

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**ESTUDIOS BÁSICOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL  
SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO  
DEL CENTRO POBLADO SANTA FÉ -VEGUETA-  
HUAURA**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**AMÉRICO TOMÁS GUERRERO CÁRDENAS**

**Lima- Perú**

**2012**

*Gracias a mi familia*

*Por su cariño, comprensión y apoyo sin condiciones ni medida. Gracias por guiarme a realizar mis metas profesionales.*

*Y a mi hijo Tomás Alessandro por haberme llenado de dicha mi vida con su llegada.*

	Pág.
<b>RESUMEN</b>	
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	
<b>LISTA DE TABLAS</b>	
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	
<b>LISTA DE SIGLAS</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>CAPITULO I: MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO .....</b>	<b>11</b>
1.1 ANTECEDENTES .....	11
1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	11
1.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	11
1.3.1 Estado actual .....	12
1.3.2 Condiciones de diseño del proyecto .....	12
1.3.3 Descripción general del proyecto.....	12
<b>CAPITULO II: DIAGNÓSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO .....</b>	<b>14</b>
2.1 MEDIO FÍSICO.....	14
2.2 COMUNICACIONES .....	14
2.3 POBLACIÓN Y ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	14
2.4 TEMPERATURA, HUMEDAD .....	15
2.5 GEOMORFOLOGÍA .....	15
2.6 EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA EXISTENTE .....	15
<b>CAPITULO III: ESTUDIO TOPOGRÁFICO .....</b>	<b>17</b>
3.1 GENERALIDADES .....	17
3.2 TRABAJOS REALIZADOS.....	18
3.3 ESTABLECIMIENTO DE LA RED DE CONTROL HORIZONTAL.....	18
3.4 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN DE CAMPO .....	20
<b>CAPITULO IV: ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.....</b>	<b>21</b>
4.1 GEOLOGÍA.....	21
4.1.1 Geología regional.....	21
4.1.2 Geología local .....	21
4.1.3 Unidades geotécnicas.....	22
4.2 CALICATAS.....	23
4.2.1 Ensayos de laboratorio .....	24
4.2.2 Ensayos índice en mecánica de suelos.....	24
4.2.3 Ensayos de resistencia cortante .....	25
4.2.4 Ensayos químicos .....	25
4.2.5 Análisis de capacidad de carga .....	27

4.2.6	Análisis de asentamiento .....	28
4.2.7	Descripción del perfil estratigráfico .....	30
4.2.8	Condiciones y tipo de suelo para excavación.....	30
4.2.9	Riesgo sísmico .....	31
<b>CAPITULO V:</b>	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA FUENTE DE AGUA .....</b>	<b>34</b>
5.1	FUENTE DE AGUA .....	34
5.1.1	Rendimiento del pozo .....	34
5.1.2	Equipo de bombeo .....	34
5.2	NAPA FREÁTICA .....	35
5.3	HIDROGEOQUÍMICA.....	35
5.3.1	Evaluación sanitaria .....	35
5.3.2	Climatología .....	37
<b>CAPITULO VI:</b>	<b>ELABORACIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS - GIS .....</b>	<b>38</b>
6.1	MAPA TEMÁTICO – PROFUNDIDAD DE SUELO DE COBERTURA .....	38
6.2	MAPA TEMÁTICO – SISTEMA DE ALCANTARILLADO .....	39
6.3	MAPA TEMÁTICO – INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS .....	40
<b>CAPITULO VII:</b>	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>41</b>
7.1	ANÁLISIS DE RIESGO .....	41
7.1.1	Matriz causa-efecto .....	41
7.1.2	Plan de manejo ambiental .....	42
<b>CAPITULO VIII:</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>44</b>
8.1	CONCLUSIONES .....	44
8.2	RECOMENDACIONES .....	45

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

ANEXO A: REGISTRO DE CALICATAS

ANEXO B: REGISTRO FOTOGRÁFICO

ANEXO C: RESULTADOS DE LABORATORIO

ANEXO C.1: Ensayos de Granulometría

ANEXO C.2: Ensayo de Corte Directo

ANEXO C.3: Ensayos para Agua

ANEXO C.4: Ensayos Químicos

ANEXO D: ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA

## ANEXO E: PLANOS

PLANO 100-01: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

PLANO 100-02: TOPOGRAFÍA Y CURVAS DE NIVEL

PLANO 100-03: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO

PLANO 100-04: PROFUNDIDAD DE SUELO DE COBERTURA PARA  
EXCAVACIÓN

## RESUMEN

El centro poblado Santa Fe fue creado hace 30 años en el distrito de Végueta, provincia de Huaura en el Departamento de Lima. Actualmente cuenta con una población en crecimiento, según el sondeo que se realizó al centro poblado Santa Fe se ha estimado una población de 144 habitantes y se ha proyectado una población de 700 habitantes para el 2031. Desde su creación no se ha planificado un sistema de alcantarillado ni una planta de tratamiento de aguas residuales; actualmente algunos habitantes han construido su propio sistema de tanque séptico, los cuales carecen de procesos técnicos constructivos y dificultan la percolación de las aguas residuales, por otro lado la mayor parte de la población evacúa sus aguas residuales a un arroyo cercano o en las tierras de cultivo aledañas al centro poblado.

El presente Informe de Suficiencia forma parte de los estudios básicos del Expediente Técnico del Sistema de Agua y Alcantarillado para el centro poblado Santa Fe, cuyo objetivo principal fue el mejorar la calidad de vida de los pobladores de dicho centro poblado. Los estudios básicos tienen como objetivos el definir las características del área del proyecto, entre ellos la topografía, el estudio de mecánica de suelos, hidrología e impacto ambiental para establecer los parámetros y condiciones de diseño, así como la sectorización del suelo de acuerdo al tipo de excavación, profundidad de cimentación de tuberías y buzones, además de recomendaciones para un diseño adecuado.

Se realizaron varias visitas al centro poblado con el objetivo de evaluar social y económicamente con el fin de esclarecer los mayores problemas que aquejan a la población; por otra parte se realizaron los estudios básicos consistentes en la geología, geotecnia, topografía y características marcantes para el estudio de impacto ambiental.

Partiendo de la evaluación geológico - geotécnica se pudo definir la naturaleza del material de cimentación formado por una pequeña capa de suelo aluvial seguido de un suelo residual cuya característica principal es el alto contenido de sales, los cuales han cementado en el suelo. También se tiene presencia en mayor proporción de basamento rocoso complicando su excavación.

Para la evaluación hidrológica se ha identificado el tipo de fuente, así como el volumen explotado de la zona de captación y su composición hidrogeoquímica

cuyo resultado permitirá conocer la calidad actual del recurso hídrico almacenado en el acuífero.

Respecto al impacto ambiental se han evidenciado principalmente impactos positivos, siendo los negativos de mediana y corta duración, principalmente en la etapa de construcción, para lo cual se han tomado las medidas preventivas.

Finalmente el proyecto ha considerado resolver el problema de eliminación de aguas servidas, mediante la construcción de un sistema de alcantarillado y planta de tratamiento, las cuales deberán realizarse conforme a las especificaciones técnicas. El monto aproximado para la construcción del proyecto es de NS/ 891,330.09 incluyendo IGV 18% 23-02-12.

## LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1.1 Localización del proyecto.....	12
Figura N° 3.1 Zona de estudio del proyecto.....	17
Figura N° 3.2 Ubicación de puntos de control.....	20
Figura N° 4.1 Geología regional .....	22
Figura N° 4.2 Zonificación Sísmica del Perú, Instituto Geofísico del Peru.....	32
Figura N° 4.3 Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Ref. Jorge Alva Hurtado (1974).....	33
Figura N° 6.1 Mapa Temático - Profundidad de suelo de cobertura.....	38
Figura N° 6.2 Mapa Temático - Sistema de alcantarillado .....	39
Figura N° 6.3 Mapa Temático - Investigaciones geotécnicas.....	40

## LISTAS DE TABLAS

Tabla N° 3.1 Cuadro de coordenadas.....	18
Tabla N° 4.1 Resumen de calicatas.....	24
Tabla N° 4.2 Resumen de ensayos de clasificación de suelos .....	25
Tabla N° 4.3 Resumen de resultados de ensayos de corte directo .....	25
Tabla N° 4.4 Límites permisibles de sales, sulfatos y cloruros .....	26
Tabla N° 4.5 Resultados de ensayos de sales, sulfatos y cloruros .....	26
Tabla N° 4.6 Resumen de propiedades de materiales .....	29
Tabla N° 4.7 Resultados de capacidad de carga admisible y asentamiento. ....	30
Tabla N° 5.1 Resumen de ensayos de análisis bacteriológico .....	36
Tabla N° 5.2 Resumen de ensayos de análisis químicos.....	36
Tabla N° 5.3 Límites máximos de ensayos químicos y bacteriológico .....	36
Tabla N° 7.1 Impactos negativos y medidas de mitigación .....	43

## LISTAS DE SIMBOLOS

$q_{ult}$ :	Capacidad de carga última
$q_{adm}$ :	Capacidad de carga admisible
$\phi$ :	Ángulo de fricción interna
$\gamma$ :	Peso específico
$c$ :	Cohesión
$D_f$ :	Profundidad de cimentación
$B$ :	Ancho de la cimentación
$S_c, S_q, S_\gamma$ :	Factores de forma
$D_c, D_q, D_\gamma$ :	Factores de profundidad
$G_c, G_q, G_\gamma$ :	Factores por inclinación de carga
$N_c, N_q, N_\gamma$ :	Factores de capacidad de carga
$\alpha$ :	Valor de influencia
$S_e$ :	Asentamiento elástico
$H$ :	Espesor del estrato del suelo
$E$ :	Módulo de Young
$\nu$ :	Módulo de Poisson del suelo

## LISTA DE SIGLAS

ITO1:	Ito numero uno
NE :	No encontrada
C-01:	Calicata número uno
LL:	Límite líquido
IP:	Índice plástico
R1:	Roca de dureza 1
SST:	Sales solubles totales
SUCS:	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
ASTM:	American Society For Testing and Materials
AASHTO:	American Association of State Highway and Transportation Officials

## INTRODUCCIÓN

El centro poblado Santa Fe del distrito de Végueta en Huaura, aún no cuenta con un adecuado sistema de alcantarillado para la eliminación de sus aguas servidas, los pobladores usan algunas letrinas y el campo, de esta forma se generan focos de infección, siendo el objetivo principal de este estudio resolver este problema mediante el diseño del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento, para así elevar la calidad de vida de los pobladores, disminuyendo los indicadores de riesgos.

El informe de suficiencia consta de 08 capítulos.

En el primer y segundo capítulo se describe la zona de estudio, así como las condiciones social y económica respectivamente.

En el tercer capítulo, se detallan la información recopilada de la topografía de la zona.

El cuarto capítulo describe la evaluación geológico - geotécnica, detallando la evaluación de campo, ensayos de laboratorio, perfil estratigráfico y por último la ripiabilidad del suelo.

En el quinto capítulo se muestran la descripción de la elaboración de los contenidos de los mapas temáticos referidos a los estudios básicos.

En el sexto capítulo se desarrolla el estudio hidrológico con información de pluviómetros próximos al área del proyecto.

En el séptimo capítulo se trata los aspectos e impactos ambientales, así como la formulación del plan de manejo ambiental.

El capítulo ocho trata de las conclusiones y recomendaciones generales del estudio.

Se concluye con bibliografía y anexos que incluyen el informe topográfico, el informe geotécnico, panel fotográfico y los planos del proyecto.

## **CAPITULO I: MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO**

### **1.1 ANTECEDENTES**

La Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería (en adelante UNI), a solicitud de la Municipalidad Distrital de Végueta, ha realizado el levantamiento topográfico y la evaluación geotécnica con fines de cimentación de tuberías y planta de tratamiento de aguas servidas, para el servicio de alcantarillado del centro poblado Santa Fe. Para plantear el proyecto se han realizado investigaciones geológicas y geotécnicas basadas principalmente en calicatas y observación de campo, levantamiento topográfico y evaluación social.

### **1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO**

El presente estudio tiene como objetivo resolver el problema de la falta del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento, siguiendo las normas y estado del arte en el diseño, para atender el problema del centro poblado Santa Fe.

Para cumplir con el objetivo del presente estudio, se ha realizado las siguientes tareas:

- Revisión de la información proporcionada por la diferentes entidades como COFOPRI, UNI, cartas geológicas e imágenes satelitales;
- Evaluación estratigráfica del terreno mediante excavación de calicatas y descripción visual de campo de acuerdo a ASTM D2488;
- Levantamiento topográfico;
- Evaluación social, encuesta de población, actividad económica, agricultura.

### **1.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO**

El centro poblado Santa Fe pertenece al distrito de Végueta, provincia de Huarura, departamento de Lima, Región Lima, (ver fig. 1.1) que se encuentra a una altura de 30 m.s.n.m.

El centro poblado Santa Fe está situado en el paisaje del litoral norteño, bordeando una hondonada en forma de herradura. El pueblo se extiende sobre un terreno ligeramente accidentado que termina en tranquilas playas. A un kilómetro de la costa de Végueta, se halla la histórica isla "Don Martín" que

emerge del océano, rompiendo la monotonía del paisaje marino. Sus coordenadas geográficas son: 210750E y 8781340N.



Figura N° 1.1 Localización del proyecto

### 1.3.1 Estado actual

El centro poblado Santa Fe no cuenta con sistema de alcantarillado ni con planta de tratamiento, por lo que las aguas servidas se evacúan al suelo, hacia algunas letrinas existentes o al riachuelo.

### 1.3.2 Condiciones de diseño del proyecto

La red de alcantarillado y planta de tratamiento tienen un periodo de diseño de 20 años para recibir los desagües domésticos del poblado con una población futura de 700 habitantes.

La base para el diseño fue considerar una dotación de 150 lt/hab/día, según Norma OS 0100 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Se ha previsto que ingrese a la planta de tratamiento diseñada un caudal promedio de 84 m<sup>3</sup>/día o 0.97 l/s.

### 1.3.3 Descripción general del proyecto

El sistema de alcantarillado del centro poblado Santa Fe constituye una parte principal del proyecto, por ello y por motivos de este expediente se ha realizado el levantamiento topográfico detallado, con curvas de nivel a cada 1,00 m; del

mismo modo, se han realizado exploraciones geológico - geotécnicas que consistieron en visitas de campo donde se realizaron excavaciones de calicatas estratégicamente ubicadas bordeando todo el área del proyecto y así poder determinar el perfil estratigráfico y características del suelo de cimentación de los buzones y diferentes estructuras.

El suelo del área de proyecto tiene las características de tener un alto contenido de sales y cloruros, lo cual es perjudicial para el concreto, por tal motivo se recomienda usar cemento tipo V, además de un recubrimiento adecuado para el acero de refuerzo evitando así la corrosión.

Se tomó muestras de agua con la finalidad de realizar los respectivos análisis químicos y bacteriológicos; los resultados indican un valor nulo en el contenido de coliformes fecales, ya que actualmente el abastecimiento se ha mejorado con la construcción de galerías drenantes y la colocación de cloro en los reservorios.

La incorporación del sistema de alcantarillado disminuirá enfermedades gastrointestinales, eliminación de la contaminación ambiental y del suelo por eliminación de las excretas.

## CAPITULO II: DIAGNÓSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

### 2.1 MEDIO FÍSICO

En el centro poblado Santa Fe, el 60% de las viviendas están construidas de material noble, con muros de ladrillo, columnas de concreto, y techos con concreto aligerado y eternit. Cuenta con energía eléctrica abastecida por EDELNOR.

El Saneamiento cuenta con red de agua y sus respectivas conexiones domiciliarias, respecto al sistema de alcantarillado no cuentan con una red de desagüe ni planta de tratamiento.

### 2.2 COMUNICACIONES

La provincia de Huacho se encuentra a 148 km de Lima, comunicados por la carretera Panamericana Norte, en un viaje de aproximadamente 3 horas; a 11 km de Huacho se encuentra el distrito de Végueta de la provincia de Huaura la cual está comunicada por una vía asfaltada con un tiempo de viaje de 15 minutos; entre el centro poblado Santa Fe y el distrito Végueta existe un tramo de aproximadamente 4 km de camino a trocha.

La vía de acceso se puede apreciar en el siguiente cuadro:

<b>RUTA</b>	<b>DISTANCIA</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>VIA</b>
Lima- Chancay Huacho	148.0Km Pan. Norte.	03 h 00'	Carretera asfaltada
Huacho - Huaura - Desvío a Végueta	159.0Km Pan. Norte	00 h 15'	Carretera asfaltada
Desvío - Santa Fe	4.0km	00 h 05'	Trocha

### 2.3 POBLACIÓN Y ACTIVIDAD ECONÓMICA

El centro poblado Santa Fe cuenta con una población de aproximadamente 144 habitantes; en este sector existen lotes de grandes y medianas áreas en las cuales los propietarios y dirigentes no disponen de información de quiénes y cuántos pobladores las habitan, por tanto se estimó el crecimiento de la

población a 700 habitantes, para los próximos 20 años. Se observó que algunos lotes son usados para crianza de ganado y terreno agrícola.

La ocupación principal de la población es la agricultura y la pesquería, de menor escala la ganadería, siendo sus productos más representativos el maíz amarillo, el maíz chala y el camote.

## 2.4 TEMPERATURA, HUMEDAD

El clima de la zona es templado y relativamente húmedo; posee una temperatura media anual de 24°C. En la época de verano la temperatura fluctúa entre los 23°C a los 36°C; y en la época de invierno la temperatura fluctúa entre 14°C y 24°C

## 2.5 GEOMORFOLOGÍA

Geológicamente, el área de estudio se encuentra emplazada en la planicie costera, la misma que se caracteriza por presentar un relieve esencialmente plano con algunas lomadas y colinas aisladas remanentes de los procesos denudativos. Esta planicie se desarrolla como una faja paralela a la costa, limitada al oeste por el litoral y al este por el conjunto de cerros bajos correspondientes a las primeras estribaciones andinas occidentales.

El sector del área en estudio se caracteriza por presentar zonas planas y laderas de poca pendiente con pequeñas lomadas; además se encuentra en el área de influencia de un abanico fluvial (río Huaura).

