

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

TEMA:

**EL USO DE PRUEBAS GEOFISICAS DE VELOCIDAD DE
ONDA (V_s) COMO COMPLEMENTO A LAS HERRAMIENTAS
GEOTECNICAS PARA DETERMINAR LA PUNTA DE
CIMENTACION EN PILOTES DISEÑADOS A RECHAZO
HASTA PROFUNDIDADES DE 30 METROS.**

AUTOR:

Quevedo Cortez, Brayan Ricardo

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO CIVIL**

TUTOR:

Ing. Caicedo Aspiazu, Adolfo Carlos MsC.

Guayaquil, Ecuador

2018



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Quevedo Cortez, Brayan Ricardo**, como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO CIVIL**

TUTOR (A)

f. _____

Ing. Caicedo Aspiazu, Adolfo Carlos, Msc

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Alcívar Bastidas, Stefany, MSc

Guayaquil, 13 de septiembre del 2018



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Quevedo Cortez, Brayan Ricardo**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **El uso de pruebas geofísicas de Velocidades de Onda (Vs) como complemento a las herramientas geotécnicas para determinar la punta de cimentación en pilotes diseñados a rechazo hasta profundidades de 30 metros** previo a la obtención del título de **INGENIERO CIVIL**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, 13 de septiembre del 2018

EL AUTOR

f. _____

Quevedo Cortez, Brayan Ricardo



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

AUTORIZACIÓN

Yo, **Quevedo Cortez, Brayan Ricardo**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **El uso de pruebas geofísicas de Velocidades de Onda (Vs) como complemento a las herramientas geotécnicas para determinar la punta de cimentación en pilotes diseñados a rechazo hasta profundidades de 30 metros**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 13 de septiembre del 2018

EL AUTOR:

f. _____

Quevedo Cortez, Brayan Ricardo



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

REPORTE URKUND



Urkund Analysis Result

Analysed Document: TRABAJO DE TITULO BRAYAN QUEVEDO.pdf (D41081820)
Submitted: 9/1/2018 2:37:00 AM
Submitted By: claglas@hotmail.com
Significance: 2 %

Sources included in the report:

TESIS_LUIS_PAZMINO_ARBOL_2_1_urc.docx (D26208644)
06_Cap02_16_22.docx (D40819128)
PEREZ ZUÑIGA ALVARO_TESIS.pdf (D37721781)
<https://weckenmann.com/es/infoteca/productos-prefabricados-de-hormig%C3%B3n/pilote-hincado>

Instances where selected sources appear:



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

f. _____

Ing. Adolfo Caicedo Aspiazu, Msc.

TUTOR

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Ing. Lilia Valarezo Moreno de Pareja, M.S.

DECANO DE CARRERA

f. _____

Ing. Roberto Luque Nuques, MSc., PHD.

DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Claudio Luque Rivas, M.S.c

OPONENTE

ÍNDICE

1. Introducción:.....	2
1.1. Objetivos:.....	2
1.1.2. Objetivo general.....	2
1.1.3. Objetivo específico.....	2
1.2. Alcance.....	3
1.3. Metodología.....	3
2. Importancia del tema.....	3
3. Ensayos Complementarios.....	4
4. Aspectos Generales.....	5
4.1. Datos Generales del proyecto.....	5
5. Marco Teórico.....	6
5.1. Métodos basados en ondas superficiales para estimar el perfil de Vs.....	6
5.2. Determinación de la curva de dispersión.....	6
5.3. Estimación del perfil de Vs (inversión).....	8
5.4. Fuente activa.....	9
5.5. Ruido ambiental.....	9
5.6. Arreglos.....	10
5.6.1. Arreglos lineales.....	10
5.6.2. Arreglos bidimensionales.....	10
6. Ventajas de ensayos MASW y MAM.....	11
7. Desventajas de ensayos MASW y MAM.....	11
8. Requerimientos para el desarrollo de la exploración del terreno.....	13
8.1. Equipos.....	13
8.1.1. Sismógrafos tradicionales.....	13
8.1.2. Geófonos.....	13
9. Pruebas de campo y medición de Vs.....	14
9.1 Ensayos Geofísicos (MAM – MASW).....	14
9.1.1. Ensayo MAM.....	15
9.1.2. Ensayo MASW.....	15
10. Procesamiento de datos.....	16
11. RESULTADOS.....	22
11.1. Estructura #6.1.....	22

11.2. Estructura #6.2	27
11.3. Estructura #6.10	32
12. Conclusiones y Recomendaciones.....	35
13. REFERENCIAS.....	36
14. ANEXOS	38
ANEXO 1: PERFORACIONES SPT	38
ANEXO 2: TABLAS.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 UBICACIÓN DE ENSAYOS (Tomada de Google Earth pro)	5
FIGURA 2 FUENTE ACTIVA MASO DE 20LB	9
FIGURA 3 Sismógrafo GEODE de la empresa GEOMETRICS.....	13
FIGURA 4 Geófonos que pueden ser fijados al suelo (izquierda), o que pueden ser apoyados sobre el suelo o alguna superficie rígida (derecha) (Guarachi et al., s. f.)	14
FIGURA 5 Posición de geófonos para ensayos MASW.....	16
FIGURA 6 Importando datos de los arreglos tomada de GEOPSY	17
FIGURA 7 Curva de Velocidad vs Frecuencia sucia tomada de MATLAB	18
FIGURA 8 Curva de Velocidad vs Frecuencia limpia tomada de MATLAB.....	19
FIGURA 9 Curva Promedio tomada de DINVER	20
FIGURA 10 Perfil final de Velocidad de onda (Vs)	21
FIGURA 11 Plano General estructura #6.1 tomada de AUTOCAD	22
FIGURA 12 Perfil de Velocidades con Punta de pilotes para la estructura 6.1-E1	23
FIGURA 13 Curva N60 Vs COTA con la puna de pilotes para la estructura 6.1-E1	24
FIGURA 14 Perfil de Velocidades con Punta de pilotes para la estructura 6.1-E2	25
FIGURA 15 Curva N60 Vs COTA con la puna de pilotes para la estructura 6.1-E2	26
FIGURA 16 Plano General estructura #6.2 tomada de AUTOCAD	27
FIGURA 17 Perfil de Velocidades con Punta de pilotes para la estructura 6.2-E1	28
FIGURA 18 Curva N60 Vs COTA con la punta de pilotes para la estructura 6.2-E1.....	29
FIGURA 19 Perfil de Velocidades con Punta de pilotes para la estructura 6.2-E2	30
FIGURA 20 Curva N60 Vs COTA con la puna de pilotes para la estructura 6.2-E2	31
FIGURA 21 Plano General estructura #6.10 tomada de AUTOCAD	32
FIGURA 22 Perfil de Velocidades con Punta de pilotes para la estructura 6.10-E2	33
FIGURA 23 Curva N60 Vs COTA con la puna de pilotes para la estructura 6.10-E2	34

RESUMEN

La geofísica aplicada a tomado un gran avance para propósitos ingenieriles donde se puede usar este conocimiento para distintos propósitos, existen métodos geofísicos no destructivos que permiten deducir las características dinámicas de un sitio. El principal objetivo de esta investigación es estudiar la aplicación del análisis multi-canal de ondas superficiales en sus variantes activa y pasiva, para obtener el perfil de velocidades de ondas de corte. Esta investigación se enfocará en la determinación del estrato resistente para la punta de los pilotes de la estructura para el acceso al nuevo puerto de Manta, mediante el uso de diferentes fuentes en ensayos activos, estudiar las propiedades geométricas de los arreglos de geófonos en mediciones pasivas, y la combinación de los resultados obtenidos con ambas técnicas. Estos ensayos se utilizarán como complemento a otras herramientas geotécnicas. Los resultados de estos ensayos se compararán con la cota de punta de los pilotes hincados en el proyecto además se propone analizar el uso de dichas pruebas para determinar de manera eficiente junto con el método tradicional de realizar perforaciones.

Palabras claves: VS, métodos geofísicos, ensayos MASW, ensayos MAM, análisis multi-canal de ondas superficiales, Microtremor.

ABSTRACT

Applied geophysics has taken a breakthrough for engineering purposes where this knowledge can be used for different purposes, there are non-destructive geophysical methods that allow to deduce the dynamic characteristics of a site. The main objective of this research is to study the application of multi-channel analysis of surface waves in their active and passive variants, to obtain the profile of shear wave velocities. This research will focus on the determination of the resistant layer for the tip of the piles of the structure for access to the new port of Manta, by using different sources in active trials, studying the geometric properties of the arrangements of geophones in passive measurements , and the combination of the results obtained with both techniques. These tests will be used as a complement to other geotechnical tools. The results of these tests will be compared with the peak of the piles driven into the project, and it is proposed to analyze the use of these tests to determine efficiently together with the traditional method of drilling.

Keywords: Vs, geophysical methods, MASW assays, MAM assays, multichannel analysis of surface waves, Microtremor.

1. Introducción:

Los pilotes hincados transfieren su carga mediante una combinación de resistencia de punta y fuste, estos se sirven como apoyos puntuales para cimentaciones sobre terrenos sin capacidad de soportar grandes cargas y se hincan en el terreno hasta alcanzar una capa con suficiente resistencia, la mayor preocupación durante la fase de investigación del suelo es determinar claramente la profundidad de esta capa para que las longitudes de los pilotes hincados se puedan establecer adecuadamente y para que el presupuesto no se vea afectado.

Se utilizaron los ensayos MASW y MAM para determinar el estrato resistente para el cálculo de la punta de pilotes. Debido a la extensión del área del proyecto, y la naturaleza de la vía rápida del proyecto, la cantidad de perforaciones del suelo será bastante limitada.

Es por esa razón que el uso de la geofísica se implementó con el método MASW y MAM. Los resultados se correlacionaron con las perforaciones cercanas y se usaron en otras áreas para determinar la estratificación del área y establecer la longitud de los pilotes. Este enfoque permite recopilar una gran cantidad de datos en un tiempo significativamente menor, demostrando ser rentables para el proyecto.

1.1. Objetivos:

1.1.2. Objetivo general

Utilizando perfiles de Velocidad de Onda por medio de ensayos MASW y MAM, se busca analizar el uso de dichas pruebas para determinar, junto con el método tradicional de realizar perforaciones, la estratigrafía de la zona.

1.1.3. Objetivo específico

- Realizar perfiles utilizando geofísica.
- Identificar los estratos que muestran alta resistencia.
- Comparar los resultados de perforaciones y consecuentemente profundidad de pilotes hincados.

1.2. Alcance

Este trabajo de titulación tiene como alcance determinar la punta de cimentación de pilotes de 30 metros de longitud usando pruebas geofísicas de velocidad de Onda además de perforaciones. También busca realizar ensayos geofísicos en los lugares donde se hincaron los pilotes y determinar el estrato resistente en base a estos ensayos, comparar los ensayos geofísicos realizados y sus resultados con la cota de punta de los pilotes hincados en el proyecto para tener más exactitud con los cálculos y confiar en la totalidad de los diseños.

1.3. Metodología

En primera instancia, este trabajo se realizará mediante ensayos geofísicos con los cuales se tiene el objetivo de caracterizar el suelo mediante la medición de ondas receptadas por sensores o geófonos. Existen distintos tipos de ensayos que se realizan en la actualidad, para este proyecto en específico se realizaron MASW Y MAM con el objetivo de encontrar velocidades de ondas de corte superficiales.

2. Importancia del tema

Las pruebas geofísicas de velocidad de onda son útiles como una manera de corroborar y tener más exactitud a la hora de reconocimiento de terreno en grandes profundidades de la cota, debido a la extensión del área del proyecto realizar únicamente perforaciones puede ser menos eficiente que si utilizamos otras herramientas como la geofísica. En este estudio se busca ver si el uso de pruebas geofísicas además de perforaciones puede ayudar en la determinación de la capa resistente y que ventajas ofrecería utilizar los dos métodos.

Las pruebas geofísicas se han comenzado a manejar con más frecuencia en los sondeos de estudios de suelos (geotecnia) como un método indirecto para varios procesos constructivos.

3. Ensayos Complementarios

El ensayo de suelos más común que se realiza en Ecuador y el mundo es el de perforación a percusión con ensayos de penetración estándar a intervalos de 1-2 metros. La norma ecuatoriana NEC-15 lo especifica en su norma para diseño geotécnico y es imperativo para todo proyecto de ingeniería ya que es el único ensayo que nos deja observar el material mediante muestras. En el caso de tiempos cortos o campañas de gran extensión, el ensayo de perforación a percusión con mediciones de SPT en muchas ocasiones se dificulta debido a la necesidad de transporte de máquinas y al tiempo que toma realizar el ensayo a profundidades mayores a 20 metros.

Como ensayos complementarios, los costos asociados a la ejecución de perforaciones y el tiempo que demanda alcanzar las profundidades requeridas permitieron en algunos países como en Colombia y Perú incrementar en gran medida el uso de los ensayos geofísicos para determinar Vs y ensayos de cono CPT en los sitios donde se proyectan obras civiles.

Los ensayos geofísicos son de sencilla y fácil implementación en un día se puede realizar tres ensayos de hasta 50 metros de profundidad dependiendo de las distancias en que se ubiquen los geófonos, una perforación de 30 metros puede durar dos días dependiendo del tipo de suelo y la ubicación del sitio a estudiarse. De la misma manera, los ensayos de CPT tienen sus ventajas al momento de caracterizar el suelo debido a que muestran un perfil continuo del suelo, lo cual puede ser importante para ubicar capas finas o cambios de rigidez.

4. Aspectos Generales

4.1. Datos Generales del proyecto

Para el tramo del proyecto objeto de este estudio, el área corresponde al entorno urbano y periurbano de la ciudad de Manta, ubicada en la provincia de Manabí, en la región Costa, en la zona central.

La locación física de las pruebas se realizaron en la ciudad de Manta el día 5 de junio del 2018 , la vía en estudio es parte del Proyecto Multimodal Manta – Manaos que tiene como objetivo capacitar un eje vial terrestre capaz de transportar grandes cantidades de carga desde el puerto de Manta, en la provincia costera de Manabí hasta un puerto de transferencia ubicado en la provincia amazónica de Orellana, donde la mercadería pueda ser embarcada en naves fluviales que atraviesen la Amazonía ecuatoriana por el río Napo hasta el puerto de Nuevo Rocafuerte, en la frontera con Perú, continuando con la navegación hasta Manaos y posteriormente Belém, en el estado brasileño de Pará.

