

1.0 INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La empresa **SIGA INGENIERIA PERU, S.A.** solicito a la **Empresa EGEA ANDINA, SAC.** la realización de investigaciones geofísicas de Masw y Sev, la cual fue realizada en el Proyecto “Parque Eólico Morrope”.

1.2. Objetivos del Estudio

El objetivo del presente estudio permitirá obtener un modelo de velocidades (V_s y V_p) a manera de estratos y la potencia de los mismos; asimismo, la probable ubicación en profundidad del suelo compacto o roca. También, mediante cálculos numéricos (Ver Anexo 9.4, Ecuaciones Matemáticas), para cada perfil interpretado se obtendrá los parámetros dinámicos: Modulo de Volumen (K), Modulo de Young (E), Modulo de Cizalla (G) y Coeficiente de Poisson (ν).

El objetivo de un SEVs es la obtención de un modelo de variación de la resistividad aparente en función de la profundidad, a partir de mediciones realizadas en superficie.

- Distinguir las capas del subsuelo, según sus resistividades eléctricas, predominante en cada una de ellas e inferir en forma aproximada, su grado de permeabilidad.
- Determinar los espesores de las capas mencionadas.
- Estimar la profundidad del techo del basamento.

1.3. Ubicación de la Zona de Estudio

La ubicación del área de estudio se encuentra en el departamento de Chiclayo.

El área de influencia, donde se realizó el levantamiento geofísico se encuentra dentro de las coordenadas señaladas en la Tabla No. 1.1 y Fig. 1.1, - Fig. 1.2, para la zona. Asimismo; la disposición y dirección de cada punto de Masw y Sev, se presenta en el Anexo 9.1

Tabla Nro. 1.1: Coordenadas Trazadas del Estudio

Coordenadas - Morrope			
Al Norte	N 9264244	Al Este	E 602616
Al Sur	N 9261961	Al Oeste	E 606760

Nota: Las coordenadas se encuentran en Datum WGS84 zona 17L

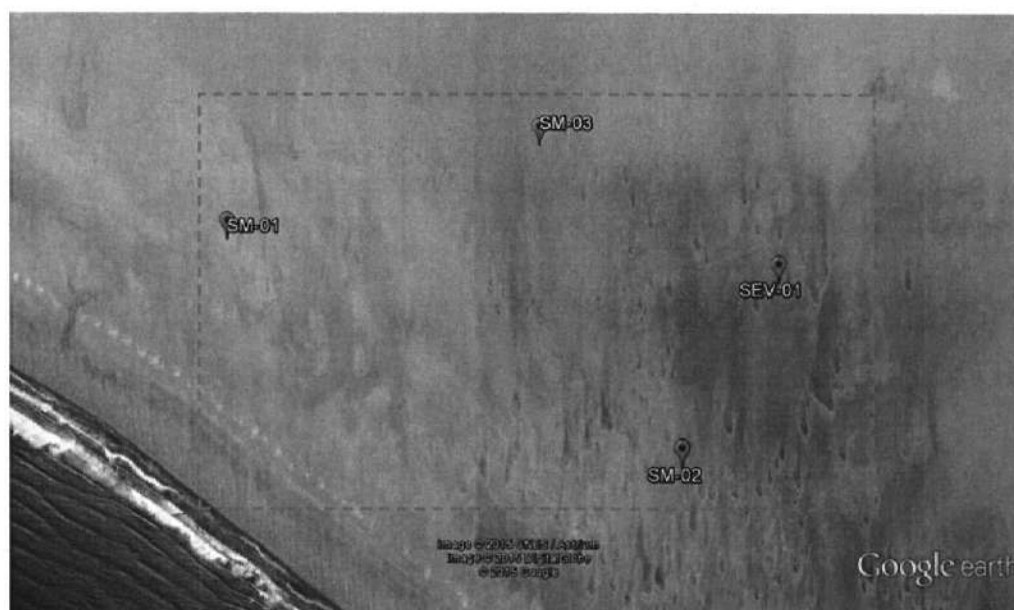


Figura 1.1. Área del Proyecto - Morrope

1.4. Programa de Investigaciones Geofísicas

El Proyecto “Parque Eólico Morrope”, se realizó con el objeto de conseguir información de velocidades V_s , V_p , Parámetros dinámicos, resistividades y las condiciones geológicas y geotécnicas de las áreas donde se realizaran la construcción.

Para lo cual; se planteo en los términos de referencia la ejecución en diversas áreas específicas el levantamiento de estudios geofísicos (Masw y Sev).

Para la zona de estudio se planteó ensayos de Masw, distribuidos en diferentes puntos de la zona (Ver Anexo 9.1, Plano de Ubicación PU-01 y PU-02), donde se visualiza la dirección y sus respectivas coordenadas.

ENSAYOS DE MASW - MORROPE		
	X_WGS84	Y_WGS84
SM-01	9263515	602675
SM-02	9262015	605584
SM-06	9264097	604702
SEV-01	9263185	606234

1.5. Personal Responsable

En general; el levantamiento de campo se programó bajo la responsabilidad de Ing. Oscar Calle Chacaliza y la interpretación fue realizada por el Geólogo Glicerio Fernández Jódar.

Tabla Nro. 1.2: Personal Participante del Levantamiento

Profesional	Cargo	Función
Geólogo Glicerio Fdez	Responsable	Responsable del Proyecto
Ing. Oscar Calle	Ingeniero Geólogo	Responsable de toma de datos
Tec. Walter Castro	Chofer	Apoyo en traslado del personal

2.0 DESCRIPCIÓN Y PRINCIPIO

2.1 Descripción del Método MASW 1D.

El ensayo MASW, o Análisis de Ondas Superficiales en Arreglo Multicanal, se define según la dispersión o el cambio en velocidad de fase respecto a la frecuencia, la cual es la propiedad fundamental utilizada en métodos de onda de superficie. La velocidad de onda de corte puede ser derivada invirtiendo la velocidad de fase dispersiva de las ondas superficiales. La dispersión de ondas de superficie puede ser significativa en presencia de capas de velocidad, lo cual es común en ambientes cercanos a la superficie (superiores a 100 m). Existen otros tipos de ondas de superficie (ondas que se propagan a lo largo de la superficie de la tierra), pero para esta aplicación, se enfoca en las ondas Rayleigh, también conocidas como "ground roll". Por ello, el término onda superficial, cuando se usa en la SASW (Spectral Analysis of Surface Wave), MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave) o MAM (Micro-Tremor Array Measurement) refiere básicamente a las ondas Rayleigh.

Existen dos maneras, en que las ondas superficiales son generadas: Fuentes activas, cuando la energía es ocasionada intencionalmente en una ubicación específica, registrando los datos en el momento en que se genera la energía. Asimismo, también existen las fuentes pasivas, o estudios de micro tremores donde el registro y el movimiento son continuos, la energía ambiental es generada por ruido cultural, tráfico, fábricas, viento, movimiento ondulatorio, entre otros; y es registrada.

La energía de las ondas de superficie decae exponencialmente con la profundidad. La energía, o también amplitud de una frecuencia en particular, es dependiente de la relación entre la profundidad y la longitud de onda. Entonces, para cada frecuencia, la amplitud decrece proporcional a la profundidad e inverso a la longitud de onda. Esto significa que para una longitud de onda más larga (periodo más largo y frecuencia más baja), las ondas superficiales viajan más profundo y de este modo contiene más información de una estructura de velocidad más profunda; sin embargo, para una longitud de ondas más corta (periodo corto y alta frecuencia) la onda de superficie viaja a poca profundidad y de este modo contiene más información de estructuras de velocidad más superficiales.

2.1.1 Parámetros Dinámicos Generales

• Velocidad de Corte

Las ondas S (*secundarias*), son ondas en las cuales el desplazamiento es transversal a la dirección de propagación. Su velocidad es menor que la velocidad de las ondas primarias, para este estudio es obtenida a través del MASW.

Debido a ello, éstas aparecen en el terreno después que las primeras ondas. La velocidad de propagación de las ondas S en medios isotrópicos y homogéneos depende del módulo de corte μ y de la densidad ρ del material siendo su relación:

$$v_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

• Módulo de Poisson

Nombrado en honor a Simeon Poisson, es una constante elástica que proporciona una medida del estrechamiento de sección de una partícula de material elástico lineal e isotrópico cuando se estira longitudinalmente y se adelgaza en las direcciones perpendiculares a la de estiramiento.

Si se toma un prisma mecánico fabricado en el material cuyo coeficiente de Poisson pretendemos medir y se somete este prisma a una fuerza de tracción aplicada sobre sus bases superior e inferior, el coeficiente de Poisson se puede medir como: la razón entre el alargamiento longitudinal producido dividido por el acortamiento de una longitud situada en un plano perpendicular a la dirección de la carga aplicada. Este valor coincide igualmente con el cociente de deformaciones, de hecho la fórmula usual para el Coeficiente de Poisson es:

$$\nu = - \frac{\epsilon_{lat}}{\epsilon_{long}}$$

- **Módulo de Corte y Volumétrico**

No obstante, en mecánica de suelos suele trabajarse con otros dos parámetros elásticos, el módulo volumétrico K y el módulo de corte G , que dividen las deformaciones elásticas o recuperables en una parte volumétrica (cambio de volumen manteniendo la forma) y en una parte distorsional (cambio de forma manteniendo el volumen), respectivamente. Ambos pueden obtenerse a partir de los valores de E (Módulo de Young) y ν (Velocidad) tal como se expone a continuación.

$$K = \frac{E}{3(1-2\nu)} \quad G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

- **Módulo de Young**

El módulo de elasticidad o módulo de Young es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza. Para un material elástico lineal e isótropo, el módulo de Young tiene el mismo valor para una tracción que para una compresión, siendo una constante independiente del esfuerzo siempre que no exceda de un valor máximo denominado límite elástico, y es siempre mayor que cero: si se tracciona una barra, aumenta de longitud, no disminuye. Este comportamiento fue observado y estudiado por el científico inglés Thomas Young.

Tanto el módulo de Young como el límite elástico son distintos para los diversos materiales. El módulo de elasticidad es una constante elástica que, al igual que el límite elástico, puede encontrarse empíricamente con base al ensayo de tracción del material.

Como se ha explicado para un material elástico lineal el módulo de elasticidad longitudinal es una constante (para valores de tensión dentro del rango de reversibilidad completa de deformaciones). En este caso su valor se define mediante el coeficiente de la tensión y de la deformación que aparecen en una barra recta estirada que esté fabricada en el material para el cual pretendemos estimar el módulo de elasticidad de la siguiente manera:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{F/S}{\Delta L/L}$$

Todos estos parámetros son estimados y determinados cuantitativamente en laboratorio, pero determinado los valores de la velocidad de la onda P (V_p) en cada registro y la densidad (d) definida por cada capa sísmica, se pueden calcular matemáticamente los parámetros Seudo dinámicos (Ver Anexo 9.2.3):

2.2 Fundamento Teórico de la Prospección Eléctrica

2.2.1 Resistividad Eléctrica (pa)

Para trabajar con el método eléctrico de resistividad eléctrica se crea un campo eléctrico mediante dos electrodos puntuales A y B, denominados de emisión, a través de los cuales se inyecta en el terreno una corriente eléctrica continua de intensidad (I). Entre otros dos puntos del terreno con ayuda de dos electrodos M y N de medida, situados en estos puntos y mediante el correspondiente instrumento de medida, se miden las diferencias de potencial (ΔU) que se han generado. La disposición relativa de los electrodos A, B, M y N, que configuran el dispositivo tetraelectródico, está determinada por el tipo de problema geológico que se quiere resolver.

Los electrodos A y B crean en el punto M, que dista de ellos de una distancia r_{AM} y r_{BM} , un campo eléctrico con potenciales U_{MA} y U_{MB} , según las expresiones:

$$U_{MA} = \frac{\rho I}{2\pi} \frac{1}{r_{AM}} \quad U_{MB} = -\frac{\rho I}{2\pi} \frac{1}{r_{BM}} \quad (1)$$

El potencial total en el punto M es:

$$U_M = U_{MA} + U_{MB} = \frac{\rho I}{2\pi} \frac{1}{r_{AM}} - \frac{\rho I}{2\pi} \frac{1}{r_{BM}} = \frac{\rho I}{2\pi} \left(\frac{1}{r_{AM}} - \frac{1}{r_{BM}} \right) \quad (2)$$

Análogamente, el potencial en el punto N es:

$$U_N = U_{NA} + U_{NB} = \frac{\rho I}{2\pi} \frac{1}{r_{AN}} - \frac{\rho I}{2\pi} \frac{1}{r_{BN}} = \frac{\rho I}{2\pi} \left(\frac{1}{r_{AN}} - \frac{1}{r_{BN}} \right) \quad (3)$$

La diferencia de potencial entre los puntos M y N será:

$$\begin{aligned} \Delta U = U_M - U_N &= \frac{\rho I}{2\pi} \left(\frac{1}{r_{AM}} - \frac{1}{r_{BM}} \right) - \frac{\rho I}{2\pi} \left(\frac{1}{r_{AN}} - \frac{1}{r_{BN}} \right) \\ &= \frac{\rho I}{2\pi} \left(\frac{1}{r_{AM}} - \frac{1}{r_{BM}} - \frac{1}{r_{AN}} + \frac{1}{r_{BN}} \right) \end{aligned} \quad (4)$$

De aquí obtenemos la siguiente expresión para la resistividad eléctrica ρ de un medio homogéneo, en cuya superficie se encuentra un dispositivo tetraelectródico:

$$\rho = K \frac{\Delta U}{I} \quad (5)$$

$$K = \frac{2\pi}{\frac{1}{r_{AM}} - \frac{1}{r_{BM}} - \frac{1}{r_{AN}} + \frac{1}{r_{BN}}} \quad (6)$$

La variable K es solo función de la distribución de los cuatro electrodos sobre el terreno y se denomina coeficiente del dispositivo. Según la expresión (6), el coeficiente del dispositivo tiene dimensiones de longitud.

La expresión (5), obtenida para un medio homogéneo, se puede aplicar para la interpretación de los resultados de la medición con un dispositivo tetraelectródico situado en la superficie de un terreno heterogéneo. Sin embargo, en este caso el resultado de cálculo será una cierta magnitud arbitraria que tiene las dimensiones de una resistividad eléctrica. A esta magnitud arbitraria se la denomina resistividad eléctrica aparente y se designa por ρ_a .

Por consiguiente, en el caso general:

$$\rho_a = K \frac{\Delta U}{I} \quad (7)$$

2.2.2 Sondaje Eléctrico Vertical - SEV

El SEV es un método eléctrico de corriente continua que se basa en la medida de la diferencia de potencial (ΔU) en un punto, a causa de la inducción de corriente en el medio a través de tomas de tierra (electrodos) conectados directamente al subsuelo, que emiten y registran el paso de la corriente eléctrica en el sustrato. Los métodos de corriente continua permiten determinar la resistividad eléctrica (ρ) de las rocas del subsuelo o su inversa, la conductividad eléctrica (σ).

Los SEV fueron ejecutados con el dispositivo tetraelectródico simétrico de Schlumberger, y una longitud de línea de emisión de corriente ($AB/2$) entre 500 y 1500 m.

La configuración Schlumberger está definida por cuatro electrodos dispuestos, en la superficie del terreno, de forma colinear, con los dos electrodos de corriente (A, B) dispuestos en los extremos y los dos electrodos de potencial (M, N) ubicados entre los de corriente (Figura 2.2). En este dispositivo, los electrodos de potencial o de medida son fijos y están separados por una distancia r_{MN} . Por otro lado, los electrodos de corriente están separados r_{AB} y se alejan de manera progresiva y simétrica del punto de atribución (O) (Orellana, 1982). Al aumentar la distancia entre los electrodos de corriente y los de potencial, se alcanzan distintos niveles de profundidad, obteniendo su resistividad eléctrica aparente en el punto medio (punto de atribución) de cada

conjunto de electrodos. La resistividad eléctrica aparente se determina a partir de la expresión (7) usando el coeficiente de distribución (K) del dispositivo Schlumberger:

$$K = \frac{\pi}{4} \frac{(r_{AB})^2 - (r_{MN})^2}{r_{MN}}$$

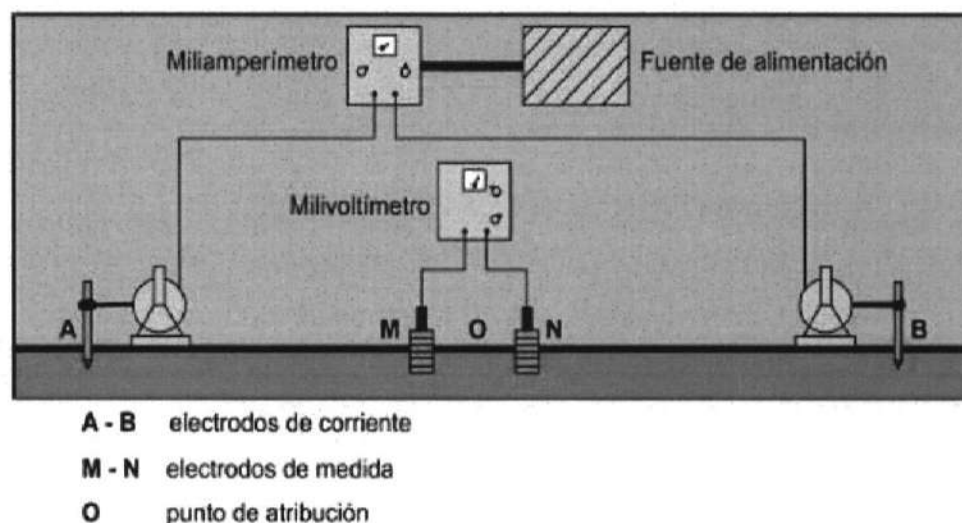


Figura 2.2. Distribución en el campo del dispositivo Schlumberger.

3.0 EQUIPOS Y PARAMETROS DE LEVANTAMIENTO GEOFISICO

3.1 Equipo de Masw

Para este levantamiento, se empleó el mismo equipo que la refracción sísmica:

- ✓ 01 Sismógrafo ES 3000 Digital de 24 canales.
- ✓ 01 cable sísmico de 24 canales (3m entre geófonos).
- ✓ 24 Geófonos de 4.5 Hz.
- ✓ Cable Hammer Switch.
- ✓ Comba de 24 libras.
- ✓ Placa metálica de 25x25 cm.
- ✓ 01 Baterías de 12 Voltios.
- ✓ 100 metros de cable mellizo.
- ✓ 01 caja de herramientas.
- ✓ 03 radios Motorola de comunicación.