## 2.6 EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA EXISTENTE

Actualmente la población de Santa Fe cuenta con 02 reservorios de 15 y 10 m<sup>3</sup> que abastecen a 36 lotes (usuarios) que disfrutan del sistema de agua, con 4 habitantes por lote.

Se sabe que la densidad poblacional en el distrito de Végueta es de 4 habitantes por vivienda, según el cálculo realizado con los datos censales del INEI.

En nuestros cálculos tomamos la densidad poblacional de Végueta para estimar hasta qué año los 02 reservorios podrán abastecer al centro poblado Santa Fe sin problemas.

Se estimó que para el 2021 el volumen de los reservorios quedaría rezagado, esto considerando un crecimiento aritmético y una saturación para el 2031 con 700 habitantes. Y que para el periodo de diseño 20 años es recomendable un volumen total de 45 m<sup>3</sup>. Se recomienda aumentar las dimensiones del reservorio II de 10 a 30 m<sup>3</sup> ya que sumado con el reservorio I se tendría los 45 m<sup>3</sup> o proyectar la construcción de un nuevo reservorio de 25 m<sup>3</sup>, la cual nos asegurará el abastecimiento de la población y alguna posible sobrepoblación. Se descarta aumentar las dimensiones del reservorio I de 15 a 35 m<sup>3</sup> ya que la bomba no alcanza potencia mayor a 6 hp como se demandaría.

Actualmente las bombas funcionan correctamente para la demanda requerida, incluso no se necesita aumentar la potencia para el periodo de diseño, pero se recomienda tener una bomba adicional en caso de percances o deterioro con la primera.

Tanto el reservorio I de 15 m<sup>3</sup> y II de 10 m<sup>3</sup>, están descargando agua con una presión en los nudos que va desde 3.4m a 19.2m para el primer reservorio y de 6.1 m a 21.9 m para el reservorio II, con lo cual concluimos que la red de distribución no cuenta con problemas de servicio actualmente.

## CAPITULO III: ESTUDIO TOPOGRÁFICO

### 3.1 GENERALIDADES

El levantamiento topográfico es un estudio básico y necesario para iniciar el proyecto del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento, esto nos ayuda a determinar la ubicación y diseño de las obras a proyectar, curvas de nivel, levantamientos para la ubicación de las estructuras y otros. Estos datos se obtuvieron de la recolección de planos de la zona de estudio la cual ya se encontraba en un 70% de las curvas de nivel y del levantamiento topográfico realizado para complementar y verificar los planos proporcionados de la zona de estudio, todos estos datos nos ayudaron para la proyección futura que se requiere.

Con ayuda de la Presidenta de la junta vecinal y un antiguo poblador de la zona se recorrió el área de estudio ayudados con planos ya establecidos con anterioridad, identificándose la situación actual y las necesidades requeridas por la población.

Según los planos obtenidos en la visita a la zona de estudio (ver fig. 3.1) y del levantamiento topográfico complementario se puede decir que las curvas de nivel sí reflejan el relieve observado en campo, entonces es una buena referencia preliminar para proyectar el sistema de alcantarillado.

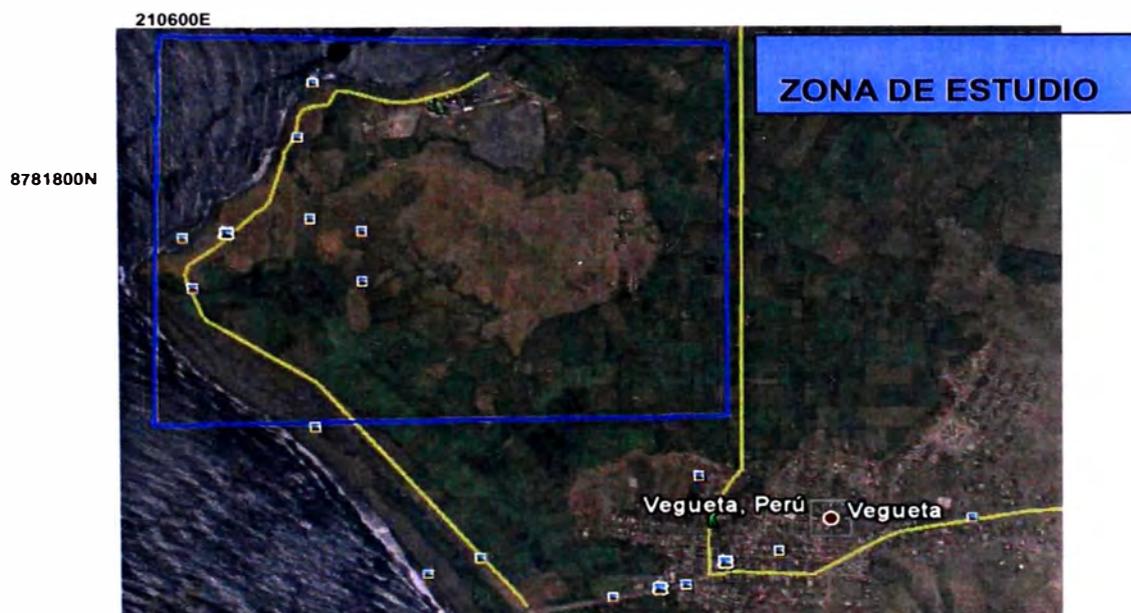


Figura N° 3.1 Zona de estudio del proyecto

### 3.2 TRABAJOS REALIZADOS

A continuación se mencionan los trabajos de topografía efectuados para fines del presente estudio, y a la vez se describen los mismos, y la metodología empleada en campo fue en base de una estación total y GPS navegador.

- Recopilación y evaluación de la Información topográfica existente plano de Planta y Perfil de línea de impulsión a escalas H=1/1000 y V=1/100 – LI01; Plano de Lotización a escalas 1:5,000 y a 1:1,250 – L01; plano de conexiones domiciliarias de la comunidad a escala 1:1,000 – CD01; plano del reservorio y Red de impulsión a escalas 1:20, 1:125 y 1:250 – RI01; planos de Galerías Filtrantes a escalas 1:10, 1:20 y 1:250 – GF01.
- Delimitación de zona de estudio utilizando GPS navegador.
- Ubicación de las estructuras existentes.
- Ubicación de las calicatas realizadas con fines de estudio a proyectar.
- Levantamiento topográfico de las zonas donde no existe levantamiento.

### 3.3 ESTABLECIMIENTO DE LA RED DE CONTROL HORIZONTAL.

Para delimitar la topografía del terreno en estudio, fue necesario establecer sobre su extensión una red horizontal constituida por puntos de control relacionados entre sí. La red de control horizontal consiste en una poligonal cerrada la cual tiene como punto de inicio el ITO1, enlazado inicialmente con el ITO2, continuando con la instalación de los vértices siguientes como son el ITO3, ITO4, ITO5, ITO6, ITO7, ITO8... hasta el ITO41; (ver fig. 3.2) de los cuales se ha obtenido una poligonal que delimita nuestra zona de estudio.

Tabla N° 3.1 Cuadro de coordenadas

<b>COORDENADAS DE ITOS</b>		
<b>PUNTO</b>	<b>ESTE</b>	<b>SUR</b>
ITO1	210645	8781294
ITO2	210652	8781268
ITO3	210600	8781230
ITO4	210562	8781214
ITO5	210500	8781160
ITO6	210457	8781146
ITO7	210395	8781152
ITO8	210303	8781202

<b>COORDENADAS DE ITOS</b>		
ITO9	210238	8781248
ITO10	210307	8781324
ITO11	210317	8781332
ITO12	210342	8781360
ITO13	210376	8781398
ITO14	210366	8781406
ITO15	210318	8781436
ITO16	210276	8781468
ITO17	210215	8781524
ITO18	210182	8781544
ITO19	210126	8781578
ITO20	210089	8781600
ITO21	210066	8781616
ITO22	210078	8781666
ITO23	210087	8781722
ITO24	210083	8781760
ITO25	210139	8781702
ITO26	210178	8781676
ITO27	210178	8781672
ITO28	210243	8781622
ITO29	210295	8781596
ITO30	210353	8781558
ITO31	210377	8781546
ITO32	210464	8781518
ITO33	210467	8781518
ITO34	210529	8781490
ITO35	210539	8781486
ITO36	210571	8781470
ITO37	210607	8781472
ITO38	210636	8781472
ITO39	210685	8781488
ITO40	210718	8781568
ITO41	210766	8781520
Reservorio 1	210612	8781310
Reservorio 2	210538	8781310
Pozo de captación	210967	8781288

Fuente: Elaboración propia.

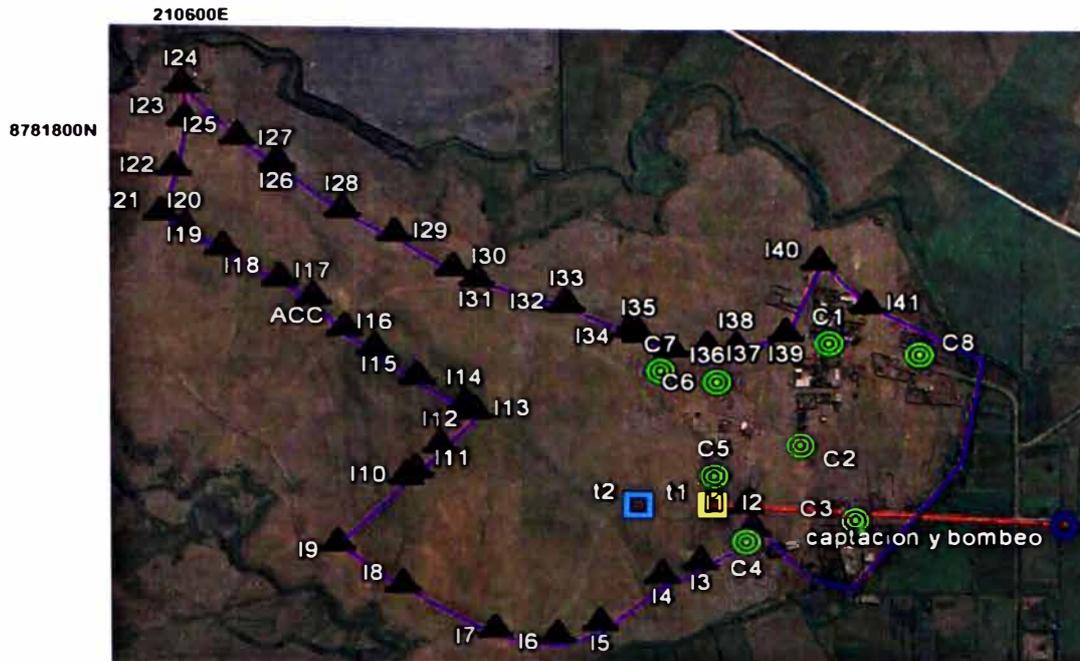


Figura N° 3.2 Ubicación de puntos de control

**Notas:**

- Los ITO01 a ITO041 son de color guinda.
- t2 (celeste) es el reservorio 2, t1 (amarillo) es el reservorio 1.
- C1 a C8 calicatas ejecutadas en la zona de estudio.

### 3.4 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN DE CAMPO

Los datos obtenidos en la visita de campo se evaluaron en gabinete para determinar posteriormente la información tales como número de punto, coordenadas norte, este, elevación y descripción de toda nuestra poligonal, y así poder determinar la ubicación y diseño de las obras a proyectar.

Toda la información en el campo es transmitida a los medios de almacenamiento de datos de la estación total; seguidamente, son procesados a través del Programa CIVIL 3D 2011 con el módulo básico en la opción de comunicación.

Esta información ha sido procesada haciendo posible tener un archivo de radiaciones sin errores de cálculo y con su respectiva codificación de acuerdo a la ubicación de puntos característicos en el área que comprende el levantamiento topográfico.

## CAPITULO IV: ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

### 4.1 GEOLOGÍA

#### 4.1.1 Geología regional

La zona de estudio está ubicada en la parte del Litoral de la Cordillera Occidental (ver fig. 4.1), presentando un ambiente desértico, desarrollándose un suelo residual en las pendientes moderadas. La secuencia estratigráfica regional, que aflora en el área de estudio corresponde a la formación Casma, constituida por una serie volcánica con sedimentos intercalados

#### 4.1.2 Geología local

Geomorfología, la zona de estudio se caracteriza por presentar zonas planas y laderas de poca pendiente con pequeñas lomadas; además se encuentra en el área de influencia de un abanico fluvial (rio Huaura) y valles formados por el río Huaura.

Estratigrafía, dentro del área, la formación Casma consiste de volcánicos bien estratificados, siendo en su mayor parte derrames delgados de andesita masiva, de grano fino y con más o menos 3 a 5 metros de espesor. Este tipo de litología se aprecia muy bien a lo largo de la carretera que une los ríos Huaura y Supe a la altura de la Hacienda Las Casuarinas.

Geodinámica Externa, para evaluar el riesgo de geodinámica externa se ha analizado la información referente a la geología y características geomorfológicas del área del proyecto.

De esta evaluación se establece que en el área del proyecto, desde el punto de vista de la geodinámica externa, no existe ningún riesgo significativo en cuanto a fenómenos naturales como huaycos, aluviones, inundaciones y otros, debido a la configuración del lugar, a la topografía de la zona y las condiciones geológicas geotécnicas favorables del área.



Figura N° 4.1 Geología regional

Nota:

**KI-c** = Unidad estratigráfica geológica "Volcánico Casma"

#### 4.1.3 Unidades geotécnicas

A partir de los resultados de investigación efectuados en el área en estudio, la revisión de antecedentes disponibles, los ensayos de laboratorios realizados, se ha efectuado la caracterización geotécnica de los materiales del área en estudio.

Con este objetivo y para fines del estudio se han diferenciado 3 unidades geotécnicas las cuales son descritas en los siguientes sub acápite.

##### *Unidad Geotécnica I: Depósitos aluviales*

La Unidad consiste en horizontes de gravas y arenas limosas y arenas arcillosas en estado medianamente denso, no plásticos a baja plasticidad, con gravas angulosas de tamaño variado.

##### *Unidad Geotécnica II: Suelos Residuales.*

Esta unidad está conformada por la fuerte alteración de las andesitas, con la consiguiente pérdida de las propiedades geotécnicas que caracterizan a estos

materiales. Para propósitos de modelamiento geotécnico, se considera que rocas de calidad muy mala y dureza menor que 2, son consideradas como suelo residual. Esta unidad fue detectada en el área del proyecto a través de las calicatas en las cuales se encontró basamento rocoso; está caracterizado por una arena limosa, de consistencia suelta, no plástica y de ligera humedad.

#### *Unidad Geotécnica III: Basamento Rocosos.*

Esta unidad ha sido registrada en afloramientos rocosos aislados que se presentan en la zona de estudio, así como en las calicatas realizadas. Superficialmente se presenta de manera irregular. Consisten mayormente de andesitas, moderadamente fracturadas, muy alteradas y meteorizadas con dureza que va de R3 (moderadamente dura) a R4 (dura) según su resistencia uniaxial.

De acuerdo a estas características estos materiales en general pueden soportar taludes de cortes empinadas, difícilmente ripeables y eventualmente pueden ser removidos mediante voladura.

## 4.2 CALICATAS

El programa de investigación de campo se desarrolló el día 22 de octubre. Se ejecutaron un total de 9 calicatas convenientemente ubicadas y distribuidas dentro del área de estudio; en el anexo C se muestra las calicatas y la zona de estudio, con la finalidad de evaluar las condiciones geotécnicas de los materiales presentes en el área de influencia del poblado. En cada una de las calicatas se llevó a cabo una descripción de los tipos de suelo encontrados. El registro del perfil estratigráfico se encuentra debidamente registrado en el anexo A. Asimismo, se tomaron muestras representativas, las cuales fueron identificadas y almacenadas en bolsas plásticas con la finalidad de efectuar ensayos posteriores de caracterización física y mecánica en el laboratorio geotécnico.

Todas las calicatas fueron realizadas manualmente. La Tabla 4.1 presenta un resumen de las calicatas realizadas. Como se puede observar la profundidad máxima alcanzada fue de 0.9 m, en todas se alcanzó el nivel del basamento rocoso. En cada una de las calicatas se realizó un detallado registro y muestreo de los diferentes tipos de materiales existentes. Adicionalmente, se obtuvieron fotografías de cada una.

Tabla N° 4.1 Resumen de calicatas

ÁREA	CALICATA	COORDENADA UTM		NIVEL AGUA (m)	SUELO ORGÁNICO (m)	NIVEL ROCA (m)	PROF. TOTAL (m)
		NORTE	ESTE				
Centro Poblado Santa Fe	C-01	8,781,492	210,728	NE	NE	0.4	0.4
	C-02	8,781,376	210,700	NE	NE	0.3	0.3
	C-03	8,781,292	210,755	NE	NE	0.3	0.3
	C-04	8,781,268	210,646	NE	NE	0.4	0.4
	C-05	8,781,342	210,614	NE	NE	0.5	0.5
	C-06	8,781,448	210,617	NE	NE	0.9	0.9
	C-07	8,781,460	210,561	NE	NE	0.3	0.3
	C-08	8,781,480	210,819	NE	NE	0.5	0.3
	C-09	8,781,513	211,105	NE	0.10	NE	1.00

Fuente: Elaboración propia.

**ABREVIATURAS:**

NE: No encontrado.

**4.2.1 Ensayos de laboratorio**

Durante el desarrollo de la exploración geotécnica de campo se obtuvieron muestras representativas de las calicatas. Adicionalmente, se obtuvieron muestras de agua, con el fin de evaluar sus condiciones.

En los materiales indicados se llevaron a cabo ensayos de mecánica de suelos para determinar los parámetros geotécnicos para el diseño del reservorio, condiciones de ripiabilidad y condición de salinidad.

Todos los ensayos de laboratorio se realizaron siguiendo los procedimientos recomendados según las versiones actualizadas de los métodos de ensayo de la ASTM International. El detalle de los ensayos se presenta en el Anexo B.

A continuación se presenta la descripción de los ensayos realizados y los comentarios de los resultados obtenidos.

