

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA



TESIS

**Evaluación geológica y geotécnica con fines de cimentación del
proyecto “Edificio multifamiliar: Berlín 1194”, distrito de
Miraflores, provincia y región Lima**

Para optar el título de profesional de:

Ingeniero Geólogo

Autor: Bach. Fabiola Laly Saith RAMOS MALPARTIDA

Asesor: Mg Luis Arturo LAZO PAGAN

Cerro de Pasco - Perú - 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA



TESIS

**Evaluación geológica y geotécnica con fines de cimentación del
proyecto “Edificio multifamiliar: Berlín 1194”, distrito de Miraflores,
provincia y región Lima**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Ing. Ramiro Ernesto DE LA CRUZ FERRUZO

PRESIDENTE

Mg. Vidal Víctor CALSINA COLQUI

MIEMBRO

Mg. Javier LOPEZ ALVARADO

MIEMBRO

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicado a:

Mis hermanos, Ronny, Nollan y Sandra por brindarme su apoyo y un hombro donde descansar.

Mis padres por mostrarme el camino hacia la superación.

Mis maestros, compañeros y amigos y a la universidad en general por todos los copiosos conocimientos que me han otorgado

RECONOCIMIENTO

- Mi eterna gratitud a la Universidad “Nacional Daniel Alcides Carrión”, Escuela de Formación Profesional de Geología por las enseñanzas impartidas en mi realización y formación profesional.
- A cada uno de los maestros por brindarme su amistad, sus conocimientos y experiencia durante mi vida universitaria
- Al Ing. Luis Arturo Lazo Pagan por el asesoramiento de la presente tesis.
- A mis colegas de estudio con quienes compartí las aulas y vivencia universitaria.
- A todas las personas que de una u otra forma hicieron posible la culminación de este trabajo.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en los terrenos de calle Berlín – Distrito Miraflores, Provincia y Región Lima, donde se tiene proyectado la construcción de un edificio multifamiliar en reemplazo de una edificación antigua para la modernización de la zona y la mejora de la calidad de vida de sus habitantes.

El objetivo de este estudio es conocer el comportamiento y las características geológicas y geotécnicas del área donde se realizara el proyecto, con este fin la pregunta principal es ¿Cómo la evaluación geológica y geotécnica con fines de cimentación contribuirá en el proyecto?, en ese contexto determinaremos las propiedades físicas mecánicas del suelo del terreno.

La pregunta de la investigación se responderá mediante la recolección de datos físicos, biológicos y sociales y la toma de muestras que luego serán procesadas, analizadas y clasificadas para su interpretación geológica y geomecánica. Los resultados nos indican algunos parámetros que se deben considerar al momento de realizar la cimentación como las características específicas del terreno.

Teniendo esto en cuenta se recomienda que los resultados obtenidos sean solo aplicados para el área investigada, y que no se deba respaldar para ningún otro lugar ya que los resultados fueron determinados exclusivamente para las características específicas del suelo del terreno.

Palabras clave: Evaluación geológica y geotecnica, Geomecánica, Cimentación

ABSTRACT

This research was carried out on the grounds of Berlin Street - Miraflores District, Province and Lima Region, where the construction of a multifamily building is planned to replace an old building for the modernization of the area and the improvement of the quality of life of its inhabitants.

The objective of this study is to know the behavior and geological and geotechnical characteristics of the area where the project will be carried out, for this purpose the main question is how will the geological and geotechnical evaluation for foundations purposes contribute to the project?, in that context We will determine the mechanical physical properties of the soil in the soil.

The research question will be answered by collecting physical, biological and social data and taking samples that will then be processed, analyzed and classified for geological and geomechanical interpretation. The results indicate some parameters that should be considered when making the foundation as the specific characteristics of the land.

With this in mind, it is recommended that the results obtained be applied only to the area under investigation, and that it should not be supported for any other place since the results were determined exclusively for the specific characteristics of the soil of the land.

Keywords: Geological and geotechnical evaluation, Geomechanical, Foundations

INTRODUCCIÓN

El presente estudio se realizó a solicitud de la empresa HJC Inversiones SAC, quién tiene programado ejecutar las obras civiles para la construcción del proyecto Edificio Multifamiliar: Berlín 1194, que consta en una edificación de siete (7) pisos y tres (3) sótano, se encuentra ubicado en la calle Berlín N°1194, Distrito de Miraflores, Provincia y Región de Lima, que comprende un área de aproximada de 559.00 m². Actualmente en el terreno se encuentra una edificación antigua de dos (2) piso para usos Vivienda.

El estudio geológico geotécnico se ha realizado por la empresa GEOFAL SAC, con la finalidad de conocer el comportamiento y las características geotécnicas del área donde se construirá las estructuras del proyecto: “EDIFICIO MULTIFAMILIAR: BERLIN N°1194”, determinando las características geotécnicas del área de estudio y la cuantificación de los parámetros que permitan establecer el comportamiento y resistencia mecánica del subsuelo que sirvan de base para lograr soluciones adecuadas de diseño.

Este estudio se ha realizado mediante una investigación geotécnica que involucra trabajos de campo a través de calicatas o pozos de exploración “a cielo abierto”, ensayos de laboratorio, y labores de gabinete, con el objeto de determinar el tipo y profundidad de cimentación, capacidad admisible del terreno, asentamientos y las recomendaciones generales.

La metodología empleada en este estudio Con la finalidad de identificar y realizar la evaluación geotecnia del suelo de fundación, se llevó a cabo un

programa de exploración de campo, de acuerdo a la Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Con el objeto de determinar las características del subsuelo en el área de estudio, se consideró la ejecución de tres (03) calicatas o excavaciones a cielo abierto, ello nos ha permitido obtener la secuencia representativa del perfil estratigráfico, ubicadas convenientemente en toda el área de estudio.

En cada una de las calicatas se llevó a cabo una detallada descripción de los tipos de subsuelo encontrados, de las cuales se extrajeron muestras alteradas de los estratos más representativos, las cuales fueron identificadas y almacenadas en bolsas polietileno, para su posterior análisis en el laboratorio de mecánica de suelos del consultor.

Paralelamente a la operación de exploración se efectuaron comprobaciones de campo para determinar los parámetros de compacidad y resistencia de los depósitos de suelos granulares gruesos encontrados, por medio de su resistencia “in situ” obtenida por la toma de densidades en campo en los suelos gruesos.

La topografía ondulada refleja formas desarrolladas por materiales acarreado y depositados por las aguas superficiales desde las micro cuencas y la parte baja del flanco andino al este de la faja costera. Además, la planicie ha estado sometida a acción de las aguas superficiales mediante el escurrimiento y las incisiones superficiales por acción de los ríos Chillón, Rímac, y Cañete, es así que esta unidad de extiende en toda la costa central del Perú desde el sur del departamento de Ancash hasta la parte central de Ica.

Estas superficies sub horizontales se hallan con diferentes niveles y etapas de sedimentación, desde las más antiguas hasta las más recientes. Corresponde a los depósitos deyectivos del río Rímac, formado por estratos granulares subredondeados y de composición poligenética, en áreas de gran extensión, en la cual se encuentra ubicado el distrito de Miraflores, hacia la margen izquierda del río Rímac.

Para este estudio se han realizado de acuerdo a las características físicas y mecánicas que presenta la caracterización de los suelos y rocas para ello se ha utilizado el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS, así mismo la norma ASTM, del mismo modo la clasificación ASHTO, al final realizando el cálculo de estabilidad de taludes por el método del SRM.

INDICE

DEDICATORIA

RECONOCIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 01

1.1. Identificación y determinación del problema 02

1.2. Delimitación de la investigación 02

1.3. Formulación del problema 02

 1.3.1 Problema general 02

 1.3.2 Problemas específicos 02

1.4. Formulación de objetivos 02

 1.4.1 Objetivo general 02

 1.4.2 Objetivos específicos 03

1.5. Justificación de la investigación 03

1.6. Limitaciones de la investigación 04

CAPITULO II 05

MARCO TEÓRICO 05

2.1. Antecedentes de estudio 05

2.2. Bases teóricas - científicas 06

2.3. Definición de términos básicos 16

2.4. Formulación de hipótesis	19
2.4.1. Hipótesis general	19
2.4.2. Hipótesis específicas	19
2.5. Identificación de variables	20
2.5.1. Variables independientes.	20
2.5.2. Variable dependientes	20
2.5.3. Variables intervinientes	20
2.6. Definición Operacional de variables e indicadores	21
CAPITULO III	22
METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACIÓN	22
3.1. Tipo de investigación	22
3.2. Métodos de investigación	22
3.3. Diseño de investigación	23
3.4. Población y muestra	23
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	24
3.7. Tratamiento estadístico	24
3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	25
3.9. Orientación de ética	25
CAPITULO IV	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1. Descripción del trabajo de campo	27
4.1.1. Normatividad	28
4.1.2. Ubicación	28

4.1.3. Vías De Acceso	29
4.1.4. Geografía	29
4.1.5. Geología	32
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	34
4.2.1. Investigación de campo	34
4.2.1.1 Trabajos de campo	34
4.2.1.2. Excavación de calicatas	35
4.2.1.3. Ensayo de densidad natural	37
4.2.2. Ensayo de laboratorio	37
4.2.2.1. Ensayos estándar:	38
4.2.2.2. Ensayos especiales	39
4.2.3. Análisis y resultados	40
4.2.3.1. Análisis químico del suelo	40
4.2.3.2. Análisis e interpretación en gabinete	41
4.2.3.2.1. Perfil estratigráfico	41
4.2.3.2.2. Nivel freático	43
4.2.3.3. Análisis de la cimentación	43
4.2.3.3.1. Tipo de cimentación	44
4.2.3.3.2. Profundidad de cimentación	44
4.2.3.3.3. Capacidad de carga de cimentaciones	44
4.2.3.3.4. Capacidad admisible por asentamiento	45
4.2.3.3.5. Asentamiento admisible por distorsión angular	45
4.2.3.3.6. Parámetros para muros de contención	46
4.2.3.4. Diseño del paquete estructural para losa y veredas peatonales	47

4.2.3.4.1. Corte a nivel de sub rasante	47
4.2.3.4.2. Preparación del terreno de fundación o sub rasante	47
4.2.3.4.3. Preparación de la base granular	48
4.2.3.4.4. Agresividad de los suelos	49
4.2.3.4.5. Efectos de sismo	50
4.3. Prueba de hipótesis	51
4.4. Discusión de resultados	51

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXO

ANEXO I: FIGURAS

ANEXO II: PLANOS

ANEXO III: EXPLORACIONES DE CAMPO

ANEXO IV: ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO V: CAPACIDAD ADMISIBLE

ANEXO VI: FOTOGRAFIAS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema:

La Evaluación Geológica y Geotécnica con fines de cimentación tiene programado ejecutar las obras civiles para la construcción del proyecto Edificio Multifamiliar: Berlín 1194, que consta en una edificación de siete (7) pisos y tres (3) sótano, en reemplazo de una edificación antigua que actualmente es de dos pisos que se usa como vivienda, con el cual se estaría modernizando la zona donde se va ejecutar la edificación, y ello va a permitir mejorar las condiciones socio económicas y calidad de vida de la habitantes.

1.2. Delimitación de la investigación:

El presente proyecto estará delimitado por el área del terreno, que se encuentra en la triple intersección de la calle Berlín, la Calle Túpac Amaru y la Av. Aviación del distrito de Miraflores, provincia y departamento de Lima, que comprende un área de aproximada de 559.00 m². y durara hasta que se culmine con los análisis e interpretaciones de datos para establecer los parámetros de cimentación.

1.3. Formulación del problema:

1.3.1. Problema general:

¿Cómo la Evaluación Geológica y Geotécnica con fines de cimentación contribuirá en el Proyecto Edificio Multifamiliar: Berlín 1194, Distrito de Miraflores, Provincia y Región Lima?

1.3.2. Problemas específicos:

¿En qué forma la Evaluación Geológica y Geotécnica influirá en la cimentación del Proyecto Edificio Multifamiliar: Berlín 1194, ¿Distrito de Miraflores, Provincia y Región Lima.

¿De qué manera la Evaluación Geológica y Geotécnica condicionarán en la Cimentación del Proyecto Edificio Multifamiliar: Berlín 1194, ¿Distrito de Miraflores, Provincia y Región Lima?

1.4.. Formulación de objetivos:

1.4.1. Objetivo general:

Conocer el comportamiento y las características geológicas y geotécnicas del área donde se construirá la infraestructura del proyecto Edificio Multifamiliar Berlín N° 1194.

1.4.2. **Objetivos específicos:**

- Identificar los problemas geodinámicos que influyen en la cimentación del Proyecto Edificio Multifamiliar: Berlín 1194, Distrito de Miraflores, Provincia y Región Lima.
- Evaluar las propiedades físicas mecánicas de los suelos y la capacidad de soportar cargas el terreno de fundación, mediante los ensayos o pruebas extraídas en campo y analizadas en laboratorio, desde el punto de vista geológico y geotécnico.
- Sustentar la tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geólogo.

1.5. **Justificación de la investigación:**

El proyecto se justifica porque se determinará la Evaluación Geológica y Geotécnica en la cimentación del Proyecto Edificio Multifamiliar: Berlín 1194, Distrito de Miraflores, Provincia y Región Lima, con el cual se conocerán las características geotécnicas del área de estudio y la cuantificación de los parámetros que permitan establecer el comportamiento y resistencia mecánica del subsuelo que sirvan de base para lograr soluciones adecuadas de diseño.

1.6 Limitaciones de la investigación:

La ejecución y desarrollo del presente proyecto de investigación tiene ciertas limitantes estando entre ellos:

- Se requiere de la aprobación del mencionado proyecto por parte de la Municipalidad Distrital de Miraflores, para poder ser ejecutado.
- La demora al entregar los resultados los laboratorios donde se llevaron a cabo los análisis de las muestras de calicatas, corte directo y de comprensión simple, así mismo el análisis de cimentación y agresión química del suelo al concreto de cimentación.
- Los recursos económicos es una limitante en la ejecución del presente proyecto de investigación.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio:

Existen estudios geológicos y geotécnicos desarrollados en la zona por GEOFAL SAC en el Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, tramo Av. La Molina – Ovalo Monitor, donde se realizó el Estudio de Mecánica de Suelos con Fines de Pavimentación.

Así mismo se han realizado diferentes estudios en todo Lima, referidos a obras de construcción de infraestructuras, puentes, túneles, pistas, etc.

El desarrollo de la presente tesis fue permitido por GEOFAL SAC (Geotecnia y Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos)

algunos datos no serán considerados por ser de carácter reservado para la empresa.

2.2. Bases teóricas - científicas:

La metodología seguida para la ejecución del estudio de suelos comprende básicamente en una investigación de campo a lo largo de la zona definida. Mediante la ejecución de prospección mediante la exploración (calicatas), observándose las características del terreno para luego obtener muestras representativas y en cantidades suficientes para ser sometidas a ensayos de laboratorio. Finalmente con los datos obtenidos en ambas fases se realizan las labores de gabinete, para consignar luego en forma gráfica y escrita los resultados de la Evaluación Geológica y Geotécnica en la cimentación del Proyecto Edificio Multifamiliar: Berlín 1194, Distrito de Miraflores, Provincia y Región Lima.

➤ Densidad Natural

El grado compactación de un suelo o de un relleno se mide cuantitativamente mediante la densidad seca. La densidad seca que se obtiene mediante un proceso de compactación depende de la energía utilizada durante la compactación, denominada energía de compactación, también depende del contenido de humedad durante la realización de la misma (compactación de la capa de suelo).

El ensayo de densidad seca permite obtener la densidad de terreno y así verificar los resultados obtenidos en el proceso de compactación de suelos, en las que

existen especificaciones y una correlación en cuanto a la humedad y la densidad del suelo. Para obtener estas densidades existen los siguientes métodos en terreno:

- Cono de arena
- Balón de caucho o balón de Hule
- Densímetro nuclear

✓ **Método del cono de arena:** El método del cono de arena, se aplica en general a partir de la superficie del material compactado hasta una profundidad aproximada de 15cm. Y cuyo diámetro del hoyo de extracción de suelo es aproximadamente 4 pulgadas y relativo a la abertura de la placa base del cono metálico de ensayo; este método se centra en la determinación del volumen de una pequeña excavación de forma cilíndrica de donde se ha retirado todo el suelo compactado (sin pérdidas de material) ya que el peso del material retirado dividido por el volumen del hueco cilíndrico nos permite determinar la densidad húmeda. Determinándose la humedad de esa muestra nos permite obtener la densidad seca. Se utiliza una arena uniforme estandarizada (arena compuesta por partículas cuarzosas, sanas, no cementadas, de granulometría redondeada y comprendida entre las mallas N° 10 ASTM (2,0 mm.) y N° 35 ASTM (0,5 mm.)) y de granos redondeados para llenar el hueco excavado en terreno .

Previamente en el laboratorio, se ha determinado para esta arena la densidad que ella tiene para las mismas condiciones de caída que este material va a tener en terreno. Para ello se utiliza un cono metálico. El método del cono de arena utiliza una arena uniforme normalizada y de granos redondeados (arena OTAWA con $Cu < 2$) para llenar el hueco excavado en terreno

➤ **Densidad relativa , máxima y mínima**

La densidad relativa es una propiedad índice de los suelos y se emplea normalmente en gravas y arenas, es decir, en suelos que contienen casi exclusivamente partículas mayores a 0.074 mm (malla #200).

La densidad relativa es una manera de indicar el grado de compacidad (compactación) de un suelo y se puede emplear tanto para suelos en estado natural como para rellenos compactados artificialmente.

El uso de la densidad relativa es importante en mecánica de suelos debido a la correlación directa que ella tiene con otros parámetros como por ejemplo: El ensayo proctor, El ensayo C.B.R. Y otros. Relacionados con la capacidad de soporte del suelo.

Conceptualmente la densidad relativa indica el estado de compacidad de cualquier tipo de suelo.

La densidad relativa se obtiene de la determinación de otros parámetros como lo son: Densidad Mínima (suelo suelto), Densidad Máxima (suelo compactado) y la Densidad en Sitio, de estos, los dos primeros se realizan en laboratorio y el último se debe realizar en terreno.

El ensaye es aplicable a suelos que contengan hasta un 12% de partículas finas y un tamaño máximo nominal de 80 mm

$$D_r = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}}$$

Donde:

D_r = Densidad relativa del suelo.

e_{\max} = Índice de vacíos máximo permitido por el suelo.

e_{\min} = Índice de vacíos mínimo permitido por el suelo.

e = Índice de vacíos actual del suelo.

➤ **Ensayo de corte directo**

El ensayo de corte directo consiste en hacer deslizar una porción de suelo, respecto a otra a lo largo de un plano de falla predeterminado mediante la acción de una fuerza de corte horizontal incrementada, mientras se aplica una carga normal al plano del movimiento.

La finalidad de los ensayos de corte, es determinar la resistencia de una muestra de suelo, sometida a fatigas y/o deformaciones que simulen las que existen o existirán en el terreno producto de la aplicación de una carga. La resistencia al esfuerzo cortante en el suelo se debe a dos componentes: la cohesión, aportada por la fracción fina del suelo y responsable, a su vez, del comportamiento plástico de éste y el rozamiento interno entre las partículas granulares o fricción. Para conocer o determinar esta resistencia del suelo, en el laboratorio uno de los equipos que se usa es el aparato de corte directo. El más típico es una caja de sección cuadrada o circular dividida horizontalmente en dos mitades; dentro de ella se coloca la muestra de suelo con piedras porosas en ambos extremos, se aplica una carga vertical de confinamiento y luego una carga horizontal creciente que origina el desplazamiento de la mitad móvil de la caja originando el corte de la muestra. El ensayo de corte directo convencional consiste en someter una muestra situada dentro de este anillo o caja a una carga normal constante y a un esfuerzo lateral que se va incrementando de forma progresiva, de forma que se lleva la muestra hasta la falla.

➤ **Agresividad de los suelos**

Los problemas de durabilidad ocasionada a la cimentación que está en contacto con el suelo, son debido al deterioro y destrucción de los materiales de concreto

por agresividad del medio. Por lo que una vez conocido la zona, se identificó los agentes agresivos probables, sobre la base de las observaciones realizadas en las construcciones cercanas, para definir las medidas de prevención más convenientes.

En la siguiente tabla, se muestra los límites permisibles para concreto expuesto a soluciones con Sulfatos, cloruros y Sales Solubles que se utilizaran en el proyecto.

Límites Permisibles de concentración química

Contenido de:	p.p.m.	Grado de Ataque	Consecuencia
*Sulfatos	0 - 1 000 1 000 - 2 000 2 000 - 20 000 > 20 000	Leve Moderado Severo Muy Severo	Ataque químico al concreto de la cimentación
**Cloruros	> 6 000	Perjudicial	Corrosión de armaduras o elementos metálicos.
**Sales Soluble Totales	> 15 000	Perjudicial	Pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación

* Comité ACI 318-2005

** Experiencia existente

➤ Capacidad de carga de cimentación:

Modelo de Terzaghi: la teoría de Terzaghi es uno de los primeros esfuerzos por adaptar a la mecánica de suelos los resultados de la mecánica del medio continuo. Su teoría es propia para tratar de casos de suelos con cohesión y fricción, bajo las 3 siguientes hipótesis:

- Cimentaciones Superficiales ($D \leq 2B$);
- Cimentaciones Continuas ($L \geq 5B$);

- Ruptura de los Suelos se da de forma generalizada (suelos de consistencia rígida a dura y de compacidad muy compacta a compacta).

Capacidad portante según Terzaghi

Se ha calculado la capacidad admisible de carga para el área en estudio de acuerdo al tipo de edificación. Para tal efecto, se ha utilizado el criterio de Terzaghi-Peck (1967), modificado por Vesic (1973), donde se incluyen los factores de corrección por Forma e Inclinación, dadas por DeBeer (1970) y Meyerhof (1981) respectivamente, según el cual la capacidad última de carga se expresa por la siguiente ecuación:

$$q(ult) = C.Nc.Fcs.Gci + q.Nq.Fqs.Fqi + 1/2 y.B.Ny.Fys.Fyi$$

Dónde:

- $q(ult)$: Capacidad de Carga última.
- $qadm$: Capacidad de Carga admisible.
- FS : Factor de seguridad.
- C : Cohesión del suelo.
- ϕ : Angulo de fricción.
- y : Peso específico del suelo.
- Df : Profundidad de cimentación.
- Nc, Nq, Ny : Factores de carga en función de ϕ .
- Fcs, Fqs, Fys : Factores de forma.

