



Unach
FACULTAD DE CIENCIAS
DE LA EDUCACIÓN,
HUMANAS Y TECNOLOGÍAS
Libres por la Ciencia y el Saber

Unach
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

CARRERA DE
INGENIERÍA CIVIL

Asignatura: Obras Civiles.

Unidad 1: Cimentaciones Superficiales

Curso:

Octavo Semestre.

Profesor Asignado:

Andrés Marcillo Zapata.

Periodo académico de ejecución:

Noviembre 2021- Marzo 2022.

Índice

1. Introducción Presión Portante

1.1 Conceptos básicos

1.2 Presión portante y presión neta.

1.3 Distribución de presiones en cimentaciones con cargas excentricas

2. Capacidad de carga de cimentaciones superficiales

2.1 Fallas por capacidad portante

2.2 Análisis por capacidad portante

2.3 Ecuación de capacidad portante: Terzaghi

2.4 Efectos de la excentricidad de la carga

2.5 Influencia del nivel freático

2.6 Capacidad portante basados en el ensayo de penetración estándar.

1.1 Conceptos Básicos: Cimentaciones

Aquella parte de la estructura cuya misión fundamental es la **transmisión al terreno**, de su **peso propio y de la carga proveniente de la superestructura**, esta acción es segura cuando no se supere la **capacidad portante del suelo** y las **deformaciones** producidas sean **admisibles** para la estructura.

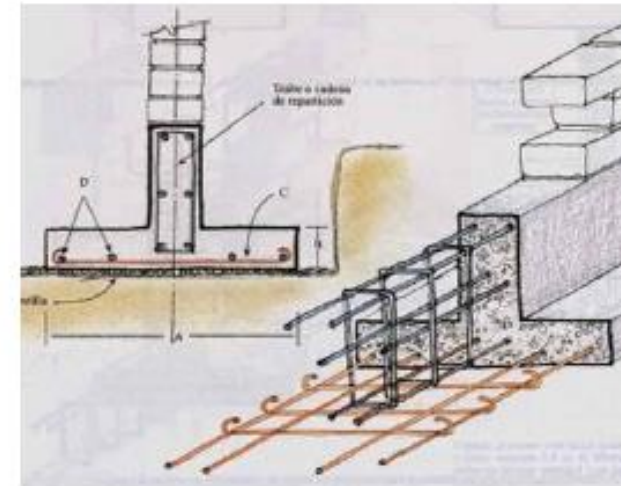
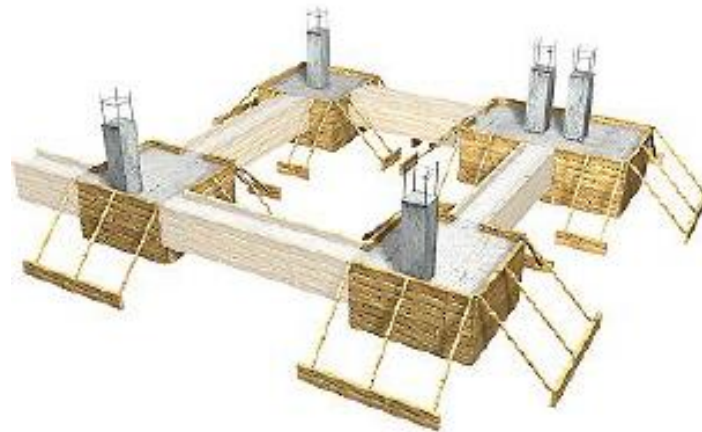
Índice

1. Introducción:
Presión portante.

1.1 Conceptos
Básicos

1.2 Presión portante
del suelo.

1.3 Distribución de
presiones en
cimentaciones con
cargas excéntricas



Fuente: Universidad Autónoma de Baja California

1.1 Conceptos Básicos: Tipología de cimentaciones

Cimentaciones superficiales:

Aquellas que transmiten las cargas de la estructura a las capas más superficiales del terreno. (Profundidad de cimentación $< 2 * \text{Dimensión menor de la cimentación}$)

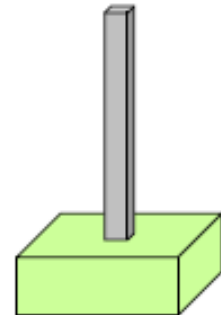
Índice

1. Introducción:
Presión portante.

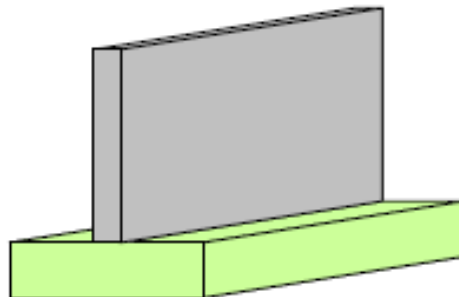
1.1 Conceptos
Básicos

1.2 Presión portante
del suelo.

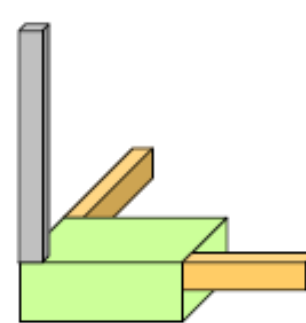
1.3 Distribución de
presiones en
cimentaciones con
cargas excéntricas