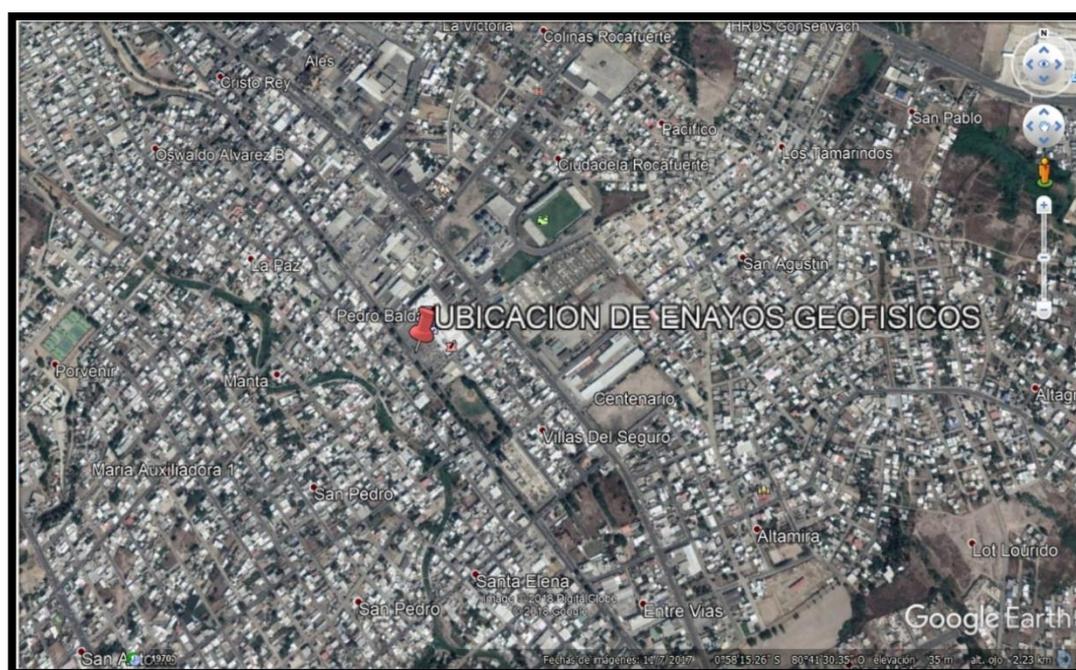


FIGURA 1 UBICACIÓN DE ENSAYOS (Tomada de Google Earth pro)

5. Marco Teórico

5.1. Métodos basados en ondas superficiales para estimar el perfil de V_s

De acuerdo con el origen de las ondas superficiales, los métodos basados en ondas superficiales pueden clasificarse en métodos activos y métodos pasivos. En los métodos activos, las ondas superficiales registradas son provocadas por una fuente dinámica controlada que genera una perturbación en superficie y registradas por geófonos alineados con la fuente. Esta perturbación puede ser generada con un mazo o martillo, dejando caer un peso al terreno o utilizando mecanismos más sofisticados que permitan un mayor control sobre las perturbaciones generadas, y por ende, sobre el rango de frecuencias y amplitud de las ondas. (STOKOE & MENQ, s. f., p. 11)

Por su parte, “los métodos pasivos se basan en la medición de vibraciones ambientales. Las vibraciones con una frecuencia superior a 1 Hz tienen su origen en la actividad humana (tráfico, maquinaria, etc.) y se conocen como micro temblores” (Bonney-Claudet, Cotton, & Bard, 2006, p. 206). Por otro lado, “las vibraciones de menor frecuencia están asociadas a fuentes naturales, tales como el oleaje, ciclones o corrientes de viento” (Asten & Henstridge, 1984, p. 1829) y son conocidas como microsismos. “El supuesto fundamental de los métodos pasivos es considerar las vibraciones ambientales como una superposición de ondas superficiales que se propagan con una distribución aleatoria uniformemente distribuida en todas las direcciones” (Tokimatsu Kohji, Tamura Shuji, & Kojima Hisaya, 1992, p. 1532).

5.2. Determinación de la curva de dispersión

La distribución de velocidades de fase en función de la frecuencia o longitud de onda se denomina curva de dispersión.

Los ingenieros se han vuelto cada vez más dependientes de la geofísica para determinar las velocidades de las ondas de corte, que son necesarias para evaluar la respuesta del sitio bajo carga sísmica. Los métodos de onda de superficie no invasivos, como SASW, MASW, Refraction Microtremor y MAM, están ganando popularidad y aceptación en la comunidad de ingeniería por proporcionar perfiles de velocidad de

onda de corte (V_s), los métodos de superficie utilizan la propiedad de dispersión de las ondas de superficie para determinar V_s a varias profundidades muestreadas.

Con el fin de obtener V_s sobre el rango de profundidad generalmente desde la superficie del suelo hasta la roca base, la dispersión debe ser aparente en un rango correspondiente de frecuencias de ondas superficiales.

Los métodos de onda de superficie que dependen únicamente de energía de fuente pasiva (por ejemplo, Microtremor de refracción y MAM) pueden no incluir un rango suficiente de frecuencias para resolver velocidades dentro de la porción superior de la columna de suelo, que a menudo es la más crítica para la respuesta del sitio. Para proporcionar el rango de frecuencia más amplio, se debe utilizar una curva de dispersión compuesta a partir de resultados de fuente activa y pasiva.

Existen distintos enfoques para poder determinar las características dispersivas de un sitio, estos varían dependiendo el tipo de ensayo y del número de sensores utilizados.

Estos enfoques varían en función del tipo de fuente (activa o pasiva) y el número de receptores utilizados. Por ejemplo, el Análisis Espectral de Ondas Superficiales o SASW (Nazarian y Stokoe, 1984), permite el análisis de ensayos realizados con una fuente activa alineada con dos receptores. La ejecución de ensayos con múltiples receptores permite reducir el número de golpes y mediciones que se deben realizar en los ensayos activos, optimizando los tiempos de trabajo. Además, permiten diferenciar las ondas Rayleigh de otros tipos de ondas sísmicas que viajan en superficie (Park et al., 1999).

Los ensayos geofísicos realizan un análisis combinado de los registros en distintos sensores a través de la conversión de los datos del dominio del tiempo y el espacio, a un dominio diferente que permita identificar picos y, por ende, las características dispersivas del sitio estudiado sean reconocibles con facilidad (Foti, 2000).

Entre los ensayos más utilizados se encuentran: el análisis en el dominio de la frecuencia y lentitud o τ -p (McMechan y Yedlin, 1981), el análisis frecuencia-número de onda o f-k (Lacoss et al. 1969) y la transformada propuesta por Park et al. (1999), conocida comúnmente como MASW.

Es posible poder utilizar las vibraciones ambientales para así determinar las características dispersivas de un sitio a través del análisis MASW, con el uso de los arreglos bidimensionales de los geófonos. Por medio de estas curvas se puede inferir la curva de dispersión.

Se debe tener precaución con la orientación del arreglo utilizado, ya que la hipótesis fundamental de este método es que la dirección de propagación de los frentes de ondas es paralela al arreglo. Sin embargo, cuando los frentes de onda se propagan con una dirección distinta, el método interpreta que la distancia recorrida por el frente de ondas es igual a la separación entre los receptores, siendo que la distancia efectiva es distinta, lo que provoca que la velocidad inferida sea mayor a la real. Si bien existen métodos que intentan corregir este efecto mediante criterios conservadores en la identificación de la curva de dispersión, siempre es recomendable complementar la medición con un arreglo bidimensional. (Guarachi, Robert, & Flórez, s. f.)

5.3. Estimación del perfil de Vs (inversión)

Se realiza un proceso de inversión para así poder obtener el perfil de Vs. El objetivo es crear un modelo del suelo estratificado horizontalmente y con las propiedades elásticas compatibles con lo observado en el terreno por medio de perforaciones, reflejadas a través de la curva de dispersión.

Debido a la información recopilada por diversos autores (Gabriels et al., 1987; Tokimatsu, 1997; Wathelet, 2005), las curvas dependen especialmente de la velocidad de onda de corte también de las variaciones de la densidad y velocidad de ondas de compresión con la profundidad, se debe tomar en cuenta que ese proceso no posee una solución única, es decir existen muchos modelos estratigráficos que pueden explicar el comportamiento observado (Foti, 2000; Sambridge, 2001).

La idea general de la inversión es calcular las curvas de dispersión asociadas a modelos de estratos horizontales de suelo (problema directo), y utilizando algún algoritmo de búsqueda, encontrar el modelo que tenga el mayor ajuste con las observaciones de terreno (problema inverso).(Guarachi et al., s. f.)

5.4. Fuente activa

En el caso contrario a los ensayos de modo pasivo, el enfoque de los ensayos activos van ligados a una fuente activa que sirve como una fuerza impulsadora de ondas las cuales se transmiten en este caso por un mazo de 20lb (figura 2) que impacta una placa, el maso estará conectado al sismógrafo.



FIGURA 2 FUENTE ACTIVA MASO DE 20LB

5.5. Ruido ambiental

En los ensayos pasivos la fuente pasiva es el ruido ambiental lo cual es fundamental considerarlo, en distintas situaciones de alto ruido ambiental y aún más en aquellos ensayos realizados en vías pueden llegar a encontrarse fuentes superiores en ciertos rangos de frecuencia muy importante que dificulten la exploración hasta 30m debajo de la cota.(Guarachi et al., s. f.)

Por el ruido del medio ambiente se pueden tomar en cuenta tres condiciones:

- Ruido ambiental elevado: permanente circulación de vehículos y personas muy cerca de los arreglos de geófonos o presencia de maquinaria o equipos que generan perturbaciones constantes. Estas situaciones son típicas en los barrios comerciales e industriales y cerca de construcciones.
- Ruido ambiental bajo o moderado: baja circulación de vehículos o personas. Esta situación se presenta en zonas residenciales o en zonas rurales cercanas a carreteras o avenidas importantes.
- Escaso ruido ambiental: circulación de vehículos o personas muy excepcional o nula. Situación usual en zonas rurales alejadas de calles con tráfico vehicular constante.

5.6. Arreglos

Para la ejecución de los ensayos activos se utilizan arreglos lineales rectos entre sí, sin embargo, cuando se considera realizar un sondeo de ensayos pasivos es mucho más recomendable realizar un arreglo bidimensional.

5.6.1. Arreglos lineales

Para los arreglos de los ensayos activos la fuente activa debe ubicarse cerca de la fuente de ruido ambiental si lo tuviese, de esta forma los registros tendrán una máxima razón entre la fuente y ruido, lo que beneficia la eficacia de la exploración.

Para los ensayos activos el arreglo deber tener un mínimo de 45 metros de largo y tener un espaciamiento entre cada geófono de máximo de cinco metros.

5.6.2. Arreglos bidimensionales

Para la ubicación de los geófonos se debería disponer cintas métricas para realizar una medida cuidadosa del terreno, esto involucra un mayor cuidado y mucho más en lugares donde se encuentren inconvenientes presentes (árboles, etc.).

Los arreglos bidimensionales utilizados en los ensayos pasivos pueden tener cualquier tipo de geometría, pero debido a que no debiera existir una dirección de muestreo privilegiada para la propagación de los frentes de onda, se recomienda que el arreglo sea simétrico para los distintos ángulos de incidencia del frente de ondas(Asten &

Henstridge, 1984). Esto hace que los arreglos circulares sean, probablemente, los más apropiados(Wathelet, 2005). En el caso de arreglos circulares, éste debe tener una apertura de un diámetro mínimo de 20 metros.

En suelos rígidos o con contrastes fuertes debajo de la cota, se recomienda usar arreglos mayores a 30 metros. En el caso de usar arreglos distintos a los circulares, se recomienda que sean mayores a 30 metros (triángulos, etc.).(Humire, Sáez, Leyton, & Yanez, 2014)

6. Ventajas de ensayos MASW y MAM

- Son ensayos a muy baja deformación lo cual nos permite obtener parámetros importantes del suelo en especial para análisis de tipo sísmico.
- Ayudan en la representación estratigráfica sísmica y la profundidad de los estratos por medio de la similitud de las ondas de corte.
- Se pueden hacer estudios para estabilidad de taludes, estudios de canteras, estudios para presas de agua, relaves, botaderos de minerales, diseño de puentes, etc. (GEORYS INGENIEROS S.A.C., 2016, p. 5).
- Permiten cubrir grandes áreas en corto tiempo y a un costo muchas veces menor al de otros ensayos.
- Son de sencilla y fácil implementación. (GEORYS INGENIEROS S.A.C., 2016, p. 5).
- Usan el ruido ambiental como fuente de excitación y establece una alternativa económica para la evaluación de los parámetros elásticos del suelo de fundación, juntamente con los estudios de refracción sísmica(GEORYS INGENIEROS S.A.C., 2016, p. 5).

7. Desventajas de ensayos MASW y MAM

- Contaminación con ruidos externos muy cercanos, producto de perforaciones, tránsito de maquinaria pesada, lo que redundaría en una mala calidad de los datos(GEORYS INGENIEROS S.A.C., 2016, p. 5).
- Sólo permiten diferenciar las capas del subsuelo que presenten mayor contraste de velocidad y mayor espesor(GEORYS INGENIEROS S.A.C., 2016, p. 5).

- En el caso de suelos con capas intermedias de menor velocidad el método si las puede visualizar, siempre y cuando estas capas sean de regular espesor, no va a poder detectar lentes de material muy delgados(GEORYS INGENIEROS S.A.C., 2016, p. 5).
- En la práctica el ensayo MAM está limitado a profundidades de alrededor de la mitad de la distancia del arreglo de geófonos, es decir la longitud que cubren los geófonos es de 100 metros, la profundidad que se alcanza será alrededor de 50 metros y el ensayo MASW está limitado a profundidades de 25 a 30 metros, en algunos casos, esta profundidad puede aumentar, dependiendo de las características de suelo. Sin embargo, hay casos en que el ensayo MAM no funciona, debido a múltiples interferencias, como que los geófonos no pueden acoplarse adecuadamente en el sitio, existen ruidos ambientales muy cercanos que ingresan a la señal, impidiendo su adecuado procesamiento, etc.(GEORYS INGENIEROS S.A.C., 2016, p. 5)
- Estos ensayos están limitados por la disponibilidad de zonas descubiertas con suficiente extensión. (GEORYS INGENIEROS S.A.C., 2016, p. 5).
- La longitud del tendido en superficie está directamente relacionada con el alcance de la exploración en profundidad(GEORYS INGENIEROS S.A.C., 2016, p. 5).
- Para estos ensayos, la zona donde se coloquen los geófonos no debe de tener una diferencia de cotas muy pronunciada, es decir, debe de ser una zona casi plana(GEORYS INGENIEROS S.A.C., 2016, p. 5).
- Por ser métodos indirectos, se debe verificar su aproximación mediante perforaciones u otro ensayo directo.(GEORYS INGENIEROS S.A.C., 2016, p. 5)

8. Requerimientos para el desarrollo de la exploración del terreno.

8.1. Equipos.

8.1.1. Sismógrafos tradicionales.

Dispositivo que usualmente se utilizan para ensayos de refracción sísmica (figura 3), normalmente se compone de un sismógrafo acoplado con cables a los sensores en este caso los geófonos que reconocen y registran las ondas de superficie.



FIGURA 3 Sismógrafo GEODE de la empresa GEOMETRIC

8.1.2. Geófonos

Se encomienda el uso de geófonos que puedan ser adheridos al territorio (figura 4). En condiciones donde esto no sea posible, se debe verificar de manera cuidadosa la instalación de cada geófono, comprobando que haya un acople efectivo entre la superficie de apoyo y el geófono. Si el acople superficie-geófono no es eficiente, lo registrado no reflejará fielmente el movimiento del suelo subyacente. (Guarachi et al., s. f., p. 17)



FIGURA 4 Geófonos que pueden ser fijados al suelo (izquierda), o que pueden ser apoyados sobre el suelo o alguna superficie rígida (derecha) (Guarachi et al., s. f.)

La frecuencia natural de los geófonos debe ser de 4.5 Hz o menor. En casos de suelos blandos, se recomienda utilizar geófonos de frecuencias naturales menores, que garanticen la evaluación hasta los 30 metros de profundidad.(Guarachi et al., s. f., p. 18)

9. Pruebas de campo y medición de Vs

En los ensayos de campo que se realizaron se define el punto central y dirección del eje de la línea geofísica, luego se procede a instalar los geófonos y los cables de conexión al equipo de adquisición de datos(ZER GEOSYSTEM PERU S.A.C, s. f.).

La fuente de energía utilizada para generar las ondas sísmicas, en el caso del ensayo MASW, fue una comba de 20 libras. el cual se golpea sobre un plato generándose las ondas de corte en el terreno. Para el caso del ensayo MAM se registra las ondas sísmicas debido a la vibración ambiental, dichas ondas sísmicas son registradas a lo largo de los sensores o geófonos instalados sobre la superficie del terreno a estudiar para luego ser almacenados mediante el software correspondiente y su posterior procesamiento(ZER GEOSYSTEM PERU S.A.C, s. f., p. 6).