- F_{ci}, F_{qi}, F_{yi} : Factor de inclinación.

Factores de Capacidad de Carga a usar son:

- ✓ **Capacidad de carga:** Vesic (1973)

Debido al estado de compacidad media del suelo de cimentación, se ha considerado la reducción del coeficiente del ángulo de fricción, para considerar el efecto de una posible falla local, para este caso Terzaghi corrigió su teoría introduciendo nuevos valores de c y ϕ en la fórmula de capacidad de carga.

$$✓ \quad c' = 2/3.c \quad \text{tg}\phi' = 2/3 \text{tg}\phi$$

- ✓ **Capacidad de carga ultima neta:** Se define como la presión ultima por unidad de área de la cimentación soportada por el suelo, el exceso de la presión causada por el suelo alrededor al nivel de la cimentación.

$$q \text{ neta} = q(\text{ult}) - q$$

$$q = \gamma \cdot D_f$$

- ✓ **Capacidad admisible de carga del terreno:** Es la carga que tolera el terreno aplicando el factor de seguridad.

➤ **Capacidad admisible por asentamiento:**

El asentamiento elástico inicial según la Teoría de Elasticidad “Lambe y Witman”, está dada por:

$$S_i = \frac{q_{ad} B (1-u'')}{E_s} \text{ If}$$

Dónde:

Si : Asentamiento producido en cm

U : Relación de Poisson

If : Factor de forma (cm/m)

Es : Módulo de elasticidad (t/m²)

Qadm (1) : Capacidad admisible por resistencia (Kg/cm²)

Qadm (2) : Capacidad admisible por asentamiento (Kg/cm²)

B : Ancho de la cimentación

➤ **Asentamiento admisible por distorsión angular**

La presión admisible por asentamiento, es aquella que al ser aplicada por una cimentación de tamaño específico, produce un asentamiento tolerable por la estructura, el límite de los asentamientos tolerables en que se deben observar las inclinaciones para este tipo de estructuras, primeros agrietamientos en muros está limitada como $n = 1/500$, establecida por Polshin y Tokar (1957), basados en el código de construcción de la U.S.S.R. de 1955, tomando en cuenta observaciones de asentamientos en cimentaciones durante 25 años.

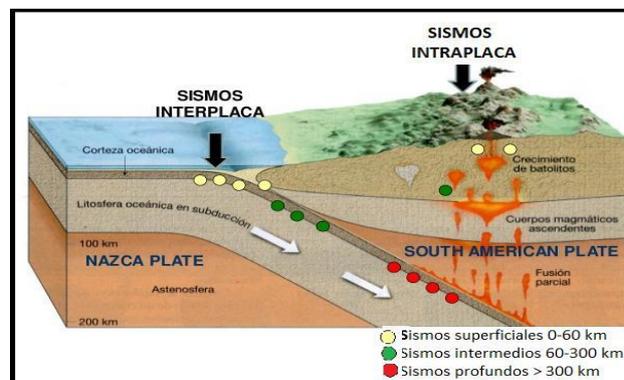
➤ **Sismicidad del Perú**

La ubicación geográfica del Perú, dentro del contexto geotectónico mundial “Cinturón de Fuego Circunpacífico” y la existencia de la placa tectónica de Nazca, que se introduce debajo de la Placa Sudamericana, hacen de nuestro país un territorio con alto índice de sismicidad. Ello se advierte por los continuos

movimientos telúricos producidos a lo largo de nuestra historia; así como por los eventos catastróficos registrados.

La tectónica de la región andina es controlada principalmente por el desplazamiento de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana, esto genera un plano de fricción de ambas placas, originando un número ilimitado de sismos de diversas magnitudes a diferentes niveles de profundidad. “La placa sudamericana crece a partir de la cadena meso-oceánica del Atlántico, avanzando hacia el noroeste con una velocidad de 2 a 3 cm por año, encontrándose con la placa de Nazca en su extremo occidental. A su vez, la placa de Nazca crece en la cadena meso-oceánica del Pacífico y avanza hacia el este con una velocidad de 5 a 10 cm por año, hundiéndose bajo la Placa Sudamericana con una velocidad de convergencia de 7 a 13 cm por año”. (Tavera, H. 1993)

Estos sismos constituyen la principal fuente sismogénica presente en Perú debido a la ocurrencia de sismos de magnitud elevada de manera muy frecuente, los mismos que han producido un alto grado de destrucción y mortalidad en la zona oeste del Perú. La ocurrencia menos frecuente de sismos destructores se produce en el interior del continente, siendo esta la segunda fuente sismogénica, caracterizada por generar sismos de magnitud menor, pero al ser más superficiales son igual de destructivos que los anteriores.



Esquema de sismología en el Perú

El análisis y formulación de los parámetros sísmicos para el diseño de estructuras, ha sido definido dentro del marco conceptual básico del Manual de Diseño de Puentes DGSF – MTC y en lo que aplique, a la Norma Técnica NT-E.30 del Reglamento Nacional de Construcciones del Perú; en este contexto, se ha definido el factor de aceleración máximo de terreno (Z), que se relaciona con la ubicación geográfica y el factor S que es involucrado en el cálculo del efecto de ampliación del suelo.

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla inferior. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

FACTOR DE SUELO "S"				
Suelo Zona	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Cuadros determinados en base a la distribución espacial de la sismicidad documentada en el país, así como a las características de los movimientos sísmicos y a las tendencias de intensidad decreciente con respecto a los epicentros registrados en el Catálogo Sísmico Nacional.

La clasificación Del perfil de suelo presentado en estas zonas es de tipo S1 : Roca y Suelos rígidos.

- **Perfil tipo S1: Roca o suelos muy rígidos**

A este tipo corresponden las rocas con diferentes grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s , entre 500 m/s y 1500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Roca fracturada, con una resistencia a la compresión no confinada q_u mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm²).
- Arena muy densa o grava arenosa densa, con \bar{N}_{60} mayor que 50.
- Arcilla muy compacta (de espesor menor que 20 m), con una resistencia al corte en condición no drenada \bar{S}_u mayor que 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

2.3. Definición de términos básicos:

2.3.1. Calicatas: Excavación pequeña sobre terrenos meteorizados para investigar el sub suelo.

2.3.2. Falla: Es una fractura con desplazamiento de un bloque rocoso con respecto a otro, colindante a éste o de ambos bloques a través de un plano denominado plano de falla. Es el producto de esfuerzos tectónicos.

2.3.3. Diaclasas: Fractura o juntura que aparece en las rocas, ocasionado por esfuerzos tectónicos y que presentan direcciones definidas a las cuales se les denomina sistema de diaclasas.

2.3.5. Geodinámica: Parte de la geología física o geomorfología que estudia los fenómenos geológicos que provocan modificaciones en la superficie terrestre por acción de esfuerzos tectónicos internos (geodinámica interna) o esfuerzos externos (geodinámica externa).

2.3.6. Geotecnia: Ciencia que estudia los procesos geodinámicos externos y la aplicación de los métodos ingenieriles para su control con el objeto de que los efectos destructivos de estos procesos sean mínimos.

2.3.7. Geología Estructural: Es la ciencia que estudia las deformaciones que presenta la corteza terrestre relacionada con el tiempo geológico. Estudia las deformaciones orogénicas, díastróficas, epirogénicas, etc. Las deformaciones pueden los pliegues (homoclinales, anticlinales, sinclinales, domos, etc.), fallas (normales, inversas, etc.), intrusiones (vetas, diques, lacolitos, batolitos, etc.).

2.3.8 Geomorfología: Ciencia que estudia las formas del relieve terrestre teniendo en cuenta su origen, naturaleza de rocas, el clima de la región y las diferentes fuerzas endógenas y exógenas que de modo general entran como factores constructores del paisaje.

2.3.9 . Talud: Superficie inclinada de la roca que se extiende de la base de la cumbre de un cerro acumulada de fragmentos de rocosos.

2.3.10. Clima: Conjunto de condiciones atmosféricas propias de una región, país o comarca.

2.3.11. SUCS: Este sistema unificado se utiliza para la clasificación de suelos para propósitos de ingeniería, el cual permite estimar la calidad y los parámetros resistentes aproximados del macizo, en términos de cohesión y fricción.

2.3.12. Perfil Estratigráfico: Sección estratigráfica local levantada con mucho detalle y representada a escala 1:100 o inferior.

2.3.13. Suelo: Cobertura superficial de la corteza terrestre producto de la alteración de los minerales de las rocas preexistentes. La formación del suelo implica la meteorización química de los minerales primarios dando lugar a nuevos minerales.

2.3.14. Morrenas: Depósito glacial heterogéneo en cuanto a forma y tamaño de los fragmentos, generalmente son se aristas redondeadas por el poco transporte sufrido.

2.3.15. Depósitos aluviales: Término usado para referirse a todo tipo de proceso o material relacionado con los procesos fluviales.

2.3.16. Huaycos: Término autóctono peruano, se refiere a los descensos violentos de grandes masas de lodo, barro y fragmentos rocosos de diferentes dimensiones debido a la saturación con agua de esos materiales sueltos en superficies más o menos inclinados.

2.3.17. Erosión: Es un proceso geológico destructivo que tiende a nivelar la superficie de la corteza terrestre. Implica los siguientes procesos: fracturamiento, fisuramiento, alteración física y/o química, arranque y transporte de materiales por agentes geológicos como el agua, viento, hielo, olas, etc. Es sinónimo de degradación gliptogénesis.

2.3.18. Nivel freático: O manto freático, es el lugar geométrico de los puntos donde la presión del agua es igual a la presión atmosférica. En otras palabras, el nivel freático está definido por los niveles alcanzados por el agua subterránea en pozos de observación (nivel piezométrico).

2.3.19. Estratigrafía sísmica: Estudio de la estratigrafía y facies deposicional a partir de la interpretación de la información sísmica.

2.4. Formulación de hipótesis:

2.4.1. Hipótesis general:

Aplicando procedimientos geológicos y geotécnicos apropiados se determinará la Evaluación Geológica y Geotécnica en la cimentación del Proyecto Edificio Multifamiliar: Berlín 1194, Distrito de Miraflores, Provincia y Región Lima.

2.4.2. Hipótesis específicas:

Hipótesis alterna:

Los parámetros geotécnicos contribuyen en la Evaluación Geológica y Geotécnica en la cimentación del Proyecto Edificio Multifamiliar: Berlín 1194, Distrito de Miraflores, Provincia y Región Lima.

Hipótesis nula:

Los parámetros geotécnicos no contribuyen en la Evaluación Geológica y Geotécnica en la cimentación del Proyecto Edificio

Multifamiliar: Berlín 1194, Distrito de Miraflores, Provincia y Región Lima.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variables independientes

- Tipo de suelo.
- Características del suelo.
- Control y Monitoreo de suelos.

2.5.2. Variable dependiente

- Calicatas y obtención de muestras.
- Datos de laboratorio (Tipos de suelo)
- Límite líquido y límite plástico.

2.5.3. Variables intervinientes

- Aspectos geodinámicos.
- Evaluación de riesgos.
- Clasificación de suelos SUCS.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores:

Se determinara como parámetros de cimentación, de acuerdo a los valores de capacidad admisible y de asentamiento, para los parámetros de diseño y tipo de cimentación, como también del contenido de sales solubles y sulfatos para los cuales

se realizaran análisis químico a una muestra de suelo y en el aspecto geodinámico se determinara el tipo de suelo de acuerdo a la norma de Diseño Sismo – Resistente del RNE

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación:

Método científico, la investigación es exploratoria, descriptiva, experimental y correlacional.

3.2. Métodos de investigación:

El método de investigación a utilizarse será:

- Método aplicativo.
- Método determinativo.
- Método analítico.

3.3. Diseño de investigación:

El método científico, diseño experimental (experimentos puros) en donde se tiene las siguientes fases: Reconocimiento de campo se ejecutarán las calicatas, las muestras serán llevadas al laboratorio para su análisis correspondiente y determinar sus propiedades físicas y químicas luego interpretarlos geomecánicamente, su desarrollo descriptivo, analítico, evaluativo y explicando sus resultados.

3.4. Población y muestra:

La población estará representada por el número de muestras a estudiar que serán las muestras obtenidas de las calicatas o pozos de exploración.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Las técnicas para la recolección de datos consistieron en la toma de la información de campo, para ello se contó con el reconocimiento superficial del área de estudio, en donde se tuvo en cuenta la topografía, recursos hídricos, recursos arqueológicos, flora y fauna, poblaciones y se diseñaron en diversas fases de recolección de la información indicándose de la siguiente manera:

Fase I. Revisión bibliográfica y análisis de una línea de base.

Elaboración del marco teórico, revisión bibliográfica y antecedentes de la investigación, reconocimiento superficial del área de estudio.

Fase II. Trabajo de Campo:

- Recolección de datos físicos, biológicos y sociales del área de estudio.

- Toma sistemática de muestras de las calicatas.
- Levantamientos de planos topográficos y geológicos del área de estudio.
- Determinación de zonas vulnerables en el área de estudio.

Fase III. Trabajo de Gabinete:

- Diseño de planos topográficos, geológicos y muestreo del área de estudio.
- Se usarán los métodos de clasificación geomecánica, técnicas y procedimientos de trabajo de interpretación geomecánica.
- Elaboración de perfiles estratigráficos de cada calicata.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos:

La metodología empleada para la recolección de datos para la elaboración de la presente evaluación fueron la descriptiva y la experimental que consistieron de la

Siguiente manera:

- Muestreos sistemáticos de las calicatas.
- Terminando con el informe y la elaboración de la presente tesis “Evaluación Geológica y Geotécnica con fines de cimentación en el Proyecto Edificio Multifamiliar: Berlín 1194, Distrito de Miraflores, Provincia y Región Lima”.

3.7. Tratamiento estadístico:

Se agruparon datos geológicos y geotécnicos estadísticamente y el tratamiento correspondiente del mismo.

Se aplicó estadística inductiva, debido a que a partir del conocimiento derivado de unas muestras se pretende caracterizar la población . Así como la estadística descriptiva por referirse a la recolección, presentación, descripción , análisis e interpretación de una colección de datos de muestras recolectadas en el terreno, en esencia consiste en resumir estos con uno o dos elementos de información (medidas descriptivas) que caracterizan la totalidad de los mismos.

Se observó las características físicas y químicas del suelo del terreno, los resultados obtenidos serán procesados mediante un ordenador, luego toda la información obtenida será procesada mediante un análisis estadístico y la presentación del estudio de investigación definitivo.

3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación:

Una vez planteada la hipótesis, el mismo fue validado mediante los análisis realizados, a través de cuadros en donde se observa el resultado obtenido de cada ensayo y los respectivos cálculos.

De acuerdo a las variables a medir: propiedades físicos, químicos, estos fueron realizados en laboratorios de ensayo cuyos instrumentos y métodos de ensayo, se ejecutaron siguiendo las normas de la American Society For Testing and Materials (ASTM)

3.9. Orientación de ética:

La investigación cumple con los estándares de comportamiento ético esperado, como normas éticas se consideró:

- El cuidado y protección de la gente, medio ambiente y la propiedad durante el desarrollo del trabajo de investigación.

- La información recabada de otros autores es citada, respetando la propiedad de los mismos.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo:

La Evaluación Geológica y geotécnica se realizó a solicitud de la empresa HJC Inversiones SAC, tiene programado ejecutar las obras civiles para la construcción del proyecto Edificio Multifamiliar: Berlín 1194, que consta en una edificación de siete (7) pisos y tres (3) sótano, se encuentra ubicado en la calle Berlín N°1194, Distrito de Miraflores, Provincia y Departamento de Lima, que comprende un área de aproximada de 559.00 m². Actualmente en el terreno se encuentra una edificación antigua de dos (2) piso para usos Vivienda.

Se solicitó el servicio a la empresa Geofal SAC, para la realización del Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación del proyecto en mención, con la finalidad de determinar las características del suelo de cimentación y su capacidad de soporte.

4.1.3. Vías de acceso:

La vía de acceso al área de estudio es:

Primero: Se va partiendo desde la plaza Centro América, siguiendo por la Av. Aviación, y luego en la primera cuadra se encuentra la intersección con la calle Túpac Amaru con la calle Berlín, exactamente el proyecto está en la calle Berlín N° 1194 Distrito de Miraflores, Provincia y Departamento de Lima.

Segundo: Es por la Vía Expresa Paseo de la Republica, siguiendo por la Av. Ricardo Palma, luego por la Av. José Pardo y finalmente por la Calle Túpac Amaru hasta intersectar con la Av. Aviación con la calle Berlín.

4.1.4 Geografía:

4.1.4.1. Condición climática :

Por la ubicación geográfica el distrito de Miraflores, corresponde a un Clima Tropical sin embargo debido a la presencia del corriente de aguas frías (Corriente de Humboldt) que no favorecen una mayor evaporación, las características climáticas cambian de tropicales a subtropicales con ambientes desérticos, áridos y semiáridos.

- **Precipitación pluvial:** El distrito de Miraflores es afectada frecuentemente por las lloviznas, que suelen ser de larga duración, pero siempre es de poca densidad, en general, las lloviznas son precipitaciones uniformes, formadas sólo por gotas menores de 0,5 mm de diámetro.

- **Temperatura:** La temperatura media anual es de 18 °C (64,4°F). La temperatura máxima en los meses de verano (enero-marzo) puede llegar a los 30°C (86°F) y la mínima a los 12°C (53°F) en época de invierno.

- **Humedad:** Las estaciones correspondientes, están en función de la alta humedad atmosférica que domina el ambiente de la capital.

4.1.4.2. Topografía:

El área de Lima Metropolitana y Callao se ubica en la costa del Océano Pacífico, tiene una extensión aproximada de 3,923.56 Km² y una longitud de costa de 65 Km, hacia el Este se inicia en las estribaciones del ramal occidental de la cordillera de los Andes. Por el Norte limita con el valle del Río Chillón y por el Sur con el valle del Río Lurín, el área es predominante plana con pendientes de 4% a 5% en dirección NE-SO.

4.1.4.3. Geomorfología:

4.1.4.3.1. Geomorfología Regional:

Las llanuras costaneras, representan una de las principales unidades geomorfológicas que se distribuyen en el territorio peruano, esta unidad se extiende en la región geográfica Costa y se emplaza a manera de una faja longitudinal estrecha paralela a la cadena andina, con un ancho variable de 5 y 30 Km. comprendida desde el nivel

medio del mar en el litoral Pacífico y las estribaciones bajas del fuerte andino a una altitud estimada de 500 m.s.n.m.

La topografía ondulada refleja formas desarrolladas por materiales acarreados y depositados por las aguas superficiales desde las micro cuencas y la parte baja del flanco andino al Este de la faja costera. Además, la planicie ha estado sometida a acción de las aguas superficiales mediante el escurrimiento y las incisiones superficiales por acción de los ríos Chillón, Rímac, y Cañete, es así que esta unidad se extiende en toda la costa central del Perú desde el Sur del departamento de Ancash hasta la parte central de Ica.

4.1.4.3.1. Geomorfología local:

En las inmediaciones del área de estudio se presentan las siguientes unidades geomorfológicas más representativas:

- a. Terrazas aluviales antiguas.** - Estas superficies sub horizontales se hallan con diferentes niveles y etapas de sedimentación, desde las más antiguas hasta las más recientes. Corresponde a los depósitos deyectivos del río Rímac, formado por estratos granulares subredondeados y de composición poligenética, en

áreas de gran extensión, en la cual se encuentra ubicado el distrito de Miraflores, hacia la margen izquierda del río Rímac.

- b. Borde litoral.** - Se presenta hacia la playa marina, formando un cordón de material de cobertura de origen marino y aluvial.

4.1.5 Geología:

La ciudad de Lima se ubica sobre los abanicos de deyección cuaternarios de los ríos Rímac y Chillón, enmarcados en rocas sedimentarias del Jurásico Superior al Cretáceo Inferior y rocas intrusivas del Batolito Andino.

Este cono consiste de material aluvial de estructura lentiforme, donde se superponen depósitos de cantos rodados, arena, arcilla y limo, en forma heterogénea (conglomerado). Estos sedimentos aluviales han sido depositados durante la última etapa del Pleistoceno sobre el zócalo rocoso más antiguo, compuesto por rocas Mesozoicas.

Debido a movimientos tectónicos basculantes, el cauce del río ha evolucionado virando de SO a NO, desde fines del Terciario Superior y comienzos del Pleistoceno, en que el río tenía un gran poder erosivo, hasta el Holoceno en que disminuye su poder erosivo, dejando en este lapso terrazas aluviales que caracteriza la geomorfología del área final del cono deyección.

El distrito de Miraflores comprende grandes terrazas aluviales que ocupa la parte baja de la Cuenca del río Rímac conocida como cono de deyección. Los materiales de cobertura ocupan mayores extensiones y están representados por depósitos marinos y aluviales. Los depósitos marinos se distribuyen en la zona de litoral, están constituidos por granos de arena media a gruesa, y mantienen condiciones inestables por la escasa consistencia y por el contenido de sales. El depósito de este sector configura los depósitos aluviales los cuales están constituidos por limos y predominio de gravas, tienen cierta uniformidad y homogeneidad en el depósito.

- **Depósitos Fluvio-aluviales.** - Están conformados en general por gravas arenosas limosas con fragmentos rocosos subredondeados que se presentan depositados en toda el área del estudio, estos depósitos que son más antiguos tienen una mejor consolidación, que los depósitos fluviales más recientes que se encuentran en las partes aledañas del cauce actual del río Rímac.

- **Grupo Morro Solar.** - Se presenta hacia la parte de Chorrillos, lo conforman las siguientes Formaciones: Formación Marcavilca, constituido por areniscas, cuarcitas de grano fino a medio; la Formación Herradura, consiste en una secuencia de estratos de areniscas gris

verdosas con alternancia de delgadas capas de lutitas rojizas.

Formación Salto del Frayle, lo constituyen bancos de calizas con estratos de areniscas y horizontes volcánicos.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados:

En el análisis geotécnico de los suelos para cimentación del terreno donde se construirá el proyecto Edificio Multifamiliar: Berlín 1194, que consta en una edificación de siete (7) pisos y tres (3) sótano, en reemplazo de una edificación antigua, en el distrito de Miraflores, provincia y región de Lima, se definirán los tipos de suelos, la profundidad del nivel freático, los niveles de cimentación de las estructuras, la capacidad de soporte del terreno de cimentación. Estos factores servirán para el diseño estructural de la edificación.

