

**SERVICIO DE CONSULTORIA PARA LA
ELABORACION DEL ESTUDIO DE
PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL DEL
PROYECTO CAMBIO DE LINEAS DE
IMPULSION DE AGUA POTABLE EN EL
DISTRITO DE LA MOLINA**

ESTUDIO DE SUELOS

INFORME TECNICO

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION

PROYECTO:

**SERVICIO DE CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DEL
ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL DEL
PROYECTO CAMBIO DE LINEAS DE IMPULSION DE AGUA
POTABLE EN EL DISTRITO DE LA MOLINA**

SOLICITANTE:

**CONSORCIO ROMAHS CONSULTORES SAC - SEBASTIAN
MIGUEL RODRIGUEZ MARTINEZ**

UBICACION:

DISTRITO : LA MOLINA
PROVINCIA : LIMA
DEPARTAMENTO : LIMA

FEBRERO, 2015

INDICE

- 1.0 ASPECTOS GENERALES
 - 1.1 Objeto del Estudio
 - 1.2 Ubicación del Area en Estudio
 - 1.3 Características del Proyecto
- 2.0 INVESTIGACIONES EFECTUADAS
 - 2.1 Antecedentes Geológicos de la Zona
 - 2.1.1 Geomorfología General de la Zona
 - 2.1.2 Geología de la Zona
 - 2.2 Sismicidad de la Zona
 - 2.3 Trabajos de Campo
 - 2.3.1 Calicatas
 - 2.3.2 Muestreo Disturbado
 - 2.3.3 Registro de Excavaciones
 - 2.4 Ensayos de laboratorio
 - 2.4.1 Ensayos Estándar y Especiales
 - 2.5 Clasificación de Suelos
- 3.0 DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO
 - 3.1 Línea de Impulsión del CR-156 al RP-04
- 4.0 ZONIFICACION GEOTECNICA
 - 4.1 Líneas de Impulsión CR-156 al RP-4
 - 4.1.1 Zona I
 - 4.1.2 Zona II
- 5.0 ANALISIS DE LA CIMENTACION
 - 5.1 Tipo y Profundidad de los Cimientos
 - 5.1.1 Línea de Impulsión de la CR-156 al RP-4
 - 5.1.1.1 Zona I
 - 5.1.1.2 Zona II
 - 5.2 Cálculo de la Capacidad Portante
 - 5.2.1 Línea de Impulsión de la CR-156 al RP-4
 - 5.2.1.1 Zona I
 - 5.2.1.2 Zona II

- 6.0 RECOMENDACIONES PARA LA CIMENTACIÓN DE LAS REDES DE IMPULSION
 - 6.1 Líneas de Impulsión CR-156 al RP-4
 - 6.1.1 Zona I
 - 6.1.2 Zona II
- 7.0 TRATAMIENTO DE RELLENOS DE ZANJA
- 8.0 ESTABILIDAD DE TALUDES
- 9.0 CONTENIDO DE SALES
 - 9.1 Líneas de Impulsión CR-156 al RP-4
- 10.0 ASPECTOS SISMICOS
- 11.0 CANTERAS Y BOTADEROS
 - 11.1 Canteras para Extracción de Material de Construcción
- 12.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

ANEXO I

- Registros de Exploraciones

ANEXO II

- Resultado de los Ensayos de Laboratorio

ANEXO III

- Materia Fotográfico

ANEXO IV

- Plano de Ubicación de Calicatas

ANEXO V

- Mapa de Zonificación Sísmica del Perú

INFORME TECNICO

1.0 ASPECTOS GENERALES

1.1 Objeto del Estudio

El presente Informe Técnico tiene por objeto realizar un Estudio de Suelos con fines de cimentación del Proyecto ***Servicio de Consultoría para la Elaboración del Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil del Proyecto Cambio de Líneas de Impulsión de Agua Potable en el distrito de La Molina***, el mismo que se ha efectuado por medio de trabajos de exploración de campo, ensayos de laboratorio y estudios geológicos, necesarios para definir el perfil estratigráfico del área en estudio, así como sus propiedades de esfuerzo y deformación, proporcionándose las condiciones mínimas de cimentación, indicándose tipo y profundidad de los cimientos, capacidad portante admisible, asentamientos, grado de agresividad al concreto de los cimientos, zonificación a lo largo de las Líneas y condiciones Geológicas – Geotécnicas del terreno.

1.2 Ubicación del Área en Estudio

El área en estudio se encuentra ubicado en la Urb. Club Campestre Las Lagunas - Distrito de La Molina, Provincia y Departamento de Lima.

1.3 Características del Proyecto

El proyecto consiste en cambio de líneas de impulsión de agua potable de los siguientes sectores:

- ✓ Línea de Impulsión desde la CR-156 al R-209, con una longitud aproximada de 810 ml; esta línea está ubicada en la Alameda (Rincón de la Planicie, Parcela E y la Urb. Rinconada Planicie Pampa Grande).

2.0 INVESTIGACIONES EFECTUADAS

2.1 Antecedentes Geológicos de la Zona

2.1.1 Geomorfología General de la Zona

Las Unidades Geomorfológicas que comprende la zona son:

- a) Islas
- b) Borde Litoral
- c) Planicies costaneras y Conos deyeativos
- d) Lomas y Cerros Testigos
- e) Valles y quebradas

- f) Estribaciones andinas occidentales
- g) Zona andina

De todas estas unidades el lugar de estudio se encuentra en la Unidad de Planicies costaneras, Conos deyeativos y Estribaciones andinas occidentales

Valles y Quebradas

Esta unidad geomorfológica comprende a los valles del Rimac, Lurín, Chillón y Chancay, así como a las quebradas afluentes y a las que discurren directamente al mar.

