

CAPACIDAD DE CARGA : TERZAGHI

**DATOS DE ENTRADA.**

Angulo de fricción interna:

Base de la cimentación (B):

Profundidad de cimentación (Df):

Cohesión(c.):

Peso específico (γ)

ZAPATAS TIPO				
Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
28.80	38.52	38.32	52.35	37.13
1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1.2	1.5	1.8	2.1	2.4
0	0	0	0	0
2.12	2.50	2.50	2.50	2.50

**FORMULAS PARA EL CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA :**

Cimentaciones cuadradas

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

Factores de Capacidad

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

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

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

Tabla Factores de capacidad de carga

φ	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub> /N <sub>c</sub>	tan φ	φ	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub> /N <sub>c</sub>	tan φ
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00	26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
1	5.38	1.09	0.07	0.20	0.02	27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03	28	25.80	14.72	16.72	0.57	0.53
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05	29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07	30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09	31	32.67	20.63	25.99	0.63	0.60
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11	32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12	33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14	34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16	35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18	36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19	37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21	38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23	39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25	40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27	41	83.86	73.90	130.22	0.88	0.87
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29	42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31	43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32	44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34	45	133.88	134.88	271.76	1.01	1.00
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36	46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38	47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40	48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
23	18.05	8.66	8.20	0.48	0.42	49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45	50	266.89	319.07	762.89	1.20	1.19
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47						

\* Según Vesic (1973)

Tabla 04 Cálculo de la capacidad admisible Terzaghi Punto 09

	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
N <sub>q</sub> =	16.08	52.42	51.08	505.08	43.68
N <sub>c</sub> =	31.07	67.12	65.89	390.41	59.00
N <sub>γ</sub> =	18.78	85.04	82.32	1312.02	67.67
q <sub>c</sub> =	56.84	281.63	312.17	3963.67	329.73
FS=	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
q <sub>adm</sub> =	18.95	93.88	104.06	1321.22	109.91
q <sub>adm</sub> =	1.89	9.39	10.41	132.12	10.99

Tn/m2

Tn/m2

kg/cm2

CAPACIDAD DE CARGA : MEYERHOF

**DATOS DE ENTRADA.**

Angulo de fricción interna:  
 Base de la cimentación (B):  
 Longitud de la cimentación (L):  
 Profundidad de cimentación (Df):  
 Cohesión(c.):  
 Peso específico:  
 Inclinación de carga

ZAPATAS TIPO				
Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
28.80	38.52	38.32	52.35	37.13
1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.12	2.50	2.50	2.50	2.50
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**FORMULAS PARA EL RESPECTIVO CÁLCULO :**

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$N_q = \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right) e^{\pi \tan \varphi}$$

$$N_c = (N_q + 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \varphi$$

**FACTORES DE FORMA**

$$F_{cs} = 1 + \frac{B N_{q_i}}{L N_c}$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \varphi$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

**FACTORES DE INCLINACION**

$$F_{ci} = F_{qi} = \left( 1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ} \right)^2$$

$$F_{\gamma i} = \left( 1 - \frac{\beta}{\varphi} \right)^2$$

**FACTORES DE PROFUNDIDAD**

donde L = longitud de la cimentación (L > B)

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \frac{D_f}{B}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \text{sen } \varphi)^2 \frac{D_f}{B}$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

(b):  $D_f/B > 1$

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \text{sen } \varphi)^2 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

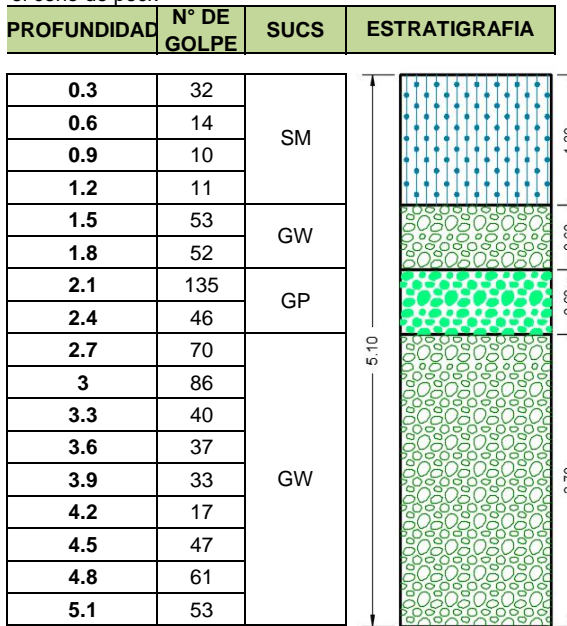
Tabla 65 Cálculo de la capacidad admisible Meyerhof Punto 09

	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
Nq	16.08	52.42	51.08	505.08	43.68
Nc	31.07	67.12	65.89	390.41	59.00
Ny	18.78	85.04	82.32	1312.02	67.67
Fcs	1.52	1.78	1.78	2.29	1.74
Fcd	1.32	1.40	1.35	1.38	1.40
Fci = Fqi	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fqs	1.55	1.80	1.79	2.30	1.76
Fqd	1.24	1.23	1.20	1.11	1.24
Fys	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Fyd	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fyi	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
qc=	113.56	442.10	421.80	5327.16	361.82
FS	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
qadm=	37.85	147.37	140.60	1775.72	120.61
qadm=	3.79	14.74	14.06	177.57	12.06

**Tabla 66** Resumen de resultados de capacidad admisible Punto 09

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)						
TIPO	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05	
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	
Ø (fricción)	28.80	38.52	38.32	52.35	37.13	
<b>TERZAGHI</b>	<b>1.89</b>	<b>9.39</b>	<b>10.41</b>	<b>132.12</b>	<b>10.99</b>	kg/cm2
<b>MEYERHOF</b>	<b>3.79</b>	<b>14.74</b>	<b>14.06</b>	<b>177.57</b>	<b>12.06</b>	kg/cm2

Para determinar la estratigrafía se realizó mediante la cantidad de golpes obtenidos de la prueba de SPT con el cono de peck



**Figura 121** Estratigrafía del suelo del Punto 09

Procedimiento de Calculo **Punto 10**

Tabla 67 Calculo del angulo de friccion del punto 10

PROFUNDIDAD	N° DE GOLPES PECK	NSTP= 0.5°C (arenas y gravas)	N <sub>60</sub> =1.10x Nspt	Cn=(1+Nsp pt)/(N <sub>60</sub> )	$\phi=0.36*(N)_{70}+25$ (Bowels, 1995)	$\phi=3.5*\sqrt{(Ns\ pt)+20}$ (Muramach, 1974)	$\phi=27.1+0.3\ Nspt-0.00054Nsp$ t <sup>2</sup> Wolff, 1989	$\phi=\sqrt{(20*Nspt)+20}$ (Hatanaka y Uchida, 1996)
0.3	38	19.00	20.90	0.91	34.58	35.26	32.61	39.49
0.6	34	17.00	18.70	0.91	33.57	34.43	32.04	38.44
0.9	57	28.50	31.35	0.91	39.36	38.68	35.21	43.87
1.2	53	26.50	29.15	0.91	38.36	38.02	34.67	43.02
1.5	62	31.00	34.10	0.91	40.62	39.49	35.88	44.90
1.8	45	22.50	24.75	0.91	36.34	36.60	33.58	41.21
2.1	87	43.50	47.85	0.91	46.92	43.08	39.13	49.50
2.4	53	26.50	29.15	0.91	38.36	38.02	34.67	43.02
2.7	50	25.00	27.50	0.91	37.60	37.50	34.26	42.36
3	69	34.50	37.95	0.91	42.39	40.56	36.81	46.27
3.3	91	45.50	50.05	0.91	47.93	43.61	39.63	50.17
3.6	32	16.00	17.60	0.91	33.06	34.00	31.76	37.89
3.9	30	15.00	16.50	0.91	32.56	33.56	31.48	37.32
4.2	24	12.00	13.20	0.91	31.05	32.12	30.62	35.49
4.5	50	25.00	27.50	0.91	37.60	37.50	34.26	42.36
4.8	39	19.50	21.45	0.91	34.83	35.46	32.74	39.75
5.1	50	25	27.50	0.91	37.60	37.50	34.26	42.36

Resultados del ensayo del SPT, para determinar el ángulo de fricción.

En el siguiente grafico se muestra el resultado del angulo de friccion vs profundidad por autores Bowels, Muramach, Wolff, Hatanaka y Uchida

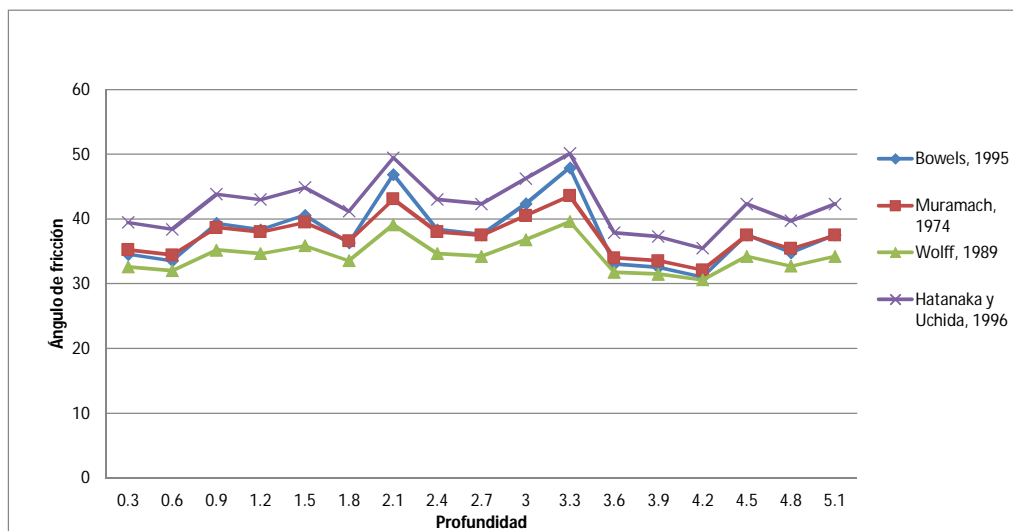


Figura 122 Relación del ángulo de fricción vs profundidad punto 10

CAPACIDAD DE CARGA : TERZAGHI

**DATOS DE ENTRADA.**

Angulo de fricción interna:

Base de la cimentación (B):

Profundidad de cimentación (Df):

Cohesión(c.):

Peso específico (γ)

ZAPATAS TIPO				
Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
38.52	40.22	36.93	44.66	38.52
1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1.2	1.5	1.8	2.1	2.4
0	0	0	0	0
2.00	2.50	2.50	2.50	2.50

**FORMULAS PARA EL CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA :**

Cimentaciones cuadradas

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

Factores de Capacidad

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

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

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

Tabla Factores de capacidad de carga

φ	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub> /N <sub>c</sub>	tan φ	φ	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub> /N <sub>c</sub>	tan φ
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00	26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
1	5.38	1.09	0.07	0.20	0.02	27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03	28	25.80	14.72	16.72	0.57	0.53
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05	29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07	30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09	31	32.67	20.63	25.99	0.63	0.60
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11	32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12	33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14	34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16	35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18	36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19	37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21	38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23	39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25	40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27	41	83.86	73.90	130.22	0.88	0.87
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29	42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31	43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32	44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34	45	133.88	134.88	271.76	1.01	1.00
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36	46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38	47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40	48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
23	18.05	8.66	8.20	0.48	0.42	49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45	50	266.89	319.07	762.89	1.20	1.19
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47						

\* Según Vesic (1973)

Tabla 06 Cálculo de la capacidad admisible Terzaghi Punto 10

	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
N <sub>q</sub> =	52.42	66.22	42.55	127.77	52.42
N <sub>c</sub> =	67.12	79.48	57.93	130.32	67.12
N <sub>γ</sub> =	85.04	113.71	65.47	254.48	85.04
q <sub>c</sub> =	193.85	362.04	256.94	925.27	399.58
FS=	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
q <sub>adm</sub> =	64.62	120.68	85.65	308.42	133.19
q <sub>adm</sub> =	6.46	12.07	8.56	30.84	13.32

CAPACIDAD DE CARGA : MEYERHOF

**DATOS DE ENTRADA.**

Angulo de fricción interna:  
 Base de la cimentación (B):  
 Longitud de la cimentación (L):  
 Profundidad de cimentación (Df):  
 Cohesión(c.):  
 Peso específico:  
 Inclinación de carga

ZAPATAS TIPO				
Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
38.52	40.22	36.93	44.66	38.52
1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.00	2.50	2.50	2.50	2.50
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**FORMULAS PARA EL RESPECTIVO CÁLCULO :**

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$N_q = \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right) e^{\pi \tan \varphi}$$

$$N_c = (N_q + 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \varphi$$

**FACTORES DE FORMA**

$$F_{cs} = 1 + \frac{B N_{q_i}}{L N_c}$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \varphi$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

**FACTORES DE INCLINACION**

$$F_{ci} = F_{qi} = \left( 1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ} \right)^2$$

$$F_{\gamma i} = \left( 1 - \frac{\beta}{\varphi} \right)^2$$

**FACTORES DE PROFUNDIDAD**

donde L = longitud de la cimentación (L > B)

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \frac{D_f}{B}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \text{sen } \varphi)^2 \frac{D_f}{B}$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

(b):  $D_f/B > 1$

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \text{sen } \varphi)^2 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

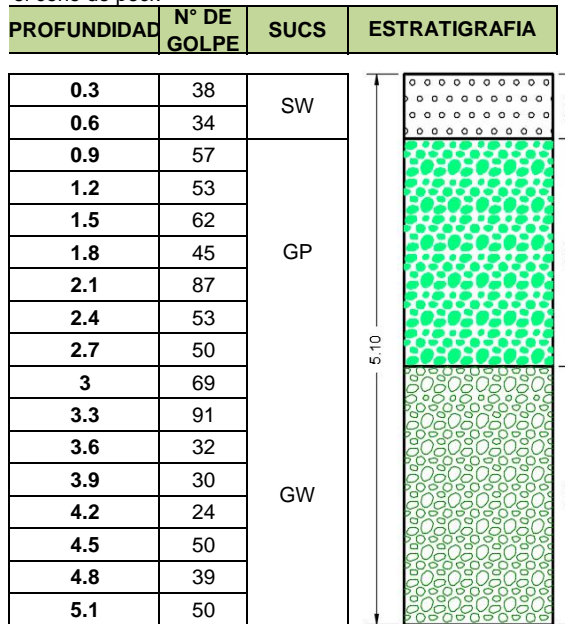
Tabla 69 Cálculo de la capacidad admisible Meyerhof Punto 10

	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
Nq	52.42	66.22	42.55	127.77	52.42
Nc	67.12	79.48	57.93	130.32	67.12
Ny	85.04	113.71	65.47	254.48	85.04
Fcs	1.78	1.83	1.73	1.98	1.78
Fcd	1.32	1.40	1.35	1.38	1.40
Fci = Fqi	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fqs	1.80	1.85	1.75	1.99	1.80
Fqd	1.18	1.21	1.21	1.17	1.23
Fys	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Fyd	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fyi	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
qc=	429.30	572.44	344.17	1174.74	442.88
FS	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
qadm=	143.10	190.81	114.72	391.58	147.63
qadm=	14.31	19.08	11.47	39.16	14.76