**4.2.2 Ensayos índice en mecánica de suelos**

En las muestras seleccionadas obtenidas en la exploración geotécnica de campo, se llevaron a cabo ensayos estándar de laboratorio con fines de identificación y clasificación, según el Sistema Unificado de Clasificación de

Suelos (SUCS). Las propiedades índices del suelo se resumen en la Tabla 4.2 en términos de granulometría, límites de consistencia y contenido de humedad.

Tabla N° 4.2 Resumen de ensayos de clasificación de suelos

CALICATA	PROF. (m)	CLASIF. SUCS	D. GRANULOMÉTRICA			LÍMITES DE ATTERBERG		CONTENIDO HUMEDAD (%)
			Grava	Arena	Finos	LL	IP	
			(%)	(%)	(%)			
C - 03	0.30	GM	44.49	43.78	11.72	20.85	2.40	2.76
C - 04	0.30	SM-SC	40.75	45.30	13.95	25.14	4.64	3.75
C - 06	0.30	SM	10.28	69.56	20.16	18.22	3.61	2.54

Fuente: Elaboración propia.

Notas:

1. SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de suelos.
2. LL: Límite Líquido.
3. IP: Índice Plásticos.
4. NP: No Plástico.
5. Finos: <0.075 mm.

#### 4.2.3 Ensayos de resistencia cortante

Con el objetivo de estimar los parámetros de resistencia cortante del suelo en el cual se cimentará la planta de tratamiento se ha realizado un ensayo de corte directo. El ensayo se llevó a cabo de acuerdo a las norma ASTM D-4767. Para el ensayo se remoldeó muestras tamizadas por la malla N°4.

La tabla 4.3 muestra los resultados de los ensayos de laboratorio en la muestra representativa.

Tabla N° 4.3 Resumen de resultados de ensayos de corte directo

Área	Calicata/ Muestra	Prof. (m)	SUCS	Parámetros	
				Cohesión (kPa)	Ángulo Fricción (°)
Planta de Tratamiento	C-9/M-1	1,0	SM	-	32.0

\* Ensayo realizado a muestra remoldeada a una compacidad suelta.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.4 Ensayos químicos

De las muestras obtenidas de la zona donde se construirá el sistema de agua y red de alcantarillado, se realizaron análisis químicos para obtener la cantidad de

sales solubles totales, pH, cloruros y sulfatos presentes en los suelos y rocas existentes en el área de estudio.

Las normas correspondientes que rigen estos ensayos para analizar muestras de suelo son:

- Contenido de Sales Solubles Totales, NTP 339.152 / BS 1377;
- Contenido de Cloruros Solubles, AASHTO T291 / NTP 339.177; y
- Contenido de Sulfatos Solubles, NTP 339.178/AASHTO T290.

En la tabla 4.4 se presentan los límites máximos permisibles de los sulfatos, cloruros y sales solubles totales, donde se muestra el excesivo contenido de sales y sulfatos presentes en las muestras, por tanto, las obras de concreto deberán tener consideraciones necesarias para mitigar los efectos de las sales.

Tabla N° 4.4 Límites permisibles de sales, sulfatos y cloruros

Elementos Químicos	p.p.m.	Grado de Alteración	Observaciones
Sulfatos	0 – 1,000 1,000 – 2,000 2,000 –20,000 > 20,000	Leve Moderado Severo Muy Severo	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
Cloruros	>6,000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos.
Sales Solubles Totales	>15,000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación

Abreviaturas: p.p.m: Partes por millón

Fuente: Experiencia

Tabla N° 4.5 Resultados de ensayos de sales, sulfatos y cloruros

Lugar	pH	SST ppm	Sulfatos Ppm	Cloruros Ppm
C-3, M-1 (0.30)	7.02	29,500	600	10,400
C-4, M-1 (0.30)	7.29	33,600	2,800	4,700

Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos de la Tabla N° 4.5, podemos observar que para el área del centro poblado Santa Fe, el suelo residual y basamento rocoso presentan altos contenidos de cloruros y sales solubles totales. En la campaña de exploración geotécnica esto fue observado, encontrándose suelos cementados llamados "caliche".

Comparando los resultados obtenidos con los límites permisibles se concluye: que debido al elevado contenido de sales, estas al estar en contacto con el agua atacarían al concreto, por lo que se recomienda utilizar cemento tipo V y una relación agua/cemento no mayor a 0.5. El suelo también se muestra perjudicial por el alto contenido de cloruros, por tanto, el acero deberá tener un recubrimiento considerable de refuerzo.

El elevado contenido de sales generaría lixiviación de los suelos, pudiendo ocurrir colapso de suelos con elevados asentamientos.

#### 4.2.5 Análisis de capacidad de carga

Para el análisis de capacidad portante (capacidad admisible) se ha considerado en primer lugar que la transmisión de esfuerzos se desarrolla totalmente en el terreno natural, esta configuración se logrará siempre y cuando la estructura se apoye sobre el nivel de desplante propuesto (1.00 m).

El valor 1.00 m propuesto es debido que a ese nivel de desplante se apreció en la visita de campo suelo competente o compacidad medianamente densa a densa.

La capacidad de carga última se expresa por la siguiente ecuación:

$$q_{ult} = c N_c S_c D_c G_c + q N_q S_q D_q G_q + \frac{1}{2} \gamma_2 S_\gamma B N_\gamma D_\gamma G_\gamma$$

Siendo la capacidad admisible de carga  $q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS}$ , donde:

FS : Factor de seguridad igual a 3,0 para suelos.

$N_c, N_q, N_\gamma$  : Factores de capacidad de carga

$$N_c = (N_q - 1) \times \cot \phi$$

$$N_q = e^{\text{tg}\phi} * \text{tg}(45 + 0.5\phi)^2$$

$$N_{\gamma} = 2(N_q - 1) \times \text{tg } \phi$$

$S_c, S_q, S_{\gamma}$  : Factores de forma, según De Beer (1970)

$$S_c = 1 + (B/L) \times (N_q/N_c)$$

$$S_q = 1 + (B/L) \text{tg} \phi$$

$$S_{\gamma} = 1 - 0,4 (B/L)$$

$D_c, D_q, D_{\gamma}$  : Factores de profundidad para  $D_f/B < 1$   
(Hansen 1970)

$$D_c = 1 + 0,4 D_f / B$$

$$D_q = 1 + 2 \text{tg} \phi (1 - \text{sen} \phi)^2 D_f / B$$

$$D_{\gamma} = 1$$

$G_c, G_q, G_{\gamma}$ : Factores de inclinación

$$G_c = (1 - \beta / 90^\circ)^2$$

$$G_q = (1 - \beta / 90^\circ)^2$$

$$G_{\gamma} = (1 - \beta / \phi)^2$$

- $c$  : Cohesión (kPa)
- $q$  : Presión de sobrecarga (kPa) =  $\gamma_1 \times h$
- $\gamma_1$  (kN/m<sup>3</sup>) : Peso unitario del suelo por encima del nivel de cimentación
- $\gamma_2$  (kN/m<sup>3</sup>) : Peso unitario del suelo por debajo del nivel de cimentación
- $D_f$  : Profundidad de cimentación (m)
- $B$  : Ancho de la cimentación (m)

Los resultados de la capacidad portante de la planta de tratamiento se muestran en la tabla 4.7.

#### 4.2.6 Análisis de asentamiento

El asentamiento total de la cimentación ha sido estimado considerando las propiedades elásticas de los materiales involucrados. Este asentamiento, "Se", fue estimado considerando un suelo elástico, isotrópico y de espesor infinito (Harr, 1966):

$$S_e = \frac{\Delta q B (1 - \nu^2)}{E'_m} \alpha$$

Donde  $\Delta q$ , es la carga aplicada sobre la cimentación por la estructura;  $B$  es el ancho de la cimentación;  $\nu$  es la relación de Poisson;  $\alpha$  es el factor de influencia,  $E'_m$  es el módulo de Young del suelo de espesor infinito y  $S_e$  es el valor del

asentamiento en el centro de una cimentación flexible. El valor de  $\alpha$  viene dado por la siguiente expresión:

$$\alpha = \frac{1}{\pi} \left[ \ln \left( \frac{\sqrt{1 + m_1^2} + m_1}{\sqrt{1 + m_1^2} - m_1} \right) + m \ln \left( \frac{\sqrt{1 + m_1^2} + 1}{\sqrt{1 + m_1^2} - 1} \right) \right]$$

Donde  $m_1 = L/B$ , siendo **L** la dimensión mayor de la cimentación y **B** la dimensión menor de la cimentación.

### *Propiedades de los Materiales*

Las parámetros de resistencia de los materiales fueron considerados según el ensayo de resistencia cortante, para el suelo natural que soportará la carga de las estructuras proyectadas, se consideró valores de cohesión nula y ángulo de fricción interna de 32.0°, además un peso específico natural de 18.0 kN/m<sup>3</sup> ya que el material de fundación tiene una compactación medianamente densa a densa; el valor del peso específico natural fue adoptado del libro Bowles J. E. "Foundation Analysis and Design", donde indica los rangos de valores de pesos específicos de diferentes tipos de suelos. En la tabla 4.6 se muestra las propiedades del material de cimentación.

Tabla N° 4.6 Resumen de propiedades de materiales

Material	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesión (kPa)	Ángulo de Fricción (°)
Suelo natural	18	0	32.0

Fuente: Resultados de Laboratorio

### *Resultados*

Se ha realizado un análisis de capacidad de carga y asentamiento en un sólo estrato, se deberá retirar suelo de cobertura y suelo natural poco competente hasta alcanzar 1.00 m de desplante o suelo competente. El Anexo D muestra el cálculo de capacidad de carga.

Las dimensiones de la cimentación donde se apoyara la planta de tratamiento fueron estimadas en el Expediente Técnico del sistema de agua potable y alcantarillado para el centro poblado Santa Fe, donde se establece el diseño de un tanque Imhoff de dimensiones 4 m x 8.20 m, ancho y largo respectivamente.

Tabla N° 4.7 Resultados de capacidad de carga admisible y asentamiento.

Ubicación	B (m)	D <sub>f</sub> (m)	E (kPa)	$\nu$	q <sub>adm</sub> (kPa)	S <sub>e</sub> (m)
Planta de Tratamiento	4.0	1.00	60 000	0.30	461.66	0.04332

Fuente: Elaboración propia

Donde:

- B (m) : Ancho de la losa de cimentación;
- D<sub>f</sub> (m) : Profundidad de la losa de cimentación;
- E (kPa) : Módulo de elasticidad del suelo natural;
- $\nu$  : Módulo de poisson del suelo natural;
- q<sub>adm</sub> (kPa) : Capacidad admisible; y
- S<sub>e</sub> (m) : Asentamiento en el centro de la losa

#### 4.2.7 Descripción del perfil estratigráfico

Tomando como base los trabajos de campo y ensayos de laboratorio se puede describir el perfil estratigráfico de la zona de estudio. En general presenta una estratigrafía casi uniforme en toda su área, podemos identificar que la zona presenta una capa variable de arena de 0.30 a 0.90 m, posteriormente se encuentra el basamento rocoso de dureza R3.0.

El área de la planta de tratamiento presenta, hasta los 1.00 m aproximadamente suelo de cobertura compuesto por limo arenoso con presencia de raíces de coloración beige, en estado suelto, seco, plasticidad nula, seguido de arenas pobremente gradadas con gravas de tamaño máximo 1".

En el anexo B se muestra la descripción del perfil estratigráfico de cada calicata.

#### 4.2.8 Condiciones y tipo de suelo para excavación.

Durante la campaña de exploración geológico - geotécnica se realizaron un conjunto de calicatas en el área de la red de alcantarillado. El registro detallado del perfil estratigráfico muestra la presencia de basamento rocoso de dureza media (R3.0); a tal profundidad esta se caracteriza por presentar una alta resistencia a la excavación.

A partir de esto en el área de la red de alcantarillado se sugiere la siguiente delimitación de dos materiales, un suelo de cobertura de 0.30 m y el basamento rocoso después de los 0.30 m.

El sector de la planta de tratamiento presenta suelos arenosos con limo con porcentajes de bolonería de hasta un 10%; de acuerdo a los sondajes este puede ser clasificado para excavación como suelo normal.

#### 4.2.9 Riesgo sísmico

Dentro del territorio peruano se han establecido diversas zonas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor presencia de sismos. Esta sismicidad es producto principalmente de la subducción de la Placa de Nazca debajo de la Placa Continental a lo largo de la costa peruana, con un índice de convergencia de aproximadamente 10 cm. por año.

Todos los valles de los Ríos costeros del Perú, contienen las zonas de Mayor Peligro Sísmico, por razones bastantes obvias. Las intensidades sísmicas relacionadas con los sedimentos aluviales tienden a ser más altas que la intensidad media observada en otros suelos de la Costa Peruana.

Según el Mapa de Zonificación Sísmica propuesto en la Norma de Diseño Sismorresistente E.030, del Reglamento Nacional de Construcciones (2003), La Ciudad de Huaura está ubicada dentro de una zona de sismicidad Intermedia a Alta (Mapa de Zonificación Sísmica del Perú – Reglamento Nacional de Construcción - Norma Técnica E - 030, Norma Peruana de Estructuras, ubicada en la Zona III), (ver fig. 4.2), pues se vio afectada por numerosos efectos sísmicos durante su historia y según el mapa de Intensidades Sísmicas, le corresponde una sismicidad alta de intensidad media mayor de VIII a IX, en la Escala Mercalli Modificado.

El centro poblado Santa Fe, se encuentra en la provincia de Huaura y departamento de Lima, Zona 3 ( $Z = 0,4$ ) en la zonificación sísmica del Perú, (ver fig. 4.3). Los parámetros geotécnicos corresponden a un suelo muy rígido y roca de perfil tipo S1, con periodo predominante de  $T_p = 0,40$  seg. y  $S = 1,0$ , para ser usados en la Norma de Diseño Sismo Resistente.

En las figuras 4.2 y 4.3, se presenta los Mapas de Zonificación e Intensidades Sísmicas.