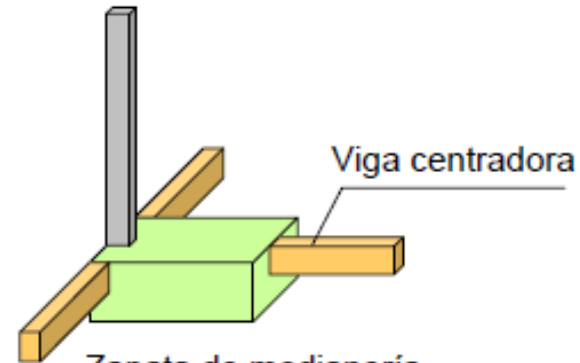
Zapata aislada



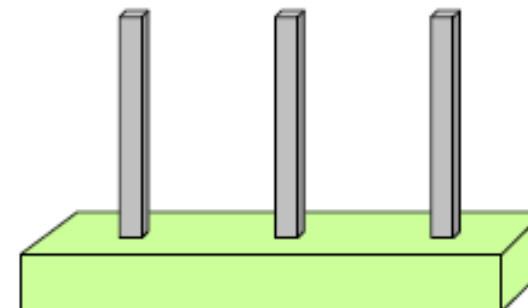
Zapata corrida



Zapata de esquina



Zapata de medianería



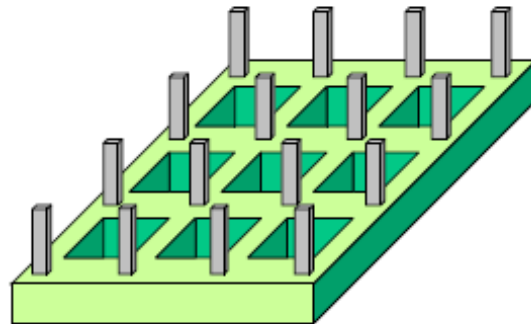
Zapata combinada (N = 2)

Viga de cimentación (N>2)

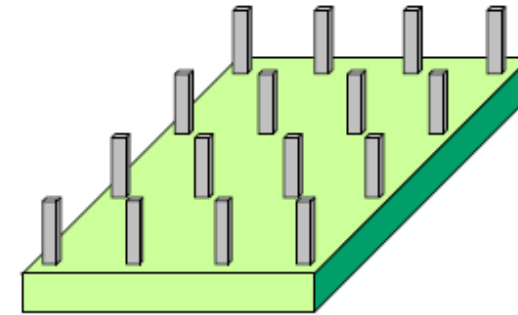
Fuente: Universidad politécnica de Valencia

1.1 Conceptos Básicos: Tipología de cimentaciones

Cimentaciones superficiales:



Emparrillado



Placa

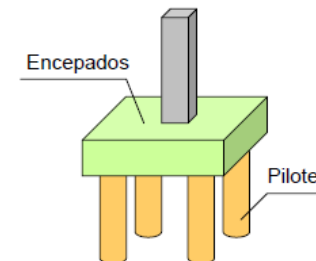
Fuente: Universidad politécnica de Valencia

Cimentaciones semi-profundas:

Cuando se necesita alcanzar un estrato competente, ya que en la superficie existen suelos inadecuados. (Profundidad de cimentación entre $2-5 \times$ Dimensión menor de la cimentación)

Cimentaciones profundas:

Profundidad de cimentación $> 5 \times$
Dimensión menor de la
cimentación



Fuente: Universidad politécnica de Valencia

Índice

1. Introducción:
Presión portante.

1.1 Conceptos
Básicos

1.2 Presión portante
del suelo.

1.3 Distribución de
presiones en
cimentaciones con
cargas excéntricas

1.1 Conceptos Básicos: Tipología de cimentaciones

Configuraciones en obra de tipologías de cimentación.

Índice

1. Introducción:
Presión portante.

1.1 Conceptos
Básicos

1.2 Presión portante
del suelo.

1.3 Distribución de
presiones en
cimentaciones con
cargas excéntricas



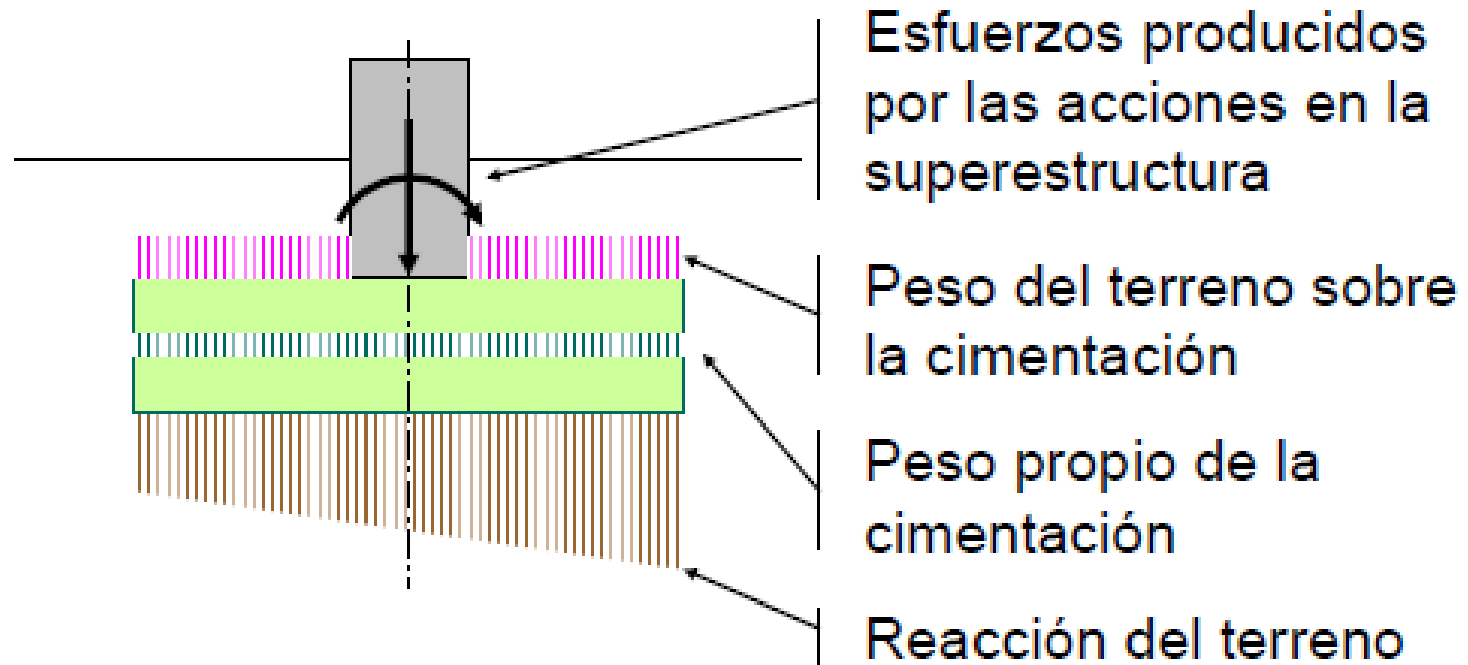
Imágenes 1 y 2. Vista aérea anillo de cimentación en concreto reforzado.

