



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Análisis del comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Rodríguez Peláez, Víctor Jesús (<https://orcid.org/0000-0002-6611-0777>)

**ASESORA:**

Dra. Arriola Moscoso, Cecilia (<https://orcid.org/0000-0003-2497-294X>)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA - PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

Este proyecto de investigación está dedicado a Dios quien me dio la vida y me está guiando siempre. A mis padres, hermanos, porque sin ellos esto no hubiese sido posible y el apoyo incondicional que me brindaron para culminar mi carrera profesional.



## **AGRADECIMIENTO**

Doy gracias a Dios por la vida de mis padres, porque cada día él bendice mi vida con las personas que me quieren, y a las personas que más quiero, agradezco a mis padres por los consejos que siempre me han brindado, los abrazos que me han dado cuando más los necesitaba.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	14
3.2 Variables y operacionalización.....	15
3.3 Población, muestra y muestreo.....	16
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5 Procedimientos.....	18
3.6 Método de análisis de datos.....	19
3.7 Aspectos éticos.....	19
IV. RESULTADOS.....	20
V. DISCUSIÓN.....	38
VI. CONCLUSIONES.....	40
VII. RECOMENDACIONES.....	42
REFERENCIAS.....	43
ANEXOS.....	47

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores de capacidad de carga según Terzaghi .....	10
Tabla 2. Operacionalización de las variables.....	15
Tabla 3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	17
Tabla 4. Escala de coeficiente Kappa.....	18
Tabla 5. Resultados de las fuerzas cortantes de la base mínima. ....	22
Tabla 6. Modos de vibración y masa participativa.....	23
Tabla 7. Parámetros sísmicos de la norma E030 .....	23
Tabla 8. Deriva en x .....	23
Tabla 9. Deriva en y.....	23
Tabla 10. Verificación torsional de la Dirección en x.....	24
Tabla 11. Verificación torsional de la Dirección en y.....	24
Tabla 12. Peso Total .....	24
Tabla 13. Capacidad portante del suelo .....	25
Tabla 14. Influencia de nivel freático.....	26
Tabla 15. Presiones .....	26
Tabla 16. Momento máximo de las cimentaciones.....	27
Tabla 17. Asentamiento por carga de servicio .....	28
Tabla 18. Asentamiento por carga de servicio mas sismo.....	28
Tabla 19. Cortante máximo de la zapata corrida y losa de cimentación.....	29
Tabla 20. Cortante máximo del pilote.....	29
Tabla 21. Acero mínimo y máximo.....	30
Tabla 22. Capacidad portante del suelo de tres tipos de cimentación .....	31
Tabla 23. Influencia de nivel freático de los tres tipos de cimentaciones.....	32
Tabla 24. Presiones de dos tipos de cimentaciones en kg/cm <sup>2</sup> .....	33
Tabla 25. Presión de un tipo de cimentación en Tn.....	33
Tabla 26. Combinaciones de carga de tres tipos de cimentaciones.....	34
Tabla 27. Asentamiento de dos tipos de cimentaciones.....	34
Tabla 28. Asentamiento de un tipo de cimentaciones.....	35
Tabla 29. Cortante máximo de dos tipos de cimentaciones.....	36
Tabla 30. Cortante máximo de un tipo de cimentación.....	36
Tabla 31. Acero de los tres tipos de cimentación.....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gráfica para determinar valores de $N_c, N_q, N_\gamma$ .....	10
Figura 2. Esquema de diseño.....	14
Figura 3. Esquema de planta típica del pabellón 1.....	16
Figura 4. Plano de Ubicación de la zona de estudio.....	20
Figura 5. Zona de estudio.....	20
Figura 6. Codificación para control por punzonamiento y corte en el eje Y.....	21
Figura 7. Codificación para control por punzonamiento y corte en el eje X.....	21
Figura 8. Modelo tridimensional del colegio José Olaya Balandra.....	22
Figura 9. Capacidad portante del suelo.....	25
Figura 10. Influencia de nivel freático.....	26
Figura 11. Presiones.....	27
Figura 12. Combinaciones de cargas.....	27
Figura 13. Asentamiento por carga de servicio y sismo.....	28
Figura 14. Cortante.....	29
Figura 15. Flexión.....	30
Figura 16. Capacidad portante del suelo de tres tipos de cimentación.....	31
Figura 17. Influencia de nivel freático de los tres tipos de cimentaciones.....	32
Figura 18. Presiones de tres tipos de cimentaciones.....	33
Figura 19. Combinaciones de carga de tres tipos de cimentaciones.....	34
Figura 20. Asentamiento de los tres tipos de cimentaciones.....	35
Figura 21. Cortante máxima de tres tipos de cimentaciones.....	36
Figura 22. Acero de los tres tipos de cimentaciones.....	37

## RESUMEN

En la actualidad existen lugares donde se desean construir edificaciones, pero su capacidad portante del suelo es mínima o existe influencia de nivel freático, esto es un problema grave ya que si ocurre un sismo causaría un asentamiento en la edificación construida. El objetivo de esta investigación es analizar el comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya. Se realizó un reconocimiento del lugar, para luego realizar una excavación, así calcular la capacidad portante, después de obtener estos datos y utilizar los planos estructurales, se procedió a modelar en el programa Etabs 2016, una vez obtenido todas las cargas se exporto al programa SAFE 2016 para analizar el comportamiento de cada cimentación. Esta investigación es de tipo aplicada, el diseño es Experimental - Cuasi Experimental, nivel correlacional, enfoque cuantitativo, tipo de método de muestreo no probabilístico y la muestra es el módulo 1 del colegio José Olaya. La capacidad portante del suelo disminuye con presencia de nivel freático. Los resultados revelan que el diseño de pilotes presenta un mayor asentamiento. La cortante máxima en el diseño de la zapata corrida sobrepasa la cortante permisible y el concreto no resiste.

Palabras clave: comportamiento sísmico, nivel freático, concreto.

## **ABSTRACT**

At present there are places where you want to build buildings, but their bearing capacity of the soil is minimal or there is influence of the water table, this is a serious problem since if an earthquake occurs it would cause a settlement in the built building. The objective of this research is to analyze the structural seismic behavior with different types of foundations and the presence of a water table at the José Olaya school. A reconnaissance of the place was carried out, and then an excavation was carried out, thus calculating the bearing capacity, after obtaining these data and using the structural plans, we proceeded to model in the Etabs 2016 program, once all the loads were obtained, it was exported to the program SAFE 2016 to analyze the behavior of each foundation. This research is of an applied type, the design is Experimental - Quasi Experimental, correlational level, quantitative approach, type of non-probabilistic sampling method and the sample is module 1 of the José Olaya school. The bearing capacity of the soil decreases with the presence of a water table. The results reveal that the pile design presents a higher settlement. The maximum shear in the design of the running footing exceeds the allowable shear and the concrete does not resist.

Keywords: seismic behavior, water table, concrete.

## I. INTRODUCCIÓN

Es perceptible, para que una estructura presente una seguridad y comportamiento moderado se debe contar con una cimentación apropiada; esta investigación consiste en analizar el comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021. Se realizó un estudio de suelos obteniendo como resultado la carga admisible del suelo con un valor de  $0.96 \text{ kg/cm}^2$  y el tipo de suelo es blando, en el reglamento Nacional de Edificaciones; el artículo 47.-cimentaciones sobre suelos flexibles o baja capacidad portante nos dice que para suelos de capacidad portante menor a  $1.50 \text{ kg/cm}^2$ , se provee vigas de dimensiones en ambas direcciones<sup>1</sup>.

Se realizó un potencial de licuefacción para detectar el nivel freático, dando como resultado severo-moderado, en la cimentación existe influencia de nivel freático, para poder estabilizar los terrenos con suelos flexibles se propuso soluciones, ya que, si ocurre un sismo, el nivel freático se elevará y ocurrirá un asentamiento a largo plazo en la estructura.

A nivel internacional; "los científicos que estudiaron la falla bajo la ciudad española de Lorca llegaron a la conclusión de que la extracción de aguas subterráneas tuvo que ver con el terremoto que dejó nueve muertos y grandes daños en esa localidad [...] "[2]. Se debe de realizar un estudio de suelos para identificar si el lugar contiene licuefacción o son de suelos blandos y poder construir adecuadamente.

A nivel nacional; un sismo ocurrido en Perú, el 15 de agosto del 2007 se ha originado graves daños debido al desarrollo del fenómeno de licuación en extensas áreas industriales y de vivienda, en suelos arenosos saturados, además existe una disminución de la capacidad portante en la cimentación; las posibles soluciones que se ha encontrado será realizar un mejoramiento de cimentaciones cambiando las zapatas aisladas por plateas, otras soluciones serían pilotes, pilares o plateas de fundación<sup>3</sup>. Como alternativas de esta problemática se planteó analizar el comportamiento sísmico estructural de las cimentaciones profundas y superficiales, como la losa de cimentación, los pilotes y zapatas corridas en cual se tuvo como resultado ver en cuanto mejora cada diseño de la estructura y su eficiencia. Es por ello que en la actual investigación se ha planteado el siguiente problema general:

¿cuál es el comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021? Asimismo, los Problemas específicos: ¿Cuál es la capacidad portante del suelo con presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021?, ¿Cuál es la respuesta sísmica con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021?, ¿Los esfuerzos principales con diferentes tipos de cimentaciones permite elegir un adecuado sistema estructural y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021?.

Justificación teórica: Esta investigación ayuda a las personas que tienen falta de conocimiento sobre los tipos de cimentaciones con presencia de nivel freático para una edificación de tipo educacional en Cañete; además el no realizar un estudio de suelos presenta un impacto negativo en las estructuras, lo cual genera muchas pérdidas económicas.

Justificación metodológica: La meta de dicha investigación es la comparación de los diferentes tipos de cimentaciones superficiales y profundas, además se presenta la propuesta más eficiente para el uso de las cimentaciones con presencia de nivel freático.

Justificación social: Esta investigación busca beneficiar a los ciudadanos que deseen construir una edificación en el distrito de Cañete de una cimentación con presencia de nivel freático; se plantea aumentar la seguridad y la protección de las personas en sus viviendas, centros educativos, entre otros; frente a un sismo que pueda ocurrir.

Justificación ambiental: Saber la capacidad portante del suelo ayudará a la sociedad a construir de forma más segura dado que la mayoría de personas desconocen de las consecuencias del nivel freático, donde implica riesgos en las edificaciones y también a las personas que habiten ese lugar. Se crea un problema cuando el suelo es escaso y uno de ellos puede ser causado por el nivel freático; Este fenómeno tiende a alterar las propiedades del suelo provocando exacerbaciones.

Objetivo general: Analizar el comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete,



2021. Asimismo, los Objetivos específicos: Determinar la capacidad portante del suelo con presencia del nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021. Determinar la respuesta sísmica con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021. Determinar los esfuerzos principales con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático para elegir un adecuado sistema estructural del colegio José Olaya, Cañete-2021.

Hipótesis general: El comportamiento sísmico estructural mejora con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete, 2021; Asimismo, las Hipótesis específicas: La capacidad portante del suelo disminuye con presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021. La respuesta sísmica con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático puede resistir la fuerza de un sismo máximo del colegio José Olaya, Cañete-2021. Al comparar los esfuerzos principales con diferentes tipos de cimentaciones permite elegir un adecuado sistema estructural y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021.

## II. MARCO TEÓRICO

Costa (2019), teniendo como objetivo elaborar un informe sobre la respuesta sísmica del edificio Antígona en Viña del Mar sujeto a diversos eventos sísmicos, además este trabajo consiste en estudiar todas las características dinámicas de dicha estructura y a la vez los múltiples eventos de los sismos<sup>4</sup>.

Camacho y Mediavilla (2019), teniendo como objetivo realizar el diseño y modelamiento matricial de los pilotes y pilas en la cual en dicho informe se tiene el estudio de suelos, la memoria técnica, los planos; el estudio de suelos no dice que el lugar no es apropiado para una cimentación superficial y lo que se propone es el uso de pilotes; los resultados de acuerdo con las reglas de AASHTO LRFD 2014 y ACI 318-14, recordando el diseño geotécnico y la ingeniería estructural de la superestructura, la estructura del pilote se puede calcular con el modelo matricial. Finalmente, terminado se hizo el modelamiento estructural para comparar el modelo matricial<sup>5</sup>.

Andino y Bedón (2019), teniendo como objetivo la evaluación de daño estructural de un grupo de viviendas en la zona "Garrochal" por hundimiento por suelo suelto, en el que se señalan diversas fallas de ventanas verticales, horizontales, diagonales, rotadas e inclinadas. Se caracterizan por ser propensos a los terremotos. El resultado se basa en una cimentación y un sistema estructural que funciona bien en suelos sueltos (turba). El objetivo es brindar soluciones constructivas en áreas con características similares<sup>6</sup>.

Padilla (2019), teniendo como objetivo realizar el diseño estructural de una platea de cimentación para un edificio típico; para el diseño de cimentación se va a requerir parámetros del suelo donde se estudiará el tipo de suelo en los laboratorios adecuados; como resultados se realizaron estudios de suelos; un diseño de cálculo para la platea de cimentación en donde se obtiene las dimensiones de dicha estructura<sup>7</sup>.

Velásquez (2018), teniendo como objetivo estudiar el comportamiento de cuatro tipos de cimentaciones en la cuales son la zapata conectada, aislada, combinada y losa de cimentación; este estudio busca analizar las reacciones de cada

cimentación, además que tipo se comporta mejor ante las cargas de servicio; también se propone realizar un modelamiento en el software SAFE 2016 versión 16.0.1; al realizar el metrado en la cimentación se va a conocer cuál es más eficiente; los resultados obtenidos nos dicen que la cimentación más eficiente es la zapata conectada, además tiene un comportamiento adecuado para la institución educativa y es económica<sup>8</sup>.

Vidal y Roa (2019), teniendo como objetivo buscar una solución más económica en la elaboración de dicha cimentación para la construcción del edificio, cuando se realizó el estudio de suelos no dice que el terreno es de baja capacidad portante que equivale a 1.00kg/cm<sup>2</sup>; además se realizó el modelamiento en el software ETABS 2016 v16.2.1, de acuerdo a los requerimientos mínimos que exige la norma, se propuso dos soluciones la primera por cimentaciones superficiales y la segunda por una cimentación profunda que es la losa; para averiguar su dimensión se estudió con el software SAFE 2016 v16.0.2, se realizó estudios de metrados, obteniéndose como resultado la cimentación más apropiada y económica, es la losa de cimentación<sup>9</sup>.

Gómez (2010), This work covers the construction of reinforced concrete structures including foundations, pedestals, beams, mezzanines and columns, simulating individual events as a planning, redesign and analysis tool. This model works through an interface between macros developed in Visual Basic and Microsoft Excel, allowing users to easily enter input data (project start date, incoming materials, etc.). The monitoring of the operational phases, the use of resources and the consumption of materials is simulated<sup>10</sup>. [Este trabajo abarca la construcción de estructuras de hormigón armado incluyendo cimentaciones, pedestales, vigas, entresijos y columnas, simulando eventos individuales como herramienta de planificación, rediseño y análisis. Este modelo funciona a través de una interfaz entre macros desarrolladas en Visual Basic y Microsoft Excel, lo que permite a los usuarios ingresar fácilmente los datos de entrada. Se simula el seguimiento de las fases operativas, el uso de recursos y el consumo de materiales].

Ibáñez (2017), The use of foundation plates in combination with piles forms the basis of easily deformable soils subject to high loads. It is very important during the design process to estimate the settlement that will be generated and recommend

the number of piles to ensure that the allowable load and settlement criteria are met. The experimental results show that as the depth of the foundation increases, it begins to act as a compensating foundation and the total settlement decreases. This task displays the results obtained with a professional computer program and a spreadsheet program programmed in MathCad to determine the estimated load curve. The effect of the depth of the foundation on the reduction of the settlement of the floating pile foundation is shown<sup>11</sup>. [El uso de placas de cimentación en combinación con pilotes forma la base de suelos fácilmente deformables sujetos a grandes cargas. Es muy importante durante el proceso de diseño estimar el asentamiento que se generará y recomendar el número de pilotes para asegurar que se cumplan los criterios de asentamiento y carga permisibles. Los resultados experimentales muestran que a medida que aumenta la profundidad de la cimentación, comienza a actuar como cimentación compensadora y el asentamiento total disminuye. Esta tarea muestra los resultados obtenidos con un programa informático profesional y un programa de hoja de cálculo programado en MathCad para determinar la curva de carga estimada. Se muestra el efecto de la profundidad de la cimentación sobre la reducción del asentamiento de la cimentación flotante por pilote].

Tena (2017), According to official statistics from the Mexican government, the earthquake of April 4, 2010 damaged more than 3,000 homes. The Mexican National Disaster Fund (FONDEN) donated P12.1 million to help those directly affected by the disaster. According to official statistics from the Mexican government, the earthquake of April 4, 2010 damaged more than 3,000 homes. The National Disaster Fund of Mexico (FONDEN) donated 112.1 million pesos to help those directly affected. The Baja California government has granted a subsidy of 82.1 million pesos<sup>12</sup>. [El Fondo Nacional Mexicano para Desastres (FONDEN) donó P12.1 millones para ayudar a los afectados directamente por el desastre. Según estadísticas oficiales del gobierno mexicano, el terremoto del 4 de abril de 2010 dañó más de 3,000 viviendas. El Fondo Nacional de Desastres de México (FONDEN) donó 112.1 millones de pesos para ayudar a los directamente afectados. El gobierno de Baja California ha otorgado un subsidio de 82.1 millones de pesos].

Oviedo y Duque (2017), cuyo objetivo fue realizar una presentación de balance de energía en un sistema estructural, nos indica los diferentes tipos de energía y a la vez las regiones para el control de respuesta, además se publican ejemplos sobre los tipos de dispositivos más usados en el mundo que poder controlar la respuesta sísmica<sup>13</sup>.

Fernández, Hernández, Loeza y González (2020), cuyo objetivo fue lograr el comportamiento de las estructuras que se encuentren de forma inelástica este estable en un punto crítico, para poder lograr esto las cimentaciones deben transmitir sus fuerzas durante el proceso, además se realizan investigaciones de acciones máximas de una superestructura. Las alternativas para el cálculo es un análisis no lineal, además nos dice que la magnitud de estas acciones máximas está ligada con la sobre resistencia del Sistema<sup>14</sup>.

Rodríguez y Montes (2015), cuyo objetivo es el estudio y efecto de la cimentación en la cual analiza el comportamiento sísmico en la edificación, además con un registro sísmico en la ciudad de México se estudiará los parámetros. Los resultados nos dicen que la respuesta inelástica en las edificaciones sobre una base flexible, se pueden evaluar tanto sobre una base rígida<sup>15</sup>.

Como bases teóricas se tuvo lo siguiente, la cimentación en sí es la conexión entre la superestructura y el suelo, por lo que estos son los elementos básicos. Es un proceso de formación durante muchos siglos. Su función es transmitir al suelo la carga de un edificio o un elemento que sostiene. Distribuirlos para no exceder la presión permitida o crear una carga superficial<sup>16</sup>. Es la parte de la estructura que se encarga de transmitir la carga del edificio al suelo que llamamos nuestra cimentación.

Esto afecta el peso y la apariencia de las estructuras del techo o cargas de manera significativa, como la generación de viento en las superficies en contacto con ellas. Una buena base puede prevenir cambios dañinos como hundimientos, grietas y la inclinación de una estructura<sup>17</sup>.

Cimentación superficiales o directas: Esta cimentación superficial se va apoyar en las capas del suelo y su función será soportar todas las cargas de la ampliación de

base y se va a considerar una cimentación superficial cuando se encuentre a una profundidad de 50 centímetros hasta los 3 metros<sup>18</sup>.

Zapatas corridas: Las zapatas combinadas son de tipo de cimentación superficial y su forma es rectangular; se utilizan cuando las columnas se encuentran cercanas con cimientos cuadrados en la cual se unen para dar su forma rectangular<sup>18</sup>.

Por lo general, las zapatas corridas se utilizan para cimentar muros de carga o columnas. Estructuralmente actúan como vigas flotantes sometidas a cargas lineales o puntuales<sup>19</sup>.

Losa de cimentación: La losa de cimentación se utiliza en una edificación de varios pisos y también cuando existe una baja capacidad portante del suelo, además distribuye sus esfuerzos uniformemente y presenta muchas ventajas como la rapidez de ejecución y su bajo costo<sup>20</sup>.

Para este tipo de plataforma, es importante tener en cuenta la siguiente recomendación para asegurar un buen comportamiento:<sup>21</sup>.

El centro de gravedad de la losa debe estar muy cerca del punto de aplicación de la carga mixta, para que no exista excentricidad, es decir, la estructura no se encuentre volcada permanentemente. Si esto no es posible, debe tenerse en cuenta el efecto de la tensión diferencial a largo plazo<sup>21</sup>.

Cimentaciones Profundas: Una cimentación profunda es un elemento estructural de acero, hormigón o madera. Su costo es más alto que el de las cimentaciones superficiales, pero cuando se requiere se debe usar cimientos profundos para garantizar la seguridad de la estructura<sup>22</sup>.

Pilotes: Son elementos constructivos que se utilizan para la cimentación; estos pilotes de hormigón se utilizan ampliamente en la industria de la construcción debido a su capacidad de carga y costo. Los pilotes de hormigón generalmente tienen especificaciones tales como un pandeo de 8 pulgadas o más y una resistencia de 280 kg / cm<sup>2</sup> a más<sup>23</sup>.

Análisis estructural: Analiza los elementos estructurales individuales y las fuerzas que actúan, las cuales son los esfuerzos, cortantes y momentos flectores, las reacciones y deflexiones<sup>24</sup>.

Cortante: Es un esfuerzo que crea fuerzas perpendiculares al eje longitudinal del elemento; aplicado en direcciones opuestas casi en la misma vertical, que tienden a cortarlo<sup>25</sup>.

Combinación de carga: Las combinaciones de carga creadas automáticamente son exclusivamente el resultado de la definición de expresiones de combinación. Por lo tanto, es posible que se creen dos combinaciones de carga de acuerdo con diferentes expresiones de combinación, pero que contengan las mismas clases de carga con los mismos factores<sup>26</sup>.

Flexión: Es la fuerza producida por la acción de fuerzas perpendiculares al eje principal del elemento que tiende a deformarlo. La flexión crea una compresión en la parte cóncava del elemento y fuerza de tracción en la convexa opuesta<sup>26</sup>.

Asentamiento: Las cargas transferidas desde la cimentación al suelo provocan una deformación, como hundimientos, desplazamientos horizontales y rotaciones de la estructura que, de ser demasiado grandes, pueden provocar fisuras, fisuras u otras patologías<sup>27</sup>.

Capacidad portante del suelo: Tiene la función de soportar una estructura y las presiones que genere dicha estructura<sup>28</sup>.

Metodología de Karl Terzaghi (1943) Propuso una teoría que aplica los resultados de la mecánica continua del suelo para evaluar la capacidad de carga última de cimentaciones superficiales. Según esta teoría, si el fondo de la cimentación ( $B$ ) es mayor o igual que la distancia vertical entre los suelos naturales (profundidad del pilar) ( $Df$ ) y la parte inferior de la cimentación ( $B$ ), la cimentación será poco profunda<sup>29</sup>. Sin embargo, con el tiempo, otros investigadores han declarado que consideran una cimentación superficial, si la profundidad ( $Df$ ) es de tres a cuatro veces el ancho de los cimientos<sup>22</sup>.

Terzaghi también considera solo por debajo de este nivel e ignora la resistencia al esfuerzo cortante en el nivel meridiano de la base. Por lo tanto, el suelo del piso de cimentación se puede representar por sobrecarga  $q = \gamma \cdot Df$  actuante en un plano horizontal, donde ( $\gamma$ ) es la gravedad específica del suelo<sup>30</sup>.

La siguiente ecuación expresó Terzaghi:

$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$$

Ecuación 1

Dónde:

- $c$ : Cohesión del suelo
- $\gamma$ : Peso específico del suelo
- $Df$ : Profundidad de desplante de la cimentación
- $q$ :  $\gamma \cdot Df$  = sobrecarga efectiva
- $B$ : Ancho del cimiento
- $N_c$ : Factor de capacidad de carga debido a la cohesión

Terzaghi determinó los factores de carga  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$  mediante el método de espiral logarítmica, como se muestra en la Figura 1.

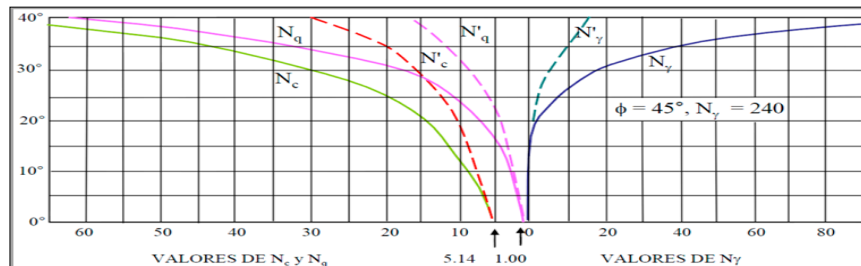


Figura 1. Gráfica para determinar valores de  $N_c, N_q, N_\gamma$

Fuente: Recuperado de Propuesta de Diseño para una Zapata Aislada

A partir de la curva que se muestra en la Figura 1, Terzaghi obtuvo los valores  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$  que se muestran en la (Tabla 1) en el rango de  $\phi$  0 ° a 50 °.

Tabla 1. Factores de capacidad de carga según Terzaghi

$\phi$ (grados)	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$K_{py}$
0	5.7	1	0.0	10.8
5	7.3	1.6	0.5	12.2
10	9.6	2.7	1.2	14.7
15	12.9	4.4	2.5	18.6
20	17.7	7.4	5.0	25.0
25	25.1	12.7	9.7	35.0
30	37.2	22.5	19.7	52.0
34	52.6	36.5	36.0	
35	57.8	41.4	42.4	82.0
40	95.6	81.3	100.4	141.0
45	172.3	173.3	297.5	298.0
50	258.3	287.9	780.1	
55	347.5	415.1	1153.2	800.0

Fuente: Según Terzaghi



De forma complementaria, Prandtl (1921) y Reissner (1924) desarrollan ecuaciones que permiten realizar cálculos de carga  $N_c$  y  $N_q$  a partir de las funciones de tensión de Airy, como se muestra en las Ecuaciones 2 y 3.

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

Ecuación 2

$$N_q = \frac{e^2 \left( \frac{3\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) \tan\phi}{2 \cos^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)}$$

Ecuación 3

Por otro lado, Karl Terzaghi (1948), quien utilizó el equilibrio límite, propuso la siguiente fórmula para calcular la siguiente capacidad de carga  $N_\gamma$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left( \frac{k_{p\gamma}}{\cos^2\phi} - 1 \right) \tan\phi$$

Ecuación 4

Sin embargo, como se muestra en la Tabla 1, la función matemática de  $K_{p\gamma}$  no se explica claramente porque solo da un valor en función del ángulo de fricción  $\phi$ .

Mientras Husain propuso una ecuación para hallar el coeficiente pasivo  $K_{p\gamma}$  que sea más exacta a las ecuaciones de Terzaghi en la Tabla 1.

$$K_{p\gamma} = \frac{3 \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{33} \right)}{2}$$

Ecuación 5

Usando un modelo aproximado, puede calcular su coeficiente  $N_\gamma$  proponiendo otra ecuación, que no incluye el coeficiente  $K_{p\gamma}$  que se base solo en el ángulo de fricción  $\phi$ <sup>31</sup>. La fórmula propuesta se describe en la siguiente fórmula.

$$N_\gamma = \frac{2(N_q - 1) \tan\phi}{1 + 0.4 (\sin 4\phi)}$$

Ecuación 6

Caquot & Kérisel (1953) presentan la siguiente ecuación fundamentado en su método.

$$N_\gamma = [1.413 \tan^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \tan\phi} + 1.794] \tan 1.27\phi$$

Ecuación 7

Se utilizará esta ecuación para las cimentaciones que presenten fallas:

$$q_u = \frac{2}{3}cN'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$$

Ecuación 8

$N'_c$ ,  $N'_q$ ,  $N'_\gamma$  son factores de capacidad de carga modificada. Estos factores se calculan utilizando el nuevo valor de  $\phi$  que se muestra en la siguiente fórmula:

$$\phi' = \tan^{-1}\left(\frac{2}{3}\tan\phi\right)$$

Ecuación 9

Nivel freático: Es la acumulación de agua subterránea que se encuentra en una escasa profundidad bajo el suelo, esto causa muchos problemas para las construcciones de edificaciones<sup>32</sup>.

Potencial de Licuefacción: El potencial de licuefacción se evalúa de acuerdo con la nueva correlación de licuefacción del suelo presentada por Cetin y Der Kiureghian<sup>33</sup>. Estas relaciones utilizan un procedimiento similar que elimina parte del sesgo inherente a los métodos anteriores, pero reduce significativamente la incertidumbre y la varianza de los resultados.

Determinación de la capacidad de carga de pilotes Método AASHTO-LRFD-FHWA: La capacidad portante de pilotes en suelos finos, ya sea arcillosos o limosos, se aplica de acuerdo con las recomendaciones de AASHTO LRFD y FHWA, en la ecuación 10, se determina utilizando la metodología de  $\alpha$  descrita a continuación<sup>34</sup>.

$$R_{SN} = \pi B \Delta z f_{SN} = \pi B \Delta z (\alpha s_u)_1$$

Ecuación 10

Dónde:

$R_{SN}$ =Resistencia lateral nominal.

$B$ =Diámetro del eje.

$\Delta Z$ =Espesor de la capa de suelo sobre la que se calcula la resistencia.

$S_u$ =Resistencia media al corte sin drenaje en el intervalo de profundidad.

$\alpha$ =Coeficiente que relaciona la resistencia del lado de la unidad con la resistencia al corte sin drenaje (de ahí el término método alfa).

$f_{SN}$ =Resistencia nominal del lado de la unidad.

La teoría de la capacidad de carga aplicada al caso de un fundamento profundo que se apoya en un suelo cohesivo, en términos de análisis de tensión total, produce la siguiente expresión aproximada que es suficiente para diseñar.

Para determinar la capacidad punta para pilotes en suelos cohesivos según la AASHTO LRFD y la FHWA se aplica la ecuación 11.

$$q_{BN} = N_c^* s_u$$

Ecuación 11

Dónde:

$N_c$ = Capacidad de carga, el coeficiente varía el valor que se propone es 9.

$S_u$ = Factor de resistencia al corte sin drenaje medio del suelo cohesivo sobre una profundidad de  $2b$  por debajo de la base.

La capacidad de carga última de un pilote está compuesta por la resistencia a la fricción y la resistencia en la punta, estas dos se suman y se dividen entre un factor de seguridad.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

##### Tipo de Investigación

Esta investigación es de tipo aplicada, también conocida como práctica experiencial activa o dinámica, se basa en la exploración y su contribución figurativa al diseño. Su propósito específico es utilizar la teoría existente en el desarrollo de estándares y procedimientos para monitorear la situación o procedimientos<sup>35</sup>.

##### Diseño de Investigación

"A pesar de no tener un control total de todas las variables intervinientes, son útiles para las investigaciones sociales y educativas [...] "[36]. El diseño es Experimental - Cuasi Experimental ya que se manipula una o más variables para analizar la influencia de ésta sobre otras.

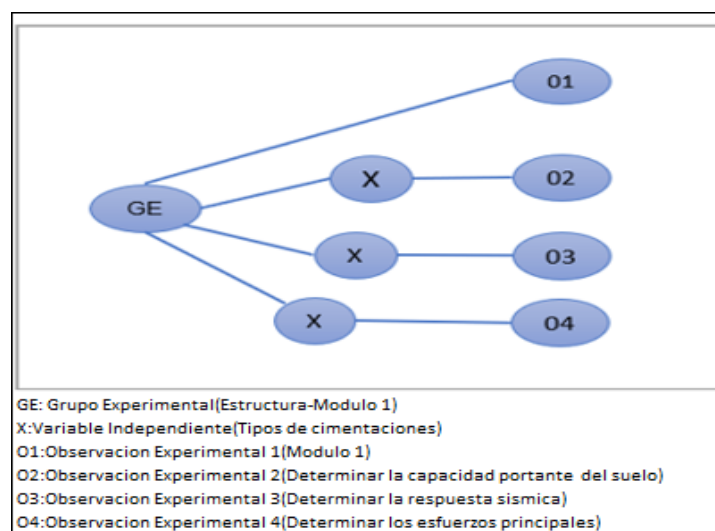


Figura 2. Esquema de diseño.  
Fuente: Elaboración propia.

##### Nivel

"Un diseño de investigación correlacional mide una relación entre dos variables sin que el investigador controle ninguna de ellas [...] "[37]. El propósito es vincular variables que se sospechan estar interrelacionados para saber cómo se puede comportar una variable. Esta investigación se declaró correlativa ya que se realizó el modelamiento de la estructura con diferentes tipos cimentaciones realizando comparación de los resultados obtenidos, para así determinar la relación que existe entre ellos.

## Enfoque

El enfoque es cuantitativo ya que usa la recolección de datos para experimentar la hipótesis, con base estadística y numérica<sup>38</sup>. Es una investigación cuantitativa ya que las hipótesis que se van a formular a partir de un proceso deductivo se probarán mediante un análisis estadístico cuantitativo y razonamiento.

## 3.2 Variables y Operacionalización

### Variable Independiente

Se denominan variables independientes cuando los investigadores controlan sus efectos para obtener los resultados de la variable dependiente mediante modificaciones<sup>39</sup>. En la investigación, la variable independiente será los tipos de cimentaciones. (Ver Anexo 1)

### Variable Dependiente

La variable dependiente es el resultado de los cambios realizados en la variable independiente<sup>39</sup>. En la investigación, la variable dependiente será el comportamiento sísmico estructural del colegio (Ver Anexo 1)

### Operacionalización de Variables

"Operacionalización de variable, cuando se describe o dar un concepto de una variable[...]"[38]. En la investigación se desarrolla una tabla de operacionalización donde se encuentra las definiciones de las variables, además se define como es el proceso del proyecto de investigación. (Ver Tabla 2)

**Tabla 2.** Operacionalización de variables

Variable de la investigación	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala	Metodología
Variable Independiente Tipos de cimentaciones	Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales de una estructura cuya misión es transmitir sus cargas o elementos apoyados en ella al suelo, distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales.	La cimentación de una estructura es aquello que la sustenta sobre el terreno. Generalmente está enterrada y transmite al terreno su propio peso y las cargas recibidas, de modo que la estructura que soporta sea estable, la presión transmitida sea menor a la admisible y los asentamientos se encuentren limitados	zapatas corridas	Forma rectangular	Razón	Tipo de Investigación: Investigación Aplicada Nivel de Investigación: Investigación correlacional Enfoque: Cuantitativo Diseño de investigación: El diseño es Experimental - Cuasi Experimental. Población: La población está compuesta por 10 módulos de la Institución Educativa N° 20131 José Olaya. Muestreo: La técnica de muestreo utilizada es la no probabilística. Muestra: La muestra es el módulo 1 de la Institución Educativa N.º 20131 José Olaya Balandra. Técnica: Observación Instrumentos de investigación: Fichas de recolección de datos Ficha de resultado de laboratorio
			Losa de cimentación	espesor uniforme	Razón	
			Pilotes	Diámetro de sección circular	Razón	
Variable dependiente Comportamiento sísmico estructural del colegio	El comportamiento sísmico de las estructuras de hormigón armado ha sido analizado e investigado más que cualquier otro tipo de material. Su rigidez puede ser utilizada para minimizar las deformaciones sísmicas y, por lo tanto, reducir el daño en los elementos estructurales y no estructurales.	El análisis sísmico de las estructuras se simplifica mediante la obtención de las acciones o fuerzas de proyecto a partir de espectros, evitando de esta forma la aplicación del análisis dinámico a sistemas de múltiples grados de libertad con los costos computacionales que este análisis implica	Estudio de suelos	Capacidad portante del suelo	Razón	
			Respuesta sísmica	Nivel freático	Razón	
				Presiones		
				Combinación de cargas		
				Asentamiento por carga de servicio y por sísmo		
Esfuerzos principales	Cortante	Razón				
	Flexión					

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3 Población, muestra y muestreo

#### Población

Esta es la suma de todos los elementos (unidades de análisis) pertenecientes a la región espacial en la que se está desarrollando el estudio<sup>40</sup>. El distrito de Cerro Azul cuenta con 8 instituciones educativas, incluidos los centros de educación primaria, secundaria, excluidas las universidades. La población está compuesta por 10 módulos de la Institución Educativa N° 20131 José Olaya Balandra el Distrito de Cerro Azul, Provincia de Cañete, Departamento de Lima.

#### Muestra

Es el conjunto de todos los factores (unidades de análisis) relacionados con el dominio espacial en el que tiene lugar la investigación y el desarrollo<sup>40</sup>. La muestra es el módulo 1 de la Institución Educativa N.º 20131 José Olaya Balandra.



Figura 3. Esquema de planta típica del Pabellón 1.

Fuente: Archivos de la Dirección Regional de Cañete.

#### Muestreo

Como tipo de método de muestreo no probabilístico, la elección del sujeto de investigación depende de las características y criterios específicos que el investigador debe considerar<sup>41</sup>. La técnica de muestreo utilizada es la no probabilística, ya que la muestra es el pabellón 1 de la Institución Educativa N° 20131 José Olaya Balandra y se analizara el comportamiento estructural con diferentes tipos de cimentaciones.

## Unidad de análisis

La unidad de análisis se considera la estructura del módulo 1 de la I. E. N° 20131 José Olaya Balandra en la cual estará compuesto por 2 bloques de aula y una escalera.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### Técnica de investigación

**Técnica de observación:** La observación es el uso sistemático de nuestros sentidos para captar la realidad que deseamos estudiar. El hombre capta la realidad que le rodea a través de sus sentidos y organiza intelectualmente esta realidad<sup>42</sup>. Esta técnica consiste en encontrar la información en el lugar de desarrollo del proyecto de investigación; además utilizar los datos que se obtuvieron en el laboratorio.

#### Instrumentos

"Se denomina al instrumento de investigación como las herramientas en las que se apoya el investigador para obtener respuesta al problema planteado[...]"[38]. Los instrumentos que se utilizaron son las fichas de recolección de datos y las fichas de resultado de laboratorio. (Ver Tabla 3).

**Tabla 3.** Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Descripción	Técnica	Instrumentos
Zapatillas Corridas	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Losa de cimentación	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Pilotes	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Estudio de Suelos	Observación Experimental	Ficha de resultado de laboratorio
Respuesta Sísmica	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Esfuerzos principales	Observación directa	Ficha de recolección de datos

Fuente: Elaboración propia.

#### Validez

La validez es el valor real de la herramienta de evaluación de variables probadas<sup>38</sup>. Este proyecto de investigación se evaluó por la experiencia de tres ingenieros civiles, expertos en construcción estructural (Ver Anexo 4) para obtener el resultado de coeficiente Kappa, dando como casi perfecta (valor=1), así mismo se aceptaron los instrumentos de recolección de datos, la formulación de los problemas y objetivos.

**Tabla 4.** *Escala de coeficiente Kappa*

<b>Coeficiente Kappa</b>	<b>Fuerza de concordancia</b>
0.00	Pobre
0.01-0.20	Leve
0.21-0.40	Aceptable
0.41-0.60	Moderada
0.61-0.80	Considerable
0.81-1.00	Casi perfecta

Fuente: Crespo y Koch,1997.

### **Confiabilidad**

La confiabilidad con la que el instrumento obtendrá resultados son consistentes<sup>38</sup>. La confiabilidad de la investigación actual será evaluada por los programas como el Etabs 2016 v16.2.1, AutoCAD, SAFE Y SAP 2000 en cual se obtuvo la licencia (Ver Anexo 9) y se utilizó el estudio de suelos (Ver Anexo 11).

### **3.5 Procedimientos**

Primeramente, se realizó una inspección y reconocimiento del lugar en el Módulo 1 de la Institución Educativa N° 20131 José Olaya. (Ver Anexo 7).

Se lleva a cabo la excavación de una calicata a una profundidad de 1.50 metros.

Se retira el material en la cual serán llevadas al laboratorio para sus respectivos ensayos, para así obtener la capacidad portante del suelo y además en campo se observó si existe presencia de nivel freático por lo que sería necesario realizar un estudio de licuefacción de suelos.

El diseño de planos se utilizó para la determinación del comportamiento estructural, se realizaron los planos estructurales del Módulo 1 de la Institución Educativa N° 20131 José Olaya Balandra para poder calcular la estructura con diferentes tipos de cimentaciones.

Se procedió a modelar el plano estructural en el programa Etabs 2016 v16.2.1, una vez obtenido todas las cargas se exporto al programa SAFE 2016 donde se realizó los cálculos apropiados para cada cimentación.

Finalmente, se encontró el tipo de cimentación más adecuada para dicha edificación.



### **3.6 Métodos de análisis de datos**

Estadística Descriptiva: Este estudio es descriptivo porque describe el comportamiento de la variable independiente; tipos de cimentaciones en la cual se analizará el comportamiento de cada uno, por medio de las operaciones matemáticas, se usara programas y software como: AutoCAD, Etabs, SAFE, SAP 2000; además se deberá tener en cuenta el cumplimiento del reglamento para el diseño de una Institución Educativa y así determinar las respuestas sísmicas y realizar el modelamiento estructural, que nos dará como resultado elegir un adecuada cimentación.

Estadística Inferencial: El desarrollo de esta investigación se basará en características importantes para obtener resultados más precisos del comportamiento de una estructura con diferentes tipos de cimentaciones para luego analizar y obtener conclusiones basadas en principios.

### **3.7 Aspectos éticos**

Los investigadores, así como otros expertos, se comprometen a respetar los derechos de propiedad intelectual resultantes y la confidencialidad de la información.

Este estudio respeta el aspecto ético, ya que es de gran valor. Se caracteriza por la honestidad y la paciencia familiar; gracias por ello, puedo decir que este estudio es único y honesto sobre los resultados obtenidos. Los elementos se toman de la propia institución, el apéndice que muestra esto se usa solo para este estudio. Siempre respeto las fuentes confiables, además mencione algunos de sus textos de propiedad intelectual y así poder contribuir a la investigación. Asimismo, debido a que este estudio ayuda a mejorar la Institución Educativa N° 20131 José Olaya Balandra, también se considera el compromiso de responsabilidad social.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Zona de estudio

#### Ubicación

La zona de estudio se encuentra precisamente a la altura del Km. 131 de la carretera Panamericana Sur, Provincia de Cañete, el Distrito de Cerro Azul (Ver Figura 4).

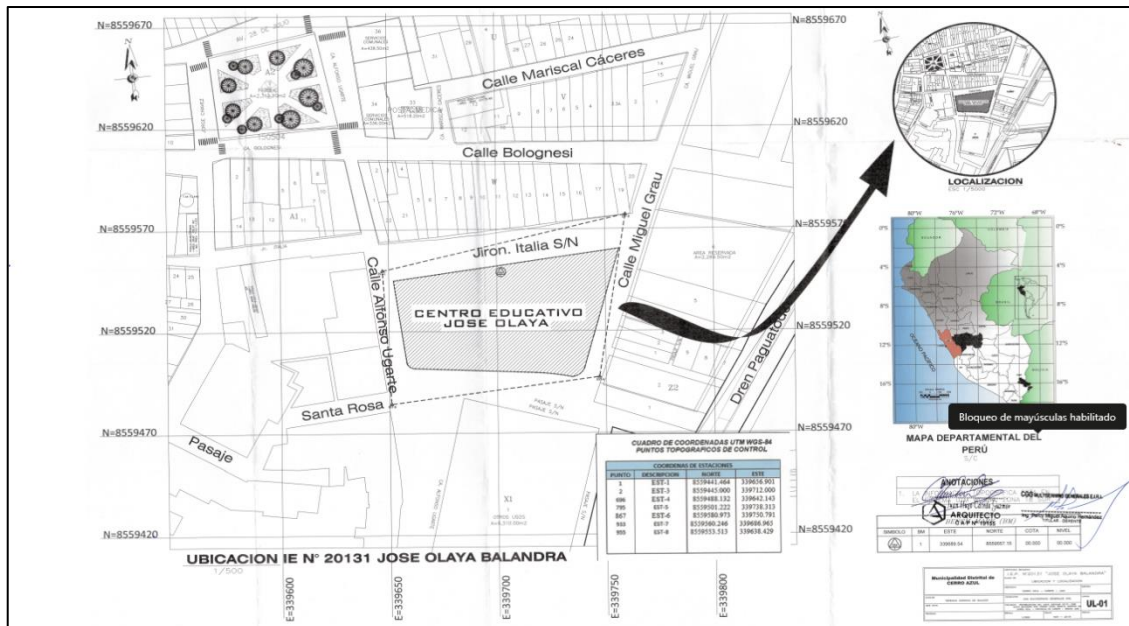


Figura 4. Plano de Ubicación de la zona de estudio

Fuente: Catastro de Distrito de Cerro Azul



Figura 5. Zona de estudio

Fuente: Elaboración Propia

## 4.2. Trabajos previos

### Consideraciones generales de diseño

El diseño estructural de edificación se presenta predominantemente planteada con una combinación entre elementos de concreto armado y elementos de albañilería confinada, se tomaron en cuenta las normas del RNE y las normativas extranjeras revisadas y aceptadas por normativas peruanas como el ACSI, ASTM y AWS. Los planos estructurales se presentan en el anexo 10 en la cual han sido firmados y sellados por la evaluación de un experto. Asimismo, la codificación generada se utilizó a lo largo del desarrollo como se muestra en las figuras 6 y 7, tienen 26 puntos de control para el recorte y 16 tiras de control para el recorte en el fondo, 11 en el eje x y 5 en el eje y.

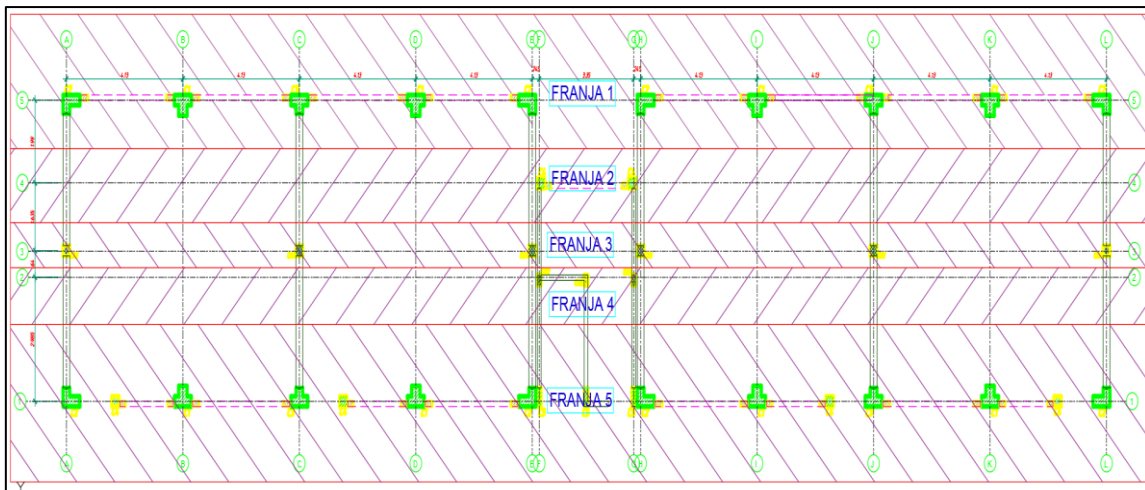


Figura 6. Codificación para control por punzonamiento y corte en el eje Y.  
Fuente: Elaboración Propia

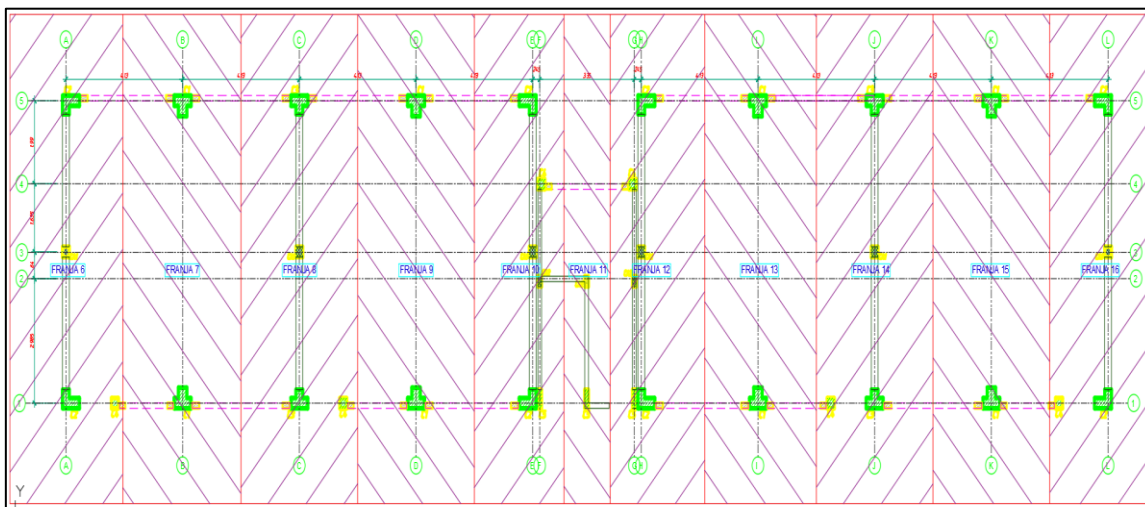


Figura 7. Codificación para control por punzonamiento y corte en el eje X.  
Fuente: Elaboración Propia

## Modelamiento base

### Aspectos éticos resultados del análisis lineal modal-espectral

Al modelar y analizar la estructura tanto para cargas gravitacionales como horizontales (terremotos), se utilizó el programa informático Etabs 2016 para el cálculo mixto en tres dimensiones. La disposición de los distintos tabiques fijos propició la aplicación directa de cargas de tipo distribuido y / o puntual, que se aplicaron a la estructura, con lo que se consiguió un comportamiento muy realista. A continuación, se van a mostrar los resultados del análisis lineal modal-espectral en la Institución Educativa N° 20131 José Olaya Balandra. El modelo de análisis lineal se muestra en la Figura 8.

