

000200

ESTUDIO DE SUELOS

000201

MEJORAMIENTO DEL PARQUE FERNANDO LÓPEZ DE CASTILLA CERVANTES, DISTRITO DE MIRAFLORES-LIMA-LIMA

Ca. Cabo A. Banda intersección con la Ca. Coronel Maldonado
Distrito Miraflores – Provincia Lima – Región Lima Metropolitana



ESTUDIO DE MECÁNICA SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

Ing. JAVIER HERNAN CORNEJO ALMESTAR
Consultor
Lima, marzo del 2018



Proyecto:

000202

**MEJORAMIENTO DEL PARQUE FERNANDO LÓPEZ DE
CASTILLA CERVANTES, DISTRITO DE MIRAFLORES-LIMA-
LIMA**

Ca. Cabo A. Banda intersección con la Ca. Coronel Maldonado
Distrito Miraflores-Provincia Lima-Región Lima Metropolitana

**Estudio de mecánica de suelos
con fines cimentación**

Informe elaborado para:
Municipalidad Distrital de Miraflores
Av. Larco N° 400
Miraflores-Lima-Lima Metropolitana
Teléfono: (01) 617-7272

Informe elaborado por:
Ing. Javier Hernán Cornejo Almestar
Av. Metropolitana N° 372-Urb. Carabaylo
Comas-Lima-Lima Metropolitana
Teléfono: (01) 5255509

Lima, marzo del 2018



000203

ÍNDICE

ÍNDICE

RESUMEN

1.0 INTRODUCCIÓN

- 1.1 Del proyecto de ingeniería
- 1.2 Delimitación del área de estudio
- 1.3 Objeto del estudio
- 1.4 Alcances del estudio

2.0 INFORMACIÓN SOBRE EL ÁREA DE ESTUDIO

- 2.1 De la ubicación y accesos
- 2.2 De la topografía
- 2.3 De los usos anteriores
- 2.4 Del tipo de obra y cimientos proyectados
- 2.5 De los terrenos y edificios colindantes
- 2.6 Del clima y piso ecológico
- 2.7 De la geología y amenaza geológica
 - 2.7.1 Geomorfología
 - 2.7.2 Estratigrafía
 - 2.7.3 Amenaza geológica

3.0 EXPLORACIÓN DEL SUELO

- 3.1 Programa de exploración
- 3.2 Programa de trabajos de campo
 - 3.2.1 Excavación de calicatas
 - 3.2.2 Toma de muestras
 - 3.2.3 Densidad de campo
- 3.3 Programa de ensayos de laboratorio
- 3.4 Resultados de ensayos de campo y laboratorio
 - 3.4.1 Peso volumétrico
 - 3.4.2 Análisis químico
 - 3.4.3 Caracterización física de suelos
 - 3.4.4 Corte directo
- 3.5 Perfil del suelo



000204

4.0 ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

- 4.1 El Suelo de cimentación y tipos de cimientos
 - 4.1.1 El suelo de cimentación y parámetros geotécnicos
 - 4.1.2 Tipos de cimientos y profundidad de cimentación
- 4.2 Predicción del esfuerzo admisible
 - 4.2.1 Estimación del esfuerzo admisible por resistencia al cortante
 - 4.2.2 Estimación del esfuerzo admisible por deformaciones
 - 4.2.3 Selección del esfuerzo admisible
- 4.3 Previsión ante el ataque químico del suelo
- 4.4 Condiciones de excavación
- 4.5 Tratamiento del suelo previo al vaciado de concreto en cimientos.

5.0 CONCLSIONES Y RECOMENDACIONES

- 5.1 Conclusiones
- 5.2 Recomendaciones

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

- ANEXO I : Planos
- ANEXO II : Registro de excavaciones
- ANEXO III : Resultados de ensayos de laboratorio
- ANEXO IV : Tablas
- ANEXO V : Fotografías



000205

RESUMEN

El proyecto *Mejoramiento del parque Fernando López de Castilla Cervantes, distrito de Miraflores-Lima-Lima*, comprende la construcción de elementos urbanos recreativos, como veredas, bancas, bases de pedestales, entre otros. Las condiciones de cimentación recomendadas son:

1.1 Tipos de cimientos

Los cimientos serán del tipo superficial, losas de cimentación de concreto simple, cuyas dimensiones son determinadas por el diseño arquitectónico

1.2 Suelo de cimentación

Arena arcillosa (SC), de origen fluvio-aluvial, medianamente densa, y ligeramente húmeda en el lugar.

1.3 Parámetros geotécnicos

$\gamma = 16,1 \text{ kN/m}^3$ ó $1,64 \text{ g/cm}^3$ (peso volumétrico seco)
 $c = 0,004 \text{ MPa}$ o $0,04 \text{ kg/cm}^2$ (cohesión)
 $\phi = 23,2^\circ$ (ángulo de rozamiento interno)

1.4 Condiciones de cimentación

$F_s = 3$ (factor de seguridad al corte)
 $B =$ Según diseño arquitectónico (ancho del cimiento)
 $D_f = 0,30 \text{ m}$ (profundidad de cimentación)
 $q_{ad} = 0,07 \text{ MPa}$ ó $0,7 \text{ kg/cm}^2$ (esfuerzo admisible)
 $\delta = 1,0 \text{ cm}$ (asentamiento diferencial máximo)

1.5 Nivel freático

No se ha encontrado la napa freática hasta la profundidad de exploración. Se puede inferir que el nivel freático se extiende a más de 80,00 m por debajo del nivel de cimentación.

1.6 Grado de agresividad química del suelo

Insignificante. Podrá emplearse cemento Portland Tipo I en la fabricación de los elementos de concreto de la cimentación.

000206

1.7 Condiciones de excavación

Con fines de excavación se califica al suelo del área de estudio como MATERIAL SUELTO (terreno normal). La excavación podrá hacerse manualmente, empleando lampas, picos y barretas. Hasta 2,50 m de profundidad podrá excavarse con paredes verticales.



000207

1

INTRODUCCIÓN

1.1 DEL PROYECTO DE INGENIERÍA

La Municipalidad Distrital de Miraflores, en cumplimiento de su Plan de Inversiones 2018, viene elaborando el proyecto *Mejoramiento del parque Fernando López de Castilla Cervantes, distrito de Miraflores-Lima-Lima*, proyecto que comprende la construcción de elementos de infraestructura urbana recreativa, como veredas, bancas, bases de pedestales, juegos para niños, papeleras, entre otros.

Siendo así, en cumplimiento de la Norma E.050-Suelos y cimentaciones, se requiere efectuar un estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación, el mismo que formará parte del Expediente técnico de obra.

1.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El predio urbano que ocupa actualmente el parque Fernando López de castilla Cervantes, se constituye en el área de estudio, el mismo que se encuentra delimitado por la calle Cabo J. Cotrina, la calle S. Bendezú y la calle Sargento W. Arias R., jurisdicción del distrito de Miraflores, provincia Lima, región Lima Metropolitana.

1.3 OBJETO DEL ESTUDIO

Es objeto del estudio de mecánica de suelos asegurar la estabilidad y permanencia de las estructuras proyectadas y promover la utilización racional de los recursos. Siendo así, determinará los parámetros geotécnicos de resistencia-deformación del suelo de cimentación.

1.4 ALCANCES DEL ESTUDIO

El estudio proporcionará al ingeniero de estructuras los parámetros geotécnicos para

000208

lograr un diseño racional de los cimientos, prevenir la agresión química y planificar las excavaciones. Siendo así, se obtendrá para el suelo de cimentación en el área de estudio, la capacidad de carga, grado de agresividad química y la estabilidad de taludes de corte en excavaciones masivas y/o de zanjas.

La información del presente estudio de mecánica de suelos es válida para el área de estudio descrita en el ítem 1.2 y el tipo de estructura descrito en el ítem 2.4. Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del presente estudio de mecánica de suelos, sólo se aplicarán al área de estudio y a las estructuras comprendidas en el proyecto. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras estructuras o para otro tipo de obra, según la Norma E. 050.



000209

2

INFORMACIÓN SOBRE EL ÁREA DE ESTUDIO

2.1 DE LA UBICACIÓN Y ACCESOS

El área de estudio comprende el predio urbano de uso recreativo ubicado en la intersección de la calle Coronel V. Maldonado y la calle Cabo A. Banda Rivera, jurisdicción del distrito de Miraflores, provincia Lima, región Lima Metropolitana. (Véase Plano de Ubicación del área de estudio-Anexo I)

El área de estudio se ubica hacia el este del distrito de Miraflores, cerca de la colindancia con el distrito de Surquillo, cerca también de la intersección de la Av. Manuel Villarán y la Av. Tomás Marsano. El eje central de esta última avenida corresponde con el lindero este del distrito de Miraflores. Un acceso hacia el área de estudio, desde la Municipalidad de Miraflores y siguiendo la dirección sureste es: Av. José Larco, Av. Benavides, Av. La Merced, Av. Manuel Villarán y calle Cabo A. Banda Rivera, donde se ubica el área de estudio.

2.2 DE LA TOPOGRAFÍA

El área de estudio corresponde con el predio urbano de uso recreativo ubicado en la intersección de la calle Coronel V. Maldonado y calle Cabo A. Banda Rivera. Este predio tiene una extensión superficial de 8.592,25 m², se encuentra delimitado por las coordenadas UTM, datum PSAD 56, 8.659.368 N – 8.659.471 N y 281.457 E – 281.593 E, tiene forma geométrica trapezoidal con linderos curvos y relieve con ligera pendiente ascendente de 2,0 % en dirección suroeste-noreste.

Actualmente existe en el área de estudio un parque recreativo, con veredas perimetrales y centrales, con bancas, papeleras, con muchos árboles y superficie de grass. El Parque cuenta actualmente con los servicios de energía eléctrica y agua potable.

000210

2.3 DE LOS USOS ANTERIORES

Actualmente el área de estudio tiene uso urbano. Antes del proceso de urbanización los terrenos de la zona, que incluye al área de estudio, eran de uso agropecuario.

2.4 DEL TIPO DE OBRA Y CIMIENTOS PROYECTADOS

Los trabajos de mejoramiento del parque comprenden la construcción de veredas de concreto simple, bancas ornamentales, juegos infantiles, base de concreto para asta de banderas y/o monumentos, así como sembrío de grass, instalación de conexiones de agua potable para riego de las áreas verdes e instalaciones eléctricas para alumbrado público.

La arquitectura de estas estructuras implica diseñar cimientos superficiales del tipo losa de cimentación de concreto simple.

2.5 DE LOS TERRENOS Y EDIFICIOS COLINDANTES

El área de estudio tiene los siguientes linderos y edificios colindantes: (Véase Plano de ubicación de calicatas-Anexo I)

Por el noroeste : Colinda con la calle Coronel V. Maldonado.

Por el noreste : Colinda con la calle Cabo A. Banda.

Por el suroeste y sureste: Colinda con la calle Jorge Guillermo Leguía.

2.6 DEL CLIMA Y PISO ECOLÓGICO

El área de estudio se ubica sobre los 102 msnm en la región Chala o Costa, según la clasificación del Dr. Javier Pulgar Vidal. Esta región comprende las tierras que lindan con el mar en el lado occidental de la Cordillera de Los Andes, entre el nivel medio del mar y los 500 msnm.

La región presenta un clima desértico templado y húmedo, con lloviznas bajas entre abril y diciembre, y sol intenso entre enero y marzo. La temperatura anual promedio es de 18° C a 19° C. (Palacios, Caldas y Vela; 1992: 10)

Según la clasificación del Dr. Antonio Brack, el área de estudio se ubica en la ecorregión

000211

Desierto del Pacífico, región que se caracteriza por la ausencia de lluvias, siendo su terreno desértico. Hay vegetación solo en los valles fluviales y las lomas. Estas últimas se llenan de vegetación en invierno (de mayo a octubre).

2.7 DE LA GEOLOGÍA Y AMENAZA GEOLÓGICA

2.7.1 Geomorfología

Regionalmente, la unidad morfológica sobre la que se asienta el área de estudio corresponde con la de Planicies costaneras y conos deyeativos, según el Boletín N° 43 de la Carta Geológica Nacional.

