1.30	18.50	1.11	15.80	1.58	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	1.02	3.00	0.34
	2.00	1.50	1.56	0.001	30.05	30.26	1.60	1.30	18.50	1.11	15.80	1.46	1.23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.03	3.00	0.34
	2.50	1.00	1.56	0.001	30.05	30.26	1.60	1.30	18.50	1.11	15.80	1.87	1.43	1.00	1.00	1.00	1.00	1.31	3.00	0.44
	2.50	1.20	1.56	0.001	30.05	30.26	1.60	1.30	18.50	1.11	15.80	1.72	1.36	1.00	1.00	1.00	1.00	1.28	3.00	0.43
	2.50	1.50	1.56	0.001	30.05	30.26	1.60	1.30	18.50	1.11	15.80	1.58	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	1.27	3.00	0.42
3.00	1.00	1.56	0.001	30.05	30.26	1.60	1.30	18.50	1.11	15.80	2.04	1.52	1.00	1.00	1.00	1.00	1.62	3.00	0.54	
CIMENTO CORRIDO	0.80	0.60	1.56	0.001	30.05	30.26	1.36	1.18	18.50	1.11	15.80	1.46	1.23	1.00	1.00	1.00	1.00	0.40	3.00	0.13
	0.80	0.80	1.56	0.001	30.05	30.26	1.48	1.24	18.50	1.11	15.80	1.35	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	0.42	3.00	0.14
	1.00	0.60	1.56	0.001	30.05	30.26	1.36	1.18	18.50	1.11	15.80	1.58	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	3.00	0.17
	1.00	0.80	1.56	0.001	30.05	30.26	1.48	1.24	18.50	1.11	15.80	1.43	1.22	1.00	1.00	1.00	1.00	0.51	3.00	0.17
	1.20	0.60	1.56	0.001	30.05	30.26	1.36	1.18	18.50	1.11	15.80	1.69	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	3.00	0.20
	1.20	0.80	1.56	0.001	30.05	30.26	1.48	1.24	18.50	1.11	15.80	1.52	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	0.61	3.00	0.20
	1.50	0.60	1.56	0.001	30.05	30.26	1.36	1.18	18.50	1.11	15.80	1.87	1.43	1.00	1.00	1.00	1.00	0.77	3.00	0.26
	1.50	0.80	1.56	0.001	30.05	30.26	1.48	1.24	18.50	1.11	15.80	1.65	1.32	1.00	1.00	1.00	1.00	0.76	3.00	0.25
	2.00	0.60	1.56	0.001	30.05	30.26	1.36	1.18	18.50	1.11	15.80	2.15	1.58	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	3.00	0.37
	2.00	0.80	1.56	0.001	30.05	30.26	1.48	1.24	18.50	1.11	15.80	1.87	1.43	1.00	1.00	1.00	1.00	1.04	3.00	0.35
	2.50	0.60	1.56	0.001	30.05	30.26	1.36	1.18	18.50	1.11	15.80	2.44	1.72	1.00	1.00	1.00	1.00	1.46	3.00	0.49
	2.50	0.80	1.56	0.001	30.05	30.26	1.48	1.24	18.50	1.11	15.80	2.08	1.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.35	3.00	0.45

Fuente: elaboración propia

CAPACIDAD PORTANTE PARA SUELOS SP - SM

Tabla 64 Factores de carga para suelos SP - SM

Angulo de fricción ϕ	cohesión c (kg/cm ²)	Corrección de Angulo de fricción Local		FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA FALLA LOCAL				
				Nc	Nq	Ny (Vesic)	iq	iy
28.81	0.006	0.367	21.01	12.370	4.270	1.350	1.000	1.000

Fuente: elaboración propia

Los factores de carga, fueron obtenido de la tabla 7 (Factores de capacidad de correcciones de carga).

Tabla 65 Factores de carga, inclinación y forma de Meyerhof

Angulo de fricción ϕ	cohesión c (kg/cm ²)	Corrección de Angulo de fricción Local		FACTORES DE CARGA, PROFUNDIDAD E INCLINACION						
				Nc	Nq	Ny	Kp	ic	iy	Nq/Nc
28.81	0.006	0.367	21.01	27.430	16.080	12.800	2.860	1.00	1.00	0.59

Fuente: elaboración propia

Tabla 66 Capacidades admisibles según el RNE para suelos tipo SP-SM

TIPO DE CIMENTACIÓN	Df M	B M	$\gamma_1 = \gamma_2$ g/cm ³	C kg/cm ²	ϕ	l_q	l_y	S_y	N_q	N_y	qult kg/cm ²	Fs	qad kg/cm ²
ZAPATAS CUADRADAS	0.80	1.00	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.80	4.27	1.35	0.68	3.00	0.23
	0.80	1.20	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.80	4.27	1.35	0.70	3.00	0.23
	0.80	1.50	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.80	4.27	1.35	0.74	3.00	0.25
	1.00	1.00	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.80	4.27	1.35	0.80	3.00	0.27
	1.00	1.20	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.80	4.27	1.35	0.83	3.00	0.28
	1.00	1.50	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.80	4.27	1.35	0.87	3.00	0.29
	1.20	1.00	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.80	4.27	1.35	0.92	3.00	0.31
	1.20	1.20	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.80	4.27	1.35	0.95	3.00	0.32
	1.20	1.50	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.80	4.27	1.35	0.99	3.00	0.33
	1.50	1.00	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.80	4.27	1.35	1.10	3.00	0.37
	1.50	1.20	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.80	4.27	1.35	1.13	3.00	0.38
	1.50	1.50	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.80	4.27	1.35	1.17	3.00	0.39
	2.00	1.00	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.80	4.27	1.35	1.40	3.00	0.47
	2.00	1.20	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.80	4.27	1.35	1.43	3.00	0.48
	2.00	1.50	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.80	4.27	1.35	1.47	3.00	0.49
	2.50	1.00	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.80	4.27	1.35	1.71	3.00	0.57
	2.50	1.20	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.80	4.27	1.35	1.73	3.00	0.58
2.50	1.50	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.80	4.27	1.35	1.78	3.00	0.59	
3.00	1.00	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.80	4.27	1.35	2.01	3.00	0.67	
CIMENTO CORRIDO	0.80	0.60	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.88	4.27	1.35	0.63	3.00	0.21
	0.80	0.80	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.84	4.27	1.35	0.65	3.00	0.22
	1.00	0.60	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.88	4.27	1.35	0.75	3.00	0.25
	1.00	0.80	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.84	4.27	1.35	0.77	3.00	0.26
	1.20	0.60	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.88	4.27	1.35	0.87	3.00	0.29
	1.20	0.80	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.84	4.27	1.35	0.90	3.00	0.30
	1.50	0.60	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.88	4.27	1.35	1.05	3.00	0.35
	1.50	0.80	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.84	4.27	1.35	1.08	3.00	0.36
	2.00	0.60	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.88	4.27	1.35	1.36	3.00	0.45
	2.00	0.80	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.84	4.27	1.35	1.38	3.00	0.46
	2.50	0.60	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.88	4.27	1.35	1.66	3.00	0.55
	2.50	0.80	1.42	0.006	28.81	1.00	1.00	0.84	4.27	1.35	1.68	3.00	0.56

Fuente: elaboración propia

Tabla 67 Capacidad admisible en suelos SP-SM – QUALITY PAVEMENTS
(Terzaghi – Vesic)

C CIMENTACIÓN	Df m	B M	γ g/cm3	C kg/cm2	Ø	Nc	Sc	Sy	Nq	Sq	Ny	qult kg/cm2	Fs	qad kg/cm2
ZAPATAS CUADRADAS	0.80	1.00	1.42	0.006	28.81	12.37	1.35	0.60	4.27	1.38	1.35	0.74	3.00	0.25
	0.80	1.20	1.42	0.006	28.81	12.37	1.35	0.60	4.27	1.38	1.35	0.75	3.00	0.25
	0.80	1.50	1.42	0.006	28.81	12.37	1.35	0.60	4.27	1.38	1.35	0.77	3.00	0.26
	1.00	1.00	1.42	0.006	28.81	12.37	1.35	0.60	4.27	1.38	1.35	0.91	3.00	0.30
	1.00	1.20	1.42	0.006	28.81	12.37	1.35	0.60	4.27	1.38	1.35	0.92	3.00	0.31
	1.00	1.50	1.42	0.006	28.81	12.37	1.35	0.60	4.27	1.38	1.35	0.94	3.00	0.31
	1.20	1.00	1.42	0.006	28.81	12.37	1.35	0.60	4.27	1.38	1.35	1.07	3.00	0.36
	1.20	1.20	1.42	0.006	28.81	12.37	1.35	0.60	4.27	1.38	1.35	1.09	3.00	0.36
	1.20	1.50	1.42	0.006	28.81	12.37	1.35	0.60	4.27	1.38	1.35	1.10	3.00	0.37
	1.50	1.00	1.42	0.006	28.81	12.37	1.35	0.60	4.27	1.38	1.35	1.33	3.00	0.44
	1.50	1.20	1.42	0.006	28.81	12.37	1.35	0.60	4.27	1.38	1.35	1.34	3.00	0.45
	1.50	1.50	1.42	0.006	28.81	12.37	1.35	0.60	4.27	1.38	1.35	1.36	3.00	0.45
	2.00	1.00	1.42	0.006	28.81	12.37	1.35	0.60	4.27	1.38	1.35	1.75	3.00	0.58
	2.00	1.20	1.42	0.006	28.81	12.37	1.35	0.60	4.27	1.38	1.35	1.76	3.00	0.59
	2.00	1.50	1.42	0.006	28.81	12.37	1.35	0.60	4.27	1.38	1.35	1.77	3.00	0.59
	2.50	1.00	1.42	0.006	28.81	12.37	1.35	0.60	4.27	1.38	1.35	2.17	3.00	0.72
	2.50	1.20	1.42	0.006	28.81	12.37	1.35	0.60	4.27	1.38	1.35	2.18	3.00	0.73
2.50	1.50	1.42	0.006	28.81	12.37	1.35	0.60	4.27	1.38	1.35	2.19	3.00	0.73	
3.00	1.00	1.42	0.006	28.81	12.37	1.35	0.60	4.27	1.38	1.35	2.59	3.00	0.86	
CIMIENTO CORRIDOS	0.80	0.60	1.42	0.006	28.81	12.37	1.00	1.00	4.27	1.00	1.35	0.55	3.00	0.18
	0.80	0.80	1.42	0.006	28.81	12.37	1.00	1.00	4.27	1.00	1.35	0.57	3.00	0.19
	1.00	0.60	1.42	0.006	28.81	12.37	1.00	1.00	4.27	1.00	1.35	0.67	3.00	0.22
	1.00	0.80	1.42	0.006	28.81	12.37	1.00	1.00	4.27	1.00	1.35	0.69	3.00	0.23
	1.20	0.60	1.42	0.006	28.81	12.37	1.00	1.00	4.27	1.00	1.35	0.79	3.00	0.26
	1.20	0.80	1.42	0.006	28.81	12.37	1.00	1.00	4.27	1.00	1.35	0.81	3.00	0.27
	1.50	0.60	1.42	0.006	28.81	12.37	1.00	1.00	4.27	1.00	1.35	0.97	3.00	0.32
	1.50	0.80	1.42	0.006	28.81	12.37	1.00	1.00	4.27	1.00	1.35	0.99	3.00	0.33
	2.00	0.60	1.42	0.006	28.81	12.37	1.00	1.00	4.27	1.00	1.35	1.28	3.00	0.43
	2.00	0.80	1.42	0.006	28.81	12.37	1.00	1.00	4.27	1.00	1.35	1.30	3.00	0.43
	2.50	0.60	1.42	0.006	28.81	12.37	1.00	1.00	4.27	1.00	1.35	1.58	3.00	0.53
	2.50	0.80	1.42	0.006	28.81	12.37	1.00	1.00	4.27	1.00	1.35	1.60	3.00	0.53

Fuente: elaboración propia

Tabla 68 Capacidad admisibles según la fórmula de Karl Terzaghi para suelos SP-SM

TIPO DE CIMENTACIÓN	Df M	B M	G g/cm ³	C kg/cm ²	Ø	Nc	Nq	Ny	qult kg/cm ²	Fs	qad kg/cm ²
ZAPATAS CUADRADAS	0.80	1.00	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	0.57	3.00	0.19
	0.80	1.20	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	0.59	3.00	0.20
	0.80	1.50	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	0.61	3.00	0.20
	1.00	1.00	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	0.69	3.00	0.23
	1.00	1.20	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	0.71	3.00	0.24
	1.00	1.50	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	0.73	3.00	0.24
	1.20	1.00	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	0.81	3.00	0.27
	1.20	1.20	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	0.83	3.00	0.28
	1.20	1.50	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	0.85	3.00	0.28
	1.50	1.00	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	1.00	3.00	0.33
	1.50	1.20	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	1.01	3.00	0.34
	1.50	1.50	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	1.03	3.00	0.34
	2.00	1.00	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	1.30	3.00	0.43
	2.00	1.20	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	1.31	3.00	0.44
	2.00	1.50	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	1.34	3.00	0.45
	2.50	1.00	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	1.60	3.00	0.53
	2.50	1.20	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	1.62	3.00	0.54
	2.50	1.50	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	1.64	3.00	0.55
3.00	1.00	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	1.91	3.00	0.64	
CIMIENTO CORRIDO	0.80	0.60	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	0.55	3.00	0.18
	0.80	0.80	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	0.57	3.00	0.19
	1.00	0.60	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	0.67	3.00	0.22
	1.00	0.80	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	0.69	3.00	0.23
	1.20	0.60	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	0.79	3.00	0.26
	1.20	0.80	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	0.81	3.00	0.27
	1.50	0.60	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	0.97	3.00	0.32
	1.50	0.80	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	0.99	3.00	0.33
	2.00	0.60	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	1.28	3.00	0.43
	2.00	0.80	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	1.29	3.00	0.43
	2.50	0.60	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	1.58	3.00	0.53
	2.50	0.80	1.42	0.006	28.81	12.37	4.27	1.35	1.60	3.00	0.53