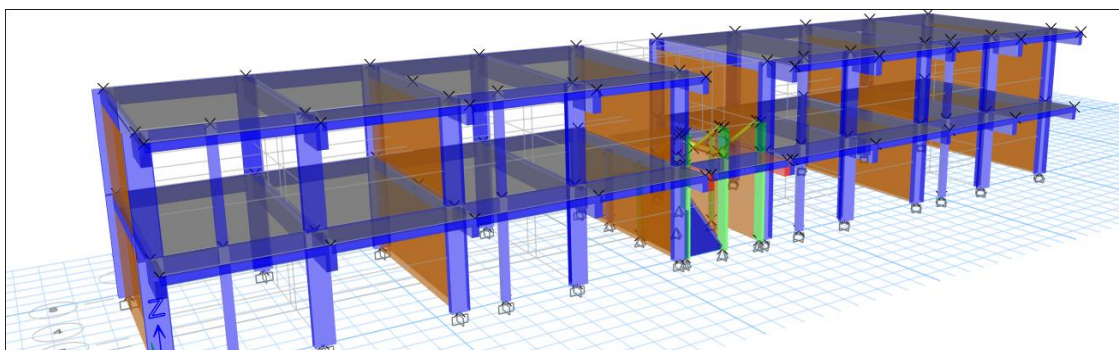


Figura 8. Modelo tridimensional del colegio José Olaya Balandra

Fuente: Elaboración Propia

### Resultados de las fuerzas cortantes de la base mínima

En la siguiente tabla 5 se muestran los resultados las fuerzas cortantes mínimas de la base de acuerdo de la norma técnica E.030, del artículo 29.4.

Tabla 5. Resultados de las fuerzas cortantes de la base mínima.

Caso de carga/Combo	Fx	Fy	Fz
	tonf	tonf	tonf
SESTX	-66.2619	0	0
SESTY	0	-176.6984	0
SDINX Max	59.6597	0.49	0
SDINY Max	1.1306	141.764	0

Fuente: Programa Etabs 2016.

### Análisis de los modos de vibración

Se realiza el análisis modal espectral con una combinación CQC de acuerdo a lo indicado por la norma técnica E.030 del artículo 29.1. En la Tabla 6 se muestran los parámetros modales de vibración del edificio donde se reconoce que los períodos principales de vibración son 0.262s en X y 0.085s en Y.

**Tabla 6.** Modos de vibración y masa participativa.

CASO	Mode	Periodo	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
		sec						
Modal	1	0.262	0.8933	0.000004397	0	0.8933	0.000004397	0
Modal	2	0.085	0.0004	0.9172	0	0.8937	0.9172	0
Modal	3	0.084	0.0942	0.0008	0	0.988	0.9179	0
Modal	4	0.082	0.012	0.0063	0	1	0.9243	0
Modal	5	0.033	0	0.0756	0	1	0.9998	0
Modal	6	0.032	0.00002178	0.0002	0	1	1	0

Fuente: Programa Etabs 2016.

### Parámetros sísmicos

Se tomo los siguientes parámetros sísmicos para la Institución Educativa N° 20131 José Olaya en la cual se muestran en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Parámetros sísmicos de la norma E030.

Parámetros	Datos
Z(g)	0.45
U	1.50
C	2.50
S	1.05
Rx, Ry	8 y 3

Fuente: Elaboración Propia.

### Control de desplazamiento y deriva

Luego del análisis realizado se muestra los resultados de los desplazamientos. Se aprecia que la edificación tiene un desplazamiento relativo aceptable en la dirección x (Ver Tabla 8), y también en la dirección Y (Ver Tabla 9).

**Tabla 8.** Deriva en x

PISO	Caso de carga /Combo	Dirección	Drift
PISO 2	DRIFTX Max	X	0.004664
PISO 1	DRIFTX Max	X	0.004628

Fuente: Programa Etabs 2016.

**Tabla 9.** Deriva en y

PISO	Caso de carga /Combo	Dirección	Drift
PISO 2	DRIFTY Max	Y	0.000422
PISO 1	DRIFTY Max	Y	0.000536

Fuente: Programa Etabs 2016.

### Verificación torsional de las direcciones

De acuerdo al artículo 21.1 de la norma técnica E.030, como se encuentra ubicado en la categoría A y zona 4, cuenta con una restricción que no se permite irregularidades, y de acuerdo al artículo 20 de la norma técnica E.030 control de irregularidades por altura y planta, se ha verificado la irregularidad torsional de la dirección en X que se muestra en la tabla 10 y en la dirección Y que se muestra en la tabla 11, cumpliendo que son menores que 1.3 y 1.5.

**Tabla 10.** Verificación torsional de la Dirección en x

Piso	Caso de carga/Combo	Item	Ratio
PISO 2	SDINX Max	Diaph D2 X	1.001
PISO 1	SDINX Max	Diaph D1 X	1.003

Fuente: Programa Etabs 2016

**Tabla 11.** Verificación torsional de la Dirección en y

Piso	Caso de carga/Combo	Item	Ratio
PISO 2	SDINY Max	Diaph D2 Y	1.08
PISO 1	SDINY Max	Diaph D1 Y	1.078

Fuente: Programa Etabs 2016.

### Peso total

El peso total de la estructura es la suma de los dos pisos, multiplicado por 9.8067. En la siguiente tabla 12 nos muestra las cargas.

**Tabla 12.** Peso total

Piso	Diaphragm	Mass X	Mass Y
		tonf-s <sup>2</sup> /m	tonf-s <sup>2</sup> /m
PISO 1	D1	16.91359	16.91359
PISO 2	D2	12.20677	12.20677

Fuente: Programa Etabs 2016

= (16.913+12.206) \*9.8067 =285.57 tn-f es el peso total del pabellón 1 de la Institución Educativa N° 20131 José Olaya Balandra.

### 4.3. Capacidad portante del suelo con presencia de nivel freático del colegio José Olaya

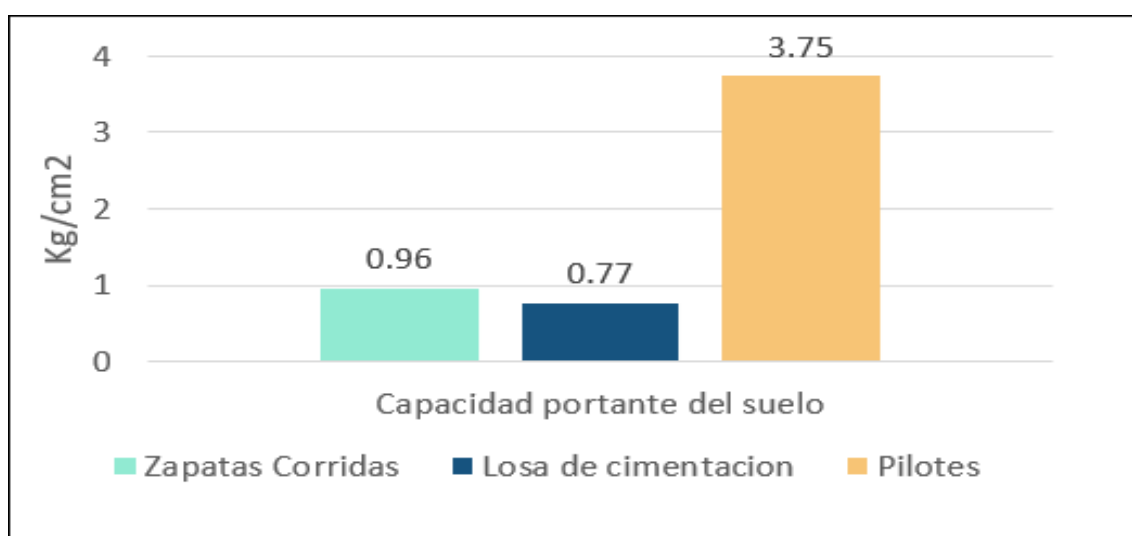
## Capacidad portante del suelo

Se realizó el estudio de suelos correspondiente, obteniendo la capacidad portante del suelo de los tres tipos de cimentaciones, en la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos.

**Tabla 13.** Capacidad portante del suelo.

	Capacidad portante del suelo
Zapatas corridas	0.96
Losa de cimentación	0.77
Pilotes	3.75

Fuente: Estudio de suelos



*Figura 9.* Capacidad portante del suelo

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 9 se muestra la capacidad portante del suelo para el diseño de la zapata corrida, la losa de cimentación y el pilote, en cada tipo de diseño se ha excavado a diferente profundidad para calcular su capacidad portante, de una altura pequeña a una altura profunda, a más excavación la capacidad portante del suelo aumenta porque se llega a un suelo estable sin influencia de nivel freático; para el diseño de pilote que es más profunda la altura tiene una capacidad portante mayor.

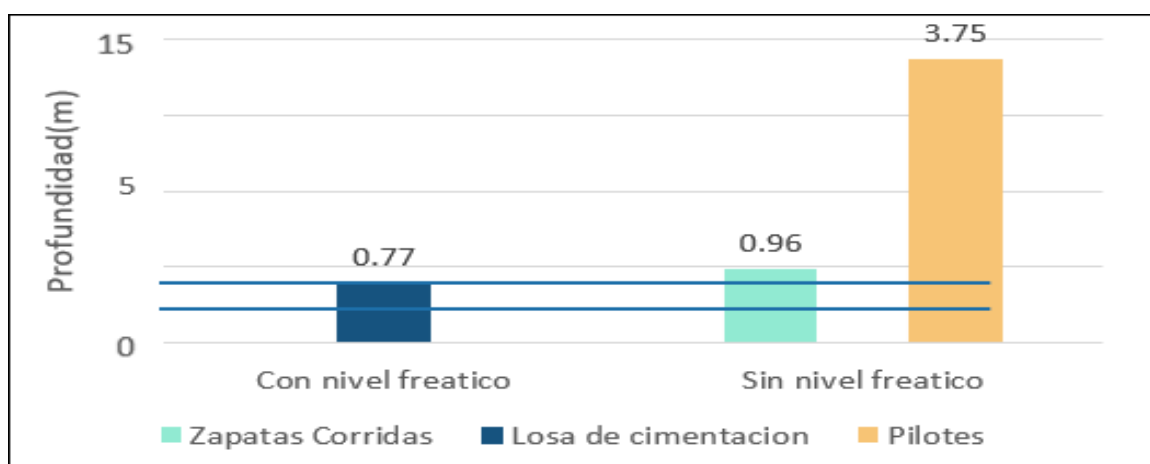
## Influencia de nivel freático

Calculada la capacidad portante del suelo de los tres tipos de cimentaciones, en la siguiente tabla 14 se muestra los valores con influencia de nivel freático y sin influencia de nivel freático.

**Tabla 14.** Influencia de nivel freático.

Influencia de nivel freático		
Tipo de cimentación	Sin nivel freático	Con nivel freático
Zapatas corridas	0.96	-
Losa de cimentación	-	0.77
Pilotes	3.75	-

Fuente: Estudio de suelos



**Figura 10.** Influencia de nivel freático

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 10 se muestra que el nivel freático influye con la capacidad portante del suelo ya que a una profundidad de 1 metro a 2.50 metros existe influencia de nivel freático y se aprecia que disminuye la capacidad portante del suelo.

#### 4.4. Respuesta sísmica con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya.

##### Presiones

Se obtuvieron las presiones de carga de servicio y carga de servicio más el sismo de los tres tipos de cimentaciones, realizados en los programas SAFE y SAP 2000 como se muestra en la tabla 15.

**Tabla 15.** Presiones.

Presiones		
Tipo de cimentación	Presión carga de servicio	Presión por carga de servicio más el sismo
Zapatas corridas	0.687	1.22
Losa de cimentación	0.513	0.955
Pilotes	28.86	54.4

Fuente: Programa SAFE y SAP 2000



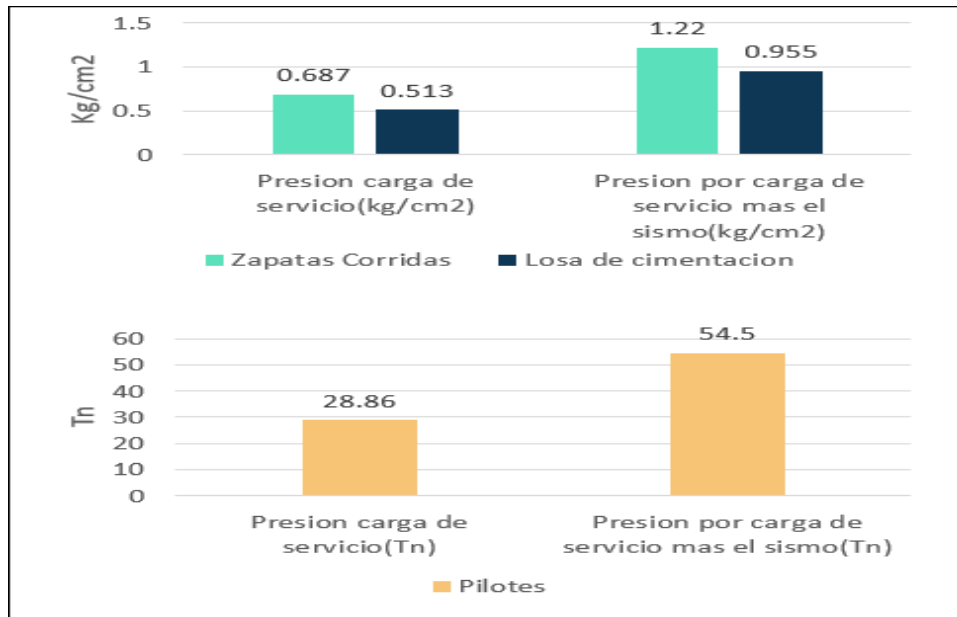


Figura 11. Presiones

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 11 se muestra los resultados de las presiones actuantes por carga de servicio y las presiones máximas por carga de servicio más la carga de sismo, de cada diseño como es la zapata corrida, la losa de cimentación y el pilote.

### Combinaciones de cargas

Tabla 16. Momento máximo de las cimentaciones.

Momento máximo de las combinaciones	
Tipo de cimentación	Tn-m
Zapatas corridas	71.42
Losa de cimentación	21.12
Pilotes	11.02

Fuente: Programa SAFE y SAP 2000

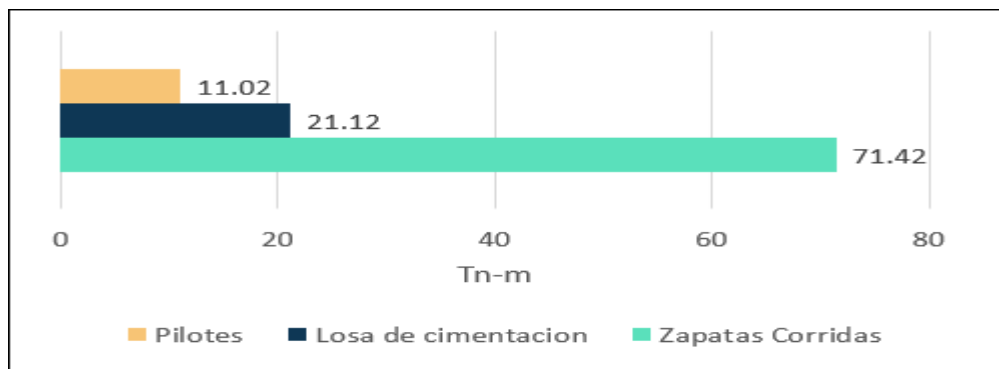


Figura 12. Combinaciones

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 16 y en la figura 12 se muestra el momento máximo entre todas las combinaciones de cargas, de los tres tipos de diseños como son las zapatas corridas, la losa de cimentación y los pilotes, el momento máximo menor es el de los pilotes.

### Asentamiento por carga de servicio y sismo

Se realizó el cálculo del asentamiento en cada tipo de cimentación, obteniendo los siguientes resultados como se muestra en la tabla 17 y tabla 18.

**Tabla 17.** Asentamiento por carga de servicio.

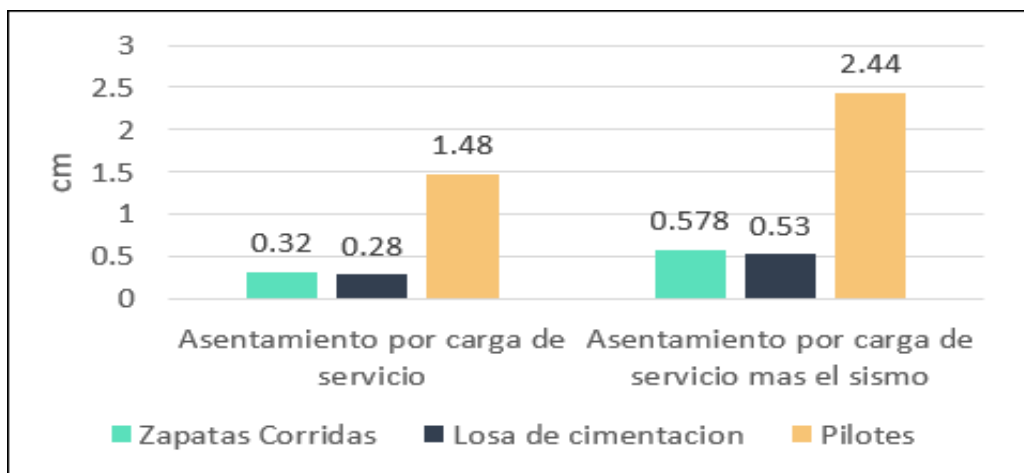
	Asentamiento por carga de servicio
Zapatas corridas	0.32 cm
Losa de cimentación	0.28 cm
Pilotes	1.48 cm

Fuente: Programa SAFE y SAP 2000

**Tabla 18.** Asentamiento por carga de servicio más sismo.

	Asentamiento por carga de servicio más sismo
Zapatas corridas	0.578 cm
Losa de cimentación	0.53 cm
Pilotes	2.44 cm

Fuente: Programa SAFE y SAP 2000



**Figura 13.** Asentamiento por carga de servicio y sismo

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 13 se muestra los asentamientos por carga de servicio y los asentamientos por carga de servicio más la carga de sismo de los tres tipos de diseños, donde se identifica que el diseño de pilotes tiene un mayor asentamiento para la estructura y el diseño de losa de cimentación tiene un menor asentamiento.

**4.5. Esfuerzos principales con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático para elegir un adecuado sistema estructural del colegio José Olaya.**

**Cortante**

Se calculo la cortante máxima para los tres tipos de cimentaciones obteniéndose los siguientes resultados como se muestra en la tabla 19 y tabla 20 respectivamente.

**Tabla 19.** Cortante máxima de la zapatas corridas y losa de cimentación.

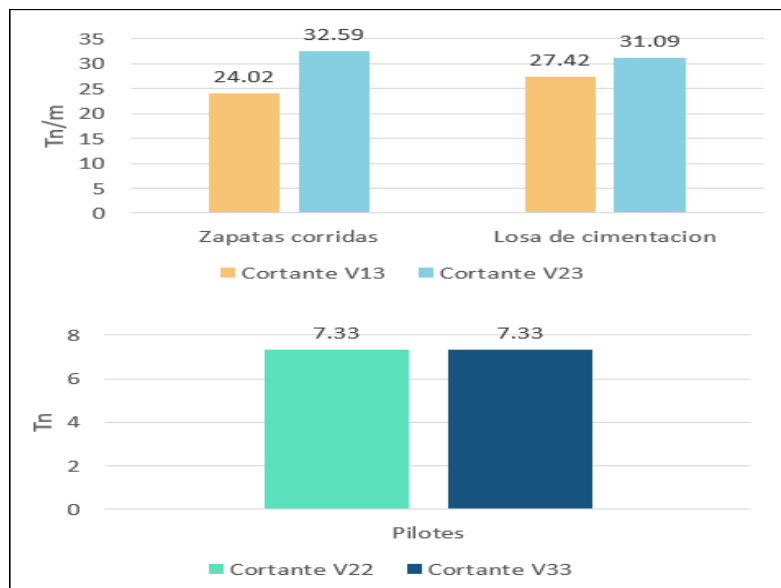
Cortante máxima		
Tipos de cimentaciones	Cortante V13	Cortante V23
Zapatas Corridas	24.02 Tn/m	32.59 Tn/m
Losa de Cimentación	27.42 Tn/m	31.09 Tn/m

Fuente: Programa SAFE

**Tabla 20.** Cortante máxima del pilote

Cortante máxima		
Tipos de cimentaciones	Cortante V22	Cortante V33
Pilotes	7.33 Tn	7.33 Tn

Fuente: Programa SAP 2000



*Figura 14.* Cortante

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 14 se muestra las cortantes máximas en dos direcciones de los tres tipos de cimentaciones, para los diseños de la zapata corrida y la losa de cimentación su unidad estará en Tn/m porque sus cargas son uniformes, caso contrario es el diseño del pilote ya que su unidad se encuentra en Tn porque su carga es axial.

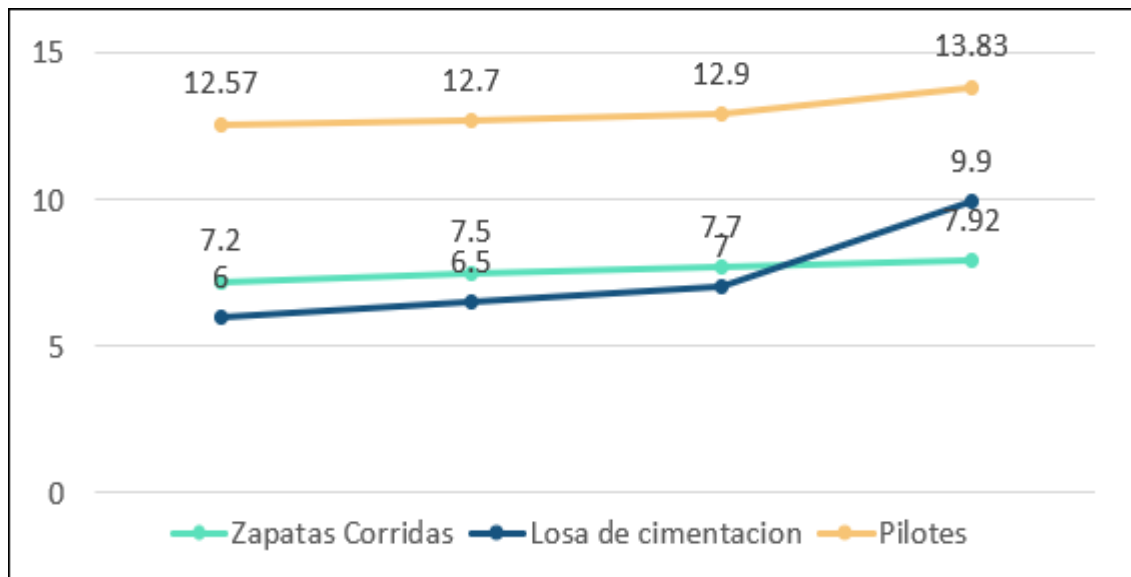
### Flexión

Se calculó el acero mínimo y máximo de los tres tipos de cimentaciones como se muestra en la tabla 21.

**Tabla 21.** Acero mínimo y máximo.

ACERO		
Tipos de cimentaciones	AS Min.	AS Max.
Zapatas Corridas	7.2	7.92
Losa de cimentación	6	9.9
Pilotes	12.57	13.83

Fuente: Elaboración propia



*Figura 15.* Flexión

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 15 se muestra los aceros mínimos y máximos de los tres tipos de diseños, el diseño de pilotes tiene un acero máximo a diferencia de los demás, actuara como una columna cilíndrica de gran tamaño.

## 4.6. Contrastación de hipótesis

### Contraste de hipótesis: Estudio de suelos

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis:

H<sub>0</sub>: La capacidad portante del suelo no disminuye con presencia de nivel freático del colegio José Olaya.

H<sub>a</sub>: La capacidad portante del suelo disminuye con presencia de nivel freático del colegio José Olaya.

#### a) Capacidad portante del suelo

El valor de la capacidad portante del suelo es distinto, como fueron tres tipos de cimentaciones que se realizó, para obtener su capacidad portante se excavó a diferentes profundidades conforme lo requiere el diseño. La mayor capacidad portante es la cimentación del pilote ya que se excavo a una profundidad de 15 metros y en los otros dos tipos de cimentaciones su capacidad portante es menor. (ver tabla 22 y figura 16).

Tabla 22. Capacidad portante del suelo de tres tipos de cimentación.

Capacidad portante del suelo de tres tipos de cimentación		
Tipo de cimentación	Kg/cm <sup>2</sup>	Profundidad
■ Zapatas corridas	0.96	0.80 m
■ Losa de cimentación	0.77	1.50 m
■ Pilotes	3.75	14.00 m

Fuente: Elaboración propia

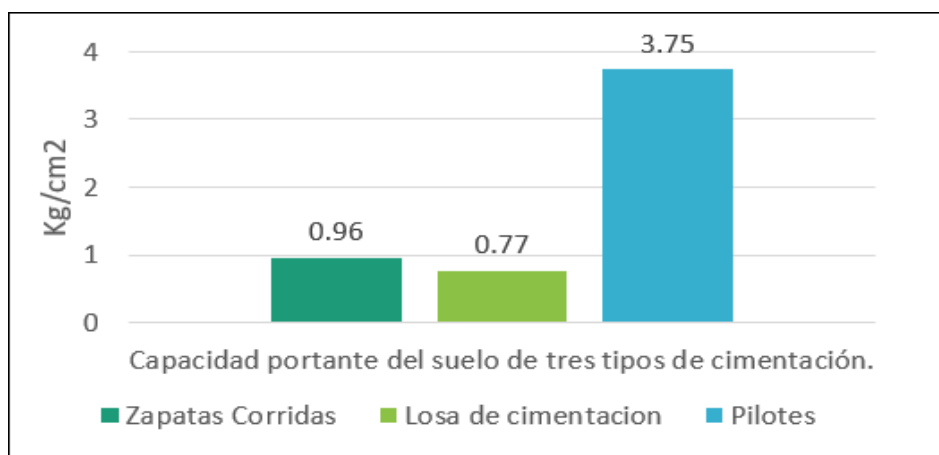


Figura 16. Capacidad portante del suelo de tres tipos de cimentación.

Fuente: Elaboración propia

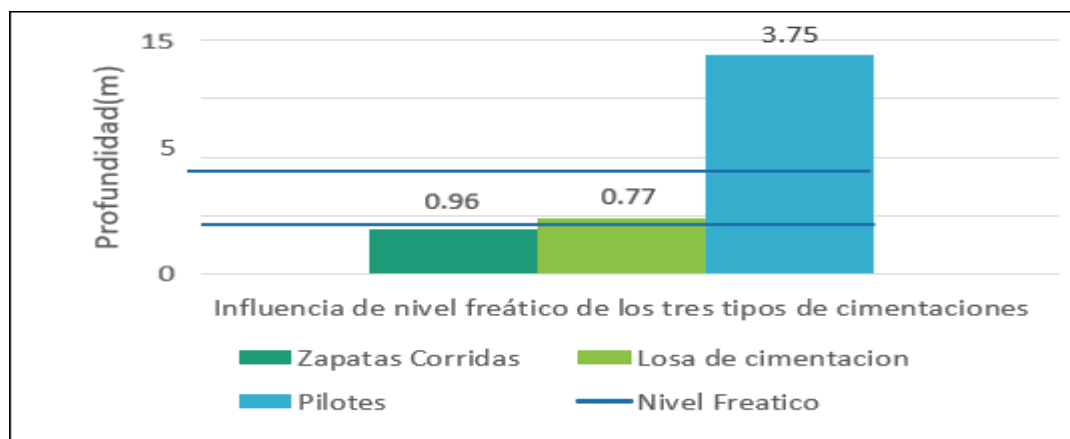
## b) Nivel Freático

El nivel freático se encontró a una profundidad de 1 metro a 2.50 metros, esto influyo con la capacidad portante, ya que para el diseño de losa de cimentación se excavo a más profundidad que las zapatas corridas y se muestra que disminuye un valor de 0.20 kg/cm<sup>2</sup> cuando existe influencia de nivel freático. (Ver Tabla 23 y Figura 17).

**Tabla 23.** Influencia de nivel freático de los tres tipos de cimentaciones

Influencia de nivel freático de los tres tipos de cimentaciones		
Tipo de cimentación	Qu(kg/cm <sup>2</sup> )	Disminuye
Zapatas corridas	0.96	-
Losa de cimentación	0.77	0.20
Pilotes	3.75	-

Fuente: Elaboración propia



*Figura 17.* Influencia de nivel freático de los tres tipos de cimentaciones.

Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), demostrando que la capacidad portante del suelo disminuye con presencia de nivel freático del colegio José Olaya.

## Contraste de hipótesis: Respuesta sísmica

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis:

$H_0$ : La respuesta sísmica con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático no puede resistir la fuerza de un sismo máximo del colegio José Olaya.

$H_a$ : La respuesta sísmica con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático puede resistir la fuerza de un sismo máximo del colegio José Olaya.

## a) Presiones

Se calcularon las presiones actuantes por carga de servicio y las presiones máximas por carga de servicio más la carga de sismo, de cada diseño como es la zapata corrida, la losa de cimentación y el pilote. Además, se calculó la presión admisible por carga de servicio y la presión admisible por carga de servicio más el sismo, siendo mayor que la presión por carga de servicio y sismo, esto quiere decir que no necesita un mejoramiento de suelo ya que cumple con la norma técnica E.030 y brinda mayor resistencia. (ver tabla 24, tabla 25 y figura 18).

**Tabla 24.** Presiones de dos tipos de cimentaciones en kg/cm<sup>2</sup>.

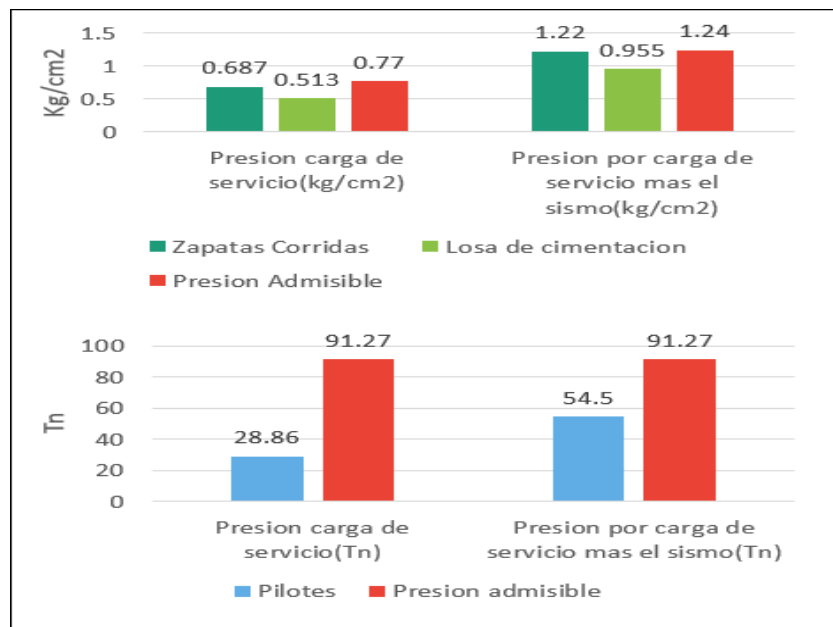
	Presión carga de servicio (kg/cm <sup>2</sup> )	Presión por carga de servicio más el sismo (kg/cm <sup>2</sup> )
■ Zapatas corridas	0.687	1.22
■ Losa de cimentación	0.513	0.955
■ Presión admisible	0.77	1.24

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 25.** Presión de un tipo de cimentación en Tn.

	Presión carga de servicio (Tn)	Presión por carga de servicio más el sismo (Tn)
■ Pilotes	28.86	54.5
■ Presión admisible	91.27	91.27

Fuente: Elaboración propia



**Figura 18.** Presiones de tres tipos de cimentaciones.

Fuente: Elaboración propia

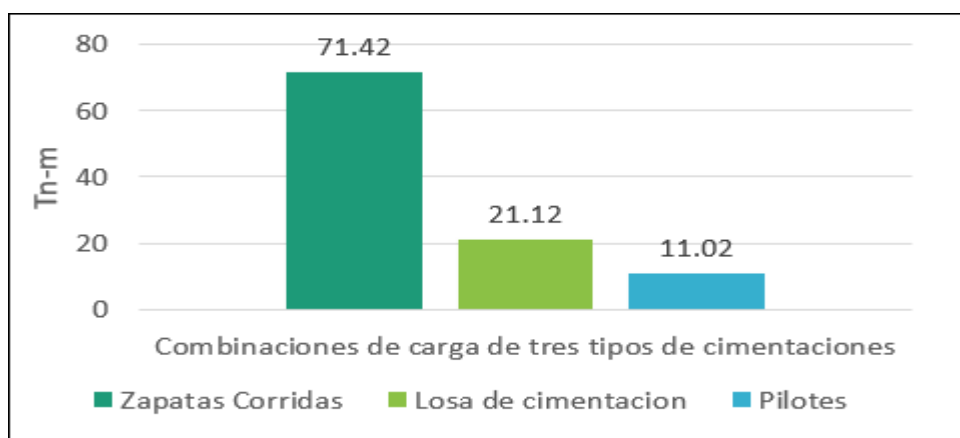
## b) Combinaciones de carga

De entre todas las combinaciones de carga que se utilizó al momento de realizar los diseños, se obtuvo el mayor momento máximo de los tres tipos de cimentaciones, siendo el mayor momento máximo el diseño de las zapatas corridas. (Ver Tabla 26 y Figura 19).

**Tabla 26.** Combinaciones de carga de tres tipos de cimentaciones.

	Combinaciones de carga
■ Zapatas corridas	71.42 Tn-m
■ Losa de cimentación	21.12 Tn-m
■ Pilotes	11.02Tn-m

Fuente: Elaboración propia



**Figura 19.** Combinaciones de carga de tres tipos de cimentaciones.

Fuente: Elaboración propia

## c) Asentamiento por carga de servicio y por sismo

Los asentamientos por carga de servicio y por carga de servicio más el sismo obtenido en los programas de SAFE y SAP 2000 son menores que el asentamiento permisible obtenido con el método elástico de los tres tipos de cimentaciones y cumplen con la norma técnica E.030 establecida, sin embargo, el diseño de la losa de cimentación tiene el menor asentamiento, esto tendrá mayor resistencia mediante un sismo. (Ver Tabla 27, Tabla 28 y Figura 20).

**Tabla 27.** Asentamiento de dos tipos de cimentaciones.

	Asentamiento por carga de servicio	Asentamiento por carga de servicio más el sismo
■ Zapatas corridas	0.32	0.578
■ Losa de cimentacion	0.280	0.530
■ Asentamiento permisible	1.42	1.42

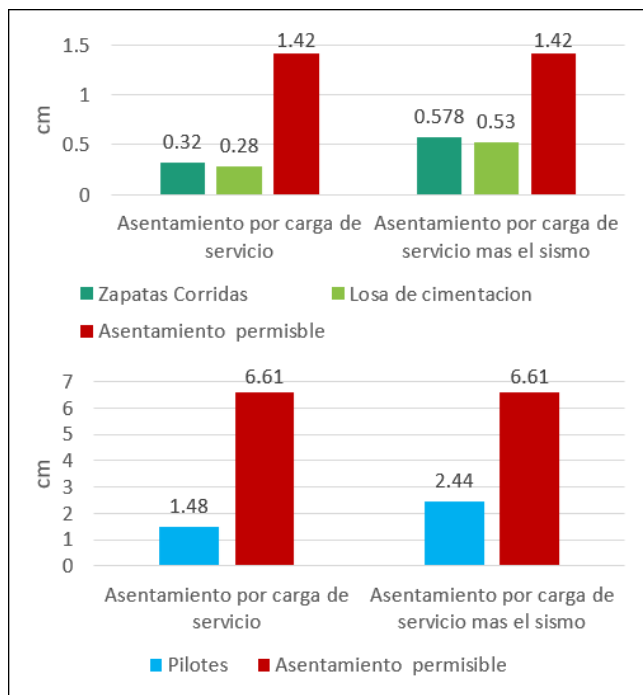
Fuente: Elaboración propia



**Tabla 28.** Asentamiento de un tipo de cimentación

	Asentamiento por carga de servicio	Asentamiento por carga de servicio más el sismo
■ Pilotes	1.48	2.44
■ Asentamiento permisible	6.61	6.61

Fuente: Elaboración propia



*Figura 20.* Asentamiento de los tres tipos de cimentaciones.

Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), demostrando que la respuesta sísmica con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático puede resistir la fuerza de un sismo máximo del colegio José Olaya.

### Contraste de hipótesis: Esfuerzos principales

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis:

$H_0$ : Al comparar los esfuerzos principales con diferentes tipos de cimentaciones no permite elegir un adecuado sistema estructural y presencia de nivel freático del colegio José Olaya.

$H_a$ : Al comparar los esfuerzos principales con diferentes tipos de cimentaciones permite elegir un adecuado sistema estructural y presencia de nivel freático del colegio José Olaya.

### a) Cortante

Se calculo el esfuerzo principal que son las cortantes máximas en dos direcciones de los tres tipos de cimentaciones, se verifico con la cortante permisible, para el diseño de pilote y losa de cimentación la cortante permisible es mayor a la cortante máxima, esto quiere decir que el concreto es capaz de resistir las compresiones producidas por el cortante, caso contrario al diseño de las zapatas corridas ya que su cortante permisible es menor que la cortante máxima, entonces el concreto no será capaz de resistir las compresiones. (Ver Tabla 29, Tabla 30 y Figura 21).

**Tabla 29.** Cortante máximo de dos tipos de cimentaciones.

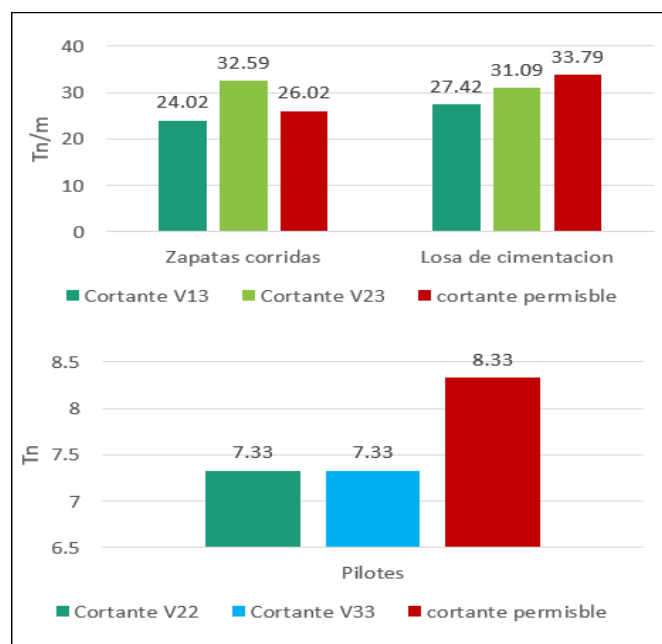
	Zapatas corridas	Losa de cimentación
■ Cortante V13	24.02	27.42
■ Cortante V23	32.59	31.09
■ Cortante permisible	26.02	33.79

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 30.** Cortante máximo de un tipo de cimentación.

	Pilotes
■ Cortante V22	7.33
■ Cortante V33	7.33
■ Cortante permisible	8.33

Fuente: Elaboración propia



**Figura 21.** Cortante máximo de tres tipos de cimentaciones

Fuente: Elaboración propia

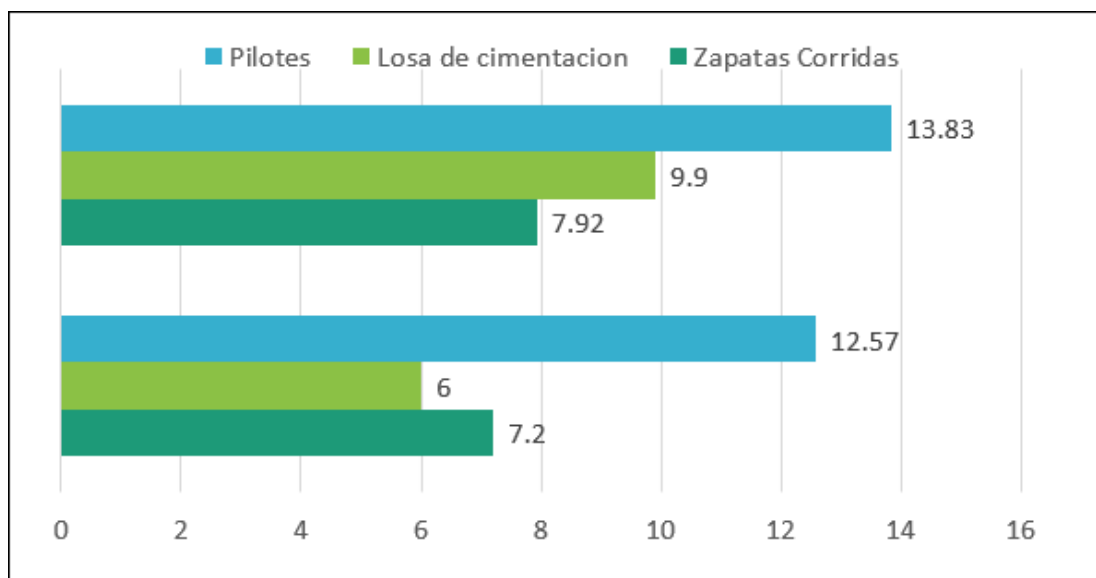
## b) Flexión

Se calculo el acero mínimo y máximo de los tres tipos de cimentaciones, en la cual para el diseño de pilotes su acero máximo es de 13.83 cm<sup>2</sup>, es el mayor entre los otros diseños porque los pilotes son de grandes dimensiones y se utilizara más acero que la losa de cimentación, también se calculó el acero longitudinal y transversal en los tres diseños. (Ver Tabla 31 y Figura 22).

**Tabla 31.** Acero de los tres tipos de cimentaciones.

Acero de los tres tipos de cimentaciones		
	Asmin	Asmax
Zapatas corridas	7.2	7.92
Losa de cimentación	6	9.9
Pilotes	12.57	13.83

Fuente: Elaboración propia



*Figura 22.* Acero de los tres tipos de cimentaciones.

Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), demostrando que al comparar los esfuerzos principales con diferentes tipos de cimentaciones permite elegir un adecuado sistema estructural y presencia de nivel freático del colegio José Olaya.

## V. DISCUSIÓN

Vidal y Roa (2019) en su investigación *“Evaluación técnico-económica de cimentaciones en terreno con baja capacidad portante, caso: edificio marañón de Huamachuco, La Perla”* teniendo como objetivo buscar una solución más económica en la elaboración de dicha cimentación para la construcción del edificio, cuando se realizó el estudio de suelos no dice que el terreno es de baja capacidad portante que equivale a 1.00 kg/cm<sup>2</sup>; además se realizó el modelamiento en el software ETABS 2016 v16.2.1, de acuerdo a los requerimientos mínimos que exige la norma. Se propuso dos soluciones la primera por cimentaciones superficiales y la segunda por una cimentación profunda que es la losa; para averiguar su dimensión se estudió con el software SAFE 2016 v16.0.2, se realizó estudios de metrados, obteniéndose como resultado la cimentación más apropiada y económica, es la losa de cimentación. En comparación con la presente investigación, de igual manera se ha propuesto analizar diferentes tipos de cimentaciones, ya sea una cimentación superficial o una cimentación profunda con una baja capacidad portante con influencia de nivel freático, sea utilizado programas como el ETABS 2016 v16.2.1 para el modelamiento de la estructura y el programa SAFE 2016 v16.0.2, SAP 2000 para el cálculo de la cimentación, ambas investigaciones tienen como finalidad ver en cuanto mejora cada cimentación y elegir la más apropiada.

Velásquez (2018) en su investigación *“Eficiencia teórica de cuatro tipos de cimentación superficial para una institución educativa”* teniendo como objetivo estudiar el comportamiento de cuatro tipos de cimentaciones en la cuales son la zapata conectada, aislada, combinada y losa de cimentación; este estudio busca analizar las reacciones de cada cimentación, además que tipo se comporta mejor ante las cargas de servicio; también se propone realizar un modelamiento en el software SAFE 2016 versión 16.0.1; al realizar el metrado en la cimentación se va a conocer cuál es más eficiente; los resultados obtenidos nos dicen que la cimentación más eficiente es la zapata conectada, además tiene un comportamiento adecuado para la institución educativa y es económica. Por todo lo anterior, en comparación esta investigación evaluará cuatro tipos de cimentaciones, calculando las reacciones y que tipo se comporta mejor ante las

cargas de servicio, los mismos indicadores se evaluarán en la presente investigación, cumpliendo con la norma técnica E.030, nos dirá que cimentación es más eficiente y adecuada para su construcción.

Camacho y Mediavilla (2019) en su investigación *“Diseño geotécnico – estructural de pilotes y pilas mediante el método matricial en diversas estratigrafías y niveles freáticos en Ecuador”* teniendo como objetivo realizar el diseño y modelamiento matricial de los pilotes y pilas en la cual en dicho informe se tiene el estudio de suelos, la memoria técnica, los planos; el estudio de suelos no dice que el lugar no es apropiado para una cimentación superficial y lo que se propone es el uso de pilotes; los resultados de acuerdo con las reglas de AASHTO LRFD 2014 y ACI 318-14, recordando el diseño geotécnico y la ingeniería estructural de la superestructura, la estructura del pilote se puede calcular con el modelo matricial. Finalmente, terminado se hizo el modelamiento estructural para comparar el modelo matricial. La investigación presente se da ante una problemática que es una baja capacidad portante del suelo porque existe influencia de nivel freático, obtenido del estudio de suelos, especifica que no es bueno diseñar una cimentación superficial, la solución es realizar una cimentación profunda diseñando pilotes. En el caso de la presente investigación se calculará los esfuerzos principales como la cortante máxima, la flexión para calcular el acero máximo, en la cual debe cumplir con la cortante permisible para que el concreto sea capaz de resistir las compresiones producidas por el cortante y el acero para poder diseñar las cimentaciones.