9.1 Ensayos Geofísicos (MAM – MASW)

“El equipo utilizado para realizar estos ensayos consiste en un sismógrafo llamado GEODE de la compañía GEOMETRICS, 24 geófonos de 4.5 Hz de marca GEOSPACE, una computadora con el software SEISMODULE CONTROLLER que sirve para ingresar los parámetros para cada tipo de ensayo y guardar los datos obtenidos de los ensayos, una batería que le da poder al GEODE y un combo de 20 lb

utilizado para realizar golpes sobre un bloque de plástico. También se utilizan distintos tipos de cables: en el que van conectados los 24 geófonos, el cable que conecta a la computadora portátil y el cable del martillo o la fuente activa”.(Murillo Roldós, 2018, p. 13)

9.1.1. Ensayo MAM

El ensayo MAM (Medición de Microtrepidaciones en Arreglos Multicanal) o pasivo es un método pasivo de exploración geofísica basado en el análisis de las vibraciones ambientales, es decir utiliza como fuente el ruido ambiental, en arreglos predeterminados y mediante el análisis de dispersión de estas, determinar el perfil de velocidades de ondas S. Para ello, este método analiza las propiedades de dispersión de los modos fundamentales de las ondas Rayleigh, las cuales se propagan a lo largo de la superficie a los receptores (Park, Miller, & Xia, 1999).

“El ensayo pasivo MAM es útil para determinar los estratos inferiores hasta los 60 metros de profundidad aproximadamente, pero a frecuencias muy altas no llegan a obtener datos muy confiables”. (Murillo Roldós, 2018, p. 15)

9.1.2. Ensayo MASW

El Análisis Multicanal de Ondas Superficiales (MASW), es un método no destructivo, se usa para evaluar la velocidad de onda de corte (V_s), vinculado al mismo módulo de corte (G). Este método analiza las propiedades de dispersión de los modos fundamentales de las ondas Rayleigh, las cuales se propagan a lo largo de la superficie desde el punto de impacto a los receptores (Park, Miller, & Xia, 1999).

Los datos se realizan con 12 o más sensores en distancias cortas y largas desde una fuente activa, que proporcionan una redundancia estadística para medir las velocidades de fase. Los datos multicanal permiten la caracterización y rechazo de los modos no fundamentales de ondas Rayleigh, permiten también un proceso más efectivo para la eliminación del ruido y un proceso de recolección de datos más rápido (Louie, 2001).

Los ensayos fueron formando una línea de 46 metros de longitud, con los 24 geófonos separados cada dos metros. El ensayo MASW realizado consistió en realizar golpes con el combo de 20 libras. 5, 10, 20, 30 metros de distancia con respecto al primer geófono para generar ondas y así ser captadas por los geófonos. Este método es bueno

para caracterizar los estratos hasta los primeros 23 metros de profundidad (la mitad de la línea de geófonos).

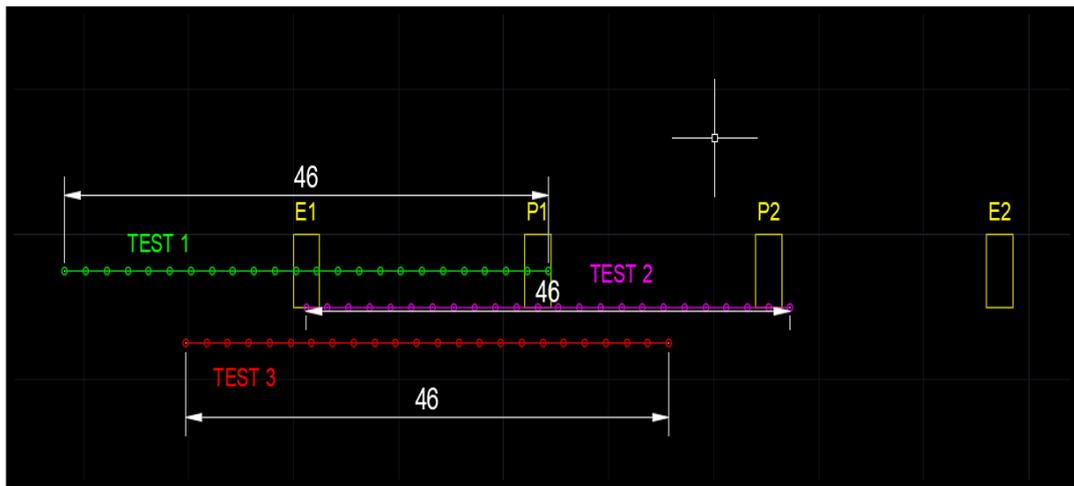


FIGURA 5 Posición de geófonos para ensayos MASW

10. Procesamiento de datos

Para comenzar con el procesamiento de datos, primero se registran los datos en la computadora portátil usada para los ensayos en campo, luego se procesan los datos de los ensayos MASW con la ayuda de códigos del software de MATLAB.

Este software procesará los datos donde obtendremos una curva de dispersión de Velocidad de Fase vs Frecuencia debido al ruido ambiental esta curva tendrá muchos datos que salen del rango correcto de la curva de dispersión por lo cual se procederá a limpiarla. Una vez hecho este proceso se procede con los datos de los ensayos MAM.

Para el procesamiento de datos el ensayo MAM primero se debe indicar el arreglo y la posición de los geófonos que se utilizaron durante los ensayos estos datos se los guarda en un archivo de texto tabulado para poder importarlos al programa GEOPSY.

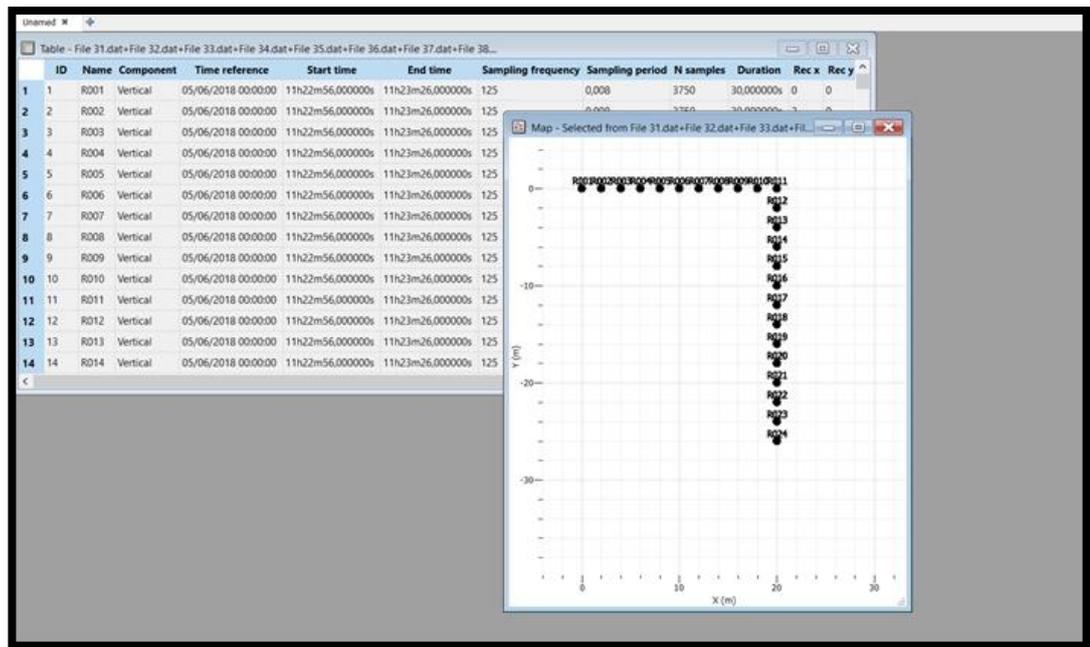


FIGURA 6 Importando datos de los arreglos tomada de GEOPSY

En el programa GEOPSY se procesan los datos para encontrar la curva de dispersión, esta curva aparece sucia lo cual se utiliza el programa de MATLAB para poder limpiarla y que los datos ya una vez limpios poder importarlos al siguiente programa.

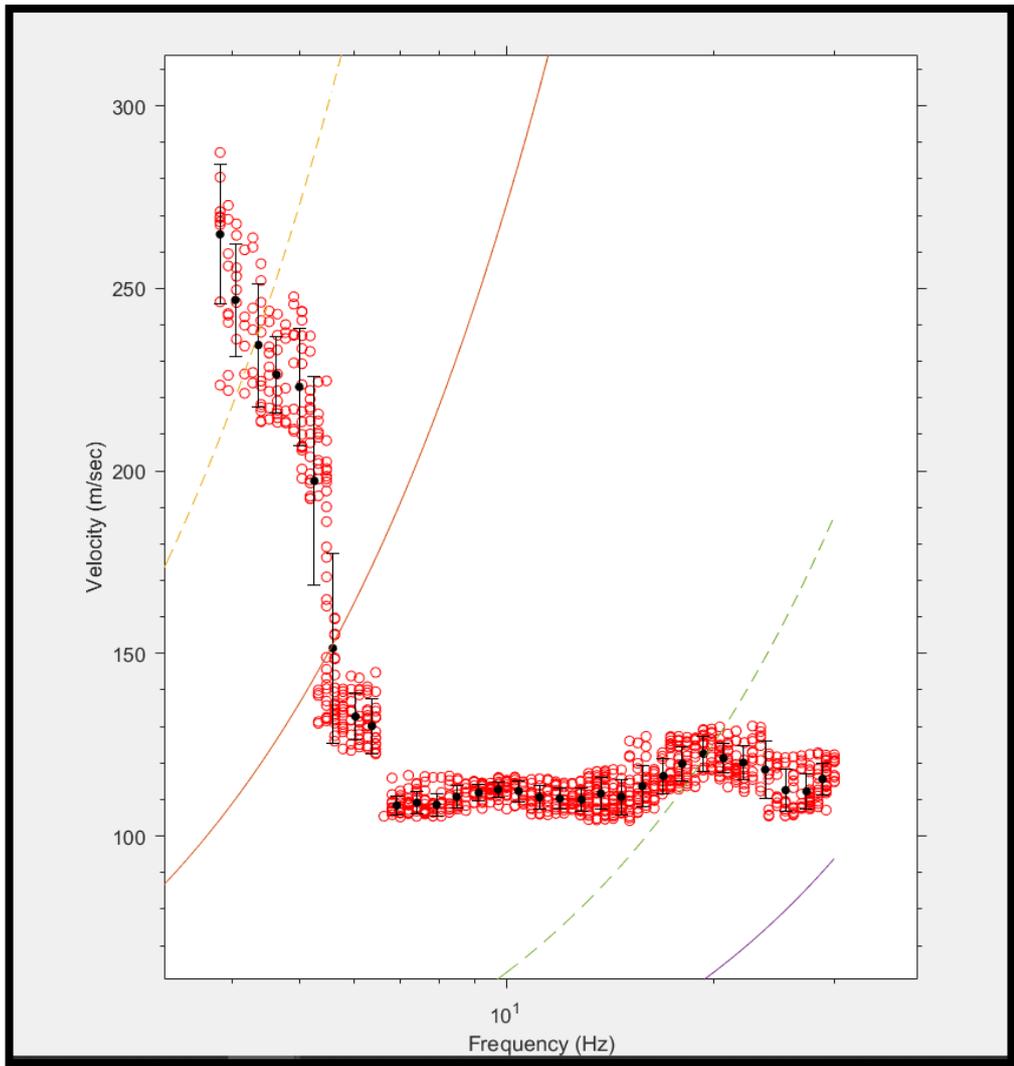


FIGURA 7 Curva de Velocidad vs Frecuencia sucia tomada de MATLAB

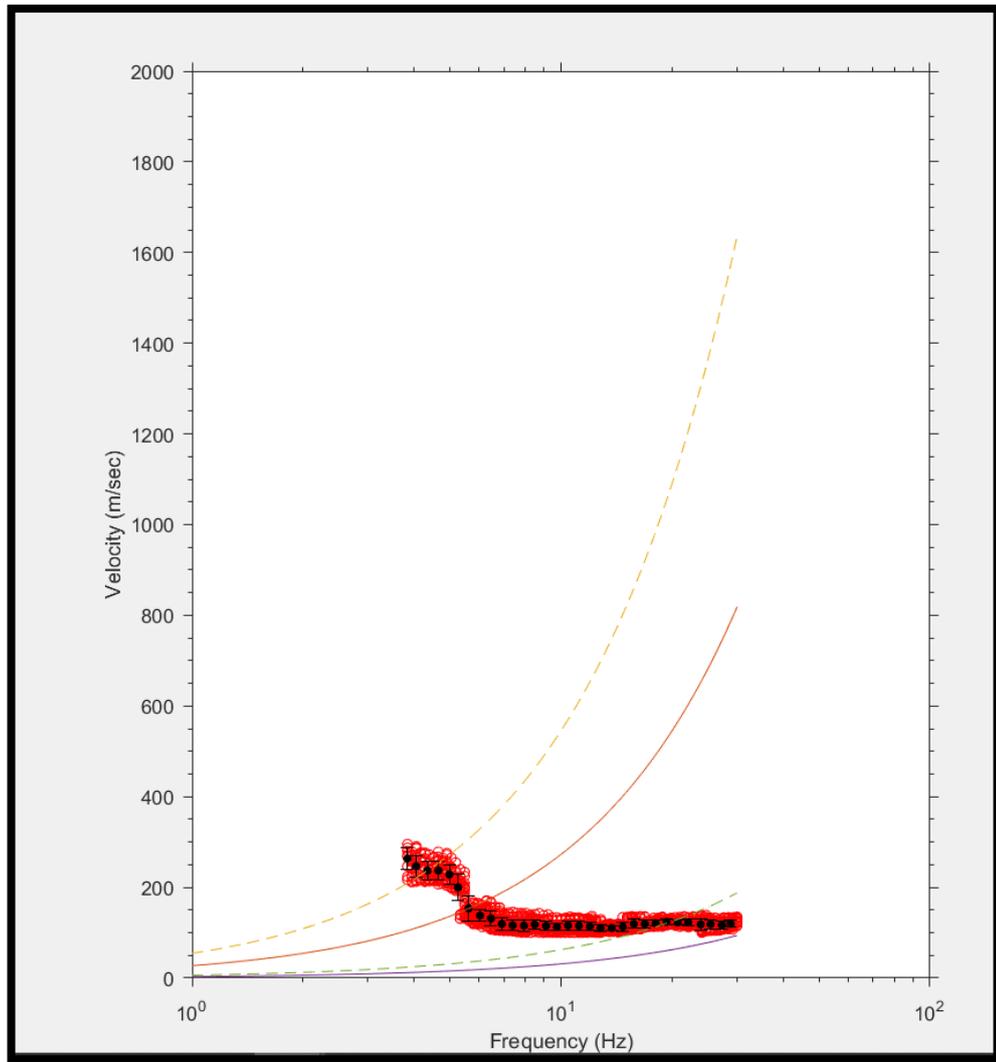


FIGURA 8 Curva de Velocidad vs Frecuencia limpia tomada de MATLAB

Una vez limpias las curvas MASW Y MAM se las importan al programa DINVER en este programa se creará una curva promedio de ambos ensayos, cabe recalcar que en algunos casos no se pudieron realizar los ensayos activos y pasivos en el mismo sitio, pero igual se pueden procesar los datos por separados, lo más recomendado es realizar un ensayo pasivo y activo.

