



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL

Influencia del Nivel Freático en la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales en el Centro Poblado de Ninatambo – Tarma 2019

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TESISTA:

Bach. HURTADO PUMACARHUA, Yosselyn Flor

ASESOR:

Mag. DELGADO RAMIREZ, Félix Germán

TARMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

En primer lugar, a Dios, por permitirme llegar a esta etapa de mi vida tan importante, después de pruebas y dificultades en el camino, lo cual ha generado en mí, una gratitud y mayor estimación hacía Él.

A los dos seres que me dieron la vida, gracias papá y mamá, hoy siento, que les debo todo lo bueno que me ha pasado en la vida.

Agradecimientos

Agradezco en primer lugar, al Creador del cielo y de la tierra, a Dios, el ejemplo excelente de vida, presentando su amor y cuidado en todo tiempo, compañero fiel.

A las dos personas más importantes que me dieron la vida, mi padre y madre, que me educaron con amor, sabiduría y responsabilidad para con mis prójimos.

A mis dos hermanos, que siempre son mi ejemplo y me inspiran a ser mejor cada día, enseñándome la constante lucha que es la vida.

A mis amigos y personas que me apoyaron y que creen en mi valorando el esfuerzo que hago.

Resumen

Esta investigación está orientado dirigido a esclarecer cómo es la participación de la alteración del nivel freático en la capacidad portante de los suelos, únicamente para las cimentaciones superficiales, teniendo en cuenta las diversas geometrías y profundidades de la misma. Por otro lado, consideramos los elementos que afectan al nivel freático ya sea la precipitación, el tipo de suelo y la capacidad de infiltración. En nuestra zona de estudio y en nuestro medio, para el diseño de cimentaciones, por lo general, no se tiene en consideración el estudio o evaluación del nivel freático. Para la presente investigación se ejecutaron 3 calicatas y 3 pozos cerca de ellas, donde se realizaron los ensayos correspondientes tanto en campo, como en laboratorio, tal como fue el ensayo de infiltración, permeabilidad, absorción y análisis del suelo en diferentes fechas; todas estas bajo la guía de normas peruanas y extranjeras, con sus respectivas evidencias.

Conseguimos los siguientes resultados, en cuanto a la precipitación pluvial registrada en las fechas del 14 de Octubre al 10 de Noviembre, ha ocasionado un aumento del nivel freático de 1.16 a 0.90 metros; además la velocidad de infiltración registrada fue de 0.043 y se mostró un suelo arcilloso de plasticidad media que es un suelo permeable y de infiltración media. Por estos datos obtenidos se deduce que la variación del nivel freático tiene una influencia directa frente a la capacidad portante de los suelos.

Palabras claves: profundidad, variación, ascenso, cohesión, nivel freático, ángulo de fricción interna, capacidad portante.

Abstract

This research is aimed at clarifying the participation of the alteration of the water table in the bearing capacity of the soil, only for surface foundations, taking into account the various geometries and depths of it. On the other hand, we consider the elements that affect the water table, whether it is precipitation, soil type and infiltration capacity. In our study area and in our environment, for the design of foundations, in general, the study or evaluation of the water table is not considered. For the present investigation, 3 calicatas and 3 wells were executed near them, where the corresponding tests were carried out both in the field and in the laboratory, such as the infiltration, permeability, absorption and soil analysis test at different dates; All of these are under the guidance of Peruvian and foreign standards, with their respective evidence.

We obtained the following results, in terms of rainfall recorded on the dates of October 14 to November 10, has caused an increase in the water table from 1.16 to 0.90 meters; In addition, the infiltration rate recorded was 0.043 and a clay soil of medium plasticity was shown, which is a permeable soil with medium infiltration. From these data obtained it follows that the variation of the water table has a direct influence on the bearing capacity of the soil.

Keywords: depth, variation, ascent, cohesion, water table, internal friction angle, bearing capacity.

Índice general

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
Índice general	vi
Índice de tablas.....	x
Índice de figuras	xii
Índice de ecuaciones.....	xiv
Introducción	xv
Capítulo I.....	16
Planteamiento del problema	16
1.1. Formulación del problema	16
1.1.1. Problema principal	17
1.1.2. Problemas secundarios	17
1.2. Objetivos de la investigación	17
1.2.1. Objetivo principal	17
1.2.2. Objetivos secundarios	18
1.3. Justificación e importancia de la investigación	18
1.4. Delimitación del área de investigación	18
1.5. Limitaciones de la investigación	19
Capítulo II.....	20
Marco teórico	20
2.1. Antecedentes nacionales e internacionales.....	20
2.1.1. A nivel nacional	20
2.1.2. A nivel internacional.....	21
2.2. Bases teóricas	23
2.2.1. Ciclo hidrológico	23
2.2.2. Aguas subterráneas	24
2.2.3. Componentes que afectan el nivel freático	25
2.2.4. Cimentaciones superficiales.....	27
2.2.5. Suelo	28
2.2.6. Clasificación SUCS	28
2.2.7. Análisis granulométrico por tamizado	31
2.2.8. Estados de consistencia del suelo	33

2.2.9.	Capacidad portante de cimentaciones superficiales.....	34
2.2.10.	Calculo de la capacidad portante del suelo	35
2.2.11.	Modificación de las ecuaciones de la capacidad de carga por nivel de agua freático	36
2.2.12.	Elementos que afectan a la capacidad portante.....	39
2.3.	Bases legales	42
2.3.1.	Norma E.050	42
2.3.2.	NTP 400.012.....	43
2.3.3.	ASTM C 136.....	43
2.3.4.	NTP 339.127 Contenido de humedad	43
2.3.5.	ASTM D2216.....	43
2.3.6.	ASTM D 3080-72	43
2.3.7.	IS. 020 Tanques sépticos.....	43
2.4.	Definición de términos básicos	44
Capítulo III.....		46
Hipótesis y variables de la investigación		46
3.1.	Hipótesis principal	46
3.2.	Hipótesis secundarias	46
3.3.	Variables e indicadores	47
3.3.1.	Variables dependientes	47
3.3.2.	Variables independientes	47
3.4.	Operacionalización de las variables	47
Capítulo IV		48
Diseño de la investigación.....		48
4.1.	Diseño de ingeniería	48
4.1.1.	Modalidad de la investigación	48
4.1.2.	Diseño de la investigación	48
4.1.3.	Tipo de investigación.....	49
4.2.	Métodos y técnicas del proyecto.....	49
4.2.1.	Ensayo de infiltración y permeabilidad	49
4.2.2.	Medición de la variación del nivel freático.....	50
4.2.3.	Análisis granulométrico por tamizado	51
4.2.4.	Obtención del peso específico	52
4.2.5.	Ensayo de humedad natural	53

4.2.6.	Ensayo para determinar los límites de Atterberg	54
4.2.7.	Ensayo de corte directo	56
4.3.	Diseño estadístico.....	57
4.3.1.	Población y muestra	57
4.4.	Técnicas y herramientas estadísticas.....	58
4.4.1.	Técnicas de análisis de la información	58
Capítulo V.....	Descripción de la zona de estudio	60
5.1.	Análisis del medio físico.....	60
5.1.1.	Ubicación, superficie y altitud	60
5.1.2.	Topografía.....	62
5.1.3.	Aspectos socioeconómicos	62
5.1.4.	Relieve del terreno	62
Capítulo VI.....	Desarrollo de la investigación	63
6.1.	Recopilación de información	63
6.1.1.	Trabajos de campo	63
6.1.2.	Ensayos de laboratorio	63
6.1.3.	OE1: Determinación de la influencia de la precipitación en el nivel freático.....	64
6.1.4.	OE2: Análisis de la participación de la infiltración en el nivel freático	66
6.1.5.	OE3: Análisis del efecto del tipo de suelo en el nivel freático	73
6.1.6.	O.G: Determinar la influencia del nivel freático en la capacidad portante de suelos en las cimentaciones superficiales.....	84
Capítulo VII.....	Resultados, conclusiones y recomendaciones	88
7.1.	Resultados	88
7.1.1.	R-OE1: Resultado de la influencia de la precipitación en el nivel freático ..	88
7.1.2.	R-OE2: Resultado de la participación de la infiltración en el nivel freático ..	93
7.1.3.	R-OE3: Resultado de la incidencia del tipo de suelo en el nivel freático.....	96
7.1.4.	R-OG: Resultado de la influencia del nivel freático en la capacidad portante de suelos en las cimentaciones superficiales.....	104
7.2.	Discusión	108
7.3.	Conclusiones	110
7.4.	Recomendaciones	111
APÉNDICES Y ANEXOS.....	.....	113

i. Fuentes de información	113
Bibliografía	113
ii. Anexos.....	115
Panel Fotográfico.....	115
Validación de Documentos a través de Juicio de Expertos	120
Ensayos de laboratorio.....	133
Planos.....	166

Índice de tablas

Tabla 1 Distribución de terrenos según resultados de prueba de infiltración	26
Tabla 2 Clases de permeabilidad para suelos	27
Tabla 3 Tabla SUCS para suelos granulares.....	30
Tabla 4 Cantidad mínima de la muestra a ensayar según tamaño de partículas	31
Tabla 5 Tamaño y abertura de tamices	31
Tabla 6 Factores para la capacidad de carga.....	36
Tabla 7 Factores para la capacidad de carga cambiado	37
Tabla 8 Valores de ángulo de fricción para arenas y limos	40
Tabla 9 Valores del peso específico seco de los suelos	41
Tabla 10 Operacionalización de variables	47
Tabla 11 Cuadro de variación del nivel freático	64
Tabla 12 Cuadro de infiltración y tasa de infiltración, pozo 1.....	66
Tabla 13 Cuadro de infiltración y tasa de infiltración, pozo 2.....	67
Tabla 14 Cuadro de infiltración y tasa de infiltración, pozo 3.....	68
Tabla 15 Cuadro de permeabilidad, pozo 1.	69
Tabla 16 Cuadro de permeabilidad, pozo 2.	70
Tabla 17 Cuadro de permeabilidad, calicata 3.....	71
Tabla 18 Cuadro de medición de la variación del nivel freático.	72
Tabla 19 Análisis granulométrico, calicata 3 muestra 1, antes del nivel freático.....	74
Tabla 20 Análisis granulométrico, calicata 3 muestra 2, después del nivel freático.	74
Tabla 21 Análisis granulométrico, calicata 2 muestra 1, antes del nivel freático.....	75
Tabla 22 Análisis granulométrico, calicata 2 muestra 2, después del nivel freático	75
Tabla 23 Análisis granulométrico, calicata 1 muestra 1, antes del nivel freático.....	76
Tabla 24 Análisis granulométrico, calicata 1 muestra 2, después del nivel freático	76
Tabla 25 Determinación de los límites de Atterberg calicata 3, antes del nivel freático.....	77
Tabla 26 Determinación de los límites de Atterberg calicata 3, después del nivel freático	77
Tabla 27 Determinación de los límites de Atterberg calicata 2, antes del nivel freático.....	77
Tabla 28 Determinación de los límites de Atterberg calicata 2, después del nivel freático	78
Tabla 29 Determinación de los límites de Atterberg calicata 1, antes del nivel freático.....	78
Tabla 30 Determinación de los límites de Atterberg calicata 1, después del nivel freático	78
Tabla 31 Peso específico del suelo, calicata 3 antes del nivel freático.....	79
Tabla 32 Peso específico del suelo, calicata 3 después del nivel freático	79

Tabla 33	Peso específico del suelo, calicata 2 antes del nivel freático.....	80
Tabla 34	Peso específico del suelo, calicata 2 después del nivel freático	80
Tabla 35	Peso específico del suelo, calicata 1 antes del nivel freático.....	81
Tabla 36	Peso específico del suelo, calicata 1 después del nivel freático	81
Tabla 37	Contenido de humedad del suelo, calicata 3 antes del nivel freático	82
Tabla 38	Contenido de humedad del suelo, calicata 3 después del nivel freático.....	82
Tabla 39	Contenido de humedad del suelo, calicata 2 antes del nivel freático	82
Tabla 40	Contenido de humedad del suelo, calicata 2 después del nivel freático.....	83
Tabla 41	Contenido de humedad del suelo, calicata 1 antes del nivel freático	83
Tabla 42	Contenido de humedad del suelo, calicata 1 después del nivel freático.....	83
Tabla 43	Capacidad portante de la calicata 3, antes del nivel freático	84
Tabla 44	Capacidad portante de la calicata 3, después del nivel freático.....	84
Tabla 45	Capacidad portante de la calicata 2, antes del nivel freático	85
Tabla 46	Capacidad portante de la calicata 2, después del nivel freático.....	85
Tabla 47	Capacidad portante de la calicata 1, antes del nivel freático	86
Tabla 48	Capacidad portante de la calicata 1, después del nivel freático.....	86
Tabla 49	Capacidad portante según la posición del nivel freático.....	87
Tabla 50	Cuadro de precipitación, ascenso y descenso del nivel freático.....	88
Tabla 51	Resultado de los límites de Atterberg calicata 3, antes del nivel freático.	99
Tabla 52	Resultado de los límites de Atterberg calicata 3, después del nivel freático.	99
Tabla 53	Resultado de los límites de Atterberg calicata 2, antes del nivel freático.	99
Tabla 54	Resultado de los límites de Atterberg calicata 2, después del nivel freático.	99
Tabla 55	Resultado de los límites de Atterberg calicata 1, antes del nivel freático.	99
Tabla 56	Resultado de los límites de Atterberg calicata 1, después del nivel freático.	100
Tabla 57	Clasificación de suelos según AASHTO	101
Tabla 58	Promedio del peso específico calicata 3	102
Tabla 59	Promedio del peso específico calicata 2 antes del nivel freático	103
Tabla 60	Promedio del peso específico calicata 2 después del nivel freático	103
Tabla 61	Cuadro de comparación y discusión de la investigación	108

Índice de figuras

Figura 1 Representación del ciclo hidrológico	23
Figura 2 Distribución del agua en el suelo.....	24
Figura 3. Cimentación con falla por capacidad de carga	34
Figura 4 Caso I, efecto del nivel freático en la capacidad última de apoyo	38
Figura 5 Caso II, modificación de las ecuaciones de carga por nivel de aguas freáticas	39
Figura 6 Preparación y saturación del pozo de prueba	49
Figura 7. La tesista monitoreando la tasa de infiltración	50
Figura 8. Selección de calicatas para la medición del nivel freático	51
Figura 9. Medición de la variación del nivel freático	51
Figura 10. Ensayo granulométrico	52
Figura 11. Ensayo para la obtención de peso específico y absorción	53
Figura 12. Ensayo de contenido de humedad	54
Figura 13. Ensayo para determinar los límites de Atterberg	56
Figura 14. Ubicación geográfica.....	61
Figura 15. Zona de estudio, Ninatambo.....	61
Figura 16. Relación del Nivel Freático y precipitación	89
Figura 17 Curva de variación del nivel freático, pozo 1	90
Figura 18 Curva de variación del nivel freático, pozo 2.....	91
Figura 19 Curva de variación del nivel freático, pozo 3.....	92
Figura 20 Velocidad de infiltración de los pozos1, 2 y 3.	93
Figura 21 Capacidad de absorción del suelo de los pozos 1, 2 y 3.....	94
Figura 22. Gráfica de permeabilidad	95
Figura 23. Curva granulométrica, calicata 3 muestra 1 antes del nivel freático	96
Figura 24 Curva granulométrica, calicata 3 muestra 2, después del nivel freático	96
Figura 25 Curva granulométrica, calicata 2 muestra 1 antes del nivel freático	97
Figura 26 Curva granulométrica, calicata 2 muestra 2, después del nivel freático	97
Figura 27. Curva granulométrica, calicata 1 muestra 1 antes del nivel freático	98
Figura 28. Curva granulométrica, calicata 1 muestra 2, después del nivel freático	98
Figura 29. Gráfico de plasticidad para la clasificación unificada de suelos	100
Figura 30 Porcentajes de contenido de humedad.....	102
Figura 31 Obtención del peso específico antes y después del nivel freático	103

Figura 32 Comparación de la capacidad portante antes y después del nivel freático, calicata 3	104
Figura 33 Comparación de la capacidad portante antes y después del nivel freático, calicata 2	105
Figura 34 Comparación de la capacidad portante antes y después del nivel freático, calicata 1	106
Figura 35 Capacidad portante según la posición del nivel freático	107
Figura 36. Selección de calicatas y pozos de estudios.....	115
Figura 37. Profundidades de las calicatas 1.20, 1.30 y 1.20 respectivamente	116
Figura 38. Medición de la variación del nivel freático.	116
Figura 39. Preparación y medición de los pozos para ensayo de infiltración y permeabilidad	117
Figura 40. Obtención de la muestra de suelo	117
Figura 41. Análisis granulométrico.....	118
Figura 42. Obtención de los límites de Atterbeg	118
Figura 43 Ensayo para la obtención del peso específico	119

Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Tasa de infiltración.....	26
Ecuación 2. Coeficiente de permeabilidad K en m/s	27
Ecuación 3. Porcentaje retenido en cribas	32
Ecuación 4. Coeficiente de uniformidad.....	32
Ecuación 5. Coeficiente de curvatura	32
Ecuación 6. Índice de plasticidad.....	33
Ecuación 7. Índice líquido	34
Ecuación 8 Capacidad de carga última	35
Ecuación 9. Carga última.....	35
Ecuación 10. Carga última modificado por el nivel freático	36
Ecuación 11 Caso I, sobrecarga efectiva modificado por el nivel freático.....	38
Ecuación 12 Caso I, peso específico modificado por el nivel freático	38
Ecuación 13 Caso II, sobrecarga efectiva modificado por el nivel freático	38
Ecuación 14 Caso II, sobrecarga efectiva modificado por el nivel freático	39
Ecuación 15. Contenido de humedad.....	41
Ecuación 16: Grado de saturación	41

Introducción

Esta investigación considera a la participación del Nivel Freático en la capacidad portante del suelo en las cimentaciones superficiales, por lo que, en primer lugar, se desarrolló el análisis de la precipitación frente al nivel freático y la variación que produce en ella, en segundo lugar se analizó la capacidad de infiltración y permeabilidad en campo en los tres pozos, y por último se verificó la incidencia del tipo de suelo en el nivel freático y así determinar la capacidad portante del suelo; la investigación para su mayor comprensión consta de siete capítulos, analizadas y distribuidos de la siguiente manera:

El Capítulo I, sobre la formulación del problema general y específicos, los objetivos, la justificación, delimitación y limitaciones de la investigación.

El Capítulo II, sobre el marco teórico, los antecedentes de la investigación nacionales e internacionales, las bases teóricas, bases legales y la definición de términos básicos.

El Capítulo III, sobre las hipótesis, las variables e indicadores con su respectiva operacionalización.

El Capítulo IV, sobre sobre la metodología de la investigación, el diseño metodológico, el tipo de estudio, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y técnicas de análisis de información.

El Capítulo V, sobre la descripción de la zona de estudio en esta ocasión el Centro Poblado de Ninatambo

El Capítulo VI, sobre el desarrollo de la investigación, recopilación de información tanto como en campo y laboratorio, desarrollo de los formatos.

El Capítulo VII sobre los resultados, conclusiones y recomendaciones, fuentes de información y anexos.

Capítulo I

Planteamiento del problema

1.1. Formulación del problema

Las estructuras descansan en el suelo, por lo tanto, el suelo forma parte de la misma; ya que presenta menor resistencia que los demás elementos de la estructura es por eso que se decide colocar un elemento que posibilite que esta emita y reparta las cargas al suelo de la mejor forma para que el mismo no falle o se deforme, a este elemento se le conoce como cimiento.

En las cimentaciones el nivel freático puede reducir la capacidad portante del suelo generando sub-presiones ocasionando el levantamiento de la estructura e incluso puede llevar a un colapso de la estructura que soporta la cimentación. El agua en toda estructura es un componente de gran importancia, debido a que origina daños si no se toma sus prevenciones a lo largo de la vida útil de la estructura.

Actualmente en nuestro país, no existen normas precisas vinculadas a las cimentaciones en zonas con presencia de niveles freáticos, ya que hay estudios elaborados sobre esta problemática. El crecimiento poblacional de la Provincia de

Tarma, en las últimas décadas, ha demandado el aumento considerable en cuanto a las construcciones de viviendas en zonas donde existe el nivel freático, siendo un problema cotidiano en las cimentaciones superficiales, de tal forma que no son consideradas en las edificaciones, ya sea por desconocimiento o por escasos recursos económicos que cuenta para realizar ciertos estudios previos.

1.1.1. Problema principal

¿De qué manera influye el nivel freático para determinar la capacidad portante del suelo en las cimentaciones superficiales en el centro poblado de Ninatambo?

1.1.2. Problemas secundarios

¿Cuál es la influencia de la precipitación en el nivel freático en la capacidad portante del suelo para cimentaciones superficiales?

¿De qué forma tiene participación la infiltración en el nivel freático en la capacidad portante del suelo para cimentaciones superficiales?

¿Cuál es el efecto del tipo de suelo en el nivel freático en la capacidad portante del suelo para cimentaciones superficiales?

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo principal

Evaluar la influencia del nivel freático en la capacidad portante del suelo en las cimentaciones superficiales en el centro poblado de Ninatambo.

1.2.2. Objetivos secundarios

Determinar cómo influye la precipitación en el nivel freático en la capacidad portante del suelo en las cimentaciones superficiales.

Determinar la participación de la infiltración en el nivel freático en la capacidad portante del suelo en las cimentaciones superficiales.

Identificar el efecto del tipo de suelo en el nivel freático en la capacidad portante del suelo en las cimentaciones superficiales.

1.3. Justificación e importancia de la investigación

En el ámbito social; el crecimiento poblacional exige residir en nuevas zonas, las cuales tienen presencia de nivel freático y no tienen estudios previos a la construcción de viviendas por parte de las instituciones responsables de establecer las habilitaciones. Consideramos esta investigación como reseña, incentivando a tener un adecuado control y a realizar los estudios correspondientes para las futuras construcciones.

Por otro lado, considerando la existencia de un problema actual sin respuestas, se justifica bajo la necesidad de conocer las propiedades que posee el suelo con presencia nivel freático para poder prevenir a la población, cuando decidan realizar sus construcciones, para que en el futuro no tengan problemas de estructura en las cimentaciones.

1.4. Delimitación del área de investigación

La investigación se desarrolló en el centro poblado de Ninatambo - Tarma, con la intención de mejorar la condición de las viviendas familiares en cuanto a sus cimentaciones superficiales con presencia de nivel freático

1.5. Limitaciones de la investigación

Como limitación se tuvo la aprobación de los habitantes para poder realizar las calicatas y pozos en sus propiedades. La alternativa de solución fue informarles sobre la problemática que posee el Centro Poblado de Ninatambo y, por otro lado, brindar información sobre las consecuencias que tiene el nivel freático al presentarse en las cimentaciones superficiales.

Capítulo II

Marco teórico

2.1. Antecedentes nacionales e internacionales.

2.1.1. A nivel nacional

- Beltran, J & Díaz, D (2018) en su tesis “*Análisis de la capacidad de carga admisible de los suelos de cimentación del Complejo Arqueológico Chan Chan debido al ascenso del nivel freático*”. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Su objetivo general fue: analizar la variación de capacidad de carga admisible del muro perimétrico del palacio Tschudi como consecuencia del incremento del nivel freático; y proponer soluciones para controlar el nivel freático. Su metodología de investigación fue descriptiva y correlativa. La conclusión a la que llegaron fue que en base a los datos que se obtuvieron, mencionan que el ascenso del nivel freático de hasta 0.80 m de profundidad, genera al suelo una capacidad de carga de 1.20 kg/cm; mientras que según la estimación de equilibrio límite a 0.40 m puede soportar 1.17 kg/cm, lo que deja una diferencia de 0.03 kg/cm para llegar a la condición límite.

- Julca, R (2018) su título de investigación fue *“Influencia del Nivel Freático en la capacidad portante de los suelos del sector el Cortijo Bajo – distrito de Víctor Larco Herrera, ciudad de Trujillo, en el año 2018”*. Universidad Privada del Norte, Trujillo. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil; teniendo como objetivo general determinar la influencia del nivel freático en la capacidad portante de los suelos del sector el Cortijo Bajo – distrito de Víctor Larco Herrera, en el año 2018. El tipo de investigación es no experimental – correlacional y el diseño de investigación transversal. La conclusión a la que arribó fue que según la posición de la napa freática influye de forma negativa en los suelos, disminuyendo la capacidad portante de dicho suelo, Zona 01 – sin NAF 1.11 kg/cm mientras que DNF 0.98 kg/cm.
- Fernández (2015) en su tesis *“Evaluación de la capacidad portante de los suelos de fundación de la Ciudad universitaria – Universidad Nacional de Cajamarca 2014*. Para optar el grado académico de Doctor en ciencias. Su objetivo general fue determinar la precisión de medida de la capacidad portante de los suelos de fundación de la Ciudad Universitaria utilizando dos métodos, el método de ensayo de corte directo y el método de ensayo de SPT. El enfoque de la investigación fue laboratorio de campo, descriptiva correlacional. La conclusión a las que se llegó fue que los suelos de fundación a 3 metros de profundidad son de arcillas inorgánicas de y no se muestra napa freática según la percolación en los canales que vierte al río San Lucas.

2.1.2. A nivel internacional

- Bollati P. y Galarza C. (2016), *“Variación del Nivel Freático en Función de las Lluvias en Marcos Juárez”*. El objetivo de la investigación fue determinar las variaciones en la profundidad de la capa freática en distintos sectores, desde 0.30 m a no más de 4 m, relacionando con los milímetros de lluvia, los datos fueron

promediados y agrupados por profundidad de la capa freática. Se llegó a la conclusión que según la napa se encuentra más cerca de la superficie (menor a 1 metro) obtenemos 5.25 mm de ascenso de napa por cada milímetro de lluvia.

Además, concluyeron que a medida que la napa freática se encuentra más cerca de la superficie, los incrementos de los niveles freáticos son mayores por mm de lluvia, (mayor cantidad de agua de precipitación llega a la napa al no ser retenida por espacio poroso en horizontes superiores) elevando los riesgos de anegamiento.

- Merchan & Polo (2010) sul título de la investigación fue “*Variación de la capacidad portante de la losa de cimentación del tanque de combustible de la gasolinera petrocomercial en guayaquil, con el nivel freático: criterio de estabilidad por fallo en la base y por deformación (asentamiento absoluto)*”. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad de Cuenca – Ecuador. Su objetivo general fue analizar la variación de la capacidad portante con el nivel freático. La conclusión a la que arribo fue que: la capacidad portante disminuye según va disminuyendo la profundidad del nivel freático, ya que si el suelo se va saturando disminuye su peso específico ya que se encuentra saturado.
- Ferrer (2010) el título de la investigación fue “*Control de aguas subterráneas en la ingeniería civil. Interacción entre la obra y el medio hidrogeológico, por métodos de control y aplicación de modelos matemáticos*”. Trabajo de fin de Master. Universidad Politécnica de Valencia. Su objetivo general es responder a las cuestiones, bajo las referencias de conceptos hidrogeomecánicos, sistemas de perforación y bombeo y metodología de análisis matemático. La conclusión a la que se llegó fue que se propuso una metodología original para identificar la permeabilidad que se encuentra en cada capa, pero ya que las conductividades hidráulicas según la interpretación de las curvas granulométricas no son muy certeras se recomienda realizar ensayos de bombeo.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Ciclo hidrológico

El agua presenta modificaciones en la naturaleza porque no permanece estática, ya sea en su estado como, sólido, líquido y gaseoso, y por otro lado cambios en su forma como, superficial, sub-superficial, subterránea, etc. A estos cambios se le conoce como ciclo hidrológico ya que su inicio sucede donde próximamente termina. (Maderey, 2005, p. 11)

Los elementos que participan en el ciclo hidrológico principalmente es el clima, la temperatura, el viento, la humedad del aire y la densidad de la cobertura vegetal; y por otro lado se tiene el conocimiento que en su mayoría el agua subterránea que se encuentra en la tierra es por acción del ciclo hidrológico. (Collazo & Montaña, 2012, p. 11)

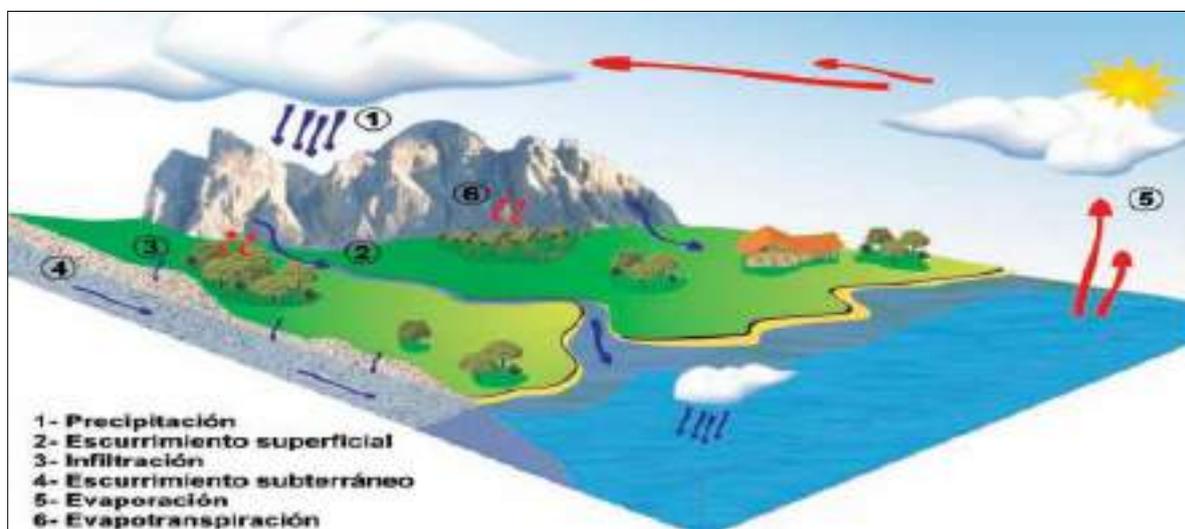


Figura 1 Representación del ciclo hidrológico

Fuente: (Collazo & Montaña, 2012) *Manual de agua subterránea*

2.2.2. Aguas subterráneas

Toda agua que reside y recorre en el subsuelo, formando los acuíferos se conoce como agua subterránea. El factor principal que contribuye a la formación de ella, es el agua de la lluvia por acción de la infiltración. Otro origen se puede dar por los ríos, arroyos, lagos y lagunas. Generalmente el agua subterránea se encuentra por debajo del nivel freático. (Collazo & Montaña, 2012, p. 16)

2.2.2.1 Nivel freático

El suelo tiene modificaciones en sus partículas que permite que exista poros entre ellas provocando una red de canales de diferentes tamaños que se comunican con la superficie del terreno, las fisuras y grietas de la masa misma; y es por ello que el agua que ingresa sobre el suelo fracción de ella se escurre y se infiltra por participación de la gravedad, formando la llamada capa freática. (Crespo, 2004, p. 143)

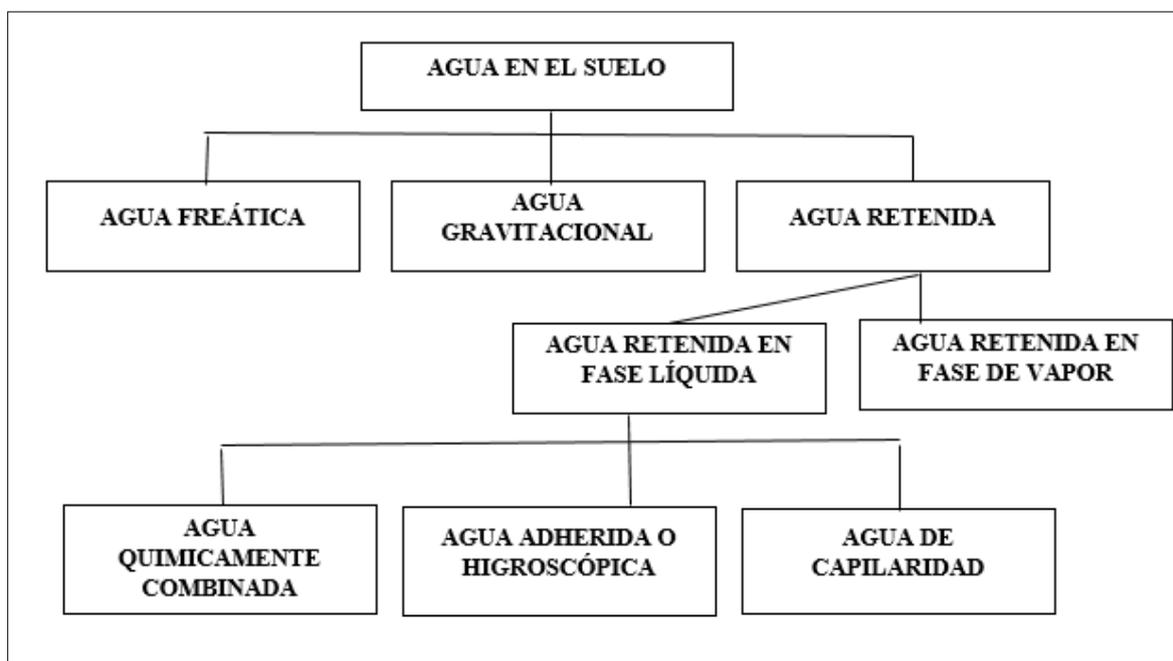


Figura 2 Distribución del agua en el suelo

Fuente: (Crespo, 2004)

2.2.3. Componentes que afectan el nivel freático

2.2.3.1. Precipitación

Se llama precipitación, a toda agua meteórica que cae en el área de la tierra, puede ser de forma líquida, sólida y las precipitaciones ocultas. Estas son provocadas por las alteraciones de temperatura o presión. La precipitación establece la principal entrada en el ciclo hidrológico. (Ordoñez, 2011, p. 11)

2.2.3.2. Infiltración

El recorrido del agua entre la superficie del suelo en torno al interior de la tierra se le conoce como infiltración; mientras que la percolación es la circulación del agua dentro del suelo y estos dos fenómenos, están estrechamente ligados ya que la primera no puede seguir sin que la primera cumpla su ciclo. El agua que se filtra en abundancia de la escorrentía subsuperficial puede llegar a ser partícipe del agua subterránea. (Maderey, 2005, p. 57)

2.2.3.2.1. Factores de la infiltración

La capacidad de infiltración se somete a diferentes factores; principalmente son: el tipo de suelo, grado de humedad del suelo, presencia de sustancias coloidales, acción de la precipitación sobre el suelo, cubierta vegetal, acción del hombre y de los animales, y la temperatura. La infiltración, para un mismo tipo de suelo, es menor en un suelo húmedo que en un suelo seco y esta disminución es más notoria en los momentos iniciales. (Maderey, 2005, p. 58)

2.2.3.2.2. Tasa de infiltración

La tasa de infiltración se determina con la siguiente fórmula:

Ecuación 1. Tasa de infiltración

$$Q = 315.5 \times (h/t)^{0.5}$$

Donde:

Q = Tasa de infiltración en lt/m²-dia.

h = Descenso del nivel de agua en el tiempo de la prueba (mm).

t = Tiempo para el descenso del nivel de agua en segundos.