## VI. CONCLUSIONES

1. Tras la investigación realizada se determinó la capacidad portante del suelo con presencia de nivel freático del colegio José Olaya, se realizó el estudio de suelos de los tres tipos de cimentaciones, como son la zapata corrida, la losa de cimentación y los pilotes, para cada diseño se excavo a diferente profundidad de acuerdo a las alturas de las cimentaciones que se diseñó, donde existe influencia de nivel freático a una profundidad de 1 metro a 2.50 metros, la menor capacidad portante fue para el diseño de la losa de cimentación con un valor de  $0.77 \text{ kg/cm}^2$  ya que se encontró más humedad a una profundidad de 1.50 metros, caso contrario fue para el diseño de pilotes con una capacidad portante de  $3.75 \text{ kg/cm}^2$  como su profundidad fue de 15 metros, se llegó a un estrato más firme y no se encontró influencia de nivel freático por esa razón su capacidad portante aumento. por lo tanto, la capacidad portante del suelo disminuye con presencia de nivel freático del colegio José Olaya.
2. Tras la investigación realizada al determinar la respuesta sísmica con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, obteniendo los resultados de las presiones actuantes por carga de servicio y las presiones máximas por carga de servicio más la carga de sismo, son menores que la presión admisible cumpliendo con la norma técnica e.030, cuentan con una afable resistencia, también se calculó los asentamientos por carga de servicio y los asentamientos por carga de servicio más la carga de sismo, siendo así el diseño de la losa de cimentación el menor asentamiento con un valor de 0.53 cm y el mayor asentamiento tiene el diseño de pilotes con un valor de 2.44 cm. por lo tanto, la respuesta sísmica con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático puede resistir la fuerza de un sismo máximo del colegio José Olaya.
3. Tras la investigación realizada al calcular los esfuerzos principales con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático para elegir un adecuado sistema estructural del colegio José Olaya, determinando las cortantes máximas y verificando con la cortante permisible, en los tres tipos de cimentaciones como son las zapatas corridas, la losa de cimentación y los

pilotes; para el diseño de pilote y losa de cimentación su cortante máxima no sobrepasa a la cortante permisible, entonces el concreto es capaz de resistir las compresiones producidas por el cortante, a diferencia del diseño de la zapata corrida porque sobrepasa la cortante permisible y el concreto no resiste. se calculó el acero máximo para los tres diseños y para el diseño de pilotes se utilizará más acero ya que son de grandes dimensiones. por lo tanto, al comparar los esfuerzos principales con diferentes tipos de cimentaciones permite elegir un adecuado sistema estructural y presencia de nivel freático del colegio José Olaya.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar un buen estudio de suelos, además que siempre se debe calcular la licuefacción de suelos, si existe nivel de influencia freático y si su capacidad portante es mínima, se puede mejorar o reforzar el terreno mediante una mezcla con ligantes hidráulicos, sustitución, precarga, compactación dinámica, vibro flotación, inyección, inyección a alta presión u otros procedimientos que garanticen un aumento adecuado de sus propiedades, también se puede utilizar geomallas o geotextiles para poder estabilizar el suelo.
2. Al determinar la respuesta sísmica de los diferentes tipos de cimentaciones, el diseño de la losa de cimentación tiene el menor asentamiento con un valor de 0.53 cm, se recomienda diseñar este tipo de cimentación, a diferencia de las zapatas corridas ya que como existe un nivel freático, las presiones actuaran al contorno donde se encuentran las zapatas corridas, pero en las áreas centrales como no existe ningún reforzamiento va tener un mayor asentamiento, por esa razón es más adecuado la losa de cimentación ya que se reforzara todo el área, además si incluirá un material de over de espesor de 0.30 m, debidamente compactado.
3. Al determinar los esfuerzos principales con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático para elegir un adecuado sistema estructural del colegio José Olaya, cuando la cortante máxima es mayor que la cortante permisible y el concreto no es capaz de resistir las compresiones producidas por el cortante, se recomienda cambiar la resistencia de concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> a 280 kg/cm<sup>2</sup> para los tipos de cimentaciones a diseñarse, así se obtendrá mayor resistencia, otra forma es cambiar los peraltes de la cimentaciones, por lo consiguiente el concreto será capaz de resistir las compresiones producidas por el cortante.



## REFERENCIAS

VILLAVICENCIO, Walter. *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Peru : GRUPO EDITORIAL MEGABYTE S.A.C., 2006. ISBN 9786124280436.

GONZALES, Pablo. *La extracción de agua subterránea pudo provocar el terremoto de Lorca*. 2012.

CARRILLO GILL, A; ALCAYHUAMAN, A. *Licuación de suelos durante el sismo Pisco-Perú-2007*. 2010.

COSTA MERINO, Matias;. *Estudio del comportamiento del edificio antigua sometido a sismos de mediana intensidad*. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil. Santiago de Chile : Universidad de Chile, 2019.

CAMACHO CORREA, Pablo; MEDIAVILLA BECERRA, Lorena;. *Diseño geotécnico – estructural de pilotes y pilas mediante el método matricial en diversas estratigrafías y niveles freáticos en Ecuador*. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil. Quito : Universidad Central de Ecuador, 2019.

ANDINO ZUMARRAGA, Fernando; BEDON NOGUERA, David;. *Evaluación del comportamiento estructural de viviendas construidas sobre suelos colapsables (turbas) en un área de 13,23 HA en el sector del Garrochal ubicado en el sur del Distrito Metropolitano de Quito*. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil. Quito : Pontificia Univerdad Catolica del Ecuador, 2017.

PADILLA MENESES, Victor. *Diseño Estructural de una Platea de Cimentación para mejorar la capacidad*. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil. Piura : Universidad Cesar Vallejo, 2019.

VELASQUEZ HUAYTA, Felix;. *Eficiencia teórica de cuatro tipos de cimentación superficial para una institución educativa*. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil. Cajamarca : Universidad Privada del Norte, 2018.

ROA ALVARADO, Renzo; VIDAL SAENZ, Oscar;. *Evaluación tecnico-economica de cimentaciones en terreno con baja capacidad portante, caso: edificio marañon de Huamachuco, La Perla*. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil. Lima : Universidad Ricardo Palma, 2019.

- GOMEZ CABRERA, Adriana. *Simulación de procesos constructivos*. 2010.
- IBAÑES MORA, Luis. *Análisis de la influencia de la profundidad de cimentación en la disminución de asentamientos en losas de fundación combinadas con pilotes*. 2017.
- TENA COLUNGA, Arturo;. *SEISMIC BEHAVIOR OF HOUSING IN MEXICO DURING THE APRIL 4, 2010 EL MAYOR-CUCUPAH EARTHQUAKE*. Mexico : Universidad Autónoma de Baja California Campus Mexicali, 2017. ISSN: 1535-0088.
- OVIEDO, Juan; DUQUE, María del Pila;. *Sistema de Control de Respuesta Sísmica en Edificaciones*. 2017.
- FERNANDEZ SOLA, Luciano; HERNANDEZ RODRIGUEZ , Luis; LOEZA PEREZ, Carlos; GONZALES CUEVAS, Oscar;. *Acciones de diseño en cimentaciones en edificios de concreto reforzado con comportamiento inelástico*. 2020.
- RODRIGUEZ, Mario; MONTES, Roberto;. *Comportamiento sísmico no lineal de edificaciones sobre el suelo blando*. 2015.
- GARZA VASQUEZ, L;. *Diseño de estructuras de cimentación de acuerdo a NSR-10*. Colombia : Universidad Nacional de Colombia, 2003.
- DIAZ, Y;. *La cimentación*. Venezuela : s.n., 2009.
- VILLARINO OTERO, Alberto. *La Ingeniería Civil*. Madrid : E.T.S.I., 1997. ISBN En tramitación.
- ALVA URTADO, J;. *Diseño de cimentaciones*. Lima : ICG, 2009.
- EI-REDDY, M. *Advanced materials and techniques for reinforced concrete structures*. Bosa Roca : Taylor & Francis Inc., 2009. ISBN 9780429191695.
- HERNANDEZ RODRIGUEZ, F;. *Comportamiento de losas de cimentación durante el proceso de consolidación*. Combia : Universidad Nacional de Colombia, 2013.
- BRAJA M, Das;. *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*. Séptima edición. Mexico : Cengage Learning, 2012. 987607818239.
- AVELAR , R; SANTOYO, E; MARTINEZ, J; GARCÍA, F;. *Manual de cimentaciones profundas*. Mexico : Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, A C., 2001.
- SAMBRANO, Miguel;. *Introducción al Análisis Estructural*. 2014.

TORRES, Manuel;. *Estructuras resistentes a los esfuerzos*. 2014.

Dlubal. *Software de análisis y dimensionamiento de estructuras*. 2020.

GEOSEC, Ground. *Asentamiento de Terreno*. 2020.

HANSON, Walter, PECK, R e THORNBURN, Thomas. *Ingeniería de cimentaciones*. New York : Wiley, 1974. ISBN 9789681814144.

TERZAGHI, K. *Theoretical Soil Mechanics*. New York : John Wiley & Sons, Inc., 1943.

MEDINA SEMINARIO, J. . *Análisis comparativo de las teorías de capacidad portante por corte de cimentaciones superficiales*. Peru : Universidad Nacional de Ingeniería, 2002.

CODUTO, D;. *Foundation Design - Principles and Practices*. New Jersey : Prentice Hall, 2001. ISBN: 978-0135897065.

ORDOÑEZ GÁLVEZ. , Juan. *Aguas Subterráneas-Acuíferos*. Lima : Foro Peruano para el Agua, 2011. ISBN: 978-9972-602-77-1.

CETIN, K., & DERKIUREGHIAN, A. *Probabilistic Models for the Initiation of Seismic Soil Liquefaction*. California : Structural Safety, 2002.

PACO ZAVALA, Javier. *Manual ASSTHO-LRFD Y FHWA*. EE.UU : American Association of State Highway and Transportation Officials, 2010.

VALDERRAMA S. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. Lima : San Marcos, 2014. ISBN 978-612-302-878-7.

GONZALES DELGADO, Cesar e DELGADO DUAREZ, Emilsen. *La Investigación Experimental y Cuasi Experimental*. Peru : ESIC, 2015. En línea.

MC COMBES, Shona;. *Correlational research*. 2019.

HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNANDEZ COLLADO, Carlos e BAPTISTA LUCIO, María del Pilar . *Metodología de la Investigación*. 6Ta Edicion. Mexico : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2014. ISBN: 9781456223960.

SALKIND, Neil;. *Métodos de Investigación [en línea]*. Tercera Edicion. Mexico : Prentice Hall Hispanoamérica. S.A, 2017. ISBN: 9701702344.

CARRASCO, S;. *Metodología de la Investigación Científica - Pautas metodológicas para diseñar y elaborara el proyecto de investigación*. (2 ed.). Lima, Perú: : San Marcos E.I.R.L., 2008. ISBN: 9789972342424.

WALPOLE; MIERS;. *Probalidad y Estadística para Ingenieros y Ciencias*. Novena Edicion. ESPAÑA : LIBREGUS, 2012. ISBN 978-607-32-1417-9.

SABINO, C. *El proceso de la investigación*. Caracas, Venezuela: Panapo : s.n., 1992.

## **ANEXOS**

Anexo 01: Matriz de operacionalización de variables

Anexo 02: Matriz de consistência

Anexo 03: Instrumentos de Recolección de datos

Anexo 04: Validez por juicio de expertos

Anexo 05: Normativa

Anexo 06: Mapas y planos

Anexo 07: Panel Fotográfico

Anexo 08: Coordinaciones Institucionales requeridas

Anexo 09: Licencias software

Anexo 10: Informe de los cálculos de las cimentaciones

Anexo 11: Estudio de Mecánica de Suelos

## ANEXO 01: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Título: Análisis del comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021  
 Autor: Rodríguez Pelaez Víctor Jesus

Variable de la investigación	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala	Metodología
Variable Independiente Tipos de cimentaciones	Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales de una estructura cuya misión es transmitir sus cargas o elementos apoyados en ella al suelo, distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales.	La cimentación de una estructura es aquello que la sustenta sobre el terreno. Generalmente está enterrada y transmite al terreno su propio peso y las cargas recibidas, de modo que la estructura que soporta sea estable, la presión transmitida sea menor a la admisible y los asientos se encuentren limitados	zapatas corridas	Forma rectangular	Razón	Tipo de Investigación: Investigación Aplicada Nivel de Investigación: Investigación correlacional Enfoque: Cuantitativo Diseño de investigación: El diseño es Experimental - Cuasi Experimental. Población: La población está compuesta por 10 módulos de la Institución Educativa N° 20131 José Olaya. Muestreo: La técnica de muestreo utilizada es la no probabilística. Muestra: La muestra es el módulo 1 de la Institución Educativa N.º 20131 José Olaya Balandra. Técnica: Observación Instrumentos de investigación: Fichas de recolección de datos Ficha de resultado de laboratorio
			Losa de cimentación	espesor uniforme	Razón	
			Pilotes	Diametro de sección circular	Razón	
Variable dependiente Comportamiento sísmico estructural del colegio	El comportamiento sísmico de las estructuras de hormigón armado ha sido analizado e investigado más que cualquier otro tipo de material. Su rigidez puede ser utilizada para minimizar las deformaciones sísmicas y, por lo tanto, reducir el daño en los elementos estructurales y no estructurales.	El análisis sísmico de las estructuras se simplifica mediante la obtención de las acciones o fuerzas de proyecto a partir de espectros, evitando de esta forma la aplicación del análisis dinámico a sistemas de múltiples grados de libertad con los costos computacionales que este análisis implica	Estudio de suelos	Capacidad portante del suelo	Razón	Muestreo: La técnica de muestreo utilizada es la no probabilística. Muestra: La muestra es el módulo 1 de la Institución Educativa N.º 20131 José Olaya Balandra. Técnica: Observación Instrumentos de investigación: Fichas de recolección de datos Ficha de resultado de laboratorio
				Nivel freático		
			Respuesta sísmica	Presiones	Razón	
				Combinación de cargas		
				Asentamiento por carga de servicio y por sismo		
			Esfuerzos principales	Cortante	Razón	
Flexión						

## ANEXO 02: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Análisis del comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021

Autor: Rodríguez Pelaez Víctor Jesus

Problemas	Objetivos	Hipotesis	Variables		Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Problema general	Objetivo general	Hipotesis general	INDEPENDIENTE	Tipos de cimentaciones	zapatas corridas	Forma Rectangular	Ficha de recoleccion de datos
¿cual es el comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freatico del colegio Jose Olaya , cañete, 2021?	Analizar el comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freatico del colegio Jose Olaya, Cañete, 2021	El comportamiento sísmico estructural mejora con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freatico del colegio Jose Olaya, Cañete, 2021			Losa de cimentacion	Espesor uniforme	
Problemas especificos	Objetivos especificos	Hipotesis especificas			pilotes	Diametro de seccion circular	
¿Cuál es la capacidad portante del suelo con presencia de nivel freatico del colegio José Olaya, Cañete-2021 ?	Determinar la capacidad portante del suelo con presencia de nivel freatico del colegio José Olaya, Cañete-2021	La capacidad portante del suelo disminuye con presencia de nivel freatico del colegio José Olaya, Cañete-2021	DEPENDIENTE	Comportamiento sísmico estructural del colegio	Estudio de suelos	Capacidad portante del suelo	Ficha de resultado de laboratorio
						Nivel freatico	
¿Cuál es la respuesta sísmica con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freatico del colegio José Olaya, Cañete-2021 ?	Determinar la respuesta sísmica con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freatico del colegio José Olaya, Cañete-2021	La respuesta sísmica con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freatico puede resistir la fuerza de un sismo máximo del colegio José Olaya, Cañete-2021			Respuesta sísmica	Presiones	Ficha de recoleccion de datos
						Combinacion de cargas	
			Asentamiento por carga de servicio y por sismo				
¿Los esfuerzos principales con diferentes tipos de cimentaciones permite elegir un adecuado sistema estructural y presencia de nivel freatico del colegio José Olaya, Cañete-2021 ?	Determinar los esfuerzos principales con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freatico para elegir un adecuado sistema estructural del colegio Jose Olaya, Cañete-2021	Al comparar los esfuerzos principales con diferentes tipos de cimentaciones permite elegir un adecuado sistema estructural y presencia de nivel freatico del colegio José Olaya, Cañete-2021	Esfuerzos principales	Cortante	Ficha de recoleccion de datos		
				Flexion			

**Anexo 03: Instrumentos de Recolección de datos**

Título de la Investigación: Análisis del comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021							
Apellidos y Nombres del investigador: Rodríguez Peláez Víctor Jesús							
Apellidos y Nombres del experto: CALAGUA ZEVALLOS MISAEL SILVANO							
<b>ASPECTOS A EVALUAR</b>					<b>OPINION DEL EXPERTO</b>		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM/PREGUNTAS	ESCALA	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS
VARIABLE DEPENDIENTE COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DEL COLEGIO	Respuesta Sísmica	Presiones					
		Combinacion de cargas					
		Asentamiento por carga de servicio y por sismo					

  
**MISAEL SILVANO CALAGUA ZEVALLOS**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP. 80869**  
 Firma y Sello



Título de la Investigación: Análisis del comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021							
Apellidos y Nombres del investigador: Rodríguez Peláez Víctor Jesús							
Apellidos y Nombres del experto: CALAGUA ZEVALLOS MISAEL SILVANO							
<b>ASPECTOS A EVALUAR</b>					<b>OPINION DEL EXPERTO</b>		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM/PREGUNTAS	ESCALA	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS
VARIABLE DEPENDIENTE COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DEL COLEGIO	Esfuerzos principales	Cortante					
		Flexion					

  
 MISAE SILVANO CALAGUA ZEVALLOS  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 80869  
 Firma y Sello

Título de la Investigación: Análisis del comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021

Apellidos y Nombres del investigador: Rodríguez Peláez Víctor Jesús

Apellidos y Nombres del experto: CALAGUA ZEVALLOS MISAEL SILVANO

ASPECTOS A EVALUAR					OPINION DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM/PREGUNTAS	ESCALA	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS
VARIABLE INDEPENDIENTE TIPOS DE CIMENTACIONES	Losas de Cimentación	Espesor Uniforme					

  
-----  
MISAEL SILVANO CALAGUA ZEVALLOS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 80869  
Firma y Sello

Título de la Investigación: Análisis del comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021

Apellidos y Nombres del investigador: Rodríguez Peláez Víctor Jesús

Apellidos y Nombres del experto: CALAGUA ZEVALLOS MISAEL SILVANO

ASPECTOS A EVALUAR					OPINION DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM/PREGUNTAS	ESCALA	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS
VARIABLE INDEPENDIENTE TIPOS DE CIMENTACIONES	Zapatas Corridas	Forma Rectangular					

  
MISAEL SILVANO CALAGUA ZEVALLOS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 80869  
Firma y Sello

Título de la Investigación: Análisis del comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021

Apellidos y Nombres del investigador: Rodríguez Peláez Víctor Jesús

Apellidos y Nombres del experto: CALAGUA ZEVALLOS MISAEL SILVANO

ASPECTOS A EVALUAR					OPINION DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM/PREGUNTAS	ESCALA	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS
VARIABLE INDEPENDIENTE TIPOS DE CIMENTACIONES	Pilotes	Diámetro de sección circular					

  
MISAEL SILVANO CALAGUA ZEVALLOS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 80869

Firma y Sello



Título de la Investigación: Análisis del comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021

Apellidos y Nombres del investigador: Rodríguez Peláez Víctor Jesús

Apellidos y Nombres del experto: *Casavilca Gutierrez Edinson Jesús*

ASPECTOS A EVALUAR					OPINION DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM/PREGUNTAS	ESCALA	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS
VARIABLE INDEPENDIENTE TIPOS DE CIMENTACIONES	Zapatas Corridas	Forma Rectangular					

  
Firma y Sello

EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225

Título de la Investigación: Análisis del comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021

Apellidos y Nombres del investigador: Rodríguez Peláez Víctor Jesús

Apellidos y Nombres del experto: *Casavilca Gutierrez Edinson Jesús*

ASPECTOS A EVALUAR					OPINION DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM/PREGUNTAS	ESCALA	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS
VARIABLE DEPENDIENTE COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DEL COLEGIO	Esfuerzos principales	Cortante					
		Flexion					



Firma y Sello  
**EDINSON JESUS  
 CASAVILCA GUTIERREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225**

Título de la Investigación: Análisis del comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021

Apellidos y Nombres del investigador: Rodríguez Peláez Víctor Jesús

Apellidos y Nombres del experto: *Casavilca Gutierrez Edinson Jesús*

ASPECTOS A EVALUAR					OPINION DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM/PREGUNTAS	ESCALA	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS
VARIABLE DEPENDIENTE COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DEL COLEGIO	Respuesta Sísmica	Presiones					
		Combinacion de cargas					
		Asentamiento por carga de servicio y por sismo					


  
 Firma y Sello  
 EDINSON JESUS  
 CASAVILCA GUTIERREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

Título de la Investigación: Análisis del comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021

Apellidos y Nombres del investigador: Rodríguez Peláez Víctor Jesús

Apellidos y Nombres del experto: *Casavilca Gutierrez Edinson Jesús*

ASPECTOS A EVALUAR					OPINION DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM/PREGUNTAS	ESCALA	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS
VARIABLE INDEPENDIENTE TIPOS DE CIMENTACIONES	Pilotes	Diámetro de sección circular					

  
Firma y Sello  
EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225

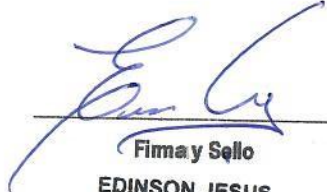


Título de la Investigación: Análisis del comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021

Apellidos y Nombres del investigador: Rodríguez Peláez Víctor Jesús

Apellidos y Nombres del experto: Casavilca Gutierrez, Edinson Jesús

ASPECTOS A EVALUAR					OPINION DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM/PREGUNTAS	ESCALA	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS
VARIABLE INDEPENDIENTE TIPOS DE CIMENTACIONES	Losas de Cimentación	Espesor Uniforme					

  
Firma y Sello  
EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225

Título de la Investigación: Análisis del comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021

Apellidos y Nombres del investigador: Rodríguez Peláez Víctor Jesús

Apellidos y Nombres del experto: *Rodas Correa Luis Alberto*

ASPECTOS A EVALUAR					OPINION DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM/PREGUNTAS	ESCALA	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS
VARIABLE INDEPENDIENTE TIPOS DE CIMENTACIONES	Losas de Cimentación	Espesor Uniforme					

  
Firma y Sello LUIS ALBERTO  
RODAS CORREA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 131235

Título de la Investigación: Análisis del comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021

Apellidos y Nombres del investigador: Rodríguez Peláez Víctor Jesús

Apellidos y Nombres del experto: *Rodas Correa Luis Alberto*

ASPECTOS A EVALUAR					OPINION DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM/PREGUNTAS	ESCALA	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS
VARIABLE DEPENDIENTE COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DEL COLEGIO	Esfuerzos principales	Cortante					
		Flexion					

*Rodas Correa Luis Alberto*  
 RODAS ALBERTO  
 RODAS CORREA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 131235



Título de la Investigación: Análisis del comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021

Apellidos y Nombres del investigador: Rodríguez Peláez Víctor Jesús

Apellidos y Nombres del experto: *Rodas Correa Luis Alberto*

ASPECTOS A EVALUAR					OPINION DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM/PREGUNTAS	ESCALA	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS
VARIABLE INDEPENDIENTE TIPOS DE CIMENTACIONES	Zapatas Corridas	Forma Rectangular					

*Rodas Correa*  
 LUIS ALBERTO  
 RODAS CORREA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.P. N° 131235

Título de la Investigación: Análisis del comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021

Apellidos y Nombres del investigador: Rodríguez Peláez Víctor Jesús

Apellidos y Nombres del experto: *Rodas Correa Luis Alberto*

ASPECTOS A EVALUAR					OPINION DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM/PREGUNTAS	ESCALA	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS
VARIABLE INDEPENDIENTE TIPOS DE CIMENTACIONES	Pilotes	Diámetro de sección circular					

*Rodas Correa Luis Alberto*  
Firma y Sello

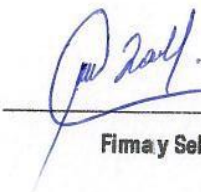
LUIS ALBERTO  
RODAS CORREA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 131235

Título de la Investigación: Análisis del comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021

Apellidos y Nombres del investigador: Rodríguez Peláez Víctor Jesús

Apellidos y Nombres del experto: *Rodas Correa Luis Alberto*

ASPECTOS A EVALUAR					OPINION DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM/PREGUNTAS	ESCALA	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/SUGERENCIAS
VARIABLE DEPENDIENTE COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DEL COLEGIO	Respuesta Sísmica	Presiones					
		Combinacion de cargas					
		Asentamiento por carga de servicio y por sismo					



Firma y Sello

LUIS ALBERTO  
RODAS CORREA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 131235



## Anexo 04: Validez por juicio de expertos

### Parte C: Validación

Validez	Pregunta		Puntuación		Observaciones
			0	1	
De contenido	1	¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2	¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3	¿EL número de dimensiones es adecuado?		X	
	4	¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5	¿Las hipótesis planteadas se contrastaran con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6	¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7	No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8	¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9	¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10	¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
	11	¿Los indicadores son medibles?		X	
De criterio	12	¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13	¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14	¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15	No es necesario considerar otros campos		X	
<b>Total</b>				15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: CALAGUA ZEVALLOS MISAEL SILVANO

Especialista: Metodólogo [ ] Temático [ ]

Grado: Maestro [ ] Doctor [ ]

Título profesional: INGENIERO CIVIL

Nº de registro CIP: 80869

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

  
**MISAEL SILVANO CALAGUA ZEVALLOS**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP. 80869**

Firma y Sello

### Parte C: Validación

Validez	Pregunta		Puntuación		Observaciones
			0	1	
De contenido	1	¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2	¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3	¿EL número de dimensiones es adecuado?		X	
	4	¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5	¿Las hipótesis planteadas se contrastaran con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6	¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7	No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8	¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9	¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10	¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
	11	¿Los indicadores son medibles?		X	
De criterio	12	¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13	¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14	¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15	No es necesario considerar otros campos		X	
<b>Total</b>				<b>15</b>	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Casavilca Gutierrez Edinson Jesús


Especialista: Metodólogo [ ] Temático [ ]

Grado: Maestro [ ] Doctor [ ]

Título profesional: Ingeniero Civil.

N° de registro CIP: 200225

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

  
 Firma y Sello  
**EDINSON JESUS  
 CASAVILCA GUTIERREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225**



### Parte C: Validación

Validez	Pregunta		Puntuación		Observaciones
			0	1	
De contenido	1	¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2	¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3	¿EL número de dimensiones es adecuado?		X	
	4	¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5	¿Las hipótesis planteadas se contrastaran con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6	¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7	No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8	¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9	¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10	¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
	11	¿Los indicadores son medibles?		X	
De criterio	12	¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13	¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14	¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15	No es necesario considerar otros campos		X	
<b>Total</b>				15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Rodas Correa Luis Alberto

Especialista: Metodólogo [ ] Temático [ ]

Grado: Maestro [ ] Doctor [ ]

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 131236

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

  
 Firma y Sello  
 LUIS ALBERTO  
 RODAS CORREA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg CIP N° 131236

ASPECTOS A CONSIDERAR		OBSERVADORES					
		1	2	3			
OBSERVACIONES	1	¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?	1	1	1		
	2	¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?	1	1	1		
	3	¿El número de dimensiones es adecuado?	1	1	1		
	4	¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?	1	1	1		
	5	¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?	1	1	1		
	6	¿El número de indicadores es adecuado?	1	1	1		
	7	No existe ambigüedad en los indicadores	1	1	1		
	8	¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?	1	1	1		
	9	¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?	1	1	1		
	10	¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?	1	1	1		
	11	¿Los indicadores son medibles?	1	1	1		
	12	¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?	1	1	1		
	13	¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?	1	1	1		
	14	¿La secuencia planteada es adecuada?	1	1	1		
	15	No es necesario considerar otros campos	1	1	1		

P <sub>i</sub> (1)	P <sub>j</sub> (1)	P <sub>k</sub> (1)	P <sub>l</sub> (1)	P <sub>m</sub> (1)
1	1	1	0	0.000000000
P <sub>i</sub> (2)	P <sub>j</sub> (2)	P <sub>k</sub> (2)	P <sub>l</sub> (2)	P <sub>m</sub> (2)
0	0	0	1	1

$$\sum_{m>l} \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k) P_m(k) = 4 \quad 0.32307692$$

$$P_e = \frac{1}{N_e} \sum_{i=1}^{N_e} \frac{2}{J_i(J_i - 1)} \sum_{m>l} \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k) P_m(k) = 0.323076923$$

P <sub>e</sub> =	0.64459
------------------	---------

$$K = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e} = 1$$

## **Anexo 05: Normativa**

Las normativas usadas para la investigación serán las normativas nacionales y estándares internacionales vigentes, las normas usadas se indican a continuación:

RNE, Reglamento Nacional de edificaciones en sus normas:

- NTE.020 - Normas de Cargas - 2006
- NTE.030 - Normas de Diseño Sismorresistente - 2018
- NTE.050 - Norma de Suelos y Cimentaciones - 2018
- NTE.060 - Norma de Concreto Armado – 2009

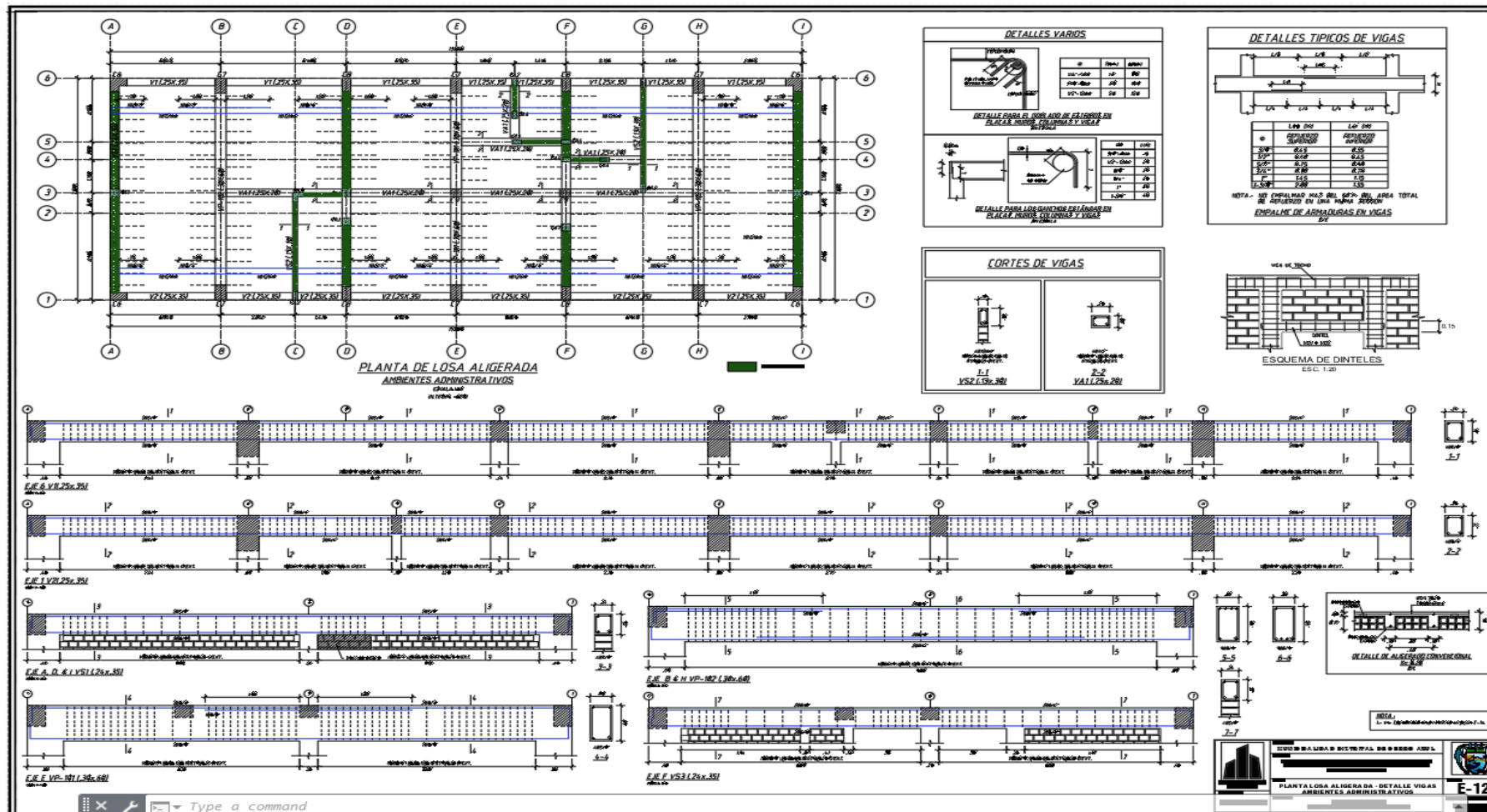
## Anexo 06: Mapas y planos



Mapa de Ubicación de la Institución Educativa N° 20131 José Olaya Balandra.







Plano: Planta Losa aligerada – Módulo de Pabellón 01

## Anexo 07: Panel Fotográfico



**Fotografía 1.** Inspección y reconocimiento de la Institución Educativa N° 20131 José Olaya Balandra con código local 352610 en el Distrito de Cerro Azul, Provincia de Cañete, Departamento de Lima.



**Fotografía 2.** Lugar donde será el módulo 1 de la Institución Educativa N° 20131 José Olaya Balandra.

## Anexo 08: Coordinaciones Institucionales requeridas

Señor:

**Ing. Edinson Jesús Casavilca Gutiérrez**

**GERENTE GENERAL DE LA EMPRESA CS INGENIEROS S.A.C.**

Presente,

Ref.: **SOLICITUD DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS**



**De mi mayor consideración:**

A tiempo de saludar a usted muy atentamente y desearle el mayor de los éxitos en su trabajo diario por medio de la presente, me permito solicitar el Estudio de suelos que se ha realizado en la Institución Educativa N.º 20131 José Olaya Balandra del el Distrito de Cerro Azul, Provincia de Cañete, para poder utilizar los resultados obtenidos en mi Proyecto de investigación que tiene el título presente:

**"Análisis del comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021"**

Para el cual necesito los siguientes ensayos:

- ❖ Clasificación de suelos
- ❖ Granulometría
- ❖ Límites de Atterberg
- ❖ Ensayo para la estimación de parámetros involucrados en la estimación de los asentamientos.
- ❖ Ensayo para la evaluación de la resistencia al corte del suelo.

Sin otro particular, saludo a usted con las atenciones más distinguidas.

Atentamente

Rodríguez Peláez Víctor Jesús

DNI. 73935638





**CS INGENIEROS**

*"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"*

Sres.  
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-SEDE LIMA NORTE  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Presente.

Demuestra consideración:

Por medio de la presente le hacemos llegar la autorización de interesado para el uso de nuestra información del estudio de suelos realizados por la empresa CS INGENIEROS S.A.C., los que serán utilizados exclusivamente para uso académico en el desarrollo de tesis:


**"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL CON DIFERENTES TIPOS DE CIMENTACIONES Y PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO DEL COLEGIO JOSÉ OLAYA, CAÑETE-2021"**

Desarrollado por Rodríguez Peláez Víctor Jesús.

A su vez, se le autoriza el uso de software, equipos y material académico especializados con los que cuenta la empresa para el desarrollo de Tesis.

Atentamente.

**CS INGENIEROS SAC.**

  
Ing. Edinson J. Casavilca Gutiérrez  
REPRESENTANTE LEGAL

Ing. Edinson Jesus Casavilca Gutiérrez  
"GERENTE GENERAL"

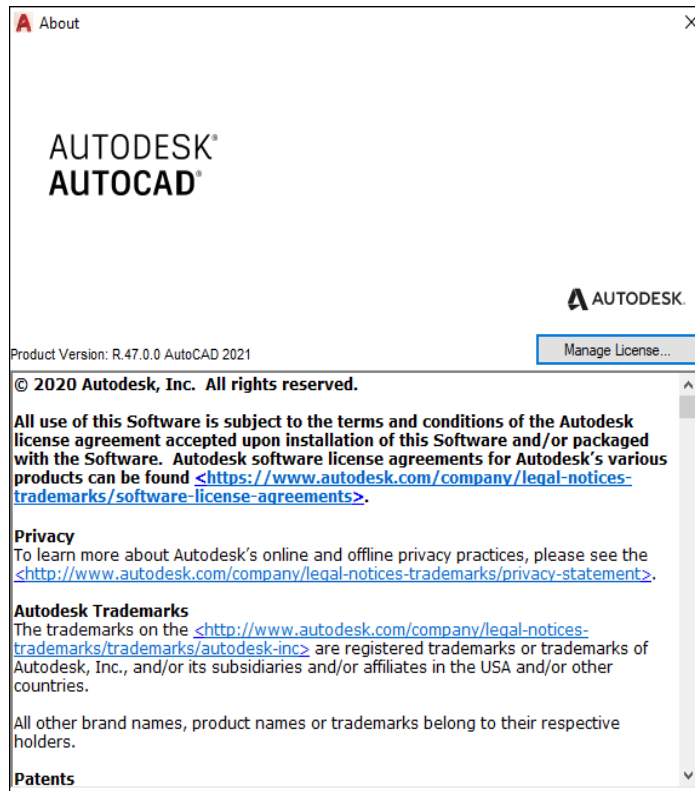
## Anexo 09: Licencias software

The image shows two windows from the ETABS software interface. The left window, titled 'About ETABS', provides general product information: ETABS Ultimate 64-bit, Version 19.0.0, Build 2277. It identifies the software as Integrated Building Design Software, copyrighted by Computers and Structures, Inc. in 1984-2020. It lists the user as RODRIGUEZ PELAEZ VICTOR JESUS and shows system details: 16233.609 MB total physical memory, 10696.309 MB available, and Windows 10 (Version 10.0) Build 19042 64-bit. The right window, titled 'ETABS', displays specific license details: License for Feature 'EtabUL' (Version 19), Type 'Standalone', and 365 days left on license. Locking Data includes Custom criteria, Selector '0x3010', and Code '\*1SZBR6QYXLHKGQ7'. The License Server section is empty. Copyright is © 2020 Computers and Structures, Inc. Both windows have 'OK' and 'Print' buttons.

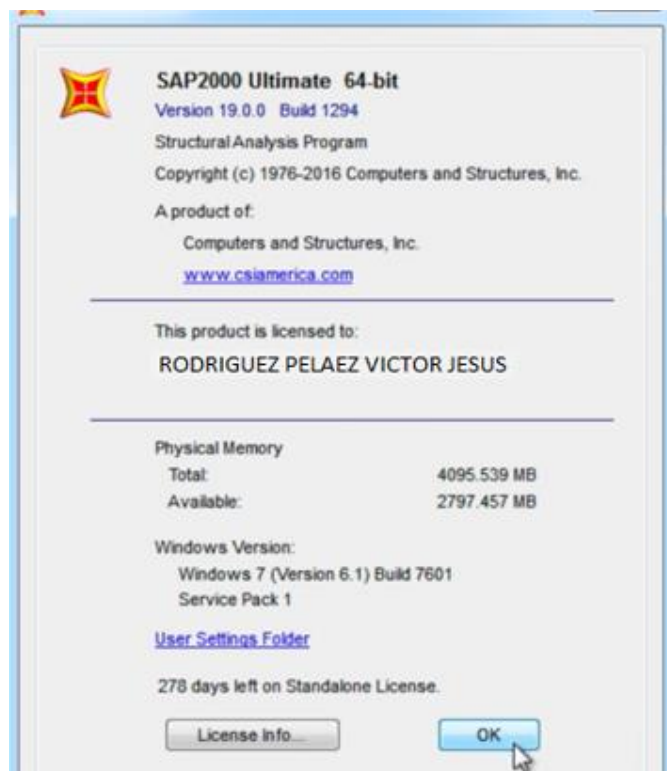
Fuente: Computers and structures, Inc

The image shows two windows from the SAFE software interface. The left window, titled 'About SAFE', provides general product information: SAFE 2016 Post Tensioning 32-bit, Version 16.0.2, Build 1153. It identifies the software as Slab Analysis by the Finite Element Method, copyrighted by Computers and Structures, Inc. in 1978-2017. It lists the user as RODRIGUEZ PELAEZ VICTOR JESUS and shows system details: 16,623,216 KB total physical memory, 10,541,180 KB available, and Windows 8 (Version 6.2) Build 9200 64-bit. The right window, titled 'SAFE 2016', displays specific license details: License for Feature 'SafePT' (License Version 2016), Type 'Standalone', and 314 days left on license. Locking Data includes Custom criteria, Selector '3010', and Code '\*1SZBR6QYXLHKGQ7'. The License Server section is empty. Copyright is © 2017 Computers and Structures, Inc. Both windows have 'OK' and 'Print' buttons.

Fuente: Computers and structures, Inc



Fuente: Computers and structures, Inc



Fuente: Computers and structures, Inc

## Anexo 10: Informe de cálculos de las cimentaciones

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

### VALIDACIÓN

Los cálculos realizados en la presente investigación "Análisis del comportamiento sísmico estructural con diferentes tipos de cimentaciones y presencia de nivel freático del colegio José Olaya, Cañete-2021" se validaron por un ingeniero civil titulado y colegiado.

### Datos del experto

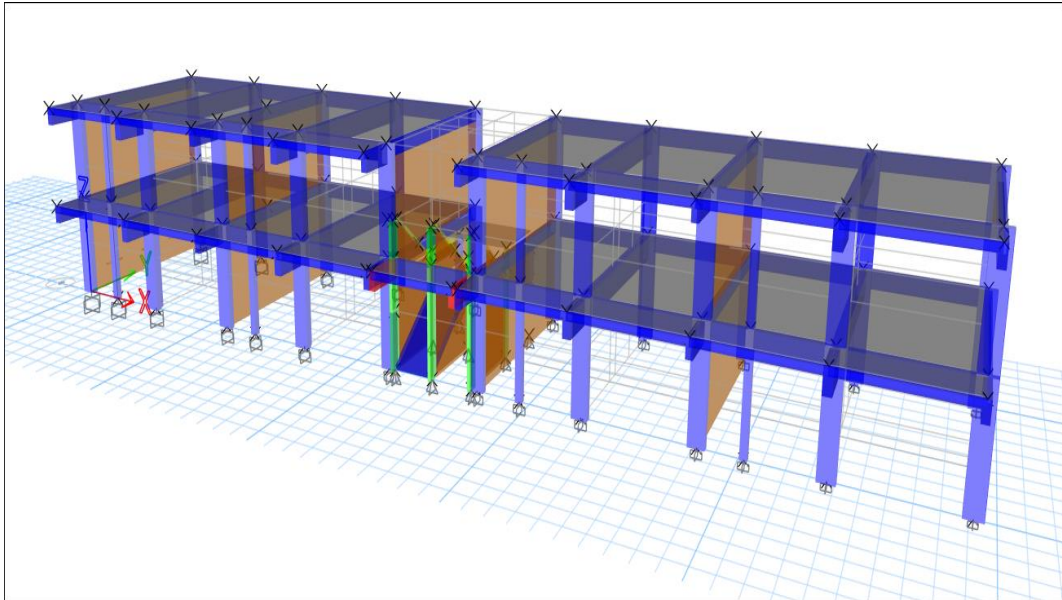
- Apellidos y Nombres : YAURES ZAPATA, ANDERSON GREGORI
- Título profesional : INGENIERO CIVIL
- N° de registro CIP : 267645

  
ANDERSON GREGORI YAURES ZAPATA  
Ingeniero Civil  
CIP N° 267645

---

**Firma y Sello**

Se realizó el modelamiento estructural en el programa ETABS 2016 de la edificación de acuerdo a los parámetros establecidos por la norma técnica E.030, se calculó las verificaciones torsionales en las direcciones, luego se discretizó todas las cargas de la estructura y se exportó al programa SAFE y SAP 2000 para calcular cada tipo de cimentación.



Modelamiento en el programa ETABS

Fuente: Elaboración Propia

Para el análisis de las zapatas corridas se debe contar con la capacidad portante, el asentamiento permisible y el coeficiente de balasto  $K_s$ , para eso se realizó el estudio de suelos obteniendo los resultados. Para calcular la capacidad portante del suelo, se realizó por el método de terzaghi, se identificó el tipo de suelo, en estado suelto por presencia de nivel freático.

La densidad del suelo es de  $1800 \text{ kg/m}^3$ .

Profundidad de cimentación según R.N.E. Se requiere que no sea inferior a 0,5 m.

Suelo de gravedad, arena gravoso  $N=11$ .

Se utilizó la siguiente ecuación:

$$Q_H = C * N_C * S_C * D_C * I_C + Q * N_Q * S_Q * D_Q * I_Q + 0.5 * Y * B * N_Y * S_Y * D_Y * I_Y$$

Ecuación 12

Sustituyendo y con un coeficiente de seguridad 3.0, se obtuvo la capacidad portante con un valor de  $0.96 \text{ kg/cm}^2$ .

Carga transmitida al terreno.

Carga transmitida al terreno					
Tipos	Dimensiones las distancias colaborantes en una sección			Base	Qu(Kg/cm2)
	L=	Area	Carga (Tn)	B=	
Zapata	1.6	2.56	24.5	1.6	0.96

Fuente: Estudio de suelos.

De la misma manera se calculó el asentamiento permisible para la cimentación corrida, mediante el método elástico con la fórmula que se muestra en la siguiente figura.

$$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

Método elástico.

Fuente: Elaboración Propia.

Simbología:

$S_i$  = Asentamiento probable (cm)

$\mu$  = Relación de Poisson (-)

$E_s$  = Modulo de elasticidad (ton/m<sup>2</sup>)

$E_s = 50 (15+N) = 50 (15+11) = 1300 \text{ kg/cm}^2$

$I_f$  = Factor de forma (cm/m) = 82 cm/m.

$B$  = Ancho de la cimentación (m) =7.50 m.

$L$  = Largo de la cimentación (m) =16.77 m.

$P$  = Peso de la edificación =402.48 Tn.

Área = 125.78 m<sup>2</sup>.

$q = P / A = 402.48/125.78 = 3.20 \text{ Tn/m}^2$

Determinando los coeficientes según los parámetros del aci

$U = 0.25$ ,  $E_s = 1300.00 \text{ KG/CM}^2$ ,  $I_f = 82\text{CM/M}$

Asentamiento máximo: =  $l/150 = 750/150=5.00 \text{ cm}$ .

Remplazando en la fórmula:

$S_i = 1.42\text{cm} < 5.00 \text{ cm}$



El asentamiento permisible que se utilizó para la zapata corrida es de 1.42 cm y el asentamiento máximo es de 5 cm.

Para calcular el coeficiente de balasto de la zapata corrida se tiene que contar con el valor de la capacidad portante del suelo que es 0.96 kg/cm<sup>2</sup>.

Para esto se utilizó la siguiente figura que nos muestra cual es el coeficiente de balasto para la capacidad portante de 0.96 kg/cm<sup>2</sup>.

Modulo de Reaccion del Suelo					
Datos para SAFE					
Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>3</sup> )	Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>3</sup> )	Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>3</sup> )
0.25	0.65	1.55	3.19	2.85	5.70
0.30	0.78	1.60	3.28	2.90	5.80
0.35	0.91	1.65	3.37	2.95	5.90
0.40	1.04	1.70	3.46	3.00	6.00
0.45	1.17	1.75	3.55	3.05	6.10
0.50	1.30	1.80	3.64	3.10	6.20
0.55	1.39	1.85	3.73	3.15	6.30
0.60	1.48	1.90	3.82	3.20	6.40
0.65	1.57	1.95	3.91	3.25	6.50
0.70	1.66	2.00	4.00	3.30	6.60
0.75	1.75	2.05	4.10	3.35	6.70
0.80	1.84	2.10	4.20	3.40	6.80
0.85	1.93	2.15	4.30	3.45	6.90
0.90	2.02	2.20	4.40	3.50	7.00
0.95	2.11	2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20	2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29	2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.38	2.40	4.80	3.70	7.40
1.15	2.47	2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56	2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65	2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74	2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83	2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92	2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01	2.75	5.50		
1.50	3.10	2.80	5.60		

Módulo de reacción del suelo

Fuente: Datos de la base SAFE

Se realizó una interpolación dando como resultado 2.13 kg/cm<sup>2</sup>.

Para el cálculo de la platea de cimentación de igual manera se debe contar con la capacidad portante, el asentamiento permisible y el coeficiente de balasto Ks.

Se realizó por el método de terzaghi, obteniendo los siguientes resultados en la siguiente tabla.

*Carga transmitida al terreno de la losa de cimentación.*

Prof.	φ	N	B(m)	CAP. ADM (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.8	20.18	11	7.5	0.58
1	20.18	11	7.5	0.67
1.2	20.18	11	7.5	0.77

Fuente: Estudio de suelos.

Se utilizó la capacidad portante de 0.77 kg/cm<sup>2</sup> para el análisis de la platea de cimentación. Se calculó el asentamiento permisible para la losa de cimentación,

mediante el método elástico que se muestra en la figura, obteniendo el valor de  $S_l = 1.42\text{cm} < 5.00\text{ cm}$ .

Para calcular el coeficiente de balasto de la platea de cimentación se tiene que contar con el valor de la capacidad portante del suelo que es  $0.77\text{ kg/cm}^2$ .

Luego se interpola la capacidad portante dando como resultado  $1.79\text{ kg/cm}^2$ .

Para el cálculo de pilotes los resultados se obtuvieron del estudio de suelos a una profundidad de 15 metros, se utilizó la capacidad portante de  $3.75\text{ kg/cm}^2$ , además con los resultados obtenidos se determinó la capacidad de carga del pilote total.

Primero se calculó la resistencia fuste a fricción por el método AASHTO-LRFD-FHWA, utilizando algunos datos como se muestra en la siguiente tabla.

*Resistencia fuste a fricción*

Estrato	prof.	$\Delta z =$	q-adm	$s_u =$	Pa (kg/cm <sup>2</sup> )	$\frac{s_u}{Pa} =$	$\alpha =$	B(cm)=	$Q_{ws} =$	
Estrato01	0	5	500	1.56	1.040	1.0335	1.01	0.550	45.000	40432.30
Estrato02	5	8	300	2.23	1.490	1.0335	1.44	0.550	45.000	34756.22
Estrato03	8	10	200	3.40	2.270	1.0335	2.20	0.480	45.000	30807.71
Estrato04	10	15	500	3.75	2.500	1.0335	2.42	0.460	45.000	81288.71
			1500							187284.94 kg

Fuente: Elaboración Propia.

Luego se calculó la capacidad punta para suelos cohesivos por el método AASHTO-LRFD-FHWA.

*Capacidad punta*

Datos	Resultados
q-adm=	3.75
$s_u =$	2.500
$N^*c =$	9
$q_{BN} =$	8.79
B(cm)=	45.000
$Q_{WP} =$	13979.89 kg

Fuente: Elaboración Propia.