El levantamiento se realizó empleando los siguientes parámetros, tal como se muestra en la Tabla 3.1:

Tabla 3.1. *Parámetros de adquisición del método de MASW*

PARAMETRO	DESCRIPCION
Configuración de dispositivo	Lineal
Longitud de dispositivo	Aproximadamente dos veces la profundidad de interés si no hay datos de fuente pasiva. 69 m
Intervalo de geófono	3 m
Número total de geófonos	24 unidades
Tipos de geófono	Geófono vertical de 4.5 Hz.
Localización de punto de tiro	En la prolongación de la línea fuera de ella a una distancia de 10% y 20% de la longitud del dispositivo, tanto en modo normal como en modo reverso.
Equipo de fuentes sísmica	Comba de 24Lb.
Trigger	Interruptor de tiro conectado al puerto del sismógrafo
Intervalo de muestreo	0.5ms
Longitud de registro	2.0 segundos
Staking	De acuerdo a la calidad de la data.

3.2 Equipo del Sondaje Eléctrico Vertical (SEV)

El equipo que se utilizó para el levantamiento de los SEV:

- ✓ Resistivímetro Syscal Pro de 10 canales
- ✓ Electrodo de Acero
- ✓ Cables de Corriente # 14 de 100m c/u
- ✓ Baterías de 12V
- ✓ Combas
- ✓ Multímetro
- ✓ Flexómetro 50m

3.1.1. Parámetros de SEV

El levantamiento se realizó empleando los siguientes parámetros (Ver Tabla 3.1).

Tabla Nro. 3.1: Parámetros de SEV

Parámetro	Descripción
Configuración	Schlumberger
Espaciamiento entre Electrodo	Según arreglo
Stacks min/max	2 – 4
Quality factor	2
Reading	Promedio
Voltaje	Asignado

4.0 PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO DE CAMPO

El procedimiento de campo está dado por los siguientes procesos:

- **Reconocimiento de la Zona de Estudio.** Consiste en hacer un análisis visual de las características del terreno, evaluando la accesibilidad y los riesgos/peligros que puedan suscitarse. El resultado de este proceso es mejorar y hasta replantear la ubicación y dirección de las líneas de planteadas en el proyecto, sin causar alguna variación en los objetivos trazados
- **Instalación de Equipos y Cables.** Este proceso permite ubicar el equipo adecuado, según el número de tendidos previamente planificado. Asimismo, se procede a instalar los cables y los equipos de medición (geófonos de 4.5Hz) en campo. Cabe señalar que los puntos de adquisición podrán modificarse conforme se adquiere los datos con la intención de mejorar la adquisición y lograr la mejor adquisición de datos.
- **Toma de Datos.** El operador del equipo (sismógrafo), geofísico de campo, define y califica los datos conforme se van adquiriendo, indicando repeticiones o cambio de fuentes de energía o posición del equipo, según sea conveniente o necesario para el levantamiento sobre superficie.
- Para la ejecución de los SEVs, se empleó la configuración Wenner - Schlumberger, con tendidos de línea de emisión AB hasta de 200m; cuyos avances fueron de 2.00, 4.00, 6.00, 8.00, 10.00, 14.00, 20.00, 30.00, 40.00, 60.00, 80.00, 100.00, 140.00, 200.00.

- **Finalización de Toma de Datos.** En este proceso, culminada todo los shots (refracción), el operador del equipo Sismógrafo, comunica al personal el recojo de todo los equipos para la movilización a otro punto. Cabe señalar que al finalizar el levantamiento el responsable de grupo verifica y visualiza la zona de trabajo con la intención de cerciorarse si todo el equipo fue recogido y si no hay restos contaminantes. Caso se presentara, el personal tiene la obligación y responsabilidad ambiental de mitigar el efecto.

5.0 CRITERIOS DE PROCESAMIENTO E INTERPRETACION

En general, los procesos de procesamiento e interpretación de los métodos levantados en el Proyecto parque Eólico de Morrope, se hace netamente en gabinete, empleando para ello software especializado.

Para lo cual, se mencionara los criterios principales de procesamiento de cada método y los entregables finales.

5.1 Métodos Sísmicos

Dentro de la familia de los métodos sísmicos; en este proyecto se ha realizado el levantamiento de Masw.

5.1.1 Análisis de Registros y Calificación de Datos

El análisis de cada registro se aplica en todo los métodos sísmicos (Masw), inicialmente en campo y posterior en gabinete; y generalmente es antes de iniciar el procesamiento.

En este proceso se verifica y analiza cada una de las señales obtenidas en campo, calificando cada uno de los registros y sus repeticiones a fin de obtener el registro de mejor calidad de dispersión de ondas (Vs).

Esta calificación de datos consiste en verificar digitalmente la información obtenida en campo (registro de trazas; Ver Figura 5.1), con el fin de discriminar aquellas que muestren baja calidad.

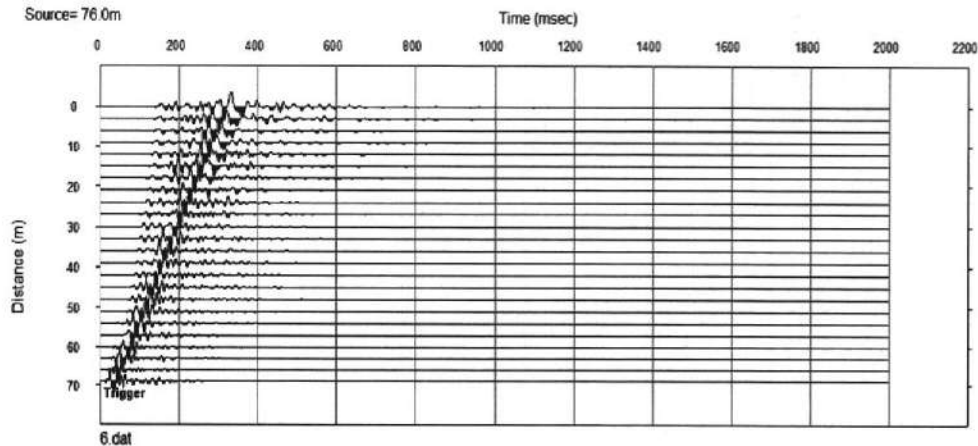


Figura 5.1. Vista de una Trazas Sismica Adecuada

5.1.2 Procesamiento de Datos

Para el MASW, se emplea el paquete de software que corresponde al análisis de ondas superficiales llamado "Surface Wave Analysis Wizard", y el "WaveEq(Surface Wave Analysis)", con lo cual se determina primero un gráfico de Velocidad de fase vs. Frecuencia y la obtención de la curva de dispersión, para luego calcular mediante Inversión la variación en profundidad de la velocidad de Onda de Corte o "S".

5.1.3 Interpretación

Definidos las velocidades de corte de cada perfil sísmico y sus potencias, se hace un análisis cualitativo correlacionando dicha información con las observaciones hechas en campo, geología y apoyándose con información adicional proporcionada por calicatas, perforaciones y artículos de geología regional o local, si lo hubiera. Esto permitirá dar un mayor alcance de lo obtenido con geofísica.

Con la información obtenida (V_p , V_s) y asumiendo una densidad promedio de una tabla teórica (Ver en el Anexo 9.5; Tabla de Densidad Telford et al, 2001), se calcula los parámetros dinámicos de cada perfil interpretado: Modulo de Volumen (K), Modulo de Young (E), Modulo de Cizalla (G) y Coeficiente de Poisson (ν).

Asimismo, toda esta información es necesaria para poder complementar y ajustar mejor el cálculo de los parámetros dinámicos de cada perfil (Ver Anexo 9.1.2).

5.2 ANÁLISIS Y CALIFICACION DE SONDAJES DE SEV

Para este proyecto se ha realizado el SondaJE Eléctrico Vertical (SEV).

5.2.1 Análisis calificación de Datos

Es esta etapa el análisis inicial consiste en calificar la información de las diversas pulsaciones de corriente (proceso que se realiza en campo); ya en las oficinas se re-verifica y se obtiene una base de datos final de acuerdo a los patrones de respuesta. Dicha calificación se hace para dejar aquellos datos dudosos o anómalos. Este proceso es mediante el programa de calificación RES1DINV para el SEV.

5.2.2 Procesamiento de Datos

Para el procesamiento e interpretación para el ensayo de SEV, se hace netamente en gabinete, empleando para ello software especializado.

Para la interpretación cuantitativa de los SEVs, se utilizó el programa RES1D y WINSEV 6.1 desarrollado por W-Geosoft.

5.2.3 Consideración de Interpretación

De acuerdo a la literatura y experiencia institucional, para poder hacer una interpretación, se debe tener en consideración algunos factores que influyen su valor en el terreno:

- Grado de saturación del terreno
- Porosidad y la forma del poro
- La salinidad del fluido
- El tipo y composición de la roca
- La temperatura
- Los procesos geológicos que afectan a los materiales
- La presencia de materiales arcillosos con alta capacidad de intercambio catiónico.

Asimismo, se debe tener en cuenta que existe una directa relación entre la resistividad eléctrica y el grado de saturación del terreno, y que los valores pueden variar significativamente. En tal sentido, se debe tener claro el incremento o disminución de fluidos en el terreno ya sea en superficie o en profundidad.

Definida, las variaciones de terreno y obtenido los resultados de resistividad, se delimitar las áreas en estratos o sectores. Asimismo, esta información es complementada con otros métodos o aplicaciones (sísmicos).

5.3 Presentación de Resultados

Primeramente, se muestran los planos de ubicación de las líneas sísmicas, puntos de MASW (PU-01 y PU-02), ejecutados en el presente estudio.

Para el MASW 1D, se presentan:

- Gráfico de Velocidad de Fase vs Frecuencia, en donde se ve la curva de dispersión, lo que representa la información obtenida en campo.
- Perfil de Variación de Velocidad de Onda de Corte en Profundidad, y el gráfico donde se ve la curva de atenuación obtenida en campo y la teórica obtenida por la Inversión haciendo una comparación de las mismas para verificar la calidad de los resultados obtenidos (Ver Anexo 9.311).
- Parámetros Seudo Dinámicos obtenidos a partir de la información del MASW.

5.4 Descripción de Anexos

En general; el levantamiento geofísico realizado en el Proyecto "Parque Eólico Morrope" presenta:

- **Plano de Ubicación (PU-01).** Mapa en planta en donde se encuentra geo referenciada las líneas geofísicas. Así como las progresivas y las coordenadas de ubicación y se muestra en el Anexo 9.1.
- **Perfiles de Interpretación.** Sección 1D de Masw, en donde se mapea los estratos en función a Vs y se muestra en el anexo 9.1.1. apartado. Asimismo se presenta los cálculos de los parámetros dinámicas para cada sección.
- **Tabla de Resistividades Eléctricas.** Intervalo de valores de resistividad eléctrica de algunos materiales geológicos (adaptado de Orellama 1972; palacky 1988); y se muestra en el anexo 9.7.
- **Ecuaciones Matemáticas.** Presentación de formulación a través del uso de Vp y Vs para el cálculo de los parámetros dinámicos (Anexo 9.3).
- **Tabla de Clasificación de Suelos.** Tabla usada para la clasificación o caracterización de los suelo de acuerdo a la Vs en función a la excitación de un fuente sísmica externa según NEHRP (1993), presentada en el anexo 9.4.
- **Tabla de Velocidades.** Valores de velocidades sísmicas en función a la ripabilidad del terreno según Caterpillar, edición 23 (Jenny, J. et al, 1999), presentado en el anexo 9.5.
- **Tabla de Densidades.** Valores que se utilizan para determinar los parámetros dinámicos de cada sección sísmica (Vp y Vs), según Telford et al, 2001; y se muestra en el anexo 9.6.

- **Galería de Fotos.** Presentación de fotos que demuestran el levantamiento de trabajo en las diferentes zonas (Ver Anexo 9.8).

6.0 DISCUSION DE RESULTADOS

En este apartado, se describe para cada zona la interpretación de los levantamientos geofísicos:

MASW – SM-01

En el Anexo 9.1.1 y la Tabla 6.1, se muestra el Perfil de Velocidad Final de la Onda de Corte para el (PVF-01), aprecia la diferenciación de capas y subcapas del perfil, de acuerdo al ensayo de MASW.

Tabla 6.1. Velocidad obtenida por el MASW de la onda de Corte.

	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)
Depth(m)	Aritmética	Armonica
0.00	222.98	222.98
1.07	216.16	216.16
2.31	242.08	242.08
3.71	326.01	326.01
5.27	411.64	411.64
7.01	448.06	448.06
8.90	474.36	474.36
10.96	511.91	511.91
13.19	546.13	546.13
15.58	589.00	589.00
18.13	625.79	625.79
20.85	653.54	653.54
23.74	676.53	676.53
26.79	694.13	694.13
30.00	698.83	698.83
Vs 30	489.14	462.59

Caracterización Sísmica de Suelos, Según NEHRP 1993.

Tipo	Profundidad (m)	Vs_30 (m-s)	Descripción
F	< 2.31	Suelos especiales (Licuables, colapsables, arcillas de muy alta plasticidad, suelos orgánicos de más de 3 metros de espesor.	
E	2.31 - 3.71	< 180	Suelo Blando
D	3.71 – 5.27	180 - 360	Suelo Rígido
C	5.27 - 30.0	360 - 760	Suelo muy Denso y Roca Blanda
B	>30	760 - 1500	Roca
A	-	> 1500	Roca Dura

Asimismo, de acuerdo a la clasificación de suelos en función a la velocidad Vs30 (Velocidad Promedio de la Onda de corte S en los 30

primeros metros de profundidad, ver Anexo 9.6) dada por la National Earthquake Hazards Reduction Program (NEHRP) en 1993, que señala los intervalos de Vs30 referidos a un tipo de material dependiendo de su comportamiento ante un sismo; los resultados obtenidos en el presente estudio muestran un material analizado que está dentro de la clasificación C, Suelo muy denso y roca blanda, ante la presencia de un Sismo.

MASW – SM-02

En el Anexo 9.1.1 y la Tabla 6.2, se muestra el Perfil de Velocidad Final de la Onda de Corte para el (PVF-02), en el se aprecia la diferenciación de capas y subcapas del perfil, de acuerdo al ensayo de MASW.

Tabla 6.2. Velocidad obtenida por el MASW de la onda de Corte.

	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)
Depth(m)	Aritmética	Armonica
0.00	288.19	288.19
1.07	281.05	281.05
2.31	265.40	265.40
3.71	317.44	317.44
5.27	430.14	430.14
7.01	553.24	553.24
8.90	645.36	645.36
10.96	701.28	701.28
13.19	739.20	739.20
15.58	746.51	746.51
18.13	753.82	753.82
20.85	764.68	764.68
23.74	777.38	777.38
26.79	790.39	790.39
30.00	796.19	796.19
Vs 30	590.02	553.82

Caracterización Sísmica de Suelos, Según NEHRP 1993.

Tipo	Profundidad (m)	Vs_30 (m-s)	Descripción
F	< 1.07	Suelos especiales (Licuables, colapsables, arcillas de muy alta plasticidad, suelos orgánicos de más de 3 metros de espesor.	
E	1.07 – 2.31	< 180	Suelo Blando
D	2.31 – 3.71	180 - 360	Suelo Rígido
C	3.71 – 7.01	360 - 760	Suelo muy Denso y Roca Blanda
B	7.01 – 30.0	760 - 1500	Roca
A	>30	> 1500	Roca Dura

Asimismo, de acuerdo a la clasificación de suelos en función a la velocidad Vs30 (Velocidad Promedio de la Onda de corte S en los 30 primeros metros de profundidad, ver Anexo 9.6) dada por la National

Earthquake Hazards Reduction Program (NEHRP) en 1993, que señala los intervalos de Vs30 referidos a un tipo de material dependiendo de su comportamiento ante un sismo; los resultados obtenidos en el presente estudio muestran un material analizado que está dentro de la clasificación C, Suelo muy denso y roca blanda, ante la presencia de un Sismo.

MASW –SM-03

En el Anexo 9.1.1 y la Tabla 6.1, se muestra el Perfil de Velocidad Final de la Onda de Corte para el (PVF-06), en el se aprecia la diferenciación de capas y subcapas del perfil, de acuerdo al ensayo de MASW.

Tabla 6.1. Velocidad obtenida por el MASW de la onda de Corte.

	S-velocity(m/s)	S-velocity(m/s)
Depth(m)	Aritmética	Armonica
0.00	323.65	323.65
1.07	321.87	321.87
2.31	318.98	318.98
3.71	339.25	339.25
5.27	393.38	393.38
7.01	461.95	461.95
8.90	550.69	550.69
10.96	614.44	614.44
13.19	683.04	683.04
15.58	735.30	735.30
18.13	756.59	756.59
20.85	774.92	774.92
23.74	793.57	793.57
26.79	813.37	813.37
30.00	828.25	828.25
Vs 30	580.62	554.42

Caracterización Sísmica de Suelos, Según NEHRP 1993.

Tipo	Profundidad (m)	Vs_30 (m-s)	Descripción
F	< 1.07	Suelos especiales (Licuables, colapsables, arcillas de muy alta plasticidad, suelos orgánicos de más de 3 metros de espesor.	
E	1.07 – 2.31	< 180	Suelo Blando
D	2.31 – 5.27	180 - 360	Suelo Rígido
C	5.27 – 13.19	360 - 760	Suelo muy Denso y Roca Blanda
B	13.19 – 30.0	760 - 1500	Roca
A	>30	> 1500	Roca Dura

Asimismo, de acuerdo a la clasificación de suelos en función a la velocidad Vs30 (Velocidad Promedio de la Onda de corte S en los 30 primeros metros de profundidad, ver Anexo 9.6) dada por la National

Earthquake Hazards Reduction Program (NEHRP) en 1993, que señala los intervalos de Vs30 referidos a un tipo de material dependiendo de su comportamiento ante un sismo; los resultados obtenidos en el presente estudio muestran un material analizado que está dentro de la clasificación D, Roca Blanda, ante la presencia de un Sismo.

6.1. SECCION GEOELECTRICA

- SEV – 01

Capa	Potencia (m)	Resistividad (Ωm)	Descripción
1	0.53	4.70	Capa compuesto de arena limosa o costras de arena con caliche cubiertos con arena eólica.
2	1.60	1.90	
3	2.70	0.37	Capa compuesto de arena limosa con intercalaciones de arcilla algo arenoso, en algunos tramos cementados y plásticas húmedas.
4	2.40	0.61	
5	21.00	0.87	
6	9.70	0.30	
6	>50	1.60	Capa compuesto de arena limosa con intercalaciones de arcilla algo arenoso, en algunos tramos cementados.