Tabla 1

Distribución de terrenos según resultados de prueba de infiltración

Clasificación de terrenos según resultados de prueba de infiltración	
Clases de terreno	Tiempo de infiltración para el descenso de 1cm.
Rápidos	De 0 a 4 minutos
Medios	De 4 a 8 minutos
Lentos	De 8 a 12 minutos

Fuente: RNE, 2018.

2.2.3.2.3. Permeabilidad

La permeabilidad es el atributo que tiene el suelo de transferir el agua y el aire, y esta suele medirse en función de la velocidad del flujo de agua durante un tiempo determinado. Se manifiesta como una tasa de permeabilidad .(Maderey, 2005, p. 62)

2.2.3.2.4. Coeficiente de Permeabilidad

Es la constante que se enlaza con la fluidez en la circulación de un flujo a través de un medio poroso. (Bowles, 1979, p. 27)

Ecuación 2. Coeficiente de permeabilidad K en m/s

$$k = \frac{\frac{D}{2} \times \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right)}{2 \times (t_2 - t_1)}$$

Fuente: (Bowles, 1979)

Tabla 2

Clases de permeabilidad para suelos

Clases de permeabilidad de los suelos para obras de Ingeniería Civil		
Clases de permeabilidad de los suelos	Coeficiente de permeabilidad (K en m/s)	
	Límite inferior	Límite superior
Permeable	2×10^{-7}	2×10^{-1}
Semipermeable	1×10^{-11}	1×10^{-5}
Impermeable	1×10^{-11}	5×10^{-7}

Fuente: (Bowles, 1979)

2.2.4. Cimentaciones superficiales

Al grupo de componentes estructurales se le conoce como cimentación, teniendo como objetivo trasladar las cargas estructurales a la superficie del suelo, distribuyéndolas de tal forma que no estas no superen su esfuerzo admisible. (Carranza & Ponce, 2017)

Las cimentaciones superficiales se clasifican en:

1. Cimentaciones ciclópeas.
2. Zapatas:
 - Zapatas aisladas.
 - Zapatas corridas.
 - Zapatas combinadas.
3. Losas de cimentación.

2.2.5. Suelo

El conjunto de partículas orgánicas e inorgánicas de un agregado con una estructura definida y propiedades que varían vectorialmente se les conoce como suelo. En la dirección vertical comúnmente sus propiedades varían con mayor facilidad que en el horizontal. El agua contenida posee un papel tan muy importante en el comportamiento mecánico del suelo, la cual se considera como parte integral del mismo. (Juárez & Rico, 2005, p. 34)

2.2.5.1. Identificación del suelo

La identificación de un suelo nos posibilita saber cuáles son sus propiedades mecánicas e hidráulicas, asignándoles en el grupo que pertenecen. En el sistema unificado existen pautas para poder clasificar el suelo en el laboratorio, criterios del tipo granulométrico y de plasticidad, por otro lado, una de las ventajas de este sistema, se ofrecen criterios para identificación en el campo. (Juárez & Rico, 2005, p. 158)

2.2.6. Clasificación SUCS

Este sistema cubre los suelos gruesos y los finos, diversificando ambos por el desarrollo de granulometría a través de la malla 200; las partículas gruesas son mayores que dicha malla y las finas, menores. Se dice que un suelo es grueso si más del 50% de sus elementos están sobre la malla N° 4, y fino, si más de la mitad de sus partículas, en peso, son finas. (Juárez & Rico, 2005, p. 152)

Suelos Gruesos y finos: Los grupos están representados por símbolos conformados de dos letras mayúsculas, que son las iniciales de los nombres ingleses de los suelos. (Juárez & Rico, 2005)

La clasificación de suelos a través del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) se basa en la NTP 339.134 y ASTM D2487. Para la clasificación correcta según este sistema, se debe considerar la siguiente información (DAS, 2013, p. 82 – 87).

Tabla 3

Tabla SUCS para suelos granulares

División Mayor			Símbolo	Nombres Típicos	Criterio de Clasificación en el laboratorio		
Suelos de Partículas Gruesas Mas de la mitad del material es retenido en la malla 200	GRAVAS Mas de la mitad de la fracción es retenida por la malla N° 4	Gravas Limpia	GW	Grava bien gradadas y mezclas de arena y grava con pocos finos o sin finos.	Clasificación basada en el porcentaje de finos. Menos del 5% para tamiz N°200 GW, GP, SW, SP. Mas del 12% para el tamiz N°200 GM, GC, SM, SC.		
			GP	Gravas y mezclas de gravas y arenas mal gradadas con pocos finos o sin finos.			
		Grava con finos	GM	d		Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limos	Límites de Atterberg debajo de la línea A o LP menor que 4. Límites de Atterberg arriba de la línea A con
				u			
		GC	Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y limos	Arriba de la "Línea A" y con LP entre 4 y 7 Cu: superior a 6 Cc: Entre 1 y 3			
	Arena limpia	SW	Arenas y arenas gravosas bien gradadas con pocos finos o sin finos.			Si no se cumplen los criterios para Sw	
		SP	Arenas y arenas gravosas mal gradadas con pocos finos o sin finos.				
	Arena con limos	SM	d	Arenas limosas, mezclas de arena limo		Límites de Atterberg localizados bajo la línea A o índice de plasticidad inferior a 4 Límites de Atterberg sobre la línea A e índice de plasticidad superior a 7.	
			u				
		SC	Arenas arcillosas, mezcla de arena y arcilla				
Suelos de partículas Finas Mas de la mitad del material pasa por la malla N°200	LIMOS Y ARCILLAS Limite líquido menor de 50%	ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas.				
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, suelos sin mucha arcilla				
		OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad				
	LIMOS Y ARCILLAS Limite líquido mayor de 50%	MH	Limos inorgánicos, arenas finas o limos micáceos o de diatomeas limos elásticos				
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas				
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad alta o media				
	SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	PT	Turba estiercol y otros suelos altamente orgánicos		Para la identificación visual y manual, véase ASTM norma D 2488		

Fuente: (Crespo, 2004)

2.2.7. Análisis granulométrico por tamizado

Dichos ensayos de análisis granulométrico por tamizado están señalados en la NTP 339.128 y ASTM D422. También es aceptable la clasificación de suelos según el AASHTO o SUCS.

Tabla 4

Cantidad mínima de la muestra a ensayar según tamaño de partículas

Cantidad mínima de la muestra		
Diámetro Nominal de las Partículas (mm, pulg)		Masa Mínima (g)
76.2 mm	3"	5000
50.8 mm	2"	4000
38.1 mm	1 1/2"	3000
25.4 mm	1"	2000
19.00 mm	3/4"	1000
9.5 mm	3/8"	500

Fuente: ASTM D422 / NTP 339.128

Tabla 5

Tamaño y abertura de tamices

Tamiz (ASTM)	Tamiz (mm)	Abertura real (mm)	Tipo de suelo
3"	80	76.120	Grava
2"	50	50.800	Grava
1 1/2"	40	38.100	Grava
1"	25	25.400	Grava
3/4"	20	19.050	Grava
3/8"	10	9.520	Grava
N°4	5	4.760	Arena
N°10	2	2.000	Arena media
N°20	0.9	0.840	Arena media
N°40	0.5	0.420	Arena media
N°60	0.3	0.250	Arena fina
N°140	0.1	0.105	Arena fina
N°200	0.08	0.074	Arena fina

Fuente: ASTM D422 / NTP 339.128

Cálculos:

1. Porcentaje retenido en cribas (%RC):

Ecuación 3. Porcentaje retenido en cribas

$$\%RC = \frac{PRC}{Mt} \times 100\%$$

Fuente: (Braja D., 2011, p. 83)

Donde:

PRC = Peso retenido en cada malla (gr)

Mt = Peso total de la muestra seca (gr)

2. Porcentajes retenidos acumulados, suma acumulativa de los porcentajes retenidos en cada malla
3. Graficar la curva granulométrica.
4. Calcular el coeficiente de uniformidad (Cu)

Ecuación 4. Coeficiente de uniformidad

$$Cu = \frac{D60}{D10}$$

Fuente: (Braja D., 2011, p. 83)

Ecuación 5. Coeficiente de curvatura

$$Cc = \frac{D30^2}{D60 \times D10}$$

Fuente: (Braja D., 2011, p. 83)

Donde:

D60 = Dimensión del material que pasa el 60%

D30 = Dimensión del material que pasa el 30%

D10 = Dimensión del material que pasa el 10%

2.2.8. Estados de consistencia del suelo

El contenido de agua en forma decreciente en un suelo dispuesta a ser plástico, puede estar en cualquiera de los siguientes estados de consistencia, definidos por Atterberg. (Juárez & Rico, 2005, p. 127-130)

2.2.8.1. Límite líquido (LL)

Según la NTP 339.139; ASTM D4318 precisa que el límite líquido es el contenido de humedad que se localiza por debajo del porcentaje que permite que el suelo se comporte como material plástico.

2.2.8.2. Límite plástico (LP)

De acuerdo a la NTP 339.139; ASTM D4318 nos menciona que la muestra adecuada deberá tener un peso aproximado de 20 gr y pasar por malla N°40.

Cálculos

- Calcular el límite plástico (LP).
- Calcular el índice de plasticidad (IP).

Ecuación 6. Índice de plasticidad

$$IP = LL - LP (\%)$$

Fuente: (Braja D., 2011, p. 73)

- Calcular el índice líquido (IL)

Ecuación 7. Índice líquido

$$IL = \frac{w - LP}{IP \times IC} = \frac{LL - w}{IP}$$

Fuente: (Braja D., 2011, p. 83)

2.2.9. Capacidad portante de cimentaciones superficiales

Se conoce como capacidad de carga última a aquella carga que se adquiere por área unitaria de una cimentación a la que puede ocurrir falla por corte de un suelo.

Además, si se aumenta una carga en la cimentación; esta afecta directamente al aumento de asentamiento. (Braja, D. , 2011, p. 133)

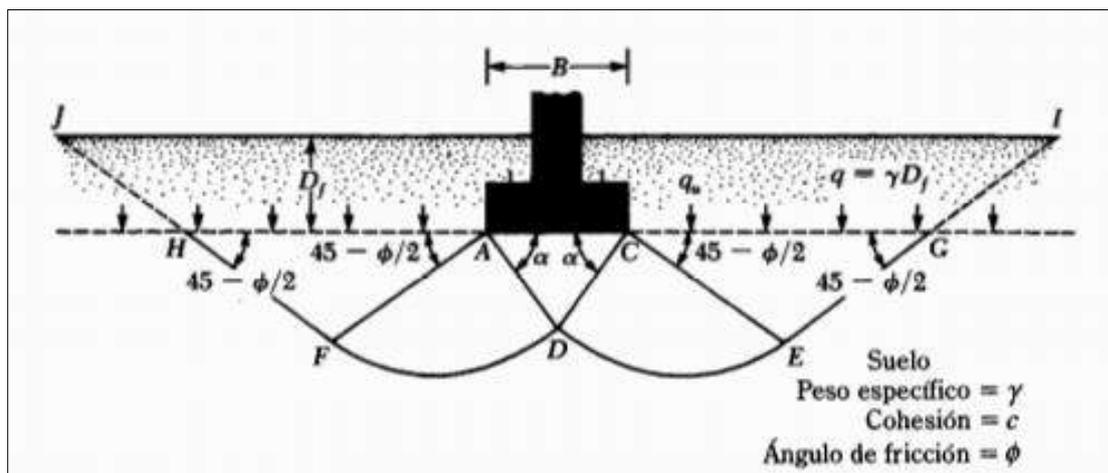


Figura 3. Cimentación con falla por capacidad de carga

Fuente: (Braja D. , Ingeniería Geotécnica, 2011)

2.2.9.1. Factor de seguridad (Fs)

Para poder determinar la capacidad de carga admisible se necesita asignar un factor de seguridad, ya que se le considera como una medida de prevención de riesgos y por lo generalmente en nuestro medio se considera al $F_s = 3.00$.

Ecuación 8 Capacidad de carga última

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

Fuente: (Crespo, 2004)

2.2.10. Calculo de la capacidad portante del suelo

Ecuación 9. Carga última

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

Fuente: (Crespo, 2004)

Donde:

B: ancho de la cimentación (m).

γ : peso específico húmedo del suelo (gr/cm³).

Df: profundidad de cimentación (m).

C: cohesión del suelo (kg/cm²).

N_c, N_q y N_γ: factores de capacidad de carga.

q: D x γ

Tabla 6

Factores para la capacidad de carga

ϕ	Nc	Nq	N γ	ϕ	Nc	Nq	N γ
0	5.70	1.00	0.00	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	22.40	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.11	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

Fuente: (Terzaghi, 1943)

2.2.11. Modificación de las ecuaciones de la capacidad de carga por nivel de agua

freático

Ecuación 10. Carga última modificado por el nivel freático

$$q_u = \frac{2}{3}cN'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$$

Fuente: (Crespo, 2004)

Caso I: Si el nivel freático se localiza de la forma que $0 \leq D1 \leq Df$, el factor q

en las ecuaciones de la capacidad de carga toma la siguiente forma.

Tabla 7

Factores para la capacidad de carga cambiado

ϕ	Nc	Nq	N γ	ϕ	Nc	Nq	N γ
0	5.70	1.00	0.00	26	15.53	6.05	2.59
1	5.90	1.07	0.005	27	16.30	6.54	2.88
2	6.10	1.14	0.02	28	17.13	7.07	3.29
3	6.30	1.22	0.04	29	18.03	7.66	3.76
4	6.51	1.30	0.055	30	18.99	8.31	4.39
5	6.74	1.69	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: Kumbhojkar (1993)

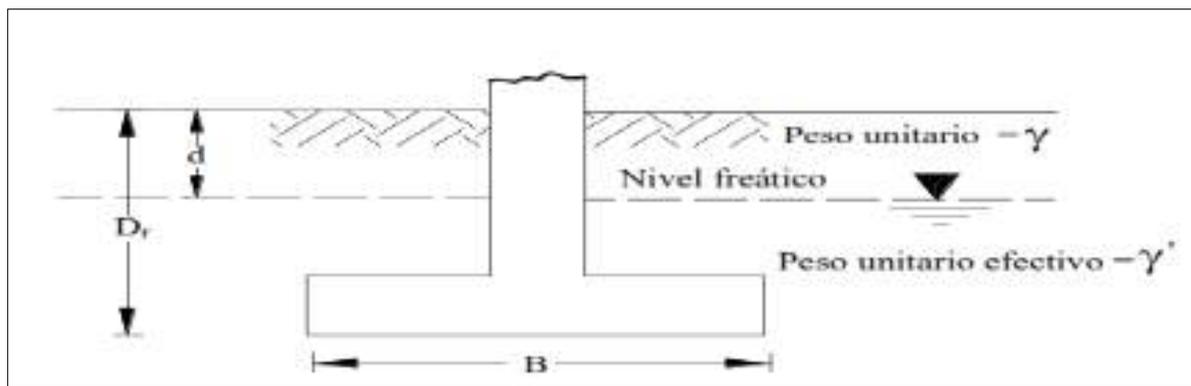


Figura 4 Caso I, efecto del nivel freático en la capacidad última de apoyo

Fuente: (Braja D. , Ingeniería Geotécnica, 2011)

Ecuación 11 Caso I, sobrecarga efectiva modificado por el nivel freático

$$q = \text{sobrecarga efectiva} = D1\gamma + D2(\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w)$$

Fuente: (Crespo, 2004)

Donde:

γ_{sat} : peso específico saturado (gr/cm³).

γ_w : peso específico del agua (gr/cm³).

Asimismo, el valor de γ al final de la ecuación se reemplaza por:

Ecuación 12 Caso I, peso específico modificado por el nivel freático

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

Fuente: (Crespo, 2004)

Caso II: Si el nivel freático se encuentra en la manera que $0 \leq d \leq B$

Ecuación 13 Caso II, sobrecarga efectiva modificado por el nivel freático

$$q = Df$$

Fuente: (Crespo, 2004)

El factor que se encuentra al final de la ecuación será reemplazado por:

Ecuación 14 Caso II, sobrecarga efectiva modificado por el nivel freático

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

Fuente: (Crespo, 2004)

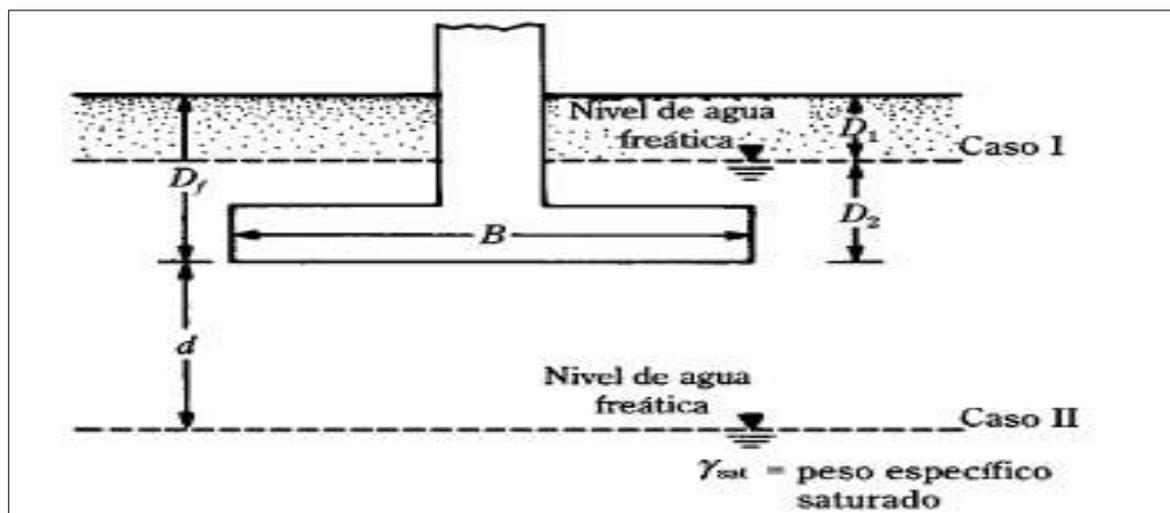


Figura 5 Caso II, modificación de las ecuaciones de carga por nivel de aguas freáticas

Fuente: (Braja D. , Ingeniería Geotécnica, 2011)

Caso III: Cuando el nivel freático se localiza de manera que $d \geq B$, el agua no afectará la capacidad de carga última.

2.2.12. Elementos que afectan a la capacidad portante

2.2.12.1. Parámetros geotécnicos

Algunos parámetros geotécnicos se pueden obtener en un laboratorio de suelos, como la fricción en el ensayo de corte directo, pero la confiabilidad de los resultados obtenidos puede ser objetado debido a que en esta prueba no se permite que el suelo falle a lo largo del plano más débil, pero es obligado a fallar a lo largo del plano de división de la caja de corte. Por otro lado, la distribución del esfuerzo cortante sobre el

plano de falla de la muestra no es uniforme. A pesar de las deficiencias presentadas, el ensayo de corte directo es la más simple y más economía para un suelo arenoso o saturado. En muchos problemas de diseño de cimentaciones es necesario determinar el Angulo de fricción entre el suelo y el respectivo material en el construye a base. (Braja & Khaled, 2013, p. 232)

2.2.12.2. Ángulo de fricción interna y cohesión

Tabla 8

Valores de ángulo de fricción para arenas y limos

Material	Suelto	Denso
Arena, granos redondos y uniformes	27.5	34
Arena, granos angulares y bien graduada	33	45
Grava arenosa	35	50
Arena limosa	27 - 33	30 – 34
Limo inorgánico	27 - 30	30 – 35

Fuente: Terzaghi & Peck, 1978.

Cohesión

La cohesión es la consistencia que existe entre las partículas propias del suelo, ya que, su atracción que ejercen unas con otras a causa de las fuerzas moleculares es inevitable y es empleada para figurar la resistencia al corte obtenido por la cimentación.

2.2.12.3. Peso específico del suelo

Según (Crespo, 2004) el peso específico, es el vínculo del peso de la masa de suelos entre su volumen de masa; por lo general se expresa en kg/m³.

Tabla 9

Valores del peso específico seco de los suelos

Descripción	$\eta\%$	γ_d
Arena limpia y uniforme	29 - 50	1.33 - 1.89
Arena limosa	23 - 47	1.39 - 2.03
Arena micácea	29 - 55	1.22 - 1.92
Limo inorgánico	29 - 52	1.28 - 1.89
Arena limosa y grava	12. - 46	1.42 - 2.34
Arena fina a gruesa	17 - 49	1.36 - 2.21

2.2.12.4. Contenido de humedad

Se define el contenido de agua o la humedad de un suelo, como la relación entre el peso del agua contenida en el mismo y el peso de la fase sólida. Varía entre 0 % (suelo seco) y 100 % (suelo totalmente saturado).

Ecuación 15. Contenido de humedad

$$w(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Fuente: (Braja D. , Ingeniería Geotécnica, 2011)

Ecuación 16: Grado de saturación

$$S(\%) = \frac{V_w}{V_v} \times 100$$

Fuente: (Braja D. , Ingeniería Geotécnica, 2011)

2.2.12.5. Geometría de la cimentación

En el momento de determinar una estructura específica, existen varios factores que influyen en la toma de decisión, tal como es el caso de seleccionar el tipo de cimentación que se va a realizar.

Zapata circular: Este tipo de zapatas no son muy comunes ya que no es muy trabajable e incluso es más costoso.

Zapatas individuales cuadras y rectangulares: Estos tipos de zapatas son más comunes en el proceso constructivo por su mayor trabajabilidad y es más económico.

2.2.12.6. Profundidad de cimentación

Según (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2018) en la norma E 050, menciona que la profundidad de cimentación de zapatas y cimientos corridos, se considera desde la rasante del suelo del terreno hasta el fondo del cimiento.

Para la presente investigación lo denotaremos como D_f . La norma sugiere que la D_f no sea menor de 0.80 m para zapatas y cimientos corridos.

2.3. Bases legales

2.3.1. Norma E.050

La presente norma establece los requisitos para la ejecución de estudios de mecánica de suelos (EMS), con fines de cimentación, de edificaciones y otras obras indicadas en esta Norma.

2.3.2. NTP 400.012

La presente Norma Técnica Peruana establece el método para especificar la repartición según el tamaño de partículas del agregado fino o grueso,

2.3.3. ASTM C 136

Esta norma nos menciona el método por cribado para poder clasificar el suelo según su tamaño de partículas del agregado fino o grueso

2.3.4. NTP 339.127 Contenido de humedad

La presente norma establece el método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo

2.3.5. ASTM D2216

El ensayo de contenido de humedad cubre las necesidades y requerimientos para poder aplicarlo en el laboratorio ya que se aplica la reducción de la masa por secado debido a la pérdida de agua.

2.3.6. ASTM D 3080-72

Esta norma nos menciona sobre el ensayo de corte directo sobre todo tipo de suelos y sobre muestras inalteradas o remoldadas.

2.3.7. IS. 020 Tanques sépticos

La presente norma, nos fija pautas para el diseño, construcción y operación de un tanque séptico. De dicha norma utilizamos la clasificación de suelos según resultados de prueba de infiltración.

2.4. Definición de términos básicos

- a) **Capacidad de carga admisible** Es la presión que se obtiene al ser aplicada al terreno de fundación; y esta no debe generar falla o daño en la estructura. Dicha capacidad no solo depende de las características geo mecánicas del suelo, sino también del tipo de cimentación, ubicación del nivel freático y factor de seguridad adoptado (ICG, 2006).
- b) **Capacidad de carga última:** Es la carga que se aplica por una unidad de área hasta que en ella pueda ocurrir una falla por corte en el suelo, a esta se le conoce como capacidad de carga última, Es decir, es el esfuerzo que se aplica aun suelo, mediante una cimentación para producir una falla en el subsuelo por resistencia al cortante del suelo. (Braja, 2000)
- c) **Capacidad portante:** Es la capacidad del terreno que posee para poder llevar las cargas aplicadas hacia el suelo. También se le llama capacidad portante al límite de empuje que surge en medio de la cimentación y el suelo para evitar falla por corte. Para la investigación se buscó la variación de esta con respecto a la variación del nivel freático. (Braja & Khaled, 2013)
- d) **Cimentación:** Carranza y Ponce (2017) denomina cimentación, al grupo de elementos estructurales que tienen como finalidad transmitir las cargas estructurales al suelo, distribuyéndolas de forma que no superen su esfuerzo admisible.
- e) **Nivel Freático:** Villacorta (2014) se refiere como el nivel superior de la zona freática a presión atmosférica como nivel freático. Este puede tener una posición de

diferentes profundidades, dependiendo de las circunstancias geológicas y climáticas.

Capítulo III

Hipótesis y variables de la investigación

3.1. Hipótesis principal

El nivel freático influye directamente en la determinación de la capacidad portante de suelos en las cimentaciones superficiales en el centro poblado de Ninatambo.

3.2. Hipótesis secundarias

La precipitación afecta al nivel freático en la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales.

La infiltración tiene participación en el aumento del nivel freático en la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales.

El tipo de suelo incide de manera directa en el nivel freático en la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales.

3.3. Variables e indicadores

3.3.1. Variables dependientes

Y1= Capacidad portante del suelo

3.3.2. Variables independientes

X1= Influencia del Nivel freático

3.4. Operacionalización de las variables

Tabla 10

Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Instrumento	Unidad de medida
Nivel freático	Zonas	Precipitación	Ensayo de Infiltración y permeabilidad Monitoreo de la variación del nivel freática	mm/hr cm ltd/m2/dia
	Calicatas	Infiltración	Ensayos de suelo	cm
	Pozos	Permeabilidad	Análisis Granulométrico	%
Capacidad portante del suelo		Tipo de suelo		
		Ángulo de fricción Cohesión interna	Ensayo de Corte directo	kg/cm2
	Muestras	Peso específico del suelo	Norma E.050	gr/cm3
	Ensayos	Contenido de humedad Profundidad de cimentación		% m

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo IV

Diseño de la investigación

4.1. Diseño de ingeniería

4.1.1. Modalidad de la investigación

(Hernández, Fernández, & Baptista, 2017, p. 4) describen al enfoque cuantitativo como una recopilación de datos con el fin de verificar hipótesis basados en la medición numérica y análisis estadístico, según esta justificación, la presente investigación es de enfoque cuantitativo.

4.1.2. Diseño de la investigación

(Hernández, Fernández, & Baptista, 2017, p. 152) indican que el diseño no experimental es aquella investigación que se desarrolla sin modificar intencionalmente las variables, tan solo, observar los fenómenos como se dan en su contexto natural, para analizarlos; por esta precisión la investigación es no experimental.

(Hernández, Fernández, & Baptista, 2017, p. 154) nos menciona, que el diseño no experimental se distribuye teniendo en consideración el tiempo que transcurre en la

recolección de datos, estos son: diseño transversal, donde se reúne datos en un solo momento, y el diseño longitudinal, donde se recoge datos a través del tiempo en puntos o periodos, por esta descripción la investigación es de diseño transversal.

4.1.3. Tipo de investigación

(Hernández, Fernández, & Baptista, 2017) nos indica que la investigación aplicada tiene como objetivo saber, edificar y transformar el problema identificado; bajo este concepto la investigación es de tipo aplicada.

4.2. Métodos y técnicas del proyecto

4.2.1. Ensayo de infiltración y permeabilidad

El ensayo de infiltración y permeabilidad de suelo se desarrolló en campo, teniendo como base y referencia a la norma IS.020. Para desarrollar dicho ensayo, se realizaron tres ensayos de infiltración y permeabilidad cercano a cada calicata. Lo cual consistió lo siguiente:

- Se realizaron tres pozos de 30cm x 30cm con una profundidad de 60 cm.
- Añadimos 5 cm de grava fina al fondo del pozo ya que la norma lo recomienda.



Figura 6 Preparación y saturación del pozo de prueba

Fuente: Elaboración propia

- Continuamos con la saturación del suelo, llenando con agua limpia el pozo a una altura de 0.30 m sobre la capa de grava, conservando esta altura por 24 horas
- Determinamos la tasa de percolación en los 3 pozos llenando cada una de ellas a 25cm, 20cm y 25cm respectivamente y marcamos un punto de referencia para así poder medir el descenso del nivel de agua cada 30 minutos.



Figura 7. La tesista monitoreando la tasa de infiltración

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Medición de la variación del nivel freático

- Escogemos los lugares correspondientes para poder realizar la excavación de las tres calicatas a una profundidad de 1.20 m, 1.30, y 1.20m respectivamente.



Figura 8. Selección de calicatas para la medición del nivel freático

Fuente: Elaboración propia

- Realizamos el sondeo del nivel freático en las 3 calicatas, según a las cinco fechas distintas, para lo cual consideramos tiempos de lluvia y de sequía, para fijar los ascensos y descensos del nivel freático en cada calicata.



Figura 9. Medición de la variación del nivel freático

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Análisis granulométrico por tamizado

- Se ordenó los tamices desde la malla N°3/8" hasta la malla N°100, para llevar a cabo el proceso de granulometría de agregados finos.

- Seguidamente se lavó y pesó la muestra seleccionada.
- Se colocó la muestra seca y pesada desde el primer tamiz que se encuentra en la parte superior y lo ajustamos con la tapa.
- Damos vibraciones a toda la torre de tamices de forma mecánica.
- Pesamos cada muestra que se quedó retenida en las diferentes mallas, con la ayuda de recipientes y de una balanza.
- Se desmontó en primer lugar los tamices de mayor diámetro, lo pesamos y registramos los datos obtenidos en el formato correspondiente



Figura 10. Ensayo granulométrico

Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Obtención del peso específico

- Seleccionamos la fiola y lo pesamos.
- Tomamos una muestra de 120 gramos después de haberlo tamizado con la malla N° 4
- Depositamos la muestra dentro de la fiola, añadiendo 500 cm³ de agua y determinamos la masa del conjunto (fiola + peso de la arena SSS + peso del agua)

- Procedemos a dejar el recipiente con la muestra dentro del horno, a una temperatura constante de $110 \pm 5^\circ \text{C}$ por 24 horas.
- Retiramos la muestra del horno, dejándolo secar a temperatura ambiente y luego tomamos su peso.



Figura 11. Ensayo para la obtención de peso específico y absorción

Fuente: Elaboración propia

4.2.5. Ensayo de humedad natural

- Seleccionamos un recipiente y tomamos su peso.
- Depositamos la muestra tal y como se obtuvo en campo en el recipiente y lo pesamos en conjunto
- Dejamos el recipiente con la muestra dentro del horno, a una temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$ por 24 horas, tal como lo indica la norma.
- Retiramos la muestra del horno y tomamos su peso.



Figura 12. Ensayo de contenido de humedad

Fuente: Elaboración propia

4.2.6. Ensayo para determinar los límites de Atterberg

4.2.6.1. Determinación del límite líquido

- Seleccionamos un recipiente y una muestra de aproximadamente 500 gramos.
- Dejamos recipiente con la muestra dentro del horno, a una temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$ durante 24 horas.
- Retiramos la muestra del horno y procedemos a tamizarlo por la malla N°40, y tomamos como muestra lo que pasa por dicha malla.
- Mezclamos en un recipiente la muestra obtenida añadiendo cierta cantidad de agua, preparando una pasta de suelo y lo colocamos en la cápsula de la máquina de Casagrande,
- Usamos el acanalador para separar el suelo en dos mitades según el eje que presenta la cápsula
- Giramos la manivela hasta que el surco originado por la separación se cierre y anotamos el número de golpes realizados
- Tomamos una muestra de suelo según esta se haya juntado originado por los golpes, lo pesamos juntos con el recipiente para obtener el peso de la muestra húmeda

- Dejamos el recipiente con la muestra dentro del horno, a una temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$ durante 24 horas.
- Sacamos la muestra y lo pesamos

4.2.6.2.Determinación del límite plástico

- Seleccionamos un recipiente y una muestra de aproximadamente 500 gramos.
- Dejamos recipiente con la muestra dentro del horno, a una temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$ durante 24 horas.
- Retiramos la muestra del horno y procedemos a tamizarlo por la malla N°40, y tomamos como muestra lo que pasa por dicha malla.
- Mezclamos en un recipiente la muestra obtenida añadiendo cierta cantidad de agua, preparando una pasta de suelo
- Tomamos una muestra y lo amasamos con la mano realizando unos bastoncitos hasta evitar su ruptura.
- Pesamos la masa obtenida junto con el recipiente para obtener el peso húmedo.
- Procedemos a dejar el recipiente con la muestra dentro del horno, a una temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$ durante 24 horas.
- Sacamos la muestra y lo pesamos.



Figura 13. Ensayo para determinar los límites de Atterberg

Fuente: Elaboración propia

4.2.7. Ensayo de corte directo

- Debemos de verificar que el equipo que utilizaremos tenga s las calibraciones vigentes y conocer cuáles son las unidades en las que los mismos aportan los datos de salida.
- Armamos y ensamblamos la caja del equipo
- Aplicamos los esfuerzos en la muestra.

4.3. Diseño estadístico

4.3.1. Población y muestra

4.3.1.1. Población

(Hernández, Fernández, & Baptista, 2017, p. 174) se refiere a la población como un conjunto de objetos, que poseen las características que se estudia y estas se pueden generalizar para ser evaluados; considerando esta definición la investigación tiene como población a 3 cimentaciones superficiales.

4.3.1.2. Muestra

(Hernández, Fernández, & Baptista, 2017, p. 175) se refiere a la muestra un subgrupo de la población. Es decir, que se considera como un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos poblaciones. De una población se pueden seleccionar diferentes muestras; considerando esta definición se optó como muestra a 3 calicatas.

4.3.1.3. Tipo de muestreo

El tipo de muestreo fue, muestreo no probabilístico – intencional, ya que la selección de los elementos no se somete a la probabilidad, sino que esta técnica fue en base a la toma de decisión del investigador. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2017, p 176)

4.3.1.4. Tamaño de la muestra

En la presente investigación el tamaño de muestra es de 3 calicatas para el estudio de suelos y 3 pozos para el monitoreo de la variación del nivel freático.

4.4. Técnicas y herramientas estadísticas

Principalmente la observación y la medición fueron las técnicas que se utilizaron para la recopilación de datos y su respectivo procesamiento en el sistema, por otro lado, se obtuvo datos experimentales en el laboratorio; con los siguientes procedimientos:

- Realizamos el sondeo de la variación del nivel freático en diferentes fechas y esto se llevó a cabo en los 3 pozos y las 3 calicatas.
- Tomamos datos de la precipitación según SENAMHI, y así determinamos la participación de ello en la variación del nivel freático.
- Sacamos las muestras de suelos de las 3 calicatas, obteniendo muestras antes y después del nivel freático, las cuales se llevaron al laboratorio de suelos para obtener los resultados de: tipo de suelo, porcentaje de humedad, peso específico, límites de Atterberg y realizar el corte directo.

Por otro lado, los instrumentos de medición son:

- Formato de granulometría: juego de tamices.
- Formato de corte directo: equipo de corte directo.
- Formato de contenido de humedad: horno eléctrico.
- Formato de límites de consistencia: copa de Casagrande, vernier.
- Formato de medición de infiltración: flexómetro, herramientas manuales.
- Formatos de análisis de resultados.

4.4.1. Técnicas de análisis de la información

La técnica de análisis de información contribuye a la mejor sistematización de los datos obtenidos durante el proceso de la investigación.

El procesamiento de los datos se desarrolló en los formatos seleccionados y realizados en el Excel, que a la vez estos formatos fueron validados por diferentes ingenieros civiles según el juicio de expertos.