Esta unidad morfológica corresponde con la zona comprendida entre el borde litoral y las estribaciones de la Cordillera Occidental, constituida por una faja angosta de territorio paralela a la línea de costa, adquiriendo mayor amplitud en los valles Chancay, Chillón, Rímac (en especial) y Lurín.

Constituyen amplias superficies cubiertas por gravas y arenas provenientes del transporte y sedimentación de los ríos Rímac y Lurín y por arena proveniente del acarreo eólico desde las playas, por vientos que corren con dirección SW a NE.

Una de estas planicies constituye el cono aluvial del río Rímac donde se asienta la ciudad de Lima, lo que fue una depresión, ahora rellena por gravas, arenas y arcillas formando un potente apilamiento, cuyo grosor completo se desconoce. Esta llanura aluvial se continúa al sur con el cono aluvial del río Lurín interdigitándose sus depósitos por debajo de la cobertura eólica (al sur de Villa y San Juan. Al norte la planicie aluvial del Rímac se continúa con la del río Chillón, la cual se interdigita con las arenas de las pampas de Piedras Gordas y Ancón. Más al norte, pasando los cerros de arena de Pasamayo, se tiene el cono aluvial del río Chancay con una gran amplitud teniendo la señal cerro Macatón a manera de Cerro testigo.

La llanura aluvial de Lurín se continúa al sur con una planicie costanera más angosta frente a Punta Hermosa, San Bartolo y Chilca rellena por los materiales acumulados por las quebradas que discurren directamente al mar, teniendo una cobertura de arena eólica. (Palacios; Caldas y Vela, 1992: 6-7)

000212

Localmente, el área de estudio se asienta en la planicie costanera del río Rímac, sobre la margen izquierda del cauce actual del río.

2.7.2 Estratigrafía

Regionalmente, el área de estudio se asienta sobre depósitos fluvio-aluviales del cuaternario pleistocénico, según el Boletín N° 43 de la Carta Geológica Nacional.

Estos depósitos se encuentran formando los conos deyeativos de los ríos Chancay, Rímac y Lurín ostentando espesores del orden de decenas de metros, sobre los que se asientan los centros urbanos y la agricultura por lo que adquieren una significativa importancia para la región; ya que ellos contienen acuíferos notables que dan vida a numerosas poblaciones y gran parte de la agricultura.

El principal depósito aluvial pleistocénico lo constituye el antiguo cono aluvial del río Rímac, donde se asienta la ciudad de Lima, teniendo su separación interfluvial con el río Lurín debajo de las arenas eólicas entre el cerro Lomo de Corvina y playa Conchán y con el río Chillón en la playa de Márquez.

También se ha incluido dentro de estos depósitos las acumulaciones aluviales desérticas provenientes de quebradas y ríos afluentes ahora secos y desérticos como Río Seco y las quebradas: Huarangal, La Molina, Canto Grande, Pucará, Malanche, Cruz de Hueso, Chamaure, Honda, etc. En muchas de ellas cuando las lluvias han sido abundantes en los contrafuertes andinos se han producido corrientes lodosas y huaycos. En Quebrada Honda (km 50 Panamericana sur), estos depósitos de conos aluviales desérticos llegan hasta la bahía de Naplo.

La litología de estos depósitos aluviales pleistocénicos vistos a través de terrazas, cortes y perforaciones comprende conglomerados, conteniendo cantos de diferentes tipos y rocas especialmente intrusivas y volcánicas, gravas subangulosas cuando se trata de depósitos de conos aluviales desérticos debido al poco transporte, arenas con diferentes granulometrías y en menor proporción limos y arcillas.

Todos estos materiales se encuentran intercalados formando paquetes de grosores considerables como se puede apreciar en los acantilados de la costa.

000213

Los niveles de arena, limo y arcilla se pierden lenticularmente y a veces se interdigitan entre ellos o entre los conglomerados.

El grosor de estos depósitos aluviales es desconocido. Por las perforaciones realizadas por agua subterránea en la gran Lima se conoce que es considerable, pero en ninguna de ellas se ha llegado a la base, el pozo más profundo sería el que se perforó en el Hospital Daniel Alcides Carrión con 210 m (comunicación verbal del Dr. Néstor Teves) todo en aluvial. Asimismo, estudios geofísicos realizados en Lima han demostrado que tanto el aluvial del Rímac como el del Chillón sobrepasan los 400 m de grosor. En la Molina y Canto Grande es considerable el grosor de los depósitos de conos de deyección desérticos, allí se los está explotando como material de construcción, habiéndose llevado las labores de minado hasta más de 70 m de profundidad y sigue el mismo material.

Este aluvial, el más antiguo; es posible verlo también en los cortes de los taludes de las quebradas afluentes al río Chillón tal como las quebradas Huarangal y Ríos Seco, interdigitados con acumulaciones aluviales desérticas.

Similar relación se aprecia en la garganta de Márquez, 1 km antes de la desembocadura del río Chillón en el océano Pacífico, allí se puede observar la relación de interdigitación entre los diferentes niveles de fluvioaluviales con los aluviales desérticos que bajan de las quebradas, siendo contemporáneos los niveles de igual cota. Estas relaciones que también se pueden observar aguas arriba del río Chillón (cuadrángulo de Chosica) donde se presentan terrazas colgadas que alcanzan hasta 30 m de altura a partir del cauce del río, sólo es posible verlas en los cortes o terrazas labradas por el propio río y donde es casi seguro que los depósitos basales y gran parte de los materiales intermedios correspondan al aluvial antiguo. No obstante en el mapa como se ha dicho antes por estar cubiertos sólo aparecen en algunos lugares como al sureste de Ancón, donde se extiende a lo largo de la Panamericana por unos 5 o 6 km construyendo uno de los depósitos cuaternarios antiguos de la zona.

En perfiles hidrogeológicos realizados por la Dirección de Aguas Subterráneas del Ministerio de Agricultura, se observa que la secuencia cuaternaria atravesada está compuesta de material de avenidas esporádicas y acumulaciones aportadas por el río Chillón; tales depósitos están constituidos de gravas angulosas, cantos rodados en matriz areno-limosa o arcillosa. Los niveles basales, son mayormente producto de una dinámica

000214

de laderas muy intensas; sus acumulaciones son bien desarrolladas y consisten de gravas de forma angular e irregular sin llegar a cantos rodados, en una matriz areno-limosa; también son frecuentes niveles lenticulares de limos o arcillas que indican pérdida de fuerza de transporte de las corrientes o períodos de inundación. Los niveles intermedios, por lo general muestran mayor madurez, se presentan mejores seleccionados y con mayores espesores hacia la porción central del cono que hacia los sectores marginales donde los materiales tienen influencia coluvial y están integrados mayormente con elementos sub-angulosos mal lavados.

Teniendo en cuenta la importancia del Cuaternario aluvial de Lima, es necesario que se emprenda un estudio de detalle, que permita conocer su litología, sus propiedades, física y mecánica, su comportamiento sísmico, etc., considerando que gran parte de la ciudad capital se asienta sobre estos depósitos, los mismos que contienen acuíferos notables que abastecen gran parte de la población y buena parte de la agricultura de estos valles.

Su forma topográfica es la de una planicie con inclinaciones al oeste y noroeste, teniendo en Lima, un abombamiento imperceptible, pero notorio en los acantilados de Miraflores, La Perla y La Punta; debido a que la mayor acumulación de los depósitos del río Rímac, están en el centro del cono de deyección. Debido a ello y al socavamiento realizado por el mar, los acantilados en Miraflores tienen 70 m , y hacia al noroeste en Magdalena 60 m , en la Perla 4 m , para llegar a La Punta a cero metros. Así mismo, al sur de Chorrillos tienen 32 m . La edad de estos depósitos es desconocido; sin embargo dado su gran volumen es evidente que su deposición viene desde el Pleistoceno, habiendo tenido períodos de rejuvenecimiento de los ríos que han dado lugar a varios niveles de terrazas fluviales.

Localmente, el área de estudio se asienta sobre depósitos fluvio-aluviales del cuaternario pleistocénico. Estratigráficamente estos depósitos presentan delgados estratos de arcilla, limos y arenas, o mezclas de ellas, que se extienden sobre potentes estratos de grava mal gradada con arena, con muchos cantos y boleos redondeados, al que se denomina comúnmente “conglomerado” de Lima.

000215

2.7.3 Amenaza geológica

La amenaza geológica es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de geodinámica externa potencialmente destructor, en un área específica dentro de un determinado período de tiempo. (Varnes, D.J. 1984: p.63)

Siendo así, luego del reconocimiento de la morfología de la zona, de la hidrología, usos del suelo, factores antrópicos y revisada la información geológica, se puede determinar que no existe amenaza geológica en el área de estudio. Fenómenos geológicos de carácter dinámico, tales como erupciones volcánicas, inundaciones, huaycos, avalanchas, tsunamis y activación de fallas geológicas, no tienen probabilidad de ocurrencia en el área de estudio, al menos durante el tiempo de vida útil de la obra.



000216

3

EXPLORACIÓN DEL SUELO

3.1 PROGRAMA DE EXPLORACIÓN

La evaluación de la calidad de las condiciones del subsuelo en un lugar es mucho más difícil y tiene un margen de incertidumbre mucho mayor que comprobar las propiedades de los otros materiales de construcción, como el concreto, acero, etc. Debido a que la naturaleza rara vez nos garantiza la calidad del lugar; es necesario preparar un programa de exploración del suelo que nos permita conocer las condiciones más importantes del subsuelo y definir la variabilidad tanto como sea práctico.

Es así que, habiéndose realizado un reconocimiento del sitio y recabado información sobre la geología de la zona, se pudo inferir que el suelo sería de origen fluvio-aluvial. Entonces, se adoptó un programa de exploración que incluyó ensayos de campo y de laboratorio, estándares y especiales, los necesarios para obtener la índole general del suelo, obtener las propiedades índice y determinar parámetros de resistencia/deformación.

La ejecución del programa de exploración (que se detalla en los ítems 3.2 y 3.3) nos ha permitido determinar las propiedades significativas de los materiales del suelo en el área de estudio y sustituir el complejo suelo real por un suelo idealizado consistente en estratos homogéneos con límites simples.

Sin embargo, habiéndose generalizado la información obtenida en 03 calicatas, no se descarta la existencia de bolsones o lentes de material fino que determinen zonas débiles; por tanto, si durante la etapa de construcción el constructor llegara a identificar materiales diferentes respecto de lo establecido en el perfil del suelo, deberá notificar al consultor geotécnico con el fin de recoger dicha información y complementar el programa de exploración ejecutado.

3.2 PROGRAMA DE TRABAJOS DE CAMPO

000217

Los trabajos de campo se programaron de la siguiente manera:

- Exploración del suelo mediante calicatas.
- Obtención de muestras alteradas para ensayos de caracterización física.
- Obtención de muestras alteradas para ensayos especiales.
- Ensayos de densidad de campo, empleando el método del Cono de Arena.

3.2.1 Excavación de calicatas

Mediante la excavación de 03 calicatas, o excavaciones "a cielo abierto", se exploró el suelo del área de estudio hasta 2,50 m de profundidad. (Véase Plano de ubicación de calicatas-Anexo I)

3.2.2 Toma de muestras

En cada calicata se tomó muestras alteradas de cada estrato, haciéndose además una descripción y clasificación manual-visual del material encontrado (Véase Registros de Excavaciones-Anexo II). En campo se seleccionó muestras representativas, las mismas que se empaquetaron, etiquetaron y se embalaron para su envío al laboratorio geotécnico. Las muestras representativas seleccionadas son:

- C-1 (M-2), muestra extraída de la calicata C-1, del estrato que se extiende entre 0,15 y 0,75 m de profundidad.
- C-1 (M-3), muestra extraída de la calicata C-1, del estrato que se extiende entre 0,75 m y 2,50 m de profundidad.
- C-3 (M-2), muestra extraída de la calicata C-3, del estrato que se extiende entre 0,15 m y 0,70 m de profundidad.
- C-2 (MT-1), muestra total extraída de la calicata C-2, tomándose material de todos los estratos.

3.2.3 Densidad de campo

Se ha realizado tres (03) ensayos de densidad de campo o densidad en el lugar, en el estrato de arena limosa a 0,50 m de profundidad, mediante el método del Cono de Arena.