**Tabla 70** Resumen de resultados de capacidad admisible Punto 10

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)						
TIPO	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05	
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	
Ø (fricción)	38.52	40.22	36.93	44.66	38.52	
<b>TERZAGHI</b>	<b>6.46</b>	<b>12.07</b>	<b>8.56</b>	<b>30.84</b>	<b>13.32</b>	kg/cm <sup>2</sup>
<b>MEYERHOF</b>	<b>14.31</b>	<b>19.08</b>	<b>11.47</b>	<b>39.16</b>	<b>14.76</b>	kg/cm <sup>2</sup>

Para determinar la estratigrafía se realizó mediante la cantidad de golpes obtenidos de la prueba de SPT con el cono de peck



**Figura 123** Estratigrafía del suelo del Punto 10



Procedimiento de Calculo **Punto 11**

Tabla 71 Calculo del angulo de friccion del punto 11

PROFUNDIDAD	N° DE GOLPES PECK	NSTP= 0.5°C (arenas y gravas)	N <sub>60</sub> =1.10x Nspt	Cn=(1+Nsp pt)/(N <sub>60</sub> )	$\phi=0.36*(N)_{70}+25$ (Bowels, 1995)	$\phi=3.5*\sqrt{(Ns\ pt)+20}$ (Muramach, 1974)	$\phi=27.1+0.3\ Nspt-0.00054Nsp$ t <sup>2</sup> Wolff, 1989	$\phi=\sqrt{(20*Nspt)+20}$ (Hatanaka y Uchida, 1996)
0.3	27	13.50	14.85	0.91	31.80	32.86	31.05	36.43
0.6	38	19.00	20.90	0.91	34.58	35.26	32.61	39.49
0.9	41	20.50	22.55	0.91	35.33	35.85	33.02	40.25
1.2	33	16.50	18.15	0.91	33.32	34.22	31.90	38.17
1.5	25	12.50	13.75	0.91	31.30	32.37	30.77	35.81
1.8	56	28.00	30.80	0.91	39.11	38.52	35.08	43.66
2.1	49	24.50	26.95	0.91	37.35	37.32	34.13	42.14
2.4	19	9.50	10.45	0.91	29.79	30.79	29.90	33.78
2.7	21	10.50	11.55	0.91	30.29	31.34	30.19	34.49
3	20	10.00	11.00	0.91	30.04	31.07	30.05	34.14
3.3	33	16.50	18.15	0.91	33.32	34.22	31.90	38.17
3.6	34	17.00	18.70	0.91	33.57	34.43	32.04	38.44
3.9	24	12.00	13.20	0.91	31.05	32.12	30.62	35.49
4.2	36	18.00	19.80	0.91	34.07	34.85	32.33	38.97
4.5	43	21.50	23.65	0.91	35.84	36.23	33.30	40.74
4.8	44	22.00	24.20	0.91	36.09	36.42	33.44	40.98
5.1	43	22	23.65	0.91	35.84	36.23	33.30	40.74

Resultados del ensayo del SPT, para determinar el ángulo de fricción.

En el siguiente grafico se muestra el resultado del angulo de friccion vs profundidad por autores Bowels, Muramach, Wolff, Hatanaka y Uchida

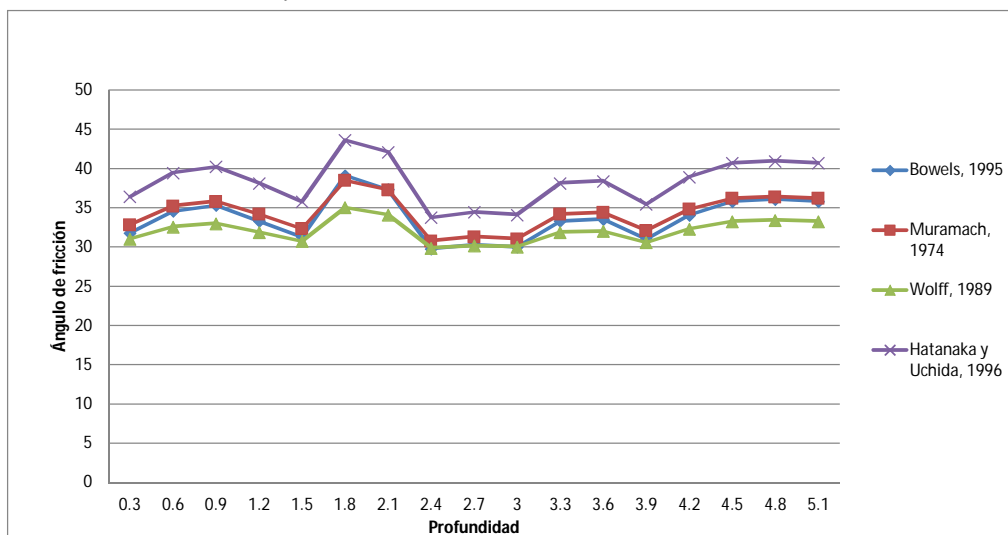


Figura 124 Relación del ángulo de fricción vs profundidad punto 11



CAPACIDAD DE CARGA : TERZAGHI

**DATOS DE ENTRADA.**

Angulo de fricción interna:

Base de la cimentación (B):

Profundidad de cimentación (Df):

Cohesión(c.):

Peso específico (γ)

ZAPATAS TIPO				
Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
38.17	35.81	43.66	42.14	33.78
34.40	32.56	39.09	37.73	31.07
1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
0	0	0	0	0
2.26	2.26	2.26	2.26	2.26

°  
m.  
m.  
Tn/m3  
Tn/m3

**FORMULAS PARA EL CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA :**

Cimentaciones cuadradas

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

Factores de Capacidad

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

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

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

Tabla Factores de capacidad de carga

φ	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub> /N <sub>c</sub>	tan φ	φ	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub> /N <sub>c</sub>	tan φ
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00	26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
1	5.38	1.09	0.07	0.20	0.02	27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03	28	25.80	14.72	16.72	0.57	0.53
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05	29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07	30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09	31	32.67	20.63	25.99	0.63	0.60
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11	32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12	33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14	34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16	35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18	36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19	37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21	38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23	39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25	40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27	41	83.86	73.90	130.22	0.88	0.87
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29	42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31	43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32	44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34	45	133.88	134.88	271.76	1.01	1.00
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36	46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38	47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40	48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
23	18.05	8.66	8.20	0.48	0.42	49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45	50	266.89	319.07	762.89	1.20	1.19
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47						

\* Según Vesic (1973)

Tabla 12 Cálculo de la capacidad admisible Terzaghi Punto 11

	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
N <sub>q</sub> =	30.92	24.77	56.67	47.24	20.79
N <sub>c</sub> =	46.61	40.35	70.98	62.34	36.17
N <sub>γ</sub> =	43.71	32.91	93.71	74.66	26.25
q <sub>c</sub> =	144.33	113.72	276.83	227.63	94.20
FS=	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
q <sub>adm</sub> =	48.11	37.91	92.28	75.88	31.40
q <sub>adm</sub> =	4.81	3.79	9.23	7.59	3.14

Tn/m2  
Tn/m2  
kg/cm2

CAPACIDAD DE CARGA : MEYERHOF

**DATOS DE ENTRADA.**

Angulo de fricción interna:  
 Base de la cimentación (B):  
 Longitud de la cimentación (L):  
 Profundidad de cimentación (Df):  
 Cohesión(c.):  
 Peso específico:  
 Inclinacion de carga

ZAPATAS TIPO				
Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
34.40	32.56	39.09	37.73	31.07
1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.26	2.26	2.26	2.26	2.26
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**FORMULAS PARA EL RESPECTIVO CÁLCULO :**

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$N_q = \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right) e^{\pi \tan \varphi}$$

$$N_c = (N_q + 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \varphi$$

**FACTORES DE FORMA**

$$F_{cs} = 1 + \frac{B N_{q_i}}{L N_c}$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \varphi$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

**FACTORES DE INCLINACION**

$$F_{ci} = F_{qi} = \left( 1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ} \right)^2$$

$$F_{\gamma i} = \left( 1 - \frac{\beta}{\varphi} \right)^2$$

**FACTORES DE PROFUNDIDAD**

donde L = longitud de la cimentacion (L > B)

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \frac{D_f}{B}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \text{sen } \varphi)^2 \frac{D_f}{B}$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

(b):  $D_f/B > 1$

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \text{sen } \varphi)^2 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

Tabla 73 Calculo de la capacidad admisible Meyerhof Punto 11

	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
Nq	30.92	24.77	56.67	47.24	20.79
Nc	46.61	40.35	70.98	62.34	36.17
Ny	43.71	32.91	93.71	74.66	26.25
Fcs	1.66	1.61	1.80	1.76	1.57
Fcd	1.32	1.40	1.35	1.38	1.40
Fci = Fqi	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fqs	1.68	1.64	1.81	1.77	1.60
Fqd	1.21	1.27	1.19	1.22	1.29
Fys	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Fyd	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fyi	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
qc=	237.84	191.94	473.44	391.05	158.00
FS	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
qadm=	79.28	63.98	157.81	130.35	52.67
qadm=	7.93	6.40	15.78	13.03	5.27

**Tabla 74** Resumen de resultados de capacidad admisible Punto 11

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)						
TIPO	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05	
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	
Ø (fricción)	34.40	32.56	39.09	37.73	31.07	
<b>TERZAGHI</b>	<b>4.81</b>	<b>3.79</b>	<b>9.23</b>	<b>7.59</b>	<b>3.14</b>	kg/cm <sup>2</sup>
<b>MEYERHOF</b>	<b>7.93</b>	<b>6.40</b>	<b>15.78</b>	<b>13.03</b>	<b>5.27</b>	kg/cm <sup>2</sup>

Para determinar la estratigrafía se realizó mediante la cantidad de golpes obtenidos de la prueba de SPT con el cono de peck

PROFUNDIDAD	N° DE GOLPE	SUCS	ESTRATIGRAFIA
0.3	27	SW	
0.6	38		
0.9	41		
1.2	33		
1.5	25		
1.8	56		
2.1	49		
2.4	19		
2.7	21		
3	20		
3.3	33		
3.6	34		
3.9	24		
4.2	36		
4.5	43		
4.8	44		
5.1	43		

**Figura 125** Estratigrafía del suelo del Punto 11

Procedimiento de Calculo **Punto 12**

Tabla 75 Calculo del angulo de friccion del punto 12

PROFUNDIDAD	N° DE GOLPES PECK	NSTP= 0.5°C (arenas y gravas)	$N_{60}=1.10 \times N_{spt}$	$C_n=(1+N_{spt})/(N_{60})$	$\phi=0.36*(N)_{70}+25$ (Bowels, 1995)	$\phi=3.5*\sqrt{(N_{spt})+20}$ (Muramach, 1974)	$\phi=27.1+0.3 N_{spt}-0.00054N_{spt}^2$ Wolff, 1989	$\phi=\sqrt{(20*N_{spt})+20}$ (Hatanaka y Uchida, 1996)
0.3	29	14.50	15.95	0.91	32.31	33.33	31.34	37.03
0.6	29	14.50	15.95	0.91	32.31	33.33	31.34	37.03
0.9	42	21.00	23.10	0.91	35.58	36.04	33.16	40.49
1.2	36	18.00	19.80	0.91	34.07	34.85	32.33	38.97
1.5	45	22.50	24.75	0.91	36.34	36.60	33.58	41.21
1.8	30	15.00	16.50	0.91	32.56	33.56	31.48	37.32
2.1	36	18.00	19.80	0.91	34.07	34.85	32.33	38.97
2.4	92	46.00	50.60	0.91	48.18	43.74	39.76	50.33
2.7	109	54.50	59.95	0.91	52.47	45.84	41.85	53.02
3	46	23.00	25.30	0.91	36.59	36.79	33.71	41.45
3.3	42	21.00	23.10	0.91	35.58	36.04	33.16	40.49
3.6	23	11.50	12.65	0.91	30.80	31.87	30.48	35.17
3.9	28	14.00	15.40	0.91	32.06	33.10	31.19	36.73
4.2	33	16.50	18.15	0.91	33.32	34.22	31.90	38.17
4.5	31	15.50	17.05	0.91	32.81	33.78	31.62	37.61
4.8	42	21.00	23.10	0.91	35.58	36.04	33.16	40.49
5.1	43	22	23.65	0.91	35.84	36.23	33.30	40.74

Resultados del ensayo del SPT, para determinar el ángulo de fricción.

En el siguiente grafico se muestra el resultado del angulo de friccion vs profundidad por autores Bowels, Muramach, Wolff, Hatanaka y Uchida

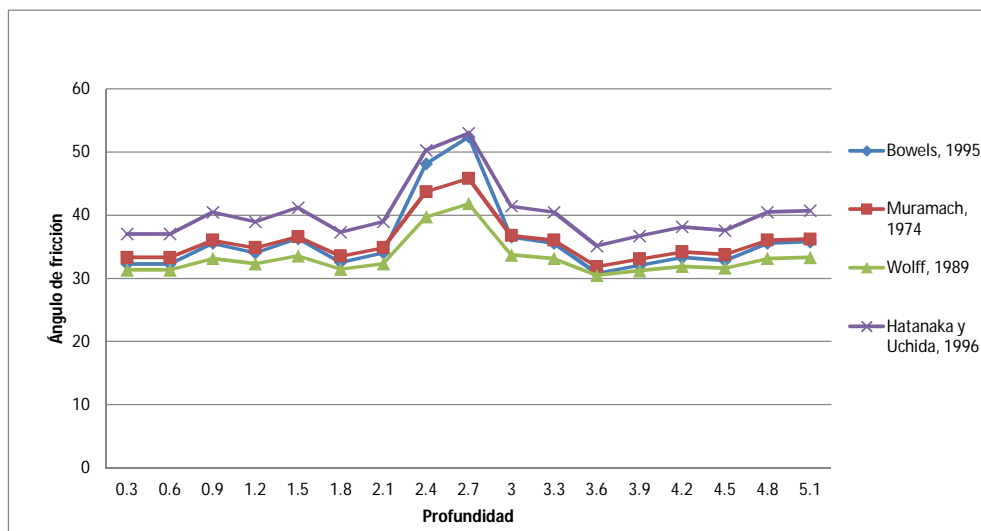


Figura 126 Relación del ángulo de fricción vs profundidad punto 12

CAPACIDAD DE CARGA : TERZAGHI

**DATOS DE ENTRADA.**

Angulo de fricción interna:

Base de la cimentación (B):

Profundidad de cimentación (Df):

Cohesión(c.):

Peso específico (γ)

ZAPATAS TIPO				
Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
35.05	36.93	33.73	35.05	45.50
1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1.2	1.5	1.8	2.1	2.4
0	0	0	0	0
2.24	2.27	2.27	2.50	2.50