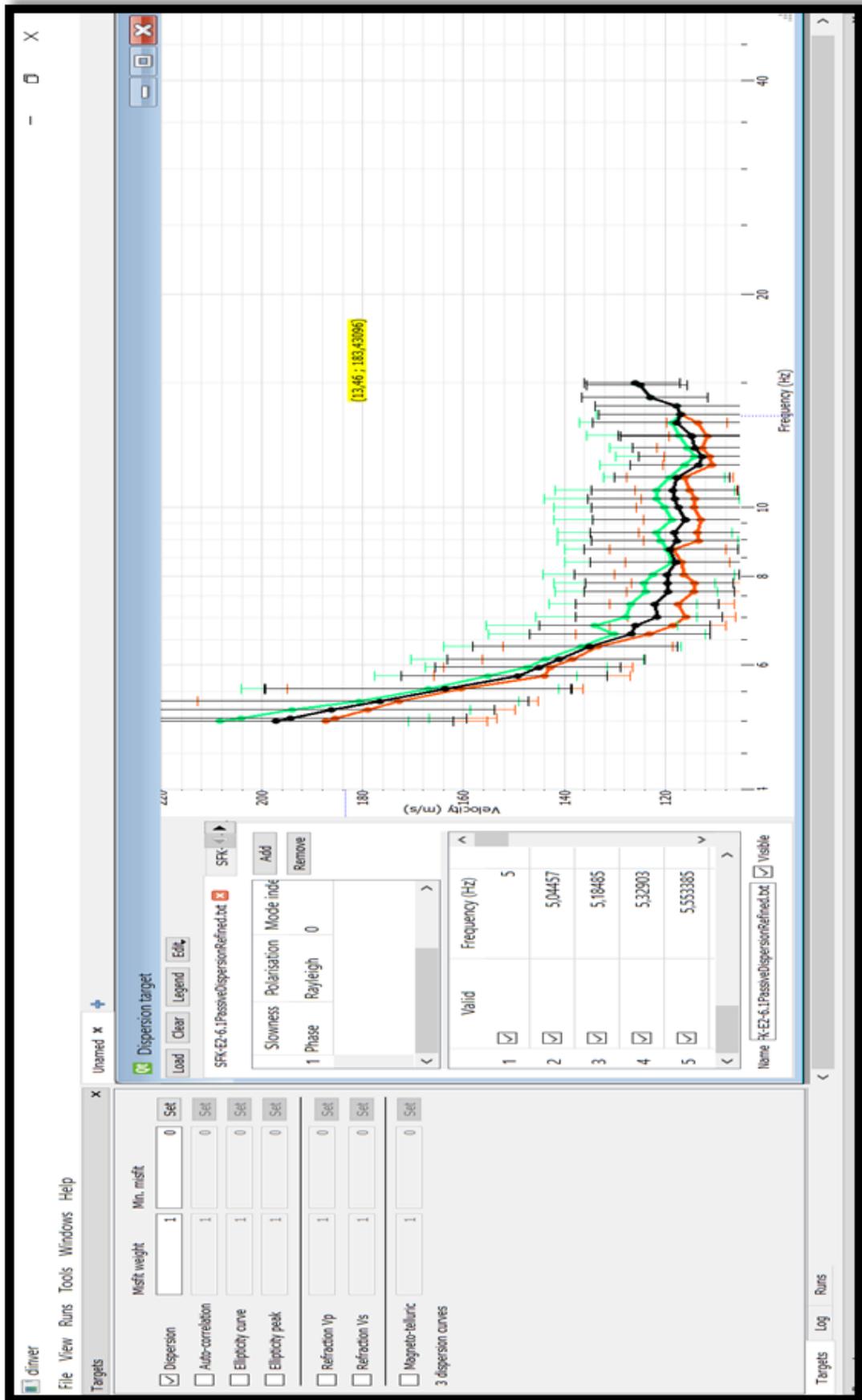
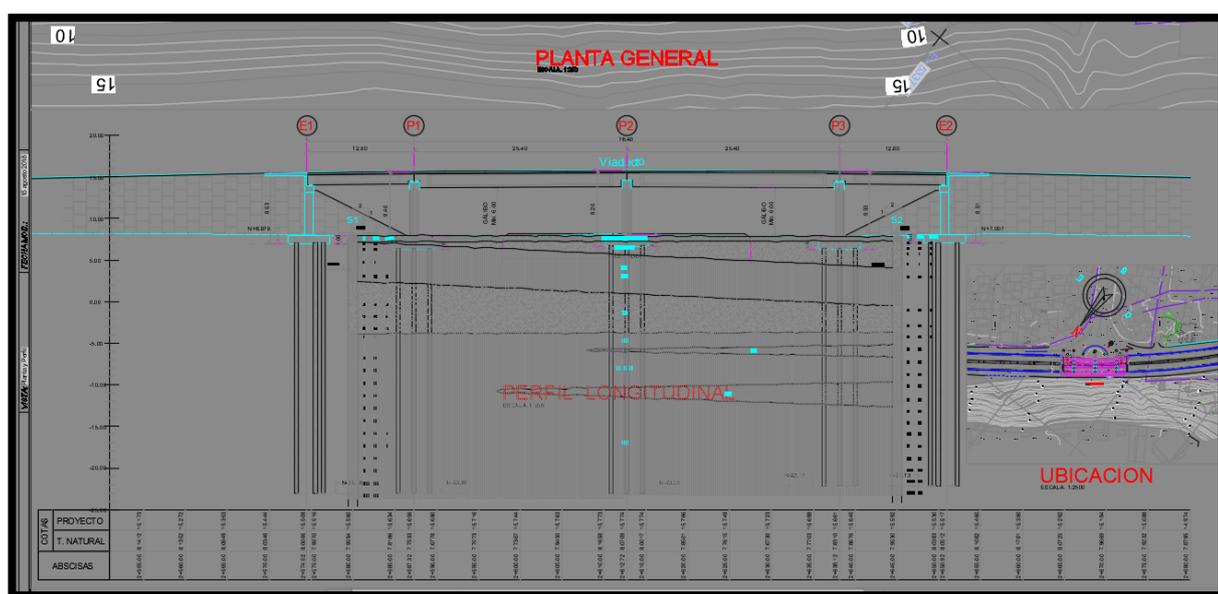


FIGURA 9 Curva Promedio tomada de DINVER

11. RESULTADOS

Para el proyecto se realizaron un gran número de pilotes que fueron hincados en diferentes estructuras para este estudio tenemos la estructura #6.1, estructura #6.2 y la estructura #6.10.

11.1. Estructura #6.1



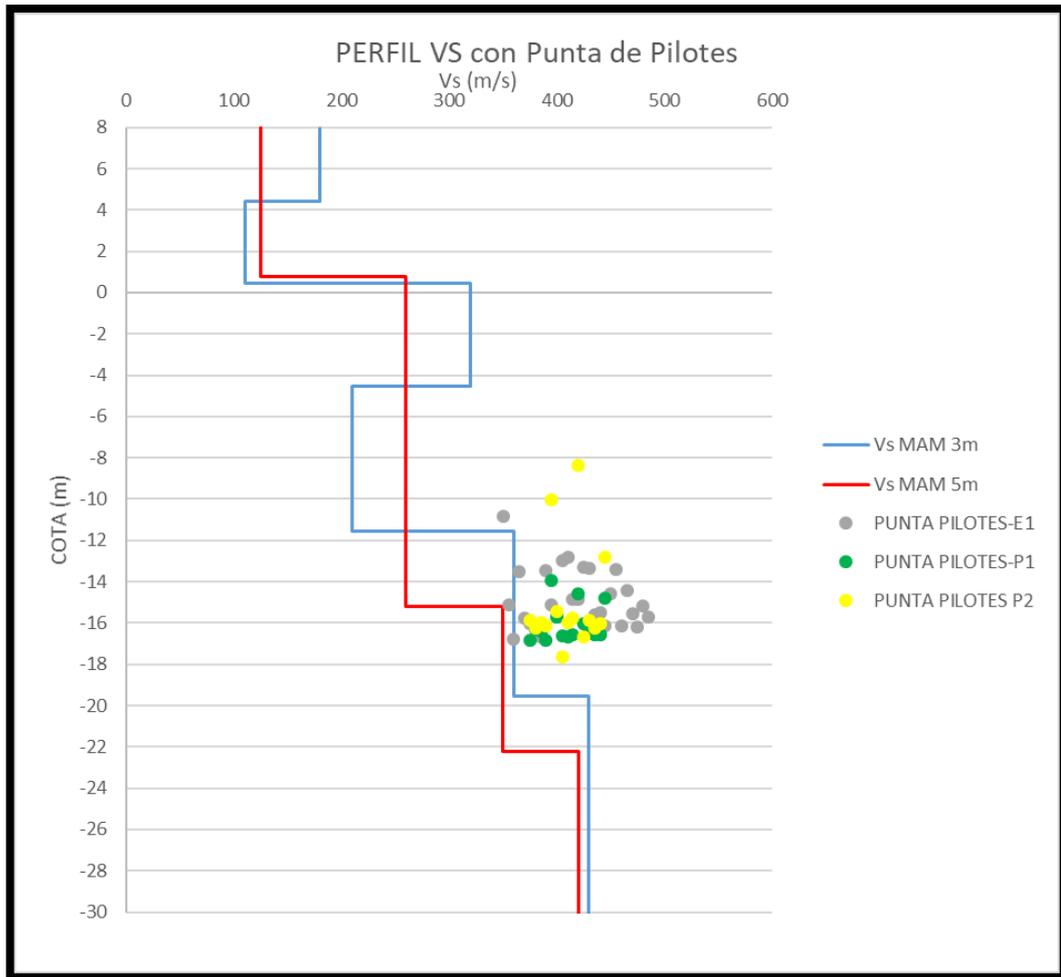


FIGURA 12 Perfil de Velocidades con Punta de pilotes para la estructura 6.1-E1

Se puede observar que a la cota -11.56 metros ocurre un salto donde se encuentra un Vs de 360 m/s, un metro más abajo se han hincado la mayoría de los pilotes.

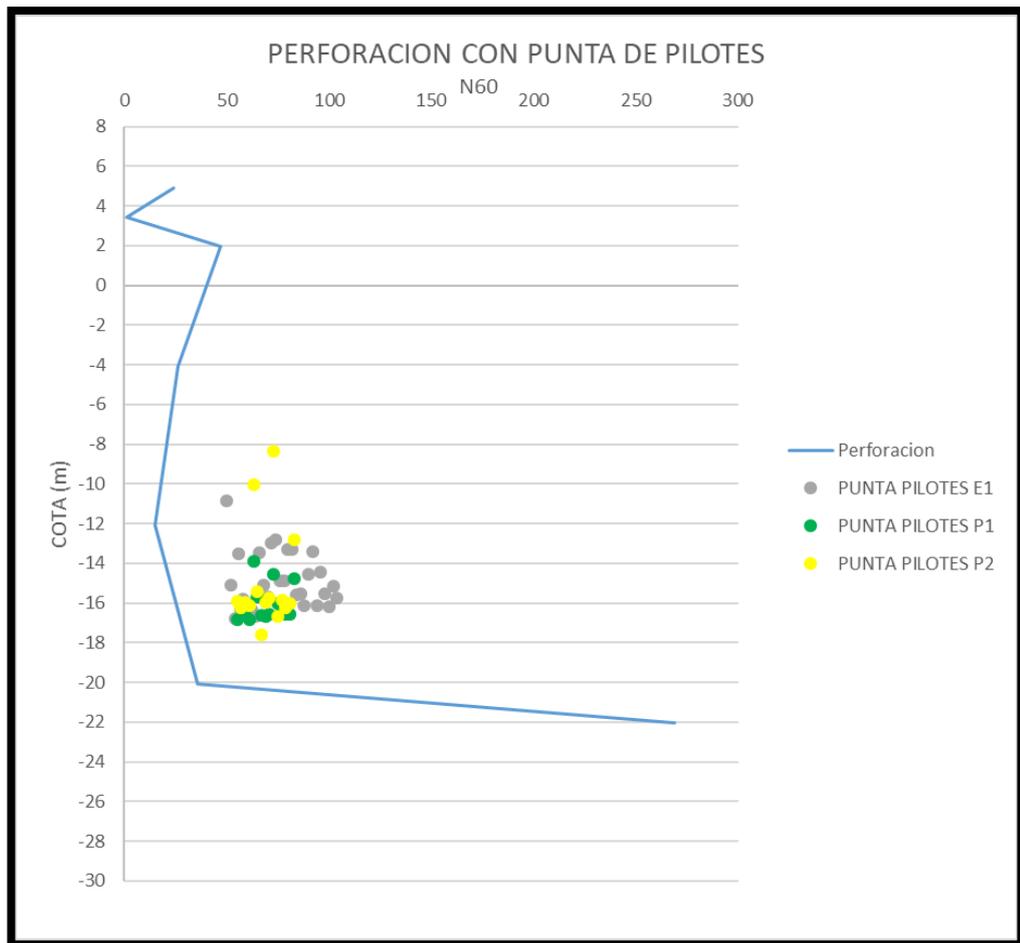


FIGURA 13 Curva N_{60} Vs COTA con la punta de pilotes para la estructura 6.1-E1

En la FIGURA 13 se puede observar que a la cota en donde se han quedado hincados los pilotes ya se encuentra un estrato medianamente duro con un N_{60} que está en un rango entre 20 y 30.

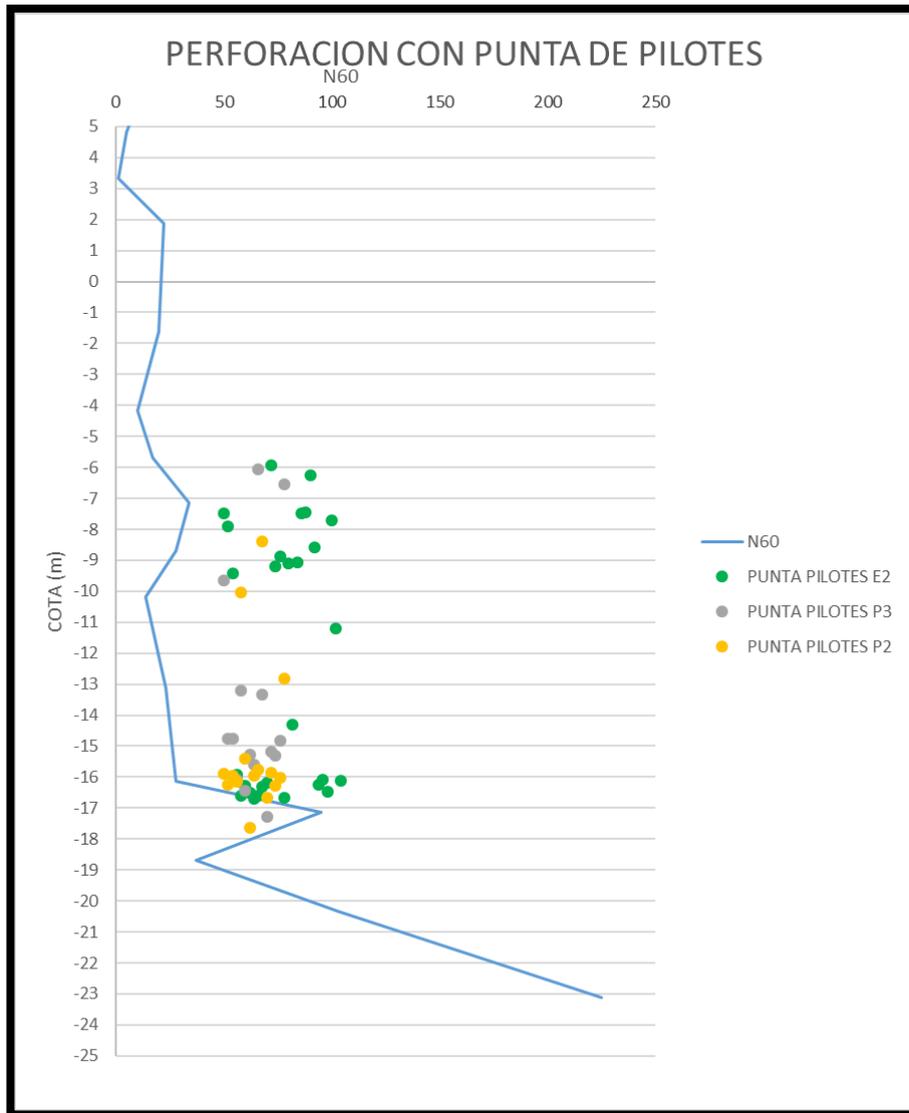


FIGURA 15 Curva N60 Vs COTA con la punta de pilotes para la estructura 6.1-E2

Se puede observar que N60 mayor a 30 ya se quedaron algunos pilotes alrededor de la cota -6 metros en la cota -11 metros con un N60 de 28 y de la cota -15 metros todos quedaron con un N60 mayor a 30.