Las interpretaciones de los análisis obtenidos por los datos se desarrollaron según la técnica de análisis cuantitativo ya que todos los datos obtenidos fueron numéricos; estas se enseñaron en figuras estadísticas.

Capítulo V

Descripción de la zona de estudio

5.1. Análisis del medio físico

5.1.1. Ubicación, superficie y altitud

Ubicación política: El centro poblado de Ninatambo se encuentra en el distrito de Tarma, provincia de Tarma, departamento de Junín. La zona de investigación está ubicada en la Prolongación Juan Santos Atahualpa de Ninatambo.

Ubicación geográfica: Está ubicada a una altitud de 3071 msnm latitud Sur $11^{\circ} 23' 32.9''$ S y longitud Oeste $75^{\circ} 41' 35.1''$ W.

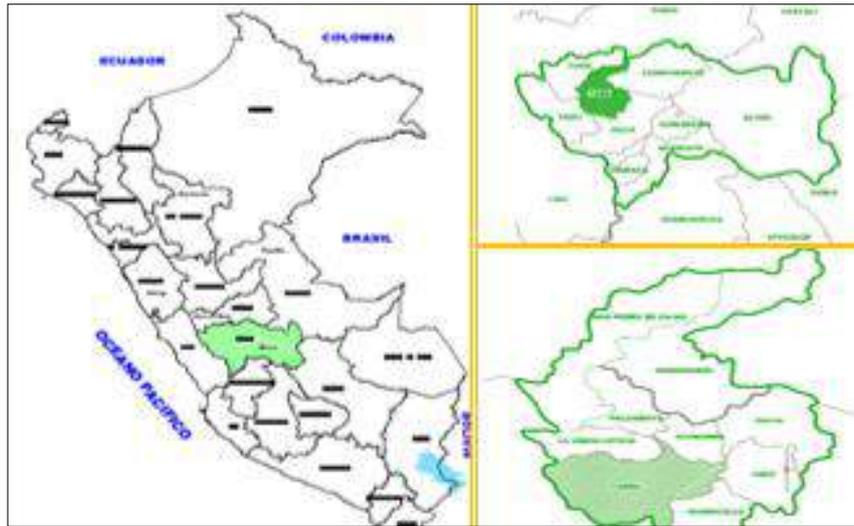


Figura 14. Ubicación geográfica

Fuente: Elaboración propia



Figura 15. Zona de estudio, Ninatambo

Fuente: Google Earth (2017)

5.1.2. Topografía

La topografía que presenta nuestra zona de estudio es accidentada con pendientes muy pronunciadas, y se encuentran en el mismo sentido a los afluentes del río Huantay, el Río Collana y al Río Tarma.

5.1.3. Aspectos socioeconómicos

Las actividades más sobresalientes son la ganadería y la agricultura, entretanto las actividades secundarias son el comercio. Asimismo, parte de los habitantes no tienen los servicios básicos de agua y saneamiento. Generalmente las construcciones son de 2 a 3 niveles.

5.1.4. Relieve del terreno

El relieve del terreno en la zona de estudio, se observa que tiene presencia de vegetación que generalmente es grama, existe un suelo orgánico hasta 15 cm, después de ésta se encuentra suelo de tipo arcilla.

Capítulo VI

Desarrollo de la investigación

6.1. Recopilación de información

6.1.1. Trabajos de campo

En esta fase del estudio se realizó lo siguiente, utilizando los instrumentos mencionados.

- Selección, muestra y estudio de suelo
- Estudio de infiltración y permeabilidad en campo.
- Levantamiento topográfico señalando las zonas vulnerables.

6.1.2. Ensayos de laboratorio

El estudio y análisis de suelos se realizó en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Católica Sedes Sapientiae Sede Tarma. Los cuales fueron:

- Ensayo de contenido de humedad
- Análisis granulométrico por tamizado

- Límites de consistencia del suelo
- Peso específico del suelo

Mientras el ensayo de corte directo se realizó en un laboratorio externo a la Universidad.

6.1.3. OE1: Determinación de la influencia de la precipitación en el nivel freático

6.1.3.1. Análisis de la intervención de la infiltración en el nivel freático

Tabla 11

Cuadro de variación del nivel freático

Medición del nivel freático por pozos							
Ubicación		Distrito		Tarma			
		Provincia		Tarma			
		Región		Junín			
Altitud		3071 msnm		Latitud		11° 23' 32.9" S	
Tipo de suelo		CL		Longitud		75° 41' 35.1" W	
Pozos	Hora	Fecha	Días	Días Acum.	Lectura (m)	Variación (m)	Velocidad (m/día)
	8:40 a.m	19/10/2018	0	0	-1.20	0.00	0.000
	8:20 a.m	23/10/2018	4	4	-1.15	0.05	0.013
Pozo 1	9:30 a.m	26/10/2018	3	7	-0.90	0.25	0.083
	10:30 a.m	30/10/2018	4	11	-0.98	0.08	0.020
	10:45 a.m	06/11/2018	7	18	-1.16	0.18	0.026
Pozo 2	9:00 a.m	19/10/2018	0	0	-1.05	0.00	0.000

	8:50 a.m	23/10/2018	4	4	-1.00	0.05	0.013
	10:00 a.m	26/10/2018	3	7	-0.68	0.32	0.107
	11:00 a.m	30/10/2018	4	11	-0.75	0.07	0.018
	11:20 a.m	06/11/2018	7	18	-1.02	0.27	0.039
	9:25 a.m	19/10/2018	0	0	-1.12	0.00	0.000
	9:20 a.m	23/10/2018	4	4	-1.06	0.06	0.015
Pozo 3	10:30 a.m	26/10/2018	3	7	-0.80	0.26	0.087
	11:25 a.m	30/10/2018	4	11	-0.86	0.06	0.015
	11:50 a.m	06/11/2018	7	18	-1.05	0.19	0.027
Promedio de descenso desde el pico más alto						0.28	0.106

Fuente: Elaboración propia

La presente tabla, se elaboró con la finalidad de hacer la lectura de la variación del nivel freático en los pozos correspondientes, se realizó en cinco fechas diferentes, considerando épocas de lluvia y sequia; y así poder obtener un promedio de variación y velocidad.

6.1.4. OE2: Análisis de la participación de la infiltración en el nivel freático

6.1.4.1. Ensayo de infiltración y permeabilidad

Tabla 12

Cuadro de infiltración y tasa de infiltración, pozo 1

Medición y cálculo de infiltración (pozo 1)											
Fecha	Hora	Tiempo (min)	Altura (cm)	Altura (cm)	Altura (cm)	Diferencia de medidas cm	Vel. Infilt. (mm/hr)	Promedio (cm)	Capacidad de infiltración (min/cm)	Tasa de infiltración (lts/m2/dia)	
	9:00 a. m.	0	25								
	9:30 a. m.	30	19.3			5.7	114			56.14	
	10:00 a. m.	60	14.8	25		4.5	90			49.88	
25/10/2018	10:30 a. m.	90		21.5		3.5	70	3.78333333	7.93	43.99	
	11:00 a. m.	120		18.2	25	3.3	66			42.72	
	11:30 a. m.	150			21.8	3.2	64			42.07	
	12:00 a. m.	180			19.3	2.5	50			37.18	
			Promedio de infiltración					75.667	Suelo con media capacidad de absorción		
			Llenado del pozo (25cm)						Infiltración del terreno es MEDIO		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13

Cuadro de infiltración y tasa de infiltración, pozo 2

Medición y cálculo de infiltración (pozo 2)											
Fecha	Hora	Tiempo (min)	Altura (cm)	Altura (cm)	Altura (cm)	Diferencia de medidas cm)	Vel. Infiltr. (mm/hr)	Promedio (cm)	Capacidad de infiltración (min/cm)	Tasa de infiltración (lts/m²/día)	
	9:20 a. m.	0	20								
	9:50 a. m.	30	14.8			5.2	104			53.62	
	10:20 a. m.	60	10.5	20		4.3	86			48.76	
25/10/2018	10:50 a. m.	90		16		4	80	3.9	7.69	47.03	
	11:20 a. m.	120		12.2	20	3.8	76			45.84	
	11:50 a. m.	150			16.4	3.6	72			44.62	
	12:20 a. m.	180			13.9	2.5	50			37.18	
			Promedio de infiltración					78	Suelo con media capacidad de absorción		
			Llenado del pozo (20 cm)						Infiltración del terreno es MEDIO		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14

Cuadro de infiltración y tasa de infiltración, pozo 3

Medición y cálculo de infiltración (pozo 3)											
Fecha	Hora	Tiempo (min)	Altura (cm)	Altura (cm)	Altura (cm)	Diferencia de medidas cm)	Vel. Infiltr. (mm/hr)	Promedio (cm)	Capacidad de infiltración (min/cm)	Tasa de infiltración (lts/m2/dia)	
	9:40 a. m.	0	25								
	10:10 a. m.	30	20.5			4.5	90			49.88	
	10:40 a. m.	60	16.3	25		4.2	84			48.19	
25/10/2018	11:10 a. m.	90		21		4	80	3.75	8.00	47.03	
	11:40 a. m.	120		17.4	25	3.6	72			44.62	
	12:10 p.m	150			21.5	3.5	70			43.99	
	12:40 p.m	180			18.8	2.7	54			38.64	
			Promedio de infiltración					75		Suelo con media capacidad de absorción	
			Llenado del pozo (25cm)							Infiltración del terreno es MEDIO	

Fuente: Elaboración propia

6.1.4.2. Ensayo de Permeabilidad

Tabla 15

Cuadro de permeabilidad, pozo 1.

Ensayo de permeabilidad (pozo 1)											
Altura del agua en el pozo (m)				0.25			Diámetro del pozo (m)		0.30		K (m/s)
Fecha	Hora	Tiempo (min)	Tiempo (seg)	Altura (m)	Diferencia de medidas (m)	Velocidad de descenso	h1/h2	$D/2*\ln(h1/h2)$	Tiempo (t2-t1)	Tiempo 2(t2-t1)	Coefficiente de permeabilidad K (m/s)
	9:00 a. m.	0	0	0.00	0.25	0.000	1.042	0.006	180	360	1.70E-05
	9:03 a. m.	3	180	0.01	0.24	0.333	1.021	0.003	120	240	1.32E-05
	9:05 a. m.	5	300	0.015	0.235	0.300	1.031	0.005	180	360	1.26E-05
25/10/2018	9:08 a. m.	8	480	0.022	0.228	0.275	1.027	0.004	120	240	1.67E-05
	9:10 a. m.	10	600	0.028	0.222	0.280	1.023	0.003	120	240	1.42E-05
	9:12 a. m.	12	720	0.033	0.217	0.275	1.014	0.002	180	360	5.80E-06
	9:15 a. m.	15	900	0.036	0.214	0.240					
SUELO PERMEABLE											

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16

Cuadro de permeabilidad, pozo 2.

Ensayo de permeabilidad (pozo 2)											
Altura del agua en el pozo (m)				0.2			Diámetro del pozo (m)		0.30		K (m/s)
Fecha	Hora	Tiempo (min)	Tiempo (seg)	Altura (m)	Diferencia de medidas (m)	Velocidad de descenso	h1/h2	D/2*ln(h1/h2)	Tiempo (t2-t1)	Tiempo 2(t2-t1)	Coefficiente de permeabilidad K (m/s)
	9:20 a. m.	0	0	0.00	0.2	0.000	1.047	0.007	180	360	1.92E-05
	9:23 a. m.	3	180	0.009	0.191	0.300	1.032	0.005	120	240	1.99E-05
	9:25 a. m.	5	300	0.015	0.185	0.300	1.028	0.004	180	360	1.14E-05
25/10/2018	9:28 a. m.	8	480	0.020	0.180	0.250	1.034	0.005	120	240	2.12E-05
	9:30 a. m.	10	600	0.026	0.174	0.260	1.024	0.003	120	240	1.45E-05
	9:32 a. m.	12	720	0.030	0.170	0.250	1.018	0.003	180	360	7.42E-06
	9:35 a. m.	15	900	0.033	0.167	0.220					
SUELO PERMEABLE											

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17

Cuadro de permeabilidad, calicata 3.

Ensayo de permeabilidad (pozo 3)											
Altura del agua en el pozo (m)				0.25	Diámetro del pozo (m)				0.30	K (m/s)	
Fecha	Hora	Tiempo (min)	Tiempo (seg)	Altura (m)	Diferencia de medidas (m)	Velocidad de descenso	h1/h2	D/2*ln(h1/h2)	Tiempo (t2-t1)	Tiempo 2(t2-t1)	Coefficiente de permeabilidad K (m/s)
	9:40 a. m.	0	0	0.00	0.25	0.000	1.0373	0.0055	180	360	1.53E-05
	9:43 a. m.	3	180	0.009	0.241	0.300	1.0212	0.0031	120	240	1.31E-05
	9:45 a. m.	5	300	0.014	0.236	0.280	1.0129	0.0019	180	360	5.33E-06
25/10/2018	9:48 a. m.	8	480	0.017	0.233	0.213	1.0219	0.0033	120	240	1.36E-05
	9:50 a. m.	10	600	0.022	0.228	0.220	1.0179	0.0027	120	240	1.11E-05
	9:52 a. m.	12	720	0.026	0.224	0.217	1.0228	0.0034	180	360	9.41E-06
	9:55 a. m.	15	900	0.031	0.219	0.207					
SUELO PERMEABLE											

Fuente: Elaboración propia

6.1.4.3. Monitoreo de la variación del nivel freático

Tabla 18

Cuadro de medición de la variación del nivel freático.

Medición del nivel freático por pozos							
			Distrito		Tarma		
Ubicación			Provincia		Tarma		
			Región		Junín		
Altitud		3071 msnm		Latitud		11° 23' 32.9" S	
Tipo de suelo		CL		Longitud		75° 41' 35.1" W	
Pozos	Hora	Fecha	Días	Días Acum.	Lectura (m)	Variación (m)	Velocidad (m/día)
	8:40 a.m	19/10/2018	0	0	-1.20	0.00	0.000
	8:20 a.m	23/10/2018	4	4	-1.15	0.05	0.013
Pozo 1	9:30 a.m	26/10/2018	3	7	-0.90	0.25	0.083
	10:30 a.m	30/10/2018	4	11	-0.98	0.08	0.020
	10:45 a.m	06/11/2018	7	18	-1.16	0.18	0.026
	9:00 a.m	19/10/2018	0	0	-1.05	0.00	0.000
	8:50 a.m	23/10/2018	4	4	-1.00	0.05	0.013
Pozo 2	10:00 a.m	26/10/2018	3	7	-0.68	0.32	0.107
	11:00 a.m	30/10/2018	4	11	-0.75	0.07	0.018
	11:20 a.m	06/11/2018	7	18	-1.02	0.27	0.039
Pozo 3	9:25 a.m	19/10/2018	0	0	-1.12	0.00	0.000

9:20 a.m	23/10/2 018	4	4	-1.06	0.06	0.015
10:30 a.m	26/10/2 018	3	7	-0.80	0.26	0.087
11:25 a.m	30/10/2 018	4	11	-0.86	0.06	0.015
11:50 a.m	06/11/2 018	7	18	-1.05	0.19	0.027
Promedio de descenso desde el pico más alto					0.28	0.106
Promedio de ascenso del nivel freático						0.043

Fuente: Elaboración propia

6.1.5. OE3: Análisis del efecto del tipo de suelo en el nivel freático

6.1.5.1. Ensayos del suelo

El ensayo del suelo se llevó a cabo en el laboratorio, para conseguir los datos necesarios para la presente investigación, todos ensayos desarrollados están en base a la Norma Técnica Peruana y la ASTM para su correcta ejecución.

6.1.5.2. Exploración del suelo

La exploración de suelo consistió en la selección de 3 calicatas a diferentes profundidades, según se encontraba el nivel freático. Por otro lado, los estratos del suelo fueron similares, es decir que generalmente se observa la participación de la arcilla en toda la profundidad de las calicatas.

6.1.5.3. Análisis granulométrico y tipo de suelo

Tabla 19

Análisis granulométrico, calicata 3 muestra 1, antes del nivel freático.

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% Acumulado	
				Retenido	Que pasa
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.0	100.0
N°4	4.750	1.40	0.79	0.8	99.2
N°8	2.000	6.38	3.61	4.4	95.6
N°16	0.850	8.66	4.90	9.3	90.7
N°30	0.425	10.14	5.74	15.0	85.0
N°50	0.250	11.19	6.33	21.4	78.6
N°100	0.150	22.85	12.93	34.3	65.7
FONDO		116.16	65.71	100.0	0.0
TOTAL		176.8	100.00		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20

Análisis granulométrico, calicata 3 muestra 2, después del nivel freático.

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% Acumulado	
				Retenido	Que pasa
3/8"	9.500	59.50	15.61	15.6	84.4
N°4	4.750	58.14	15.25	30.9	69.1
N°8	2.000	59.14	15.51	46.4	53.6
N°16	0.850	53.13	13.94	60.3	39.7
N°30	0.425	33.04	8.67	69.0	31.0
N°50	0.250	45.73	12.00	81.0	19.0
N°100	0.150	10.87	2.85	83.8	16.2
FONDO		61.69	16.18	100.0	0.0
TOTAL		381.2	100.00		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21

Análisis granulométrico, calicata 2 muestra 1, antes del nivel freático

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% Acumulado	
				Retenido	Que pasa
3/8"	9.500	0.31	0.16	0.2	99.8
N°4	4.750	1.81	0.93	1.1	98.9
N°8	2.000	7.12	3.66	4.7	95.3
N°16	0.850	9.57	4.92	9.7	90.3
N°30	0.425	10.98	5.64	15.3	84.7
N°50	0.250	12.04	6.19	21.5	78.5
N°100	0.150	24.56	12.62	34.1	65.9
FONDO		128.15	65.87	100.0	0.0
TOTAL		194.5	100.00		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22

Análisis granulométrico, calicata 2 muestra 2, después del nivel freático

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% Acumulado	
				Retenido	Que pasa
3/8"	9.500	24.38	6.03	6.0	94.0
N°4	4.750	39.44	9.76	15.8	84.2
N°8	2.000	44.55	11.02	26.8	73.2
N°16	0.850	39.07	9.67	36.5	63.5
N°30	0.425	33.20	8.21	44.7	55.3
N°50	0.250	27.95	6.91	51.6	48.4
N°100	0.150	50.68	12.54	64.1	35.9
FONDO		144.93	35.86	100.0	0.0
TOTAL		404.2	100.00		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23

Análisis granulométrico, calicata 1 muestra 1, antes del nivel freático

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% Acumulado	
				Retenido	Que pasa
3/8"	9.500	1.11	0.60	0.6	99.4
N°4	4.750	0.98	0.53	1.1	98.9
N°8	2.000	8.25	4.46	5.6	94.4
N°16	0.850	4.64	2.51	8.1	91.9
N°30	0.425	12.69	6.86	15.0	85.0
N°50	0.250	10.64	5.75	20.7	79.3
N°100	0.150	26.96	14.57	35.3	64.7
FONDO		119.80	64.73	100.0	0.0
TOTAL		185.1	100.00		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24

Análisis granulométrico, calicata 1 muestra 2, después del nivel freático

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% Acumulado	
				Retenido	Que pasa
3/8"	9.500	53.61	13.53	13.5	86.5
N°4	4.750	60.12	15.17	28.7	71.3
N°8	2.000	51.94	13.11	41.8	58.2
N°16	0.850	62.80	15.85	57.7	42.3
N°30	0.425	36.11	9.11	66.8	33.2
N°50	0.250	39.66	10.01	76.8	23.2
N°100	0.150	15.21	3.84	80.6	19.4
FONDO		76.74	19.37	100.0	0.0
TOTAL		396.2	100.00		

Fuente: Elaboración propia

6.1.5.4. Determinación de los límites de Atterberg

Tabla 25

Determinación de los límites de Atterberg calicata 3, antes del nivel freático

Descripción	Límite líquido					Límite plástico	
	1	2	3	4	5	1	2
Prueba N°							
Número de golpes	5	15	20	35	40		
A Peso del recipiente	27.73	20.86	20.92	27.7	20.82	20.82	20.67
B Peso del recipiente + suelo húmedo	30.24	25.03	26.02	32.75	25.37	28.81	29.76
C Peso del recipiente + suelo seco	29.37	23.65	24.43	31.26	24.04	27.47	28.36
D Peso del agua contenida (B)-(C)	0.87	1.38	1.59	1.49	1.33	1.34	1.4
E Peso del suelo seco (C)-(A)	1.64	2.79	3.51	3.56	3.22	6.65	7.69
F Contenido de humedad (D)/(E) x 100	53.05 %	49.46 %	45.30 %	41.85 %	41.30 %	20.15 %	18.21 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26

Determinación de los límites de Atterberg calicata 3, después del nivel freático

Descripción	Límite líquido					Límite plástico	
	1	2	3	4	5	1	2
Prueba N°							
Número de golpes	4	21	25	29	50		
A Peso del recipiente	21.27	28.3	20.67	20.63	21.04	20.35	21.38
B Peso del recipiente + suelo húmedo	31.37	37.33	29.76	30.5	30.68	22.16	23.95
C Peso del recipiente + suelo seco	27.68	34.28	26.89	27.46	28.01	21.89	23.59
D Peso del agua contenida (B)-(C)	3.69	3.05	2.87	3.04	2.67	0.27	0.36
E Peso del suelo seco (C)-(A)	6.41	5.98	6.22	6.83	6.97	1.54	2.21
F Contenido de humedad (D)/(E) x 100	57.57 %	51.00 %	46.14 %	44.51 %	38.31 %	17.53 %	16.29 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27

Determinación de los límites de Atterberg calicata 2, antes del nivel freático

Descripción	Límite líquido					Límite plástico	
	1	2	3	4	5	1	2
Prueba N°							
Número de golpes	12	23	25	30	40		
A Peso del recipiente	21.01	27.73	27.7	20.92	20.82	20.67	20.84
B Peso del recipiente + suelo húmedo	29.12	35.95	36.23	29.79	28.81	27.58	23.46
C Peso del recipiente + suelo seco	26.42	33.26	33.62	27.07	26.45	26.44	23.06
D Peso del agua contenida (B)-(C)	2.7	2.69	2.61	2.72	2.36	1.14	0.4
E Peso del suelo seco (C)-(A)	5.41	5.53	5.92	6.15	5.63	5.77	2.22
F Contenido de humedad (D)/(E) x 100	49.91 %	48.64 %	44.09 %	44.23 %	41.92 %	19.76 %	18.02 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28

Determinación de los límites de Atterberg calicata 2, después del nivel freático

Descripción	Límite líquido					Límite plástico	
	1	2	3	4	5	1	2
Prueba N°							
Número de golpes	5	10	15	25	50		
A Peso del recipiente	27.73	20.89	21.32	20.74	21.12	21.86	21.07
B Peso del recipiente + suelo húmedo	36.24	28.28	28.43	28.05	26.6	25.03	23.13
C Peso del recipiente + suelo seco	33.16	25.75	26.08	25.74	24.93	24.51	22.81
D Peso del agua contenida (B)-(C)	3.08	2.53	2.35	2.31	1.67	0.52	0.32
E Peso del suelo seco (C)-(A)	5.43	4.86	4.76	5	3.81	2.65	1.74
F Contenido de humedad (D)/(E) x 100	56.72 %	52.06 %	49.37 %	46.20 %	43.83 %	19.62 %	18.39 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29

Determinación de los límites de Atterberg calicata 1, antes del nivel freático

Descripción	Límite líquido					Límite plástico	
	1	2	3	4	5	1	2
Prueba N°							
Número de golpes	9	15	20	35	40		
A Peso del recipiente	20.67	20.86	20.92	27.7	20.82	20.95	20.68
B Peso del recipiente + suelo húmedo	24.33	25.03	26.02	32.83	25.33	26.31	25.19
C Peso del recipiente + suelo seco	23.1	23.71	24.48	31.35	24.06	25.51	24.58
D Peso del agua contenida (B)-(C)	1.23	1.32	1.54	1.48	1.27	0.8	0.61
E Peso del suelo seco (C)-(A)	2.43	2.85	3.56	3.65	3.24	4.56	3.9
F Contenido de humedad (D)/(E) x 100	50.62 %	46.32 %	43.26 %	40.55 %	39.20 %	17.54 %	15.64 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30

Determinación de los límites de Atterberg calicata 1, después del nivel freático

Descripción	Límite líquido					Límite plástico	
	1	2	3	4	5	1	2
Prueba N°							
Número de golpes	10	16	20	30	40		
A Peso del recipiente	20.64	21.45	20.95	20.56	21.84	21.02	21.21
B Peso del recipiente + suelo húmedo	24.36	24.89	25.76	26.43	25.73	25.54	25.84
C Peso del recipiente + suelo seco	23.06	23.72	24.18	24.58	24.51	24.82	25.13
D Peso del agua contenida (B)-(C)	1.3	1.17	1.58	1.85	1.22	0.72	0.71
E Peso del suelo seco (C)-(A)	2.42	2.27	3.23	4.02	2.67	3.8	3.92
F Contenido de humedad (D)/(E) x 100	53.72 %	51.54 %	48.92 %	46.02 %	45.69 %	18.95 %	18.11 %

Fuente: Elaboración propia

6.1.5.5. Peso específico del suelo

Tabla 31

Peso específico del suelo, calicata 3 antes del nivel freático

ID	Descripción	Unidad de medida	Muestra N°1	Muestra N°2
1	Peso de la fiola	(g)	167.11	167.11
2	Peso de la muestra SSS	(g)	119.72	120.01
3	Peso de la arena SSS + peso de la fiola	(g)	286.83	287.12
4	Peso de la arena SSS+peso de la fiola + peso de agua	(g)	718.15	716.03
5	Peso del agua W (4-3)	(g)	431.32	428.91
6	Peso del recipiente	(g)	95.96	96.12
7	Peso del recipiente + muestra secada al horno	(g)	195.92	202.56
8	Peso de la muestra seca al horno A(7-6)	(g)	99.96	106.44
9	Volumen de la fiola V	(cm3)	500	500
	Peso específico de la masa = $A/(V-W)$	g/cm3	1.455	1.497
	Peso específico de masa SSS = $500/(V-W)$	g/cm3	7.280	7.033
	Porcentaje de absorción (%) = $((500-A)/A)*100$	%	400.20%	369.75%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32

Peso específico del suelo, calicata 3 después del nivel freático

ID	Descripción	Unidad de medida	Muestra N°1	Muestra N°2
1	Peso de la fiola	(g)	167.11	167.11
2	Peso de la muestra SSS	(g)	120.54	120.06
3	Peso de la arena SSS + peso de la fiola	(g)	287.65	287.17
4	Peso de la arena SSS+peso de la fiola + peso de agua	(g)	713.00	714.72
5	Peso del agua W (4-3)	(g)	425.35	427.55
6	Peso del recipiente	(g)	99.54	99.76
7	Peso del recipiente + muestra secada al horno	(g)	193.12	189.28
8	Peso de la muestra seca al horno A(7-6)	(g)	93.58	89.52
9	Volumen de la fiola V	(cm3)	500	500
	Peso específico de la masa = $A/(V-W)$	g/cm3	1.254	1.236
	Peso específico de masa SSS = $500/(V-W)$	g/cm3	6.698	6.901
	Porcentaje de absorción (%) = $((500-A)/A)*100$	%	434.30%	458.53%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33

Peso específico del suelo, calicata 2 antes del nivel freático

ID	Descripción	Unidad de medida	Muestra N°1	Muestra N°2
1	Peso de la fiola	(g)	167.11	167.11
2	Peso de la muestra SSS	(g)	119.97	120.04
3	Peso de la arena SSS + peso de la fiola	(g)	287.08	287.15
4	Peso de la arena SSS+peso de la fiola + peso de agua	(g)	716.25	714.58
5	Peso del agua W (4-3)	(g)	429.17	427.43
6	Peso del recipiente	(g)	95.87	96.12
7	Peso del recipiente + muestra secada al horno	(g)	198.22	200.16
8	Peso de la muestra seca al horno A(7-6)	(g)	102.35	104.04
9	Volumen de la fiola V	(cm3)	500	500
	Peso específico de la masa = $A/(V-W)$	g/cm3	1.445	1.434
	Peso específico de masa SSS = $500/(V-W)$	g/cm3	7.059	6.890
	Porcentaje de absorción (%) = $((500-A)/A)*100$	%	388.52%	380.58%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34

Peso específico del suelo, calicata 2 después del nivel freático

ID	Descripción	Unidad de medida	Muestra N°1	Muestra N°2
1	Peso de la fiola	(g)	167.11	167.11
2	Peso de la muestra SSS	(g)	120.01	119.98
3	Peso de la arena SSS + peso de la fiola	(g)	287.12	287.09
4	Peso de la arena SSS+peso de la fiola + peso de agua	(g)	715.23	712.56
5	Peso del agua W (4-3)	(g)	428.11	425.47
6	Peso del recipiente	(g)	95.33	96.55
7	Peso del recipiente + muestra secada al horno	(g)	189.12	190.64
8	Peso de la muestra seca al horno A(7-6)	(g)	93.79	94.09
9	Volumen de la fiola V	(cm3)	500	500
	Peso específico de la masa = $A/(V-W)$	g/cm3	1.305	1.262
	Peso específico de masa SSS = $500/(V-W)$	g/cm3	6.955	6.709
	Porcentaje de absorción (%) = $((500-A)/A)*100$	%	433.11%	431.41%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35

Peso específico del suelo, calicata 1 antes del nivel freático

ID	Descripción	Unidad de medida	Muestra N°1	Muestra N°2
1	Peso de la fiola	(g)	167.11	167.11
2	Peso de la muestra SSS	(g)	119.72	120.02
3	Peso de la arena SSS + peso de la fiola	(g)	286.83	287.13
4	Peso de la arena SSS+peso de la fiola + peso de agua	(g)	718.14	716.85
5	Peso del agua W (4-3)	(g)	431.31	429.72
6	Peso del recipiente	(g)	95.96	96.1
7	Peso del recipiente + muestra secada al horno	(g)	200.05	199.58
8	Peso de la muestra seca al horno A(7-6)	(g)	104.09	103.48
9	Volumen de la fiola V	(cm3)	500	500
	Peso específico de la masa = $A/(V-W)$	g/cm3	1.515	1.472
	Peso específico de masa SSS = $500/(V-W)$	g/cm3	7.279	7.114
	Porcentaje de absorción (%) = $((500-A)/A)*100$	%	380.35%	383.19%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36

Peso específico del suelo, calicata 1 después del nivel freático

ID	Descripción	Unidad de medida	Muestra N°1	Muestra N°2
1	Peso de la fiola	(g)	167.11	167.11
2	Peso de la muestra SSS	(g)	120.08	120.03
3	Peso de la arena SSS + peso de la fiola	(g)	287.19	287.14
4	Peso de la arena SSS+peso de la fiola + peso de agua	(g)	716.85	718.28
5	Peso del agua W (4-3)	(g)	429.66	431.14
6	Peso del recipiente	(g)	98.53	99.08
7	Peso del recipiente + muestra secada al horno	(g)	183.72	190.75
8	Peso de la muestra seca al horno A(7-6)	(g)	85.19	91.67
9	Volumen de la fiola V	(cm3)	500	500
	Peso específico de la masa = $A/(V-W)$	g/cm3	1.211	1.331
	Peso específico de masa SSS = $500/(V-W)$	g/cm3	7.108	7.261
	Porcentaje de absorción (%) = $((500-A)/A)*100$	%	486.92%	445.43%

Fuente: Elaboración propia

6.1.5.6. Contenido de humedad del suelo

Tabla 37

Contenido de humedad del suelo, calicata 3 antes del nivel freático

1	N° del recipiente	N°001	N°002	
2	Peso del recipiente (g)	1094.54	1093.21	
3	Peso del recipiente + Suelo húmedo (g)	3094.57	3093.28	
4	Peso del recipiente + Suelo seco (g)	2504.53	2499.95	
5	Peso del agua contenida (g) (3)-(4)	590.04	593.33	
6	Peso del suelo seco (g) (4) - (2)	1409.99	1406.74	PROMEDIO
7	Contenido de humedad (5) / (6) * 100(%)	41.85%	42.18%	42.01%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38

Contenido de humedad del suelo, calicata 3 después del nivel freático

1	N° del recipiente	N°001	N°002	
2	Peso del recipiente (g)	572.78	571.96	
3	Peso del recipiente + Suelo húmedo (g)	2572.83	2572.02	
4	Peso del recipiente + Suelo seco (g)	1955.19	1961.87	
5	Peso del agua contenida (g) (3)-(4)	617.64	610.15	
6	Peso del suelo seco (g) (4) - (2)	1382.41	1389.91	PROMEDIO
7	Contenido de humedad (5) / (6) * 100(%)	44.68%	43.90%	44.29%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39

Contenido de humedad del suelo, calicata 2 antes del nivel freático

1	N° del recipiente	N°001	N°002	
2	Peso del recipiente (g)	573.05	554.82	
3	Peso del recipiente + Suelo húmedo (g)	1573.05	1586.82	
4	Peso del recipiente + Suelo seco (g)	1278.41	1281.54	
5	Peso del agua contenida (g) (3)-(4)	294.64	305.28	
6	Peso del suelo seco (g) (4) - (2)	705.36	726.72	PROMEDIO
7	Contenido de humedad (5) / (6) * 100(%)	41.77%	42.01%	41.89%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40

Contenido de humedad del suelo, calicata 2 después del nivel freático

1	N° del recipiente	N°001	N°002	
2	Peso del recipiente (g)	1094.18	95.98	
3	Peso del recipiente + Suelo húmedo (g)	2094.18	1595.98	
4	Peso del recipiente + Suelo seco (g)	1785.83	1139.21	
5	Peso del agua contenida (g) (3)-(4)	308.35	456.77	
6	Peso del suelo seco (g) (4) - (2)	691.65	1043.23	PROMEDIO
7	Contenido de humedad (5) / (6) * 100(%)	44.58%	43.78%	44.18%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41

Contenido de humedad del suelo, calicata 1 antes del nivel freático

1	N° del recipiente	N°001	N°002	
2	Peso del recipiente (g)	1093.03	235.43	
3	Peso del recipiente + Suelo húmedo (g)	3093.41	1735.49	
4	Peso del recipiente + Suelo seco (g)	2506.7	1292.84	
5	Peso del agua contenida (g) (3)-(4)	586.71	442.65	
6	Peso del suelo seco (g) (4) - (2)	1413.67	1057.41	PROMEDIO
7	Contenido de humedad (5) / (6) * 100(%)	41.50%	41.86%	41.68%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42

Contenido de humedad del suelo, calicata 1 después del nivel freático

1	N° del recipiente	N°001	N°002	
2	Peso del recipiente (g)	1093.35	236.02	
3	Peso del recipiente + Suelo húmedo (g)	3093.5	1736.05	
4	Peso del recipiente + Suelo seco (g)	2482.2	1271.91	
5	Peso del agua contenida (g) (3)-(4)	611.3	464.14	
6	Peso del suelo seco (g) (4) - (2)	1388.85	1035.89	PROMEDIO
7	Contenido de humedad (5) / (6) * 100(%)	44.01%	44.81%	44.41%

Fuente: Elaboración propia

6.1.5.7. Ensayo de corte directo

Este ensayo se desarrolla para la determinación de la resistencia al corte suelo. Tiene como finalidad poder conocer experimentalmente los parámetros de cohesión y ángulo de rozamiento que nos definen la resistencia del suelo granular.

