



MACE MULTISERVICIOS E.I.R.L



## INFORME TÉCNICO

### ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES



#### PROYECTO:

**MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y  
PEATONAL EN EL SECTOR ESCORIAL DEL CENTRO  
POBLADO DE POCHCCOTA EN EL DISTRITO DE  
ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,  
DEPARTAMENTO DE APURIMAC”**

**SOLICITA**

**GOBIERNO REGIONAL APURÍMAC**

**ANDAHUAYLAS - APURIMAC**

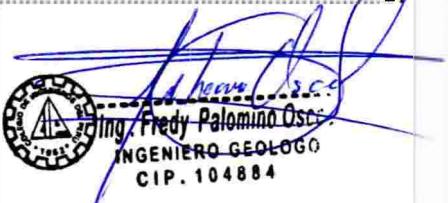
**2019**

**Ing. Fredy Palomino Oscco**  
INGENIERO GEOLOGO  
C.P. 104484



## ÍNDICE

1.	RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION.....	3
	A) Tipo de cimentación.....	4
	B) Estrato de apoyo de la cimentación. GP .....	5
	C) Parámetros de diseño para la cimentación.....	6
	D) Agresividad del suelo a la cimentación.....	6
2.	INFORMACIÓN PREVIA.....	7
	A) Terreno a investigar.....	7
	B) Obra a cimentar.....	8
	C) Datos generales de la Zona.....	10
	i) Geología local de la Zona .....	10
	ii) Usos Anteriores .....	11
	iii) Restos Anteriores .....	11
	D) EMS de terrenos colindantes.....	11
	E) De las edificaciones Adyacentes.....	11
3.	EXPLORACIÓN DE CAMPO.....	13
	A) Programa de investigación mínimo – PIM.....	13
	i) Condiciones de frontera.....	13
	ii) Número de puntos de investigación.....	13
	iii) Profundidad mínima a alcanzar en cada punto de investigación.....	14
	B) Trabajos realizados In situ.....	14
	C) Ensayos realizados In situ.....	15
	D) Ensayos de Laboratorio.....	15
	E) Perfil del Estratigráfico del Terreno en Estudio.....	16
	F) Nivel de la napa freática.....	16
	G) Efecto del sismo.....	17
	H) Análisis de la cimentación.....	22
	i) Estabilidad.....	22
	ii) Capacidad de carga por corte.....	22
	iii) Por asentamiento.....	23
	iv) Por hundimiento.....	23
	v) Riesgo de llicuefacción.....	23
	vi) Rellenos controlados de ingeniería.....	24
4.	CONCLUSIONES .....	26
5.	RECOMENDACIONES .....	26
6.	ANEXO .....	27





# MACE MULTISERVICIOS E.I.R.L



## MEMORIA DESCRIPTIVA.

### 1. RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION.

(Según Norma E-50 - Suelos y cimentaciones)

SOLICITADO POR: Gobierno regional de Apurímac.

**PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL SECTOR ESCORIAL DEL CENTRO POBLADO DE POCHCCOTA EN EL DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC".**

El presente reporte técnico y el trabajo desarrollado, tiene por finalidad precisar las características Físico - Mecánicas de los materiales del terreno así como también las condiciones de cimentación generalizadas que garanticen la estabilidad de la fundación de las estructuras proyectadas, por lo que el suscrito ha decidido realizar la investigación mediante veinte (20) puntos se realizaron a través de sondajes a tajo abierto mediante calicatas, ubicadas según figuran en el croquis de ubicación de puntos de investigación que se anexa.

Cabe mencionar que este trabajo se realizó sobre una base material de cuaternario aluvial, compuestos arenas y limo arcillas en su primeras capas.

En base a los estudios realizados en laboratorio de MACE MULTISERVICIOS E.I.R.L. sobre la clasificación de suelos y ensayos de CBR clasificación de canteras tipo de posibles cimentaciones de concreto armado.