Fuente: elaboración propia

Tabla 69 Capacidades admisibles según Meyerhof para suelos tipo SP-SM

TIPO DE CIMENTACIÓN	Df m	B m	γ g/cm ³	C kg/cm ²	ϕ	Nc	Sc	Sy	Nq	Sq	Ny	Dc	dq	Dy	lc	lq	ly	qult kg/cm ²	Fs	Qad kg/cm ²
ZAPATAS CUADRADAS	0.80	1.00	1.42	0.006	28.81	27.43	1.57	1.29	16.08	1.55	12.80	1.27	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	0.44	3.00	0.15
	0.80	1.20	1.42	0.006	28.81	27.43	1.57	1.29	16.08	1.55	12.80	1.23	1.11	1.00	4.00	4.00	1.00	1.41	3.00	0.47
	0.80	1.50	1.42	0.006	28.81	27.43	1.57	1.29	16.08	1.55	12.80	1.18	1.09	1.00	1.00	1.00	1.00	0.49	3.00	0.16
	1.00	1.00	1.42	0.006	28.81	27.43	1.57	1.29	16.08	1.55	12.80	1.34	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	0.53	3.00	0.18
	1.00	1.20	1.42	0.006	28.81	27.43	1.57	1.29	16.08	1.55	12.80	1.28	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	0.55	3.00	0.18
	1.00	1.50	1.42	0.006	28.81	27.43	1.57	1.29	16.08	1.55	12.80	1.23	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	0.57	3.00	0.19
	1.20	1.00	1.42	0.006	28.81	27.43	1.57	1.29	16.08	1.55	12.80	1.41	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	0.63	3.00	0.21
	1.20	1.20	1.42	0.006	28.81	27.43	1.57	1.29	16.08	1.55	12.80	1.34	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	0.64	3.00	0.21
	1.20	1.50	1.42	0.006	28.81	27.43	1.57	1.29	16.08	1.55	12.80	1.27	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	0.66	3.00	0.22
	1.50	1.00	1.42	0.006	28.81	27.43	1.57	1.29	16.08	1.55	12.80	1.51	1.25	1.00	1.00	1.00	1.00	0.79	3.00	0.26
	1.50	1.20	1.42	0.006	28.81	27.43	1.57	1.29	16.08	1.55	12.80	1.42	1.21	1.00	1.00	1.00	1.00	0.79	3.00	0.26
	1.50	1.50	1.42	0.006	28.81	27.43	1.57	1.29	16.08	1.55	12.80	1.34	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	3.00	0.27
	2.00	1.00	1.42	0.006	28.81	27.43	1.57	1.29	16.08	1.55	12.80	1.68	1.34	1.00	1.00	1.00	1.00	1.07	3.00	0.36
	2.00	1.20	1.42	0.006	28.81	27.43	1.57	1.29	16.08	1.55	12.80	1.56	1.28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.05	3.00	0.35
	2.00	1.50	1.42	0.006	28.81	27.43	1.57	1.29	16.08	1.55	12.80	1.45	1.23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.05	3.00	0.35
	2.50	1.00	1.42	0.006	28.81	27.43	1.57	1.29	16.08	1.55	12.80	1.85	1.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.38	3.00	0.46
	2.50	1.20	1.42	0.006	28.81	27.43	1.57	1.29	16.08	1.55	12.80	1.70	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.34	3.00	0.45
2.50	1.50	1.42	0.006	28.81	27.43	1.57	1.29	16.08	1.55	12.80	1.56	1.28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.31	3.00	0.44	
3.00	1.00	1.42	0.006	28.81	27.43	1.57	1.29	16.08	1.55	12.80	2.01	1.51	1.00	1.00	1.00	1.00	1.72	3.00	0.57	
CIMENTO CORRIDOS	0.80	0.60	1.42	0.006	28.81	27.43	1.34	1.17	16.08	1.55	12.80	1.45	1.23	1.00	1.00	1.00	1.00	0.41	3.00	0.14
	0.80	0.80	1.42	0.006	28.81	27.43	1.46	1.23	16.08	1.55	12.80	1.34	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	0.42	3.00	0.14
	1.00	0.60	1.42	0.006	28.81	27.43	1.34	1.17	16.08	1.55	12.80	1.56	1.28	1.00	1.00	1.00	1.00	0.52	3.00	0.17
	1.00	0.80	1.42	0.006	28.81	27.43	1.46	1.23	16.08	1.55	12.80	1.42	1.21	1.00	1.00	1.00	1.00	0.52	3.00	0.17
	1.20	0.60	1.42	0.006	28.81	27.43	1.34	1.17	16.08	1.55	12.80	1.68	1.34	1.00	1.00	1.00	1.00	0.64	3.00	0.21
	1.20	0.80	1.42	0.006	28.81	27.43	1.46	1.23	16.08	1.55	12.80	1.51	1.25	1.00	1.00	1.00	1.00	0.63	3.00	0.21
	1.50	0.60	1.42	0.006	28.81	27.43	1.34	1.17	16.08	1.55	12.80	1.85	1.42	1.00	1.00	1.00	1.00	0.82	3.00	0.27
	1.50	0.80	1.42	0.006	28.81	27.43	1.46	1.23	16.08	1.55	12.80	1.63	1.32	1.00	1.00	1.00	1.00	0.79	3.00	0.26
	2.00	0.60	1.42	0.006	28.81	27.43	1.34	1.17	16.08	1.55	12.80	2.13	1.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.18	3.00	0.39
	2.00	0.80	1.42	0.006	28.81	27.43	1.46	1.23	16.08	1.55	12.80	1.85	1.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	3.00	0.37
	2.50	0.60	1.42	0.006	28.81	27.43	1.34	1.17	16.08	1.55	12.80	2.41	1.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.58	3.00	0.53
	2.50	0.80	1.42	0.006	28.81	27.43	1.46	1.23	16.08	1.55	12.80	2.06	1.53	1.00	1.00	1.00	1.00	1.45	3.00	0.48

Fuente: elaboración propia

CAPACIDAD ADMISIBLE PARA SUELOS SC

Tabla 70 Factores de capacidad de carga para suelos tipo SC

Angulo de fricción ϕ	cohesión c (kg/cm ²)	Corrección de Angulo de fricción Local		FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA FALLA LOCAL				
				Nc	Nq	Ny (Vesic)	iq	Iy
26.71	0.000	0.335	19.22	11.360	3.610	1.030	1.000	1.000

Fuente: elaboración propia

Los factores de carga, fueron obtenido de la tabla 7 (Factores de capacidad de correcciones de carga).

Tabla 71 Factores de carga, inclinación y forma de Meyerhof

Angulo de fricción ϕ	Cohesión c (kg/cm ²)	Corrección de Angulo de fricción Local		FACTORES DE CARGA, PROFUNDIDAD E INCLINACION						
				Nc	Nq	Ny	Kp	ic	Iy	Nq/Nc
26.71	0.006	0.335	19.22	23.440	12.790	9.010	2.600	1.00	1.00	0.55

Fuente: elaboración propia

Tabla 72 Capacidades admisibles según el RNE para suelos tipo SC

TIPO DE CIMENTACIÓN	Df M	B M	$\gamma_1 = \gamma_2$ g/cm ³	C kg/cm ²	ϕ	i _q	i _y	S _y	N _q	N _y	Qult kg/cm ²	F _s	qad kg/cm ²
ZAPATAS CUADRADAS	0.80	1.00	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.80	3.61	1.03	0.65	3.00	0.22
	0.80	1.20	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.80	3.61	1.03	0.67	3.00	0.22
	0.80	1.50	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.80	3.61	1.03	0.70	3.00	0.23
	1.00	1.00	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.80	3.61	1.03	0.77	3.00	0.26
	1.00	1.20	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.80	3.61	1.03	0.79	3.00	0.26
	1.00	1.50	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.80	3.61	1.03	0.82	3.00	0.27
	1.20	1.00	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.80	3.61	1.03	0.89	3.00	0.30
	1.20	1.20	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.80	3.61	1.03	0.91	3.00	0.30
	1.20	1.50	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.80	3.61	1.03	0.94	3.00	0.31
	1.50	1.00	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.80	3.61	1.03	1.07	3.00	0.36
	1.50	1.20	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.80	3.61	1.03	1.09	3.00	0.36
	1.50	1.50	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.80	3.61	1.03	1.12	3.00	0.37
	2.00	1.00	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.80	3.61	1.03	1.37	3.00	0.46
	2.00	1.20	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.80	3.61	1.03	1.39	3.00	0.46
	2.00	1.50	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.80	3.61	1.03	1.42	3.00	0.47
	2.50	1.00	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.80	3.61	1.03	1.67	3.00	0.56
	2.50	1.20	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.80	3.61	1.03	1.69	3.00	0.56
2.50	1.50	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.80	3.61	1.03	1.72	3.00	0.57	
3.00	1.00	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.80	3.61	1.03	1.97	3.00	0.66	
CIMENTO CORRIDO	0.80	0.60	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.88	3.61	1.03	0.61	3.00	0.20
	0.80	0.80	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.84	3.61	1.03	0.63	3.00	0.21
	1.00	0.60	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.88	3.61	1.03	0.73	3.00	0.24
	1.00	0.80	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.84	3.61	1.03	0.75	3.00	0.25
	1.20	0.60	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.88	3.61	1.03	0.85	3.00	0.28
	1.20	0.80	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.84	3.61	1.03	0.87	3.00	0.29
	1.50	0.60	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.88	3.61	1.03	1.03	3.00	0.34
	1.50	0.80	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.84	3.61	1.03	1.05	3.00	0.35
	2.00	0.60	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.88	3.61	1.03	1.33	3.00	0.44
	2.00	0.80	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.84	3.61	1.03	1.35	3.00	0.45
	2.50	0.60	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.88	3.61	1.03	1.63	3.00	0.54
	2.50	0.80	1.66	0.000	26.71	1.00	1.00	0.84	3.61	1.03	1.65	3.00	0.55

Fuente: elaboración propia

Tabla 73 Capacidad admisible en suelos SC – QUALITY PAVEMENTS (Terzaghi – Vesic)

C	Df	B	γ	C	ϕ	Nc	Sc	Sy	Nq	Sq	Ny	qult	Fs	qad
CIMENTACIÓN	M	M	g/cm ³	kg/cm ²								kg/cm ²		kg/cm ²
ZAPATAS CUADRADAS	0.80	1.00	1.66	0.000	26.71	11.36	1.32	0.60	3.61	1.35	1.03	0.70	3.00	0.23
	0.80	1.20	1.66	0.000	26.71	11.36	1.32	0.60	3.61	1.35	1.03	0.71	3.00	0.24
	0.80	1.50	1.66	0.000	26.71	11.36	1.32	0.60	3.61	1.35	1.03	0.72	3.00	0.24
	1.00	1.00	1.66	0.000	26.71	11.36	1.32	0.60	3.61	1.35	1.03	0.86	3.00	0.29
	1.00	1.20	1.66	0.000	26.71	11.36	1.32	0.60	3.61	1.35	1.03	0.87	3.00	0.29
	1.00	1.50	1.66	0.000	26.71	11.36	1.32	0.60	3.61	1.35	1.03	0.89	3.00	0.30
	1.20	1.00	1.66	0.000	26.71	11.36	1.32	0.60	3.61	1.35	1.03	1.02	3.00	0.34
	1.20	1.20	1.66	0.000	26.71	11.36	1.32	0.60	3.61	1.35	1.03	1.03	3.00	0.34
	1.20	1.50	1.66	0.000	26.71	11.36	1.32	0.60	3.61	1.35	1.03	1.05	3.00	0.35
	1.50	1.00	1.66	0.000	26.71	11.36	1.32	0.60	3.61	1.35	1.03	1.26	3.00	0.42
	1.50	1.20	1.66	0.000	26.71	11.36	1.32	0.60	3.61	1.35	1.03	1.27	3.00	0.42
	1.50	1.50	1.66	0.000	26.71	11.36	1.32	0.60	3.61	1.35	1.03	1.29	3.00	0.43
	2.00	1.00	1.66	0.000	26.71	11.36	1.32	0.60	3.61	1.35	1.03	1.67	3.00	0.56
	2.00	1.20	1.66	0.000	26.71	11.36	1.32	0.60	3.61	1.35	1.03	1.68	3.00	0.56
	2.00	1.50	1.66	0.000	26.71	11.36	1.32	0.60	3.61	1.35	1.03	1.69	3.00	0.56
	2.50	1.00	1.66	0.000	26.71	11.36	1.32	0.60	3.61	1.35	1.03	2.07	3.00	0.69
	2.50	1.20	1.66	0.000	26.71	11.36	1.32	0.60	3.61	1.35	1.03	2.08	3.00	0.69
2.50	1.50	1.66	0.000	26.71	11.36	1.32	0.60	3.61	1.35	1.03	2.10	3.00	0.70	
3.00	1.00	1.66	0.000	26.71	11.36	1.32	0.60	3.61	1.35	1.03	2.48	3.00	0.83	
CIMIENTO CORRIDO	0.80	0.60	1.66	0.000	26.71	11.36	1.00	1.00	3.61	1.00	1.03	0.53	3.00	0.18
	0.80	0.80	1.66	0.000	26.71	11.36	1.00	1.00	3.61	1.00	1.03	0.55	3.00	0.18
	1.00	0.60	1.66	0.000	26.71	11.36	1.00	1.00	3.61	1.00	1.03	0.65	3.00	0.22
	1.00	0.80	1.66	0.000	26.71	11.36	1.00	1.00	3.61	1.00	1.03	0.67	3.00	0.22
	1.20	0.60	1.66	0.000	26.71	11.36	1.00	1.00	3.61	1.00	1.03	0.77	3.00	0.26
	1.20	0.80	1.66	0.000	26.71	11.36	1.00	1.00	3.61	1.00	1.03	0.79	3.00	0.26
	1.50	0.60	1.66	0.000	26.71	11.36	1.00	1.00	3.61	1.00	1.03	0.95	3.00	0.32
	1.50	0.80	1.66	0.000	26.71	11.36	1.00	1.00	3.61	1.00	1.03	0.97	3.00	0.32
	2.00	0.60	1.66	0.000	26.71	11.36	1.00	1.00	3.61	1.00	1.03	1.25	3.00	0.42
	2.00	0.80	1.66	0.000	26.71	11.36	1.00	1.00	3.61	1.00	1.03	1.27	3.00	0.42
	2.50	0.60	1.66	0.000	26.71	11.36	1.00	1.00	3.61	1.00	1.03	1.55	3.00	0.52
	2.50	0.80	1.66	0.000	26.71	11.36	1.00	1.00	3.61	1.00	1.03	1.57	3.00	0.52