°  
m.  
m.  
Tn/m3  
Tn/m3

**FORMULAS PARA EL CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA :**

Cimentaciones cuadradas

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

Factores de Capacidad

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

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

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

Tabla Factores de capacidad de carga

φ	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub> /N <sub>c</sub>	tan φ	φ	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub> /N <sub>c</sub>	tan φ
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00	26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
1	5.38	1.09	0.07	0.20	0.02	27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03	28	25.80	14.72	16.72	0.57	0.53
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05	29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07	30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09	31	32.67	20.63	25.99	0.63	0.60
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11	32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12	33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14	34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16	35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18	36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19	37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21	38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23	39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25	40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27	41	83.86	73.90	130.22	0.88	0.87
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29	42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31	43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32	44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34	45	133.88	134.88	271.76	1.01	1.00
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36	46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38	47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40	48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
23	18.05	8.66	8.20	0.48	0.42	49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45	50	266.89	319.07	762.89	1.20	1.19
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47						

\* Según Vesic (1973)

Tabla 10 Cálculo de la capacidad admisible Terzaghi Punto 12

	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
N <sub>q</sub> =	33.52	42.55	28.48	33.52	146.19
N <sub>c</sub> =	49.21	57.93	44.16	49.21	144.63
N <sub>γ</sub> =	48.45	65.47	39.37	48.45	299.59
q <sub>c</sub> =	133.52	204.33	152.14	224.45	1176.71
FS=	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
q <sub>adm</sub> =	44.51	68.11	50.71	74.82	392.24
q <sub>adm</sub> =	4.45	6.81	5.07	7.48	39.22

Tn/m2  
Tn/m2  
kg/cm2

CAPACIDAD DE CARGA : MEYERHOF

**DATOS DE ENTRADA.**

Angulo de fricción interna:  
 Base de la cimentación (B):  
 Longitud de la cimentación (L):  
 Profundidad de cimentación (Df):  
 Cohesión(c.):  
 Peso específico:  
 Inclinación de carga

ZAPATAS TIPO				
Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
35.05	36.93	33.73	35.05	45.50
1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.24	2.27	2.27	2.50	2.50
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**FORMULAS PARA EL RESPECTIVO CÁLCULO :**

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$N_q = \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right) e^{\pi \tan \varphi}$$

$$N_c = (N_q + 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \varphi$$

**FACTORES DE FORMA**

$$F_{cs} = 1 + \frac{B N_{q_i}}{L N_c}$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \varphi$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

**FACTORES DE INCLINACION**

$$F_{ci} = F_{qi} = \left( 1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ} \right)^2$$

$$F_{\gamma i} = \left( 1 - \frac{\beta}{\varphi} \right)^2$$

**FACTORES DE PROFUNDIDAD**

donde L = longitud de la cimentacion (L > B)

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \frac{D_f}{B}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \text{sen } \varphi)^2 \frac{D_f}{B}$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

(b):  $D_f/B > 1$

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \text{sen } \varphi)^2 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

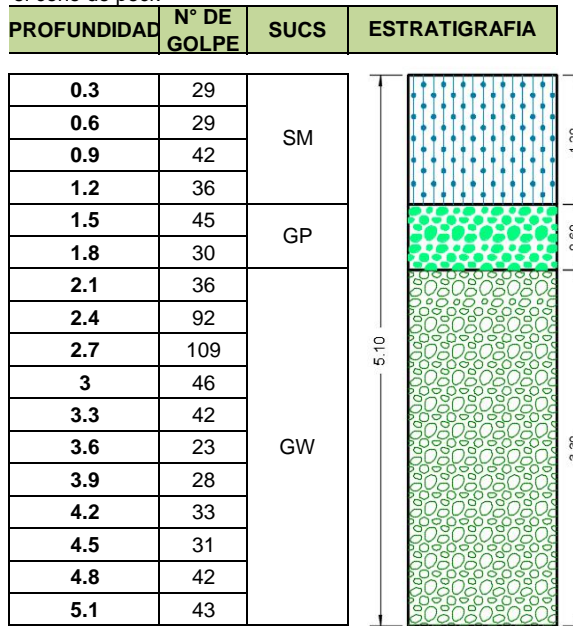
Tabla 77 Calculo de la capacidad admisible Meyerhof Punto 12

	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
Nq	33.52	42.55	28.48	33.52	146.19
Nc	49.21	57.93	44.16	49.21	144.63
Ny	48.45	65.47	39.37	48.45	299.59
Fcs	1.68	1.73	1.64	1.68	2.01
Fcd	1.32	1.40	1.35	1.38	1.40
Fci = Fqi	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fqs	1.70	1.75	1.67	1.70	2.02
Fqd	1.20	1.24	1.23	1.24	1.17
Fys	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Fyd	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fyi	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
qc=	260.45	350.81	219.77	267.00	1371.79
FS	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
qadm=	86.82	116.94	73.26	89.00	457.26
qadm=	8.68	11.69	7.33	8.90	45.73

**Tabla 78** Resumen de resultados de capacidad admisible Punto 12

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)						
TIPO	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05	
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	
Ø (fricción)	35.05	36.93	33.73	35.05	45.50	
<b>TERZAGHI</b>	<b>4.45</b>	<b>6.81</b>	<b>5.07</b>	<b>7.48</b>	<b>39.22</b>	kg/cm <sup>2</sup>
<b>MEYERHOF</b>	<b>8.68</b>	<b>11.69</b>	<b>7.33</b>	<b>8.90</b>	<b>45.73</b>	kg/cm <sup>2</sup>

Para determinar la estratigrafía se realizó mediante la cantidad de golpes obtenidos de la prueba de SPT con el cono de peck



**Figura 127** Estratigrafía del suelo del Punto 12



Procedimiento de Calculo **Punto 13**

Tabla 79 Calculo del angulo de friccion del punto 13

PROFUNDIDAD	N° DE GOLPES PECK	NSTP= 0.5°C (arenas y gravas)	$N_{60}=1.10 \times N_{spt}$	$C_n=(1+N_{spt})/(N_{60})$	$\phi=0.36*(N)_{70}+25$ (Bowels, 1995)	$\phi=3.5*\sqrt{(N_{spt})+20}$ (Muramach, 1974)	$\phi=27.1+0.3 N_{spt}-0.00054N_{spt}^2$ Wolff, 1989	$\phi=\sqrt{(20*N_{spt})+20}$ (Hatanaka y Uchida, 1996)
0.3	96	48.00	52.80	0.91	49.19	44.25	40.26	50.98
0.6	126	63.00	69.30	0.91	56.75	47.78	43.86	55.50
0.9	161	80.50	88.55	0.91	65.57	51.40	47.75	60.12
1.2	84	42.00	46.20	0.91	46.17	42.68	38.75	48.98
1.5	84	42.00	46.20	0.91	46.17	42.68	38.75	48.98
1.8	28	14.00	15.40	0.91	32.06	33.10	31.19	36.73
2.1	47	23.50	25.85	0.91	36.84	36.97	33.85	41.68
2.4	86	43.00	47.30	0.91	46.67	42.95	39.00	49.33
2.7	91	45.50	50.05	0.91	47.93	43.61	39.63	50.17
3	53	26.50	29.15	0.91	38.36	38.02	34.67	43.02
3.3	36	18.00	19.80	0.91	34.07	34.85	32.33	38.97
3.6	22	11.00	12.10	0.91	30.54	31.61	30.33	34.83
3.9	25	12.50	13.75	0.91	31.30	32.37	30.77	35.81
4.2	46	23.00	25.30	0.91	36.59	36.79	33.71	41.45
4.5	25	12.50	13.75	0.91	31.30	32.37	30.77	35.81
4.8	27	13.50	14.85	0.91	31.80	32.86	31.05	36.43
5.1	31	16	17.05	0.91	32.81	33.78	31.62	37.61

Resultados del ensayo del SPT, para determinar el ángulo de fricción.

En el siguiente grafico se muestra el resultado del angulo de friccion vs profundidad por autores Bowels, Muramach, Wolff, Hatanaka y Uchida

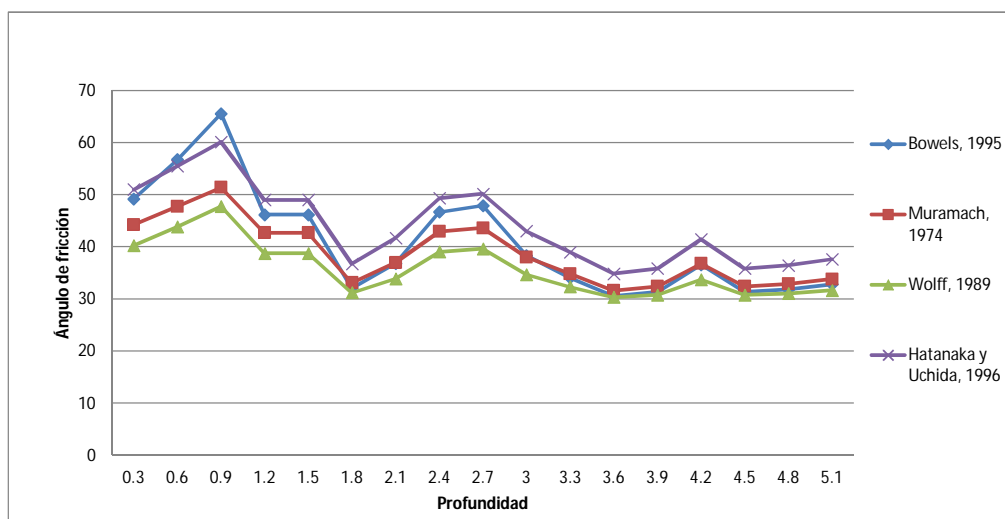


Figura 128 Relación del ángulo de fricción vs profundidad punto 13

CAPACIDAD DE CARGA : TERZAGHI

**DATOS DE ENTRADA.**

Angulo de fricción interna:

Base de la cimentación (B):

Profundidad de cimentación (Df):

Cohesión(c.):

Peso específico (γ)

ZAPATAS TIPO				
Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
44.15	44.15	33.27	37.34	44.49
1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1.2	1.5	1.8	2.1	2.4
0	0	0	0	0
2.50	2.50	2.50	2.50	2.43

°  
m.  
m.  
Tn/m3  
Tn/m3

**FORMULAS PARA EL CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA :**

Cimentaciones cuadradas

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

Factores de Capacidad

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

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

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

Tabla Factores de capacidad de carga

φ	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub> /N <sub>c</sub>	tan φ	φ	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub> /N <sub>c</sub>	tan φ
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00	26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
1	5.38	1.09	0.07	0.20	0.02	27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03	28	25.80	14.72	16.72	0.57	0.53
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05	29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07	30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09	31	32.67	20.63	25.99	0.63	0.60
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11	32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12	33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14	34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16	35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18	36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19	37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21	38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23	39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25	40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27	41	83.86	73.90	130.22	0.88	0.87
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29	42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31	43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32	44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34	45	133.88	134.88	271.76	1.01	1.00
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36	46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38	47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40	48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
23	18.05	8.66	8.20	0.48	0.42	49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45	50	266.89	319.07	762.89	1.20	1.19
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47						

\* Según Vesic (1973)

Tabla 04 Cálculo de la capacidad admisible Terzaghi Punto 13

	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
N <sub>q</sub> =	117.93	117.93	26.95	44.84	124.39
N <sub>c</sub> =	122.53	122.53	42.60	60.09	127.66
N <sub>γ</sub> =	230.86	230.86	36.68	69.92	246.34
q <sub>c</sub> =	584.65	673.10	157.95	305.31	964.92
FS=	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
q <sub>adm</sub> =	194.88	224.37	52.65	101.77	321.64
q <sub>adm</sub> =	19.49	22.44	5.27	10.18	32.16

Tn/m2  
Tn/m2  
kg/cm2

CAPACIDAD DE CARGA : MEYERHOF

**DATOS DE ENTRADA.**

Angulo de fricción interna:  
 Base de la cimentación (B):  
 Longitud de la cimentación (L):  
 Profundidad de cimentación (Df):  
 Cohesión(c.):  
 Peso específico:  
 Inclinación de carga

ZAPATAS TIPO				
Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
44.15	44.15	33.27	37.34	44.49
1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.50	2.50	2.50	2.50	2.43
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**FORMULAS PARA EL RESPECTIVO CÁLCULO :**

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$N_q = \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right) e^{\pi \tan \varphi}$$

$$N_c = (N_q + 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \varphi$$

**FACTORES DE FORMA**

$$F_{cs} = 1 + \frac{B N_{q_i}}{L N_c}$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \varphi$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

**FACTORES DE INCLINACION**

$$F_{ci} = F_{qi} = \left( 1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ} \right)^2$$

$$F_{\gamma i} = \left( 1 - \frac{\beta}{\varphi} \right)^2$$

**FACTORES DE PROFUNDIDAD**

donde L = longitud de la cimentacion (L > B)

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \frac{D_f}{B}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \text{sen } \varphi)^2 \frac{D_f}{B}$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

(b):  $D_f/B > 1$

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \text{sen } \varphi)^2 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

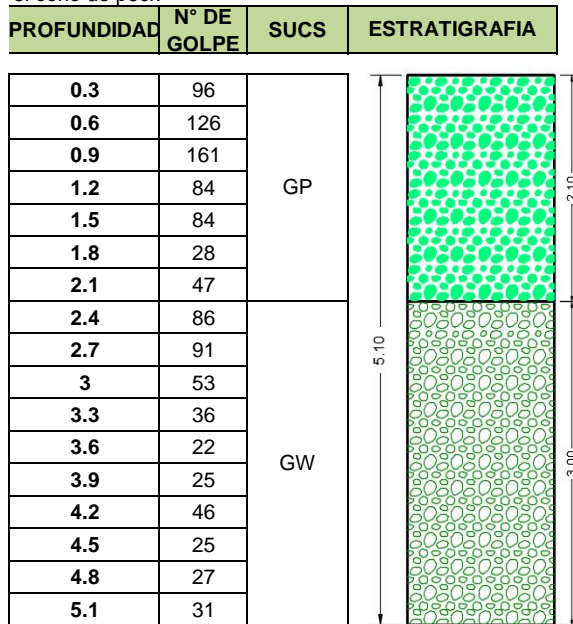
Tabla 81 Cálculo de la capacidad admisible Meyerhof Punto 13

	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
Nq	117.93	117.93	26.95	44.84	124.39
Nc	122.53	122.53	42.60	60.09	127.66
Ny	230.86	230.86	36.68	69.92	246.34
Fcs	1.96	1.96	1.63	1.75	1.97
Fcd	1.32	1.40	1.35	1.38	1.40
Fci = Fqi	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fqs	1.97	1.97	1.66	1.76	1.98
Fqd	1.14	1.18	1.23	1.22	1.18
Fys	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Fyd	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fyi	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
qc=	1056.64	1081.57	206.52	369.02	1148.61
FS	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
qadm=	352.21	360.52	68.84	123.01	382.87
qadm=	35.22	36.05	6.88	12.30	38.29