7.0 CONCLUSIONES

- El levantamiento geofísico de campo (**MASW** y **SEV**), se completó dentro de la programación establecida, y los regímenes de seguridad interna de la empresa aplicados a la zona.
- De acuerdo a los gráficos de Velocidad de Fase vs Frecuencia se puede deducir que la información fue adquirida con una alta relación de Señal – Ruido, ya que las curvas de atenuación se presentan de forma suave.
- Según los resultados de los ensayos realizados **no se pudo encontrar material competente y/o roca**, esto debido, y según la información geológica de la zona indican la una cuenca sedimentaria constituido por antiguas llanuras inundables compuestos de arena en algunas zonas englobados en matriz areno limoso semi consolidados cubiertos totalmente por depósitos de naturaleza eólica.
- Según los resultados obtenidos de los ensayos **SM-01** y **SM-02** se puede indicar que según la clasificación sísmica de suelos de (NEHRP), el tipo de suelo es de clasificación “C”, suelo muy denso a roca blanda, según información proporcionada de perforaciones.
- En el ensayo **SM-03**, según la clasificación sísmica de suelos de (NEHRP), el tipo de suelo es de clasificación “B”, Roca Blanda, en profundidad, esto debido al grado de cementación de los materiales presentes en la zona, pero esto no indica la presencia de roca.
- De los resultados de resistividad obtenida en campo se puede indicar que el medio donde se realizó el ensayo es de baja resistividad, esto por los depósitos lagunares existentes en la zona y compuestos de arenas en matriz limo-arcilloso, con presencia de sales en un medio húmedo, cubiertos por arena eólica, no se pudo encontrar roca.

8.0 RECOMENDACIONES

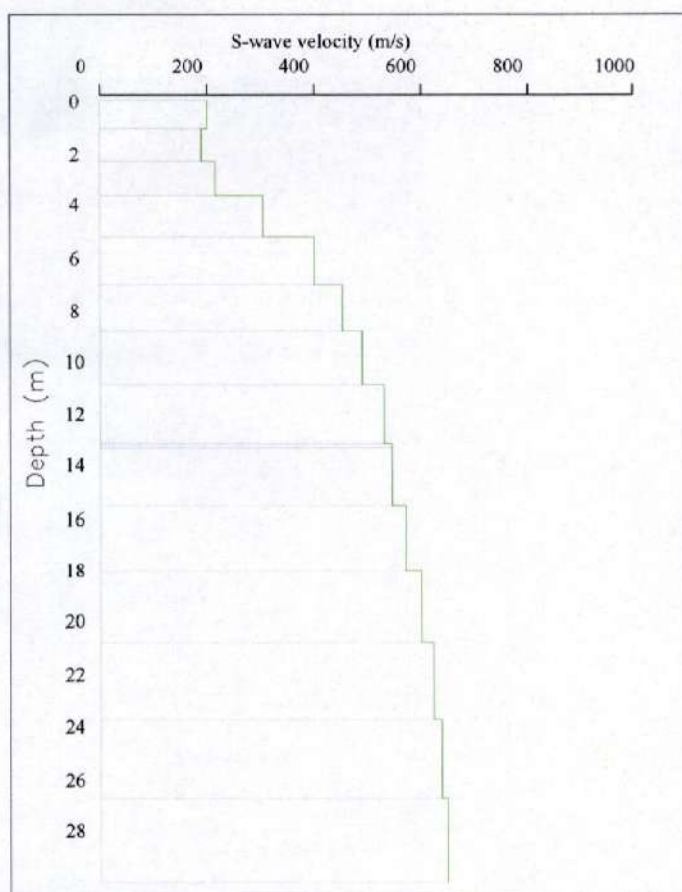
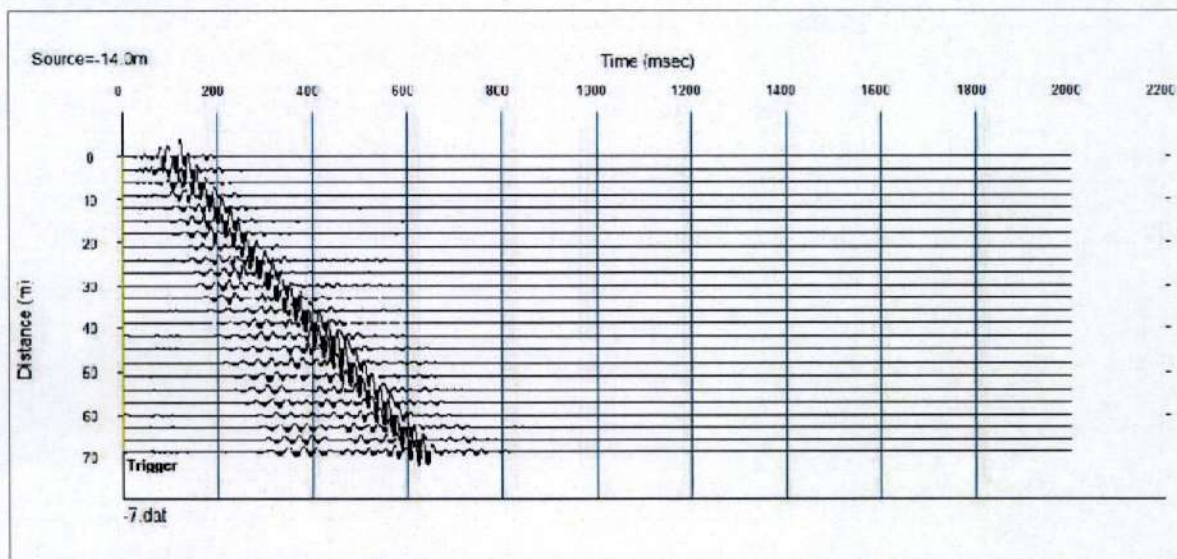
- Los métodos Geofísico de MASW y SEV, son ensayos indirectos por medio de emisión y recepción de ondas acústicas y que tiene un grado de aproximación aceptable. Por tal razón, se recomienda correlacionar los parámetros de velocidad con estructuras geológicas a lo largo de todos los perfiles sísmicos, así como utilizar información obtenida de métodos directos tales como calicatas y perforaciones; y poder darle un mayor grado de precisión en el estudio (Caso realizado en este estudio).
- Por otro lado, se debe contrastar y definir cada estrato con la información geológica geotécnica de la zona de estudio, con fines de congruir con las mismas nomenclaturas (caso realizado para la identificación de cada estrato de las diferentes zonas de estudio).
- Realizar más ensayos geofísicos que puedan llegar a mayor profundidad esto con la finalidad de encontrar suelos competentes y/o roca, donde pueden construir los componentes.

9.0 ANEXOS

9.1 PLANO DE UBICACIÓN (PU-01 y PU-02)

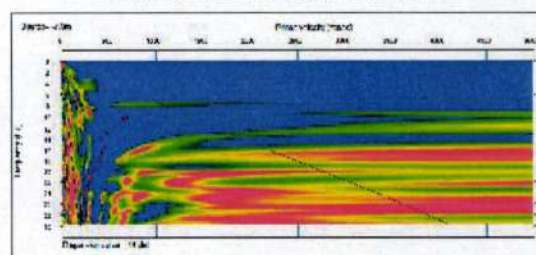
9.1.1 PERFILES DE CURVA DE DISPERSION

PERFIL DE CURVA DE DISPERSION Y VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D
MASW SM-01

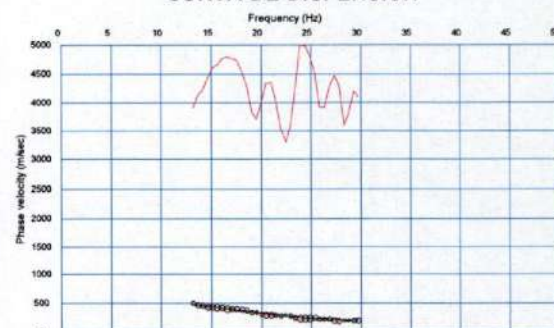


Variación de la Onda Vs en profundidad

CURVA DE LA VELOCIDAD DE FASE

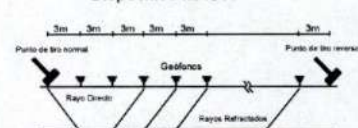


CURVA DE DISPERSION



Curva de dispersión Teórica
Curva de dispersión Real
Curva Referencial de ajuste

Dispositivo MASW



SOLICITADO POR:



EMPRESA ESPECIALIZADA:

ENSAYO DE MASW SM-01

PERFILES DE INTERPRETACION

ESTUDIO GEOFISICO DE MASW
"PARQUE EOLICO MORROPE"

REALIZADO POR:

Oscar Calle

ESCALA:

GRÁFICA

LÁMINA:

PVF-01

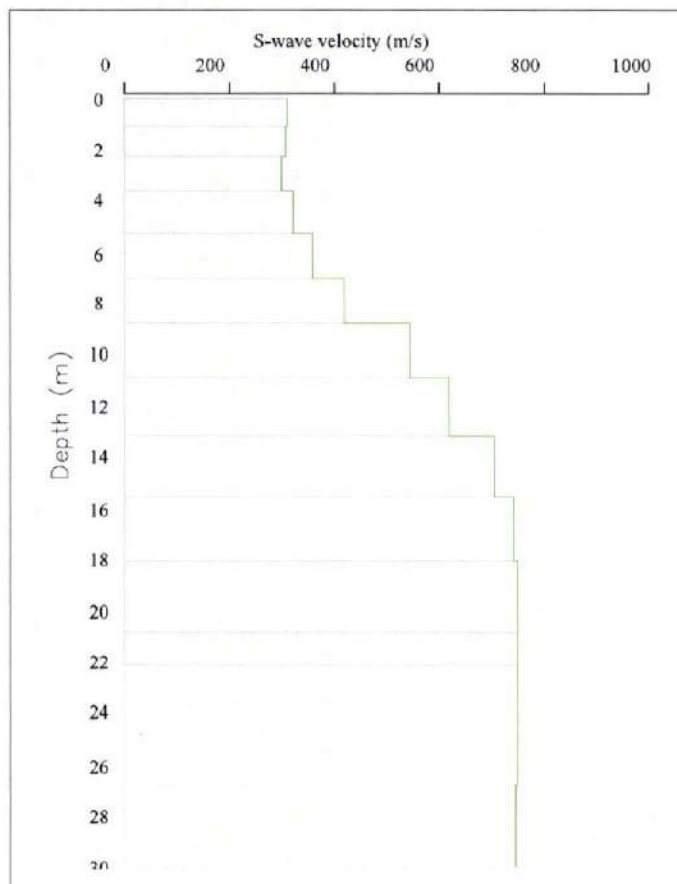
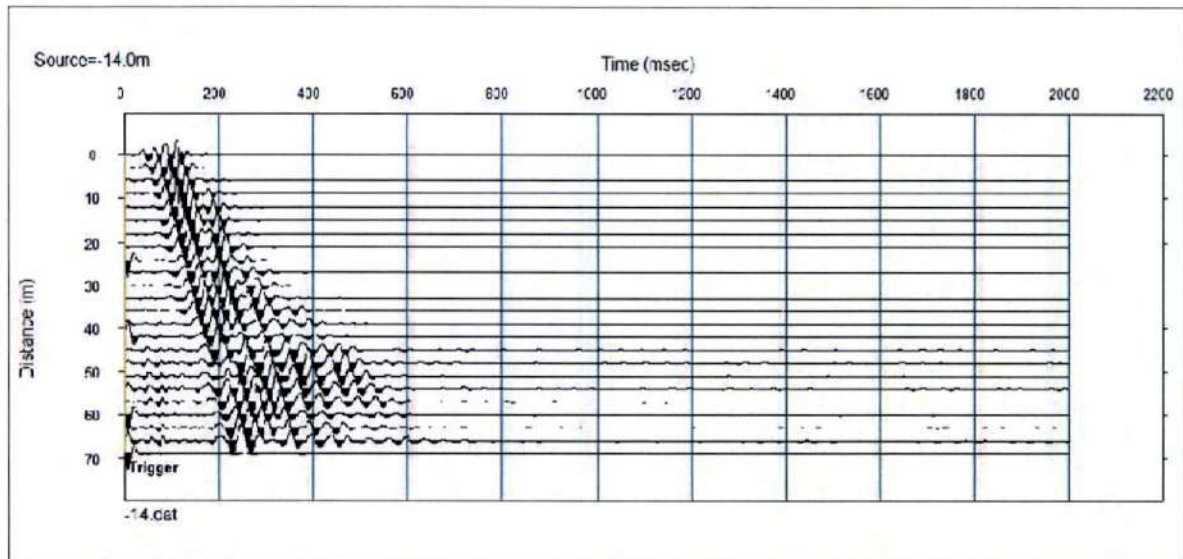
REVISADO POR:

Glicerio Fdez

FECHA:

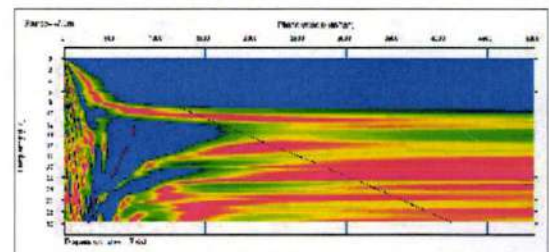
JULIO 2015

PERFIL DE CURVA DE DISPERSION Y VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D
MASW SM-02

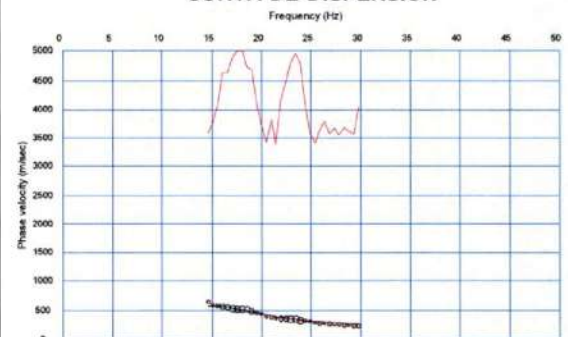


Variacon de la Onda Vs en profundidad

CURVA DE LA VELOCIDAD DE FASE

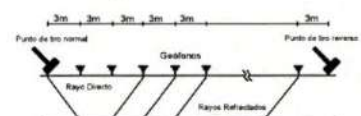


CURVA DE DISPERSION



Curva de dispersion Teorica
Curva de dispersion Real
Curva Referencial de ajuste

Dispositivo MASW



SOLICITADO POR:



EMPRESA ESPECIALIZADA



ESTUDIO GEOFISICO DE MASW
"PARQUE EOLICO MORROPE"

ENSAYO DE MASW SM-02

REALIZADO POR:

Oscar calle

ESCALA:

GRÁFICA

LÁMINA:

PVF-02

PERFILES DE INTERPRETACION

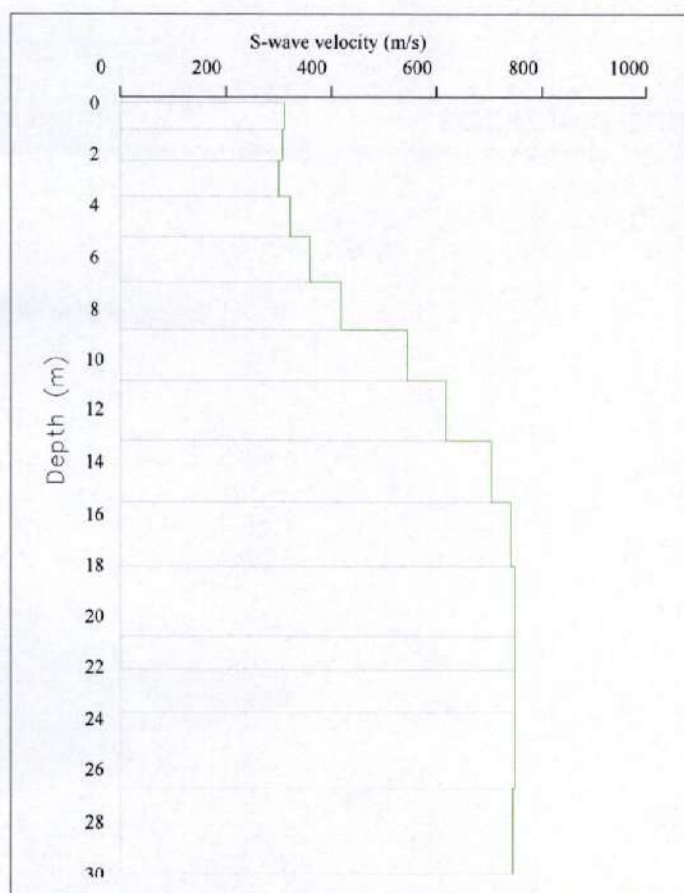
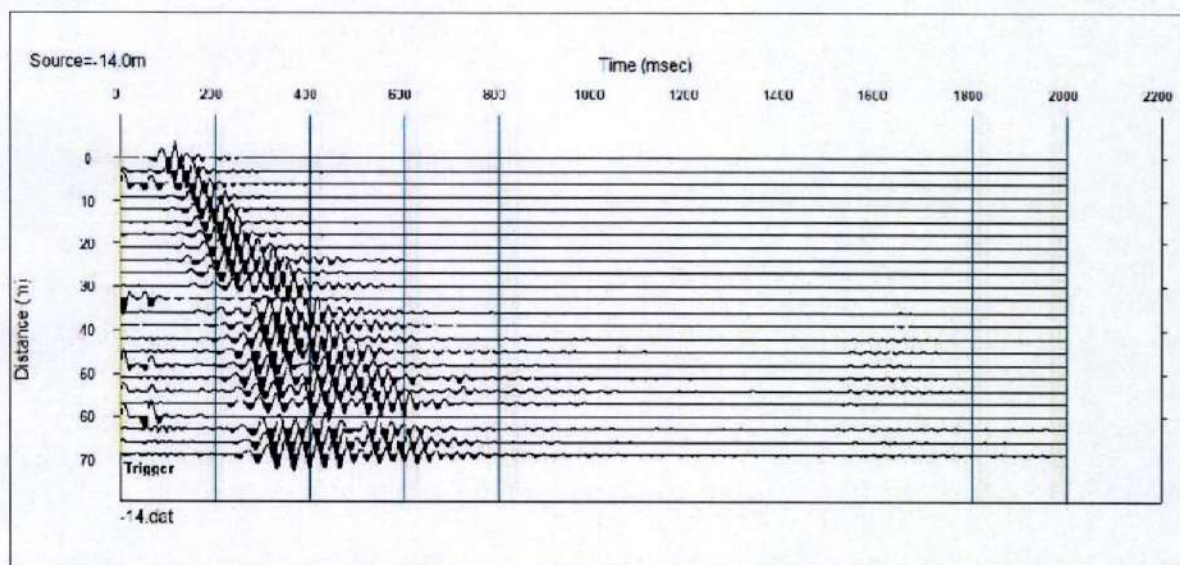
REVISADO POR:

Glicerio Fdez

FECHA:

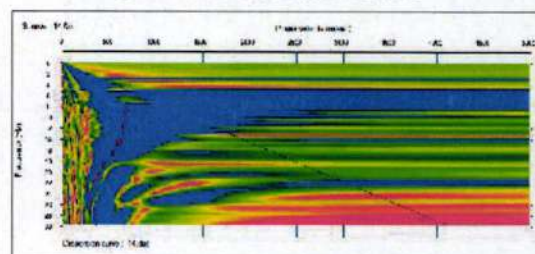
JULIO 2015

PERFIL DE CURVA DE DISPERSION Y VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE 1D
MASW SM-03

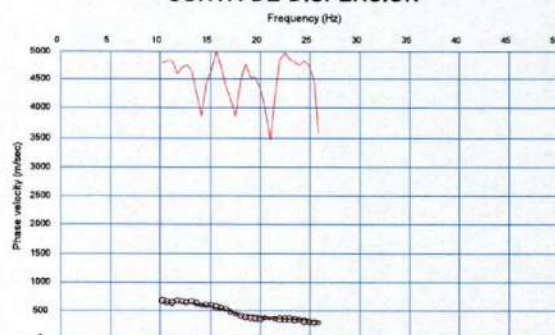


Variación de la Onda Vs en profundidad

CURVA DE LA VELOCIDAD DE FASE



CURVA DE DISPERSION

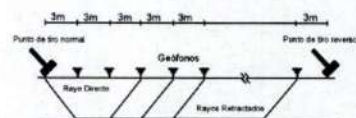


Curva de dispersión Teórica

Curva de dispersión Real

Curva Referencial de ajuste

Dispositivo MASW



SOLICITADO POR:



EMPRESA ESPECIALIZADA



ESTUDIO GEOFISICO DE MASW
"PARQUE EOLICO MORROPE"

ENSAYO DE MASW SM-03

REALIZADO POR:

Oscar Calle

ESCALA

GRÁFICA

LÁMINA

PVF-03

PERFILES DE INTERPRETACION

REVISADO POR:

Glicerio Fdez

FECHA

JULIO 2015

9.1.2 PARAMETROS SEUDO DINAMICOS

PARAMETROS SEUDODINAMICOS MASW - SM-01

Profundidad Capa	Punto MASW	Velocidad Vp (Calculado)	Velocidad Vs (MASW)	Densidad Estimada (*)	Razón de Poisson (μ)	Modulo de Corte (G)		Modulo Young (E)		Modulo Bulk (K)	
(m)		(m/s)	(m/s)	d (kg/m3)	*p	G (Nt/m2)	(Mpa)	E (Nt/m2)	(Mpa)	K (Nt/m2)	(Mpa)
0,00	MASW-SM-01	1539,00	222,98	1812,56	0,49	2,43E+04	0,02	8,82E+07	0,07	1,13E+06	1,13
1,07	MASW-SM-01	1533,85	216,16	1812,56	0,49	2,29E+04	0,02	8,30E+07	0,07	1,12E+06	1,12
2,31	MASW-SM-01	1561,69	242,08	1817,81	0,49	2,86E+04	0,03	1,04E+08	0,09	1,15E+06	1,15
3,71	MASW-SM-01	1650,53	326,01	1837,12	0,48	5,10E+04	0,05	1,87E+08	0,15	1,24E+06	1,24
5,27	MASW-SM-01	1744,56	411,64	1862,94	0,47	7,97E+04	0,08	2,97E+08	0,23	1,33E+06	1,33
7,01	MASW-SM-01	1787,38	448,06	1878,61	0,47	9,36E+04	0,09	3,52E+08	0,27	1,37E+06	1,37
8,90	MASW-SM-01	1819,84	474,36	1892,59	0,46	1,04E+05	0,10	3,95E+08	0,31	1,40E+06	1,40
10,96	MASW-SM-01	1862,95	511,91	1906,94	0,46	1,20E+05	0,12	4,59E+08	0,35	1,43E+06	1,43
13,19	MASW-SM-01	1899,52	546,13	1914,71	0,45	1,36E+05	0,14	5,20E+08	0,39	1,46E+06	1,46
15,58	MASW-SM-01	1943,65	589,00	1921,11	0,45	1,56E+05	0,16	5,99E+08	0,45	1,49E+06	1,49
18,13	MASW-SM-01	1980,42	625,79	1923,74	0,44	1,74E+05	0,17	6,70E+08	0,50	1,51E+06	1,51
20,85	MASW-SM-01	2007,62	653,54	1923,74	0,44	1,88E+05	0,19	7,25E+08	0,54	1,53E+06	1,53
23,74	MASW-SM-01	2030,54	676,53	1923,74	0,44	2,00E+05	0,20	7,71E+08	0,58	1,54E+06	1,54
26,79	MASW-SM-01	2048,49	694,13	1923,74	0,44	2,10E+05	0,21	8,07E+08	0,60	1,55E+06	1,55
30,00	MASW-SM-01	2053,22	698,83	1923,74	0,43	2,12E+05	0,21	8,17E+08	0,61	1,55E+06	1,55

LEYENDA

	1ra Capa
	2da Capa
	3ra Capa
	4ta Capa

			PARAMETROS PSEUDODINAMICOS		Proyecto: P.E. MORROPE
					Fecha: JULIO - 2015

(*) Valores de densidad obtenidos de Telford et al, 2001

PARAMETROS SEUDODINAMICOS MASW - SM-02

Profundidad Capa	Punto MASW	Velocidad Vp (Calculado)	Velocidad Vs (MASW)	Densidad Estimada (*)	Razón de Poisson (μ)	Modulo de Corte (G)		Modulo Young (E)		Modulo Bulk (K)	
(m)		(m/s)	(m/s)	d (kg/m3)	*p	G (Nt/m2)	(Mpa)	E (Nt/m2)	(Mpa)	K (Nt/m2)	(Mpa)
0,00	MASW-SM-02	1564,98	288,19	1833,23	0,48	4,01E+04	0,04	1,47E+08	0,12	1,13E+06	1,13
1,07	MASW-SM-02	1556,73	281,05	1833,23	0,48	3,82E+04	0,04	1,40E+08	0,11	1,12E+06	1,12
2,31	MASW-SM-02	1580,71	265,40	1831,95	0,49	3,42E+04	0,03	1,25E+08	0,10	1,17E+06	1,17
3,71	MASW-SM-02	1659,31	317,44	1845,02	0,48	4,85E+04	0,05	1,79E+08	0,14	1,26E+06	1,26
5,27	MASW-SM-02	1770,06	430,14	1871,64	0,47	8,67E+04	0,09	3,25E+08	0,25	1,35E+06	1,35
7,01	MASW-SM-02	1886,58	553,24	1904,53	0,45	1,39E+05	0,14	5,28E+08	0,40	1,43E+06	1,43
8,90	MASW-SM-02	1981,00	645,36	1931,88	0,44	1,84E+05	0,18	7,09E+08	0,53	1,48E+06	1,48
10,96	MASW-SM-02	2042,45	701,28	1949,97	0,43	2,13E+05	0,21	8,31E+08	0,61	1,52E+06	1,52
13,19	MASW-SM-02	2078,72	739,20	1962,44	0,43	2,34E+05	0,23	9,18E+08	0,67	1,54E+06	1,54
15,58	MASW-SM-02	2086,86	746,51	1963,89	0,43	2,38E+05	0,24	9,34E+08	0,68	1,54E+06	1,54
18,13	MASW-SM-02	2096,33	753,82	1963,89	0,43	2,42E+05	0,24	9,51E+08	0,69	1,55E+06	1,55
20,85	MASW-SM-02	2105,57	764,68	1963,89	0,42	2,48E+05	0,25	9,74E+08	0,71	1,55E+06	1,55
23,74	MASW-SM-02	2113,69	777,38	1963,89	0,42	2,55E+05	0,25	1,00E+09	0,72	1,54E+06	1,54
26,79	MASW-SM-02	2120,40	790,39	1963,89	0,42	2,62E+05	0,26	1,03E+09	0,74	1,54E+06	1,54
30,00	MASW-SM-02	2121,31	796,19	1963,89	0,42	2,65E+05	0,26	1,04E+09	0,75	1,53E+06	1,53

LEYENDA

	1ra Capa
	2da Capa
	3ra Capa
	4ta Capa

			PARAMETROS PSEUDODINAMICOS	Proyecto: P.E. MORROPE
				Fecha: JULIO - 2015

(*) Valores de densidad
obtenidos de Telford et al,
2001

PARAMETROS SEUDODINAMICOS MASW - SM-03

Profundidad Capa	Punto MASW	Velocidad Vp (Calculado)	Velocidad Vs (MASW)	Densidad Estimada (*)	Razón de Poisson (μ)	Modulo de Corte (G)		Modulo Young (E)		Modulo Bulk (K)	
(m)		(m/s)	(m/s)	d (kg/m3)	*p	G (Nt/m2)	(Mpa)	E (Nt/m2)	(Mpa)	K (Nt/m2)	(Mpa)
0,00	MASW-SM-03	1620,68	323,65	1847,09	0,48	5,02E+04	0,05	1,86E+08	0,15	1,19E+06	1,19
1,07	MASW-SM-03	1618,63	321,87	1847,09	0,48	4,97E+04	0,05	1,84E+08	0,15	1,19E+06	1,19
2,31	MASW-SM-03	1614,50	318,98	1846,88	0,48	4,88E+04	0,05	1,80E+08	0,14	1,19E+06	1,19
3,71	MASW-SM-03	1636,32	339,25	1853,38	0,48	5,50E+04	0,05	2,04E+08	0,16	1,21E+06	1,21
5,27	MASW-SM-03	1704,89	393,38	1869,76	0,47	7,30E+04	0,07	2,73E+08	0,21	1,27E+06	1,27
7,01	MASW-SM-03	1779,56	461,95	1889,82	0,46	9,90E+04	0,10	3,74E+08	0,29	1,34E+06	1,34
8,90	MASW-SM-03	1881,18	550,69	1916,17	0,45	1,37E+05	0,14	5,27E+08	0,40	1,42E+06	1,42
10,96	MASW-SM-03	1959,76	614,44	1934,19	0,45	1,68E+05	0,17	6,51E+08	0,49	1,49E+06	1,49
13,19	MASW-SM-03	2037,48	683,04	1953,62	0,44	2,04E+05	0,20	7,96E+08	0,59	1,54E+06	1,54
15,58	MASW-SM-03	2116,05	735,30	1966,99	0,43	2,33E+05	0,23	9,18E+08	0,67	1,62E+06	1,62
18,13	MASW-SM-03	2133,70	756,59	1969,41	0,43	2,45E+05	0,25	9,66E+08	0,70	1,62E+06	1,62
20,85	MASW-SM-03	2152,08	774,92	1970,00	0,43	2,56E+05	0,26	1,01E+09	0,73	1,63E+06	1,63
23,74	MASW-SM-03	2170,99	793,57	1970,00	0,42	2,66E+05	0,27	1,05E+09	0,76	1,64E+06	1,64
26,79	MASW-SM-03	2189,84	813,37	1970,00	0,42	2,78E+05	0,28	1,10E+09	0,79	1,64E+06	1,64
30,00	MASW-SM-03	2199,97	828,25	1970,00	0,42	2,86E+05	0,29	1,13E+09	0,81	1,64E+06	1,64

LEYENDA

	1ra Capa
	2da Capa
	3ra Capa
	4ta Capa

			PARAMETROS PSEUDODINAMICOS	Proyecto: P.E. MORROPE
				Fecha: JULIO - 2015

(*) Valores de densidad
obtenidos de Telford et al,
2001

9.2 SONDAJE ELECTRICO VERTICAL – SEV: CURVAS Y PERFILES



PERFIL GEOELÉCTRICO - SEV-01



PROYECTO : PARQUE OELICO MORROPE

OPERADOR : O.C.

INTERPRETACIÓN : G.F.J.

RESISTIVIMETRO: SYSCAL PRO

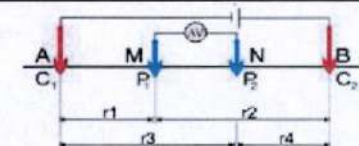
SEV: SEV-01

DISPOSITIVO: SCHLUMBERGER

LUGAR: MORROPE

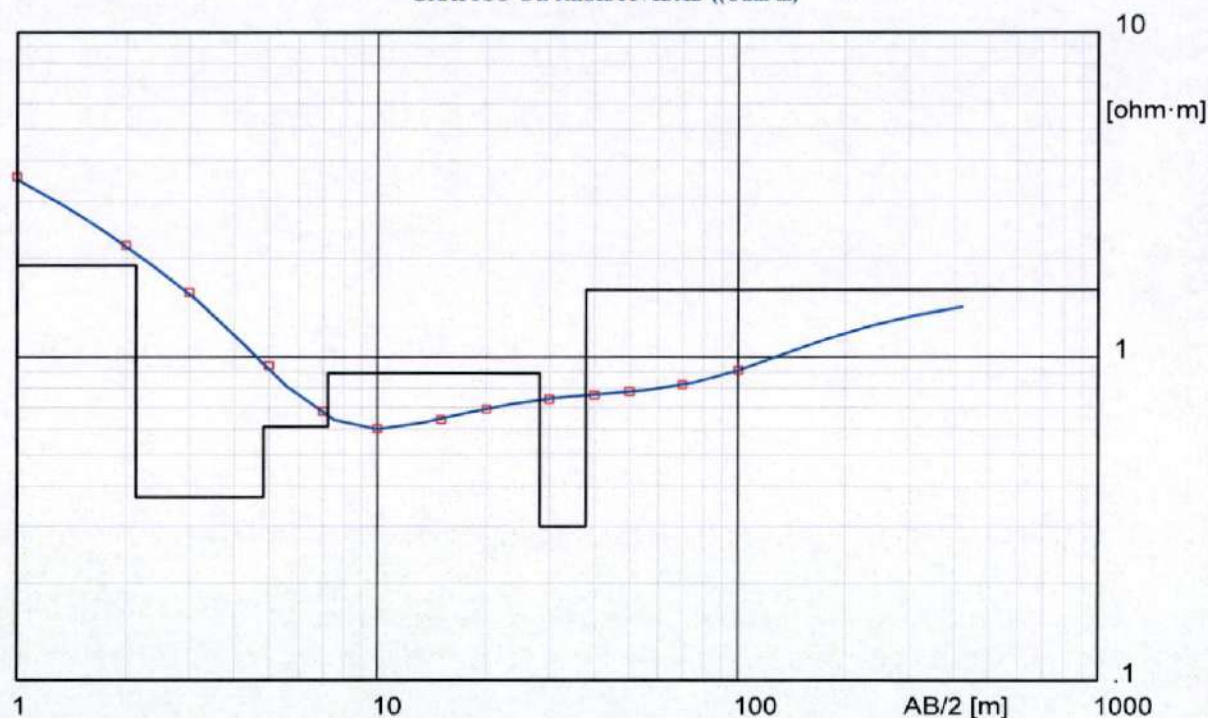
FECHA: 20-07-2015

$$\rho_a = \frac{\pi}{4MN} (AB^2 - MN^2) \frac{\Delta V}{I}$$



AB/2 (m)	MN (m)	K	ΔV (mV)	I (mA)	ρa (Ohm-m)
1,0	1,0	2,4	574,90	375	3,61
2,0	1,0	11,8	88,52	496	2,10
3,0	2,0	12,6	50,40	376	1,68
5,0	2,0	37,7	20,57	859	0,90
7,0	2,0	75,4	7,70	834	0,70
10,0	2,0	155,5	3,45	890	0,60
10,0	10,0	23,6	27,04	897	0,71
15,0	10,0	62,8	22,28	1821	0,77
20,0	10,0	117,8	10,96	1625	0,79
30,0	10,0	274,9	2,87	880	0,90
40,0	10,0	494,8	2,57	1390	0,91
50,0	10,0	777,5	1,85	1550	0,93
50,0	20,0	377,0	3,82	1520	0,95
70,0	20,0	754,0	1,46	1134	0,97
100,0	20,0	1555,1	0,96	1328	1,12

GRÁFICO DE RESISTIVIDAD ((Ohm-m)



ρa : Valor de Resistividad Aparente (ohm-m)
 AB/2 : Espaciamento de Electrodo (m)
 MN : Espaciamento de Electrodo (m)
 K : Coeficiente Geométrico del Dispositivo
 ΔV : Diferencia de Voltaje (mV)
 I : Intensidad de Corriente Inyectada (mA)

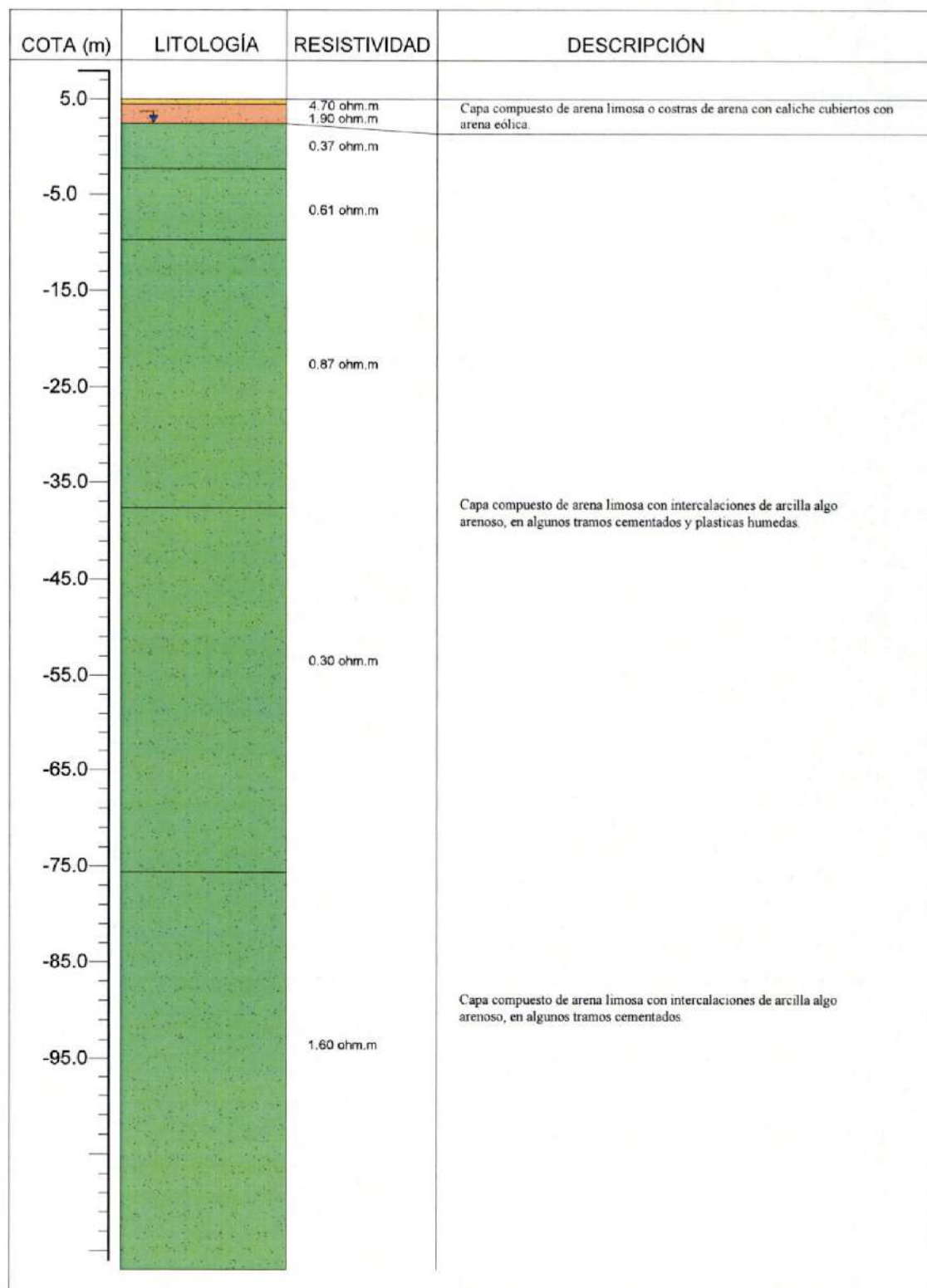
COORDENADAS: WGS-84

ESTE: 606234,00
 NORTE: 9263185,00
 ALTITUD: 5 msnm

Resistivity	Thickness	Depth	Altitud
4,70	0,53		5,00
1,90	1,60	0,53	4,47
0,37	2,70	2,13	2,87
0,61	2,40	4,83	0,17
0,87	21,00	7,23	-2,23
0,30	9,70	28,23	-23,23
1,60		37,93	-32,93

1084

SECCION GEOELECTRICA SEV-01



SOLICITADO POR:



REALIZADO POR:

PROYECTO "PARQUE EÓLICO MORROPE"

INTERPRETACIÓN DEL SEV 01

REALIZADO POR:

Oscar Calle.