Fuente: Phillips, 2016

a) zapata cuadrada; b) zapata combinada; c) zapata de medianería o de lindero; d) viga de cimentación; e y f) cimentación circular; g) zapata combinada

1.1 Conceptos Básicos: Acciones a considerar.

Cimentaciones superficiales:



Fuente: Universidad Politécnica de Valencia

Índice

1. Introducción:
Presión portante.

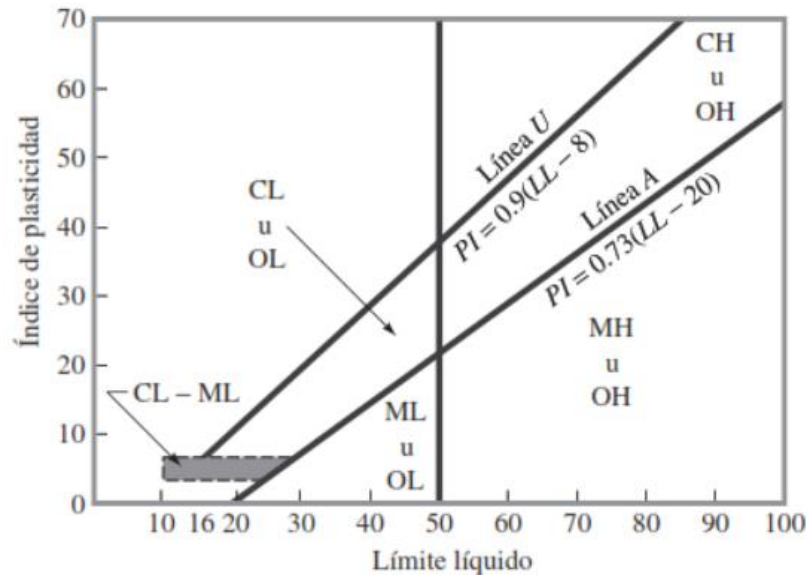
**1.1 Conceptos
Básicos**

1.2 Presión portante
del suelo.

1.3 Distribución de
presiones en
cimentaciones con
cargas excéntricas

1.1 Conceptos Básicos: Clasificación de los suelos .

Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)



Fuente: Braja M. Das, 2001

Gravas
Arenas
Limos
Arcillas

Granulares
Cohesivos

Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
G	Grava	Pt	Turbas y suelos altamente orgánicos
S	Arena	H	Alta plasticidad
M	Limo	L	Baja plasticidad
C	Arcilla	W	Bien Graduados
O	Limos orgánicos y arcillas	P	Mal Graduados

Nota: No se recomienda cimentar sobre suelos tipo "O y Pt"

Características fundamentales de un terreno.

- Densidad
- Cohesión
- Ángulo de fricción interna
- Capacidad portante del suelo
- Módulo de Balasto
- Permeabilidad
- Expansividad

Índice

1. Introducción:
Presión portante.

1.1 Conceptos
Básicos

1.2 Presión portante
del suelo.

1.3 Distribución de
presiones en
cimentaciones con
cargas excéntricas

1.1 Conceptos Básicos: Resistencia al corte de suelos.

Resistencia al corte s , de un suelo en términos del esfuerzo efectivo. (Criterio de falla de Mohr-Coulomb)

Donde:

σ' = Esfuerzo efectivo en el plano de corte.

c = Cohesión o cohesión aparente.

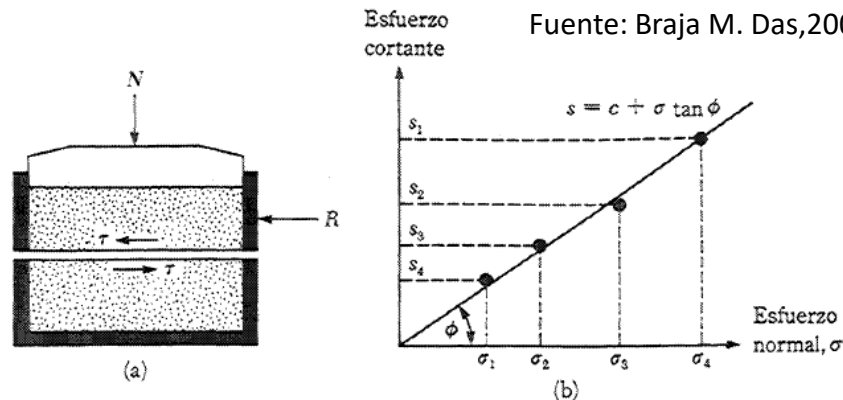
ϕ = Ángulo de fricción interna.

$$s = c + \sigma' \tan \phi$$

Cohesión: Es la atracción entre partículas, que se origina por la fuerza molecular y la película de agua. Este parámetro varía en función de la humedad.

Ángulo de fricción interna: Resistencia al deslizamiento por fricción que hay entre las superficies de contacto de las partículas y su densidad.