**Tabla 82** Resumen de resultados de capacidad admisible Punto 13

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)						
TIPO	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05	
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	
Ø (fricción)	44.15	44.15	33.27	37.34	44.49	
<b>TERZAGHI</b>	<b>19.49</b>	<b>22.44</b>	<b>5.27</b>	<b>10.18</b>	<b>32.16</b>	kg/cm <sup>2</sup>
<b>MEYERHOF</b>	<b>35.22</b>	<b>36.05</b>	<b>6.88</b>	<b>12.30</b>	<b>38.29</b>	kg/cm <sup>2</sup>

Para determinar la estratigrafía se realizó mediante la cantidad de golpes obtenidos de la prueba de SPT con el cono de peck



**Figura 129** Estratigrafía del suelo del Punto 13

Procedimiento de Calculo **Punto 14**

Tabla 83 Calculo del angulo de friccion del punto 14

PROFUNDIDAD	N° DE GOLPES PECK	NSTP= 0.5°C (arenas y gravas)	N <sub>60</sub> =1.10x Nspt	Cn=(1+Nsp pt)/(N <sub>60</sub> )	$\phi=0.36*(N)_{70}+25$ (Bowels, 1995)	$\phi=3.5*\sqrt{(Ns\ pt)+20}$ (Muramach, 1974)	$\phi=27.1+0.3\ Nspt-0.00054Nsp\ t^2$ Wolff, 1989	$\phi=\sqrt{(20*Nspt)+20}$ (Hatanaka y Uchida, 1996)
0.3	50	25.00	27.50	0.91	37.60	37.50	34.26	42.36
0.6	57	28.50	31.35	0.91	39.36	38.68	35.21	43.87
0.9	44	22.00	24.20	0.91	36.09	36.42	33.44	40.98
1.2	40	20.00	22.00	0.91	35.08	35.65	32.88	40.00
1.5	40	20.00	22.00	0.91	35.08	35.65	32.88	40.00
1.8	27	13.50	14.85	0.91	31.80	32.86	31.05	36.43
2.1	50	25.00	27.50	0.91	37.60	37.50	34.26	42.36
2.4	33	16.50	18.15	0.91	33.32	34.22	31.90	38.17
2.7	40	20.00	22.00	0.91	35.08	35.65	32.88	40.00
3	45	22.50	24.75	0.91	36.34	36.60	33.58	41.21
3.3	53	26.50	29.15	0.91	38.36	38.02	34.67	43.02
3.6	30	15.00	16.50	0.91	32.56	33.56	31.48	37.32
3.9	56	28.00	30.80	0.91	39.11	38.52	35.08	43.66
4.2	40	20.00	22.00	0.91	35.08	35.65	32.88	40.00
4.5	60	30.00	33.00	0.91	40.12	39.17	35.61	44.49
4.8	40	20.00	22.00	0.91	35.08	35.65	32.88	40.00
5.1	46	23	25.30	0.91	36.59	36.79	33.71	41.45

Resultados del ensayo del SPT, para determinar el ángulo de fricción.

En el siguiente grafico se muestra el resultado del angulo de friccion vs profundidad por autores Bowels, Muramach, Wolff, Hatanaka y Uchida

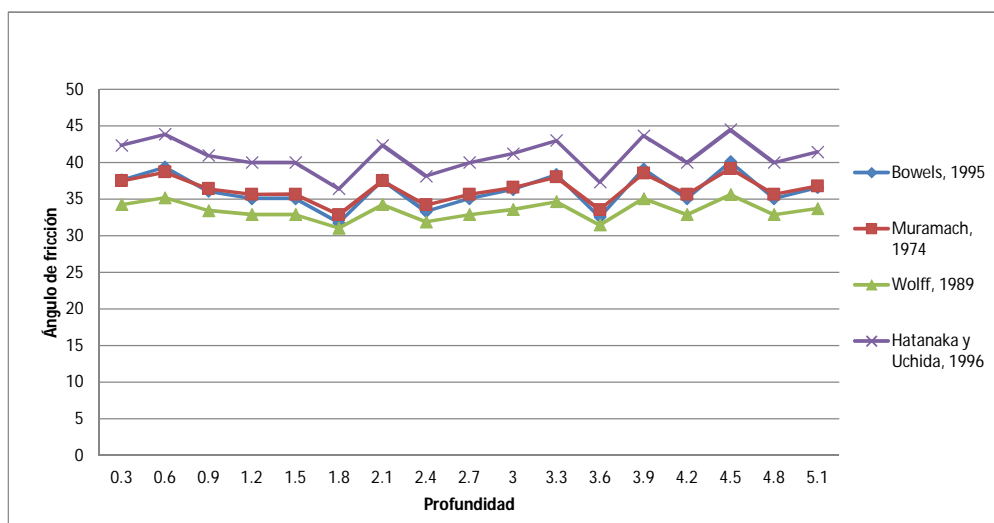


Figura 130 Relación del ángulo de fricción vs profundidad punto 14

CAPACIDAD DE CARGA : TERZAGHI

**DATOS DE ENTRADA.**

Angulo de fricción interna:

Base de la cimentación (B):

Profundidad de cimentación (Df):

Cohesión(c.):

Peso específico (γ)

ZAPATAS TIPO				
Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
35.90	35.90	33.04	37.93	34.40
1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1.2	1.5	1.8	2.1	2.4
0	0	0	0	0
2.36	2.36	2.40	2.40	2.40

°  
m.  
m.  
Tn/m3  
Tn/m3

**FORMULAS PARA EL CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA :**

Cimentaciones cuadradas

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

Factores de Capacidad

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

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

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

Tabla Factores de capacidad de carga

φ	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub> /N <sub>c</sub>	tan φ	φ	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub> /N <sub>c</sub>	tan φ
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00	26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
1	5.38	1.09	0.07	0.20	0.02	27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03	28	25.80	14.72	16.72	0.57	0.53
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05	29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07	30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09	31	32.67	20.63	25.99	0.63	0.60
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11	32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12	33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14	34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16	35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18	36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19	37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21	38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23	39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25	40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27	41	83.86	73.90	130.22	0.88	0.87
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29	42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31	43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32	44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34	45	133.88	134.88	271.76	1.01	1.00
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36	46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38	47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40	48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
23	18.05	8.66	8.20	0.48	0.42	49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45	50	266.89	319.07	762.89	1.20	1.19
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47						

\* Según Vesic (1973)

Tabla 04 Cálculo de la capacidad admisible Terzaghi Punto 14

	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
N <sub>q</sub> =	37.30	37.30	26.21	48.49	30.92
N <sub>c</sub> =	52.90	52.90	41.84	63.50	46.61
N <sub>γ</sub> =	55.45	55.45	35.39	77.13	43.71
q <sub>c</sub> =	157.97	184.38	147.19	318.42	220.05
FS=	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
q <sub>adm</sub> =	52.66	61.46	49.06	106.14	73.35
q <sub>adm</sub> =	5.27	6.15	4.91	10.61	7.34

Tn/m2  
Tn/m2  
kg/cm2

CAPACIDAD DE CARGA : MEYERHOF

**DATOS DE ENTRADA.**

Angulo de fricción interna:  
 Base de la cimentación (B):  
 Longitud de la cimentación (L):  
 Profundidad de cimentación (Df):  
 Cohesión(c.):  
 Peso específico:  
 Inclinacion de carga

ZAPATAS TIPO				
Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
35.90	35.90	33.04	37.93	34.40
1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.36	2.36	2.40	2.40	2.40
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**FORMULAS PARA EL RESPECTIVO CÁLCULO :**

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$N_q = \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right) e^{\pi \tan \varphi}$$

$$N_c = (N_q + 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \varphi$$

**FACTORES DE FORMA**

$$F_{cs} = 1 + \frac{B N_{q_i}}{L N_c}$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \varphi$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

**FACTORES DE INCLINACION**

$$F_{ci} = F_{qi} = \left( 1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ} \right)^2$$

$$F_{\gamma i} = \left( 1 - \frac{\beta}{\varphi} \right)^2$$

**FACTORES DE PROFUNDIDAD**

donde L = longitud de la cimentacion (L > B)

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \frac{D_f}{B}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \text{sen } \varphi)^2 \frac{D_f}{B}$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

(b):  $D_f/B > 1$

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \text{sen } \varphi)^2 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

Tabla 85 Calculo de la capacidad admisible Meyerhof Punto 14

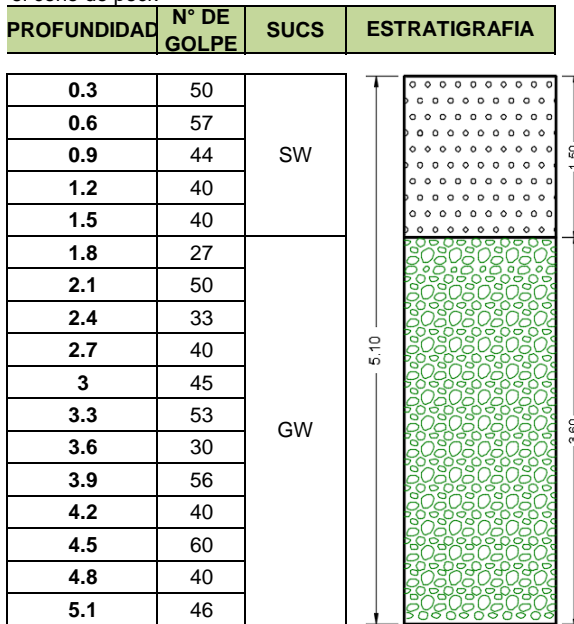
	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
Nq	37.30	37.30	26.21	48.49	30.92
Nc	52.90	52.90	41.84	63.50	46.61
Ny	55.45	55.45	35.39	77.13	43.71
Fcs	1.71	1.71	1.63	1.76	1.66
Fcd	1.32	1.40	1.35	1.38	1.40
Fci = Fqi	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fqs	1.72	1.72	1.65	1.78	1.68
Fqd	1.20	1.25	1.24	1.22	1.26
Fys	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Fyd	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fyi	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
qc=	293.50	303.05	200.14	402.52	246.43
FS	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
qadm=	97.83	101.02	66.71	134.17	82.14
qadm=	9.78	10.10	6.67	13.42	8.21



**Tabla 86** Resumen de resultados de capacidad admisible Punto 14

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)						
TIPO	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05	
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	
Ø (fricción)	35.90	35.90	33.04	37.93	34.40	
<b>TERZAGHI</b>	<b>5.27</b>	<b>6.15</b>	<b>4.91</b>	<b>10.61</b>	<b>7.34</b>	kg/cm2
<b>MEYERHOF</b>	<b>9.78</b>	<b>10.10</b>	<b>6.67</b>	<b>13.42</b>	<b>8.21</b>	kg/cm2

Para determinar la estratigrafía se realizó mediante la cantidad de golpes obtenidos de la prueba de SPT con el cono de peck



**Figura 131** Estratigrafía del suelo del Punto 14

Procedimiento de Calculo **Punto 15**

Tabla 87 Calculo del angulo de friccion del punto 15

PROFUNDIDAD	N° DE GOLPES PECK	NSTP= 0.5°C (arenas y gravas)	$N_{60}=1.10 \times N_{spt}$	$C_n=(1+N_{spt})/(N_{60})$	$\phi=0.36*(N)_{70}+25$ (Bowels, 1995)	$\phi=3.5*\sqrt{(N_{spt})+20}$ (Muramach, 1974)	$\phi=27.1+0.3 N_{spt}-0.00054N_{spt}^2$ Wolff, 1989	$\phi=\sqrt{(20*N_{spt})+20}$ (Hatanaka y Uchida, 1996)
0.3	88	44.00	48.40	0.91	47.18	43.22	39.25	49.66
0.6	123	61.50	67.65	0.91	56.00	47.45	43.51	55.07
0.9	152	76.00	83.60	0.91	63.30	50.51	46.78	58.99
1.2	75	37.50	41.25	0.91	43.90	41.43	37.59	47.39
1.5	60	30.00	33.00	0.91	40.12	39.17	35.61	44.49
1.8	40	20.00	22.00	0.91	35.08	35.65	32.88	40.00
2.1	52	26.00	28.60	0.91	38.10	37.85	34.53	42.80
2.4	24	12.00	13.20	0.91	31.05	32.12	30.62	35.49
2.7	47	23.50	25.85	0.91	36.84	36.97	33.85	41.68
3	51	25.50	28.05	0.91	37.85	37.67	34.40	42.58
3.3	35	17.50	19.25	0.91	33.82	34.64	32.18	38.71
3.6	31	15.50	17.05	0.91	32.81	33.78	31.62	37.61
3.9	22	11.00	12.10	0.91	30.54	31.61	30.33	34.83
4.2	38	19.00	20.90	0.91	34.58	35.26	32.61	39.49
4.5	39	19.50	21.45	0.91	34.83	35.46	32.74	39.75
4.8	37	18.50	20.35	0.91	34.32	35.05	32.47	39.24
5.1	41	21	22.55	0.91	35.33	35.85	33.02	40.25

Resultados del ensayo del SPT, para determinar el ángulo de fricción.