Asimismo, se evaluarán las características de deformación de los suelos ante las cargas de las estructuras, para obtener los asentamientos y compararlos con los máximos permisibles.

4.2.1. Investigación de campo:

4.2.1.1 Trabajos de campo:

Para determinar las características del subsuelo en el área de estudio, se consideró la ejecución de tres (03) calicatas o excavaciones a cielo abierto, ello nos ha permitido obtener la secuencia representativa del perfil estratigráfico, ubicadas convenientemente en toda el área de estudio.

En cada una de las calicatas se llevó a cabo una detallada descripción de los tipos de subsuelo encontrados, de las cuales se extrajeron muestras alteradas de los estratos más representativos, las cuales fueron

identificadas y almacenadas en bolsas polietileno, para su posterior análisis en el laboratorio de mecánica de suelos del consultor.

Paralelamente a la operación de exploración se efectuaron comprobaciones de campo para determinar los parámetros de compacidad y resistencia de los depósitos de suelos granulares gruesos encontrados, por medio de su resistencia “in situ” obtenida por la toma de densidades en campo en los suelos gruesos.

En el Cuadro N° 01 se muestra la ubicación del proyecto en coordenadas, Formato UTM UPS mapa WGS 84.

Cuadro N° 01
Ubicación de calicatas

Coordenadas	
E	N
277 811	8 659 342

En el Plano P-02, Anexo I se indica la ubicación de las calicatas

4.2.1.2. Excavación de Calicatas:

Con el objeto de realizar una mayor investigación de toda el área de estudio para determinar las características del subsuelo y determinar el perfil estratigráfico, consistió en realizar tres (03) calicatas o pozos estratégicamente ubicadas dentro del área en estudio, realizados manualmente, hasta profundidades máximas de 10.00 m con respecto al nivel del terreno de cada calicata.

En el Cuadro N° 02, se muestra el resumen de las calicatas y la

profundidad alcanzada.

Cuadro N° 02
Resumen de las calicatas

Calicata	Profundidad (m)
C - 1	10.00
C-2	10.00
C-3	10.00

Inicialmente se realizó una clasificación manual-visual del perfil estratigráfico de cada calicata y se tomaron muestras representativas disturbadas de los diferentes estratos para la ejecución de los ensayos de laboratorio, para lo cual cada muestra fue identificada y convenientemente embalada en bolsas herméticas de polietileno para enviarlas al laboratorio, y poder identificar el tipo de material, así como sus características físicas, mecánicas y químicas.

En el Cuadro N° 03 se observa el número de muestras por calicata y la profundidad a la cual se extrajo las muestras.

Cuadro N° 03
Resumen de muestras obtenidas de las calicatas

Calicata	Muestra	Profundidad (m)
C-1	M-1	0.00 - 1.10
	M-2	1.10 - 5.00
	M-3	5.00 - 6.00
	M-4	6.00 - 10.00
C-2	M-1	0.00 - 0.90
	M-2	0.90 - 4.50
	M-3	4.50 - 5.80
	M-4	5.80 - 10.00
	M-1	0.00 - 0.90

C-3	M-2	0.90 - 2.50
	M-3	2.50 - 4.60
	M-4	4.60 -10.0

En el Plano P-03, Anexo I se indica los registros del perfil estratigráfico de las Calicatas.

4.2.1.3. Ensayo de densidad natural:

Para determinar la densidad “in-situ” del suelo se realizaron ensayos de densidad de campo por el método del cono de arena para el caso de materiales granulares.

Cuadro N° 04
Ensayo de densidad de Campo

Ensayo de densidad	Calicata	Muestra	Densidad seca (g/cm ³)	Contenido Humedad (%)	Densidad húmeda (g/cm ³)
Densidad Natural	C-2	M-4	2.091	2.4	2.141
Densidad corregida	C-2	M-4	1.658	2.4	1.697

4.2.2. Ensayo de laboratorio:

Las muestras representativas obtenidas del subsuelo, de la investigación de campo, fueron enviados al laboratorio de suelos del Consultor, para los ensayos estándar, especiales y químicos, que se efectuaron siguiendo las Normas de la American Society for Testing and Materials (ASTM) y las normas NTP.

4.2.2.1. Ensayos estándar:

Se tomaron muestras alteradas de las excavaciones (calicata) para la ejecución del ensayo estándar de clasificación de suelos y propiedades físicas en el laboratorio, cada muestra fue identificada convenientemente y embalada en bolsas de polietileno, los ensayos se ejecutaron siguiendo las normas de la American Society For Testing and Materials (ASTM).

Las normas para estos ensayos son las siguientes:

- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D - 422
- Contenido de humedad ASTM D – 2216
- Límites de Atterberg ASTM D – 4318
- Clasificación SUCS ASTM D - 2487

Las muestras han sido clasificados utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), en el Cuadro N° 05 se presentan los resultados.

Cuadro N° 05
Resumen de los Ensayos Estándar de Clasificación de Suelos

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Granulometría (%)			Límite de Atterberg			W (%)	Clasific. SUCS
			Grava	Arena	Finos	L.L.	L.P.	I.P.		
C-1	M-1	0.00 - 1.10	6.2	43.8	50.1	19.9	13.3	6.6	11.7	CL-ML
	M-2	1.10 - 5.00	62.8	33.1	4.1	0.0	N.P	N.P	2.2	GP
	M-3	5.00 - 6.00	58.3	38.5	3.3	0.0	N.P	N.P	1.7	GP
	M-4	6.00 - 10.00	69.5	28.3	2.2	0.0	N.P	N.P	1.6	GW
C-2	M-1	0.00 – 0.90	34.6	37.1	28.2	20.6	14.4	6.3	6.2	SC-SM
	M-2	0.90 – 4.50	62.1	36.1	1.7	0.0	N.P	N.P	1.9	GP
	M-3	4.50 – 5.80	68.2	28.9	2.9	0.0	N.P	N.P	1.9	GW
	M-4	5.80 – 10.00	70.1	28.2	1.7	0.0	N.P	N.P	2.4	GW

C-3	M-1	0.00 – 0.90	35.0	30.3	34.8	22.5	15.4	7.1	2.6	GC
	M-2	0.90 – 2.50	69.2	28.7	2.0	0.0	N.P	N.P	0.9	GW
	M-3	2.50 – 4.60	64.9	31.7	3.4	0.0	N.P	N.P	1.2	GP
	M-4	4.60 -10.00	60.8	36.7	2.5	0.0	N.P	N.P	1.0	GP

L.L.: Limite liquido

L.P.: Limite Plástico

I.P.: Índice de plasticidad

W: Contenido de humedad

Los certificados de los ensayos de laboratorio se presentan en el Anexo III

4.2.2.2. Ensayos especiales:

➤ Ensayo densidad relativa, máxima y mínima:

Se han calculado las densidades relativas de los suelos existentes a las profundidades de cimentación escogidas.

Se presentan los resultados de los ensayos de Máxima Densidad en Cuadro N° 06

**Cuadro N° 06
Resumen de los ensayos de Densidad**

Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Densidad Mínima (gr/cm ³)	Densidad Máxima (gr/cm ³)	Densidad Natural seca (gr/cm ³)	Densidad Relativa (%)
C-2	M-4	5.80 – 10.00	1.401	1.872	1.658	61.6

Los certificados de los ensayos de ensayo de densidad se presentan en el Anexo III

Cuadro N° 08
Resumen de los análisis químicos en suelos

Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Sulfatos (ppm)	SST (ppm)
C-2	M-4	5.80 – 10.00	141	1200

4.2.3.2. Análisis e interpretación en gabinete:

Esta fase comprende, tanto el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en las dos fases precedentes, exploración geotécnica en campo y los resultados de los ensayos de laboratorio, como la elaboración de criterios para el análisis de la cimentación conociendo los tipos de terreno y sus características, sobre el cual se cimentará la estructura proyectada y el efecto sobre el mismo.

4.2.3.2.1. Perfil estratigráfico:

Sobre la base de los registros de excavaciones (calicatas), inspección visual del terreno y resultados de los ensayos de laboratorio, se ha definido los siguientes perfiles estratigráficos del área de estudio.

Calicata C-1:

- **M-1**, De 0.00 a 1.10m, **CL-ML** Arcillas inorgánicas con arenas finas limosas o arcillosas, mezcla de arenas y arcillas inorgánicas de color negro, escaso contenido de gravas de canto rodado, bajo contenido de humedad, compacidad suave.

- **M-2**, De 1.10 a 5.00m, **GP** Gravas pobremente gradadas, con arena con partículas sub redondeadas, color plomo, presencia de grava en 62.8%, arena 33.1 % y fino 4.1%; moderado contenido de humedad,

compacidad media.

- **M-3**, De 5.00 a 6.00m, **GP** Gravas pobremente gradadas, mezcla de gravas de canto rodado con matriz de color amarillo, presencia de grava en 58.3%, arena 38.5 % y fino 3.3%; moderado contenido de humedad, compacidad media.

- **M-4**, De 6.00 a 10.00m, **GW** Gravas bien gradadas, mezclas gravosas de color plomo, presencia de grava en 69.5%, arena 28.3 % y fino 2.2%; moderado contenido de humedad, compacidad compacta.

Calicata C-2:

- **M-1**, De 0.00 a 0.90m, **SC-SM Arenas** arcillosas y limosas, mezcla de arena - limo - arcilla, presencia de grava en 34.6%, arena 37.1 % y fino 28.2%; bajo contenido de humedad, compacidad suave.

- **M-2**, De 0.9 a 4.50m, **GP** Gravas pobremente gradadas, con arena con partículas sub redondeadas, color plomo, presencia de grava en 62.1%, arena 36.1 % y fino, 7%; bajo contenido de humedad, compacidad suave.

- **M-3**, De 4.50 a 5.80m, **GW** Gravas bien gradadas, mezclas gravosas de color amarillo, presencia de grava en 68.2%, arena 28.9 % y fino 2.9%; bajo contenido de humedad, compacidad media.

- **M-4**, De 5.80 a 10.00m, **GW** Gravas bien gradadas, mezclas gravosas de color plomo, presencia de grava en 70.1%, arena 28.2 % y fino 1.7 %; bajo contenido de humedad, compacidad compacta.

Calicata C-3:

- **M-1**, De 0.00 a 0.90m, **GC** Gravas arcillosas, mezcla grava – arena arcillosa, de color negro, presencia de grava en 35.0%, arena 30.3% y fino

34.8%; bajo contenido de humedad, compacidad suave.

- **M-2**, De 0.90 a 2.50m, **GW** Gravas bien gradadas con cantidades mínimas de fino, de color plomo, presencia de grava en 69.2%, arena 28.7% y fino 2.0%; bajo contenido de humedad, compacidad suave.

- **M-3**, De 2.50 a 4.60m, **GP** Gravas pobremente gradadas con mezcla de fino, de color plomo, presencia de grava en 64.9%, arena 31.7% y fino 3.4%; moderado contenido de humedad, compacidad media.

- **M-4**, De 4.60 a 10.00m, **GP** Gravas pobremente gradadas con poco contenido de fino, de color plomo, presencia de grava en 60.8%, arena 36.7% y fino 2.5%; moderado contenido de humedad, compacidad compacta.

4.2.3.2.2. Nivel freático:

La verificación del nivel freático en la zona en estudio, se realizó al momento de ejecutar las prospecciones de campo. En las calicatas efectuadas hasta la profundidad de 10.00m no se detectó el nivel de la napa freática.

4.2.3.3. Análisis de la cimentación:

Se presenta a continuación el análisis de la cimentación, que incluye recomendaciones para su diseño, realizada sobre la base de las características del terreno de fundación, suelo GW gravas bien gradadas, y el tipo de estructura proyectada.

4.2.3.3.1. Tipo de cimentación:

Dada la naturaleza del terreno encontrado, gravas arenosas, se recomienda utilizar cimentaciones superficiales: zapatas cuadradas aisladas y cimentaciones continuas.

- Zapata Cuadrada de $B = 1.50\text{m}$ $L = 1.50\text{ m}$.
- Cimiento Continuo de $B = 0.60\text{m}$ $L = 5.00\text{ m}$.

4.2.3.3.2. Profundidad de cimentación:

De acuerdo a las características físico-mecánicas del subsuelo y solicitaciones de carga, la profundidad de desplante para las cimentaciones será igual o mayor a $D_f = 1.50\text{ m}$ en el caso de zapatas y $D_f = 1.50\text{ m}$ para los Cimientos continuo, por debajo del nivel de excavación del ultimo sótano, tomando como referencia el Nivel de la subrasante terminada.

4.2.3.3.3. Capacidad de carga de cimentaciones:

Se ha calculado la capacidad admisible de carga para el área en estudio de acuerdo al tipo de edificación. Para tal efecto, se ha utilizado el criterio de Terzaghi-Peck

Cuadro N° 9
Calculo de la capacidad admisible por resistencia

Tipo de cimentación	Df. (m)	B (m)	L (m)	Terzaghi
Zapata Cuadrada	1.50	1.50	1.50	5.44
Cimiento continuo	1.50	0.60	5.00	3.73

Estos valores de capacidad admisible serán verificados por el asentamiento permisible.

4.2.3.3.4. Capacidad admisible por asentamiento:

Para este tipo de suelo (GW), gravas bien gradadas, donde irá desplantada la cimentación es conveniente considerar un módulo de elasticidad de $E = 700 \text{ kg/cm}^2$ y un coeficiente de Poisson de $u = 0.15$.

Los cálculos de asentamiento se han realizado considerando una cimentación flexible.

Se considera además que los esfuerzos transmitidos son iguales a la capacidad admisible de carga.

**Cuadro N° 10
Resumen de la capacidad admisible por asentamiento**

Cimiento	B (m)	Df. (m)	Q. Adm. (kg/cm²)	Si Flexible Centro (cm)	Si Flexible Esquina (cm)
Zapata Cuadrada	1.50	1.50	5.44	1.28	0.64
Cimiento continuo	0.60	1.50	3.73	0.66	0.33

En el Anexo IV se presenta la hoja de cálculo de la capacidad admisible de suelos por asentamiento.

4.2.3.3.5. Asentamiento admisible por distorsión angular:

En un sistema aporticado es posible estimar la distorsión angular que tendrán las estructuras de cimentación asumiendo las distancias de

separación que estas tendrán en la profundidad de desplante, así de acuerdo al plano de arquitectura proporcionado se identificó las distancias máximas de separación en ambas direcciones.

Cuadro N° 11
Resumen de Distorsión angular

Distancias entre zapatas		Distorsión angular esperada			
Longitudinales	5.00 m	Por carga admisible	0.00128	<	0.0020
			0.00128	<	0.0020
Transversales	4.00 m	Por carga admisible	0.00160	<	0.0020
			0.00160	<	0.0020

En el Anexo IV se presenta la hoja de cálculo de las distorsiones angulares y de los asentamientos diferenciales.

4.2.3.3.6. Parámetros para Muros de contención:

El suelo adyacente al muro de contención, ejerce sobre este una fuerza que tiende a deslizarlo. La determinación de estas fuerzas se basa en los coeficientes de empuje activo (K_a) y pasivo (K_p).

El empuje activo, considera la parte del suelo que es el que produce el efecto de movimiento sobre la estructura. El empuje pasivo, considera la parte del suelo que queda opuesto a la zona de empuje activo, y que colabora a su sostenimiento.

Se ha considerado que el muro es vertical y el terreno horizontal, el valor de K_a y K_o es el siguiente:

El peso unitario de la grava medianamente densa es de 2.14 Tn/m³. El ángulo de fricción interna para arenas finas y arenas limosas con la

densidad hallada en la calicata es de 36.95°

Cuadro N° 12

Calculo de coeficiente de empuje

Litología	Ka	Kp	Ko
GW	0.25	4.01	0.40

4.2.3.4. Diseño del paquete estructural para losa y veredas peatonales:

4.2.3.4.1. Corte a nivel de sub rasante:

Los cortes deben estar considerados según mande las cotas o niveles hasta una cota ligeramente mayor que el nivel proyectado, para que al preparar y compactar el terreno natural llegue a los niveles establecidos; además tendrá el ancho especificado en el proyecto.

4.2.3.4.2. Preparación del terreno de fundación o sub rasante:

Se denomina sub rasante al nivel terminado del terreno natural ubicado debajo de la base granular. Este terreno de fundación se logrará retirándose todo elemento extraño al suelo de fundación (material indeseable, restos de desperdicios u orgánico, etc.), la cual se deberá conformar el terreno hasta un nivel - 0.25m, con respecto al nivel de la base granular de la losa o veredas de concreto.

Luego se humedecerá y compactará por capas con equipo manual que garanticen el grado de compactación deseado, en capas no menor de 10cm y no mayor de 15cm. Cada una hasta alcanzar un grado de compactación no menor al 95% de la máxima densidad seca del

Ensayo de Próctor Modificado. Eliminado material mayor a 3" (7.5cm).

4.2.3.4.3. Preparación de la base granular:

La capa de base granular tendrá un espesor compactado de 15.00cm., que estará conformado por material que cumplan las especificaciones técnicas EG 2000 establecido por el Ministerio de Transporte para material, compactada al 95% de la máxima densidad seca del Ensayo de Próctor Modificado, la compactación será con un equipo apropiado que garantice la compactación deseada, en capas no menor de 10cm. La variación del Optimo Contenido de Humedad de laboratorio y el obtenido en campo, puede alternar en un rango de +/- 2.0%.

El material de la capa de base granular deberá ser material A-1, compactado al 95% de la Máxima Densidad Seca del Ensayo de Próctor Modificado y deberá cumplir la siguiente granulometría:

Tabla N° 01
Gradación para material de afirmado

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1 ")	---	75 - 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4.75 mm (N° 4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2.0 mm (N° 10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
4.25 um (N° 40)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
75 um (N° 200)	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

4.2.3.4.4. Agresividad de los suelos:

Según los certificados del análisis químico, la concentración de sustancias perjudiciales al concreto y acero, son las que se muestran en el Cuadro N° 08.

En el Tabla N° 02, se muestra los límites permisibles para concreto expuesto a soluciones con Sulfatos, cloruros y Sales Solubles.

Tabla N° 02
Límites Permisibles concentración química

Contenido de:	p.p.m.	Grado de Ataque	Consecuencia
*Sulfatos	0 - 1 000 1 000 - 2 000 2 000 - 20 000 > 20 000	Leve Moderado Severo Muy Severo	Ataque químico al concreto de la cimentación
**Cloruros	> 6 000	Perjudicial	Corrosión de armaduras o elementos metálicos.
**Sales Soluble Totales	> 15 000	Perjudicial	Pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación

* Comité ACI 318-2005

** Experiencia existente

Los resultados de los análisis químicos permiten deducir el siguiente comportamiento.

- Con respecto a las sales solubles totales, no existe ninguna norma de suelos que indique valores máximos permisibles; sin embargo, se permite tomar las precauciones necesarias, Bde manera que dichas concentraciones no perjudiquen al concreto, de los resultados obtenidos se concluye que los niveles de sales están por debajo del límite y se tendrá un grado de ataque

No perjudicial en las estructuras de cimentación.

- Con respecto a los Sulfatos: de acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio existe un ataque químico Leve al concreto, se recomienda el uso de cemento tipo I con una relación agua cemento (A/C) de 0.50.

4.2.3.4.5. Efectos de sismo:

Para el proyecto en mención, según el mapa de Intensidad Sísmica que se anexa y de acuerdo a las normas sismo resistente E-030 del reglamento nacional de edificaciones, que se ubica específicamente en el distrito de Miraflores, Provincia y Departamento Lima, le corresponde una sismicidad Alta, de intensidad VIII en la Escala de Mercalli modificado.

Dentro de los alcances de la “Norma Técnica de Edificaciones E.030” de “Diseño sismo resistente”, la fuerza sísmica horizontal (V) que debe utilizarse para el diseño de una estructura.

La clasificación del perfil de suelo presentado en estas zonas es del tipo S1: Suelos Rígidos.

Cuadro N° 10

	Parámetros del Suelo			
Tipo	Descripción	TP	TL	S
S1	Suelos rígido	0.4s	2.5s	1.00

Por tanto, el área en estudio se encuentra ubicada en “Zona 4” del mapa de Zonificación Sísmica del Perú, teniendo los parámetros geotécnicos correspondientes que se muestra a continuación:

- Factor de Zona	$Z = 0.45$
- Perfil de Suelo tipo	S1
- Período Predominante	$T_p=0.4s$ $T_l=2.5s$
- Factor de amplificación del suelo	$S = 1.00$

4.3. Prueba de hipótesis:

Damos por aceptado la hipótesis de que: Aplicando procedimientos geológicos y geotécnicos apropiados se determinará la Evaluación Geológica y Geotécnica en la cimentación del Proyecto Edificio Multifamiliar: Berlín 1194, Distrito de Miraflores, Provincia y Región Lima.

Debido a que sin aplicar la evaluación geológica y geotécnica NO SE PODRA DETERMINAR LOS PARAMETROS ADECUADOS PARA LA CIMENTACIÓN.

Así mismo, se acepta las hipótesis específica dando como:

- Si los parámetros geotécnicos contribuyen en la Evaluación Geológica y Geotécnica en la cimentación del Proyecto Edificio Multifamiliar: Berlín 1194, Distrito de Miraflores, Provincia y Región Lima.

4.4. Discusión de resultados:

La evaluación se direcciona a suministrar recomendaciones para la cimentación de la estructura que se construirá. Determinando parámetro geotécnicos, para ello ha sido necesario llevar a cabo investigaciones geológicas y geotécnicas básicas del suelo del área del terreno y un numero de análisis para evaluar las condiciones de estabilidad para la cimentación aplicando tecnologías adecuadas.

Como parte de las investigaciones geológicas y geotécnicas realizadas, se ha caracterizado, y clasificado el tipo de suelo del área del terreno y se ha determinado sus propiedades de resistencia para la cimentación, asimismo se ha evaluado la profundidad del nivel freático.

De la base de los registros de excavación se determinó las características de terreno de fundación como suelos GW gravas bien gradadas y gravas arenosas y el tipo de estructura que se proyectara, también de los resultados de los ensayos químicos de las muestras donde se cimentara la estructura se determinó hay un nivel bajo de concentración para sales solubles y por lo tanto no es perjudicial para el concreto de la estructura, sin embargo el nivel de concentración del sulfato permite un ataque químico leve al concreto .

De los estudios realizados también se determinaron los parámetros de diseño y tipo de cimentación, así como la capacidad admisible y asentamiento.

Por ultimo de acuerdo a la Norma de Diseño Sismo-Resistente se determinó los parámetros del suelo, encontrándose en un suelo tipo S1 Suelos rígidos, con una sismicidad alta, de intensidad VIII en la escala de Mercalli modificado.