000218

3.3 PROGRAMA DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Durante los trabajos de campo, luego de obtenidas las muestras de suelos, se seleccionó cuatro (04) muestras disturbadas, conformadas por partículas de tamaño menor de 3", como representativas del perfil del suelo en el área de estudio. Entonces, se programó los siguientes ensayos de laboratorio: (Véase Resultados de ensayos de laboratorio-Anexo III)

- 03 ensayos de análisis granulométrico por tamices. NTP 339.128 (ASTM D-422)
- 03 ensayos de límite líquido y límite plástico. NTP 339.129 (ASTM D-4318)
- 03 ensayos de contenido de humedad. NTP 339.127 (ASTM D 2216)
- 03 clasificaciones de suelos, según el sistema SUCS. NTP 339.134 (ASTM D 2487)
- 01 ensayo de corte directo. NTP 339.171 (ASTM D3080).
- 01 ensayo de contenido de cloruros solubles en suelos. NTP 339.177 (AASHTO T291).
- 01 ensayos de contenido de sulfatos solubles en suelos. NTP 339.178 (AASHTO T 290).

3.4 RESULTADOS DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO

3.4.1 Peso volumétrico

Los ensayos de densidad de campo realizados nos permiten estimar, para el estrato de arena arcillosa, a 0,50 m de profundidad, el siguiente valor de peso volumétrico húmedo promedio: $\gamma_h = 16,8 \text{ kN/m}^3$ (1,71 g/cm³).

3.4.2 Análisis químico

Según el ensayo de análisis químico, el suelo contiene 600,06 mg/kg de sulfatos y 267,10 mg/kg de cloruros. (Véase Análisis de suelo-sales- Anexo III)

3.4.3 Caracterización física de suelos

Se ha clasificado en el laboratorio los suelos de tamaño menor de 3", de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. Los resultados se muestran en el Anexo III, sin embargo en el Cuadro N° 1 se muestra un resumen de los mismos:



000219

CUADRO N° 1

CALICATA	C-1	C-1	C-3
Muestra/ Prof. (m.)	M-2 (0,15-0,75)	M-3 (0,75-2,50)	M-3 (0,70-1,20)
Gravas (%)	15,82	83,55	26,81
Arenas (%)	42,63	15,06	26,02
Finos (%)	41,55	1,39	47,18
Límite líquido	24,37	NT	33,87
Índice plástico	8,49	NP	14,31
Contenido de humedad (%)	4,48	6,38	7,09
Clasificación SUCS	SC	GP	GC

3.4.4 Corte Directo

Según el ensayo de corte directo, el estrato de arena arcillosa que se extiende entre 0,15 m y 0,75 m de profundidad, tiene los siguientes parámetros geotécnicos: (Véase Anexo III)

- Densidad seca de remoldeo, (γ_s) : 16,1 kN/m³ (1,64 g/cm³)
- Cohesión, (c) : 0,004 MPa (0,04 kg/cm²)
- Ángulo de fricción interna, (ϕ) : 23,2°

3.5 PERFIL DEL SUELO

Considerando las observaciones de campo y los resultados de ensayos de laboratorio, se determina que el suelo en el área de estudio es de origen fluvio-aluvial, conformado, hasta la profundidad de exploración, por tres estratos:

Primer estrato (0,00 m – 0,15 m): Material de origen antrópico, arcilla arenosa color marrón, con algo de grava fina redondeada, con presencia de muchas raíces pequeñas, blanda y ligeramente húmeda en el lugar. Material de cantera colocado en el sitio como tierra de jardín, para el sembrío de grass.

Segundo estrato (0,15 m - 0,85 m): Material de origen fluvio-aluvial, arena arcillosa (SC) color marrón con cierta tonalidad beige, aproximadamente 15% de grava fina redondeada, arena fina, alrededor de 40% de finos medianamente plásticos, medianamente densa y ligeramente húmeda en el lugar.

000220

Tercer estrato (0,85 m - 2,50 m): Material de origen fluvio-aluvial, grava mal gradada con arena (GP), con muchos cantos y boleas redondeados hasta de 0,30 m de tamaño máximo, partículas de grava redondeada fina a gruesa, aproximadamente 15% de arena fina a gruesa, escaso porcentaje de finos no plásticos, medianamente densa y ligeramente húmeda en el lugar.

No se ha encontrado la napa freática hasta la profundidad de exploración. Dada la morfología de la zona se puede inferir que ésta se extiende a más de 80 m de profundidad, de tal manera que las variaciones estacionales del nivel freático no afectarán el comportamiento mecánico del suelo de cimentación.



000221

4

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

4.1 EL SUELO DE CIMENTACIÓN Y TIPOS DE CIMIENTOS

4.1.1 El suelo de cimentación y parámetros geotécnicos

Establecido el perfil estratigráfico del área de estudio y considerando los elementos urbanos a construir, puede inferirse que el suelo de cimentación está conformado por el estrato de arena arcillosa (SC) de origen fluvio-aluvial, el mismo que se extiende entre 0,15 m y 0,85 m de profundidad. Para este estrato se ha obtenido, a partir del ensayo de corte directo, los siguientes parámetros geotécnicos:

- Peso volumétrico seco, (γ) : 16,1 kN/m³ (1,64 g/cm³)
- Cohesión, (c) : 0,004 MPa (0,04 kg/cm²)
- Angulo de fricción interna (ϕ) : 23,2°

4.1.2 Tipos de cimientos y profundidad de cimentación

Atendiendo a la propuesta arquitectónica de los elementos urbanos a construir, debemos considerar para nuestro análisis de ingeniería cimientos superficiales del tipo losa de cimentación; sin embargo, considerando que la capacidad portante del suelo está gobernada por su capacidad de deformación y que, los asentamiento diferenciales de una losa de cimentación son menores que las de una cimentación de zapatas proyectadas para la misma presión en el suelo, y considerando también que la experiencia demuestra que para losas de cimentación puede usarse una presión igual al doble de la que se permita en zapatas individuales sin causar asentamientos diferenciales perjudiciales; conservadoramente estimaremos la capacidad admisible del suelo de cimentación asumiendo en el cálculo cimientos superficiales del tipo zapata aislada.

000222

Considerando que los cimientos no serán profundos, dada la propuesta arquitectónica de los elementos urbanos a construir, entonces adoptamos como valor de la profundidad de cimentación, $D_f = 0,25$ m, profundidad que considera el espesor del estrato de tierra de jardín y de la base conformada con material granular de préstamo, sobre el cual se cimentarán las veredas, bancas y demás elementos urbanos del parque.

4.2 PREDICCIÓN DEL ESFUERZO ADMISIBLE

Según la norma NTE E.050 (ítem 3.5), la presión admisible será la menor de la que se obtenga mediante:

- a) La aplicación de las ecuaciones de capacidad de carga por corte afectada por el factor de seguridad correspondiente,
- b) La presión que cause el asentamiento admisible.

4.2.1 Estimación del esfuerzo admisible por resistencia al cortante

El esfuerzo admisible por resistencia al cortante se estimará considerando condiciones estáticas de los cimientos. Éste se calcula dividiendo la capacidad de carga última por un factor de seguridad, cuyo valor es 3,0.

Para estimar un valor de capacidad de carga última utilizaremos la ecuación propuesta por Terzaghi y Peck (1986: 217) para zapatas cuadradas, y la ecuación de Vesic (1973) para el caso de zapatas rectangulares.

Las ecuaciones a emplear, considerando falla por corte general, son las siguientes:

Para zapatas cuadradas:

$$q_{ad} = (1/F_s) * (C * N_c + \gamma_2 * D_f * (N_q - 1) + 0,4 * \gamma_1 * B * N_\gamma); \dots\dots\dots(1)$$

Para zapatas rectangulares:

$$q_{ad} = (1/F_s) * (C * N_c * S_c + \gamma_2 * D_f * (N_q - 1) * S_q + 0,5 * \gamma_1 * B * N_\gamma * S_\gamma); \dots\dots\dots(2)$$



000223

donde:

q_{ad}	: Capacidad de carga admisible.
F_s	: Factor de seguridad. (3)
γ_1	: Peso volumétrico del suelo de cimentación. (16,1 kN/m ³)
γ_2	: Peso volumétrico del suelo de sobrecarga. (16,1 kN/m ³)
B	: Ancho de cimiento. (1,20 m)
L	: Largo de cimiento. (1,60 m)
D_f	: Profundidad de cimentación. (0,30 m)
C	: Cohesión. (0,004 MPa)
ϕ	: Ángulo de fricción interna. (23,2°)
N_c	: Coeficiente de capacidad de carga. (22,06)
N_q	: Coeficiente de capacidad de carga. (10,45)
N_γ	: Coeficiente de capacidad de carga. (6,02)
S_c	: Factor de corrección por forma de la zapata; $S_c = 1 + (B/L) \cdot (N_q/N_c)$ (1,10)
S_q	: Factor de corrección por forma de la zapata; $S_q = 1 + (B/L) \cdot \tan\phi$ (1,09)
S_γ	: Factor de corrección por forma de la zapata; $S_\gamma = 1 - 0,4 \cdot (B/L)$. (0,92)

Los valores entre paréntesis se han obtenido en los ítems precedentes, de tablas y de la experiencia constructiva local. Reemplazando estos valores en las ecuaciones (1) y (2), se obtiene:

Para zapatas cuadradas: $q_{ad} = 0,07$ MPa (0,70 kg/cm²).

Para zapatas rectangulares: $q_{ad} = 0,07$ MPa (0,68 kg/cm²).

4.2.2 Estimación del esfuerzo admisible por deformaciones

El asentamiento que una estructura puede tolerar, *asentamiento admisible*, depende de muchos factores incluyendo el tipo, forma, situación y finalidad de la estructura, así como la forma, velocidad, causa y origen del asentamiento. En el diseño de una cimentación tiene mayor importancia el asentamiento diferencial que el total, sin embargo, siendo mucho más difícil estimar el primero, estimaremos el asentamiento diferencial máximo como el 75% del valor del asentamiento total.

Considerando los tipos de estructuras urbanas a construir, adoptamos como asentamiento total admisible, 1,5 centímetros. Entonces, el *asentamiento diferencial admisible* es de 1,0 centímetro.

000224

Puesto que el suelo de cimentación es granular y posible su ensanchamiento lateral, el asentamiento total equivale a un asentamiento elástico inmediato. Para estimar el valor probable de este asentamiento utilizamos también la siguiente relación: (Bowles, 1982: 461)

$$S_i = (q \cdot B \cdot (1 - \mu^2) \cdot l_w / E_s) \dots \dots \dots (3)$$

donde:

- S_i : Asentamiento elástico probable. (cm)
- q : Esfuerzo de trabajo, (6,5 ton/m²,)
- B : Ancho del cimiento, (1,20 m)
- μ : Relación de Poisson, adimensional, (0,25)
- l_w : Factor de forma, (210 para cimientos corridos, 153 para zapatas rectangulares y 254 para zapatas corridas)
- E_s : Módulo de elasticidad, (3.500 ton/m²)

Los valores entre paréntesis se han obtenido en el laboratorio, de tablas y de la experiencia constructiva local. Para los esfuerzos admisibles estimados en el ítem precedente se obtiene los siguientes valores de asentamientos elásticos inmediatos:

Para zapatas cuadradas: $S_i = 0,3$ cm .

Para zapatas rectangulares: $S_i = 0,3$ cm .

Entonces, los asentamientos diferenciales máximos son:

Para zapatas cuadradas; $\delta = 0,2$ cm .

Para zapatas rectangulares; $\delta = 0,3$ cm .

4.2.3 Selección del esfuerzo admisible

Los esfuerzos de trabajo considerados para las zapatas corridas, estimados por capacidad de resistencia al corte, producen asentamientos diferenciales menores que el permisible. Siendo así, con la finalidad de establecer un solo valor de capacidad de carga para todos los tipos de cimientos, adoptamos el siguiente valor de capacidad portante para el suelo de cimentación:

$$q_{ad} = 0,07 \text{ MPa (0,70 kg/cm}^2)$$



000225

Para este esfuerzo de trabajo los asentamientos diferenciales de todos los tipos de cimientos son menores que el permisible. Siendo así, el asentamiento diferencial máximo que se espera en campo es de:

$$\delta = 1,0 \text{ cm}$$

Si alguna estructura requiere profundizar la cimentación más allá de 0.85 m de profundidad, se cimentará sobre el estrato de grava, estrato de mejor comportamiento mecánico que la arena arcillosa. Entonces, para cimentar sobre el estrato de grava podrá considerarse los siguientes valores de capacidad portante y asentamiento admisible:

$$q_{ad} = 0,30 \text{ MPa (3,0 kg/cm}^2\text{)}$$

$$\delta = 1,0 \text{ cm}$$

4.3 PREVISIÓN ANTE EL ATAQUE QUÍMICO DEL SUELO

La exposición a sulfatos es despreciable si el contenido de sulfato soluble en agua, presente en el suelo como SO_4 , expresado como porcentaje en peso, está entre 0,00%-0,10% (0 mg/kg-1000 mg/kg).