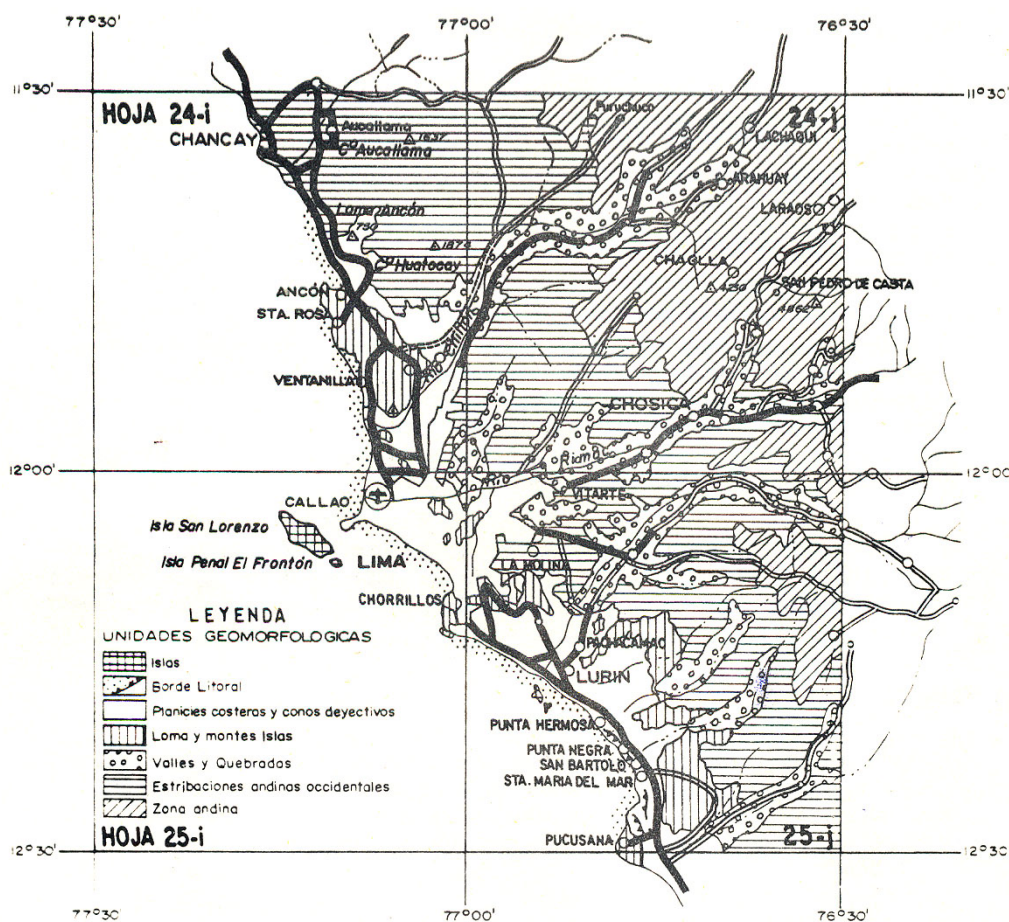
Presentan un clima seco con un piso cubierto por depósitos coluviales y materiales de poco transporte, provenientes de las estribaciones de la Cordillera Occidental, siendo a su vez estos cubiertos por arena eólica.

Estribaciones andinas occidentales

Esta unidad geomorfológica corresponde a las laderas y restos marginales de la cordillera andina, de topografía abrupta, formando por plutones los cuales han sido emplazados con rumbo NO-SE, los mismos que han sido disectados por las quebradas.

Las estribaciones de la cordillera occidental terminan hacia el Oeste en la zona de lomas con pendientes menos abruptas y menores de 30°.

Ver Plano Geomorfológico de la Zona



MAPA GEOMORFOLOGICO DE LOS CUADRANGULOS
CHANCAY - CHOSICA - LIMA - LURIN
ESCALA - 1:1'000,000

2.1.2 Geología de la Zona

El área que conforma el entorno donde se encuentra las obras proyectadas consistentes en redes de agua y alcantarillado, tienen una variada geología.

De acuerdo a la Geología del lugar, se ha distinguido depósitos aluviales pleistocenos, depositos coluvio aluvial eluvial Pleistocenicos, Superunidad Patap y Superunidad Santa Rosa

Deposito aluvial Pleistocénico

En el sector de La Molina el Depósito Aluvial Pleistocénico está constituido por acumulaciones aluviales desérticas del Cuaternario antiguo principalmente por la activación de la quebrada La Molina. La litología de estos depósitos aluviales pleistocénicos está conformada por bloques de roca de naturaleza intrusiva y volcánica y gravas con formas que van de subangulosas a angulosas, arenas de diversas granulometrías y una matriz limosa a limo arcillosa.

Depósito Coluvio Aluvial Eluvial Pleistocenico

Conformado por bloques de roca de naturaleza pétrea del tipo intrusivo o volcánico, con formas que van desde angulosas a subangulosas, con gravas y/o gravillas de forma angulosa y arenas de diversa granulometría en un Depósito Coluvio – Aluvial – Eluvial Antiguo o Reciente.

Superunidad Patap

Esta superfamilia está constituida por cuerpos de gabros y dioritas, las más antiguas del Batolito.

Gabros y Gabrodioritas

El principal cuerpo gabroide ocurre en el C° Colorado al sureste de Lima, entre Atogonco, La Molina y la quebrada Manchay, presentando en sus partes marginales gradación a una diorita básica de color oscuro por los ferromagnesianos que contiene y que la hacen diferente a las dioritas de las otras familias, mostrando en sus parte interna variaciones complejas de anfíboles y piroxenos.

Superunidad Santa Rosa

Tonalita-diorita (Santa Rosa oscuro)

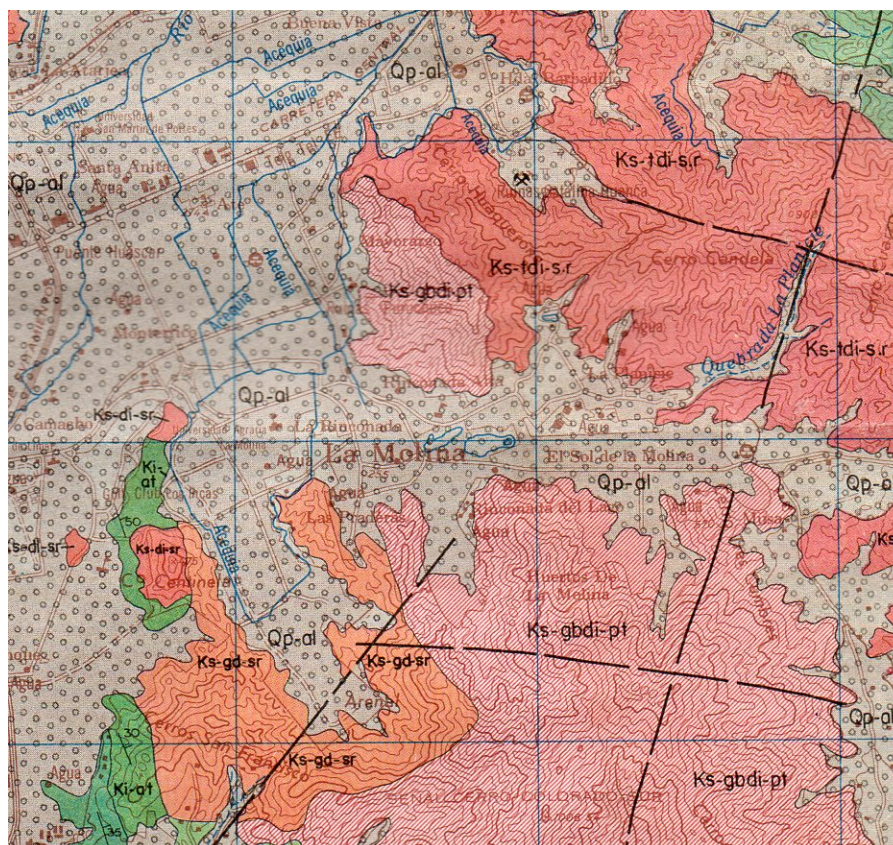
Estos cuerpos se presentan constituyendo la parte central de esta super-familia, con un marcado color oscuro. Constituyen el plutón principal en los cerros que bordean Manchay, La Molina y el valle del Rímac desde Vitarte hasta Chosica; continuando hasta el valle del Chillón a la altura de Yangas, cubriendo de esta manera una gran extensión.