CONCLUSIONES

- La presente tesis se ha desarrollado con la finalidad de investigar las características del suelo para desarrollar el Diseño Estructural de la Cimentación, del proyecto: “Edificio Multifamiliar: Berlín 1194”, ubicada en la calle Berlín N° 1194, en el distrito de Miraflores, provincia y departamento de Lima, que comprende un área aproximada de 559.00 m².
- Con el propósito de identificar las características físicas, mecánicas y químicas de suelo de fundación, se ubicaron 3 calicatas o excavaciones a cielo abierto, hasta una profundidad máxima de 10.00m, se extrajeron muestras del suelo que fueron analizadas en el laboratorio, lo que permitió conocer la estratigrafía de la zona en estudio.
- Los ensayos estándar de clasificación de suelos, ensayos especiales se realizaron en el laboratorio del consultor especialista en mecánica de suelos, así como los ensayos químicos, de tal manera que nos permiten identificar e interpretar las características del terreno en la zona en estudio y determinar el perfil estratigráfico.
- De acuerdo a la Norma de Diseño Sismo-Resistente del RNE, el área de estudio se encuentra comprendida en la Zona 4 en la Zonificación Sísmica del Perú con un factor de zona = 0.45 g, de acuerdo al perfil presentado en la zona se debe considerar un suelo de tipo S1 Suelo rígido, con período predominante de $T_p = 0.4$ seg. $T_1 = 2.5$ seg. y factor de amplificación del suelo $S=1.0$

- La zona de interés, se encuentra en la parte baja del cono deyectivo de los ríos Rímac y Chillón, comprende grandes terrazas aluviales, formado por estratos granulares subredondeados y de composición poligenética; en los perfiles de las calicatas se muestra la siguiente composición:
 - Calicata C-1, De 0.00 a 1.10m, CL-ML Arcillas inorgánicas con arenas finas limosas o arcillosas, mezcla de arenas y arcillas inorgánicas de color negro, escaso contenido de gravas de canto rodado, bajo contenido de humedad, compacidad suave. De 1.10 a 5.00m, GP Gravas pobremente gradadas, con arena con partículas sub redondeadas, color plomo, presencia de grava en 62.8%, arena 33.1 % y fino 4.1%; moderado contenido de humedad, compacidad media. De 5.00 a 6.00m, GP Gravas pobremente gradadas, mezcla de gravas de canto rodado con matriz de color amarillo, presencia de grava en 58.3%, arena 38.5 % y fino 3.3%; moderado contenido de humedad, compacidad media. Y finalmente de 6.00 a 10.00m, GW Gravas bien gradadas, mezclas gravosas de color plomo, presencia de grava en 69.5%, arena 28.3 % y fino 2.2%; moderado contenido de humedad, compacidad compacta.
 - Calicata C-2, De 0.00 a 0.90m, SC-SM Arenas arcillosas y limosas, mezcla de arena - limo -arcilla, presencia de grava en 34.6%, arena 37.1 % y fino 28.2%, bajo contenido de humedad, compacidad suave. De 0.9 a 4.50m, GP Gravas pobremente gradadas, con arena con partículas sub redondeadas, color plomo, presencia de grava en 62.1%, arena 36.1 % y fino 1.7%; bajo contenido de humedad, compacidad suave. De 4.50 a 5.80m, GW Gravas bien gradadas, mezclas gravosas de color amarillo, presencia de grava en 68.2%, arena 28.9 % y fino 2.9%; bajo contenido de humedad, compacidad media. De 5.80 a 10.00m, GW Gravas bien gradadas, mezclas gravosas de color plomo, presencia de grava

en 70.1%, arena 28.2 % y fino 1.7%; bajo contenido de humedad, compacidad compacta.

- Calicata C-3, De 0.00 a 0.90m, GC Gravas arcillosas, mezcla grava – arena arcillosa, de color negro, presencia de grava en 35.0%, arena 30.3% y fino 34.8%; bajo contenido de humedad, compacidad suave. De 0.90 a 2.50m, GW Gravas bien gradadas con cantidades mínimas de fino, de color plomo, presencia de grava en 69.2%, arena 28.7% y fino 2.0%; bajo contenido de humedad, compacidad suave. De 2.50 a 4.60m, GP Gravas pobremente gradadas con mezcla de fino, de color plomo, presencia de grava en 64.9%, arena 31.7% y fino 3.4%; moderado contenido de humedad, compacidad media. De 4.60 a 10m, GP Gravas pobremente gradadas con poco contenido de fino, de color plomo, presencia de grava en 60.8%, arena 36.7% y fino 2.5%; moderado contenido de humedad, compacidad compacta.

- Hasta la profundidad máxima explorada de 10.00m no se pudo observar el nivel freático en ningunas de las excavaciones realizadas.

- El diseño de la cimentación de las obras proyectadas, deberá utilizar los siguientes parámetros:

- **Nivel de cimentación:** se recomienda cimentar a una profundidad mínima de 1.50 m por debajo del nivel de excavación del último sótano, siempre sobre material gravoso, que se encuentra en estado denso.
- **Tipo de cimentación:** el tipo de cimentación será superficial mediante cimentación cuadrada y/o cimentación corrida.

El ancho de la cimentación cuadrada será de 1.50 m y la cimentación corrida

tendrá un ancho de 0.60 m.

- **Capacidad admisible:** la capacidad admisible del suelo de cimentación será de:
 $q_{adm}: 5.44 \text{ kg/cm}^2$.
- **Asentamiento:** Aplicando la teoría de la elasticidad se obtiene un asentamiento diferencial máximo de 1.28 cm, menor al asentamiento máximo admisible (1 pulg).

Resumen de los Parámetros de la Capacidad Admisible y Asentamiento

Parámetros de diseño	Tipo de cimentación	
	Cimentación cuadrada	Cimentación continua
Resistencia		
Df (m)	1.50	1.50
BxL (m)	1.50x1.50	0.60x5.00
Φ (°)	36.95°	
C (kg/cm²)	0.38	
γ_{nat} (g/cm ³)	2.149	
Qadm (kg/cm²)	5.44	3.73
Asentamientos		
Si flexible centro (cm)	1.28	0.66
Si flexible esquina (cm)	0.64	0.33
Qadm (kg/cm²)	5.44	3.73

Dónde:

Df: Profundidad de cimentación

Qadm: Capacidad admisible

Si: Asentamiento esperado

γ : Peso específico del suelo

- La distorsión angular que tendrán las estructuras de cimentación asumiendo las distancias de separación que estas tendrán en la profundidad de desplante, se identificó las distancias máximas de separación en ambas direcciones:

Distancias entre zapatas	Distorsión angular esperada
Longitudinales 5.00 m	Por carga admisible $.00128 < 0.0020$ Por carga admisible $.00128 < 0.0020$
Transversales 4.00 m	Por carga admisible $.00160 < 0.0020$ Por carga admisible $.00160 < 0.0020$

- Muros de contención, en base a las propiedades mecánicas del suelo, el ángulo de fricción interna para gravas con la densidad 2.149 Tn/m^3 hallada en la calicata es de 36.95° , por lo tanto los coeficientes de empuje activo y pasivo son: $K_A=0.25$ Y $K_P=4.01$
- Según el resultado de los ensayos químicos en la muestra donde se cimentará la estructura, los niveles de concentración de sales solubles y los sulfatos se encuentran en concentración Leve, por lo que se recomienda el empleo de cemento Portland Tipo I (Según la Tabla N°02).

RECOMENDACIONES

- Previamente a las labores de excavación de cimientos, deberá ser eliminada de raíz todo tipo de vegetación, así como materiales de desmonte que pudieran encontrarse en el área en donde se va a construir.
- El curado de las estructuras de concreto será inmediatamente después del desencofrado y losas tendrán que ser inmediatamente después de iniciado la fragua inicial del concreto (los tiempos para desencofrado de cada estructuras están plasmadas en los planos estructurales y el tiempo de fragua inicial y final será proporcionado por el fabricante del concreto en función al tipo de aditivo utilizado) el curado será con una membrana o aditivo curador de buena calidad.
- Las dimensiones de la cimentación (B X L) fueron asumidas para efectos de cálculo de la capacidad portante del suelo, sin embargo, el estructural deberá calcular las dimensiones reales de acuerdo a las solicitaciones de carga requerida para el tipo de estructura recomendada.
- En el diseño de la cimentación deben tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:
 - En cualquier caso, si se desea utilizar otro ancho y profundidad de cimentación se podrán utilizar los resultados indicados en el Cuadro N° 07.
 - Se ofrece la alternativa de capacidad portante al Ingeniero Estructural, de tal manera que analice el aspecto técnico – económico para el diseño de la cimentación óptima.
 - Para el esfuerzo máximo actuante a nivel de la cimentación debido a la

transmisión de la carga de diseño de las estructuras del Proyecto, deben considerarse una superficie de cimentación que genere un esfuerzo transmitido menor al esfuerzo admisible del terreno de apoyo.

- Después de terminada las excavaciones para cimientos deben efectuarse una densificación del fondo de la excavación, humedeciendo previamente el suelo. En caso de sobre excavaciones esta será rellenada con un concreto ciclópeo con el fin de mejorar las características del suelo.
 - El fondo de toda excavación para cimentación debe quedar limpio y parejo. Se deberá retirar todo material suelto, antes del procedimiento de vaciado.
 - El ángulo del talud para excavaciones mayores a 1.70m estará basado en las siguientes propiedades contempladas en el Cuadro mecánicas N° 07.
- El resultado del presente estudio es recomendado solo para la zona investigada; y no respalda ningún otro lugar, ni tipo de obra diferente a las estudiadas.

BIBLIOGRAFIA

1. Roy Whitlow Fundamentos de la Mecánica de Suelos, 2da edición Bristol, julio de 1989.
2. Braja M. Das, Fundamentos de ingeniería de geotécnica, 1ra edición, México – 2001.
3. Braja M. Das, Fundamentos de ingeniería de cimentaciones – Séptima edición – 2011.
4. Delgado Vargas, Manuel, Ingeniería de cimentaciones-Fundamentos e introducción al análisis geotécnico, 2da edición, México - 1996.
5. Lambe, T.W. & Whitman, R.V., Mecánica de suelos, 7ma edición, México – 1990.
6. Reglamento Nacional de Edificaciones (2003), "Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones", Lima – Perú.
7. Reglamento Nacional de Edificaciones (2006), "Norma Técnica de Edificaciones E- 030-Diseño Sismorresistente", Lima – Perú.
8. Crespo Villalaz, Mecánica de suelo y cimentaciones sexta edición.
9. Mecânica de Rocas – UNI – David CARDENAS ROJAS.
10. AASHTO Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing – Washington.
11. ASTM American Society of Testing and Materials. Philadelphia.
12. The Mechanics of Soils – An Introduction to Critical State Soil Mechanics – McGraw – Hill, London.

ANEXO

ANEXO I : FIGURAS

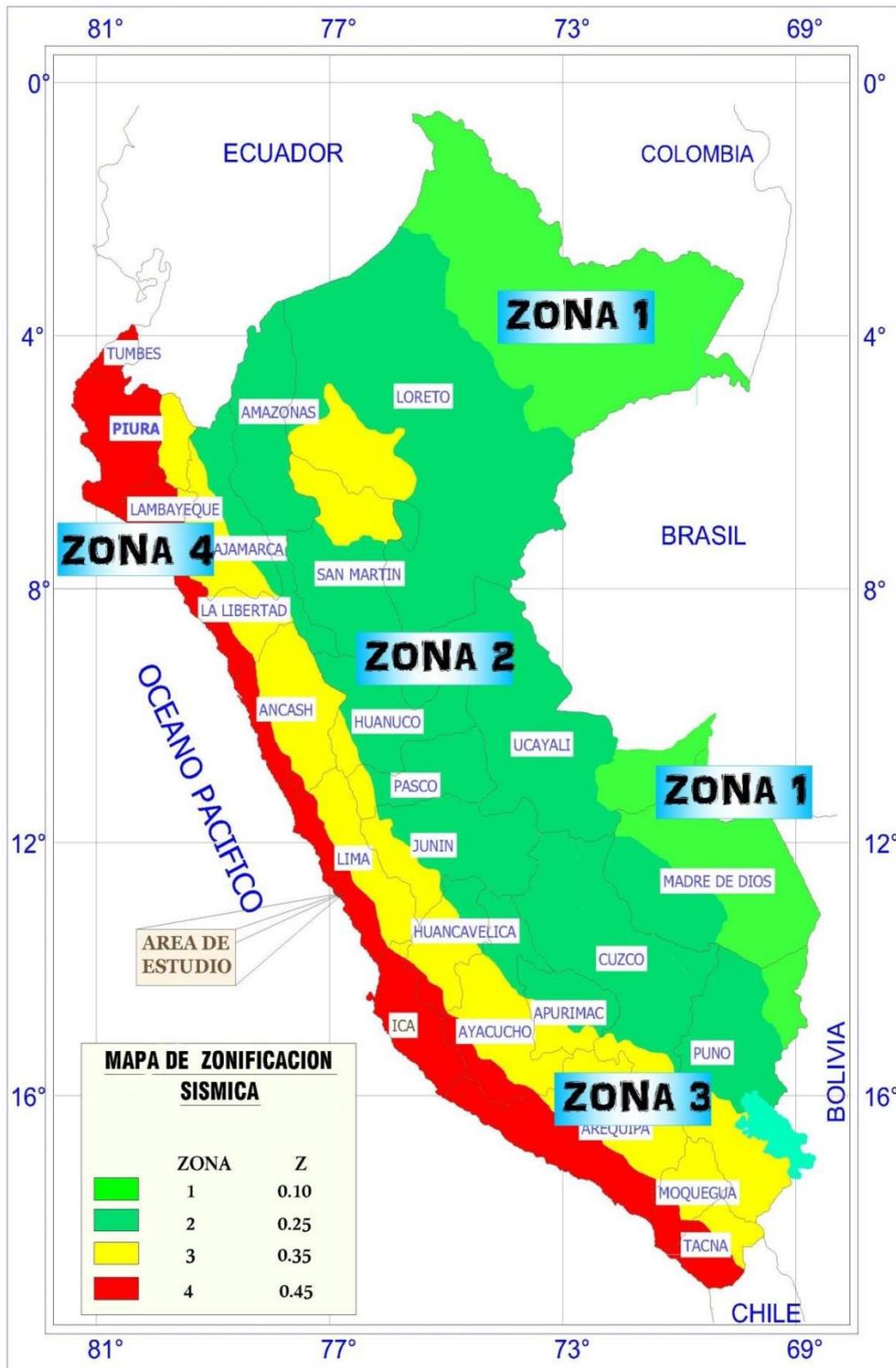


FIGURA N° 1: Mapa de zonificación sísmica

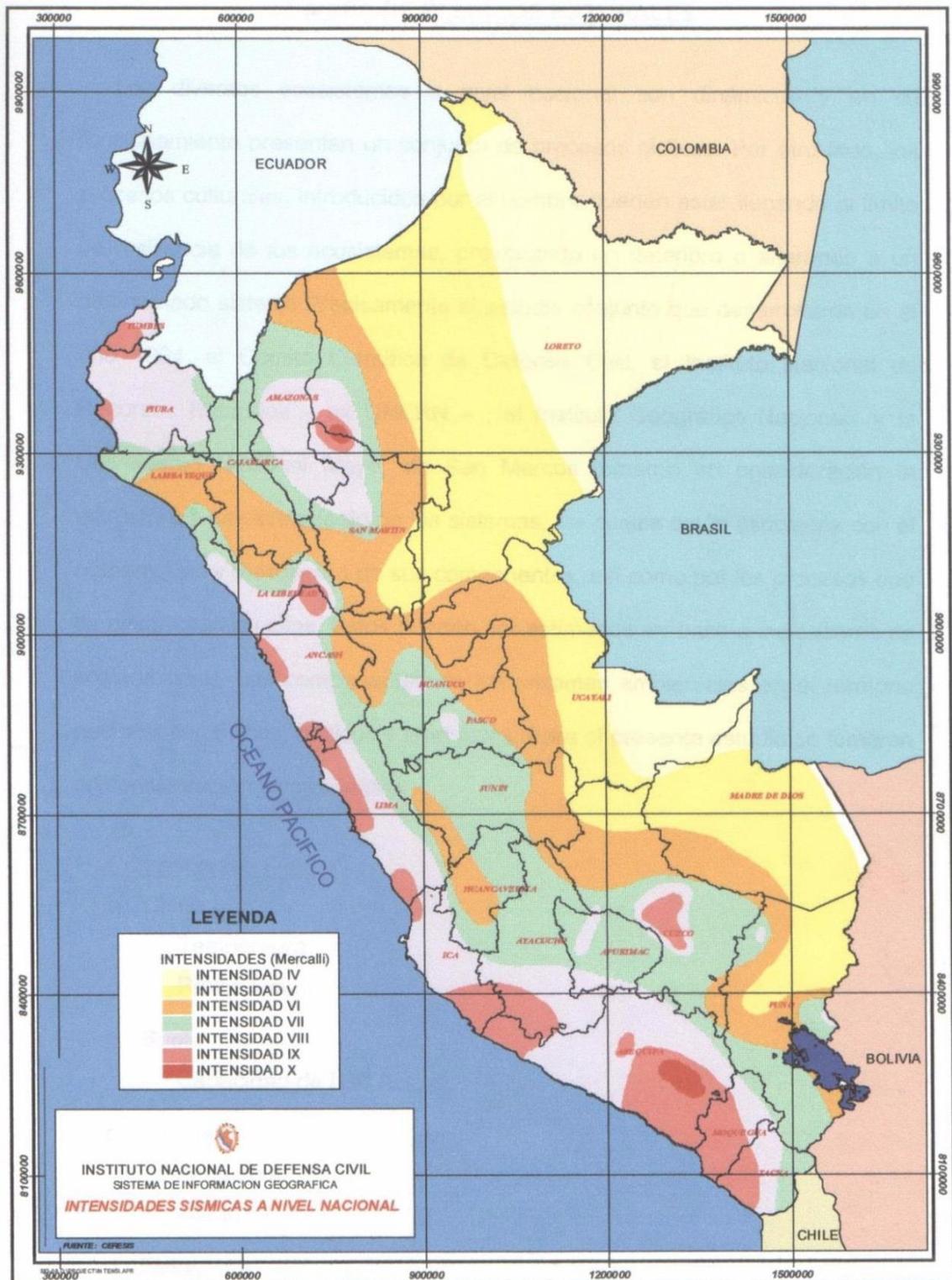
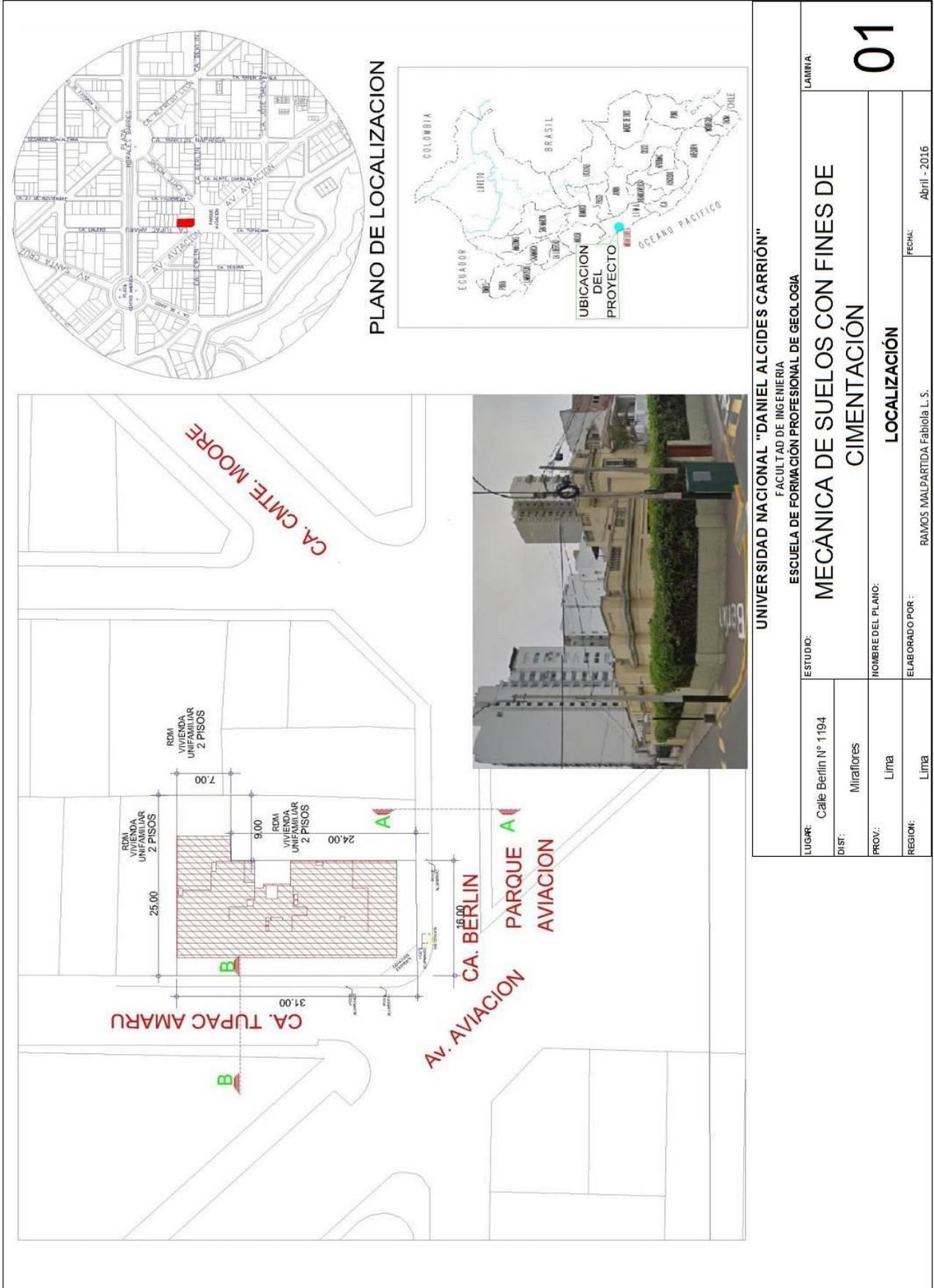