La norma NTE E.050 establece que cuando el contenido de ión cloro sea determinado mediante la NTP 400.014 y sea mayor de 0,2%, o cuando el contenido de ión cloro en contacto con la cimentación en el agua sea determinado por la NTP 339.076 y resulte mayor de 1000 ppm, el profesional responsable deberá recomendar las medidas de protección necesaria.

Al interpretar el resultado del análisis químico se determina que el grado de agresividad del suelo es insignificante. (Véase Tabla N° 1-Anexo IV) Entonces, no se requiere de previsiones especiales ante la agresividad química del suelo de cimentación, podrá emplearse cemento Tipo I para la fabricación de los cimientos.

4.4 CONDICIONES DE EXCAVACIÓN

Con fines de excavación se califica el suelo del área de estudio como MATERIAL SUELTO (Terreno normal). Las excavaciones podrán ejecutarse manualmente

000226

empleando lampas, picos y barretas. Hasta 2,50 m podrá hacerse excavaciones con paredes verticales.

4.5 TRATAMIENTO DEL SUELO PREVIO AL VACIADO DE CONCRETO EN CIMIENTOS

Considerando que el nivel de cimentación es de apenas 0,30 m , respecto del nivel actual del terreno, para el vaciado de concreto de los cimientos se recomienda el siguiente procedimiento:

- Excavación hasta el nivel de subrasante.
- Escarificado y compactación del material propio de subrasante (arena limosa), hasta el 95% de la máxima densidad seca del ensayo de Proctor modificado.
- Colocación de una capa de afirmado (material granular de préstamo) de 0,15 m de espesor, como mínimo. Esta capa se compactará al 100% de la máxima densidad seca del ensayo de Proctor modificado.
- Vaciado del concreto simple.

5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- 5.1.1 El *área de estudio* comprende el predio urbano de uso recreativo donde actualmente se emplaza el parque Fernando López de Castilla Cervantes, parque que se ubica en la intersección de las calles Coronel. V. Maldonado y Cabo A. Banda Rivera, jurisdicción del distrito de Miraflores, provincia Lima, región Lima Metropolitana.
- 5.1.2 El área de estudio tiene una extensión superficial de 8.592,25 m² y se asienta sobre los 140 m.s.n.m., en la región Costa y en la ecorregión Desierto del Pacífico. Su clima es desértico templado y húmedo, con lloviznas bajas entre abril y diciembre, y sol intenso entre enero y marzo. La temperatura anual promedio es de 18° C a 19° C .
- 5.1.3 El suelo del área de estudio está conformado por material de origen fluvio-aluvial; hasta la profundidad de exploración se ha identificado tres estratos, el primero es el estrato superficial de origen antrópico, arcilla arenosa (CL) o tierra de chacra colocada en el sitio como tierra de jardín para el sembrío de grass. El segundo estrato está conformado por un material de origen fluvio-aluvial, arena arcillosa (SC) color marrón con cierta tonalidad beige, medianamente densa y ligeramente húmeda en el lugar. El tercer estrato está conformado por material de origen fluvio-aluvial, grava mal gradada con arena (GP) color gris, con muchos cantos y boleos redondeados hasta de 0,30 m de tamaño. No se ha encontrado la napa freática hasta la profundidad de exploración. Dada la morfología de la zona se puede inferir que ésta se extiende a más de 80 m de profundidad.

000228

- 5.1.4 El esfuerzo admisible del suelo de cimentación (arena arcillosa), es de 0,07 MPa (0,7 kg/cm²), valor determinado por razones de resistencia al cortante. El asentamiento diferencial máximo que se produciría por una sobrecarga de esta magnitud es del orden de 1,0 cm .
- 5.1.5 El grado de agresividad química del suelo de cimentación es insignificante.
- 5.1.6 Con fines de excavación se califica el suelo del área de estudio como MATERIAL SUELTO (Terreno normal).

5.2 RECOMENDACIONES

- 5.2.1 Dado el diseño arquitectónico de los elementos urbanos recreativos en el área de estudio, los cimientos serán del tipo superficial, losas de cimentación (veredas, bancas, bases de pedestal, etc.) de concreto simple, desplantados a 0,30 m de profundidad respecto del nivel del terreno natural. Las dimensiones de los cimientos están condicionados por el diseño arquitectónico.
- 5.2.2 Los cimientos deberán transmitir al suelo de cimentación esfuerzos de trabajo menores o igual a 0,07 MPa (0,7 kg/cm²), considerando su peso propio y las cargas de trabajo.
- 5.2.3 Si el proyecto requiriese cimentar a una profundidad mayor que 0,85 m , y considerando que el suelo subyacente tiene mejor comportamiento mecánico que el estrato de cimentación, podrá diseñarse los cimientos considerando un esfuerzo de trabajo menor o igual a 0,30 MPa (3,0 kg/cm²), considerando su peso propio y las cargas de trabajo.
- 5.2.4 Considerando que el grado de agresividad química del suelo de cimentación es insignificante, se recomienda emplear cemento Pórtland tipo I para fabricar los elementos de concreto de la cimentación, garantizando la fabricación de un concreto denso, de baja permeabilidad y bien consolidado.
- 5.2.5 La excavación de zanjas podrá hacerse manualmente, con paredes verticales hasta 2,50 m de profundidad.

000229

5.2.6 Habiéndose generalizado la información obtenida en tres (03) calicatas, no se descarta la existencia de bolsones o lentes de material fino que determinan zonas débiles a la profundidad de cimentación; por tanto, si durante los trabajos de construcción el contratista llegara a detectar materiales diferentes respecto de lo establecido en el perfil del suelo, deberá notificar al consultor geotécnico y/o proyectista, con el fin de recoger dicha información y complementar el programa de exploración ejecutado.



000230

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

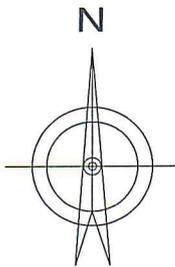
- 1.0 Bjerrum, L. (1963). Discusión to European Conference on Soil Mechanics Foundation Engineering. (Wiesbaden) Vol. II, p.135.
- 2.0 Bowles, Joseph, E. (1982). Propiedades geofísicas de los suelos. Editorial McGraw-Hill, Bogotá.
- 3.0 Palacios, Oscar; Caldas, Julio y Vela, Churchil (1992). Geología de los cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica. Boletín N° 43 Serie A: Carta Geológica Nacional. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. Lima-Perú.
- 4.0 Peck, R.; Hanson, W.; Thornburn, T. (1996). Ingeniería de cimentaciones. Editorial LIMUSA S.A. México, D.F.
- 5.0 Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica de Edificación E.050. Suelos y cimentaciones. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Lima, 2006.
- 6.0 Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica de Edificación E.060. Concreto armado. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Lima, 2006.
- 7.0 Terzaghi, K.; Peck, R. (1986). Mecánica de suelos en la ingeniería práctica. Editorial El Ateneo. Buenos Aires.
- 8.0 Sowers, G. F. (1962). Shallow foundations. *Foundations Engineering*, G.A. Leonards. Editorial McGraw-Hill, Nueva Cork, p. 525.
- 9.0 Vesic, A. (1973). Análisis de la capacidad de carga de cimentaciones superficiales. Boletín 308 – Instituto de Ingeniería UNAM, México.

000231

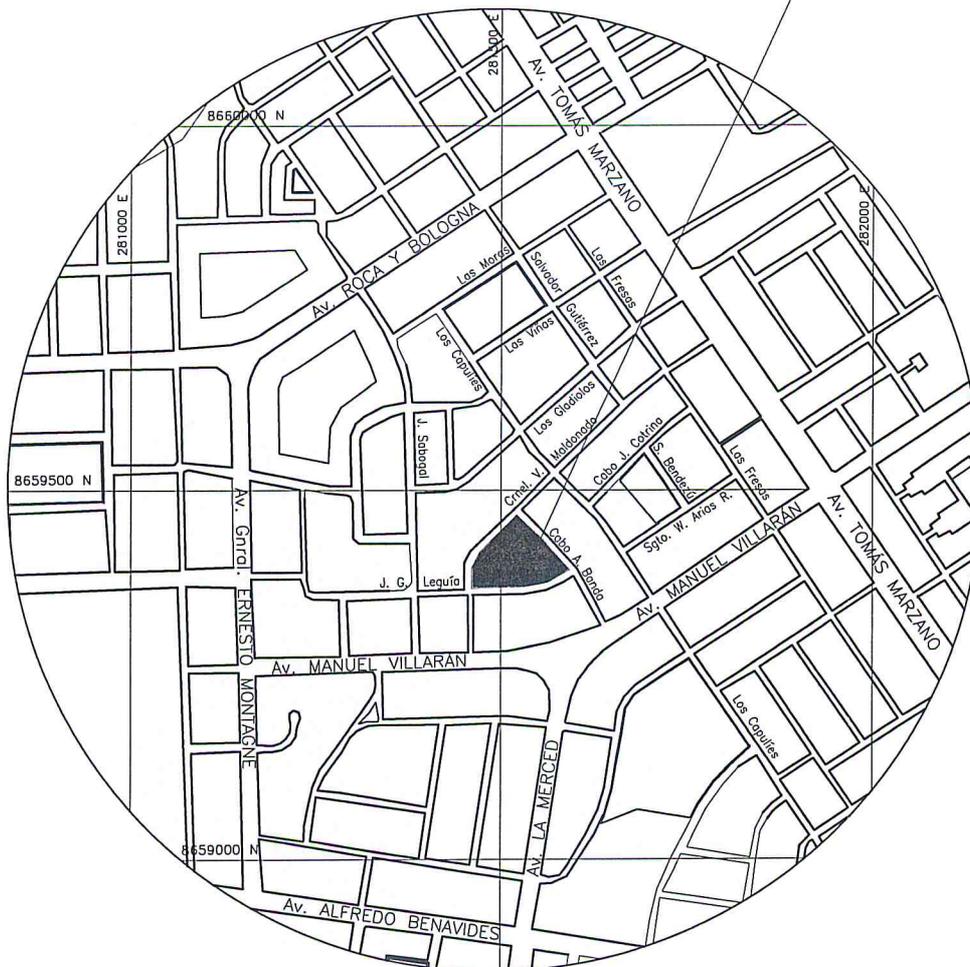
Planos

Anexo I





AREA DE ESTUDIO



MUNICIPALIDAD DE MIRAFLORES
Gerencia de Obras y Servicios Públicos

PROYECTO:
MEJORAMIENTO DEL PARQUE FERNANDO LÓPEZ DE CASTILLA CERVANTES, DISTRITO DE MIRAFLORES-LIMA-LIMA

TITULO: ESTUDIO DE SUELOS	LUGAR: Ca. J. LEGUIA Esq. con la Ca. CABO A. BANDA	LAMINA: S-01
	DISTRITO: MIRAFLORES	
PLANO: UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO	PROVINCIA: LIMA	
	REGION: LIMA METROPOLITANA	

JAVIER CORNEJO ALMESTAR Ingeniero Civil	ELABORACION: P. YANCE	FECHA: MARZO, 2018	ESCALA: 1/10 000
	DIBUJO: P. YANCE	REVISION: Ing. J. CORNEJO A.	ARCHIVO: JHCA/PRO-EMSC18-307



Registros de excavaciones

Anexo II



JAVIER HERNAN CORNEJO ALMESTAR
Ingeniero Civil

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO : Mejoramiento del parque Fernando López de Castilla Cervantes, distrito de Miraflores-Lima-Lima.	SONDEO : C-1
UBICACIÓN : Ca. Coronel V. Maldonado B. intersección con la Ca. Cabo A. Banda Rivera - Miraflores - Lima - Lima Metropolitana.	COTA (msnm): 104,45
SOLICITANTE : Municipalidad de Miraflores.	PROF. (m) : 2,50
	N.F. (m) : ---
	FECHA : Marzo, 2018