Fuente: elaboración propia

Tabla 74 Capacidad admisibles según la fórmula de Karl Terzaghi para suelos SC

TIPO DE CIMENTACIÓN	Df M	B M	G g/cm ³	C kg/cm ²	Ø	Nc	Nq	Ny	Qult kg/cm ²	Fs	Qad kg/cm ²
ZAPATAS CUADRADAS	0.80	1.00	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	0.55	3.00	0.18
	0.80	1.20	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	0.56	3.00	0.19
	0.80	1.50	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	0.58	3.00	0.19
	1.00	1.00	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	0.67	3.00	0.22
	1.00	1.20	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	0.68	3.00	0.23
	1.00	1.50	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	0.70	3.00	0.23
	1.20	1.00	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	0.79	3.00	0.26
	1.20	1.20	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	0.80	3.00	0.27
	1.20	1.50	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	0.82	3.00	0.27
	1.50	1.00	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	0.97	3.00	0.32
	1.50	1.20	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	0.98	3.00	0.33
	1.50	1.50	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	1.00	3.00	0.33
	2.00	1.00	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	1.27	3.00	0.42
	2.00	1.20	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	1.28	3.00	0.43
	2.00	1.50	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	1.30	3.00	0.43
	2.50	1.00	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	1.57	3.00	0.52
	2.50	1.20	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	1.58	3.00	0.53
	2.50	1.50	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	1.60	3.00	0.53
3.00	1.00	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	1.87	3.00	0.62	
CIMIENTO CORRIDO	0.80	0.60	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	0.53	3.00	0.18
	0.80	0.80	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	0.55	3.00	0.18
	1.00	0.60	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	0.65	3.00	0.22
	1.00	0.80	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	0.67	3.00	0.22
	1.20	0.60	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	0.77	3.00	0.26
	1.20	0.80	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	0.79	3.00	0.26
	1.50	0.60	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	0.95	3.00	0.32
	1.50	0.80	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	0.97	3.00	0.32
	2.00	0.60	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	1.25	3.00	0.42
	2.00	0.80	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	1.27	3.00	0.42
	2.50	0.60	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	1.55	3.00	0.52
	2.50	0.80	1.66	0.000	26.71	11.36	3.61	1.03	1.57	3.00	0.52

Fuente: elaboración propia

Tabla 75 Capacidades admisibles según Meyerhof para suelos tipo SC

TIPO DE CIMENTACIÓN	Df m	B M	γ g/cm3	C kg/cm2	Ø	Nc	Sc	Sy	Nq	Sq	Ny	Dc	Dq	dy	lc	lq	ly	qult kg/cm2	Fs	qad kg/cm2
ZAPATAS CUADRADAS	0.80	1.00	1.66	0.000	26.71	23.44	1.52	1.26	12.79	1.50	9.01	1.26	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	0.38	3.00	0.13
	0.80	1.20	1.66	0.000	26.71	23.44	1.52	1.26	12.79	1.50	9.01	1.21	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	0.40	3.00	0.13
	0.80	1.50	1.66	0.000	26.71	23.44	1.52	1.26	12.79	1.50	9.01	1.17	1.09	1.00	1.00	1.00	1.00	0.42	3.00	0.14
	1.00	1.00	1.66	0.000	26.71	23.44	1.52	1.26	12.79	1.50	9.01	1.32	1.16	1.00	1.00	1.00	1.00	0.46	3.00	0.15
	1.00	1.20	1.66	0.000	26.71	23.44	1.52	1.26	12.79	1.50	9.01	1.27	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	0.48	3.00	0.16
	1.00	1.50	1.66	0.000	26.71	23.44	1.52	1.26	12.79	1.50	9.01	1.21	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	0.49	3.00	0.16
	1.20	1.00	1.66	0.000	26.71	23.44	1.52	1.26	12.79	1.50	9.01	1.39	1.19	1.00	1.00	1.00	1.00	0.55	3.00	0.18
	1.20	1.20	1.66	0.000	26.71	23.44	1.52	1.26	12.79	1.50	9.01	1.32	1.16	1.00	1.00	1.00	1.00	0.56	3.00	0.19
	1.20	1.50	1.66	0.000	26.71	23.44	1.52	1.26	12.79	1.50	9.01	1.26	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	0.57	3.00	0.19
	1.50	1.00	1.66	0.000	26.71	23.44	1.52	1.26	12.79	1.50	9.01	1.48	1.24	1.00	1.00	1.00	1.00	0.69	3.00	0.23
	1.50	1.20	1.66	0.000	26.71	23.44	1.52	1.26	12.79	1.50	9.01	1.40	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	0.69	3.00	0.23
	1.50	1.50	1.66	0.000	26.71	23.44	1.52	1.26	12.79	1.50	9.01	1.32	1.16	1.00	1.00	1.00	1.00	0.70	3.00	0.23
	2.00	1.00	1.66	0.000	26.71	23.44	1.52	1.26	12.79	1.50	9.01	1.64	1.32	1.00	1.00	1.00	1.00	0.94	3.00	0.31
	2.00	1.20	1.66	0.000	26.71	23.44	1.52	1.26	12.79	1.50	9.01	1.54	1.27	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	3.00	0.31
	2.00	1.50	1.66	0.000	26.71	23.44	1.52	1.26	12.79	1.50	9.01	1.43	1.21	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	3.00	0.31
	2.50	1.00	1.66	0.000	26.71	23.44	1.52	1.26	12.79	1.50	9.01	1.81	1.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.21	3.00	0.40
	2.50	1.20	1.66	0.000	26.71	23.44	1.52	1.26	12.79	1.50	9.01	1.67	1.34	1.00	1.00	1.00	1.00	1.18	3.00	0.39
	2.50	1.50	1.66	0.000	26.71	23.44	1.52	1.26	12.79	1.50	9.01	1.54	1.27	1.00	1.00	1.00	1.00	1.15	3.00	0.38
3.00	1.00	1.66	0.000	26.71	23.44	1.52	1.26	12.79	1.50	9.01	1.97	1.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.51	3.00	0.50	
CIMENTO CORRIDO	0.80	0.60	1.66	0.000	26.71	23.44	1.31	1.16	12.79	1.50	9.01	1.43	1.21	1.00	1.00	1.00	1.00	0.36	3.00	0.12
	0.80	0.80	1.66	0.000	26.71	23.44	1.42	1.21	12.79	1.50	9.01	1.32	1.16	1.00	1.00	1.00	1.00	0.37	3.00	0.12
	1.00	0.60	1.66	0.000	26.71	23.44	1.31	1.16	12.79	1.50	9.01	1.54	1.27	1.00	1.00	1.00	1.00	0.46	3.00	0.15
	1.00	0.80	1.66	0.000	26.71	23.44	1.42	1.21	12.79	1.50	9.01	1.40	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	0.46	3.00	0.15
	1.20	0.60	1.66	0.000	26.71	23.44	1.31	1.16	12.79	1.50	9.01	1.64	1.32	1.00	1.00	1.00	1.00	0.56	3.00	0.19
	1.20	0.80	1.66	0.000	26.71	23.44	1.42	1.21	12.79	1.50	9.01	1.48	1.24	1.00	1.00	1.00	1.00	0.55	3.00	0.18
	1.50	0.60	1.66	0.000	26.71	23.44	1.31	1.16	12.79	1.50	9.01	1.81	1.40	1.00	1.00	1.00	1.00	0.72	3.00	0.24
	1.50	0.80	1.66	0.000	26.71	23.44	1.42	1.21	12.79	1.50	9.01	1.60	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	0.70	3.00	0.23
	2.00	0.60	1.66	0.000	26.71	23.44	1.31	1.16	12.79	1.50	9.01	2.07	1.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.03	3.00	0.34
	2.00	0.80	1.66	0.000	26.71	23.44	1.42	1.21	12.79	1.50	9.01	1.81	1.40	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	3.00	0.32
	2.50	0.60	1.66	0.000	26.71	23.44	1.31	1.16	12.79	1.50	9.01	2.34	1.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.39	3.00	0.46
	2.50	0.80	1.66	0.000	26.71	23.44	1.42	1.21	12.79	1.50	9.01	2.01	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.27	3.00	0.42

Fuente: elaboración propia

CAPACIDAD ADMISIBLE PARA SUELOS CL

Tabla 76 Capacidades de carga para suelos CL

Angulo de fricción ϕ	Cohesión c (kg/cm ²)	Corrección de Angulo de fricción Local		FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA FALLA LOCAL				
				Nc	Nq	Ny (Vesic)	iq	iy
4.42	0.050	0.052	2.95	6.100	1.140	0.020	1.000	1.000

Fuente: elaboración propia

Los factores de carga, fueron obtenido de la tabla 7 (Factores de capacidad de correcciones de carga).

Tabla 77 Factores de carga, inclinación y forma de Meyerhof

Angulo de fricción ϕ	cohesión c (kg/cm ²)	Corrección de Angulo de fricción Local		FACTORES DE CARGA, PROFUNDIDAD E INCLINACION						
				Nc	Nq	Ny	Kp	lc	iy	Nq/Nc
4.42	0.050	0.052	2.95	6.310	1.490	0.050	1.167	1.00	1.00	0.24

Fuente: elaboración propia

Tabla 78 Capacidades admisibles según el RNE para suelos tipo CL

TIPO DE CIMENTACIÓN	Df M	B M	$\gamma_1 = \gamma_2$ g/cm ³	C kg/cm ²	\emptyset	iq	iy	Sy	Nq	Ny	Qult kg/cm ²	Fs	qad kg/cm ²
ZAPATAS CUADRADAS	0.80	1.00	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.80	1.14	0.02	0.22	3.00	0.07
	0.80	1.20	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.80	1.14	0.02	0.22	3.00	0.07
	0.80	1.50	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.80	1.14	0.02	0.22	3.00	0.07
	1.00	1.00	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.80	1.14	0.02	0.26	3.00	0.09
	1.00	1.20	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.80	1.14	0.02	0.26	3.00	0.09
	1.00	1.50	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.80	1.14	0.02	0.26	3.00	0.09
	1.20	1.00	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.80	1.14	0.02	0.29	3.00	0.10
	1.20	1.20	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.80	1.14	0.02	0.29	3.00	0.10
	1.20	1.50	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.80	1.14	0.02	0.29	3.00	0.10
	1.50	1.00	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.80	1.14	0.02	0.35	3.00	0.12
	1.50	1.20	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.80	1.14	0.02	0.35	3.00	0.12
	1.50	1.50	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.80	1.14	0.02	0.35	3.00	0.12
	2.00	1.00	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.80	1.14	0.02	0.44	3.00	0.15
	2.00	1.20	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.80	1.14	0.02	0.44	3.00	0.15
	2.00	1.50	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.80	1.14	0.02	0.45	3.00	0.15
	2.50	1.00	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.80	1.14	0.02	0.54	3.00	0.18
	2.50	1.20	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.80	1.14	0.02	0.54	3.00	0.18
2.50	1.50	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.80	1.14	0.02	0.54	3.00	0.18	
3.00	1.00	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.80	1.14	0.02	0.63	3.00	0.21	
CIMIENTO CORRIDO	0.80	0.60	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.88	1.14	0.02	0.22	3.00	0.07
	0.80	0.80	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.84	1.14	0.02	0.22	3.00	0.07
	1.00	0.60	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.88	1.14	0.02	0.26	3.00	0.09
	1.00	0.80	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.84	1.14	0.02	0.26	3.00	0.09
	1.20	0.60	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.88	1.14	0.02	0.30	3.00	0.10
	1.20	0.80	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.84	1.14	0.02	0.30	3.00	0.10
	1.50	0.60	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.88	1.14	0.02	0.36	3.00	0.12
	1.50	0.80	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.84	1.14	0.02	0.35	3.00	0.12
	2.00	0.60	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.88	1.14	0.02	0.45	3.00	0.15
	2.00	0.80	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.84	1.14	0.02	0.45	3.00	0.15
	2.50	0.60	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.88	1.14	0.02	0.54	3.00	0.18
	2.50	0.80	1.65	0.050	4.42	1.00	1.00	0.84	1.14	0.02	0.54	3.00	0.18

Fuente: elaboración propia

Tabla 79 Capacidad admisible en suelos CL – QUALITY PAVEMENTS (Terzaghi – Vesic)