ESCALA:

Gráfica

LÁMINA:

PR-01

MÉTODO SONDAJE ELÉCTRICO VERTICAL

REVIZADO POR:

Glicerio Fdez.

FECHA:

Julio - 2015

9.3 ECUACIONES MATEMATICAS (PARAMETROS DINAMICOS)

PARAMETROS DINAMICOS DEL SUBSUELO (CONSTANTES ELÁSTICAS)

- Módulo de volumen (incompresibilidad volumétrica) (K)
- Módulo de Young (E)
- Primera constante de Lamé (λ)
- Módulo de Cizalla (rigidez) (G)
- Coeficiente de Poisson (ν)
- Densidad Promedio (ρ)

$$K = \frac{E}{3(1-2\nu)}$$

$$E = 2G(1 + \nu)$$

$$G = \rho V_s^2$$

$$\nu = \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{2\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}$$

Casos Específicos: Capacidad de Carga (Bearing capacity)

$$q_a = 2,4 (10^{-4}) \rho V_s$$

Relación de V_p/V_s según Poisson (ν)

V_p/V_s	1,63	1,73	1,87
ν	0,20	0,25	0,3

Según Ukawa y Fukao 1981 – Huarachi P. 2003

9.4 TABLA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (Norma IBC 2000 y NEHRP)

IBC TABLE 1615.1.1: Site Class Definitions (NEHRP)				
Site class	Soil profile name	Average properties in top 30 m, as per section 1615.1.5		
		Soils shear wave velocity, v_s , (m/s)	Standard penetration resistance, N	Soil undrained shear strength, S_u (psf)
A	Hard Rock	$v_s > 1500$	Not applicable	Not applicable
B	Rock	$760 < v_s \leq 1500$	Not applicable	Not applicable
C	Very dense soil & soft rock	$360 < v_s \leq 760$	$N > 50$	$S_u \geq 2000$
D	Stiff soil profile	$180 < v_s \leq 360$	$15 \leq N \leq 50$	$1000 \leq S_u \leq 2000$
E	Soft soil profile	$v_s < 180$	$N < 15$	$S_u < 1000$
E	-	Any profile with more than 10 feet of soil having the following characteristic: 1. Plasticity index $PI > 20$; 2. Moisture content $w \geq 40\%$, and 3. Undrained shear strength $S_u < 1000$		
F	-	Any profile containing soils having one or more of the following characteristics: 1. Soils vulnerable to potential failure or collapse under seismic loading such as liquefiable soils, quick and highly sensitive clays, collapsible weakly cemented soils. 2. Peats and/or highly organic clays ($H > 3.048\text{m}$ of peat and/or highly organic clay where H = thickness of the soil) 3. Very high plasticity clays ($H > 7.62\text{m}$ with plasticity index $PI > 75$) 4. Very thick soft/medium stiff clays ($H > 36.576\text{m}$)		

Caracterización sísmica de suelos, según NEHRP (1993)

Tipo	VS 30 (m/s)	Descripción
A	>1500	Roca dura
B	760 – 1500	Roca
C	360 – 760	Suelo muy denso y Roca Blanda
D	180 – 360	Suelo rígido
E	< 180	Suelo Blando
F	Suelos especiales (licuables, colapsables, arcillas de muy alta plasticidad, suelos orgánicos de más de 3 m de espesor)	

9.5 TABLA DE VELOCIDADES (Caterpillar Matériels)

Velocidades Sísmicas de Materiales: Jenny, J. et al 1999 (Caterpillar matériels et métho de, edición 23)

Vitesse sismique en mètres/seconde	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250	3500	3750	4000
Terrains superficiels																
Argiles																
Moraine																
Roches ignées																
Granite																
Basalte																
Roches sédimentaires																
Shale																
Grès																
Siltstone																
Argilites																
Conglomérats																
Brèches																
Croûte calcaire																
Calcaire																
Roches métamorphiques																
Schistes cristallins																
Ardoises																
Minéraux, mat. premières																
Charbon																
Mineral de fer																

Ripable

Marginal

Non ripable

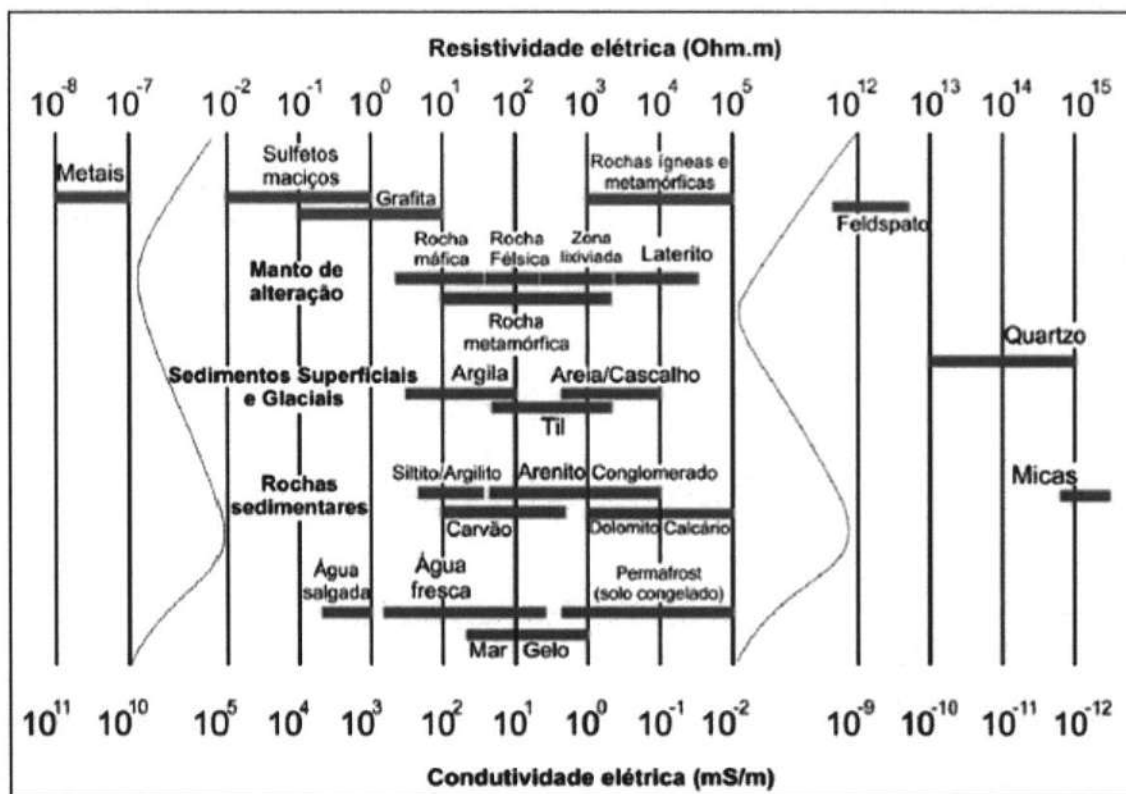
Ripable: Material que se remueve empleando únicamente dedo mecánico.

Marginal: Material que se remueve empleando pala mecánica.

Non Ripable: Material que se remueve con el uso de explosivos.

9.6 Tabla de Densidades (Telford et al, 2001.)

9.7 TABLA DE RESISTIVIDADES TEORICOS



INTERVALO DE VALORES DE RESISTIVIDAD ELECTRICA DE ALGUNOS MATERIALES GEOLOGICOS (ADAPTADO DE ORELLAMA 1972; PALACKY 1988)

Densidades de Rocas y Suelos (Telford et al, 2001)

Tipo de Roca	Rango (g/cm ³)	Promedio (g/cm ³)	Tipo de Roca	Rango (g/cm ³)	Promedio (g/cm ³)
Sedimentos			Rocas Ígneas		
Regolito	–	1.92	Riolitas	2.35 – 2.70	2.52
Suelo	1.2 – 2.4	1.92	Andesita	2.4 – 2.8	2.61
Arcilla	1.63 – 2.6	2.21	Granito	2.50 – 2.81	2.64
Grava	1.7 – 2.4	2.0	Grano Diorita	2.67 – 2.79	2.73
Arena	1.7 – 2.3	2.0	Porfirica	2.60 – 2.89	2.74
Arenisca	1.61 – 2.76	2.35	Cuarzodiorita	2.62 – 2.96	2.79
Lutitas	1.77 – 3.2	2.40	Diorita	2.72 – 2.99	2.85
Limonitas	1.93 – 2.90	2.55	Lavas	2.80 – 3.00	2.90
Dolomita	2.28 – 2.90	2.70	Diabasa	2.50 – 3.20	2.91
Rocas Sediment. (Promedio)	–	2.50	Basalto	2.70 – 3.30	2.99
Rocas Metamórficas			Gabro	2.70 – 3.50	3.03
Serpentina	2.4 – 3.10	2.78	Peridotitas	2.78 – 3.37	3.15
Cuarzita	2.5 – 2.70	2.60	Rocas Ígneas Ácidas (Promedio)	2.30 – 3.11	2.61
Esquistos	2.39 – 2.9	2.64	Rocas Ígneas Básicas (Promedio)	2.09 – 3.17	2.79
Metavacas	2.6 – 2.7	2.65			
Mármol	2.6 – 2.9	2.75			
Rocas Metamorf. (Promedio)	2.4 – 3.1	2.74			
Pizarra	2.7 – 2.9	2.79			
Gneis	2.59 – 3.0	2.80			
Anfibolita	2.90 – 3.04	2.96			

9.8 GALERIA DE FOTOS



FOTO 01 SM-01 Ubicación de punto de ensayo



FOTO 02 SM-01 Tendido de cables sísmico

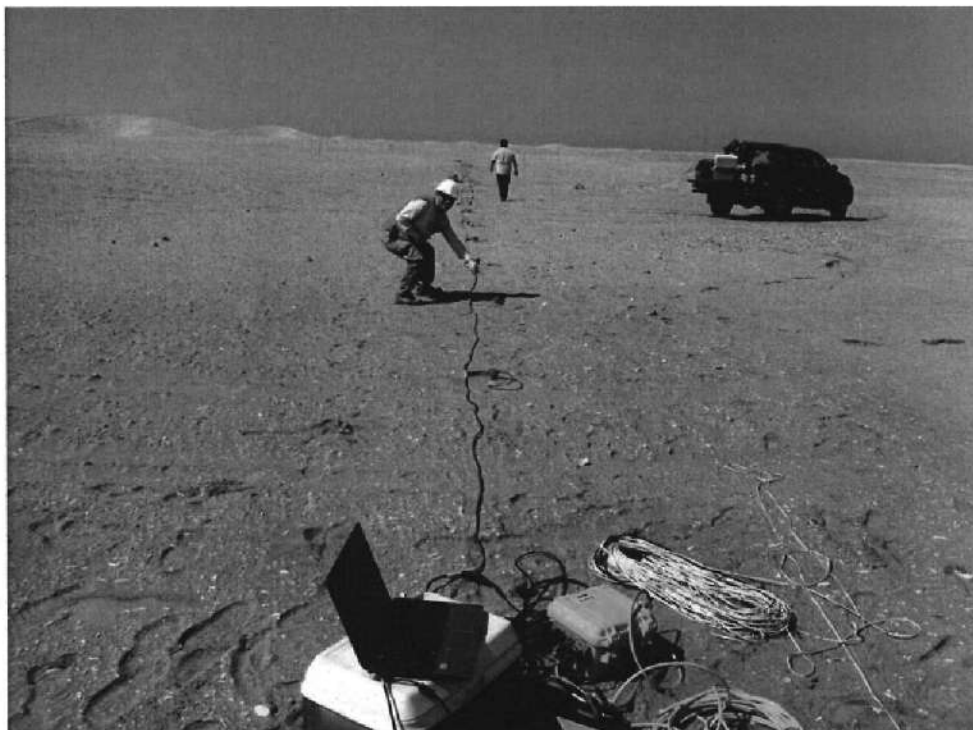


FOTO 03 SM-02 Ubicación de punto de ensayo



FOTO 04 SM-02 Tendido de cables sísmico



FOTO 05 SM-03 Ubicación de punto de ensayo



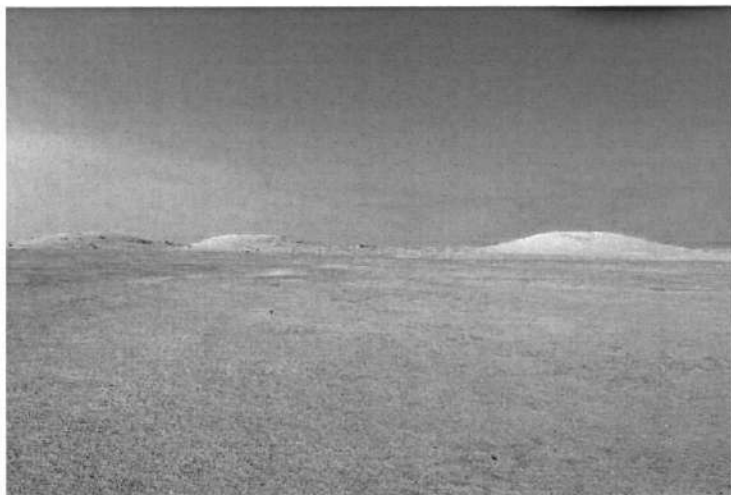
FOTO 06 SEV-01Tendido de cables electricos



SIGA CONSULTORES S.A.

ANEJO 5
REPORTAJE FOTOGRÁFICO





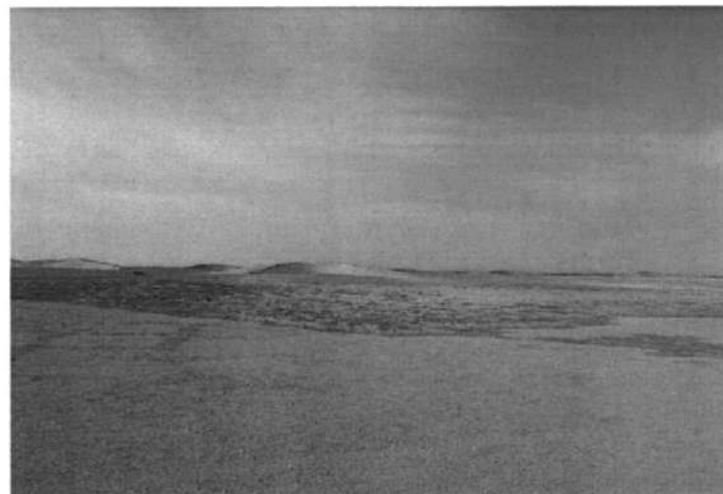
Zona de dunas en en torno de AE2



Detalle de afloramiento de arenas, influencia marina. Restos fosiles



Zona en entorno de AE5



Dunas de 2,5-9,0 m de altura cerca de AE7 y AE8



Reportaje Fotográfico

Obra: I.G. Parque Eólico Mórrope. Chiclayo.



Detalle de corte en arenas ligeramente cementadas



Duna eólica



Zona en entorno de AE15



Observar zona de acumulación de arena eólica.



Reportaje Fotográfico

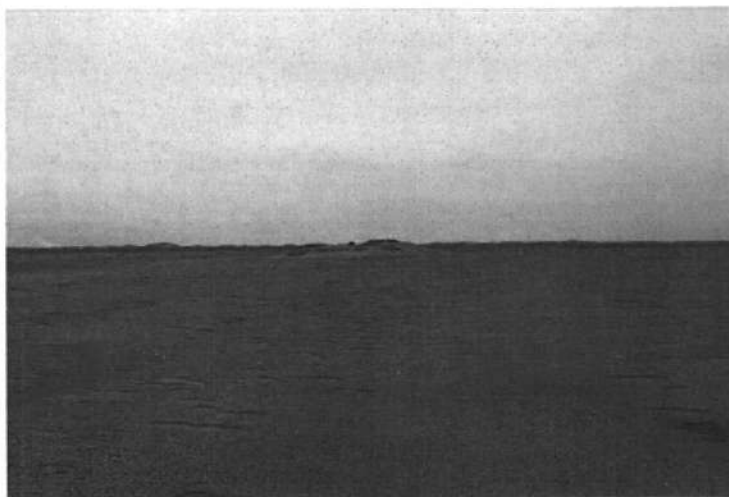
Obra: I.G. Parque Eólico Mórrope. Chiclayo.