Ensayo por corte directo

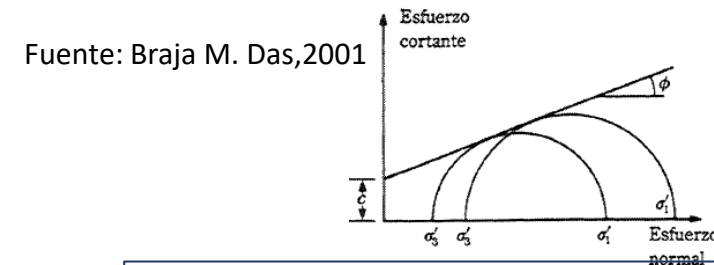


$$\sigma' = \frac{N}{A} ; \quad s = \frac{R}{A} \quad \text{Donde:}$$

A = Área del plano de falla

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

Ensayo triaxial



Se realiza 3 tipos principales de ensayos:

1. Prueba consolidada drenada (CD)
2. Prueba consolidada no drenada (CU)
3. Prueba no consolidada no drenada (UU)

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 * \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) + 2c * \tan \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

Índice

1. Introducción:
Presión portante.

1.1 Conceptos
Básicos

1.2 Presión portante
del suelo.

1.3 Distribución de
presiones en
cimentaciones con
cargas excéntricas

1.1 Conceptos Básicos: Ejercicio de aplicación

Se llevo a cabo una prueba de corte directo sobre un suelo granular, el área de espécimen fue de 50mm de base, por 50mm de altura, los resultados obtenidos fueron los siguientes. Grafique el esfuerzo de corte vs el esfuerzo normal y determine el Angulo de fricción del suelo

Descripción	Fuerza normal N(N)	Sigma N (KN/m2)	Fuerza cortante R (N)	Sigma s (KN/m2)
1	90	36	54	21,6
2	135	54	82,35	32,94
3	315	126	189,5	75,8
4	450	180	270,5	108,2

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A} = \frac{90N}{0,05m * 0,05m} = 36kN/m^2$$

$$\sigma_{s1} = \frac{R_1}{A} = \frac{54N}{0,05m * 0,05m} = 21,6kN/m^2$$

Ecuacion de una pendiente

$$m = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} = \tan\phi$$

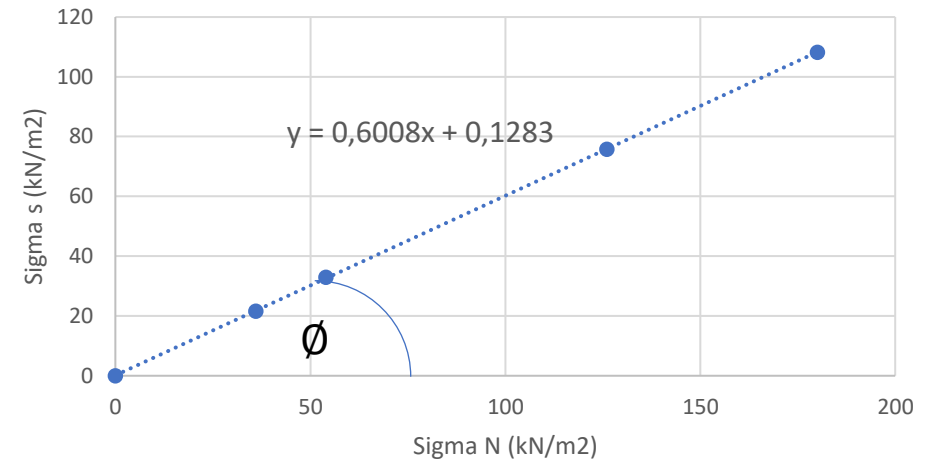
$$m = \frac{108,2kN/m^2 - 75,8kN/m^2}{180kN/m^2 - 126kN/m^2} = \tan\phi$$

$$m = 0,6 = \tan\phi$$

$$\phi = \tan^{-1}(0,60)$$

$$\phi = 30,96^\circ$$

Representacion Gráfica



Para el cálculo de la cohesión

$$s = c + \sigma' \tan\phi$$

$$c = s - \sigma' \tan\phi$$

$$c = 75,8kN/m^2 - 126 * \tan 30,96^\circ$$

$$c = 0,21kN/m^2$$

Índice

1. Introducción:
Presión portante.

1.1 Conceptos
Básicos

1.2 Presión portante
del suelo.

1.3 Distribución de
presiones en
cimentaciones con
cargas excéntricas

1.1 Conceptos Básicos: Ejercicio de aplicación

Se llevo a cabo un ensayo triaxial en un suelo consolidado drenado que produjo los siguientes resultados: Presión de confinamiento 30lb/plg², esfuerzo desviador en la falla 96lb/plg², determinar los parámetros de esfuerzo cortante, (el ensayo fue realizado sobre una arena c=0)

Datos:

$$\sigma_3 = 30 \text{ lb/plg}^2$$

$$\Delta\sigma = 96 \text{ lb/plg}^2$$

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma$$

$$\sigma_1 = 30 \text{ lb/plg}^2 + 96 \text{ lb/plg}^2$$

$$\sigma_1 = 126 \text{ lb/plg}^2$$

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 * \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) + 2c * \tan \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) = \tan^{-1}(2,05)$$

$$126 \text{ lb/plg}^2 = 30 \text{ lb/plg}^2 * \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad \frac{\phi}{2} = 63,99^\circ - 45^\circ$$

$$\sqrt{\frac{126 \text{ lb/plg}^2}{30 \text{ lb/plg}^2}} = \tan \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad \phi = 37,98^\circ$$

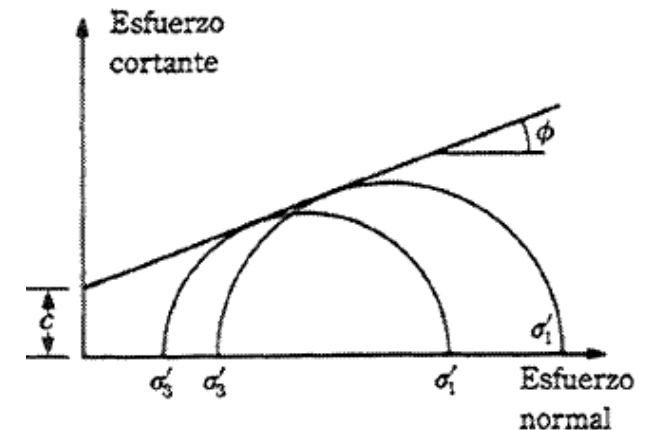
Ejercicios de repaso

Se llevo a cabo un ensayo de corte directo sobre una arena seca, donde los resultados fueron los siguientes. Área del espécimen= 2plg*2plg, determinar los parámetros de esfuerzo cortante.