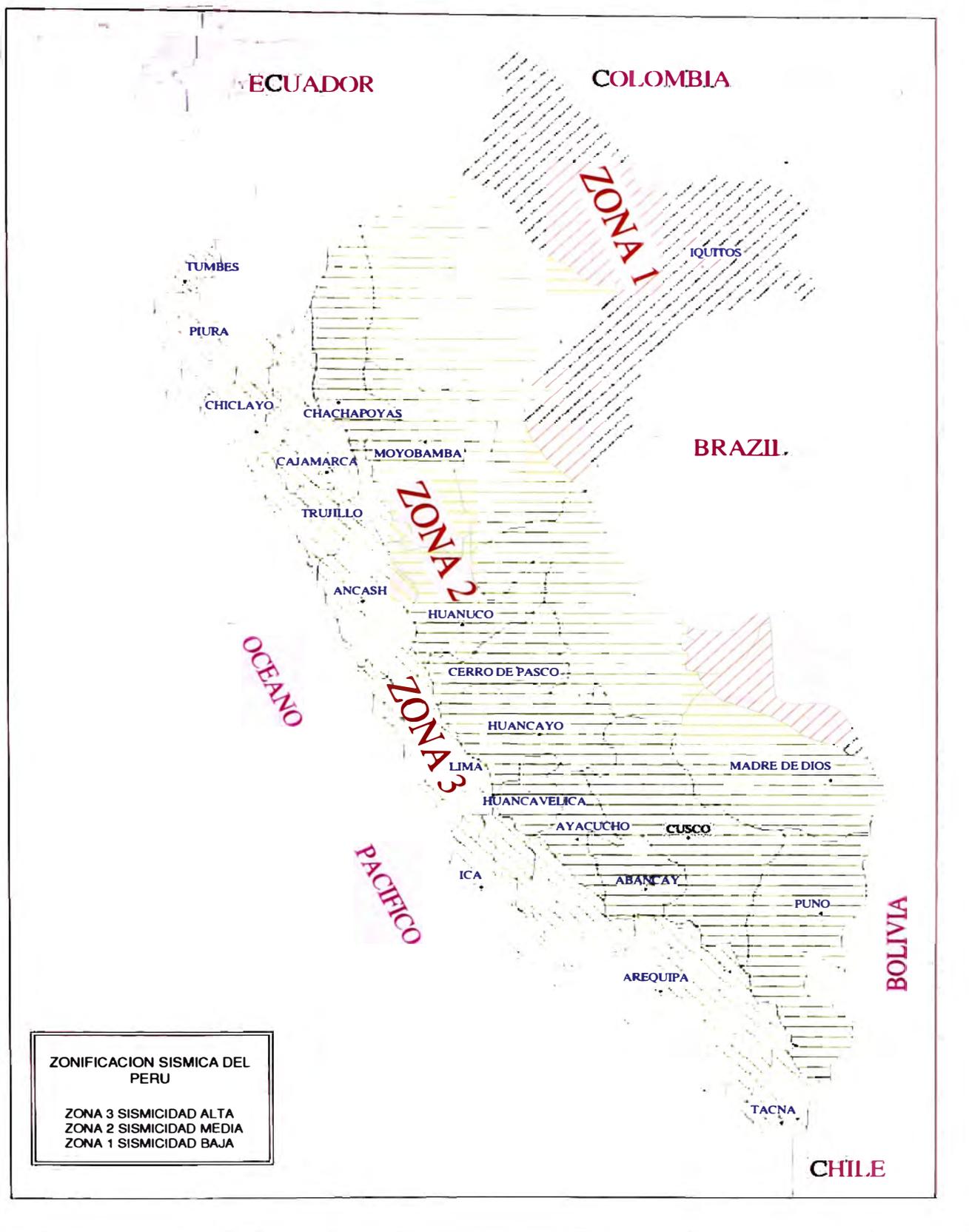


Figura N° 4.2 Zonificación Sísmica del Perú, Instituto Geofísico del Peru

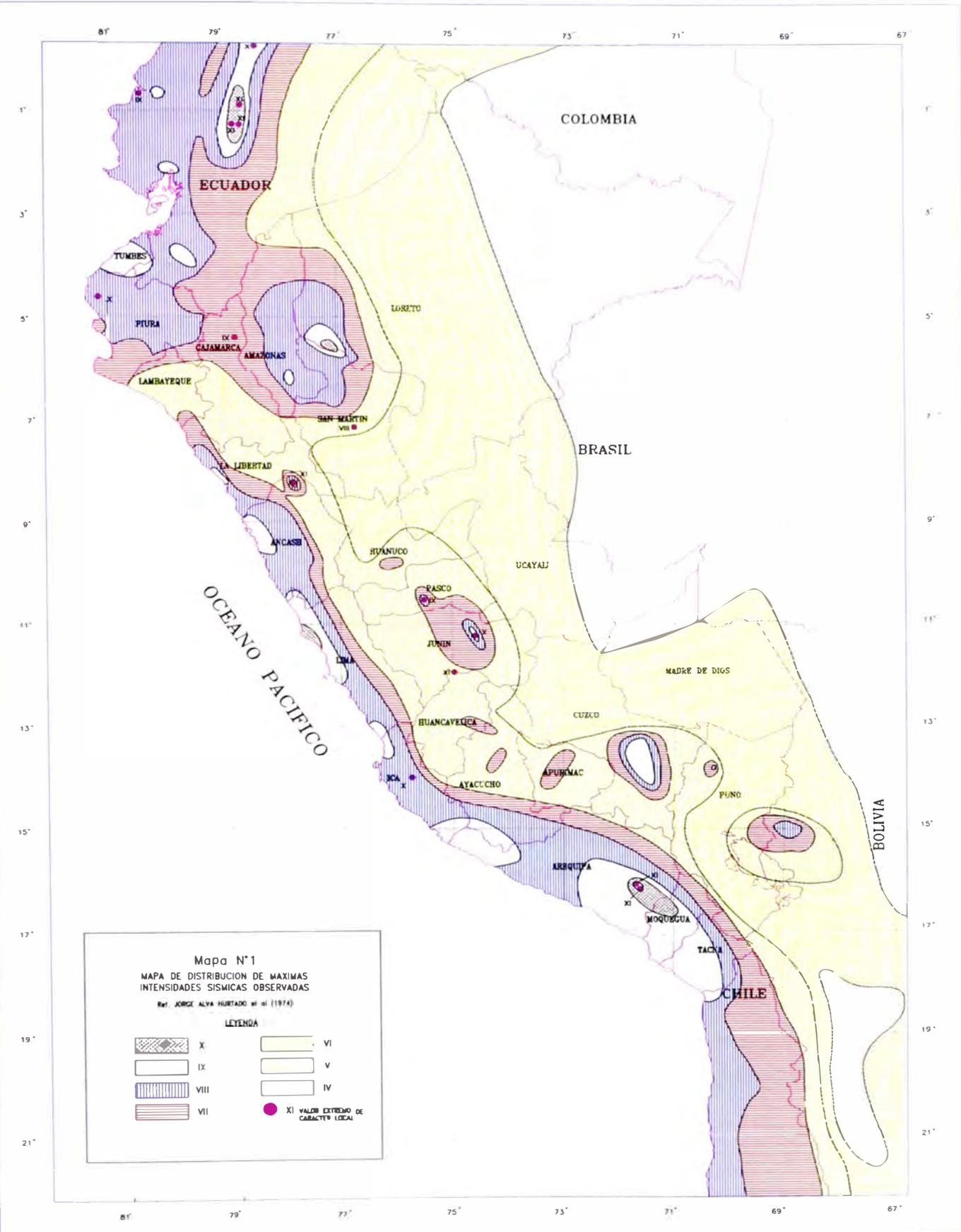


Figura N° 4.3 Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas  
 Ref. Jorge Alva Hurtado (1974).

## **CAPITULO V: ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA FUENTE DE AGUA**

Los objetivos del estudio hidrológico son evaluar el estado actual de los recursos hídricos provenientes de las aguas subterráneas que abastecen la localidad de Santa Fe. Esto incluye:

- Identificar el tipo de fuente.
- Observar el volumen explotado de la zona de captación.
- Determinar la geometría de la zona de captación.
- Analizar el comportamiento de la napa freática.
- Determinar la calidad del recurso hídrico subterráneo.

La zona de estudio se encuentra en la costa al término de la cuenca del río Huaura, el centro poblado Santa Fe tiene una extensión de 19 Ha.

### **5.1 FUENTE DE AGUA**

La fuente principal de agua es subterránea, proviene de un pozo artesiano el cual es el tipo de pozo más común que hay en el distrito de Végueta y es netamente para uso doméstico.

#### **5.1.1 Rendimiento del pozo**

El centro poblado Santa Fe tiene un pozo de captación de 6m de profundidad y 1.20 m de diámetro, con un volumen de captación de 5m<sup>3</sup> el cual abastece a 2 reservorios en su totalidad en un tiempo de 3 horas (Reservorio1 = 10m<sup>3</sup> y Reservorio2 = 15m<sup>3</sup>). Este servicio posee aproximadamente una antigüedad de 6 años.

El rendimiento que tiene este pozo actualmente es de 7.8 lt/s para el reservorio 1 y 3,9 lt/s para el reservorio 2, esta variación se debe a la diferencia de cotas y volúmenes de los reservorios.

#### **5.1.2 Equipo de bombeo**

El equipo de bombeo utilizado es de la marca Hidrostal – Soluciones tecnológicas. BOMBA B1.1/2X2.1/2 5.7T.

El estado de conservación de los equipos se puede clasificar de regular a buena.

## 5.2 NAPA FREÁTICA

La napa freática contenida es libre y superficial, siendo su fuente de alimentación las aguas que se infiltran en la parte alta de la cuenca (zona húmeda), así como también las que se infiltran a través del lecho del río, de los canales de riego no revestidos y en las áreas de cultivo bajo riego.

## 5.3 HIDROGEOQUÍMICA

La hidrogeoquímica es una actividad importante que se efectúa en todo estudio hidrogeológico, cuyo resultado permitirá conocer la calidad actual del recurso hídrico almacenado en el acuífero y la evolución que experimenta en relación a su concentración salina.

### 5.3.1 Evaluación sanitaria

Para la evaluación sanitaria se realizó una visita a la zona de estudio el día 16 de noviembre; además se revisó la información existente de la evaluación sanitaria desarrollada en diciembre del 2010.

La localidad de Santa Fe cuenta con sistema de abastecimiento consistente en:

- Pozo profundo, el cual funciona como captación de agua, este cuenta con una caseta de protección a fin de proteger el sistema de abastecimiento del agua.
- Línea de conducción, está operativa a lo largo de su extensión.
- Dos reservorios, los cuales no cuentan con cercos perimétricos de protección.

Por otro lado la cloración se realiza de forma permanente en forma manual utilizando para ello hipoclorito de sodio en una concentración de 5.25%.

Luego de la evaluación se procedió a la toma de muestras de agua con la finalidad de realizar los respectivos análisis Físico - Químicos y Microbiológicos; cabe indicar que en el 2010 los resultados indicaban un alto contenido de coliformes fecales, por otro lado en esta evaluación (2011) también se tomaron muestras de agua, a diferencia de la anterior los resultados indican un valor nulo

en el contenido de coliformes fecales, ya que actualmente el abastecimiento se ha mejorado con la construcción de galerías drenantes y la colocación de cloro en los reservorios. En la tabla 5.1 y 5.2 se muestran los resultados obtenidos del análisis bacteriológico y químico respectivamente, y en la tabla 5.3 se muestran los límites máximos tolerables.

Tabla N° 5.1 Resumen de ensayos de análisis bacteriológico

LOCALIDAD	PUNTO DE MUESTREO	COLIFORMES (NMP/100ml)	
		2010	2011
Santa Fe	Pozo de captación	6.1	3
	Reservorio	4	0
	Familia Saavedra	4	0

Fuente: Resultados de Laboratorio

Tabla N° 5.2 Resumen de ensayos de análisis químicos

LOCALIDAD	DETERMINACIONES	FUENTE	
		Caño	Pozo
Santa Fe	PH	7.02	7.29
	Dureza	326	348
	CA (mg/l)	129	134
	Mg (mg/l)	53	55
	NA (mg/l)	54	56
	CL(mg/l)	83	86
	S04(mgl)	41	44

Fuente: Resultados de Laboratorio

Tabla N° 5.3 Límites máximos de ensayos químicos y bacteriológico

Elemento	Límite Máximo Tolerable
PH	7 – 8.50
Dureza	250 – 500
Ca (mg/l)	75 – 200
Mg (mg/l)	125
Na (mg/l)	120
Elemento	Límite Máximo Tolerable
CL(mg/l)	250
S04(mgl)	250
Coliformes fecales	0

Fuente: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS)

Según estos resultados las muestras analizadas si cumplen con los parámetros químicos y bacteriológicos que deben reunir las aguas para ser consideradas potables.

### 5.3.2 Climatología

Sólo presenta leve precipitación en los meses junio a agosto de 8mm a 36mm, tiene un ambiente semi húmedo y semi cálido.

El clima de la zona es templado y relativamente húmedo, posee una temperatura media anual de 24°C. En la época de verano la temperatura fluctúa entre los 23°C a los 36°C; y en la época de invierno la temperatura fluctúa entre 14°C y 24°C.

Posee alta humedad relativa que oscila entre los 70 y 82.5%. Esta va disminuyendo si nos alejamos de la costa.

## CAPITULO VI: ELABORACIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS - GIS

### 6.1 MAPA TEMÁTICO – PROFUNDIDAD DE SUELO DE COBERTURA

A partir de las investigaciones geotécnicas de campo, calicatas, se pudo realizar una caracterización del suelo del centro poblado Santa Fe; esta información se llevó al programa GIS el cual nos permite saber dónde el suelo de cobertura es más delgado y donde es más profundo. En el siguiente mapa temático (ver fig. 6.1) se muestra la distribución en cuanto a profundidad del suelo de cobertura, después de la cual se encuentra la roca.

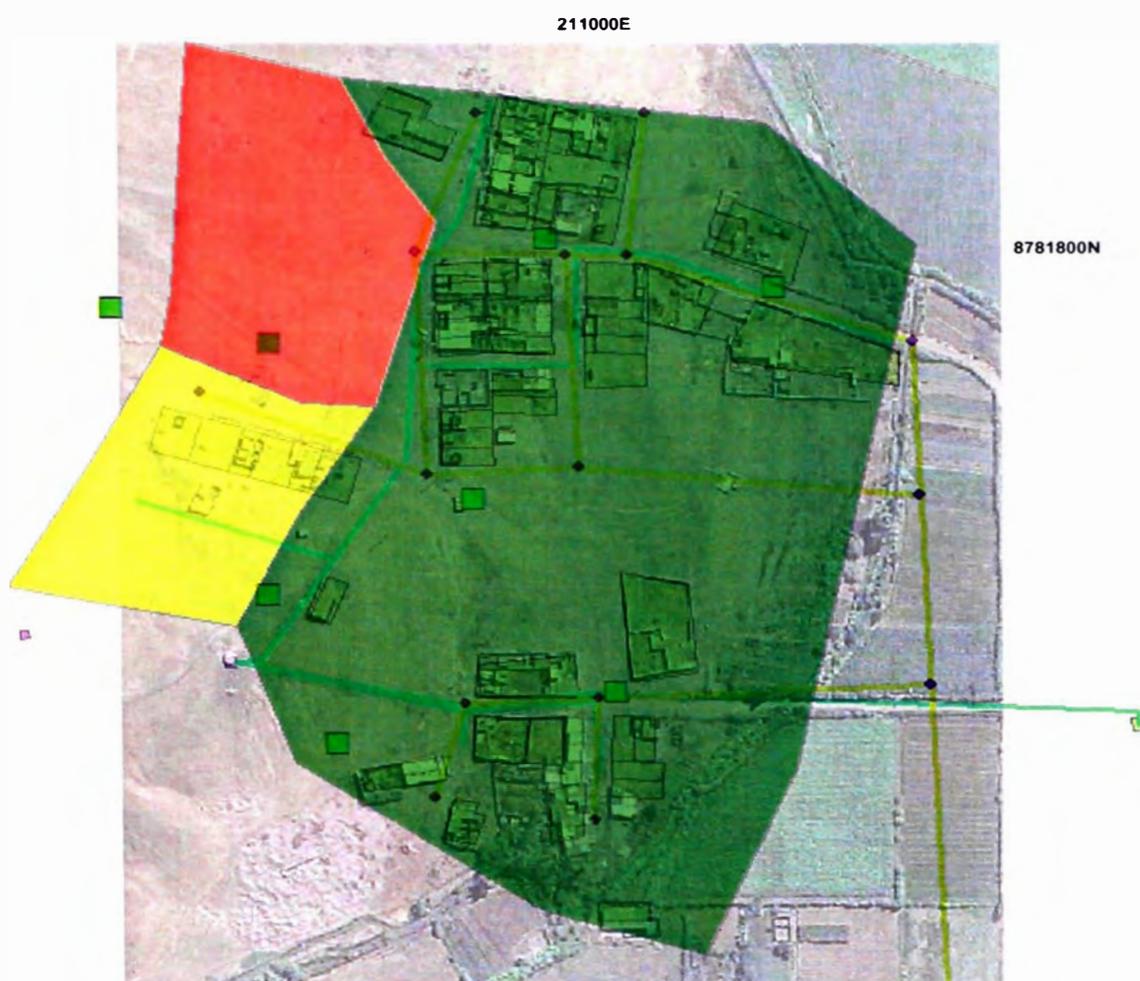


Figura N° 6.1 Mapa Temático - Profundidad de suelo de cobertura

El color Verde representa una profundidad de 0.3m, el amarillo 0.5m y el rojo 1.0m.

## 6.2 MAPA TEMÁTICO – SISTEMA DE ALCANTARILLADO

La zona de estudio como se describió en los capítulos I y II no cuenta con un sistema de alcantarillado por lo que el diseño realizado se incorporó a la base de datos del programa GIS. Cada elemento sea tubería, buzón o planta de tratamiento se implementó con sus respectivas propiedades y características. En el siguiente mapa temático (ver fig. 6.2) se muestra la distribución de la red de alcantarillado y la planta de tratamiento.

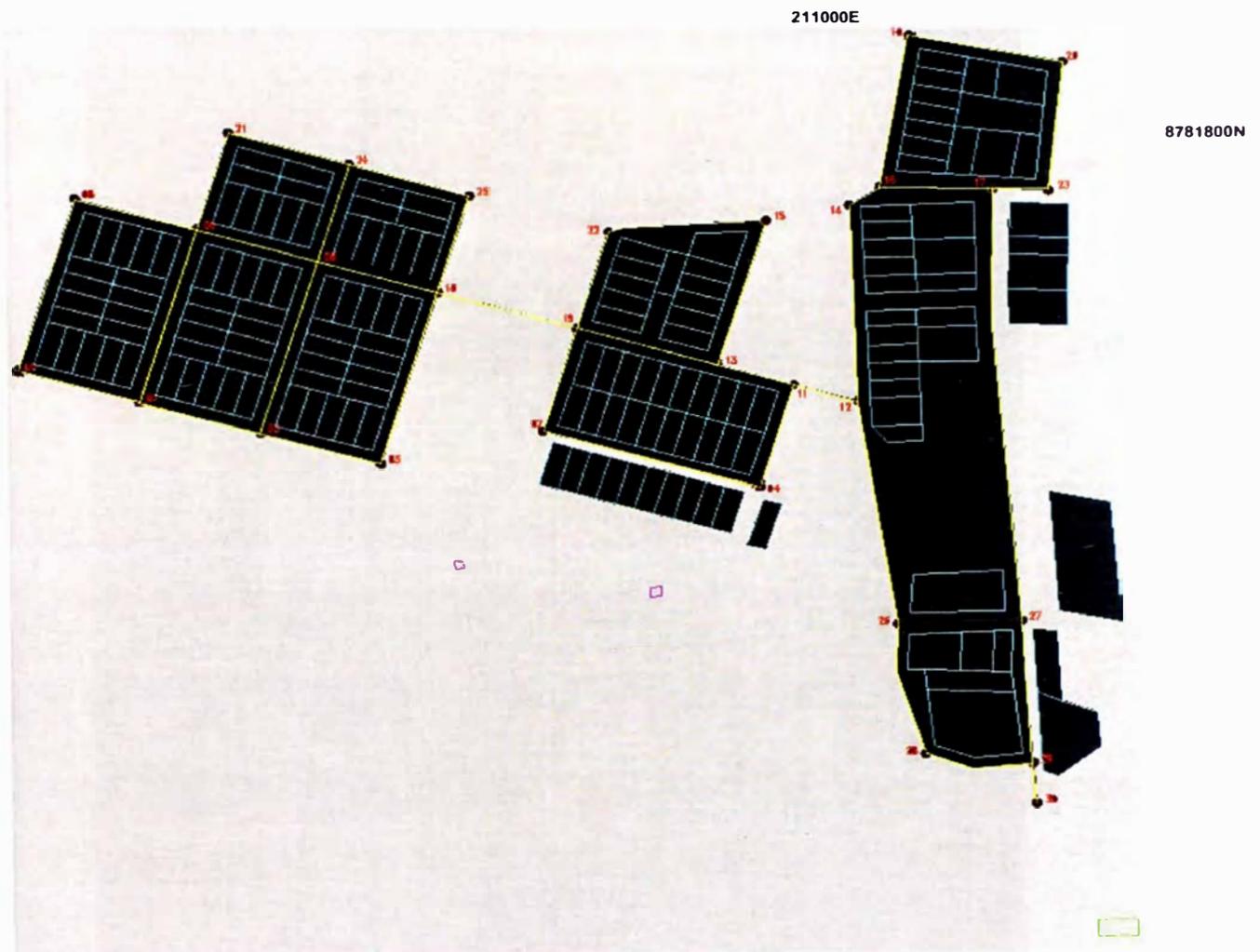


Figura N° 6.2 Mapa Temático - Sistema de alcantarillado

En amarillo la red de alcantarillado, rojo los buzones, celeste los lotes, morado los reservorios existentes y verde planta de tratamiento.

### 6.3 MAPA TEMÁTICO – INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS

En la zona de estudio como se describió en el capítulo IV se realizó una campaña de ejecución de calicatas, además se recopiló la información de la lotización actual. Cada calicata tiene información como profundidad, material y nivel freático la cual fue integrada a la información, en el siguiente mapa temático (ver fig. 6.4) se muestra las calicatas ejecutadas y la lotización actual.



Figura N° 6.3 Mapa Temático - Investigaciones geotécnicas

En rojo las calicatas y en verde los lotes existentes.