Observar zona de acumulación de arena eólica.



Zona de dunas eólicas de entidad en zona al Este de AE15



Zona en entorno de AE23



Duna próxima a ubicación de Subestación



Reportaje Fotográfico

Obra: I.G. Parque Eólico Mórrope. Chiclayo.



Duna en entorno de AE28



Duna eólica en entorno de AE17



Zona en entorno de AE29



Zona próxima a AE18



Reportaje Fotográfico

Obra: I.G. Parque Eólico Mórrope. Chiclayo.

ANEJO 6
ENSAYOS DE LABORATORIO



1095

EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima

egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOSObra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE
, CHICLAYO

Peticionario: SIGA INGENIERÍA

Procedencia: SM2. SPT 6,00-6,38 m

Descripción del material: Arena limosa

N° Albarán: 001030

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/289	108	36	.2015/510	18/08/2015

**Humedad mediante secado en estufa S/ASTM
D-4318 - 10**

DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYO

ENSAYO		Obligatorio
MASA RECIPIENTE	M1	113,2
MASA RECIPIENTE + MUESTRA	M2	369,9
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA	M3	354,2
MEDIA	% $W=(M2-M3)/(M3-M1)*100$	6,51

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

Página 1/1

V° B° DIRECTOR,

Antonio Cherino

Glicerio Fernández

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS	
------------	-------------------------------------	----------------------	--



EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima

egea.andina@gmail.com. Tfnº: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOS

Obra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE
, CHICLAYO
Peticionario: SIGA INGENIERÍA
Procedencia: SM2. SPT 6,00-6,38 m
Descripción del material: Arena limosa
Nº Albarán: 001030

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/290	108	36	.2015/510	18/08/2015

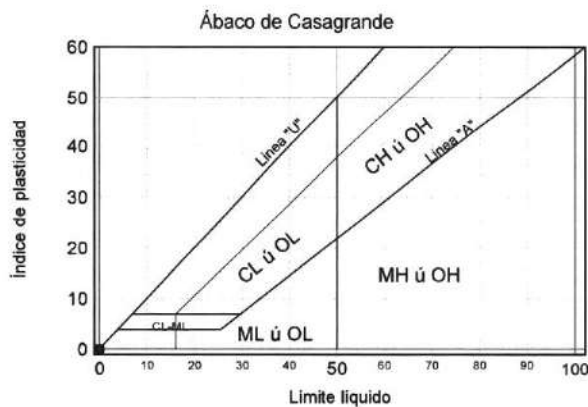
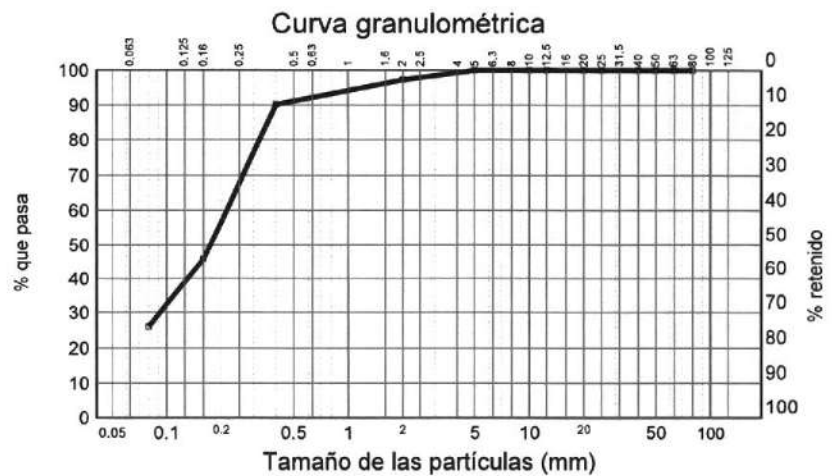
**Granulometría por tamizado. Preparación de mues
S/ASTM D-422 - 63 / D2487 - 11 / D-3282 -09 / D-4318 - 10**

DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz (mm)	Pasa (%)
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12.5	100
10	100
5	100
2	97
0.4	90
0.16	46
0.08	25.9



Método de análisis

Lavado y tamizado

Página 1/2

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

Antonio Cherino

Vº Bº DIRECTOR,

Glicerio Fernández

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS	
------------	-------------------------------------	----------------------	--



EGEA ANDINA, S.A.C.

1096

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima
egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/290	108	36	.2015/510	18/08/2015

Clasificación AASHTO

Grupo: A-2-4 (0)
Materiales granulares. Grava y arena arcillosa o limosa

Límite líquido

Límite plástico

No plástico

Índice de plasticidad

No plástico

Clasificación USCS

SM : Arena limosa

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

Vº Bº DIRECTOR,

Antonio Cherino

Glicerio Fernández

Pag. 2/2

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS	
------------	-------------------------------------	----------------------	--



EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima

egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOS

Obra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE
, CHICLAYO
Peticionario: SIGA INGENIERÍA
Procedencia: SM1. TP 14,47-14,77 m
Descripción del material: Limo arcilloso
N° Albarán: 001027

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/291	108	36	.2015/507	18/08/2015

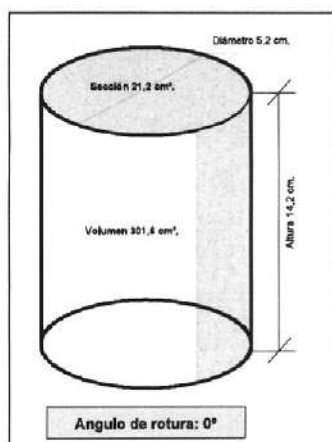
Compresión simple en suelos S/MTC E 121-2000

DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYO

DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	14,2
Diámetro	cm	5,2
Sección	cm ²	21,2
Volumen	cm ³	301,6
HUMEDAD		
Humedad zona de rotura	%	15,74
Humedad probeta	%	-11,49
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	346,70
Resistencia	N/mm ²	0,15
Deformación	mm	9,00
DENSIDAD		
Densidad Húmeda	gr/cm ³	1,37
Densidad Seca	gr/cm ³	1,54



Página 1/2

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Antonio Cherino

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

V° B° DIRECTOR,

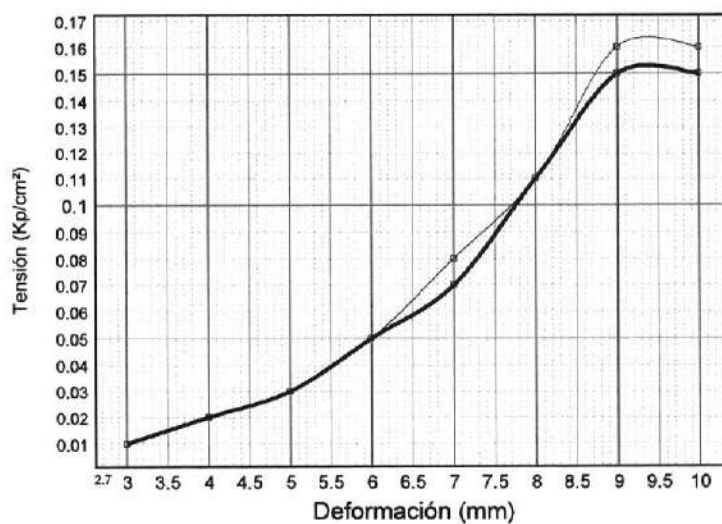
Glicerio Fernández

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS	
------------	-------------------------------------	----------------------	--



Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima
egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/291	108	36	.2015/507	18/08/2015



TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

V° B° DIRECTOR,

Antonio Cherino

Glicerio Fernández

Pag. 2/2

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS:	
------------	-------------------------------------	-----------------------	--



EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima

egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOS

Obra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE
, CHICLAYO
Peticionario: SIGA INGENIERÍA
Procedencia: SM1. TP 17,80-18,00 m
Descripción del material: Arcilla limosa
N° Albarán: 001028

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/292	108	36	.2015/508	18/08/2015

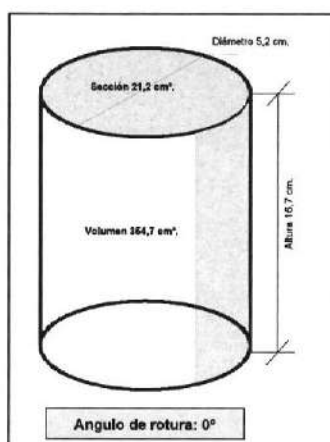
Compresión simple en suelos S/MTC E 121-2000

DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYO

DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	16,7
Diámetro	cm	5,2
Sección	cm ²	21,2
Volumen	cm ³	354,7
HUMEDAD		
Humedad zona de rotura	%	21,07
Humedad probeta	%	-9,10
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	714,10
Resistencia	N/mm ²	0,31
Deformación	mm	13,00
DENSIDAD		
Densidad Húmeda	gr/cm ³	1,45
Densidad Seca	gr/cm ³	1,60



TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Antonio Chirino

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

Página 1/2

Vº Bº DIRECTOR,

Glicerio Fernández

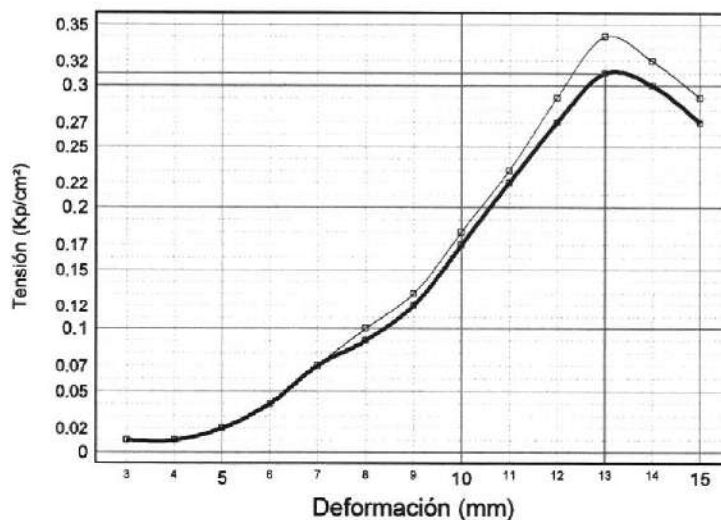
ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS:	
------------	-------------------------------------	-----------------------	--



EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima
egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/292	108	36	.2015/508	18/08/2015



TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

V° B° DIRECTOR,

Antonio Cherino

Glicerio Fernández

Pag. 2/2

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS	
------------	-------------------------------------	----------------------	--



EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima

egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOS

Obra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE
, CHICLAYO
Peticiónario: SIGA INGENIERÍA
Procedencia: Calicata C11. M4
Descripción del material: Limo arcilloso oscuro
N° Albarán: 001020

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/293	108	36	.2015/500	18/08/2015

**Humedad mediante secado en estufa S/AST
D-4318 - 10**

DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYO

ENSAYO		Obligatorio
MASA RECIPIENTE	M1	205
MASA RECIPIENTE + MUESTRA	M2	464
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA	M3	395
MEDIA	% $W=(M2-M3)/(M3-M1)*100$	36,32

Página 1/1

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Antonio Cherino

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

V° B° DIRECTOR,

Glicerio Fernández

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS	
------------	-------------------------------------	----------------------	--



1098

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/294	108	36	.2015/500	18/08/2015

EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima

egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOS

Obra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE, CHICLAYO

Peticionario: SIGA INGENIERÍA

Procedencia: Calicata C11. M4

Descripción del material: Limo arcilloso oscuro

N° Albarán: 001020

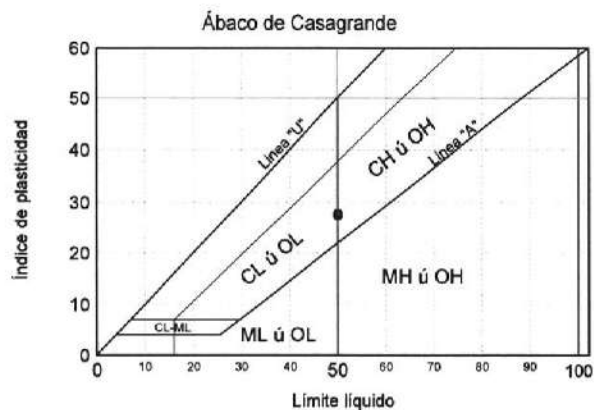
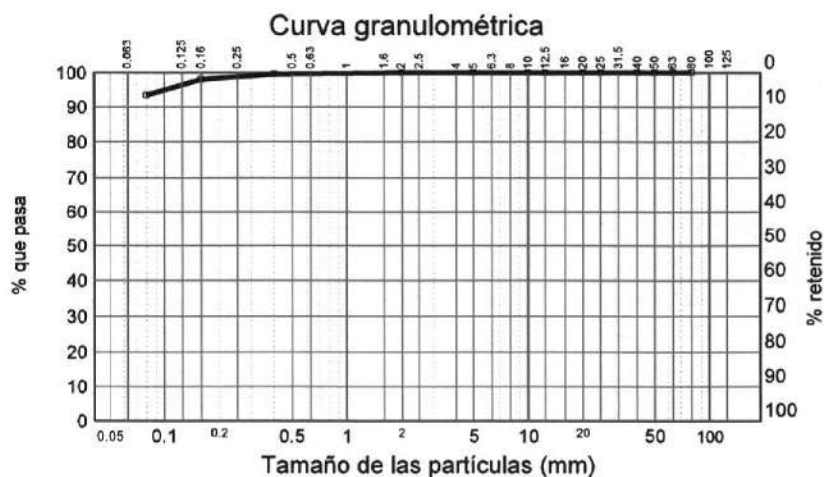
Granulometría por tamizado. Preparación de muestra S/ASTM D-422 - 63 / D2487 - 11 / D-3282 -09 / D-4318 - 10

DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz (mm)	Pasa (%)
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12.5	100
10	100
5	100
2	100
0.4	100
0.16	98
0.08	93.4



Método de análisis

Lavado y tamizado

Página 1/2

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

V° B° DIRECTOR,

Antonio Cherino

Glicerio Fernández

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS
------------	-------------------------------------	----------------------



EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima
egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/294	108	36	.2015/500	18/08/2015

Clasificación AASHTO

Grupo: A-7-6 (28)
Materiales limosos arcillosos. Suelos arcillosos

Límite líquido	50.06
Límite plástico	22.50
Índice de plasticidad	27.56

Clasificación USCS

OH : Arcilla orgánica

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

Vº Bº DIRECTOR,

Antonio Cherino

Glicerio Fernández

Pag. 2/2

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS	
------------	-------------------------------------	----------------------	--



EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima
 egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOS

Obra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE
 , CHICLAYO
 Peticionario: SIGA INGENIERÍA
 Procedencia: Calicata C11. M4
 Descripción del material: Lino arcilloso oscuro
 N° Albarán: 001020

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/295	108	36	.2015/500	18/08/2015

Determinación del contenido de Ión sulfato S/UNE 83963:2008

DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYO

Ensayo EG0205 - Determinación del contenido de Ión sulfato S/UNE 83963:2008		
Sulfatos	mg/kg	0,00

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Antonio Cherino

Copias enviadas a:
 SIGA INGENIERÍA

Página 1/1

V° B° DIRECTOR,

Glicerio Fernández

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS	
------------	-------------------------------------	----------------------	--



EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima

egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOS

Obra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE
, CHICLAYO
Peticionario: SIGA INGENIERÍA
Procedencia: Calicata C11. M4
Descripción del material: Limo arcilloso oscuro
N° Albarán: 001020

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/296	108	36	.2015/500	18/08/2015

Proctor Modificado S/MTC E 115-2000

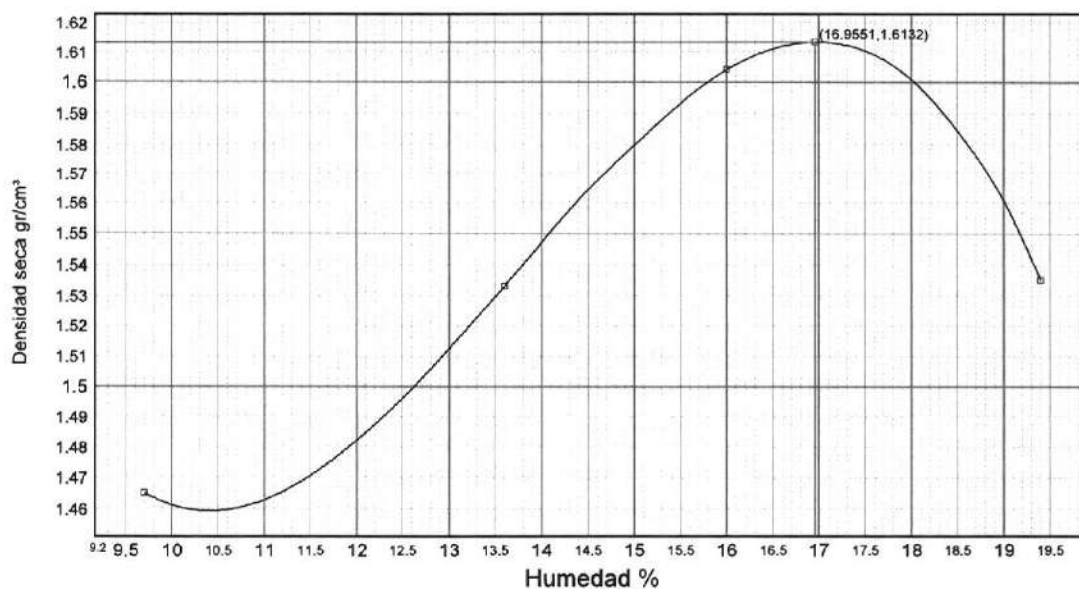
DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYO

Densidad máxima **1,613gr/cm³**

Humedad óptima **17,0 %**



Página 1/1

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Antonio Cherino

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

V° B° DIRECTOR,

Glicerio Fernández

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS	
------------	-------------------------------------	----------------------	--



1100

EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima

egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOS

Obra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE
, CHICLAYO
Peticiónario: SIGA INGENIERÍA
Procedencia: Calicata C11. M4
Descripción del material: Limo arcilloso oscuro
N° Albarán: 001020

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/297	108	36	.2015/500	18/08/2015