TIPO CIMENTACIÓN	Df M	B M	γ g/cm ³	C kg/cm ²	ϕ	Nc	Sc	S γ	Nq	Sq	N γ	qult kg/cm ²	Fs	qad kg/cm ²
ZAPATAS CUADRADAS	0.80	1.00	1.65	0.050	4.42	6.10	1.19	0.60	1.14	1.05	0.02	0.20	3.00	0.07
	0.80	1.20	1.65	0.050	4.42	6.10	1.19	0.60	1.14	1.05	0.02	0.20	3.00	0.07
	0.80	1.50	1.65	0.050	4.42	6.10	1.19	0.60	1.14	1.05	0.02	0.20	3.00	0.07
	1.00	1.00	1.65	0.050	4.42	6.10	1.19	0.60	1.14	1.05	0.02	0.23	3.00	0.08
	1.00	1.20	1.65	0.050	4.42	6.10	1.19	0.60	1.14	1.05	0.02	0.24	3.00	0.08
	1.00	1.50	1.65	0.050	4.42	6.10	1.19	0.60	1.14	1.05	0.02	0.24	3.00	0.08
	1.20	1.00	1.65	0.050	4.42	6.10	1.19	0.60	1.14	1.05	0.02	0.27	3.00	0.09
	1.20	1.20	1.65	0.050	4.42	6.10	1.19	0.60	1.14	1.05	0.02	0.27	3.00	0.09
	1.20	1.50	1.65	0.050	4.42	6.10	1.19	0.60	1.14	1.05	0.02	0.28	3.00	0.09
	1.50	1.00	1.65	0.050	4.42	6.10	1.19	0.60	1.14	1.05	0.02	0.33	3.00	0.11
	1.50	1.20	1.65	0.050	4.42	6.10	1.19	0.60	1.14	1.05	0.02	0.33	3.00	0.11
	1.50	1.50	1.65	0.050	4.42	6.10	1.19	0.60	1.14	1.05	0.02	0.33	3.00	0.11
	2.00	1.00	1.65	0.050	4.42	6.10	1.19	0.60	1.14	1.05	0.02	0.43	3.00	0.14
	2.00	1.20	1.65	0.050	4.42	6.10	1.19	0.60	1.14	1.05	0.02	0.43	3.00	0.14
	2.00	1.50	1.65	0.050	4.42	6.10	1.19	0.60	1.14	1.05	0.02	0.43	3.00	0.14
	2.50	1.00	1.65	0.050	4.42	6.10	1.19	0.60	1.14	1.05	0.02	0.53	3.00	0.18
	2.50	1.20	1.65	0.050	4.42	6.10	1.19	0.60	1.14	1.05	0.02	0.53	3.00	0.18
	2.50	1.50	1.65	0.050	4.42	6.10	1.19	0.60	1.14	1.05	0.02	0.53	3.00	0.18
3.00	1.00	1.65	0.050	4.42	6.10	1.19	0.60	1.14	1.05	0.02	0.63	3.00	0.21	
CIMIENTO CORRIDO	0.80	0.60	1.65	0.050	4.42	6.10	1.00	1.00	1.14	1.00	0.02	0.18	3.00	0.06
	0.80	0.80	1.65	0.050	4.42	6.10	1.00	1.00	1.14	1.00	0.02	0.18	3.00	0.06
	1.00	0.60	1.65	0.050	4.42	6.10	1.00	1.00	1.14	1.00	0.02	0.22	3.00	0.07
	1.00	0.80	1.65	0.050	4.42	6.10	1.00	1.00	1.14	1.00	0.02	0.22	3.00	0.07
	1.20	0.60	1.65	0.050	4.42	6.10	1.00	1.00	1.14	1.00	0.02	0.26	3.00	0.09
	1.20	0.80	1.65	0.050	4.42	6.10	1.00	1.00	1.14	1.00	0.02	0.26	3.00	0.09
	1.50	0.60	1.65	0.050	4.42	6.10	1.00	1.00	1.14	1.00	0.02	0.31	3.00	0.10
	1.50	0.80	1.65	0.050	4.42	6.10	1.00	1.00	1.14	1.00	0.02	0.31	3.00	0.10
	2.00	0.60	1.65	0.050	4.42	6.10	1.00	1.00	1.14	1.00	0.02	0.41	3.00	0.14
	2.00	0.80	1.65	0.050	4.42	6.10	1.00	1.00	1.14	1.00	0.02	0.41	3.00	0.14
	2.50	0.60	1.65	0.050	4.42	6.10	1.00	1.00	1.14	1.00	0.02	0.50	3.00	0.17
	2.50	0.80	1.65	0.050	4.42	6.10	1.00	1.00	1.14	1.00	0.02	0.50	3.00	0.17

Fuente: elaboración propia

Tabla 80 Capacidad admisibles según la fórmula de Karl Terzaghi para suelos CL

TIPO DE CIMENTACIÓN	Df M	B m	G g/cm ³	C kg/cm ²	Ø	Nc	Nq	Ny	qult kg/cm ²	Fs	qad kg/cm ²
ZAPATAS CUADRADAS	0.80	1.00	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.19	3.00	0.06
	0.80	1.20	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.19	3.00	0.06
	0.80	1.50	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.19	3.00	0.06
	1.00	1.00	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.23	3.00	0.08
	1.00	1.20	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.23	3.00	0.08
	1.00	1.50	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.23	3.00	0.08
	1.20	1.00	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.27	3.00	0.09
	1.20	1.20	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.27	3.00	0.09
	1.20	1.50	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.27	3.00	0.09
	1.50	1.00	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.32	3.00	0.11
	1.50	1.20	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.32	3.00	0.11
	1.50	1.50	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.32	3.00	0.11
	2.00	1.00	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.42	3.00	0.14
	2.00	1.20	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.42	3.00	0.14
	2.00	1.50	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.42	3.00	0.14
	2.50	1.00	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.51	3.00	0.17
	2.50	1.20	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.51	3.00	0.17
2.50	1.50	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.51	3.00	0.17	
3.00	1.00	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.61	3.00	0.20	
CIMIENTO CORRIDO	0.80	0.60	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.17	3.00	0.06
	0.80	0.80	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.17	3.00	0.06
	1.00	0.60	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.21	3.00	0.07
	1.00	0.80	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.21	3.00	0.07
	1.20	0.60	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.25	3.00	0.08
	1.20	0.80	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.25	3.00	0.08
	1.50	0.60	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.30	3.00	0.10
	1.50	0.80	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.30	3.00	0.10
	2.00	0.60	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.40	3.00	0.13
	2.00	0.80	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.40	3.00	0.13
	2.50	0.60	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.49	3.00	0.16
	2.50	0.80	1.65	0.050	4.42	6.10	1.14	0.02	0.49	3.00	0.16

Fuente: elaboración propia

Tabla 81 Capacidades admisibles según Meyerhof para suelos tipo CL

TIPO DE CIMENTACIÓN	Df m	B m	γ g/cm ³	C kg/cm ²	ϕ	Nc	Sc	S γ	Nq	Sq	N γ	dc	Dq	dy	lc	lq	ly	qult kg/cm ²	Fs	qad kg/cm ²
ZAPATAS CUADRADAS	0.80	1.00	1.66	0.050	4.42	6.31	1.23	1.12	1.49	1.08	0.05	1.17	1.09	1.00	1.00	1.00	1.00	0.03	3.00	0.01
	0.80	1.20	1.66	0.050	4.42	6.31	1.23	1.12	1.49	1.08	0.05	1.14	1.07	1.00	1.00	1.00	1.00	0.03	3.00	0.01
	0.80	1.50	1.66	0.050	4.42	6.31	1.23	1.12	1.49	1.08	0.05	1.12	1.06	1.00	1.00	1.00	1.00	0.03	3.00	0.01
	1.00	1.00	1.66	0.050	4.42	6.31	1.23	1.12	1.49	1.08	0.05	1.22	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	0.03	3.00	0.01
	1.00	1.20	1.66	0.050	4.42	6.31	1.23	1.12	1.49	1.08	0.05	1.18	1.09	1.00	1.00	1.00	1.00	0.03	3.00	0.01
	1.00	1.50	1.66	0.050	4.42	6.31	1.23	1.12	1.49	1.08	0.05	1.14	1.07	1.00	1.00	1.00	1.00	0.03	3.00	0.01
	1.20	1.00	1.66	0.050	4.42	6.31	1.23	1.12	1.49	1.08	0.05	1.26	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	0.04	3.00	0.01
	1.20	1.20	1.66	0.050	4.42	6.31	1.23	1.12	1.49	1.08	0.05	1.22	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	0.04	3.00	0.01
	1.20	1.50	1.66	0.050	4.42	6.31	1.23	1.12	1.49	1.08	0.05	1.17	1.09	1.00	1.00	1.00	1.00	0.04	3.00	0.01
	1.50	1.00	1.66	0.050	4.42	6.31	1.23	1.12	1.49	1.08	0.05	1.32	1.16	1.00	1.00	1.00	1.00	0.05	3.00	0.02
	1.50	1.20	1.66	0.050	4.42	6.31	1.23	1.12	1.49	1.08	0.05	1.27	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	0.05	3.00	0.02
	1.50	1.50	1.66	0.050	4.42	6.31	1.23	1.12	1.49	1.08	0.05	1.22	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	0.05	3.00	0.02
	2.00	1.00	1.66	0.050	4.42	6.31	1.23	1.12	1.49	1.08	0.05	1.43	1.22	1.00	1.00	1.00	1.00	0.07	3.00	0.02
	2.00	1.20	1.66	0.050	4.42	6.31	1.23	1.12	1.49	1.08	0.05	1.36	1.18	1.00	1.00	1.00	1.00	0.07	3.00	0.02
	2.00	1.50	1.66	0.050	4.42	6.31	1.23	1.12	1.49	1.08	0.05	1.29	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	0.07	3.00	0.02
	2.50	1.00	1.66	0.050	4.42	6.31	1.23	1.12	1.49	1.08	0.05	1.54	1.27	1.00	1.00	1.00	1.00	0.09	3.00	0.03
	2.50	1.20	1.66	0.050	4.42	6.31	1.23	1.12	1.49	1.08	0.05	1.45	1.23	1.00	1.00	1.00	1.00	0.09	3.00	0.03
2.50	1.50	1.66	0.050	4.42	6.31	1.23	1.12	1.49	1.08	0.05	1.36	1.18	1.00	1.00	1.00	1.00	0.08	3.00	0.03	
3.00	1.00	1.66	0.050	4.42	6.31	1.23	1.12	1.49	1.08	0.05	1.65	1.32	1.00	1.00	1.00	1.00	0.11	3.00	0.04	
CORRIDAS	0.80	0.60	1.66	0.050	4.42	6.31	1.14	1.07	1.49	1.08	0.05	1.29	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	0.03	3.00	0.01
	0.80	0.80	1.66	0.050	4.42	6.31	1.19	1.09	1.49	1.08	0.05	1.22	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	0.03	3.00	0.01
	1.00	0.60	1.66	0.050	4.42	6.31	1.14	1.07	1.49	1.08	0.05	1.36	1.18	1.00	1.00	1.00	1.00	0.04	3.00	0.01
	1.00	0.80	1.66	0.050	4.42	6.31	1.19	1.09	1.49	1.08	0.05	1.27	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	0.04	3.00	0.01
	1.20	0.60	1.66	0.050	4.42	6.31	1.14	1.07	1.49	1.08	0.05	1.43	1.22	1.00	1.00	1.00	1.00	0.04	3.00	0.01
	1.20	0.80	1.66	0.050	4.42	6.31	1.19	1.09	1.49	1.08	0.05	1.32	1.16	1.00	1.00	1.00	1.00	0.04	3.00	0.01
	1.50	0.60	1.66	0.050	4.42	6.31	1.14	1.07	1.49	1.08	0.05	1.54	1.27	1.00	1.00	1.00	1.00	0.06	3.00	0.02
	1.50	0.80	1.66	0.050	4.42	6.31	1.19	1.09	1.49	1.08	0.05	1.41	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	0.05	3.00	0.02
	2.00	0.60	1.66	0.050	4.42	6.31	1.14	1.07	1.49	1.08	0.05	1.72	1.36	1.00	1.00	1.00	1.00	0.08	3.00	0.03
	2.00	0.80	1.66	0.050	4.42	6.31	1.19	1.09	1.49	1.08	0.05	1.54	1.27	1.00	1.00	1.00	1.00	0.07	3.00	0.02
	2.50	0.60	1.66	0.050	4.42	6.31	1.14	1.07	1.49	1.08	0.05	1.90	1.45	1.00	1.00	1.00	1.00	0.10	3.00	0.03
2.50	0.80	1.66	0.050	4.42	6.31	1.19	1.09	1.49	1.08	0.05	1.68	1.34	1.00	1.00	1.00	1.00	0.10	3.00	0.03	

Fuente: elaboración propia

Para el último objetivo de determinar las capacidades admisibles de los diferentes suelos para las cimentaciones superficiales en la ciudad de Piura se analizó lo siguiente:

Generalidades:

- Se caracterizó por diferentes zonas de la ciudad de Piura las capacidades admisibles para cimentaciones superficiales como zapata aislada y cimiento corrido a una profundidad de 1.50 metros.

Instrumentos:

- Ficha documental

Procedimientos:

Para dicho objetivo se dividió en una sola fase, relacionando los cálculos del tercer objetivo con el cuadro de los parámetros físico obtenido en el primer objetivo.

Para el distrito de Piura, se determinó:

- En la urbanización Santa María del Pinar se tiene una capacidad admisible en promedio en suelos tipo SP para zapata aislada de 0.42 kg/cm² y para cimiento corrido de 0.32 kg/cm² a una profundidad de 1.50 m con un ancho de 0.80.
- En el AA.HH. el señor Cautivo se tiene una capacidad admisible en promedio para zapata aislada en un suelo tipo SP-SM a un 1.00 m de profundidad con un ancho de 1.00 m a 0.30 kg/cm² y en cimiento corrido a la misma profundidad con un ancho de 0.80 m de 0.23 kg/cm². A 1.50 metros cambia el estrato a SP teniendo una capacidad admisible en promedio para zapata aislada de 0.42 kg/cm² con base de 1.00 y para cimiento corrido de 0.32 kg/cm² a una profundidad de 1.50 m con un ancho de 0.80.
- Para los Ejidos, se tiene una capacidad admisible en promedio para zapatas aisladas en un suelo tipo SP-SM a 1.50 m de profundidad con un

ancho de 1.00 m de 0.59 kg/cm² y para cimiento corrido de 0.89 kg/cm² a una profundidad de 1.50 m y un ancho de 0.80 m.

- Para la urbanización los Algarrobos se tiene una capacidad admisible en promedio para zapatas aisladas en un suelo tipo SM a 1.50 m de profundidad con un ancho de 1.00 m de 0.52 kg/cm² y para cimiento corrido de 0.38 kg/cm² a una profundidad de 1.50 m y un ancho de 0.80 m.