6.1.6. O.G: Determinar la influencia del nivel freático en la capacidad portante de suelos en las cimentaciones superficiales.

6.1.6.1. Comparación de la capacidad portante antes y después del nivel freático

Tabla 43

Capacidad portante de la calicata 3, antes del nivel freático

Datos obtenidos por ensayos del laboratorio			Según tabla de factores		
<i>Cohesion</i>	0.209	kg/cm ²	<i>Nc</i>	10.814	
<i>Ángulo de fricción (ϕ)</i>	17.8		<i>Nq</i>	3.314	
<i>Peso específico (γ)</i>	0.001245	kg/cm ³	<i>N γ</i>	0.856	
<i>γ w</i>	0.001	gr/cm ³	<i>Fs</i>	3	
Antes del nivel freático					
<i>B(m)</i>		<i>Df (m)</i>	<i>q</i>	<i>qu(kg/cm²)</i>	<i>qadm (kg/cm²)</i>
50.000		130.000	0.162	2.070	0.690
100.000		130.000	0.162	2.096	0.699
50.000		200.000	0.249	2.359	0.786
100.000		200.000	0.249	2.385	0.795

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44

Capacidad portante de la calicata 3, después del nivel freático

Datos obtenidos por ensayos del laboratorio				Según tabla de factores		
<i>Cohesion</i>	0.209	kg/cm ²		<i>Nc</i>	10.814	
<i>Ángulo de fricción (ϕ)</i>	17.8			<i>Nq</i>	3.314	
<i>Peso específico (γ)</i>	0.001245	kg/cm ³		<i>N γ</i>	0.856	
<i>γ w</i>	0.001	gr/cm ³		<i>Fs</i>	3	
Después del nivel freático						
<i>B(cm)</i>	<i>Df (cm)</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>q</i>	<i>qu(kg/cm²)</i>	<i>qadm (kg/cm²)</i>
50.000	130.000	60.000	70.000	0.092	1.816	0.605
100.000	130.000	60.000	70.000	0.092	1.822	0.607
50.000	200.000	60.000	140.000	0.109	1.873	0.624
100.000	200.000	60.000	140.000	0.109	1.878	0.626

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45

Capacidad portante de la calicata 2, antes del nivel freático

Datos obtenidos por ensayos del laboratorio			Según tabla de factores		
<i>Cohesion</i>	0.209	kg/cm2	<i>Nc</i>	10.814	
<i>Ángulo de fricción (ϕ)</i>	17.8		<i>Nq</i>	3.314	
<i>Peso específico (γ)</i>	0.001284	kg/cm3	<i>Nγ</i>	0.856	
<i>γ w</i>	0.001	gr/cm3	<i>Fs</i>	3	
Antes del nivel freático					
<i>B(cm)</i>	<i>Df (cm)</i>		<i>q</i>	<i>qu(kg/cm2)</i>	<i>qadm (kg/cm2)</i>
50.000	130.000		0.167	2.087	0.696
100.000	130.000		0.167	2.115	0.705
50.000	200.000		0.257	2.385	0.795
100.000	200.000		0.257	2.413	0.804

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46

Capacidad portante de la calicata 2, después del nivel freático

Datos obtenidos por ensayos del laboratorio				Según tabla de factores		
<i>Cohesion</i>	0.209	kg/cm2	<i>Nc</i>		10.814	
<i>Ángulo de fricción (ϕ)</i>	17.8		<i>Nq</i>		3.314	
<i>Peso específico (γ)</i>	0.001284	kg/cm3	<i>Nγ</i>		0.856	
<i>γ w</i>	0.001	gr/cm3	<i>Fs</i>		3	
Después del nivel freático						
<i>B(cm)</i>	<i>Df (cm)</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>q</i>	<i>qu(kg/cm2)</i>	<i>qadm (kg/cm2)</i>
50.000	130.000	60.000	70.000	0.097	1.834	0.611
100.000	130.000	60.000	70.000	0.097	1.840	0.613
50.000	200.000	60.000	140.000	0.117	1.900	0.633
100.000	200.000	60.000	140.000	0.117	1.906	0.635

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47

Capacidad portante de la calicata 1, antes del nivel freático

Datos obtenidos por ensayos del laboratorio			Según tabla de factores		
<i>Cohesión</i>	0.209	kg/cm ²	<i>Nc</i>	10.814	
<i>Ángulo de fricción (ϕ)</i>	17.8		<i>Nq</i>	3.314	
<i>Peso específico (γ)</i>	0.001271	kg/cm ³	<i>Nγ</i>	0.856	
<i>γ_w</i>	0.001	gr/cm ³	<i>Fs</i>	3	
Antes del nivel freático					
<i>B(cm)</i>	<i>Df (cm)</i>		<i>q</i>	<i>qu(kg/cm²)</i>	<i>qadm (kg/cm²)</i>
50.000	130.000		0.165	2.082	0.694
100.000	130.000		0.165	2.109	0.703
50.000	200.000		0.254	2.376	0.792
100.000	200.000		0.254	2.404	0.801

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48

Capacidad portante de la calicata 1, después del nivel freático

Datos obtenidos por ensayos del laboratorio				Según tabla de factores		
<i>Cohesion</i>	0.209	kg/cm ²	<i>Nc</i>	10.814		
<i>Ángulo de fricción (ϕ)</i>	17.8		<i>Nq</i>	3.314		
<i>Peso específico (γ)</i>	0.001271	kg/cm ³	<i>Nγ</i>	0.856		
<i>γ_w</i>	0.001	gr/cm ³	<i>Fs</i>	3		
Después del nivel freático						
<i>B(cm)</i>	<i>Df (cm)</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>q</i>	<i>qu(kg/cm²)</i>	<i>qadm (kg/cm²)</i>
50.000	130.000	60.000	70.000	0.095	1.828	0.609
100.000	130.000	60.000	70.000	0.095	1.834	0.611
50.000	200.000	60.000	140.000	0.114	1.891	0.630
100.000	200.000	60.000	140.000	0.114	1.897	0.632

Fuente: Elaboración propia

6.1.6.2. Variación de la capacidad portante según la posición del Nivel Freático

Tabla 49

Capacidad portante según la posición del nivel freático

Datos obtenidos por ensayos del laboratorio				Según tabla de factores		
<i>Cohesion</i>	0.209	kg/cm ²	<i>Nc</i>	10.814		
<i>Ángulo de fricción (ø)</i>	17.8		<i>Nq</i>	3.314		
<i>Peso específico (γ)</i>	0.001251	kg/cm ³	<i>Nγ</i>	0.856		
<i>γ_w</i>	0.001	gr/cm ³	<i>Fs</i>	3		
Después del nivel freático						
<i>B(cm)</i>	<i>Df (cm)</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>q</i>	<i>qu(kg/cm²)</i>	<i>qadm (kg/cm²)</i>
80.000	200.000	60.000	140.000	0.110	1.881	0.627
80.000	200.000	80.000	120.000	0.130	1.947	0.649
80.000	200.000	100.000	100.000	0.150	2.013	0.671
80.000	200.000	150.000	50.000	0.200	2.179	0.726

Fuente: Elaboración propia

Capítulo VII

Resultados, conclusiones y recomendaciones

7.1. Resultados

7.1.1. R-OE1: Resultado de la influencia de la precipitación en el nivel freático

Tabla 50

Cuadro de precipitación, ascenso y descenso del nivel freático

Semana	Día	Precipitación MAX (mm)	Nivel freático (m)	Velocidad (m/día)	
14/10 al 20/10	19-Oct	0	-1.20	0.000	Velocidad ascenso
21/10 al 27/10	26-Oct	9.1	-0.68	0.087	
28/10 al 3/11	29-Oct	5.6	-0.75	0.020	Velocidad descenso
4/11 al 10/11	08-Nov	1.1	-1.02	0.027	
Promedio de ascenso (m/día)				0.043	

Fuente: Elaboración propia

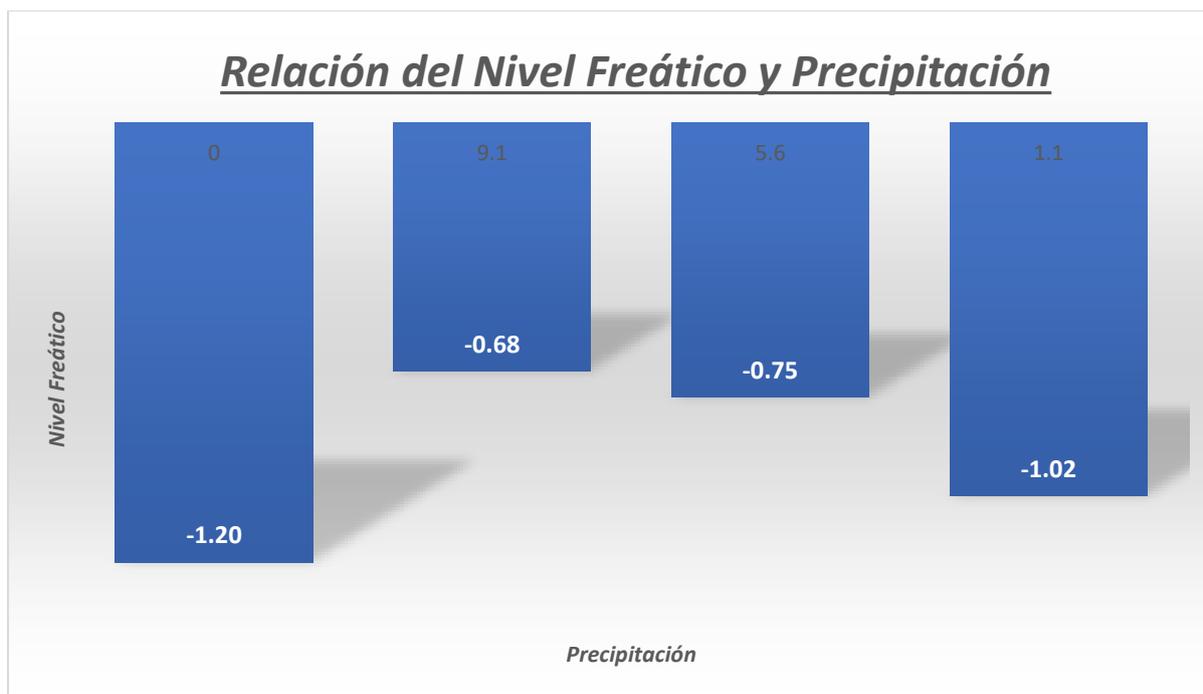


Figura 16. Relación del nivel freático y precipitación

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 50 y en la figura 16 observamos el vínculo que existe entre la relación de la variación del nivel freático y la precipitación, donde a mayor precipitación se da mayor ascenso o aumento del nivel freático en las diferentes semanas, una precipitación de 9.1 mm genera un ascenso de 52 cm del nivel freático y precipitación de 5.6 mm genera un ascenso de 45 cm del nivel freático. Asimismo, la precipitación máxima se da en la semana del 21 de Octubre al 27 de Octubre el, donde también sucede el ascenso máximo del nivel freático. Incluso mientras más cerca está el nivel freático a la superficie, la velocidad de ascenso es mayor.

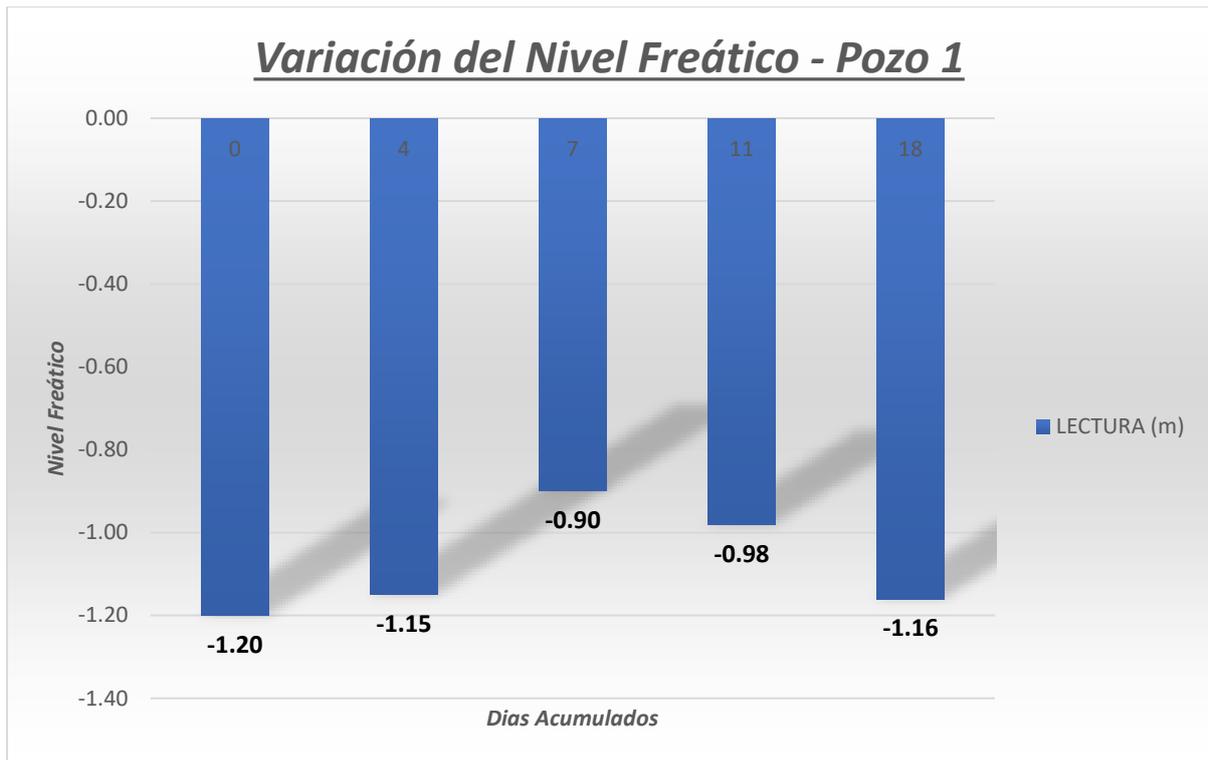


Figura 17 Curva de variación del nivel freático, pozo 1

Fuente: Elaboración propia

En la figura 17 se muestra la modificación del nivel freático respecto al monitoreo del pozo 1 que se llevó a cabo en diferentes semanas. Donde se presentó el máximo ascenso en el séptimo día del análisis que es el 26 de octubre de 0.90 m medido en relación a la superficie libre del terreno. También, hay un descenso de 1.16 m en la última semana, obteniendo una alteración en el descenso de 0.26 m, medido esto a partir del ascenso máximo de 0.90 m.

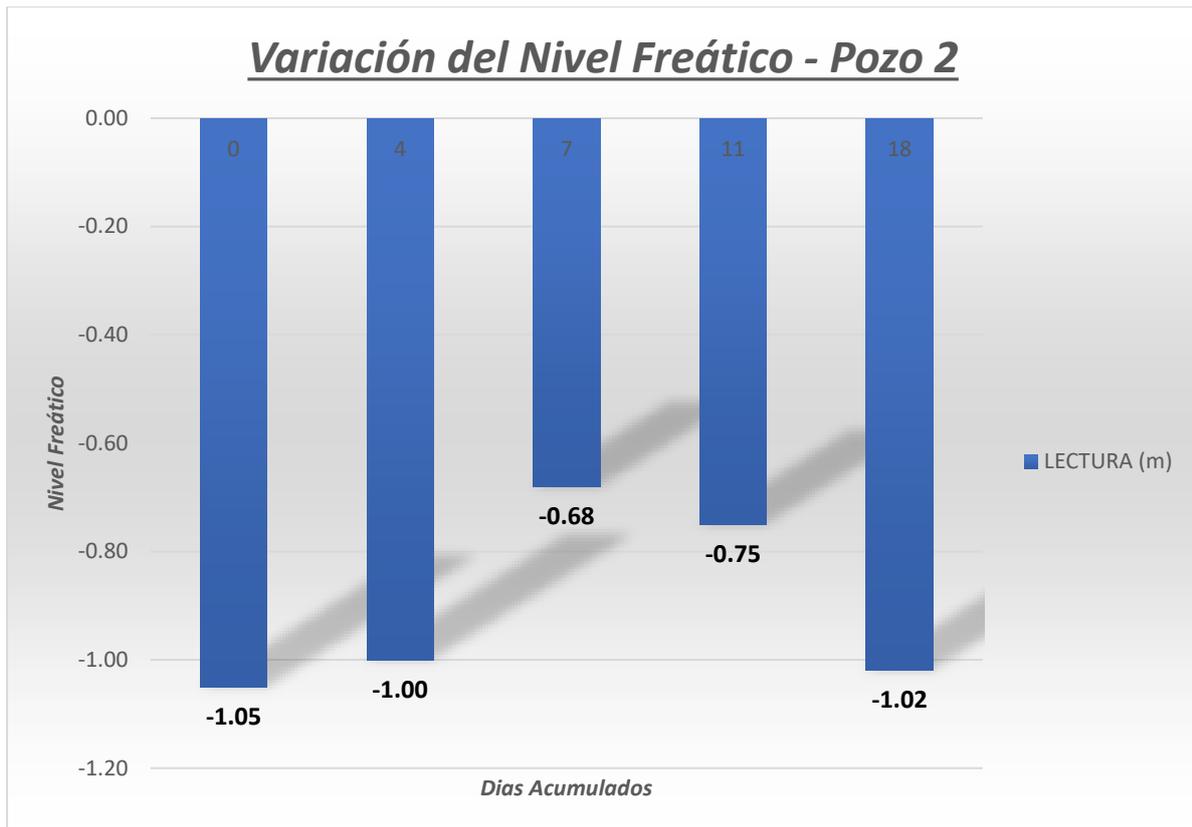


Figura 18 Curva de variación del nivel freático, pozo 2

Fuente: Elaboración propia

En la figura 18 observamos la modificación que sufre el nivel freático respecto al monitoreo del pozo 2 que se llevó a cabo en diferentes semanas. Donde se presentó el máximo ascenso en el séptimo día del análisis que es el 26 de octubre de 0.68 m medido respecto de la superficie libre del terreno. También, hay un descenso de 1.02 m en la última semana, obteniendo una alteración en el descenso de 0.34 m, medido esto a partir del ascenso máximo de 0.68 m

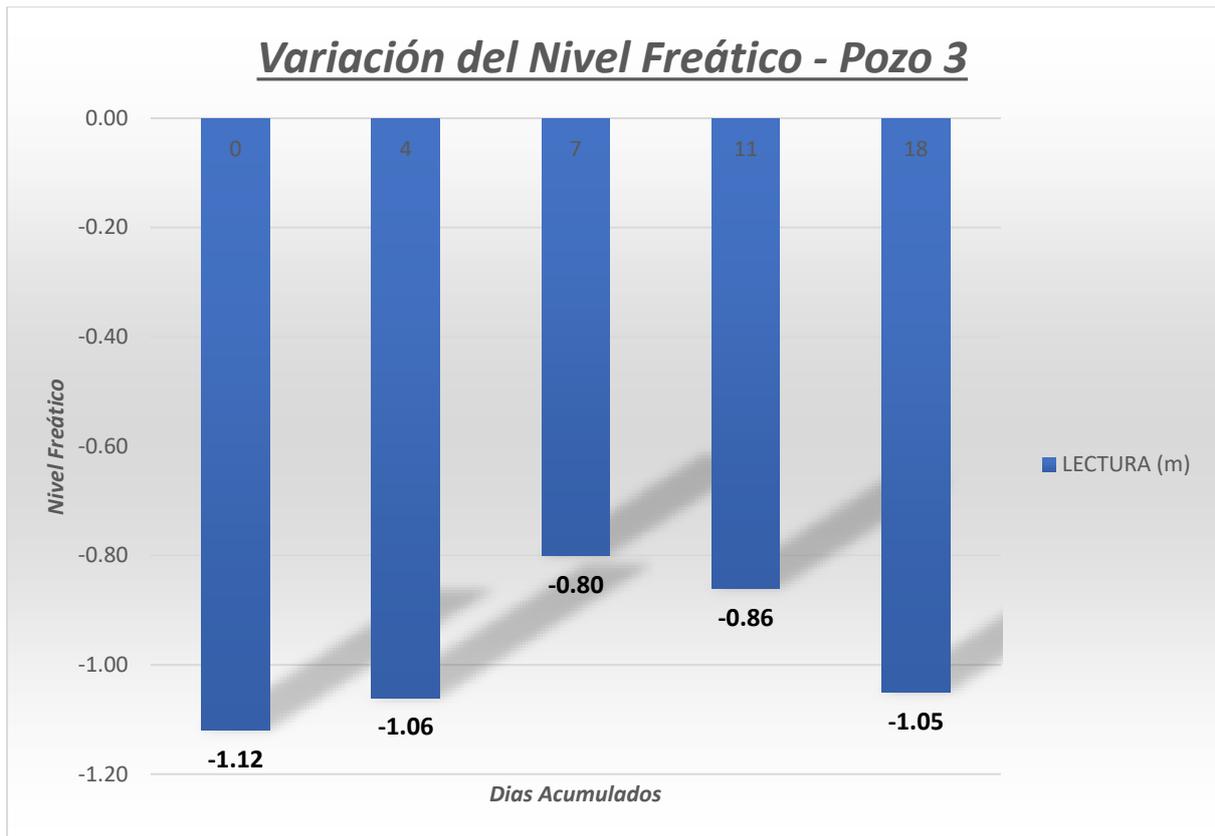


Figura 19 Curva de variación del nivel freático, pozo 3

Fuente: Elaboración propia

En la figura 19 observamos la modificación que sufre el nivel freático con respecto al monitoreo del pozo 3 para diferentes semanas. Donde se presentó el máximo ascenso en el séptimo día del análisis que es el 26 de octubre de 0.8 m medido respecto de la superficie libre del terreno. También, hay un descenso de 1.05 m en la última semana, obteniendo una alteración en el descenso de 0.25 m, medido esto a partir del ascenso máximo de 0.8 m.

7.1.2. R-OE2: Resultado de la participación de la infiltración en el nivel freático

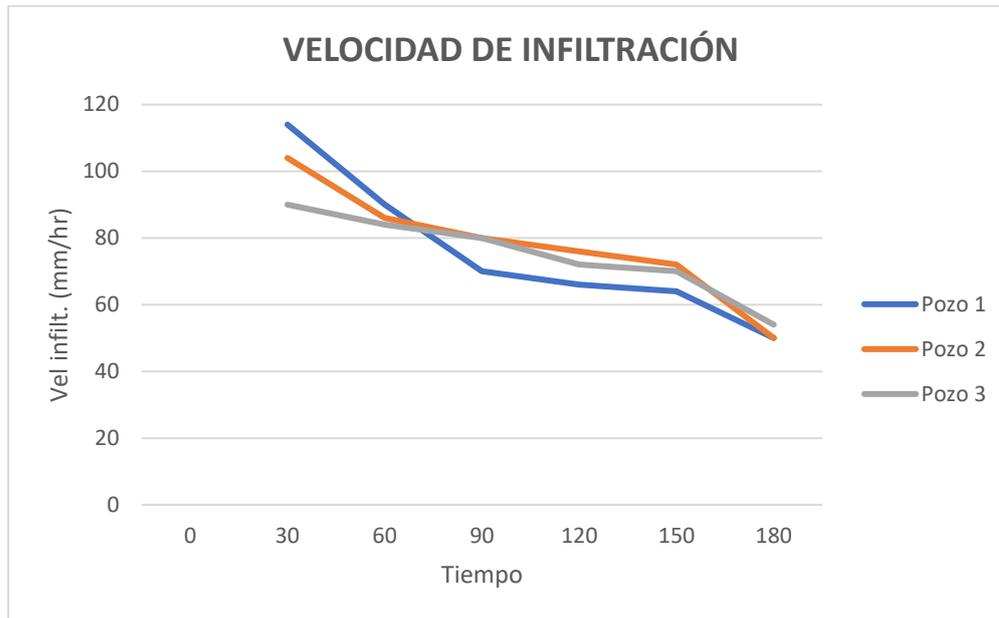


Figura 20 Velocidad de infiltración de los pozos1, 2 y 3.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 20 se evidencia las tres curvas de infiltración antes de que el agua llegue al nivel freático en cada calicata, en el cual las diferencias que se encuentra con respecto a la velocidad de infiltración inicial está entre 90 mm a 120 mm por hora, concluyendo en un rango de 50 mm a 60 mm por hora para los 180 minutos de ensayo como se muestran en las tablas 12, tabla 13 y tabla 14, esto nos indica que va disminuyendo la velocidad según el paso del tiempo debido a la saturación del suelo. Además, las tres calicatas presentan velocidades de infiltración muy similares, ya que presentan el mismo tipo de suelo.

Por otro lado, la infiltración promedio es de 76.22 mm/hr o 0.127 cm/min, es decir que en 7.87 min se observa el descenso de 1 cm y según la tabla 1 clasificación de terrenos según resultados de prueba de infiltración presentado por la norma IS.020; obtenemos que nuestro suelo analizado es de *infiltración media*.

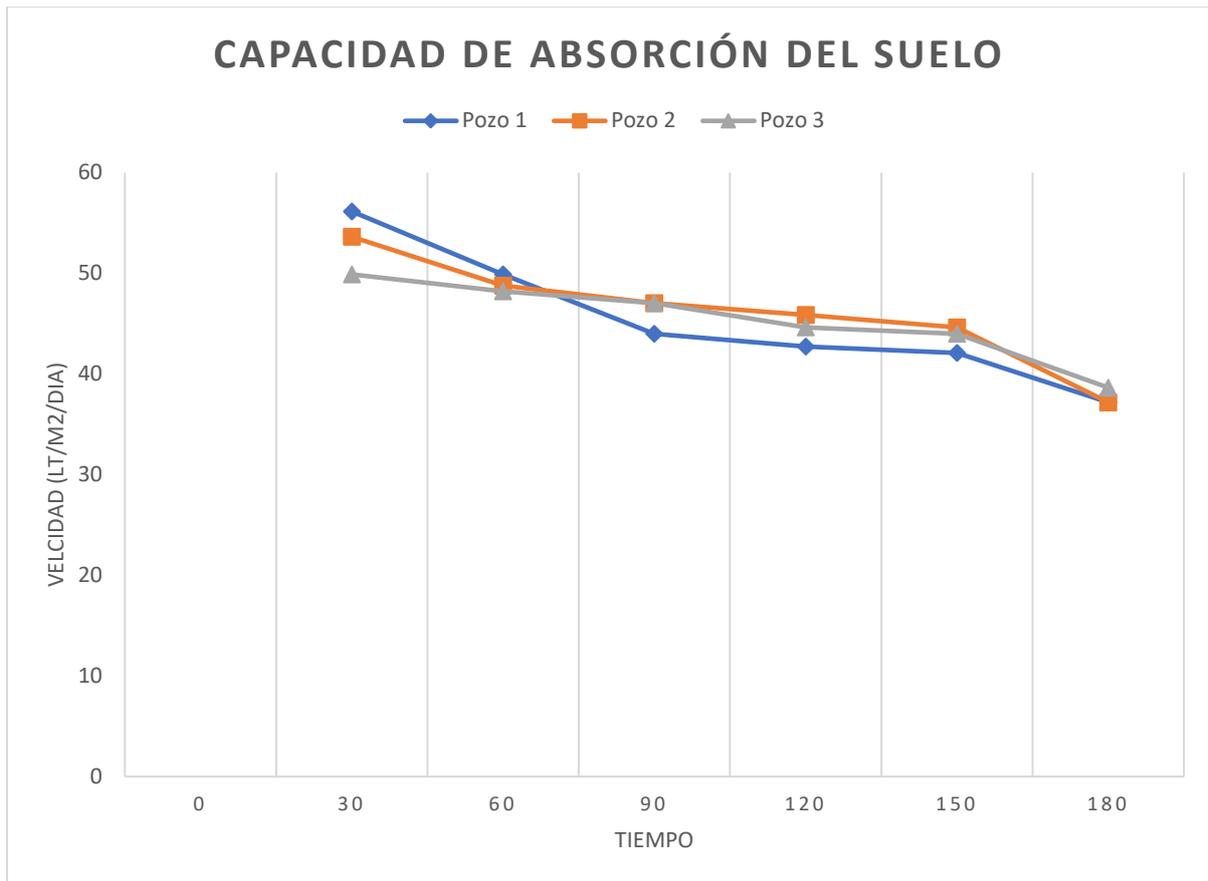


Figura 21 Capacidad de absorción del suelo de los pozos 1, 2 y 3.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 21 se presenta la curva de capacidad de absorción del suelo, que viene a ser la tasa de infiltración versus el tiempo para un descenso de 1 cm en 1 minuto, las cuales se encuentran en un rango de 37 a 57 lts/m²/día, como se muestran en la tabla 12, tabla 13 y tabla 14, estos resultados se aprecian para un ensayo de 180 minutos. Debemos mencionar que el suelo presenta una tasa media de infiltración.

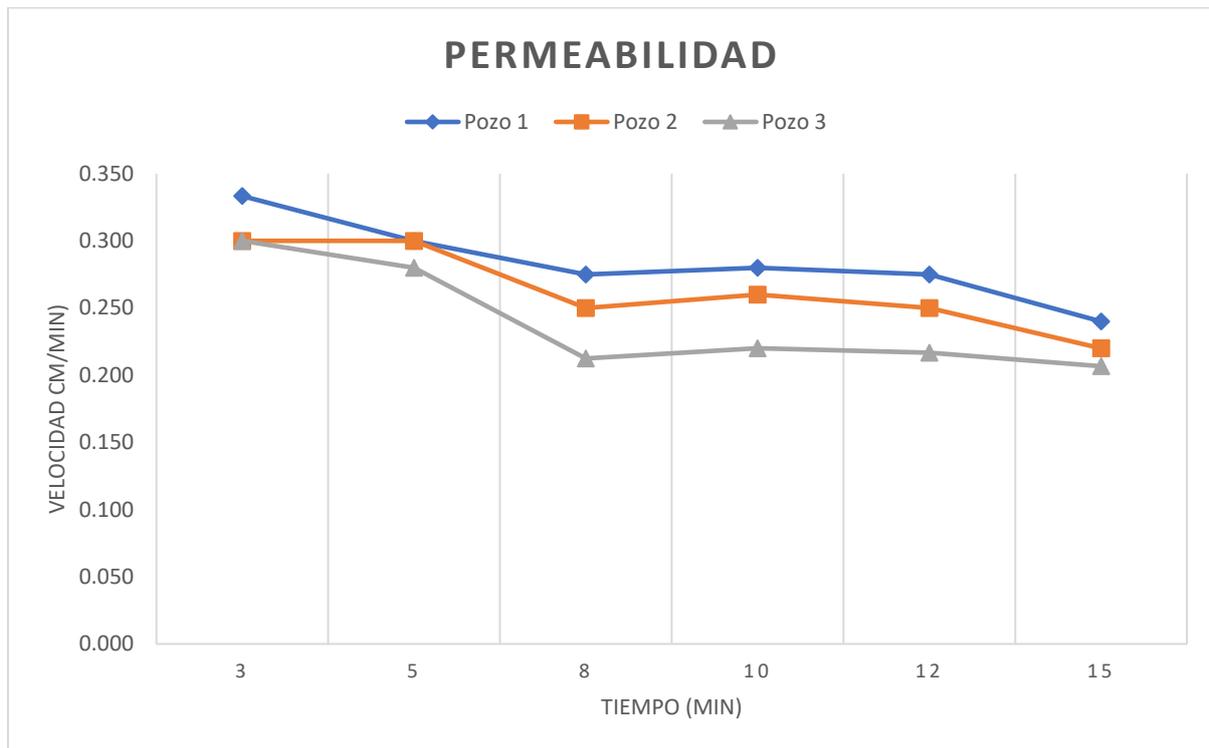


Figura 22. Gráfica de permeabilidad

Fuente: Elaboración propia

Se presenta la figura 22, donde la velocidad de descenso es de 0.207 cm/min a 0.33 cm/min en los 15 minutos de ensayo, para los 3 pozos. Los resultados de la tabla indican que es un suelo es *permeable*, por el coeficiente de permeabilidad obtenido.