Prof.(m)	Muestra	Tipo de muestra	Símbolo	Descripción	Clasif. SUCS
0,15	M-1	<input type="checkbox"/>		Arcilla arenosa color marrón, con algo de grava redondeada, con presencia de muchas raíces pequeñas, blanda y ligeramente húmeda en el lugar; material de origen antrópico, tierra de chacra colocada en el sitio como tierra de jardín, para sembrío de grass.	CL
0,75	M-2	<input type="checkbox"/>		Arena arcillosa color marrón con cierta tonalidad beige, con algo de raíces pequeñas, aproximadamente 15% de grava fina, arena fina, alrededor de 40% de finos medianamente plásticos, medianamente densa y ligeramente húmeda en el lugar; material de origen fluvio-aluvial.	SC
2,50	M-3	<input type="checkbox"/>		Grava mal gradada con arena, color gris, con muchos cantos y boleos redondeados hasta de 0,30 m de tamaño, partículas redondeadas de grava fina a gruesa, aproximadamente 15% de arena fina a gruesa, escaso porcentaje de finos no plásticos, medianamente densa y ligeramente húmeda en el lugar; material de origen fluvio-aluvial.	GP
<input type="checkbox"/> Muestra alterada <input checked="" type="checkbox"/> Muestra inalterada <input type="checkbox"/> Muestra en bloque				OBSERVACIONES :	



JAVIER HERNAN CORNEJO ALMESTAR
Ingeniero Civil

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO : Mejoramiento del parque Fernando López de Castilla Cervantes, distrito de Miraflores-Lima-Lima.	SONDEO : C-2
	COTA (msnm): 103,70
UBICACIÓN : Ca. Coronel V. Maldonado B. intersección con la Ca. Cabo A. Banda Rivera - Miraflores - Lima - Lima Metropolitana.	PROF. (m) : 2,50
	N.F. (m) : ---
SOLICITANTE : Municipalidad de Miraflores.	FECHA : Marzo, 2018

Prof.(m)	Muestra	Tipo de muestra	Símbolo	Descripción	Clasif. SUCS
0,15	M-1	<input type="checkbox"/>		Arcilla arenosa color marrón, con algo de grava redondeada, con presencia de muchas raíces pequeñas, blanda y ligeramente húmeda en el lugar; material de origen antrópico, tierra de chacra colocada en el sitio como tierra de jardín, para sembrío de grass.	CL
0,85	M-2	<input type="checkbox"/>		Arena arcillosa color marrón con cierta tonalidad beige, con algo de raíces pequeñas, aproximadamente 15% de grava fina, arena fina, alrededor de 40% de finos medianamente plásticos, medianamente densa y ligeramente húmeda en el lugar; material de origen fluvio-aluvial.	SC
2,50	M-3	<input type="checkbox"/>		Grava mal gradada con arena, color gris, con muchos cantos y boleos redondeados hasta de 0,30 m de tamaño, partículas redondeadas de grava fina a gruesa, aproximadamente 15% de arena fina a gruesa, escaso porcentaje de finos no plásticos, medianamente densa y ligeramente húmeda en el lugar; material de origen fluvio-aluvial.	GP
<input type="checkbox"/> Muestra alterada <input checked="" type="checkbox"/> Muestra inalterada <input type="checkbox"/> Muestra en bloque				OBSERVACIONES :	



000237

Resultados de ensayos de laboratorio

Anexo III




ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

PROYECTO	MEJORAMIENTO DEL PARQUE FERNANDO LOPEZ DE CASTILLA, DISTRITO DE MIRAFLORES - LIMA - LIMA		
OBRA	CONSTRUCCION	FECHA	MARZO 2018
SOLICITADO	ING. JAVIER HERNÁN CORNEJO ALMESTAR	RESPONSABLE	ING. A. ZEGARRA
UBICACIÓN	MIRAFLORES - LIMA - LIMA METROPOLITANA	HECHO POR	JCHR/AZ
CALCATA	C - 1 MUESTRA:	M - 2	PROFUNDIDAD (m.): 0.15 - 0.75

HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%):

PESO DE LA MUESTRA SECA (gr):

PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr):

PESOS DE FINOS LAVADOS (gr):

4.480	LIMITE LIQUIDO	24.399
1230.000	LIMITE PLASTICO	15.875
770.080	CLASIF. SUCS	SC
509.920		

TAMICES ASTM	DESCRIPCIÓN ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA (%)
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				100.00
3/4"	19.050	19.87	1.62	1.62	98.38
1/2"	12.700	95.89	5.44	7.05	92.95
3/8"	9.525	35.32	2.87	9.93	90.07
N° 4	4.760	72.51	5.90	15.82	84.18
N° 10	2.000	40.25	3.27	19.09	80.91
N° 20	0.840	25.03	2.03	21.13	78.87
N° 30	0.595	44.06	3.58	24.71	75.29
N° 40	0.425	45.95	3.74	28.45	71.55
N° 100	0.148	323.00	26.26	54.71	45.29
N° 200	0.074	46.10	3.75	58.45	41.55
FONDO		1.10	0.09	58.54	41.46
Linos 0.074mm-0.005mm,					
Arcillas < 0.005mm,					
Coloides < 0.001mm,					

D60	0.304
D30	-
D10	-
Cu	-
Cc	-

Gravas	15.82
Arenas	42.63
Finos	41.55

Gruesa	1.62
Fina	14.20
Gruesa	3.27
Media	5.62
Fina	33.74

ALFREDO ZEGARRA TAMBO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 58647

VICENTE ANGULO 360 - SANTA LUZMILA - COMAS

Jr. Pedro Ramo 196 - Urb. Ingeniería - San Martín De Porres (Laboratorio)

F. 01 462 9656 - 99053235 - 998976495

garudhaingenieros@gmail.com - lakshmi.garudha.corp@gmail.com - garudha.lak@gmail.com



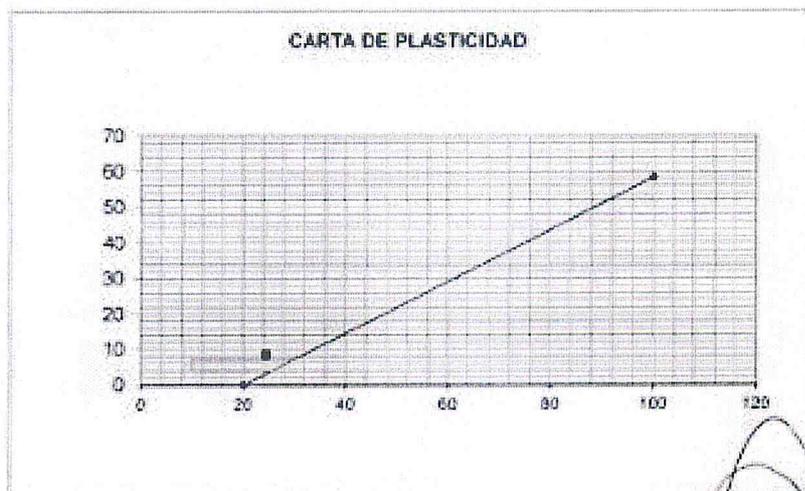
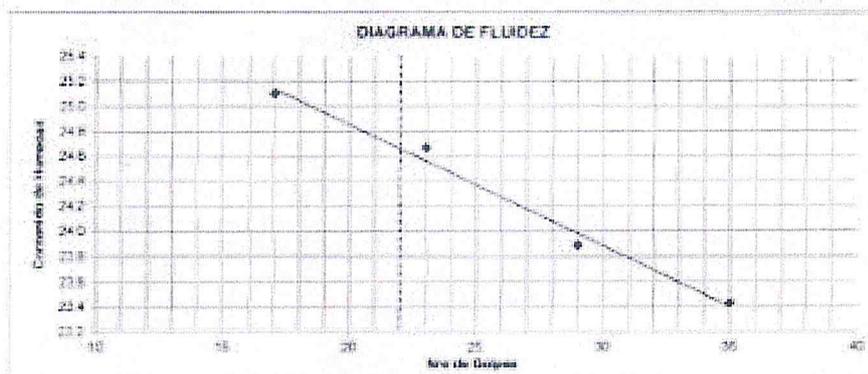


LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO	MEJORAMIENTO DEL PARQUE FERNANDO LOPEZ DE CASTILLA, DISTRITO DE MIRAFLORES - LIMA - U	FECHA	MARZO 2018
OBRA	CONSTRUCCIÓN	ENSAYO	
LOCALIDAD	MIRAFLORES - LIMA - LIMA METROPOLITANA	OPERADOR	Jairo Chavez Rojas
SOLICITANTE	ING. JAVIER HERNAN CORNEJO ALMESTAR	REVISADO	ING. A. ZEGARRA
MUESTRA	C. I. M-2 PROF (m) 0.15 - 0.75		

ENSAYO NO	LIMITE PLASTICO (ASTM D-424)				LIMITE LIQUIDO (ASTM D-423)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
CAPSULA N	79	6	176	189	134	177		
NUMERO DE GOLPES			47	23	29	35		
1 PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	8.53	9.76	23.63	24.38	26.23	28.12		
2 PESO CAPSULA + SUELO SECO	8.16	9.32	21.17	22.67	23.40	25.15		
3 PESO CAPSULA	5.79	5.75	11.37	12.09	12.02	12.21		
4 PESO AGUA (L-2)	6.57	6.56	7.46	7.61	7.74	8.02		
5 PESO SUELO SECO (3-3)	2.37	3.47	9.80	10.58	11.47	12.69		
6 CONTENIDO DE HUMEDAD (4-9)*100	15.81	16.14	25.10	24.67	23.69	23.43		
	L.P. = 16.88				L.L. = 24.37			

L.P. = 8.45



DESCRIPCION DEL MATERIAL FINO: CL

ALFREDO ZEGARRA TAMBO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.P. N° 58647

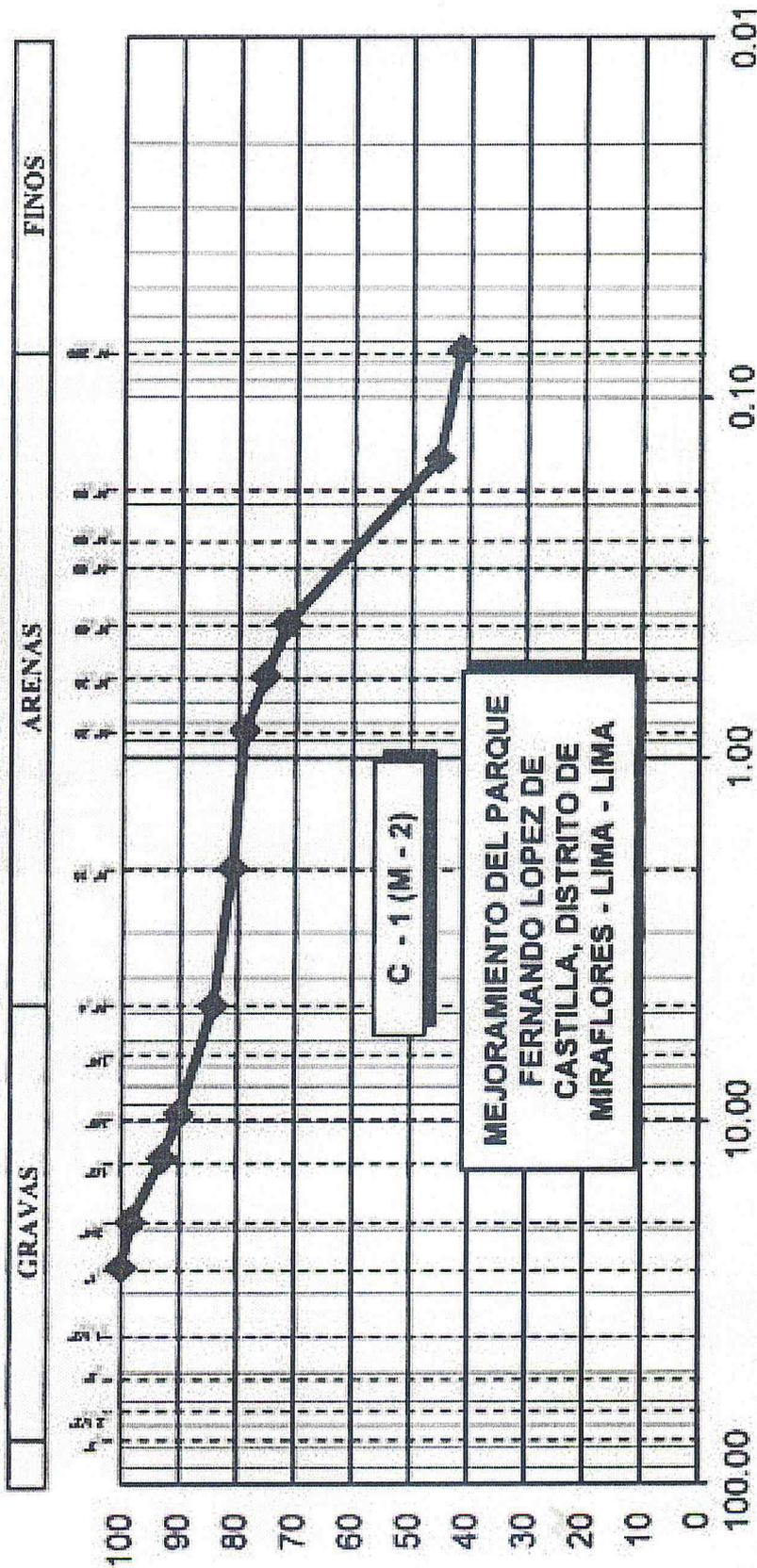
VICENTE ANGULO 360 - SANTA LUZMILA - COMAS
 Jr. Pedro Remy 158 - Urb. Ingeniería - San Martín De Porres (Laboratorio)
 T. 01 482 9856 - 98953336 - 989216456