Para el distrito 26 de octubre, se determinó:

- Carretera Piura – Paita km 9.2, se tiene una capacidad admisible en promedio para zapata aislada en un suelo tipo CL a un 1.50 metro de profundidad con un ancho de 1.00 m a 1.59 kg/cm² y en cimiento corrido a la misma profundidad con un ancho de 0.80 m de 0.77 kg/cm².
- En los condominios de los Parques de Piura, se tiene una capacidad admisible en promedio para zapatas aisladas en un suelo tipo SM a 1.50 m de profundidad con un ancho de 1.00 m de 0.52 kg/cm² y para cimiento corrido de 0.38 kg/cm² a una profundidad de 1.50 m y un ancho de 0.80 m. Para suelo tipo SP-SM se tiene una capacidad admisible en promedio para zapatas aisladas a 1.50 m de profundidad con un ancho de 1.00 m de 0.59 kg/cm² y para cimiento corrido de 0.89 kg/cm² a una profundidad de 1.50 m y un ancho de 0.80 m. Para suelos tipo SP se tiene una capacidad admisible en promedio para zapata aislada de 0.42 kg/cm² y para cimiento corrido de 0.32 kg/cm² a una profundidad de 1.50 m con un ancho de 0.80 m.
- Carretera Panamericana Norte, tramo Sullana – Piura, se tiene una capacidad admisible en promedio para zapata aislada en un suelo tipo SC a un 1.50 metro de profundidad con un ancho de 1.00 m a 1.60 kg/cm² y en cimiento corrido a la misma profundidad con un ancho de 0.80 m de 1.30 kg/cm².

Para el distrito de Castilla, se determinó que:

- En la urbanización Centenario se tiene una capacidad admisible en promedio para zapata aislada en un suelo tipo CL a un 1.50 metro de

profundidad con un ancho de 1.00 m a 1.59 kg/cm² y en cimiento corrido a la misma profundidad con un ancho de 0.80 m de 0.77 kg/cm².

- Para la urbanización Miraflores, se tiene una capacidad admisible en promedio para zapatas aisladas en un suelo tipo SM a 1.50 m de profundidad con un ancho de 1.00 m de 0.52 kg/cm² y para cimiento corrido de 0.38 kg/cm² a una profundidad de 1.50 m y un ancho de 0.80 m.
- Para la urbanización 15 de Setiembre, se tiene una capacidad admisible en promedio para zapatas aisladas en un suelo tipo SM a 1.50 m de profundidad con un ancho de 1.00 m de 0.52 kg/cm² y para cimiento corrido de 0.38 kg/cm² a una profundidad de 1.50 m y un ancho de 0.80 m.

Para el objetivo general de esta investigación de analizar las capacidades admisibles para las cimentaciones superficiales mediante sus características granulométricas en la ciudad de Piura, se realizó:

Generalidades:

- Se analizó las capacidades admisibles obtenida en los resultados del objetivo tres en función a cada diversos autores y con los valores obtenidos del ángulo de fricción interna obtenida mediante el objetivo dos que fueron promedios de los ensayos realizados en el laboratorio Quality Pavements S.A.C.

Instrumentos:

- Ficha documental

Procedimientos:

Se realizó un cuadro resumen de los resultados obtenidos

Tabla 82 Análisis de las capacidades admisibles por diversos autores

ELEMENTO	TIPO DE SUELOS	CAPACIDAD PORTANTE CALCULADO POR QP - PROMEDIO Kg/cm2	CAPCIDAD PORTANTE POR RNE kg/cm2		CAPCIDAD PORTANTE POR TERZAGHI Y VESIC kg/cm2		CAPCIDAD PORTANTE POR TERZAGHI kg/cm2		CAPCIDAD PORTANTE POR MEYERHOF kg/cm2	
			Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%
ZAPATA AISLADA	SP	0.47	0.35	75.27%	0.42	90.32%	0.32	68.82%	0.31	66.67%
	SM	0.62	0.38	61.29%	0.52	83.87%	0.38	61.29%	0.25	40.32%
	SP-SM	0.59	0.37	62.71%	0.44	74.58%	0.33	55.93%	0.26	44.07%
	SC	1.60	0.36	22.50%	0.42	26.25%	0.32	20.00%	0.23	14.38%
	CL	1.59	0.12	7.55%	0.11	6.92%	0.11	6.92%	0.02	1.26%
CIMIENTO CORRIDO	SP	0.37	0.34	91.40%	0.31	83.33%	0.32	86.02%	0.29	77.96%
	SM	0.69	0.38	55.07%	0.38	55.07%	0.38	55.07%	0.25	36.23%
	SP-SM	0.82	0.36	43.90%	0.33	40.24%	0.33	40.24%	0.26	31.71%
	SC	1.30	0.35	26.92%	0.32	24.62%	0.32	24.62%	0.23	17.69%
	CL	0.77	0.12	15.58%	0.10	12.99%	0.10	12.99%	0.02	2.60%

Fuente: elaboración propia

Interpretación:

Los parámetros mecánicos obtenidos mediante el análisis granulométrico son muy similares con los resultados obtenidos en el laboratorio mediante ensayos de corte directo bajo condiciones drenadas, siendo los suelos arenosos nula o muy poca cantidad de finos aquellos que mayor grado de similitud tienen bajo la fórmula matemática:

$$\phi = 27.70 - 0.05 \text{ CC} + 0.18 \text{ CU}$$

En cambio, aquellos suelos que comparten características considerables de finos, suelos tipo SC o CL nos dan valores muy desfasado de la realidad.

Las capacidades admisibles calculadas con los ángulos de fricción interna obtenida con los parámetros granulométricos usando la teoría de Karl Terzaghi con modificaciones de factores de forma de Vesic nos da una similitud de un 90.32% en los suelos arenosos para una cimentación de zapata aislada y un 83.33% para cimentación corrida, siendo esta la teoría geotécnica más acercada a las condiciones de la ciudad de Piura.

Para el cálculo de las capacidades admisibles en cimientos corridos bajo los parámetros obtenidos por la granulometría nos da un mayor alcance la fórmula descrita en el reglamento nacional de edificaciones con un 91.40%.

Para suelos completamente arcillosos, o que tengan un porcentaje considerable de finos (pasante la malla N°200) nos da valores muy desfasado a los reales, más aún si consideramos la teoría de Meyerhof, dando valores en los suelos tipo CL de 1.26% de semejanza en zapatas aisladas y 2.60% en cimientos corridos.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo al primer objetivo que consistió en determinar los tipos de suelos predominantes en la ciudad de Piura, se determinó que los suelo tipo SM son los que mayor recurrencia tienen en un 45.28% y suelos tipo SP en promedio de 7.55% formando juntos un 52.83% en los distritos de Piura y 26 de octubre, con estratos superficiales en el distrito de castilla (SM). Por su parte ALVARADO OTOYA (2016) concluyo en su “Propuesta de un mapa geotécnico en la ciudad de Piura resultado de mecánica de suelos con fines de cimentación” que de acuerdo a la clasificación SUCS los suelos más predominantes son los SP - SM suelos arenosos y limosos que se encuentran subyaciendo a las arenas arcillosas o arcillas arenosas que sus granos varían entre gruesos y finos con presencia de limos pero de contenido de humedad bajos, además de ello determino que existen pero en menores cantidad suelos tipo CL, CM y GM cuyos colores varían entre pardo amarillento, crema y marrón claro, precisamente todos estos tipos de suelos han sido encontrados en la presente investigación, teniendo valores equivalentes. Exactamente los suelos en el distrito de Piura se encontraron suelos arenoso arcilloso en un promedio de 39.8% de contenido de humedad bajo; es decir menores a 7% y de igual manera arcillas inorgánicas de baja plasticidad de color marrón claro, de iguales características en el distrito 26 de octubre exactamente en la salida de Piura a Sullana prevalecen los suelos arenosos arcillosos y arcillas de baja plasticidad; por otro lado en el distrito de castilla se evidencia estos mismos suelos pero por debajo de un estrato de un suelo tipo arenoso limoso.

Para el segundo objetivo de analizar los coeficientes granulométricos para determinar una uniformidad granular de los suelos para las cimentaciones superficiales en la ciudad de Piura, se determinó que los suelo tipo SM son los de mayor recurrencia, con coeficientes de curvatura en promedio de 1.296 y coeficiente de uniformidad en promedio de 2.485 y con diámetros efectivos D10 en promedio de 0.052 mm, D30 0.110 mm y D60 0.162 mm en suelos SM, en cuanto *VALLEJOS CASTRO (2004) determino en su investigación “Dilatancia y ángulo de fricción efectivo de la arena eólica de Piura con el ensayo de corte directo” que Piura está conformada por arenas eólicas con partículas mayores a 0.074 mm y menores de 0.3 mm, que sus diámetros de los suelos varían

considerablemente entre un 3 y 72% teniendo contenido de fino entre el 2% con coeficientes de uniformidad en promedio de 2.12 y de curvatura en promedio de 1.1, por ello se puede afirmar que ambas investigaciones demuestran resultados similares.

* Se utilizó el antecedente de vallejo 2004 debido a que era el único en su estilo como punto de comparación ya que el estudio esta direccionado en el ensayo de análisis granulométrico de la ciudad de Piura.

En relación con el tercer objetivo de calcular el ángulo de fricción interna de las arenas mediante sus parámetros granulométricos utilizando los coeficientes de uniformidad y coeficientes de curvatura para las cimentaciones superficiales en la ciudad de Piura, se utilizó la metodología de estimación y regresiones múltiples con la utilización de matrices para el procesamiento de cálculo de variables dependientes e independientes, todos estos valores fueron obtenidos en laboratorio, a su vez PERICHE MENDOZA (2018) en su investigación “Obtención del ángulo de fricción interna mediante curvas granulométricas como alternativa al ensayo de corte directo, distrito puerto de Eten” determino que las arenas mal graduadas (SP) comprende un ángulo de fricción interna entre los valores de 30° y 32° y una cohesión nula, teniendo ecuación diferentes en función al coeficiente de curvatura, al coeficiente de uniformidad, y para combinar ambos parámetros introdujo valores logarítmicos. A diferencia de nuestra investigación la utilización de estimación por diferentes variables nos permite tener una ecuación en función a los coeficientes granulométricos (C_u y C_c).

Además, CARMONA ALVAREZ, Julio y RUGE CARDENAS, Juan (2015) concluyen en su artículo de investigación que los trabajos in situ no han alcanzado la tecnología necesaria para poder correlacionar valores para obtener los parámetros geotécnicos. Y si lo relacionan con el ensayo SPT no recomienda estimar el ángulo de fricción con las fórmulas de Schmertmann.

Diversos autores, determinan que es mejor la correlación del ángulo de fricción interna por métodos de laboratorio como el ensayo de corte directo, que correlacionarlos con ensayos in situ como S.P.T. Y D.P.L. siendo esta el principio que se utilizó en la investigación.

Para el siguiente objetivo de determinar la teoría geotécnica apropiada para el cálculo de las capacidades admisibles de las cimentaciones superficiales para la ciudad de Piura, se demostró tras los resultados que la teoría de Terzaghi nos da valores más semejantes a los obtenidos en laboratorio en un 90.32% para zapatas aisladas y según el cálculo determinado por el RNE es la más adecuada para cimiento corrido un 91.40%. RAVINES ALIAGA (2017) concluyó en su investigación "Capacidad portante de los suelos de fundación, mediante los métodos DPL y Corte Directo para la ciudad de José Gálvez – Celendín – Cajamarca" que en función a sus resultados es recomendable utilizar el método de corte directo debido a que se obtienen de muestras inalteradas, descartando el método de DPL que es un ensayo in situ utilizando la energía cinética.

Por su Parte **FREIRE TELLADO (2001), estipula en su investigación una modelación del terreno por el método del modelo de basalto para diversos tipos de subestructuras como zapatas aisladas, que este método se considera compatible ante las deformaciones de la interfaz cimiento y el suelo. Este método está en función a Método para el cálculo de asentamientos, presiones de contacto y momentos de flexión en una cimentación que incluye la influencia de la flexión y Rigidez de la estructura.

** Se utilizó el artículo de investigación de Freire debido a que recolecta las teorías del XX con respecto a la aplicación de la geotecnia.

VI. CONCLUSIONES

1. El tipo de suelo más predominante en la ciudad de Piura, son el tipo SM, con características físicas como porcentaje de finos entre 15% y 19% con índice de plasticidad promedio de 2% de color marrón oscuro, este tipo de suelos lo podemos encontrar en el distrito de Piura, Castilla y 26 de octubre. En el distrito 26 de octubre predomina suelos de arena pobremente graduada, con una humedad promedio de 1.5% muestras de color marrón. En el distrito de Piura predominan los suelos tipos SC con un índice de plasticidad en promedio de 13%, además de arcillas de baja plasticidad, muestras color marrón oscuro y claro.
En el distrito de castilla, predominan los suelos tipo CL, de baja plasticidad con un contenido de humedad en promedio de 8%.
2. El resultado de los análisis de los suelos tipo SP, contienen tamaño de partículas irregulares, semi dispersos, con diámetros de partículas entre los 0.091 mm y 2.91 mm, Los suelos tipo SM presentan una homogeneidad entre sus partículas de un 92% con partículas de granos entre los 0.070 mm y 0.269 mm. Los suelos tipo SP-SM tienen partículas irregularidades con partículas de granos entre los 0.072 mm y 0.259 mm. Los suelos tipo SC y CL muestran irregularidades debido a la gran cantidad de finos los cuales sus partículas son mucho menos que la malla N°200, instrumento la cual nos permite medir los tamaños de partículas mediante el método granulométrico.
3. Se calculó los ángulos de fricción interna mediante la fórmula matemática y estadística y se obtuvo (ver capítulo resultados pág. 67) SP 28.09, SM 30.05, SP-SM 28.81, SC 26.71 y CL 4.42
4. Se determino que las teorías que más exactas en las capacidades portantes son Karl Terzaghi, la propuesta de Vesic y la teoría del Reglamento Nacional de Edificaciones los cuales.
5. Se analizó las capacidades admisibles en los suelos tipo arenosos y limosos debido a que comparten propiedades, características de tipo físicas y geotécnicas similares las cuales podemos relacionar sus parámetros físicos (Coeficientes de curvatura y uniformidad), mediante el ensayo del análisis granulométrico por tamizado para la obtención del ángulo de

fricción interna, lo cuales los resultados nos permiten apreciar una similitud para las zapatas aisladas con la teoría de Terzaghi y Vesic.