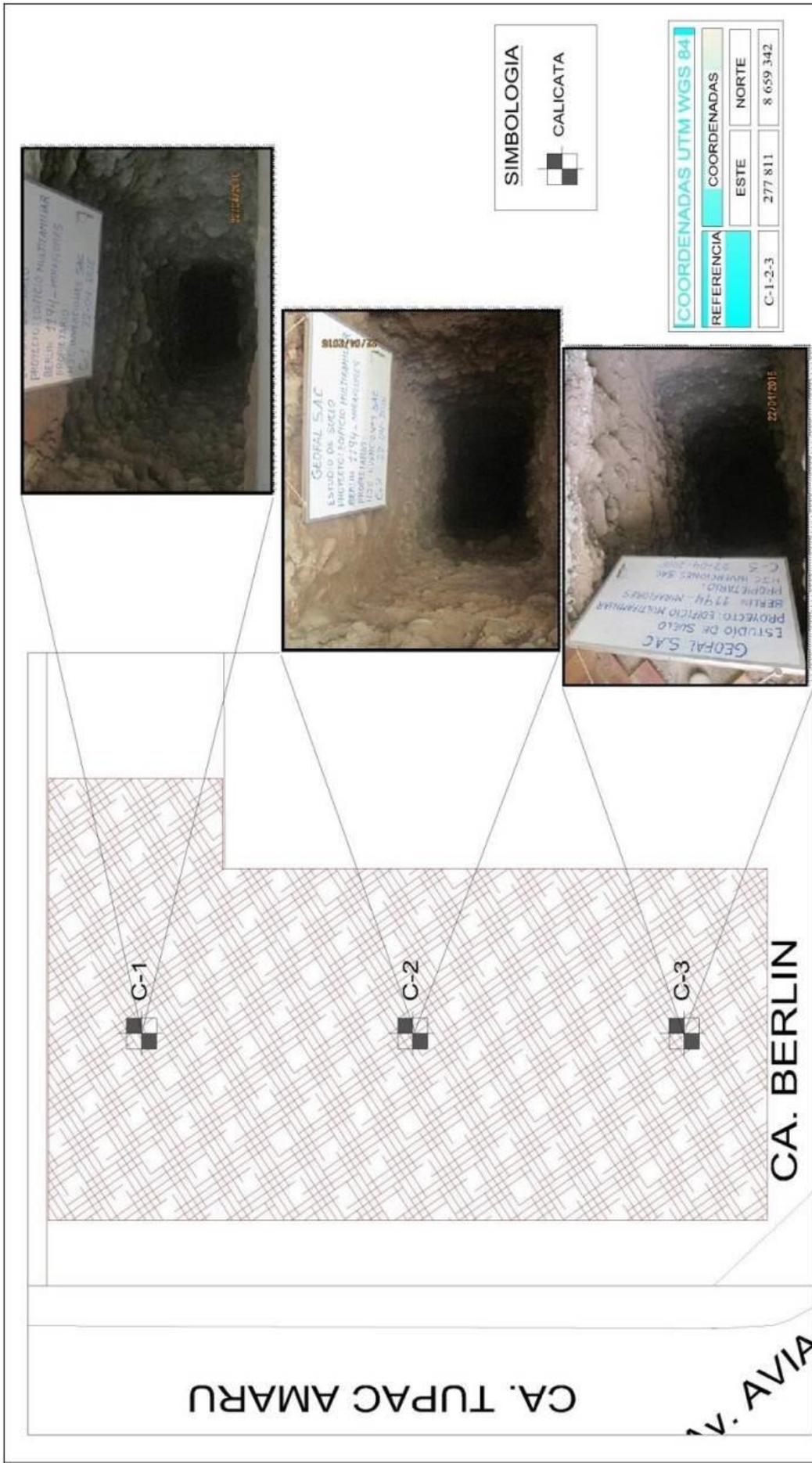
FIGURA N° 2: Mapa de intensidad sísmica del Perú

ANEXO II : PLANOS



PLANO DE LOCALIZACION

UNIVERSIDAD NACIONAL "DANIEL ALCIDES CARRIÓN"	
FACULTAD DE INGENIERIA	
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE GEOLOGIA	
ESTUDIO:	MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN
LUGAR:	Calle Berlin N° 1194
DIST:	Miraflores
PROV:	Lima
REGION:	Lima
NOMBRE DEL PLANO:	LOCALIZACIÓN
ELABORADO POR:	RAMOS MALPARTIDA Fabiola L. S.
FECHA:	Abril - 2016
LAMINA:	01



SIMBOLOGIA

CALICATA

COORDENADAS UTM WGS 84			
REFERENCIA	COORDENADAS		
C-1-2-3	ESTE	NORTE	
	277 811	8 659 342	

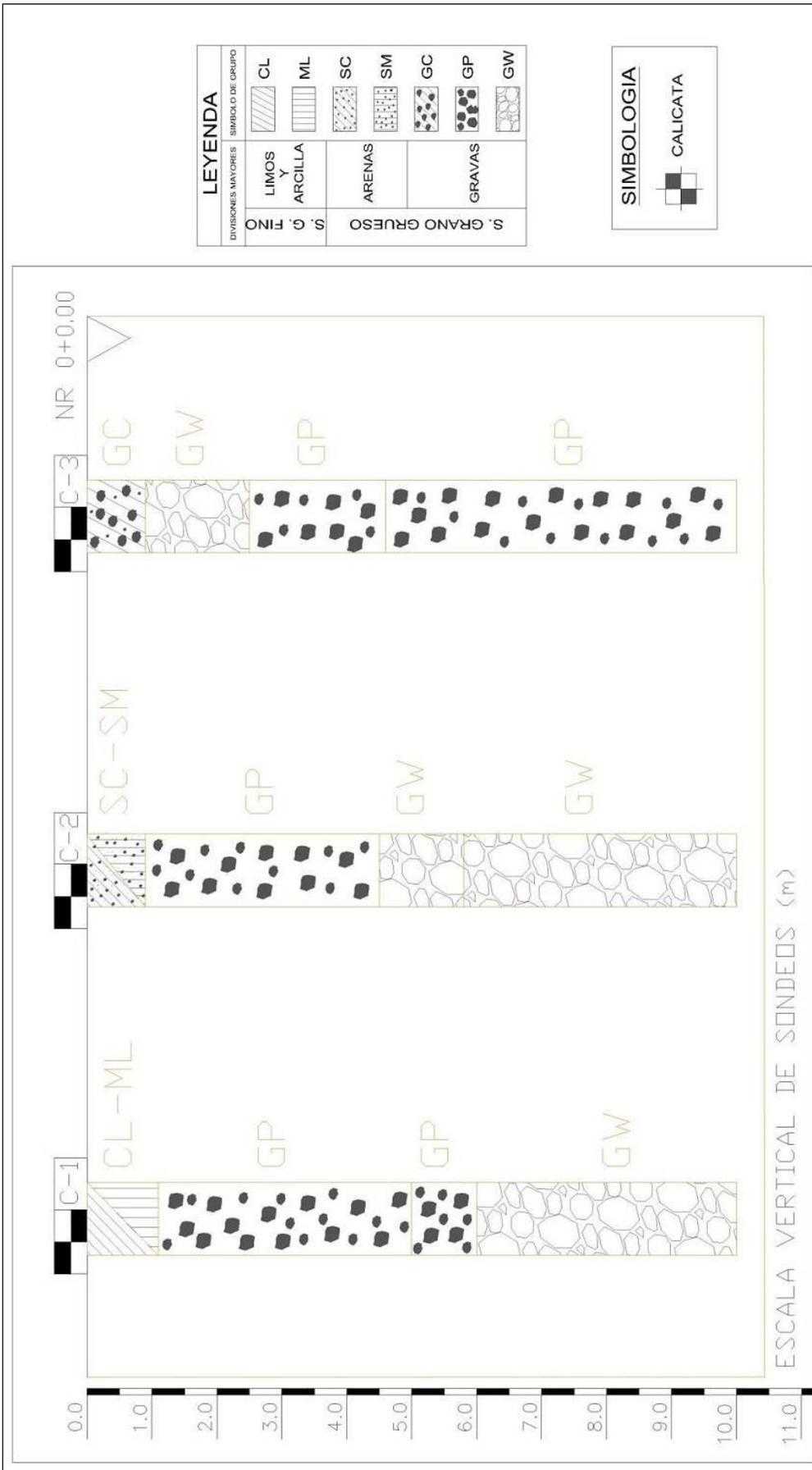
UNIVERSIDAD NACIONAL "DANIEL ALCIDES CARRIÓN"
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE GEOLOGIA

MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN
UBICACIÓN DE CALICATAS

LUGAR: Calle Berlin N° 1194
 DIST: Miraflores
 PROV: Lima
 REGIÓN: Lima

ESTUDIO: **UBICACIÓN DE CALICATAS**
 NOMBRE DEL PLANO: **UBICACIÓN DE CALICATAS**
 ELABORADO POR: RAMOS MALPARTIDA Fabiola L. S.
 FECHA: Mayo - 2016

LAMINA: **02**



LEYENDA	
DIVISIONES MAYORES	SIMBOLO DE GRUPO
S. G. FINO	CL
LIMOS Y ARCILLA	ML
ARENAS	SC
	SM
S. GRANO GRUESO	GC
	GP
	GW

SIMBOLOGIA

CALICATA

UNIVERSIDAD NACIONAL "DANIEL ALCIDES CARRIÓN"
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE GEOLOGIA

MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

PERFIL ESTRATIGRAFICO

LUGAR: Calle Berlin N° 1194
 DIST: Miraflores
 PROV: Lima
 REGION: Lima

ESTUDIO: **PERFIL ESTRATIGRAFICO**

NOMBRE DEL PLANO: **PERFIL ESTRATIGRAFICO**

ELABORADO POR: RAMOS MALPARTIDA Fabiola L. S. FECHA: Mayo - 2016

LAMINA: **03**

ANEXO III : EXPLORACIONES DE CAMPO

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Proyecto	: Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación del proyecto Edificio Multifamiliar Berlin 1194	Certificado N°	: PER-01-124
		Ref. Proyecto	: EMS-124-16
Ubicación	: Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima	Fecha de ensayo	: may-16
Calicata	: C-1	Profundidad (m)	: 10.00

REGISTRO DE EXCAVACIONES						
	Profundidad (m)		Muestra	Símbolo	Descripción	Clasif.
	DE	A				
1.1	0.00	1.10	M-1		Arcillas inorgánicas con arenas finas limosas o arcillosas, mezcla de arenas y arcillas inorgánicas de color negro, escaso contenido de gravas de canto rodado, bajo contenido de humedad, compacidad suave	CL-ML A-6(3)
3.0	1.10	5.00	M-2		Gravas pobremente gradadas, con arena con partículas sub redondeadas, color plomo, presencia de grava en 62.8%, arena 33.1 % y fino 4.1%; moderado contenido de humedad, compacidad media	GP A-1-a(0)
5.0						
6.0	5.00	6.00	M-3		Gravas pobremente gradadas, mezcla de gravas de canto rodado con matriz de color amarillo, presencia de grava en 58.3%, arena 38.5 % y fino 3.3%; moderado contenido de humedad, compacidad media.	GP A-1-b(0)
9.0	6.00	10.00	M-4		Gravas bien gradadas, mezclas gravosas de color plomo, presencia de grava en 69.5%, arena 28.3 % y fino 2.2%; moderado contenido de humedad, compacidad compacta.	GW A-1-a(0)
10.0						
12.0						

Tabla N° 1: Perfil Estratigráfico de la C-1

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Proyecto	: Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación del proyecto Edificio Multifamiliar Berlin 1194	Certificado N°	: PER-02-124
		Ref. Proyecto	: EMS-124-16
Ubicación	: Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima	Fecha de ensayo	: may-16
Calicata	: C-2	Profundidad (m)	: 10.00

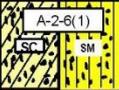
REGISTRO DE EXCAVACIONES						
	Profundidad (m)		Muestra	Símbolo	Descripción	Clasif
	DE	A				
0.9	0.00	0.90	M-1		Arenas arcillosas y limosas, mezcla de arena - limo - arcilla, presencia de grava en 34.6%, arena 37.1 % y fino 28.2%, bajo contenido de humedad, compacidad suave.	SC-SM A-2-6(1)
3.0	0.90	4.50	M-2		Gravas pobremente gradadas, con arena con partículas sub redondeadas, color plomo, presencia de grava en 62.1%, arena 36.1 % y fino 1.7%; bajo contenido de humedad, compacidad suave.	GP A-1-a(0)
4.5	4.50	5.80	M-3		Gravas bien gradadas, mezclas gravosas de color amarillo, presencia de grava en 68.2%, arena 28.9 % y fino 2.9%; bajo contenido de humedad, compacidad media.	GW A-1-a(0)
5.8	5.80	10.00	M-4		Gravas bien gradadas, mezclas gravosas de color plomo, presencia de grava en 70.1%, arena 28.2 % y fino 1.7%; bajo contenido de humedad, compacidad compacta.	GW A-1-a(0)
9.0						
10.0						
12.0						

Tabla N° 2: Perfil Estratigráfico de la C-2

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Proyecto : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación del proyecto Edificio Multifamiliar Berlin 1194 **Certificado N°** : PER-03-124
Ubicación : Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima **Ref. Proyecto** : EMS-124-16
Calicata : C-3 **Fecha de ensayo** : may-16
Profundidad (m) : 10.00

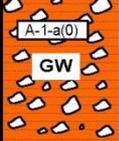
REGISTRO DE EXCAVACIONES					
Profundidad (m)	Muestra		Simbolo	Descripción	Clasif
	DE	A			
0.9	0.00	0.90	M-1		Arcillas inorgánicas, mezcla de arenas y arcillas inorgánicas de color marrón escaso contenido de gravas de canto rodado, alto contenido de humedad, compacidad media GC A-2-6(1)
2.5	0.90	2.50	M-2		Gravas pobremente gradadas, mezcla de gravas de canto rodado envueltas en matriz arenoso de color gris claro, las boloneras varían entre 3" y 6" de diámetro en aportes del 35% del volumen de material extraído en este estrato, moderado contenido de humedad, compacidad media GW A-1-a(0)
4.6	2.50	4.60	M-3		GP A-1-a(0)
10.0	4.60	10.00	M-4		GP A-1-a(0)
12.0					

Tabla N° 3: Perfil Estratigráfico de la C-3

ANEXO IV : ENSAYOS DE LABORATORIO

Análisis Mecánico por Tamizado (ASTM D-422)

Proyecto : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación del proyecto Edificio Multifamiliar Berlin 1194 **Registro :** 097-16 / SU 02
Ubicación : Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima **Referencia :** EMS-124-16
Fecha : may-16

Sondaje	C-1
Muestra	M-1
Profundidad (m)	0.00-1.10

Humedad Natural	%W		11.7
Limite Liquido	LL	ASTM D-4318	19.9
Limite Plastico	LP	ASTM D-4318	13.3
Indice Plasticidad	IP		6.6
Clasificación	SUCS	ASTM D-2487	CL-ML
Clasificación	AASHTO	ASTM D-3282	A-6 (3)

Malla	% que Pasa	
	Tamiz	mm.
3"	76.200	100.0
2"	50.600	100.0
1 1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
3/4"	19.050	99.2
3/8"	9.525	95.9
No4	4.760	93.8
8	2.360	92.7
16	1.190	91.7
30	0.600	89.3
40	0.420	85.3
50	0.300	80.2
100	0.149	63.8
200	0.074	50.1

% GRAVA	6.2	Gruesa	0.8
		Fina	5.4
% ARENA	43.8	Gruesa	1.4
		Media	7.2
		Fina	35.2
% FINO	50.1		50.1

D10	mm	
D30	mm	
D60	mm	
Cu		
Cc		

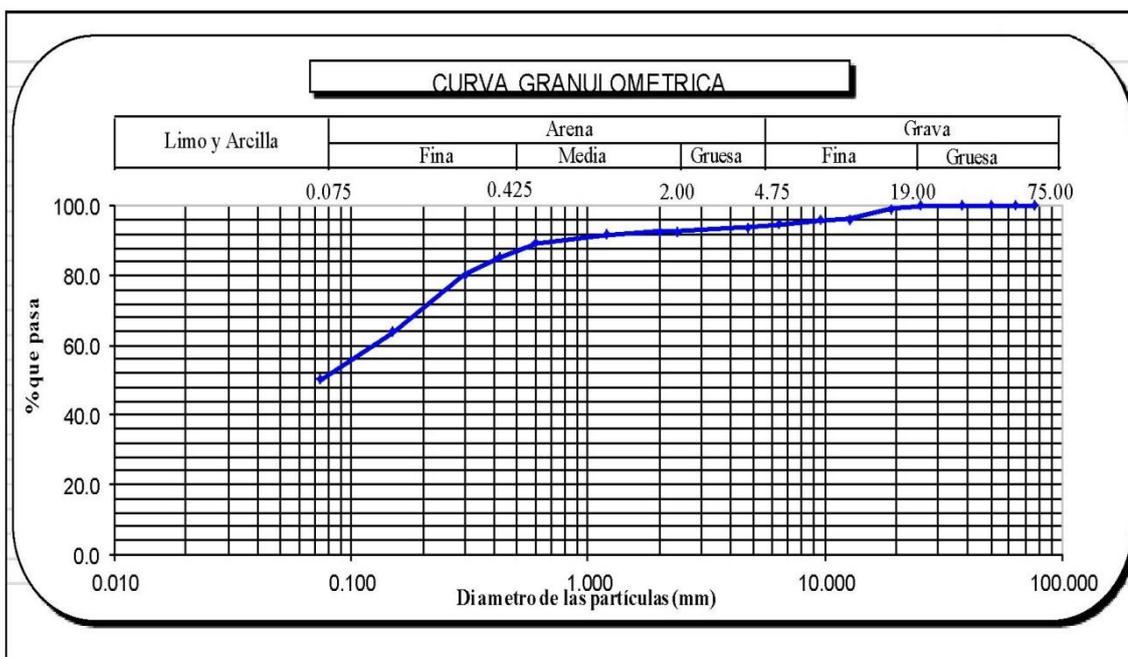


TABLA N° 1: Análisis mecánico por tamizado (ASTM D-422) de la calicata C-1 , muestra M-1

Análisis Mecánico por Tamizado (ASTM D-422)

Proyecto : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación del proyecto Edificio Multifamiliar Berlin 1194 **Registro :** 098-16 / SU 02
Ubicación : Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima **Referencia :** EMS-124-16
Fecha : may-16

Sondaje	C-1
Muestra	M-2
Profundidad (m)	1.10 - 5.00

Humedad Natural	%W		2.2
Limite Liquido	LL	ASTM D-4318	0.0
Limite Plastico	LP	ASTM D-4318	NP
Indice Plasticidad	IP		NP
Clasificación	SUCS	ASTM D-2487	GP
Clasificación	AASHTO	ASTM D-3282	A-1-a (0)

Malla Tamiz	mm.	% que Pasa
2"	50.600	87.8
1 1/2"	38.100	80.5
1"	25.400	61.8
3/4"	19.050	54.0
3/8"	9.525	42.1
No4	4.760	37.2
8	2.360	34.3
16	1.190	32.7
30	0.600	29.2
40	0.420	24.1
50	0.300	18.4
100	0.149	7.6
200	0.074	4.1

% GRAVA	62.8	Gruesa	60.4
		Fina	16.8
% ARENA	33.1	Gruesa	3.4
		Media	9.8
		Fina	19.9
% FINO	4.1		4.1

D10	mm	0.183
D30	mm	0.738
D60	mm	23.957
Cu		131.210
Cc		0.124

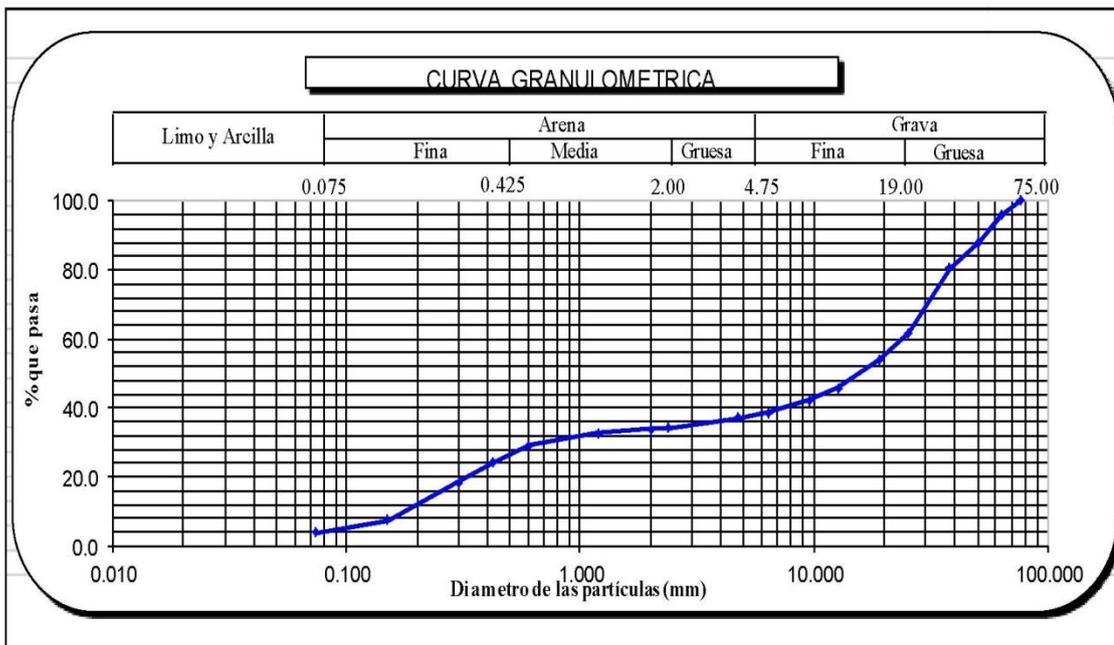


TABLA N° 2: Análisis mecánico por tamizado (ASTMD-422) de la calicata C-1 , muestra M-2

Análisis Mecánico por Tamizado (ASTM D-422)

Proyecto : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación del proyecto Edificio Multifamiliar Berlin 1194 **Registro :** 099-16 / SU 02
Ubicación : Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima **Referencia :** EMS-124-16
Fecha : may-16

Sondaje	C-1
Muestra	M-3
Profundidad (m)	5.00 - 6.00

Humedad Natural	%W		1.7
Limite Líquido	LL	ASTM D-4318	0.0
Limite Plástico	LP	ASTM D-4318	NP
Índice Plástico	IP		NP
Clasificación	SUCS	ASTM D-2487	GP
Clasificación	AASHTO	ASTM D-3282	A-1-b (0)