7.1.3. R-OE3: Resultado de la incidencia del tipo de suelo en el nivel freático

7.1.3.1. Análisis granulométrico

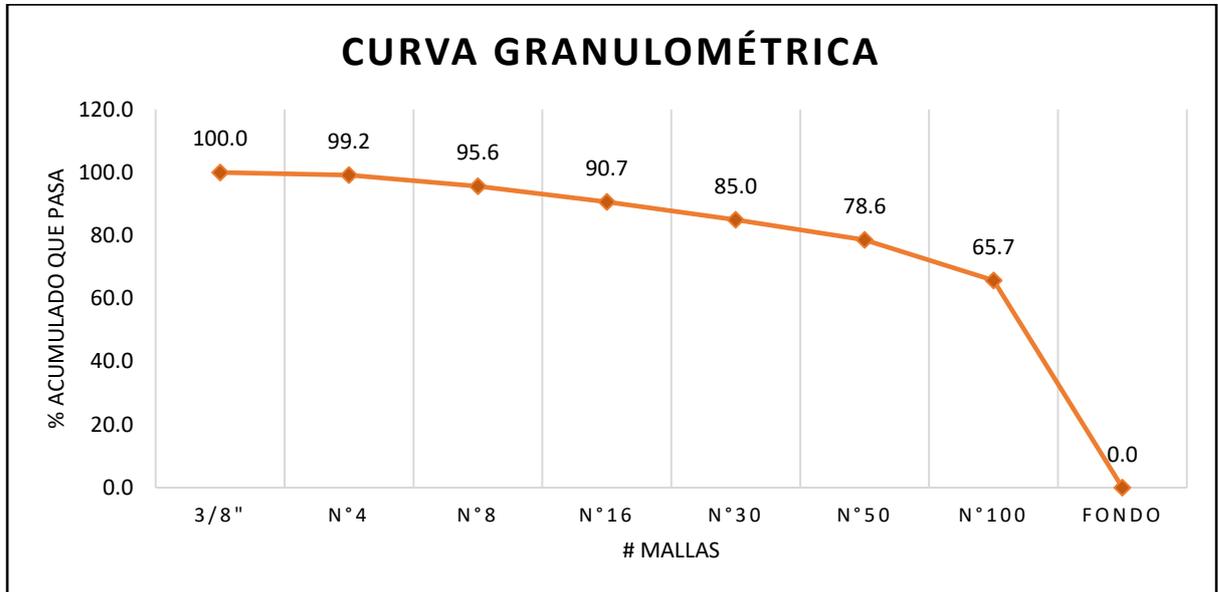


Figura 23. Curva granulométrica, calicata 3 muestra 1 antes del nivel freático

Fuente: Elaboración propia

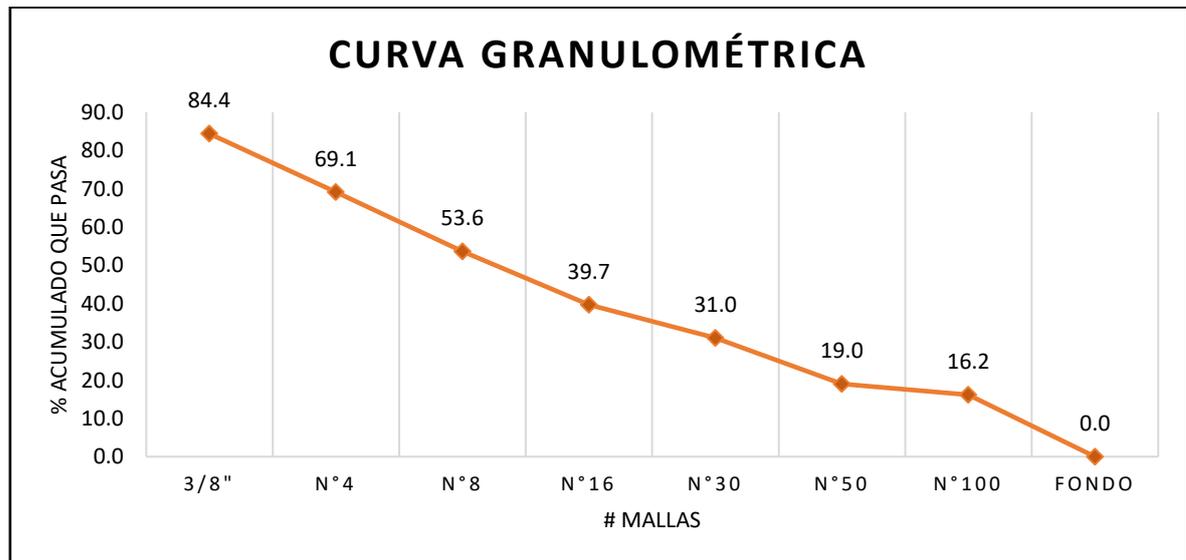


Figura 24 Curva granulométrica, calicata 3 muestra 2, después del nivel freático

Fuente: Elaboración propia

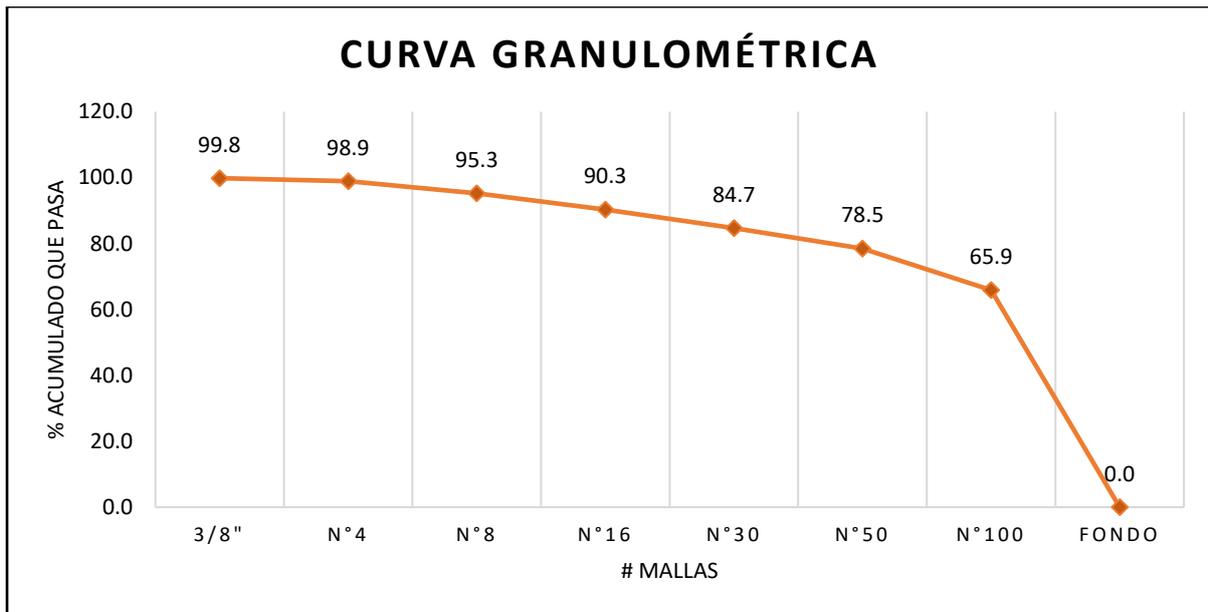


Figura 25 Curva granulométrica, calicata 2 muestra 1 antes del nivel freático

Fuente: Elaboración propia

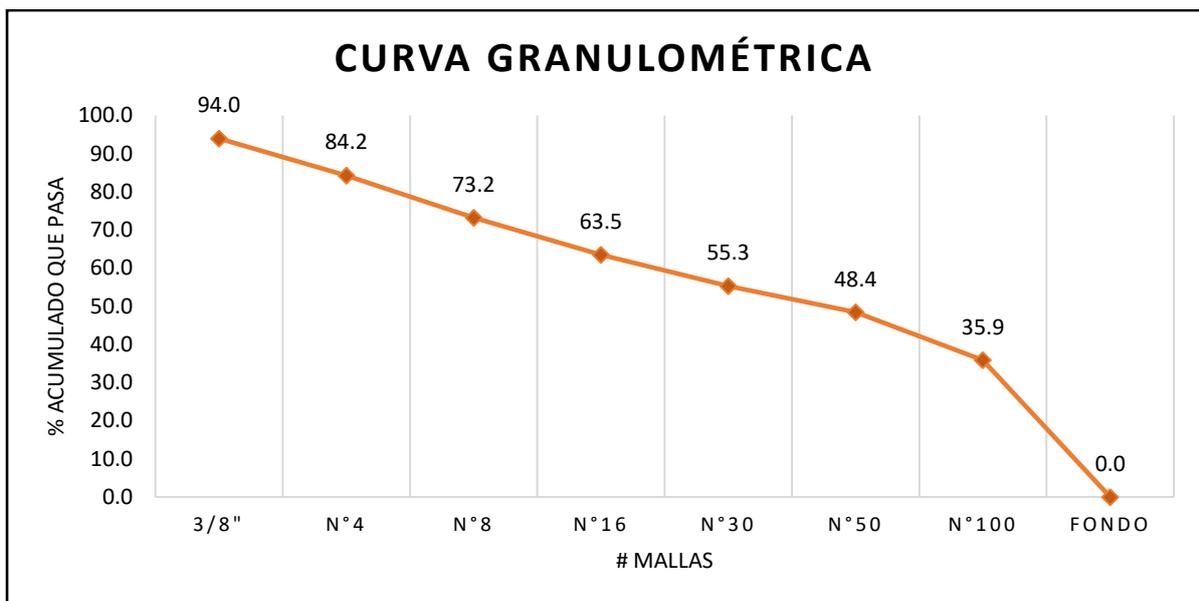


Figura 26 Curva granulométrica, calicata 2 muestra 2, después del nivel freático

Fuente: Elaboración propia

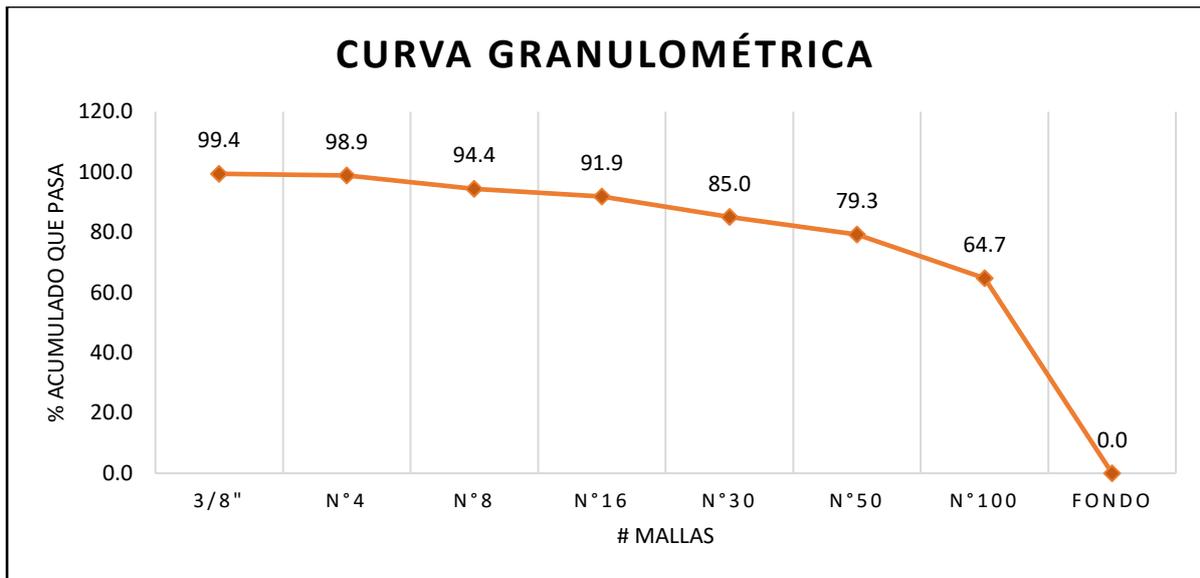


Figura 27. Curva granulométrica, calicata 1 muestra 1 antes del nivel freático

Fuente: Elaboración propia

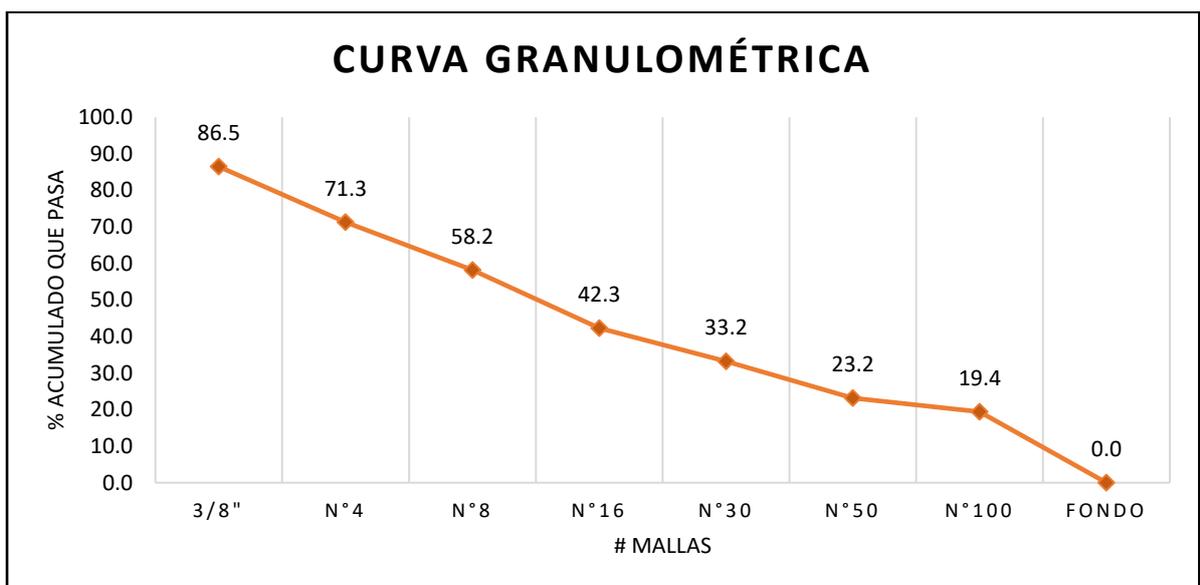


Figura 28. Curva granulométrica, calicata 1 muestra 2, después del nivel freático

Fuente: Elaboración propia

7.1.3.2. Límites de Atterberg

Tabla 51

Resultado de los límites de Atterberg calicata 3, antes del nivel freático.

Límite líquido	46.19%
Límite plástico	19.18%
Índice de plasticidad	27.02%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52

Resultado de los límites de Atterberg calicata 3, después del nivel freático.

Límite líquido	47.51%
Límite plástico	16.91%
Índice de plasticidad	30.59%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53

Resultado de los límites de Atterberg calicata 2, antes del nivel freático.

Límite líquido	45.76%
Límite plástico	18.89%
Índice de plasticidad	26.87%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54

Resultado de los límites de Atterberg calicata 2, después del nivel freático.

Límite líquido	49.64%
Límite plástico	19.01%
Índice de plasticidad	30.63%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55

Resultado de los límites de Atterberg calicata 1, antes del nivel freático.

Límite líquido	43.99%
Límite plástico	16.59%
Índice de plasticidad	27.39%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56

Resultado de los límites de Atterberg calicata 1, después del nivel freático.

Límite líquido	49.18%
Límite plástico	18.53%
Índice de plasticidad	30.65%

Fuente: Elaboración propia

7.1.3.3. Tipo de suelo

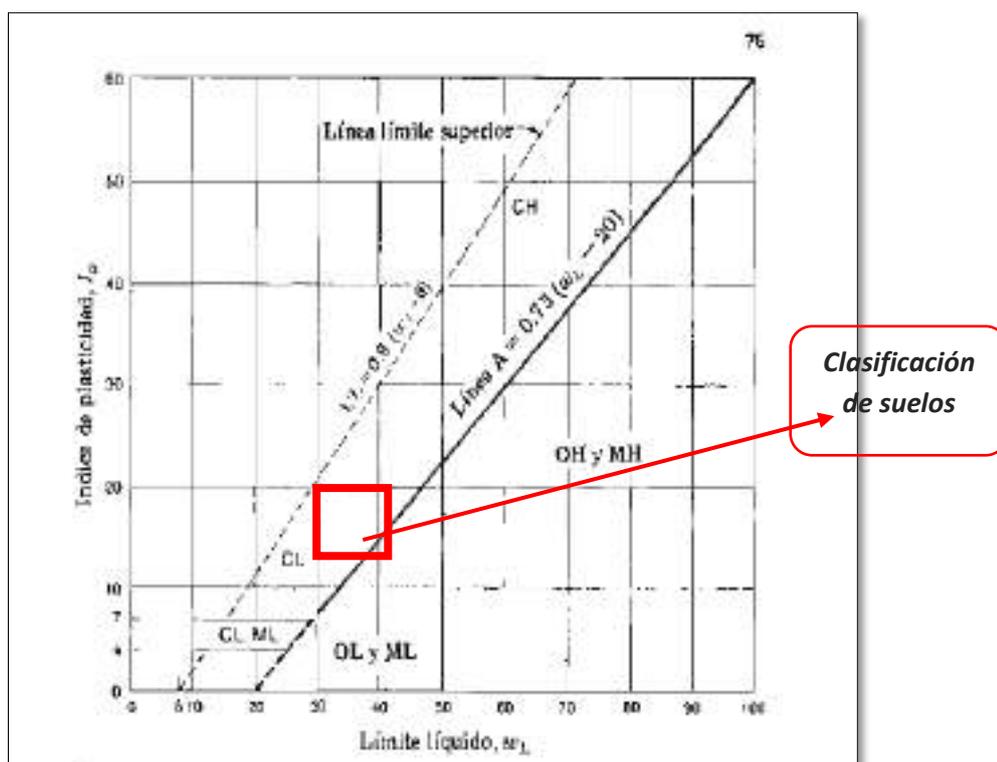


Figura 29. Gráfico de plasticidad para la clasificación unificada de suelos

Fuente: Elaboración propia

Según los ensayos en laboratorio indicadas en las tablas 25, 26, 27, 28, 29 y 30 se obtiene que el rango del índice de plasticidad es de 16.5 % a 19% mientras que el rango del límite líquido es de 43% a 49%, datos obtenidos del análisis de antes y después del nivel freático, por lo tanto, teniendo como referencia la clasificación SUCS se determina que el suelo analizado pertenece al grupo **CL Arcilla de mediana plasticidad**.

Tabla 57

Clasificación de suelos según AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)							Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)			
	A-1		A-3 ^A	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamizado, % que pasa											
No. 10 (2.00mm)	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 40 (425µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 200 (75µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Consistencia											
Límite líquido	...	...		B				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		N.P.	B				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín. ^B
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limoarcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	Excelente a bueno							Regular a malo			

Según los ensayos en laboratorio indicadas como el ensayo granulométrico y los límites de Atterberg, datos obtenidos del análisis de antes y después del nivel freático y en relación a la tabla según AASHTO se determina que el suelo analizado pertenece al grupo *A-7, suelos arcillosos*.

7.1.3.4. Contenido de humedad

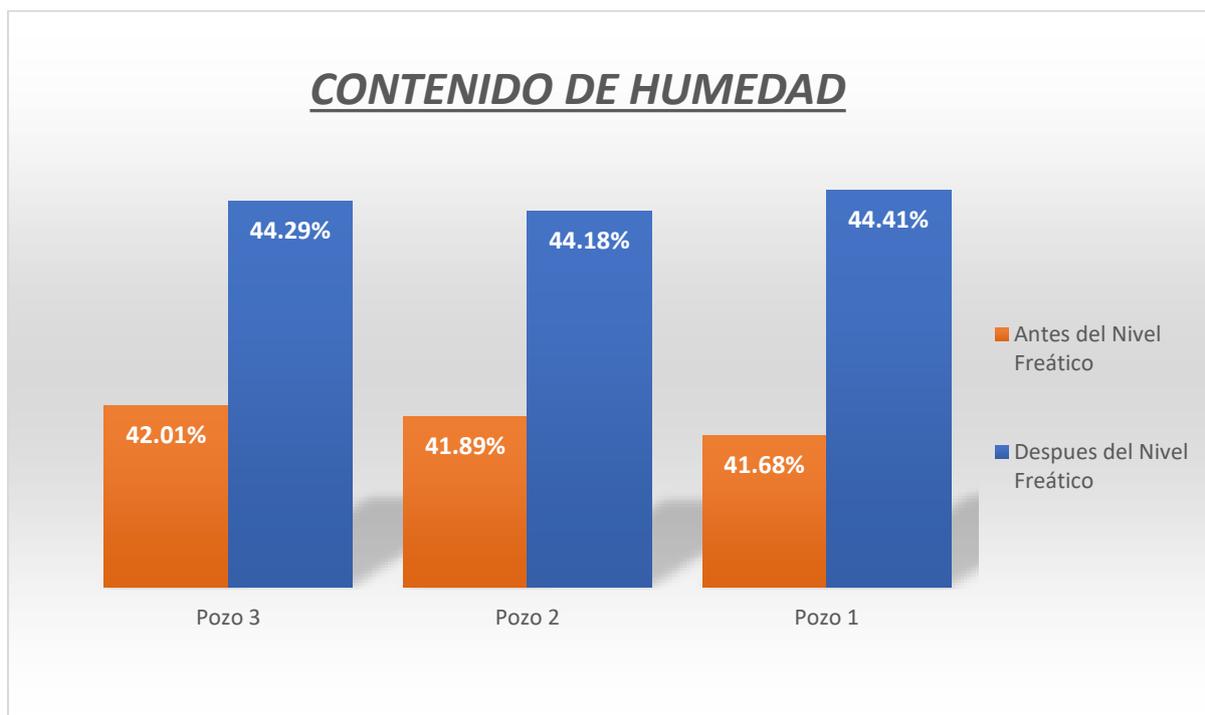


Figura 30 Porcentajes de contenido de humedad

Fuente: Elaboración propia

En la figura 30 se observa que el porcentaje de contenido de humedad antes del nivel freático es menos, con una diferencia menor de 2.28%, 2.29% y 2.73% respectivamente frente al contenido de humedad hallada después del nivel freático.

7.1.3.5. Peso específico del suelo

Tabla 58

Promedio del peso específico calicata 3

Antes del nivel freático		Después del nivel freático	
γ	1.476	γ	1.245

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59

Promedio del peso específico calicata 2 antes del nivel freático

Antes del nivel freático	Después del nivel freático
γ 1.439	γ 1.284

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60

Promedio del peso específico calicata 2 después del nivel freático

Antes del nivel freático	Después del nivel freático
γ 1.494	γ 1.271

Fuente: Elaboración propia



Figura 31 Obtención del peso específico antes y después del Nivel Freático

Fuente: Elaboración propia

En la figura 31 se puede apreciar los pesos específicos de cada calicata, obteniendo que antes del nivel freático cuenta con mayor peso específico teniendo una diferencia de 0.232gr/cm³, 0.156gr/cm³ y 0.223gr/cm³ respectivamente frente a la posición del nivel freático.

7.1.4. R-OG: Resultado de la influencia del nivel freático en la capacidad portante de suelos en las cimentaciones superficiales.

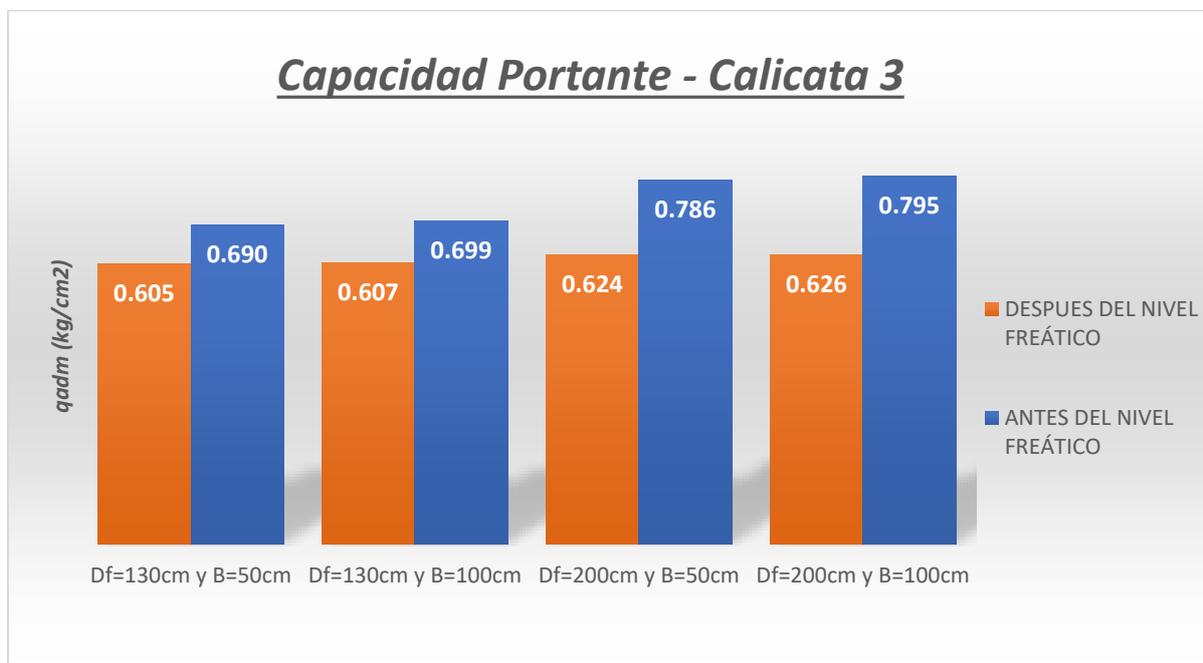


Figura 32 Comparación de la capacidad portante antes y después del nivel freático, calicata 3

Fuente: Elaboración propia

En la figura 32 se observa que la capacidad portante varía claramente según el ancho y la profundidad de la cimentación, siendo a una diferencia de 50cm en el ancho de la cimentación varía en un 0.002 kg/cm²; mientras que en una diferencia de 100cm de profundidad en la posición de después del nivel freático varía en 0.017 kg/cm² mientras que antes del nivel freático varía en 0.096 kg/cm². Además, se muestra que frente a la acción del nivel freático la capacidad portante disminuye entre 0.092 kg/cm² a 0.169 kg/cm² respectivamente.

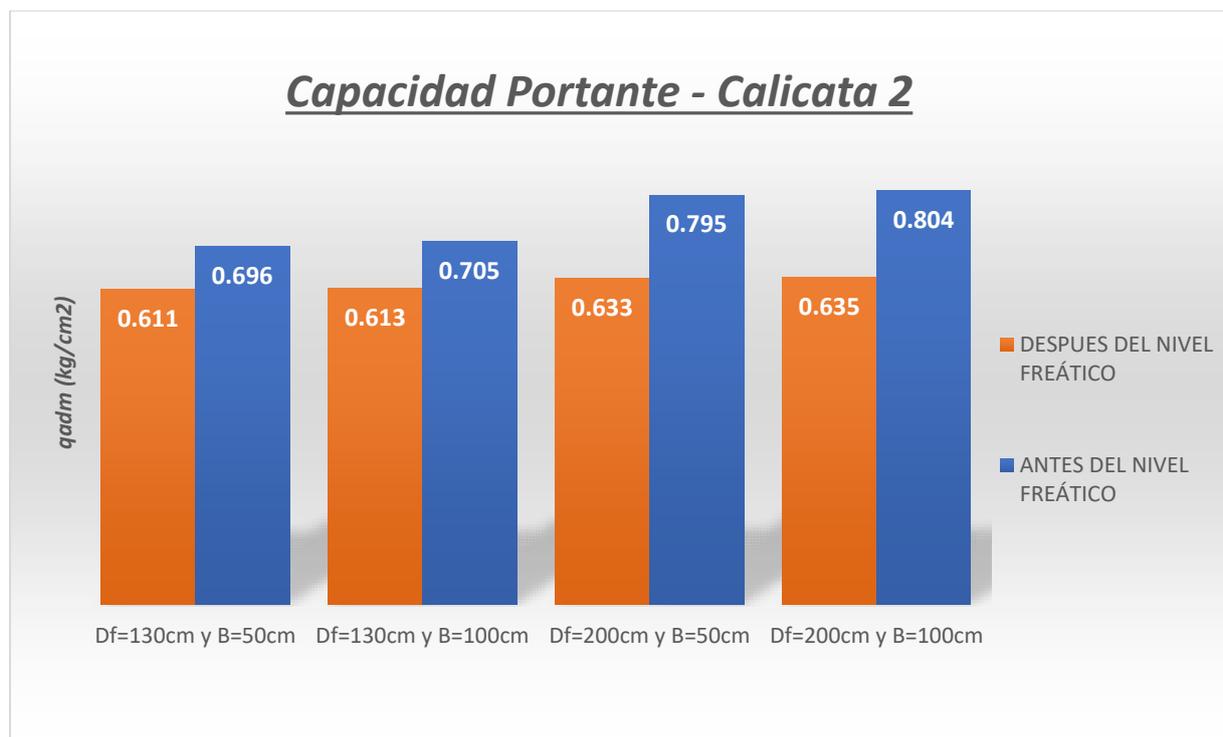


Figura 33 Comparación de la capacidad portante antes y después del nivel freático, calicata 2

Fuente: Elaboración propia

En la figura 33 se observa que la capacidad portante varía claramente según el ancho y la profundidad de la cimentación, siendo a una diferencia de 50cm en el ancho de la cimentación varía en un 0.002 kg/cm²; mientras que en una diferencia de 100cm de profundidad en la posición de después del nivel freático varía en 0.022 kg/cm² mientras que antes del nivel freático varía en 0.099 kg/cm². Además, se muestra que frente a la acción del nivel freático la capacidad portante disminuye entre 0.092 kg/cm² a 0.169 kg/cm² respectivamente.

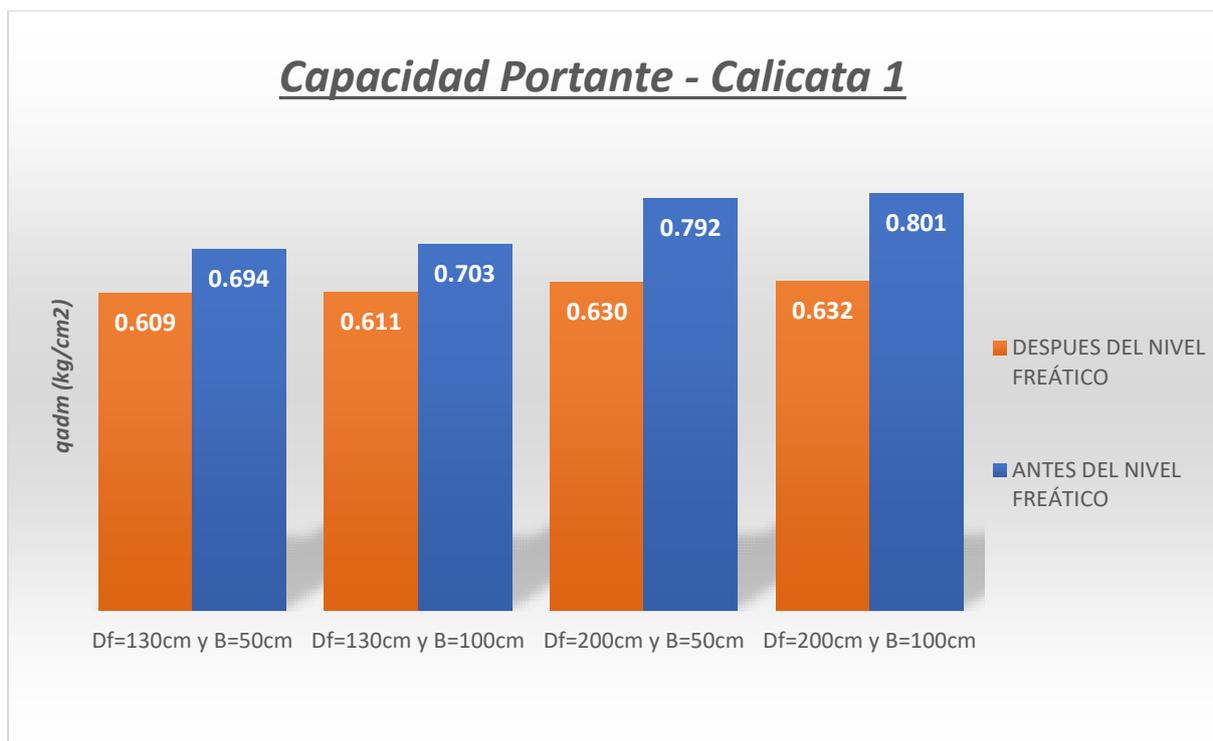


Figura 34 Comparación de la capacidad portante antes y después del nivel freático, calicata 1

Fuente: Elaboración propia

En la figura 34 se observa que la capacidad portante varía claramente según el ancho y la profundidad de la cimentación, siendo a una diferencia de 50cm en el ancho de la cimentación varía en un 0.002 kg/cm²; mientras que en una diferencia de 100cm de profundidad en la posición de después del nivel freático varía en 0.021 kg/cm² mientras que antes del nivel freático varía en 0.098 kg/cm². Además, se muestra que frente a la acción del nivel freático la capacidad portante disminuye entre 0.085 kg/cm² a 0.169 kg/cm² respectivamente.

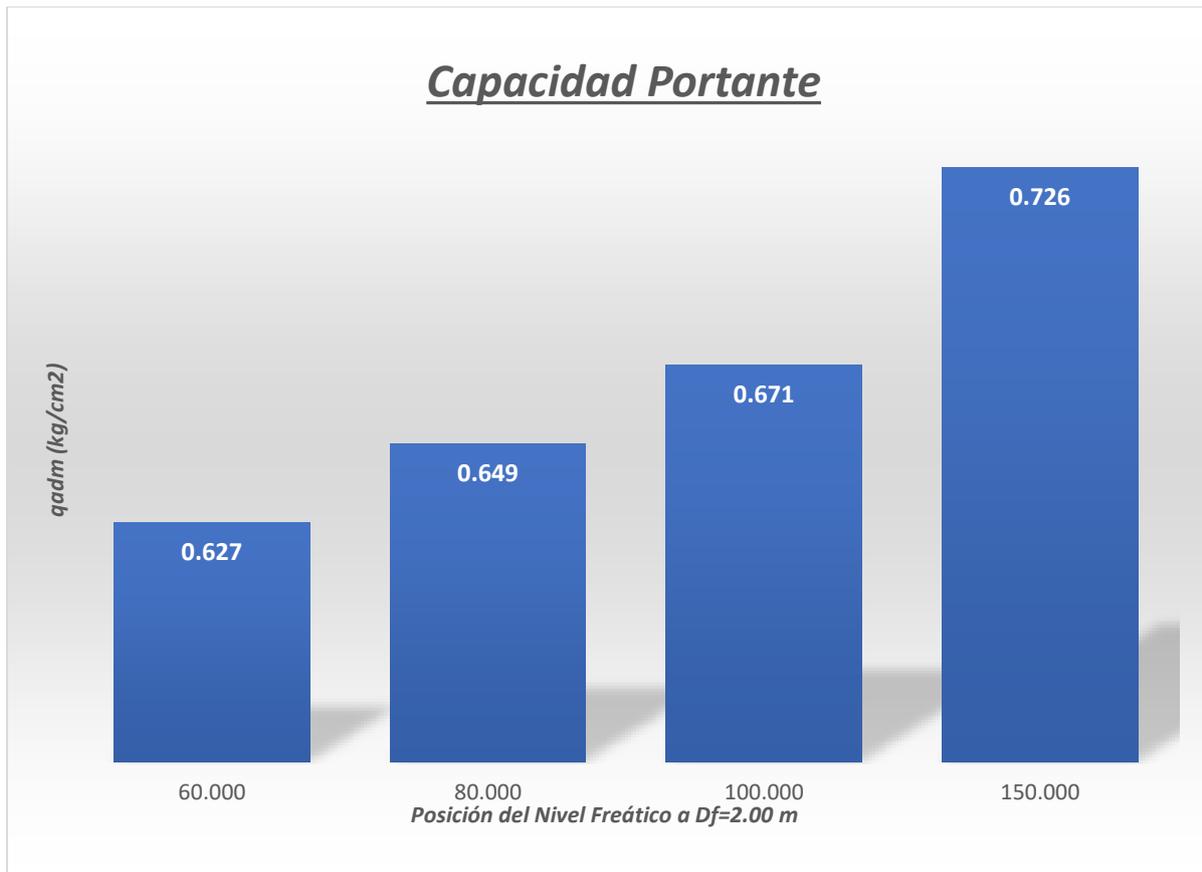


Figura 35 Capacidad portante según la posición del Nivel Freático

Fuente: Elaboración propia

En la figura 35 se muestra que la capacidad portante varía según la posición del nivel freático, se analizó cuando el nivel freático se encuentra a 50 cm, 100cm, 120cm y 140cm sobre la profundidad que es de 200 cm y se observa claramente que mientras el nivel freático tiene mayor ascenso la capacidad portante disminuye.