VII. RECOMENDACIONES

Para el análisis de los tamaños de partículas para los suelos tipo SC, CL con características de poseer gran cantidad de finos, se debe utilizar el método de ensayos análisis granulométrico por hidrómetro, debido a que se este método analiza por sedimentación los tamaños que sobrepasan la malla N°200.

Utilizar el ensayo de compresión confinada para los suelos arcillosos para el cálculo de la capacidad admisible en los suelos de la ciudad de Piura.

Utilizar el método de Karl Terzaghi con las modificaciones de Vesic para el cálculo de las capacidades admisibles en los suelos de la ciudad de Piura para estructuras de zapatas aisladas.

Para cimiento corridos se debe utilizar la metodología de cálculo propuesto por el reglamento nacional de edificaciones para el cálculo de las capacidades admisibles.

Al utilizar el ensayo SPT se debe utilizar el método propuesto por la JNR de Japón para la obtención del ángulo de fricción interna.

VIII. REFERENCIAS

AGUILAR TORRES, Jairo (1). Análisis granulométrico mediante el método del hidrómetro. Revista: Mente & Materia, Vol 4 (1), 2013.

Disponible en:

<https://revistas.utp.ac.pa/index.php/mente-y-materia/article/view/359>

ISSN: 2219-9861

AGUEDO, Gabriel, AIGNEREN, Miguel y RUIZ RESTREPO, Jaime. Diseño de Investigación Experimental y No Experimental – La Sociología en sus escenarios. Quito: Revista Centro de Estudios de Opinión –CEO, 2010 [Fecha de consulta 20 de septiembre del 2020].

Disponible en : <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/ceo/index>

ISSN: 0123-8973

ARBIGAT, Juan Carlos. The sample in quantitative research Trad [Muestra en investigación cuantitativa]. Buenos aires: Revista Subjetividad Y Procesos Cognitivos, Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales (UCES), 2009. [Fecha de consulta 20 de septiembre del 2020].

Disponible en: <http://dspace.uces.edu.ar:8180/xmlui/handle/123456789/719>

ISSN: 1666-244X

ALVARADO OTOYA , Miguel Angel. Propuesta de un mapa geotécnico en la ciudad de Piura resultado de mecánica de suelos con fines de cimentación. Tesis (Magíster en Ingeniería Geotécnica). Piura : Universidad Nacional de Piura, 2016.

BARROS AYALA, Jorge Andres. Influencias de la granulometría en la relación de vacíos máximas y mínimas de suelos granulares. Tesis (Grado de Licenciatura). Barraquña : Universidad de la Costa, Facultad de Ingeniería, 2019.

BRAJA M., Das. Fundamentals of Geotechnical Engineering. [trad.] Javier LEÓN CARDENAS. Mexico D.F. : Cengage Learning Latin Am, 2001.

ISBN:9781111576752.

CARMONA ALVAREZ, Julio y RUGE CARDENAS, Juan. Analysis of the existing correlations of effective friction angle for Eastern piedmont soils of Bogota from in situ test. [trad.] Tecno Lógicas Universidad Católica de Colombia, Bogota 18 (35), 93 -104. [Fecha de consulta 26 de junio del 2020].

Disponible: <https://doi.org/10.22430/22565337.191>

ISSN: 0123-7799

CHAGOYÉN, E. Negrín y CABRERA LOPEZ, M. Rectangular Shallow Foundations Optimal Design. Formulation [trad.] Santiago de Chile: Revista de la construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile vol 8, núm 2, 2009 [Fecha de consulta 22 de junio del 2020].

Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/1276/127619798006.pdf>

ISSN: 0717-7925

CONCYTEC Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica Reglamento de Calificación, Clasificación y Registro de Los Investigadores del SINACYT - Reglamento RENACYT. Lima : EDITORA PERÚ, 2019.

CRESPO VILLALAZ, Carlos. 2004. Mecánica de suelos y Cimentaciones. Quinta. Mexico : Limusa, 2004. pág. 615.
ISBN: 9681864891.

CROZZOLI, L. y BATALLA, Ramon J. Aplicación de la fotografía al análisis granulométrico de ríos con lecho de gravas. Revista C&G Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl Universidad de Lérida [En línea], 2003 [Fecha de Consulta 20 de junio del 2020]

Disponible en:

<https://repositori.udl.cat/bitstream/handle/10459.1/59494/001811.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ISSN: 0214-1744

GARCÍA TRISTÁ, Jenny, COBELO CRISTÍA, Willian Daniel, QUEVEDO SOTOLONGO Julio. Capacidad portante de zapatas en suelos no saturados que emplean métodos analíticos. Revista Ingeniería y Desarrollo [En línea], 2017. [Fecha de Consulta: 22 de junio del 2020]

Disponible en:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612017000200417&lang=es

ISSN: 2145-9371

GONZALES DE CELIS, Gioconda [et al]. Determinación del parámetro de resistencia, ángulo de fricción Interna (ϕ) y su relación con los parámetros densidad relativa (D_r) y relación de vacíos (e) en suelos granulares. Mérida : e-Revistas Ciencia e Ingeniería [En línea], 2014, Vol. 35. [Fecha de Consulta: 15 de mayo del 2020]

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=507550626003>

ISSN: 1316-7081

GOMEZ ARIAS, Jesús, MIRANDA NOVARES, María Guadalupe y VILLASIS KEEVER, Miguel Ángel. El protocolo de la investigación III: La población de Estudio. Ciudad de México: Revista Alergia México [En línea], 2016, Vol. 63. [Fecha de Consulta: 20 de septiembre del 2020].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>

ISSN: 002 - 5151

DRANICHNIKOVA, Tatiana. Nuevas Tendencias en la Mecánica de Suelos. INGENIUS, Repositorio Digital Universidad Politécnica Salesiana [En línea], 2019. [Fecha de Consulta: 15 de mayo del 2020]

Disponible en: <https://core.ac.uk/reader/84697892#related-papers>

FREIRE TELLADO, Manuel J. Interacción del suelo, cimiento y estructura: El caso de Zapata (1er. Parte), España: Consejo Superior de Investigación científicas, 400-36, 2001. [En línea].

Disponible en: <http://hdl.handle.net/10261/97075>

HEYMAN, J. , COULOMB, CA. Coulomb's analysis of soil thrust. [trad.] Geotech Engng papper Vol 131, 1998 [Publicado en línea 05 de junio del 2015]

Disponible en: <https://doi.org/10.1680/igeng.1998.30113>

ISSN: 1353-2618

JUAREZ BADILLO, Eulalio y Rico Rodriguez, Alfonso. Mecánica de suelos: Fundamentos de la mecánica de suelos. Segunda edición. Ciudad de Mexico D. F. : Editorial Limusa, 1973. Vol. Tomo I.

ISBN: 9789681811907.

LOPEZ BRAVO, Elvis et al. Determination of basics mechanical properties in a tropical clay soil as a function of dry bulk density and moisture. Rev Cie Téc Agr [online]. 2012, vol.21, n.3 [Fecha de consulta 25 de junio del 2020], pp.05-11. [tra].

Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542012000300001&lng=es&nrm=iso>.

ISSN 2071-0054.

LOZADA, José. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industrial. Volumen 03, Número 01 Quito: CienciAmérica, Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica,2014.

ISSN – e: 1390 - 9592

LOZANO RIVAS, William Antonio. Suelos: Guías prácticas simplificada de campo y laboratorio. Primera edición. Bogota : Universidad Piloto de Colombia Digiprint editores e.u., 2016.

ISBN: 9789588957371.

MANILLA ACEVES, Alfonso Alvarez, GARNICA ANGUAS, Paul y PEREZ SALAZAR, Alfonso. Evaluación indirecta de los módulos elásticos de Reguidez Insitu y la relación entre V_p/V_s y el ángulo de fricción interna. Insituto mexicano de Transporte [En línea]. Secretaria de Comunicaciones y Transporte de Comunicaciones y Transporte, 2003 [Fecha de Consulta 20 de junio del 2020].

Disponible en:

<https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt225.pdf>

ISSN: 0118-7297

MEDRADO DA SILVA, Euzebio. Comparação de modelos matemáticos para o traçado de curvas granulométricas. Pesquisa Agropecuaria Brasileira [En línea]. Brasilia: Parque Estação Biológica, 2004, pág. 8. [Fecha de Consulta 22 de junio del 2020].

Disponible en: <http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/6782>

ISBN: 1678-3921

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO (Perú). NORMA E 0.50 Suelos y Cimentaciones. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. Lima : s.n., 2018.

NIEVES HURTADO, Antonio y DOMINGUEZ CHANCE, Federico C. Métodos numéricos aplicados a la Ingeniería . México : Grupo editorial Patria S.A., 2014. ISBN: 9786074389265.

OROZCO CERÓN, Juan Camilo, RAMIRES SILVA, Maudi Alexandra y OSPINA LOZANO, Sandra Elodia. Apuntes en clase enfocados a la Ingeniería de Cimentaciones. Bogotá: s.n., 2020. [Fecha de Consulta 12 de junio del 2020]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil

PALACIOS MONCAYO, Oscar. Geología de los cuadrángulos de Paíta, Piura, Talara, Sullana, Lobitos, Quebrada Seca, Zorritos, Tumbes y Zarumilla. Sector Energía y Minas INGEMMET Instituto Geológico, Minero y Metalurgico [En línea].Lima : Editorial Allamanda S.R.L, 1994, pág. 190. Disponible en: <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/175>

PERICHE MENDOZA, Pedro. Obtención Del Ángulo De Fricción Interna Mediante Curvas Granulométricas Como Alternativa Al Ensayo De Corte Directo, Distrito Puerto Eten, Chiclayo. Tesis (Grado de Licenciatura) ETEN. CHICLAYO : Universidad Cesar Vallejo, 2018.

RAVINES ALIAGA, Juan Alberto. Capacidad portante de los suelos de fundación, mediante los métodos dpl y corte directo para la ciudad de José Gálvez – Celendín – Cajamarca” Tesis (Magíster en Ingeniería Geotécnica). Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca , 2017. pág. 169.

RODRIGUEZ REVELO, Natalia et al. Análisis de proveniencia de las arenas del complejo de dunas parabólicas El Socorro, Baja California, México, mediante una caracterización mineralógica y granulométrica. Bol. Soc. Geol. Mex [online]. 2014, vol.66, n.2 [Fecha de consulta 18 de septiembre del 2020], pp.355-363. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-3322014000200011&lng=es&nrm=iso. ISSN 1405-3322.

TERZAGHI, Karl y PECK, Ralph B. Soil mechanics in engineering practica. [Trad.] MORETTO, Oreste. 2. Da Edicion Barcelona: Editorial el Ateneo,1973. ISBN: 8470210203

VALLEJOS CASTRO, Judith Emperatriz. Dilatancia y ángulo de fricción efectivo de la arena eólica de Piura con el ensayo de corte directo. Tesis (Grado de Licenciatura) Piura : Universidad de Piura, 2004.

WILLIAM LAMBE, T. y WHITMAN V., Robert. 2004. MECÁNICA DE SUELOS. Ciudad de México : Limusa, 2004. ISBN: 9681818946.

SANTAMARÍA, J. Carlos y NARSILIO, Guillermo A. Clasificación de Suelos: Fundamento Físico. Venezuela: s.n., 2008.

ZEGARRA PALLANE, Jorge V. MECÁNICA DE SUELOS. Lima : s.n., 1999

ANEXOS

Anexo 01: Operacionalización de variables

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
CAPACIDAD ADMISIBLE	"La carga admisible en una cimentación es aquella que puede ser aplicada sin producir daños a la estructura de soporte, además del margen de seguridad dado llamado por el coeficiente de seguridad, esta capacidad no depende únicamente del terreno, sino también de la cimentación y características de la estructura que se adopte según "(CRESPO VILLALAZ, 2004)	Seleccionar la teoría más aceptada para la capacidad admisible en los suelos de Piura	Propiedades mecánicas de los suelos frente a cargas y datos reales obtenidos en campo.	Resistencia al corte de los Suelos de Piura	ORDINAL
		Cálculo de la Capacidad Admisible		Experiencia y conocimientos del comportamiento de los suelos de Piura ante cargas	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	"El análisis granulométrico se refiere a la determinación de la cantidad en porcentaje de los diversos tamaños de partículas que constituyen el suelo. "(CRESPO VILLALAZ, 2004)	Se utilizará un análisis estadístico de una base de datos.	Propiedades físicas: tamaño, forma, angularidad de las partículas del suelo	Clasificación SUCS	INTERVALOS
			Cohesión y plasticidad de los suelos	Ángulo de fricción interna y Plasticidad de los suelos de Piura	
CIMENTACIONES SUPERFICIALES	"Se denomina cimentación a la parte más baja de una estructura. Su función es transmitir la carga de la estructura al suelo sobre donde se está descansando. Una cimentación diseñada adecuadamente es una que transfiere la carga a lo largo del suelo sin sobrecargarlo. "(BRAJAS M. Das, 2001)	Se clasificará los suelos de la ciudad de Piura por Sectores.	Tipo de cimentaciones para los suelos de la ciudad de Piura	Dimensión de cimentaciones mediante la capacidad portante	NOMINAL
			Estudios de mecánica de suelos realizados en la ciudad de Piura.	Mapeo de la ciudad de Piura	
			Altitud de la ciudad de Piura respecto al nivel del mar	Profundidad del Nivel Freático	