El estrato es arenoso limoso de 3.40 m de profundidad con Qadm de 2.53 kg/ cm<sup>2</sup> con factor de seguridad de 3.00 y asentamiento tolerante de 17.119 mm.

De acuerdo a los ensayos realizados la zona de estudio corresponde a suelos intermedios según la norma técnica E030-2018.

  
Ing. Fredy Palomino Oscco  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP. 104884



## A) Tipo de cimentación.

El Tipo de cimentación será determinado por el ingeniero especialista en estructuras en razón a las características mecánicas del terreno, y a los datos obtenidos en laboratorio para el proyecto " MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL SECTOR ESCORIAL DEL CENTRO POBLADO DE POCHCCOTA EN EL DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC", donde la cohesión varia de 0.00 – 0.06 su ángulo de fricción interna ( $\phi$ ) 23 a 27, donde el nivel freático existe por el nivel más bajo de lecho menor del río.

Los Estudios de Mecánica de suelos obtenidos, el laboratorio de MACE MULTISERVICIOS E.I.R.L., recomienda el tipo de cimentación por muros de contención de concreto armado.

### ➤ Muro de contención a gravedad armado.

Los muros de contención tienen como finalidad resistir las presiones laterales ó empuje producido por el material retenido detrás de ellos, su estabilidad la deben fundamentalmente al peso propio y al peso del material que está sobre su fundación. Los muros de contención se comportan básicamente como voladizos empotrados en su base. Designamos con el nombre de empuje, las acciones producidas por las masas que se consideran desprovistas de cohesión, como arenas, gravas, cemento, trigo, etc. En general los empujes son producidos por terrenos naturales, rellenos artificiales o materiales almacenados.

Para proyectar muros de sostenimiento es necesario determinar la magnitud, dirección y punto de aplicación de las presiones que el suelo ejercerá sobre el muro.

El proyecto de los muros de contención consiste en:

Ing. Freddy Palomino Oscco  
INGENIERO GEOLOGO  
C.I.P. 104884



# MACE MULTISERVICIOS E.I.R.L



- A. Selección del tipo de muro y dimensiones.
- B. Análisis de la estabilidad del muro frente a las fuerzas que lo solicitan. En caso que la estructura seleccionada no sea satisfactoria, se modifican las dimensiones y se efectúan nuevos cálculos hasta lograr la estabilidad y resistencia según las condiciones mínimas establecidas.
- C. Diseño de los elementos o partes del muro.

El análisis de la estructura contempla la determinación de las fuerzas que actúan por encima de la base de fundación, tales como empuje de tierras, peso propio, peso de la tierra, cargas y sobrecargas con la finalidad de estudiar la estabilidad al volcamiento, deslizamiento, presiones de contacto suelo-muro y resistencia mínima requerida por los elementos que conforman el muro.

## B) Estrato de apoyo de la cimentación. GP

Se consideran terrenos resistentes o aptos para cimentar, están constituidos por suelos moderadamente compactos, siempre que formen capas de suficiente espesor y este nunca sea inferior a 3.40 m. tratándose del lecho del río se observan horizontes de tierra vegetal, arena, grava, arena - arcilla a limo en estratos de 25 cm a 60 cm de esta observación en campo. Se prohíbe cimentar en tierra vegetal, excepcionalmente se autoriza en el barro y en los terraplenamientos con arcilla, siempre que se adopten las precauciones técnicas necesarias e indispensables para asegurar la estabilidad de la obra. Se efectuaron perforaciones o pozos a cielo abierto y se extendieron por debajo del nivel más bajo de cimentación, tanto como sea necesario para establecer la secuencia, naturaleza y resistencia de los suelos, dentro de la profundidad activa resultante del perfil resistente del suelo y del tipo y tamaño de la cimentación a construir. Identificación en el campo se tiene suelos limo arcilloso.