Obteniendo los datos, se sumó el resultado de la resistencia fuste a fricción y la capacidad punta obteniendo como resultado  $201264.83\text{ kg}$ , luego se calculó la capacidad total de un pilote por el método AASHTO.



*Capacidad total de un pilote*

Capacidad total de un pilote	Resultados
$\phi_s =$	0.45
$\phi_B =$	0.50
$\sum \phi R_i =$	91268.17 kg

Fuente: Elaboración Propia.

El resultado de 201264.83 kg se dividió entre el factor de seguridad 3, la carga total ultima en un pilote seria de  $Q_{tu} = 67.09$  Tn.

Se calculo el asentamiento elástico de pilotes con la fórmula que se muestra en la siguiente figura.

$$S_e = S_{e(1)} + S_{e(2)} + S_{e(3)}$$

Formula del asentamiento elástico.

Fuente: Según Vesic.

Primeramente, se calculó el asentamiento elástico del pilote y se utilizó la siguiente formula que se muestra en la figura.

$$S_{e(1)} = \text{asentamiento elástico del pilote}$$

$$S_{e(1)} = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws})L}{A_p E_p} \quad E_p = 15100 \sqrt{f'_c}$$

Fórmula del asentamiento elástico del pilote.

Fuente: Según Vesic.

Los datos obtenidos se reemplazaron en la fórmula para calcular el asentamiento elástico del pilote como se muestra en la tabla.

*Asentamiento elástico del pilote*

Se(1)	Asentamiento elástico del pilote
$Q_{wp} =$	13979.89
$Q_{ws} =$	187284.94
$L =$	1500
$A_p =$	1256.64
$E_p =$	218819.7889
$\zeta =$	0.5
$S_{e(1)} =$	0.5871

Fuente: Elaboración Propia

Luego se calculó el asentamiento del pilote causado por la carga en la punta del pilote y se utilizó la siguiente formula como se muestra en la figura.

$$S_{e(2)} = \text{asentamiento del pilote causado por la carga en la punta del pilote}$$

$$S_{e(2)} = \frac{Q_{wp} C_p}{D q_p}$$

Formula del asentamiento del pilote causado por la carga en la punta del pilote.

Fuente: Según Vesic.

Los datos obtenidos se reemplazaron y se obtuvieron los siguientes resultados como se muestra en la tabla.

*Asentamiento del pilote causado por la carga en la punta del pilote*

Se(2)	Asentamiento del pilote causado por la carga en la punta del pilote	
Qwp=		13979.89
Cp=		0.09
qp=		8.79
D=		40
Se(2)=		3.5785

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se calculó el asentamiento causado por la carga transmitida a lo largo del fuste, se utilizó la siguiente formula como se muestra en la figura.

$$S_{e(3)} = \text{asentamiento del pilote causada por la carga transmitida a lo largo del fuste}$$

$$S_{e(3)} = \frac{Q_{ws} C_s}{L q_p} \quad C_s = \left( 0.93 + 0.16 \sqrt{\frac{L}{D}} \right) C_p$$

Formula del asentamiento del pilote causado por la carga transmitida a lo largo del fuste.

Fuente: Según Vesic

Los datos obtenidos se reemplazaron y se obtuvieron los resultados como se muestra en la tabla.

*Asentamiento del pilote causado por la carga transmitida a lo largo del fuste.*

Se(3)	Asentamiento del pilote causada por la carga transmitida a lo largo del fuste	
Qws=		187284.94
Cs=		0.171881631
L=		1500
Qp=		8.79
Se(3)=		2.441

Fuente: Elaboración Propia

El resultado del asentamiento elástico para el pilote será la suma de los asentamientos calculados anteriormente, el asentamiento permisible máximo será de 6.61 cm.

El coeficiente de balasto se obtuvo del estudio de suelos por cada estrato que se realizó.

Conforme se ha realizado el modelamiento en el Etabs 2016 y ya se encuentra definido la estructura, se procede a exportar las cargas al programa SAFE.

El primer diseño que se realizó fue las zapatas corridas, para esto primeramente se definió los materiales como la resistencia de concreto  $F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , el esfuerzo del acero  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  y las áreas del acero.

Posteriormente se creó la altura de la zapata corrida a 40 cm, se colocaron los datos de la capacidad portante del suelo  $Q_u = 0.96 \text{ Kg/cm}^2$  y el módulo de balasto  $K_s = 2.13 \text{ Kg/cm}^2$ , obtenidos en el estudio de suelos.

Se calcula la presión 1 que es por carga de servicio en la cual, debe ser menor que la capacidad portante y la presión actuante por carga de servicio más la carga de sismo en la cual, debe ser menor que 1.3 por la capacidad portante.

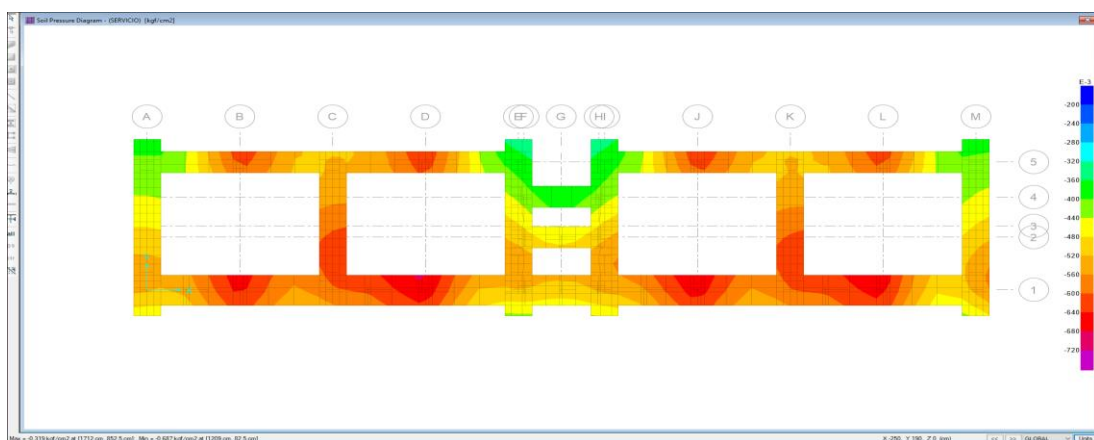
En la siguiente tabla se muestra las presiones que se debe calcular, y así verificar que presión es la máxima.

*Presiones de carga de servicio y sismo*

Presiones		
P01	CM+CV	<CP
P02	CM+CV+08SX	<1.3CP
P03	CM+CV-08SX	
P04	CM+CV+08SY	
P05	CM+CV-08SY	

Fuente: Programa SAFE 2016

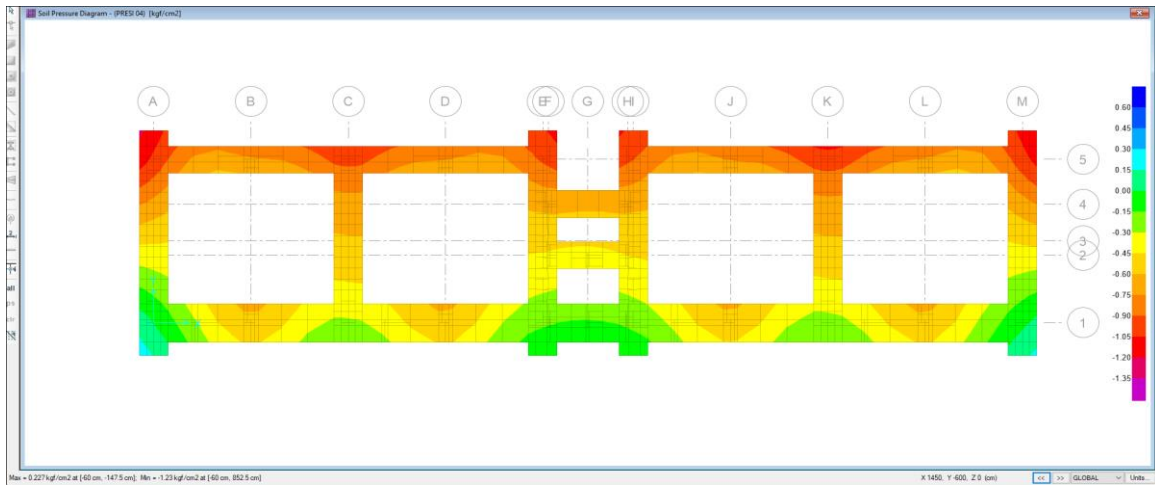
En la siguiente figura se va observar la cimentación por carga de servicio que cumple con la norma técnica E.060.



Cimentación por carga de servicio de la zapata corrida.

Fuente: Programa SAFE

Luego se calculó las otras presiones por carga de servicio más sismo, obteniendo la presión máxima que cumple con la normativa E.060.



Presión máxima de la zapata corrida.

Fuente: Programa SAFE

Se observa que la presión actuante por cargas de servicio es de 0.687 kg/cm<sup>2</sup> y la presión actuante por cargas de servicio más la carga de sismo Y que es la más desfavorable es de 1.22 kg/cm<sup>2</sup>, siendo la presión admisible por servicio de 0.96 kg/cm<sup>2</sup> y la presión admisible para sismo de  $0.96 * 1.3 = 1.243$  kg/cm<sup>2</sup>, se observa que la presión actuante no es mayor a la presión admisible, entonces si cumple con la norma técnica E 030.

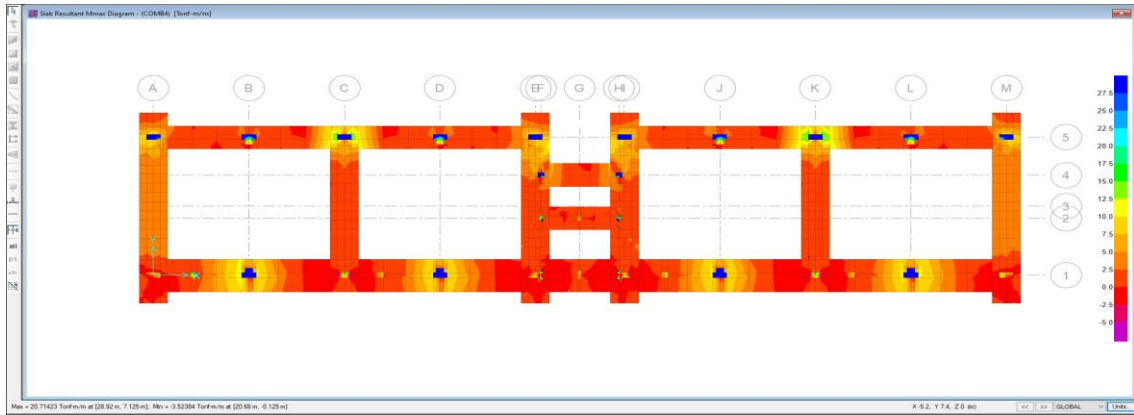
Las combinaciones de carga se definen de acuerdo con la filosofía de diseño para hormigón armado, se toma en cuenta una secuencia de combinaciones de carga que determina la carga máxima de diseño para cada elemento estructural. Para la investigación se utilizaron las combinaciones especificadas según la regla técnica E.060. En la siguiente tabla se encuentra las combinaciones de carga.

*Combinaciones de carga*

Combinaciones	
COMBO 1 =	1.4CM+1.7CV
COMBO 2 =	1.25CM+1.25CV+SX
COMBO 3 =	1.25CM+1.25CV-SX
COMBO 4 =	1.25CM+1.25CV+1.25SY
COMBO 5 =	1.25CM+1.25CV-1.25SY
COMBO 6 =	0.9CM+SX
COMBO 7 =	0.9CM-SX
COMBO 8 =	0.9CM+1.25SY
COMBO 9 =	0.9CM-1.25SY

Fuente: Programa SAFE 2016

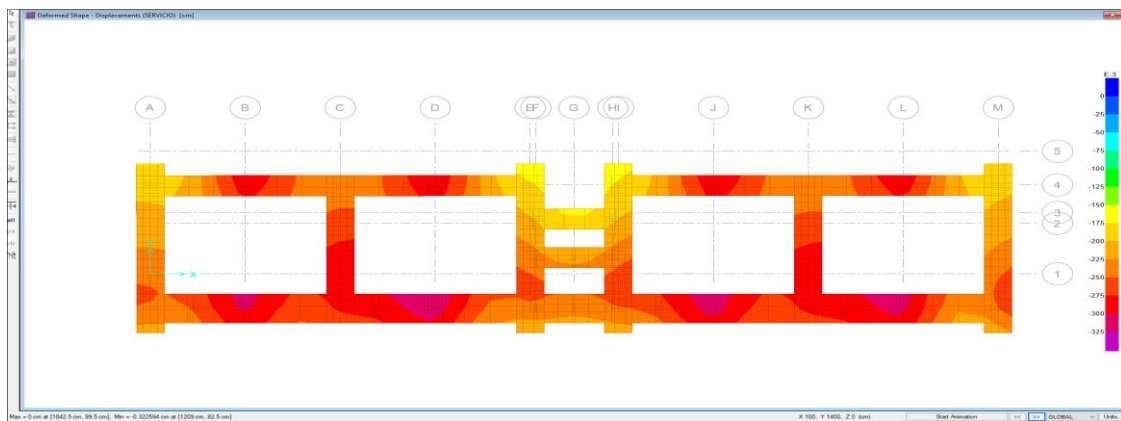
La combinación de carga 4 tiene el mayor momento máximo entre todas las combinaciones con un valor de 71.423 Tn-m.



Momento máximo de la zapata corrida.

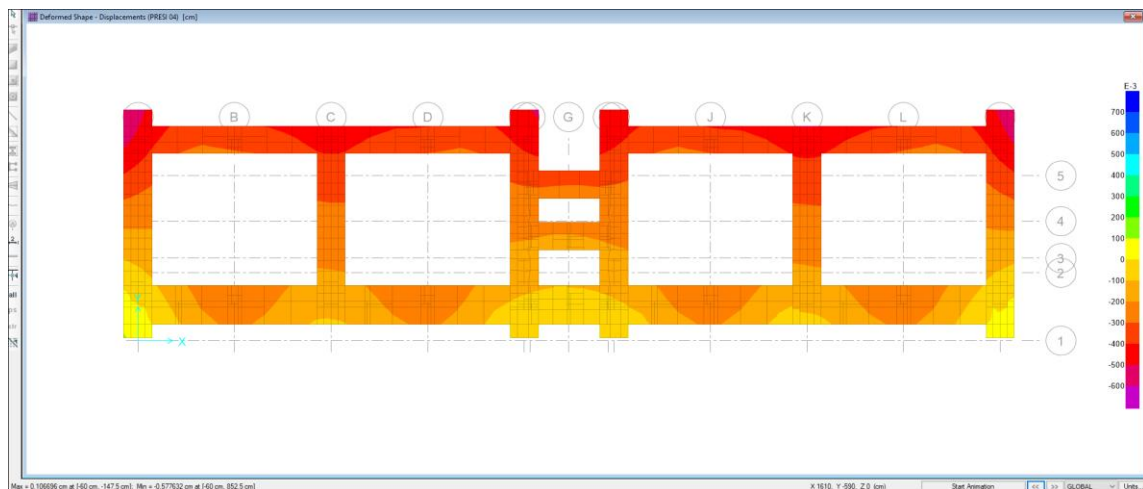
Fuente: Programa SAFE

Para el cálculo del asentamiento en las siguientes figuras se encuentra los resultados tanto para el caso de cargas de servicio  $S=0.322$  cm y para cargas de servicio más el sismo en este caso el más desfavorable es  $S=0.578$  cm, son menores al asentamiento máximo permisible  $S=1.42$  cm.



Asentamiento por carga de servicio de la zapata corrida.

Fuente: Programa SAFE



Asentamiento (Presión 4) de la zapata corrida.

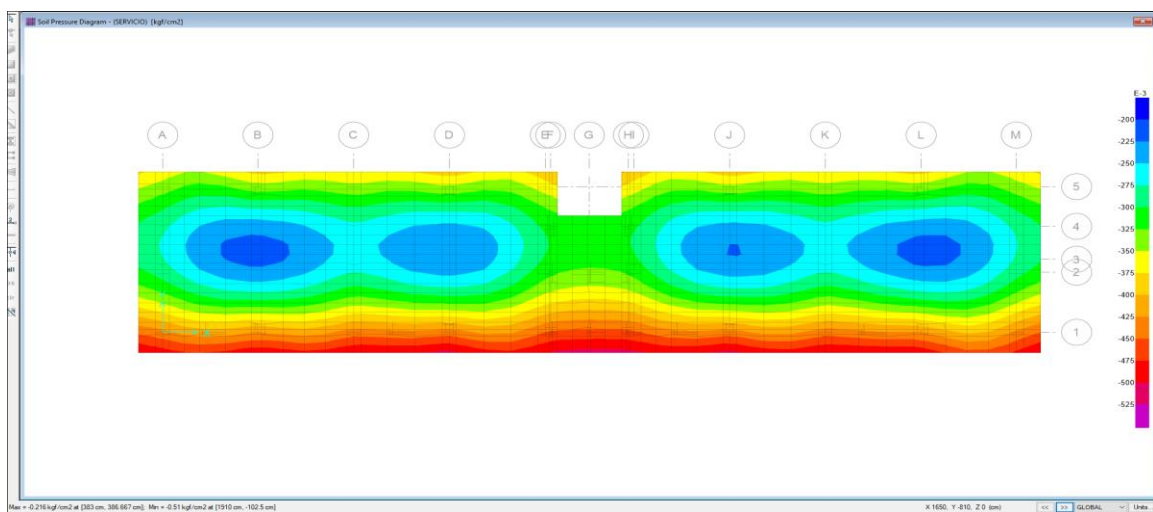
Fuente: Programa SAFE

El segundo diseño que se realizó fue la losa de cimentación, se definió los materiales como la resistencia de concreto  $F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , el esfuerzo del acero  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  y las áreas del acero.

También se colocó la altura de la losa a 55 cm, se utilizaron los datos de la capacidad portante del suelo  $Q_u = 0.77 \text{ Kg/cm}^2$  y el módulo de balasto  $K_s = 1.79 \text{ Kg/cm}^2$ , obtenidos en el estudio de suelos.

De igual manera se calculó las presiones por carga de servicio y por sismo en la cual debe cumplir con la norma técnica E030.

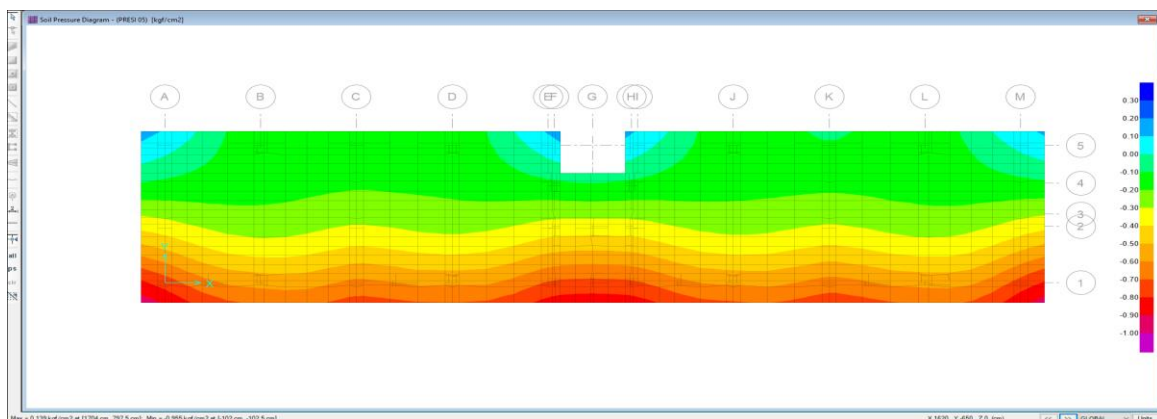
En la figura se muestra la carga de servicio de la losa de cimentación.



Cimentación por carga de servicio de la losa de cimentación.

Fuente: Programa SAFE

En la siguiente figura se muestra la presión máxima por carga de servicio más sismo que cumple con la normativa E.060.



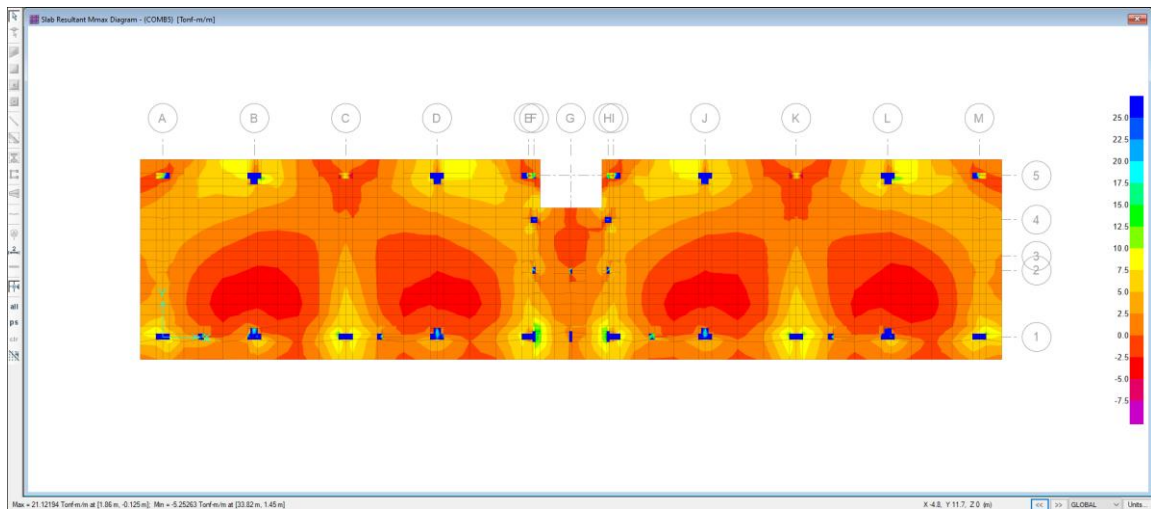
Presión máxima de losa de cimentación.

Fuente: Programa SAFE



Se observa que la presión actuante por cargas de servicio es de 0.513 kg/cm<sup>2</sup> y la presión actuante por cargas de servicio más la carga de sismo Y que es la más desfavorable es de 0.955 kg/cm<sup>2</sup>, siendo la presión admisible por servicio de 0.96 kg/cm<sup>2</sup> y la presión admisible para sismo de  $0.77 * 1.3 = 1.001$  kg/cm<sup>2</sup>, entonces si cumple con la norma técnica E.030.

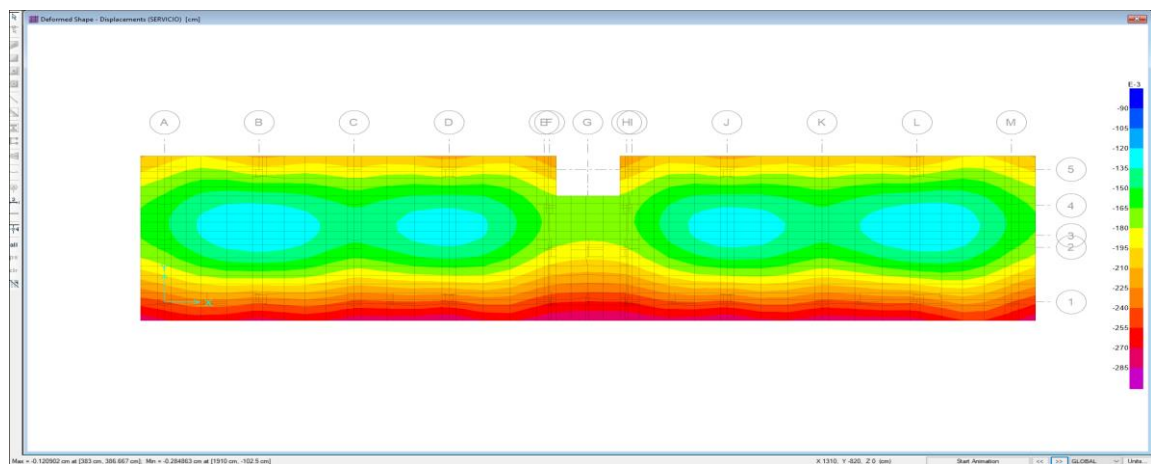
Se procedió a definir las combinaciones de cargas. En la siguiente figura se encuentra el momento máximo entre las combinaciones de cargas con un valor de 21.121 tn-m.



Momento máximo de losa de cimentación.

Fuente: Programa SAFE

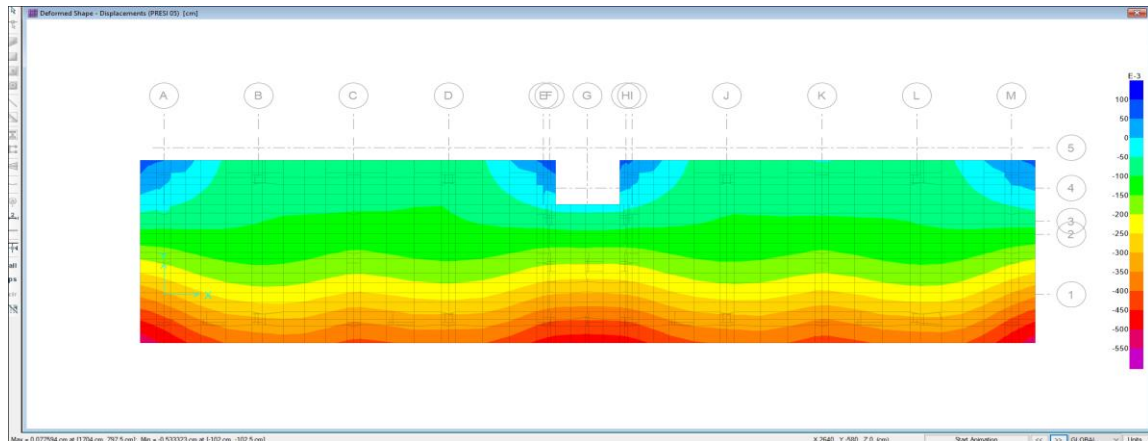
Para el cálculo del asentamiento en caso de cargas de servicio tiene un valor de  $S=0.284$  cm y para cargas de servicio más el sismo en este caso el más desfavorable es  $S=0.533$  cm, pero son menores que el asentamiento máximo permisible  $S=1.42$  cm.



Asentamiento por carga de servicio de losa de cimentación.

Fuente: Programa SAFE





Asentamiento (Presión 5) de losa de cimentación.

Fuente: Programa SAFE

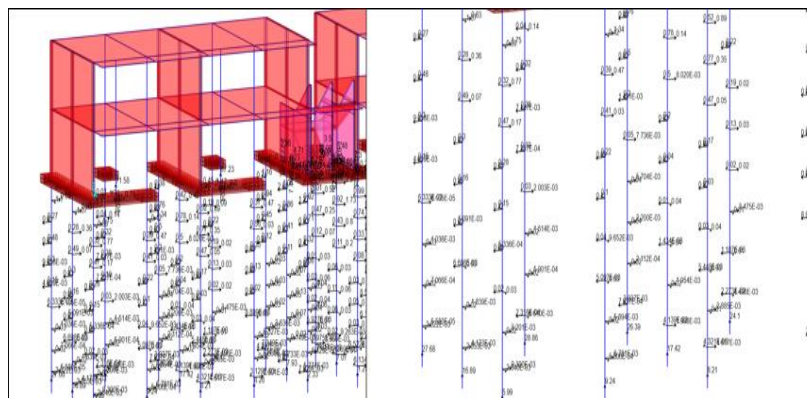
Para el diseño de pilotes se realizó los cálculos en el programa SAP 2000, en ese mismo programa se definió la estructura calculando las cargas.

De la misma manera para el diseño de pilotes, primeramente, se definió los materiales como la resistencia de concreto  $F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , el esfuerzo del acero  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  y las áreas del acero.

Luego se creó la altura de los pilotes a 15 m, se utilizaron los datos de la capacidad portante del suelo  $Q_u = 3.75 \text{ Kg/cm}^2$  y el módulo de balasto  $K_s = 12.3 \text{ Kg/cm}^2$ , obtenidos en el estudio de suelos.

Las presiones serán axiales para los pilotes en la cual se va a verificar la presión 1 que es por carga de servicio, debe ser menor que la carga total del pilote y de igual manera la presión actuante por carga de servicio más la carga de sismo.

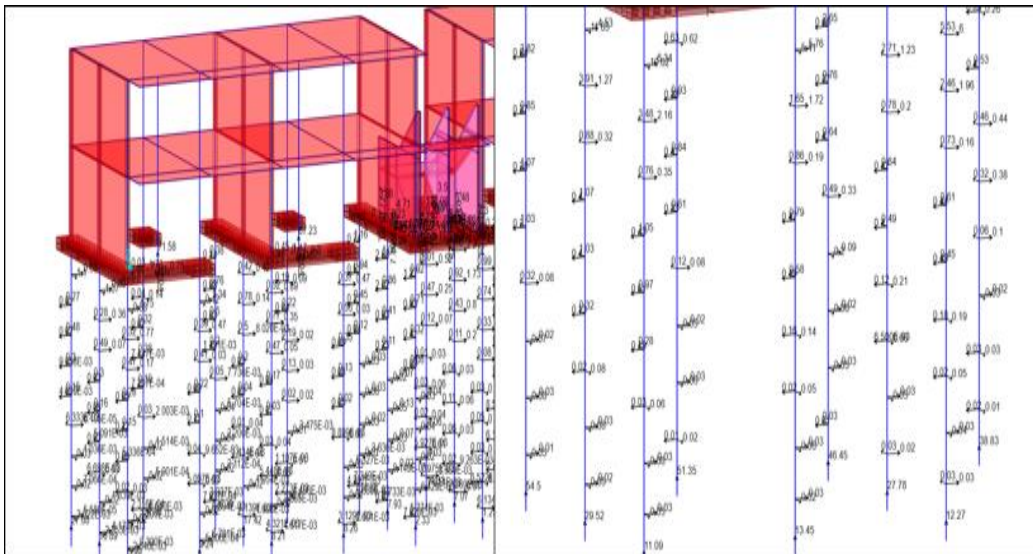
En la siguiente figura se va observar las presiones por carga de servicio, en la cual la carga de servicio mayor es de 28.86 tn; es menor que la carga total de pilote de una altura de 8 m a 15 m, significa que se puede diseñar con esa altura.



Cimentación por carga de servicio de pilotes.

Fuente: Programa SAP 2000

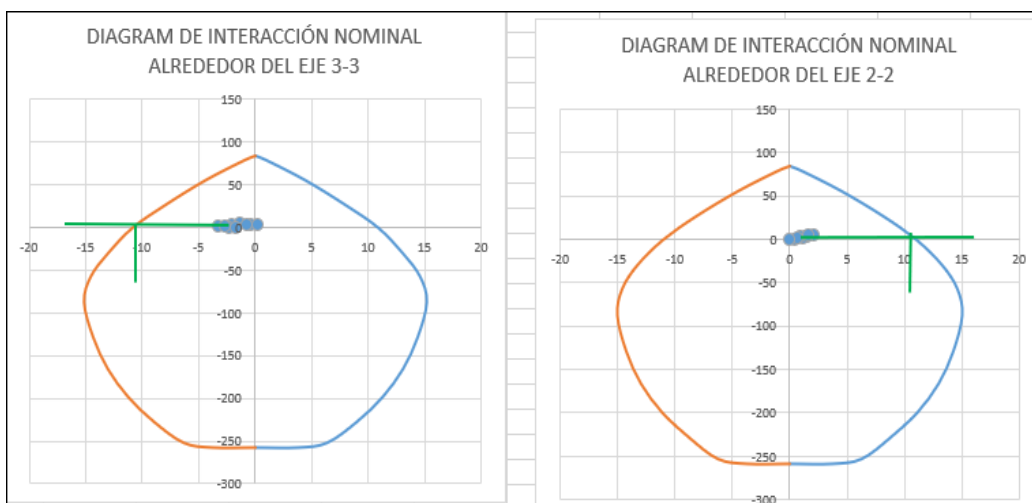
Luego se calculó la presión por carga de servicio más sismo, obteniendo la presión máxima que cumple ya que es menor que la carga total del pilote con un valor 54.5 Tn.



Presión máxima del pilote.

Fuente: Programa SAP 2000

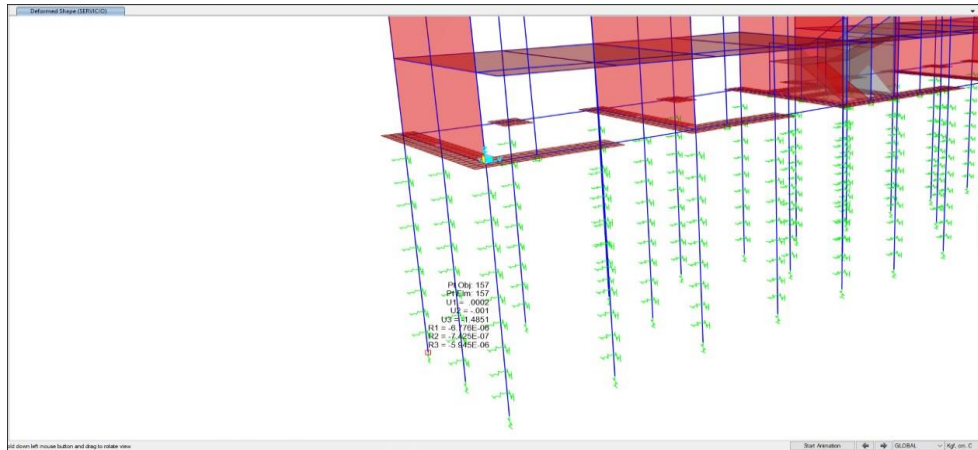
En la siguiente figura se muestra el momento máximo en el diagrama de interacción nominal con un valor de 11.02 Tn-m.



Momento máximo del pilote.

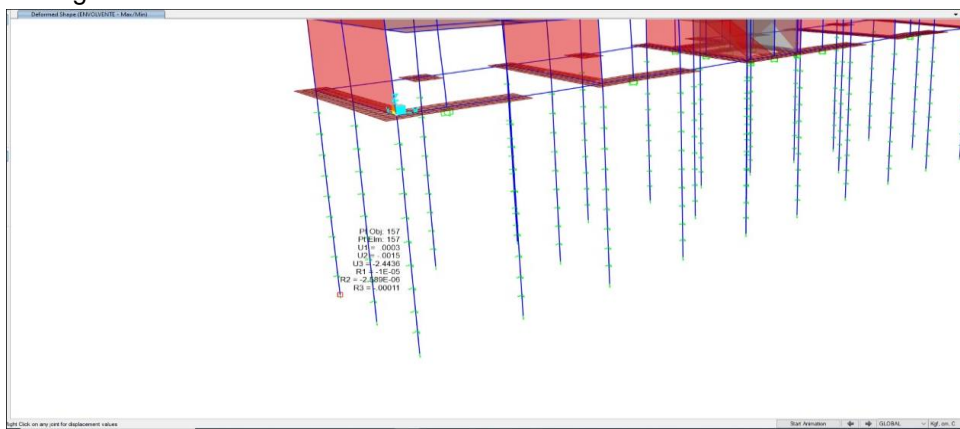
Fuente: Programa SAP 2000

Para el cálculo del asentamiento en las siguientes figuras se encuentra los resultados tanto para el caso de cargas de servicio  $S=1.48$  cm y para cargas de servicio más el sismo en este caso el más desfavorable es  $S=2.44$  cm, son menores al asentamiento máximo permisible  $S=6.67$  cm.



Asentamiento por carga de servicio de los pilotes.

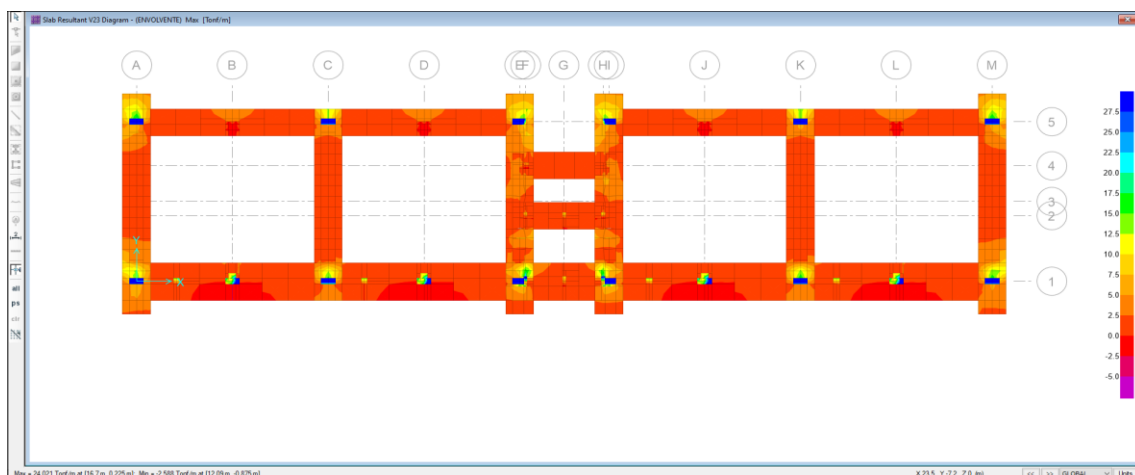
Fuente: Programa SAP 2000



Asentamiento máximo por carga de servicio más sismo de los pilotes.

Fuente: Programa SAP 2000

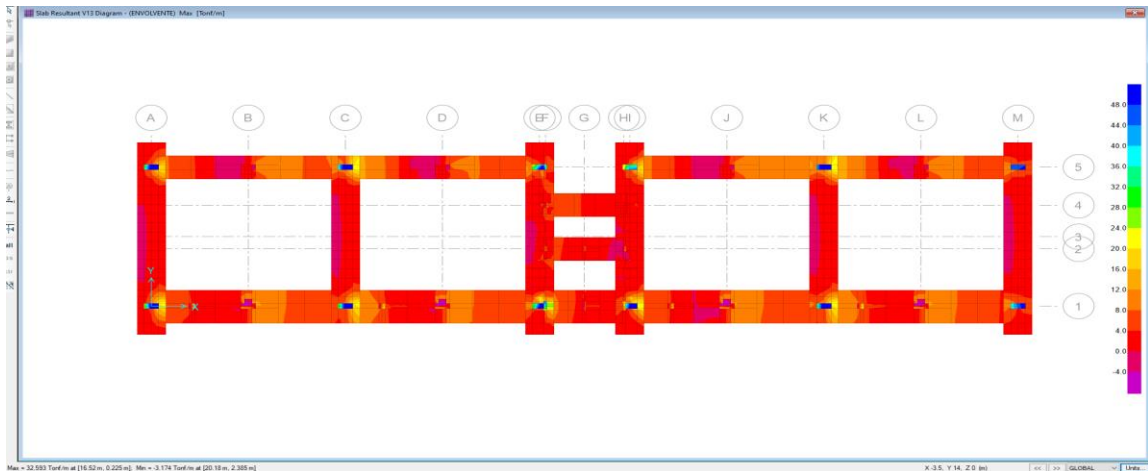
Se realiza el cálculo de la cortante, para esto se ubica el strip A y B, luego se procede a crear el envolvente en la cual me va ayudar a diseñar el acero, se halla la cortante máxima en V23 a una distancia de la cara de la cimentación, mi cortante máxima es  $V_u = 24.02$  tn/m.



Por cortante de V23 en zapatas corridas

Fuente: Programa SAFE

Luego calculo la cortante máxima en V13 a una distancia de la cara de la cimentación, mi cortante máxima es de  $V_u=32.59$  tn/m.



Por cortante de V13 en zapatas corridas.  
Fuente: Programa SAFE

Se realiza la verificación por cortante, en la cual se utilizó la siguiente formula: cortante máxima resistente del concreto es:  $\phi V_c = \phi * 0.53 * \sqrt{210} * b * d$

Entonces:  $\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 100 * 40/1000 = 26.02$  tn/m > 24.02 tn/m.

Se concluye que la cortante máxima en V23 es menor a las cortante permisible, entonces el concreto es capaz de resistir las compresiones producidas por el cortante, pero la cortante máxima en V13 es mayor a las cortante permisible, entonces el concreto no será capaz de resistir las compresiones.

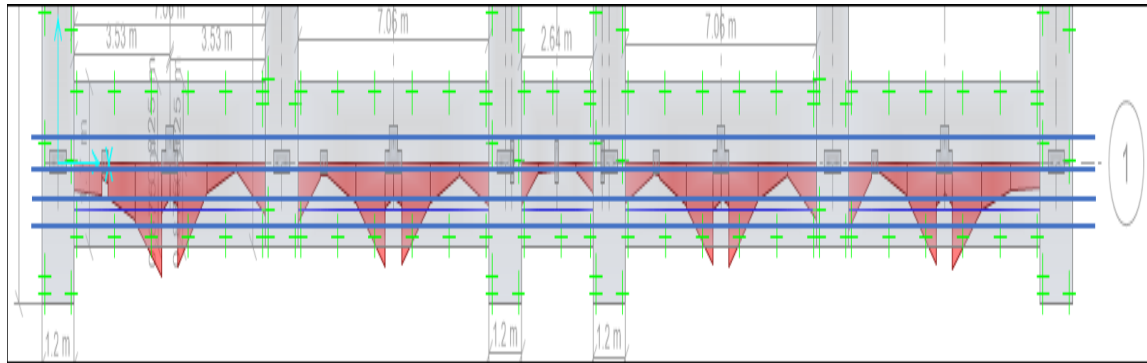
Luego se realiza en calculo por flexión, en la cual se calcula el acero mínimo y máximo, para eso se tienen los datos de la zapata corrida que son la base y el peralte. En siguiente tabla se muestra el calcula de acero en una malla.

Acero de zapata corrida

ACERO	UNA SOLA
$A_s =$	0.0018
	100
	40
cm <sup>2</sup> /m	7.20
	4
$A_{smax} =$	7.92

Fuente: Elaboración Propia

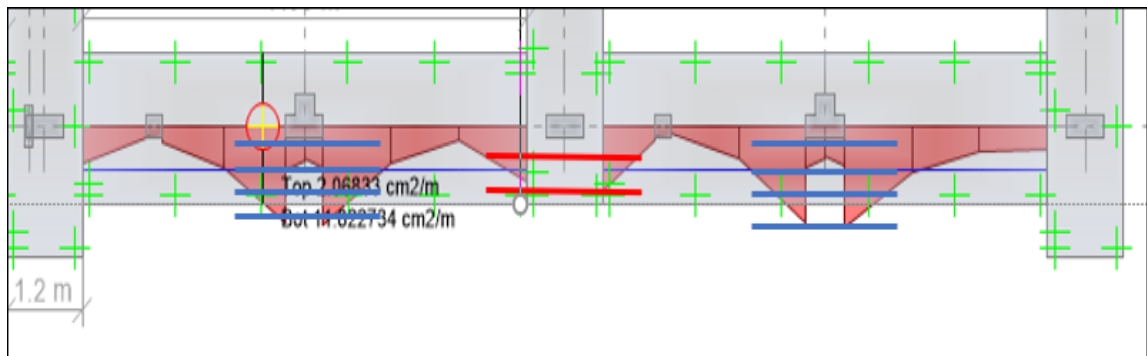
Entonces el acero que se utilizaría sería de 5/8 @ 25 cm de una sola malla en la zapata corrida del eje 1-1 entre A-M, como se muestra en la siguiente figura.



Por Flexión del eje 1-1 entre A-M.

Fuente: Programa SAFE

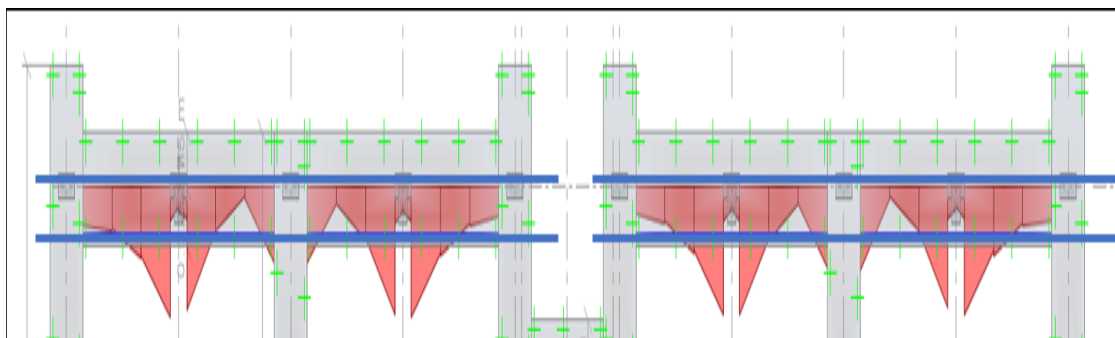
Se colocó en ambos costados de la zapata corrida acero de 5/8 @ 25 cm y al centro de 1/2 @ 25 cm, porque no cumplía con el acero máximo, como se muestra en la siguiente figura del eje 1-1 entre A-F.



Por Flexión del eje 1-1 entre A-F.

Fuente: Programa SAFE

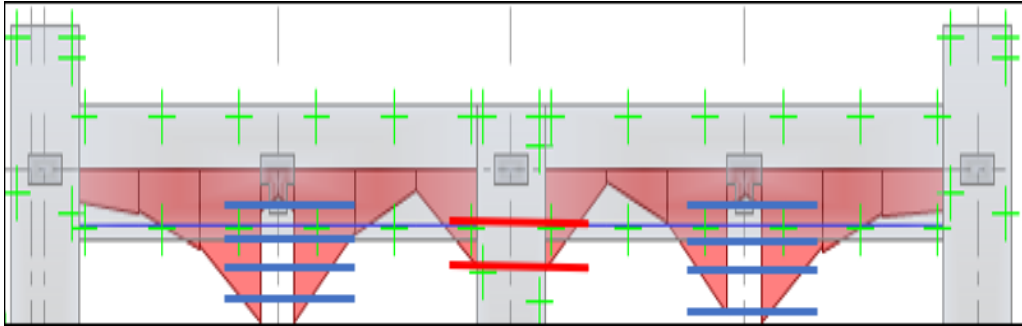
De la misma manera se colocó acero de 5/8 @ 25 cm en todo el tramo de del 5-5 entre A-M.



Por Flexión del eje 5-5 entre A-M.

Fuente: Programa SAFE

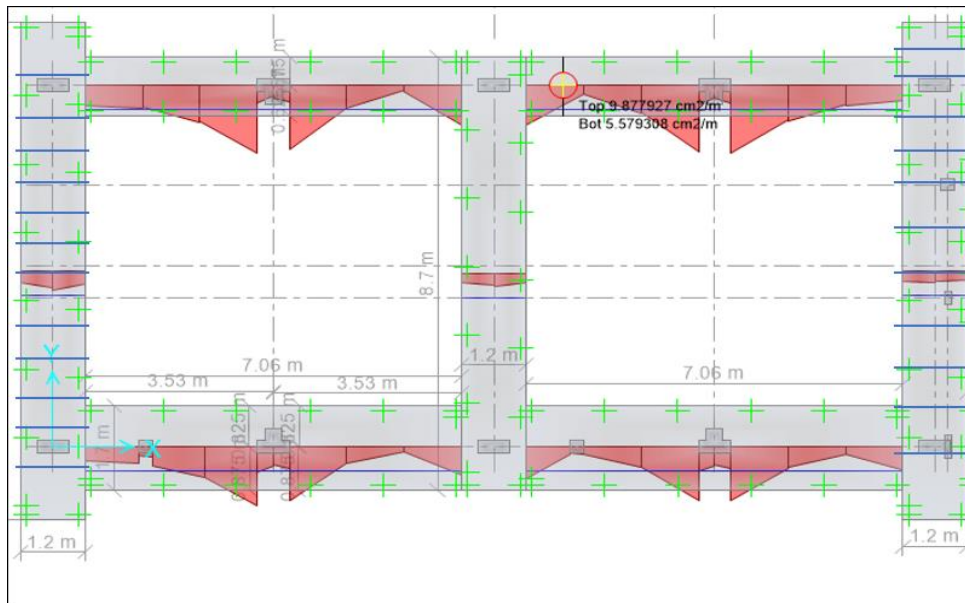
En el eje 5-5 entre A-F también se colocó acero de 5/8 @ 25 cm y al centro de 1/2 @ 25 cm, porque no cumplía con el acero máximo, como se muestra en la siguiente figura.



Por Flexión del eje 5-5 entre A-F.

Fuente: Programa SAFE

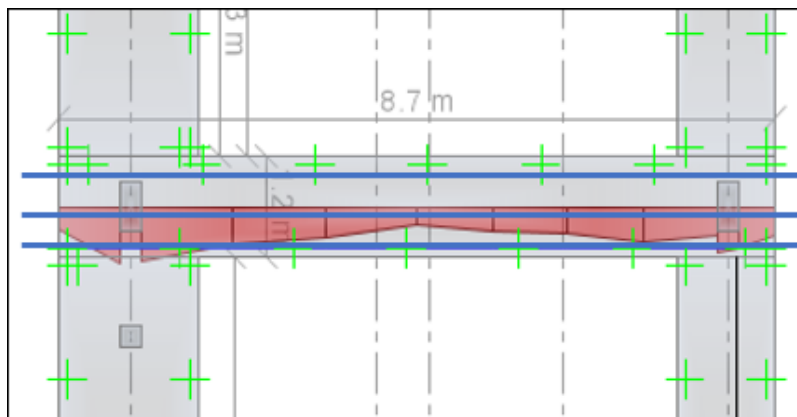
También se coloca el acero de  $5/8 @ 25$  cm en ambos costados del eje A y M.