A una diferencia de 20 cm de la posición del nivel freático, existe una diferencia de 0.022 kg/cm², mientras que en 50 cm varía en 0.055 kg/cm²

7.2. Discusión

Tabla 61

Cuadro de comparación y discusión de la investigación

OBJETIVOS	ANTECEDENTES	BASE TEORICA	NORMAS	RESULTADO	COMENTARIO
<p>OE1: Determinar cómo influye la precipitación en el nivel freático en la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales</p>	<p>Bollati (2016) en el trabajo de <i>Variación del Nivel Freático en función de las lluvias en Marco Juárez</i>; encontró que entre 1 y 2 metros de profundidad de la napa freática el incremento promedio es de 5.07 mm por cada 23mm de lluvia, y esto también depende a las condiciones que presenta el suelo.</p>	<p>Se conoce como precipitación, a toda agua meteórica que cae en la superficie de la tierra, tanto en forma líquida y sólida y las precipitaciones ocultas. Ellas son causadas por un cambio de la temperatura o de la presión. La precipitación constituye la única entrada principal al sistema hidrológico continental (Musy, 2001).</p>		<p>La precipitación pluvial registrada en el periodo de Octubre y Noviembre del 2018 se registró que una precipitación de 9.1 mm genera un ascenso de 52 cm del nivel freático y precipitación de 5.6 mm genera un ascenso de 45 cm del nivel freático, mientras que en tiempo de sequía se mantiene a 10 cm.</p>	<p>Con los datos obtenidos y los cálculos realizados se puede decir que si existe una relación directa de la precipitación pluvial con el ascenso del nivel freático; es decir que a mayor precipitación pluvial es mayor el ascenso.</p>
<p>OE2: Determinar la participación de la infiltración en el nivel freático en la capacidad</p>	<p>(Bowles, 1979)nos presenta una clasificación de suelos según su permeabilidad para obras de ingeniería civil (Tabla 2), clasificándolos en permeable, semipermeable e impermeable según su coeficiente de permeabilidad siendo como</p>	<p>La infiltración es el paso del agua a través de la superficie del suelo hacia el interior de la tierra; la percolación es el movimiento del agua dentro del suelo y ambos fenómenos, están</p>	<p>El Reglamento Nacional de Edificaciones, IS.020 Tanques Sépticos presenta la clasificación de los terrenos</p>	<p>la infiltración promedio obtenido fue de 76.22 mm/hr o 0.127 cm/min, es decir que en 7.87 min se observa el descenso de 1 cm y según la tabla 1; obtenemos que nuestro suelo analizado es de <i>infiltración media</i>.</p>	<p>La velocidad de infiltración obtenida, genera ascensos del nivel freático alcanzado un promedio de 0.043 m/día, la cual influenciará alterando</p>

portante del suelo en cimentaciones superficiales	límite inferior 2×10^{-7} y límite superior 2×10^{-1} para suelos permeables; 1×10^{-11} y 1×10^{-5} para suelos semipermeables, 1×10^{-11} y 5×10^{-7} para suelos impermeables respectivamente.	íntimamente ligados puesto que la primera no puede continuar sino cuando tiene lugar la segunda. (Chereque, 1989)	según resultados de prueba de infiltración.	El coeficiente de permeabilidad hallada entre los 3 pozos es de 0.0000134 cm/seg perteneciendo a suelos permeables.	considerablemente el peso específico del suelo y con ella capacidad portante.
OE3: Identificar el efecto del tipo de suelo el nivel freático en la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales	(Fernández, 2015) el tema de investigación fue <i>Evaluación de la capacidad portante de los suelos de fundación de la Ciudad universitaria. Los parámetro geotécnicos considerados para la determinación de la resistencia del suelo son: $c=0.21 \text{ kg/cm}^2$, $\phi=13.10^\circ$</i>	Zamora y Cristancho (2008), se refiere al suelo como un sistema natural que consta de una o más sustancias y de una mezcla de interacciones entre sus tres fases: sólida, líquida y gaseosa	ASTM C136/NTP 400.012 Análisis Granulométrico ASTM D2216 / NTP 339.127 Contenido de humedad	El tipo de suelo encontrado en las tres calicatas es de arcilla de plasticidad media (CL).	Debido a la variación de los pesos específicos del suelo, el ángulo de fricción y la cohesión, la capacidad portante del suelo varía, ya que con presencia del agua tiende a reducir.
OG: Evaluar la influencia del nivel freático en la capacidad portante del suelo en las cimentaciones superficiales	Mora (2000) en la Revista Geológica de América Central " <i>Variación de la posición del Nivel Freático y su influencia de la capacidad de carga de cimentaciones superficiales</i> ", llega a la conclusión que la variación de la posición del nivel freático tiene una influencia sumamente importante en la capacidad de carga admisible de cimentaciones superficiales, en algunos casos las cimentaciones con anchos menores pueden presentar una CCA mayor que las de anchos mayores, esto debido a la ubicación del nivel freático.	(Braja & Khaled, Custom Geotechnical Engineering - Polytechnic U, 2013) define a la capacidad de carga última a aquella carga que se adquiere por área unitaria de una cimentación a la que puede ocurrir falla por corte de un suelo.	ASTM D-3080 - Ensayo de Corte directo Norma E.050	A una diferencia de 20 cm de la posición del nivel freático, existe una diferencia de 0.022 kg/cm ² , mientras que en 50 cm varía en 0.055 kg/cm ² .	Se obtuvo que la capacidad portante para antes y después del nivel freático tienen diferencias de la carga admisible siendo que antes del Nivel Freático es mayor en una proporción de 0.084 kg/cm ² , 0.092 kg/cm ² ; 0.162 kg/cm ² , y 0.169 kg/cm ² ; según el ancho y profundidad de la cimentación.

7.3. Conclusiones

1. La precipitación pluvial tiene una influencia directa, registrada en el periodo de Octubre a Noviembre, ha generado un ascenso del nivel freático de -1.20 a -0.68 a razón de $0.043 \text{ m/día} \pm 0.0002 \text{ m/día}$.
2. La participación de la infiltración velocidad de infiltración registrada fue de $0.127 \text{ cm/min} \pm 0.005 \text{ cm/min}$, que corresponde a terrenos de infiltración media. El coeficiente de permeabilidad hallada entre los 3 pozos es de $0.0000134 \text{ cm/seg} \pm 0.000004 \text{ cm/seg}$, que corresponde a suelos de buena permeabilidad.
3. El tipo de suelo presente es CL arcilla de mediana plasticidad de manera homogénea en todo el estrato.

Los pesos unitarios registrados del suelo varían antes de nivel freático fue de 1.439 a $1.494 \text{ gr/cm} \pm 0.02 \text{ gr/cm}$ y después del nivel freático fue de 1.245 a 1.284 gr/cm . Debido a la variación de los pesos específicos del suelo, la capacidad portante varía, ya sea con peso específico saturado, peso específico del agua, con presencia del agua tiene mucha influencia en la capacidad portante de los suelos.

4. El nivel freático influye directamente en la capacidad portante.
 - a. En la calicata 1, 2 y 3 las variaciones de la capacidad portante fueron de la misma magnitud, obteniendo que las diferencias de la capacidad portante para antes y después del nivel freático a una profundidad de 1.30m y con un ancho de 0.50m de la cimentación se produjo una variación de 0.084 kg/cm^2 mientras que en un ancho de 1.00 m fue de 0.092 kg/cm^2 ; de igual forma a una profundidad de 2.00 m y un ancho de 0.50m de la cimentación se produjo una variación de 0.162 kg/cm^2 , mientras que a un ancho de 1.00 fue de 0.169 kg/cm^2

- b. El ancho de la cimentación y la profundidad de la misma, juegan un papel importante frente a la capacidad portante, en una diferencia de 0.50 m de ancho la variación es de 0.002 kg/cm, mientras que a una diferencia de 0.70 cm de profundidad la variación es de 0.019 kg/cm².
- c. La posición del nivel freático genera variaciones en la capacidad portante, aunque la cimentación se encuentre a una misma profundidad. En un aumento de 0.50 cm del nivel freático sobre el fondo de cimentación la capacidad portante es de 0.726 kg/cm²; cada ascenso de 0.50 cm la variación es de 0.055 kg/cm² y cada ascenso de 0.20 cm la variación es de 0.022 kg/cm². Cuando la posición del nivel freático llega a su ascenso máximo que es de 1.40m sobre el fondo de cimentación la capacidad portante es de 0.627 kg/cm².
- d. Según el levantamiento topográfico, el relieve obtenido y la capacidad portante que nos brindó el estudio de mecánica de suelos obteniendo la capacidad portante, se sectorizo la zona de estudio en tres zonas describiéndolos como critica, importante y moderada, según el grado de vulnerabilidad.

7.4. Recomendaciones

1. Se recomienda que en la zona de estudio se realice estudios de variación del nivel freático ya que se observó que el nivel freático tiende a aumentar, por lo tanto, puede ocasionar algunos daños en la estructura y así mismo se recomienda realizar un sistema de alcantarillado pluvial ya que es una obligatoriedad para toda nueva habilitación urbana y así el nivel freático tenga una salida y no afecte a la cimentación.

2. Se recomienda usar aditivos y diferentes tipos de mezcla para el concreto que se utilizara en las cimentaciones, para que así no puede perder la resistencia cuando se encuentre con presencia del nivel freático.
3. Se recomienda realizar los estudios de mecánica de suelos correspondientes para conocer sus características previo a la elaboración y toma de decisión frente a cualquier proyecto en el diseño de cimentación con presencia del nivel freático y por otro lado, se recomiendo realizar un tratamiento de suelos para poder mejorar su propiedades, así mismo realizar una buena distribución del área tributaria de la edificación para que este no supere a la capacidad portante del suelo.
4. Se recomienda añadir normas de diseños de cimentaciones superficiales con presencia de nivel freático y sus parámetros correspondientes en el cálculo de capacidad portante. Por otro lado, se recomienda construir viviendas o edificaciones no mayor a tres niveles ya que se observó que la capacidad de este tipo de suelo es menos a 1.00 kg/cm^2 .

APÉNDICES Y ANEXOS

i. Fuentes de información

Bibliografía

- Beltran, J., & Díaz, D. (2018). *Análisis de la capacidad de carga admisible de los suelos de cimentación del Complejo Arqueológico Chan Cham debido al ascenso del nivel freático*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería.
- Bowles, J. (1979). *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil*. México: McGRAW-HILL.
- Braja. (2000). *Mecánica de Suelos*. Mexico: chery.
- Braja, D. (2011). *Ingeniería Geotécnica*. En S. Cervantes (Ed.). Learning Editores S.A.
- Braja, D., & Khaled, S. (2013). *Custom Geotechnical Engineering - Polytechnic U*.
- Carranza, & Ponce. (2017). *Estudio de Zonificación Geotécnica en el sector III del Centro Poblado El Milagro para el diseño de cimentaciones superficiales*.
- Chereque, W. (1989). *Hidrología para estudiantes de Ingeniería Civil*. Lima, Perú: CONCYTEC.
- Collazo, M., & Montañó, J. (2012). *Manual de Agua Subterránea*. Montevideo, Montevideo, Uruguay.
- Crespo, C. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. México: LIMUSA S.A.
- Fernández, W. (2015). *Evaluación de la capacidad portante de los suelos de fundación de la Ciudad Universitaria*. Tesis para optar doctorado en Ciencias, Universidad Nacional de Cajamarca, Gestión ambiental y recursos naturales, Cajamarca.
- Ferrer, A. (2010). *Control de las aguas subterráneas en la ingeniería civil. Interacción entre la obra y el medio hidrogeológico, síntesis de métodos de control y aplicación de modelos matemáticos*. Trabajo de fin de Master, Universidad Politecnica de Valencia, Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2017). *Metodología de la investigación*. México: McGrawHill Education.
- Juárez, E., & Rico, A. (1974). *Mecánica de Suelos*. México: LIMUSA S.A.
- Juárez, E., & Rico, A. (2005). *Mecánica de Suelos*. México: LIMUSA S.A.
- Julca, R. (2018). *Influencia del Nivel Freático en la capacidad portante de los suelos del sector Cortijo Bajo - distrito de Victor Larco Herrera, ciudad de Trujillo, en el año 2018*. Tesis para optar el

título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Trujillo.

Maderey, E. (2005). Principios de Hidrogeografía. México: Instituto de Geografía Universidad Nacional Autónoma de México.

Merchan, J., & Polo, V. (2010). *Variación de la capacidad portante de la losa de cimentación del tanque de combustible de la gasolinera petrocomercial en Guayaquil con el nivel freático: criterio de estabilidad por fallo en la base y por deformación (asentamiento absoluto)*. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad de Cuenca, Ecuador.

Muñoz, W. R. (2014). Evaluación de la capacidad portante de los suelos de fundación de la Ciudad Universitaria - Universidad Nacional Cajamarca 2014. Cajamarca, Perú.

NTP 339.139; ASTM D4318. (s.f.).

Ordoñez, J. (2011). Cartilla Técnica: Ciclo Hidrológico. (Z. Novao, Ed.) *Foro Peruano para el agua*, 11.

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2018). Norma E.050 Suelos y Cimentaciones. Lima, Perú.

Terzaghi, K. (1943). *Theoretical Soil Mechanics*.

ii. Anexos

Panel Fotográfico



Figura 36. Selección de calicatas y pozos de estudios

Fuente: Elaboración propia



Figura 37. Profundidades de las calicatas 1.20, 1.30 y 1.20 respectivamente

Fuente: Elaboración propia



Figura 38. Medición de la variación del nivel freático.

Fuente: Elaboración propia



Figura 39. Preparación y medición de los pozos para ensayo de infiltración y permeabilidad

Fuente: Elaboración propia



Figura 40. Obtención de la muestra de suelo

Fuente: Elaboración propia



Figura 41. Análisis granulométrico

Fuente: Elaboración propia



Figura 42. Obtención de los límites de Atterbeg

Fuente: Elaboración propia



Figura 43 Ensayo para la obtención del peso específico

Fuente: Elaboración propia

Validación de Documentos a través de Juicio de Expertos

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a):

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo bachiller en Ingeniería Civil de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optaré el título de Ingeniero Civil.

El título del proyecto de investigación es: ***"INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE NINATAMBO"*** y siendo imprescindible contar con la aprobación de profesionales especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, considero conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Matriz de operacionalización de variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

HURTADO PUMACARHUA, Yosselyn Flor

DNI: 70245185

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIACIÓN DEL NIVEL FREÁTICO

MEDICION DEL NIVEL FREATICO POR POZOS							
UBICACIÓN	DISTRITO		TARMA				
	PROVINCIA		TARMA				
	REGION		JUNIN				
ALTITUD	3071 msnm		LATITUD		11° 23' 32.9" S		
TIPO DE SUELO			LONGITUD		75° 41' 35.1" W		
POZOS	HORA	FECHA	DIAS	DIAS ACUM.	LECTURA (m)	VARIACION (m)	VELOCIDAD (m/día)
PROMEDIO DE DESCENSO DESDE EL PICO MAS ALTO							
PROMEDIO DE ASCENSO DEL NIVEL FREATICO							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable

Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y Nombres del juez validador: Ing. Hincastroza Gutierrez Diego Alberto

DNI: 70154706


 DIEGO ALBERTO
 HINCASTROZA GUTIERREZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 155810

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA INFILTRACIÓN Y TASA DE INFILTRACIÓN DEL SUELO

MEDICIÓN Y CALCULO DE INFILTRACION										
FECHA	HORA	TIEMPO (min)	ALTURA (cm)	ALTURA (cm)	ALTURA (cm)	DIFERENCIA MEDIDAS (cm)	VEL. INFILT. (cm/hr)	PROMEDIO (cm)	CAPACIDAD DE INFILTRACION (cm/cm)	TASA DE INFILTRACION (cm ² /dia)
PROMEDIO DE INFILTRACION										
LLENADO DEL POZO (cm)										

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y Nombres del juez validador: Ing. Hincastro Gudez Diego Alberto

DNI: 70134786


 DIEGO ALBERTO
 HINCASTRO GUDEZ
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 188910

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA PERMEABILIDAD DEL SUELO

ENSAYO DE PERMEABILIDAD											
ALTIMETRO DEL AGUA EN EL POZO (cm)							DIAMETRO POZO (cm)				K (cm/s)
FECHA	HORA	TIEMPO (00)	TIEMPO (00)	ALTURA (cm)	OPORTUNIDAD MEDIDAS (cm)	VELOCIDAD DE DESCENSO	Ø1 (cm)	Ø2 (cm)	TIEMPO (02-01)	TIEMPO (20-01)	CORRECTOR DE PERMEABILIDAD K (cm/s)

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____
 Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()
 Apellidos y Nombres del juez validador: Ing. Amelinda Gutiérrez Diego Alberto
 DNI: 70154786


 DIEGO ALBERTO
 HINOJOSA GUTIÉRREZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CP N° 189810
 Lima

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA PERMEABILIDAD DEL SUELO

ENSAJO DE PERMEABILIDAD											
ALTIMETRIA DEL AGUA EN EL POZO (cm)					TIEMPO (seg)		GRASA (cm)		K (cm/s)		
FECHA	HORA	TIEMPO (seg)	TIEMPO (seg)	ALTIMETRIA (cm)	DIAGONAL MEDIANA (cm)	SELECCION DE MATERIAL	TIPO	GRASA (cm)	TIEMPO (seg)	TIEMPO (seg)	CONDUCTIVIDAD (cm/s)

Observaciones (especificar si hay insuficiencia) _____
 Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable
 Apellidos y nombres del juez validador: Ing. Carlo Lopez Villa
 DNI: 71225661



 Firma

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA INFILTRACIÓN Y TASA DE INFILTRACIÓN DEL SUELO

MEDICION Y CALCULO DE INFILTRACION										
FECHA	HORA	TIEMPO (min)	ALTURA (cm)	ALTURA (cm)	ALTURA (cm)	DIFERENCIA MEDIDAS (cm)	VEL. INFIL. (mm/h)	PROMEDIO (mm)	CAPACIDAD DE INFILTRACION (mm/h)	TASA DE INFILTRACION (mm/dia)
PROMEDIO DE INFILTRACION										
LLENADO DEL POZO (cm)										

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable () Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y Nombres del juez validador: Ing. OTAR MENDOZA HUERO

DNI: 41587272



[Signature]

INGENIERO CIVIL

CP N° 11789

 Firma

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA PERMEABILIDAD DEL SUELO

ENSAYO DE PERMEABILIDAD											
ALTIMETRO (MILIMETROS EN EL PUNTO)					DIAMETRO (MILIMETROS)					K (cm/s)	
FECHA	HORA	TIEMPO (min)	TIEMPO (seg)	ALTIMETRO (mm)	DIAMETRO (mm)	DIAMETRO (mm)	DIAMETRO (mm)	DIAMETRO (mm)	DIAMETRO (mm)	DIAMETRO (mm)	DIAMETRO (mm)

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____
 Opción de aplicabilidad: Aplicable () Aplicable después de corregir () No aplicable ()
 Apellidos y Nombres del juez validador: Ing. OTTOR MENDOZA MORALES
 DNI: 41681292


 Firma

Ensayos de laboratorio



GEO CONSULT
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN



10
CONSEJO REGULADOR DE LA
CONSTRUCCIÓN



ELABORACIÓN, EJECUCIÓN, ASESORAMIENTO, SUPERVISIÓN DE PROYECTOS
DE INGENIERÍA, SERVIDO ESPECIALIZADO DE LABORATORIOS DE SISTEMAS,
GEODÉSIA, TELECOMUNICACIONES
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME N° : 05204 - 10 LEMGEO
RAZÓN SOCIAL : YOSSELYN FLOR HURTADO PUMACARHUA
ATENCIÓN : YOSSELYN FLOR HURTADO PUMACARHUA
OBRA : ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTAE
LUGAR DE OBRA : Tarma - JUNÍN
FECHA DE EMISIÓN : JUEVES 26 DE SEPTIEMBRE DE 2019

ENSAYO REALIZADO : ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NORMA ASTM D422 Y ASTM D2487

NP DE CALCATA : 1-M2
TIPO DE MUESTRA : Terreno de fundación (terreno natural)
PROFUNDIDAD DE ESTRATO (m) : 1.30
C.H. NATURAL (IN% (D)) : 44.66
UBICACIÓN DE CALCATA : Prolongación Juan Santos Azuaga - Ninatambo - Tarma
PESO INICIAL SECO DE MUESTRA (gr) : 747.8

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	% ACUMULADO QUE PASA
3"	75.000	100.0
2 1/2"	62.000	100.0
2"	50.000	100.0
1 1/2"	37.500	100.0
1"	25.000	100.0
3/4"	19.000	100.0
1/2"	12.500	100.0
3/8"	9.500	100.0
1/4"	6.200	99.5
N°4	4.750	99.3
N°10	2.000	97.0
N°20	0.850	94.2
N°40	0.425	93.1
N°60	0.250	92.5
N°140	0.106	86.5
N°200	0.075	85.0

% DE GRAVA : 0.7	LIMITE LIQUIDO (L) : 47.80
% DE ARENA : 16.3	LIMITE PLASTICO (P) : 16.89
% DE FINOS : 83.0	INDICE DE PLASTICIDAD (I) : 30.91

CLASIFICACION SUCS	CL	Arcilla de mediana plasticidad
CLASIFICACION AASHTO	A - 7 (20)	

OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado
 El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004- 1993)








Lima: Urb. Las Vegas MZ "A" LT-25 Puente piedra / Huancayo: Jr. Cajamarca N°724 Teléf.: 064-321473/ Cel. RPM #905812164
 Tarma: Av. Océano N° 1455 - Huánuco / Pichanaki: Av. Marginal MZ "B" LT- 2 Cel. #964-674023 - 964-105435 - 969749395
 E mail: geocconsult@hotmail.com / geocconsult2000@gmail.com / Facebook: Geocconsult Geo



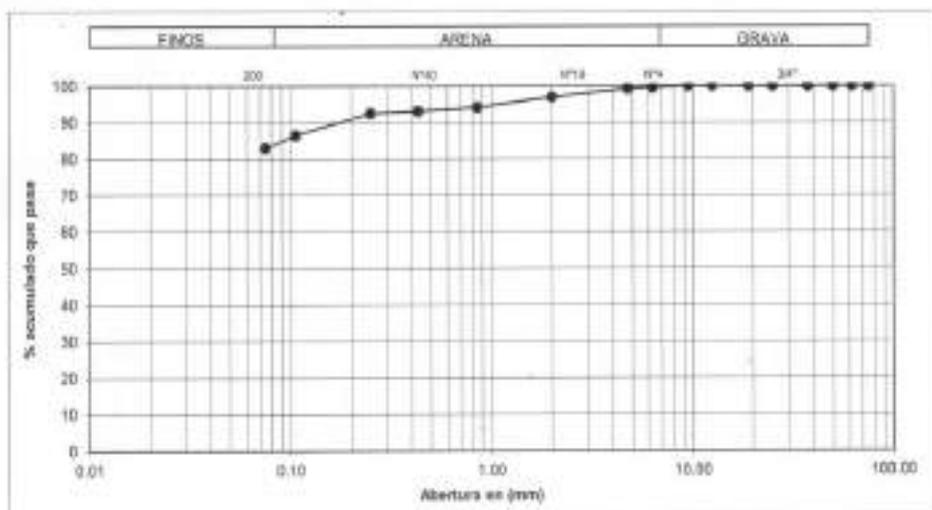
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME Nº : 0520 - 19/LEVGEO
RAZÓN SOCIAL : YOSSELYN FLOR HURTADO PUMACARHUA
ATENCIÓN : YOSSELYN FLOR HURTADO PUMACARHUA
OBRA : ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SARIENTAE
LUGAR DE OBRA : Tarma - JININ
FECHA DE EMISIÓN : JUEVES 26 DE SEPTIEMBRE DE 2019.

ENSAYO REALIZADO : ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NORMA ASTM D422 Y ASTM D2487

Nº DE CALICATA : 1-MZ
TIPO DE MUESTRA : Terreno de fundación (terreno natural)
PROFUNDIDAD DE ESTRATO (m) : 1.30
C.H. NATURAL INSTU (%) : 44.85
UBICACIÓN DE CALICATA : Prolongación Juan Santos Alajuelpa - Alajuelpa - Tarma
PESO INICIAL SECO DE MUESTRA (gr) : 147.8

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado
 El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)



Lima: Urb. Las vegas MZ "A" LT-25 Puente piedra / Huancayo: Jr. Cajamarca N°724 Telef.: 064-321473/ Cel. RPM #995812164
 Tarma: Av. Odria N° 1455 - Huelhuas / Pichanaki: Av. Marginal MZ "B" LT- 2 Cel. #964-674023 - 964-105435 - 959749395
 E mail: geoconsultas@hotmail.com / geoconsults2000@gmail.com / Facebook: Geoconsult Geo



ELABORACIÓN, EJECUCIÓN, AMBARRAMIENTO, SUPERVISIÓN DE PROYECTOS
DE INGENIERÍA, SERVICIO ESPECIALIZADO DE LABORATORIOS DE GEOTECNIA,
GEODINAMIA, TELECOMUNICACIONES,
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME N° : 03562 - 19 LEMGEO
RAZÓN SOCIAL : YOSSELYN FLOR HURTADO PUMACARHUA
ATENCIÓN : YOSSELYN FLOR HURTADO PUMACARHUA
OBRA : ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO
CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
LUGAR DE OBRA : TARMA - JUNÍN
FECHA DE EMISIÓN : JUEVES 26 DE SEPTIEMBRE DE 2019

ENSAYO REALIZADO: LÍMITES DE CONSISTENCIA NORMA ASTM - D423 - D424

N° DE CALICATA : 1 - M2
TIPO DE MUESTRA : Terreno de fundación (terreno natural)
PROFUNDIDAD (m) : 1.30
C.H. NATURAL (m) : 44.60
UBICACIÓN DE CALICATA : Proyección Juan Sarría Atahuampa - Ninatanbo - Tarma

LÍMITE LÍQUIDO

SUELO HUMEDO +TARA	48.91	45.11	52.16	61.22
SUELO SECO+TARA	53.82	30.82	35.09	40.55
PESO DEL AGUA	15.89	14.29	17.07	20.67
PESO TARA	0	0	0	0
SUELO SECO	37.82	30.82	35.09	40.55
% DE HUMEDAD	44.62	46.37	48.65	50.97
N° DE GOLPES	40	31	21	15

LÍMITE PLÁSTICO

SUELO HUMEDO +TARA	65.21	68.92
SUELO SECO+TARA	56.33	58.47
PESO DEL AGUA	8.88	10.45
PESO TARA	0	0
SUELO SECO	56.33	58.47
% DE HUMEDAD	15.76	17.87
PROMEDIO	16.82	

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO : 47.80
LÍMITE PLÁSTICO : 16.82
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD : 30.98

OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)



Lima: Urb. Las Vegas MZ "A" LT-25 Puente piedra / Huancayo: Jr. Cajamarca N°724 Telf: 064-321473 / Cel. RPM #05812164
Tarma: Av. Odría N° 1455 - Huáhuas / Pichanaki: Av. Marginal MZ "B" LT-2 Cel. #964-674023 - 964-105435 - 968746395
E-mail: www.geconsultatarma@gmail.com / geconsultatarma@gmail.com / Facebook: Geconsultatarma



ELABORACIÓN, EJECUCIÓN, ASESORAMIENTO, SUPERVISIÓN DE PROYECTOS
DE INGENIERÍA CIVIL EN EL ÁMBITO DE LABORATORIOS DE GEOTECNIA,
MEDICIÓN, TELECOMUNICACIONES,
ADQUISICIÓN Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO



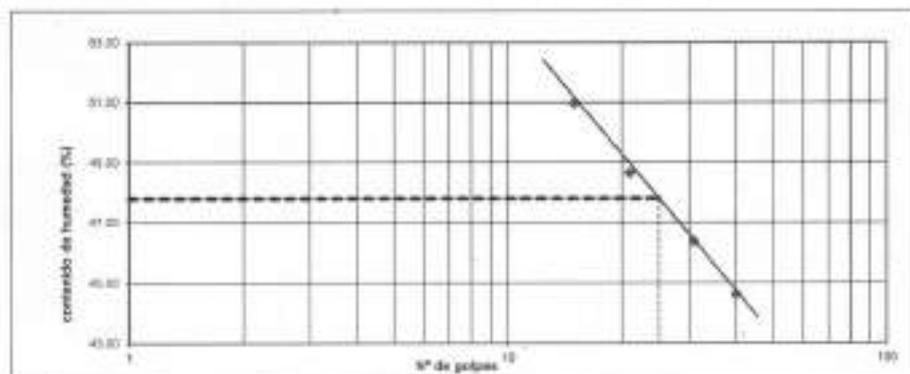
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME Nº : 03562 - 19 LENCED
RAZÓN SOCIAL : YOSSELYN FLOR HURTADO PUMACARHUA
ATENCIÓN : YOSSELYN FLOR HURTADO PUMACARHUA
OBRA : ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
LUGAR DE OBRA : TARMA - JUNÍN
FECHA DE EMISIÓN : JUEVES 26 DE SEPTIEMBRE DE 2019

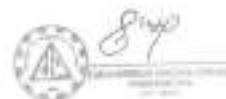
ENSAYO REALIZADO: LÍMITES DE CONSISTENCIA
NORMA: ASTM - D423 - D424

Nº DE CALICATA : 1- M2
TIPO DE MUESTRA : Terreno de fundación (terreno natural)
PROFUNDIDAD (m) : 1.30
C.H. NATURAL (%) : 44.05
UBICACIÓN DE CALICATA : Prolongación Juan Santos Alahuarpe - Nivalambo - Tarma

CURVA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado
 El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)



Lima: Urb. Las Vegas MZ "A" LT-25 Fuente piedra / Huancayo: Jr. Cajamarca N°724 Teléf.: 094-321473/ Cel. RPM #995812164
 Tarma: Av. Odría N° 1455 - Huallhua / Pichanaki Av. Marginal MZ "B" LT- 2 Cel. #964-674023 - 964-105435 - 959749395
 E mail: geoconsultas@hotmail.com / geoconsultas2009@gmail.com / Facebook: Geoconsult Geo



ELABORACIÓN, EJECUCIÓN, MONITOREO, SUPERVISIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA, SERVICIO ESPECIALIZADO DE LABORATORIOS DE SUELOS, GEOTECNIA, TELECOMUNICACIONES, ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME N°
RAZON SOCIAL
ATENCION
OBRA

03561 - 19 LENGEO
YOSSELYN FLOR HURTADO PUMACARHEA
YOSSELYN FLOR HURTADO PUMACARHEA
ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE GRADUADO PARA OPTAR TITULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATOLICA SIDES SAPIENTIAE
TARMA - JUNIN
JUEVES 26 DE SEPTIEMBRE DE 2019

LUGAR DE OBRA
FECHA DE EMISION

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM - 3080

Lugar: Prolongacion Juan Santos Alvarado - Miraflores - Tarma
Calzate: c-1, M-2
Estado de muestra: Intactado
clasificación Sucs: CL (Arcilla de mediana plasticidad)
velocidad de ensayo: 0.50mm/min
Prof. De muestra: 1.30m

Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0.50 kg/cm ²	1.00 kg/cm ²	1.50 kg/cm ²
Alto (mm)	21.00	21.00	21.00
Radio de corte (mm)	60.00	60.00	60.00
Humedad (%)	46.7	44.7	44.7
Densidad seca (g/cm ³)	1.251	1.251	1.251

Desp. Lateral (mm)	Esf. De corte (kg/cm ²)	Esfuerzo normaliz. (kg/cm ²)	Desp. Lateral (mm)	Esf. De corte (kg/cm ²)	Esfuerzo normaliz. (kg/cm ²)	Desp. Lateral (mm)	Esf. De corte (kg/cm ²)	Esfuerzo normaliz. (kg/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.13	0.020	0.04	0.13	0.06	0.06	0.13	0.160	0.11
0.26	0.036	0.07	0.26	0.123	0.12	0.26	0.211	0.17
0.38	0.055	0.11	0.38	0.181	0.16	0.38	0.321	0.21
0.51	0.086	0.17	0.51	0.166	0.20	0.51	0.375	0.29
0.64	0.106	0.22	0.64	0.226	0.25	0.64	0.497	0.37
0.76	0.134	0.27	0.76	0.269	0.26	0.76	0.431	0.34
0.89	0.160	0.30	0.89	0.271	0.27	0.89	0.452	0.36
1.02	0.186	0.37	1.02	0.312	0.31	1.02	0.479	0.38
1.14	0.205	0.41	1.14	0.338	0.33	1.14	0.501	0.40
1.27	0.227	0.45	1.27	0.348	0.34	1.27	0.513	0.41
1.40	0.252	0.50	1.40	0.368	0.37	1.40	0.530	0.42
1.52	0.271	0.54	1.52	0.364	0.36	1.52	0.561	0.43
1.65	0.284	0.57	1.65	0.406	0.40	1.65	0.602	0.48
1.77	0.292	0.60	1.77	0.418	0.42	1.77	0.616	0.51
1.90	0.310	0.64	1.90	0.424	0.43	1.90	0.631	0.52
2.04	0.331	0.66	2.04	0.421	0.43	2.04	0.642	0.53
2.16	0.351	0.70	2.16	0.471	0.47	2.16	0.672	0.55
2.28	0.366	0.72	2.28	0.476	0.48	2.28	0.685	0.56
2.41	0.384	0.73	2.41	0.467	0.48	2.41	0.695	0.56
2.53	0.392	0.74	2.53	0.498	0.50	2.53	0.696	0.56
2.65	0.395	0.75	2.65	0.502	0.52	2.65	0.688	0.57
2.77	0.396	0.75	2.77	0.503	0.53	2.77	0.700	0.57

Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0.50	1.00	1.50
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)	0.36	0.53	0.70

OBSERVACIONES:

Muestra seleccionada e identificada en campo.
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización expresa del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
(GUÍA PERUANA INDICOP/ CPCOL-1 993)



VAR. 11

Lima: Urb. Las Vegas MZ "A" LT-25 Puente piedra / Huancayo: Jr. Cajamarca N° 724 Teléf. 084-321473/ Col. RPM #995612164
Tarma: Av. Odría N° 1455 - Huallhua / Pichanaki Av. Marginal MZ "B" LT- 2 Col. #984-674023 - 984-105435 - 959749395
E mail: geoconsults@hotmail.com / geoconsults2000@gmail.com / Facebook: Geoconsults Geo



ELABORACIÓN, EJECUCIÓN, AGEDORAMIENTO, SUPERVISIÓN DE PROYECTO DE INGENIERÍA, SERVICIO ESPECIALIZADO DE LABORATORIOS DE GEOTECNIA, GEODESIA, TELECOMUNICACIONES, ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO



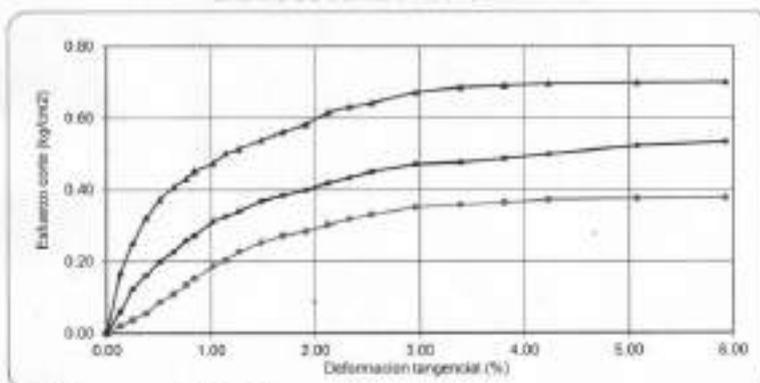
VIENEN...07

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME N°
 RAZÓN SOCIAL
 ATENCIÓN
 OBRA
 LUGAR DE OBRA
 FECHA DE EMISIÓN

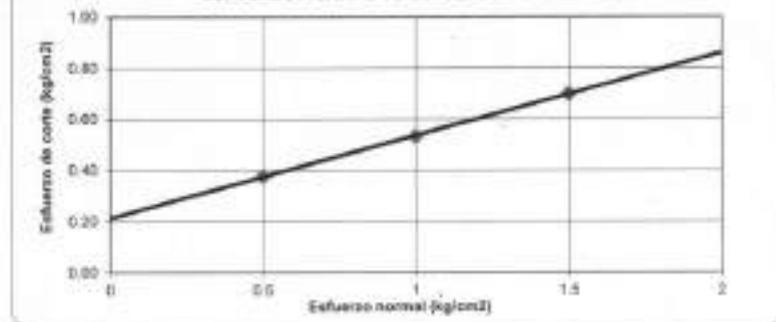
03881 - 10 LEMGEO
 YOSSELYN FLOR HURTADO FUMAGARHUA
 YOSSELYN FLOR HURTADO FUMAGARHUA
 ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TITULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
 Tarma - JUNÍN
 JUEVES 26 DE SEPTIEMBRE DE 2019