11.2. Estructura #6.2

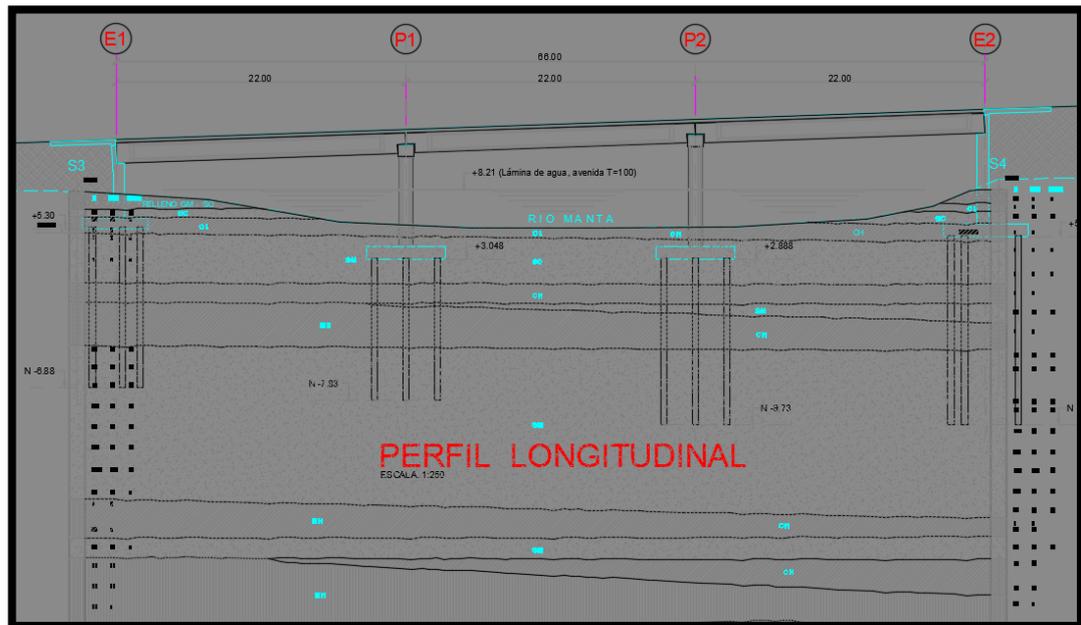


FIGURA 16 Plano General estructura #6.2 tomada de AUTOCAD

En el plano general de la estructura 6.2 se puede observar que consta de dos estribos (E1, E2) y de dos pilas (P1, P2).

Para esta estructura solo se realizaron ensayos activos, los cuales fueron cercanos a cada uno de los estribos. El E1 tiene 41 pilotes y P1 tiene 15 pilotes un total de 56 pilotes hincados.

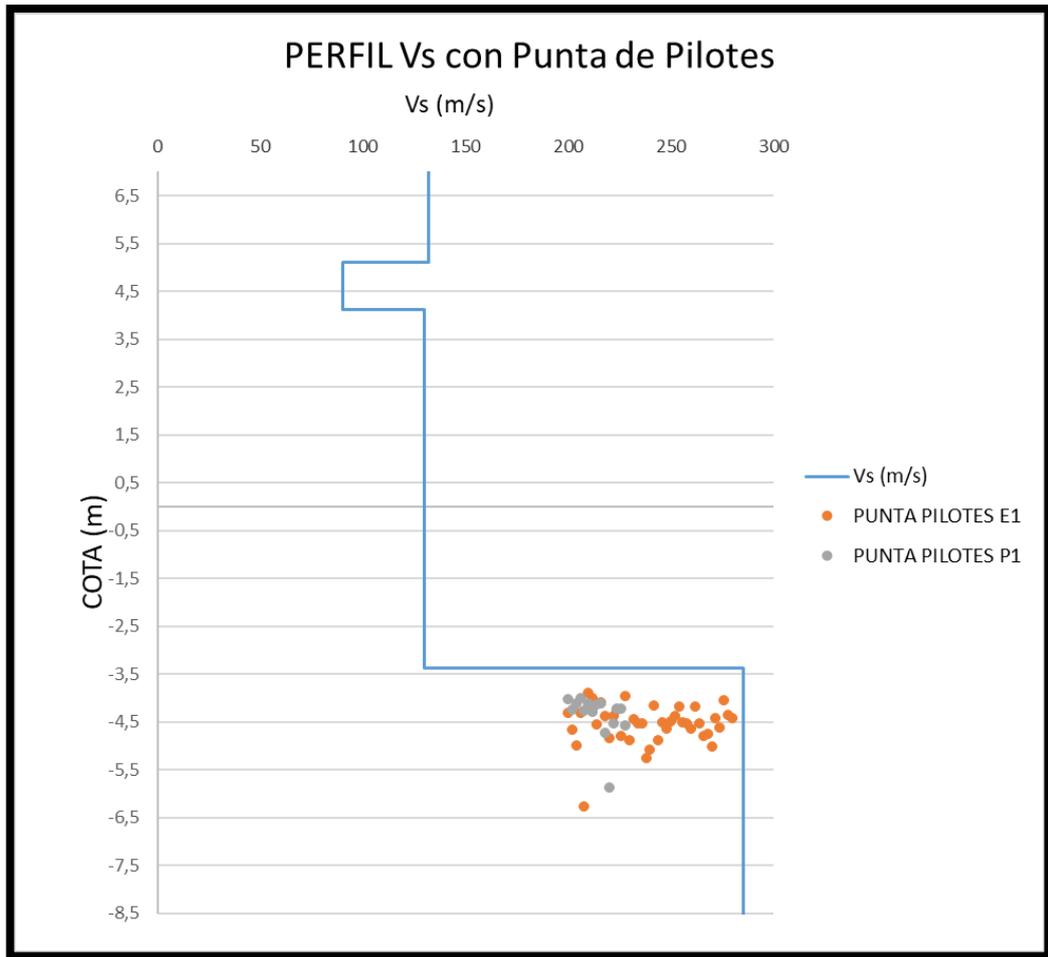


FIGURA 17 Perfil de Velocidades con Punta de pilotes para la estructura 6.2-E1

En la FIGURA 17 el perfil produce un salto a la cota -3,38 metros con un Vs de 285 m/s un metro más debajo de esta cota se quedaron hincados todos los pilotes algunos llegando aún más debajo.

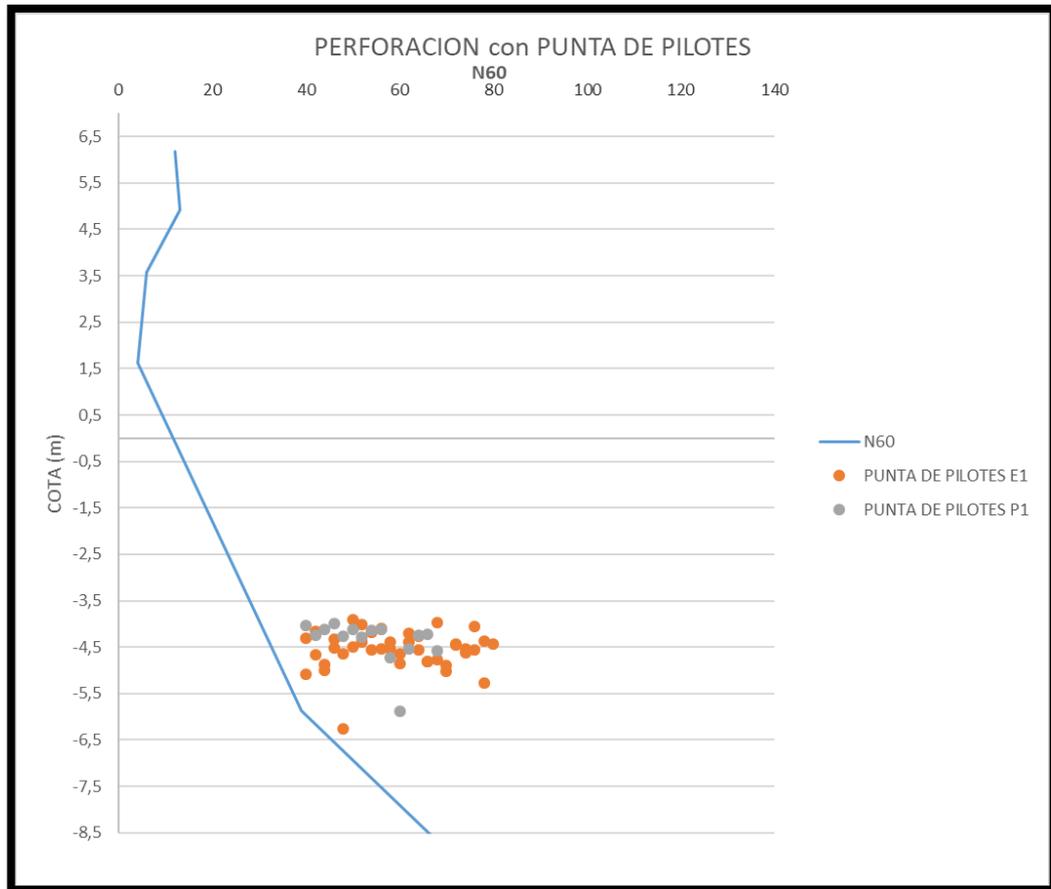


FIGURA 18 Curva N60 Vs COTA con la punta de pilotes para la estructura 6.2-E1

Se puede observar que los 56 pilotes solo se hincaron debajo del salto del perfil Vs donde se denota que es un estrato ya resistente y con la perforación se compara que si es un estrato competente denso ya compacto con un N60 que comienza en 30 y va aumentando.

Cerca del estribo E2 se realizó otro ensayo para la comparación con la pila 2 el E2 tendrá 62 pilotes y P2 15 pilotes. Un total de 77 pilotes hincados.

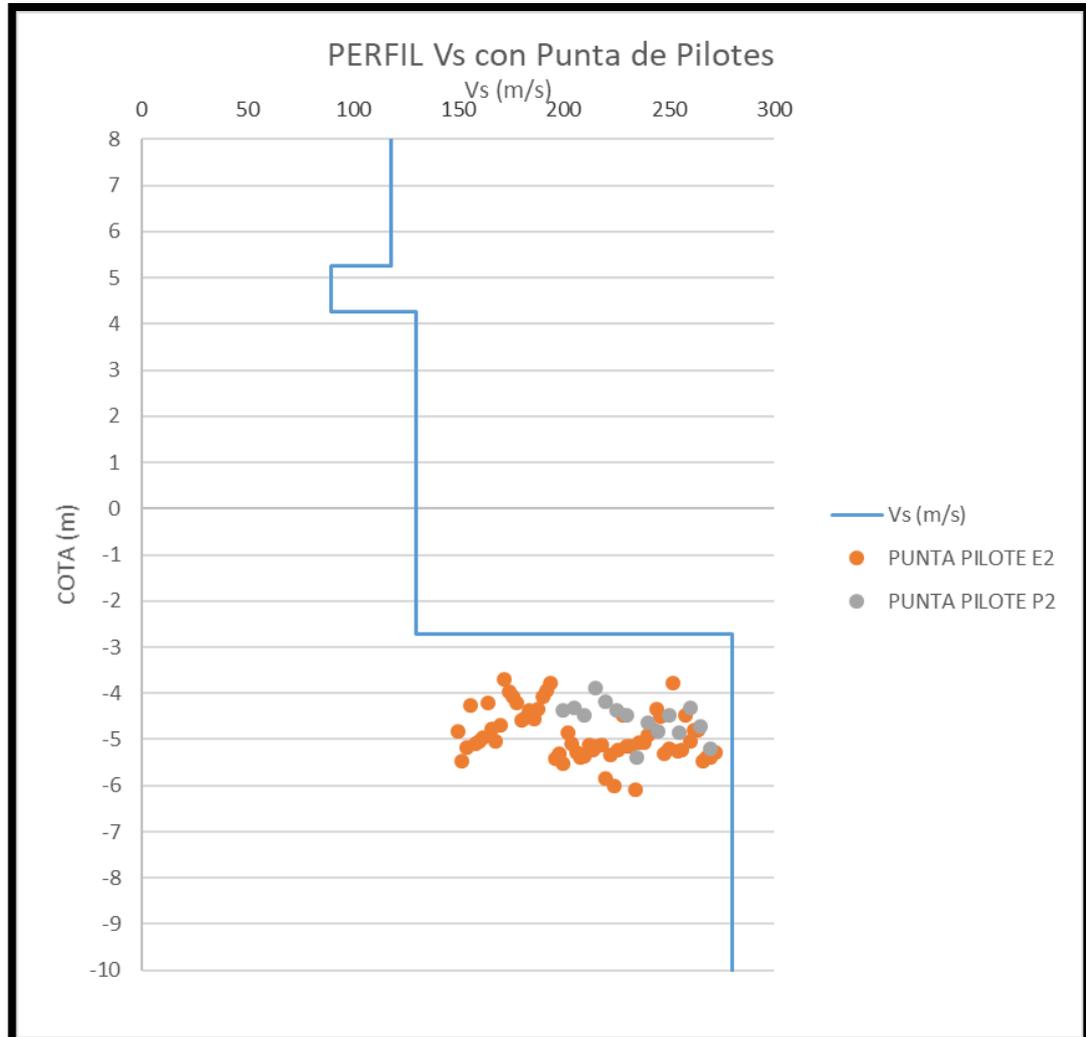


FIGURA 19 Perfil de Velocidades con Punta de pilotes para la estructura 6.2-E2

En la FIGURA 19 el perfil produce un salto a la cota -2,73 metros con un Vs de 280 m/s un metro más debajo de esta cota se quedaron hincados todos los pilotes.

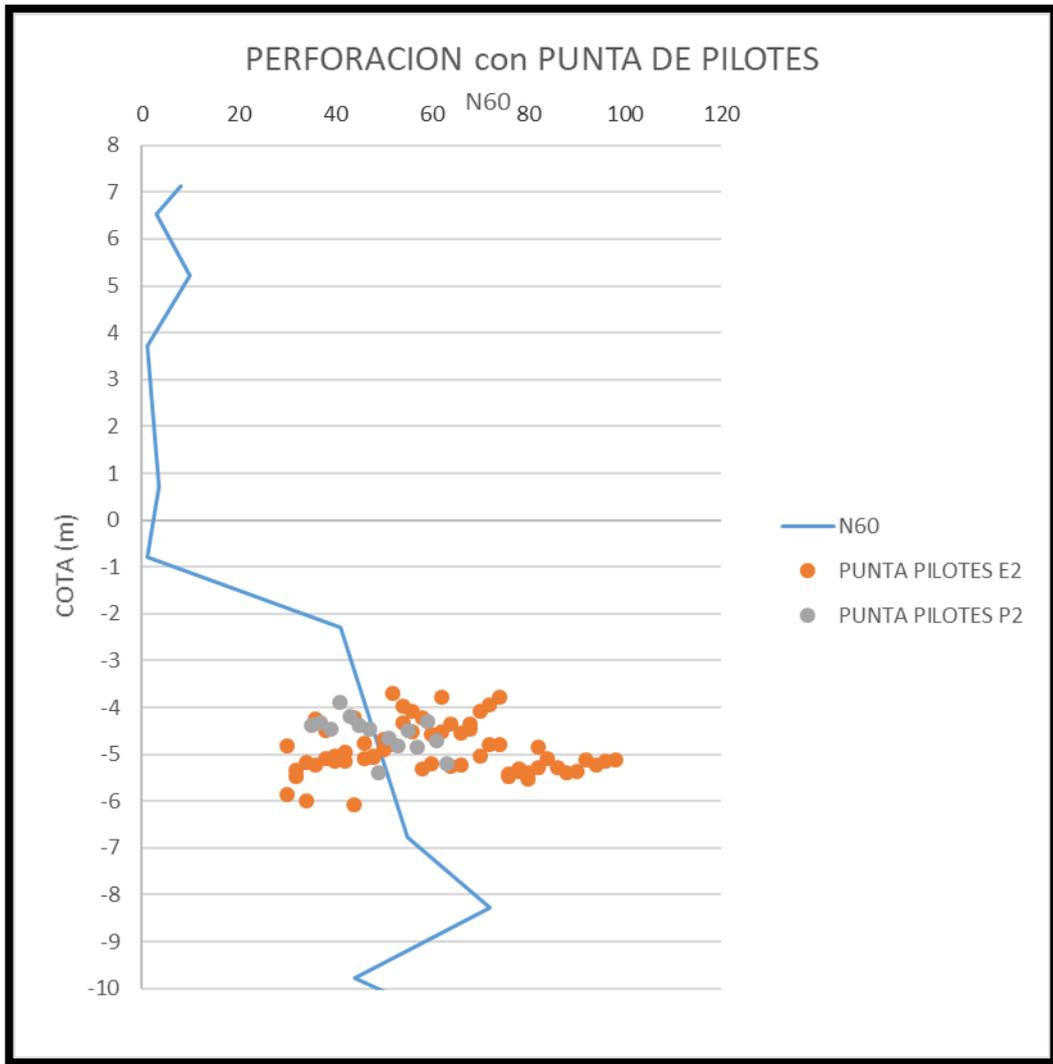


FIGURA 20 Curva N60 Vs COTA con la puna de pilotes para la estructura 6.2-E2

Se puede observar que los 77 pilotes solo se hincaron debajo del salto del perfil Vs donde se denota que es un estrato ya resistente, con la perforación se compara que si es un estrato competente con un N60 entre 40 y 55 ya establece un estrato muy denso.