Descripción	Fuerza normal N(lb)	Sigma N (lb/plg ²)	Fuerza cortante R (lb)	Sigma s (lb/plg ²)
1	50		43,5	
2	110		95,5	
3	150		132	

En un aparato de corte directo se efectúa 3 ensayo en una muestra de arcilla, obteniendo los siguientes resultados: obtener el ángulo de fricción y el valor de la cohesión.

Descripción	Sigma N (kg/cm ²)	Sigma s (kg/cm ²)
1	1,5	1,55
2	2,6	1,95
3	3,6	2,3



Índice

1. Introducción:
Presión portante.

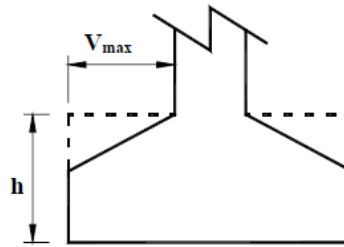
1.1 Conceptos
Básicos

1.2 Presión portante
del suelo.

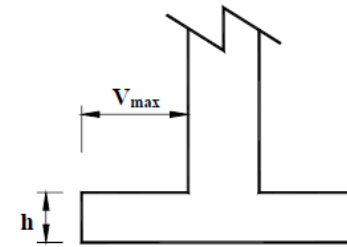
1.3 Distribución de
presiones en
cimentaciones con
cargas excéntricas

1.1 Conceptos Básicos: Cimentaciones rígidas y flexibles

Dependiendo de la relación entre sus dimensiones las cimentaciones pueden ser rígidas si el vuelo “ v_{max} ” no supera 2 veces su altura “ h ”.



Zapata rígida ($v_{max} \leq 2h$)



Zapata flexible ($v_{max} > 2h$)

Fuente: Antonio Agudelo

TIPO DE SUELO	TIPO DE ZAPATA	
	RÍGIDA	FLEXIBLE
COHESIVO		
GRANULAR		
ROCA		

Fuente: Universidad Politécnica de Valencia

Sin embargo, para el caso de zapatas corridas y aislados, con vuelos usualmente empleadas, la práctica universal es aceptar una distribución uniforme de presiones

Índice

1. Introducción:
Presión portante.

1.1 Conceptos
Básicos

1.2 Presión portante
del suelo.

1.3 Distribución de
presiones en
cimentaciones con
cargas excéntricas

Conceptos básicos: Presiones sobre la cimentación

q_0 = Presión bruta o de contacto, es la presión total aplicada al suelo como resultado de todas las cargas correspondientes al peso propio de la cimentación (incluyendo las acciones de la superestructura) y al peso del relleno, q_0 bajo ninguna circunstancia deberá ser mayor a la presión admisible del terreno, q_a o q_{adm} , q_0 se emplea para dimensionar la planta para condiciones de servicio.

$$q_0 < q_a \text{ o } q_{adm}$$

$q_{(n)}$ = Presión Neta, es la presión generada en el suelo solamente por cargas provenientes de la superestructura y que produce corte y flexión en cimentaciones. El concepto es aplicable tanto para condiciones de servicio como condiciones últimas.

$$q_{(n)} = q_0 - q$$

q_{su} = Presión seudo última, es el esfuerzo hipotético producido por las cargas netas (últimas o mayoradas), se lo usa para la etapa de diseño de las secciones de hormigón.

Índice

1. Introducción:
Presión portante.

1.1 Conceptos Básicos

1.2 Presión portante
del suelo.

1.3 Distribución de
presiones en
cimentaciones con
cargas excéntricas

1.3 Distribución de presiones en cimentaciones con cargas excéntricas

Diferencias entre cargas de servicio y cargas mayoradas.

Cargas de Servicio

Todas las cargas estáticas o transitorias, que se imponen a una estructura, o elemento de ella durante la puesta en servicio de la edificación, sin factores de carga.

Cargas últimas

- Las acciones, multiplicado por los factores de carga apropiados
- Combinaciones de carga de diseño es la combinación de cargas y fuerzas mayoradas.

Combinación de carga	Ecuación	Carga primaria
$U = 1.4D$	(5.3.1a)	D
$U = 1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ o } S \text{ o } R)$	(5.3.1b)	L
$U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ o } S \text{ o } R) + (1.0L \text{ o } 0.5W)$	(5.3.1c)	$L_r \text{ o } S \text{ o } R$
$U = 1.2D + 1.0W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ o } S \text{ o } R)$	(5.3.1d)	W
$U = 1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.2S$	(5.3.1e)	E
$U = 0.9D + 1.0W$	(5.3.1f)	W
$U = 0.9D + 1.0E$	(5.3.1g)	E

Fuente: ACI 318-2019

Índice

1. Introducción:
Presión portante.

1.1 Conceptos Básicos

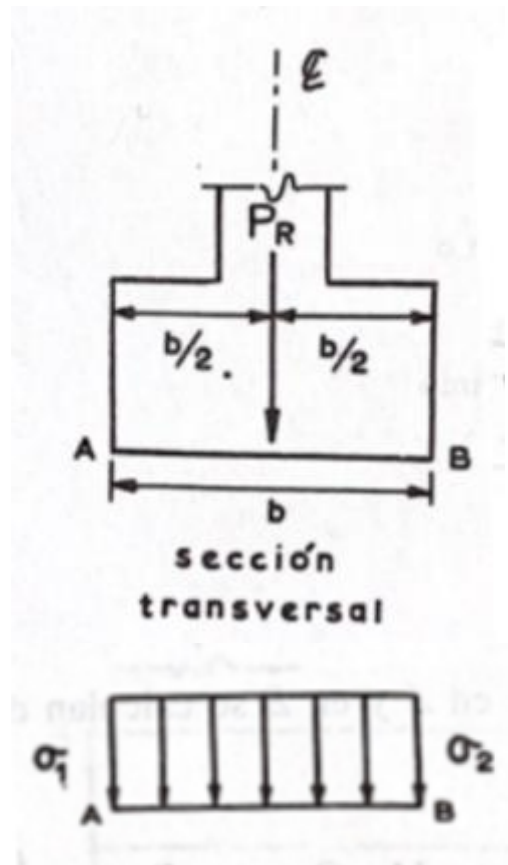
1.2 Presión portante
del suelo.