En el siguiente grafico se muestra el resultado del angulo de friccion vs profundidad por autores Bowels, Muramach, Wolff, Hatanaka y Uchida

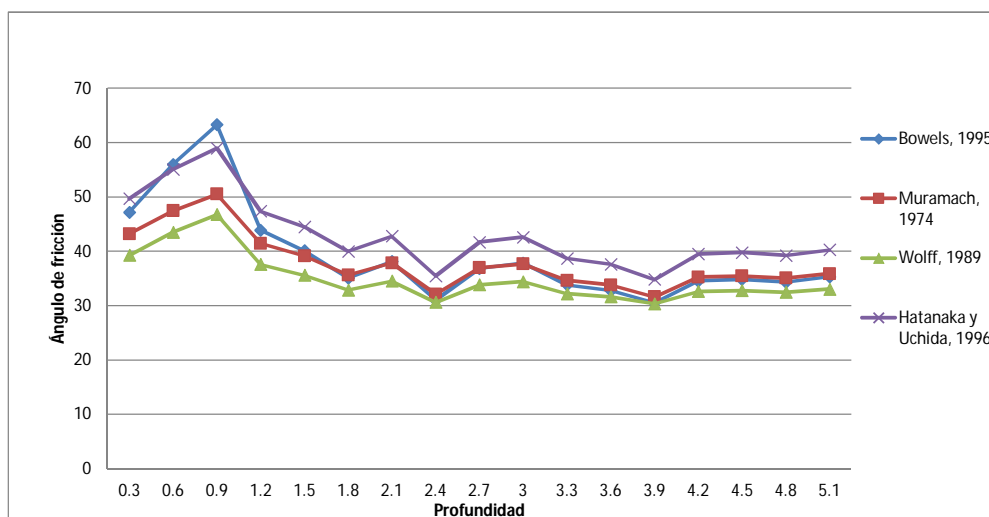


Figura 132 Relación del ángulo de fricción vs profundidad punto 15

CAPACIDAD DE CARGA : TERZAGHI

**DATOS DE ENTRADA.**

Angulo de fricción interna:	42.58	39.85	35.90	38.32	32.32	°
Base de la cimentación (B):	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	m.
Profundidad de cimentación (Df):	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	m.
Cohesión(c.):	0	0	0	0	0	Tn/m3
Peso específico (γ)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	Tn/m3

ZAPATAS TIPO				
Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
42.58	39.85	35.90	38.32	32.32
1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1.2	1.5	1.8	2.1	2.4
0	0	0	0	0
2.50	2.50	2.50	2.50	2.50

**FORMULAS PARA EL CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA :**

Cimentaciones cuadradas

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

Factores de Capacidad

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

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

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

Tabla Factores de capacidad de carga

φ	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub> /N <sub>c</sub>	tan φ	φ	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub> /N <sub>c</sub>	tan φ
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00	26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
1	5.38	1.09	0.07	0.20	0.02	27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03	28	25.80	14.72	16.72	0.57	0.53
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05	29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07	30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09	31	32.67	20.63	25.99	0.63	0.60
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11	32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12	33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14	34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16	35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18	36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19	37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21	38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23	39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25	40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27	41	83.86	73.90	130.22	0.88	0.87
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29	42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31	43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32	44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34	45	133.88	134.88	271.76	1.01	1.00
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36	46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38	47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40	48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
23	18.05	8.66	8.20	0.48	0.42	49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45	50	266.89	319.07	762.89	1.20	1.19
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47						

\* Según Vesic (1973)

Tabla 06 Cálculo de la capacidad admisible Terzaghi Punto 15

	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05	
N <sub>q</sub> =	92.96	62.87	37.30	51.08	24.07	
N <sub>c</sub> =	102.26	76.53	52.90	65.89	39.63	
N <sub>γ</sub> =	172.66	106.62	55.45	82.32	31.73	
q <sub>c</sub> =	451.53	342.39	223.29	350.48	176.15	Tn/m2
FS=	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	
q <sub>adm</sub> =	150.51	114.13	74.43	116.83	58.72	Tn/m2
q <sub>adm</sub> =	15.05	11.41	7.44	11.68	5.87	kg/cm2

CAPACIDAD DE CARGA : MEYERHOF

**DATOS DE ENTRADA.**

Angulo de fricción interna:  
 Base de la cimentación (B):  
 Longitud de la cimentación (L):  
 Profundidad de cimentación (Df):  
 Cohesión(c.):  
 Peso específico:  
 Inclinación de carga

ZAPATAS TIPO				
Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
42.58	39.85	35.90	38.32	32.32
1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**FORMULAS PARA EL RESPECTIVO CÁLCULO :**

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$N_q = \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right) e^{\pi \tan \varphi}$$

$$N_c = (N_q + 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \varphi$$

**FACTORES DE FORMA**

$$F_{cs} = 1 + \frac{B N_{q_i}}{L N_c}$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \varphi$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

**FACTORES DE INCLINACION**

$$F_{ci} = F_{qi} = \left( 1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ} \right)^2$$

$$F_{\gamma i} = \left( 1 - \frac{\beta}{\varphi} \right)^2$$

**FACTORES DE PROFUNDIDAD**

donde L = longitud de la cimentacion (L > B)

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \frac{D_f}{B}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \text{sen } \varphi)^2 \frac{D_f}{B}$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

(b):  $D_f/B > 1$

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \text{sen } \varphi)^2 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

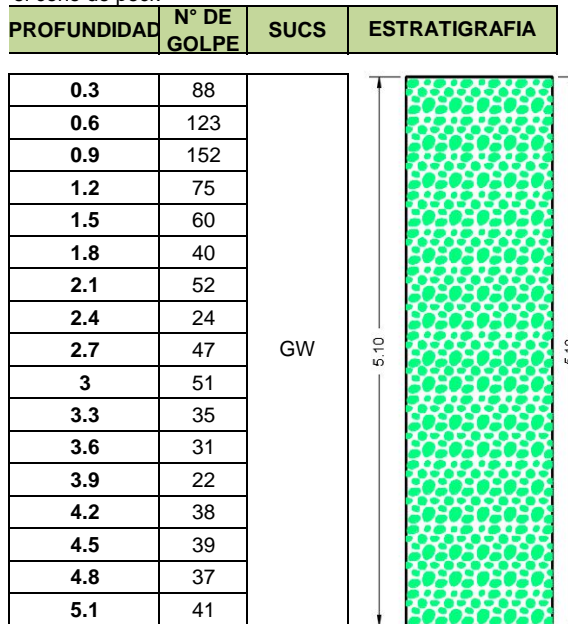
Tabla 89 Cálculo de la capacidad admisible Meyerhof Punto 15

	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
Nq	92.96	62.87	37.30	51.08	24.07
Nc	102.26	76.53	52.90	65.89	39.63
Ny	172.66	106.62	55.45	82.32	31.73
Fcs	1.91	1.82	1.71	1.78	1.61
Fcd	1.32	1.40	1.35	1.38	1.40
Fci = Fqi	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fqs	1.92	1.83	1.72	1.79	1.63
Fqd	1.15	1.22	1.22	1.22	1.28
Fys	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Fyd	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fyi	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
qc=	811.63	540.52	297.13	426.46	186.29
FS	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
qadm=	270.54	180.17	99.04	142.15	62.10
qadm=	27.05	18.02	9.90	14.22	6.21

**Tabla 90** Resumen de resultados de capacidad admisible Punto 15

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)						
TIPO	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05	
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	
Ø (fricción)	42.58	39.85	35.90	38.32	32.32	
<b>TERZAGHI</b>	<b>15.05</b>	<b>11.41</b>	<b>7.44</b>	<b>11.68</b>	<b>5.87</b>	kg/cm <sup>2</sup>
<b>MEYERHOF</b>	<b>27.05</b>	<b>18.02</b>	<b>9.90</b>	<b>14.22</b>	<b>6.21</b>	kg/cm <sup>2</sup>

Para determinar la estratigrafía se realizó mediante la cantidad de golpes obtenidos de la prueba de SPT con el cono de peck



**Figura 133** Estratigrafía del suelo del Punto 15

Procedimiento de Calculo **Punto 16**

Tabla 91 Calculo del angulo de friccion del punto 16

PROFUNDIDAD	N° DE GOLPES PECK	NSTP= 0.5°C (arenas y gravas)	$N_{60}=1.10 \times N_{spt}$	$C_n=(1+N_{spt})/(N_{60})$	$\phi=0.36*(N)_{70}+25$ (Bowels, 1995)	$\phi=3.5*\sqrt{(N_{spt})}+20$ (Muramach, 1974)	$\phi=27.1+0.3 N_{spt}-0.00054N_{spt}^2$ Wolff, 1989	$\phi=\sqrt{(20*N_{spt})}+20$ (Hatanaka y Uchida, 1996)
0.3	22	11.00	12.10	0.91	30.54	31.61	30.33	34.83
0.6	21	10.50	11.55	0.91	30.29	31.34	30.19	34.49
0.9	33	16.50	18.15	0.91	33.32	34.22	31.90	38.17
1.2	28	14.00	15.40	0.91	32.06	33.10	31.19	36.73
1.5	30	15.00	16.50	0.91	32.56	33.56	31.48	37.32
1.8	29	14.50	15.95	0.91	32.31	33.33	31.34	37.03
2.1	35	17.50	19.25	0.91	33.82	34.64	32.18	38.71
2.4	67	33.50	36.85	0.91	41.88	40.26	36.54	45.88
2.7	109	54.50	59.95	0.91	52.47	45.84	41.85	53.02
3	57	28.50	31.35	0.91	39.36	38.68	35.21	43.87
3.3	46	23.00	25.30	0.91	36.59	36.79	33.71	41.45
3.6	26	13.00	14.30	0.91	31.55	32.62	30.91	36.12
3.9	27	13.50	14.85	0.91	31.80	32.86	31.05	36.43
4.2	24	12.00	13.20	0.91	31.05	32.12	30.62	35.49
4.5	39	19.50	21.45	0.91	34.83	35.46	32.74	39.75
4.8	51	25.50	28.05	0.91	37.85	37.67	34.40	42.58
5.1	45	23	24.75	0.91	36.34	36.60	33.58	41.21

Resultados del ensayo del SPT, para determinar el ángulo de fricción.

En el siguiente grafico se muestra el resultado del angulo de friccion vs profundidad por autores Bowels, Muramach, Wolff, Hatanaka y Uchida

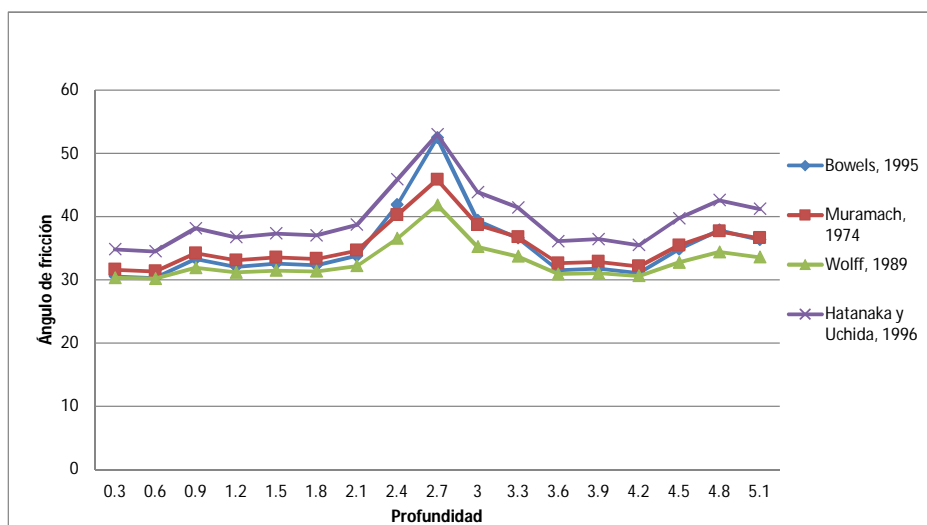


Figura 134 Relación del ángulo de fricción vs profundidad punto 16

CAPACIDAD DE CARGA : TERZAGHI

**DATOS DE ENTRADA.**

Angulo de fricción interna:

Base de la cimentación (B):

Profundidad de cimentación (Df):

Cohesión(c.):

Peso específico (γ)

ZAPATAS TIPO				
Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
33.27	33.73	33.50	34.84	41.14
1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1.2	1.5	1.8	2.1	2.4
0	0	0	0	0
2.23	2.23	2.23	2.23	2.50

**FORMULAS PARA EL CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA :**

Cimentaciones cuadradas

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

Factores de Capacidad

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

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

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

Tabla Factores de capacidad de carga

φ	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub> /N <sub>c</sub>	tan φ	φ	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub> /N <sub>c</sub>	tan φ
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00	26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
1	5.38	1.09	0.07	0.20	0.02	27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03	28	25.80	14.72	16.72	0.57	0.53
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05	29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07	30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09	31	32.67	20.63	25.99	0.63	0.60
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11	32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12	33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14	34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16	35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18	36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19	37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21	38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23	39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25	40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27	41	83.86	73.90	130.22	0.88	0.87
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29	42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31	43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32	44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34	45	133.88	134.88	271.76	1.01	1.00
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36	46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38	47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40	48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
23	18.05	8.66	8.20	0.48	0.42	49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45	50	266.89	319.07	762.89	1.20	1.19
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47						

\* Según Vesic (1973)

Tabla 92 Cálculo de la capacidad admisible Terzaghi Punto 16

	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
N <sub>q</sub> =	26.95	28.48	27.71	32.64	75.42
N <sub>c</sub> =	42.60	44.16	43.37	48.33	87.47
N <sub>γ</sub> =	36.68	39.37	38.00	46.82	133.52
q <sub>c</sub> =	104.83	130.40	145.12	194.60	586.02
FS=	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
q <sub>adm</sub> =	34.94	43.47	48.37	64.87	195.34
q <sub>adm</sub> =	3.49	4.35	4.84	6.49	19.53

Tn/m2

Tn/m2

kg/cm2



CAPACIDAD DE CARGA : MEYERHOF

**DATOS DE ENTRADA.**

Angulo de fricción interna:  
 Base de la cimentación (B):  
 Longitud de la cimentación (L):  
 Profundidad de cimentación (Df):  
 Cohesión(c.):  
 Peso específico:  
 Inclinación de carga

ZAPATAS TIPO				
Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
33.27	33.73	33.50	34.84	41.14
1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.23	2.23	2.23	2.23	2.50
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**FORMULAS PARA EL RESPECTIVO CÁLCULO :**

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$N_q = \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right) e^{\pi \tan \varphi}$$

$$N_c = (N_q + 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \varphi$$

**FACTORES DE FORMA**

$$F_{cs} = 1 + \frac{B N_{q_i}}{L N_c}$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \varphi$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

**FACTORES DE INCLINACION**

$$F_{ci} = F_{qi} = \left( 1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ} \right)^2$$

$$F_{\gamma i} = \left( 1 - \frac{\beta}{\varphi} \right)^2$$

**FACTORES DE PROFUNDIDAD**

donde L = longitud de la cimentacion (L > B)

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \frac{D_f}{B}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \text{sen } \varphi)^2 \frac{D_f}{B}$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

(b):  $D_f/B > 1$

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \text{sen } \varphi)^2 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

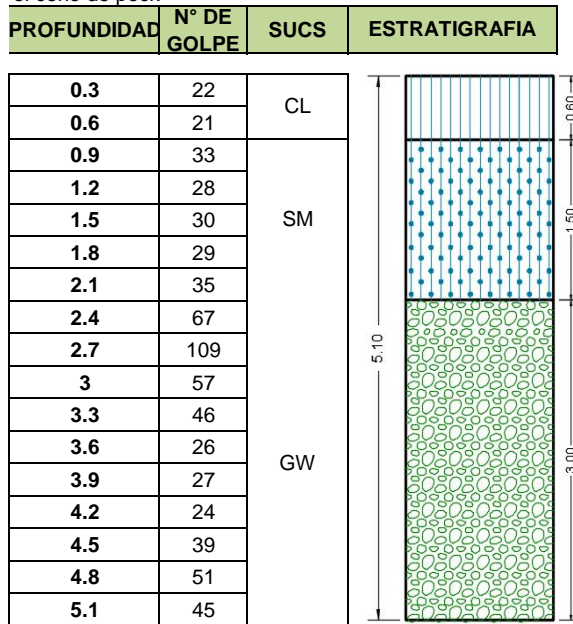
Tabla 93 Cálculo de la capacidad admisible Meyerhof Punto 16