Tonalita Granodiorita (Santa Rosa claro)

Se caracterizan por su marcada coloración gris clara que la diferencia de los cuerpos tonalítico dioríticos más oscuros y a los que casi bordean; siendo sus contactos en parte transicional, pasando de una leucotonalita clara con abundante cuarzo (Santa Rosa Claro) como se puede ver en Cieneguilla, a diorita cuarcífera (Santa Rosa Oscuro) en la parte alta del Cerro Huaycan, constituyendo entonces los cuerpos claros las partes marginales.

Aflora éntrelas Quebradas Tinajas, Cieneguilla, Chaclacayo y más al Norte de las Quebradas de Socos (Afluentes del Rio Chillón), Huanchac, Puente Paraíso y Zancudo (afluente del Rio Chancay).

- ***Ver Plano Geológico de la Zona***



LEYENDA

[illegible]

2.2 Sismicidad de la Zona

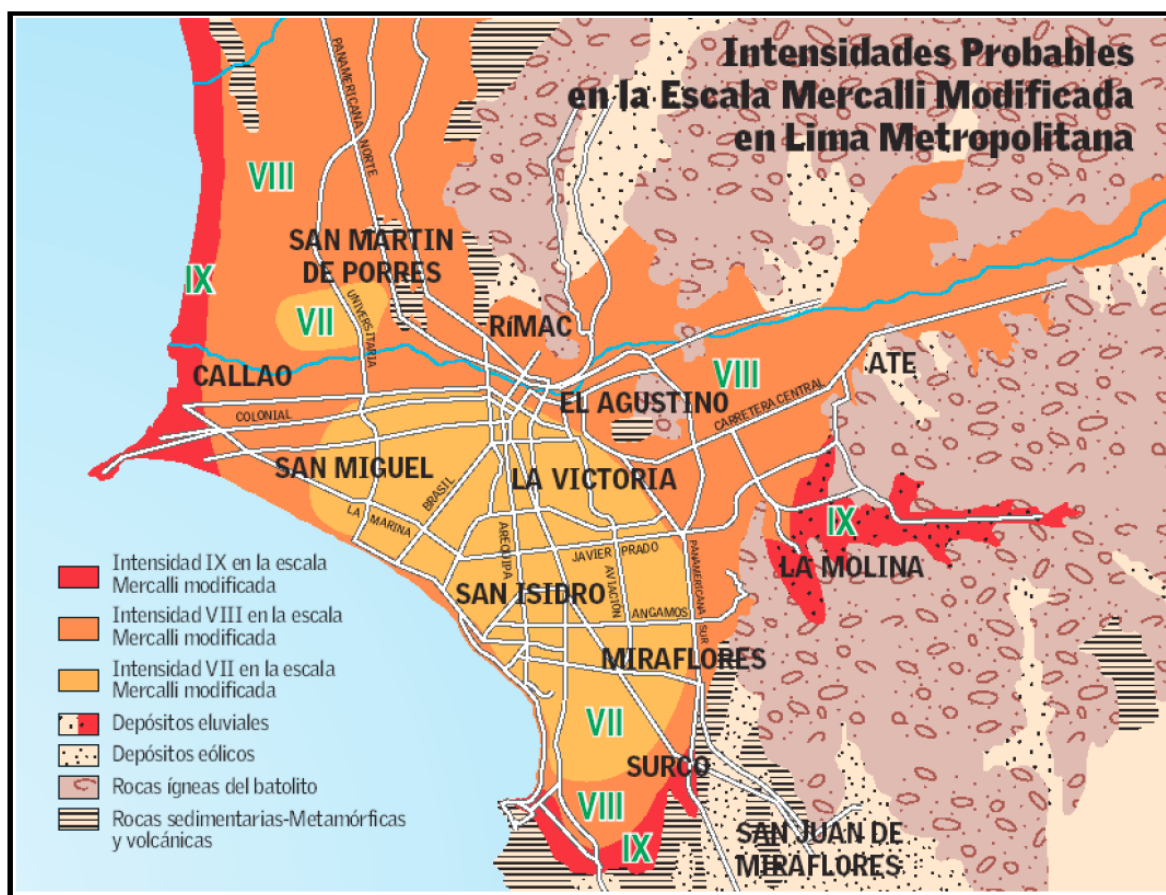
La actividad sísmica en el departamento de Lima, donde se ubica el área en estudio, es de origen tectónico, y manifiesta una estructura interna compleja debido a la interacción por subducción de las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana.

En general, la zona está frecuentemente sujeta a sismos de variada intensidad, con epicentros tanto profundos como superficiales, por encontrarse dentro de la llamada zona de transición sismotectónica continental del Bloque Norte-Centro del Perú, la cual coincide con los paralelos 12° y 13° de Latitud Sur.

Algunos sismos que afectan la zona son causados también por la Fosa Tectónica de Lima que pertenece al Plano de Wadati-Benioff, y son originados principalmente por la disipación de la energía acumulada a lo largo de fallas, o por las rupturas de la corteza terrestre.

Según el Mapa Preliminar de Regionalización Sismo-tectónica e Intensidades Máximas Posibles, publicado por el Instituto Geográfico Nacional, el departamento de Lima se encuentra dentro de la zona de alta actividad sísmica, con profundidades hipo-centrales mayores a 60 km y con sismos de intensidades posibles de VIII en la escala de Mercalli. Para la zona de Lima se cuentan con registros de eventos sísmicos históricos desde el año 1513. A partir del año 1906 se dispone de un registro instrumental. Los principales sismos registrados que han afectado a la ciudad de Lima se indican en el presente cuadro.