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM - 3080



Estado : Inalterado
 Calicata : C-1, M-2
 Lugar : Prolongación Juan Santos Alahuajo - Neustambo - Tarma
 Prof. De muestra : 1.30m

ESFUERZO NORMAL VS ESFUERZO DEFORMACION



RESULTADOS

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : 17.8°
 COHESIÓN : 0.209 kg/cm²





ELABORACIÓN, DISEÑO, ASesorAMIENTO, SUPERVISIÓN DE PROYECTOS
DE INGENIERÍA, SERVICIO ESPECIALIZADO DE LABORATORIOS DE GEOTECNIA,
GEODESIA, TELECOMUNICACIONES,
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME N° : 07096 - 19 LEMGEO
 RAZON SOCIAL : YOSSELYN FLOR HURTADO PUMACARHUA
 ATENCION : YOSSELYN FLOR HURTADO PUMACARHUA
 OBRA : ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TITULO DE INGENIERO
 CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATOLICA SEDES SARENTAE
 LUGAR DE OBRA : TARMA - JUNIN
 FECHA DE EMISION : JUEVES 26 DE SEPTIEMBRE DE 2019

ENSAYO DE DENSIDAD NATURAL

ASTM D1556

N° DE CALICATA : 1 - M2
 TIPO DE MUESTRA : Terreno de fundación (terreno natural)
 PROFUNDIDAD DE ESTRATO (m) : 1,30
 C.H. NATURAL INSITU (%) : 44,65
 UBICACIÓN DE CALICATA : Prolongación Juan Santos Atahualpa - Ninatanbo - Tarma

TERRENO DE FUNDACION

UBICACIÓN	FECHA DE MUESTREO	HUMEDAD %	DENSIDAD HUMEDA GR/CM3	DENSIDAD SECA GR/CM3
C - 1, M-2, Prof. Muestra 1,30m	21/09/19	44,65	1,81	1,251

OBSERVACIONES:

Muestras remitidas por el peticionario.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)



Lima: Urb. Los vengos MZ "A" LT-25 Fuente piedra / Huancayo: Jr. Cajamarca N°724 Teléf.: 064-321473/ Cel. RPN #095812164
 Tarma: Av. Odría N° 1455 - Huallhuas / Pichanaki: Av. Marginal MZ "B" LT- 2 Cel. #964-674023 - 964-105435 - 959749395
 E mail: geoconsulta@hotmail.com / geoconsults2008@gmail.com / Facebook: Geoconsult Geo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OBTENER TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE NINATAMBO

TESISTA: HUHTADO PUMACARHUA, YOSSELYN FLOR

UBICACIÓN: PROLONGACIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA

LUGAR: TARMA - TARMA - TARMA

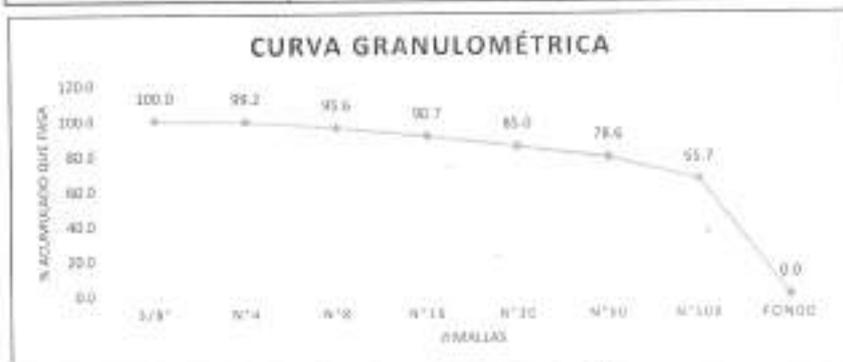
CALICATA: C-3, M-1 ANTES DEL NIVEL FREÁTICO

AGREGADOS, ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
ASTM C136/NTP 400.012

PESO INICIAL SECO (g) 1500

PESO LAVADO Y SECO (g) 176.8

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% ACUMULADO	
				RETENIDO	QUE PASA
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.0	100.0
N°4	4.750	1.40	0.79	0.8	99.2
N°8	2.000	6.38	3.61	4.4	95.6
N°16	0.850	8.66	4.90	9.3	90.7
N°30	0.425	10.14	5.74	15.0	85.0
N°50	0.250	11.19	6.33	21.4	78.6
N°100	0.150	22.85	12.93	34.3	65.7
FONDO		116.16	65.71	100.0	0.0
TOTAL		176.8	100.00		



Revisado por:



UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATOLICA SEDES SAPIENTIAE
INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE NINATAMBO

TESISTA: HURTADO PUMACARHUA, YOSSELYN FLOR

UBICACIÓN: PROLONGACIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA

LUGAR: TARMA - TARMA - TARMA

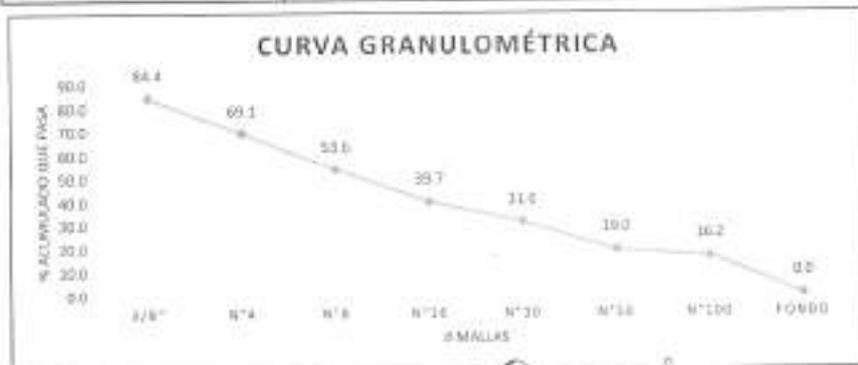
CALICATA: C-8 M-2 DESPUÉS DEL NIVEL FREÁTICO

AGREGADOS, ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
ASTM C136/NTP 400.012

PESO INICIAL SECO (g) : 1500

PESO LAVADO Y SECO (g) : 381.2

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido [g]	% Parcial Retenido	% ACUMULADO	
				RETENIDO	QUE PASA
3/8"	9.500	59.50	15.61	15.6	84.4
N°4	4.750	58.14	15.25	30.9	69.1
N°8	2.000	59.14	15.51	46.4	53.6
N°16	0.850	53.13	13.94	60.3	39.7
N°30	0.425	33.04	8.67	69.0	31.0
N°50	0.250	45.73	12.00	81.0	19.0
N°100	0.150	10.87	2.85	83.8	16.2
FONDO		61.69	16.18	100.0	0.0
TOTAL		381.2	100.00		



Revisado por:



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE



UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS

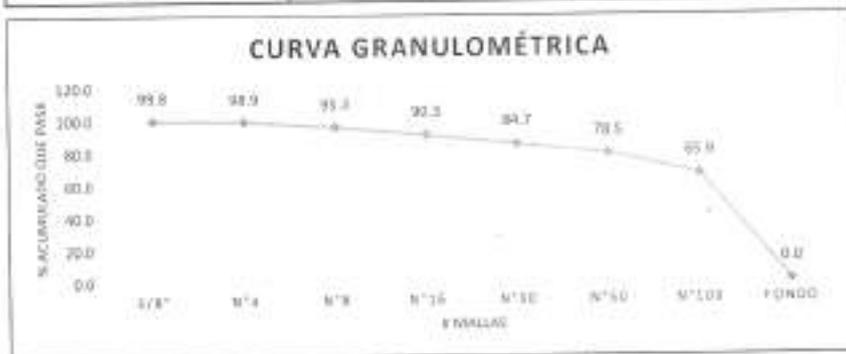
PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE INGRESADO PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE NINATAMBO

TESISTA: HURTADO PUMACARHUA, YOSSELYN FLOR
UBICACIÓN: PROLONGACIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA
LUGAR: TARMA - TARMA - TARMA
CALICATA: C-2, M-1 ANTES DEL NIVEL FREÁTICO

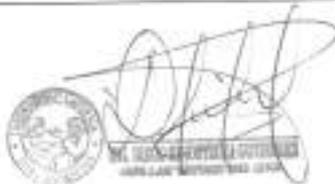
AGREGADOS, ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
ASTM C136/NTP 400.012

PESO INICIAL SECO (g) 1500
PESO LAVADO Y SECO (g) 194.5

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% ACUMULADO	
				RETENIDO	QUE PASA
3/8"	9.500	0.31	0.16	0.2	99.8
N°4	4.750	1.81	0.93	1.1	98.9
N°8	2.000	7.12	3.66	4.7	95.3
N°16	0.850	9.57	4.92	9.7	90.3
N°30	0.425	10.98	5.64	15.3	84.7
N°50	0.250	12.04	6.19	21.5	78.5
N°100	0.150	24.56	12.62	34.1	65.9
FONDO		128.15	65.87	100.0	0.0
TOTAL		194.5	100.00		



Revisado por:





UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE BINA TAMBO

TESISTA: HURTADO PUMAÑARHUA, YOSSELYN FLOR

UBICACIÓN: PROLONGACIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA

LUGAR: TARMA - TARMA - TARMA

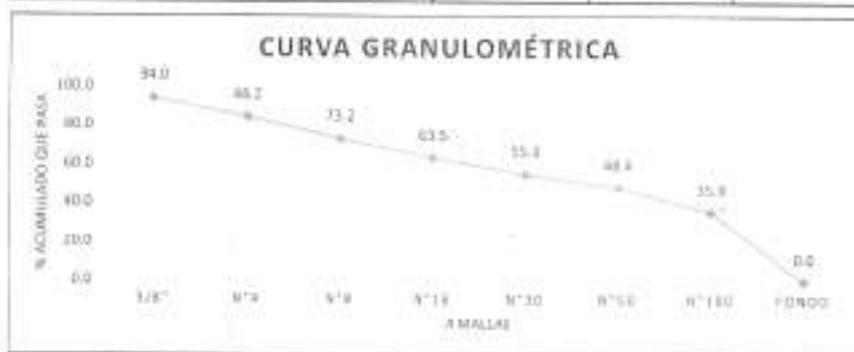
CALCATA: C-2, M-2 DESPUÉS DEL NIVEL FREÁTICO

AGREGADOS, ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
ASTM C136/NTP 400,012

PESO INICIAL BECO (g) : 1500

PESO LAVADO Y SECO (g) : 404.2

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% ACUMULADO	
				RETENIDO	QUE PASA
3/8"	9.500	24.38	6.03	6.0	94.0
N°4	4.750	39.44	9.76	15.8	84.2
N°8	2.000	44.55	11.02	26.8	73.2
N°16	0.850	39.07	9.67	36.5	63.5
N°30	0.425	33.20	8.21	44.7	55.3
N°50	0.250	27.95	6.91	51.6	48.4
N°100	0.150	50.68	12.54	64.1	35.9
FONDO		144.93	35.86	100.0	0.0
TOTAL		404.2	100.00		



Revisado por:



[Handwritten Signature]
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS



UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS

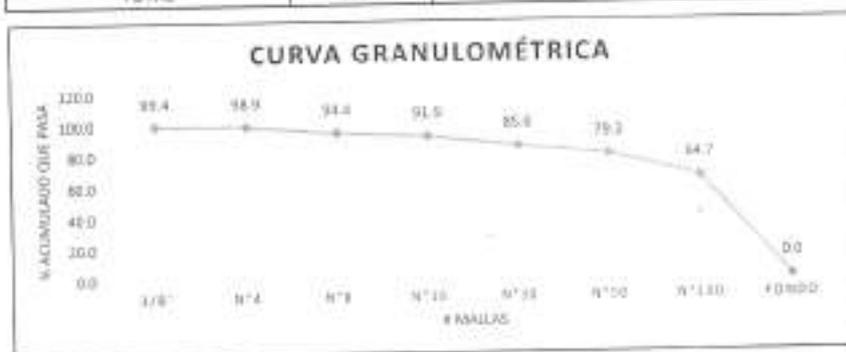
PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OBTENER TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE MONTAMBO

TESISTA: HURTADO PUMACARHUA, YOSSELYN FLOR
UBICACIÓN: PROLONGACIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA
LUGAR: TARMA - TARMA - TARMA
CALICATA: C-1, M-1 ANTES DEL NIVEL FREÁTICO

AGREGADOS, ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
ASTM C136/NTP 400.012

PESO INICIAL SECO (g) : 1500
PESO LAVADO Y SECO (g) : 185.1

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% ACUMULADO	
				RETENIDO	QUE PASA
3/8"	9.500	1.11	0.60	0.6	99.4
N°4	4.750	0.98	0.53	1.1	98.9
N°8	2.000	8.25	4.46	5.6	94.4
N°16	0.850	4.64	2.51	8.1	91.9
N°30	0.425	12.69	6.86	15.0	85.0
N°50	0.250	10.64	5.75	20.7	79.3
N°100	0.150	26.96	14.57	35.3	64.7
FONDO		119.80	64.73	100.0	0.0
TOTAL		185.1	100.00		



Revisado por:



[Handwritten Signature]



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TITULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATOLICA SEDES SAPIENTIAE
INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE NIWATAMBO

TESISTA: HURTADO PUMACARHUA, YOSSELYN FLOR

UBICACIÓN: PROLONGACIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA

LUGAR: TARMA - TARMA - TARMA

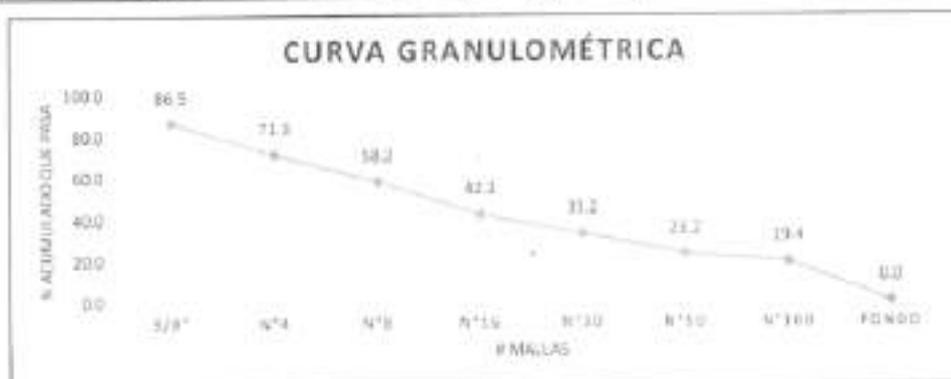
CALICATA: C-1. M-2 DESPUÉS DEL NIVEL FREÁTICO

AGREGADOS, ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
ASTM C136/NTP 400.012

PESO INICIAL SECO (g) : 1500

PESO LAVADO Y SECO (g) : 396.2

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% ACUMULADO	
				RETENIDO	QUE PASA
3/8"	9.500	53.61	13.53	13.5	86.5
N°4	4.750	60.12	15.17	28.7	71.3
N°8	2.000	51.94	13.11	41.8	58.2
N°16	0.850	62.80	15.85	57.7	42.3
N°30	0.425	36.11	9.11	66.8	33.2
N°50	0.250	39.66	10.01	76.8	23.2
N°100	0.150	15.21	3.84	80.6	19.4
FONDO		76.74	19.37	100.0	0.0
TOTAL		396.2	100.00		



Revisado por:



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATOLICA SEDES SAPIENTIAE

INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE NINATAMBO

TESISTA: HURTADO PUMACARHUA, YOSSELYN FLOR

UBICACIÓN: PROLONGACIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA

LUGAR: TARMA - TARMA - TARMA

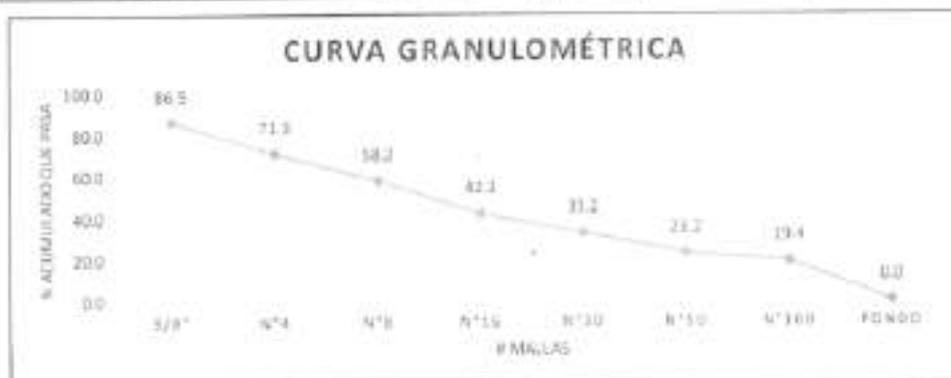
CALICATA: C-1, M-2 DESPUÉS DEL NIVEL FREÁTICO

AGREGADOS, ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
ASTM C136/NTP 400.012

PESO INICIAL SECO (g) : 1500

PESO LAVADO Y SECO (g) : 396.2

MALLAS	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% ACUMULADO	
				RETENIDO	QUE PASA
3/8"	9.500	53.61	13.53	13.5	86.5
N°4	4.750	60.12	15.17	28.7	71.3
N°8	2.000	51.94	13.11	41.8	58.2
N°16	0.850	62.80	15.85	57.7	42.3
N°30	0.425	36.11	9.11	66.8	33.2
N°50	0.250	39.66	10.01	76.8	23.2
N°100	0.150	15.21	3.84	80.6	19.4
FONDO		76.74	19.37	100.0	0.0
TOTAL		396.2	100.00		



Revisado por:

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE - FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS



PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TITULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATOLICA SEDES SAPIENTIAE
INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE NINATAMBO

TESISTA: HURTADO PUMACARHUA, YOSSELYN FLOR

UBICACIÓN: PROLONGACIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA - NINATAMBO

LUGAR: TARMA - TARMA - TARMA

CALICATA: C-3; M-1 ANTES DEL NIVEL FREÁTICO

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
ASTM D2216 / NTP 339.127

Prueba N°	Descripción	Limite Líquido					Limite Plástico	
		1	2	3	4	5	1	2
	Número de golpes	5	15	20	35	40		
A	Peso del recipiente	27.73	20.86	20.92	27.7	20.82	20.82	20.67
B	Peso del recipiente + suelo húmedo	30.24	25.03	26.02	32.75	25.37	28.81	29.76
C	Peso del recipiente + suelo seco	29.37	23.65	24.43	31.26	24.04	27.47	28.36
D	Peso del agua contenida (B)-(C)	0.87	1.38	1.59	1.49	1.33	1.34	1.4
E	Peso del suelo seco (C)-(A)	1.64	2.79	3.51	3.56	3.22	6.65	7.69
F	Contenido de humedad (D)/(E) x 100	53.05%	49.46%	45.30%	41.85%	41.30%	20.15%	18.21%

LÍMITE LÍQUIDO	46.19%
LÍMITE PLÁSTICO	19.18%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	27.02%

Revisado por:




UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE - FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS



PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATOLICA SEDES SAPIENTIAE
 INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL CENTRO PUEBLO DE NINATAMBO

TESISTA: HURTADO PLUMACARHUA, VOSELYN FLOR

UBICACIÓN: PROLONGACION JUAN SANTOS ATAHUALPA - NINATAMBO

LUGAR: TARMA - TARMA - TARMA

CALICATA: C-3; M-2 DESPUÉS DEL NIVEL FREÁTICO

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
ASTM D2216 / NTP 339.127

Prueba N°	Descripción	Límite Líquido					Límite Plástico	
		1	2	3	4	5	1	2
	Número de golpes	4	21	25	29	50		
A	Peso del recipiente + suelo húmedo	21,27	28,1	20,67	20,63	21,04	20,35	21,38
B	Peso del recipiente + suelo seco	31,37	37,33	29,76	30,5	30,68	22,16	23,95
C	Peso del agua contenida (B)-(C)	27,68	34,28	26,89	27,46	28,01	21,89	23,59
D	Peso del agua contenida (B)-(C)	3,69	3,95	2,87	3,04	2,67	0,27	0,36
E	Peso del suelo seco (C) / (A)	6,41	5,98	6,22	6,83	6,97	1,54	2,21
F	Contenido de humedad (D)/(E) x 100	57,57%	51,00%	46,14%	44,51%	38,31%	17,53%	16,29%

LÍMITE LÍQUIDO	47,51%
LÍMITE PLÁSTICO	16,91%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	30,59%

Revisado por:

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE - FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS



PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
 INGENIERIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE NINATAMBO

TESISTA: HUERTADO PUMBARHUA, YOSSELYN FLOR

UBICACIÓN: PROMOCIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA - NINATAMBO

LUGAR: TARMA - TARMA - TARMA

CALECATA: C-2; M-3 ANTES DEL NIVEL FREÁTICO

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
ASTM D2216 / NTP 339.127

Prueba N°	Descripción						Límite Líquido					Límite Plástico	
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7
A	Número de golpes	12	23	25	30	40							
B	Peso del recipiente + suelo húmedo	21.01	27.73	27.7	20.92	20.82	20.47	20.84					
C	Peso del recipiente + suelo seco	29.12	35.95	36.33	29.79	28.81	27.58	23.46					
D	Peso del agua contenida (B)-(C)	26.42	33.26	33.62	37.07	26.45	26.44	23.06					
E	Peso del suelo seco (C)-(A)	2.7	2.69	2.61	2.72	2.36	1.14	0.4					
F	Contenido de humedad (D)/(E) x 100	5.41	5.33	5.92	6.15	5.63	5.77	2.22					
		49.91%	48.64%	44.09%	44.23%	41.92%	19.76%	18.02%					

LÍMITE LÍQUIDO	45.76%
LÍMITE PLÁSTICO	18.89%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	26.87%

Revisado por:

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE · FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS



PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATOLICA SEDES SAPIENTIAE
 INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL CENTRO Poblado DE NIMATAMBO

TESISTA: HURTADO PUMACARHUA, YOSSELYN FLOR

UBICACIÓN: PROLONGACIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA - NIMATAMBO

LUGAR: TARMA - TARMA - TARMA

CALICATA: C-2; M-2 DESPUÉS DEL NIVEL FREÁTICO

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
ASTM D2216 / NTP 339.127

Prueba N°	Descripción	Límite Líquido					Límite Plástico	
		1	2	3	4	5	1	2
A	Número de golpes	5	10	15	25	50		
B	Peso del recipiente + suelo húmedo	27.73	20.89	21.32	20.74	21.12	21.86	21.07
C	Peso del recipiente + suelo seco	36.24	28.28	28.43	28.05	26.6	25.03	23.13
D	Peso del agua contenida (B)-(C)	33.16	25.75	26.08	25.74	24.03	24.31	22.81
E	Peso del suelo seco (C)-(A)	3.08	2.53	2.35	2.31	1.67	0.52	0.32
F	Contenido de humedad (D)/(E) x 100	56.72%	52.06%	49.37%	46.20%	43.83%	19.62%	18.39%

LÍMITE LÍQUIDO	49.64%
LÍMITE PLÁSTICO	19.01%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	30.63%

Revisado por:

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE - FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS



PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TITULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATOLICA SEDES SAPIENTIAE
INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE MINATAMBO

TESISTA: HURTADO PUMACARHUA, YOSSELYN FLOR
UBICACIÓN: PROLONGACIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA - MINATAMBO
LUGAR: TARMA - TARMA - TARMA
CALICATA: C-3; M-1 ANTES DEL NIVEL FREÁTICO

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
ASTM D2216 / NTP 339.127

	Descripción	Límite Líquido					Límite Plástico	
		1	2	3	4	5	1	2
	Prueba N°	9	15	20	35	40		
	Número de golpes							
A	Peso del recipiente + suelo húmedo	20.67	20.86	20.92	27.7	20.82	20.95	20.68
B	Peso del recipiente + suelo húmedo	24.33	25.03	26.02	32.83	25.33	26.31	25.19
C	Peso del recipiente + suelo seco	23.1	23.71	24.48	31.35	24.06	25.51	24.58
D	Peso del agua contenida (B)-(C)	1.23	1.32	1.54	1.48	1.27	0.8	0.61
E	Peso del suelo seco (C)-(A)	2.43	2.85	3.56	3.65	3.24	4.56	3.9
F	Contenido de humedad (D)/(E.) x 100	50.62%	46.32%	43.26%	40.55%	39.20%	17.54%	15.64%

LÍMITE LÍQUIDO	43.99%
LÍMITE PLÁSTICO	16.59%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	27.39%

Revisado por:



UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE - FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OBTENER TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
 INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE NINATAMBO

TESISTA: HURTADO PUMACARHUA, YOSSELYN FLOR

UBICACIÓN: PROLONGACIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA - NINATAMBO

LUGAR: TARIMA - TARIMA - TARIMA

CALICATA: C-1, M-2 DESPUÉS DEL NIVEL FREÁTICO

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
ASTM D2216 / NTP 339.127

	Descripción	Límite Líquido					Límite Plástico	
		1	2	3	4	5	1	2
	Probeta N°	10	16	20	30	40		
A	Número de golpes	20.64	21.45	20.95	20.56	21.84	21.02	21.21
B	Peso del recipiente + suelo húmedo	24.36	24.89	25.76	26.43	25.73	25.54	25.84
C	Peso del recipiente + suelo seco	23.06	23.72	24.18	24.58	24.51	24.82	25.13
D	Peso del agua contenida (B)-(C)	1.3	1.17	1.58	1.85	1.22	0.72	0.71
E	Peso del suelo seco (C)-(A)	2.42	2.27	3.23	4.02	2.67	3.8	3.92
F	Contenido de humedad (D)/(E) x 100	53.72%	51.54%	48.92%	46.02%	45.69%	18.95%	18.11%

LÍMITE LÍQUIDO	49.18%
LÍMITE PLÁSTICO	18.53%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	30.65%

Revisado por:



UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTADA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TITULO DE INGENIERO CIVIL EN LA
UNIVERSIDAD CATOLICA SEDES SAPIENTIAE
*INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES
SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE NINATAMBO*

TESISTA: HURTADO PUMACARHUA, YOSSELYN FLOR

UBICACIÓN: PROLONGACIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA - NINATAMBO

LUGAR: TARMA - TARMA - TARMA

CALICATA: C-3; M-1 ANTES DEL NIVEL FREÁTICO

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL
AGREGADO FINO
ASTM D2216 / NTP 339.127

ID	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRA N°1	MUESTRA N°2
1	Peso de la fiola	(g)	167.11	167.11
2	Peso de la muestra SSS	(g)	119.72	120.01
3	Peso de la arena SSS + peso de la fiola	(g)	286.83	287.12
4	Peso de la arena SSS+peso de la fiola + peso de agua	(g)	718.15	716.03
5	Peso del agua W (4-3)	(g)	431.32	428.91
6	Peso del recipiente	(g)	95.96	96.12
7	Peso del recipiente + muestra secada al horno	(g)	195.92	202.56
8	Peso de la muestra seca al horno A(7-6)	(g)	99.96	106.44
9	Volumen de la fiola V	(cm3)	500	500
Peso específico de la masa = $A/(V-W)$		g/cm3	1,455	1,497
Peso específico de masa SSS = $500/(V-W)$		g/cm3	7,280	7,033
Porcentaje de absorción (%) = $((500-A)/A)*100$		%	400.20%	369.75%

PROMEDIO				
Peso específico de la masa = $A/(V-W)$		g/cm3	1.476	
Peso específico de masa SSS = $500/(V-W)$		g/cm3	7.157	
Porcentaje de absorción (%) = $((500-A)/A)*100$		%	384.97%	

Revisado por:

IN DIRECTOR GENERAL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTADA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN LA
UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES
SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE NINATAMBO

TESISTA: HURTADO PUMACARHUA, YOSSELYN FLOR
UBICACIÓN: PROLONGACIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA - NINATAMBO
LUGAR: TARMA - TARMA - TARMA
CALICATA: C-3; M-2 DESPUÉS DEL NIVEL FREÁTICO

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL
AGREGADO FINO
ASTM D2216 / NTP 339.127

ID	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRA N°1	MUESTRA N°2
1	Peso de la fiola	(g)	167.11	167.11
2	Peso de la muestra SSS	(g)	120.54	120.06
3	Peso de la arena SSS + peso de la fiola	(g)	287.65	287.17
4	Peso de la arena SSS + peso de la fiola + peso de agua	(g)	713.00	714.72
5	Peso del agua W (4-3)	(g)	425.35	427.55
6	Peso del recipiente	(g)	99.54	99.76
7	Peso del recipiente + muestra secada al horno	(g)	193.12	189.28
8	Peso de la muestra seca al horno A(7-6)	(g)	93.58	89.52
9	Volumen de la fiola V	(cm ³)	500	500
Peso específico de la masa = $A/(V \cdot W)$		(g/cm ³)	1.254	1.236
Peso específico de masa SSS = $500/(V \cdot W)$		(g/cm ³)	6.698	6.901
Porcentaje de absorción (%) = $((500-A)/A) \cdot 100$		(%)	434.30%	458.53%

PROMEDIO				
Peso específico de la masa = $A/(V \cdot W)$		(g/cm ³)	1.245	
Peso específico de masa SSS = $500/(V \cdot W)$		(g/cm ³)	6.800	
Porcentaje de absorción (%) = $((500-A)/A) \cdot 100$		(%)	445.42%	

Revisado por:



UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTADA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TITULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATOLICA SEDES SAPIENTIAE
INFLUENCIA DEL NIVEL FREATICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE NINATAMBO

TESISTA: HURTADO PUMACARHUA, YOSSELYN FLOR

UBICACIÓN: PROLONGACIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA - NINATAMBO

LUGAR: TARMA - TARMA - TARMA

CALICATA: C-2; M-1 ANTES DEL NIVEL FREÁTICO

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL
AGREGADO FINO
ASTM D2216 / NTP 339.127

ID	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDAD	MUESTRA N°1	MUESTRA N°2
1	Peso de la fiola	(g)	167.11	167.11
2	Peso de la muestra SSS	(g)	119.97	120.04
3	Peso de la arena SSS + peso de la fiola	(g)	287.08	287.15
4	Peso de la arena SSS+peso de la fiola + peso de agua	(g)	716.25	714.58
5	Peso del agua W (4-3)	(g)	429.17	427.43
6	Peso del recipiente	(g)	95.87	96.12
7	Peso del recipiente + muestra secada al horno	(g)	198.22	200.16
8	Peso de la muestra seca al horno A(7-6)	(g)	102.35	104.04
9	Volumen de la fiola V	(cm ³)	500	500
Peso específico de la masa = $A/(V-W)$		g/cm ³	1.445	1.434
Peso específico de masa SSS = $500/(V-W)$		g/cm ³	7.059	6.890
Porcentaje de absorción (%) = $((500-A)/A)*100$		%	388.52%	380.58%

PROMEDIO			
Peso específico de la masa = $A/(V-W)$		g/cm ³	1.439
Peso específico de masa SSS = $500/(V-W)$		g/cm ³	6.975
Porcentaje de absorción (%) = $((500-A)/A)*100$		%	384.55%

Revisado por:

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS



UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN LA
UNIVERSIDAD CATOLICA SEDES SAPIENTIAE

*INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN DIMENSIONES
SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE NINATAMBO*

TESISTA: HURTADO PUMACARHUA, YOSSELYN FLOR

UBICACIÓN: PROLONGACIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA - NINATAMBO

LUGAR: TARMA - TARMA - TARMA

CALICATA: C-2; M-2 DESPUÉS DEL NIVEL FREÁTICO

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL
AGREGADO FINO
ASTM D2216 / NTP 339.127**

ID	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDAD	MUESTRA N°1	MUESTRA N°2
1	Peso de la fiola	(g)	167.11	167.11
2	Peso de la muestra SSS	- (g)	120.01	119.98
3	Peso de la arena SSS + peso de la fiola	(g)	287.12	287.09
4	Peso de la arena SSS - peso de la fiola + peso de agua	(g)	715.23	712.56
5	Peso del agua W (4-3)	(g)	428.11	425.47
6	Peso del recipiente	(g)	95.33	96.55
7	Peso del recipiente + muestra secada al horno	(g)	189.12	190.64
8	Peso de la muestra seca al horno A(7-6)	(g)	93.79	94.09
9	Volumen de la fiola V	(cm ³)	500	500
Peso específico de la masa = $A/(V-W)$		g/cm ³	1.305	1.262
Peso específico de masa SSS = $500/(V-W)$		g/cm ³	6.955	6.709
Porcentaje de absorción (%) = $((500-A)/A)*100$		%	433.11%	431.41%

PROMEDIO				
Peso específico de la masa = $A/(V-W)$		g/cm ³	1.284	
Peso específico de masa SSS = $500/(V-W)$		g/cm ³	6.832	
Porcentaje de absorción (%) = $((500-A)/A)*100$		%	432.26%	

Revisado por:

ING. YOSSELYN FLOR HURTADO
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TITULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATOLICA SEDES SAPIENTIAE
INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE NINATAMBO

TESISTA: HURTADO PUMACARHUA, YOSSELYN FLOR

UBICACIÓN: PROLONGACIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA - NINATAMBO

LUGAR: TARMA - TARMA - TARMA

CALICATA: C-1; M-1 ANTES DEL NIVEL FREÁTICO

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
ASTM D2216 / NTP 339.127

ID	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRA N°1	MUESTRA N°2
1	Peso de la fiola	(g)	167.11	167.11
2	Peso de la muestra SSS	(g)	119.72	120.02
3	Peso de la arena SSS + peso de la fiola	(g)	286.83	287.13
4	Peso de la arena SSS - peso de la fiola + peso de agua	(g)	718.14	716.85
5	Peso del agua W (4-3)	(g)	431.31	429.72
6	Peso del recipiente	(g)	95.96	96.1
7	Peso del recipiente + muestra secada al horno	(g)	200.05	199.58
8	Peso de la muestra seca al horno A(7-6)	(g)	104.09	103.48
9	Volumen de la fiola V	(cm ³)	500	500
Peso específico de la masa = $A/(V-W)$		g/cm ³	1.515	1.472
Peso específico de masa SSS = $500/(V-W)$		g/cm ³	7.279	7.114
Porcentaje de absorción (%) = $((500-A)/A)*100$		%	380.35%	383.19%

PROMEDIO				
Peso específico de la masa = $A/(V-W)$		g/cm ³	1.494	
Peso específico de masa SSS = $500/(V-W)$		g/cm ³	7.197	
Porcentaje de absorción (%) = $((500-A)/A)*100$		%	381.77%	

Revisado por:

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS



UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MÉCANICA DE SUELOS

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN LA
UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES
SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE NINATAMBO

TESISTA: HURTADO PUMACARHUA, YOSSELYN FLOR

UBICACIÓN: PROLONGACIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA - NINATAMBO

LUGAR: TARMA - TARMA - TARMA

CAUCATA: C-1; M-2 DESPUÉS DEL NIVEL FREÁTICO

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL
AGREGADO FINO
ASTM D2216 / NTP 339.127

ID	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDAD	MUESTRA N°1	MUESTRA N°2
1	Peso de la flota	(g)	167.11	167.11
2	Peso de la muestra SSS	(g)	120.08	120.03
3	Peso de la arena SSS + peso de la flota	(g)	287.19	287.14
4	Peso de la arena SSS + peso de la flota + peso de agua	(g)	716.85	718.28
5	Peso del agua W (4-3)	(g)	429.66	431.14
6	Peso del recipiente	(g)	98.53	99.08
7	Peso del recipiente + muestra secada al horno	(g)	183.72	190.75
8	Peso de la muestra seca al horno A(7-6)	(g)	85.19	91.67
9	Volumen de la flota V	(cm ³)	500	500
Peso específico de la masa = $A/(V-W)$		g/cm ³	1.211	1.331
Peso específico de masa SSS = $500/(V-W)$		g/cm ³	7.108	7.261
Porcentaje de absorción (%) = $((500-A)/A)*100$		%	486.92%	445.43%
PROMEDIO				
Peso específico de la masa = $A/(V-W)$		g/cm ³	1.271	
Peso específico de masa SSS = $500/(V-W)$		g/cm ³	7.185	
Porcentaje de absorción (%) = $((500-A)/A)*100$		%	466.18%	

Revisado por:



UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTADA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TITULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATOLICA SEDES SAPIENTIAE
INFLUENCIA DEL NIVEL FREATICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE NINATAMBO

TESISTA: HURTADO PUMACARHUA, YOSSELYN FLOR
UBICACIÓN: PROLONGACIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA - NINATAMBO
LUGAR: TARMA - TARMA - TARMA
CALICATA: C-3; M-1 ANTES DEL NIVEL FREÁTICO

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
ASTM D2216 / NTP 339.127

1	N° DEL RECIPIENTE	N°001	N°002	
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)	1094.54	1093.21	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)	3094.57	3093.28	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	2504.53	2499.95	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (g) (3)-(4)	590.04	593.33	
6	PESO DEL SUELO SECO (g) (4) - (2)	1409.99	1406.74	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (5) / (6) * 100 (%)	41.85%	42.18%	42.01%

Cálculos

Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$w = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo seco al horno}} \times 100$$

*Peso de agua: la pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua

La cantidad mínima de especimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total, si no se toma la muestra total, será de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla-1: CANTIDAD MÍNIMA REPRESENTATIVA HUMEDA DE LA MUESTRA			
Máximo tamaño de partículas-TM (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de especimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados a ± 0.1 %	Masa mínima recomendada de especimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados a ± 1 %
2 mm ó menos	N°10	20 g	20 g*
4.75 mm	N°4	100 g	20 g*
9.5 mm	3/8"	500 g	50 g*
19.0 mm	3/4"	2.5 kg	250 g
37.5 mm	1 1/2"	10 kg	1 kg
75 mm	3"	50 kg	5 kg

Referencia: ASTM D2216 / NTP 339.127

Nota.-* Se usará no menos de 20 g para que sea representativa.