1.3 Distribución de
presiones en
cimentaciones con
cargas excéntricas

1.2 Presión portante del suelo

Cargas verticales concentradas.

Las cargas son verticales y su resultante incide en el centro de gravedad de la base, tal como se muestra se la figura.



En este caso la presión es uniforme en todos los puntos y el diagrama de esfuerzos es el de la gráfica.

Los esfuerzos en A y B son iguales y se calculan con la siguiente expresión.

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \frac{Pr}{b * L}$$

Donde:

P_r = La intensidad de la resultante incluyendo el peso del

La zapata

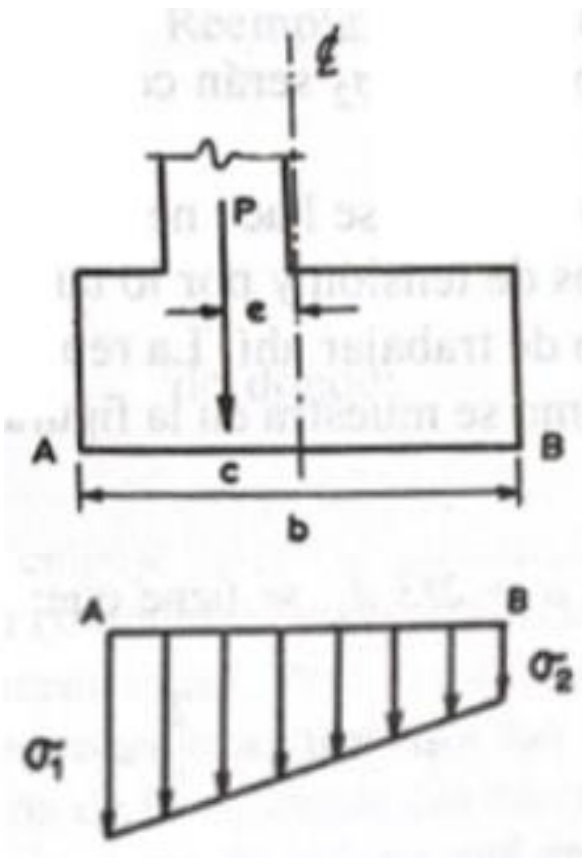
b = longitud paralela al eje de análisis

L = longitud perpendicular al eje del análisis

1.3 Distribución de presiones en cimentaciones con cargas excéntricas

Cargas verticales que actúa fuera del centro de gravedad.

Para una carga vertical que actúa fuera del centro de gravedad del cimiento, a una distancia e del eje de la base, es decir la carga excéntrica.



Es evidente que los esfuerzos en este caso serán mayores del lado que incide la carga resultante. Admitiendo la ley lineal de repartición del diagrama de esfuerzos será como en la gráfica.

$$\sigma_1 = \frac{P}{b * L} \left(1 + \frac{6e}{b} \right)$$

$$\sigma_2 = \frac{P}{b * L} \left(1 - \frac{6e}{b} \right)$$

Donde:

P = La intensidad de la resultante incluyendo el peso de La zapata

e = excentricidad entre la carga y el centro de gravedad.

b = longitud paralela al eje de análisis

L = longitud perpendicular al eje del análisis

Conceptos básicos: Presiones del suelo bajo la cimentación.

Índice

1. Introducción:
Presión portante.

1.1 Conceptos Básicos

1.2 Presión portante
del suelo.

1.3 Distribución de
presiones en
cimentaciones con
cargas excéntricas

q_u = **Presión última**, es el esfuerzo último que aplicado al suelo, le produciría la falla general a corte. Determinado mediante el estudio de mecánica de suelos.

q_a o q_{adm} = **Capacidad portante del suelo**, es la máxima presión que el suelo soporta con seguridad, sin producir daños a la estructura, con asentamiento usualmente menores a 2,5cm.

$$q_{adm} = \frac{q_u}{F_s}$$

F_s = Factor de seguridad que se aplica a la carga última para obtener la capacidad de carga admisible.

- Para carga estáticas $F_s=3$
- Para solicitaciones máxima de sismo y viento $F_s=2,5$

1.3 Distribución de presiones en cimentaciones con cargas concéntricas

Ejercicio

Se tiene una cimentación cuadrada tipo aislada de $B=A=1,70$ metros de hormigón armado ($\gamma_{hor\ arm} = 2,4\text{ton}/m^3$) sometida a una carga concéntrica, cimentada a $1,50\text{m}$ de profundidad desde el nivel de piso determinado. El peso específico del suelo es de $\gamma_{suelo} = 1,8\text{ton}/m^3$.

Del análisis estructural se sabe que la columna ($a,b=0.40\text{m}$) transmite a la cimentación una carga viva de 30ton y una carga muerta de 25ton , se asume una altura del plinto de 50cm .

Determinar:

- La presión bruta de contacto
- La presión o esfuerzo del suelo facturada o esfuerzo pseudo último en el suelo.
- ¿Si la capacidad admisible del suelo es $25\text{ton}/m^2$. ¿El suelo resiste la sollicitación?

Índice

1. Introducción:
Presión portante.

1.1 Conceptos Básicos

1.2 Presión portante
del suelo.

**1.3 Distribución de
presiones en
cimentaciones con
cargas excéntricas**

Índice

2. Capacidad de cimentaciones superficiales.

2.1 Falla por capacidad portante

2.2 Análisis de capacidad portante

2.3 Ecuación de capacidad portante: Terzaghi, Hasen, Vesic

2.4 Efectos de la excentricidad de carga

2.5 Influencia del nivel freático

2.6 Capacidad portante basados en SPT

2 Capacidad de carga de una cimentación superficial.

Es aquella carga que al ser aplicada no produce falla o daños en la estructura soportada, con la aplicación de un factor de seguridad.

La capacidad de carga de una cimentación no solo depende de las características del terreno, sino que también está en función del tipo de cimentación y el factor de seguridad adoptado.

Modos de falla a corte del suelo

La falla al corte se produce cuando la capacidad carga última es alcanzada, según Vesic gracias a sus modelos de fundación ha permitido identificar tres modelos de falla de suelo de fundaciones superficiales bajo cargas estáticas.