	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
Nq	26.95	28.48	27.71	32.64	75.42
Nc	42.60	44.16	43.37	48.33	87.47
Ny	36.68	39.37	38.00	46.82	133.52
Fcs	1.63	1.64	1.64	1.68	1.86
Fcd	1.32	1.40	1.35	1.38	1.40
Fci = Fqi	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fqs	1.66	1.67	1.66	1.70	1.87
Fqd	1.21	1.26	1.23	1.24	1.21
Fys	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Fyd	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fyi	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
qc=	203.80	224.43	213.06	259.11	661.85
FS	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
qadm=	67.93	74.81	71.02	86.37	220.62
qadm=	6.79	7.48	7.10	8.64	22.06

**Tabla 94** Resumen de resultados de capacidad admisible Punto 16

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)						
TIPO	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05	
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	
Ø (fricción)	33.27	33.73	33.50	34.84	41.14	
<b>TERZAGHI</b>	<b>3.49</b>	<b>4.35</b>	<b>4.84</b>	<b>6.49</b>	<b>19.53</b>	kg/cm <sup>2</sup>
<b>MEYERHOF</b>	<b>6.79</b>	<b>7.48</b>	<b>7.10</b>	<b>8.64</b>	<b>22.06</b>	kg/cm <sup>2</sup>

Para determinar la estratigrafía se realizó mediante la cantidad de golpes obtenidos de la prueba de SPT con el cono de peck



**Figura 135** Estratigrafía del suelo del Punto 16

Procedimiento de Calculo **Punto 17**

Tabla 95 Calculo del angulo de friccion del punto 17

PROFUNDIDAD	N° DE GOLPES PECK	NSTP= 0.5°C (arenas y gravas)	$N_{60}=1.10 \times N_{spt}$	$C_n=(1+N_{spt})/(N_{60})$	$\phi=0.36*(N)_{70}+25$ (Bowels, 1995)	$\phi=3.5*\sqrt{(N_{spt})+20}$ (Muramach, 1974)	$\phi=27.1+0.3 N_{spt}-0.00054N_{spt}^2$ Wolff, 1989	$\phi=\sqrt{(20*N_{spt})+20}$ (Hatanaka y Uchida, 1996)
0.3	56	28.00	30.80	0.91	39.11	38.52	35.08	43.66
0.6	72	36.00	39.60	0.91	43.14	41.00	37.20	46.83
0.9	96	48.00	52.80	0.91	49.19	44.25	40.26	50.98
1.2	69	34.50	37.95	0.91	42.39	40.56	36.81	46.27
1.5	55	27.50	30.25	0.91	38.86	38.35	34.94	43.45
1.8	22	11.00	12.10	0.91	30.54	31.61	30.33	34.83
2.1	38	19.00	20.90	0.91	34.58	35.26	32.61	39.49
2.4	54	27.00	29.70	0.91	38.61	38.19	34.81	43.24
2.7	61	30.50	33.55	0.91	40.37	39.33	35.75	44.70
3	38	19.00	20.90	0.91	34.58	35.26	32.61	39.49
3.3	36	18.00	19.80	0.91	34.07	34.85	32.33	38.97
3.6	28	14.00	15.40	0.91	32.06	33.10	31.19	36.73
3.9	28	14.00	15.40	0.91	32.06	33.10	31.19	36.73
4.2	31	15.50	17.05	0.91	32.81	33.78	31.62	37.61
4.5	40	20.00	22.00	0.91	35.08	35.65	32.88	40.00
4.8	50	25.00	27.50	0.91	37.60	37.50	34.26	42.36
5.1	47	24	25.85	0.91	36.84	36.97	33.85	41.68

Resultados del ensayo del SPT, para determinar el ángulo de fricción.

En el siguiente grafico se muestra el resultado del angulo de friccion vs profundidad por autores Bowels, Muramach, Wolff, Hatanaka y Uchida

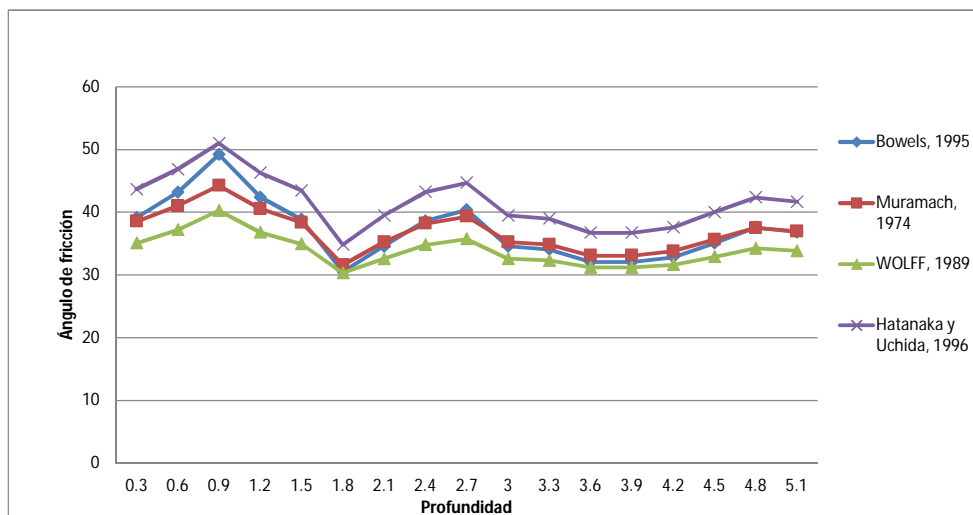


Figura 136 Relación del ángulo de fricción vs profundidad punto 17

CAPACIDAD DE CARGA : TERZAGHI

**DATOS DE ENTRADA.**

Angulo de fricción interna:

Base de la cimentación (B):

Profundidad de cimentación (Df):

Cohesión(c.):

Peso específico (γ)

ZAPATAS TIPO				
Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
41.51	38.90	31.83	35.48	38.71
1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1.2	1.5	1.8	2.1	2.4
0	0	0	0	0
2.50	2.35	2.35	2.35	2.35

**FORMULAS PARA EL CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA :**

Cimentaciones cuadradas

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

Factores de Capacidad

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

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

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

Tabla Factores de capacidad de carga

φ	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub> /N <sub>c</sub>	tan φ	φ	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub> /N <sub>c</sub>	tan φ
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00	26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
1	5.38	1.09	0.07	0.20	0.02	27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03	28	25.80	14.72	16.72	0.57	0.53
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05	29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07	30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09	31	32.67	20.63	25.99	0.63	0.60
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11	32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12	33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14	34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16	35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18	36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19	37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21	38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23	39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25	40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27	41	83.86	73.90	130.22	0.88	0.87
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29	42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31	43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32	44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34	45	133.88	134.88	271.76	1.01	1.00
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36	46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38	47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40	48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
23	18.05	8.66	8.20	0.48	0.42	49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45	50	266.89	319.07	762.89	1.20	1.19
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47						

\* Según Vesic (1973)

Tabla 96 Cálculo de la capacidad admisible Terzaghi Punto 17

	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
N <sub>q</sub> =	79.45	55.22	22.72	35.37	53.80
N <sub>c</sub> =	90.92	69.67	38.21	51.02	68.38
N <sub>γ</sub> =	142.38	90.73	29.45	51.85	87.84
q <sub>c</sub> =	380.73	279.93	123.78	223.27	386.02
FS=	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
q <sub>adm</sub> =	126.91	93.31	41.26	74.42	128.67
q <sub>adm</sub> =	12.69	9.33	4.13	7.44	12.87

Tn/m2

Tn/m2

kg/cm2

CAPACIDAD DE CARGA : MEYERHOF

**DATOS DE ENTRADA.**

Angulo de fricción interna:  
 Base de la cimentación (B):  
 Longitud de la cimentación (L):  
 Profundidad de cimentación (Df):  
 Cohesión(c.):  
 Peso específico:  
 Inclinación de carga

ZAPATAS TIPO				
Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
41.51	38.90	31.83	35.48	38.71
1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.50	2.35	2.35	2.35	2.35
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**FORMULAS PARA EL RESPECTIVO CÁLCULO :**

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$N_q = \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right) e^{\pi \tan \varphi}$$

$$N_c = (N_q + 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \varphi$$

**FACTORES DE FORMA**

$$F_{cs} = 1 + \frac{B N_{q_i}}{L N_c}$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \varphi$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

**FACTORES DE INCLINACION**

$$F_{ci} = F_{qi} = \left( 1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ} \right)^2$$

$$F_{\gamma i} = \left( 1 - \frac{\beta}{\varphi} \right)^2$$

**FACTORES DE PROFUNDIDAD**

donde L = longitud de la cimentacion (L > B)

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \frac{D_f}{B}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \text{sen } \varphi)^2 \frac{D_f}{B}$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

(b):  $D_f/B > 1$

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \text{sen } \varphi)^2 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

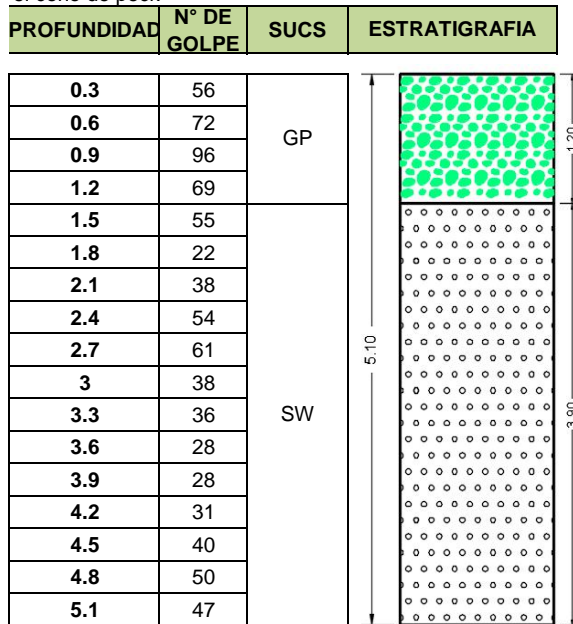
Tabla 97 Cálculo de la capacidad admisible Meyerhof Punto 17

	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
Nq	79.45	55.22	22.72	35.37	53.80
Nc	90.92	69.67	38.21	51.02	68.38
Ny	142.38	90.73	29.45	51.85	87.84
Fcs	1.87	1.79	1.59	1.69	1.79
Fcd	1.32	1.40	1.35	1.38	1.40
Fci = Fqi	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fqs	1.88	1.81	1.62	1.71	1.80
Fqd	1.16	1.22	1.24	1.24	1.23
Fys	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Fyd	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fyi	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
qc=	681.82	468.26	170.43	283.40	455.80
FS	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
qadm=	227.27	156.09	56.81	94.47	151.93
qadm=	22.73	15.61	5.68	9.45	15.19

**Tabla 98** Resumen de resultados de capacidad admisible Punto 17

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)						
TIPO	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05	
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	
Ø (fricción)	41.51	38.90	31.83	35.48	38.71	
<b>TERZAGHI</b>	<b>12.69</b>	<b>9.33</b>	<b>4.13</b>	<b>7.44</b>	<b>12.87</b>	kg/cm2
<b>MEYERHOF</b>	<b>22.73</b>	<b>15.61</b>	<b>5.68</b>	<b>9.45</b>	<b>15.19</b>	kg/cm2

Para determinar la estratigrafía se realizó mediante la cantidad de golpes obtenidos de la prueba de SPT con el cono de peck



**Figura 137** Estratigrafía del suelo del Punto 17

Procedimiento de Calculo **Punto 18**

Tabla 99 Calculo del angulo de friccion del punto 18

PROFUNDIDAD	N° DE GOLPES PECK	NSTP= 0.5°C (arenas y gravas)	N <sub>60</sub> =1.10x Nspt	Cn=(1+Nsp pt)/(N <sub>60</sub> )	$\phi=0.36*(N)_{70}+25$ (Bowels, 1995)	$\phi=3.5*\sqrt{(Ns\ pt)+20}$ (Muramach, 1974)	$\phi=27.1+0.3\ Nspt-0.00054Nsp\ t^2$ Wolff, 1989	$\phi=\sqrt{(20*Nspt)+20}$ (Hatanaka y Uchida, 1996)
0.3	27	13.50	14.85	0.91	31.80	32.86	31.05	36.43
0.6	17	8.50	9.35	0.91	29.28	30.20	29.61	33.04
0.9	22	11.00	12.10	0.91	30.54	31.61	30.33	34.83
1.2	19	9.50	10.45	0.91	29.79	30.79	29.90	33.78
1.5	41	20.50	22.55	0.91	35.33	35.85	33.02	40.25
1.8	41	20.50	22.55	0.91	35.33	35.85	33.02	40.25
2.1	85	42.50	46.75	0.91	46.42	42.82	38.87	49.15
2.4	56	28.00	30.80	0.91	39.11	38.52	35.08	43.66
2.7	89	44.50	48.95	0.91	47.43	43.35	39.38	49.83
3	72	36.00	39.60	0.91	43.14	41.00	37.20	46.83
3.3	43	21.50	23.65	0.91	35.84	36.23	33.30	40.74
3.6	31	15.50	17.05	0.91	32.81	33.78	31.62	37.61
3.9	30	15.00	16.50	0.91	32.56	33.56	31.48	37.32
4.2	20	10.00	11.00	0.91	30.04	31.07	30.05	34.14
4.5	43	21.50	23.65	0.91	35.84	36.23	33.30	40.74
4.8	56	28.00	30.80	0.91	39.11	38.52	35.08	43.66
5.1	49	25	26.95	0.91	37.35	37.32	34.13	42.14

Resultados del ensayo del SPT, para determinar el ángulo de fricción.