Ing. Fredy Palomino Osco  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP. 104804



## C) Parámetros de diseño para la cimentación.

Para el análisis de una cimentación debe partirse, de un estudio geotécnico que defina la naturaleza y estratigrafía del terreno las propiedades de cada capa existente en la zona de influencia de las cimentaciones, las condiciones del agua freática. Por lo que se refiere a las propiedades de los terrenos más frecuentes, éstas deben concretarse en los parámetros siguientes:

- ✓ Suelos arcillosos y limosos, cohesivos.
- ✓ Peso específico (seco o saturado).
- ✓ Humedad natural.
- ✓ Resistencia al corte sin drenaje (carga rápida), ensayos de compresión simple en laboratorio.
- ✓ Ángulo de rozamiento interno (generalmente deducidos de correlaciones corte directo).
- ✓ Clasificación granulométrica.
- ✓ Capacidad portante.

## D) Agresividad del suelo a la cimentación.

La agresión que ocasiona el suelo bajo el cual la estructura, no está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos y cloruros principalmente). Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto; de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrada por otra razón (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.). Los principales elementos Químicos a evaluar son los sulfatos y cloruros por su acción química sobre el concreto y acero del cimiento.

- Una Concentración de Cloruros por encima del 1.5 % en presencia de agua indica que va a ocasionar problemas de corrosión a la armadura de elementos metálicos.

ESTUDIO TÉCNICO  
GEOFÍSICO  
CUSCO  
PERÚ



# MACE MULTISERVICIOS E.I.R.L



- Una Concentración de sulfatos superior al 1 % en presencia de agua indicaría un ataque químico al concreto de la cimentación.
- La presencia de sales solubles Totales en presencia de agua superior a 1.5% indicaría problemas en perdida despreciable de resistencia mecánica por problemas de Lixiviación.

De acuerdo a lo descrito en párrafos anteriores se recomienda análisis químico de sulfatos y cloruros al suelo bajo el cual la estructura se asentara.

## 2. INFORMACIÓN PREVIA.

### A) Terreno a investigar.

A solicitud del Gobierno Regional Apurímac, se hicieron los estudios de mecánica de suelos con fines de cimentación en el terreno en estudio donde se ejecutará la obra en proyecto “MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL SECTOR ESCORIAL DEL CENTRO POBLADO DEPOCHCCOTA EN EL DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC”.

#### i) Ubicación y Accesos.

El tramo del presente estudio, se encuentra ubicado la vía longitudinal de la sierra, comprendidos en los distritos de San Jerónimo y Andahuaylas de la Provincia de Andahuaylas, siendo una zona urbana, su ubicación según coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) HORIZONTAL DATUM WGS 1984 (World Geodetic System) obtenida del campo mediante GPS GARMIN SCX 700 de ubicación central es:

Este : 676205

Norte: 8489649

Esferoide Internacional: Zona 18 L





## ii) Topografía del Terreno.

La topografía del terreno es con una pendiente suave, presentándose con una altitud promedio sobre el nivel del mar de 2927 m.s.n.m.

## iii) Situación del Área.

El área total del tramo se encuentra ubicada en la faja marginal del río Chumbao, para la construcción de obras de infraestructura se coordinara con la Autoridad Nacional del Agua (ANA) para las autorizaciones correspondientes donde determinara el ingeniero especialista en estructuras el tipo de cimentación de acuerdo a los valores obtenidos en laboratorio de suelos.

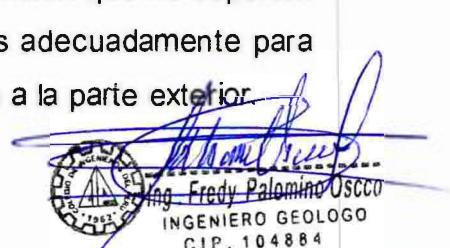
## B) Obra a cimentar.

### i) Características Generales

El estudio de mecánica de suelos propone una cimentación del tipo rígido por medio de muro de contención de concreto armado, apoyados en el depósito de suelos arenoso limosos donde se realizará las zapatas a -1.50 m. por nivel más bajo de lecho menor del río.