Fecha	Magnitud	Nombre
13 de noviembre,1555	8.4 ¹	Lima de 1555
17 de julio,1578	7.5	Villa de Santa María de Cañete de 1578
9 de julio,1586	8,0	Lima y Callao de 1586
19 de octubre,1609	8,5	Lima y Callao de 1609
27 de noviembre,1630	9,3	Lima y Callao de 1630
13 de noviembre,1655	8,0	Lima y Callao de 1655
17 de junio,1678	8,0	Lima y Callao de 1678
20 de octubre de1687	8,0 8,5	Lima y Callao de 1687
14 de julio de 1699	7,0	Lima de 1699
28 de octubre,1746	8.4	Lima y Callao de 1746
26 de enero, 1777	7,0	Lima de 1777
1 de diciembre,1806	8,4	Lima de 1806
30 de marzo,1828	8,0	Lima de 1828
8 de octubre,1831	7,0	Sur del Perú de 1831
20 de septiembre,1898	6,0	Callao de 1898
4 de marzo,1904	6,4	Lima y Callao de 1904
12 de diciembre,1908	8,2	Costa central del Perú de 1908
11 de marzo,1926	6,0	Lima de 1926
19 de enero, 1932	7,7	Huacho de 1932
5 de marzo,1935	6,0	Norte del Perú de 1935
24 de mayo,1940	8,2	Lima y Callao de 1940
15 de junio,1945	5,0	Lima de 1945
31 de enero, 1951	7,0	Lima de 1951
21 de abril,1954	6,2	Cañete-Chincha de 1954
17 de octubre,1966	7,5	Lima y Callao de 1966
3 de octubre,1974	7,2	Lima de 1974
29 de mayo,1990	7,0	San Martín de 1990
8 de abril,1993	6,0	Lima de 1993
29 de marzo,2008	5,3	Callao del 2008



Mapa de Intensidades probables en la Escala de Mercalli Modificada en Lima Metropolitana
Fuente: Revista Caretas Agosto 2007

2.3 Trabajos de Campo

2.3.1 Calicatas

Con la finalidad de definir el perfil estratigráfico del área en estudio, se han realizado 07 calicatas, distribuidos convenientemente en el área en estudio, alcanzando las siguientes profundidades:

CUADRO DE CALICATAS

Líneas de Impulsión CR-156 al RP-4

Calicata N°	Profundidad (m)	Ubicación	Observaciones
LI-31 A	0.30	Calle S/N	No se pudo profundizar por presencia de roca intrusiva (Granodiorita)
LI-32	2.00	Pasaje Siete A	----
LI-33	2.00	Calle El Rincón y Psje. Siete	----
LI-34	2.00	Calle El Rincón	----
LI-35	0.60	Al costando del reservorio existente RP-4	No se pudo profundizar por presencia de roca intrusiva (Granodiorita)
LI-35 A	0.50	Calle El Rincón	No se pudo profundizar por presencia de roca intrusiva (Granodiorita)
LI-35 B	0.40	Calle El Rincón	No se pudo profundizar por presencia de roca intrusiva (Granodiorita)

- *Ver plano de Ubicación de Calicatas - Anexo IV.*

2.3.2 Muestreo Disturbado

Se extrajeron muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados, en cantidad suficiente como para realizar los ensayos estándar de clasificación e identificación de suelos.

Además se extrajo muestras a fin de realizar ensayos de Corte Directo ASTM D-3080.

Así mismo se extrajo muestras para efectuar análisis químicos de contenido de sales agresivas al concreto.

2.3.3 Registro de Excavaciones

Paralelamente al muestreo se realizó el registro de cada una de las calicatas, mostrándose las principales características de los tipos de suelos encontrados, tales como: espesor, humedad, plasticidad, etc. ***Ver Anexo I - Registro de Exploraciones***

2.4 Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio se han realizado en el Laboratorio de CAA Ingenieros Consultores Eirl y en el Laboratorio de Análisis de Suelo y Agua –de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional de Agraria La Molina, de acuerdo a la siguiente relación: ***Ver Anexo II – Resultados de Ensayos de Laboratorio.***

2.4.1 Ensayos Estándar y Especiales

- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422.
- Límite Líquido ASTM D-4318
- Límite Plástico ASTM D-4318
- Contenido de Humedad ASTM D-2426
- Peso Volumétrico NTP 339.139
- Corte Directo ASTM D-3080
- Clasificación SUCS ASTM D-2487
- Cloruros ASTM D-512
- Sulfatos ASTM D-516
- Ph MTC E 129
- Conductividad ASTM D-1125
- Análisis Petrográfico Macroscópico de la Roca

2.5 Clasificación de Suelos

Los suelos han sido clasificados de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), según se muestra en el siguiente cuadro:

CUADRO DE CLASIFICACION

Sector	Línea de Impulsión CR-156 al RP-4	Línea de Impulsión CR-156 al RP-4	Línea de Impulsión CR-156 al RP-4	Línea de Impulsión CR-156 al RP-4
Calicata N°	LI-32	LI-33	LI-34	LI-35
Prof. (m)	0.50 - 2.00	1.50 - 2.00	0.20 - 2.00	0.10 - 0.50
Ret. No. 4	29.10	27.50	35.40	29.60
Pasa No. 200	8.40	7.25	7.20	23.50
L.L.	---	---	---	22.00
I.P.	N.P.	N.P.	N.P.	3.86
SUCS	SP – SM	SP – SM	SP – SM	SM

3.0 DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio realizados, se presenta la siguiente conformación:

3.1 Línea de Impulsión del CR-156 al RP-04

En la calicata LI-31A se presenta un material removido conformado por arenas con gravas de 1/2" aisladas en un espesor de 0.10m, continuando hasta la profundidad de 0.30m la roca intrusiva (Granodiorita), en estado muy meteorizado y fracturado, que al excavar se presenta como arenas gravosas, en estado compacto, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 0.40m la roca intrusiva (Granodiorita), en estado sano de difícil excavación manual.

En la calicata LI-32 se presenta un material removido conformado por arenas limosas, con raíces y gravas angulosas de 1" aisladas en un espesor de 0.50m, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 2.00m arenas con limos de grano grueso, con gravas angulosas en un 25% -30%, no plásticas, color beige, húmedas, con gravas de 3/4"-1 1/2" en un 10%-15% y tamaño máximo de 13", en estado semicompacto.