Malla Tamiz	mm.	% que Pasa
2"	50.600	76.3
1 1/2"	38.100	64.5
1"	25.400	54.5
3/4"	19.050	49.8
3/8"	9.525	44.0
No4	4.760	41.7
8	2.360	40.5
16	1.190	39.7
30	0.600	37.4
40	0.420	32.1
50	0.300	23.7
100	0.149	7.9
200	0.074	3.3

% GRAVA	58.3	Gruesa	62.7
		Fina	8.1
% ARENA	38.5	Gruesa	1.5
		Media	8.2
		Fina	28.8
% FINO	3.3		3.3

D10	mm	0.169
D30	mm	0.390
D60	mm	32.422
Cu		191.399
Cc		0.028

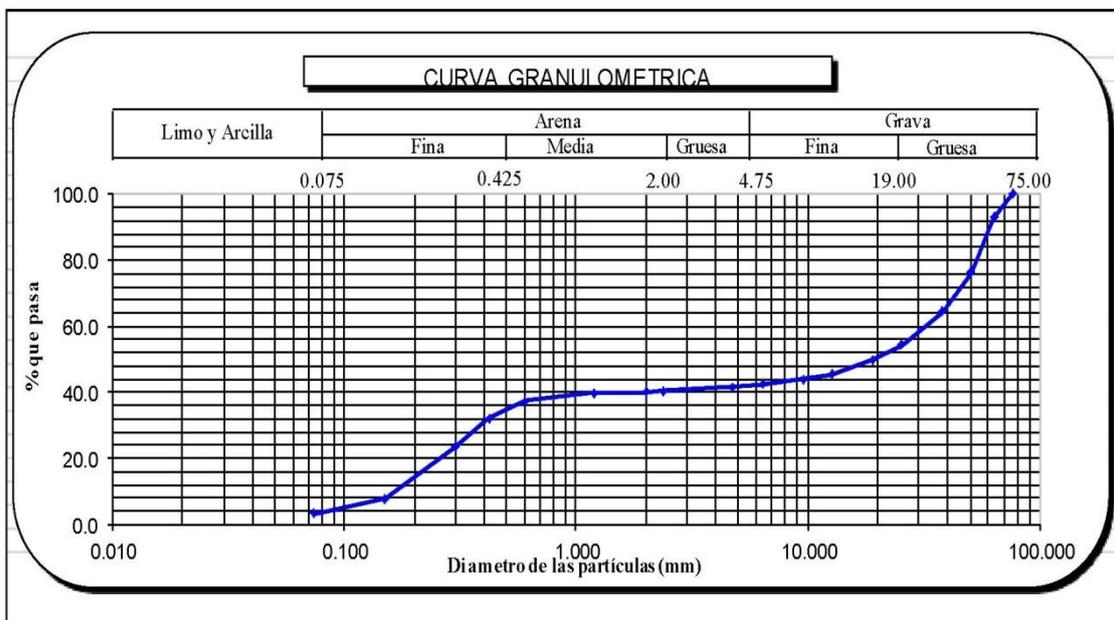


TABLA N° N° 3: Análisis mecánico por tamizado (ASTMD-422) de la calicata C-1, muestra M-3

Análisis Mecánico por Tamizado (ASTM D-422)

Proyecto : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación del proyecto Edificio Multifamiliar Berlin 1194 **Registro :** 100-16 / SU 02
Ubicación : Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima **Referencia :** EMS-124-16
Fecha : may-16

Sondaje	C-1
Muestra	M-4
Profundidad (m)	6.00 - 10.00

Humedad Natural	%W		1.6
Limite Liquido	LL	ASTM D-4318	0.0
Limite Plastico	LP	ASTM D-4318	NP
Indice Plasticidad	IP		NP
Clasificación	SUCS	ASTM D-2487	GW
Clasificación	AASHTO	ASTM D-3282	A-1-a (0)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422	Malla		% que Pasa
	Tamiz	mm.	
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	3"	76.200	100.0
	2"	50.600	78.8
	1 1/2"	38.100	68.5
	1"	25.400	57.0
	3/4"	19.050	47.6
	3/8"	9.525	35.6
	No4	4.760	30.5
	8	2.360	28.2
	16	1.190	27.1
	30	0.600	25.3
	40	0.420	20.5
	50	0.300	14.7
	100	0.149	5.1
	200	0.074	2.2

% GRAVA	69.5	Gruesa	64.0
		Fina	17.1
% ARENA	28.3	Gruesa	2.7
		Media	7.3
		Fina	18.3
% FINO	2.2		2.2

D10	mm	0.226
D30	mm	4.246
D60	mm	28.723
Cu		127.108
Cc		2.778

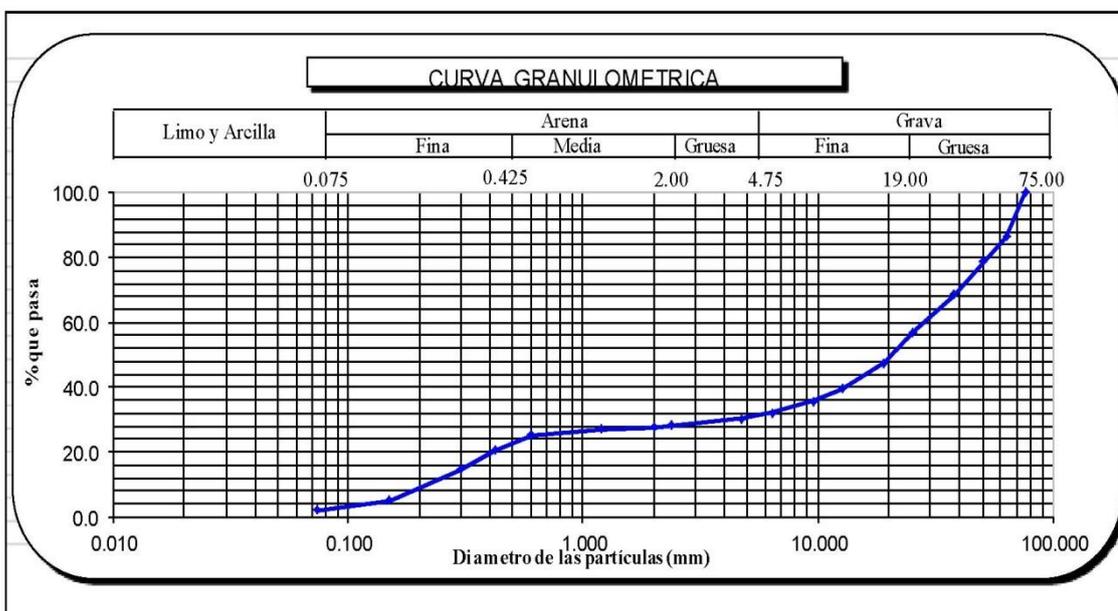


TABLA N° 4: Análisis mecánico por tamizado (ASTMD-422) de la calicata C-1 , muestra M-4

Análisis Mecánico por Tamizado (ASTM D-422)

Proyecto : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación del proyecto Edificio Multifamiliar Berlin 1194 **Registro :** 101-16 / SU 02
Ubicación : Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima **Referencia :** EMS-124-16
Fecha : may-16

Sondaje	C-2
Muestra	M-1
Profundidad (m)	0.00-0.90

Humedad Natural	%W		6.2
Límite Líquido	LL	ASTM D-4318	20.6
Límite Plástico	LP	ASTM D-4318	14.4
Índice de Plasticidad	IP		6.3
Clasificación	SUCS	ASTM D-2487	SC-SM
Clasificación	AASHTO	ASTM D-3282	A-2-6 (1)

Malla	Malla		% que Pasa
	Tamiz	mm.	
3"		76.200	100.0
2"		50.600	93.2
1 1/2"		38.100	89.5
1"		25.400	84.6
3/4"		19.050	80.4
3/8"		9.525	71.5
No4		4.760	65.4
8		2.360	62.7
16		1.190	60.0
30		0.600	56.6
40		0.420	52.9
50		0.300	48.8
100		0.149	37.3
200		0.074	28.2

% GRAVA	34.6	Gruesa	19.6
		Fina	15.0
% ARENA	37.1	Gruesa	3.4
		Media	9.0
		Fina	24.7
% FINO	28.2		28.2

D10	mm	
D30	mm	
D60	mm	
Cu		
Cc		

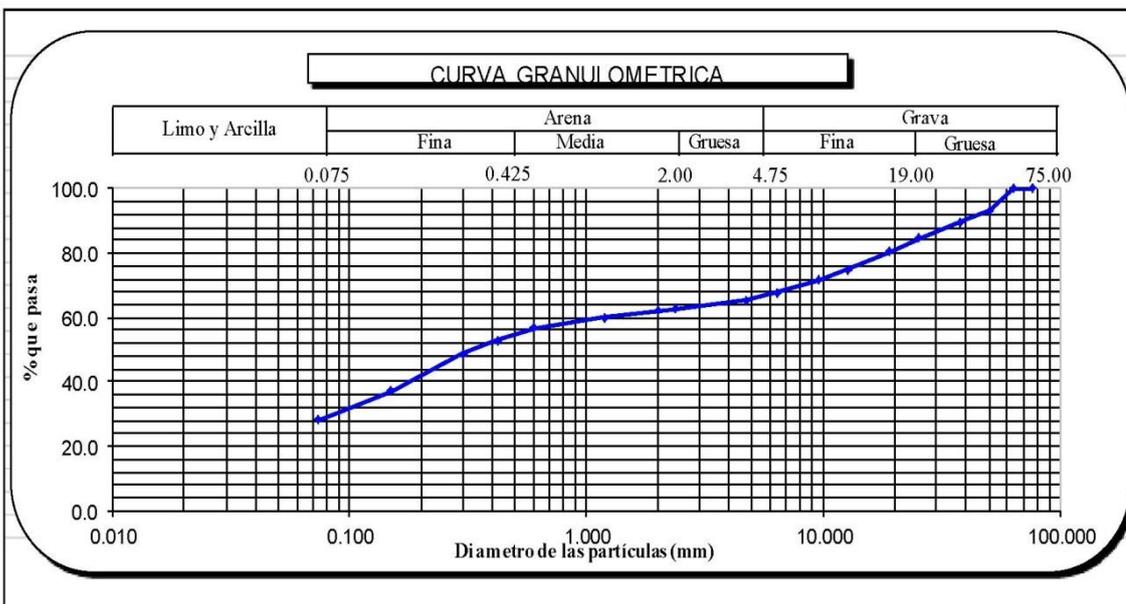


TABLA N° 5: Análisis mecánico por tamizado (ASTMD-422) de la calicata C-2 , muestra M-1

Análisis Mecánico por Tamizado (ASTM D-422)

Proyecto : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación del proyecto Edificio Multifamiliar Berlin 1194 **Registro :** 102-16 / SU 02
Ubicación : Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima **Referencia :** EMS-124-16
Fecha : may-16

Sondaje	C-2
Muestra	M-2
Profundidad (m)	0.90 - 4.50

Humedad Natural	%W		1.9
Límite Líquido	LL	ASTM D-4318	0.0
Límite Plástico	LP	ASTM D-4318	NP
Índice Plástico	IP		NP
Clasificación	SUCS	ASTM D-2487	GP
Clasificación	AASHTO	ASTM D-3282	A-1-a (0)

Malla	% que Pasa	
	Tamiz	mm.
3"	76.200	100.0
2"	50.600	74.6
1 1/2"	38.100	70.9
1"	25.400	64.1
3/4"	19.050	55.9
3/8"	9.525	45.4
No4	4.760	37.9
8	2.360	32.6
16	1.190	29.5
30	0.600	24.5
40	0.420	18.5
50	0.300	12.3
100	0.149	3.8
200	0.074	1.7

% GRAVA	62.1	Gruesa	54.0
		Fina	18.0
% ARENA	36.1	Gruesa	6.1
		Media	13.2
		Fina	16.8
% FINO	1.7		1.7

D10	mm	0.259
D30	mm	1.381
D60	mm	22.238
Cu		85.892
Cc		0.331

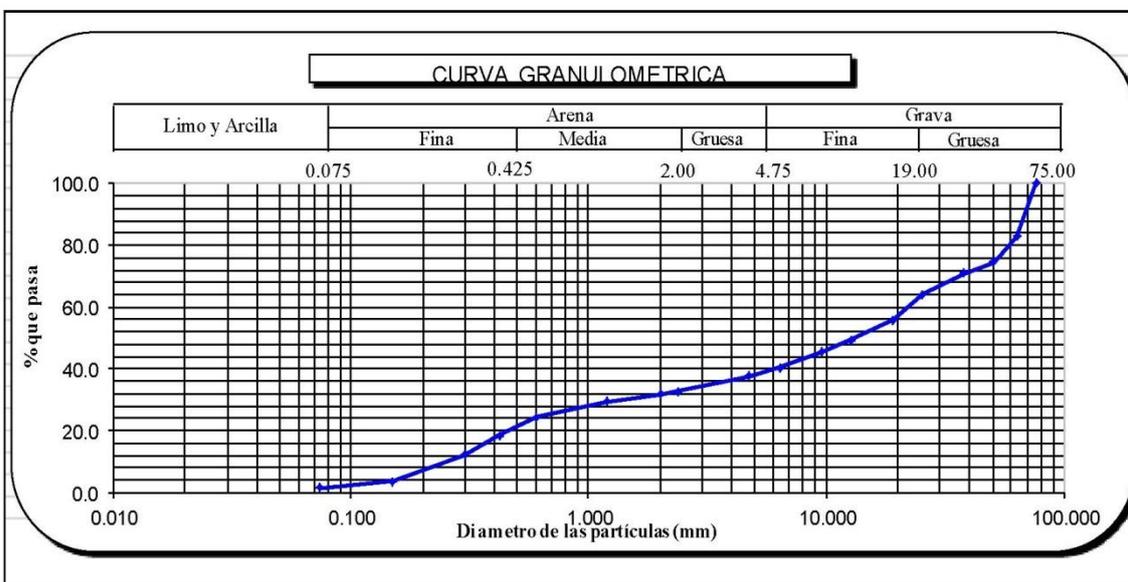


TABLA N° 6: Análisis mecánico por tamizado (ASTMD-422) de la calicata C-2, muestra M-2

Análisis Mecánico por Tamizado (ASTM D-422)

Proyecto : Estudio de mecanica de suelos con fines de cimentacion del proyecto Edificio Multifamiliar Berlin 1194 **Registro :** 103-16 / SU 02
Ubicación : Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima **Referencia :** EMS-124-16
Fecha : may-16

Sondaje	C-2
Muestra	M-3
Profundidad (m)	4.50 - 5.80

Humedad Natural	%W		1.9
Limite Liquido	LL	ASTM D-4318	0.0
Limite Plastico	LP	ASTM D-4318	NP
Indice Plasticidad	IP		NP
Clasificacion	SUCS	ASTM D-2487	GW
Clasificacion	AASHTO	ASTM D-3282	A-1-a (0)

Malla	Tamiz	mm.	% que Pasa
2"	50.600	83.2	
1 1/2"	38.100	69.8	
1"	25.400	56.7	
3/4"	19.050	49.3	
3/8"	9.525	37.2	
No4	4.760	31.8	
8	2.360	29.5	
16	1.190	28.0	
30	0.600	25.7	
40	0.420	22.1	
50	0.300	16.8	
100	0.149	7.1	
200	0.074	2.9	

%GRAVA	68.2	Gruesa	59.3
		Fina	17.4
%ARENA	28.9	Gruesa	2.8
		Media	6.9
		Fina	19.2
%FINO	2.9		2.9

D10	mm	0.194
D30	mm	2.915
D60	mm	28.556
Cu		147.037
Cc		1.532

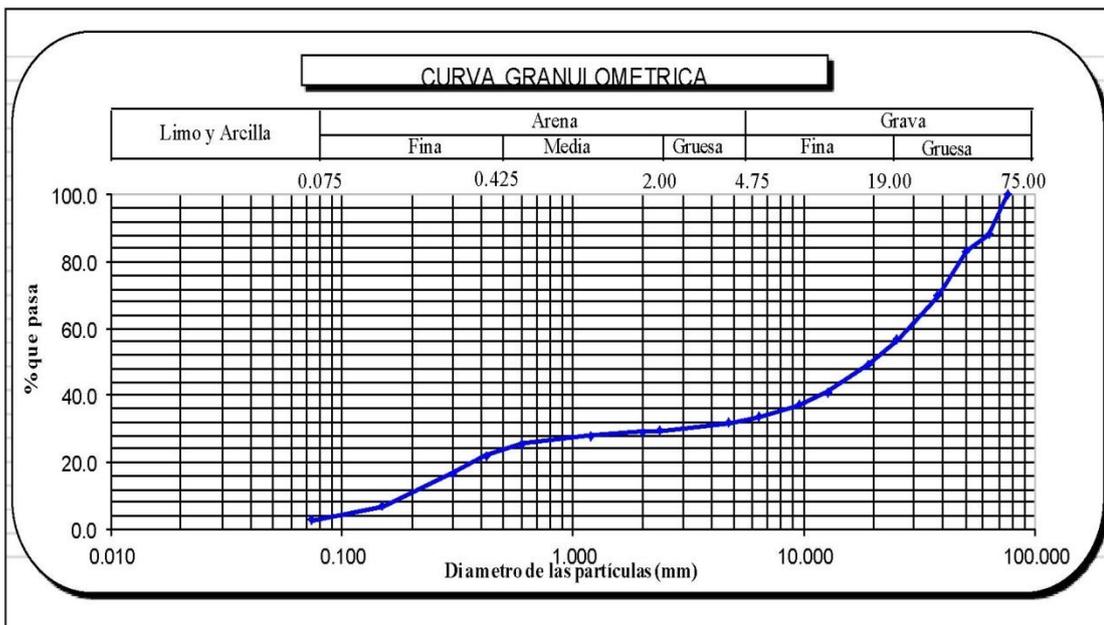


TABLA N° 7: Análisis mecánico por tamizado (ASTMD-422) de la calicata C-2 , muestra M-3

Análisis Mecánico por Tamizado (ASTM D-422)

Proyecto : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación del proyecto Edificio Multifamiliar Berlin 1194 **Registro :** 104-16 / SU 02
Ubicación : Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima **Referencia :** EMS-124-16
Fecha : may-16

Sondaje	C-2
Muestra	M-4
Profundidad (m)	5.80 - 10.00

Humedad Natural	%W		2.4
Limite Liquido	LL	ASTM D-4318	0.0
Limite Plastico	LP	ASTM D-4318	NP
Indice Plasticidad	IP		NP
Clasificación	SUCS	ASTM D-2487	GW
Clasificación	AASHTO	ASTM D-3282	A-1-a (0)

Malla	% que Pasa	
	Tamiz	mm.
3"	76.200	100.0
2"	50.600	72.7
1 1/2"	38.100	61.2
1"	25.400	53.5
3/4"	19.050	45.2
3/8"	9.525	35.4
No4	4.760	29.9
8	2.360	26.1
16	1.190	23.4
30	0.600	18.6
40	0.420	14.3
50	0.300	10.1
100	0.149	3.7
200	0.074	1.7

% GRAVA	70.1	Gruesa	61.9
		Fina	15.3
% ARENA	28.2	Gruesa	4.4
		Media	11.2
		Fina	12.5
% FINO	1.7		1.7

D10	mm	0.298
D30	mm	4.868
D60	mm	36.113
Cu		121.180
Cc		2.202

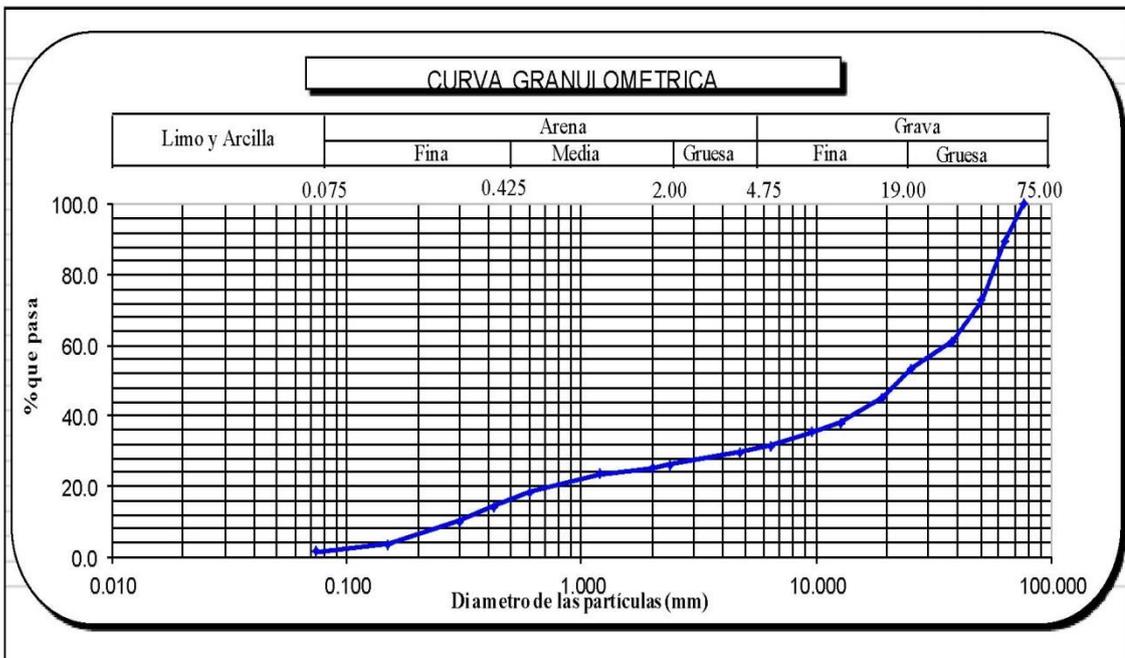


TABLA N° 8: Análisis mecánico por tamizado (ASTMD-422) de la calicata C-2 , muestra M-4

Análisis Mecánico por Tamizado (ASTM D-422)

Proyecto : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación del proyecto Edificio Multifamiliar Berlin 1194 **Registro :** 105-16 / SU 02
Ubicación : Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima **Referencia :** EMS-124-16
Fecha : may-16

Sondaje	C-3
Muestra	M-1
Profundidad (m)	0.00-0.90

Humedad Natural	%W		2.6
Limite Liquido	LL	ASTMD-4318	22.5
Limite Plastico	LP	ASTMD-4318	15.4
Indice Plasticidad	IP		7.1
Clasificación	SUCS	ASTMD-2487	GC
Clasificación	AASHTO	ASTMD-3282	A-2-6 (1)

