

CORRELACIÓN ENTRE LOS RESULTADOS DE ENSAYO DE REFRACCIÓN SÍSMICA Y DE SPT REALIZADOS EN LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE LOJA, ENTRE LAS ABSCISAS 11+000 Y 16+840

D.F. Aguilar , R.G. Serrano

Universidad Técnica Particular de Loja, (UTPL)
San Cayetano Alto s/n

RESUMEN

El presente tema de investigación recopila la información procedente de los ensayos de Refracción Sísmica y de los ensayos de SPT (Standar Penetration Test), que se ejecutaron en el tramo de conducción comprendido entre las abscisas 11+000 y 16+840. Con esta información se procede a determinar, bajo normas ASTM, la Capacidad Admisible del Suelo; el espesor de las capas del subsuelo; el módulo de elasticidad; y, relacionar el coeficiente de rozamiento interno de las capas con el uso de las fórmulas de DUNHAM Y OSAKI.

Esta investigación será usada para el diseño y posterior construcción de obras de ingeniería como: muros, cimientos, anclajes, pasos elevados, estabilización de taludes, canales, drenes; los que servirán para mitigar los problemas de estabilización que se suceden en la zona.

Palabras claves: Refracción sísmica, correlación, ensayo SPT.

SUMMARY

The present investigation topic gathers the information coming from the rehearsals of Seismic Refraction and of the rehearsals of SPT (Standard Penetration Test) that were executed in the conduction tract between the abscissas 11+000 and 16+840. With this information we proceed to determine, in concordance with norms ASTM, the Acceptable Capacity of the Floor; the thickness of the layers of the underground; the module of elasticity; and, to relate the coefficient of internal friction of the layers with the use of the formulas of DUNHAM AND OSAKI.

This investigation will be used for the design and later construction of engineering works like: walls, foundations, anchorages, high steps, stabilization of banks, channels, dryness; those that will be good to mitigate the stabilization problems that are happened in the area.

Key words: Seismic refraction, correlation, Standar Penetration Test.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la línea de conducción existen deslizamientos rotacionales y traslacionales, los cuales afectan directamente a la tubería. Para conocer la estructura de los estratos por donde atraviesa la línea de conducción se realizaron ensayos de Penetración Estándar, SPT y ensayos geofísicos de Refracción Sísmica.

Se debe recalcar que el ensayo de Penetración Estándar no se ejecutó en algunos lugares por donde atraviesa la conducción, debido a la dificultad de acceso que presenta la topografía del lugar en donde se encuentra implantada la línea de conducción.

Para ello se optó por la utilización de métodos indirectos como el ensayo geofísico de refracción sísmica, el cual permite tener un fácil acceso a la zona de estudio ya que su equipo es muy liviano y de fácil transportación; además, la información que presenta este método es efectiva y confiable al momento de interpretar los resultados.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El ensayo de refracción sísmica se ejecutó por cada 55 m. de longitud sobre la línea de conducción en donde se ubicaron 11 geófonos (Figura 1), separados entre ellos por una distancia de 5m. A una distancia de 5 m. del primer geófono y a 5 m. del último se ejecutaron explosiones, las mismas que simulaban un sismo controlado. Este sismo produce ondas de compresión V_p , cuyas velocidades son registradas por los geófonos y transmitidas al sismógrafo (Figura 2), el cual registra los tiempos de llegada de estas ondas.

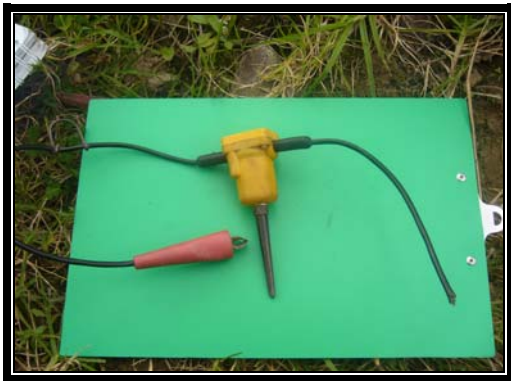


Figura 1: Geófono



Figura 2: Sismógrafo

A lo largo de la línea de conducción de Agua Potable se ejecutaron varios ensayos SPT, Figura 3, los mismos que se realizaron con equipo humano y técnico de la Unidad de Investigación en Ingeniería Civil de la UTPL, y bajo las respectivas normas ASTM.