En la calicata LI-33 se presenta un material removido conformado por arenas con gravas de ½" aisladas, en estado semicompacto en un espesor de 0.30m, continuando hasta la profundidad de 1.50m con un material removido conformado por arenas de grano grueso, no plásticas, con gravas de 1"-2" en un 15-20%, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 2.00 arenas con limos de grano grueso, con gravas angulosas en un 25%-30%, no plásticas, color beige, húmedas, con gravas de 1"-1½" en un 5%-10% y tamaño máximo de 6", en estado semicompacto.

Nota: a la profundidad de 0.70m se presentan cables de luz y a la profundidad de 1.50m pasa una tubería de PVC de 2" de diámetro.

En la calicata LI-34 se presenta un material de afirmado consistente en gravas angulosas, con matriz limo arenosa, en estado semicompacto en un espesor de 0.20m, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 2.00m arenas con limos de grano grueso, con gravas angulosas en un 30-35%, no plásticas, color beige, poco húmedas, con gravas de 1"-1½" en un 5%-10% y tamaño máximo de 16", en estado semicompacto.

En la calicata LI-35 se presenta un relleno conformado por arenas limosas, con gravillas hojas y raíces en un espesor de 0.10m, continuando hasta la profundidad de 0.50m con la roca intrusiva (Granodiorita), en estado fracturado, que al excavar se presenta como arenas limosas con gravas (SM), en estado compacto, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 0.60m la roca intrusiva (Granodiorita), en estado sano de difícil excavación manual.

En la calicata LI-35A se presenta un relleno conformado por arenas limosas, con gravillas hojas y raíces en un espesor de 0.10m, continuando hasta la profundidad de 0.40m con la roca intrusiva (Granodiorita), en estado fracturado, que al excavar se presenta como arenas gravosas, en estado compacto, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 0.50m la roca intrusiva (Granodiorita), en estado sano de difícil excavación manual.

En la calicata LI-35B se presenta un relleno conformado por arenas limosas, con gravillas hojas y raíces en un espesor de 0.10m, continuando hasta la profundidad de 0.30m con la roca intrusiva (Granodiorita), en estado fracturado, que al excavar se presenta como arenas gravosas, en estado compacto, subyaciendo

hasta la profundidad explorada de 0.40m la roca intrusiva (Granodiorita), en estado sano de difícil excavación manual.

4.0 ZONIFICACION GEOTECNICA

De acuerdo a la descripción del perfil estratigráfico y al plano de zonificación, se presentan:

4.1 Líneas de Impulsión CR-156 al RP-4

4.1.1 Zona I

Se presenta un material removido con espesores que varían entre 0.50 m – 1.50 m, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 2.00 m arenas con limos de grano grueso, no plásticas, con gravas angulosas de 6” – 16” aisladas, en estado semicompacto.

4.1.2 Zona II

Se presenta un material removido y relleno con un espesor de 0.10 m, subyaciendo la roca intrusiva (Granodiorita), en estado fracturado y sano, de difícil excavación manual.

5.0 ANALISIS DE LA CIMENTACION

5.1 Tipo y Profundidad de los Cimientos

5.1.1 Línea de Impulsión de la CR-156 al RP-4

5.1.1.1 Zona I

Los cimientos se apoyarán sobre las arenas limosas de grano grueso, con gravas angulosas, en estado semicompacto, a una profundidad de 1.00 m, medido con respecto al nivel del terreno actual, por medio de un bloque de concreto.

5.1.1.2 Zona II

Los cimientos se apoyarán sobre la roca intrusiva (Granodiorita), a una profundidad de 0.80 m, en estado fracturado y sano, por medio de un bloque de concreto.

5.2 Cálculo de la Capacidad Portante

5.2.1 Línea de Impulsión de la CR-156 al RP-4

5.2.1.1 Zona I

A la profundidad antes mencionada los cimientos se apoyarán sobre las arenas limosas de grano grueso, con gravas angulosas, en estado semicompacto, cuyas características de resistencia están dados principalmente por el ensayo de Corte Directo, efectuado con una muestra de la calicata LI-32 de 0.50 – 2.00 m presentando los siguientes resultados:

Cohesión (C)	= 0.00 Kg/cm ²
Angulo de Fricción Interna (φ)	= 32.3°

Luego, considerando la teoría de Karl Terzaghi, la Capacidad Portante Admisible se puede calcular mediante la siguiente relación:

$$q_{ad} = \frac{1}{FS} \left[\gamma D_f N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma \right]$$

Peso Volumétrico del Suelo sobre el N.F.Z.	γ_1	= 1.55 gr/cm ³
Peso Volumétrico del Suelo por debajo del N.F.Z.	γ_2	= 1.72 gr/cm ³
Ancho del Cimiento	B	= 0.60 m
Profundidad de Cimentación	D_f	= 1.00 m.
Factor de Seguridad	FS	= 3.00
Factores Adimensionales función de φ	N_q, N_γ	
Nivel de fondo de zapata	N.F.Z.	

Reemplazando valores, se obtiene:

$$q_{ad} = 1.20 \text{ Kg/cm}^2$$

Cálculo de Asentamientos

Los asentamientos elásticos, están dados por la siguiente relación (Harr 1966).

$$Se = \frac{Bq_o}{E_s} (1 - \mu_s^2) \alpha$$

Donde:

Ancho de Cimiento	B	= 0.60 m
Presión Admisible	q_o	= 1.20 Kg/cm ²
Relación de Poisson	μ_s	= 0.25

Módulo de Elasticidad $E_s = 120 \text{ Kg/cm}^2$

Factor de forma, Coeficiente Adimensional $\alpha = 0.90$

Reemplazando valores se obtiene:

$$S_e = 0.51 \text{ cms}$$

Empujes Laterales

Para la determinación de los empujes laterales sobre entibamientos y calzaduras, se empleará una distribución triangular de presiones. El empuje total puede determinarse mediante la siguiente relación:

$$E_A = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_A$$

Donde:

K_A : Coeficiente activo de presiones

H : Altura de muro (m)

γ : Peso volumétrico de masa (1.72 gr/cm^3)

$K_A = \text{Tag}^2 (45 - \phi/2)$

Para $\phi = 32.3^\circ$

$K_A = 0.30$.

5.2.1.2 Zona II

Se cimentará sobre la roca intrusiva (Granodiorita), en estado fracturado, de difícil excavación manual, a una profundidad de 0.80 m, para una capacidad portante admisible de $q_{ad} = 12.23 \text{ Kg/cm}^2$.

6.0 RECOMENDACIONES PARA LA CIMENTACIÓN DE LAS REDES DE IMPULSION

6.1 Líneas de Impulsión CR-156 al RP-4

6.1.1 Zona I

Se presenta un material removido con espesores que varían entre 0.50 m – 1.50 m, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 2.00 m arenas con limos de grano grueso, no plásticas, con gravas angulosas de 6" – 16" aisladas, en estado semicompacto.