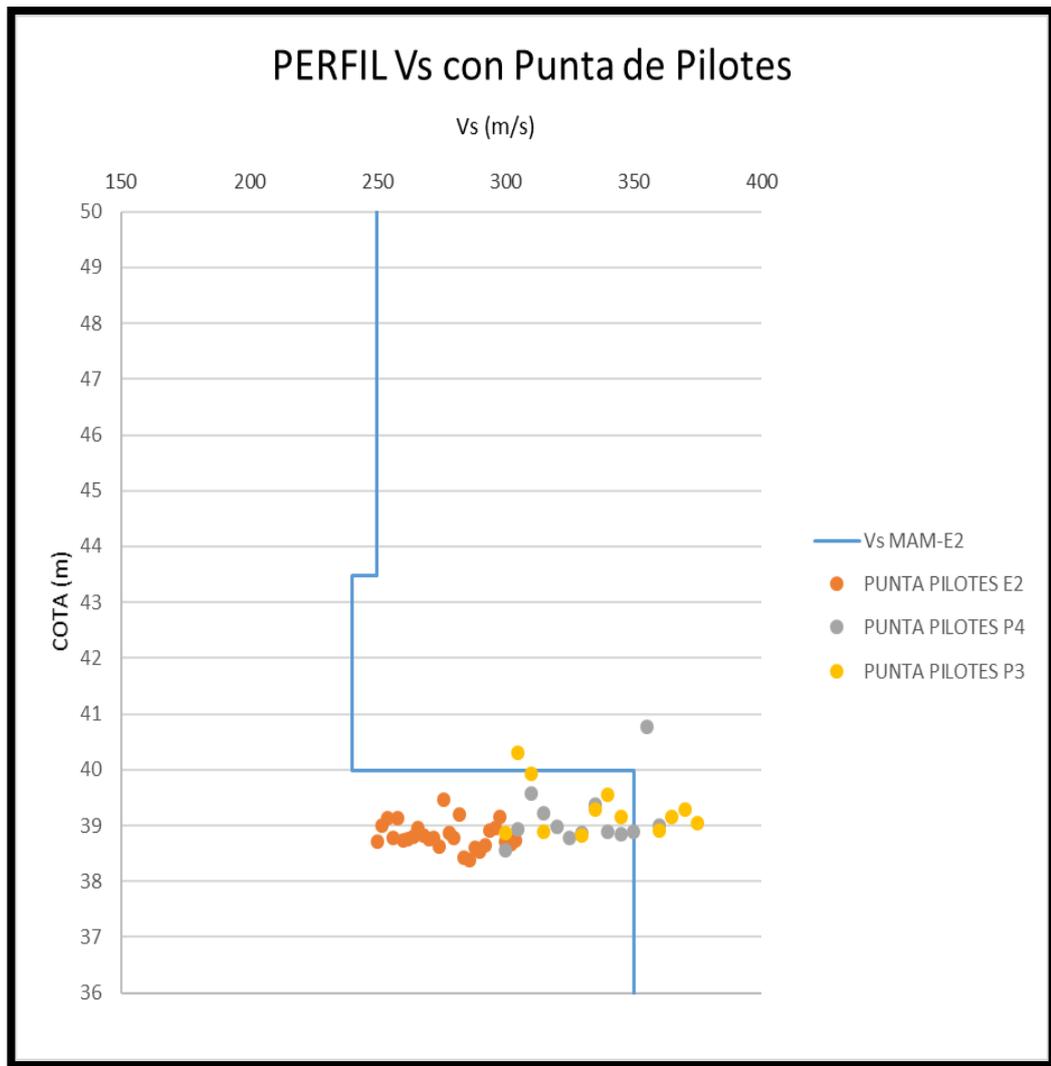


FIGURA 22 Perfil de Velocidades con Punta de pilotes para la estructura 6.10-E2

En la FIGURA 22 la mayoría de los pilotes quedaron debajo del salto del perfil a una cota de 39,98 metros con un Vs de 350 m/s.

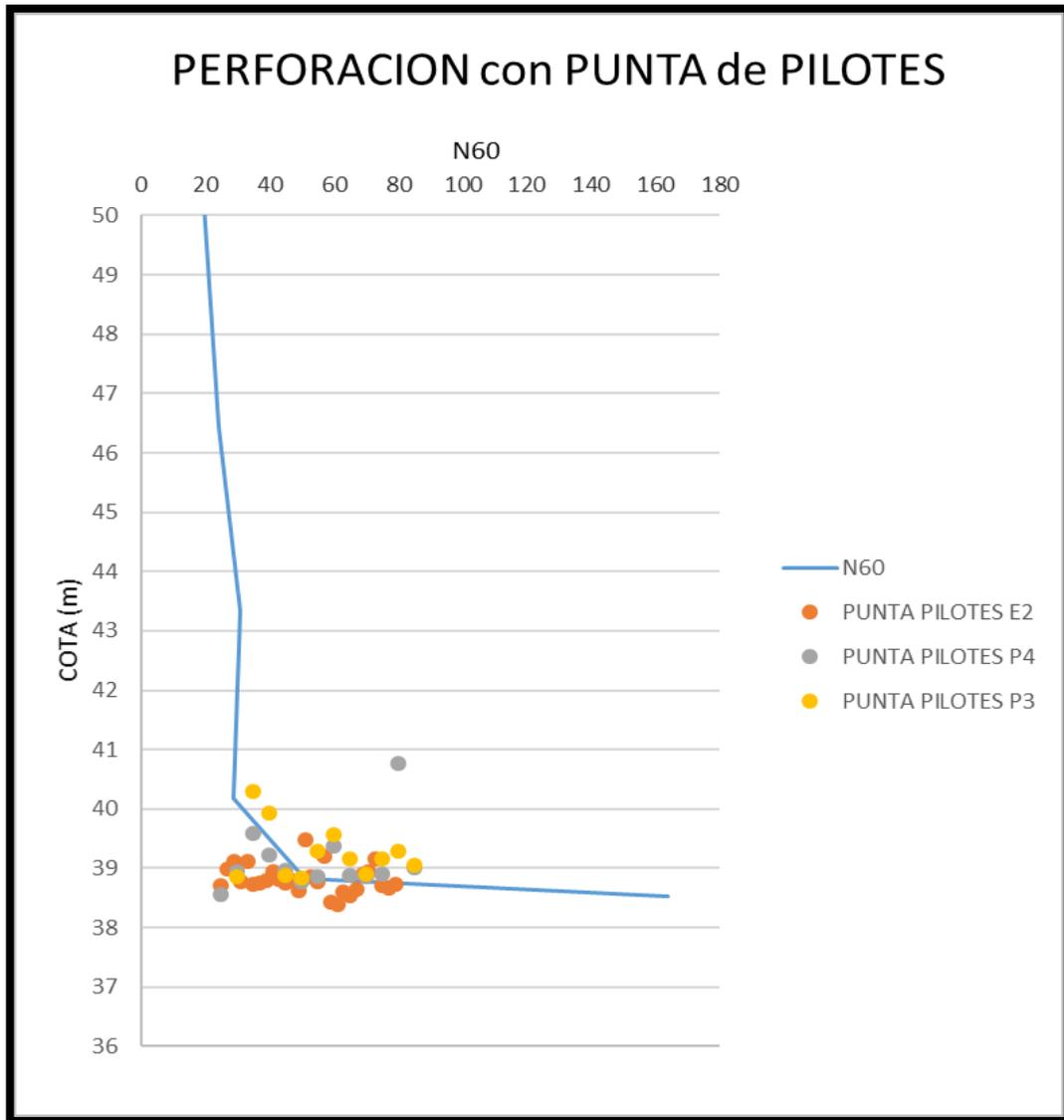


FIGURA 23 Curva N60 Vs COTA con la puna de pilotes para la estructura 6.10-E2

En la FIGURA 23 se puede observar que a un N60 de 22 que representa un estrato medianamente duro es donde se han ubicado la mayoría de los pilotes hincados estableciendo una buena semejanza con el perfil Vs.

12. Conclusiones y Recomendaciones

De los resultados mostrados en la sección anterior se obtiene las siguientes conclusiones y recomendaciones.

- Se puede observar que el uso de perforaciones junto con pruebas geofísicas fue útil en la determinación del perfil del suelo.
- En la estructura #6.1 podemos observar que tanto las pruebas geofísicas como las perforaciones fallaron en determinar la correcta profundidad del estrato resistente. Esto se debió a que las pruebas fueron hechas a un lado de la vía ya que el tráfico no se pudo cerrar. Como podemos notar la ubicación de las pruebas, sea cual sea son determinantes a la hora del análisis.
- Los resultados de los ensayos geofísicos en comparación con las cotas a las que llegaron los pilotes junto con las perforaciones pueden establecer que tuvieron en la mayoría de los casos gran semejanza entre sí.
- En la estructura #6.2 los ensayos geofísicos fueron de gran ayuda para escoger la longitud del pilote.
- En campo, la realización de los ensayos geofísicos se puede realizar de manera sencilla y rápida, en un día se puede realizar tres ensayos de hasta 50 metros de profundidad dependiendo de las distancias en que se ubiquen los geófonos, una perforación de 30 metros puede durar dos días dependiendo del tipo de suelo y la ubicación del sitio a estudiarse, por esta razón se considera que el uso de ambas pruebas fue beneficioso para el proyecto ya que permitió tener un perfil de suelo bastante congruente y en menor tiempo, que al usar solo métodos tradicionales.
- El ensayo de suelos más común es la perforación; y, al ser un método de exploración directa en el que logramos tomar muestras, es imperativo en toda obra de ingeniería. Métodos indirectos como análisis de cono o la realización de ensayos geofísicos permiten abarcar mayor área en menor tiempo, sirviendo como herramientas que, utilizadas correctamente son útiles para caracterizar el suelo.

13. REFERENCIAS

- Asten, M. W., & Henstridge, J. D. (1984). Array estimators and the use of microseisms for reconnaissance of sedimentary basins. *Geophysics*, 49(11), 1828-1837. <https://doi.org/10.1190/1.1441596>
- Bonnefoy-Claudet, S., Cotton, F., & Bard, P.-Y. (2006). The nature of noise wavefield and its applications for site effects studies: A literature review. *Earth-Science Reviews*, 79(3), 205-227. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2006.07.004>
- GEORYS INGENIEROS S.A.C. (2016). MÉTODO DE MEDICIÓN DE MICROTREPIDACION EN ARREGLOS MULTICANAL (MAM), 5.
- Guarachi, F. H., Robert, E. S., & Flórez, F. L. (s. f.). MANUAL DE APLICACIÓN DE TÉCNICAS GEOFÍSICAS BASADAS EN ONDAS DE SUPERFICIE PARA LA DETERMINACIÓN DEL PARÁMETRO VS30, 56.
- Humire, F., Sáez, E., Leyton, F., & Yanez, G. (2014). Combining active and passive multi-channel analysis of surface waves to improve reliability of $V_{S,30}$ estimation using standard equipment. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 13. <https://doi.org/10.1007/s10518-014-9662-5>
- Murillo Roldos, F. J. (2018). Evaluación y comparación del factor de seguridad contra la licuación para un proyecto de la Isla Mocolí ubicado en el Cantón Samborondón, utilizando metodologías para ensayos de penetración estándar (SPT), ensayo de penetración de cono (CPT) y pruebas geofísicas MAM Y MASW para determinar ondas de corte (Vs). Recuperado de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/10143>

STOKOE, K. H., & MENQ, F.-Y. (s. f.). DEVELOPMENT OF THE NEES LARGE-SCALE MOBILE SHAKERS AND ASSOCIATED INSTRUMENTATION FOR IN SITU EVALUATION OF NONLINEAR CHARACTERISTICS AND LIQUEFACTION RESISTANCE OF SOILS, 15.

Tokimatsu Kohji, Tamura Shuji, & Kojima Hisaya. (1992). Effects of Multiple Modes on Rayleigh Wave Dispersion Characteristics. *Journal of Geotechnical Engineering*, 118(10), 1529-1543. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9410\(1992\)118:10\(1529\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9410(1992)118:10(1529))

Wathelet. (2005, marzo 31). Surface Wave Methods for Near-Surface Site Characterization. Recuperado 7 de agosto de 2018, de <https://www.crcpress.com/Surface-Wave-Methods-for-Near-Surface-Site-Characterization/Foti-Lai-Rix-Strobbia/p/book/9781138077737>

ZER GEOSYSTEM PERU S.A.C. (s. f.). ENSAYOS GEOFÍSICOS POR LOS MÉTODOS DE MASW Y MAM PARA EL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DEL PUENTE QUILCA, 61.

14. ANEXOS

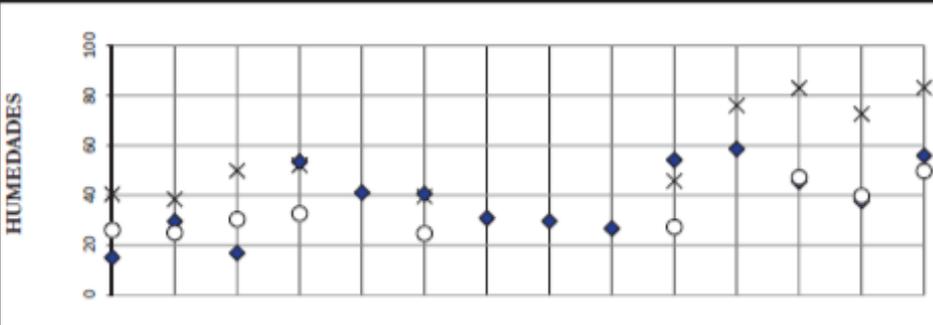
ANEXO 1: PERFORACIONES SPT



RESUMEN DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO
ACCESOS AL PUERTO DE MANTA

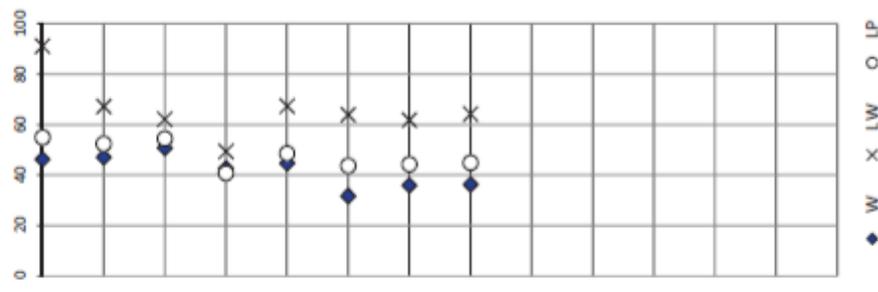
SONDEO N° SI
HOJA N° 1 de 2
FECHA: Diciembre - 2013