Cuando parte de la estructura del muro de contención se encuentra bajo el nivel freático, bien sea de manera ocasional o permanente, la presión del agua actúa adicionalmente sobre él. En la zona sumergida la presión es igual a la suma de la presión hidrostática más la presión del suelo calculada con la expresión más conveniente de empuje efectivo, de manera que la presión resultante es considerablemente superior a la obtenida en la condición de relleno no sumergido.

Esta situación ha sido ignorada por muchos proyectistas y es una de las causas de falla más comunes en muros de contención. En consecuencia resulta más económico proyectar muros de contención que no soporten empujes hidrostáticos, colocando drenes ubicados adecuadamente para que canalicen el agua de la parte interior del muro a la parte exterior.



**ii) Edificación especial.**

Durante los trabajos de campo efectuados no se han detectado fenómenos de geodinámica externa reciente, como levantamientos y/o hundimientos, ni desplazamientos de la formación sedimentaria existente en la zona. En caso que transmitan cargas concentradas importantes o alberguen maquinaria pesada o que vibren y que generen calor o frío deberán contarse con la indicación de la magnitud de las cargas a transmitirse a la cimentación y el terreno que se presenta reúne las condiciones favorables para su construcción.

En condiciones estables de humedad, las arcillas contribuyen a disminuir el empuje de tierra, sin embargo, si estas se saturan, generan empujes muy superiores a los considerados en el análisis. Por esta razón es conveniente colocar material granular ( $\phi>0$ ) como relleno en los muros de contención.

**iii) Movimiento de Tierra.**

Los Movimientos de tierra en este terreno se determinaran con el ingeniero especialista en estructuras que puede ser con maquinaria pesada.

**iv) Tipo de construcción.**

En el planteamiento, proyecto y diseño de estructuras de contención para estabilizar deslizamientos, se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- Siempre debe cimentarse sobre suelos estables.
- Es conveniente en la mayoría de los casos, la colocación de tacones o llaves de cortante por debajo del muro.
- En todos los casos debe existir un sistema de drenaje y subdrenaje muy completo.
- La altura máxima prudente para las estructuras de gravedad es de 8 metros y en algunos tipos de muro hasta 4 metros.





- No es eficiente la construcción de estructuras de gravedad para estabilizar deslizamientos de gran magnitud. En general, los muros de gravedad, sólo son efectivos para estabilizar deslizamientos de tamaño pequeño.
- El diseño debe realizarse utilizando análisis de estabilidad de taludes y comprobando además la estabilidad intrínseca del muro.

Las características del terreno es suelo arenoso limoso, con gravas de diámetro de 1.0 a 90.0 cm. sub redondeadas a sub angulosas de origen intrusivo a metamórfico. Los valores obtenidos de capacidad admisible es de 2.53 kg/cm<sup>2</sup>, donde el ingeniero Civil especialista en estructuras, determinara el tipo de construcción.

### C) Datos generales de la Zona.

En cuanto a lo datos generales de la zona corresponde a una propiedad pública que está ubicada dentro de la faja marginal y localizadas en el distrito de Andahuaylas.

#### i) Geología local de la Zona.

En la zona de estudio se encuentra depósitos recientes como cuaternarios aluviales.

#### Depósitos cuaternarios aluviales. Qh-al

Estos materiales están constituidos por una serie de depósitos de origen eólico, volcánico subaéreo, deluvial, coluvial y aluvial. La mayor parte de las áreas de afloramientos rocosos delimitado en el plano geológico, contiene una cubierta relativamente delgada (menor que 1 m. de espesor) de material eólico y coluvial. Estos materiales se describen a continuación.