garudhaingenieros@gmail.com - lakshmi.garudha.corp@gmail.com - garudha.lab@gmail.com



LABORATORIO GEOTECNICO

ANALISIS POR TAMIZADO



C - 1 (M - 2)

MEJORAMIENTO DEL PARQUE
FERNANDO LOPEZ DE
CASTILLA, DISTRITO DE
MIRAFLORES - LIMA - LIMA

ALFREDO ZECU PARRA TAMBO
INGENIERO CIVIL
REG. COPI N° 18847

MUNICIPALIDAD DE MIRAFLORES
CESAR AUGUSTO PALOMINO GALVAN
Subgerente
VºBº
Subgerencia Obras Públicas



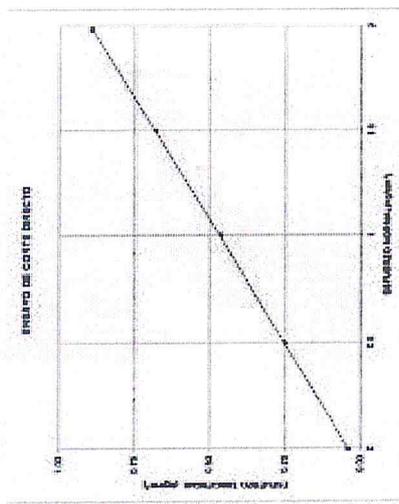
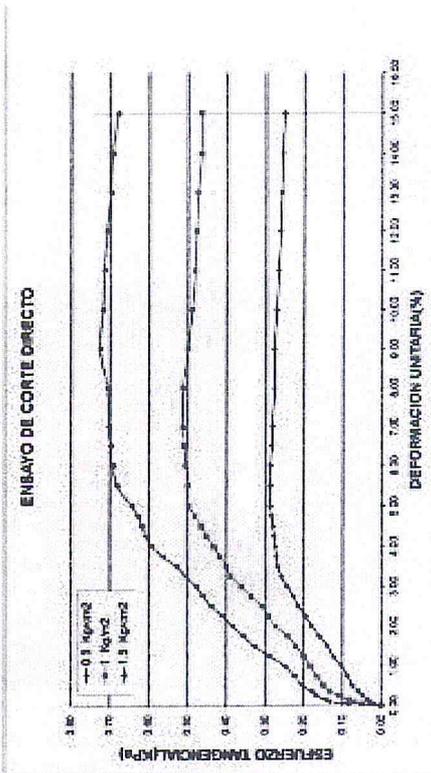
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D-3080

Proyecto: MEJORAMIENTO DEL PARQUE FERNANDO LÓPEZ DE
 CATELA DE MÉRITO DE MIRAFLORES - IMA - IMA
 Ubicación: PARQUE FERNANDO LÓPEZ DE CATELA DE MÉRITO
 Fecha: MARZO 2018

Medida: 2 - 100 - 0 Tipo de suelo: BC Ref: 2180278

Altura	0.2025	W _{max}	81.4
Diámetro	5.25	W _p	5.8
GRANULOMETRÍA			
arena	45.31		
finura	41.68		
L.L.	31.31		
P.L.	15.80		

Esfuerzo Tangencial (KPa)	Esfuerzo Normal (KPa)				Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	Esfuerzo Normal (psi)	Esfuerzo Normal (ton/cm ²)	Esfuerzo Normal (ton/cm ²)
	0.00	1.00	2.00	3.00				
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55
1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65
1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85
1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90
1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95
2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05
2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25
2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30
2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45
2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55
2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65
2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70
2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75
2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80
2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85
2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
2.95	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95
3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00



$\phi = 23.2$
 $C = 0.04$

ALFREDO ZECARRA TAMBO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 58847



Corporación
Lakshmi Garudha
 Email: lakshmi.garudha.corp@gmail.com
 garudha.ltd@gmail.com





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL PARDUE FERNANDO LÓPEZ DE CASTILLA, DISTRITO DE MIRAFLORES - LIMA - LIMA
 OBRA: CONSTRUCCIÓN
 SOLICITADO: ING. JAVIER HERNÁN CORNEJO ALMESTAR
 UBICACIÓN: MIRAFLORES - LIMA - LIMA METROPOLITANA
 CALICATA: C - 1 MUESTRA: M - 3

FECHA: MARZO 2018
 RESPONSABLE: ING. A. ZEGARRA
 HECHO POR: JCHR/AZ
 PROFUNDIDAD (m): 0.75 - 2.50

HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%): 6.379
 PESO DE LA MUESTRA SECA (gr): 5822.000
 PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr): 5727.505
 PESO DE FINOS LAVADOS (gr): 34.493

LIMITE LIQUIDO:
 LIMITE PLASTICO:
 CLASIF. SUCS: **GP**

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA (%)
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				100.00
2"	50.800	420.00	6.16	6.16	93.84
1 1/2"	38.100	1122.00	15.45	22.60	77.40
1"	25.400	1312.00	19.23	41.84	58.16
3/4"	19.050	830.00	12.17	54.00	45.00
1/2"	12.700	782.00	11.46	65.46	34.54
3/8"	9.525	442.00	6.45	71.94	28.06
N° 4	4.760	792.00	11.61	83.55	16.45
N° 10	2.000	158.69	2.47	86.03	13.97
N° 20	0.840	331.55	4.65	90.69	9.31
N° 30	0.595	191.19	2.80	93.49	6.51
N° 40	0.426	101.29	1.45	95.17	4.83
N° 100	0.148	204.45	3.00	98.17	1.83
N° 200	0.074	30.32	0.44	98.61	1.39
FONDO		0.00	0.00	98.61	1.39
Límite 0.074mm-0.005mm.					
Aricillas < 0.005mm.					
Coloides < 0.001mm.					

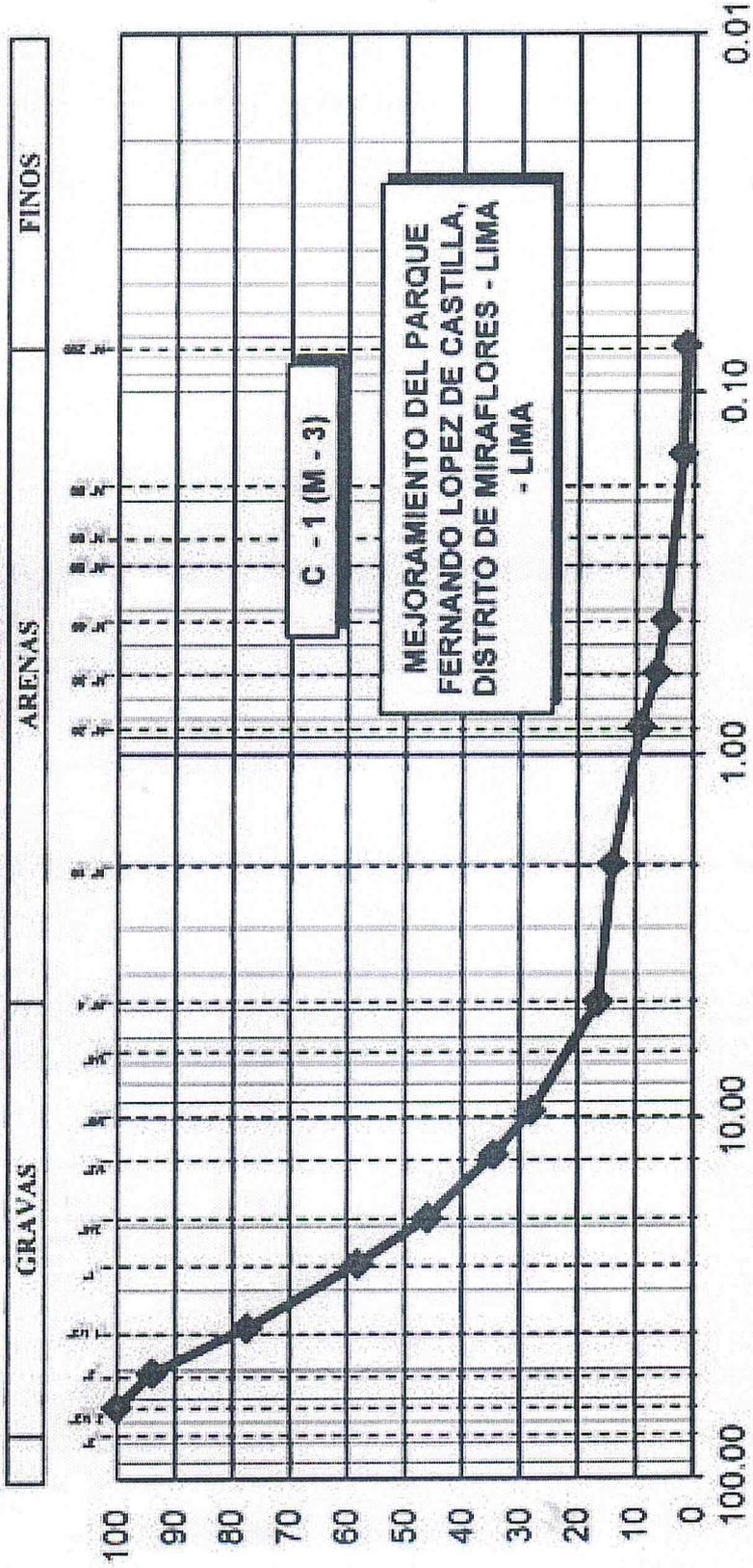
D60	26.612	Gravas	83.55	Gruesa	54.00
D30	10.478			Fina	29.55
D10	1.051	Arenas	15.06	Gruesa	2.47
Cu	25.310			Media	7.66
Cc	3.923	Finos	1.39	Fina	4.93

ALFREDO ZEGARRA TAMBO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 58647



LABORATORIO GEOTECNICO

ANALISIS POR TAMIZADO



C - 1 (M - 3)

MEJORAMIENTO DEL PARQUE
FERNANDO LOPEZ DE CASTILLA,
DISTRITO DE MIRAFLORES - LIMA

ALFREDO ZECARRA RAMBID
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 89647

MUNICIPALIDAD DE MIRAFLORES
CESAR AUGUSTO PALOMINO GALVAN
Subgerente
VºBº
Subgerencia Obras Públicas

000244



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL PARQUE FERNANDO LOPEZ DE CASTILLA - DISTRITO DE MIRAFLORES - LIMA - LIMA
 OBRA: CONSTRUCCIÓN
 FECHA: MARZO 2018
 SOLICITADO: ING. JAVIER HERNAN CORNEJO ALMESTAR
 RESPONSABLE: ING. A. ZEGARRA
 UBICACION: MIRAFLORES - LIMA - LIMA METROPOLITANA
 HECHO POR: JCHR/AZ
 CALICATA: C - 3 MUESTRA: M - 2 PROFUNDIDAD (m.): 0.15 - 0.70

HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%):	3.093	LIMITE LIQUIDO:	33.868
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr):	1067.000	LIMITE PLASTICO:	18.562
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr):	585.030	CLASIF. SUCS:	GC
PESOS DE FINOS LAVADOS (gr):	501.875		

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASA (%)
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				100.00
1"	25.400	33.64	3.15	3.15	96.85
3/4"	18.050	166.36	15.59	18.74	81.26
1/2"	12.700	37.22	3.49	22.23	77.77
3/8"	9.525	28.39	2.68	24.89	75.11
N° 4	4.750	20.40	1.91	26.81	73.19
N° 10	2.000	7.72	0.72	27.53	72.47
N° 20	0.840	5.72	0.52	28.35	71.65
N° 30	0.595	21.16	1.98	30.33	69.67
N° 40	0.425	22.34	2.09	32.42	67.58
N° 100	0.148	174.10	16.32	48.74	51.26
N° 200	0.074	47.58	4.48	52.92	47.18
FONDO		1.40	0.13	52.96	47.04
Limas < 0.074mm-0.005mm.					
Arcillas < 0.005mm.					
Calsidos < 0.001mm.					