1. Falla por corte General
2. Falla por corte local
3. Falla por punzonamiento.

Índice

2. Capacidad de carga de cimentaciones superficiales.

2.1 Falla por capacidad portante

2.2 Análisis de capacidad portante

2.3 Ecuación de capacidad portante: Terzaghi, Hasen, Vesic

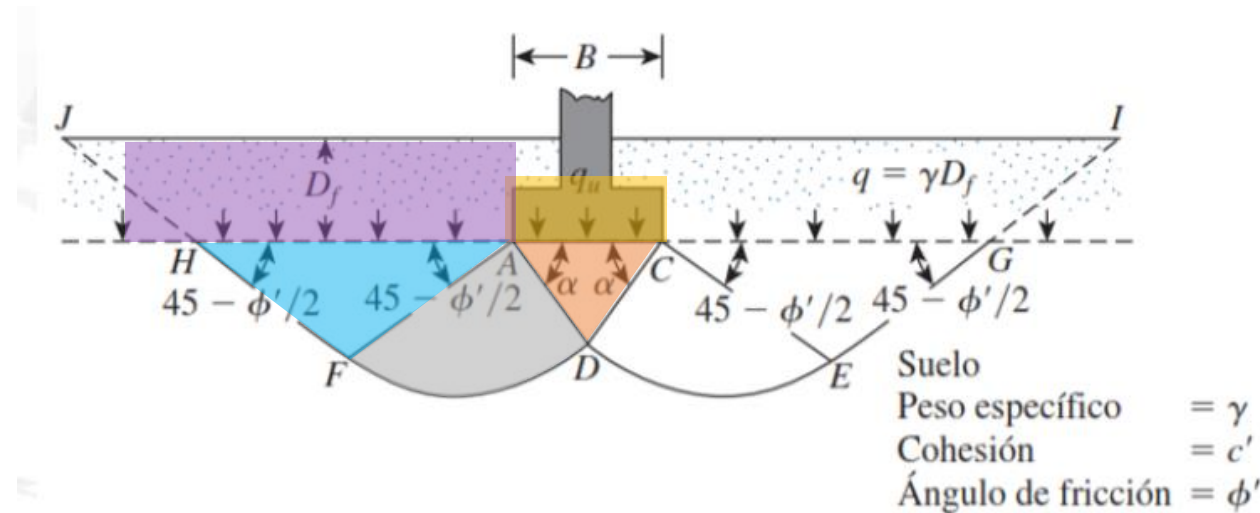
2.4 Efectos de la excentricidad de carga

2.5 Influencia del nivel freático

2.6 Capacidad portante basados en SPT

2.3 Ecuación de capacidad portante Terzaghi, Meyerhof

Teoría de capacidad de carga de Terzaghi.



FALLAS LOCAL POR ZONAS PLASTICA

La zona de fallo local se divide en tres partes:

- La forma triangular ACD inmediatamente debajo de la cimentación, zona activa
- La zona de corte radiales ADF y CDE, zona pasiva de Rankine
- Dos zonas pasivas de Rankine triangulares

LA COHESION Y EL ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA SE EMPLEAN PARA DISEÑO 2/3 DE SU VALOR

Índice

2. Capacidad de cimentaciones superficiales.

2.1 Falla por capacidad portante

2.2 Análisis de capacidad portante

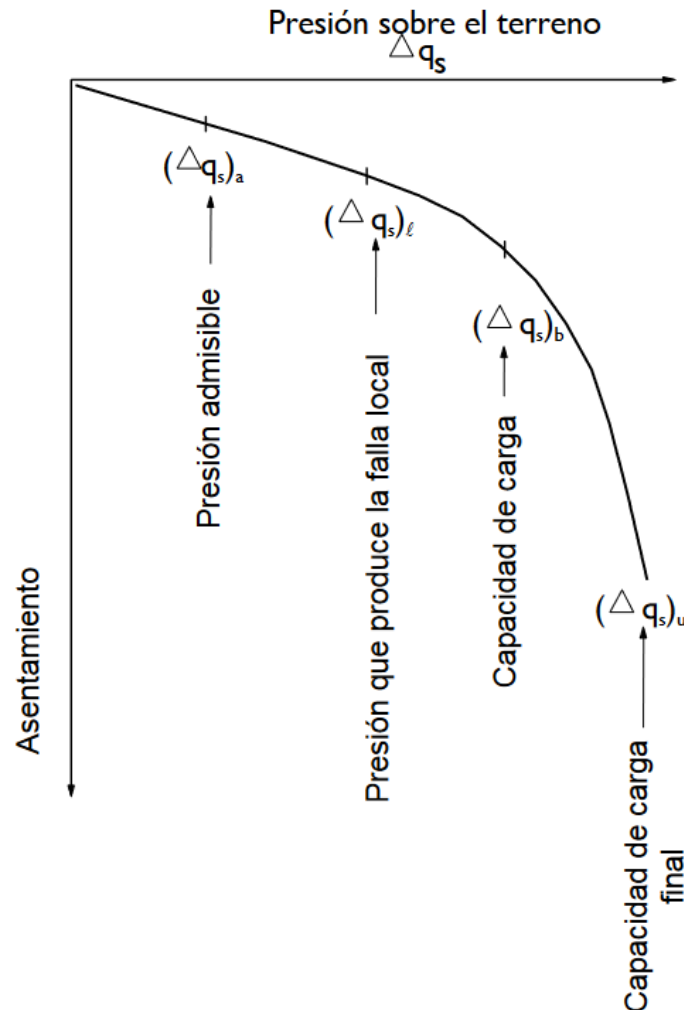
2.3 Ecuación de capacidad portante: Terzaghi, Hasen, Vesic