Revisado por:



UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTADA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TITULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATOLICA SEDES SAPIENTIAE
INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE NINATAMBO

TESISTA: HURTADO PUMACARHUA, YOSSELYN FLOR
UBICACIÓN: PROLONGACIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA - NINATAMBO
LUGAR: TARMA - TARMA - TARMA
CALICATA: C-3; M-2 DESPUÉS DEL NIVEL FREÁTICO

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
ASTM D2216 / NTP 339.127

N°	N° DEL RECIPIENTE	N°001	N°002	
2	PESO DEL RECIPIENTE [g]	572.78	571.96	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO [g]	2572.83	2572.02	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO [g]	1955.19	1961.87	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA [g] (3)-(4)	617.64	610.15	
6	PESO DEL SUELO SECO [g] (4) - (2)	1382.41	1389.91	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (5) / (6) * 100 (%)	44.68%	43.90%	44.29%

Cálculos

Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$w = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo seco al horno}} \times 100$$

*Peso de agua: la pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua

La cantidad mínima de especimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total, si no se toma la muestra total, será de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla-1: CANTIDAD MÍNIMA REPRESENTATIVA HUMEDA DE LA MUESTRA			
Máximo tamaño de partículas-TM (paso el 100%)	Tamaño de malla estándar	Máxima masa recomendada de especimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados $\pm 1\%$	Máxima masa recomendada de especimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados $\pm 1\%$
2 mm ó menos	N°30	20 g	20 g*
4.75 mm	N°4	100 g	20 g*
9.5 mm	3/8"	500 g	50 g*
19.0 mm	3/4"	2.5 kg	250 g
37.5 mm	1 1/2"	10 kg	1 kg
75 mm	3"	50 kg	5 kg

Referencia: ASTM D2216 / NTP 339.127

Nota.-* Se usará no menos de 20 g para que sea representativa.

Revisado por:



UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TITULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATOLICA SEDES SAPIENTIAE
INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE NINATAMBO

TESISTA: HURTADO PUMACARHUA, YOSSELYN FLOR
UBICACIÓN: PROLONGACIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA - NINATAMBO
LUGAR: TARMA - TARMA - TARMA
CALICATA: C-2; M-1 ANTES DEL NIVEL FREÁTICO

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
ASTM D2216 / NTP 339.127

1	N° DEL RECIPIENTE	N°101	N°102	
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)	573.05	554.82	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)	1573.05	1586.82	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	1278.41	1281.54	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (g) (3)-(4)	294.64	305.28	
6	PESO DEL SUELO SECO (g) (4) - (2)	705.36	726.72	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (5) / (6) * 100 (%)	41.77%	42.01%	41.89%

Cálculos

Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$w = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo seco al horno}} \times 100$$

*Peso de agua: la pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua

La cantidad mínima de especimen de material humedo seleccionado como representativo de la muestra total, si no se toma la muestra total, será de acuerdo a la siguiente tabla:

Máximo tamaño de partículas-TM (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Máxima recomendada de especimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados $\pm 0.1\%$	Máxima recomendada de especimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados $\pm 5\%$
2 mm ó menos	N°10	20 g	20 g*
4.75 mm	N°4	100 g	20 g*
9.5 mm	3/8"	500 g	50 g*
19.0 mm	3/4"	2.5 kg	250 g
37.5 mm	1 1/2"	10 kg	1 kg
75 mm	3"	50 kg	5 kg

Referencia: ASTM D2216 / NTP 339-127

Nota.-* Se usará no menos de 20 g para que sea representativa.

Revisado por:



UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATOLICA SEDES SAPIENTIAE
INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE NINATAMBO

TESISTA: HURTADO PUMACARHUA, YOSSELYN FLOR

UBICACIÓN: PROLONGACIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA - NINATAMBO

LUGAR: TARMA - TARMA - TARMA

CALICATA: C-2; M-2 DESPUÉS DEL NIVEL FREÁTICO

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
ASTM D2216 / NTP 339.127

1	N° DEL RECIPIENTE	N°001	N°002	
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)	1094.18	95.98	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)	2094.18	1595.98	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	1785.83	1139.21	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (g) (3)-(4)	308.35	456.77	
6	PESO DEL SUELO SECO (g) (4) - (2)	691.65	1043.23	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (5) / (6) * 100 (%)	44.58%	43.78%	44.18%

Cálculos

Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$w = \frac{\text{Peso de agua}^*}{\text{Peso de suelo seco al horno}} \times 100$$

*Peso de agua: la pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua

La cantidad mínima de especimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total, si no se toma la muestra total, será de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla-1: CANTIDAD MÍNIMA REPRESENTATIVA HUMEDA DE LA MUESTRA			
Máximo tamaño de partículas-TM (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de especimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados $\pm 1.0\%$	Masa mínima recomendada de especimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados $\pm 1.1\%$
2 mm o menos	N°10	20 g	20 g*
4.75 mm	N°4	100 g	20 g*
9.5 mm	3/8"	500 g	50 g*
19.0 mm	3/4"	2.5 kg	250 g
37.5 mm	1 1/2"	10 kg	1 kg
75 mm	3"	50 kg	5 kg

Referencia: ASTM D2216 / NTP 339.127

Nota.-* Se usará no menos de 20 g para que sea representativa.

Revisado por:



UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN LA
UNIVERSIDAD CATOLICA SEDES SAPIENTIAE
INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES
SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE NINATAMBO

TESISTA: HURTADO PUMACARHUA, YOSSELYN FLOR

UBICACIÓN: PROLONGACIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA - NINATAMBO

LUGAR: TARMA - TARMA - TARMA

CAUCATA: C-1; M-1 ANTES DEL NIVEL FREÁTICO

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
ASTM D2216 / NTP 339.127

1	Nº DEL RECIPIENTE	Nº001	Nº002	
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)	1093.03	235.43	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)	3093.41	1735.49	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	2506.7	1292.84	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (g) (3)-(4)	586.71	442.65	
6	PESO DEL SUELO SECO (g) (4) - (2)	1413.67	1057.41	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (5) / (6) * 100 (%)	41.50%	41.86%	41.68%

Cálculos

Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$w = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo seco al horno}} \times 100$$

*Peso de agua: la pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua

La cantidad mínima de especimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total, si no se toma la muestra total, será de acuerdo a la siguiente tabla:

Máximo tamaño de partículas-TM (paso al 100%)	Tamaño de malla estándar	Máxima mínima recomendada de especimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados $\pm 0.1\%$	Máxima mínima recomendada de especimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados $\pm 1\%$
2 mm ó menos	Nº10	20 g	20 g*
4.75 mm	Nº4	100 g	20 g*
9.5 mm	3/8"	500 g	50 g*
19.0 mm	3/4"	2.5 kg	250 g
37.5 mm	1 1/2"	10 kg	1 kg
75 mm	3"	50 kg	5 kg

Referencia: ASTM D2216 / NTP 339.127

Nota: * Se usará no menos de 20 g para que sea representativa.

Revisado por:

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS



UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS DE PREGRADO PARA OBTENER TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE NINATAMBO

TESISTA: HURTADO PUMACARHUA, YOSSELYN FLOR

UBICACIÓN: PROLONGACIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA - NINATAMBO

LUGAR: TARMA - TARMA - TARMA

CALICATA: C-1; M-2 DESPUÉS DEL NIVEL FREÁTICO

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
ASTM D2216 / NTP 339.127

N°	DESCRIPCIÓN	N°001	N°002	PROMEDIO
1	N° DEL RECIPIENTE			
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)	1093.35	236.02	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)	3093.5	1736.05	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	2482.2	1271.91	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (g) (3)-(4)	611.3	464.14	
6	PESO DEL SUELO SECO (g) (4) - (2)	1388.85	1035.89	
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (5) / (6) * 100 (%)	44.01%	44.81%	44.41%

Cálculos

Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$w = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo seco al horno}} \times 100$$

*Peso de agua: la pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua.

La cantidad mínima de especimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total, si no se toma la muestra total, será de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla-1: CANTIDAD MÍNIMA REPRESENTATIVA HUMEDA DE LA MUESTRA

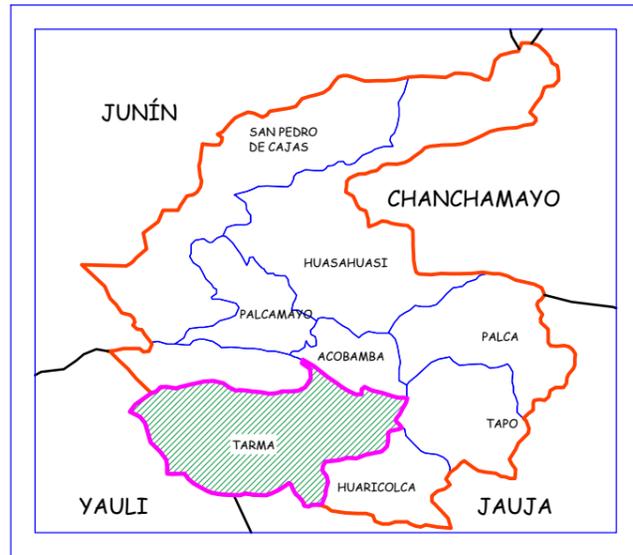
Máximo tamaño de partículas TM (para el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de especimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados $w \geq 0.1\%$	Masa mínima recomendada de especimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados $w \geq 1\%$
2 mm o menos	N°10	20 g	20 g*
4.75 mm	N°4	100 g	20 g*
9.5 mm	3/8"	500 g	50 g*
19.0 mm	3/4"	2.5 kg	250 g
37.5 mm	1 1/2"	10 kg	1 kg
75 mm	3"	50 kg	5 kg

Referencia: ASTM D2216 / NTP 339.127

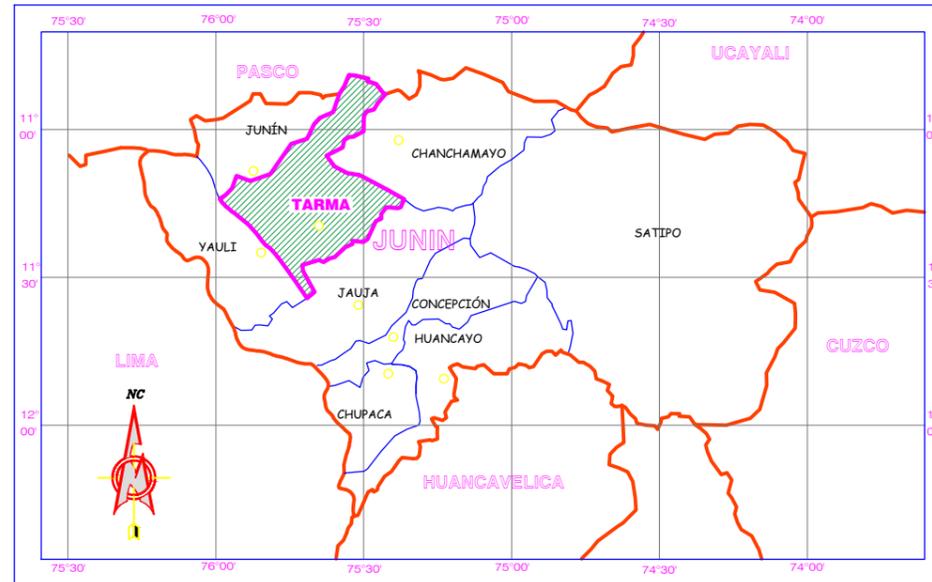
Nota.-* Se usará no menos de 20 g para que sea representativa.

Revisado por:

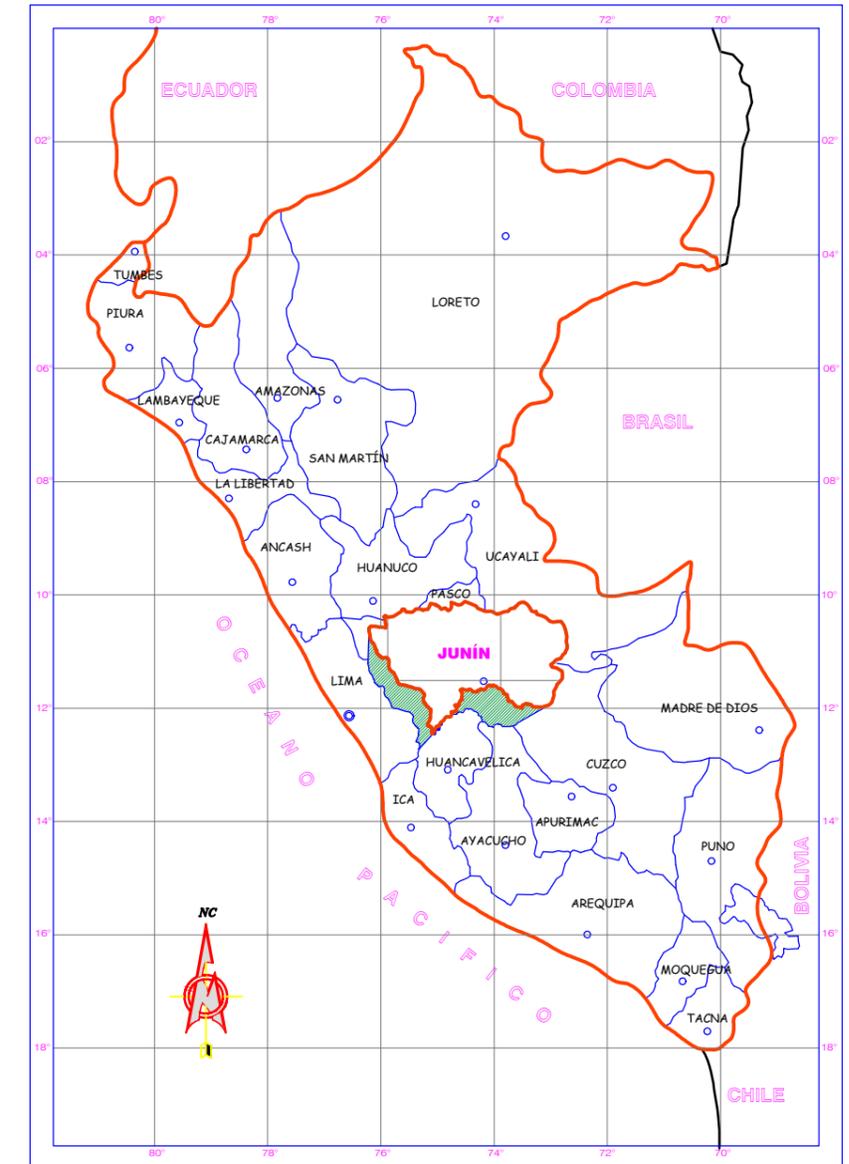
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECÁNICA DE SUELOS



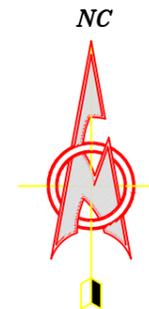
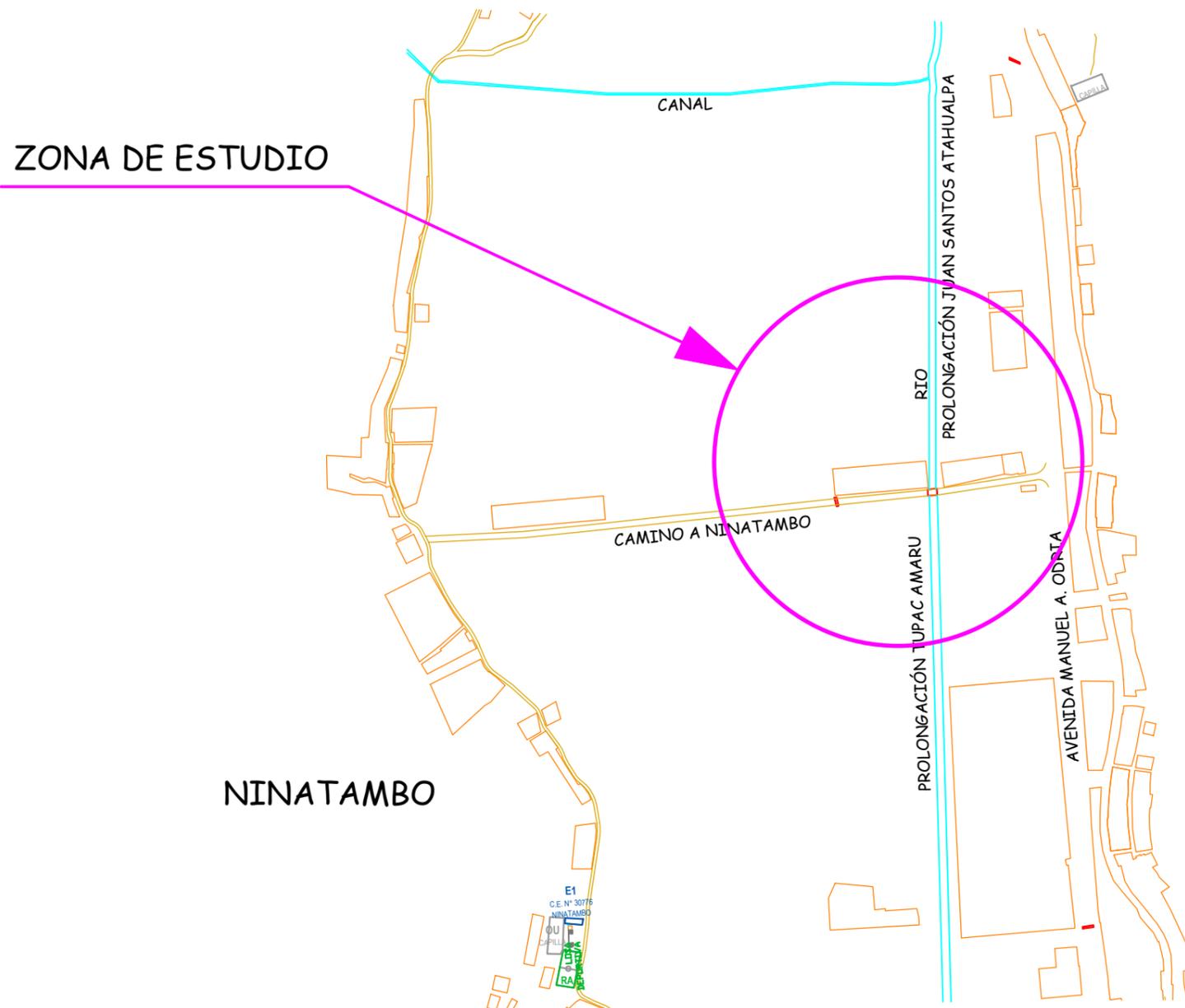
UBICACION DISTRITAL



UBICACION REGIONAL - DEPARTAMENTAL



UBICACION NACIONAL



UBICACION

DISTRITO.....TARMA
 PROVINCIA.....TARMA
 REGION.....JUNÍN

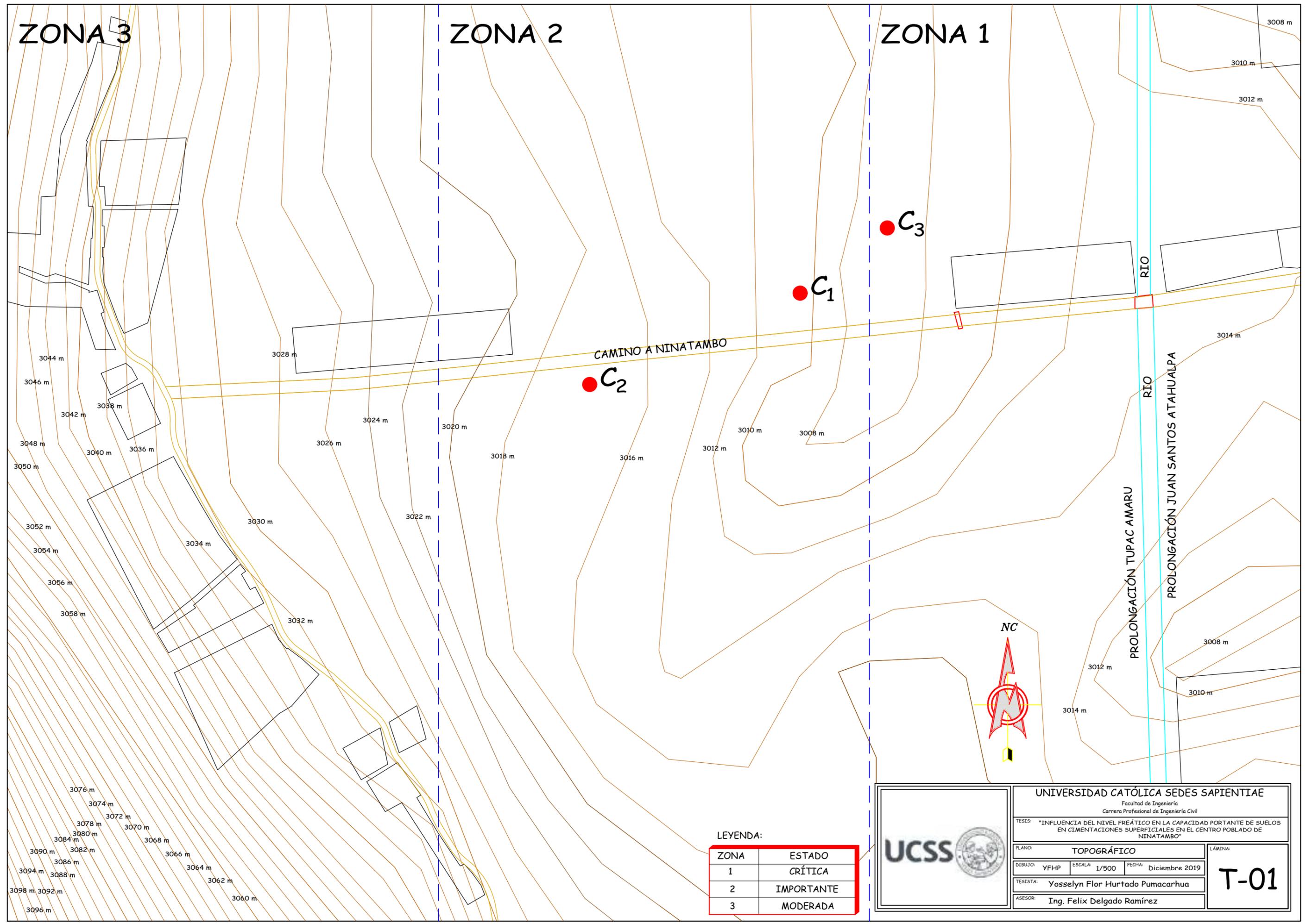


UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE <small>Facultad de Ingeniería Carrera Profesional de Ingeniería Civil</small>		
<small>TESIS: "INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE NINATAMBO"</small>		
PLANO:	UBICACIÓN - LOCALIZACIÓN	
DIBUJO:	YFHP	ESCALA: 1/500
		FECHA: Noviembre 2019
TESISTA:	Yosselyn Flor Hurtado Pumacarhua	
ASESOR:	Ing. Felix Delgado Ramírez	
		U-01

ZONA 3

ZONA 2

ZONA 1



CAMINO A NINATAMBO

RIO

RIO

PROLONGACIÓN TUPAC AMARU

PROLONGACIÓN JUAN SANTOS ATAHUALPA

NC

LEYENDA:

ZONA	ESTADO
1	CRÍTICA
2	IMPORTANTE
3	MODERADA



UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
 Facultad de Ingeniería
 Carrera Profesional de Ingeniería Civil

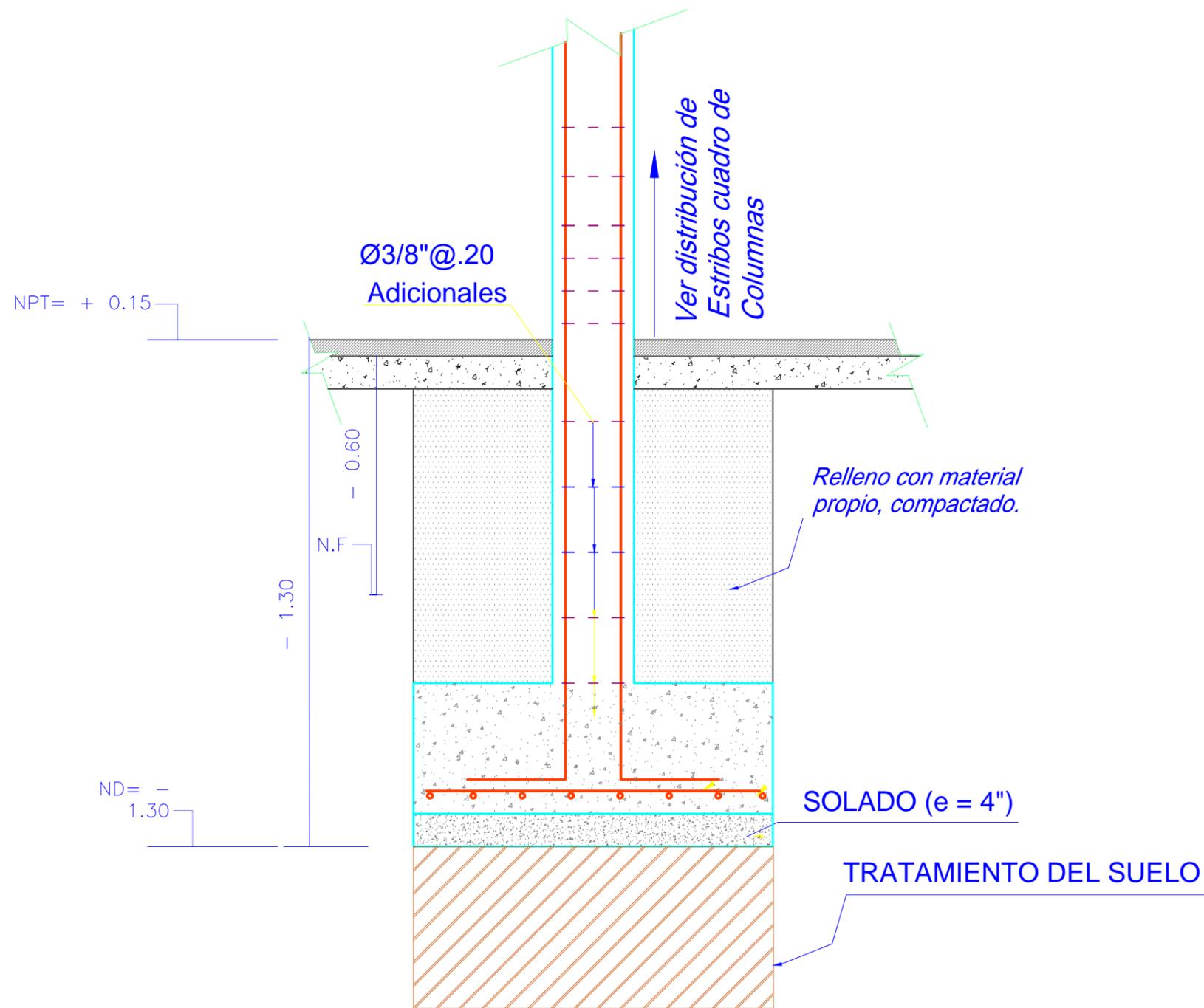
TESIS: "INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE NINATAMBO"

PLANO: TOPOGRÁFICO LÁMINA: T-01

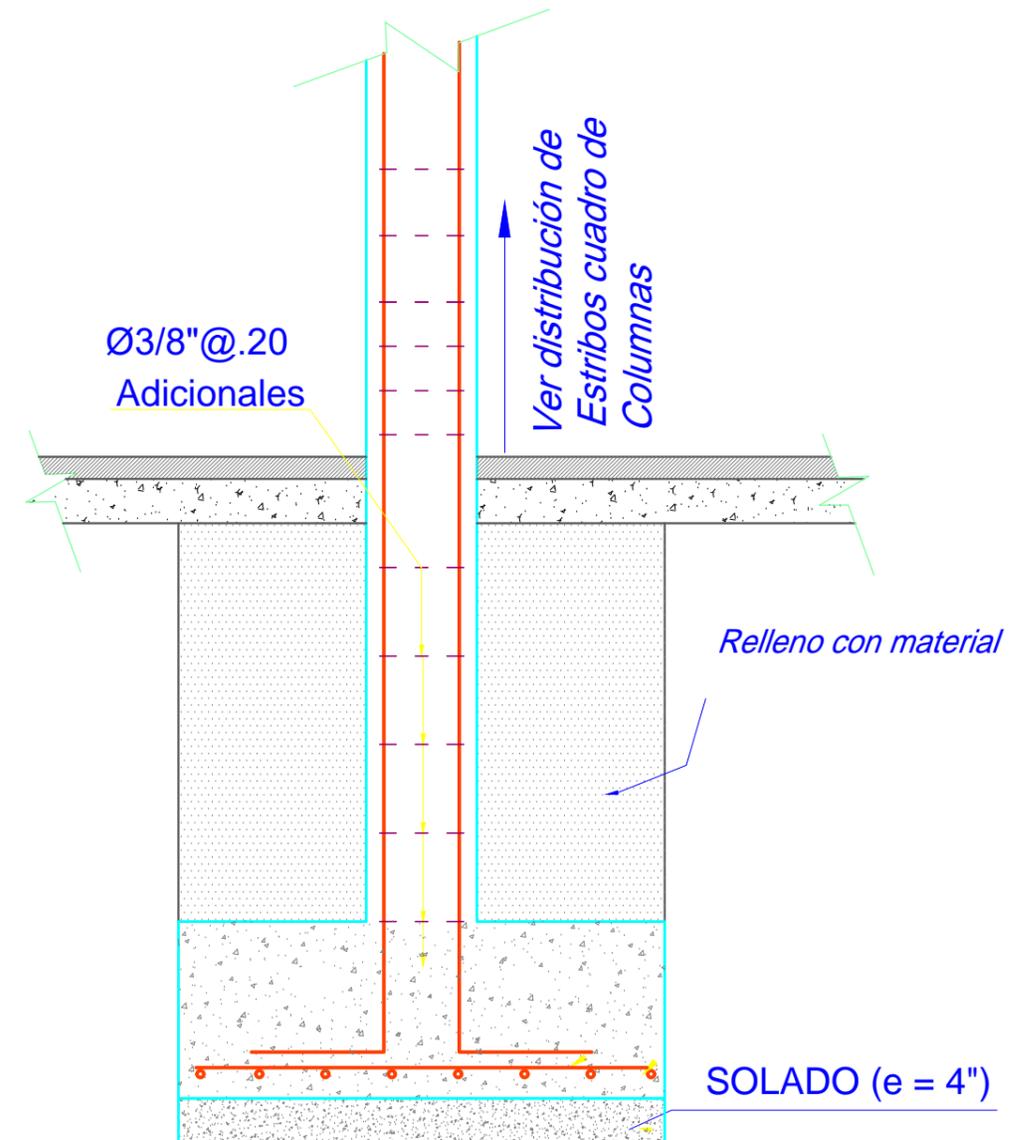
DIBUJO: YFHP ESCALA: 1/500 FECHA: Diciembre 2019

TESISTA: Yosselyn Flor Hurtado Pumacarhua

ASESOR: Ing. Felix Delgado Ramirez



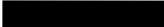
DETALLE DE ZAPATA CON NIVEL FREÁTICO



DETALLE DE ZAPATA TIPICO

	UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE Facultad de Ingeniería Carrera Profesional de Ingeniería Civil			E-01	
	TESIS: "INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE NINATAMBO"				
	PLANO:	UBICACIÓN - LOCALIZACIÓN			LÁMINA:
	DIBUJO:	YFHP	ESCALA: 1/500		FECHA: Diciembre 2019
	TESISTA:	Yosselyn Flor Hurtado Pumacarhua			
ASESOR:	Ing. Felix Delgado Ramirez				

CRONOGRAMA DE EJECUCION DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	DURACION Y SECUENCIA
01	CONSTRUCCION DE CIMENTACION SUPERFICIAL	
01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO	
01.02	NIVELACION, TRAZO Y REPLANTEO	
01.03	EXCAVACION PARA CIMENTACION	
01.04	ELIMINACION DEL NIVEL FREAATICO	
01.05	TRATAMIENTO DEL SUELO	
01.06	HABILITACION DE ACERO	
01.07	CONCRETO F'C =210 KG/CM2	