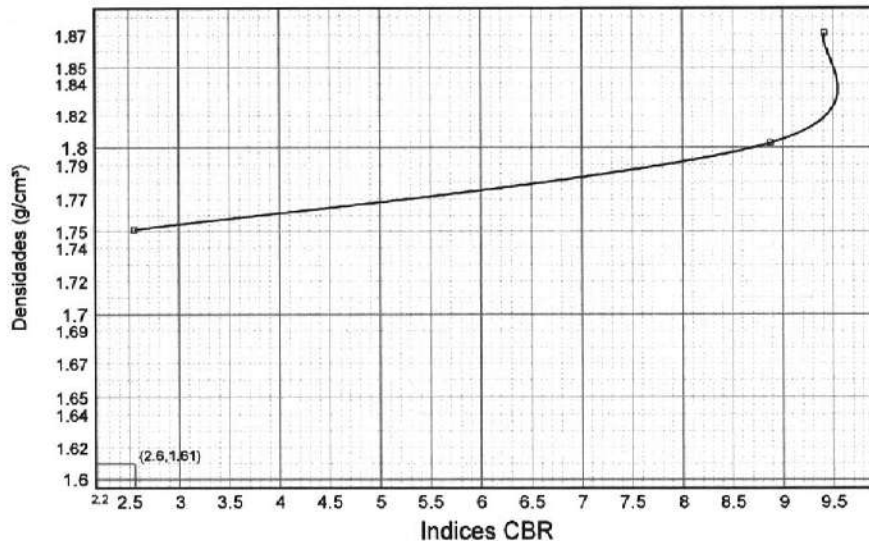
Índice CBR en laboratorio S/MTC E 132-2000

DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYO

Grafica Indice CBR/Densidad



PROCTOR NORMAL	
Densidad máxima	1,610 g/cm³
Humedad óptima	17,0 %
Compactación (100%)	1,610 g/cm³

Compactación	Densidad	Indice CBR
95 %	1,530 g/cm³	3
98 %	1,578 g/cm³	3
100 %	1,610 g/cm³	3

Indice CBR (100%)	3
Hinchamiento (100%)	0,94 %
Absorción (100%)	-13,91 %

	MOLDE A	MOLDE B	MOLDE C
Energía compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,751 g/cm³	1,803 g/cm³	1,871 g/cm³
Humedad	13,9 %	13,3 %	12,3 %
Absorción	-13,91 %	-13,34 %	-12,28 %
Hinchamiento	0,94 %	1,02 %	1,97 %
Indice C.B.R.	3	9	9

Norma: UNE 103,502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 5,0 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No
--------------------	--	-------------------------------	---

Página 1/1

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

V° B° DIRECTOR,

Antonio Cherino

Glicerio Fernández

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS	
------------	-------------------------------------	----------------------	--



EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima

egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOS

Obra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE
, CHICLAYO
Peticionario: SIGA INGENIERÍA
Procedencia: Calicata C12. M1
Descripción del material: Arena gris oscura
N° Albarán: 001021

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/298	108	36	.2015/501	18/08/2015

**Humedad mediante secado en estufa S/AST
D-4318 - 10**

DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYO

ENSAYO		Obligatorio
MASA RECIPIENTE	M1	206
MASA RECIPIENTE + MUESTRA	M2	312
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA	M3	305
MEDIA	% $W = (M2 - M3) / (M3 - M1) * 100$	7,07

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Antonio Cherino

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

Página 1/1

V° B° DIRECTOR,

Glicerio Fernández

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS	
------------	-------------------------------------	----------------------	--



1104

EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima

egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOS

Obra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE

, CHICLAYO

Peticiónario: SIGA INGENIERÍA

Procedencia: Calicata C12. M1

Descripción del material: Arena gris oscura

N° Albarán: 001021

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/299	108	36	.2015/501	18/08/2015

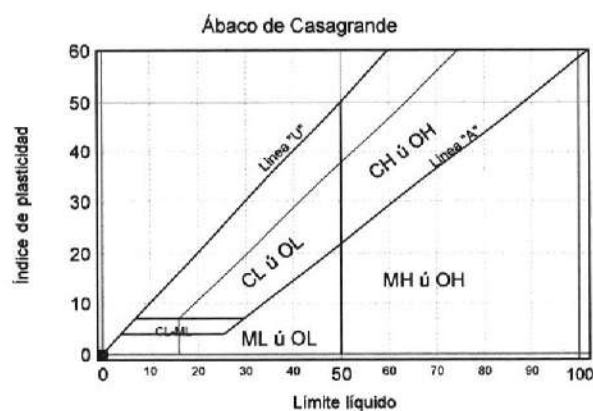
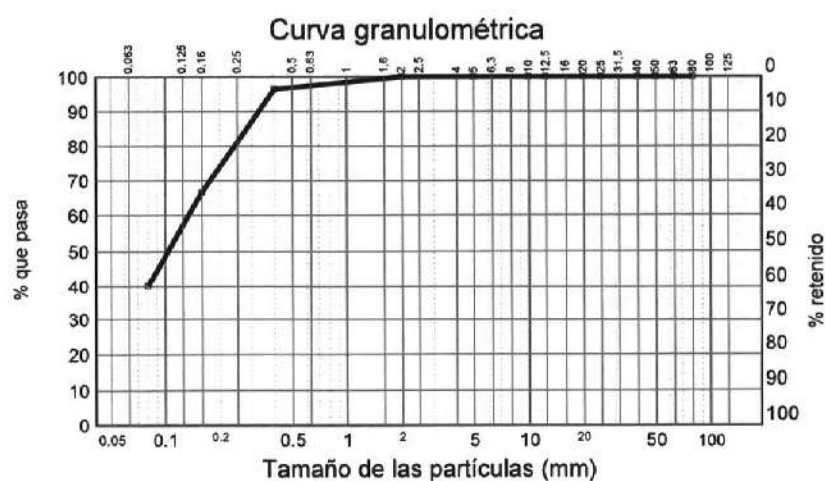
**Granulometría por tamizado. Preparación de muestra
S/ASTM D-422 - 63 / D2487 - 11 / D-3282 -09 / D-4318 - 10**

DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz (mm)	Pasa (%)
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12.5	100
10	100
5	100
2	100
0.4	96
0.16	67
0.08	40.2



Método de análisis

Lavado y tamizado

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

Antonio Cherino

Vº Bº DIRECTOR,

Glicerio Fernández

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS:
------------	-------------------------------------	-----------------------



EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima
egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/299	108	36	.2015/501	18/08/2015

Clasificación AASHTO

Grupo: A-4 (0)
Materiales limosos arcillosos. Suelos limosos

Límite líquido

—

Límite plástico

No plástico

Índice de plasticidad

No plástico

Clasificación USCS

SM : Arena limosa

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

Vº Bº DIRECTOR,

Antonio Cherino

Glicerio Fernández

Pag. 2/2

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS:	
------------	-------------------------------------	-----------------------	--



1102

EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima

egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOS

Obra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE
CHICLAYO
Peticionario: SIGA INGENIERÍA
Procedencia: Calicata C12. M1
Descripción del material: Arena gris oscura
N° Albarán: 001021

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/300	108	36	.2015/501	18/08/2015

Determinación del contenido de Ión sulfato S/UNE 83963:2008

DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYO

Ensayo EG0205 - Determinación del contenido de Ión sulfato S/UNE 83963:2008		
Sulfatos	mg/kg	507,32

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Antonio Chcrino

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

Página 1/1

V° B° DIRECTOR,

Glicerio Fernández

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS:	
------------	-------------------------------------	-----------------------	--



EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima

egea.andina@gmail.com, Tfno: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOS

Obra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE
, CHICLAYO
Peticionario: SIGA INGENIERÍA
Procedencia: Calicata C12. M1
Descripción del material: Arena gris oscura
N° Albarán: 001021

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/301	108	36	.2015/501	18/08/2015

Proctor Modificado S/MTC E 115-2000

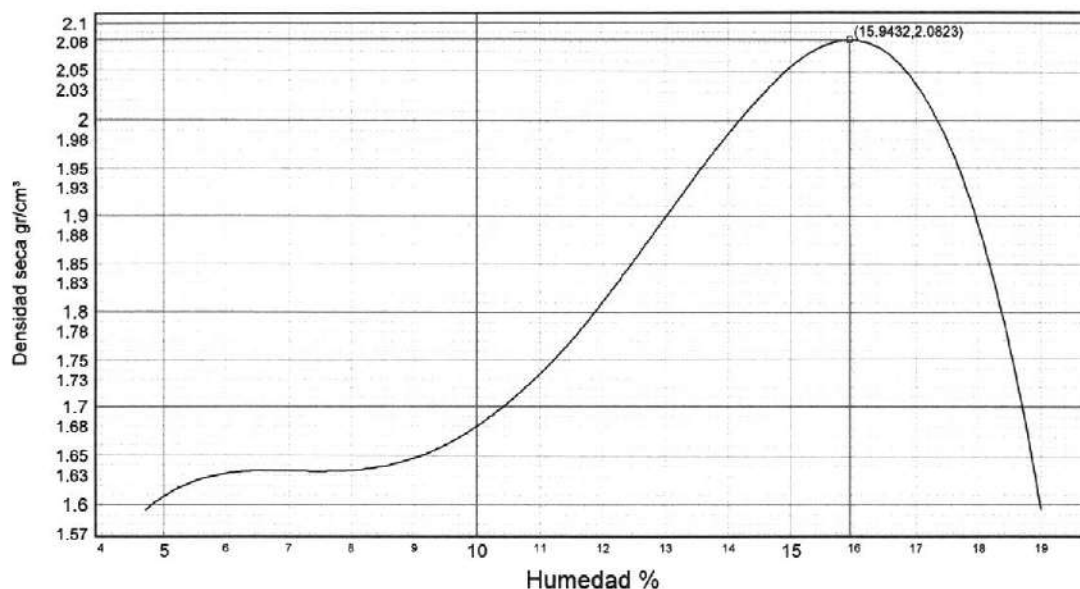
DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYO

Densidad máxima **2,082gr/cm³**

Humedad óptima **15,9 %**



Página 1/1

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Antonio Cherno

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

V° B° DIRECTOR,

Glicerio Fernández

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS	
------------	-------------------------------------	----------------------	--



1103

EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima

egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOS

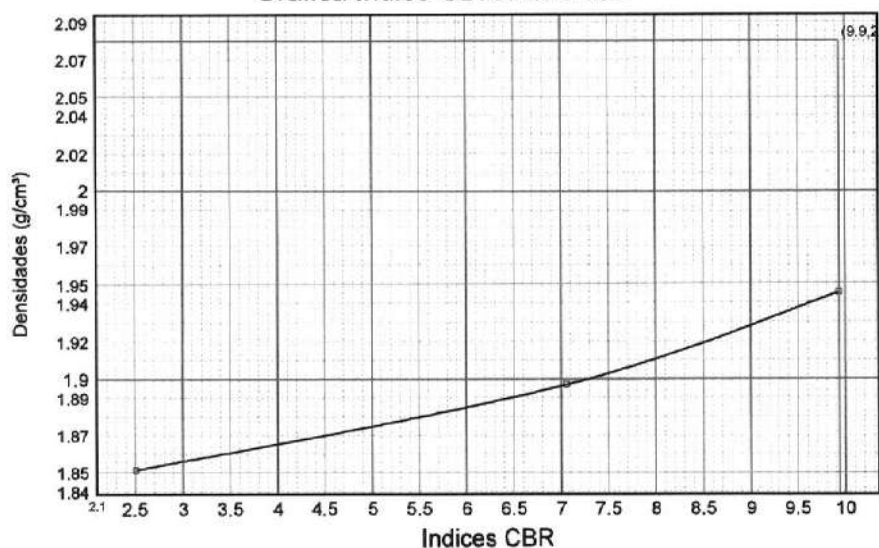
Obra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE
, CHICLAYO
Peticionario: SIGA INGENIERÍA
Procedencia: Calicata C12. M1
Descripción del material: Arena gris oscura
N° Albarán: 001021

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/302	108	36	.2015/501	18/08/2015

Índice CBR en laboratorio S/MTC E 132-2000

DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYO**Grafica Indice CBR/Densidad**

PROCTOR NORMAL	
Densidad máxima	2,080 g/cm³
Humedad óptima	15,9 %
Compactación (100%)	2,080 g/cm³.

Compactación	Densidad	Indice CBR
95 %	1,976 g/cm³	10
98 %	2,038 g/cm³	10
100 %	2,080 g/cm³	10

Indice CBR (100%)	10
Hinchamiento (100%)	0,09 %
Absorción (100%)	3,01 %

	MOLDE A	MOLDE B	MOLDE C
Energía compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,851 g/cm³	1,897 g/cm³	1,945 g/cm³
Humedad	12,4 %	12,3 %	12,3 %
Absorción	4,07 %	3,47 %	3,01 %
Hinchamiento	0,27 %	0,17 %	0,09 %
Indice C.B.R.	3	7	10

Norma: UNE 103,502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 5,0 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No
--------------------	--	-------------------------------	---

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

Página 1/1

Vº Bº DIRECTOR,

Antonio Cherino

Glicerio Fernández

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS	
------------	-------------------------------------	----------------------	--



EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima

egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOS

Obra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE
CHICLAYO

Peticionario: SIGA INGENIERÍA

Procedencia: Calicata C13. M1

Descripción del material: Arena

N° Albarán: 001022

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/303	108	36	.2015/502	18/08/2015

**Humedad mediante secado en estufa S/AST
D-4318 - 10**

DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYO

ENSAYO		Obligatorio
MASA RECIPIENTE	M1	213
MASA RECIPIENTE + MUESTRA	M2	562
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA	M3	536
MEDIA	% $W = (M2 - M3) / (M3 - M1) * 100$	8,05

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Antonio Cherino

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

Página 1/1

V° B° DIRECTOR,

Glicerio Fernández

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS	
------------	-------------------------------------	----------------------	--



EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima

egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOS

Obra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE
CHICLAYO
Peticionario: SIGA INGENIERÍA
Procedencia: Calicata C13. M1
Descripción del material: Arena
N° Albarán: 001022

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/304	108	36	.2015/502	18/08/2015

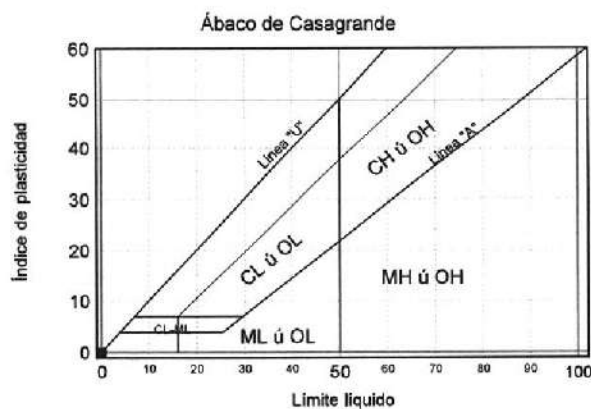
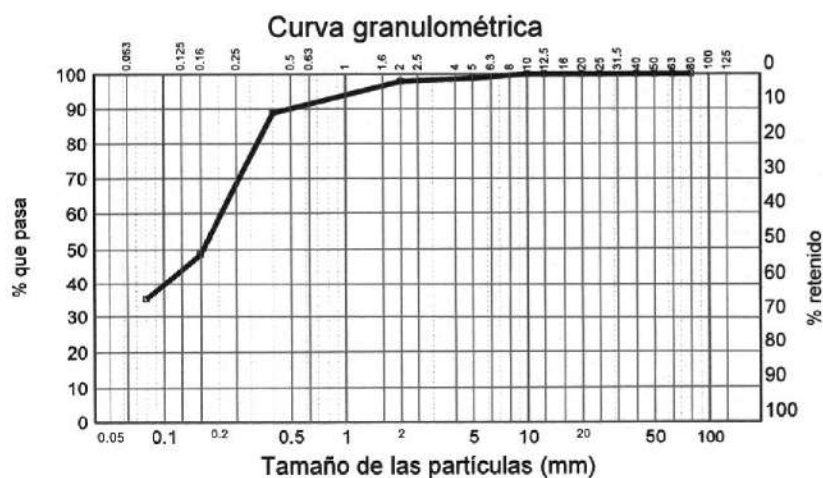
**Granulometría por tamizado. Preparación de muestra
S/ASTM D-422 - 63 / D2487 - 11 / D-3282 -09 / D-4318 - 10**

DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz (mm)	Pasa (%)
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12.5	100
10	100
5	99
2	98
0.4	89
0.16	49
0.08	35.4



Método de análisis

Lavado y tamizado

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Antonio Cherino

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

Página 1/2

V° B° DIRECTOR,

Glicerio Fernández

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS:	
------------	-------------------------------------	-----------------------	--



EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima
egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/304	108	36	.2015/502	18/08/2015

Clasificación AASHTO

Grupo: A-4 (0)
Materiales limosos arcillosos. Suelos limosos

Límite líquido

—

Límite plástico

No plástico

Índice de plasticidad

No plástico

Clasificación USCS

SM : Arena limosa

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

Vº Bº DIRECTOR,

Antonio Cherino

Glicerio Fernández

Pag. 2/2

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS:	
------------	-------------------------------------	-----------------------	--



EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima

egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOS

Obra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE
CHICLAYO
Peticionario: SIGA INGENIERÍA
Procedencia: Calicata C13. M1
Descripción del material: Arena
N° Albarán: 001022

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/305	108	36	.2015/502	18/08/2015

Proctor Modificado S/MTC E 115-2000

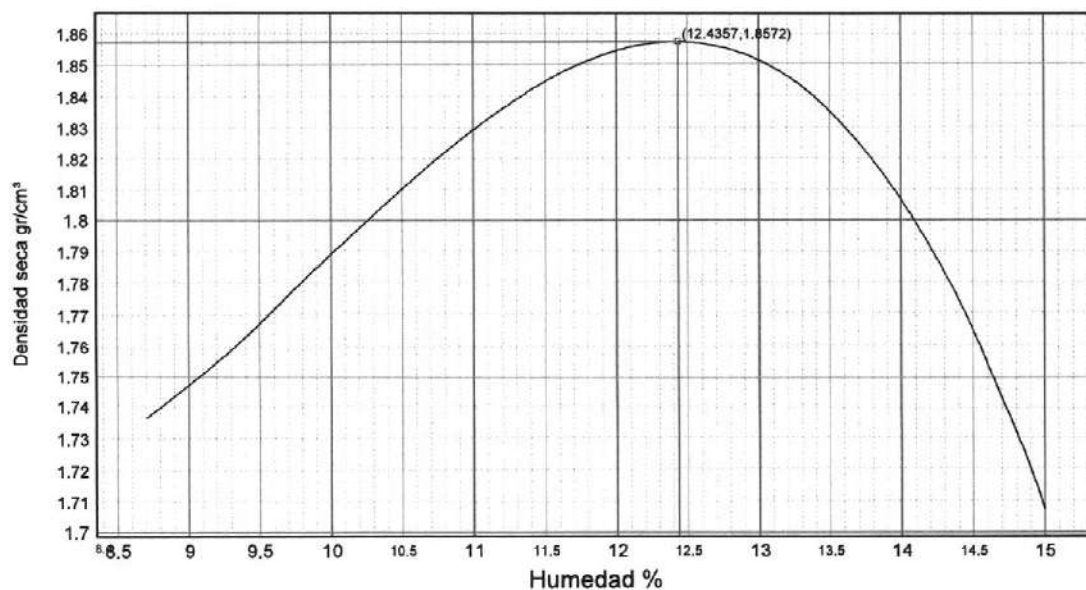
DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYO

Densidad máxima **1,857gr/cm³**

Humedad óptima **12,4 %**



Página 1/1

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

V° B° DIRECTOR,

Antonio Chcrino

Glicerio Fernández

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS	
------------	-------------------------------------	----------------------	--



EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima

egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOS

Obra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE, CHICLAYO

Peticionario: SIGA INGENIERÍA

Procedencia: Calicata C13. M1

Descripción del material: Arena

Nº Albarán: 001022

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/306	108	36	.2015/502	18/08/2015

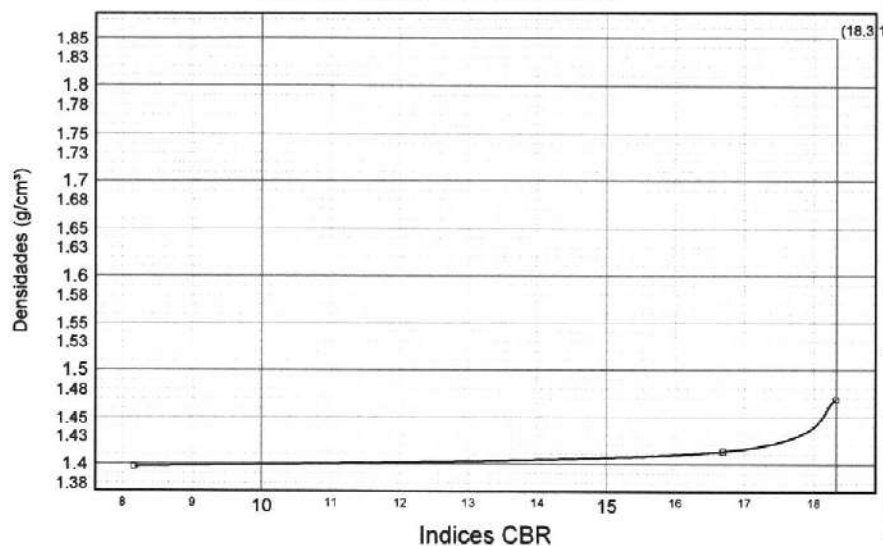
Índice CBR en laboratorio S/MTC E 132-2000

DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYO

Grafica Indice CBR/Densidad



PROCTOR NORMAL	
Densidad máxima	1,850 g/cm³
Humedad óptima	12,4 %
Compactación (100%)	1,850 g/cm³

Compactación	Densidad	Indice CBR
95 %	1,758 g/cm³	18
98 %	1,813 g/cm³	18
100 %	1,850 g/cm³	18

Indice CBR (100%)	18
Hinchamiento (100%)	0,00 %
Absorción (100%)	-23,68 %

	MOLDE A	MOLDE B	MOLDE C
Energía compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,397 g/cm³	1,413 g/cm³	1,468 g/cm³
Humedad	21,7 %	23,6 %	23,7 %
Absorción	-21,67 %	-23,60 %	-23,68 %
Hinchamiento	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Indice C.B.R.	8	17	18

Norma: UNE 103,502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 5,0 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No
--------------------	--	-------------------------------	---

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Antonio Cherino

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

Página 1/1

Vº Bº DIRECTOR,

Glicerio Fernández

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS	
------------	-------------------------------------	----------------------	--



EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima

egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOS

Obra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE
 , CHICLAYO
 Peticionario: SIGA INGENIERÍA
 Procedencia: Calicata C6. M1
 Descripción del material: Arena
 N° Albarán: 001023

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/307	108	36	.2015/503	18/08/2015

Humedad mediante secado en estufa S/ASTM D-4318 - 10

DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYO

ENSAYO		Obligatorio
MASA RECIPIENTE	M1	216
MASA RECIPIENTE + MUESTRA	M2	651
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA	M3	624
MEDIA	% $W = (M2 - M3) / (M3 - M1) * 100$	6,62

Página 1/1

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

Antonio Cherino

V° B° DIRECTOR,

Glicerio Fernández

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS	
------------	-------------------------------------	----------------------	--



EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima

egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOS

Obra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE

, CHICLAYO

Peticionario: SIGA INGENIERÍA

Procedencia: Calicata C6. M1

Descripción del material: Arena

Nº Albarán: 001023

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/308	108	36	.2015/503	18/08/2015

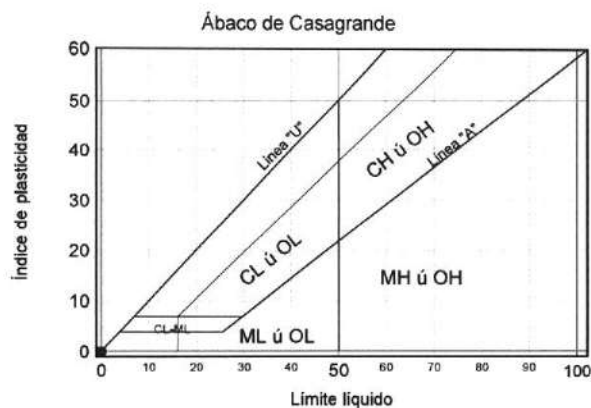
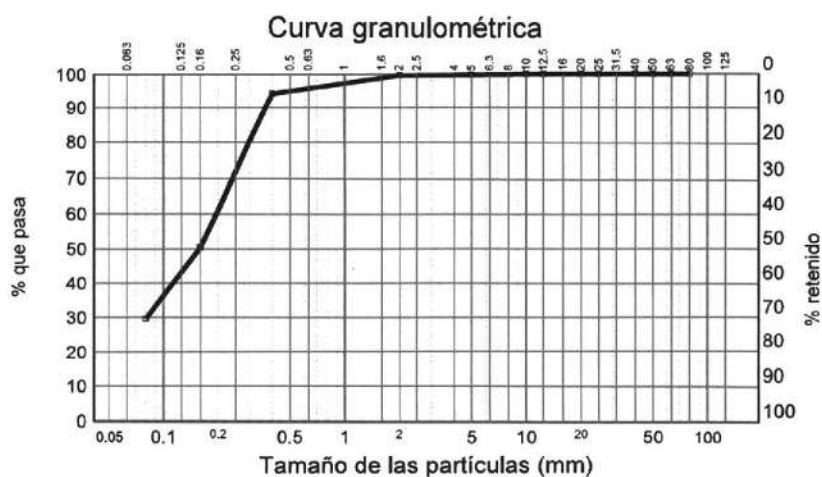
Granulometría por tamizado. Preparación de muest
S/ASTM D-422 - 63 / D2487 - 11 / D-3282 -09 / D-4318 - 10

DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz (mm)	Pasa (%)
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12.5	100
10	100
5	100
2	100
0.4	94
0.16	50
0.08	29.7



Método de análisis

Lavado y tamizado

Página 1/2

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

Vº Bº DIRECTOR,

Antonio Cherino

Glicerio Fernández

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS	
------------	-------------------------------------	-------------------	--



EGEA ANDINA, S.A.C.

1107

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima
egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/308	108	36	.2015/503	18/08/2015

Clasificación AASHTO

Grupo: A-2-4 (0)
Materiales granulares. Grava y arena arcillosa o limosa

Límite líquido

Límite plástico

No plástico

Índice de plasticidad

No plástico

Clasificación USCS

SM : Arena limosa

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

V° B° DIRECTOR,

Antonio Cherino

Glicerio Fernández

Pag. 2/2

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS	
------------	-------------------------------------	----------------------	--



EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima

egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOS

Obra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE
CHICLAYO

Peticionario: SIGA INGENIERÍA

Procedencia: Calicata C6. M1

Descripción del material: Arena

N° Albarán: 001023

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/309	108	36	2015/503	18/08/2015

**Determinación del contenido de Ión sulfato S/UN
83963:2008**

DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYO

Ensayo EG0205 - Determinación del contenido de Ión sulfato S/UNE 83963:2008		
Sulfatos	mg/kg	4114,74

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Antonio Cherino

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

Página 1/1

V° B° DIRECTOR,

Glicerio Fernández

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS	
------------	-------------------------------------	----------------------	--



1108

EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima

egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOS

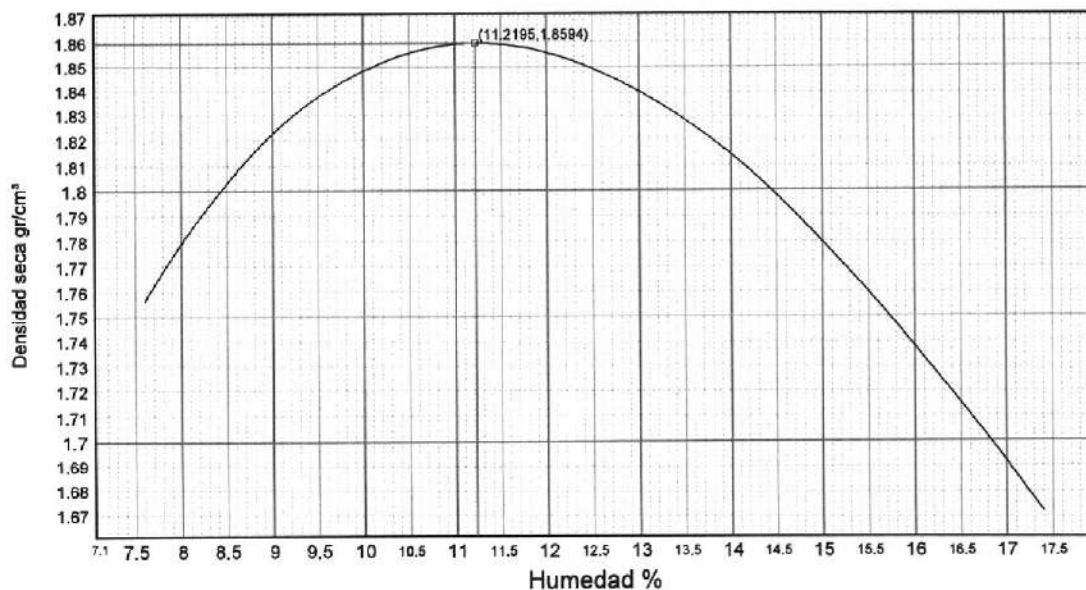
Obra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE
, CHICLAYO
Peticionario: SIGA INGENIERÍA
Procedencia: Calicata C6. M1
Descripción del material: Arena
N° Albarán: 001023

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/310	108	36	.2015/503	18/08/2015

Proctor Modificado S/MTC E 115-2000

DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYODensidad máxima **1,859gr/cm³**Humedad óptima **11,2 %**

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

Página 1/1

V° B° DIRECTOR,

Antonio Cherino

Glicerio Fernández

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS:	
------------	-------------------------------------	-----------------------	--



EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima

egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOS

Obra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE
, CHICLAYO
Peticionario: SIGA INGENIERÍA
Procedencia: Calicata C6. M1
Descripción del material: Arena
N° Albarán: 001023

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/311	108	36	.2015/503	18/08/2015

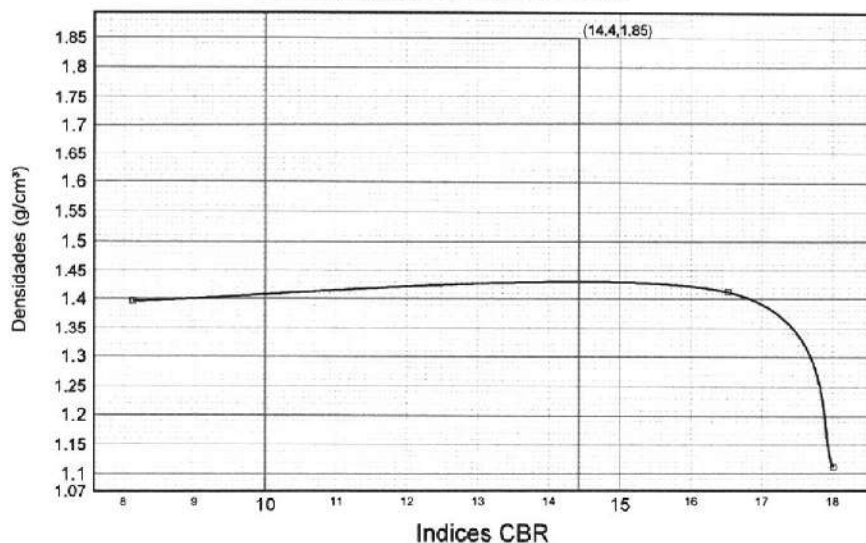
Índice CBR en laboratorio S/MTC E 132-2000

DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYO

Grafica Indice CBR/Densidad



PROCTOR NORMAL	
Densidad máxima	1,850 g/cm³
Humedad óptima	11,2 %
Compactación (100%)	1,850 g/cm³

Compactación	Densidad	Indice CBR
95 %	1,758 g/cm³	14
98 %	1,813 g/cm³	14
100 %	1,850 g/cm³	14

Indice CBR (100%)	14
Hinchamiento (100%)	0,00 %
Absorción (100%)	-23,34 %

	MOLDE A	MOLDE B	MOLDE C
Energía compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,396 g/cm³	1,412 g/cm³	1,111 g/cm³
Humedad	21,9 %	23,8 %	24,6 %
Absorción	-21,94 %	-23,83 %	-24,62 %
Hinchamiento	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Indice C.B.R.	8	17	18

Norma: UNE 103,502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 5,0 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No
--------------------	--	-------------------------------	---

Página 1/1

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

Vº Bº DIRECTOR,

Antonio Cherino

Glicerio Fernández

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS	
------------	-------------------------------------	----------------------	--



1109

EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima

egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOS

Obra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE
CHICLAYO
Peticionario: SIGA INGENIERÍA
Procedencia: SM2. TP 15,80-16,15 m
Descripción del material: Arcilla limosa
N° Albarán: 001033

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/312	108	36	2015/513	18/08/2015

**Humedad mediante secado en estufa S/ASTM
D-4318 - 10**

DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYO

ENSAYO		Obligatorio
MASA RECIPIENTE	M1	107,5
MASA RECIPIENTE + MUESTRA	M2	578,4
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA	M3	494,8
MEDIA	% $W = (M2 - M3) / (M3 - M1) * 100$	21,59

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

Página 1/1

V° B° DIRECTOR,

Antonio Cherino

Glicerio Fernández

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS REFERENCIAS	
------------	-------------------------------------	----------------------	--



EGEA ANDINA, S.A.C.

Avda del Aire, 1317. San Luis. Lima

egea.andina@gmail.com. Tfno: 942 996 957

ACTA DE RESULTADOS

Obra: INFORME GEOTÉCNICO PARQUE EÓLICO MÓRROPE

, CHICLAYO

Peticionario: SIGA INGENIERÍA

Procedencia: SM2. TP 15,80-16,15 m

Descripción del material: Arcilla limosa

N° Albarán: 001033

CODIGO ACTA	CODIGO OBRA	EXPEDIENTE	MUESTRA	FECHA DE ACTA
2015/313	108	36	.2015/513	18/08/2015

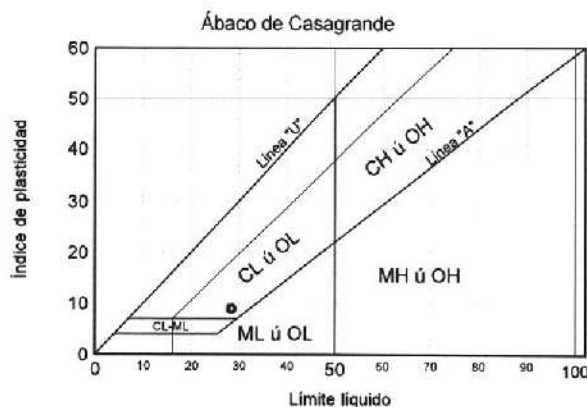
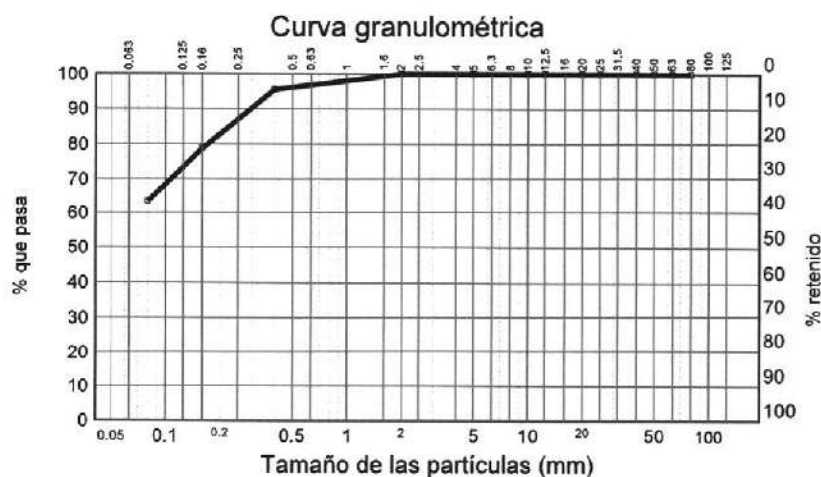
Granulometría por tamizado. Preparación de mues
S/ASTM D-422 - 63 / D2487 - 11 / D-3282 -09 / D-4318 - 10

DESTINATARIO

SIGA INGENIERÍA

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz (mm)	Pasa (%)
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12.5	100
10	100
5	100
2	100
0.4	95
0.16	79
0.08	63.4



Método de análisis

Lavado y tamizado

TÉCNICO RESPONSABLE DE ENSAYO

Antonio Cherino

Copias enviadas a:
SIGA INGENIERÍA

Página 1/2

Vº Bº DIRECTOR,

Glicerio Fernández

ACREDITADO	Ensayos de laboratorio de Geotecnia	OTRAS	REFERENCIAS
------------	-------------------------------------	-------	-------------