D60	0.297
D30	-
D10	-
Cu	-
Cc	-

Gravas	26.81
Arenas	26.02
Finos	47.18

Gruesa	18.74
Fina	8.06
Gruesa	0.72
Media	2.80
Fina	22.49

ALFREDO ZEGARRA TAMBO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 58647

VICENTE ANGLILO 360 - SANTA LUZMILA - COMAS
 Jr. Pedro Remy 198 - Urb. Ingenieros - San Martín De Porres (Laboratorio)
 T: 01 482 9955 - 989013235 - 989975456
 garudhaingenieros@gmail.com - lakshmi.garudha.corp@gmail.com - garudha.lak@gmail.com



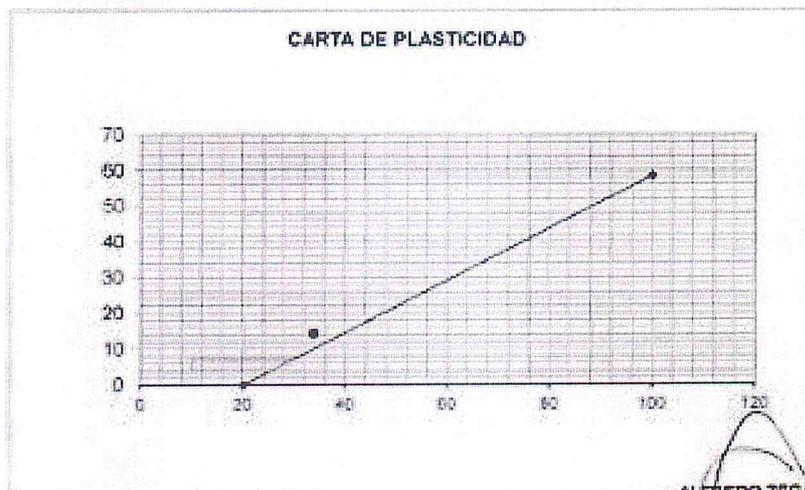
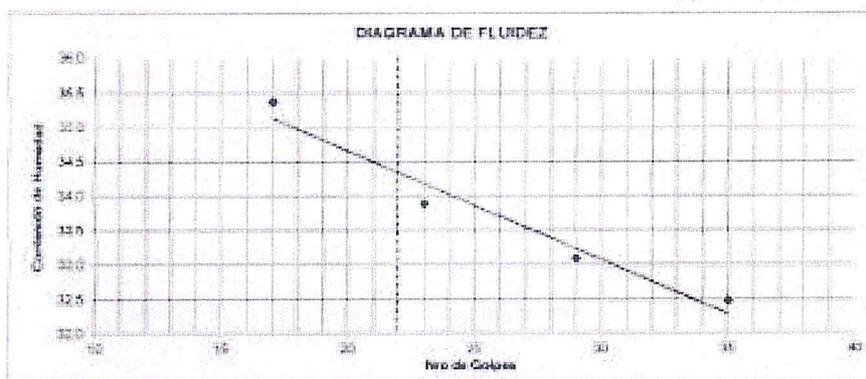


LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO	MEJORAMIENTO DEL PARQUE FERNANDO LOPEZ DE CASTILLA, DISTRITO DE MIRAFLORES - LIMA - LI	
OBRA	CONSTRUCCION	FECHA: MARZO 2018
LOCALIZACION	MIRAFLORES - LIMA - LIMA METROPOLITANA	ENSAYO
SOLICITANTE	ING. JAVIER HERNAN CORNEJO ALMESTAR	OPERADOR: Julio Chavez Rojas
MUESTRA	C-3 M-2 PROF (m) : 0.15 - 0.70	REVISADO: ING. A. ZEGARRA

ENSAYO No	LIMITE PLASTICO (ASTM D-424)			LIMITE LIQUIDO (ASTM D-423)		
	1	2	3	1	2	3
CAPSULA N	126	18	155	178	169	250
NUMERO DE GOLPES			17	23	28	35
1 PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	11.08	8.45	27.81	25.51	24.79	25.84
2 PESO CAPSULA + SUELO SECO	10.32	8.78	23.82	22.08	21.53	22.35
3 PESO CAPSULA	5.44	5.91	12.54	11.98	11.88	12.22
4 PESO AGUA (1-2)	0.17	0.67	3.99	5.45	3.26	1.29
5 PESO SUELO SECO (2-3)	4.88	2.87	11.28	10.12	9.85	10.13
6 CONTENIDO DE HUMEDAD(4/5*100)	15.78	23.34	35.37	33.89	33.10	32.48
	L.P. = 19.86			L.L. = 33.87		

L.P. = 14.31



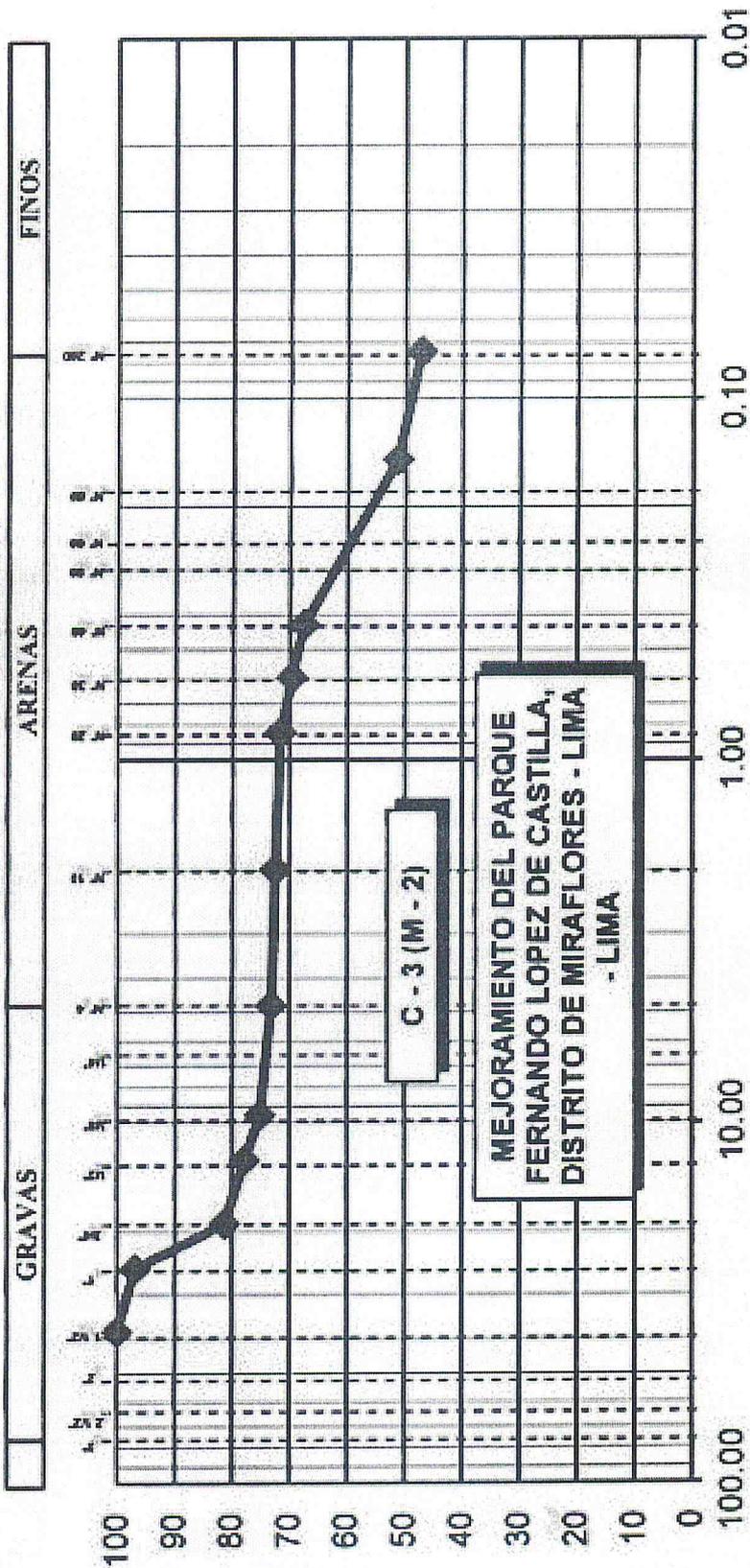
DESCRIPCION DEL MATERIAL FINO: CL

ALFREDO ZEGARRA TAMBO
INGENIERO CIVIL
Reg. CP N° 38547



LABORATORIO GEOTECNICO

ANALISIS POR TAMIZADO



C - 3 (M - 2)

MEJORAMIENTO DEL PARQUE
FERNANDO LOPEZ DE CASTILLA,
DISTRITO DE MIRAFLORES - LIMA
- LIMA

ALFREDO ZEGARRA TAMBO
INGENIERO CIVIL
Reg. CAP N° 43047

MUNICIPALIDAD DE MIRAFLORES
CESAR AUGUSTO PALOMINO GALVAN
Subgerente
VºBº
Subgerencia Obras Públicas

000247

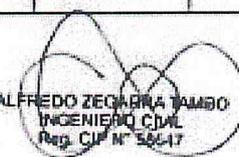


**DENSIDADES MINIMA Y MAXIMA
A.S.T.M. D-4254**

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL PARQUE FERNANDO LOPEZ DE CASTILLA, DISTRITO DE MIRAFLORES - LIMA - LIMA
 OBRA: CONSTRUCCION
 UBICACION: MIRAFLORES - LIMA - LIMA METROPOLITANA
 FECHA: MARZO 2018

Wm+b - 1 3463.00 Con chuzate Volumen 944.00

CALICATA		C - 1			
MUESTRA		M - 2			
MAXIMAS					
Ws+m+b (1)		5094.00			
Ws+m+b (2)		5098.00			
MINIMAS					
Ws+m+b (1)		4752.00			
Ws+m+b (2)		4755.00			
Dmaxima (1)		1.73			
Dmaxima (2)		1.73			
Dminima (1)		1.37			
Dminima (2)		1.37			
DENS MAXIMA		1.73			
DENS MINIMA		1.37			


ALFREDO ZEGARRA TAMBO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 58547



PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL PARQUE FERNANDO LOPEZ DE CASTILLA, DISTRITO DE
MIRAFLORES - LIMA - LIMA
OBRA : CONSTRUCCIÓN
UBICACIÓN : MIRAFLORES - LIMA - LIMA METROPOLITANA
HECHO POR : JCHR/AZ FECHA : MARZO 2018

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

MUESTRAS				
CALICATA		C - 1	C - 1	
MUESTRA N°		M - 2	M - 3	
PROFUNDIDAD (m)		0.15 - 0.75	0.75 - 2.50	
FRASCO No		100	128	
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs	96.22	127.42	
2. Peso recipiente + suelo seco	grs	92.34	120.14	
3. Peso de agua	(1) - (2) grs	3.88	7.28	
4. Peso de recipiente	grs	5.73	6.02	
5. Peso de suelo seco	(2) - (4) grs	86.61	114.12	
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %	4.48	6.38	

MUESTRAS				
CALICATA		C - 3		
MUESTRA N°		M - 2		
PROFUNDIDAD (m)		0.15 - 0.70		
FRASCO No		56		
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs	70.48		
2. Peso recipiente + suelo seco	grs	66.19		
3. Peso de agua	(1) - (2) grs	4.29		
4. Peso de recipiente	grs	5.71		
5. Peso de suelo s .	(2) - (4) grs	60.48		
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %	7.09		

MUESTRAS				
CALICATA				
MUESTRA N°				
PROFUNDIDAD (m)				
FRASCO No				
1. Peso recipiente + suelo húmedo	grs			
2. Peso recipiente + suelo seco	grs			
3. Peso de agua	(1) - (2) grs			
4. Peso de recipiente	grs			
5. Peso de suelo seco	(2) - (4) grs			
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %			

ALFREDO ZEGARRA RAMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 58547



000249

Tablas

Anexo IV



000250

TABLA N° 1

Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos ⁽¹⁾

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO ₄) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato (SO ₄) en el agua, ppm	Tipo de Cemento	Relación máxima agua/material cementante (en peso) para concretos de peso normal	f _c mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero*
Insignificante	0,00 – 0,10	0 – 150	---	---	---
Moderada**	0,10 – 0,20	150 – 1500	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0,50	28
Severa	0,20 – 2,00	1500 – 10 000	V	0,45	31
Muy severa	sobre 2,00	sobre 10 000	Tipo V más puzolana***	0,45	31

* Cuando se utilicen las Tablas 1 y 2 simultáneamente se debe utilizar la menor relación máxima agua-material cementante aplicable y el mayor f_c mínimo.