## MACE MULTISERVICIOS E.I.R.L



Los materiales aluviales se ubican en la parte media e inferior de la mayoría de las quebradas y tributarios y están conformados por gravas arenosas con bolones y bloques de cantes redondeados a subangulosos, con tamaño máximo de 3.0 m, color gris claro a beige y compacidad media. El espesor de estos materiales se estima de 3 a 5 m. Por sus características de granulometría, permeabilidad y ubicación constituyen importantes conductos para el flujo del agua subterránea.

### ii) Usos Anteriores.

El área en estudio es exclusivamente de transitabilidad vehicular y peatonal.

### iii) Restos Anteriores.

En las calicatas exploradas no se encontraron ningún resto arqueológico no es relleno sanitario, botadero explotación minera, cantera y por información de propietarios coindantes esta zona no se considera como zona arqueológica.

## D) EMS de terrenos colindantes.

Estudio de mecánica de suelos en terrenos colindantes no se realizaron y no existe información precisa en ninguna institución pública, la zona en estudio corresponde zona urbana y de ampliación.

## A) De las edificaciones Adyacentes.

Cercano al terreno se tiene edificaciones de material noble y adobe, donde no se detectaron asentamientos diferenciales por licuefacción y estos terrenos adyacentes son estables para dichas estructuras.