En el siguiente grafico se muestra el resultado del angulo de friccion vs profundidad por autores Bowels, Muramach, Wolff, Hatanaka y Uchida

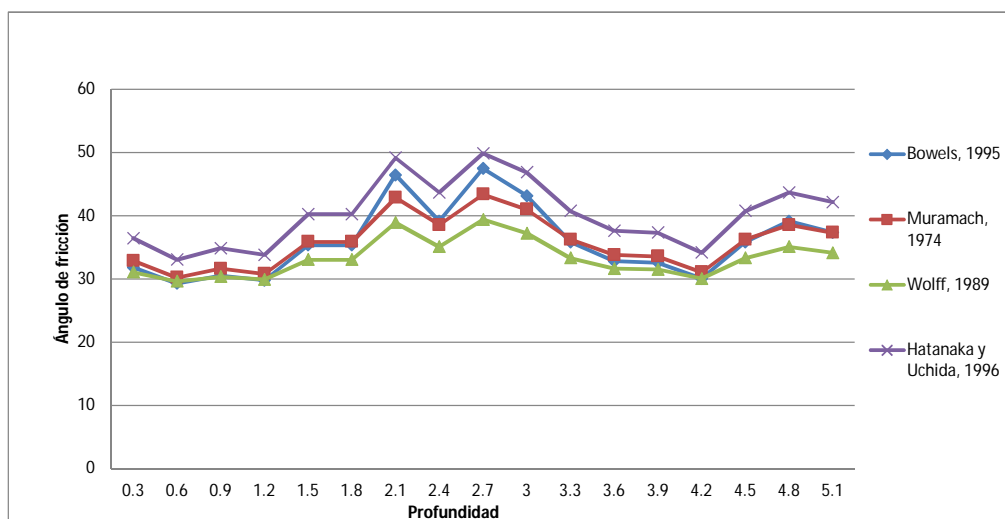


Figura 138 Relación del ángulo de fricción vs profundidad punto 18



CAPACIDAD DE CARGA : TERZAGHI

**DATOS DE ENTRADA.**

Angulo de fricción interna:

Base de la cimentación (B):

Profundidad de cimentación (Df):

Cohesión(c.):

Peso específico (γ)

ZAPATAS TIPO				
Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
31.07	36.11	36.11	44.32	39.09
1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1.2	1.5	1.8	2.1	2.4
0	0	0	0	0
2.50	2.50	2.50	2.50	2.50

°  
m.  
m.  
Tn/m3  
Tn/m3

**FORMULAS PARA EL CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA :**

Cimentaciones cuadradas

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

Factores de Capacidad

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

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

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

Tabla Factores de capacidad de carga

φ	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub> /N <sub>c</sub>	tan φ	φ	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub> /N <sub>c</sub>	tan φ
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00	26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
1	5.38	1.09	0.07	0.20	0.02	27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03	28	25.80	14.72	16.72	0.57	0.53
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05	29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07	30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09	31	32.67	20.63	25.99	0.63	0.60
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11	32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12	33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14	34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16	35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18	36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19	37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21	38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23	39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25	40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27	41	83.86	73.90	130.22	0.88	0.87
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29	42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31	43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32	44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34	45	133.88	134.88	271.76	1.01	1.00
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36	46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38	47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40	48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
23	18.05	8.66	8.20	0.48	0.42	49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45	50	266.89	319.07	762.89	1.20	1.19
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47						

\* Según Vesic (1973)

Tabla 100 Cálculo de la capacidad admisible Terzaghi Punto 18

	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
N <sub>q</sub> =	20.79	38.30	38.30	121.12	56.67
N <sub>c</sub> =	36.17	53.86	53.86	125.06	70.98
N <sub>γ</sub> =	26.25	57.34	57.34	238.47	93.71
q <sub>c</sub> =	88.61	200.95	229.67	874.33	433.74
FS=	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
q <sub>adm</sub> =	29.54	66.98	76.56	291.44	144.58
q <sub>adm</sub> =	2.95	6.70	7.66	29.14	14.46

Tn/m2  
Tn/m2  
kg/cm2

CAPACIDAD DE CARGA : MEYERHOF

**DATOS DE ENTRADA.**

Angulo de fricción interna:  
 Base de la cimentación (B):  
 Longitud de la cimentación (L):  
 Profundidad de cimentación (Df):  
 Cohesión(c.):  
 Peso específico:  
 Inclinacion de carga

ZAPATAS TIPO				
Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
31.07	36.11	36.11	44.32	39.09
1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**FORMULAS PARA EL RESPECTIVO CÁLCULO :**

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$N_q = \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right) e^{\pi \tan \varphi}$$

$$N_c = (N_q + 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \varphi$$

**FACTORES DE FORMA**

$$F_{cs} = 1 + \frac{B N_{q_i}}{L N_c}$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \varphi$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

**FACTORES DE INCLINACION**

$$F_{ci} = F_{qi} = \left( 1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ} \right)^2$$

$$F_{\gamma i} = \left( 1 - \frac{\beta}{\varphi} \right)^2$$

**FACTORES DE PROFUNDIDAD**

donde L = longitud de la cimentacion (L > B)

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \frac{D_f}{B}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \text{sen } \varphi)^2 \frac{D_f}{B}$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

(b):  $D_f/B > 1$

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \text{sen } \varphi)^2 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

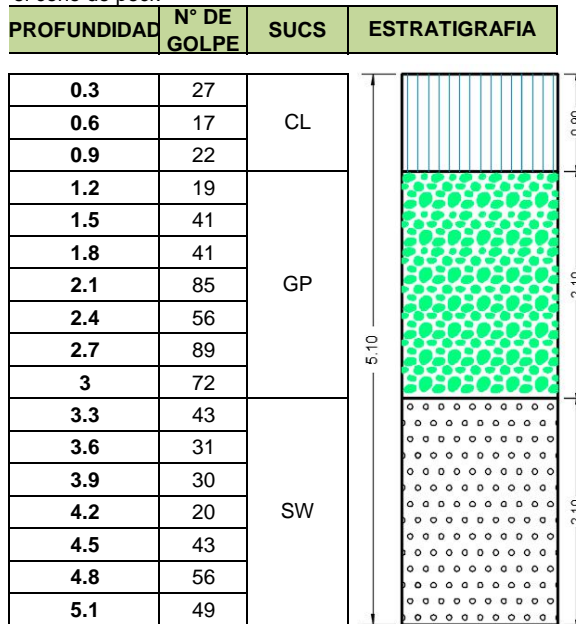
Tabla 101 Calculo de la capacidad admisible Meyerhof Punto 18

	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
Nq	20.79	38.30	38.30	121.12	56.67
Nc	36.17	53.86	53.86	125.06	70.98
Ny	26.25	57.34	57.34	238.47	93.71
Fcs	1.57	1.71	1.71	1.97	1.80
Fcd	1.32	1.40	1.35	1.38	1.40
Fci = Fqi	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fqs	1.60	1.73	1.73	1.98	1.81
Fqd	1.23	1.25	1.22	1.17	1.22
Fys	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Fyd	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fyi	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
qc=	152.02	312.10	306.04	1107.49	482.74
FS	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
qadm=	50.67	104.03	102.01	369.16	160.91
qadm=	5.07	10.40	10.20	36.92	16.09

**Tabla 102** Resumen de resultados de capacidad admisible Punto 18

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)						
TIPO	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05	
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	
Ø (fricción)	31.07	36.11	36.11	44.32	39.09	
<b>TERZAGHI</b>	<b>2.95</b>	<b>6.70</b>	<b>7.66</b>	<b>29.14</b>	<b>14.46</b>	kg/cm2
<b>MEYERHOF</b>	<b>5.07</b>	<b>10.40</b>	<b>10.20</b>	<b>36.92</b>	<b>16.09</b>	kg/cm2

Para determinar la estratigrafía se realizó mediante la cantidad de golpes obtenidos de la prueba de SPT con el cono de peck



**Figura 139** Estratigrafía del suelo del Punto 18



## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

## Resultados de la Capacidad de Carga del Punto 01

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)					
TIPO	<u>Z-01</u>	<u>Z-02</u>	<u>Z-03</u>	<u>Z-04</u>	<u>Z-05</u>
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
Ø (fricción)	45.84	41.69	35.48	35.48	39.85
<b>TERZAGHI</b>	<b>26.10</b>	<b>15.09</b>	<b>6.67</b>	<b>7.51</b>	<b>15.29</b>
<b>MEYERHOF</b>	<b>48.15</b>	<b>24.92</b>	<b>10.19</b>	<b>10.58</b>	<b>21.05</b>

kg/cm2

kg/cm2

## Resultados de la Capacidad de Carga del Punto 02

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)					
TIPO	<u>Z-01</u>	<u>Z-02</u>	<u>Z-03</u>	<u>Z-04</u>	<u>Z-05</u>
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
Ø (fricción)	29.41	32.32	46.00	41.32	30.26
<b>TERZAGHI</b>	<b>2.06</b>	<b>3.48</b>	<b>34.81</b>	<b>18.14</b>	<b>4.57</b>
<b>MEYERHOF</b>	<b>4.16</b>	<b>6.35</b>	<b>54.58</b>	<b>25.58</b>	<b>5.35</b>

kg/cm2

kg/cm2

## Resultados de la Capacidad de Carga del Punto 03

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)					
TIPO	<u>Z-01</u>	<u>Z-02</u>	<u>Z-03</u>	<u>Z-04</u>	<u>Z-05</u>
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
Ø (fricción)	38.13	42.40	34.18	35.48	53.56
<b>TERZAGHI</b>	<b>7.63</b>	<b>16.89</b>	<b>5.92</b>	<b>7.92</b>	<b>188.80</b>
<b>MEYERHOF</b>	<b>13.50</b>	<b>26.95</b>	<b>7.79</b>	<b>9.45</b>	<b>235.22</b>

kg/cm2

kg/cm2

**Resultados de la Capacidad de Carga del Punto 04**

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)					
TIPO	<u>Z-01</u>	<u>Z-02</u>	<u>Z-03</u>	<u>Z-04</u>	<u>Z-05</u>
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
Ø (friccion)	33.04	33.27	35.05	37.13	35.90
<b>TERZAGHI</b>	<b>3.37</b>	<b>4.04</b>	<b>5.85</b>	<b>9.90</b>	<b>9.31</b>
<b>MEYERHOF</b>	<b>6.58</b>	<b>7.03</b>	<b>8.79</b>	<b>11.95</b>	<b>10.12</b>

kg/cm2

kg/cm2

**Resultados de la Capacidad de Carga del Punto 05**

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)					
TIPO	<u>Z-01</u>	<u>Z-02</u>	<u>Z-03</u>	<u>Z-04</u>	<u>Z-05</u>
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
Ø (friccion)	32.80	30.53	28.15	29.41	29.11
<b>TERZAGHI</b>	<b>3.46</b>	<b>2.78</b>	<b>2.41</b>	<b>3.16</b>	<b>3.41</b>
<b>MEYERHOF</b>	<b>6.38</b>	<b>4.91</b>	<b>3.54</b>	<b>4.21</b>	<b>4.10</b>

kg/cm2

kg/cm2

**Resultados de la Capacidad de Carga del Punto 06**

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)					
TIPO	<u>Z-01</u>	<u>Z-02</u>	<u>Z-03</u>	<u>Z-04</u>	<u>Z-05</u>
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
Ø (friccion)	49.57	45.84	32.08	38.90	33.50
<b>TERZAGHI</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>MEYERHOF</b>	<b>96.82</b>	<b>48.48</b>	<b>5.87</b>	<b>15.50</b>	<b>7.27</b>

kg/cm2

kg/cm2

**Resultados de la Capacidad de Carga del Punto 07**

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)					
TIPO	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
Ø (fricción)	31.32	29.98	33.27	34.62	36.11
<b>TERZAGHI</b>	<b>2.66</b>	<b>2.65</b>	<b>4.59</b>	<b>6.16</b>	<b>8.35</b>
<b>MEYERHOF</b>	<b>5.24</b>	<b>4.57</b>	<b>6.88</b>	<b>8.38</b>	<b>10.42</b>

kg/cm<sup>2</sup>

kg/cm<sup>2</sup>

**Resultados de la Capacidad de Carga del Punto 08**

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)					
TIPO	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
Ø (fricción)	38.52	32.80	30.26	33.50	31.58
<b>TERZAGHI</b>	<b>7.50</b>	<b>3.80</b>	<b>3.19</b>	<b>5.38</b>	<b>4.71</b>
<b>MEYERHOF</b>	<b>14.31</b>	<b>6.60</b>	<b>4.63</b>	<b>7.19</b>	<b>5.63</b>

kg/cm<sup>2</sup>

kg/cm<sup>2</sup>

**Resultados de la Capacidad de Carga del Punto 09**

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)					
TIPO	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
Ø (fricción)	28.80	38.52	38.32	52.35	37.13
<b>TERZAGHI</b>	<b>1.89</b>	<b>9.39</b>	<b>10.41</b>	<b>132.12</b>	<b>10.99</b>
<b>MEYERHOF</b>	<b>3.79</b>	<b>14.74</b>	<b>14.06</b>	<b>177.57</b>	<b>12.06</b>

kg/cm<sup>2</sup>

kg/cm<sup>2</sup>



**Resultados de la Capacidad de Carga del Punto 10**

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)					
TIPO	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
Ø (fricción)	38.52	40.22	36.93	44.66	38.52
<b>TERZAGHI</b>	<b>6.46</b>	<b>12.07</b>	<b>8.56</b>	<b>30.84</b>	<b>13.32</b>
<b>MEYERHOF</b>	<b>14.31</b>	<b>19.08</b>	<b>11.47</b>	<b>39.16</b>	<b>14.76</b>

kg/cm<sup>2</sup>

kg/cm<sup>2</sup>

**Resultados de la Capacidad de Carga del Punto 11**

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)					
TIPO	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
Ø (fricción)	34.40	32.56	39.09	37.73	31.07
<b>TERZAGHI</b>	<b>4.81</b>	<b>3.79</b>	<b>9.23</b>	<b>7.59</b>	<b>3.14</b>
<b>MEYERHOF</b>	<b>7.93</b>	<b>6.40</b>	<b>15.78</b>	<b>13.03</b>	<b>5.27</b>

kg/cm<sup>2</sup>

kg/cm<sup>2</sup>

**Resultados de la Capacidad de Carga del Punto 12**

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)					
TIPO	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
Ø (fricción)	35.05	36.93	33.73	35.05	45.50
<b>TERZAGHI</b>	<b>4.45</b>	<b>6.81</b>	<b>5.07</b>	<b>7.48</b>	<b>39.22</b>
<b>MEYERHOF</b>	<b>8.68</b>	<b>11.69</b>	<b>7.33</b>	<b>8.90</b>	<b>45.73</b>

kg/cm<sup>2</sup>

kg/cm<sup>2</sup>

**Resultados de la Capacidad de Carga del Punto 13**

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)					
TIPO	<u>Z-01</u>	<u>Z-02</u>	<u>Z-03</u>	<u>Z-04</u>	<u>Z-05</u>
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
Ø (fricción)	44.15	44.15	33.27	37.34	44.49
<b>TERZAGHI</b>	<b>19.49</b>	<b>22.44</b>	<b>5.27</b>	<b>10.18</b>	<b>32.16</b>
<b>MEYERHOF</b>	<b>35.22</b>	<b>36.05</b>	<b>6.88</b>	<b>12.30</b>	<b>38.29</b>

kg/cm<sup>2</sup>  
kg/cm<sup>2</sup>

**Resultados de la Capacidad de Carga del Punto 14**

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)					
TIPO	<u>Z-01</u>	<u>Z-02</u>	<u>Z-03</u>	<u>Z-04</u>	<u>Z-05</u>
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
Ø (fricción)	35.90	35.90	33.04	37.93	34.40
<b>TERZAGHI</b>	<b>5.27</b>	<b>6.15</b>	<b>4.91</b>	<b>10.61</b>	<b>7.34</b>
<b>MEYERHOF</b>	<b>9.78</b>	<b>10.10</b>	<b>6.67</b>	<b>13.42</b>	<b>8.21</b>

kg/cm<sup>2</sup>  
kg/cm<sup>2</sup>

**Resultados de la Capacidad de Carga del Punto 15**

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)					
TIPO	<u>Z-01</u>	<u>Z-02</u>	<u>Z-03</u>	<u>Z-04</u>	<u>Z-05</u>
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
Ø (fricción)	42.58	39.85	35.90	38.32	32.32
<b>TERZAGHI</b>	<b>15.05</b>	<b>11.41</b>	<b>7.44</b>	<b>11.68</b>	<b>5.87</b>
<b>MEYERHOF</b>	<b>27.05</b>	<b>18.02</b>	<b>9.90</b>	<b>14.22</b>	<b>6.21</b>