## CAPITULO VII: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Los estudios de Evaluación de Impacto Ambiental tienen el objetivo de preservar el medio ambiente con el fin de que los diseños proyectados causen el mínimo efecto durante su ejecución y operación.

En general la ejecución de obras siempre producen efectos ambientales de diferentes grados de impacto en el bienestar de la población o en su entorno, sin embargo depende de las características propias de la actividad o proyecto. Entre las muchas acciones que pueden producir impactos, se pueden establecer dos reacciones para cada periodo: antes de la ejecución del proyecto, durante y después de la ejecución del proyecto.

### 7.1 ANÁLISIS DE RIESGO

#### 7.1.1 Matriz causa-efecto

En la Matriz de identificación de impactos ambientales se identifican las actividades del proyecto en sus diferentes etapas, con sus aspectos ambientales originados del proyecto que interaccionan con sus factores ambientales de su respectivo ecosistema, donde se puede distinguir la importancia de los impactos sobre el ambiente receptor.

#### *Impactos positivos*

Las obras de construcción de las estructuras del sistema de alcantarillado tienen impactos positivos durante la fase de operación, siempre y cuando satisfagan las necesidades de los beneficiarios y el mantenimiento sea permanente y el más adecuado.

Entre los impactos que merecen resaltar se presentan a continuación:

- Mejorar el sistema de alcantarillado, indispensable para evitar focos infecciosos o nacimiento e enfermedades, producto del mal manejo de aguas servidas.
- Estimulando las actividades dentro de la localidad, principalmente el de prevención de la salud. Además, ayudará a valorizar los bienes inmuebles de la localidad.

- Elevar la calidad de vida de los pobladores por contar un adecuado sistema de alcantarillado.

### *Impactos Negativos*

Las obras orientadas directa o indirectamente para la infraestructura de riego no tienen impactos negativos de relevancia, salvo aquellos que pudieran ocurrir durante el proceso constructivo y/o por falta de mantenimiento u operación inadecuada de los sistemas.

### *Impactos Negativos en la Etapa de Construcción:*

- Molestias a la salud pública debido a que durante el proceso de construcción puede generarse ruidos y polvos (pero en todo caso este impacto es sólo durante el proceso de construcción).
- Probable acumulación de desechos sólidos orgánicos e inorgánicos, producto de las operaciones mecánicas y la presencia humana del grupo que labora en dicho proceso de construcción.
- Acumulación de escombros durante el proceso de mejoramiento, principalmente en el pase peatonal, con riesgos adicionales de probables accidentes.
- Posibles accidentes durante el proceso de construcción y accidentes por inadecuadas construcciones.

#### 7.1.2 Plan de manejo ambiental

Por las características de las obras a construirse, así como por su magnitud, las medidas de mitigación( Ver tabla 7.1) durante la etapa de construcción y de funcionamiento deben tomarse en cuenta dentro del contexto general que busca el desarrollo humano en armonía con el medio ambiente.

En la Tabla N° 7.1 se muestran los impactos negativos tanto en la etapa de construcción y funcionamiento y sus respectivas medidas de mitigación.

Tabla N° 7.1 Impactos negativos y medidas de mitigación

<b>Impactos negativos</b>	<b>Medidas de mitigación</b>
<b>Etapa de construcción</b>	
Probable contaminación en el suelo y el agua de las quebradas, en los lugares de maestranza y campamentos, con aceites, grasas y combustibles de las maquinas.	Concluida las obras de rehabilitación, remediar los espacios contaminados y llevarlos en lo posible a su condición inicial.
Movimientos de tierra durante el excavado de las zanjas, los tramos donde se rehabilitara el canal de conducción.	Las tierras excavadas retornaran nuevamente a las zanjas. En caso hubiese excedentes, estas serán dispuestos a modo de dispersión, sin causar perturbación visual al paisaje.
Eliminación pequeña de la vegetación, que incluye plantaciones de frutales, existente para el paso del canal y el establecimiento de los campamentos y maquinarias.	En lo posible, que esta actividad sea mínima, para no contribuir a la deforestación del medio.
Probable acumulación de desechos sólidos orgánicos e inorgánicos, producto de las operaciones mecánicas y la presencia humana del grupo que labora en dicho proceso de rehabilitación.	Traslado de los desechos hacia lugares previstos, en todo caso sino hubiese buscar un espacio adecuado y luego compactarlo y enterrarlo.
Molestias a la población causados por los comportamientos del personal que labore en el Proyecto.	Pautas de comportamiento del organismo ejecutor hacia sus trabajadores.
<b>Etapa de funcionamiento</b>	
Se tiene el peligro inminente y permanente, debido a la vulnerabilidad de la zona. El cruce y visita de personas que por curiosidad pueden aproximarse a las pozas de la planta de tratamiento, pudiendo haber caídas o accidentes.	Informar a la población de los riesgos de caídas a las pozas y culturizar para evitar aproximarse.

Fuente: Elaboración propia.

## CAPITULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 8.1 CONCLUSIONES

- Los suelos de cobertura del área del proyecto están constituidos principalmente por suelo granular limoso, gravas con arena, arenas limosas en estado suelto.
- La capacidad de carga admisible de la cimentación para la planta de tratamiento que posee dimensiones en ancho y largo de 4.00 y 8.20 m, respectivamente es de 461.66 kPa y posee un asentamiento inmediato máximo permisible de 0.04332 m. Estos valores se han determinado a una profundidad de desplante de 1.00 m.
- El basamento rocoso se encuentra a una profundidad promedio de 0.40 m.
- El suelo y el basamento rocoso del área de estudio presenta un alto contenido de sales solubles totales y cloruros los cuales son perjudiciales para obras de concreto, se recomienda usar cemento tipo V y un recubrimiento adecuado para el acero de refuerzo.
- De acuerdo con el Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, de la Norma Técnica de Edificaciones E-030 y del Mapa de Distribución de Máximas intensidades Sísmicas, presentados por el Dr. Alva Hurtado (1984); El área de estudio se encuentra dentro de la zona de alta sismicidad, Zona 3, de acuerdo con la referida Norma, los parámetros geotécnicos corresponden a un suelo muy rígido y roca de perfil tipo S1, con periodo predominante de  $T_p = 0.40$  seg. y  $S = 1.0$ , para ser usados en la Norma de Diseño Sismo Resistente.
- En el proceso de excavación de las calicatas para el sistema de alcantarillado se encontraron suelos cementados (caliches) de difícil excavación manual.
- EL relieve de la zona de estudio presenta zonas elevadas que nos pueden ayudar en la proyección de un nuevo reservorio.
- Para poder determinar el tipo de cimentación a utilizar es necesario conocer las propiedades y características del suelo donde se va cimentar

la estructura, así como su granulometría, plasticidad, ángulo de fricción interna del suelo, cohesión, peso específico y otros.

## 8.2 RECOMENDACIONES

- El material puede ser clasificado, según norma, para efectos de excavación como suelo semi rocoso, por presentarse cementado, siendo necesario para la excavación el uso de equipos mecánicos y agua para disolver su alto contenido de sales.
- La capacidad admisible del suelo, no solo depende de los parámetros de resistencia del suelo, sino también de la profundidad de desplante, ancho y largo de cimentación, es decir, este valor no es propio del suelo y se deberá recalcular si se opta por variar las dimensiones de los cimientos.
- Las conclusiones y los resultados de este estudio son válidos sólo para la zona investigada. No se aplica su uso en zonas diferentes o para otros fines.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bowles J. E. "Foundation Analysis and Design", Mc Graw Hill, 1977.
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA; "Ley general de recursos hídricos"; Lima, 2009.
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA; "Texto único ordenado del Reglamento de la Ley de Servicios de Saneamiento, Ley 26338"; Lima, 2005.
- Das Braja M. "Principles of Foundation Engineering", Brooks/Cole Engineering Division, Monterrey, California, 1984.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA; "Censo Nacional año 2007"; INEI, Lima, 2007.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO; "Reglamento Nacional de Edificaciones"; Lima, 2006.
- Reglamento Nacional de Cimentaciones (2005), "Norma E-050 de suelos y cimentaciones", Lima- Perú.
- SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA (SEDAPAL), "Reglamento de Elaboración de proyectos de Agua Potable y Alcantarillado para Habilitaciones Urbanas de Lima Metropolitana y Callao", Lima, 2004.

---

*Anexo A, Registro de  
Calicatas*

---

Ubicación: Santa Fe

Fecha de excavación: :22/10/2011

Fecha de registro: :22/10/2011

Tipo de excavación: :Manual

Tipo de equipo:

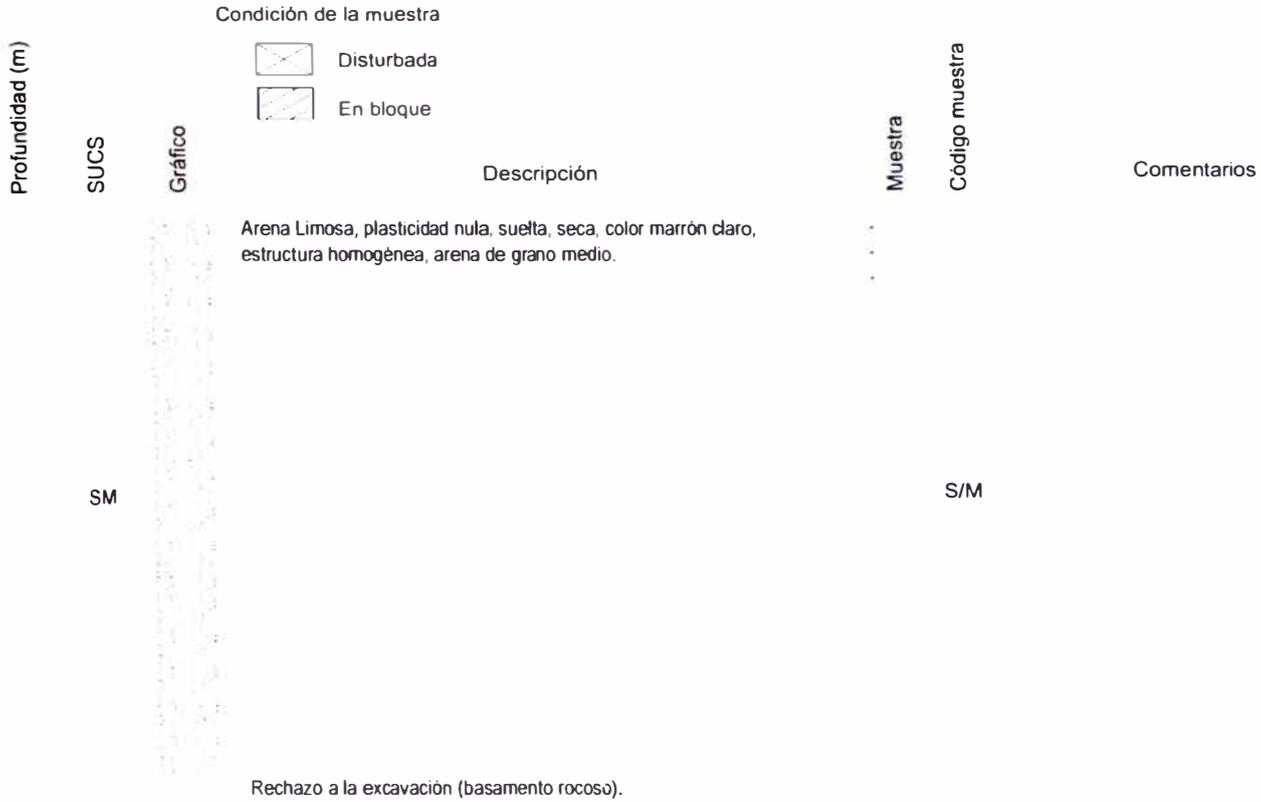
Dimensión de calicata:

Registrado por: :W.H.C.

Condición superficial: :Superficie plana

**SONDAJE C-01**

Sistema de coordenadas WGS 84  
Norte 8 781 492.0  
Este 210 728.0  
Elevación (m.s.n.m.)  
Nivel freático (m) No encontrado  
Prof. calicata (m) .4



<b>Universidad Nacional de Ingeniería</b> <b>Facultad de Ingeniería Civil</b>		Ubicación: Santa Fe Fecha de excavación: :22/10/2011 Fecha de registro: :22/10/2011 Tipo de excavación: :Manual Tipo de equipo: Dimensión de calicata: Registrado por: :W.H.C. Condición superficial: :Superficie plana		<b>SONDAJE C-02</b> Página 1 de 1			
Sistema de Agua y Alcantarillado Centro Poblado Santa Fe				Sistema de coordenadas WGS 84 Norte 8 781 376.0 Este 210 700.0 Elevación (m.s.n.m.) Nivel freático (m) No encontrado Prof. calicata (m) .3			
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra		Muestra	Código muestra	Comentarios
			<input type="checkbox"/> Disturbada <input type="checkbox"/> En bloque	Descripción			
0	SM			Arena Limosa, plasticidad nula, medianamente densa, seca, color marrón claro, estructura homogénea, arena de grano fino a medio.	S/M		
1				Rechazo a la excavación (basamento rocoso).			

<b>Universidad Nacional de Ingeniería</b> <b>Facultad de Ingeniería Civil</b>		Ubicación: Santa Fe		<b>SONDAJE C-03</b>			
Sistema de Agua y Alcantarillado Centro Poblado Santa Fe		Fecha de excavación: :22/10/2011 Fecha de registro: :22/10/2011 Tipo de excavación: :Manual Tipo de equipo: Dimensión de calicata: Registrado por: :W.H.C. Condición superficial: :Superficie plana		Página 1 de 1 Sistema de coordenadas WGS 84 Norte 8 781 292.0 Este 210 755.0 Elevación (m.s.n.m.) Nivel freático (m) No encontrado Prof. calicata (m) .3			
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra <input type="checkbox"/> Disturbada <input type="checkbox"/> En bloque		Muestra	Código muestra	Comentarios
			Descripción				
0	SM		Arena Limosa, plasticidad baja, medianamente densa, seca, color marrón claro, estructura homogénea, arena de grano fino a medio.		S/M		
1			Rechazo a la excavación (basamento rocoso).				

<b>Universidad Nacional de Ingeniería</b> <b>Facultad de Ingeniería Civil</b>		Ubicación: Santa Fe		<b>SONDAJE C-04</b>			
Sistema de Agua y Alcantarillado Centro Poblado Santa Fe		Fecha de excavación: :22/10/2011		Página 1 de 1			
		Fecha de registro: :22/10/2011		Sistema de coordenadas WGS 84			
		Tipo de excavación: :Manual		Norte 8 781 268.0			
		Tipo de equipo:		Este 210 646.0			
		Dimensión de calicata:		Elevación (m. s. n. m.)			
		Registrado por: :W.H.C.		Nivel freático (m) No encontrado			
		Condición superficial: :Superficie plana		Prof. calicata (m) .4			
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra		Muestra	Código muestra	Comentarios
			<input type="checkbox"/> Disturbada <input type="checkbox"/> En bloque				
			Descripción				
0			Arena Limosa, plasticidad baja, medianamente densa, seca, color marrón claro, estructura homogénea, arena de grano medio a grueso.				
	SM				S/M		
			Rechazo a la excavación (basamento rocoso).				
1							

<b>Universidad Nacional de Ingeniería</b> <b>Facultad de Ingeniería Civil</b>		Ubicación: Santa Fe		<b>SONDAJE C-05</b>			
Sistema de Agua y Alcantarillado Centro Poblado Santa Fe		Fecha de excavación: :22/10/2011 Fecha de registro: :22/10/2011 Tipo de excavación: :Manual		Página 1 de 1			
		Tipo de equipo: Dimensión de calicata: Registrado por: :W.H.C. Condición superficial: :Superficie plana		Sistema de coordenadas WGS 84 Norte 8 781 342.0 Este 210 614.0 Elevación (m.s.n.m.) Nivel freático (m) No encontrado Prof. calicata (m) .5			
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra		Muestra	Código muestra	Comentarios
			<input type="checkbox"/> Disturbada	<input type="checkbox"/> En bloque			
			Descripción				
0			Arena Limosa, plasticidad baja, medianamente densa, seca, color marrón claro, estructura homogénea, arena de grano medio a grueso.			S/M	
1			Rechazo a la excavación (basamento rocoso).				

<b>Universidad Nacional de Ingeniería</b> <b>Facultad de Ingeniería Civil</b>		Ubicación: Santa Fe Fecha de excavación: :22/10/2011 Fecha de registro: :22/10/2011 Tipo de excavación: :Manual Tipo de equipo: Dimensión de calicata: Registrado por: :W.H.C. Condición superficial: :Superficie plana		<b>SONDAJE C-06</b> Página 1 de 1			
Sistema de Agua y Alcantarillado Centro Poblado Santa Fe				Sistema de coordenadas WGS 84 Norte 8 781 448.0 Este 210 617.0 Elevación (m.s.n.m.) Nivel freático (m) No encontrado Prof. calicata (m) .9			
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra		Muestra	Código muestra	Comentarios
			<input type="checkbox"/> Disturbada <input type="checkbox"/> En bloque	Descripción			
0				Arena Limosa, plasticidad baja, medianamente densa, seca, color marrón claro, estructura homogénea, arena de grano medio a grueso.			
	SM					S/M	
1				Rechazo a la excavación (basamento rocoso).			

<b>Universidad Nacional de Ingeniería</b> <b>Facultad de Ingeniería Civil</b>		Ubicación: Santa Fe		<b>SONDAJE C-07</b> Página 1 de 1			
		Fecha de excavación: :22/10/2011 Fecha de registro: :22/10/2011 Tipo de excavación: :Manual					
Sistema de Agua y Alcatarrillado Centro Poblado Santa Fe		Tipo de equipo: Dimensión de calicata: Registrado por: :W.H.C. Condición superficial: :Superficie plana		Sistema de coordenadas WGS 84 Norte 8 781 460.0 Este 210 561.0 Elevación (m s.n.m.) Nivel freático (m) No encontrado Prof. calicata (m) .3			
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra <input type="checkbox"/> Disturbada <input type="checkbox"/> En bloque		Muestra	Código muestra	Comentarios
			Descripción				
0	SM		Arena Limosa, plasticidad baja, medianamente densa, seca, color marrón claro, estructura homogénea, arena de grano medio a grueso.		S/M		
1			Rechazo a la excavación (basamento rocoso).				