MUES- TRA N°	PROFUND. (m.)	DESCRIPCION	ESTRATI GRAFIA	SUCS	W %	LW %	IP %	γ _m T/m ³	q _n T/m ²	ε %	T _{osc.} T/m ²	COTA: +7.94	NF:			N ₆₀
													N° 4 %	N° 200 %	N	
1	0.00 - 0.55	Relleno: grava arenosa con finos limosos color café claro		GM	15	40	14						67	44		
2	1.05 - 1.50	Limo arenoso color café claro con algo de grava. Consistencia dura		ML	29	38	13						94	58	37	21
3	1.65 - 2.10	Limo arenoso color café claro de consistencia blanda		ML	17	50	20						93	51	45	27
4	3.05 - 3.50	Limo arcilloso color café claro de consistencia blanda		MH	53	52	19						99	83	2	1
5	4.55 - 5.00	Limo arcilloso no plástico, color blanco de consistencia dura		ML	41		NP						100	89	66	47
6	6.00 - 6.50	Arrea limosa de grano fino, color gris verdosa, de compacidad densa		SM	40	40	15						100	31		
7	7.55 - 8.00			SM	31		NP						100	20	34	24
8	9.05 - 9.50			SM	30		NP						100	21	34	26
9	10.55 - 11.00			SM	27		NP						100	18	38	29
10	12.05 - 12.50			ML	54	46	19						100	81	4	3
12	15.05 - 15.50	Limo arcilloso grumoso, con capitas de arena fina, color café claro a café amarillento, de consistencia firme a dura		MH	58	76	25						100	96	13	10
13	16.55 - 17.00			MH	45	83	36						100	97	17	13
14	18.05 - 18.50			MH	38	73	33						100	97	24	18
15	19.55 - 20.00			MH	56	83	33						100	95	20	15



Emite y aprueba: *Dalacety*
Jefe de Laboratorio

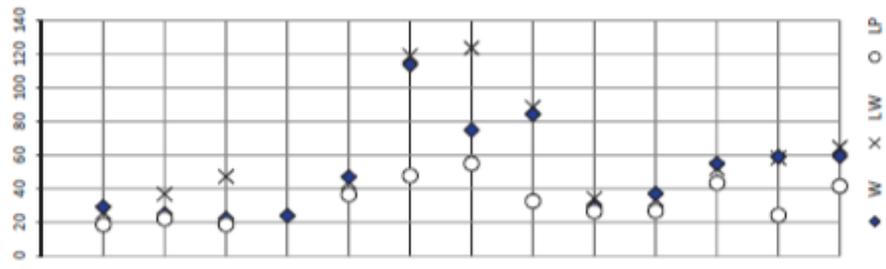
RESUMEN DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO																	
ACCESOS AL PUERTO DE MANTA																	
Av. De la Cultura y Av. Interbarrios																	
Estructura E1 - Abscisa 2+580																	
COTA: +7.94																	
NF: 4.10 m																	
HUMEDADES																	
Dicembre - 2013																	
SONDEO N° S1																	
HOJA N° 2 de 2																	
FECHA:																	
MUES-TRA N°	PROFUND. (m.)	DESCRIPCION	ESTRATI-GRAFIA	SUCS	W %	LW %	IP %	γ m T/m3	q _p T/m ³	ε %	To _w T/m ²	I _b T/m ²	N° 4 %	N° 200 %	N	N ₆₀	
16	21.05 - 21.50	Limo arcilloso grumoso, con capitas de arena fina, color café claro a café amarillento, de consistencia firme a dura	[Hatched Box]	MH	46	91	36						100	98	25	19	
17	22.55 - 23.00			MH	47	67	15							100	72	55	41
18	24.05 - 24.50			MH	51	62	8							100	90	89	67
19	25.55 - 26.00			ML	42	49	9							100	93	41	31
20	27.05 - 27.50			MH	45	67	19							100	97	30	23
21	28.55 - 29.00	Limo arcilloso grumoso, con capitas de arena fina, color verdoso de consistencia dura	[Hatched Box]	MH	32	64	20						100	90	98	74	
22	30.05 - 30.30			MH	36	62	18							100	93	60/4*	135
23	31.55 - 31.65			MH	36	64	19							100	92	80/4*	180
FIN PERFORACION																	



Emita y apruebe: _____
 Jefe de Laboratorio



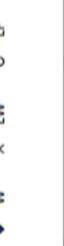
OBRA:		RESUMEN DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO										SONDEO N° S2			
LOCALIZACION:		ACCESOS AL PUERTO DE MANTA										HOJA N° 1 de 2			
Estructura E1 - Abscisa 2+645		Av. De la Cultura y Av. Interbarrios										FECHA: Noviembre - 2013			
COTA:		+7.87										NF:			
Estratigráfico		4.06 m										HUMEDADES			
MUES-TRA N°	PROFUND. (m)	DESCRIPCION	SUCS	W %	LW %	U %	γ m T/m3	γ p T/m3	ε %	Tors. T/m²	I _b T/m²	N° 4 %	N° 200 %	N	N ₆₀
1	0.00 - 0.55	Relleno: arena con grava color café claro													
2	0.55 - 1.00		SM	29	26	7						65	23	74	42
3	1.15 - 1.60	Arena fina con fragmentos de roca color café claro. Consistencia muy densa a suelta	SC	25	37	15						90	33	22	12
4	1.75 - 2.20		SC	22	47	29						96	43	9	5
5	3.05 - 3.50		SM	24		NP						80	25	2	1
6	4.55 - 5.00	Limo arcilloso color blanco de consistencia dura	ML	47	44	7						100	93	35	22
7	6.00 - 6.50	Limo arcilloso color gris a gris verdoso con materia orgánica.	MH	114	119	71	1.424	5.90	10.24			100	91		
8	7.50 - 7.80		MH	75	124	69	1.387	5.11	11.85			100	90		
9	7.80 - 8.00	Arcilla limosa algo arenosa de color verdoso con algo de mat orgánica	CH	84	88	56						100	89		
10	9.05 - 9.50	Arena limosa con conchillas, color verdoso. Compacidad medianamente densa	SM	29	34	8						75	22	26	20
11	10.55 - 11.00	Limo arenoso color verdoso, de consistencia muy firme	SM	37	33	7						95	39	13	10
12	12.05 - 12.50	Arcilla limosa algo arenosa, color café claro. Consistencia dura	MH	55	52	9						99	65	22	17
	13.55 - 14.00		CH	59	58	34						100	84	45	34
	15.05 - 15.50		MH	59	65	23						97	68	37	28



Emita y apruebe: _____
Jefe de Laboratorio

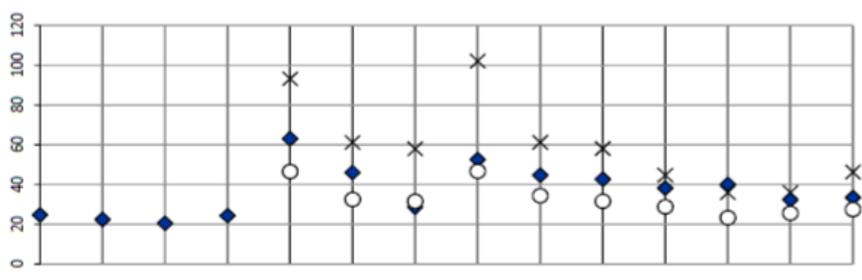


INGENYRIA		RESUMEN DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO														
INGENYRIA		ACCESOS AL PUERTO DE MANTA														
OBRA:		ACCESOS AL PUERTO DE MANTA														
LOCALIZACION:		Estructura E2 - Abscisa 3+460														
Intercambiador Av. De la Cultura y Av. Circunvalación		COTA: +8.12														
		NF: 3.20 m														
		FECHA: Noviembre - 2013														
		HUMEDADES														
MUES. TRA N°	PROFUND. (m)	DESCRIPCION	ESTRATI GRAFIA	SUCS	W %	LW %	IP %	γ _m T/m ³	γ _n T/m ³	δ %	T _o T/m ²	P _n T/m ²	N° 4 %	N° 200 %	N	N ₆₀
1	0.00 - 1.30	Relleno: grava arenosa con finos limosos			7		NP						53	14		
2	1.50 - 1.95	Arena arcillosa color café claro con frág de roca. Compacidad medio densa		SC	17	29	12						88	35	22	12
3	1.95 - 2.40	Arcilla arenosa color café claro a gris verdosa. Consistencia firme a blanda		CL	27		NP						100	54	21	13
4	3.05 - 3.20			CL	32	43	19						100	59	2	1
4'	3.20 - 3.50			SM	36		NP						100	48	9	6
5	4.55 - 5.00	Arena arcillosa color gris verdosa con presencia de materia orgánica. Compacidad suelta		SC	36	34	15						95	37	6	4
6	6.00 - 6.50			SC	32	47	20						100	40		
7	7.50 - 8.00	Arcilla arenosa color gris verdoso con mat orgánica		CH	31	46	20	1.733	6.49	6.46			100	51		
8	9.00 - 9.50			MH	83	107	53	No se recuperó suficiente muestra					100	94		
9	10.50 - 11.00	Limo arcilloso color gris verdoso con mat orgánica		MH	36	63	28	1.598	7.17	10.76			100	68		
	CALIBRO 11.80															
10	12.05 - 12.50			SM	30		NP						100	17	52	39
11	13.55 - 14.00	Arena limosa color gris verdosa Compacidad muy densa		SM	25		NP						100	14	83	62
12	15.05 - 15.50			SM	26		NP						100	16	88	66
13	16.55 - 17.00			SM	26		NP						100	17	110	83



Emite y aprueba: _____
 Jefe de Laboratorio

RESUMEN DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO																
OBRA: ACCESOS AL PUERTO DE MANTIA					SONDEO N° S3											
LOCALIZACION: Intercambiador Av. De la Cultura y Av. Circunvalacion					HOJA N° 2 de 3											
COTA: +8.12					FECHA: Noviembre - 2013											
NF: 3.20 m																
MUES. TRA N°	PROFUND. (m)	DESCRIPCION	ESTRATI GRAFIA	SUCS	W %	LW %	IP %	γ_m T/m ³	q_n T/m ²	ϵ %	T_{corr} T/m ²	P_n T/m ²	N° 4 %	N° 200 %	N	N ₆₀
14	18.05 - 18.50			SM	25		NP						100	18	86	65
15	19.55 - 20.00	Arena limosa color gris verdosa Compacidad muy densa		SM	22		NP						100	18	128	96
16	21.05 - 21.35			SM	20		NP						100	17	90/6*	135
17	22.55 - 23.00	Arena limosa color gris verdosa de compacidad medio densa		SM	24		NP						100	21	16	12
18	24.05 - 24.50			MH	63	93	47						100	94	7	5
19	25.55 - 26.00	Limo arcillo arenoso color gris verdoso con presencia de materia organica de consistencia media a firme		MH	46	61	29						100	79	10	8
20	27.05 - 27.50	Arena limosa color gris verdosa de compacidad medio densa		SM	29	58	26						100	25	13	10
21	28.55 - 29.00			MH	53	102	55						100	98	14	11
22	30.05 - 30.50	Limo arcillo arenoso de color gris verdoso de consistencia firme a muy firme		MH	45	61	27						100	99	21	16
23	31.55 - 32.00			MH	43	58	27						100	99	12	9
24	33.05 - 33.50			ML	38	45	16						100	78	12	9
25	34.55 - 35.00	Arcilla arenosa color gris verdosa de consistencia muy firme		CL	40	36	13						99	74	29	22
26	36.05 - 36.23			SM	32	36	10						100	39	22	17
26'	36.23 - 36.50	Arena limosa color gris verdosa a de compacidad medio densa a densa		SM	33	46	19						89	40	37	28



Emite y aprueba: _____
 Jefe de Laboratorio



RESUMEN DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO

SONDEO N° S3

HOJA N° 3 de 3

OBRA: ACCESOS AL PUERTO DE MANTA

FECHA: Noviembre - 2013

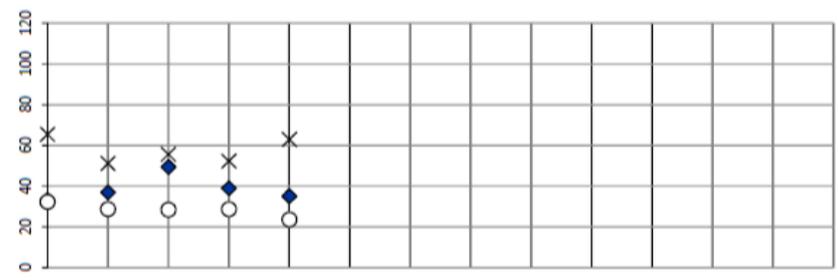
LOCALIZACION: Estructura E2 - Abscisa 3+460
Intercambiador Av. De la Cultura y Av. Circunvalación

COTA: +8.12

NF: 3.20 m

MUESTRAS	PROFUND. (m)	DESCRIPCION	ESTRATI GRAFIA	SUCS	W %	LW %	IP %	γ_m T/m ³	ρ_p T/m ³	ϵ %	T_{oxr} T/m ²	P_n T/m ²	N° 4 %	N° 200 %	N	N ₆₀
27	37.55 - 38.00	Arena limosa color gris verdosa a de compacidad medio densa		SM	33	65	33						91	37	45	34
28	39.05 - 39.50	Limo arenoso grumoso color verdoso de consistencia dura		MH	37	51	22						87	60	47	35
29	40.55 - 41.00			CH	49	56	27						100	85	46	35
30	42.05 - 42.50	Arcilla limosa grumosa color verdosa de consistencia dura		CH	39	52	24						100	94	109	82
31	43.55 - 43.85			CH	35	63	39						100	96	74/6"	111

FIN PERFORACION



Emite y aprueba: _____
Jefe de Laboratorio

RESUMEN DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO

RESUMEN DE ENSAYOS

SONDEO N° S4
 HOJA N° 1 de 3
 FECHA: Noviembre - 2013

OBRA: ACCESOS AL PUERTO DE MANTA

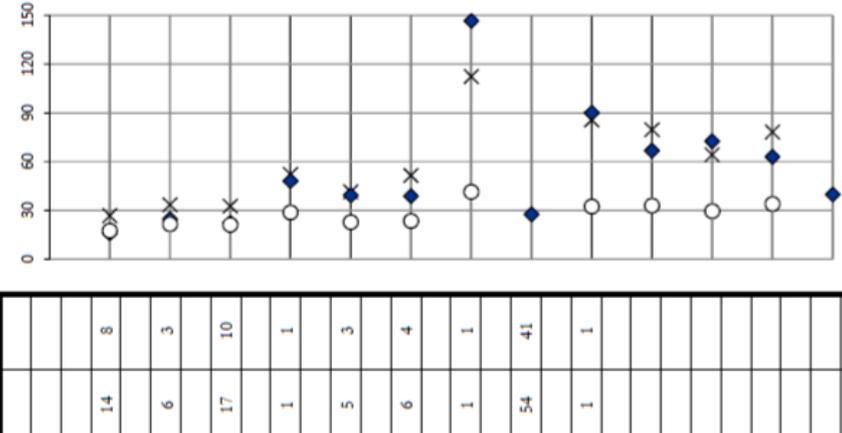
LOCALIZACION: Estructura E2 - Abscisa 3+530