# MACE MULTISERVICIOS E.I.R.L.

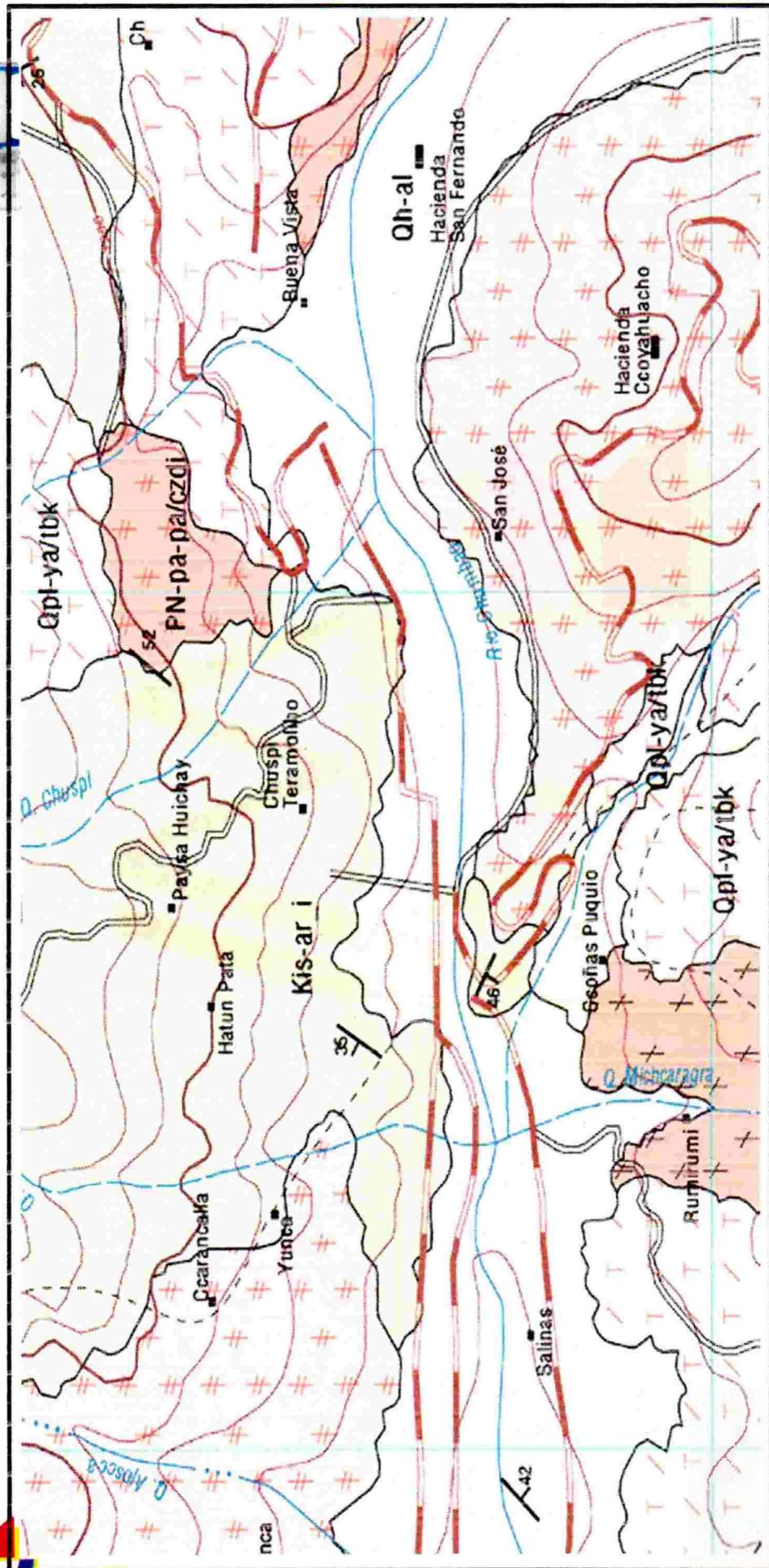


Figura N° 01: Geología regional cuadrángulo de Andahuaylas 23 P

Foto: Fredy Patiño Osco  
INGENIERO GEOLOGO  
CIP. 104884





### 3. EXPLORACIÓN DE CAMPO.

#### A) Programa de investigación mínimo – PIM.

En el programa se considera en el número de sondeos como en la profundidad efectuada, dadas las características de la ubicación del terreno, su extensión y el tipo de estructura. Así como la descripción generalizada de los perfiles de suelo.

Sin embargo, por la naturaleza misma de los sueños encontrados, en los que siendo necesario generalizar la información obtenida en los sondeos al área del proyecto, no siempre es posible tener la seguridad total acerca de la generalización efectuada.

Por lo tanto, se recomienda, que en el caso poco probable que durante la etapa de construcción se observasen suelos con características diferentes a las indicadas en este informe, se notifique de inmediato al proyectista para efectuar las correcciones necesarias.

##### i) Condiciones de frontera.

El área de estudio se encuentra edificaciones de material noble y adobe, con pendiente suave.

##### ii) Número de puntos de investigación.

De conformidad con el registro de campo, de la clasificación cuidadosa visual de los suelos encontrados, y de acuerdo a los procedimientos del Sistema Unificado de Clasificación de Sueños (SUCS), basados en la Norma ASTM-D-2488. A razón de términos y según norma técnica y por sugerencia de los especialistas se hicieron 20 puntos de investigación que fueron calicatas de 3.20 a 3.40 m. de profundidad por 1.5 m. de ancho.





# MACE MULTISERVICIOS E.I.R.L



Tabla número de puntos de Investigación

Tipo de edificación	Número de puntos de Investigación (n)
A	3 cada 225 m <sup>2</sup>
B	3 cada 450 m <sup>2</sup>
C	3 cada 800 m <sup>2</sup>

Urbanizaciones para viviendas 3 por cada Ha de terreno habilitado unifamiliares de hasta 3 pisos, (n) nunca será menor de 3

### iii) Profundidad mínima a alcanzar en cada punto de investigación.

La profundidad alcanzada en dichas exploraciones ha sido hasta 3.40 m. de profundidad, suficiente para describir las condiciones de soporte del suelo de fundación.

Para la ejecución de las excavaciones se utilizó maquinaria pesada, la técnica para la excavación de las calicatas, se ha ceñido a la Norma ASTM-D-420.

### B) Trabajos realizados in situ.

En el área en cuestión, con los objetivos indicados se ha dispuesto la excavación del suelo mediante calicatas (a tajo abierto), los cuales nos ha proporcionado un testimonio bastante confiable sobre la calidad del subsuelo,

La superficie del área de estudio es de topografía pendiente leve a suave, en un solo nivel de forma regular que ocupa una extensión de 400 metros lineales aproximadamente (Ver plano de ubicación de calicatas). Adyacentes a la zona de estudio se ubican viviendas de material noble y adobe, y se tiene que las edificaciones vecinas no presentan indicios de falla por asentamiento o por corte.