<b>Universidad Nacional de Ingeniería</b> <b>Facultad de Ingeniería Civil</b>		Ubicación: Santa Fe		<b>SONDAJE C-08</b>			
Sistema de Agua y Alcantarillado Centro Poblado Santa Fe		Fecha de excavación: :22/10/2011 Fecha de registro: :22/10/2011 Tipo de excavación: :Manual		Página 1 de 1			
		Tipo de equipo: Dimensión de calicata: Registrado por: :W.H.C. Condición superficial: :Superficie plana		Sistema de coordenadas WGS 84 Norte 8 781 480.0 Este 210 819.0 Elevación (m s.n.m.) Nivel freático (m) No encontrado Prof. calicata (m) .3			
Profundidad (m)	SUCS	Gráfico	Condición de la muestra <input type="checkbox"/> Disturbada <input type="checkbox"/> En bloque		Muestra	Código muestra	Comentarios
			Descripción				
0	SM		Arena Limosa, plasticidad baja, medianamente densa, seca, color marrón claro, estructura homogénea, arena de grano medio a grueso.		S/M		
-	SM		Arena Limosa, plasticidad nula a baja, densa a muy densa, seca, color marrón claro, estructura homogénea, arena de grano medio a grueso.		S/M		
1	Rechazo a la excavación (basamento rocoso).						

---

*Anexo B, Registro  
Fotográfico*

---

## ANEXO PANEL FOTOGRAFICO



**Foto N°1: Vista panorámica de la zona de estudio**

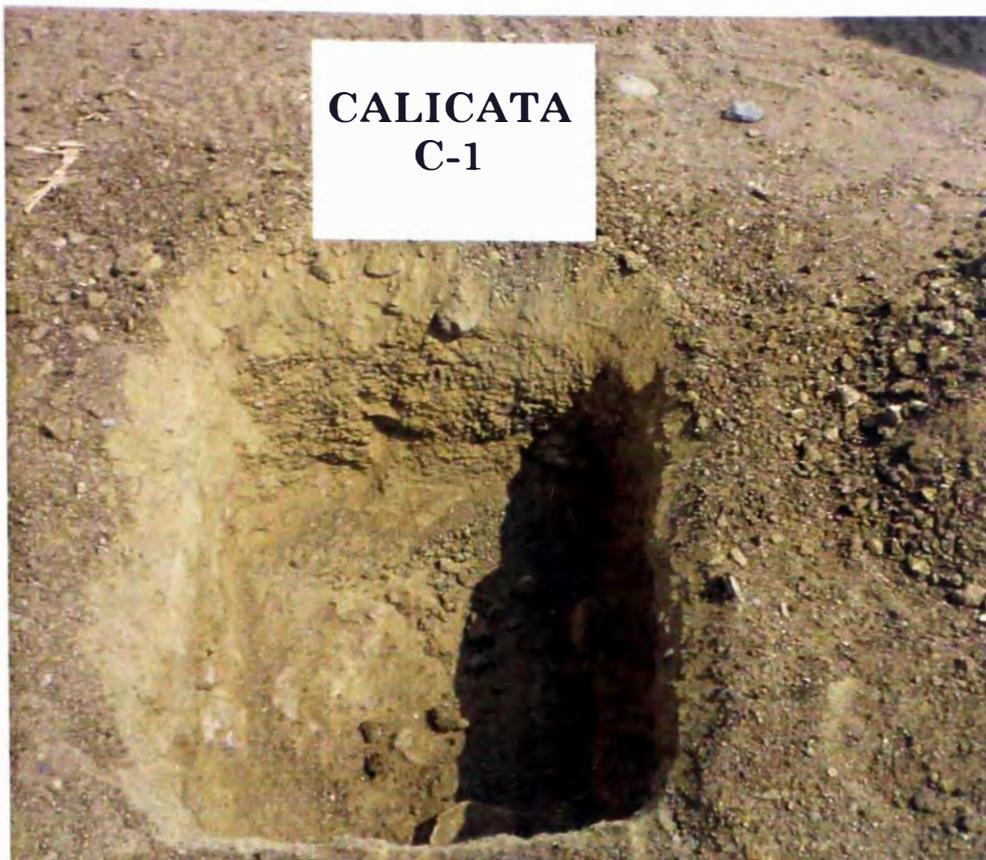


Foto N°2: Vista del perfil de la calicata C-1



Foto N°3: Vista del perfil de la calicata C-2



Foto N°4: Vista del perfil de la calicata C-3

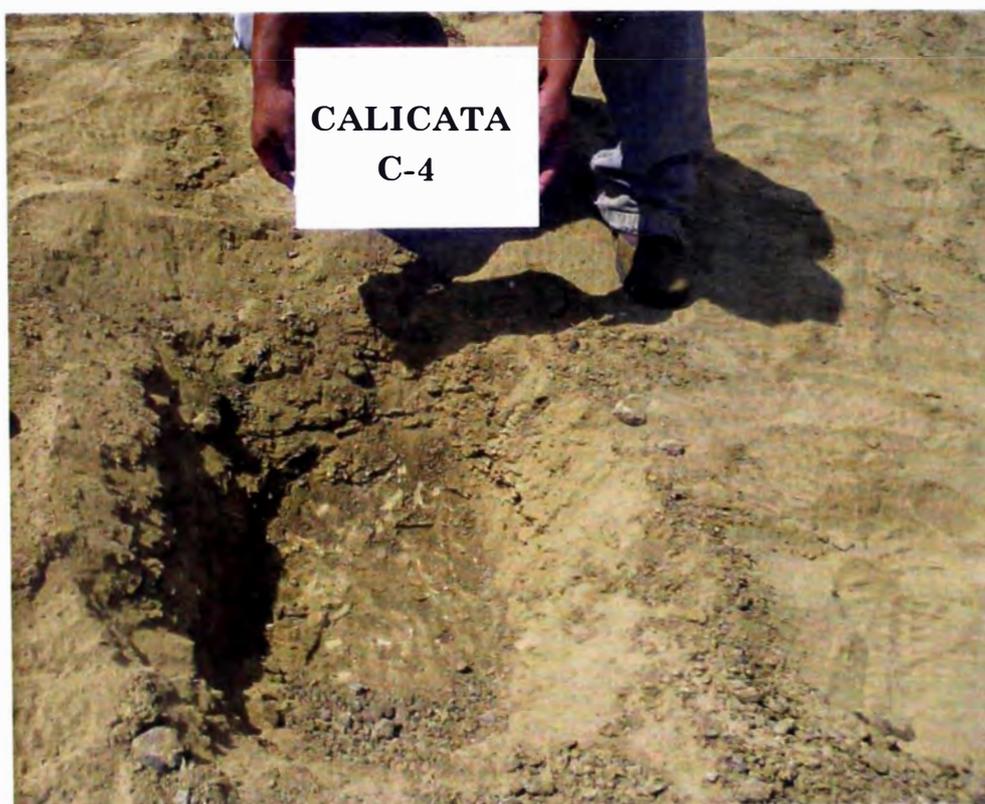
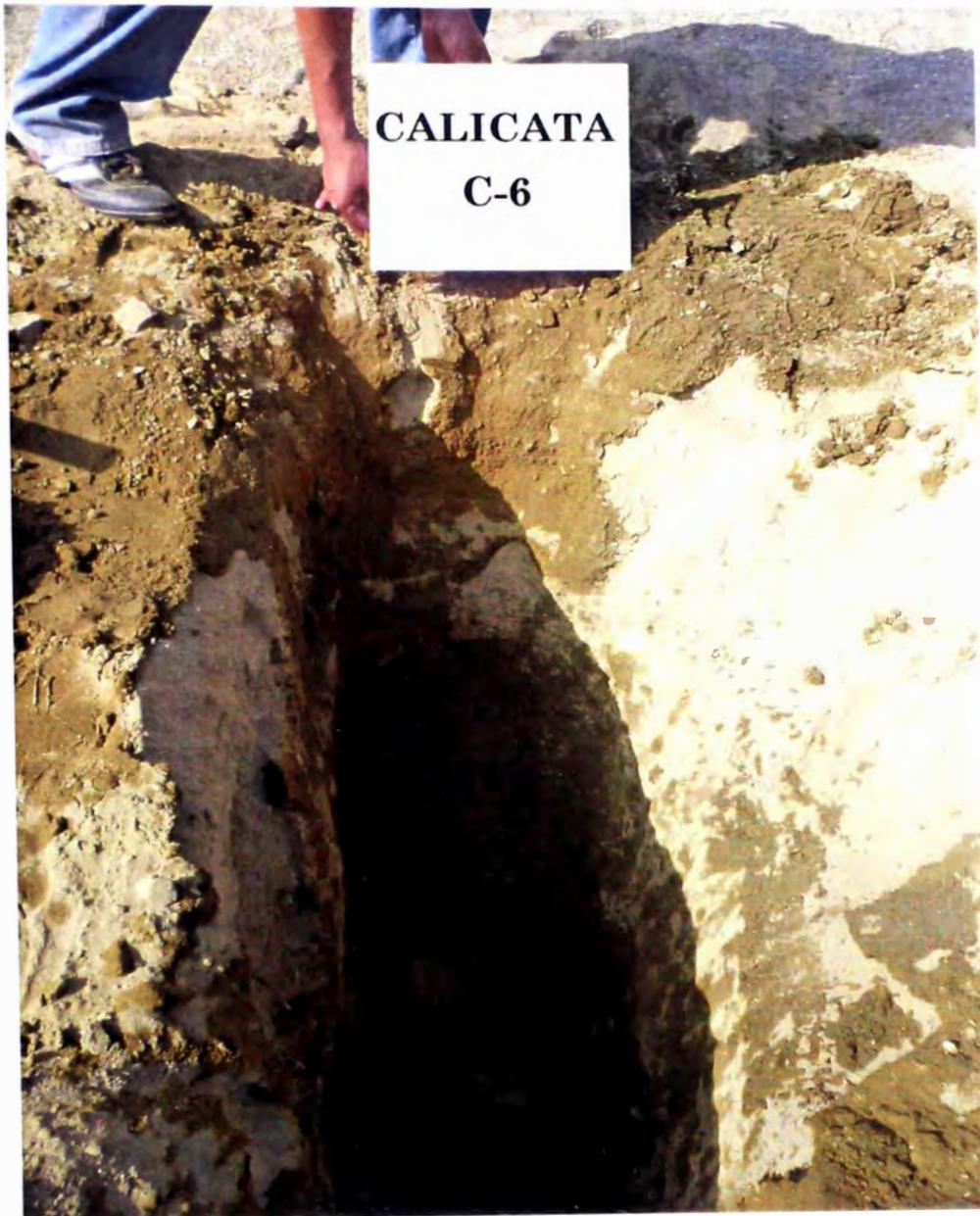


Foto N°5: Vista del perfil de la calicata C-4



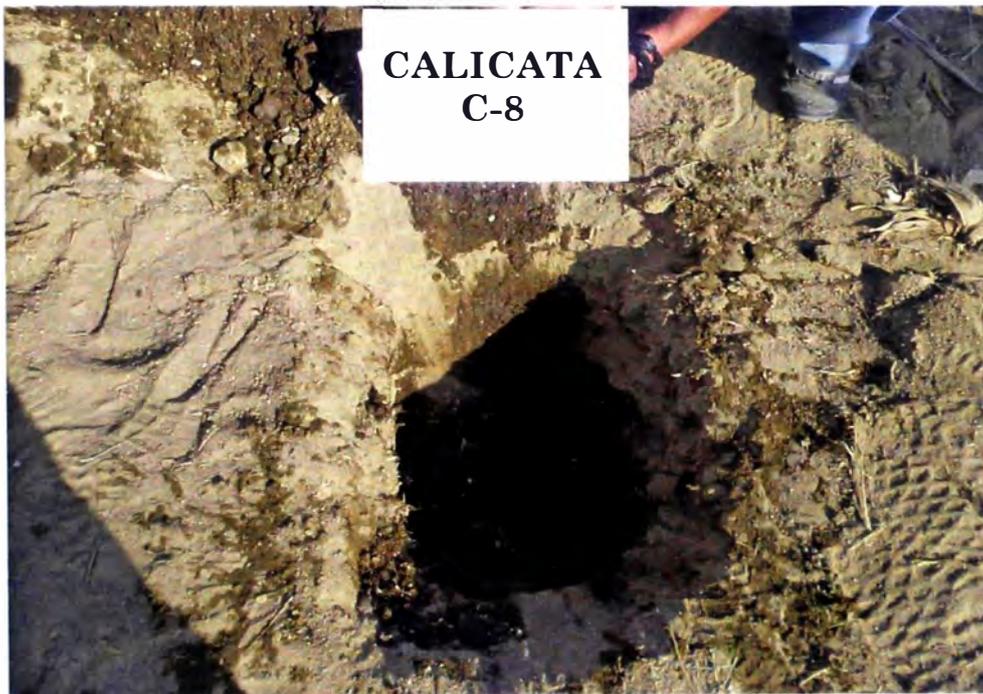
**Foto N°6: Vista del perfil de la calicata C-5**



**Foto N°7: Vista del perfil de la calicata C-6**



**Foto N°8: Vista del perfil de la calicata C-7**



**Foto N°9: Vista del perfil de la calicata C-8**

---

*Anexo C.1, Ensayos de  
Granulometría*

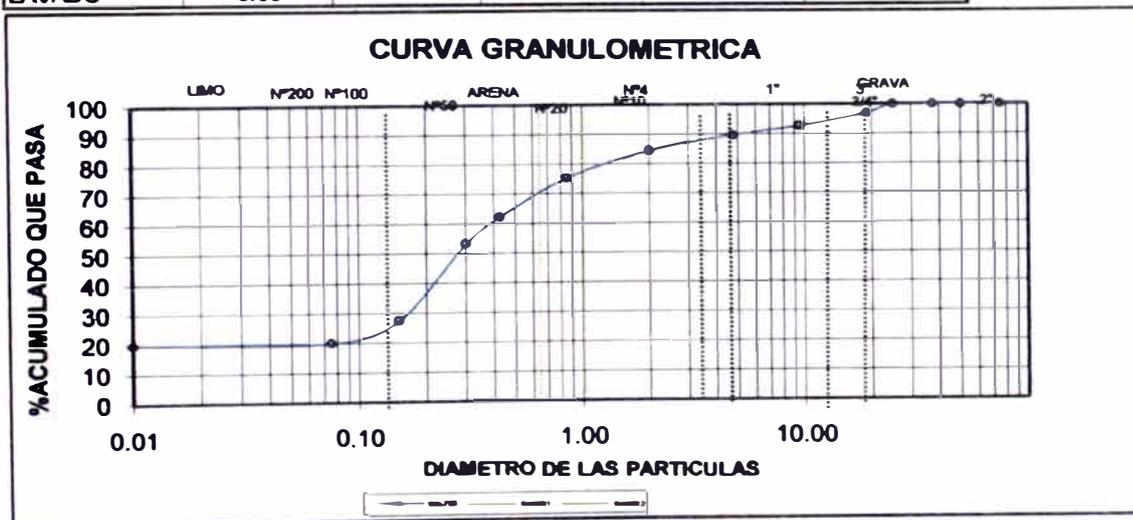
---

**ENSAYOS ESTANDARES DE CLASIFICACION  
(ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D3282 - D2487)**

**PROYECTO : ESTUDIO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL C.P. SANTA FE-VEGUETA-HUAURA-LIMA**  
**SOLICITA : WALDO JESUS HUALLANCA CARBAJAL**  
**EXCAVACION : C-6**

PESO INICIAL SECO (gr) 4757.00  
 PESO LAVADO SECADO (gr) 3810.74  
**FECHA: 28-10-2011**

MALLA	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS	
		(gr)	(%)	Retenido	Pasante
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	136.00	2.86	2.86	97.14
3/8"	9.50	211.00	4.44	7.29	92.71
Nº4	4.750	142.00	2.99	10.28	89.72
Nº10	2.000	243.42	5.12	15.40	84.60
Nº20	0.850	434.18	9.13	24.52	75.48
Nº40	0.425	626.38	13.17	37.69	62.31
Nº50	0.300	421.27	8.86	46.55	53.45
Nº100	0.150	1231.94	25.90	72.44	27.56
Nº200	0.075	351.74	7.39	79.84	20.16
FONDO	0.00	12.81	0.27	80.11	19.89
LAVADO	0.00	946.21	19.89	100.00	0.00



**PROPIEDADES FISICAS**

CONTENIDO DE HUMEDAD	2.54	D10 =	0.001	DISTRIBUCION GRANULOMETRICO	
LIMITE LIQUIDO	18.22	D30 =	0.001		
LIMITE PLASTICO	14.61	D60 =	0.001	% GG	2.86
INDICE PLASTICIDAD	3.61	Cu =	1.000	% GF	7.42
LIMITE DE CONTRACCION	20.16			Cc =	1.000
FINOS(%)				% AM	22.29
CLASIFICACION (SUCS)	<b>SM</b>			% AF	42.15
CLASIFICACION (AASTHO)	<b>A-2-4(0)</b>			% F	20.16

LEMSAC S.R.L.  
 [Signature]  
 Ingeniero de La Cruz

**ENSAYOS ESTANDARES DE CLASIFICACION**

(ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D3282 - D2487)