Estos suelos de acuerdo a sus características, ofrecen buenas condiciones de apoyo a las tuberías, que pueden ser excavados manualmente o con equipo mecánico.

Para la excavación de las zanjas y tendido de las tuberías, se recomienda utilizar entibamiento a partir de 1.50 m de profundidad, para mantener estable las paredes.

Considerar un empuje activo de $K_A=0.33$, con una densidad de $\gamma=1.64 \text{ grs/cm}^3$.

Para el relleno de la zanja se podrá emplear el mismo material de la zona, descartando los rellenos superficiales, raíces y partículas mayores de 3", compactado por capas al 95% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado ASTM D-1557.

6.1.2 Zona II

Se presentan material removido y relleno con un espesor de 0.10 m, subyaciendo con la roca intrusiva (Granodiorita), en estado fracturado y sano, de difícil excavación manual.

Estos suelos de acuerdo a sus características, ofrecen buenas condiciones de apoyo a las tuberías, que pueden ser excavados manualmente o con equipo mecánico.

Para la excavación de las zanjas y tendido de las tuberías, se recomienda utilizar entibamiento a partir de 1.50 m de profundidad, para mantener estable las paredes.

Considerar un empuje activo de $K_A=0.33$, con una densidad de $\gamma=1.64 \text{ grs/cm}^3$.

Para el relleno de la zanja se podrá emplear el mismo material de la zona, descartando los rellenos superficiales, raíces y partículas mayores de 3", y/o material de préstamo, compactado por capas al 95% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado ASTM D-1557.

7.0 TRATAMIENTO DE RELLENOS DE ZANJA

Para el relleno final de la zanja se deberá seguir el siguiente tratamiento:

7.1 Zona I

El relleno final de la zanja se podrá emplear el mismo material excavado de la zona, descartando los rellenos superficiales, raíces y partículas mayores de 3", compactado por capas al 95% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado ASTM D-1557.

7.2 Zona II

Para el relleno de la zanja se podrá emplear el mismo material de la zona, descartando los rellenos superficiales, raíces y partículas mayores de 3" y/o material de préstamo, compactado por capas al 95% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado ASTM D-1557.

8.0 ESTABILIDAD DE TALUDES

Se recomienda entibamiento o apuntalamiento en las zanjas a partir de 1.50 m en las redes de agua, a fin de prevenir hundimiento o derrumbes de las paredes de las zanjas o áreas adyacentes a las mismas.

9.0 CONTENIDO DE SALES

Los resultados del análisis físico-químico efectuado con muestras representativas del subsuelo, muestra los siguientes valores:

9.1 Líneas de Impulsión CR-156 al RP-4

Calicata N°	Profundidad (m)	Presencia en suelo	p.p.m.	Salinidad (ds/m)	Ataque acido	Grado Relativo	Observaciones	Cemento/tipo/ recomendaciones
LI-32	0.50 – 2.00	Sulfatos	421.01	---	---	Despreciable	No ocasiona ataque químico al concreto de la cimentación	Cemento Portland I
		Cloruros	61.64	---	---	Despreciable	No ocasiona ataque químico a la corrosión de armaduras o elementos metálicos	---
		Sales Solubles Totales	1,410.00	---	---	Débilmente agresivo	No presenta problemas de lixiviación	---
		Conductividad (C.E.)	---	1.41	---	No salino	No presenta problemas de lixiviación	---
		pH	---	---	7.73	Despreciable	No presenta elemento ácido que pueda atacar al concreto	---

Ver Anexo II – Resultados de Análisis de Laboratorio

Calicata N°	Profundidad (m)	Presencia en suelo	p.p.m.	Salinidad (ds/m)	Ataque acido	Grado Relativo	Observaciones	Cemento/tipo/ recomendaciones
LI-34	0.20 – 2.00	Sulfatos	3,081.98	---	---	Severo	Si ocasiona ataque químico al concreto de la cimentación	Cemento Portland V
		Cloruros	1,150.58	---	---	Despreciable	No ocasiona ataque químico a la corrosión de armaduras o elementos metálicos	---
		Sales Solubles Totales	11,040.00	---	---	Muy agresivo	Presenta problemas de lixiviación	---
		Conductividad (C.E.)	---	11.04	---	Moderadamente Salino	Presenta problemas de lixiviación	---
		pH	---	---	7.88	Despreciable	No presenta elemento ácido que pueda atacar al concreto	---

En el sector de la calicata LI-32 los valores se encuentran por debajo de los

límites máximos permisibles de agresividad al concreto, pudiéndose emplear por lo tanto Cemento Pórtland Tipo I en la preparación del concreto de los bloques de anclaje y otras estructuras.

El pH indica que el suelo no presenta elementos ácidos que pueda atacar al concreto.

En la conductividad los valores obtenidos indican que el suelo es no salino, sin embargo este parámetro no refleja el problema de lixiviación.

En el sector de la calicata LI-34 los valores se encuentran sobre los límites máximos permisibles de agresividad al concreto, debiéndose emplear por lo tanto Cemento Pórtland Tipo V en la preparación del concreto de los bloques de anclaje y otras estructuras.

El pH indica que el suelo no presenta elementos ácidos que pueda atacar al concreto.

En la conductividad los valores obtenidos indican que el suelo es moderadamente salino, reflejando problemas de lixiviación.

En el sector donde se van a utilizar tuberías principales de hierro dúctil se recomienda utilizar mangas de polietileno debido al alto contenido de cloruros y sulfatos.

Según Steinrathr, referencia: Corrosión de Estructuras Enterradas. Autor Juan J. Royuela Arce. 10 ppm en ion Cl es ya optimo para la corrosión del hierro y acero, y 200 ppm en ion SO4 activa la corrosión.

- ✓ De acuerdo a la Norma E050 Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones, el límite máximo aceptable de ion cloro presente en el suelo es de 0.2% (2,000 ppm). Así mismo el contenido de sulfatos soluble en agua presente en el suelo como porcentaje en peso, presenta los siguientes límites:

CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATOS

Explosión a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO ₄) ¹ , presente en el suelo, % en peso	Sulfato (SO ₄) en agua ppm	Tipo de cemento	Concreto con agregado de peso normal Relación máxima agua/cemento en peso ¹	Concreto con agregados de peso normal y ligero Resistencia mínima a compresión, f'c MPa ¹
Depreciable	0.00≤SO ₄ <0.10	0.00≤SO ₄ <150	---		
Moderado ²	0.10≤SO ₄ <0.10	150≤SO ₄ <1500	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0.50	28
Severo	0.20≤SO ₄ <2.00	1500≤SO ₄ <10000	V	0.45	31
Muy Severo	SO ₄ >0.10	SO ₄ >10000	V mas puzolana ³	0.45	31

1 Puede requerirse una relación agua-cemento menor o una resistencia mas alta para lograr baja

permeabilidad, protección contra la corrosión de elementos metálicos embebido, o contra congelamiento y deshielo.