Anexo 02: Instrumentos de recolección de información

Ficha de registro: Análisis granulométrico por tamizado NTP 339.128 // ASTM D422

Abertura mm	Tamiz ASTM	Contenido (g)	Retenido Parcial (%)	Retenido Total (%)	Pasa (%)
76.2	3"				
62.7	2 1/2"				
50.8	2"				
38.1	1 1/2"				
24.4	1"				
19.1	3/4"				
12.7	1/2"				
9.52	3/8"				
6.35	1/4"				
4.76	4				
2	10				
0.84	20				
0.43	40				
0.177	80				
0.149	100				
0.074	200				
	Fondo				
	Total				
	Peso Inicial				
	Pérdida				

DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:

Técnico Laboratorio : _____
 Responsable : _____



LABORATORIO QUALITY PAVEMENTS S.A.C
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO DE SUELOS
 NTP 339.128 / ASTM D422

Fecha de Recepción :	Orden de Servicio :	:
Fecha de Ensayo :	N° Informe :	:
Fecha de Emisión :		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

SOLICITANTE :	MUESTREADO POR :	:
OBRA :	CANTERA :	:
UBICACIÓN :		

Anexo 03: Del Capítulo II

Método de cálculo de capacidad admisibles en función al RNE

Fórmula 40 Capacidad de carga de suelos cohesivos (RNE)

Se determina para suelos cohesivos tipo: arcilla, arcilla limosa, y limo arcilloso, donde se emplea un ángulo de fricción igual a 0.

$$q_d = s_c \cdot i_c \cdot C N$$

Fórmula 41 Capacidad de carga de suelos friccionantes (RNE)

Se determina para suelos friccionantes como gravas, arenas y gravas arenosas, donde se emplea una cohesión igual a 0.

$$q_d = i_q \cdot \gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q + 0.5 s_y \cdot i_y \cdot \gamma_2 + B' \cdot N_y$$

Fórmula 42 Coeficiente de corrección por la forma (Cohesión)

$$s_c = 1 + 0.2 \frac{B}{L}$$

Fórmula 43 Coeficiente de corrección por forma (Fricción)

$$s_y = 1 - 0.2 \frac{B}{L}$$

Fórmula 44 Coeficiente de corrección por inclinación de carga (Cohesión)

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

Fórmula 45 Coeficiente de corrección por inclinación de carga (Fricción)

$$i_y = \left(1 - \frac{\alpha}{\theta}\right)^2$$

Donde se expresa:

C = Cohesión del suelo bajo la zapata.

B = Ancho del área efectiva

α = ángulo en grados de la carga vertical

γ_1 = Peso unitario volumétrico sobre el nivel de la cimentación

γ_2 = Peso unitario volumétrico bajo el nivel de la cimentación

Método de cálculo de capacidad admisibles en función al Dr. Karl Terzaghi

CAPACIDAD DE CARGA PARA CORTE POR FALLA GENERAL

Fórmula 46 Capacidad de carga en cimentación corrida

Los golpes del S.P.T. son mayores a 15.

$$qd = c \cdot Nc + \gamma \cdot Df \cdot Nq + 0.5 \gamma \cdot B \cdot Ny$$

Fórmula 47 Capacidad de carga para zapatas cuadradas

$$qd = 1.3 c \cdot Nc + \gamma \cdot Df \cdot Nq + 0.4 \gamma \cdot B \cdot Ny$$

Fórmula 48 Capacidad de carga para zapatas circulares

$$qd = 1.3 \cdot c \cdot Nc + \gamma \cdot Df \cdot Nq + 0.3 \gamma \cdot B \cdot Ny$$

Fórmula 49 Capacidad de carga para zapatas rectangulares

$$qd = \left(1 + 0.3 \frac{B}{L}\right) c \cdot Nc + \gamma \cdot Df \cdot Nq + 0.5 \left(1 - 0.2 \frac{B}{L}\right) \gamma \cdot B \cdot Ny$$

CAPACIDAD DE CARGA PARA CORTE POR FALLA LOCAL Y PUNZONAMIENTO

Fórmula 50 Capacidad de carga en cimentación continua

Para suelos cuyos golpes del S.P.T. son iguales a 15 golpes.

$$qd = c \cdot N'c + \gamma \cdot Df \cdot N'q + 0.5 \gamma \cdot B \cdot N'y$$

Fórmula 51 Capacidad de carga para cimiento corrido

$$qd = \frac{2}{3} C' \cdot N'c + \gamma \cdot Df \cdot N'q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N'y$$

Fórmula 52 Capacidad de carga para cimentaciones cuadradas

$$qd = 1.3 C' \cdot N'c + \gamma \cdot Df \cdot N'q + 0.4 \gamma \cdot B \cdot N'y$$

Fórmula 53 Capacidad de carga para cimentaciones circulares en suelos granulares

$$qd = 1.3 C' \cdot N'c + \gamma \cdot Df \cdot N'q + 0.6 \gamma \cdot R \cdot N'y$$

Fórmula 54 Capacidad de carga para cimentaciones mediante S.P.T.

$$qd = 0.5 B\gamma Ny + \gamma Df (Nq - 1)$$

Donde:

qd: Capacidad última de carga en Kg/cm²

γ: Peso Volumétrico del Suelo en gr/cm³

Df: Profundidad de Cimentación en m

R: Radio de Zapata en m

B: Ancho de Cimentación en m

q: Sobre carga

Nc, Nq, Ny: Factores de carga

Método de cálculo de capacidad admisibles en función a Meyerhof

Fórmula 55 Factores de forma

$$sc = 1 + 0.2 Kp \frac{B}{L}$$

$$sq = Sy = 1 + 0.1 Kp \frac{B}{L}$$

Cuando el ángulo de fricción es igual a cero

$$sq = Sy = 1$$

$$sq = 1 + \frac{B}{L} \tan (\phi)$$

Fórmula 56 Factores de profundidad

$$dc = 1 + 0.2 \sqrt{Kp} \frac{Df}{B}$$

$$dq = 1 + 0.1 \sqrt{Kp} \frac{Df}{B}$$

Cuando el ángulo de fricción es igual a cero

$$dq = dy = 1$$

Fórmula 57 Coeficiente de empuje de presiones

$$Kp = \tan^2 (45 + \phi/2)$$

Fórmula 58 Factores de inclinación

$$ic = iq = (1 - \beta/2) ^2$$

$$iy = (1 - \beta/\phi) ^2$$

Anexo 04: Complemento del capítulo IV Resultados.

Anexos del primer objetivo:

Ubicación de los E.M.S. en la ciudad de Piura.

Descripción y ubicación de cada estudio de suelos con fines de cimentación:

a) Distrito de Piura

1. Asociación Civil Piura 450 – Colegio Turicara

El proyecto asignado como “Oficinas de Preceptoría Colegio Turicarará – un piso” se encontrará ubicado en la Av. Las camelias S/N Urb. Santa María del Pinar, provincia de Piura, departamento de Piura.



Figura 14 Ubicación de zona de estudio ASOCIACION CIVIL PIURA 450 – PIURA en Google MAPS

2. Arquitectura y Construcción ARQFREE

El proyecto asignado como “Pórtico Principal Green House” se encuentra ubicado en el AA.HH. el señor Cautivo de la provincia de Piura – Departamento de Piura.

3. Desamas Perú S.A.C.

El proyecto asignado como “Programa mi vivienda, Techo Propio – Piura Oeste” se encuentra ubicado en la carretera Piura – Paita km 9.2 Distrito de Piura - Provincia de Piura – Departamento de Piura.



Figura 17 Ubicación de zona de estudio Jhony Ruiz Floriano en Google MAPS

6. Consorcio Algarrobos

El proyecto asignado como “Mejoramiento de los servicios de salud los Algarrobos del Distrito de Piura, Provincia de Piura, Departamento de Piura”

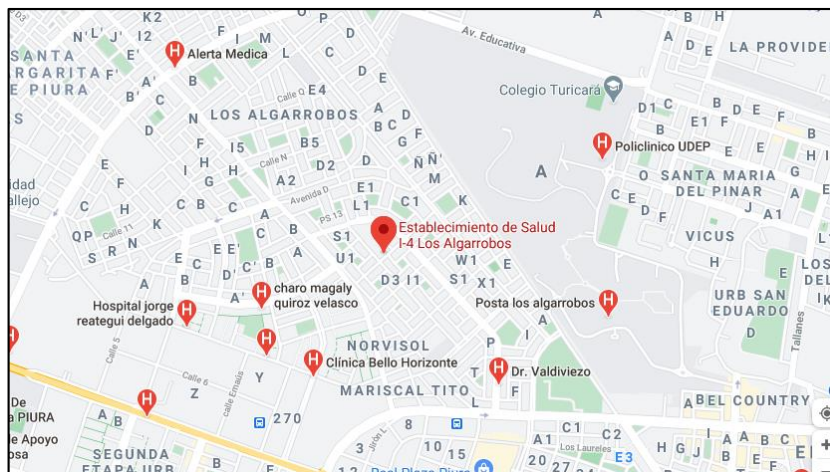


Figura 18 Ubicación de zona de estudio del Consorcio los Algarrobos en Google MAPS

b) Distrito 26 De Octubre

7. Viva GyM S.A.C.

El proyecto asignado como “Los Parques De Piura III C.” ubicado en la prolongación Miguel Grau 200008 - Distrito Veintiséis de Octubre - Provincia de Piura - Departamento de Piura.



Figura 19 Ubicación de zona de estudio Viva GyM S.A.C. en Google MAPS

8. Cubic 33 S.A.C.

El proyecto asignado como “P111 – Planta procesadora de frutas” ubicado en la carretera Panamericana Norte, tramo Piura Sullana, lote 3, manzana c frente a la Av. Cuatro en el Distrito Veintiséis de Octubre – Provincia de Piura – Departamento de Piura.



Figura 20 Ubicación de zona de estudio Cubic 33 S.A.C. en Google MAPS

9. Multiservicios e Inversiones Catalina

El proyecto asignado como “Vivienda Multifamiliar 3 Pisos más Azotea” ubicado en el Distrito Veintiséis de Octubre - Provincia de Piura - Departamento de Piura.



Figura 21 Ubicación de zona de estudio Multiservicios e Inversiones Catalina en Google MAPS

c) Distrito De Castilla

10. Grupo Médico San Gabriel

El proyecto asignado como “Clínica San Gabriel II.1” ubicado en la Mz. O lote S/N caserío de Miraflores Distrito de Castilla – Provincia de Piura – Departamento de Piura.



Figura 22 Ubicación zona de estudio Clínica San Gabriel en Google MAPS

11. Frand Adanaque

El proyecto asignado como “Vivienda Multifamiliar” se encuentra ubicado en la urbanización 15 de septiembre Mz. E lote 06 – Distrito de Castilla – Provincia de Piura – Departamento de Piura.

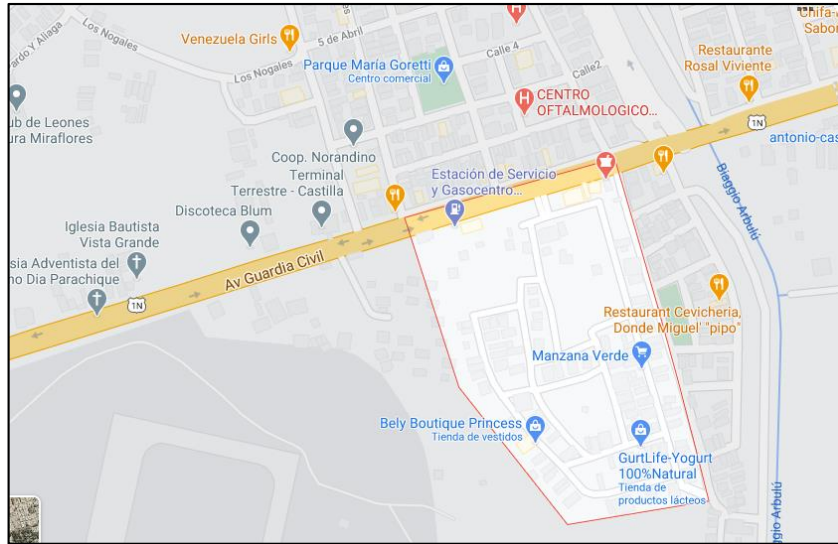


Figura 23 Ubicación de la zona de estudio Frand Adanaque en Google MAPS

Anexos del segundo objetivo:

Tabla 83 Diámetros efectivos de los suelos tipo SP

CALICATA	D 10			D 30			D60		
	Abertura (mm)	Pasante (%)	Resultado	Abertura (mm)	Pasante (%)	Resultado	Abertura (mm)	Pasante (%)	Resultado
CALICATA COLEGIO TURICARA CON FINES DE CIMENTACION 01	0.149	31.30	0.091	0.149	31.30	0.149	0.430	99.60	0.205
	X	10.00		X	30.00		X	60.00	
	0.074	3.80		0.149	3.80		0.177	55.00	
CALICATA COLEGIO TURICARA CON FINES DE CIMENTACION 02	0.149	28.50	0.094	0.149	28.50	0.124	0.430	99.30	0.226
	X	10.00		X	20.00		X	60.00	
	0.074	3.50		0.074	3.50		0.177	50.60	
CALICATA COLEGIO TURICARA CON FINES DE CIMENTACION 03	0.149	29.30	0.093	0.177	51.40	0.150	0.430	98.90	0.223
	X	10.00		X	30.00		X	60.00	
	0.074	3.60		0.149	29.30		0.177	51.40	
CALICATA DE VIVA GYM CON FINES DE CIMENTACIÓN 02	0.149	15.70	0.110	0.430	98.30	0.183	0.430	98.30	0.291
	X	10.00		X	30.00		X	60.00	
	0.074	4.60		0.177	28.40		0.177	28.40	