PROYECTO : ESTUDIO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL C.P. SANTA FE-VEGUETA-HUAURA-LIMA

SOLCITA : WALDO JESUS HUALLANCA CARBAJAL

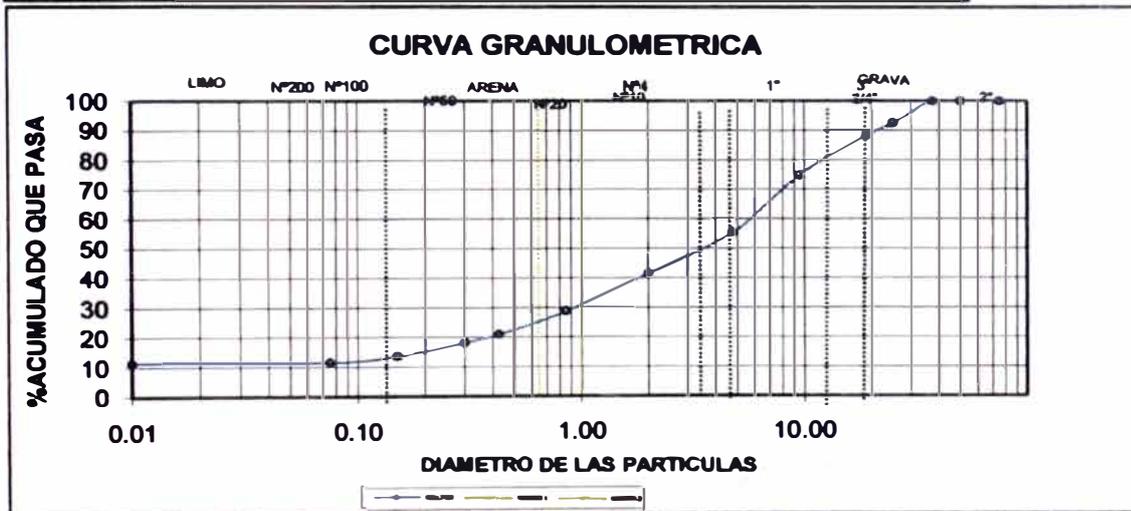
EXCAVACION : C-3

PESO INICIAL SECO (gr) 4868.00

PESO LAVADO SECADO (gr) 4305.86

FECHA: 26/10/2011

MALLA	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS	
		(gr)	(%)	Retenido	Pasante
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	364.00	7.48	7.48	92.52
3/4"	19.00	198.00	4.07	11.54	88.46
3/8"	9.50	656.00	13.48	25.02	74.98
Nº4	4.750	948.00	19.47	44.49	55.51
Nº10	2.000	671.02	13.78	58.28	41.72
Nº20	0.850	623.39	12.81	71.08	28.92
Nº40	0.425	379.10	7.79	78.87	21.13
Nº50	0.300	131.96	2.71	81.58	18.42
Nº100	0.150	231.08	4.75	86.33	13.67
Nº200	0.075	94.82	1.95	88.28	11.72
FONDO	0.00	8.48	0.17	88.45	11.55
LAVADO	0.00	562.14	11.55	100.00	0.00



PROPIEDADES FISICAS

CONTENIDO DE HUMEDAD	2.76	D10 =	0.001	DISTRIBUCION GRANULOMETRICO	
LIMITE LIQUIDO	20.85	D30 =	0.001		
LIMITE PLASTICO	18.40	D60 =	0.001	% GG	11.54
INDICE PLASTICIDAD	2.45			% GF	32.95
LIMITE DE CONTRACCION		Cu =	1.000	% AG	13.78
FINOS(%)	11.72	Cc =	1.000	% AM	20.59
CLASIFICACION (SUCS)	<b>GM</b>			% AF	9.41
CLASIFICACION (AASHTO)	<b>A-1-a (0)</b>			% F	11.72

LEMSAG S.R.L.

*[Handwritten signature]*  
Waldo Jesus Huallanca Carvajal

## ENSAYOS ESTANDARES DE CLASIFICACION (ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D3282 - D2487)

**PROYECTO** : ESTUDIO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL C.P.  
**SANTA FE-VEGUETA-HUAURA-LIMA**  
**SOLICITA** : WALDO JESUS HUALLANCA CARBAJAL  
**EXCAVACION** : C-4

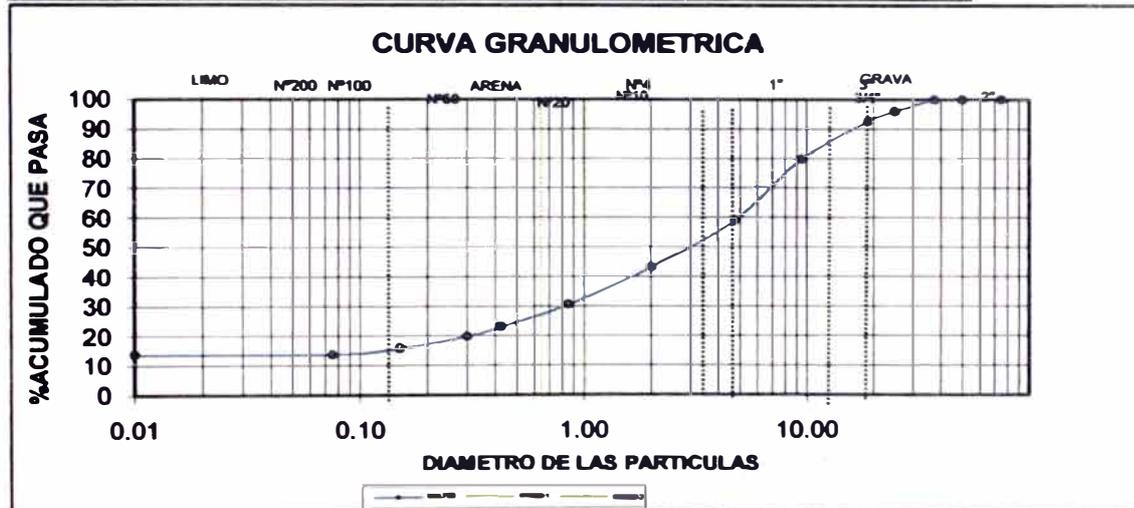
PESO INICIAL SECO (gr) 4103.50

PESO LAVADO SECADO (gr) 3534.52

FECHA: 28-10-2011

MALLA	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS	
		(gr)	(%)	Retenido	Pasante
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	161.00	3.92	3.92	96.08
3/4"	19.00	132.00	3.22	7.14	92.86
3/8"	9.50	531.00	12.94	20.08	79.92
Nº4	4.750	848.00	20.67	40.75	59.25
Nº10	2.000	654.98	15.96	56.71	43.29
Nº20	0.850	520.48	12.69	69.40	30.60
Nº40	0.425	305.29	7.44	76.84	23.16
Nº50	0.300	129.45	3.16	80.00	20.00
Nº100	0.150	169.30	4.13	84.12	15.88
Nº200	0.075	79.20	1.93	86.05	13.95
FONDO	0.00	3.82	0.09	86.14	13.86
LAVADO	0.00	568.44	13.85	100.00	0.00

0.00



## PROPIEDADES FISICAS

CONTENIDO DE HUMEDAD	3.75	D10 =	0.001	DISTRIBUCION GRANULOMETRICO	
LIMITE LIQUIDO	25.14	D30 =	0.001		
LIMITE PLASTICO	20.50	D80 =	0.001	% GG	7.14
INDICE PLASTICIDAD	4.64	Cu =	1.000	% GF	33.61
LIMITE DE CONTRACCION		Cc =	1.000	% AG	15.96
FINOS(%)	13.95			% AM	20.13
CLASIFICACION (SUCS)	<b>SM-SC</b>			% AF	9.21
CLASIFICACION (AASHTO)	<b>A-2-4(0)</b>			% F	13.95
					<b>40.75</b>
					<b>45.30</b>
					<b>13.95</b>

LEMSAP S.A.I

Ing. Rolando A. Huallanca De La Cruz  
GERENTE

---

*Anexo C.2, Ensayo de  
Corte Directo*

---

# GEOCONTROL

LABORATORIO GEOTECNICO

## REGISTRO

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

F. de Recepción : Ene. del 2012

F. de Ejecución : Ene. del 2012

Página

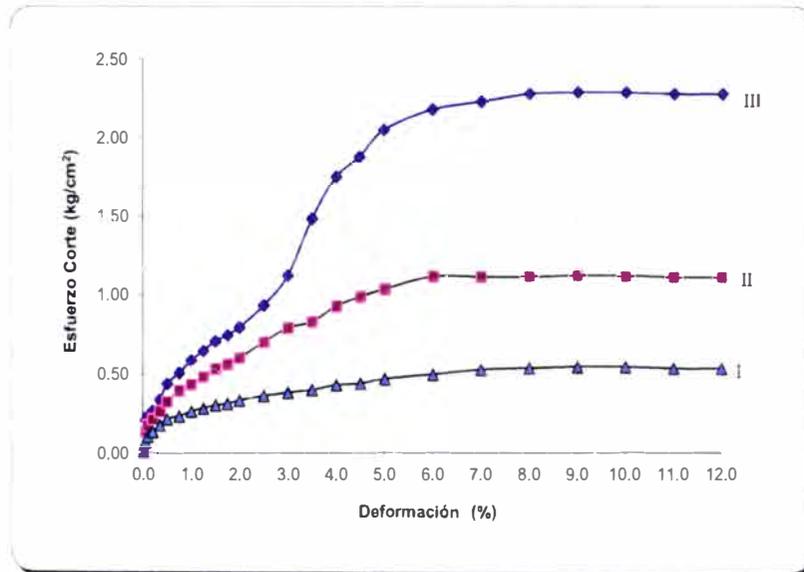
1 de 2

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

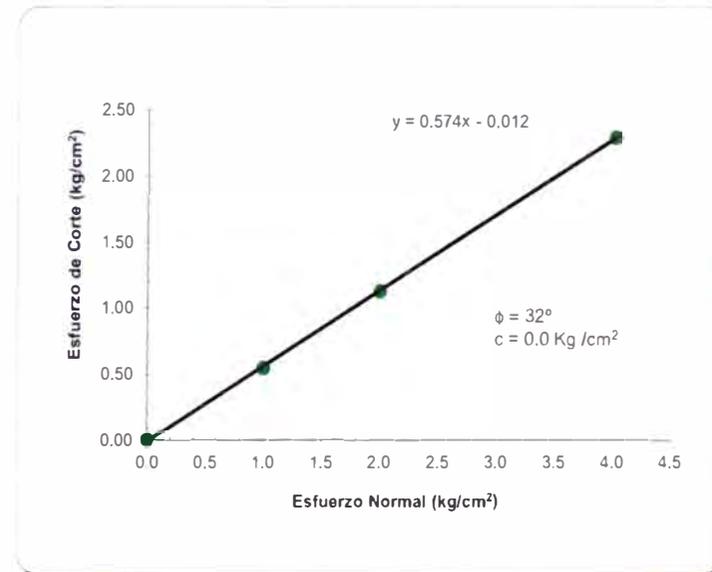
SOLICITADO : Américo Guerrero Cárdenas  
PROYECTO : Expediente técnico del Sistema de Agua y Alcantarillado Del Centro  
Además del Equipamiento Portuario para la Construcción del  
(Planta de Tratamiento)  
UBICACIÓN : Vegueta-Huaura  
FECHA : Enero del 2012

ESTADO: Remoldeado  
MUESTRA: M-1  
SONDAJE: C-9  
Clasf.: GP-GM

DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



TEOFILO GUERRERO T.  
TECNICO DE SUELOS

INGENIERO RESPONSABLE

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

**SOLICITADO :** Américo Guerrero Cárdenas

**PROYECTO :** Expediente técnico del Sistema de Agua y Alcantarillado Del Centro  
Poblado Santa Fe  
(Planta de Tratamiento)

**UBICACIÓN:** Vegueta-Huaura

**FECHA:** Enero del 2012

**Sondaje :** C-9

**Muestra:** M-1

**Prof.(m):** 0.10-1.00

**Clasf.:** GP-GM

Ensayo Nº :	I	II	III
<b>DATOS INICIALES:</b>			
Area del espécimen (cm <sup>2</sup> )	28.27	28.27	28.27
Volumen del espécimen (cm <sup>3</sup> )	56.55	56.55	56.55
Densidad húmeda inicial (gr/cm <sup>3</sup> )	1.82	1.82	1.82
Densidad seca inicial (gr/cm <sup>3</sup> )	1.70	1.70	1.70
Cont. de humedad inicial (%)	6.91	6.91	6.91
<b>DATOS FINALES:</b>			
Densidad húmeda final (gr/cm <sup>3</sup> )	1.84	1.85	1.85
Densidad seca final (gr/cm <sup>3</sup> )	1.72	1.73	1.73
Cont. de humedad final (%)	6.91	6.91	6.91
Esfuerzo normal	1.00	2.00	4.00
Esfuerzo de corte maximo	0.55	1.13	2.29

Angulo de friccion interna :	32 °
Cohesion (Kg/cm <sup>2</sup> ) :	0.00

TEOFILO GUERRERO T.  
TECNICO DE SUELOS

INGENIERO RESPONSABLE

---

*Anexo C.3, Ensayos de  
Agua*

---



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR

Jr. Abraham Valdelomar Nº 249 – Telf. 315936

Ayacucho – Perú

“Año de la Integración Nacional y el Reconocimiento de Nuestra Diversidad”

**RESULTADO DE ANALISIS PARASITOLÓGICO**

Región : Lima  
Provincia : Huaura  
Distrito : Vegueta  
Localidad : Santa Fé  
Proyecto : “Expediente Técnico del Sistema de Agua y Alcantarillado para el Centro Poblado Santa Fé”  
Solicitante : Wualdo Huallanca

Nº DE MUESTRA	DISTRITO	PROVINCIA	REGION	Nº DE PARASITOS EN LA MUESTRA
Caño	Vegueta	Huaura	Lima	<i>Clamidomonas sp</i>
Pozo	Vegueta	Huaura	Lima	<i>Clamidomonas sp</i>

Ayacucho, 16 de Febrero del 2012.

Región : Lima  
 Provincia : Huaura  
 Distrito : Vegueta  
 Localidad : Santa Fé  
 Proyecto : “Expediente Técnico del Sistema de Agua y Alcantarillado para el  
 Centro Poblado Santa Fé”  
 Solicitante : Wualdo Huallanca

## ANALISIS DE AGUA

DETERMINACIONES	FUENTE	
	Caño	Pozo
<b>CACIONES ( meq/ Litro)</b>		
CALCIO ( Ca <sup>++</sup> )	3.24	3.36
MAGNESIO ( Mg <sup>++</sup> )	2.16	2.24
POTASIO ( K <sup>+</sup> )	0.75	0.85
SODIO ( Na <sup>+</sup> )	2.35	2.42
AMONIO ( NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	0.00	0.00
<b>ANIONES (meq./ Litro)</b>		
BICARBONATOS (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	4.96	5.02
CARBONATOS (CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	0.04	0.08
CLORUROS ( Cl <sup>-</sup> )	2.32	2.42
FOSFATOS (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	0.00	0.00
NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	0.00	0.00
SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	1.28	1.36
<b>OTRAS DETERMINACIONES</b>		
pH	7.02	7.29
CE. (mS/cm.)	40.4	44.6
Sólidos en Suspensión (g/litro)	1.32	1.41
Sales Solubles Totales (ppm)	1132.0	1316.0
Turbidez (UNT)	1.8	2.2
Dureza Total (ppm CaCO <sub>3</sub> )	326.0	348.0

OBSERVACIONES:

Ayacucho, 16 de Febrero del 2012



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR  
Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936  
Ayacucho – Perú

“Año de la Integración Nacional y el Reconocimiento de Nuestra Diversidad”

**RESULTADO DE ANILISIS BACTERIOLOGICO**

Región : Lima  
Provincia : Huaura  
Distrito : Vegueta  
Localidad : Santa Fé  
Proyecto : “Expediente Técnico del Sistema de Agua y Alcantarillado para l Centro Poblado Santa Fé”  
Solicitante : Wualdo Huallanca

Nº DE MUESTRA	DISTRITO	PROVINCIA	REGION	VALORES NORMALES NMP/100ml.	Nº DE COLIFORMES FECALES EN LA MUESTRA (UFC/100ml.)	Nº DE COLIFORMES TOTALES EN LA MUESTRA (UFC/100ml.)
Caño	Vegueta	Huaura	Lima	0.00	0.0	0.0
Pozo	Vegueta	Huaura	Lima	0.00	0.0	300.0

La Ley general de Agua N° 17752 en el artículo N° 81 señala que el agua de consumo humano no debe presentar Ningún Coliforme Fecal (0.0 NMP/100ML.).

Recomendaciones: La cloración permanente del sistema de agua. Para evitar la contaminación con coliformes Fecales. A razón de 5 mg/litro de Hipoclorito de sodio (5g./m3)

Ayacucho, 16 de Febrero del 2012

---

*Anexo C.4, Ensayos  
Químicos*

---

Región : Lima  
Provincia : Huaura  
Distrito : Vegueta  
Localidad : Santa Fé  
Proyecto : “ESTUDIO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO SANTA FE”.  
Solicitante : Sr. Waldo Huallanca Carbajal  
Muestra : Calicata C-3, C-4

## ANALISIS QUIMICO

Muestra	ELEMENTOS				
	pH	Materia orgánica (%)	Cloruros (%)	Sulfatos (%)	S. S. T. (%)
C-3	7.02	-.-	1.04	0.06	2.95
C-4	7.29	-.-	0.47	0.28	3.36

Ayacucho, 27 de Octubre del 2011.