# MACE MULTISERVICIOS E.I.R.L



- ✓ Apertura de calicatas
- ✓ Determinación de napa freática.
- ✓ Determinación de la geología local y geodinámica externa.

## C) Ensayos realizados In situ.

De conformidad con el registro de campo, de la clasificación cuidadosa visual de los suelos encontrados, y de acuerdo a los procedimientos del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), basados en la Norma ASTM-D-2488, se hicieron los siguientes ensayos:

- ✓ Ensayos de Humedad Natural método Speedy.
- ✓ Corte directo.

## D) Ensayos de Laboratorio

De acuerdo al nivel de estudio requerido, se realizó diversos ensayos y análisis de las muestras obtenidas por los interesados siguiendo normas y procedimientos de la America Society For Testing and Materiales A.S.T.M. y el Ministerio de Transporte y Comunicaciones y Vivienda (MTC) los ensayos indicados como se detallan a continuación.

### ➤ ENSAYOS ESTÁNDAR

Con la porción de las muestras menores de 3", se efectuaron análisis granulométricos por tamizado, según el ASTM-D-422. Asimismo se realizaron análisis de contenido de humedad, según el ASTM-D-2216.

### ➤ CLASIFICACIÓN.

Con los resultados de los ensayos de propiedades y descripción de campo, se clasificaron las muestras empleando el Sistema unificado de clasificación de suelos SUCS, de conformidad a la Norma Peruana E.050 Suelos y cimentaciones vigente y Específicamente a la Norma ASTM-D-2487. De los ensayos realizados en laboratorio se presenta un cuadro de resumen de los ensayos realizados con las Normas respectivas.





Ensayos de Laboratorio	
ENSAYOS	NORMAS
Granulometría	ASTM D 422
Límite Líquido	MTC- E- 110
Límite Plástico	MTC- E- 111
Índice Plástico	MTC- E- 111
Densidad de Campo	ASTM D4253
Humedades Natural	ASTM D 2216
Densidad Máxima y Mínima	ASTM D 1557
Perfil Geotécnico	

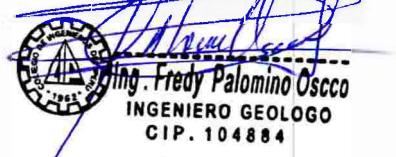
**E) Perfil del Estratigráfico del Terreno en Estudio.**

El área en estudio se emplaza sobre depósitos de material sedimentario constituidos por arenas, limos y gravas de 1 cm a 90 cm de diámetro lo cual indica una alta energía en el transporte de material, donde la posición de los estratos naturales que se han determinado, es de forma regular estos depósitos a la vez son transportados, lavados y depositados de acuerdo a la pendiente.

**F) Nivel de la napa freática.**

El comportamiento de los acuíferos depende de sus propias características físicas y de las del ambiente natural en las cuales se insertan:

- ✓ **Climatología.** Lluvias en el tiempo que puedan registrar un aumento importante de volumen en rocas reservorio que son porosas que tiene las propiedades fisicas de almacenar agua.





## MACE MULTISERVICIOS E.I.R .L

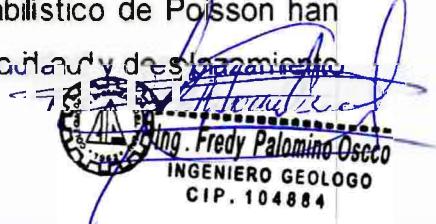


- ✓ **Topografía e Hidrología.** El área en estudio se caracteriza por la poca velocidad de escurrimiento de las aguas, la pendiente de la zona es leve donde condiciona el drenaje de las aguas tanto superficial como subterránea.
- ✓ En general la zona de trabajo en las calizatas exploradas a 3.40 m de profundidad se observan limo arenas con clastos de rocas intrusivas, metamórficas de 1 a 90 cm. de diámetro, envueltas en una matriz arena limosas.
- ✓ 20 puntos de exploración es limo arenoso donde las propiedades de este terreno son acuíferas.