Por Flexión del eje A y M.

Fuente: Programa SAFE

Luego se ubica el acero en la otra dirección del layer B en la cual sería  $5/8 @ 25$  cm de una sola malla en la zapata corrida, como se muestra en la siguiente figura.

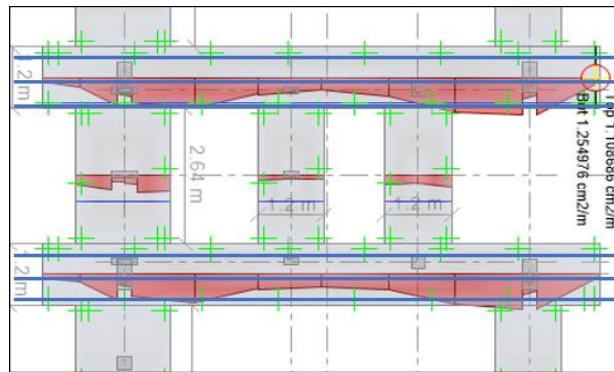


Por Flexión del eje C entre 1-5.

Fuente: Programa SAFE

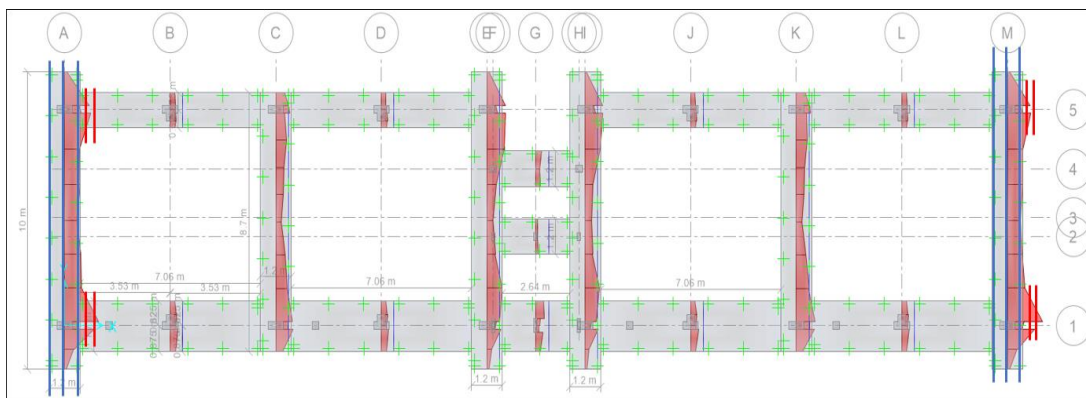


En el eje E y H entre 1-5 se colocó el acero de 5/8 @ 25 cm como se muestra en la siguiente figura.



Por Flexión del eje E y H entre 1-5.  
Fuente: Programa SAFE

El acero que se utilizaría sería de 5/8 @ 25 cm de una sola malla en la zapata corrida del eje A y M entre 1-5, también se colocó el acero en ambos costados de la zapata corrida de 1/2 @ 30 cm, porque no cumplía con el acero máximo, como se muestra en la siguiente figura.



Por Flexión del eje A y M entre 1-5.  
Fuente: Programa SAFE

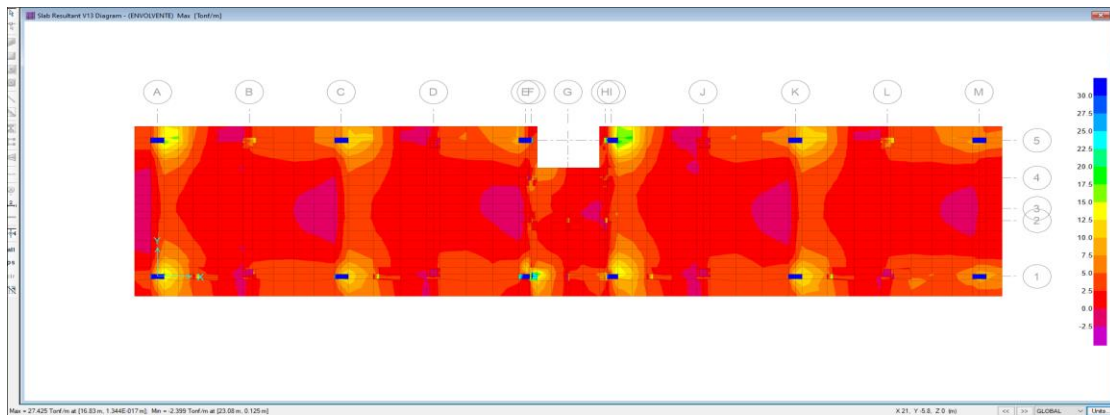
De la misma manera se colocó acero de 5/8 @ 25 cm en la zapata corrida de una sola malla en todo el eje de 1 y 5.



Por Flexión del eje 1 y 5.  
Fuente: Programa SAFE



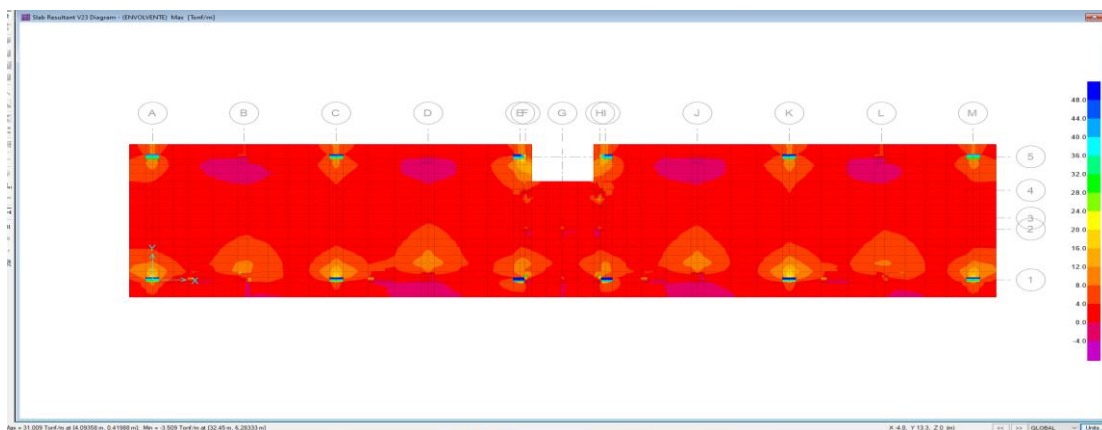
Para el segundo diseño de la losa de cimentación, se procedió a realizar el cálculo de la cortante máxima en V13 que se encuentra a una distancia de la cara de la cimentación,  $V_u=27.425$  tn/m.



Por cortante de V13 en la losa de cimentación.

Fuente: Programa SAFE

Luego calculo la cortante máxima en V23 a una distancia de la cara de la cimentación, mi cortante máxima es de  $V_u=31.09$  tn/m.



Por cortante de V23 en losa de cimentación.

Fuente: Programa SAFE

Se realiza la verificación por cortante, en la cual se utilizó la siguiente formula:

cortante máxima resistente del concreto es:  $\phi V_c = \phi * 0.53 * \sqrt{210} * b * d$

Entonces:  $\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 100 * 55/1000 = 33.79$  tn/m > 24.02 tn/m y 33.79 tn/m > 31.08 tn/m.

Se concluye que la cortante máxima en V23 y en V13 son menores a la cortante permisible, entonces el concreto es capaz de resistir las compresiones producidas por el cortante.

Para el cálculo por flexión de la misma manera se calcula el acero mínimo y

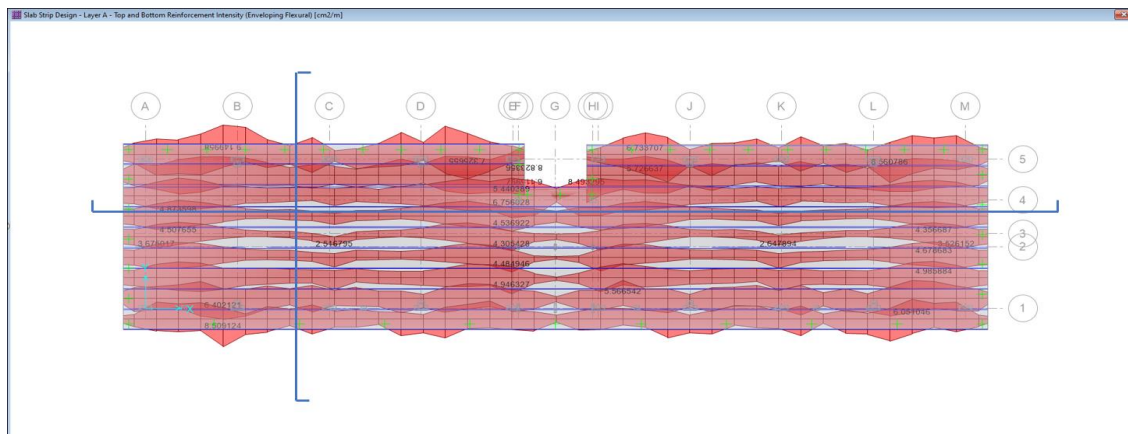
máximo, para eso se tienen los datos de la losa como la base y el peralte. En siguiente tabla se muestra el cálculo de acero en doble malla.

Acero de losa de cimentación

ACERO	DOBLE
$A_s =$	0.0012
	100
	50
cm <sup>2</sup> /m	6
	5
$A_{smax} =$	9.9

Fuente: Elaboración Propia

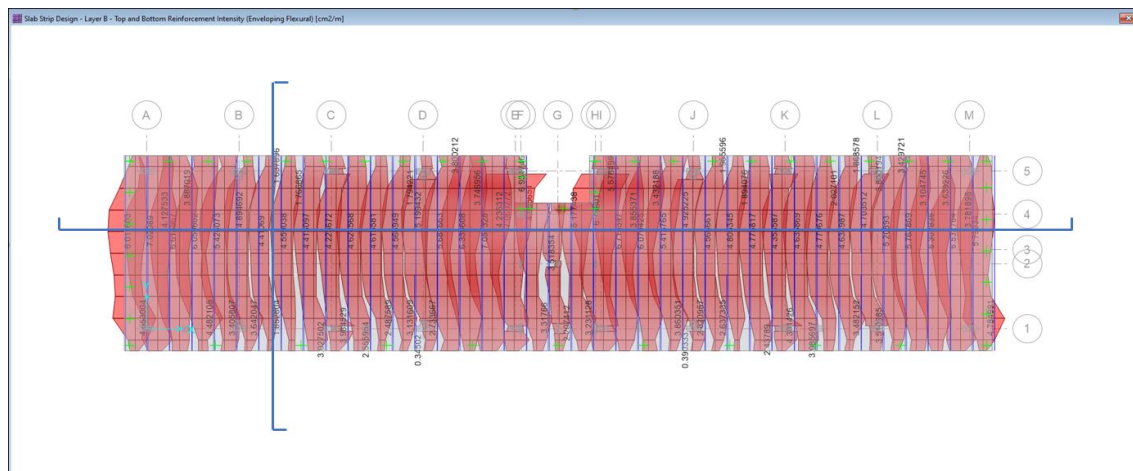
Entonces el acero que se utilizaría sería de 5/8 @ 20 cm de doble malla en toda la losa de cimentación, como se muestra en la siguiente figura.



Por flexión de losa de cimentación en layer A.

Fuente: Programa SAFE

También se ubica el acero en la otra dirección en la cual sería 5/8 @ 20 cm de doble malla en toda la losa de cimentación, como se muestra en la siguiente figura.



Por flexión de losa de cimentación en layer B.

Fuente: Programa SAFE

Para el tercer diseño que son los pilotes, se procedió a realizar el cálculo de la cortante máxima en V22 y V33 como se muestra en la siguiente tabla, mi cortante máxima es de  $V_u=7.33$  tn.

*Cortante máxima de pilotes*

Cortante máxima Vu22		Cortante máxima Vu33	
Mn33 (Tn-m)	11	Mn22 (Tn-m)	11
hn (m)	3.00	hn (m)	3.00
Vu22 (Tn)	7.33	Vu33 (Tn)	7.33
$\phi_v$	1	$\phi_v$	1
$\phi_{vL}$	0.85	$\phi_{vL}$	0.85

Fuente: Elaboración Propia

Se realiza la verificación por cortante, en la cual se utilizó la siguiente formula: cortante máxima resistente del concreto es:  $\phi V_c = \phi * 0.53 * \sqrt{210} * b * d$

Entonces:  $\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 40 * 32/1000 = 8.36$  tn > 7.33 tn.

La cortante permisible es mayor a la cortante máxima, entonces el concreto es capaz de resistir las compresiones producidas por el cortante.

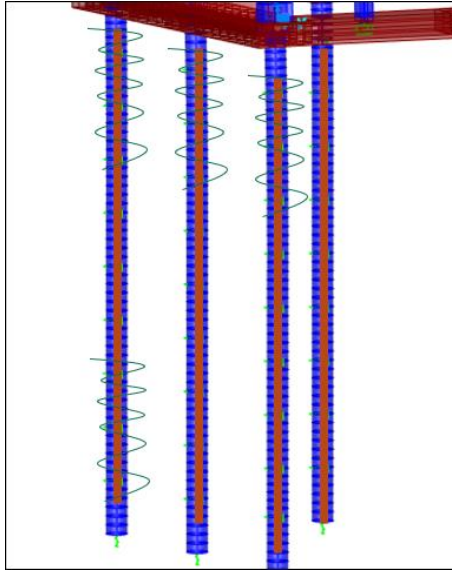
El diseño de pilotes actuara se calculó por flexo compresión, ya que su comportamiento es como una columna. La norma ACI indica que las cuantías máxima y mínima de una columna debe estar entre 8 y 1 por ciento respectivamente. Se calcula el acero mínimo y máximo, para eso se tienen los datos del área circular y el diámetro del pilote. En siguiente tabla se muestra el cálculo de acero.

*Acero de pilote*

ACERO	UNA SOLA
As=	0.01
Acircul.	1256.637
D	40
cm2/m	12.57
	7
Asmax=	13.86

Fuente: Elaboración Propia

Realizado el procedimiento adecuado para calcular el acero longitudinal y el estribo espiral, se utilizaría 12 aceros longitudinales de 5/8 en el pilote cilíndrico, además se utilizaría acero de 3/8" @0.075, Rto.@0.25 del estribo espiral como se muestra en la siguiente figura.



Por flexo-compresión del pilote.  
Fuente: Programa SAP 2000



**ROAD TECH SAC**

**2021**

**RESOLUCIÓN N° 012387-2018/DSD - INDECOPI**

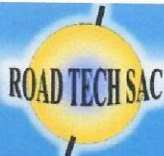
**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
INFORME TÉCNICO N° 039-2021/RT SAC**

**“REHABILITACION DEL LOCAL ESCOLAR 20131 JOSE  
OLAYA BALANDRA CON CODIGO LOCAL 352610,  
DISTRITO DE CERRO AZUL – PROVINCIA DE CAÑETE –  
REGION LIMA”**

**SOLICITA: CONSORCIO OLAYA**

**ORGULLOSOS DE SER  
Empresa Peruana del Año**





# ROAD TECH SAC

## RESOLUCIÓN N°012387-2018/DSD-INDECOPI



### ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELO PARA LA OBRA: "REHABILITACION DEL LOCAL ESCOLAR 20131 JOSE OLAYA BALANDRA CON CODIGO LOCAL 352610, DISTRITO DE CERRO AZUL - PROVINCIA DE CAÑETE - REGION LIMA"

1

#### INFORME TÉCNICO

1.	GENERALIDADES DEL ESTUDIO .....	3
1.1	OBJETIVO.....	3
1.2	DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE .....	4
1.3	NORMATIVIDAD.....	4
1.4	UBICACIÓN .....	4
1.5	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	5
1.6	ACCESO AL AREA DE ESTUDIO .....	6
1.7	CONDICIÓN CLIMÁTICA .....	6
1.8	ALTITUD Y SUPERFICIE DE LA ZONA .....	7
2.	GEOLOGIA Y SISMICIDAD DEL AREA DE ESTUDIO.....	8
2.1	GEOLOGIA .....	8
2.2	SISMICIDAD .....	8
3.	INVESTIGACION DE CAMPO.....	12
3.1	EXPLORACIÓN DE CAMPO.....	12
3.1.1	MÉTODO DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL .....	12
3.1.2	EQUIPOS UTILIZADOS .....	13
4.	ENSAYO DE LABORATORIO .....	14
4.1	ENSAYOS DE LABORATORIO.....	14
4.2	GRANULOMETRÍA .....	14
4.3	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS.....	16
4.4	CONTENIDO DE HUMEDAD .....	16
4.5	LIMITES .....	17
5.	ANÁLISIS QUÍMICO DE AGRESIVIDAD DEL SUELO.....	18
6.	ENSAYO PARA LA EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DEL SUELO DE ACUERDO A LAS CONDICIONES ENCONTRADAS EN EL CAMPO.....	19
7.	ENSAYO PARA LA ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS INVOLUCRADOS EN LA ESTIMACIÓN DE LOS ASENTAMIENTOS.....	24
8.	PERFILES ESTATIGRÁFICOS .....	25
8.1	ESTRATIGRAFIA .....	25
8.2	NIVEL FREÁTICO.....	25


*Carlos Alberto Casavilca*  
**CARLOS ALBERTO CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21204

*Edinson Jesús Casavilca*  
**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200226

9.	AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN .....	26
10.	CONCLUSIONES GENERALES .....	27
10.1	CONCLUSIONES .....	27
10.2	ASENTAMIENTOS .....	28
11.	RECOMENDACIONES GENERALES .....	29
11.1	EXCAVACIONES .....	29
11.2	REQUISITOS GRANULOMETRICOS .....	29
11.3	RELLENOS .....	29
12.	LIMITACIONES .....	30
	ANEXO I .....	31
	PANEL FOTOGRAFICO DE LA EJECUCION DE LOS ENSAYOS .....	31
	ANEXO II .....	34
	ANÁLISIS FÍSICO - MECÁNICO .....	34
	ANEXO III .....	41
	ENSAYOS ESPECIALES .....	41
13.	ASTM D5777 .....	48
14.	ESTUDIO GEOFÍSICO DE REFRACCIÓN SÍSMICA .....	51
14.1	SONDAJE Nº01 .....	56
14.1.1	DATOS GENERALES .....	56
14.1.2	GEOMETRÍA GEÓFONOS .....	56
14.1.3	DATOS IMPACTOS .....	57
14.1.4	DROMOCRONAS .....	59
14.1.5	DROMOCRONAS ELABORADAS .....	62
14.1.6	INTERPRETACIÓN CON EL MÉTODO G.R.M. ....	63
14.2	SONDAJE Nº02 .....	68
14.2.1	DATOS GENERALES .....	68
14.2.2	GEOMETRÍA GEÓFONOS .....	68
14.2.3	DATOS IMPACTOS .....	69
14.2.4	DROMOCRONAS .....	71
14.2.5	DROMOCRONAS ELABORADAS .....	74
14.2.6	INTERPRETACIÓN CON EL MÉTODO G.R.M. ....	75
	ANEXO V .....	82
	PLANO DE EJECUCION DE LOS ENSAYOS .....	82

  
 CARLOS ALONSO VÁSQUEZ DURAND  
 INGENIERO GEÓLOGO

Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21204

  
 EDINSON JESUS  
 CASAVILCA GUTIERREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200226



## 1. GENERALIDADES DEL ESTUDIO

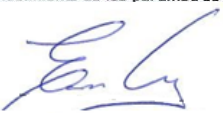
3


### 1.1 OBJETIVO

El presente informe tiene como objetivo principal, resolver los aspectos relativos a la cimentación y a las condiciones externas encontradas en el subsuelo, direccionadas a garantizar la estabilidad y seguridad de demás estructuras que formaran parte de la "REHABILITACION DEL LOCAL ESCOLAR 20131 JOSE OLAYA BALANDRA CON CODIGO LOCAL 352610, DISTRITO DE CERRO AZUL - PROVINCIA DE CAÑETE - REGION LIMA".

El alcance del estudio, contiene la secuencia de las siguientes actividades:

- a. Obtener información sobre las condiciones estratigráficas del terreno, a través de una exploración de campo.
- b. Determinar las propiedades geotécnicas de los suelos, en particular sus características mecánicas.
- c. Permitir la elaboración de un diseño adecuado y económico, incluyendo algún tipo de obra temporal.
- d. Proyectar el mejor método de construcción, predecir y contrarrestar las dificultades y retrasos que puedan surgir durante la construcción debido a las condiciones de la zona.
- e. Determinar las variaciones que se puedan presentar, teniendo en cuenta las condiciones ambientales y del terreno, ya sea en forma natural o como resultado de las obras adyacentes.
- f. Resaltar la profundidad del nivel de aguas freáticas en el caso que se presenten.
- g. Utilizar la información anterior, para así poder facilitar las siguientes determinaciones:
  - Selección del tipo y de la profundidad de la cimentación más adecuada.
  - Evaluación de la capacidad portante admisible del suelo de fundación.
  - Evaluación de los asentamientos totales y diferenciales.
  - Valoración de los problemas de drenaje presentados por escorrentías superficiales.
  - Establecimiento de los parámetros de construcción.

  
 EDINSON JESUS  
 CASAVILCA GUTIERREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

  
 CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingeñeros N° 21284

### 1.2 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE

El suelo de este proyecto ha sido estudiado realizando los sondeos a cielo abierto en el área del estudio. Determinando así la capacidad portante del suelo de la siguiente manera:

4

PARA PLATEA RECTANGULAR L=16.77 m, B=7.50 m

PROF. (m)	$\phi'$	N	B (m)	CAP. ADM. (kg/cm <sup>2</sup> )
0.80	20.18	11.00	7.50	0.580
1.00	20.18	11.00	7.50	0.670
1.20	20.18	11.00	7.50	0.770

De esta manera se concluye que la profundidad de cimentación será mayor o igual a 0.50 m, MAS UNA CAPA DE OVER DE 0.30 M, DANDONOS UNA PROFUNDIDAD TOTAL DE Df=0.80 m,

### 1.3 NORMATIVIDAD

- E 050 Suelos y Cimentaciones
- Normas Standards de la American Society for Testing and Materials.
- Normas ASTM y el Sistema de Clasificación de Suelos de la SUCS y AASHTO.

### 1.4 UBICACIÓN

La zona de estudio se encuentra localizada en el distrito de Cerro Azul, Provincia de Cañete, Departamento de Lima.



Figura 1. Ilustración del mapa de los distritos de Chíncha.

**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

**CARLOS ALONSO PASQUEZ DURAND**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294



El distrito de Cerro Azul es uno de los dieciséis que conforman la provincia de Cañete ubicada en el departamento de Lima en la Costa central del Perú.

Dentro de la división eclesióstica de la Iglesia Católica del Perú, pertenece a la Prelatura de Yauyos.

5

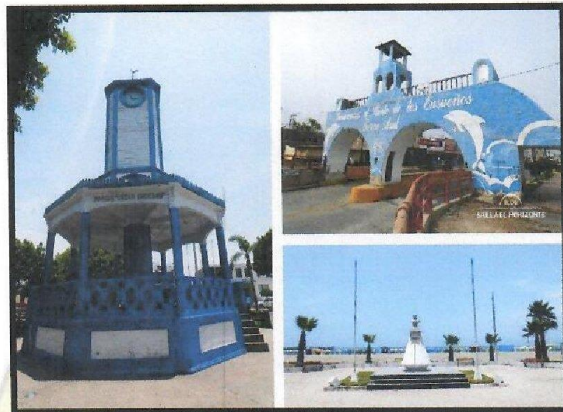


Figura 2. Ilustración del distrito de Cerro Azul.

## 1.5 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

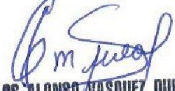
### 1.5.1 INFORMACIÓN PREVIA

Antes de realizar la investigación, se recopilaban y evaluaban todos los datos disponibles sobre las condiciones del sitio y las características del proyecto. Para el efecto, se ejecutó una inspección de campo y se solicitaron las características del proyecto al cliente, con el objetivo de calcular todos los parámetros concernientes a la "REHABILITACION DEL LOCAL ESCOLAR 20131 JOSE OLAYA BALANDRA CON CODIGO LOCAL 352610, DISTRITO DE CERRO AZUL - PROVINCIA DE CAÑETE - REGION LIMA".

Las actividades ejecutadas para la realización del estudio comprendieron lo siguiente:

- a. Recopilación y análisis de la información disponible.
- b. Exploraciones realizadas.
- c. Identificación de suelo encontrado.
- d. Análisis de los resultados obtenidos en la investigación.

  
**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

  
**CARLOS ALONSO VASQUEZ DURANO**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294

### 1.5.2 CARACTERÍSTICAS DEL SITIO

De acuerdo a las coordenadas en la que se encuentra la "REHABILITACION DEL LOCAL ESCOLAR 20131 JOSE OLAYA BALANDRA CON CODIGO LOCAL 352610, DISTRITO DE CERRO AZUL – PROVINCIA DE CAÑETE – REGION LIMA". La zona de estudio es amplia; su clima es cálido y seco.

6

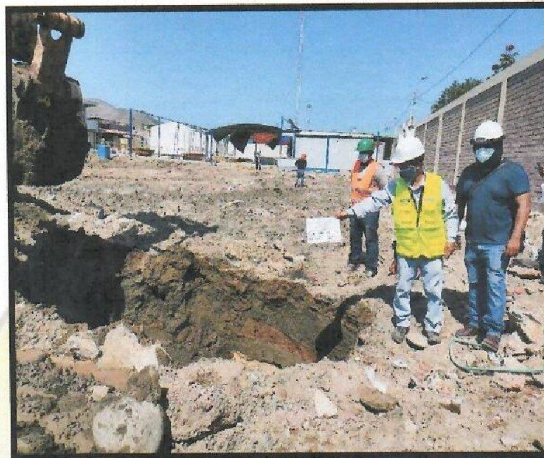



Figura 3. Ilustración de la zona de estudio.

No se detectaron accidentes geomorfológicos, generales o locales (Cavernas, oquedades, corrimientos, deslizamientos, taludes, etc.) que representen riesgo alguno para la estabilidad de la estructura proyectada.

### 1.6 ACCESO AL AREA DE ESTUDIO

La posición geográfica de la provincia de Cañete, en el centro del país, lo ubica estratégicamente como punto de conexión con las regiones sur y norte del país. Cerro azul es privilegiado turísticamente por la facilidad de acceso por la carretera panamericana sur, partiendo desde la ciudad de lima a 1:30 horas de viaje, a 15 minutos de San Vicente de Cañete. Por esta razón es punto convergente y divergente de una vasta red de vías de acceso con las provincias de Yauyos, Huancayo, chincha, etc.

  
**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

### 1.7 CONDICIÓN CLIMÁTICA

El clima es subtropical árido y se caracteriza por ser templado cálido 21°C a 24 °C, en los meses de verano a similitud de lo que ocurra en la costa, la temperatura sube oscilando entre los 25<sup>o</sup> a 30 <sup>o</sup> y

  
**CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294



durante el invierno hay cierta nubosidad que provoca precipitaciones escasas conocidas con el nombre de gerubs.

7

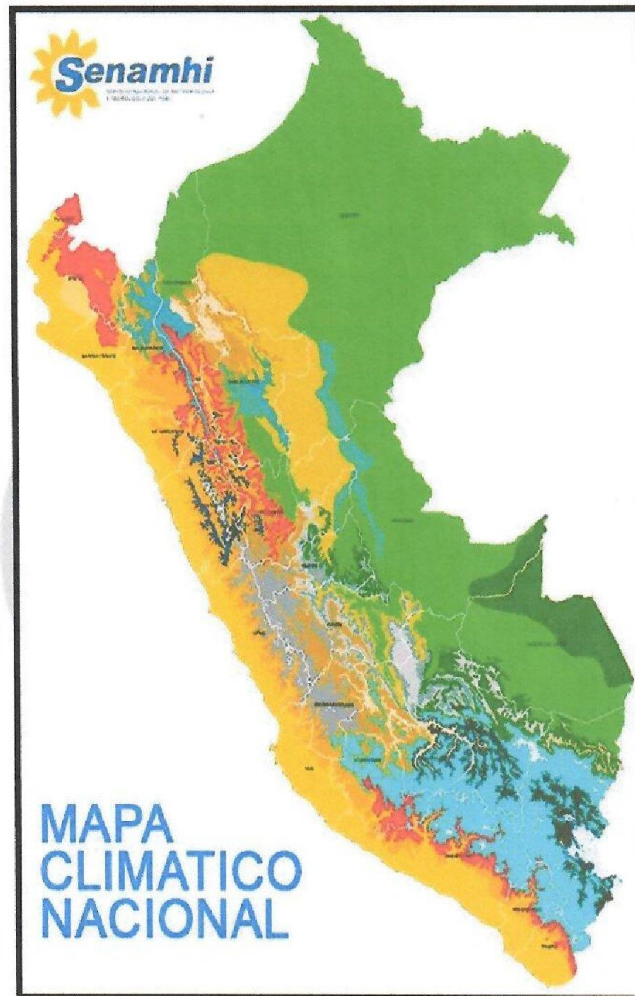


Figura 4. Ilustración del Mapa Climático del Perú.

*Edinson J. Casavilca*  
**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

**1.8 ALTITUD Y SUPERFICIE DE LA ZONA**

- Una altitud de 3 m.s.n.m.
- Una superficie de 105.17 km<sup>2</sup>

*Carlos A. Vasquez Durand*  
**CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294

## 2 GEOLOGIA Y SISMICIDAD DEL AREA DE ESTUDIO

8

### 2.1 GEOLOGIA

#### ➤ Topografía

Estas unidades están conformadas por rocas volcánicas y sedimentarias, de las cuales se tiene como substrato rocoso a la Formación Pucusana del Cretáceo Inferior, constituida principalmente rocas sedimentarias e intercalaciones volcánicas del tipo andesita, cubierta por depósitos del Cuaternario (eólicos, aluviales y marinos). Además, existen cuerpos que instruyen a las formaciones antes descritas como son rocas intrusivas de la Superunidad Linga del Cretáceo Superior, constituidas por cuarzomonzonitas y cuarzomonzodioritas.

#### ➤ Geodinámica Externa

Durante los trabajos de campo no se ha detectado fenómenos de geodinámica externa reciente, como levantamientos y/o hundimientos, ni desplazamientos de la formación sedimentaria existente en la zona.

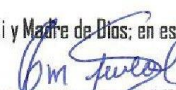
#### ➤ Hidrología

La cuenca de del río Cañete se encuentra ubicada en el sector Meridional de la región central de la vertiente hidrográfica del Pacífico en el extremo sur del departamento de Lima entre los paralelos 11°58' 13"09' de latitud sur y los Meridianos 75°31' y 76°31' de longitud occidental llegando a cubrir un área de 6192 Km<sup>2</sup> aproximadamente, de la cual el 79% (4 8456 Km<sup>2</sup>) corresponden a la cuenca húmeda por encontrarse por encima de la cota de los 2 500 m.s.n.m. Su forma de cuenca en general es de una L.


### 2.2 SISMICIDAD

Desde el punto de vista sísmico, el territorio peruano pertenece al círculo circumpacífico, que comprende las zonas de mayor actividad sísmica en el mundo y por lo tanto se encuentra sometido con frecuencia a movimientos tectónicos. Pero, dentro del territorio nacional, existen varias zonas que se diferencian por su mayor o menor frecuencia de estos movimientos. Así tenemos que las Normas de Diseño Sísmo resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones, divide al País en Cuatro Zonas:

Zona I.- Comprende de los Departamentos de Loreto, Ucayali y Madre de Dios; en esta Zona la sismicidad es baja.

  
 CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND  
 INGENIERO GEÓLOGO

Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21204

  
 EDINSON JESUS  
 CASAVILCA GUTIERREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200228



Zona 2.- Comprende los departamentos de Amazonas, San Martín, Huánuco, Pasco, Junín, y parte de los departamentos Cajamarca, Ucayali, Madre de Dios, Huancavelica, Apurímac; hasta los departamentos Cuzco, Puno en esta Zona la sismicidad es media.

Zona 3.- Comprende el resto de la Región sierra, Partes de Los departamentos Piura, Lambayeque, Cajamarca, la Libertad, Ancash, Huánuco, Pasco, Lima, Huancavelica, Ayacucho, Arequipa, Moquegua y Tacna. La sismicidad es alta.

Zona 4.- Es la zona de más alta sismicidad. Comprende la Costa Peruana, de Tumbes a Tacna, así como parte de la ceja de la sierra Es la zona más afectada por los fenómenos telúricos, la sismicidad es muy alta.

La zona en estudio se encuentra dentro de la zona 4, de sismicidad muy alta, a pesar de ello, en sus características estructurales no se identifican rasgos sobre fenómenos de tectonismo que haya influido en la estructura de la geológica de la zona.

❖ **Parámetros de diseño Sismo Resistente**

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones y la Norma Técnica de edificación E-030- Diseño Sismo resistente (Modificada el 11 de febrero de 2019), se deberá tomar los siguientes valores:

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"		Tabla N° 4 PERÍODOS "T <sub>p</sub> " Y "T <sub>l</sub> "				
ZONA	Z	Perfil de suelo				
		S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	
4	0,45					
3	0,35					
2	0,25	T <sub>p</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
1	0,10	T <sub>l</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

(a) Factor de zona (Tabla N°1) \_\_\_\_\_ Z = 0.45(\*)


▪ **Condiciones Geotécnicas**

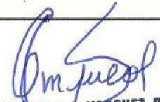
(b) Periodo de Vibración del suelo (Tabla N°4) \_\_\_\_\_ T<sub>p</sub> = 1.0 seg.  
T<sub>l</sub> = 1.6 seg.

▪ **Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)**

(c) Categoría de las Edificaciones(Tabla N° 5) \_\_\_\_\_ A(\*\*)


(d) Factor de Uso (Tabla N° 5) \_\_\_\_\_ U = 1.5

  
EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225

  
CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294

**MAPA DE RIESGO SISMICO**

10

  
EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225

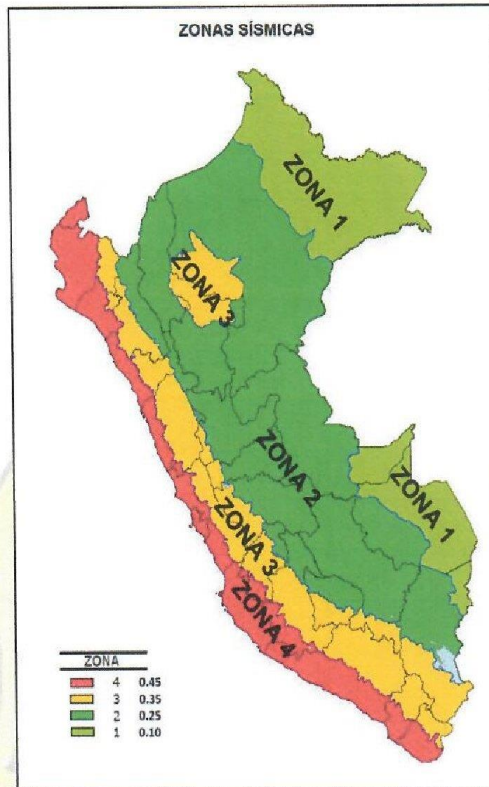
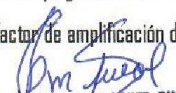


Figura 5. Ilustración del mapa de zonificación de Sismo.

(\*) A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N° I. El área en estudio, corresponde a la zona 4, el factor de zona se interpreta como una aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

(\*\*) Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo al factor de uso o importancia definido en el Reglamento nacional de edificaciones. Para este tipo de edificación el factor de uso e importancia  $U=1.5$  según los parámetros sísmicos tal y como se muestra en la tabla N°5 categoría de las Edificaciones y factor "U".

El tipo de suelo pertenece al perfil tipo **S3** (suelos blandos, que según el ensayo geofísico las ondas de corte son menores a 180 m/s) que según tabla N°3 factores del suelo, su factor de amplificación del suelo es  $S=1.10$

  
CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21284



CLASIFICACION DE LOS PERFILES DEL SUELO	
PERFIL	
S <sub>0</sub>	Roca Dura
S <sub>1</sub>	Roca o Suelos Muy Rígidos
S <sub>2</sub>	Suelos Intermedios
S <sub>3</sub>	Suelos Blandos
S <sub>4</sub>	Condiciones Excepcionales

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{S}_u$
S <sub>0</sub>	> 1600 m/s	-	-
S <sub>1</sub>	500 m/s a 1600 m/s	> 50	>100 kPa
S <sub>2</sub>	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S <sub>3</sub>	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 60 kPa
S <sub>4</sub>	Clasificación basada en el EMS		

11

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.</li> <li>- Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones, Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.</li> <li>- Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.</li> </ul> Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	
Edificaciones Esenciales		1,5

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
B	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.  También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D	Edificaciones Temporales Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1,5.

Nota 2: En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

**CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND**  
 INGENIERO GEOLÓGICO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21264

### 3. INVESTIGACION DE CAMPO

#### 3.1 EXPLORACIÓN DE CAMPO

12


Teniendo en cuenta las características del proyecto y con el fin de conocer la estratigrafía de la zona de estudio, se realizaron 03 calicatas alcanzando una profundidad de hasta 2.50 metros aproximadamente, a continuación se detalla las ubicaciones de los puntos dados y el tipo de suelo.

CALICATA	ESTRATO	COORDENADAS UTM			TIPO DE SUELO		PROF.(m)	DENOMINACION
		X	Y	Z(msm)	SUCS	ASSHTO		
C-01	E-1	339718.27	8559551.39	5,00	SM	A-2-4 ( 0 )	0,80	ARENA LIMOSA
	E-2				GP	A-1-b(0)	2,00	GRAVA MAL GRADUADA
C-02	E-1	339701.84	8559549.28	5,00	GP	A-1-b(0)	0,60	GRAVA MAL GRADUADA
	E-2				GP	A-1-b(0)	2,50	GRAVA MAL GRADUADA
C-03	E-1	339703.34	8559534.87	4,00	GP	A-1-b(0)	0,70	GRAVA MAL GRADUADA
	E-2				GP	A-1-b(0)	2,00	GRAVA MAL GRADUADA

#### 3.1.1 MÉTODO DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL

Las calicatas se realizaron de acuerdo a las normas establecidas para estudios de Mecánica de suelos la E - 050 y también regidas a las siguientes normas que a continuación se detalla:

- Análisis Granulométrico Norma ASTM D - 422
- Clasificación de Suelos Norma ASTM D 2487
- Ensayos de Límites de Consistencia  
Límite Líquido Norma ASTM D 4318  
Límite Plástico Norma ASTM D 4318
- Contenido de Humedad Norma ASTM D 2216
- Ensayo de proctor Modificado ASTM D1557
- Ensayo de Densidad Relativa

  
EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225

CARLOS ALONSO VASQUEZ DURANU  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294

Los materiales fueron extraídos del área de estudio, para ser procesados y analizados en el laboratorio de acuerdo a las normas antes mencionadas.



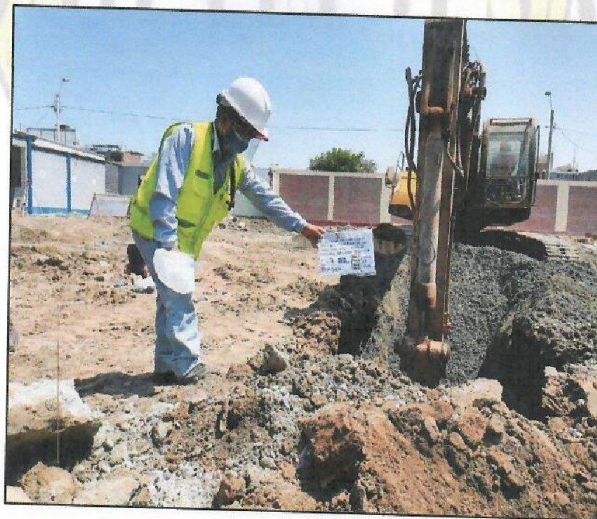
### 3.1.2 EQUIPOS UTILIZADOS

Para la ejecución de las calicatas ROAD TECH SAC, utilizó una retroexcavadora, es una máquina que se utiliza para realizar excavaciones en terrenos. Consiste en un balde de excavación en el extremo de un brazo articulado de dos partes. Se montan normalmente en la parte posterior de un tractor o cargador frontal.

La retroexcavadora se utiliza habitualmente en obras para el movimiento de tierras, para realizar rampas en solares o para abrir surcos destinados al pasaje de tuberías, cables, drenajes, etc, así como también para preparar los sitios donde se asientan los cimientos de los edificios. La máquina hunde sobre el terreno una cuchara con la que arranca los materiales que arrastra y deposita en su interior.

El chasis puede estar montado sobre cadenas o bien sobre neumáticos. En este último caso están provistas de gatos hidráulicos para fijar la máquina al suelo.

La retroexcavadora, a diferencia de la excavadora frontal, incide sobre el terreno excavando de arriba hacia abajo. Es utilizada para trabajar el movimiento de tierras a nivel inferior al plano de apoyo, o un poco superior a éste.



EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225

CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21284

## 4. ENSAYO DE LABORATORIO

14

### 4.1 ENSAYOS DE LABORATORIO


Se han realizado los ensayos de laboratorio, de las muestras de los diferentes tipos de estratos de las calicatas ejecutadas, realizando su análisis de acuerdo a las normas ASTM y al sistema de clasificación de suelos de la SUCS y AASHTO.

Las calicatas fueron distribuidas de tal manera de poder obtener un registro de la estratigrafía general que se encuentra en la zona de estudio.

Fueron obtenidas muestras representativas de material que conforma el subsuelo de las calicatas ejecutadas; con las muestras obtenidas se realizaron los siguientes ensayos de acuerdo a las Normas Standards de la American Society for Testing and Materials.

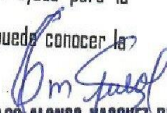
- Análisis Granulométrico Norma ASTM D - 422
- Clasificación de Suelos Norma ASTM D 2487
- Ensayos de Límites de Consistencia
- Límite Líquido Norma ASTM D 4318
- Límite Plástico Norma ASTM D 4318
- Contenido de Humedad Norma ASTM D 2216
- Ensayo de proctor Modificado ASTM D1557
- Ensayo de Densidad Relativa.

Los resultados de los ensayos de laboratorio se muestran en el presente estudio.

  
 EDINSON JESUS  
 CASAVILCA GUTIERREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

### 4.2 GRANULOMETRÍA

Los granos que conforman el suelo y tienen diferente tamaño, van desde los grandes que son los que se pueden tomar fácilmente con las manos, hasta los granos pequeños, los que no se pueden ver con un microscopio. El análisis granulométrico al cual se somete un suelo es de mucha ayuda para la construcción de proyectos, tanto estructuras como carreteras porque con este se puede conocer la permeabilidad y la cohesión del suelo.

  
 CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294



El Método de análisis granulométrico mecánico sirve para poder determinar de manera adecuada la distribución de las partículas de una muestra de suelo.

Verificar si el suelo puede ser utilizado para la construcción de proyectos.

15

#### EQUIPO UTILIZADO

- ✓ Juego de tamices ASTM
- ✓ Balanza
- ✓ Cepillo
- ✓ Horno
- ✓ Agitador mecánico.
- ✓ Teros
- ✓ Cuarteador

#### Marco teórico

El suelo está constituido por infinidad de partículas y la variedad en el tamaño de estas es ilimitada. Cuando se comenzaron las investigaciones sobre las propiedades de los suelos se creyó que sus propiedades mecánicas dependían directamente de esta distribución en tamaños. Sin embargo, hoy sabemos que es muy difícil deducir con certeza las propiedades mecánicas de los suelos a partir de su distribución granulométrica.


El análisis Granulométrico Es la determinación de los tamaños de las partículas de una cantidad de muestra de suelo, y aunque no es de utilidad por sí solo, se emplea junto con otras propiedades del suelo para clasificarlo, a la vez que nos auxilia para la realización de otros ensayos. En los suelos granulares nos da una idea de su permeabilidad y en general de su comportamiento ingenieril, no así en suelos cohesivos donde este comportamiento depende más de la historia geológica del suelo.


El análisis granulométrico puede expresarse de dos formas:

#### 1. Analítica.

Mediante tablas que muestran el tamaño de la partícula contra el porcentaje de suelo menor de ese tamaño (porcentaje respecto al peso total).

#### 2. Gráfica.

  
 EDINSON JESUS  
 CASAVILCA GUTIERREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

  
 CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294

Mediante una curva dibujada en papel log-normal a partir de puntos cuya abscisa en escala logarítmica es el tamaño del grano y cuya ordenada en escala natural es el porcentaje del suelo menor que ese tamaño. Al realizar el análisis granulométrico distinguimos en las partículas cuatro rangos de tamaños:

16

1. Grava: Constituida por partículas cuyo tamaño es mayor que 4.76 mm.
2. Arena: Constituida por partículas menores que 4.76 mm y mayores que 0.074 mm.
3. Limo: Constituido por partículas menores que 0.074 mm y mayores que 0.002 mm.
4. Arcilla: Constituida por partículas menores que 0.002 mm.

#### 4.3 SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SÍMBOLO	TIPO DE SUELO	COMPORTAMIENTO GENERAL COMO PLANO DE FUNDACIONES	CONDICIONES DE DRENAJE	COMPRESIBILIDAD	CONDICIONES DE COMPACTACIÓN
GW	Gravas y mezclas de arenas bien graduadas con pocos finos o ninguno	Excelente	Permeable	Casi nula	Excelente
GP	Gravas y mezclas de arenas mal graduadas con pocos finos o ninguno	Excelente	Muy Permeable	Casi nula	Buena a Excelente
GM	Gravas limosas y mezclas de gravas y arenas limosas mal graduadas	Buena	Semi permeable a Impermeable	Casi nula	Buena
GC	Gravas arcillosas y mezclas de gravas y arenas arcillosas mal graduadas	Buena a regular	Impermeable	Muy baja	Buena
SW	Arenas y arenas gravosas bien graduadas con pocos finos o ninguno	Excelente	Permeable	Casi nula	Excelente
SP	Arenas y arenas gravosas mal graduadas con pocos finos o ninguno	Buena	Semi permeable a Impermeable	Casi nula	Buena a regular
SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduadas	Buena	Semi permeable a Impermeable	Baja	Regular
SE	Arenas arcillosas y mezclas de arenas y arcillas mal graduadas	Buena a regular	Impermeable	Baja	Buena
ML	Limos inorgánicos y arena muy finas, arenas finas limosas y arcillas de baja plasticidad	Regular	Semi permeable a Impermeable	Baja a media	Regular
CL	Arcillas de baja a media plasticidad, arcillas arenosas, arcillas limosas	Regular a malo	Impermeable	Media	Buena a regular
OL	Limos orgánicos y mezclas de arcillas y limos orgánicos de baja plasticidad	Malo a muy malo	Semi permeable a Impermeable	Media a alta	Regular a mala
MH	Suelos limosos y con arena fina micácea o de diatomeas, suelos limosos	Malo	Semi permeable a Impermeable	Alta	Mala a muy mala
CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad	Malo a muy malo	Impermeable	Alta	Mala
OH	Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad	Muy malo	Impermeable	Alta	Mala a muy mala

EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225

#### 4.4 CONTENIDO DE HUMEDAD

##### DEFINICIONES

CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21284



La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.

#### PRINCIPIO DEL MÉTODO

Se determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a  $110 \pm 5$  °C\*. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua.

*Nota.- (\*) El secado en horno siguiendo este método (a 110 °C) no da resultados confiables cuando el suelo contiene yeso u otros minerales que contienen gran cantidad de agua de hidratación o cuando el suelo contiene cantidades significativas de material orgánico. Se pueden obtener valores confiables del contenido de humedad para estos suelos, secándolos en un horno a una temperatura de 60 °C o en un desecador a temperatura ambiente*

17

## 4.5 LIMITES

### 4.5.1 LIMITE LÍQUIDO

Los ensayos se realizan en el laboratorio y miden la cohesión del terreno y su contenido de humedad, para ello se forman pequeños cilindros de espesor con el suelo. Siguiendo estos procedimientos se definen tres límites: Límite líquido: cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido.

### 4.5.2 LIMITE PLÁSTICO

Para medir la plasticidad de las arcillas se han desarrollado varios criterios de los cuales se menciona el desarrollado por Atterberg, el cual dijo en primer lugar que la plasticidad no es una propiedad permanente de las arcillas, sino circunstancial y dependiente de su contenido de agua. Una arcilla muy seca puede tener la consistencia de un ladrillo, con plasticidad nula, y esa misma, con gran contenido de agua, puede presentar las propiedades de un lodo semilíquido o, inclusive, las de una suspensión líquida. Entre ambos extremos, existe un intervalo del contenido de agua en que la arcilla se comporta plásticamente.