Figura 3: Ensayo SPT (paralelo a la tubería)

RESULTADOS

De los ensayos ejecutados se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 1: Velocidades de compresión

LÍNEA SÍSMICA	ABSCISA	VELOCIDAD (Vp) (m/s)	
LS-01	16+840	V1	370
		V2	710
LS-02	16+500	V1	230
		V2	520
		V3	1400
LS-03	16+000	V1	370
		V2	910
LS-04	16+000	V1	280
		V2	860
LS-05	15+500	V1	310
		V2	710
LS-06	PI #20	V1	230
		V2	580
LS-07	14+500	V1	340
		V2	960
LS-08	14+000	V1	260
		V2	780
		V3	1500
LS-09	13+500	V1	210
		V2	800
		V3	1400
LS-10	13+000	V1	240
		V2	500
LS-11	12+500	V1	230
		V2	660

LS-12	12+000	V1	300
		V2	1400
		V3	2300
LS-13	11+613	V1	210
		V2	510
LS-14	11+500	V1	230
		V2	450
		V3	830
LS-15	11+000	V1	330
		V2	770
		V3	2400

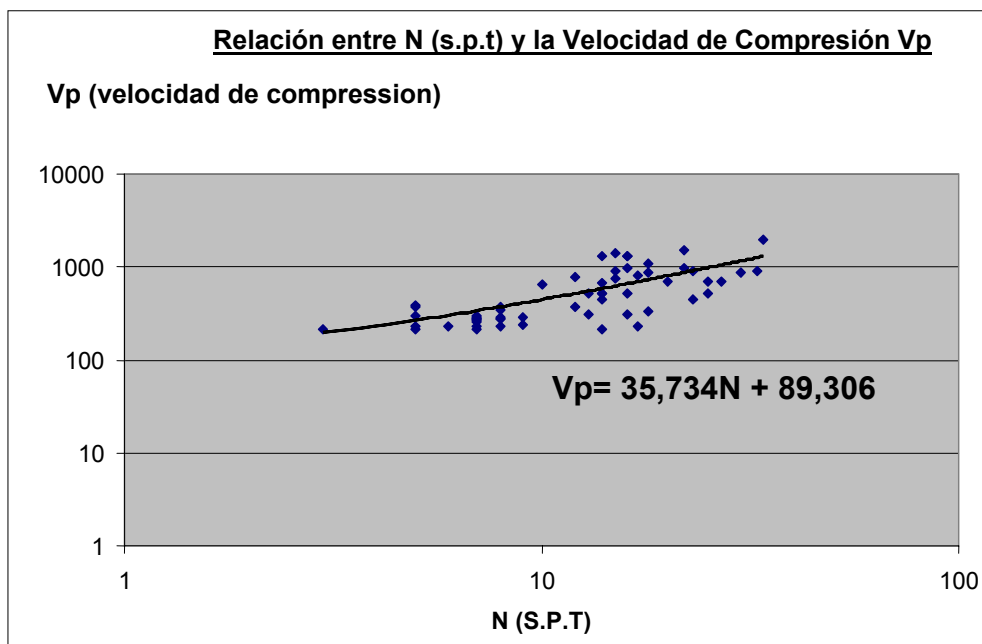
Tabla 2: Valores de N y clasificación SUCS

Abscisa	Perforación	SPT		SUCS	Compacidad	Consistencia
		Prof. (m)	N (SPT)			
16+840	1	0.00 - 5.50	5	SC	Floja	-
		5.50 - 8.50	20	SM	Medio densa	-
		8.50 - 9.50	46	SM	Densa	-
16+387	2	0.00 - 4.50	6	SM	Floja	-
		4.50 - 9.50	14	SM	Medio densa	-
16+250	3	0.00 - 5.50	6	ML	-	Medio firme
		5.50 - 8.50	17	ML	-	Firme
16+150	4	0.00 - 4.50	8	ML	-	Medio firme
		4.50 - 8.00	23	ML	-	Muy firme
15+980	5	0.00 - 2.50	7	SM	Floja	-
		2.50 - 3.50	14	ML	-	Firme
		3.50 - 4.50	33	SM	Densa	-
15+700	6	0.00 - 2.50	8	SM	Floja	-
		2.50 - 5.50	30	SM	Densa	-
15+520	7	0.00 - 2.50	2	SM	Muy floja	-
		2.50 - 3.50	10	ML	-	Medio firme
		3.50 - 9.00	21	SM	Medio densa	-
15+350	8	0.00 - 2.50	9	SM	Floja	-
		2.50 - 7.00	24	SM	Medio densa	-
14+931	9	0.00 - 3.50	10	SM	Floja	-
		3.50 - 9.50	22	SM	Medio densa	-
14+739	10	0.00 - 2.50	8	SM	Floja	-
		2.50 - 9.50	19	SM	Medio densa	-
14+215	11	0.00 - 4.50	8	SM	Floja	-
		4.50 - 9.50	22	SM	Medio densa	-
13+630	12	0.00 - 3.50	7	SM	Floja	-
		3.50 - 9.50	17	SM	Medio densa	-