### G) Efecto del sismo.

Andahuaylas se encuentra en una zona considerada de baja a mediana sismicidad Zona II a nivel nacional y ha registrado sismo de temblores de menor importancia donde no se tiene con exactitud en la historia republicana sismos de gran importancia que pudieran afectar la provincia de Andahuaylas. En la información más reciente referida a peligrosidad sísmica para la zona se encuentra en la ponencia "Peligrosidad Sísmica en el Sur del Perú" (D. López y J. Olarte -CISMID - UNI - 2001) en la que se realiza un análisis de la distribución espacial de la sismicidad tanto en planta como en profundidad así como un análisis estadístico que establece gráficas y ecuaciones de períodos de retorno para trabajos de predicción sísmica. Para la zona en estudio se tiene una aceleración sísmica de 0.26g correspondiente a un periodo de exposición de 50 años y una probabilidad de excedencia de 10%.

Existe información referida a riesgo sísmico de la región, en el documento "Riesgo Sísmico en la Zona del Altiplano" (Vargas/Casaverde). Esta información está basada en datos sísmicos instrumentales, datos sísmicos históricos, registros de movimientos fuertes, datos geotécnicos y geofísicos, los que usando el modelo probabilístico de Poisson han sido procesados para obtener la aceleración, velocidad y desplazamiento.





## MACE MULTISERVICIOS S.A.C.



máximos esperados para períodos de retorno de 30, 50 y 100 años. Esta información se encuentra en mapas con curvas que abarcan los departamentos de Cusco, Puno y Apurímac. Los parámetros correspondientes a la ubicación del proyecto son:

PARÁMETROS	ACELERACIÓN (G)			VELOCIDAD (CM/SEG)			DESPLAZAMIENTO (CM)		
Período de retorno (años)	30	50	100	30	50	100	30	50	100
Valores	0.137	0.165	0.210	5.8	7.00	9.50	2.05	2.40	3.30

En el mapa de aceleraciones máximas normalizadas publicado por la Pontificia Universidad Católica del Perú, se observa que a la zona del proyecto le corresponde a MAX= 0.17 g. Este valor es algo inferior a los valores reportados por las otras fuentes de información y esto es debido a que este se refiere a los máximos valores registrados en la zona, mientras que los otros calculan la máxima aceleración que podría registrarse en el futuro en base a una proyección a diferentes períodos de tiempo.

De acuerdo al Reglamento Nacional de Construcciones el terreno es considerado factor de zona 2 (figura N°1) Norma técnica de edificaciones 2018 Norma técnica E.030 como suelos intermedios S<sub>2</sub>. A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte  $V_s$ , entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

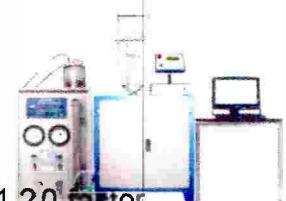
Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT  $N_{60}$ , entre 15 y 50. - Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada  $S_u$ , entre 50 kPa (0,5 kg/cm<sup>2</sup>) y 100 kPa (1 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

Considerando los párrafos anteriores la zona de estudio corresponden los siguientes parámetros: Factor de zona S<sub>2</sub>, Perfil de suelo intermedios.





# MACE MULTISERVICIOS E.I.R.L



Período predominante  $T_p = 0.6\text{seg}$ , Factor de amplificación  $S = 1.20$  factor de uso (Factor U) 1.5 referencia Tabla N° 3,4 y 5 Norma técnica de edificaciones E.030 diseño sismoresistente.



Figura N° 02: Imagen extraída de Google Earth