Se define el límite plástico como la humedad más baja con la que pueden formarse con un suelo cilindros de 3 mm. De diámetro, rodando dicho suelo entre los dedos de la mano y una superficie lisa, hasta que los cilindros empiecen a resquebrajarse.

### 4.5.3 ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Atterberg también definió un "Índice De plasticidad" calculado como la diferencia entre el límite líquido y el límite plásticos. Este límite indica el margen de contenidos de agua en que es trabajable una arcilla y se dice que una arcilla es "más plástica" que otra si tiene un índice de plasticidad superior.

EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225

CARLOS ALONSO VÁSQUEZ DURAND  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294

## 5. ANÁLISIS QUÍMICO DE AGRESIVIDAD DEL SUELO

El objeto del presente informe es el análisis del Suelo para las consideraciones de las estructuras que conforman el mencionado proyecto de la presente edificación.

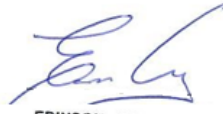
18

Mediante los trabajos de campo, laboratorio y gabinete llevados a cabo en el terreno en estudio se pretende determinar las características químicas del suelo dentro de la profundidad activa a partir de ellas los parámetros necesarios para el diseño y construcción.

Actividades que se desarrollan en el análisis químico del suelo:

- Reconocimiento del terreno
- Ejecución de la calicata.
- Toma de muestras
- Ejecución de ensayos de laboratorio
- Agresividad del suelo de cimentación.

ELEMENTOS QUÍMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACIÓN (COMITÉ 318-99 ACI)					
ELEMENTOS NOCIVOS	LÍMITES PERMISIBLES		TIPOS DE CIMENTOS RECOMENDADOS	GRADO DE ALTERACIÓN	OBSERVACIONES
	P.P.M.	%			
SULFATOS ASTM D 512	0 - 1.000	0 - 0,10%	-----	LEVE	OCASIONA ATAQUES QUÍMICOS AL CONCRETO EN LAS CIMENTACIONES
	1.000 - 2.000	0,10 - 0,20	II, IP (MS)	MODERADO	
	2.000 - 20.000	0,20 - 2,00	V	SEVERO	
	>20.000	>2,00	V MAS PUZOLANAS	MUY SEVERO	
CLORUROS ASTM D 512	> 6.000	>0,6	-----	PERJUDICIAL	OCASIONA PROBLEMAS DE CORROSIÓN DE ARMADURAS O ELEMENTOS METÁLICOS
SALES SOLUBLES TOTALES ASTM D 516	>15.000	>1,50	-----	PERJUDICIAL	OCASIONA PROBLEMAS DE PERDIDA DE RESISTENCIA MECÁNICA POR PROBLEMAS DE LIXIVIACIÓN
pH ASTM D 513	<7	<0,0007	-----	PERJUDICIAL	INDICA GRADO DE ACIDEZ Y ALCALINIDAD EN LOS MATERIALES

  
 EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICO DEL SUELO EN CONTACTO CON LA CIMENTACIÓN  
 CARLOS ALONSO VÁSQUEZ DURAND  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294



## 6. ENSAYO PARA LA EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DEL SUELO DE ACUERDO A LAS CONDICIONES ENCONTRADAS EN EL CAMPO

La teoría pertinente utilizada es la de Terzaghi. Esta teoría supone que las resistencias correspondientes al peso del suelo y a la sobrecarga pueden calcularse una independientemente de la otra.

Partiendo de la citada hipótesis Terzaghi, calculamos la capacidad de carga crítica del suelo ( $Q_c$ ) para los suelos del presente estudio.

Donde:

$B$  = Ancho de la faja cargada

$C$  = Cohesión del suelo

$N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$ : Se llaman coeficientes de capacidad de carga, son números sin dimensión que depende solo del valor de  $\phi$

La profundidad de colocación de la cimentación que según el R.N.E. exige no debe ser menor de 0.5 m. Consideramos  $D_f > 1.50$  m

$\gamma$  = Densidad del suelo = 1800 Kg/m<sup>3</sup>. suelos arena gravosos  $N = II$  (suelo en estado suelto, por la presencia del nivel freático).

PARA  $N=II$

CARGA DE HUNDIMIENTO


$$q_H = c \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot \xi_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q \cdot \xi_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d_\gamma \cdot \xi_\gamma \cdot i_\gamma$$

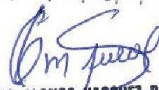
Sustituyendo, y con un coeficiente de seguridad:

$$C.S. = 3.0$$

PARA ZAPATA CUADRADA  $B=1.60$  m

PROF. (m)	$\phi'$	N	B (m)	CAP. ADM. (kg/cm <sup>2</sup> )
1.50	28.00	11.00	1.60	1.070
1.80	28.00	11.00	1.60	1.240
2.00	28.00	11.00	1.60	1.400

  
 EDINSON JESUS  
 CASAVILCA GUTIERREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

  
 CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294



Así mismo se verifico que la estructura transmite la siguiente carga al terreno, siendo el cálculo el siguiente:

**CARGA TRASMITIDA AL TERRENO (Zapata cuadrada de B=1.60 m)**

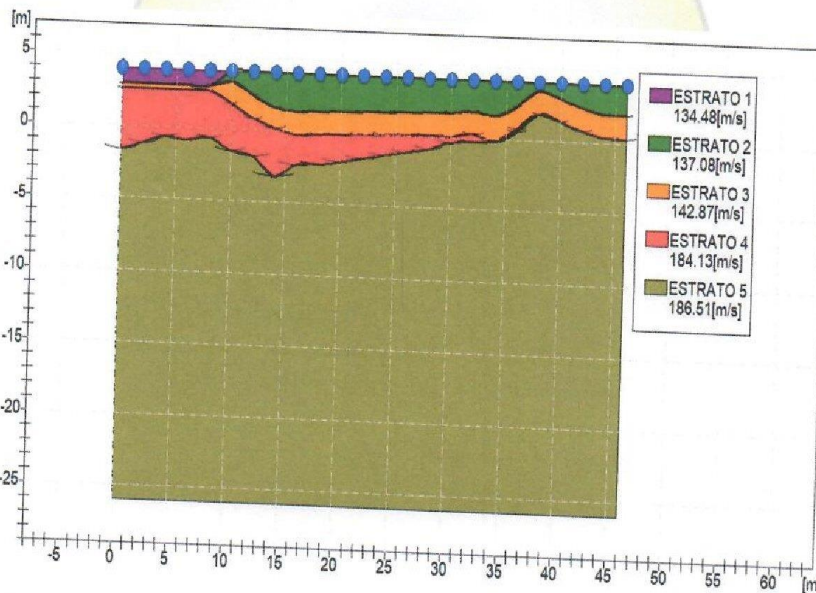
Tipo	Dimensiones las distancias colaborantes en cada seccion			Base	Qu (kg/cm2)
	L=	Area	Carga (Tn)	B =	
Zapata	1.60	2.56	24.50	1.60	0.96

$Q_{act} < Q_u$

$0.96 \text{ kg/cm}^2 < 1.07 \text{ kg/cm}^2$

De esta manera se concluye que la profundidad de cimentación será mayor o igual a 1.50 m; para una edificación de dos niveles

Así mismo se realizaron dos líneas geofisica, para poder las bondades del terreno hasta la profundidad de 30.00 m, según lo indicado por la Norma E030, en la que se solicita ver de forma indirecta, hasta esta profundidad.



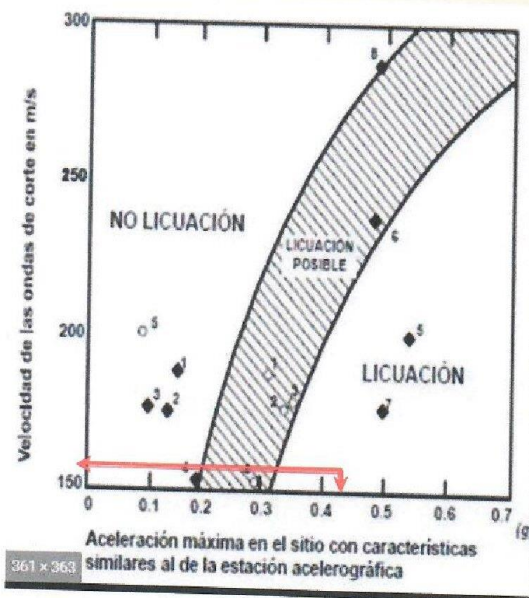
*[Signature]*  
 EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

En esta línea se observa que las velocidades que se muestran son las Velocidad de ondas primarias o Vp, con velocidades entre 134.48 m/s < Vp < 186.51 m/s, y las velocidades de ondas secundarias se obtiene en el siguiente cuadro:

*[Signature]*  
 CARLOS ALONSO VASQUEZ BURAND  
 INGENIERO GEOLÓGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294

	Estrato n. 1	Estrato n. 2	Estrato n. 3	Estrato n. 4	Estrato n. 5
Coefficiente Poisson	0.20	0.20	0.15	0.15	0.15
Densidad (kg/m³)	1900.00	1910.00	1920.00	1940.00	1950.00
Vp (m/s)	134.48	137.08	142.87	184.13	186.51
Vs (m/s)	82.35	83.94	91.68	118.15	INF
G0 (MPa)	12.89	13.46	16.14	27.08	0.00
Ed (Mpa)	34.36	35.89	39.19	65.77	0.00
M0 (MPa)	21.48	22.43	23.05	38.69	0.00
Ey (Mpa)	30.92	32.30	37.12	82.29	0.00

De aquí se obtiene que las velocidades de ondas secundarias es  $82.35 \text{ m/s} < Vs < 118.15 \text{ m/s}$ , ( $VSp=94.03 \text{ m/s}$ ) lo que nos indica que es un suelo tipo S3, hasta la profundidad estudiada 30.00 m, por lo que ESTE SUELO ES UNA MEZCLA DE GRAVAS CON MATRIZ ARENOSA, EN DONDE ANALIZAREMOS LA SENSIBILIDAD A LA LICUACION:



García Nuñez (2,007), sugiere una gráfica que compara las aceleraciones máximas que pueden experimentarse en la superficie del terreno antes de la licuación, am'ax con los valores de la velocidad de propagación de las ondas de corte, Vs, definiendo fronteras entre las arenas que han sufrido licuación en algunos sitios del Imperial Valley, California, durante algunos temblores registrados en 1988 tal como se ilustra en la figura mostrada.

ES UN SUELO SENSIBLE A LICUACION ANTE UN EVENTO SISMICO, POR LO QUE DEBERA USARSE CIMENTACION A BASE DE PLATEA DE CIMENTACION.

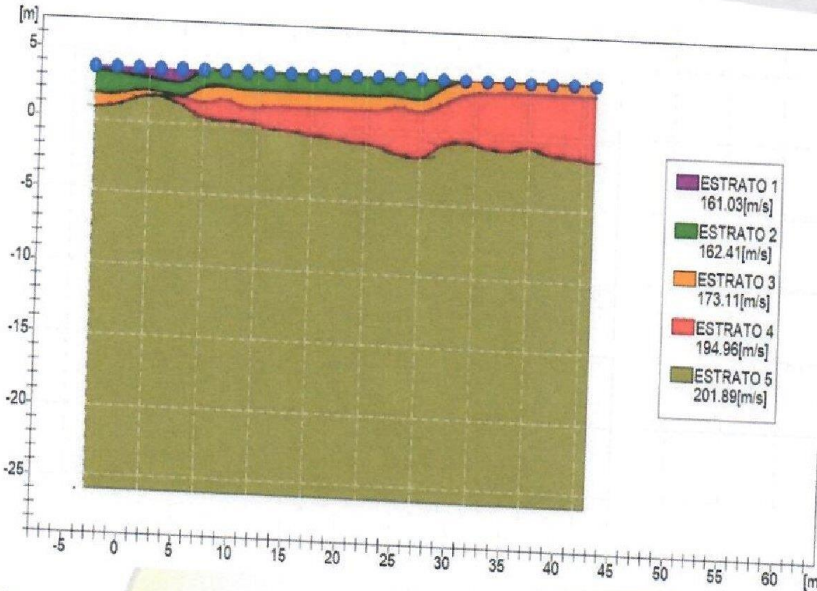
Así mismo se recomienda colocar una capa de material de over debajo de la Cimentación-Platea de un espesor de 30.00 cm, debidamente compactada al 90% de su MDS, LA CUAL SERVIRA COMO CAPA DE DREN.

De la SEGUNDA LINEA CORRIDA, no da el siguiente gráfico.

*[Handwritten signature]*  
 EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

*[Handwritten signature]*  
 CARLOS ALBERTO VASQUEZ DURAN  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21204



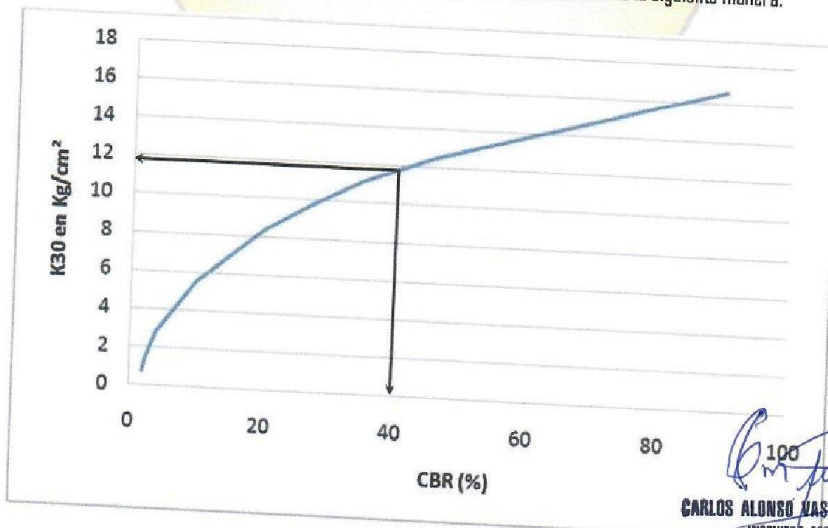


22

De aca también podemos comprobar la similitud con el primer ensayo realizado.

Estos ensayos con equipo SISMOGRAFO de procedencia ITALIANA, cuya marca es PASI, y el programa con el que se determinó todos estos análisis es el REFRACT de la empresa GEOSTRU, de procedencia europea, de RUMANIA, con sede en España, la cual ha sido adquirida la licencia del programa y forma parte de los programas adquirido a esta EMPRESA GEOSTRU.

Para la determinación del coeficiente de balasto  $K_{30}=12\text{kg/cm}^3$ , se determina de la siguiente manera:



EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200226

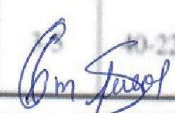
100  
CARLOS ALONSO VASQUEZ GURAND  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21204


Clasificación de suelos según la AASHTO y rangos de valores de K recomendados para varios tipos de suelos.

23

Clasificación (AASHTO)	Descripción	Clasificación Unificada (SUCS)	Densidad seca (kg/m <sup>3</sup> )	CBR (%)	K (pci)
<i>Suelos Granulares</i>					
A-1-a bien gradado	Grava Arena gruesa	GW	2000-2240	60-80	300-450
A-1-a mal gradado		GP	1920-2080	35-60	300-400
A-1-b		SW	1760-2080	20-40	200-400
A-3	Arena fina	SP	1680-1920	15-25	150-300
<i>Suelos A-2 (suelos con alto contenido de finos)</i>					
A-2-4 gravoso	Grava limosa	GM	2080-2320	40-80	300-500
A-2-5 gravoso	Grava areno limoso				
A-2-4 arenoso	Arena limosa	SM	1920-2160	20-40	300-400
A-2-5 arenoso	Arena gravo limoso				
A-2-6 gravoso	Grava arcillosa	GC	1920-2240	20-40	200-450
A-2-7 gravoso	Grava areno arcillosa				
A-2-6 arenoso	Arena arcillosa	SC	1680-2080	10-20	150-350
A-2-7 arenoso	Arena gravo arcillosa				
<i>Suelos Finos</i>					
A-4	Limo, Mezcla limo/arena/grava	ML, OL	1440-1680 1600-2000	4-8 5-15	25-165* 40-220*
A-5	Limo mezclado	MH	1280-1600	4-8	25-190*
A-6	Arcilla plástica	CL	1600-2000	5-15	25-255*
A-7-5	Arcilla elástica moderadamente plástica	CL, OL	1440-2000	4-15	25-215*
A-7-6	Arcilla elástica altamente plástica	CH, OH	1280-1760	2-5	10-220*

Fuente: Guía AASHTO-Parte II-1998

  
 CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294

  
 EDINSON JESUS  
 CASAVILCA GUTIERREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225



## 7. ENSAYO PARA LA ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS INVOLUCRADOS EN LA ESTIMACIÓN DE LOS ASENTAMIENTOS.

24

Calculamos mediante el método Elástico:

$$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

Simbología:

$S_i$  = Asentamiento probable (cm)

$\mu$  = Relación de Poisson (-)

$E_s$  = Modulo de elasticidad (ton/m<sup>2</sup>)

$E_s = 50 (15+N) = 50 (15+1) = 1300 \text{ kg/cm}^2$

$I_f$  = Factor de forma (cm/m) = 82 cm/m.

$B$  = Ancho de la cimentación (m) = 7.50 m.

$L$  = Largo de la cimentación (m) = 16.77 m.

$P$  = Peso de la edificación = 402.48 Tn.

Área = 125.78 m<sup>2</sup>.

$q = P / A = 402.48 / 125.78 = 3.20 \text{ Tn/m}^2$

Determinando los coeficientes según los parámetros del ACI

$\mu = 0.25$ ,  $E_s = 1300.00 \text{ kg/cm}^2$ ,  $I_f = 82 \text{ cm/m}$

Asentamiento máximo:  $= L/150 = 750/150 = 5.00 \text{ cm}$ .

Reemplazando en la fórmula:

$S_i = 1.42 \text{ cm} < 5.00 \text{ cm}$

EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225

CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294



## 8. PERFILES ESTATIGRÁFICOS

### 8.1. ESTRATIGRAFIA

25

Al realizar la excavación se tomaron muestras del perfil estratigráfico y así mismo se determinó que la cota de fundación deberá estar como mínimo a una profundidad de -1.40 m, de acuerdo a los perfiles estratigráficos obteniéndose desde suelos granulares y finos hasta suelos cohesivos, tales como limo arcilloso, arena limosa otros como detalla en el presente informe.

CALICATA	ESTRATO	TIPO DE SUELO		PROF.(m)	DENOMINACION	GRAVAS	ARENAS	FINOS
		SUCS	ASSHTO					
C-01	E-1	SM	A-2-4 ( 0 )	0,80	ARENA LIMOSA	0,00%	82,73%	17,27%
	E-2	GP	A-1-b(0)	2,00	GRAVA MAL GRADUADA	76,69%	19,49%	3,81%
C-02	E-1	GP	A-1-b(0)	0,60	GRAVA MAL GRADUADA	67,09%	31,65%	1,27%
	E-2	GP	A-1-b(0)	2,50	GRAVA MAL GRADUADA	84,62%	14,03%	1,36%
C-03	E-1	GP	A-1-b(0)	0,70	GRAVA MAL GRADUADA	74,23%	24,54%	1,23%
	E-2	GP	A-1-b(0)	2,00	GRAVA MAL GRADUADA	77,32%	21,65%	1,03%

	Estrato n. 1	Estrato n. 2	Estrato n. 3	Estrato n. 4	Estrato n. 5
Coefficiente Poisson	0.20	0.20	0.15	0.15	0.15
Densidad (kg/m³)	1900.00	1910.00	1920.00	1940.00	1950.00
Vp (m/s)	134.48	137.08	142.87	184.13	186.51
Vs (m/s)	82.35	83.94	91.68	118.15	INF
G0 (MPa)	12.89	13.46	16.14	27.08	0.00
Ed (Mpa)	34.36	35.89	39.19	65.77	0.00
MO (MPa)	21.48	22.43	23.05	38.69	0.00
Ex (Mpa)	30.92	32.30	37.12	62.29	0.00

	Estrato n. 1	Estrato n. 2	Estrato n. 3	Estrato n. 4	Estrato n. 5
Coefficiente Poisson	0.25	0.20	0.20	0.15	0.15
Densidad (kg/m³)	1900.00	1910.00	1920.00	1940.00	1950.00
Vp (m/s)	161.03	162.41	173.11	194.96	201.89
Vs (m/s)	92.97	93.46	106.01	125.11	INF
G0 (MPa)	16.42	18.89	21.58	30.36	0.00
Ed (Mpa)	49.27	50.38	57.54	73.74	0.00
MO (MPa)	32.85	31.49	35.96	43.38	0.00
Ex (Mpa)	41.06	45.34	51.78	69.84	0.00

### 8.2. NIVEL FREÁTICO

El Nivel Freático ha sido hallado a profundidad de -1.00 m, en la calicata C-3, debido a esto se está calculando el suelo en estado saturado..

  
**CARLOS ALONZO VASQUEZ BURAND**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294

## 9. AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN

Según la composición química del suelo, o por las aguas intersticiales presentes en él, un suelo puede ser perjudicial en contacto con el concreto, degradando así las cimentaciones.

La agresividad de un suelo puede deberse fundamentalmente a la existencia de sulfatos solubles u otros componentes químicos; los sulfatos generan componentes que provocan una fuerte expansión en el material (etringita) hasta su destrucción.

Este es un factor de importancia a tener en cuenta en ciertos suelos para proyectar las cimentaciones.

### Ataques por Sulfatos

El ataque de sulfatos se produce donde hay concentraciones relativamente altas de sulfatos de sodio, potasio, calcio o magnesio. Puede deberse también por la presencia de desechos industriales, fecales o subproductos químicos de cualquier naturaleza.

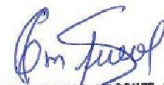
Teniendo en cuenta que en los suelos es muy frecuente la presencia de sustratos y aguas con sulfatos, por ende se recomienda tomar las debidas precauciones en la construcción de las cimentaciones de concreto.

El ataque de sulfatos se produce por la combinación de ión sulfato con el aluminato de calcio hidratado del cemento, formando Etringita (sulfo aluminato de calcio) y con el hidróxido de calcio libre o liberado durante la hidratación del cemento, para formar yeso. Las reacciones originadas crean fuertes expansiones del material penetrando por los poros y provocando la erosión, disgregación y destrucción de morteros y concretos.

En el caso de esta obra por haber ser encontrado el nivel freático a la profundidad de -1.00 m, se recomienda usar el cemento Tipo HS y/o Cemento Tipo V, ya que ambos si se comparan sus fichas técnicas presentan similares propiedades.



EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225



CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21204



## 10. CONCLUSIONES GENERALES

### 10.1 CONCLUSIONES

27

- En base a los resultados de la exploración realizada, ensayos de resistencia y análisis complementarios, se puede mencionar lo siguiente:
- El suelo de este proyecto ha sido estudiado realizando los sondeos a cielo abierto en todo el área del estudio, determinando así la capacidad portante del suelo de la siguiente manera:

PARA PLATEA RECTANGULAR L=16.77 m, B=7.50 m

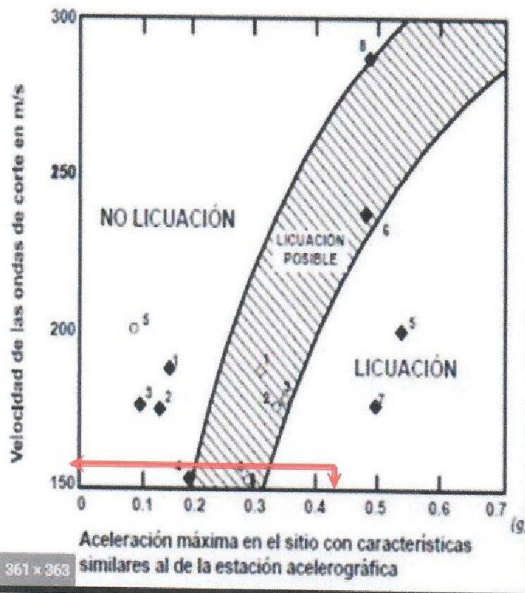
PROF. (m)	$\phi'$	N	B (m)	CAP. ADM. (kg/cm <sup>2</sup> )
0.80	20.18	11.00	7.50	0.580
1.00	20.18	11.00	7.50	0.670
1.20	20.18	11.00	7.50	0.770

EDINSON JESUS  
 CASAVILCA GUTIERREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200226



- Se ha determinado un peso de 402.48 Tn. (considerando una platea de un espesor de 0.50 m), para una edificación de dos niveles, así mismo esta cimentación deberá SER UNA PLATEA DE CIMENTACION, por la presencia de suelos blandos  $N < 15$ , por tal motivo es muy necesario que cuente con este elemento estructural para evitar asentamientos diferenciales, así mismo debajo de la cimentación se deberá colocar una capa de over de 30.00 cm, la cual servirá de drenaje si es que el nivel freático aumentara, ya que este nivel es variable en la diferentes épocas del año; por lo tanto el espesor de la platea 0.50 m + 0.30 de over, nos da la profundidad de cimentación de  $D_f = 0.80$  m.

CARLOS ALONSO VASQUEZ BURAND  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294



García Nuñez (2,007), sugiere una gráfica que compara las aceleraciones máximas que pueden experimentarse en la superficie del terreno antes de la licuación, am'ax con los valores de la velocidad de propagación de las ondas de corte, Vs, definiendo fronteras entre las zonas que han

28

- Los parámetros de diseño se ha realizado para un ángulo de fricción del suelo de  $\phi=28^\circ$ , y para un módulo de poisson de  $\nu=0.25$ , y módulo de elasticidad del suelo de  $E=1300 \text{ kg/cm}^2$ .
- Al realizar las excavaciones se han registrado sustancias agresivas al concreto, por lo que se recomienda el uso del Cemento Portland Tipo V y/o Cemento Tipo HS, para las obras de concreto que este en contacto con el suelo.

## 10.2 ASENTAMIENTOS

Los asentamientos calculados son los permisibles, para las dimensiones de las zapatas que se están calculando, evitando asentamientos mayores a 2.50cm, asentamiento máximo permisible según norma técnica peruana.

EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200226

CARLOS ALONSO VASQUEZ GURAND  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21204



## 11. RECOMENDACIONES GENERALES

### 11.1 EXCAVACIONES

29

Se realizaron 03 calicatas alcanzando una profundidad de hasta 2.50 metros aproximadamente, de acuerdo a las normas establecidas para estudios de Mecánica de suelos la E - D50, en los siguientes lugares ubicados en coordenadas UTM tal como se muestra a continuación:


CALICATA	ESTRATO	COORDENADAS UTM			TIPO DE SUELO		PROF.(m)	DENOMINACION
		X	Y	Z(msnm)	SUCS	ASSHTO		
C-01	E-1	339718.27	8559551.39	5,00	SM	A-2-4 ( 0 )	0,80	ARENA LIMOSA
	E-2				GP	A-1-b(0)	2,00	GRAVA MAL GRADUADA
C-02	E-1	339701.84	8559549.28	5,00	GP	A-1-b(0)	0,60	GRAVA MAL GRADUADA
	E-2				GP	A-1-b(0)	2,50	GRAVA MAL GRADUADA
C-03	E-1	339703.34	8559534.87	4,00	GP	A-1-b(0)	0,70	GRAVA MAL GRADUADA
	E-2				GP	A-1-b(0)	2,00	GRAVA MAL GRADUADA


### 11.2 REQUISITOS GRANULOMETRICOS

De acuerdo al cuadro que se adjunta, se observa que el material de esta zona de estudio es ARENA LIMOSA Y GRAVA MAL GRADUADA por lo que el comportamiento es similar para cada caso.

### 11.3 RELLENOS

Si se tendría que realizar rellenos producto de sobre excavaciones, estos se realizarían con material de préstamo, es decir material de base granular provenientes de canteras compactadas en capas de 0.2 m como máximo al 95% de su máxima densidad seca.

  
 EDINSON JESUS  
 CASAVILCA GUTIERREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

  
 CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21204



## 12 LIMITACIONES

30

Las recomendaciones propuestas en el presente informe, se lograron establecer a partir del perfil estratigráfico obtenido de las muestras recuperadas del sub-suelo y de los ensayos de campo realizados solamente en los puntos excavados, por solicitud del cliente CONSORCIO OLAYA.

Las muestras se tomaron a partir de profundidades idénticas de acuerdo a la práctica común de la Ingeniería de Suelos, es posible que se presenten condiciones del subsuelo no reveladas en la investigación realizada; sin embargo, se considera que el alcance de los trabajos ejecutados es adecuado para definir las condiciones del subsuelo en el área del proyecto.

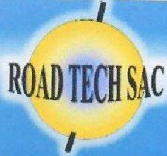
Se solicita a los interesados, que si en el periodo de diseño se realizan cambios o si durante la construcción se encuentran diferencias de las condiciones del sub-suelo establecidas como típicas en este informe, se nos comunique inmediatamente, para así revisar las recomendaciones propuestas y realizar los cambios necesarios.



EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225



CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21204



**ROAD TECH SAC**

**RESOLUCIÓN N° 012387-2018/DSD-INDECOPI**



31

ROAD TECH SAC

**ANEXO I**  
**PANEL FOTOGRAFICO DE LA**  
**EJECUCION DE LOS ENSAYOS**

**OFICINA: C. RUPREDIO LA SILVA U. C 11364 NRO. 0 (CAMINO CHICO) ICA- ICA- PUEBLO NUEVO**

**Tel. 956869021 – 955925088**

**E-mail: roadtechsac@gmail.com**



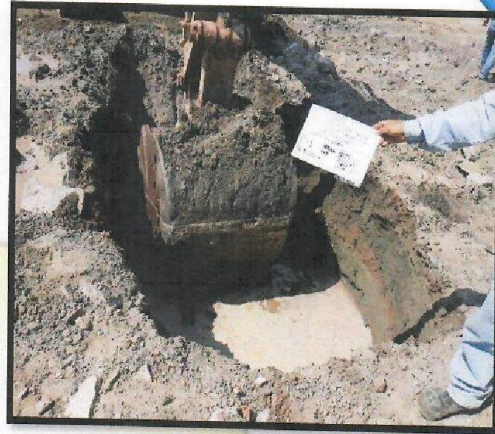
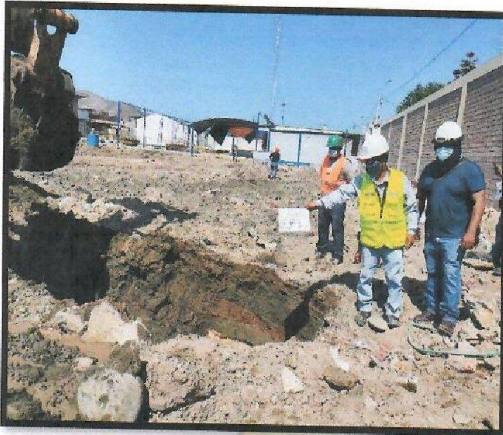


FOTO N° 01 y 02 - EJECUCIÓN DE LA CALICATA C-1 EN EL ÁREA DE ESTUDIO

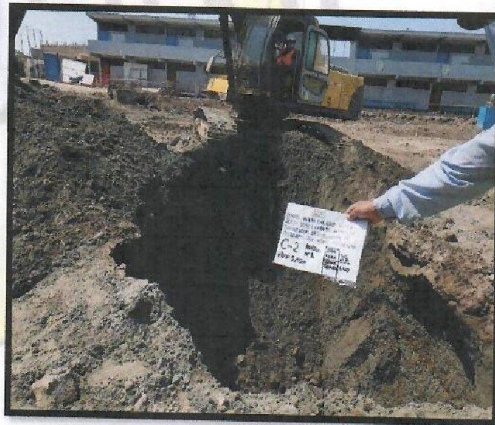
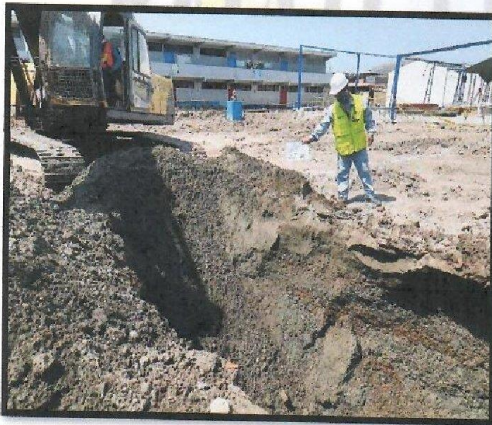


FOTO N° 03 y 04 - EJECUCIÓN DE LA CALICATA C-2 EN EL ÁREA DE ESTUDIO

EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225

CARLOS ALONSO VÁSQUEZ CORRALES  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21204



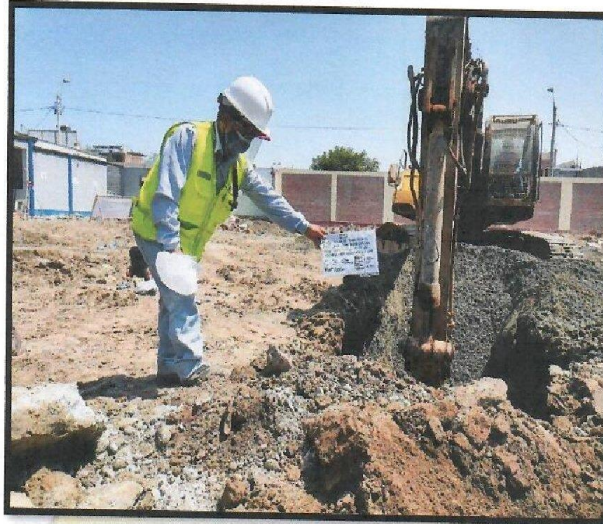
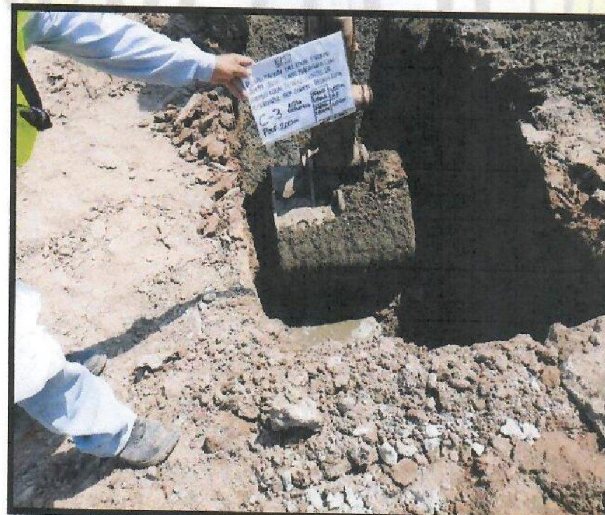



FOTO N° 05 y 06.- EJECUCIÓN DE LA CALICATA C-3 EN EL ÁREA DE ESTUDIO



  
EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225

  
CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ASTM D 422/C136 ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

Nro de revisión:	1	Código de control Nro.:	LAB-039/2021
Fecha de revisión:	24-Feb-21	CAL. Muestra:	1

Proyecto: "REHABILITACION DEL LOCAL ESCOLAR 20131 JOSE OLAYA BALANDRA CON CODIGO LOCAL 382810, DISTRITO DE CERRO AZUL - PROVINCIA DE CAJATE - REGION LIMA"

Contratante: **CONSORCIO OLAYA** Fecha muestreo: **23/02/2021**

Sociedad: **C-1** Muestreado por: **ANTONIO CARBAJAL**

Muestra/Prot: **M-1** **M-2** **M-3** Ubicación: **DISTRITO DE CERRO AZUL**

Tamallo Terc.	MUESTRA - 01		MUESTRA - 02		MUESTRA - 03		Especific.
	Peso Reten. Acumulado	% Pasado	Peso Reten. Acumulado	% Pasado	Peso Reten. Acumulado	% Pasado	
75"	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	Carbón de Suelo que pasa el tambo No. 4 (Compaction AASHTO)
48"	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	F1-contenido de humedad (400.4) X 100/1000 g o 13.201 (M) (No. 4) F2
30"	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	Carbón de Suelo entre las tambo 30" y No. 4 (Compaction AASHTO)
20"	0.0	0.00%	0.0	0.00%	0.0	0.00%	1.07182006 o 13.231 (M) (1/4") (No. 4) (No. 4)
1.18"	0.0	0.00%	305.0	25.85%	74.45%	74.45%	Condiciones de Suelo y Estado del Suelo Retenido en la malla # 4
75"	0.0	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	Sievels a 110" C sin lavar.
30"	0.0	0.00%	100.00%	100.00%	269.0	22.03%	Condiciones de Suelo y Estado de la Fracción de Suelo que pasa la malla # 4
No. 4	0.0	0.00%	100.00%	20.0	1.89%	23.31%	Sievels a 110" C sin lavar.
No. 10	10.0	1.82%	98.18%	5.0	0.42%	22.98%	Condiciones de Suelo y Estado de la Fracción de Suelo que pasa la malla # 4
No. 20	5.0	0.91%	97.27%	5.0	0.42%	22.46%	Sievels a 110" C lavado.
No. 40	30.0	5.46%	91.80%	5.0	0.42%	22.03%	
No. 60	245.0	44.63%	47.18%	45.0	3.81%	18.22%	
No. 100	125.0	22.77%	24.41%	125.0	10.59%	7.63%	
No. 200	40.0	7.29%	17.12%	45.0	3.81%	3.81%	
Plata	84.0	17.12%	0.00%	45.0	3.81%	0.00%	

BANDEJA		
Peso Suelo Húmedo que pasa (g)	M-1: 365.0	M-2: 360.0
Peso Suelo Seco que pasa (g)	980.0	1610.0
Peso Suelo Seco (g)	814.0	1540.0
Peso Suelo Seco Reten. (g)	820.0	1495.0
Peso Suelo Seco Total (g)	814.0	1190.0
LL (M-1)=	0	0
LL (M-2)=	0	0
LL (M-3)=	0	0
LP (M-1)=	0	0
LP (M-2)=	0	0
LP (M-3)=	0	0
IP (M-1)=	0	0
IP (M-2)=	0	0
IP (M-3)=	0	0
Cp= 1.50 1.50 1.50		
Cu= 6.00 6.00 6.00		
D 10= 0.041 0.237		
D 30= 0.124 0.710		
D 60= 0.248 1.420		
CLASIF.(UCS/AASHTO):	SM A-2-4 (0)	GP A-1-b(0)

% DE MATERIAL POR TIPO DE SUELO		
M-1	M-2	M-3
0.00%	76.69%	
82.88%	59.49%	
17.12%	3.81%	

PROCEDENCIA		
Contenido de humedad de la Fracción de Suelo seco que pasa la malla # 4		
M-1	M-2	M-3
12.02%	5.93%	
% de Suelo Seco que pasa la malla No. 200		
M-1	M-2	M-3
17.12%	3.81%	

EJECUTO		
REVISO	APROBO	Vo. Bo.
Tec. Antonio Carvajal	Ing. Luis Ordóñez	Ing. Luis Ordóñez
FECHA: 23/02/2021	FECHA: 24/02/2021	FECHA: 24/02/2021

RESULTADO	
COMPLE	COMPLE
FECHA:	FECHA:

*Edinson Jesus Casavilca*  
**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225

*Carlos Alvaro Vasquez Curand*  
**CARLOS ALVARO VASQUEZ CURAND**  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294



# ROAD TECH SAC

RESOLUCIÓN N° 012387-2018/DSD-INDECOPI



## PERFIL ESTRATIGRAFICO

	Solicita	CONSORCIO OLAYA		
	Proyecto	"REHABILITACION DEL LOCAL ESCOLAR 20131 JOSE OLAYA BALANDRA CON CODIGO LOCAL 352610, DISTRITO DE CERRO AZUL - PROVINCIA DE CAÑETE - REGION LIMA"		
	Departamento	LIMA	Distrito	CERRO AZUL
	Provincia	CAÑETE	Ubicación	LOCAL ESCOLAR 20131 JOSE OLAYA BALANDRA
	Calicata	C-1	Fecha	FEBRERO, 2021

Escaia 1:50	Profundidad (m)	Estratigrafia	Descripción	Nivel Freatico	% Humedad	Limite Liquido	Limite Plastico	CLASIFICACION SUCS Y ASSHTO
1	0.80		ARENA LIMOSA		12.02	0.00	0.00	SM A-2-4 ( 0 )
			→ NIVEL FREATICO -1,20M					
2	2.00		GRAVA MAL GRADUADA		5.93	0.00	0.00	GP A-1-b(0)

CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21284

EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225



37

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ASTM D 422/C136 ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

Nro de revisión: 1		Fecha de revisión: 24-Feb-21		Código de control Nro. LAB-039/2021	
Bodega: CONSORCIO OLAYA		Muestreado por: ANTONIO CARBAJAL		Fecha muestreo: 23/02/2021	
Proyecto: "REHABILITACION DEL LOCAL ESCOLAR 20131 JOSE OLAYA BALANDRA CON CODIGO LOCAL 392010, DISTRITO DE CERRO AZUL - PROVINCIA DE CABETE - REGION LIMA"					
Muestra/Pról: M-1 0.60 M M-2 2.60 M Ubicación: DISTRITO DE CERRO AZUL					

Tamiz (mm)	MUESTRA - 01		MUESTRA - 02		MUESTRA - 03	
	Peso Neto (g)	% Retenido	Peso Neto (g)	% Retenido	Peso Neto (g)	% Retenido
75	75.0	0.00%	280.0	23.53%	780.0	47.06%
150	295.0	8.51%	80.0	6.14%	80.0	38.91%
300	1200.0	31.89%	170.0	15.36%	23.53%	15.36%
600	30.0	0.08%	32.63%	3.01%	8.14%	15.36%
1250	13.0	0.03%	20.0	1.81%	13.57%	15.36%
2500	1.90%	0.00%	0.0	0.00%	12.67%	15.36%
5000	0.24%	0.00%	45.0	4.07%	7.69%	15.36%
10000	13.31%	3.68%	20.0	1.81%	1.36%	0.00%
20000	2.53%	1.14%	15.0	1.36%	0.00%	0.00%
Plástico	0.0	0.00%	15.0	1.36%	0.00%	0.00%

<b>BANDEJA</b>		
Peso suelo húmedo que pasa (g)	M-1	M-2
Peso suelo seco que pasa (g)	M-1	M-2
Peso suelo seco (trazo) (g)	M-1	M-2
Peso suelo seco total (g)	M-1	M-2
LL (M-1)=	0	0
LL (M-2)=	0	0
LL (M-3)=	0	0
Cc=	1.50	1.50
Cu=	6.00	6.00
D 10=	4.734	1.863
D 30=	14.202	5.589
D 60=	28.404	11.179
CLASIF.(SUCS/AH/TCO):	GP A-1-b(0)	GP A-1-b(0)

% DE MATERIAL POR TIPO DE SUELO		
M-1	M-2	M-3
67.17%	81.62%	
31.89%	54.93%	
1.94%	1.36%	

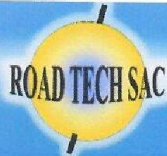
PROCEDENCIA:		
Contenido de humedad de la fracción de Suelo seco que pasa la malla #4.		
M-1	M-2	M-3
5.58%	5.97%	
% de suelo seco que pasa la malla No. 200		
M-1	M-2	M-3
1.14%	1.36%	

% DE MATERIAL POR TIPO DE SUELO		
M-1	M-2	M-3
67.17%	81.62%	
31.89%	54.93%	
1.94%	1.36%	

EJECUTO	REVISO	APROBO	Va. Bo.	RESULTADO
Tec. Antonio Carbajal	Ing. Luis Ordóñez	Ing. Luis Ordóñez		
LABORATORIA	LABORATORIO	OPINION DEL TECNICO	OPINION DEL TECNICO	COMPLE
FECHA: 23/02/2021	FECHA: 24/02/2021	FECHA: 24/02/2021	FECHA:	COMPLE

**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

**CARLOS ALONSO VASTUE DURAND**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21204



# ROAD TECH SAC

RESOLUCIÓN N° 012387-2018/DSD-INDECOPI



38

<b>PERFIL ESTRATIGRAFICO</b>				
	Solicita	CONSORCIO OLAYA		
	Proyecto	"REHABILITACION DEL LOCAL ESCOLAR 20131 JOSE OLAYA BALANDRA CON CODIGO LOCAL 352610, DISTRITO DE CERRO AZUL - PROVINCIA DE CAÑETE - REGION LIMA"		
	Departamento	LIMA	Distrito	CERRO AZUL
	Provincia	CANETE	Ubicación	LOCAL ESCOLAR 20131 JOSE OLAYA BALANDRA
Calicata	C-2	Fecha	FEBRERO, 2021	

Escala 1:50	Profundidad (m)	Estratigrafía	Descripción	Nivel Freático	% Humedad	Limite Líquido	Limite Plástico	CLASIFICACION SUCS Y ASSHTO
1	0.60		GRAVA MAL GRADUADA		5.58	0.00	0.00	GP A-1-b(0)
			→ NIVEL FREÁTICO -1.10M					
2	2.60		GRAVA MAL GRADUADA		5.97	0.00	0.00	A-1-b(0)

*Carlos Alonzo Vasquez Durand*  
**CARLOS ALONZO VASQUEZ DURAND**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21284

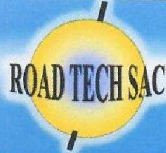
*Edinson Jesus Casavilca Gutierrez*  
**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

OFICINA: C. RUPREDIO LA SILVA U.C 11364 NRO. 0 (CAMINO CHICO) ICA- ICA- PUEBLO NUEVO

Tel: 956889021-955925088

E-mail: roadtechsac@gmail.com





# ROAD TECH SAC

## RESOLUCIÓN N°012387-2018/DSD-INDECOPI



39

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ASTM D 422/C136 ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

Nro de revisión:	1	Fecha de revisión:	24-Feb-21	Código de control Nro.:	LAB-039/2021
Proyecto:	"REHABILITACION DEL LOCAL ESCOLAR 20131 JOSE OLAYA BALANDRA CON CODIGO LOCAL 392610, DISTRITO DE CERRO AZUL - PROVINCIA DE CABETE - REGION LIMA"				
Contratista:	CONSORCIO OLAYA		Muestreador:	ANTONIO CARBAJAL	
Sonajaje:	C-3		Fecha muestreo:	23/02/2021	
Muestra/Frot:	M-1	M-2	M-3	Lugar: DISTRITO DE CERRO AZUL	

Tamalla	MUESTRA - 01			MUESTRA - 02			MUESTRA - 03			Comentarios
	Peso Retenido	% Retenido	% Pasó	Peso Retenido	% Retenido	% Pasó	Peso Retenido	% Retenido	% Pasó	
#"	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%				Cantidad de suelo que pasa al tamiz No. 4 (Compartición AAS-170)
0"	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%				
1"	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%				1" - contenido de humedad (No. 4) 100% (No. 10) 0.00%
2"	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%				
4"	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%				Cantidad de Suelo entre los tamices 3/4" y No. 4 (Compartición AAS-170)
7.5"	0.0	0.00%	100.00%	365.0	25.31%	74.69%				1.07" (200) 6.13.214 (No. 20) 4.6(4%)
10"	189.0	23.28%	76.72%	376.0	26.07%	73.93%				Contenido de Suelo y Lavado del suelo Retenido en la malla # 4
15"	870.0	11.00%	89.00%	70.0	4.90%	95.10%				Sección a 110° C sin lavar
30"	305.0	37.38%	62.62%	228.0	15.95%	84.05%				Condiciones de Suelo y Lavado de la fracción de suelo que pasa la malla #4
No. 40	20.0	2.45%	97.55%	85.0	5.89%	94.11%				Sección a 110° C sin lavar
No. 60	5.0	0.61%	99.39%	25.0	1.72%	98.28%				Condiciones de Suelo y Lavado de la fracción de suelo que pasa la malla #4
No. 80	0.0	0.00%	100.00%	10.0	0.68%	99.32%				Sección a 110° C lavado
No. 100	0.0	0.00%	100.00%	5.0	0.35%	99.65%				
No. 200	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%				
No. 425	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%				
No. 75	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%				
No. 150	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%				
No. 300	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%				
No. 600	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%				
No. 1060	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%				
No. 2000	0.0	0.00%	100.00%	0.0	0.00%	100.00%				
Finido	11.0	1.35%	98.65%	2.0	0.14%	99.86%				

BADEJA	M-1	M-2	M-3
Peso suelo Movert que pasa (g)	360.0	360.0	
Peso suelo seco que pasa (g)	1222.0	1896.0	
Peso suelo seco lavado (g)	1176.0	1800.0	
Peso suelo seco total (g)	1185.0	1800.0	
	815.0		
LL (M-1) =	0		
LL (M-2) =	0		
LL (M-3) =	0		
LP (M-1) =	0		
LP (M-2) =	0		
LP (M-3) =	0		
C <sub>u</sub> =	1.50	1.50	
C <sub>l</sub> =	6.00	6.00	
D <sub>10</sub> =	1.914	-0.773	
D <sub>30</sub> =	5.741	-2.320	
D <sub>60</sub> =	11.481	-4.639	