COTA: +8.27

Intercambiador Av. De la Cultura y Av. Circunvalación

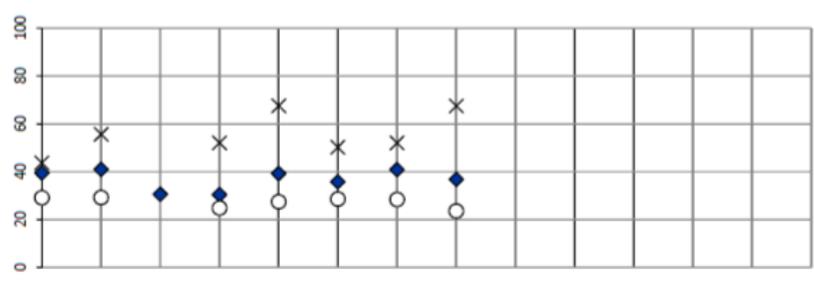
NF: 3.86 m

MUES. TRA N°	PROFUND. (m)	DESCRIPCION	ESTRATI GRAFIA	SUCS	W %	LW %	IP %	γ m T/m3	γ s T/m²	ε %	Torr. T/m²	Pn T/m²	N° 4 %	N° 200 %	N	N ₆₀
1	0.00 - 0.55	Arena limosa color café clara de compacidad firme		SC	16	27	9						98	48	14	8
2	0.55 - 1.00			CL	25	33	12						100	61	6	3
3	1.15 - 1.60	Arcilla arenosa color café claro de consistencia media		SC	22	33	12						100	47	17	10
4	1.75 - 2.20	Arena arcillosa color café clara de compacidad firme		CH	48	52	23						100	76	1	1
5	3.05 - 3.50	Arcilla limo arenosa color café claro de consistencia blanda		SC	39	41	19						93	36	5	3
6	4.55 - 5.00	Arena arcillosa color café claro con pequeños fragmentos de roca. Compacidad snalta		SC	39	51	28						71	31	6	4
7	6.05 - 6.50	CAMBIO 7.20		CH	146	112	71						100	85	1	1
8	7.55 - 8.00	Arcilla limosa color gris verdosa con presencia de materia orgánica		SM	28		NP						100	22	54	41
9	9.05 - 9.50	Arena limosa color gris verdosa con mat. orgánica. Compacidad muy densa		CH	90	86	53						100	61	1	1
10	10.55 - 11.00			CH	67	80	47	1.554	9.88	12.92	3.90	4.10	100	66		
11	11.00 - 11.50	Arcilla limo arenosa color gris verdosa con presencia de materia orgánica.		CH	72	64	35	1.574	11.74	12.97			100	50		
11'	12.00 - 12.15			CH	63	78	44	1.472	6.49	12.97			100	53		
11"	12.15 - 12.24			SM	40		NP						100	28		
	12.24 - 12.30															



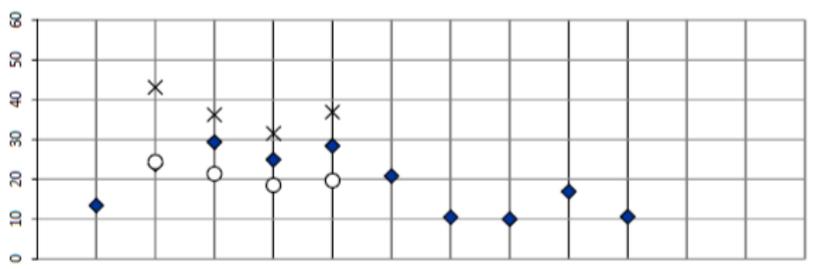
Emite y aprueba:

Jefe de Laboratorio

		RESUMEN DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO										SONDEO N° 54				
OBRA:		ACCESOS AL PUERTO DE MANTA										HOJA N° 3 de 3				
LOCALIZACION:		Estructura E2 - Abscisa 3+530										FECHA:				
Intercambiador Av. De la Cultura y Av. Circunvalación		COTA: +8.27										Noviembre - 2013				
ESTRATI GRAFIA		SUCS		W %	LW %	IP %	γ_m T/m ³	γ_n T/m ²	ϵ %	Toer. T/m ²	Pa T/m ²	N° 4 %	N° 200 %	N	N ₆₀	HUMEDADES 
25	31.55 - 32.00	ML	39	44	15							100	87	11	8	
26	33.05 - 33.50	MH	41	56	26							100	99	16	12	
CAMPO 34.20																
27	34.55 - 35.00	SM	31		NP							100	31	23	17	
CAMPO 35.80																
28	36.05 - 36.50	CH	30	52	27							100	53	17	13	
CAMPO 37.50																
29	37.55 - 38.00	CH	39	67	40							100	86	22	17	
CAMPO 39.05																
30	39.05 - 39.50	CH	36	50	22							100	63	14	11	
CAMPO 40.55																
31	40.55 - 41.00	CH	41	52	24							91	61	40	30	
CAMPO 42.05																
32	42.05 - 42.50	CH	37	67	44							100	88	108	81	
FIN PERFORACION																

Emite y aprueba: _____ Jefe de Laboratorio

		RESUMEN DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO ACCESOS AL PUERTO DE MANTA														
OBRA: Redondel Av. Circunvalación y Av. 113		LOCALIZACION: Estructura E10 - Abscisa 11+960		COTA: +100,94		NF: No se detectó		SONDEO N° S16		HOJA N° 1 de 1						
FECHA: Octubre - 2013		HUMEDADES														
MUES- TRA N°	PROFUND. (m)	DESCRIPCION	ESTRATI GRAFIA	SUCS	W %	LW %	IP %	γ _m T/m ³	γ _n T/m ²	ε %	I _{corr.} T/m ²	P _n T/m ²	N° 4 %	N° 200 %	N N ₀	
	0,00 - 0,90															
	0,90 - 1,15	Relleno: arena limosa color café claro, con fragmentos de roca		SM	13		NP						84	28	24	14
	1,15 - 1,35			CL	24	43	19						100	59	22	12
	1,45 - 1,90			CL	29	36	15						100	77	30	17
	3,05 - 3,50	Arcilla arenosa color café oscuro de consistencia firme		CL	25	32	13						100	51	25	16
	4,55 - 4,75			CL	28	37	17						73	52	14	9
	4,75 - 5,00			SM	21		NP						95	21	26	17
	6,05 - 6,50			SM	10		NP						72	15	83	59
	7,55 - 8,00	Arena grano fino, limosa con algo de gravilla, color café claro.		SM	10		NP						100	14	103	73
	9,05 - 9,50	Compacidad densa a muy densa		SM	17		NP						99	18	120	90
	10,55 - 10,94			SM	11		NP						94	15	80/3,6"	200
		FIN PERFORACION														



Emite y aprueba: 
 Jefe de Laboratorio

ANEXO 2: TABLAS

Perfil VS MAM 3m	
COTA (m)	VS (m/s)
7,94	180
4,44	180
4,44	110
0,44	110
0,44	320
-4,56	320
-4,56	210
-11,56	210
-11,56	360
-19,56	360
-19,56	430
-42,06	430

Tabla 1 Perfil Vs ensayo MAM a 3 metros en estructura 6.1 cerca del estribo 1.

Perfil VS MAM 5m	
COTA (m)	VS (m/s)
8	125
0,8	125
0,8	260
-15,2	260
-15,2	350
-22,2	350
-22,2	420
-37,2	420
-37,2	550
-42	550

Tabla 2 Perfil Vs ensayo MAM a 5 metros en estructura 6.1 cerca del estribo 1.

E1 6.1	
#	Punta pilote cota (m)
1	-10,850
2	-15,100
3	-16,764
4	-13,534
5	-15,782
6	-16,042
7	-16,324
8	-16,671
9	-13,478
10	-15,099
11	-15,717
12	-12,996
13	-12,814
14	-14,874
15	-14,875
16	-13,300
17	-13,326
18	-15,612
19	-15,510
20	-16,159
21	-14,576
22	-13,403
23	-16,145
24	-14,449
25	-15,536
26	-16,201
27	-15,175
28	-15,731

Tabla 3 Pilotes hincados para el estribo E1 estructura 6.1

	P1 6.1	P2 6.1
#	Punta pilote cota (m)	Punta pilote cota (m)
1	-16,816	-15,890
2	-16,276	-16,239
3	-16,382	-15,966
4	-16,823	-16,138
5	-13,919	-10,033
6	-15,709	-15,420
7	-16,634	-17,624
8	-16,658	-15,967
9	-16,588	-15,773
10	-14,580	-8,374
11	-16,010	-16,660
12	-16,348	-15,870
13	-16,590	-16,261
14	-16,570	-16,027
15	-14,792	-12,823

Tabla 4 Pilotes hincados para la pila 1 y pila 2 de la estructura 6.1

Perfil VS 6.1	
COTA (m)	VS (m/S)
7,87	150
4,87	150
4,87	113
-0,13	113
-0,13	220
-15,13	220
-15,13	260
-17,13	260
-17,13	485
-22,13	485

Tabla 5 Perfil Vs estructura 6.1 cerca del estribo 2

E2	
#	Punta pilote
	COTA (m)
1	-7,483
2	-7,907
3	-9,407
4	-15,913
5	-16,608
6	-16,289
7	-16,513
8	-16,686
9	-16,598
10	-16,306
11	-16,168
12	-5,934
13	-9,205
14	-8,878
15	-16,667
16	-9,085
17	-14,290
18	-9,065
19	-7,488
20	-7,441
21	-6,243
22	-8,568
23	-16,250
24	-16,067
25	-16,485
26	-7,700
27	-11,213
28	-16,108

Tabla 6 Pilotes hincados para el estribo E2 estructura 6.1

	P2 6.1	P3 6.1
#	Punta pilote	Punta pilote
	COTA (m)	COTA (m)
1	-15,890	-9,653
2	-16,239	-14,763
3	-15,966	-14,748
4	-16,138	-16,070
5	-10,033	-13,216
6	-15,420	-16,440
7	-17,624	-15,273
8	-15,967	-15,593
9	-15,773	-6,052
10	-8,374	-13,336
11	-16,660	-17,277
12	-15,870	-15,165
13	-16,261	-15,323
14	-16,027	-14,831
15	-12,823	-6,548

Tabla 7 Pilotes hincados para la pila 2 y pila 3 de la estructura 6.1

Perfil Vs 6.2	
COTA (m)	Vs (m/s)
8,12	132
8,12	132
5,12	132
5,12	90
4,12	90
4,12	130
-3,38	130
-3,38	285
-11,88	285

Tabla 8 Perfil Vs estructura 6.2 cerca del estribo 1

E1	
#	Punta pilote
	COTA (m)
1	-4,310
2	-4,664
3	-4,994
4	-4,320
5	-6,270
6	-3,900
7	-4,020
8	-4,560
9	-4,090
10	-4,388
11	-4,843
12	-4,391
13	-4,260
14	-4,811
15	-3,977
16	-4,896
17	-4,459
18	-4,540
19	-4,550
20	-5,274
21	-5,078
22	-4,166
23	-4,880
24	-4,524
25	-4,640
26	-4,500
27	-4,385
28	-4,181
29	-4,528
30	-4,532
31	-4,650
32	-4,196
33	-4,550
34	-4,803
35	-4,760
36	-5,030
37	-4,438
38	-4,620
39	-4,062
40	-4,362
41	-4,438

Tabla 9 Pilotes hincados para el estribo E1 estructura 6.2

P1	
#	Punta pilote
	COTA (m)
1	-4,025
2	-4,250
3	-4,126
4	-4,002
5	-4,270
6	-4,115
7	-4,291
8	-4,141
9	-4,124
10	-4,736
11	-5,890
12	-4,541
13	-4,238
14	-4,229
15	-4,584

Tabla 10 Pilotes hincados para la pila 1 de la estructura 6.2

Perfil Vs 6.2 E2	
COTA(m)	Vs (m/s)
8,27	118
5,27	118
5,27	90
4,27	90
4,27	130
-2,73	130
-2,73	280
-11,73	280

Tabla 11 Perfil Vs estructura 6.2 cerca del estribo 2

PILOTES		E2	
#	Punta pilote		
	COTA (m)		
1	-4,819	36	-5,846
2	-5,473	37	-5,344
3	-5,170	38	-6,002
4	-4,251	39	-5,222
5	-5,093	40	-4,482
6	-5,033	41	-5,151
7	-4,959	42	-5,136
8	-4,216	43	-6,081
9	-4,759	44	-5,080
10	-5,038	45	-5,057
11	-4,682	46	-4,899
12	-3,705	47	-4,783
13	-3,972	48	-4,331
14	-4,077	49	-4,512
15	-4,220	50	-5,313
16	-4,578	51	-5,201
17	-4,520	52	-3,791
18	-4,358	53	-5,261
19	-4,557	54	-5,24
20	-4,353	55	-4,464
21	-4,084	56	-5,033
22	-3,947	57	-4,801
23	-3,791	58	-4,805
24	-5,407	59	-5,468
25	-5,313	60	-5,379
26	-5,522	61	-5,388
27	-4,859	62	-5,279
28	-5,082		
29	-5,282		
30	-5,401		
31	-5,362		
32	-5,128		
33	-5,230		
34	-5,135		
35	-5,117		

Tabla 12 Pilotes hincados para el estribo E2 estructura 6.2

P2	
#	Punta pilote
	COTA (m)
1	-4,375
2	-4,328
3	-4,474
4	-3,889
5	-4,181
6	-4,380
7	-4,468
8	-5,380
9	-4,643
10	-4,830
11	-4,479
12	-4,850
13	-4,309
14	-4,707
15	-5,200

Tabla 13 Pilotes hincados para la pila 2 de la estructura 6.2

Perfil Vs 6.10	
COTA (m)	Vs (m/s)
51,98	250
43,48	250
43,48	240
39,98	240
39,98	350
31,98	350
21,98	350

Tabla 14 Perfil Vs estructura 6.10 cerca del estribo 2

E2	
#	Punta pilote
	COTA (m)
1	38,717
2	38,991
3	39,124
4	38,775
5	39,122
6	38,732
7	38,75
8	38,80
9	38,95
10	38,82
11	38,756
12	38,79
13	38,62
14	39,474
15	38,864
16	38,775
17	39,198
18	38,435
19	38,392
20	38,61
21	38,546
22	38,651
23	38,907
24	38,95
25	39,165
26	38,72
27	38,665
28	38,74

Tabla 15 Pilotes hincados para el estribo E2 estructura 6.10

	P4	P3
#	Punta pilote	Punta pilote
	COTA (m)	COTA (m)
1	38,55	38,867
2	38,94	40,30
3	39,58	39,94
4	39,23	38,89
5	38,97	45,18
6	38,79	43,78
7	38,87	38,83
8	39,38	39,29
9	38,89	39,56
10	38,85	39,16
11	38,90	45,75
12	40,78	43,44
13	39,01	38,91
14	42,41	39,17
15a	43,02	39,29
15	46,38	39,05
		42,08

Tabla 16 Pilotes hincados pila 4 y pila 3 para la estructura 6.10



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Quevedo Cortez, Brayan Ricardo**, con C.C: # **0931064737** autor del trabajo de titulación: **El uso de pruebas geofísicas de Velocidades de Onda (Vs) como complemento a las herramientas geotécnicas para determinar la punta de cimentación en pilotes diseñados a rechazo hasta profundidades de 30 metros** previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 13 de septiembre del 2018

f. _____

Nombre: **Quevedo Cortez, Brayan Ricardo**

C.C: **0931064737**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	El uso de pruebas geofísicas de Velocidades de Onda (Vs) como complemento a las herramientas geotécnicas para determinar la punta de cimentación en pilotes diseñados a rechazo hasta profundidades de 30 metros.		
AUTOR(ES)	Quevedo Cortez, Brayan Ricardo		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Caicedo Aspiazu, Adolfo Carlos		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Ingeniería		
CARRERA:	Ingeniería Civil		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Civil		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	13 de septiembre del 2018	No. DE PÁGINAS:	72
ÁREAS TEMÁTICAS:	Prospección Geofísica, Geotécnica, Cimentaciones de pilotes		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	VS, métodos geofísicos, ensayos MASW, ensayos MAM, análisis multi-canal de ondas superficiales, Microtremor.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>La geofísica aplicada a tomado un gran avance para propósitos ingenieriles donde se puede usar este conocimiento para distintos propósitos, existen métodos geofísicos no destructivos que permiten deducir las características dinámicas de un sitio. El principal objetivo de esta investigación es estudiar la aplicación del análisis multi-canal de ondas superficiales en sus variantes activa y pasiva, para obtener el perfil de velocidades de ondas de corte. Esta investigación se enfocará en la determinación del estrato resistente para la punta de los pilotes de la estructura para el acceso al nuevo puerto de Manta, mediante el uso de diferentes fuentes en ensayos activos, estudiar las propiedades geométricas de los arreglos de geófonos en mediciones pasivas, y la combinación de los resultados obtenidos con ambas técnicas. Estos ensayos se utilizarán como complemento a otras herramientas geotécnicas. Los resultados de estos ensayos se compararán con la cota de punta de los pilotes hincados en el proyecto además se propone analizar el uso de dichas pruebas para determinar de manera eficiente junto con el método tradicional de realizar perforaciones.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-983321031	E-mail: brayanrq@live.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Clara Glas Cevallos		
	Teléfono: +593-4 -2206956		
	E-mail: clara.glas@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			