13+235	13	0.00 - 5.50	5	SM	Floja	-
		5.50 - 9.50	17	SM	Medio densa	-
12+393	14	0.00 - 3.50	7	SM	Floja	-
		3.50 - 9.50	17	SM	Medio densa	-
11+618	15	0.00 - 1.50	4	SM	Muy floja	-
		1.50 - 7.50	22	SM	Medio densa	-
		7.50 - 8.50	39	SM	Densa	-
11+602	16	0.00 - 2.50	3	SM	Muy floja	-
		2.50 - 8.50	15	SM	Medio densa	-
		8.50 - 9.50	33	SM	Densa	-
11+587	17	0.00 - 5.50	7	SM	Floja	-
		5.50 - 7.50	13	SM	Medio densa	-
		7.50 - 9.50	19	ML	-	Firme
11+464	18	0.00 - 2.50	7	SM	Floja	-
		2.50 - 5.00	17	SM	Medio densa	-

CORRELACIÓN DE DATOS ENTRE LOS MÉTODOS DE REFRACCIÓN SÍSMICA Y PENETRACIÓN ESTÁNDAR SPT

Los datos obtenidos se representan en una gráfica de ordenadas X e Y. Los números de golpes del SPT son ubicados en el eje de las x y las velocidades V_p en el eje Y, la gráfica que se obtiene es la siguiente:



Figur

a 4: Gráfica de correlación

La siguiente ecuación representa los valores de V_p por cada valor de N :

$$V_p = 35.734N + 89.306 \quad (1)$$

La ecuación 1 se obtuvo mediante el análisis estadístico de regresión lineal.

De la ecuación 1, se obtiene N corregido

$$N = 0.0280V_p - 2.4992 \quad (2)$$

Con las ecuaciones (1) y (2) obtenemos otros valores que son necesarios para corregir las propiedades físicas y mecánicas de los suelos

a. Velocidades de corte (V_s)

$$V_s = \frac{V_p}{1.78} = (\text{m/seg.}) \quad (3)$$

Donde, V_p es la velocidad de compresión, en m/s.

b. Módulo Elástico del suelo (E_s)

$$E_s = \frac{V_p^2}{50} = (\text{kg/cm}^2) \quad (4)$$

Donde, V_p es la velocidad de compresión, en m/s.

c. Módulo Cortante del suelo (G)

$$G = 1200 * (N)^{0.8} = (\text{Ton./m}^2) \quad (5)$$

Donde, N es el número, corregido, de golpes del SPT

d. Cálculo de la Capacidad Admisible del suelo (σ . Adm.), utilizando la fórmula modificada de MEYERHOFF

$$\sigma_{\text{adm.}} = \frac{N}{10} = (\text{kg/cm}^2) \quad (6)$$

Donde, N es el número, corregido, de golpes del SPT

e. Cálculo del Ángulo de Fricción de Rozamiento Interno utilizando las siguientes correlaciones

Según DUNHAM:

$$\phi = (12 * N)^{\frac{1}{2}} + 25 \quad (7)$$

Donde, N es el número, corregido, de golpes del SPT

Según OSAKI:

$$\phi = (20 * N)^{\frac{1}{2}} + 15 \quad (8)$$

Donde, N es el número, corregido, de golpes del SPT

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Técnica Particular de Loja, a través del Centro de Investigación de Ingeniería Civil, Geología y Minas.

REFERENCIAS

- PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN GEOTECNICA UTILIZANDO PROSPECCIÓN POR REFRACCIÓN SISMICA. Ing. Milton Torres Espinoza. Publicaciones.
- INGENIERIA GEOLOGICA, Luís I. Gonzáles de Vallejo. PERSON EDUCACIÒN, Madrid 2002.
- GEOFISICA APLICADA A LA HIDROLOGIA, Jean Louis Astier.
- IDEAS FALSAS Y PRACTICAS ERRONEAS EN LA PROSPECCIÒN GEOFISICA. Ernesto Orellana. Editorial tecniterrae.