---

***Anexo D, Capacidad de  
Carga y Asentamiento***

---



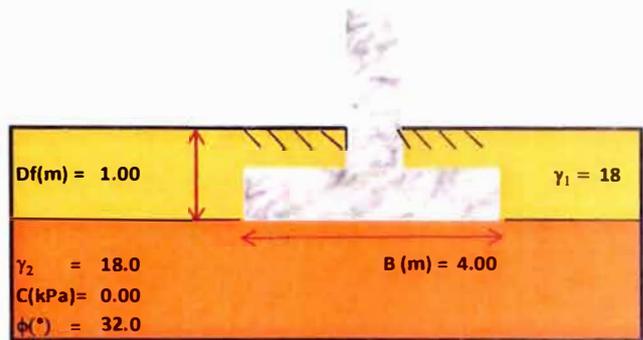
## CAPACIDAD DE CARGA DE CIMENTACIONES

### Planta de Tratamiento CAPA ESPESOR INFINITO

<b>Proyecto :</b>	Expediente Técnico del Sistema de Agua y Alcantarillado Para el Centro Poblado Santa Fe	<b>Ejecutado por:</b>	A.G.C.
		<b>Revisado por :</b>	C.I.C
<b>Ubicación :</b>	Vegueta-Huaura	<b>Fecha :</b>	20/02/2012

#### 1.0 DATOS GENERALES

Tipo de cimentación	: Losa
Ángulo de Fricción Interna	$\phi$ : 32.00 °
Cohesión	c : 0.00 kPa
Clasificación	SUCS : SM
Peso Específico (1)	$\gamma_1$ : 18.00 kN/m <sup>3</sup>
Peso Específico (2)	$\gamma_2$ : 18.00 kN/m <sup>3</sup>
Ancho de la Base	B : 4.00 m
Longitud de la Base	L : 8.20 m
Relación	B / L : 0.49
Profundidad de Cimentación	Df : 1.00 m
Factor de Seguridad	FS : 3.00
Inclinación del terreno	$\alpha$ : 0.00 °



$$q_{ult} = 0.5\gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d_\gamma \cdot g_\gamma + C \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q \cdot g_q$$

#### 2.0 FACTORES DE CORRECCIÓN

Factores de Capacidad de Carga	Factores de Forma	Factores de Profundidad	Factores de Inclinación del Terreno
$N_c = 35.49$	$S_c = 1.32$	$D_c = 1.10$	$i_c = 1.00$
$N_q = 23.18$	$S_q = 1.30$	$D_q = 1.07$	$i_q = 1.00$
$N_\gamma = 27.72$	$S_\gamma = 0.80$	$D_\gamma = 1.00$	$i_\gamma = 1.00$

3.0 RESULTADOS

$q_{ult} = 1384.99 \text{ kPa}$	<>	<b>14.13 kg/cm<sup>2</sup></b>
$q_{adm} = 461.66 \text{ kPa}$	<>	<b>4.71 kg/cm<sup>2</sup></b>

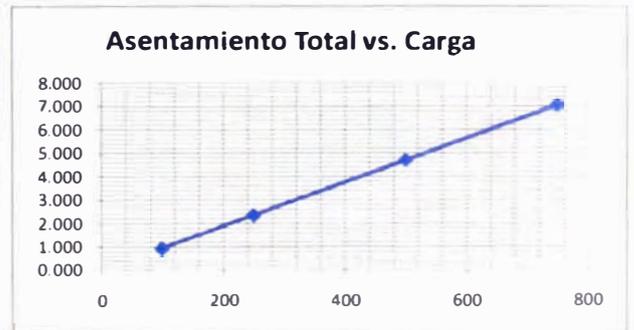
#### 4.0 CALCULO DE ASENTAMIENTOS

Asentamiento Máximo Permissible = 5.0 cm

Tipo	Rectangular			
$\Delta q$ (kPa)	100	250	500	750
B (cm)	400	400	400	400
L (cm)	820	820	820	820
Df (cm)	100	100	100	100
E'm (kPa)	60,000	60,000	60,000	60,000
v	0.30	0.30	0.30	0.30
H (cm)	---	---	---	---
$\alpha$	1.5469			

$S_e$ (cm)	0.938	2.346	4.692	7.038
$S_e$ (m)	0.009	0.023	0.047	0.070

$q_{adm} = 461.66 \text{ Kpa}$	$=$	<b>4.71 kg/cm<sup>2</sup></b>	
$q_{adm} = 461.66 \text{ Kpa}$	$=$	<b>4.71 kg/cm<sup>2</sup></b>	

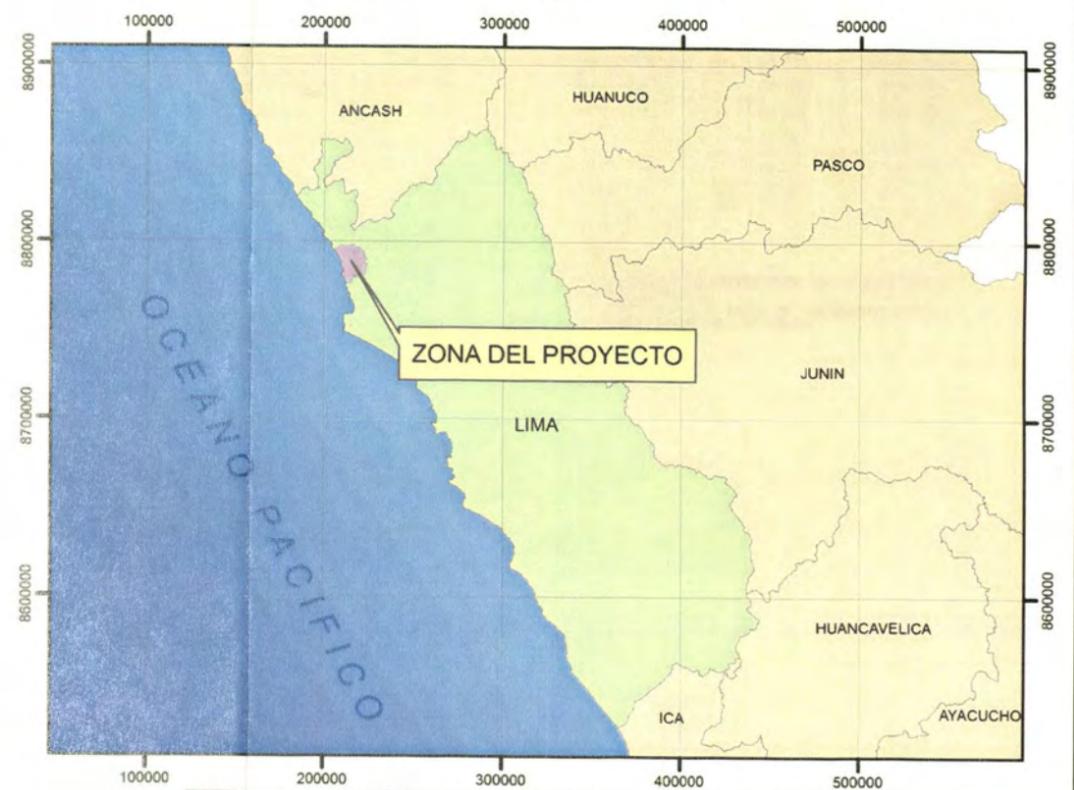
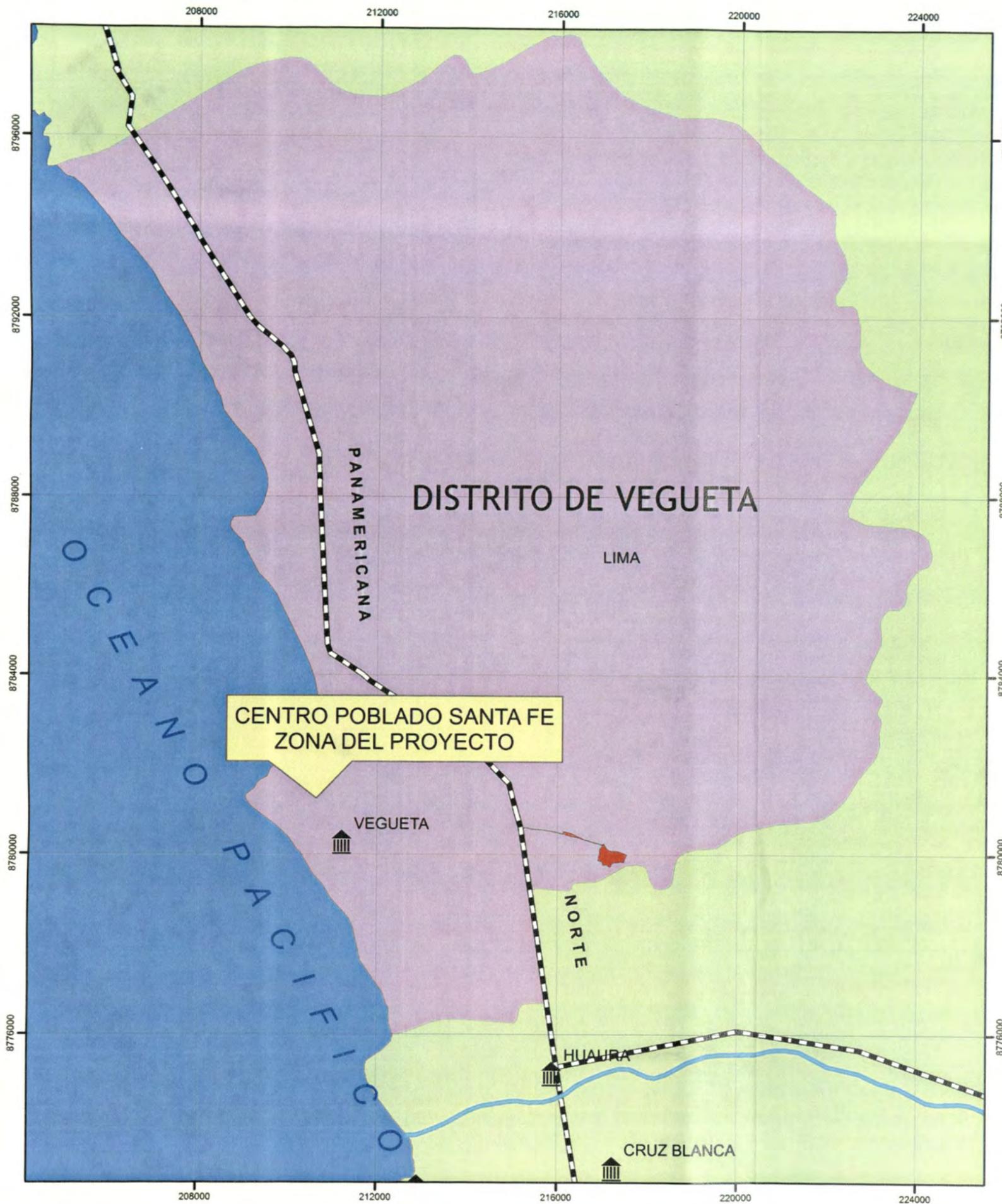


$s_1 =$	4.332 cm	<b>OK!!</b>
$s_2 =$	4.332 cm	<b>OK!!</b>

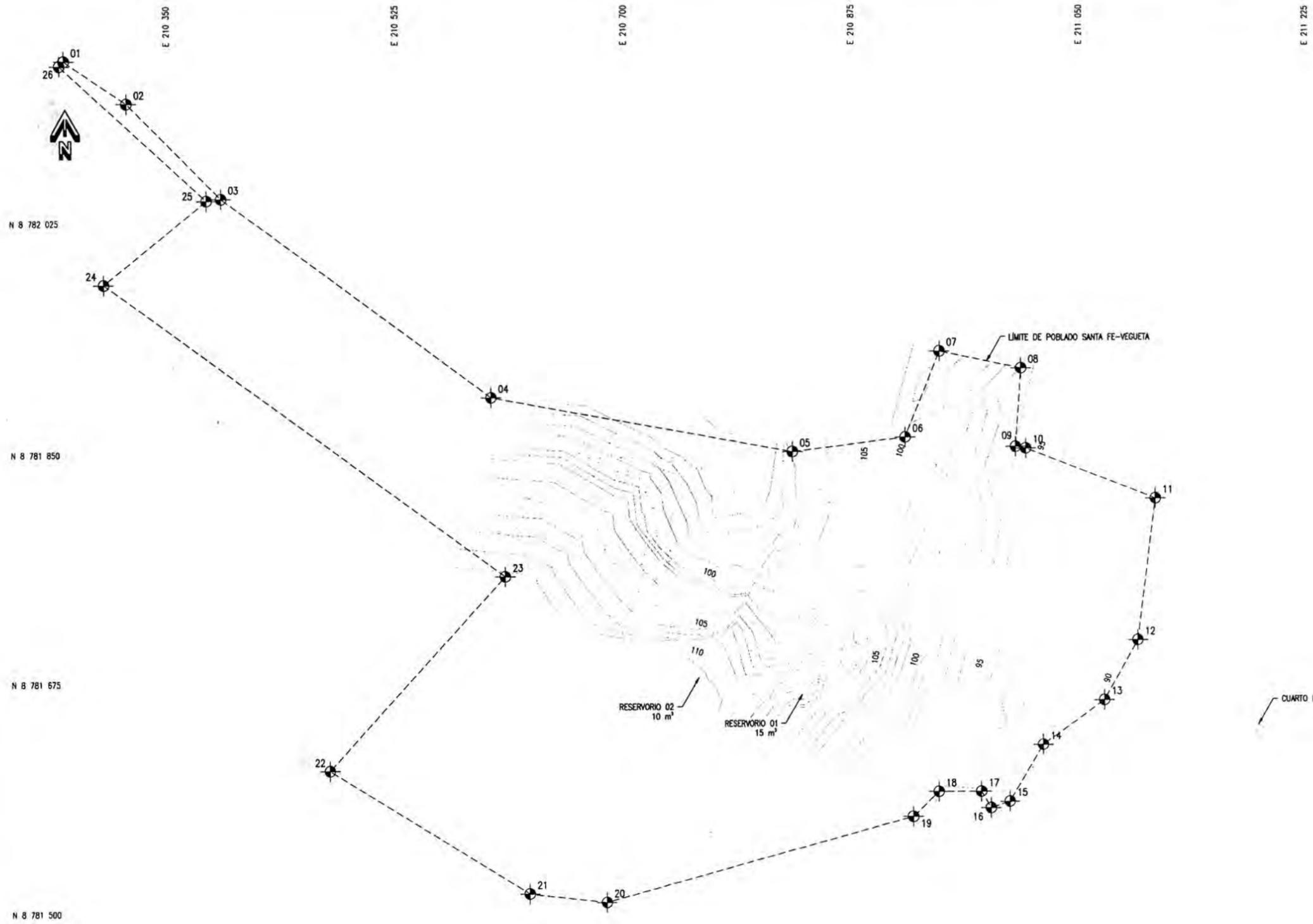
---

# *Anexo E, Planos*

---



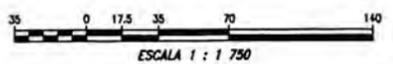
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA				<b>PLANO</b> 100-01
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL				
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VEGUETA					
EXPEDIENTE TÉCNICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CENTRO POBLADO SANTA FE					
PLANO: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN					
ESCALA: S/E	REGION: LIMA	PROVINCIA: HUAURA	DISTRITO: VEGUETA		
FECHA: MARZO 2012	ELABORADO: GRUPO 5	REVISADO: ING. CARLOS IRALA C.	APROBADO: ING. CARLOS IRALA C.		



LEYENDA	
	CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE
	LÍMITE DE POBLADO SANTA FE-VEGUETA

TABLA 01 COORDENADAS DEL LÍMITE DE POBLADO SANTA FE-VEGUETA		
CÓDIGO	ESTE	NORTE
01	210 269	8 782 150
02	210 316	8 782 118
03	210 388	8 782 047
04	210 595	8 781 896
05	210 827	8 781 854
06	210 914	8 781 865
07	210 940	8 781 930
08	211 003	8 781 917
09	210 999	8 781 857
10	211 007	8 781 856
11	211 106	8 781 818
12	211 092	8 781 709
13	211 066	8 781 664
14	211 020	8 781 629
15	210 994	8 781 586
16	210 979	8 781 581
17	210 972	8 781 594
18	210 939	8 781 594
19	210 919	8 781 575
20	210 683	8 781 511
21	210 623	8 781 517
22	210 470	8 781 611
23	210 605	8 781 759
24	210 298	8 781 982
25	210 377	8 782 045
26	210 266	8 782 146

NOTAS:  
 1. LA LOTIZACIÓN FUE PROPORCIONADA POR LA MUNICIPALIDAD DE SANTA FE-VEGUETA.  
 2. LA INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA FUE PROPORCIONADA POR LA MUNICIPALIDAD DE SANTA FE-VEGUETA.



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA		CURSO DE TITULACIÓN	
	NOMBRE DEL PROYECTO : EXPEDIENTE TÉCNICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA EL CENTRO POBLADO SANTA FE TOPOGRAFÍA Y CURVAS DE NIVEL			
	NÚMERO DE PLANO : 100-02		REV. 1	



**LEYENDA**

	CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE
	LÍMITE DE POBLADO SANTA FE-VEGUETA

**TABLA 01**  
COORDENADAS DE CALICATAS EJECUTADAS

CÓDIGO	ESTE	NORTE
01	210 728	8 781 492
02	210 700	8 781 378
03	210 755	8 781 292
04	210 646	8 781 268
05	210 614	8 781 342
06	210 617	8 781 448
07	210 581	8 781 460
08	210 581	8 781 460
09	211 105	8 781 513

**NOTAS:**

1. LA LOTIZACIÓN FUE PROPORCIONADA POR LA MUNICIPALIDAD DE SANTA FE-VEGUETA.
2. LA INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA FUE PROPORCIONADA POR LA MUNICIPALIDAD DE SANTA FE-VEGUETA.



<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA</p>	<b>CURSO DE TITULACIÓN</b>	
	NOMBRE DEL PROYECTO : <b>EXPEDIENTE TÉCNICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA EL CENTRO POBLADO SANTA FE</b> Estudios Geotécnicos de la Red de Alcantarillado	
	NÚMERO DE PLANO : 100-03	REV. 1



**LEYENDA**

- CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE
- LIMITE DE POBLADO SANTA FE-VEGUETA
- BUZÓN Y ARRANQUE DE BUZÓN
- RED DE DESAGUE

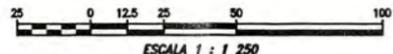
**TABLA 01**  
COORDENADAS DE CALICATAS EJECUTADAS

CÓDIGO	ESTE	NORTE
01	210 728	8 781 492
02	210 700	8 781 376
03	210 755	8 781 292
04	210 646	8 781 268
05	210 614	8 781 342
06	210 617	8 781 448
07	210 561	8 781 460
08	210 561	8 781 460
09	211 105	8 781 513

**NOTAS:**

- LA LOTIZACIÓN FUE PROPORCIONADA POR LA MUNICIPALIDAD DE SANTA FE-VEGUETA.
- LA INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA FUE PROPORCIONADA POR LA MUNICIPALIDAD DE SANTA FE-VEGUETA.

- SUELO DE COBERTURA = 1.00 m
- SUELO DE COBERTURA = 0.50 m
- SUELO DE COBERTURA = 0.30 m



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA

CURSO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL PROYECTO :  
EXPEDIENTE TÉCNICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA EL CENTRO POBLADO SANTA FE PROFUNDIDAD DE SUELO DE COBERTURA PARA EXCAVACIÓN

NÚMERO DE PLANO : 100-04

REV. 1