- 2 Agua de mar
- 3 Puzolana que se ha determinado por medio de ensayos o por experiencia que mejora la resistencia a sulfatos cuando se usa en concretos que contiene Cementos Tipo V.

Ataque ácido

En caso del Ph sea menor a 4.0 el Profesional Responsable deberá proponer medidas de protección adecuado, para proteger el concreto del ataque ácido.

10.0 ASPECTOS SISMICOS

De acuerdo a la Información Sismológica en el Departamento Lima, se han producido sismos con intensidades promedio de VII - VIII, según la Escala de Mercalli Modificada.

Por otra parte la zona en estudio se encuentra ubicada en la Zona 3 del Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, de acuerdo a la Norma Técnica de Edificación E.030-Diseño Sismo Resistente.

Las Fuerzas Sísmicas Horizontales pueden calcularse de acuerdo a las Normas de Diseño Sismo Resistente según la siguiente relación:

$$V = \frac{Z \times U \times S \times C \times P}{R}$$

Donde:

S = Factor Suelo
Ts = Período Predominante
Z = Factor de Zona

Sector		Tipo de suelo	S	Ts (seg)	Z(g)
Líneas de Impulsión CR-156 al RP-4	Zona I	Arenas	1.4	0.9	0.4
	Zona II	Roca	1.0	0.4	0.4

Ver Anexo V – Mapa de Zonificación Sísmica del Perú

11.0 CANTERAS Y BOTADEROS

11.1 Canteras para Extracción de Material de Construcción

CANTERA JICAMARCA

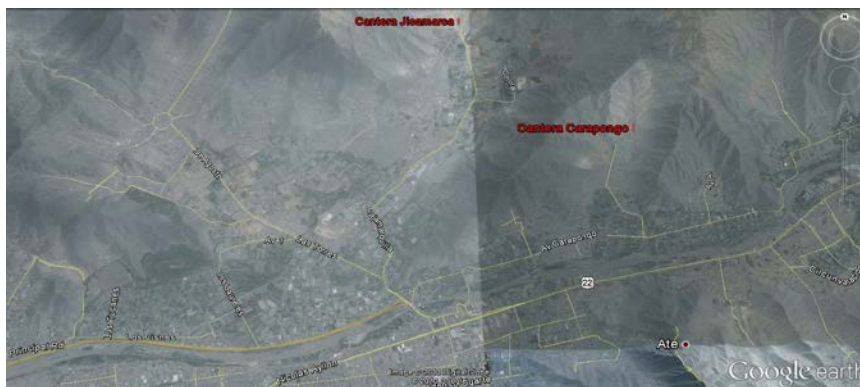
Ubicación.- Se localiza en el sector denominado Jicamarca lado derecho de la quebrada Jicamarca – Distrito de Lurigancho – Lima

Tipo de Material.-

- Piedra $\frac{1}{4}$ " (confitillo chancado),
- Piedra chancada de $\frac{3}{4}$ " ó $\frac{1}{2}$ ",
- Piedra de zanja o cimentación,
- Arena lavada,
- Arena chancada y arena tierra.

Tipo de Explotación.- Será necesario el empleo de un tractor sobre oruga para la acumulación y cargador frontal.

Usos.- Afirmado y concreto.



CANTERA CARAPONGO

Ubicación.- Ubicado entre el distrito Lurigancho, Provincia de Lima y Departamento de Lima, a una a una altitud aproximada de 560 a 950 m.s.n.m.

Tipo de Material.-

- Piedra 1/4" (Confitillo chancado).
- Piedra Chancada de 3/4" y 1/2"
- Piedra de Zanja o Cimentación.
- Afirmado
- Arena Natural.
- Arena Gruesa Procesada.
- Arena Zarandeada.
- Arena Chancada y Arena Tierra.

Usos.- Afirmado y concreto.



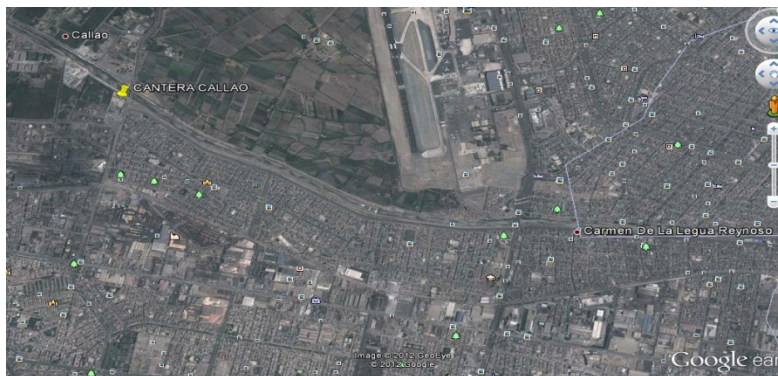
CANTERA CALLAO

Ubicación.- Ubicado en la Av. Néstor Gambeta S/N Puerta 6 Base Naval, en la Provincia del Callao a orillas del Río Rimac.

Tipo de Material.-

- Piedra chancada
- Base Granular.
- Sub Base.
- Arena Gruesa de Río.
- Hormigón.

Usos.- Afirmado, concreto, base y sub-base



CANTERA LURIN

Ubicación.- Ubicado en el Distrito de Lurín, Departamento de Lima, Provincia de Lima, en la costa peruana a 3.75 km. del litoral costero a la altura del Km. 39.5 de la Panamericana Sur.

Tipo de Material.-

- Piedra 1/4" (Confitillo chancado).
- Piedra Chancada 3/4" y 1/2"
- Arena Gruesa.
- Arena Fina.
- Hormigón.