CLASIF. (SUCS/AHTOO): **GP A-1-b(0)** **GP A-1-b(0)**

PROCEDENCIA:

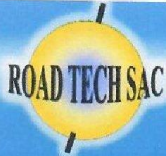
Cantidad de humedad de la fracción de suelo seco que pasa la malla # 4:			% de suelo seco que pasa la malla No. 200		
M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
5.64%	6.52%		1.35%	0.14%	

% DE MATERIAL POR TIPO DE SUELO		
M-1	M-2	M-3
76.14%	79.63%	
24.91%	21.86%	
1.30%	0.14%	

EJECUTO	REVISO	APROBO	Vo. De.	RESULTADO
Tec. Antonio Carbajal	Ing. Luis Oroñez	Ing. Luis Oroñez		
LABORATORIA	LABORATORIO	LABORATORIO	LABORATORIO	LABORATORIO
FECHA: 23/02/2021	FECHA: 24/02/2021	FECHA: 24/02/2021	FECHA:	FECHA:

**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225

**CARLOS ALONSO VASQUEZ**  
INGENIERO MECANICO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21264



# ROAD TECH SAC

RESOLUCIÓN N° 012387-2018/DSD-INDECOPI



40

## PERFIL ESTRATIGRAFICO



Solicita: CONSORCIO OLAYA

Proyecto: "REHABILITACION DEL LOCAL ESCOLAR 20131 JOSE OLAYA BALANDRA CON CODIGO LOCAL 352810, DISTRITO DE CERRO AZUL - PROVINCIA DE CAÑETE - REGION LIMA"

Departamento: LIMA      Distrito: CERRO AZUL

Provincia: CAÑETE      Ubicación: LOCAL ESCOLAR 20131 JOSE OLAYA BALANDRA

Calicata: C-3      Fecha: FEBRERO, 2021

Escala 1:50	Profundidad (m)	Estratigrafía	Descripción	Nivel Freático	% Humedad	Límite Líquido	Límite Plástico	CLASIFICACION SUCS Y ASSHTO
	1	0.70	GRAVA MAL GRADUADA		5.64	0.00	0.00	GP A-1-b(0)
	→ NIVEL FREÁTICO -1,00M							
	2	2.00	GRAVA MAL GRADUADA		6.52	0.00	0.00	GP A-1-b(0)

CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294

EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225

OFICINA: C. RUPREDIO LA SILVA U.C 11364 NRO. 0 (CAMINO CHICO) ICA- ICA- PUEBLO NUEVO

Tel. 956889021-955925088

E-mail: roadtechsac@gmail.com



## PERFIL ESTRATIGRAFICO

Descripción	Profundidad	Estratigrafía	% de humedad	Limite Líquido	Limite Plástico	Clasificación de SUCS	Tensión Admisible	Coeficiente de balasto
ARENA LIMOSA	0.00		5.64	0.00	0.00	SM	0.77	1.57
	1.00							
	2.00							
GRAVA MAL GRADUADA	3.00		5.92	0.00	0.00	GP	1.56	7.56
	4.00							
	5.00							
GRAVA MAL GRADUADA	6.00		8.94	8.43	12.43	GP	2.23	12.24
	7.00							
	8.00							
GRAVA MAL GRADUADA	9.00		12.52	12.53	12.63	GP	3.4	13.24
	10.00							
GRAVA MAL GRADUADA	11.00		16.24	21.35	28.63	GP	3.75	12.3
	12.00							
	13.00							
	14.00							
	15.00							

EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200226

CARLOS ALVARO PACHECO ORSUA  
INGENIERO GEOLÓGICO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294

**PROYECTO** : "REHABILITACION DEL LOCAL ESCOLAR 20131 JOSE OLAYA BALANDRA  
: CON CODIGO LOCAL 352610, DISTRITO DE CERRO AZUL - PROVINCIA  
DE CAÑETE - REGION LIMA"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CERRO AZUL

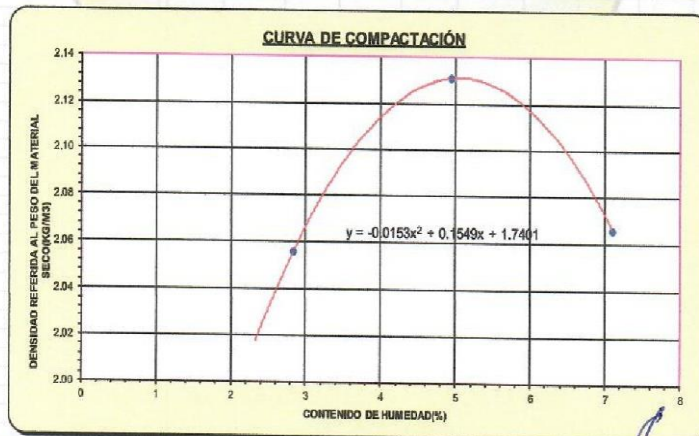
**SOLICITADO** : CONSORCIO OLAYA

**REALIZADO POR** : Tecnico, Antonio Carbajal

**FECHA** : miércoles, 24 de Febrero de 2021

Golpes / capa	: 56	# Capas	: 5	Peso martillo lbs.	: 24.5
Diámetro del molde	: 15.2	Alt cm.	: 11.68	Volumen cc.	: 2125

MOLDE N°	1	2	3	4	5
PESO DEL SUELO HUMEDO + MOLDE	7,580.00	7,860.00	7,800.00		
PESO DEL MOLDE	3,096.00	3,098.00	3,098.00		
PESO DEL SUELO HUMEDO	4,482.00	4,762.00	4,702.00		
VOLUMEN DEL MOLDE	2,125.00	2,125.00	2,125.00		
DENSIDAD DEL SUELO HUMEDO	2.11	2.24	2.21		
CAPSULA No	M1	M2	M3		
CAPSULA + SUELO HUMEDO	69.79	64.80	69.31		
CAPSULA + SUELO SECO	66.87	62.88	66.03		
PESO DEL AGUA	1.12	1.92	2.38		
PESO DE LA CAPSULA	19.12	24.06	23.46		
PESO DEL SUELO SECO	69.55	38.62	33.46		
% DE HUMEDAD	2.83	4.95	7.11		
DENSIDAD DEL SUELO SECO	2.06	2.13	2.07		



HUMEDAD OPTIMA (%)	=	5.00
DENSIDAD MAXIMA ( Tn/m3)	=	2.130

*Carlos Alonso Vasquez Durand*  
**CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND**  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21204

*Edinson Jesus Casavilca Gutierrez*  
**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225





# ROAD TECH SAC

RESOLUCIÓN N° 012387-2018/DSD-INDECOPI



## ROAD TECH SAC

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

### ENSAYO DE DENSIDAD MINIMA

43

**PROYECTO** : "REHABILITACION DEL LOCAL ESCOLAR 20131 JOSE OLAYA  
BALANDRA CON CODIGO LOCAL 352610, DISTRITO DE CERRO AZUL - PROVINCIA DE CAÑETE - REGION LIMA"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CERRO AZUL

**SOLICITADO** : CONSORCIO OLAYA

**REALIZADO POR** : Tecnico. Antonio Carbajal

**FECHA** : miércoles, 24 de Febrero de 2021

MOLDE N°	1	2	3	4	5
PESO DEL SUELO HUMEDO + MOLDE	9,975.00	9,950.00	9,955.00		
PESO DEL MOLDE	6,574.00	6,574.00	6,574.00		
PESO DEL SUELO	3,401.00	3,376.00	3,381.00		
VOLUMEN DEL MOLDE	2,125.00	2,125.00	2,125.00		
DENSIDAD DEL SUELO	1.80	1.59	1.59		
DENSIDAD DEL SUELO PROMEDIO	1.59				

DENSIDAD MINIMA ( Tn/m3 ) = 1.59

EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225

CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294

OFICINA: C. RUPREDIO LA SILVA U.C 11364 NRO. 0 (CAMINO CHICO) ICA- ICA- PUEBLO NUEVO

Tel. 956889021 - 955925088

E-mail: roadtechsac@gmail.com

Obra : "REHABILITACION DEL LOCAL ESCOLAR 20131 JOSE OLAYA BALANDRA CON CODIGO LOCAL 352610, DISTRITO DE CERRO AZUL - PROVINCIA DE CAÑETE - REGION LIMA"

Ubicación: DISTRITO DE CERRO AZUL

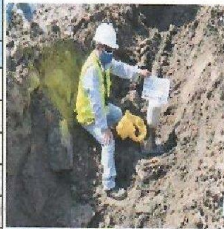
Solicitado: CONSORCIO OLAYA

Material : PROPIO

Técnico : ANTONIO CARBAJAL

Fecha : 23/02/2021

PUNTO		1	2
DESCRIPCIÓN		CALICATA C-01 PABELLON N°02	CALICATA C-02 PABELLON N°01
NIVEL		0,80 M	0,60 M
a	Peso inicial de la arena	6000,00	6000,00
b	Peso residual de la arena	1711,00	1870,00
c	Peso suelo extraído	3681,00	3626,00
d	Peso de la arena en el cono y la placa	1790,00	1790,00
e	Peso de la arena empleada para llenar el hoyo	2499,00	2340,00
i	Densidad de la arena	1,39	1,39
g	Volumen del hoyo	1797,84	1683,45
h	Peso de la grava seca	0,00	1260,00
i	Peso de la tierra húmeda	3681,00	2386,00
j	Volumen de la grava	0,00	479,09
k	Volumen ocupado por la tierra	1797,84	1204,37
l	Densidad húmeda	2,05	1,96
m	Porcentaje de humedad	12,01	5,59
n	Densidad seca	1,83	1,86
o	Densidad máxima de proctor modificado	1,95	1,95
p	Porcentaje de compactación	93,74%	95,41%
CONTENIDO DE HUMEDAD		1	2
	No.		
	CAPSULA + SUELO HUMEDO	64,66	64,88
	CAPSULA + SUELO SECO	59,96	62,52
	PESO DEL AGUA	4,90	2,36
	PESO DE LA CAPSULA	19,16	20,32
	PESO DEL SUELO SECO	40,80	42,20
	CONTENIDO DE HUMEDAD	12,01	5,59



DENSIDAD DE CAMPO D-01



DENSIDAD DE CAMPO D-02

EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225

CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21204



**ROAD TECH SAC** **ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO**  
**METODO DEL CONO DE ARENA**  
**NORMA ASTM D 1556**

**LAOF DRILLING**

Obra : "REHABILITACION DEL LOCAL ESCOLAR 20131 JOSE OLAYA BALANDRA CON CODIGO LOCAL 352610, DISTRITO DE CERRO AZUL - PROVINCIA DE CAÑETE - REGION LIMA"

Ubicación: DISTRITO DE CERRO AZUL

Solicitado: CONSORCIO OLAYA

Material : PROPIO

Técnico : ANTONIO CARBAJAL

Fecha : 23/02/2021

PUNTO		3	
DESCRIPCIÓN		CALICATA C-03 LOSA DEPORTIVA	
NIVEL		0,70 M	
a	Peso inicial de la arena	gr	6000,00
b	Peso residual de la arena	gr	1910,00
c	Peso suelo extraído	gr	3654,00
d	Peso de la arena en el cono y la placa	gr	1790,00
e	Peso de la arena empleada para llenar el hoyo	gr	2300,00
f	Densidad de la arena	gr/cc	1,39
g	Volumen del hoyo	cc	1654,69
h	Peso de la grava seca	gr	1907,00
i	Peso de la tierra húmeda	gr	1747,00
j	Volumen de la grava	cc	725,10
k	Volumen ocupado por la tierra	cc	929,58
l	Densidad húmeda	gr/cc	1,88
m	Porcentaje de humedad	%	5,87
n	Densidad seca	gr/cc	1,78
o	Densidad máxima de proctor modificado	gr/cc	1,95
p	Porcentaje de compactación	%	91,21%
CONTENIDO DE HUMEDAD		3	
CAPSULA + SUELO HUMEDO		65,76	
CAPSULA + SUELO SECO		63,36	
PESO DEL AGUA		2,40	
PESO DE LA CAPSULA		21,02	
PESO DEL SUELO SECO		42,34	
CONTENIDO DE HUMEDAD		5,87	

DENSIDAD DE CAMPO D-03

EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225

CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294

**ENSAYO DE DENSIDAD RELATIVA**

PROYECTO : "REHABILITACION DEL LOCAL ESCOLAR 20131 JOSE OLAYA BALANDRA CON CODIGO LOCAL 352610, DISTRITO DE CERRO AZUL - PROVINCIA DE CAÑETE - REGION LIMA"

UBICACIÓN : DISTRITO DE CERRO AZUL

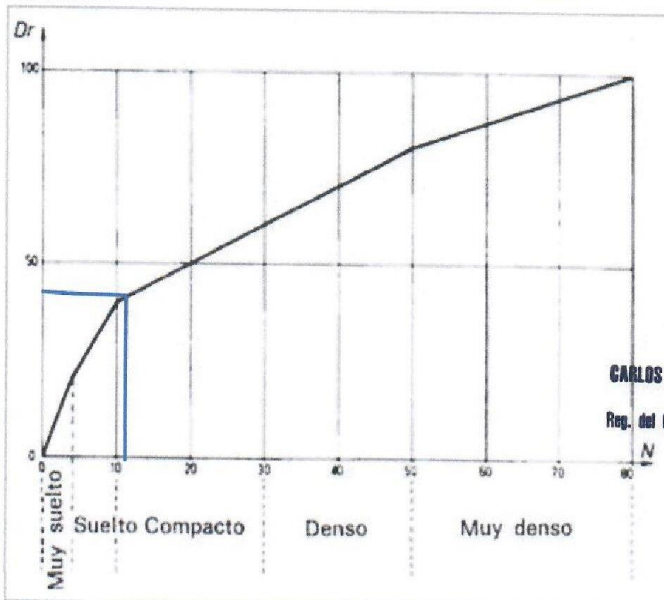
SOLICITADO : CONSORCIO OLAYA

REALIZADO POR : Tecnico. Antonio Carbajal

FECHA : miércoles, 24 de Febrero de 2021

$$DR = \frac{\frac{1}{\gamma_{d \min}} - \frac{1}{\gamma_d}}{\frac{1}{\gamma_{d \min}} - \frac{1}{\gamma_{d \max}}} \times 100$$

D min = 1.593  
 Dmax = 2.130  
 D nat = 1.779      Dr = 41.32%      N = 11



*[Signature]*  
 EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

*[Signature]*  
 CARLOS ALONSO VASQUEZ DURANO  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294



# ESTUDIO GEOFÍSICO DE REFRACCIÓN SÍSMICA





### 13. ASTM D5777

#### OBJETO Y APLICACIÓN

48

Esta guía resume las mediciones de olas, equipo, procedimientos de campo y métodos de interpretación para la evaluación de las condiciones subsuperficiales utilizando el método de refracción sísmica. Mediciones de refracción sísmica como se describe en esta guía son aplicables en condiciones de subsuelo de mapeo para diversos usos, incluyendo geológica, geotécnica, hidrológica, ambiental.


El método de refracción sísmica se utiliza para asignar condiciones geológicas incluyendo la profundidad hasta la roca madre, o a la mesa de agua, estratigrafía, litología, estructura, y las fracturas o todos estos. La velocidad de la onda sísmica calculada está relacionada con las propiedades del material mecánicas. Por lo tanto, la caracterización del material (tipo de roca, el grado de la intemperie) se hace sobre la base de la velocidad sísmica y otra información geológica.

#### LIMITACIONES

- Numerosas referencias se incluyen para ese propósito y se consideran una parte esencial. Para la ejecución del método de refracción sísmica debe estar familiarizado con el material relevante en esta guía y las referencias citadas en el texto y con las normas ASTM apropiadas.
- Para mediciones de refracción sísmica realizadas en tierra. El método de refracción sísmica puede ser adaptado para un número de usos especiales, en tierra, dentro de un pozo de sondeo y en el agua. Sin embargo, una discusión de estas otras adaptaciones de las mediciones de refracción sísmica no se incluye.
- Hay ciertos casos en los que las ondas transversales necesitan ser medida para satisfacer los requisitos del proyecto.
- La medición de las ondas sísmicas decizamiento es un subconjunto de refracción sísmica.
- Los enfoques sugeridos en esta guía para el método de refracción se utilizan comúnmente, ampliamente aceptada, y probado; sin embargo, otros enfoques o modificaciones al método de refracción sísmica que son técnicamente sonidos pueden estar sustituidos.

#### PRECAUCIONES:

Es responsabilidad del usuario



EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225



CARLOS ALONZO VASQUEZ DURAND  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294

seguir las precauciones dentro de las recomendaciones del fabricante del equipo, establecer prácticas de seguridad e higiene adecuadas, y considerar las implicaciones de seguridad y regulatorias cuando se utilizan explosivos.

Si se aplica el método en sitios con peligrosos materiales, operaciones o equipos, es responsabilidad del usuario establecer las prácticas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de los reglamentos antes de su uso.

Esta norma no pretende considerar todos los problemas de seguridad, si los hay, asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer las prácticas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso.

Este documento no puede sustituir a la educación o la experiencia y debe ser usado en conjunción con el juicio profesional. No todos los aspectos pueden ser aplicables en todas las circunstancias.

No pretende representar o reemplazar el estándar de cuidado por el cual se debe juzgar la idoneidad de un servicio profesional dado, ni se debe aplicar este documento sin consideración de muchos aspectos únicos de un proyecto. La palabra "estándar" en el título de esta guía sólo significa que el documento ha sido aprobado por el proceso de consenso de ASTM.

#### DOCUMENTOS DE REFERENCIA

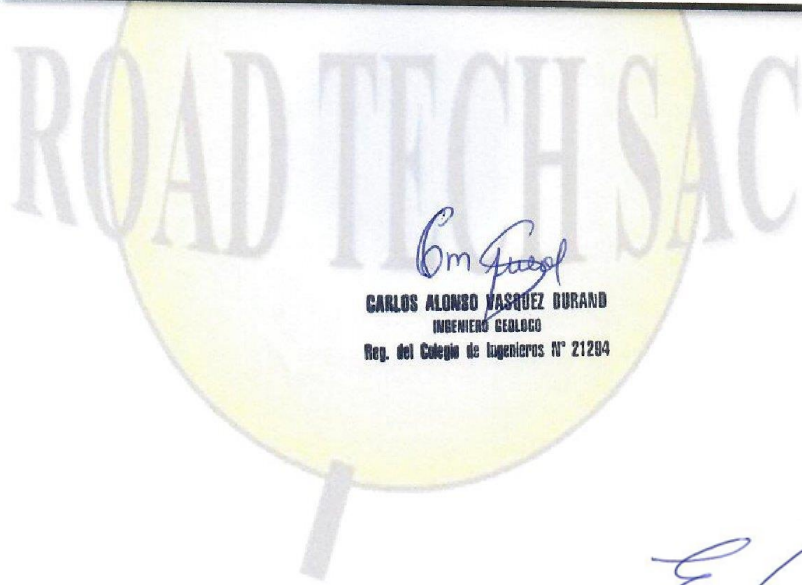
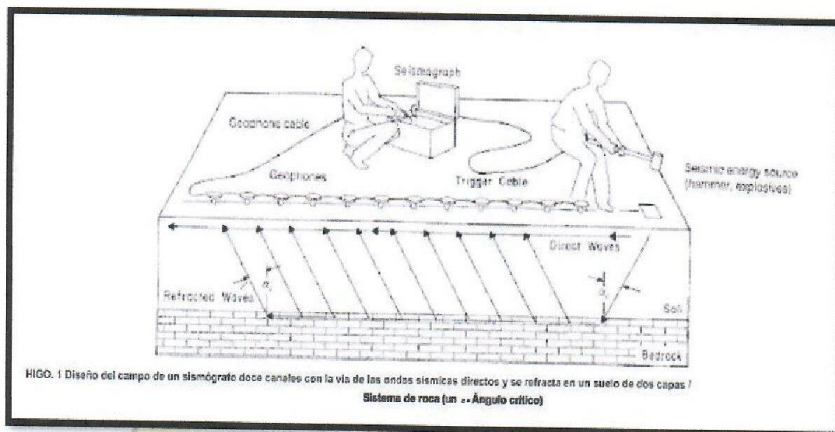
- D 420 Guía para la Caracterización del sitio de ingeniería, diseño y La Construcción
- D 653 Terminología de los suelos, roca, y contenidos líquidos
- D 2845 Método de prueba para la determinación de las velocidades Laboratorio de impulsos ultrasónicos y elásticas Constantes de la roca
- D 4428 / D 4428M Métodos de prueba para las pruebas sísmicas crosshole
- D 5088 Práctica para la descontaminación de los equipos de campo utilizados en sitios de desechos no radiactivos
- D 5608 Práctica para la descontaminación de los equipos de campo utilizados en el nivel bajo radiactivos sitios de desechos
- Guía D 5730 a Caracterización del sitio con fines ambientales con énfasis en el suelo, las rocas, la zona no saturada y el agua subterránea
- D 5753 Guía para la Planificación y Realización de sondes geofísico registro

EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225

CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21204



- D 6235 Guía para Acelerada Sitio Caracterización de la zona vadosa y el agua subterránea la contaminación en sitios peligrosos residuos contaminados
- D 6429 Guía para la selección de métodos geofísicos de superficie



*Carlos Alonzo Vasquez Durand*  
**CARLOS ALONZO VASQUEZ DURAND**  
 INGENIERO GEOLÓGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21204

*Edinson Jesus Casavilca Gutierrez*  
**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225



## 14. ESTUDIO GEOFÍSICO DE REFRACCIÓN SÍSMICA

La prospección por refracción sísmica permite interpretar la estratigrafía del subsuelo gracias al uso del principio físico del fenómeno de la refracción total de una onda sísmica que incide sobre una interfase localizada entre dos cuerpos con diferentes propiedades mecánicas, (horizonte de refracción). La condición fundamental para llevar a cabo estudios de sísmica por refracción es que la sucesión de los estratos a investigar se caracterice por velocidades sísmicas crecientes al aumentar la profundidad. De este modo se pueden evaluar hasta 4 ó 5 horizontes de refracción diferentes.

Los ensayos se basan en la medición de los tiempos de recorrido de las ondas elásticas para las cuales - suponiendo amplias superficies de separación con respecto a la longitud de onda o en todo caso con una débil curvatura- los frentes de onda se representan por medio de los relativos rayos sísmicos. El análisis se basa en el principio de Fermat y en la ley de Snell.


El principio de Fermat establece que el rayo sísmico recorre la distancia entre la fuente y el receptor siguiendo el trayecto para el cual el tiempo empleado de recorrido es mínimo. En este principio, dado un plano que separa dos medios con diferentes características mecánicas, el rayo sísmico es el que se extiende a lo largo de un plano perpendicular a la interfase que contiene tanto la fuente como el receptor.

La ley de Snell es una fórmula que describe los tipos de refracción de un rayo sísmico en la transición entre dos medios caracterizados por diferentes velocidades de propagación de las ondas o, equivalentemente, por diferentes índices de refracción. El ángulo formado entre la interfase y el rayo se denomina ángulo de incidencia  $\theta_i$ , mientras que el formado entre el rayo refractado y la superficie normal se denomina ángulo de refracción  $\theta_r$ . La fórmula matemática es:

$$v_2 \sin \theta_i = v_1 \sin \theta_r$$

Donde  $v_1$  y  $v_2$  son las velocidades de los dos medios separados por la interfase.

Cuando  $v_1 > v_2$  se tiene que  $\theta_i > \theta_r$  y por lo tanto la sísmica por refracción nos es factible ya que el rayo refractado se inclinaría hacia abajo. Cuando  $v_1 < v_2$  se tiene que  $\theta_i < \theta_r$  y existe un ángulo crítico de incidencia por lo que  $\theta_r = 90^\circ$  y el rayo refractado viaja paralelamente a la interfase. La expresión que define el ángulo crítico es:

  
**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

  
**CARLOS ALONSO VASQUEZ DURANO**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294

$$\theta_i = \arcsin(v_1 / v_2)$$

La forma más sencilla de analizar los datos de refracción es construyendo un gráfico tiempo-distancia cuyo origen corresponda a la fuente de generación de las ondas elásticas. En el eje de las abscisas se representan las posiciones de los geófonos y en las ordenadas los tiempos de primera llegada. A los geófonos más cercanos a la fuente llegan primero los impulsos que han seguido el recorrido directo en un tiempo  $T$  dado por la relación

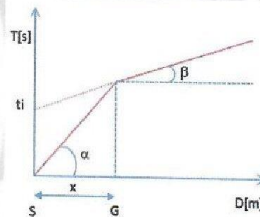
$$T = x_i / V_1$$

Donde  $x_i$  es la distancia entre el punto de disparo y el punto de detección.

La ecuación anterior representa una recta que pasa por el origen de los ejes tiempos-distancias y su coeficiente angular permite calcular la velocidad  $V_1$  del primer medio como

$$V_1 = 1 / \tan \alpha$$

Los tiempos de llegada de los rayos refractados en el diagrama tiempos-distancias se disponen según una recta que tendrá una inclinación menor a la de las ondas directas.



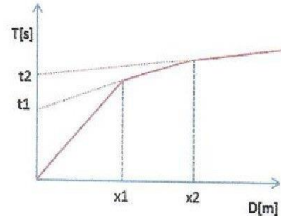
La curva tiempos-distancias tiende a un comportamiento regular según una polilínea cuyos vértices se denominan codos, los cuales representan, físicamente, la condición donde se da la llegada contemporánea de las ondas directas y la refractadas. Por lo tanto, para cada uno de los segmentos se determina el tiempo de retraso  $t_i$  que representa la diferencia entre el tiempo que el rayo sísmico emplea en recorrer un tramo a la velocidad propia del estrato en el cual se transmite y el tiempo que emplearía para viajar a lo largo del componente horizontal de ese tramo a la máxima velocidad alcanzada en toda la trayectoria de refracción.

Gráficamente el tiempo de retraso está dado por la intersección de la recta que comprende un segmento de la curva tiempo-distancia con el eje de los tiempos.

EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225

CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294



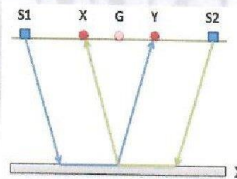


Entonces, conociendo los tiempos  $t_i$  es posible obtener los espesores de los refractores mediante la relación:

$$h_{(i-1)} = \frac{V_{(i-1)}V_i}{2\sqrt{V_i^2 - V_{(i-1)}^2}} \left( t_i - \frac{2h_1\sqrt{V_i^2 - V_1^2}}{V_1V_i} - \dots - \frac{2h_{(i-2)}\sqrt{V_i^2 - V_{(i-2)}^2}}{V_1V_{(i-2)}} \right)$$

En situaciones morfológicamente complejas, como método de elaboración se puede utilizar el Método de reciprocidad generalizada (Generalized Reciprocal Method) examinado por Palmer en 1980.

Este método se basa en la búsqueda de una distancia virtual XY entre geófonos tal que los rayos sísmicos que parten de puntos de disparo simétricos respecto al tendido, lleguen al geófono colocado en la posición X y al colocado en la posición Y, proviniendo desde un mismo punto del refractor

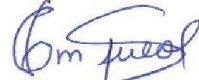


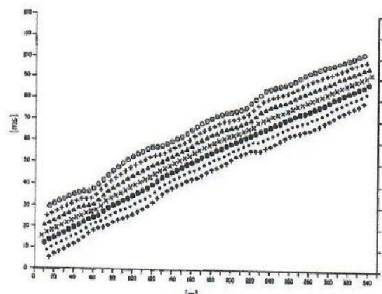
El primer paso operativo es construir un diagrama tiempos-distancias identificando en los sismogramas obtenidos con los datos de campo, las primeras llegadas de las ondas sísmicas. Para determinar la distancia óptima XY es necesario considerar varios puntos de disparo, tanto de los extremos como del interior del tendido. Esto hace posible identificar con más precisión los tiempos relativos de un mismo refractor que sirven para caracterizar las dromocronas, las cuales son fundamentales para la interpretación. En las interpretaciones multi estratos, para generar las dromocronas se puede aprovechar las técnicas de phantoming y así superar la falta de datos de algunos refractores.

Partiendo de la construcción de las dromocronas es posible determinar *la función velocidad* según la ecuación

  
EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225

$$T_v = \frac{T_{S_1X} - T_{S_2X} + T_{S_1S_2}}{2}$$

  
CARLOS ALONSO VASQUEZ CURADO  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294



Donde  $T_{S1Y}$  y  $T_{S2X}$  son los tiempos de recorrido de los rayos sísmicos para llegar, respectivamente, de la fuente  $S1$  a  $X$  y de la fuente  $S2$  a  $Y$ , mientras que  $T_{S1S2}$  es el tiempo de recorrido entre dos puntos de disparo  $S1$  y  $S2$ , externamente simétricos con respecto al tendido.  $T_V$  es el tiempo calculado en un geófono  $G$  puesto entre  $X$  y  $Y$ , no necesariamente coincidente con la posición de un geófono del tendido.

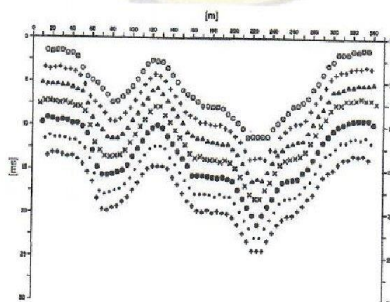
El cálculo de la función  $T_V$  se lleva a cabo para cada valor de  $XY$  comprendido entre cero y la mitad del tendido con variación igual a la distancia real entre los geófonos del tendido. La mejor recta de regresión de las funciones de velocidad obtenidas, permite determinar el  $XY$  óptimo y la velocidad del refractor que se obtiene del coeficiente angular.

Mediante la función tiempo-profundidad es posible encontrar la profundidad del refractor expresada en unidad de tiempo. Dicha función se expresa con:

$$T_G = \frac{T_{S1Y} + T_{S2X} - \left( T_{S1S2} + \frac{XY}{V_n} \right)}{2}$$

Donde  $V_n$  es la velocidad del refractor.

  
**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225



  
**CARLOS ALONSO VASQUEZ OSCAZA**  
 INGENIERO GEOLÓGICO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21284



De la misma manera que con la función velocidad, se determinan varias funciones tiempo-profundidad para el conjunto de los valores XY en estudio. Entre las funciones encontradas, la que presente la mayor articulación compete al valor óptimo de XY.

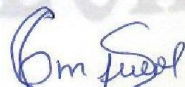
Finalmente, es posible determinar el espesor del refractor en las correspondientes posiciones de los geófonos G mediante la relación:

$$h = T_G \sqrt{\frac{V_n XY}{2T_G}}$$

h representa la profundidad mínima desde el geófono G por lo tanto la morfología del refractor se define con la envolvente de las semicircunferencias de radio h.

Una de las principales ventajas del G.R.M. es que el factor de conversión de la profundidad es relativamente insensible a las pendientes hasta aproximadamente 20°.

ROAD TECH SAC



CARLOS ALONSO VASQUEZ  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294



EDINSON JESUS  
 CASAVILCA GUTIERREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

## 14.1 SONDAJE N°01

## 14.1.1. DATOS GENERALES

56

Descripción ESTUDIO DE GEOFISICA PARA EL PROYECTO "REHABILITACION DEL LOCAL ESCOLAR 20131 JOSE OLAYA BALANDRA CON CODIGO LOCAL 352610, DISTRITO DE CERRO AZUL - PROVINCIA DE CAÑETE - REGION LIMA"  
 Cliente CONSORCIO OLAYA  
 Zona DISTRITO DE CERRO AZUL  
 Operador ING LAOF - CRJC  
 Responsable ING LAOF  
 Fecha 24/02/2021  
 Latitud  $-13.025749^{\circ}$   
 Longitud  $-76.478125^{\circ}$   
 Altitud 4[m]

## 14.1.2. GEOMETRÍA GEÓFONOS

	Posición X [m]	Posición Z [m]
1	0.0	4.0
2	2.0	4.0
3	4.0	4.0
4	6.0	4.0
5	8.0	4.0
6	10.0	4.0
7	12.0	4.0
8	14.0	4.0
9	16.0	4.0
10	18.0	4.0
11	20.0	4.0
12	22.0	4.0
13	24.0	4.0
14	26.0	4.0
15	28.0	4.0
16	30.0	4.0
17	32.0	4.0
18	34.0	4.0
19	36.0	4.0
20	38.0	4.0
21	40.0	4.0
22	42.0	4.0
23	44.0	4.0
24	46.0	4.0

EDINSON JESUS  
 CASAVILCA GUTIERREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

CARLOS ALONSO VASQUEZ DURANO  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294



### 14.1.3. DATOS IMPACTOS

#### Impacto 1

Posición fuente X -2 [m]

Posición fuente Z 4 [m]

57


Posición geófono [m]	Tiempo [ms]
0.0	19.2744
2.0	30.6122
4.0	40.8163
6.0	49.8866
8.0	62.3583
10.0	74.8299
12.0	83.9002
14.0	95.2381
16.0	106.5760
18.0	115.6463
20.0	128.1179
22.0	138.3220
24.0	148.5261
26.0	159.8639
28.0	170.0680
30.0	181.4059
32.0	191.6100
34.0	204.0816
36.0	213.1519
38.0	223.3560
40.0	233.5601
42.0	244.8980
44.0	255.1020
46.0	265.3061

#### Impacto 2

Posición fuente X 23 [m]

Posición fuente Z 4 [m]

Posición geófono [m]	Tiempo [ms]
0.0	189.3424
2.0	175.7370
4.0	159.8639
6.0	145.1247
8.0	130.3855
10.0	113.3787
12.0	98.6395
14.0	82.7664
16.0	68.0272

  
**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

  
**CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294



# ROAD TECH SAC

## RESOLUCIÓN N° 012387-2018/DSD-INDECOPI



18.0	52.1542
20.0	36.2812
22.0	26.0771
24.0	20.4082
26.0	32.8798
28.0	46.4853
30.0	61.2245
32.0	74.8299
34.0	89.5692
36.0	104.3084
38.0	117.9138
40.0	131.5193
42.0	145.1247
44.0	160.9977
46.0	173.4694

### Impacto 3

Posición fuente X 48 [m]

Posición fuente Z 4 [m]

Posición geófono [m]	Tiempo [ms]
0.0	283.4467
2.0	272.1088
4.0	260.7710
6.0	250.5669
8.0	238.0952
10.0	226.7574
12.0	216.5533
14.0	204.0816
16.0	195.0113
18.0	183.6735
20.0	172.3356
22.0	159.8639
24.0	147.3923
26.0	136.0544
28.0	125.8503
30.0	113.3787
32.0	102.0408
34.0	90.7029
36.0	81.6327
38.0	69.1610
40.0	57.8231
42.0	46.4853
44.0	32.8798
46.0	22.6757

  
**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

  
**CARLOS ALONSO VASQUEZ ESCOBAR**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21204





**ROAD TECH SAC**

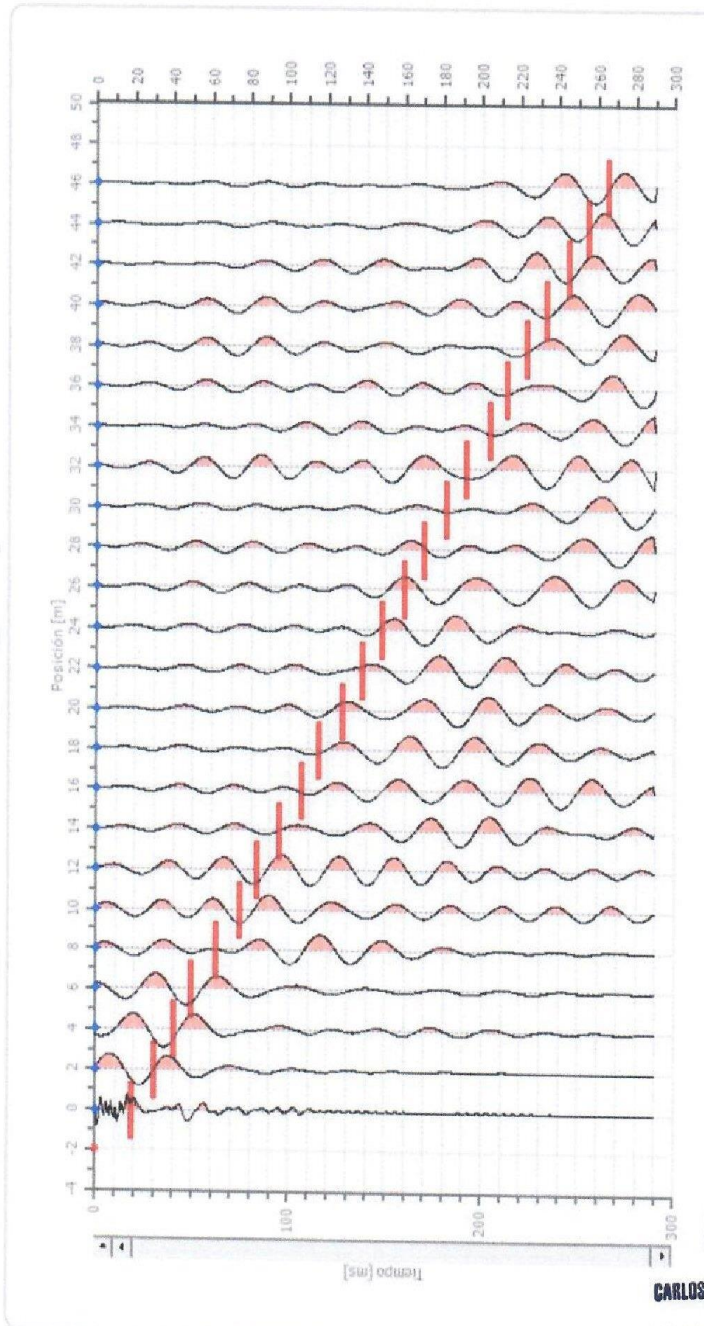
**RESOLUCIÓN N° 012387-2018/DSD-INDECOPI**



**14.1.4. DROMOCRONAS**

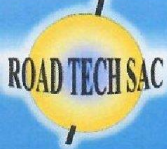
**IMPACTO I**

59



*[Signature]*  
**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

*[Signature]*  
**CARLOS ALONSO VASQUEZ DURASO**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294



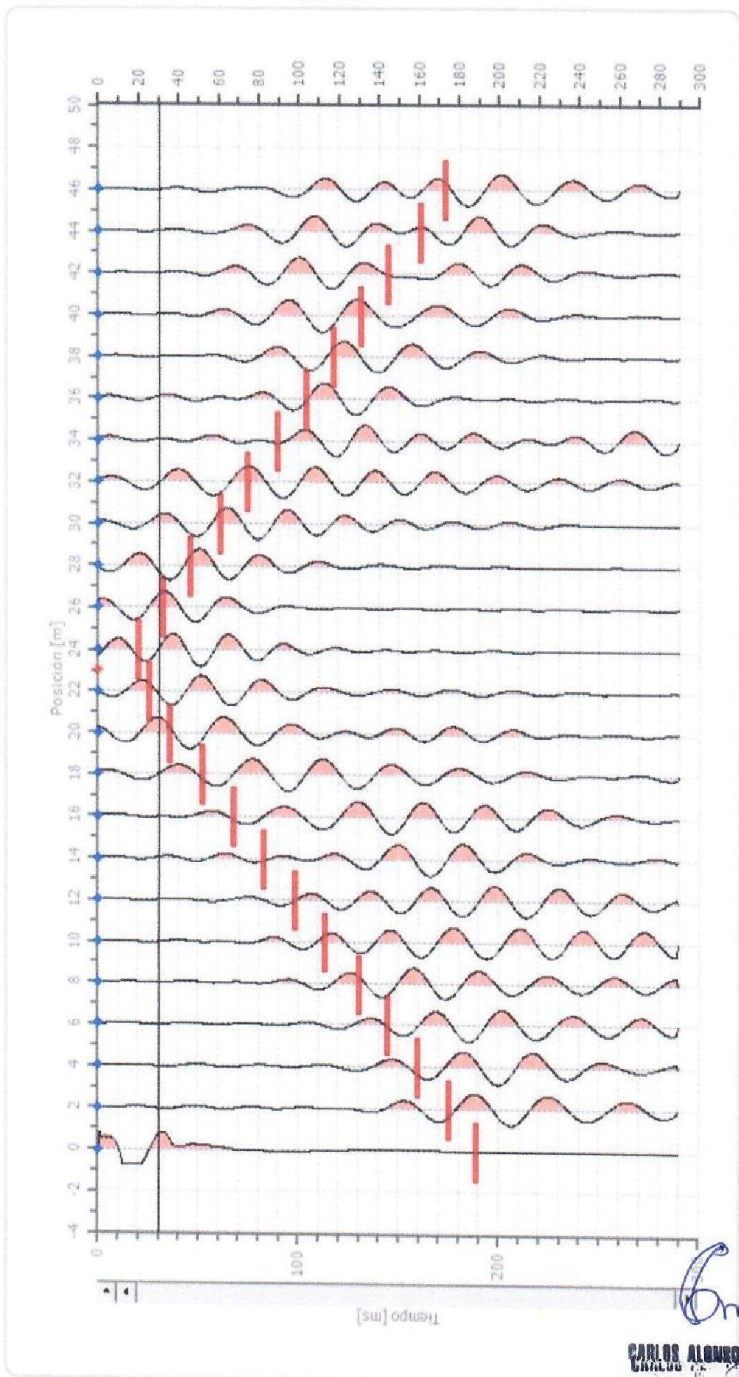
**ROAD TECH SAC**

**RESOLUCIÓN N° 012387-2018/DSD-INDECOPI**



**IMPACTO 2**

60



*[Signature]*  
**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200226

*[Signature]*  
**CARLOS ALONSO VÁSQUEZ DURAND**  
 INGENIERO MECÁNICO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21204

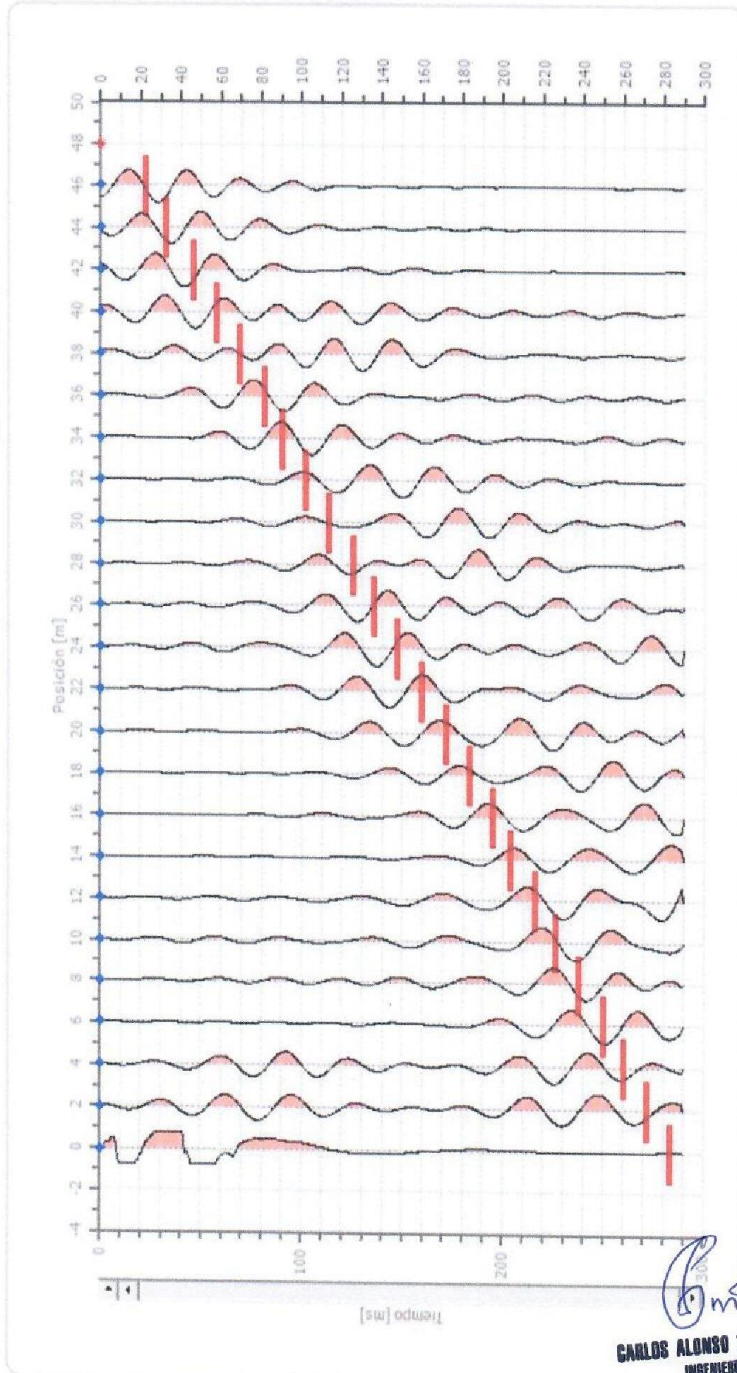
**OFICINA: C. RUPREDIO LA SILVA U.C 11364 NRO. 0 (CAMINO CHICO) ICA- ICA- PUEBLO NUEVO**

**Tel. 956889021-955925088**

**E-mail: roadtechsac@gmail.com**



**IMPACTO 3**

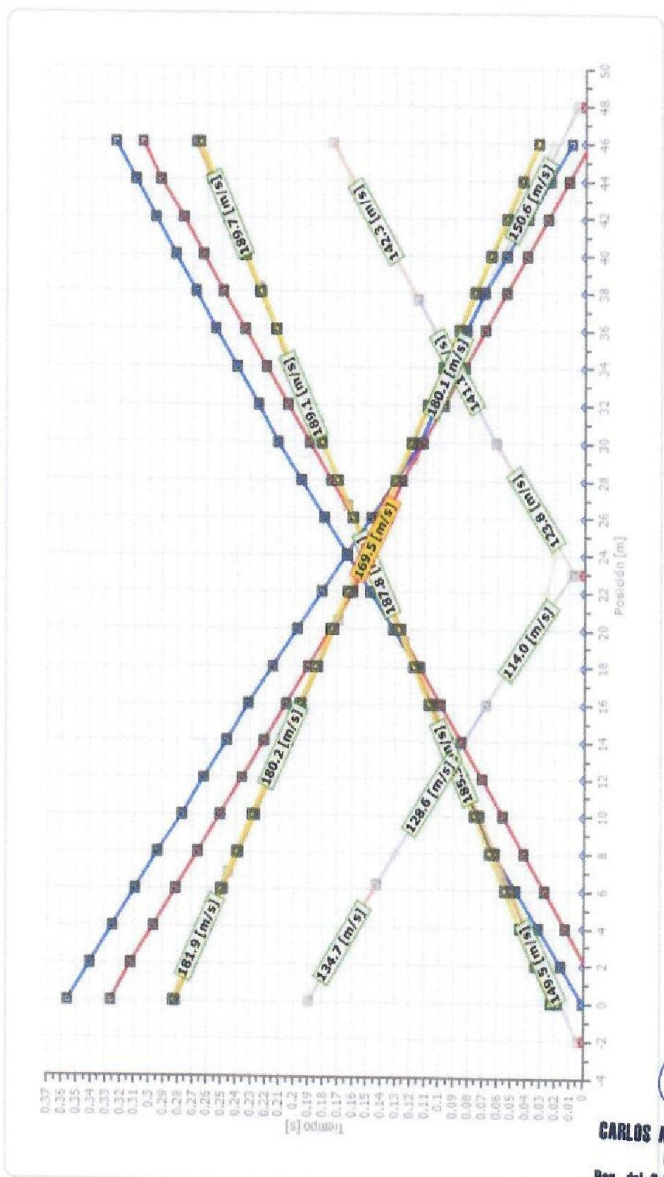


*[Signature]*  
**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

*[Signature]*  
**CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294

### 14.1.5. DROMCRONAS ELABORADAS

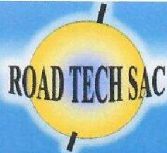
- Estrato 1
- Estrato 2
- Estrato 3
- Estrato 4
- Estrato 5
- Posición Fuentes
- Posición secciones
- Impacto 1
- Impacto 2
- Impacto 3



*[Signature]*  
**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

*[Signature]*  
**CARLOS ALONSO VÁSQUEZ DURAND**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21284