Malla	Tamiz	mm.	% que
			Pasa
3"		76.200	100.0
2"		50.600	93.9
1 1/2"		38.100	93.9
1"		25.400	86.2
3/4"		19.050	80.1
3/8"		9.525	70.8
No4		4.760	65.0
8		2.360	62.5
16		1.190	61.2
30		0.600	59.3
40		0.420	56.6
50		0.300	53.1
100		0.149	42.3
200		0.074	34.8

%GRAVA	35.0	Gruesa	19.9
		Fina	15.1
%ARENA	30.3	Gruesa	2.9
		Media	5.5
		Fina	21.8
%FINO	34.8		34.8

D10	mm	
D30	mm	
D60	mm	
Cu		
Cc		

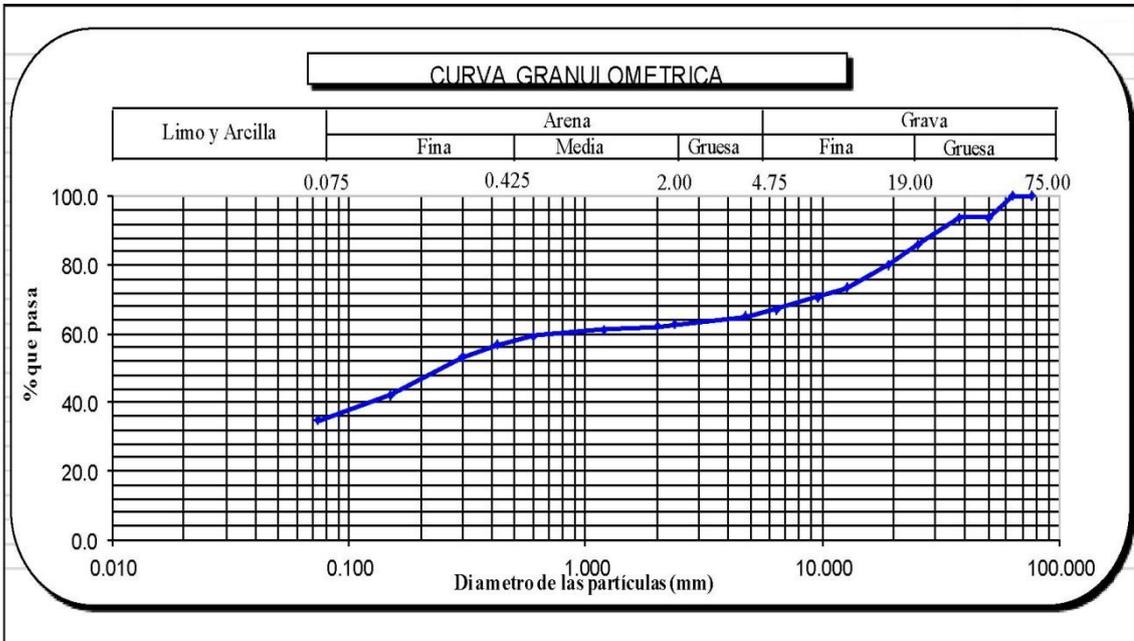


TABLA N° 9: Análisis mecánico por tamizado (ASTMD-422) de la calicata C-1 , muestra M-1

Análisis Mecánico por Tamizado (ASTM D-422)

Proyecto : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación del proyecto Edificio Multifamiliar Berlin 1194 **Registro :** 106-16 / SU 02
Ubicación : Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima **Referencia :** EMS-124-16
Fecha : may-16

Sondaje	C-3
Muestra	M-2
Profundidad (m)	0.90 - 2.50

Humedad Natural	%W		0.9
Limite Liquido	LL	ASTM D-4318	0.0
Limite Plastico	LP	ASTM D-4318	NP
Indice Plasticidad	IP		NP
Clasificación	SUCS	ASTM D-2487	GW
Clasificación	AASHTO	ASTM D-3282	A-1-a (0)

Malla	Tamiz	mm.	% que Pasa
3"		76.200	100.0
2"		50.600	86.1
1 1/2"		38.100	77.6
1"		25.400	61.3
3/4"		19.050	52.5
3/8"		9.525	38.4
No4		4.760	30.8
8		2.360	27.9
16		1.190	26.6
30		0.600	24.0
40		0.420	18.4
50		0.300	12.4
100		0.149	3.9
200		0.074	2.0

% GRAVA	69.2	Gruesa	47.5
		Fina	21.7
% ARENA	28.7	Gruesa	3.3
		Media	9.1
		Fina	16.4
% FINO	2.0		2.0

D10	mm	0.258
D30	mm	4.121
D60	mm	24.490
Cu		95.037
Cc		2.691

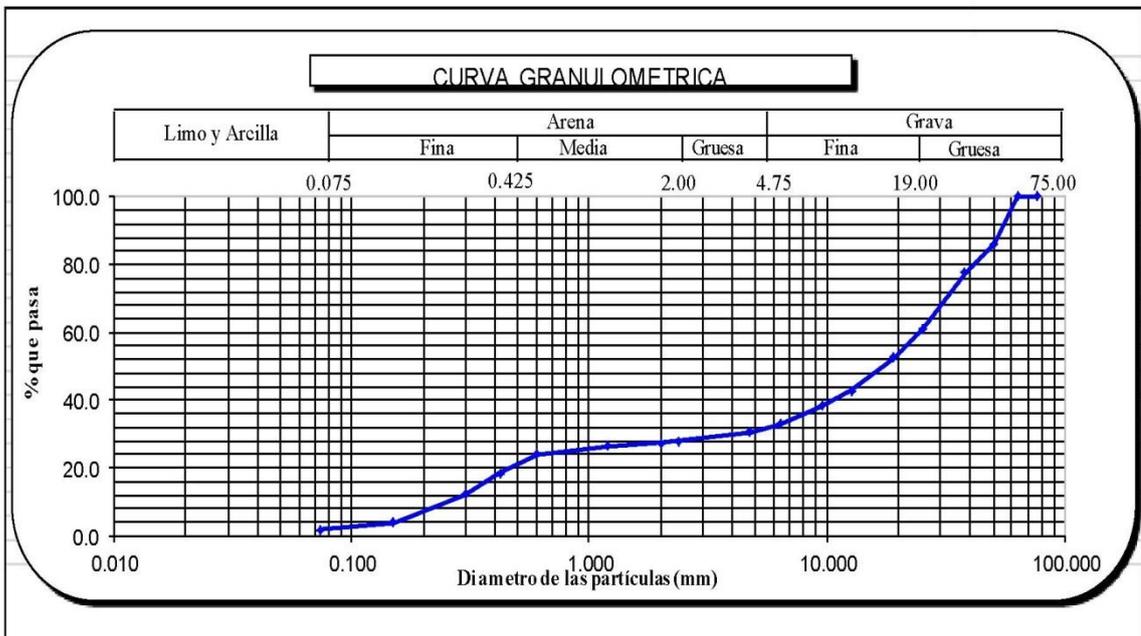


TABLA N° 10: Análisis mecánico por tamizado (ASTMD-422) de la calicata C-3 , muestra M-2

Análisis Mecánico por Tamizado (ASTM D-422)

Proyecto : Estudio de mecanica de suelos con fines de cimentacion del proyecto Edificio Multifamiliar Berlin 1194 **Registro :** 107-16 / SU 02
Ubicación : Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima **Referencia :** EMS-124-16
Fecha : may-16

Sondaje	C-3
Muestra	M-3
Profundidad (m)	2.50 - 4.60

Humedad Natural	%W		1.2
Limite Liquido	LL	ASTMD-4318	0.0
Limite Plastico	LP	ASTMD-4318	NP
Indice Plasticidad	IP		NP
Clasificacion	SUCS	ASTMD-2487	GP
Clasificacion	AASHTO	ASTMD-3282	A-1-a (0)

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTMD-422 PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	Malla		% que Pasa
	Tamiz	mm.	
	3"	76.200	100.0
	2"	50.600	89.7
	1 1/2"	38.100	81.9
	1"	25.400	65.9
	3/4"	19.050	59.1
	3/8"	9.525	42.2
	No4	4.760	35.1
	8	2.360	31.5
	16	1.190	30.0
	30	0.600	27.4
	40	0.420	23.1
	50	0.300	17.6
	100	0.149	7.0
	200	0.074	3.4

% GRAVA	64.9	Gruesa	49.5
		Fina	24.0
% ARENA	31.7	Gruesa	4.0
		Media	8.0
		Fina	19.6
% FINO	3.4		3.4

D10	mm	0.192
D30	mm	1.217
D60	mm	19.895
Cu		103.490
Cc		0.387

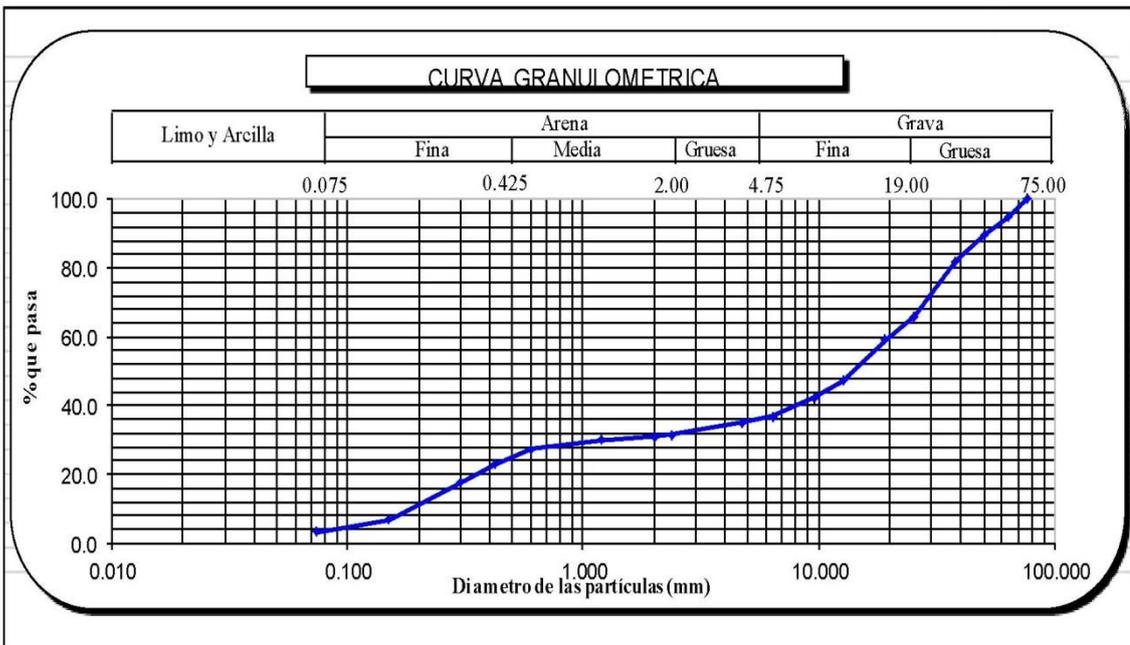


TABLA N° 11: Análisis mecánico por tamizado (ASTMD-422) de la calicata C-3 , muestra M-3

Análisis Mecánico por Tamizado (ASTM D-422)

Proyecto : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación del proyecto Edificio Multifamiliar Berlin 1194 **Registro :** 108-16 / SU 02
Ubicación : Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima **Referencia :** EMS-124-16
Fecha : may-16

Sondaje	C-3
Muestra	M-4
Profundidad (m)	4.60 - 10.0

Humedad Natural	%W		1.0
Límite Líquido	LL	ASTMD-4318	0.0
Límite Plástico	LP	ASTMD-4318	NP
Índice Plástico	IP		NP
Clasificación	SUCS	ASTMD-2487	GP
Clasificación	AASHTO	ASTMD-3282	A-1-a (0)

	Malla		% que Pasa
	Tamiz	mm.	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422			

% GRAVA	60.8	Gruesa	52.6
		Fina	24.0
% ARENA	36.7	Gruesa	5.0
		Media	14.2
		Fina	17.5
% FINO	2.5		2.5

D10	mm	0.240
D30	mm	0.927
D60	mm	17.273
Cu		71.878
Cc		0.207

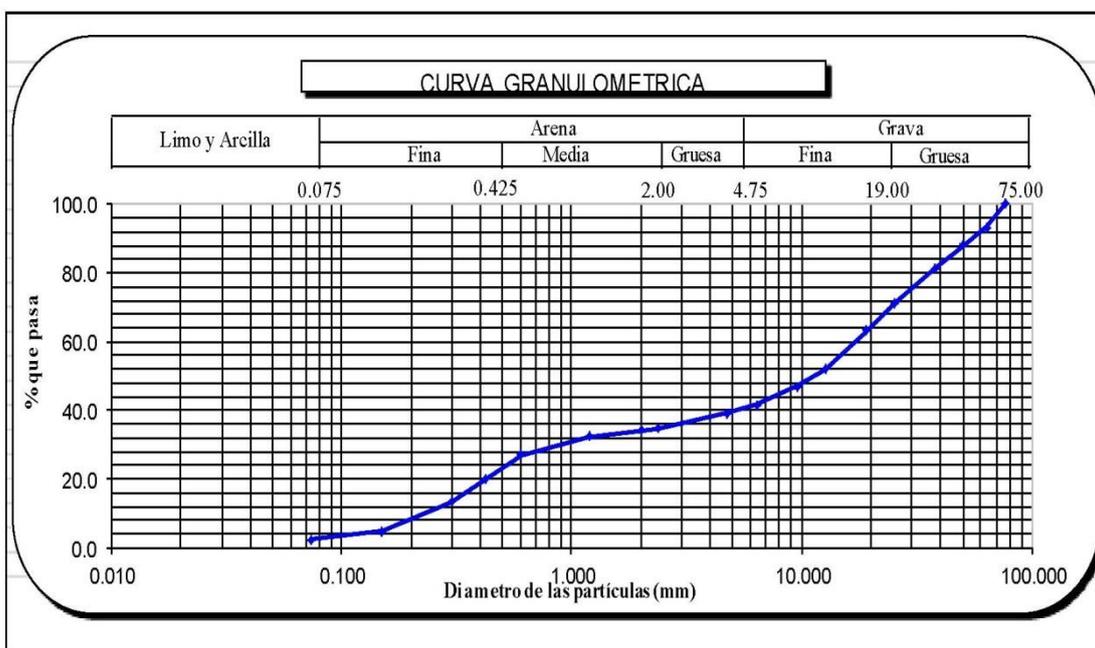


TABLA N° 12: Análisis mecánico por tamizado (ASTMD-422) de la calicata C-3 , muestra M-4

Limite de consistencia de los suelos

Proyecto	: Estudio de mecanica de suelos con fines de cimentacion del proyecto Edificio Multifamiliar Berlin 1194	Registro	: 038-16 / SU 04
		Ref. Proyecto:	EMS-124-16
Ubicación	: Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima	Fecha	: may-16
Calicata	: C-1 Muestra M-1	Profundidad	: 0.00-1.10

LIMITES DE ATTERBERG		Limite Liquido (ASTMD-4318)			Limite Plastico (ASTMD-4318)	
No golpes		30	30			
Peso recipiente + suelo húmedo	gr	36.77	36.77		23.23	23.55
Peso recipiente + suelo seco	gr	33.04	33.04		22.39	22.73
Peso recipiente	gr	13.88	13.88		16.13	16.47
Peso del agua en el suelo	gr	3.73	3.73		0.84	0.82
Peso del suelo seco	gr	19.16	19.16		6.26	6.26
Contenido de humedad	%	19.47	19.47	19.47	13.42	13.10
		$LL = w^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0,121}$				
Limite Liquido	19.9	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-weight: bold; margin-right: 10px;">INDICE DE PLASTICIDAD (IP)</div> <div style="text-align: center;"> <p>GRAFICA DE PLASTICIDAD SUCS</p> <p style="font-size: small;">The chart plots Liquid Limit (LL) on the x-axis (0.0 to 100.0) and Plasticity Index (IP) on the y-axis (0.0 to 100.0). A green diagonal line represents the boundary between CL and CH. A red vertical line is drawn at LL = 50.0. A blue triangle is plotted at LL = 19.9. The data point (19.9, 6.6) is located in the CL region.</p> </div> </div>				
Limite Plastico	13.3					
Indice de Plasticidad	6.6					
Clasificación SUCS	CL-ML					
Clasificación AASHTO	A-6 (3)					

TABLA N° 13: Limite de consistencia de los suelos de la calicata C-1 , muestra M-1

Limite de consistencia de los suelos

Proyecto	: Estudio de mecanica de suelos con fines de cimentacion del proyecto Edificio Multifamiliar Berlin 1194	Registro	: 039-16 / SU 04
		Ref. Proyecto:	EMS-124-16
Ubicación	: Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima	Fecha	: may-16
Calicata	: C-2 Muestra M-1	Profundidad	: 0.00-0.90

LIMITES DE ATTERBERG		Limite Liquido (ASTMD-4318)		Limite Plastico (ASTMD-4318)	
No golpes		30	30		
Peso recipiente + suelo húmedo	gr	33.12	33.12		
Peso recipiente + suelo seco	gr	30.03	30.03		
Peso recipiente	gr	14.71	14.71		
Peso del agua en el suelo	gr	3.09	3.09		
Peso del suelo seco	gr	15.32	15.32		
Contenido de humedad	%	20.17	20.17	20.17	
		$LL = w^n \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121}$			

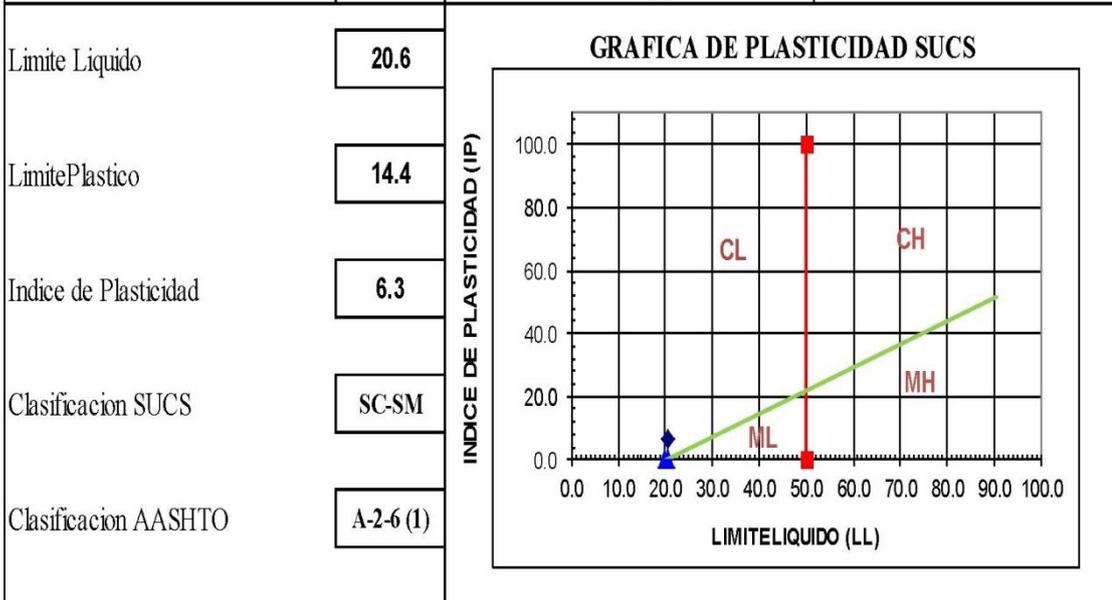


TABLA N° 14: Limite de consistencia de los suelos de la calicata C-2 , muestra M-1

Limite de consistencia de los suelos

Proyecto : Estudio de mecanica de suelos con fines de cimentacion del proyecto Edificio Multifamiliar Berlin 1194 **Registro** : 040-16 / SU 04
Ubicación : Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima **Ref. Proyecto:** EMS-124-16
Calicata : C-3 **Muestra** M-1 **Fecha** : may-16
Profundidad : 0.00-0.90

LIMITES DE ATTERBERG		Limite Liquido (ASTMD-4318)			Limite Plastico (ASTMD-4318)	
No golpes		28	28			
Peso recipiente + suelo húmedo	gr	32.74	32.74		23.52	23.9
Peso recipiente + suelo seco	gr	29.31	29.31		22.53	22.91
Peso recipiente	gr	13.88	13.88		16.13	16.46
Peso del agua en el suelo	gr	3.43	3.43		0.99	0.99
Peso del suelo seco	gr	15.43	15.43		6.40	6.45
Contenido de humedad	%	22.23	22.23	22.23	15.47	15.35
		$LL = w^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0,121}$				
Limite Liquido	22.5	GRAFICA DE PLASTICIDAD SUCS 				
Limite Plastico	15.4					
Indice de Plasticidad	7.1					
Clasificación SUCS	GC					
Clasificación AASHTO	A-2-6 (1)					

TABLA N° 15: Limite de consistencia de los suelos de la calicata C-3 , muestra M-1

MÍNIMA DENSIDAD

(I.N.V.E. -136-07)

Proyecto : Estudio de mecanica de suelos con fines de cimentacion **Registro** : 011-16 / SU 20
del proyecto Edificio Multifamiliar Berlin 1194 **Ref. Proyec.** : EMS-124-16
Ubicación : Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima **Fecha** : may-16
Calicata : C-2 **Muestra** : M-4 **Profundidad** : 5.80 - 10.00

DATOS BÁSICOS

			ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3
1	PESO DEL MOLDE + SUELO (gr)		5677.0	5679.0	5681.0
2	PESO DEL MOLDE (gr)	Dato	4340.0	4340.0	4340.0
3	PESO DEL SUELO (gr)	(1-2)	1337.0	1339.0	1341.0
4	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	Dato	956.0	956.0	956.0
5	DENSIDAD SECA MÍNIMA (gr/cm ³)	(4/3)	1.398	1.401	1.403
6	DENSIDAD SECA MÍNIMA PROMEDIO (gr/cm ³)		1.401		

TABLA N° 16: Mínima densidad de la calicata C-2, muestra M-4

MAXIMA DENSIDAD

(I.N.V.E. -136-07)

Proyecto : Obras civiles construccion de cruces subterranos de **Registro** : 011-16 / SU 20
tren electrico 220kv - linea 2 - Tunel Liner **Ref. Proyec.** : EMS-124-16
Ubicación : Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima **Fecha** : may-16
Calicata : C-2 **Muestra** : M-4 **Profundidad** : 5.80 - 10.00