Fuente: elaboración propia

Tabla 84 Diámetros efectivos en los suelos tipo SM

CALICATA	D 10			D30			D60		
	Abertura (mm)	Pasante (%)	Resultado	Abertura (mm)	Pasante (%)	Resultado	Abertura (mm)	Pasante (%)	Resultado
SPT 01 - CONSORCIO ALGARROBOS	0.149	92.80	0.066	0.149	92.80	0.086	0.149	92.80	0.116
	0.074	18.00		x	30.00		x	60.00	
	x	10.00		0.074	18.00		0.074	18.00	
SPT 02 - CONSORCIO ALGARROBOS	0.149	87.50	0.064	0.149	87.50	0.086	0.149	87.50	0.119
	0.074	19.50		x	30.00		x	60.00	
	x	10.00		0.074	19.50		0.074	19.50	
ALGARROBOS CALICATA CIMENTACION 01 NORTE: 9428441	0.149	61.60	0.062	0.149	61.60	0.096	0.149	61.60	0.146
	0.074	17.10		x	30.00		x	60.00	
	x	10.00		0.074	17.10		0.074	17.10	
ALGARROBOS CALICATA CIMENTACION 02 NORTE: 9428469	0.149	58.50	0.062	0.149	58.50	0.098	0.177	84.30	0.151
	0.074	16.70		x	30.00		x	60.00	
	x	10.00		0.074	16.70		0.149	58.50	
ALGARROBOS CALICATA CIMENTACION 03 NORTE: 942870	0.149	55.10	0.060	0.149	55.10	0.100	0.177	88.50	0.153
	0.074	17.00		x	30.00		x	60.00	
	x	10.00		0.074	17.00		0.149	55.10	
ALGARROBOS CALICATA CIMENTACION 04 NORTE: 9428461	0.149	58.50	0.059	0.149	58.50	0.096	0.177	85.00	0.151
	0.074	18.00		x	30.00		x	60.00	
	x	10.00		0.074	18.00		0.149	58.50	
	0.149	67.70	0.062	0.149	67.70	0.092	0.149	67.70	0.137
	0.074	17.70		x	30.00		x	60.00	

ALGARROBOS CALICATA DE CIMENTACION 05 NORTE: 9428445	x	10.00		0.074	17.70		0.074	17.70	
CALICATA CUBIC CIMENTACION 01	0.149	47.00	0.063	0.149	47.00	0.109	0.177	74.40	0.162
	0.074	14.90		x	30.00		x	60.00	
	x	10.00		0.074	14.90		0.149	47.00	
CALICATA CUBIC CIMENTACION 02	0.149	55.50	0.069	0.149	55.50	0.104	0.177	81.70	0.154
	0.074	13.10		x	30.00		x	60.00	
	x	10.00		0.074	13.10		0.149	55.50	
CALICATA CUBIC CIMENTACION 03	0.149	48.50	0.065	0.149	48.50	0.109	0.177	83.70	0.158
	0.074	14.00		x	30.00		x	60.00	
	x	10.00		0.074	14.00		0.149	48.50	
CALICATA CUBIC CIMENTACION 04	0.149	59.30	0.065	0.149	59.30	0.099	0.177	80.80	0.150
	0.074	15.50		x	30.00		x	60.00	
	x	10.00		0.074	15.50		0.149	59.30	
CALICATA CUBIC CIMENTACION 13	0.149	38.30	0.054	0.149	38.30	0.121	0.177	61.00	0.176
	0.074	15.90		x	30.00		x	60.00	
	x	10.00		0.074	15.90		0.149	38.30	
CALICATA CUBIC CIMENTACION 15	0.149	54.80	0.063	0.149	54.80	0.102	0.177	76.70	0.156
	0.074	15.60		x	30.00		x	60.00	
	x	10.00		0.074	15.60		0.149	54.80	
CALICATA CUBIC CIMENTACION 16	0.149	51.30	0.067	0.149	51.30	0.107	0.177	86.40	0.156
	0.074	13.40		x	30.00		x	60.00	
	x	10.00		0.074	13.40		0.149	51.30	
CALICATA GRUPO MEDICO GABRIEL CIMENTACION 01 - ESTRATO 02	0.149	14.60	0.069	0.177	95.10	0.154	0.177	95.10	0.165
	0.074	10.30		x	30.00		x	60.00	
	x	10.00		0.149	14.60		0.149	14.60	
CALICATA MULTISERVICIO CATALINA 01	0.149	57.40	0.070	0.149	57.40	0.103	0.177	93.20	0.151
	0.074	12.60		x	30.00		x	60.00	
	x	10.00		0.074	12.60		0.149	57.40	
CALICATA FRED ADANAQUE VIVIENDA MULTIFAMILIAR 01	0.149	54.80	-0.008	0.149	54.80	0.062	0.177	87.30	0.153
	0.074	33.40		0.074	33.40		x	60.00	
	x	10.00		x	30.00		0.149	54.80	
CALICATA LAS PALMERAS 01	0.149	32.20	0.009	0.149	32.20	0.135	0.430	99.30	0.250
	0.074	20.30		x	30.00		x	60.00	
	x	10.00		0.074	20.30		0.177	44.10	
CALICATA 03 VIVA GYM	0.149	24.20	0.049	0.177	34.20	0.165	0.430	97.90	0.279
	0.074	13.60		x	30.00		x	60.00	
	x	10.00		0.149	24.20		0.177	34.20	
CALICATA 05 VIVA GYM	0.149	44.40	0.063	0.149	44.40	0.113	0.177	79.50	0.161
	0.074	14.30		x	30.00		x	60.00	
	x	10.00		0.074	14.30		0.149	44.40	
SPT CUBIC	0.149	51.30	0.067	0.149	51.30	0.107	0.177	86.40	0.156
	0.074	13.40		x	30.00		x	60.00	
	x	10.00		0.074	13.40		0.149	51.30	
CALICATA GRUPO MEDICO GABRIEL CIMENTACION 02 - ESTRATO 02	0.149	17.00	0.069	0.177	99.20	0.153	0.177	99.20	0.164
	0.074	10.40		x	30.00		x	60.00	
	x	10.00		0.149	17.00		0.149	17.00	
CALICATA GRUPO MEDICO GABRIEL CIMENTACION 03 - ESTRATO 02	0.149	18.20	0.068	0.177	94.70	0.153	0.177	94.70	0.164
	0.074	10.60		x	30.00		x	60.00	
	x	10.00		0.149	18.20		0.149	18.20	
CALICATA 01 ESTRATO 02 ARQFREE	0.149	37.70	-0.082	0.149	37.70	0.085	0.177	93.40	0.160
	0.074	28.70		x	30.00		x	60.00	
	x	10.00		0.074	28.70		0.149	37.70	

Fuente: elaboración propia

Tabla 85 Diámetros efectivos en los suelos tipo SP-SM

CALICATA	D 10			D 30			D60		
	Abertura (mm)	Pasante (%)	Resultado	Abertura (mm)	Pasante (%)	Resultado	Abertura (mm)	Pasante (%)	Resultado
CALICATA CUBIC CIMENTACION 06	0.149	30.70	0.081	0.149	30.70	0.147	0.430	99.40	0.209
	X	10.00		X	30.00		X	60.00	
	0.074	8.00		0.074	8.00		0.177	54.30	
CALICATA CUBIC CIMENTACION 11	0.149	41.00	0.072	0.149	41.00	0.122	0.177	65.50	0.171
	0.074	10.70		X	30.00		X	60.00	
	X	10.00		0.074	10.70		0.149	41.00	
CALICATA JHONY RUIZ VIVENDA UNIFAMILIAR 01	0.149	37.50	0.081	0.149	37.50	0.130	0.177	63.20	0.174
	X	10.00		X	30.00		X	60.00	
	0.074	7.30		0.074	7.30		0.149	37.50	
CALICATA 01 ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION ARQFREE	0.149	13.80	0.099	0.177	86.70	0.155	0.177	86.70	0.167
	X	10.00		x	30.00		X	60.00	
	0.074	8.10		0.149	13.80		0.149	13.80	
CALICATA 04 VIVA GYM	0.149	24.30	0.080	0.177	41.80	0.158	0.430	98.20	0.259
	X	10.00		x	30.00		X	60.00	
	0.074	8.80		0.149	24.30		0.177	41.80	

Fuente: elaboración propia

Tabla 86 Diámetros efectivos en los suelos tipo SC

CALICATA	D 10			D 30			D60		
	Abertura (mm)	Pasante (%)	Resultado	Abertura (mm)	Pasante (%)	Resultado	Abertura (mm)	Pasante (%)	Resultado
CALICATA CUBIC CIMENTACION 05	0.149	53.80	-0.019	0.149	53.80	0.058	0.177	71.80	0.159
	0.074	34.20		0.074	34.20		x	60.00	
	x	10.00		x	30.00		0.149	53.80	
CALICATA CUBIC CIMENTACION 07	0.149	69.80	0.020	0.149	69.80	0.063	0.149	69.80	0.128
	0.074	34.90		0.074	34.90		x	60.00	
	x	10.00		x	30.00		0.074	34.90	
CALICATA CUBIC CIMENTACION 08	0.149	59.50	-0.134	0.149	59.50	-0.020	0.177	62.20	0.154
	0.074	46.40		0.074	46.40		x	60.00	
	x	10.00		x	30.00		0.149	59.50	
CALICATA CUBIC CIMENTACION 12	0.149	73.10	0.031	0.149	73.10	0.068	0.149	73.10	0.124
	0.074	33.00		0.074	33.00		x	60.00	
	x	10.00		x	30.00		0.074	33.00	
CALICATA CUBIC CIMENTACION 14	0.149	72.50	0.026	0.149	72.50	0.065	0.149	72.50	0.124
	0.074	34.40		0.074	34.40		x	60.00	
	x	10.00		x	30.00		0.074	34.40	
CALICATA DESAMAS 04 CIMENTACION	0.149	67.80	-0.018	0.149	67.80	0.040	0.149	67.80	0.127
	0.074	41.80		0.074	41.80		x	60.00	
	x	10.00		x	30.00		0.074	41.80	
CALICATA DESAMAS 05 CIMENTACION	0.149	44.60	-0.130	0.149	44.60	0.031	0.430	83.30	0.207
	0.074	35.30		0.074	35.30		x	60.00	
	x	10.00		x	30.00		0.177	56.90	
CALICATA JHONY RUIZ VIVENDA UNIFAMILIAR 02	0.149	63.70	-0.044	0.149	63.70	0.028	0.149	63.70	0.136
	0.074	42.80		0.074	42.80		x	60.00	
	x	10.00		x	30.00		0.074	42.80	

Tabla 87 Diámetros efectivos en los suelos tipo CL

CALICATA	D 10			D 30			D60		
	Abertura (mm)	Pasante (%)	Resultado	Abertura (mm)	Pasante (%)	Resultado	Abertura (mm)	Pasante (%)	Resultado
CALICATA CUBIC CIMENTACION 09	0.149	75.50	-0.187	0.149	75.50	-0.085	0.149	75.50	0.069
	0.074	60.90		0.074	60.90		0.074	60.90	
	x	10.00		x	30.00		x	60.00	
CALICATA CUBIC CIMENTACION 10	0.149	76.30	-0.255	0.149	76.30	-0.133	0.149	76.30	0.050
	0.074	64.00		0.074	64.00		0.074	64.00	
	x	10.00		x	30.00		x	60.00	
CALICATA DESAMAS 01 CIMENTACION	0.149	82.80	-4.401	0.149	82.80	-3.151	0.149	82.80	-1.276
	0.074	81.60		0.074	81.60		0.074	81.60	
	x	10.00		x	30.00		x	60.00	
CALICATA DESAMAS 02 CIMENTACION	0.149	71.30	-0.205	0.149	71.30	-0.089	0.149	71.30	0.084
	0.074	58.30		0.074	58.30		0.074	58.30	
	x	10.00		x	30.00		x	60.00	
CALICATA DESAMAS 03 CIMENTACION	0.149	87.80	-3.283	0.149	87.80	-2.401	0.149	87.80	-1.077
	0.074	86.10		0.074	86.10		0.074	86.10	
	x	10.00		x	30.00		x	60.00	
CALICATA VLADIMIR DE CIMENTACION 01	0.149	89.50	-0.340	0.149	89.50	-0.217	0.149	89.50	-0.032
	0.074	77.30		0.074	77.30		0.074	77.30	
	x	10.00		x	30.00		x	60.00	
CALICATA GRUPO MEDICO GABRIEL CIMENTACION 01 - ESTRATO 01	0.149	72.20	-0.936	0.149	72.20	-0.587	0.149	72.20	-0.064
	0.074	67.90		0.074	67.90		0.074	67.90	
	x	10.00		x	30.00		x	60.00	
CALICATA GRUPO MEDICO GABRIEL CIMENTACION 02 - ESTRATO 01	0.149	77.60	-1.300	0.149	77.60	-0.871	0.149	77.60	-0.228
	0.074	74.10		0.074	74.10		0.074	74.10	
	x	10.00		x	30.00		x	60.00	
CALICATA GRUPO MEDICO GABRIEL CIMENTACION 03 - ESTRATO 01	0.149	85.80	-2.220	0.149	85.80	-1.595	0.149	85.80	-0.657
	0.074	83.40		0.074	83.40		0.074	83.40	
	x	10.00		x	30.00		x	60.00	
CALICATA GRUPO MEDICO GABRIEL CIMENTACION 04 - ESTRATO 01	0.149	74.80	-1.036	0.149	74.80	-0.671	0.149	74.80	-0.122
	0.074	70.70		0.074	70.70		0.074	70.70	
	x	10.00		x	30.00		x	60.00	
VIVA GYM CALICATA DE CIMENTACION 01	0.149	88.40	-0.815	0.149	88.40	-0.569	0.149	88.40	-0.200
	0.074	82.30		0.074	82.30		0.074	82.30	
	x	10.00		x	30.00		x	60.00	
FRAND ADANAQUE CALICATA DE CIMENTACION 01	0.149	85.70	-0.227	0.149	85.70	-0.128	0.149	85.70	0.021
	0.074	70.60		0.074	70.60		0.074	70.60	
	x	10.00		x	30.00		x	60.00	

Fuente: elaboración propia