# ROAD TECH SAC

RESOLUCIÓN N° 012387-2018/DSD-INDECOPI



## 14.1.6. INTERPRETACIÓN CON EL MÉTODO G.R.M.

XY: 0

	Estrato n. 1	Estrato n. 2	Estrato n. 3	Estrato n. 4	Estrato n. 5
G= 0.0 (m)	1.1	1.1	1.4	5.6	--
G= 1.0 (m)	1.1	1.1	1.4	5.1	--
G= 2.0 (m)	1.1	1.1	1.4	4.6	--
G= 3.0 (m)	1.1	1.1	1.4	4.8	--
G= 4.0 (m)	1.1	1.1	1.4	4.6	--
G= 5.0 (m)	0.0	0.7	2.2	5.5	--
G= 6.0 (m)	0.0	1.6	3.2	5.8	--
G= 7.0 (m)	0.0	2.4	3.8	7.2	--
G= 8.0 (m)	0.0	2.6	4.3	6.3	--
G= 9.0 (m)	0.0	2.6	4.2	6.3	--
G= 10.0 (m)	0.0	2.5	4.1	6.0	--
G= 11.0 (m)	0.0	2.5	4.1	5.7	--
G= 12.0 (m)	0.0	2.5	4.0	5.4	--
G= 13.0 (m)	0.0	2.4	4.0	5.1	--
G= 14.0 (m)	0.0	2.4	3.9	4.8	--
G= 15.0 (m)	0.0	2.3	3.9	4.3	--
G= 16.0 (m)	0.0	2.2	3.7	4.3	--
G= 17.0 (m)	0.0	2.4	4.2	4.2	--
G= 18.0 (m)	0.0	1.7	3.2	3.4	--
G= 19.0 (m)	0.0	0.6	2.1	2.1	--
G= 20.0 (m)	0.0	1.1	2.6	2.6	--
G= 21.0 (m)	0.0	1.6	3.2	3.2	--
G= 22.0 (m)	0.0	2.0	3.6	3.6	--
G= 23.0 (m)	0.0	2.1	3.7	3.7	--
Velocidad (m/sec)	134.5	137.1	142.9	184.1	186.5
Descripción	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESTRATO 4	ESTRATO 5

### Otros parámetros geotécnicos

	Estrato n. 1	Estrato n. 2	Estrato n. 3	Estrato n. 4	Estrato n. 5
Coefficiente Poisson	0.20	0.20	0.15	0.15	0.15
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	1900.00	1910.00	1920.00	1940.00	1950.00
Vp (m/s)	134.48	137.08	142.87	184.13	186.51
Vs (m/s)	82.35	83.94	91.68	118.15	INF
G0 (MPa)	12.89	13.46	16.14	27.08	0.00
Ed (Mpa)	34.36	35.89	39.19	65.77	0.00
MD (MPa)	21.48	22.43	23.05	38.69	0.00
Ey (Mpa)	30.92	32.30	37.12	62.29	0.00

EDINSON JESUS CASAVILCA GUERRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225

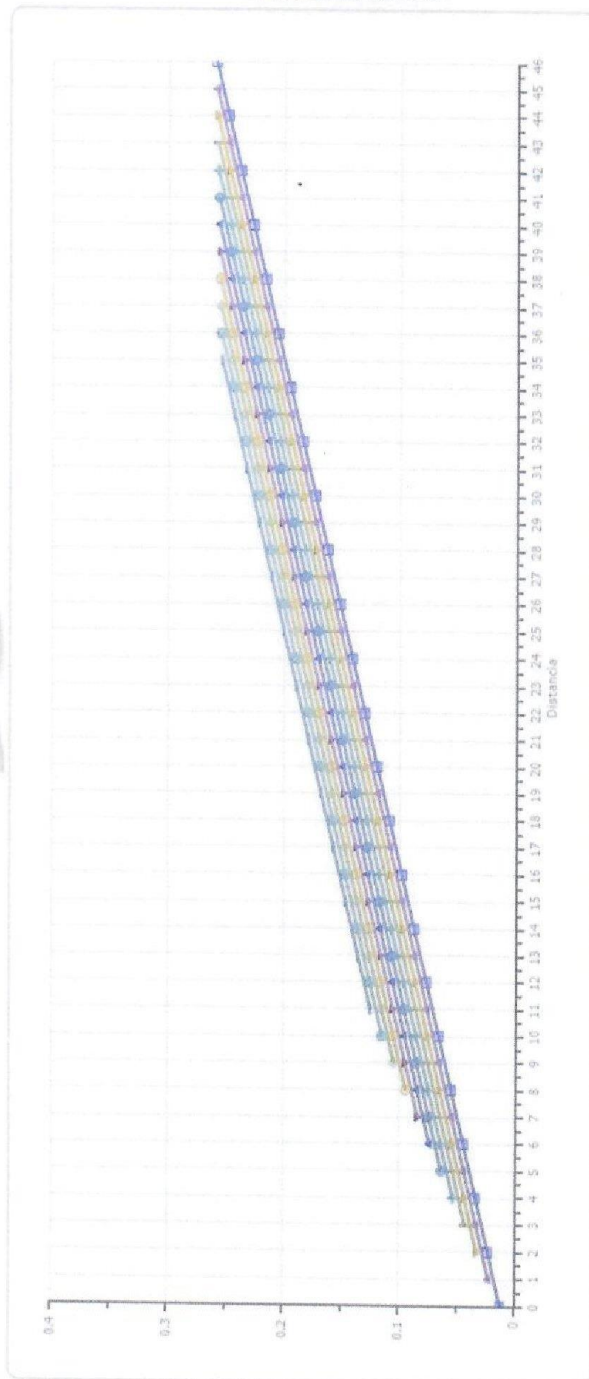
Carlos Alonso Vasquez Curayo  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294

OFICINA: C. RUPREDIO LA SILVA U.C 11364 NRO. 0 (CAMINO CHICO) ICA- ICA- PUEBLO NUEVO

Tel. 956889021 - 955925088

E-mail: roadtechsac@gmail.com

### FUNCION VELOCIDAD

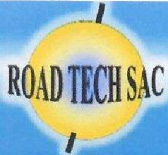


*[Signature]*  
**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

- XY = 0, Desviación estándar = 0.07423
- △ XY = 2, Desviación estándar = 0.07113
- △ XY = 4, Desviación estándar = 0.06803
- △ XY = 6, Desviación estándar = 0.06494
- △ XY = 8, Desviación estándar = 0.06184
- △ XY = 10, Desviación estándar = 0.05874
- △ XY = 12, Desviación estándar = 0.05564
- △ XY = 14, Desviación estándar = 0.05255
- △ XY = 16, Desviación estándar = 0.04945
- △ XY = 18, Desviación estándar = 0.04635
- △ XY = 20, Desviación estándar = 0.04325
- △ XY = 22, Desviación estándar = 0.04015

*[Signature]*  
**CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294



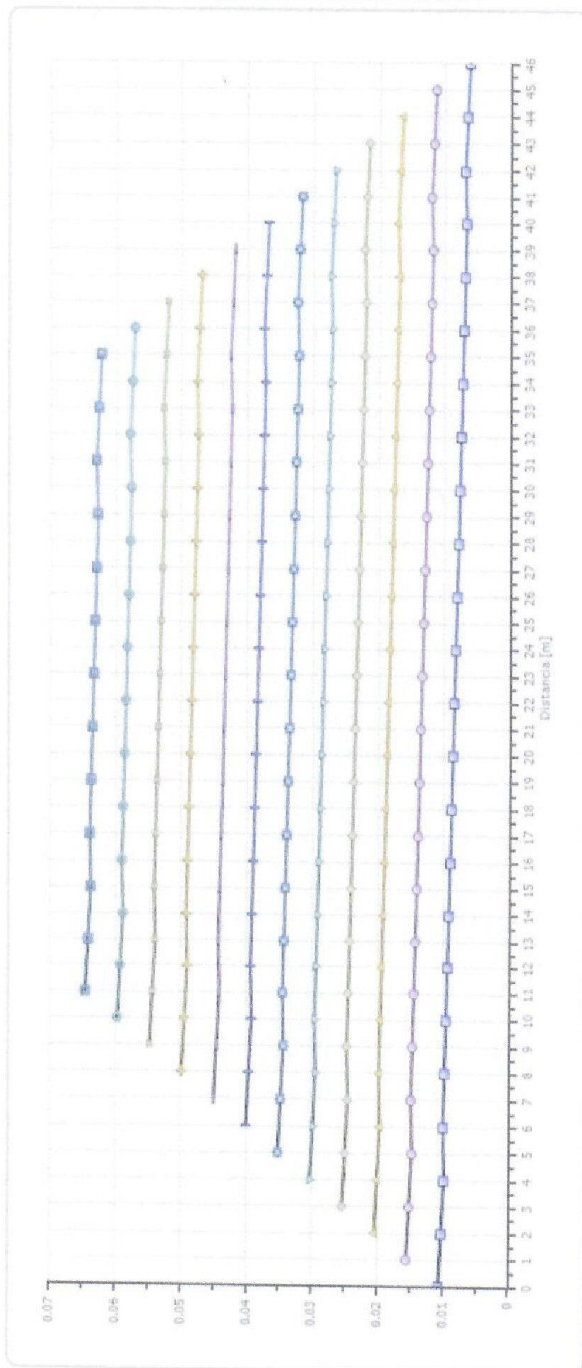


# ROAD TECH SAC

## RESOLUCIÓN N° 012387-2018/DSD-INDECOPI



### FUNCION TIEMPO-PROFUNDIDAD

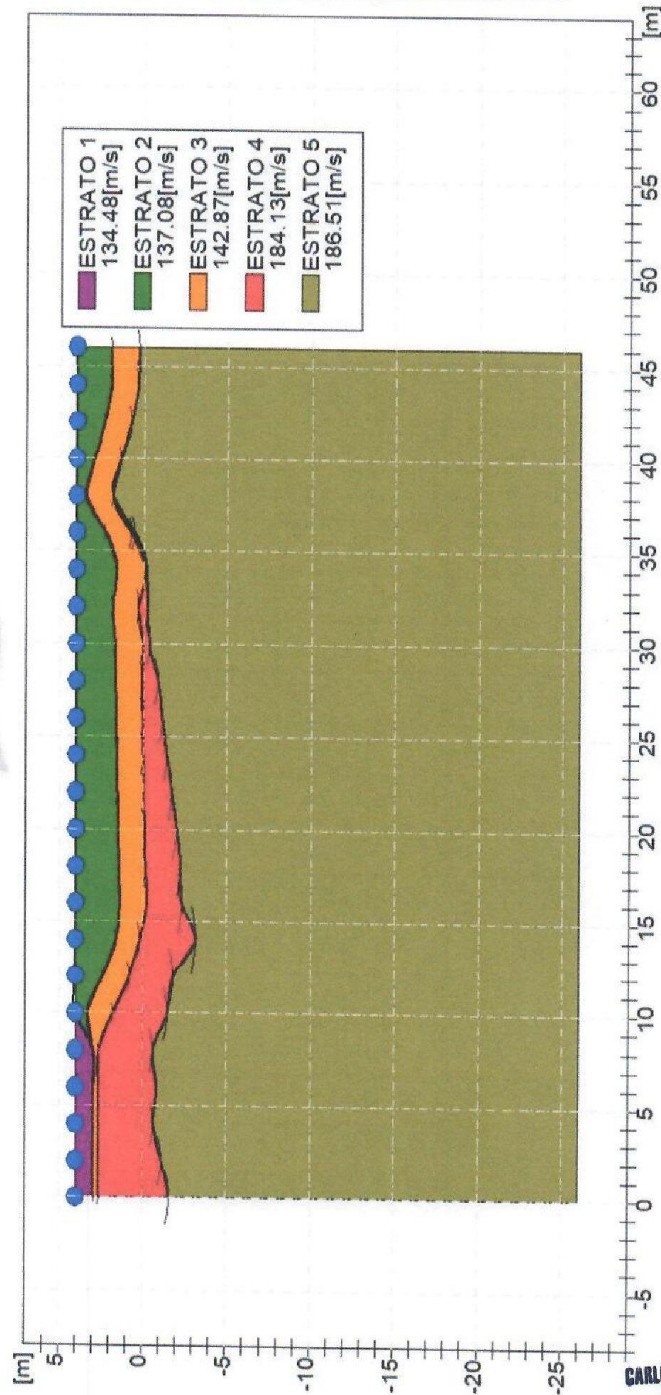


XY = 0, Rugosidad = 0.001106    XY = 2, Rugosidad = 0.001054    XY = 4, Rugosidad = 0.001005    XY = 6, Rugosidad = 0.000957  
 XY = 8, Rugosidad = 0.000903    XY = 10, Rugosidad = 0.000851    XY = 12, Rugosidad = 0.000801    XY = 14, Rugosidad = 0.000758  
 XY = 15, Rugosidad = 0.000697    XY = 18, Rugosidad = 0.000642    XY = 20, Rugosidad = 0.000591    XY = 22, Rugosidad = 0.000534

**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

**CARLOS ALONSO VASQUEZ DURANO**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294

## COMPORTAMIENTO MORFOLÓGICO REFRACTORES



*[Signature]*  
 EDINSON JESUS  
 CASAVILCA GUTIERREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

*[Signature]*  
 CARLOS ALONDO VASQUEZ DURAND  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21204



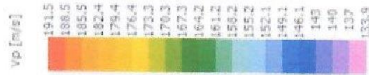


# ROAD TECH SAC

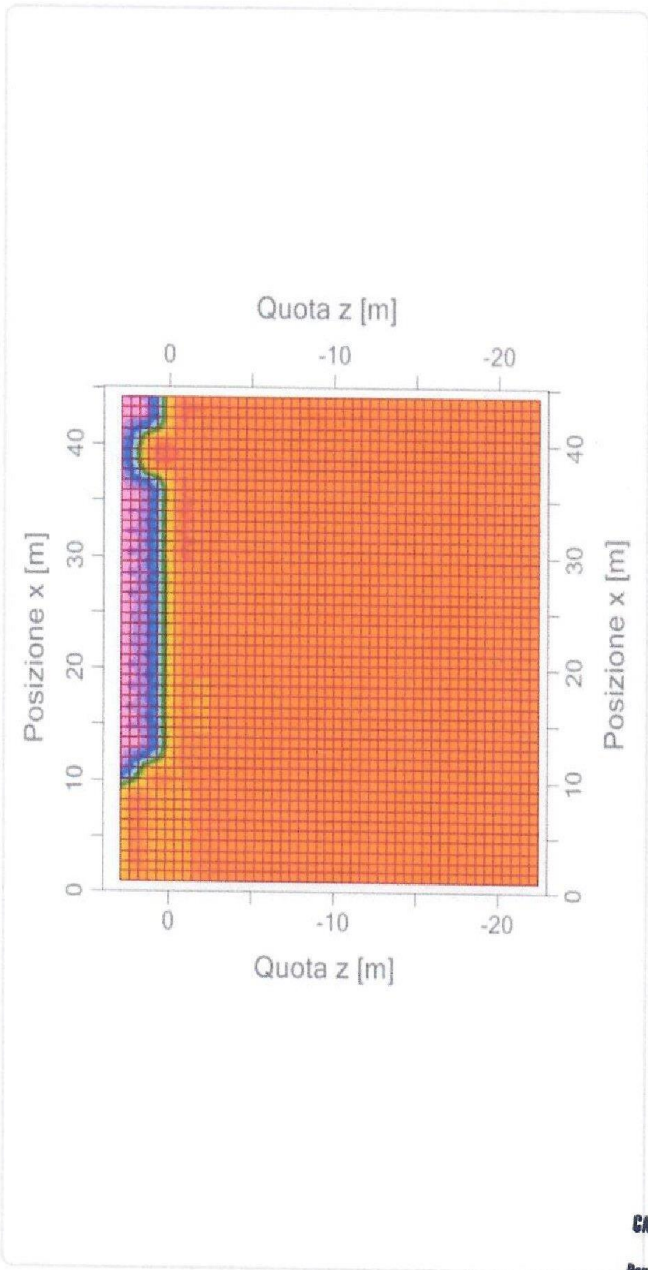
RESOLUCIÓN N° 012387-2018/DSD-INDECOPI



## MAPA DE VELOCIDAD

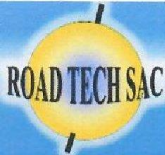


67



*[Signature]*  
**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200226

*[Signature]*  
**CARLOS ALONSO VASQUEZ DURANO**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21284



# ROAD TECH SAC

RESOLUCIÓN N° 012387-2018/DSD-INDECOPI



## 14.2 SONDAJE N°02

### 14.2.1. DATOS GENERALES

68

Descripción ESTUDIO DE GEOFISICA PARA EL PROYECTO "REHABILITACION DEL LOCAL ESCOLAR 20131 JOSE OLAYA BALANDRA CON CODIGO LOCAL 352610, DISTRITO DE CERRO AZUL - PROVINCIA DE CAÑETE - REGION LIMA"  
 Cliente CONSORCIO OLAYA  
 Zona DISTRITO DE CERRO AZUL  
 Operador ING LAOF - CRJG  
 Responsable ING LAOF  
 Fecha 25/02/2021  
 Latitud -13.025915°[°]  
 Longitud -76.478139°[°]  
 Altitud 4[m]

### 14.2.2. GEOMETRÍA GEÓFONDOS

	Posición X [m]	Posición Z [m]
1	0.0	4.0
2	2.0	4.0
3	4.0	4.0
4	6.0	4.0
5	8.0	4.0
6	10.0	4.0
7	12.0	4.0
8	14.0	4.0
9	16.0	4.0
10	18.0	4.0
11	20.0	4.0
12	22.0	4.0
13	24.0	4.0
14	26.0	4.0
15	28.0	4.0
16	30.0	4.0
17	32.0	4.0
18	34.0	4.0
19	36.0	4.0
20	38.0	4.0
21	40.0	4.0
22	42.0	4.0
23	44.0	4.0
24	46.0	4.0

  
 EDINSON JESUS  
 CASAVILCA GUTIERREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200226

  
 CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294



### 14.2.3. DATOS IMPACTOS

**Impacto 1**

Posición fuente X -2 [m]  
 Posición fuente Z 4 [m]

Posición geófono [m]	Tiempo [ms]
0.0	17.0068
2.0	27.8912
4.0	38.0952
6.0	48.2993
8.0	59.1837
10.0	68.7075
12.0	78.9116
14.0	88.4354
16.0	99.3197
18.0	108.1633
20.0	119.0476
22.0	127.8912
24.0	139.4558
26.0	149.6599
28.0	158.5034
30.0	169.3878
32.0	180.9524
34.0	190.4762
36.0	200.0000
38.0	210.2041
40.0	219.0476
42.0	229.9320
44.0	240.1361
46.0	250.3401

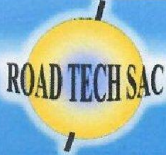
**Impacto 2**

Posición fuente X 23 [m]  
 Posición fuente Z 4 [m]

Posición geófono [m]	Tiempo [ms]
0.0	159.8640
2.0	148.2993
4.0	134.0136
6.0	122.4490
8.0	111.5646
10.0	99.3197
12.0	85.7143
14.0	72.1088

  
**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200226

  
**CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND**  
 INGENIERO GEOLÓGICO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21204



# ROAD TECH SAC

## RESOLUCIÓN N°012387-2018/DSD-INDECOPI



70

16.0	60.5442
18.0	47.6190
20.0	34.6939
22.0	25.1701
24.0	21.0884
26.0	28.5714
28.0	39.4558
30.0	51.0204
32.0	63.2653
34.0	75.5102
36.0	87.7551
38.0	100.0000
40.0	111.5646
42.0	122.4490
44.0	134.0136
46.0	145.5782

### Impacto 3

Posición fuente X 48 [m]  
 Posición fuente Z 4 [m]

Posición geófono [m]	Tiempo [ms]
0.0	250.3401
2.0	240.1361
4.0	229.2517
6.0	219.7279
8.0	211.2500
10.0	200.0000
12.0	189.1157
14.0	180.2721
16.0	169.3878
18.0	159.1837
20.0	149.6599
22.0	140.1361
24.0	129.9320
26.0	119.7279
28.0	110.2041
30.0	100.0000
32.0	89.1156
34.0	78.9116
36.0	70.0680
38.0	59.8639
40.0	49.6599
42.0	40.1361
44.0	29.2517
46.0	20.4082

EDINSON JESUS  
 CASAVILCA GUERRERZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

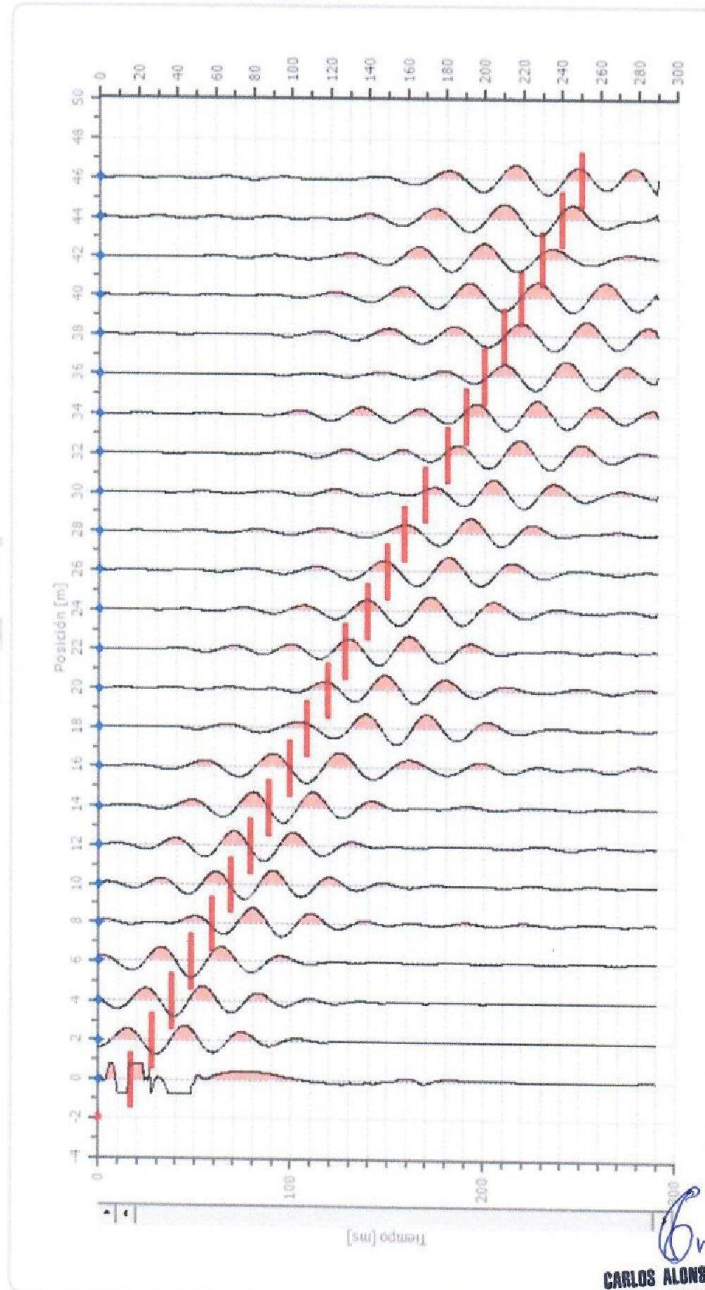
CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAN  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21284



### 14.2.4. DROMOCRONAS

#### IMPACTO I

71

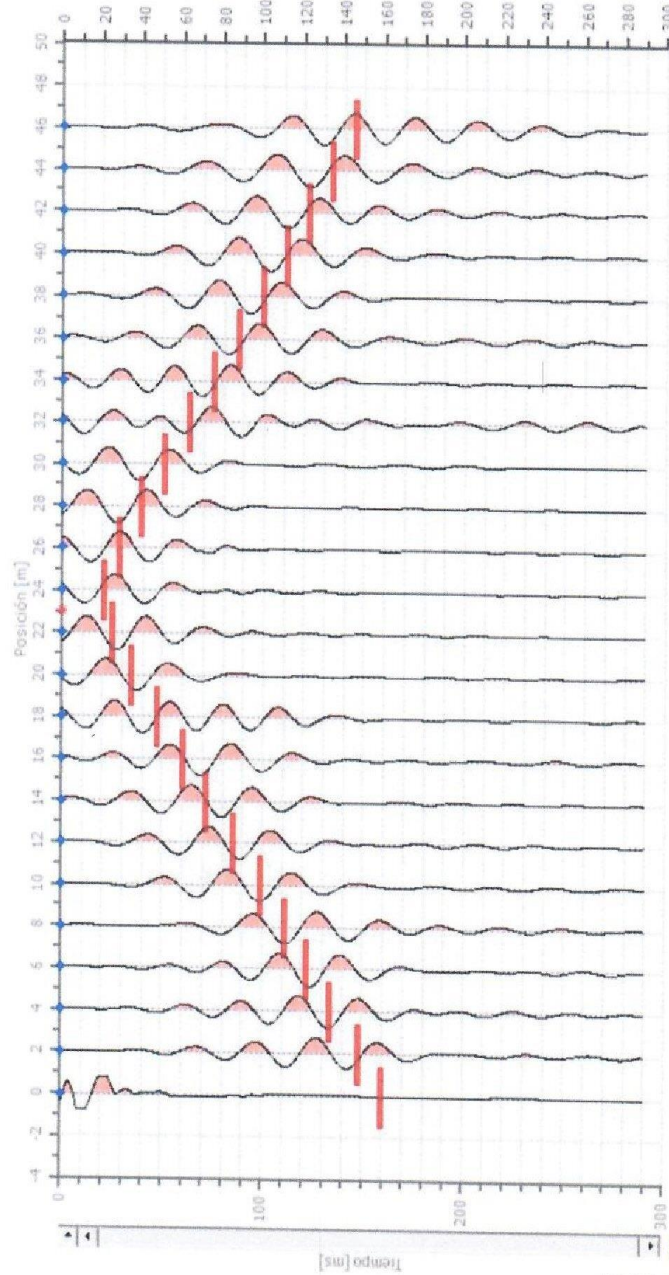


*[Signature]*  
**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

*[Signature]*  
**CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAND**  
 INGENIERO GEOLÓGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21204

IMPACTO 2

72



*[Signature]*  
EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200226

*[Signature]*  
CARLOS ALONSO VASQUEZ DURANU  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294





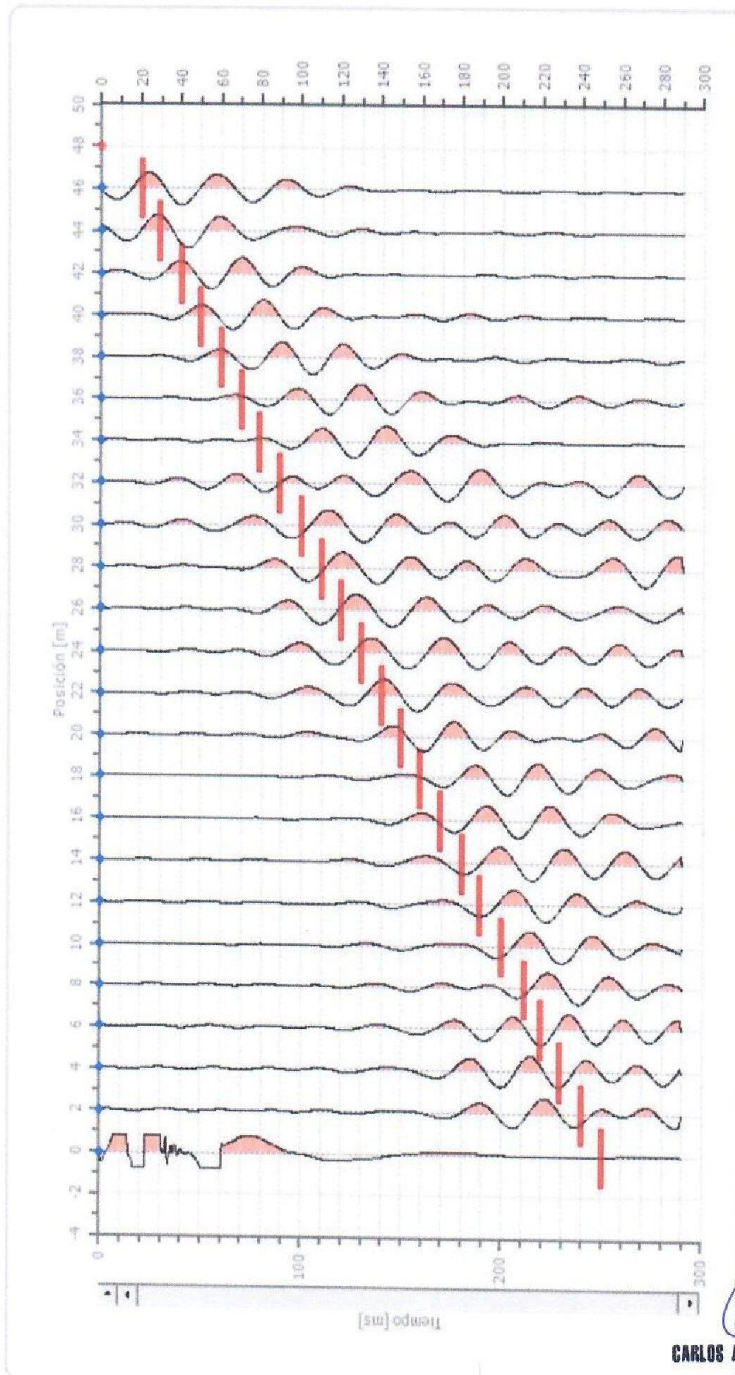
**ROAD TECH SAC**

**RESOLUCIÓN N° 012387-2018/DSD-INDECOPI**



**IMPACTO 3**

73



*[Signature]*  
EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200226

*[Signature]*  
CARLOS ALONSO VÁSQUEZ DURAND  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21284

OFICINA: C. RUPREDIO LA SILVA U.C. 11364 NRO. 0 (CAMINO CHICO) ICA- ICA- PUEBLO NUEVO

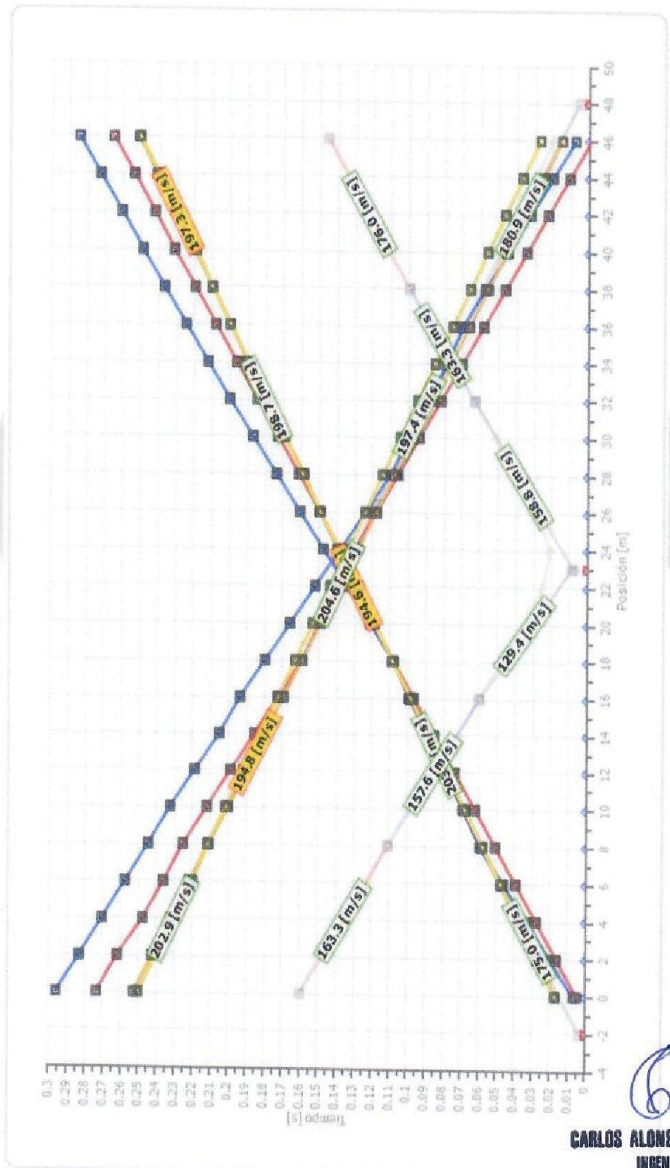
Tel: 956889021 - 955925088

E-mail: roadtechsac@gmail.com



14.2.5. DROMOCRONAS ELABORADAS

- Entrata 1
- Entrata 2
- Entrata 3
- Entrata 4
- Entrata 5
- Posición Fuentes
- Imp acto 1
- Imp acto 2
- Imp acto 3



*[Signature]*  
 EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

*[Signature]*  
 CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAN  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21284

## 14.2.6. INTERPRETACIÓN CON EL MÉTODO G.R.M.

XY: 22

	Estrato n. 1	Estrato n. 2	Estrato n. 3	Estrato n. 4	Estrato n. 5
G= 0.0 [m]	0.3	2.0	3.0	3.0	--
G= 2.0 [m]	0.4	2.0	2.8	2.8	--
G= 4.0 [m]	0.6	1.7	2.2	2.2	--
G= 6.0 [m]	0.8	1.8	2.1	2.1	--
G= 8.0 [m]	1.0	2.0	2.1	2.6	--
G= 10.0 [m]	0.0	1.3	2.4	3.5	--
G= 12.0 [m]	0.0	1.2	2.2	3.7	--
G= 14.0 [m]	0.0	1.4	2.7	3.8	--
G= 16.0 [m]	0.0	1.4	2.5	4.1	--
G= 18.0 [m]	0.0	1.4	2.5	4.3	--
G= 20.0 [m]	0.0	1.4	2.5	4.4	--
G= 22.0 [m]	0.0	1.4	2.5	4.6	--
G= 24.0 [m]	0.0	1.4	2.5	4.8	--
G= 26.0 [m]	0.0	1.4	2.5	5.0	--
G= 28.0 [m]	0.0	1.4	2.2	5.5	--
G= 30.0 [m]	0.0	1.5	2.4	5.7	--
G= 32.0 [m]	0.0	0.6	1.8	4.7	--
G= 34.0 [m]	0.0	0.0	1.1	4.5	--
G= 36.0 [m]	0.0	0.0	0.9	4.8	--
G= 38.0 [m]	0.0	0.0	0.8	5.0	--
G= 40.0 [m]	0.0	0.0	0.8	4.7	--
G= 42.0 [m]	0.0	0.0	0.8	5.1	--
G= 44.0 [m]	0.0	0.0	0.8	5.3	--
G= 46.0 [m]	0.0	0.0	0.8	5.5	--
Velocidad [m/sec]	161.0	162.4	173.1	195.0	201.9
Descripción	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESTRATO 4	ESTRATO 5

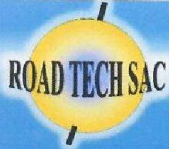
## Otros parámetros geotécnicos

	Estrato n. 1	Estrato n. 2	Estrato n. 3	Estrato n. 4	Estrato n. 5
Coefficiente Poisson	0.25	0.20	0.20	0.15	0.15
Densidad [kg/m³]	1900.00	1910.00	1920.00	1940.00	1950.00
Vp [m/s]	161.03	162.41	173.11	194.96	201.89
Vs [m/s]	92.97	99.46	106.01	125.11	INF
G0 [MPa]	16.42	18.89	21.58	30.36	0.00
Ed [Mpa]	49.27	50.38	57.54	73.74	0.00
MD [MPa]	32.85	31.49	35.96	43.38	0.00
Ey [Mpa]	41.06	45.34	51.78	69.84	0.00

EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225

CARLOS ALONSO VÁSQUEZ DURAND  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294



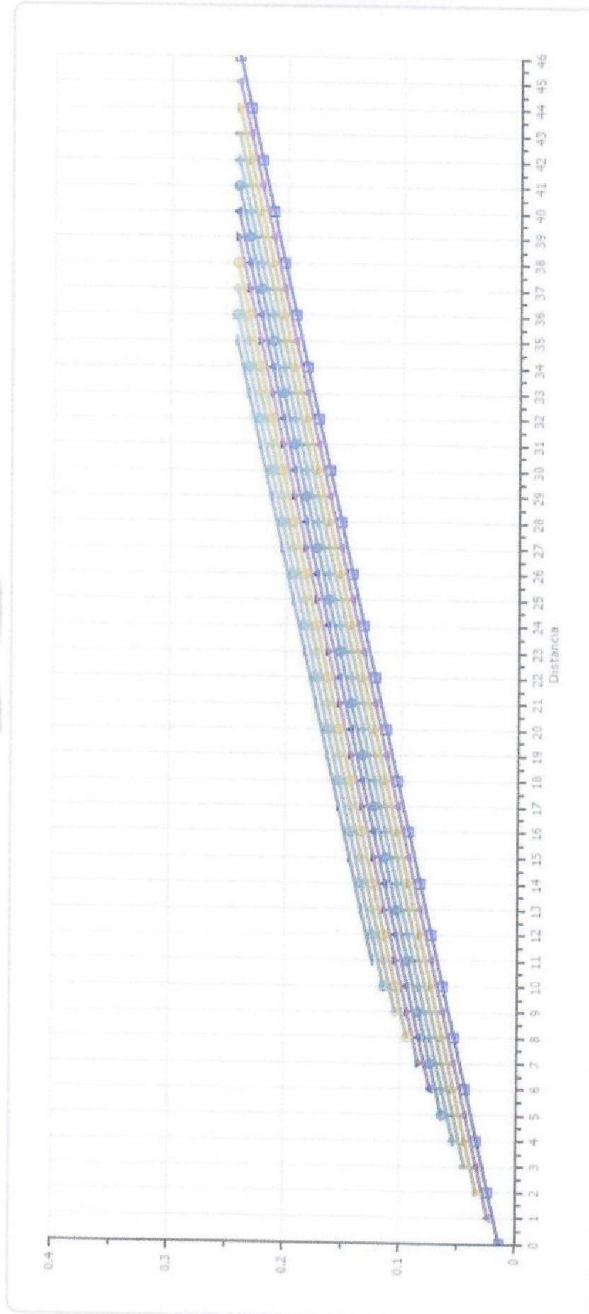


# ROAD TECH SAC

## RESOLUCIÓN N° 012387-2018/DSD-INDECOPI



### FUNCION VELOCIDAD



*[Signature]*  
**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

*[Signature]*  
**CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAN**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21294



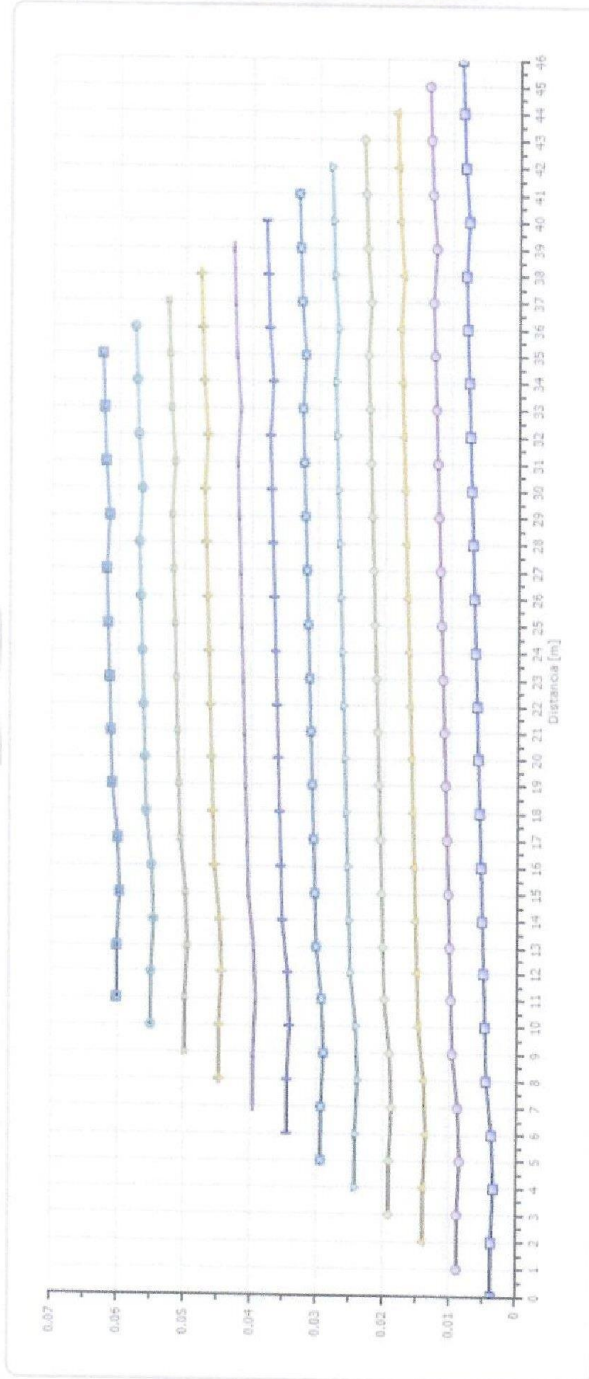


# ROAD TECH SAC

## RESOLUCIÓN N° 012387-2018/DSD-INDECOPI



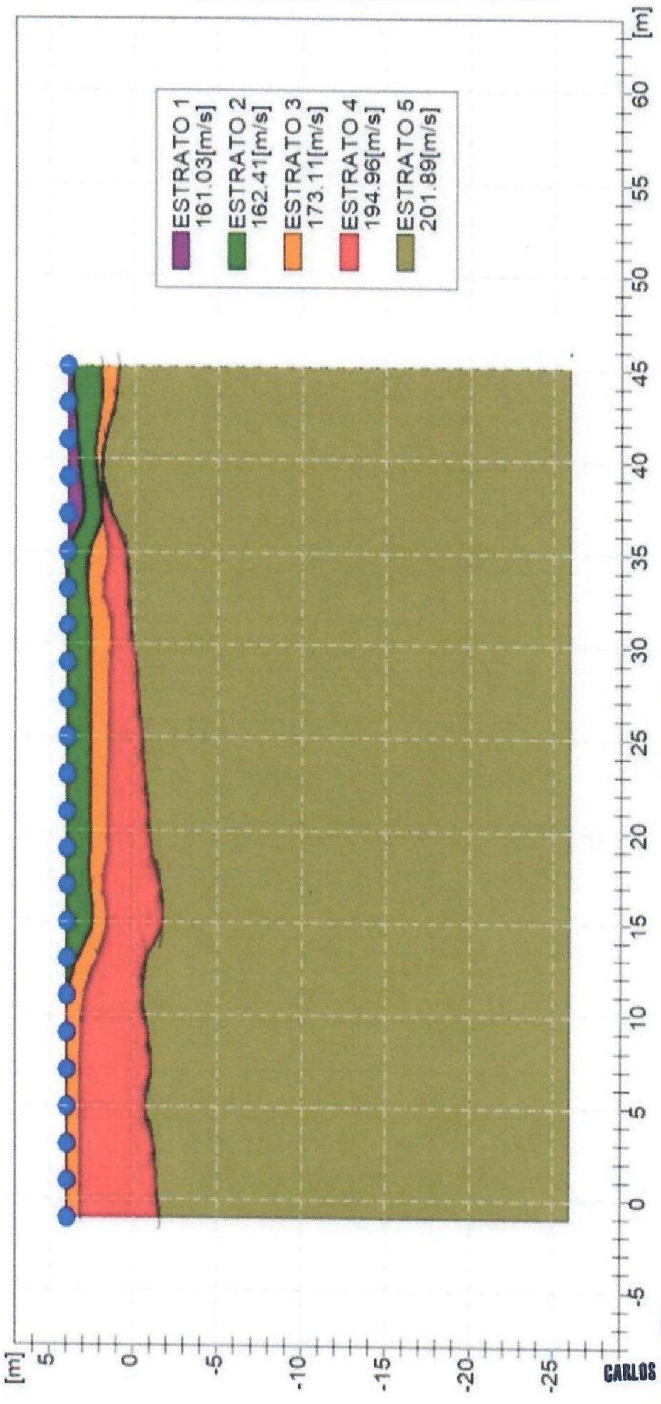
### FUNCION TIEMPO-PROFUNDIDAD



*[Signature]*  
**EDINSON JESUS CASAVILA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200226

*[Signature]*  
**CARLOS ALONSO VASQUEZ BURAND**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21204

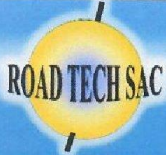
**COMPORTAMIENTO MORFOLÓGICO REFRACTORES**



*[Signature]*  
 EDINSON JESUS  
 CASAVILCA GUTIERREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200225

*[Signature]*  
 CARLOS ALONSO VASQUEZ DURAN  
 INGENIERO GEOLÓGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21204



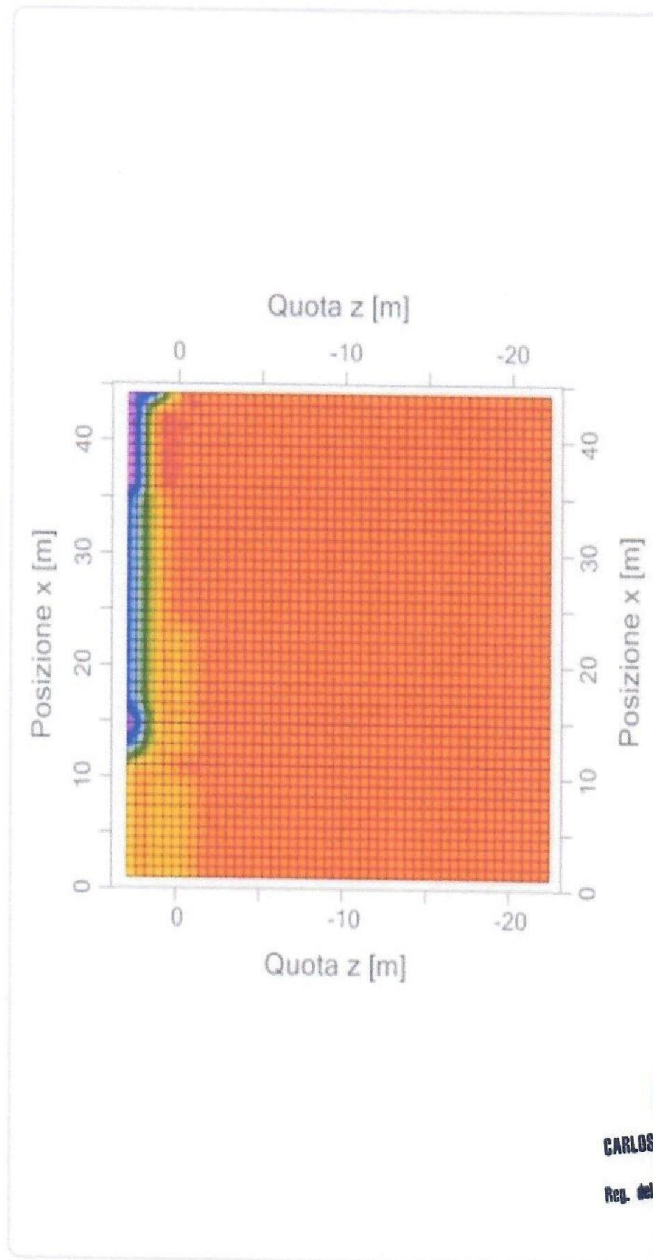
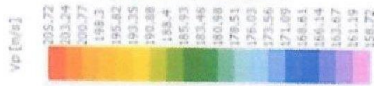


# ROAD TECH SAC

## RESOLUCIÓN N° 012387-2018/DSD-INDECOPI



### MAPA DE VELOCIDAD



*[Signature]*  
**EDINSON JESUS CASAVILCA GUTIERREZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 200226

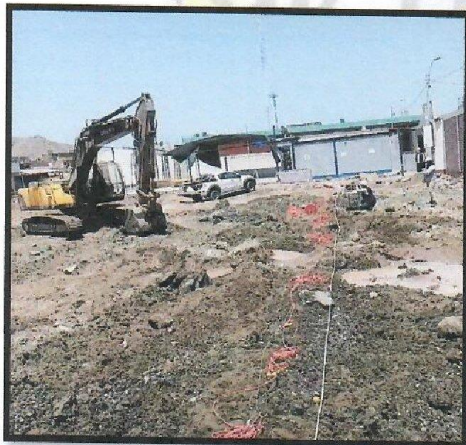
*[Signature]*  
**CARLOS ALONSO VASQUEZ BURAND**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21284



*[Signature]*  
EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUERRER  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225



FOTOGRAFIAS 01, 02 Y 03: EJECUCION DEL ENSAYO DE REFRACCION SISMICA R-1



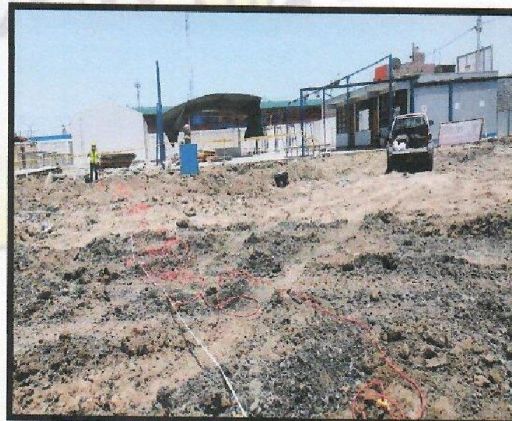
*[Signature]*  
CARLOS ALONSO VASQUEZ  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21204



*[Handwritten signature]*  
EDINSON JESUS  
CASAVILCA GUTIERREZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 200225



FOTOGRAFIAS 04, 05 Y 06: EJECUCION DEL ENSAYO DE REFRACCION SISMICA R-2



*[Handwritten signature]*  
CARLOS ALONSO VASQUEZ DURANU  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 21284