Usos.- concreto

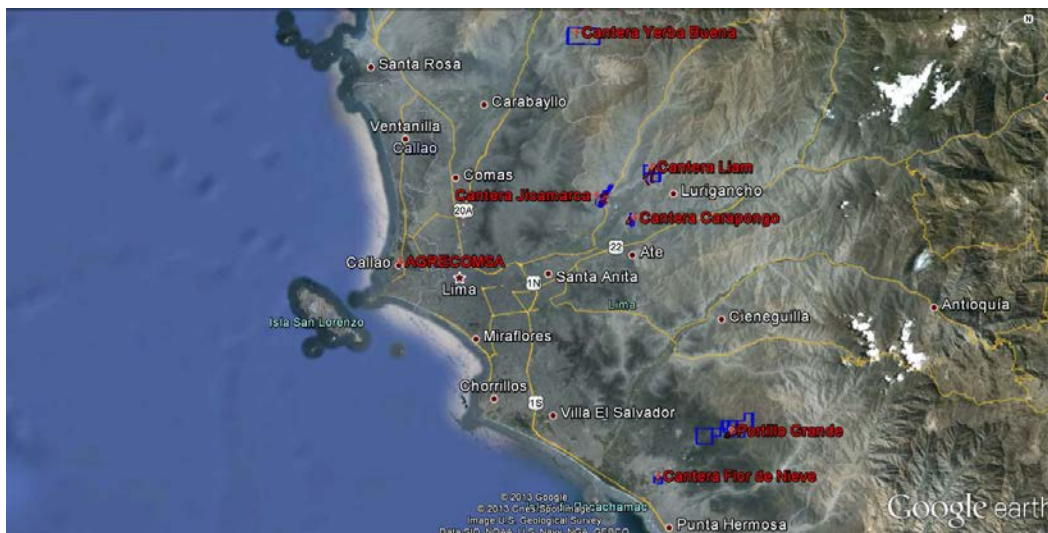
CANTERA PUCARA

Ubicación.- Ubicado en el Distrito de Lurín, Departamento de Lima, Provincia de Lima, al Lado costero del litoral peruano en el Km. 40 de la Panamericana Sur.

Tipo de Material.-

- Base Granular.
- Sub Base Granular.

Usos.- Concreto, base



BOTADERO PORTILLO GRANDE

Ubicación.- Ubicado en el Distrito de Lurín, Departamento de Lima, Provincia de Lima.

BOTADERO ZAPALLAL

Ubicación.- Ubicado en el Distrito de Puente Piedra, Departamento de Lima, Provincia de Lima.

BOTADERO ANCON

Ubicación.- Ubicado en el Distrito de Ancón, Departamento de Lima, Provincia de Lima,

BOTADERO HUAYCOLORO

Ubicación.- Ubicado en el Distrito de San Antonio - Departamento de Lima, Provincia de Huarochiri.

12.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio realizados, así como al análisis efectuado, se puede concluir lo siguiente:

- El área en estudio se encuentra ubicado en la Urb. Club Campestre Las Lagunas - Distrito de La Molina, Provincia y Departamento de Lima.
- El proyecto consiste en cambio de líneas de impulsión de agua potable de los siguientes sectores:
- ✓ Línea de Impulsión desde la CR-156 al R-209, con una longitud aproximada de 810 ml.

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION

Sector	Zona Geotécnica	Tipo de suelo	Profundidad de cimentación (D _i)	Capacidad Portante (Kg/cm ²)	Asentamiento total (cms)	Tipo de cimiento	Tipo de Cemento	Parámetros sísmicos
Línea de Impulsión de la CR-156 al RP-4	I	Arenas limosas de grano grueso, con gravas angulosas, en estado semicompacto	A una profundidad 1.00 m, medido con respecto al nivel del terreno actual	1.20	0.41	Bloque de concreto	Cemento Portland tipo I y en el sector de la calicata LI-34 Cemento Portland tipo V	S=1.4 Ts=0.9 Z=0.4
	II	Roca intrusiva (Granodiorita)	A una profundidad 0.80 m, medido con respecto al nivel del terreno actual	12.23	---	Bloque de concreto	Cemento Portland tipo I	S=1.0 Ts=0.4 Z=0.4

LÍNEAS DE IMPULSIÓN CR-156 AL RP-4

CUADRO DE CARACTERIZACION GEOTECNICA			
Zona	Tipo de Suelo	Características Geotécnicas	
I	Se presenta un material removido con espesores que varían entre 0.50 m – 1.50 m, subyaciendo hasta la profundidad explorada de 2.00 m arenas con limos de grano grueso, no plásticas, con gravas angulosas de 6" – 16" aisladas, en estado semicompacto.	Condiciones de Cimentación	Presenta buenas condiciones de cimentación para el apoyo de las tuberías.
		Proceso de excavación y estabilización del suelo en excavación	Pueden ser excavados manualmente o con equipo mecánico, se recomienda utilizar entibamiento para mantener estable las paredes, a partir de 1.50 m de profundidad.
		Nivel freático ó filtración de agua	No presenta
		Empujes laterales	Para la determinación de los empujes laterales se empleará un coeficiente de empuje activo de $K_A=0.30$ y una densidad de $\gamma=1.72$ grs/cm ³ .
		Relleno para las zanjas	Para el relleno de la zanja se podrá emplear el mismo material de la zona, descartando los rellenos y partículas mayores de 3", compactado por capas al 95% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado ASTM D-1557.
		Agresividad del suelo al concreto y/o acero de los cimientos.	Se podrá emplear Cemento Portland tipo I y en el sector de la calicata LI-34 se deberá utilizar Cemento Portland tipo V. En el sector donde se van a utilizar tuberías principales de hierro dúctil se recomienda utilizar mangas de polietileno.
		Aspecto sísmico	Zona 3 Periodo Predominante $T_s=0.9$ seg, Factor de Suelo $S=1.4$, Factor de Zona $Z=0.4g$
II	Se presenta un material removido y relleno con un espesor de 0.10 m, subyaciendo con la roca intrusiva (Granodiorita), en estado fracturado y sano, de difícil excavación manual.	Condiciones de Cimentación	Presenta buenas condiciones de cimentación para el apoyo de las tuberías.
		Proceso de excavación y estabilización del suelo en excavación	Se recomienda el empleo de martillos neumáticos o explosivos controlados en la zona rocosa.
		Nivel freático ó filtración de agua	No presenta
		Empujes laterales	----
		Relleno para las zanjas	Para el relleno de la zanja se podrá emplear el mismo material de la zona, descartando los rellenos y partículas mayores de 3", compactado por capas al 95% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado ASTM D-1557.
		Agresividad del suelo al concreto y/o acero de los cimientos.	Se podrá emplear por lo tanto Cemento Portland Tipo I. En el sector donde se van a utilizar tuberías principales de hierro dúctil se recomienda utilizar mangas de polietileno.
		Aspecto sísmico	Zona 3 Periodo Predominante $T_s=0.4$ seg, Factor de Suelo $S=1.0$, Factor de Zona $Z=0.4g$