kg/cm<sup>2</sup>  
kg/cm<sup>2</sup>

**Resultados de la Capacidad de Carga del Punto 16**

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)					
TIPO	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
Ø (friccion)	33.27	33.73	33.50	34.84	41.14
<b>TERZAGHI</b>	<b>3.49</b>	<b>4.35</b>	<b>4.84</b>	<b>6.49</b>	<b>19.53</b>
<b>MEYERHOF</b>	<b>6.79</b>	<b>7.48</b>	<b>7.10</b>	<b>8.64</b>	<b>22.06</b>

kg/cm2

kg/cm2

**Resultados de la Capacidad de Carga del Punto 17**

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)					
TIPO	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
Ø (friccion)	41.51	38.90	31.83	35.48	38.71
<b>TERZAGHI</b>	<b>12.69</b>	<b>9.33</b>	<b>4.13</b>	<b>7.44</b>	<b>12.87</b>
<b>MEYERHOF</b>	<b>22.73</b>	<b>15.61</b>	<b>5.68</b>	<b>9.45</b>	<b>15.19</b>

kg/cm2

kg/cm2

**Resultados de la Capacidad de Carga del Punto 18**

CAPACIDAD DE CARGA (qadm)					
TIPO	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05
B	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
L	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Df	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
Ø (friccion)	31.07	36.11	36.11	44.32	39.09
<b>TERZAGHI</b>	<b>2.95</b>	<b>6.70</b>	<b>7.66</b>	<b>29.14</b>	<b>14.46</b>
<b>MEYERHOF</b>	<b>5.07</b>	<b>10.40</b>	<b>10.20</b>	<b>36.92</b>	<b>16.09</b>

kg/cm2

kg/cm2



## **CAPITULO IV**

### **DISCUSIÓN**

**CAPÍTULO V : DISCUSIÓN**

- a) Para los diferentes estratos se han encontrado el ángulo de fricción que varía  $28.15^\circ$  a  $53.56^\circ$ , sin embargo para efectos de diseño asumimos el promedio de los cuatro autores para determinar el ángulo de fricción, para poder determinar el  $q_{adm}$ .
- b) Este estudio ésta realizado para cimentaciones superficiales o poca profundas como el caso de edificaciones, para obras de gran envergadura que transmiten elevadas cargas al suelo debe de efectuarse ensayos de mayor precisión (triaxial, corte directo, carga en placa), que deben ser complementados con otros estudios no destructivos (prospecciones geofísicos etc).
- c) Asumiéndose que por ser suelos gravosos la cohesión es cero, las ecuaciones utilizadas para este estudio son de Terzaghi y Meyerhof, para zapatas corridas, circulares, cuadradas y inclinadas.
- d) Son los que mejores resultados arrojan para el tipo de suelo que se a explorado (gravas) (SPT – cono de peck)
- e) Por la vigencia de la investigación se ha incorporado procesos nuevos para la obtención del ángulo de fricción por diferentes autores, el criterio utilizado es el promedio de los cuatro autores para la utilización del ángulo de fricción para dicho estudio para encontrar el  $q_{adm}$ . Para el diseño de cimentaciones en edificaciones

**GLOSARIO.**

1. AASHTO: acrónimo de American Association of State Highways and Transit Officials. Asociación de autoridades estatales de tránsito y carreteras.
2. Agregado: material granular relativamente inerte, como arena, grava, roca triturada utilizada en la industria de la construcción. El agregado fino pasa por el tamiz de 4.75 mm (#4). El agregado grueso queda retenido en el tamiz de 4.75 mm (#4).
3. Ángulo de fricción interna,  $\phi$  (grados): ángulo entre el eje de esfuerzos normales y la tangente a la envolvente de Mohr en un punto que representa una condición dada de esfuerzo de ruptura de un material sólido. El ángulo de fricción interna de un suelo corresponde al ángulo cuya tangente es el coeficiente promedio de fricción entre las partículas de un suelo. Cf. Ángulo de reposo
4. Ángulo de fricción residual  $\mu_r$  (grados): ángulo de fricción a lo largo de la superficie de falla de un suelo; el ángulo de fricción residual corresponde a la relación entre la tensión normal y la tensión de cizalladura en el ensayo de corte directo después de que ha sido superado el nivel de resistencia máxima. El valor del ángulo de fricción residual es siempre menor que el ángulo de fricción interna (Skempton, 1964)
5. Aparato de Casagrande: llamado también cazuela de Casagrande; instrumento utilizado en la determinación del límite líquido, consiste en un recipiente de bronce en forma de sector esférico montado sobre un bastidor diseñado y construido para controlar su caída, desde una altura de 1 cm, sobre una base de caucho duro (Norma ASTM D4318).
6. Arcilla: suelo fino granular, o la porción fino granular de un suelo que puede presentar un comportamiento plástico dentro de un intervalo de contenido de humedad más o menos amplio, y que tiene una considerable resistencia al corte cuando se seca al aire. Este término ha sido utilizado para designar el conjunto de partículas de un suelo menores de 2  $\mu\text{m}$  (5  $\mu\text{m}$  en algunos casos), pero existe suficiente evidencia que, desde el punto de vista de la ingeniería, las propiedades descritas en esta definición normalmente son más importantes que el solo tamaño de las partículas para la caracterización de los materiales arcillosos. Las



propiedades de las arcillas dependen principalmente del tipo de minerales que las componen y de los cationes intercambiables que contienen (Norma ASTM D653, Grim, 1962).

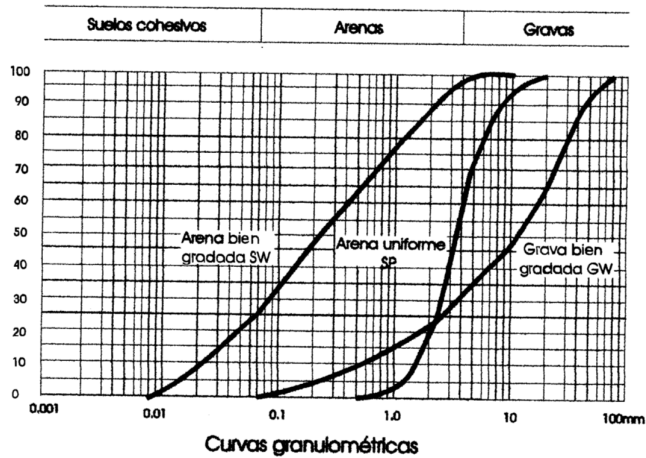
7. Arena: partículas de roca que pasan por el tamiz de 4.75 mm (#4), y son retenidas en el tamiz de 75 $\mu$ m.
8. Asentamiento: hundimiento gradual de una estructura.
9. ASTM: acrónimo de American Society for Testing and Materials. Sociedad Norteamericana de Ensayos y Materiales.
10. Capacidad admisible de soporte: valor máximo del esfuerzo de contacto aplicable al diseño y construcción de una cimentación. La capacidad admisible de soporte es sólo una fracción de la capacidad última de soporte, y se calcula aplicando a esta última un factor de seguridad apropiado. Los valores de factor de seguridad más corrientes se encuentran en el intervalo de 3 a 5.
11. Clasificación unificada de suelos: clasificación geotécnica de suelos, desarrollada inicialmente por A. Casagrande que se basa en sus características de granulometría y de plasticidad. (Norma ASTM D2487). En esta clasificación todos los suelos resultan ubicados en uno de 15 grupos, cada uno de los cuales es designado por dos letras que indican sus características relevantes así:
  - G: Grava
  - S: Arena
  - M: Limos, finos no plásticos o de baja plasticidad.
  - C: Arcillas, finos plásticos
  - Pt: Turba
  - O: Orgánico
  - W: Bien gradado
  - P: Mal gradado
  - L: Límite líquido menor que 50
  - H: Límite líquido mayor que 50
12. Cohesión,  $c$ : Componente de la resistencia al corte del suelo dada por el termino  $c$ , en la ecuación de Coulomb:

La cohesión es una característica propia de los materiales que presentan resistencia al corte bajo un esfuerzo normal nulo (un término equivalente



en mecánica de rocas es resistencia intrínseca al corte), que puede estimarse como la mitad de la resistencia a la compresión simple (Norma ASTM D2166). Cf. Resistencia intrínseca al corte.

13. Curva granulométrica: representación gráfica de la distribución granulométrica de un suelo.



14. SPT: acrónimo Standard Penetration Test; ensayo de penetración estándar.
15. Suelo: término genérico para designar todos los materiales excavables con métodos y herramientas manuales convencionales que se encuentran por encima de un estrato rocoso. Para diferenciarlo del suelo agrícola, o solum, conviene utilizar el término regolito, como sinónimo preferido de suelo. Sedimentos u otras acumulaciones no de partículas sólidas producidas por la desintegración física y química de las rocas y que puede o no contener materia orgánica. Material de baja resistencia al corte que se encuentra sobre un sustrato rocoso. El significado geotécnico e este término debe ser diferenciado de su significado edafológico para el cual es preferible utilizar el término solum, como medio natural de crecimiento de las plantas terrestres.

## CONCLUSIONES

Las características obtenidas en la investigación son:

- Un ángulo de fricción ( $\phi$ ) promedio  $36.61^\circ$
- Una cohesión ( $c$ ) promedio de  $0.00 \text{ tn/m}^2$
- Peso específico del suelo promedio  $2.23 \text{ tn/m}^3$
- La clasificación del suelo según SUCS, de GW y GS en gravas y SW y SM en arenas en la mayoría de los estratos.  
Por lo que se puede afirmar que el suelo de la ASOCIACIÓN PRO VIVIENDA AYLLU RAU RAU, tiene un buen suelo de cimentación.
- Se observa que la estratigrafía del suelo de la ASOCIACIÓN PRO VIVIENDA AYLLU RAU RAU, tiene un perfil heterogéneo con respecto a la estratigrafía encontrada con el estudio realizado.
- Para el diseño sismo resistente de estructuras de concreto del suelo de la ASOCIACIÓN PRO VIVIENDA AYLLU RAU RAU, se encuentra dentro del perfil I, tipo S2; suelos intermedios, que representan a suelos con presencia de gravas bien graduadas y mal graduadas, mezclas de gravas y arenas con pocos finos y sin ellos según la clasificación SUCS
- La susceptibilidad es mínima debido a que no se encontró nivel freático en ninguno de los puntos estudiados y los estratos de arena son menores a las gravas.
- El potencial de ocurrencia del fenómeno de asentamiento por consolidación no existe por no haberse encontrado suelo arcilloso en la ASOCIACIÓN PRO VIVIENDA AYLLU RAU RAU



### RECOMENDACIONES

- Se recomienda en suelos granulares que se debe considerar el ángulo de fricción ( $\phi$ ) para hallar el  $q_{adm}$ .
- Por la vigencia de la investigación se recomienda a los cuatro autores utilizados bowels (1995), Muramach (1974), Wolff (1989) y Hatanaka y Uchida (1996), por ser los más actuales de los modelos utilizados para encontrar el ángulo de fricción ( $\phi$ ) del suelo, valor fundamental para el diseño de cimentaciones en edificaciones.
- Se recomienda el uso del suelo en la ASOCIACIÓN PRO VIVIENDA AYLLU RAU RAU, por no haber nivel freático en ninguno de los puntos estudiados, y los asentamientos por consolidación no existen por no haberse encontrado suelo arcilloso.

**REFERENCIAS**

- Aguirre, A. (20 de Noviembre de 2012). Autoconstrucción representa un 3.6% del PBI del Perú. *Gestión*.
- Bañón Blázquez, L., & Bevía García, J. (1999). *Manual de Carreteras*. España: Universidad Alicante.
- Braja M, D. (2000). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. CALIFORNIA.
- Braja, M. D. (1999). *Principios de Ingeniería de Cimentaciones*. Estados Unidos: Thomson.
- Capote Abreu, J. A. (2002). *La mecánica de suelos y las cimentaciones en construcciones industriales*. España: Universidad de la Coruña.
- Chiossi, N. (2015). *Geología de Engenharia*. Brasil.
- Crespo Villalaz. (2005). *Problemas Resultados*. Mexico: Limusa.
- Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. Mexico: Limusa.
- Dunque Escobar, G., & Escobar Potes, C. E. (2002). *TEXTO PARA LA ASIGNATURA MECÁNICA DE MECANICA DE SUELOS I*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Fratelli, M. G. (1993). *Suelos, Fundaciones y Muros*. Caracas: Maria Graciela Fratelli.
- Hurtado, D. I. (s.f.). *EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA. UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA*.
- Juárez Badillo, E., & Rico Rodriguez, A. (2005). *Mecánica de Suelos Tomo 1 Fundamentos de Mecánica de Suelos*. Mexico: Limusa.
- Juárez Badillo, R. R. (1998). *Mecánica de Suelos, tomo 1*. MEXICO.
- Lambe, W., & Whitman, R. (2004). *Mecánica de suelos*. Mexico: Limusa.
- Leoni, A. J. (s.f.). *Parametrización del Suelo*.
- Medrano Castillo, R. C. (2008). *Mecánica de Suelos II. Primera edición*. Tehuacán: Instituto Tecnológico de Tehuacán.
- Minaya, S. &. (2006). *Diseño Moderno de Pavimentos. Segunda Edición*. LIMA: UNI.
- Muelas Rodriguez, A. (2010). *Manual de mecánica de suelos y cimentaciones*. Madrid: España.



- Pérez Alamá, V. (2007). *Materiales y Procedimientos de Construcción, Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. Mexico: Trillas Editorial.
- Sainz Pascual, J. (2000). *Estudio Geotécnico INZAMAC*. MEXICO.
- Sampieri, R. H. (2003). *Metodología de la investigación* . mexico: MG Graw Hill México C.F.
- Tschebotarioff, G. P. (1960). *Mecánica de Suelos, Cimientos y Estructuras de tierra*. Madrid.
- Vallejos, G. L. (2002). *Ingeniera Geológica*. MADRID: PEARSON EDUCACIÓN.



## **ANEXOS**



**PLANO UBICACIÓN**  
 ESC: 1/2500

<b>APV AYLLU RAU RAU</b>
<b>AREA: 16 HECTAREAS</b>



**PLANO LOCALIZACIÓN**  
 ESC: 1/5000

<b>PLANO :</b>		<b>UBICACION Y LOCALIZACION</b>	
TESIS: "CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE LA APV AYLLU RAU RAU MEDIANTE LA PRUEBA ESTÁNDAR PENETRACIÓN (SPT) CON EL CONO DE PECK PARA FINES DE CIMENTACIÓN EN EDIFICACIONES 2016"			
UBICACION: Distrito : SAN SEBASTIAN Provincia : CUSCO Region : CUSCO		FECHA : DICIEMBRE, 2014 ESCALAS : INDICADAS	
LÁMINA:		U-01	