** Se considera el caso del agua de mar como exposición moderada.

*** Puzolana que se ha comprobado por medio de ensayos o por experiencia que mejora la resistencia a sulfatos cuando se usa en concretos que contienen cemento tipo V.

(1) Adoptada de la Norma Técnica de Edificación E 060. Concreto Armado.

000251

Fotografías

Anexo V



000252

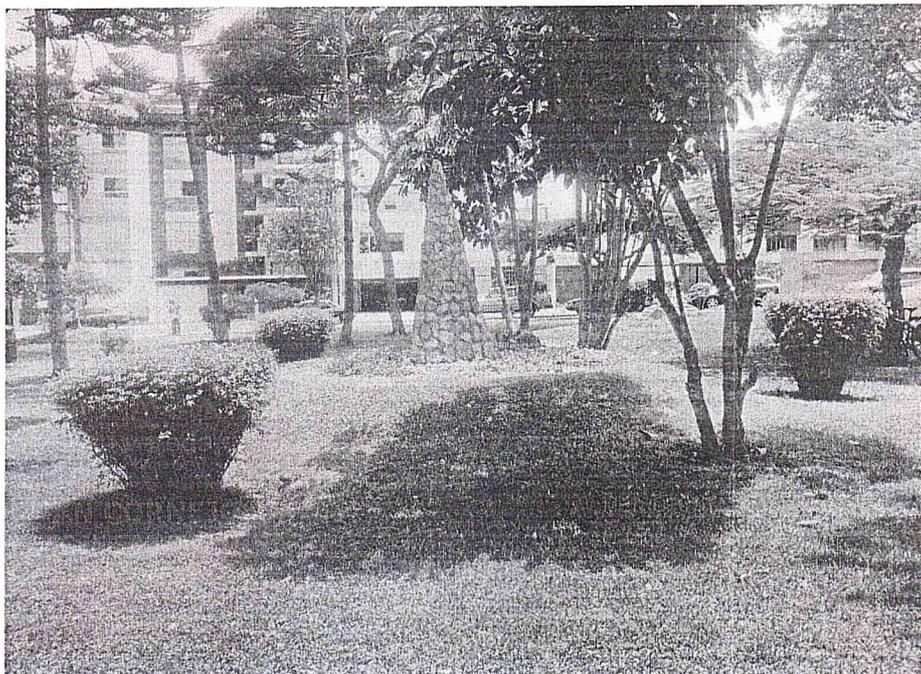


FOTOGRAFÍA N° 1: Vista parcial del área de estudio, del parque Fernando López de Castilla Cervantes, desde el noroeste, desde la calle Coronel V. Maldonado B.



FOTOGRAFÍA N° 2: Otra vista parcial del área de estudio, desde el sur, desde la vereda del parque colindante con la calle Jorge G. Leguía.

000253

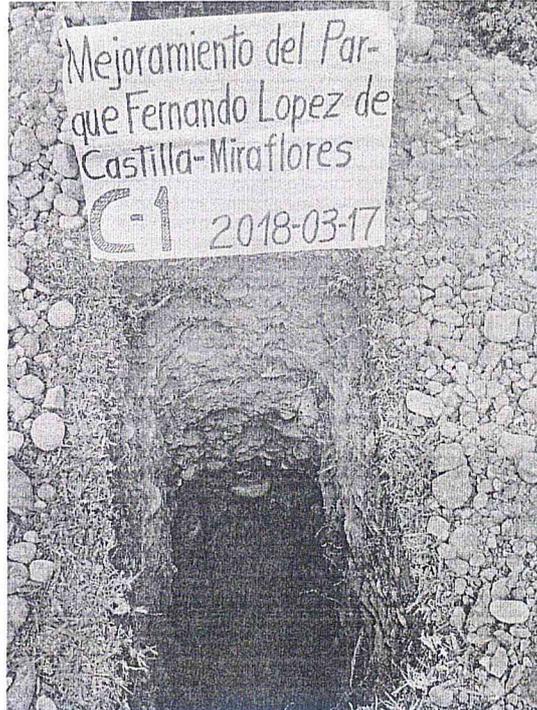


FOTOGRAFÍA N° 3: Otra vista parcial del área de estudio, desde el sur, desde el mismo parque pero cerca de la calle Jorge Guillermo Leguía. Al fondo se observa las fachadas de la calle Coronel V. Maldonado.

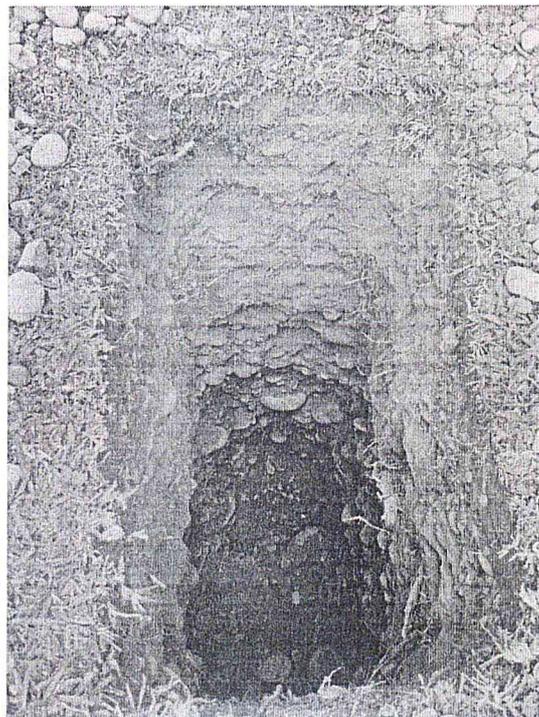


FOTOGRAFÍA N° 4: Ubicación de la calicata C-1 hacia el noreste del área de estudio, cerca de la calle A. Banda Rivera.

000254



FOTOGRAFÍA N° 5: Perfil del suelo en la calicata C-1.

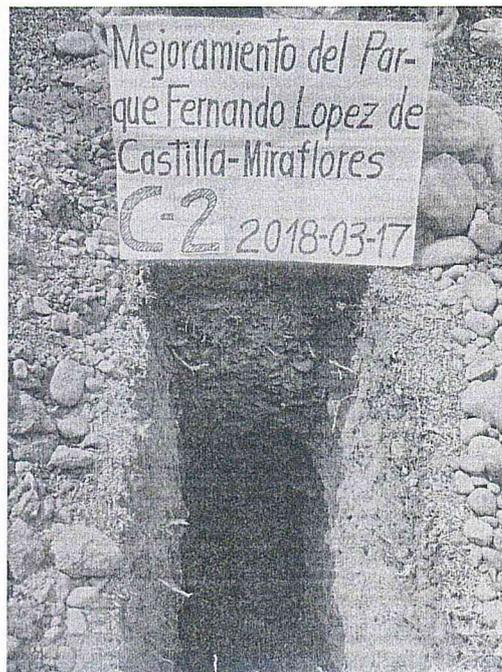


FOTOGRAFÍA N° 6: Otra vista del perfil del suelo en la calicata C-1.

000255

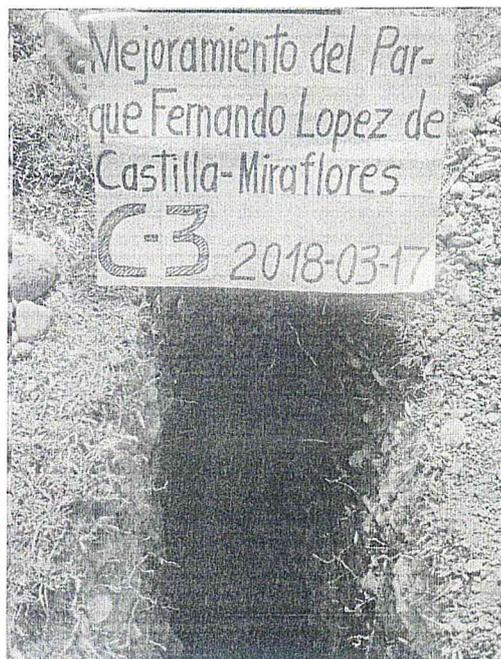


FOTOGRAFÍA N° 7: Ubicación de la calicata C-2 hacia el sur del área de estudio, cerca de la vereda colindante con la calle Jorge Guillermo Leguía.

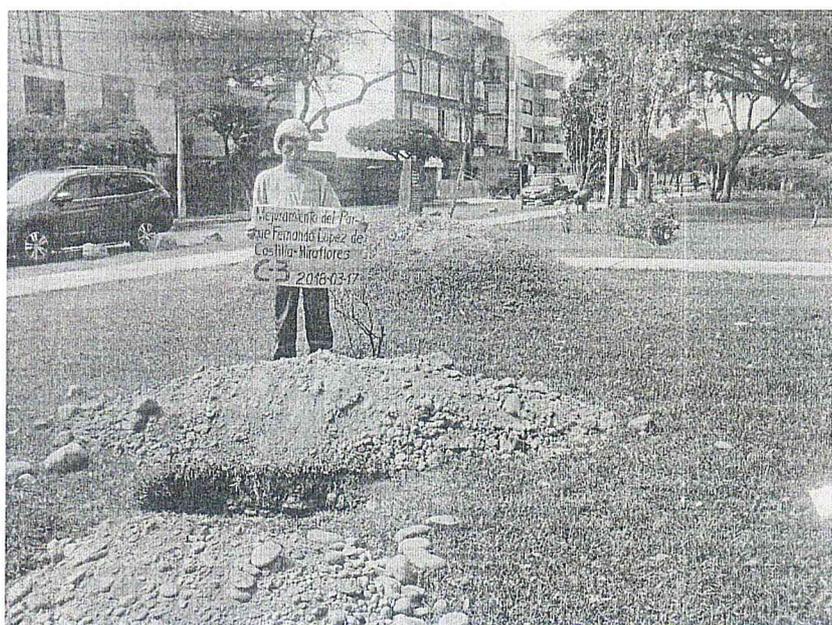


FOTOGRAFÍA N° 8: Perfil del suelo en la calicata C-2.

000256



FOTOGRAFÍA N° 9: Otra vista del perfil del suelo en la calicata C-2.



FOTOGRAFÍA N° 10: Ubicación de la calicata C-3 hacia el noroeste del área de estudio, cerca de la vereda colindante con la calle Coronel V. Maldonado.

000257

FOTOGRAFÍA N° 11: Perfil del suelo en la calicata C-3.



FOTOGRAFÍA N° 12: Otra vista del perfil del suelo en la calicata C-3.