DATOS BÁSICOS

DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	10.20	PESO DEL PISON (gr)	4550
ALTURA DEL MOLDE (cm)	11.7	ALTURA DE CAIDA DEL PISON (mm)	457.0
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	956.0	NUMERO DE CAPAS	5
PESO DEL MOLDE (gr)	4340	NUMERO DE GOLPES	50

RESULTADOS

DESCRIPCIÓN		ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3
1	PESO DEL MOLDE + SUELO COMPACTADO (gr)	6125	6130	6135
2	PESO DEL MOLDE (gr)	4340	4340	4340
3	PESO DEL SUELO COMPACTADO (gr)	1785	1790	1795
4	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	956	956	956
5	DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm ³)	1.867	1.872	1.878
6	DENSIDAD SECA MAXIMA PROMEDIO (gr/cm ³)	1.872		

TABLA N° 17: Máxima densidad de la calicata C-2, muestra M-4

**Ensayo de corte Directo Bajo Condiciones Consolidas Drenadas
ASTM D3080-04**

Proyecto	Edificio Multifamiliar Berlin 1194	Registro	025-16 / ESP 01
Ubicación	Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima	Ref. Proyecto	EMS-124-16
Calicata	C-2	Muestra	M-4
Profundidad	5.80 - 10.00	Fecha	may-16
		Clasif. SUCS	GW
		Veloc. Corte	0,5 mm/min

ESPECIMEN 1

ESPECIMEN 2

ESPECIMEN 3

Altura Inicial:	26.4 mm	Altura Inicial:	26.4 mm	Altura Inicial:	26.4 mm
Lado de caja :	63.5 mm	Lado de caja :	63.5 mm	Lado de caja :	63.5 mm
Area Inicial:	31.7 cm ²	Area Inicial:	31.7 cm ²	Area Inicial:	31.7 cm ²
Densidad :	1.697 gr/cm ³	Densidad :	1.697 gr/cm ³	Densidad :	1.697 gr/cm ³
Humedad Inic.:	1.9 %	Humedad Inic.:	1.9 %	Humedad Inic.:	1.9 %
Humedad Fin.:	17.5 %	Humedad Fin.:	18.0 %	Humedad Fin.:	17.9 %
Esf. Normal :	0.63 kg/cm ²	Esf. Normal :	1.26 kg/cm ²	Esf. Normal :	2.53 kg/cm ²
Esf. Corte:	0.840 kg/cm ²	Esf. Corte:	1.421 kg/cm ²	Esf. Corte:	2.364 kg/cm ²

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Esfuerzo Normalizado (t/s)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Esfuerzo Normalizado (t/s)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.019	0.029	0.05	0.02	0.02	0.05	0.24	0.10
0.09	0.019	0.029	0.09	0.02	0.02	0.09	0.32	0.13
0.19	0.019	0.029	0.19	0.25	0.20	0.19	0.68	0.27
0.28	0.069	0.109	0.28	0.40	0.32	0.28	0.84	0.33
0.47	0.422	0.665	0.47	0.62	0.49	0.47	1.11	0.44
0.71	0.519	0.814	0.71	0.80	0.63	0.71	1.36	0.54
0.94	0.631	0.987	0.94	0.98	0.77	0.94	1.54	0.60
1.18	0.705	1.100	1.18	1.11	0.87	1.18	1.72	0.67
1.42	0.753	1.170	1.42	1.21	0.94	1.42	1.86	0.72
1.65	0.802	1.243	1.65	1.28	0.99	1.65	1.95	0.75
1.89	0.829	1.281	1.89	1.33	1.03	1.89	2.08	0.80
2.36	0.840	1.290	2.36	1.39	1.07	2.36	2.20	0.85
2.83	0.823	1.256	2.83	1.42	1.08	2.83	2.29	0.87
3.31	0.792	1.202	3.31	1.40	1.06	3.31	2.34	0.89
3.78	0.754	1.136	3.78	1.36	1.02	3.78	2.36	0.89
4.25	0.721	1.080	4.25	1.30	0.97	4.25	2.35	0.88
4.72	0.698	1.039	4.72	1.25	0.93	4.72	2.30	0.86
5.67	0.653	0.959	5.67	1.21	0.89	5.67	2.18	0.80
6.61	0.643	0.932	6.61	1.16	0.84	6.61	2.08	0.76
7.56	0.626	0.896	7.56	1.13	0.81	7.56	2.06	0.74
8.50	0.613	0.866	8.50	1.11	0.79	8.50	2.07	0.73
9.45	0.610	0.850	9.45	1.11	0.77	9.45	2.08	0.72
10.39	0.612	0.841	10.39	1.10	0.76	10.39	2.05	0.70
11.34	0.599	0.812	11.34	1.06	0.72	11.34	2.06	0.70

OBSERVACIÓN: Muestra Remoldeada a una densidad de 1.697 gr/cm3

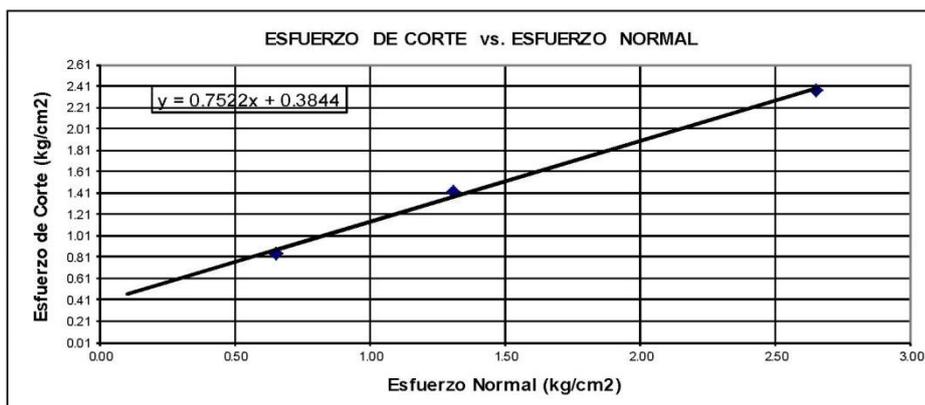
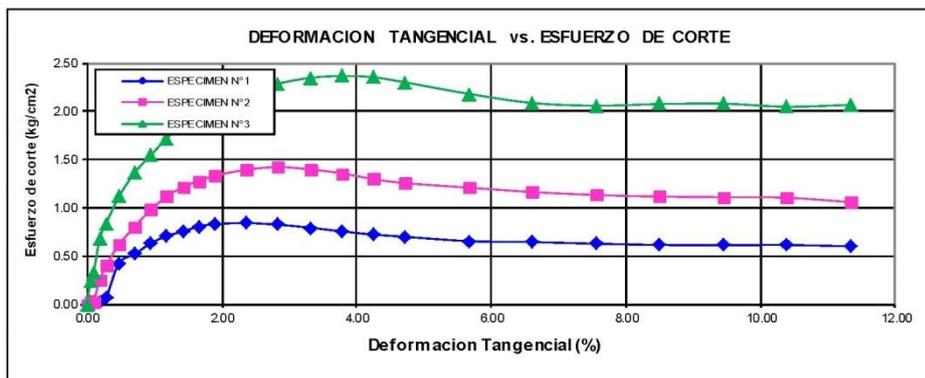
Determinado en Campo:

Mediante Ensayo de Densidad - ASTM D1556
Mediante Ensayo de Humedad - ASTM D2216

TABLA N° 18: Ensayo de corte directo bajo condiciones consolidas drenadas (ASTM D3080-04) de la calicata C-2, muestra M-4

Ensayo de corte Directo Bajo Condiciones Consolidas Drenadas ASTM D3080-04

Proyecto : Edificio Multifamiliar Berlin 1194	Registro : 025-16 / ESP 01
Ubicación : Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima	Ref. Proyecto : EMS-124-16
Calicata : C-2 Muestra : M-4	Fecha : may-16
Profundidad : 5.80 - 10.00	Clasif. SUCS : GW
	Velocidad Corte : 0,5 mm/min



Resultados:		
Cohesión ©	0.384	Kg/cm²
Angulo de fricción (φ°)	36.95°	

OBSERVACIÓN: Muestra Remoldeada a una densidad de 1.697 gr/cm³

Determinado en Campo:

Mediante Ensayo de Densidad - ASTM D1556
Mediante Ensayo de Humedad - ASTM D2216

TABLA N° 19: Ensayo de corte directo bajo condiciones consolidas drenadas (ASTM D3080-04) de la calicata C-2, muestra M-4

Determinación del contenido de Sales Solubles
(NTP 339.152-2002)

Proyecto : Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación del proyecto Edificio Multifamiliar Berlin 1194 **Certificado N°** : 030-16 / QU 01
Ubicación : Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima **Ref. Proyecto** : EMS-124-16
Calicata : C-2 **Muestra** : M-4 **Fecha de ensayo** : may-16
Profundidad : 5.80 - 10.00

Número de Capsula		1	2
Peso de Capsula	(g)	47.29	47.92
Peso de Capsula + Sales Solubles	(g)	47.33	47.96
Peso de Sales Solubles	(g)	0.040	0.040
Contenido de Sales Solubles	(%)	0.12	0.12
Promedio	(%)	0.12	
Promedio	(ppm)	1200.00	
Grado de ataque		No perjudicial	

TABLA N° 20: Determinación del contenido de sales solubles (NTP 339.152-2002) de la calicata C-2, muestra M-4

Ensayo de sulfato solubles
(NTP 339.178-2002)

Proyecto : Estudio de mecanica de suelos con fines de cimentacion del proyecto Edificio Multifamiliar Berlin 1194 **Certificado N°** : 030-16 / QU 03
Ubicación : Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima **Ref. Proyecto** : EMS-124-16
Calicata : C-2 **Muestra** : M-4 **Fecha de ensayo** : may-16
Profundidad : 5.80 - 10.00

Calicata	Muestra	Profundidad	Sulfato (ppm)	Grado de Ataque
C-2	M-4	5.80 - 10.00	141.00	Leve

TABLA N° 21: Ensayo de sulfato solubles (NTP 339.178-2002) de la calicata C-2, muestra M-4

ANEXO V : CAPACIDAD ADMISIBLE

Cálculo de la Capacidad portante																													
Proyecto	: Edificio Multifamiliar Berlin 1194	Registro	: CP-001																										
Ubicación	: Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima	Ref. Proye	: EMS-124-16																										
Cimentación	: Zapata cuadrada aisladas	Fecha	: may-16																										
Capacidad Admisible por Resistencia																													
Cohesion	C	0.38		kg/cm2																									
Angulo de Friccion	Φ	37.0		°																									
Peso unitario suelo seco	Y	2.14		tn/m3																									
Ancho de la Cimentacion	B	1.50		m																									
Largo de la Cimentacion	L	1.50		m																									
Profundidad de Desplante	Df	1.50		m																									
Factor de Seguridad	Fs	3.0																											
Inclinacion de la carga	β	0.00		°																									
$Q. Ult. = C. Nc. Fcs. Fci + q. Nq. Fqc. Fqi + \frac{1}{2} y. B. Ny. Fys. Fyi$																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Factor de capacidad de carga</th> <th colspan="2">Factor de forma</th> <th colspan="2">Factor de inclinacion</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Nc</td> <td style="text-align: center;">23.30</td> <td style="text-align: center;">Fcs</td> <td style="text-align: center;">1.54</td> <td style="text-align: center;">Fci</td> <td style="text-align: center;">1.00</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Nq</td> <td style="text-align: center;">12.68</td> <td style="text-align: center;">Fqs</td> <td style="text-align: center;">1.50</td> <td style="text-align: center;">Fqi</td> <td style="text-align: center;">1.00</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Ny</td> <td style="text-align: center;">13.72</td> <td style="text-align: center;">Fys</td> <td style="text-align: center;">0.60</td> <td style="text-align: center;">Fyi</td> <td style="text-align: center;">1.00</td> </tr> </tbody> </table>						Factor de capacidad de carga		Factor de forma		Factor de inclinacion		Nc	23.30	Fcs	1.54	Fci	1.00	Nq	12.68	Fqs	1.50	Fqi	1.00	Ny	13.72	Fys	0.60	Fyi	1.00
Factor de capacidad de carga		Factor de forma		Factor de inclinacion																									
Nc	23.30	Fcs	1.54	Fci	1.00																								
Nq	12.68	Fqs	1.50	Fqi	1.00																								
Ny	13.72	Fys	0.60	Fyi	1.00																								
Capacida Ultima de Carga	Q. Ult.	166.51	Tn/m2	<>	16.65 kg/cm2																								
Capacidad Admisible de Carga	Q. Adm.	54.43	Tn/m2	<>	5.44 kg/cm2																								
Capacidad Admisible por Asentamiento																													
Presion por carga admisible	Q. Adm	5.44	kg/cm2	$Si = \frac{Q. Adm. B(1 - u^2)}{Es} I_f$																									
Relacion de Poisson	μ	0.15																											
Modulo de Elasticidad	Es	700	kg/cm2																										
Asentamiento permisible	Si (max)	2.5	cm																										
Ancho de la Cimentacion	B	1.5	m																										
Factor de Forma Centro (flexible)	If	112	cm/m																										
Factor de Forma, Esquina (flexible)	If	56	cm/m																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Asentamiento Si cm</th> </tr> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Si "Centro"</th> <th style="text-align: center;">Si "Esquina"</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Presion por carga admisible</td> <td style="text-align: center;">Si = 1.28 cm</td> <td style="text-align: center;">0.64 cm</td> </tr> <tr> <td>Presion de carga asumida por asenta</td> <td style="text-align: center;">Si = 1.28 cm</td> <td style="text-align: center;">0.64 cm</td> </tr> </tbody> </table>						Asentamiento Si cm				Si "Centro"	Si "Esquina"	Presion por carga admisible	Si = 1.28 cm	0.64 cm	Presion de carga asumida por asenta	Si = 1.28 cm	0.64 cm												
Asentamiento Si cm																													
	Si "Centro"	Si "Esquina"																											
Presion por carga admisible	Si = 1.28 cm	0.64 cm																											
Presion de carga asumida por asenta	Si = 1.28 cm	0.64 cm																											

IMAGEN N° 1: Calculo de capacidad portante de zapata cuadrada sin lados

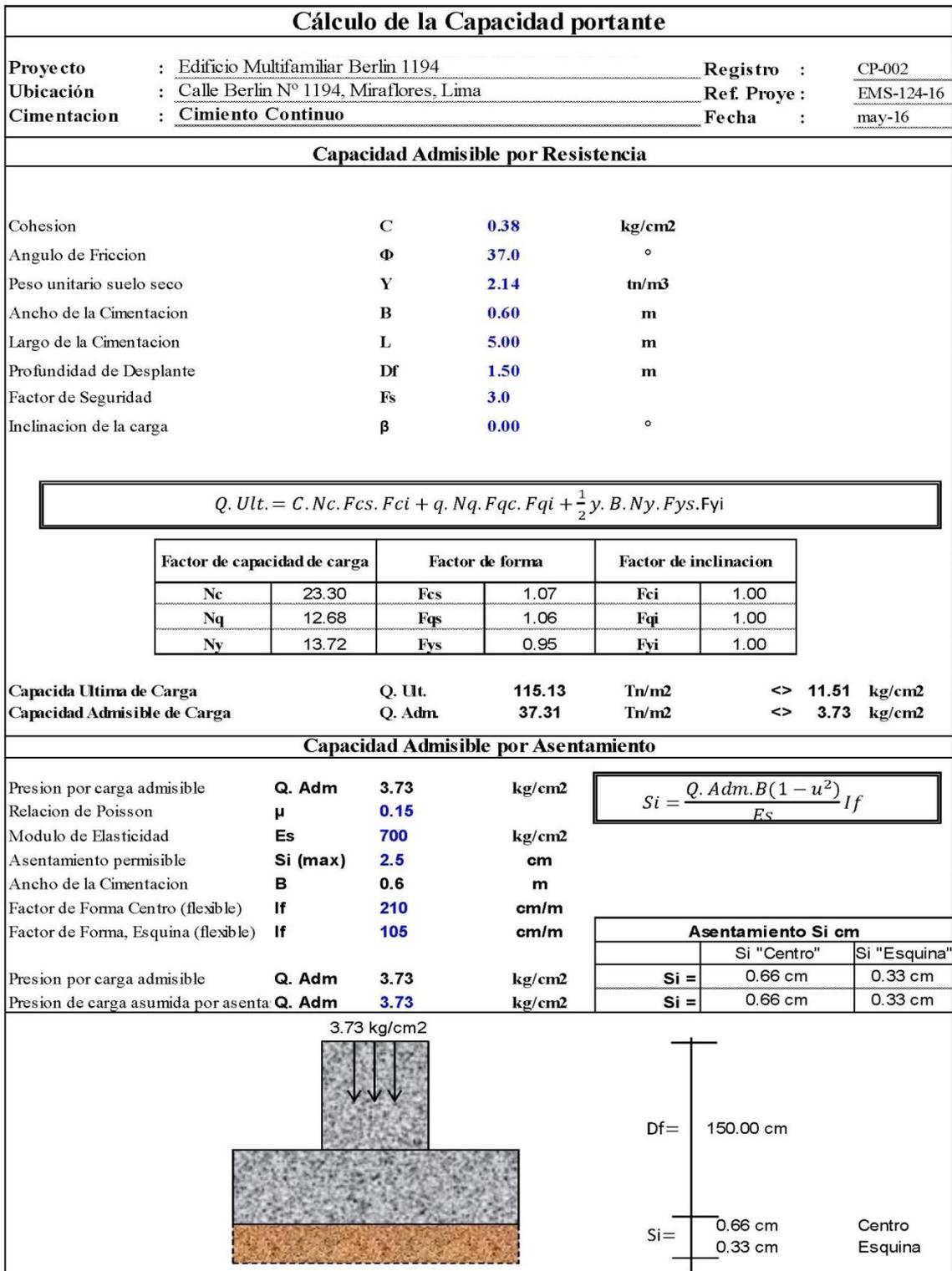


IMAGEN N° 2: Calculo de capacidad portante de cimiento continuo

Cálculo de la Distorción Angular

Proyecto	: Edificio Multifamiliar Berlin 1194	Registro	: CP-003
Ubicación	: Calle Berlin N° 1194, Miraflores, Lima	Ref. Proye	: EMS-124-16
Cimentacion	: <u>Zapata cuadrada aisladas</u>	Fecha	: oct-15

Capacidad Admisible

Peso unitario suelo seco	Y	2.14	tn/m ³
Ancho de la Cimentacion	B	1.50	m
Largo de la Cimentacion	L	1.50	m
Profundidad de Desplante	Df	1.50	m
Factor de Seguridad	Fs	3.0	
Inclinacion de la carga	β	0.00	°
Capacidad admisible por Resistencia	Q.adm	5.44	kg/cm ²
Capacidad admisible por Asentamiento	Q.adm	5.44	kg/cm ³

Calculo de Asentamientos diferenciales (cm)

Zapata Cuadrada - Aislada	Centro	Esquina	
Asentamiento por carga admisible	1.28	0.64	cm
Asentamiento por carga asumida por asentamiento	1.28	0.64	cm

Distorción angular límite (NTP E.050) **1/500**

Distancias entre zapatas	Distorción angular esperada				
Longitudinales 5.00 m	Por carga admisible	0.00128	<	0.0020	OK
		0.00128	<	0.0020	OK
Transversales 4.00 m	Por carga admisible	0.00160	<	0.0020	OK
		0.00160	<	0.0020	OK

IMAGEN N° 3: Calculo de la distorsión angular de la zapata cuadrada sin lados

ANEXO VI : FOTOGRAFIAS



IMAGEN Nº 01: VISTA DEL AREA DEL PROYECTO MULTIFAMILIAR BERLIN 1194,



IMAGEN Nº 03-04: UBICACIÓN DE LA CALICATA "C1 MIRAFLORES, LIMA.



IMAGEN N° 05-06: PERFIL ESTRATIGRAFICO "C1" MIRAFLORES, LIMA.



IMAGEN Nº 07-08: UBICACIÓN DE LA CALICATA "C2, MIRAFLORES, LIMA.



IMAGEN Nº 09-10: PERFIL ESTRATIGRAFICO "C2"



IMAGEN N° 11-12: UBICACIÓN DE LA CALICATA "C3"

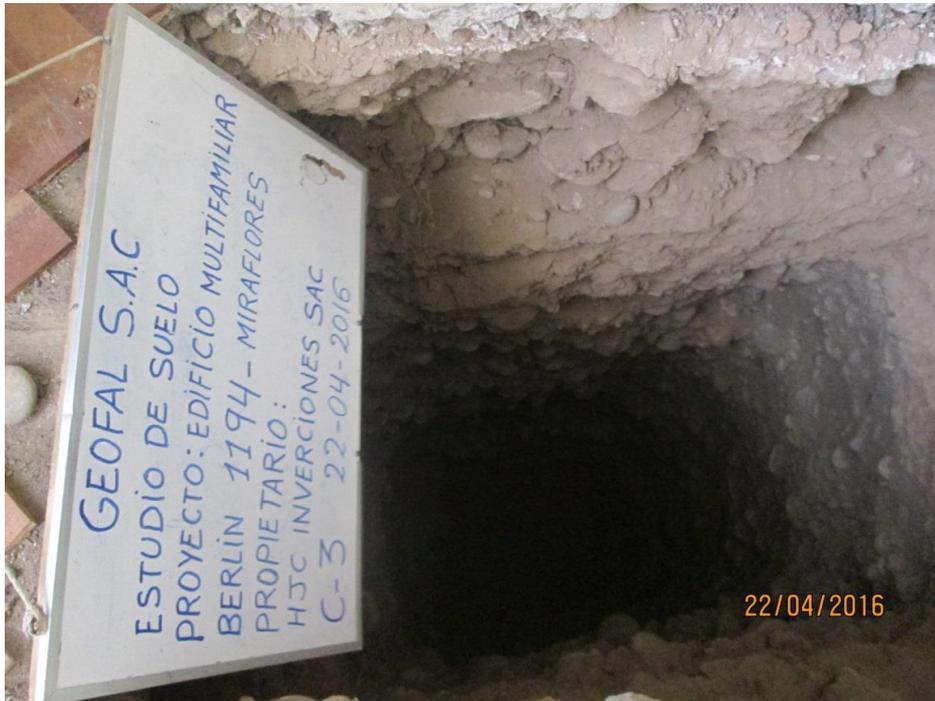


IMAGEN Nº 13-14: PERFIL ESTRATIGRAFICO "C3"