2.4 Efectos de la excentricidad de carga

2.5 Influencia del nivel freático

2.6 Capacidad portante basados en SPT

2.2 Análisis de capacidad portante



Relación entre la presión del terreno y las capacidades de carga

Índice

2. Capacidad de cimentaciones superficiales.

2.1 Falla por capacidad portante

2.2 Análisis de capacidad portante

2.3 Ecuación de capacidad portante: Terzaghi, Hasen, Vesic

2.4 Efectos de la excentricidad de carga

2.5 Influencia del nivel freático

2.6 Capacidad portante basados en SPT

2.3 Ecuación de capacidad portante Terzaghi, Meyerhof

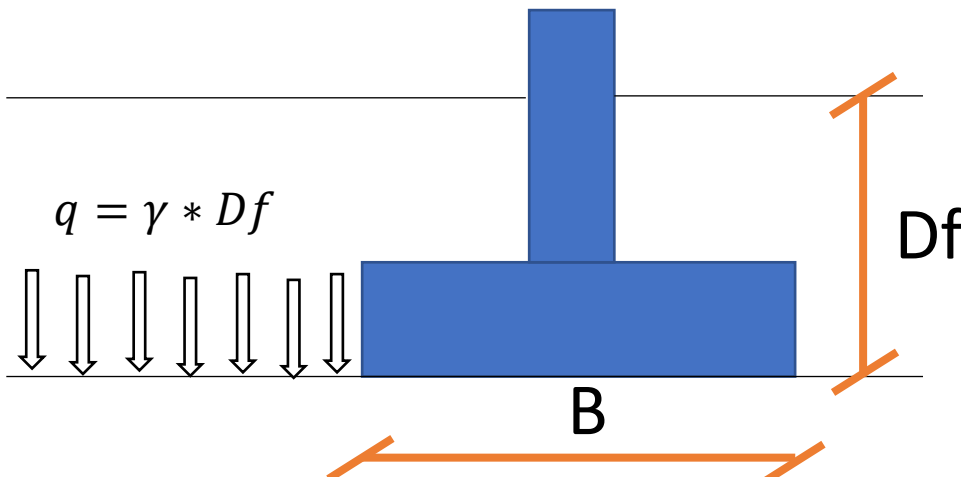
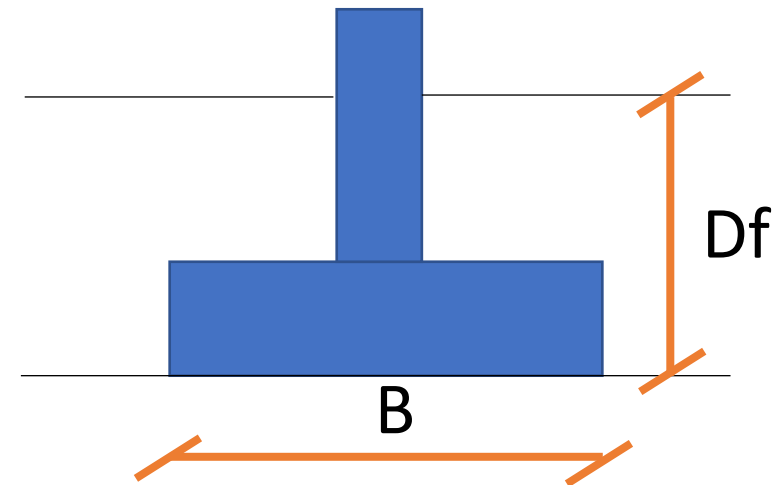
Teoría de capacidad de carga de Terzaghi, con su hipótesis de falla general por corte: debe cumplir con las siguientes condiciones

1) La profundidad de la cimentación es $\leq$ a la base.

$$D_f \leq 2B$$

2) Relación Largo Ancho tiene a cero

$$\frac{\text{ancho}}{\text{largo}} \approx 0$$



3) La masa del suelo que esta por encima del nivel de fundación es

$$q = \gamma * D_f$$

Índice

2. Capacidad de carga de cimentaciones superficiales.

2.1 Falla por capacidad portante

2.2 Análisis de capacidad portante

2.3 Ecuación de capacidad portante: Terzaghi, Hasen, Vesic

2.4 Efectos de la excentricidad de carga

2.5 Influencia del nivel freático

2.6 Capacidad portante basados en SPT

2.3 Ecuación de capacidad portante Terzaghi, Meyerhof

Terzaghi expresó la capacidad de carga última de **falla general por corte** con la siguiente expresión

Zapata corrida

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

Donde:
c = la cohesión
 γ = peso específico del suelo.
 $q = \gamma * Df$
 N_c, N_q, N_γ son factores de carga adimensionales que dependen únicamente de ϕ el ángulo de fricción interna.

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

$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$ Zapatas circulares

Donde:

B es la dimensión de la zapata cuadrada o el diámetro de la zapata circular.

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

$$N_c = \cot \phi \left[\frac{e^{2(3\pi/4 - \phi/2) \tan \phi}}{2 \cos^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)} - 1 \right] = \cot \phi (N_q - 1)$$

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

Índice

2. Capacidad de carga de cimentaciones superficiales.

2.1 Falla por capacidad portante

2.2 Análisis de capacidad portante

2.3 Ecuación de capacidad portante: Terzaghi, Hasen, Vesic

2.4 Efectos de la excentricidad de carga

2.5 Influencia del nivel freático

2.6 Capacidad portante basados en SPT

2.3 Ecuación de capacidad portante Terzaghi, Meyerhof

Como N_c , N_q , N_γ dependen únicamente del ángulo de fricción interna se puede utilizar la siguiente tabla:

ϕ	N_c	N_q	N_γ	ϕ	N_c	N_q	N_γ
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.1	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

*Según Kumbhojkar (1993)

Tabla de factores de capacidad de carga Falla general por corte
Fuente: Kumbhojkar,1993

Índice

2. Capacidad de carga de cimentaciones superficiales.

2.1 Falla por capacidad portante

2.2 Análisis de capacidad portante

2.3 Ecuación de capacidad portante: Terzaghi, Meyerhof

2.4 Efectos de la excentricidad de carga

2.5 Influencia del nivel freático

2.6 Capacidad portante basados en SPT

2.3 Ecuación de capacidad portante Terzaghi, Meyerhof

Terzaghi hizo una modificación a la anterior ecuación para calcular la falla por corte local, quedando la expresión de la siguiente manera.

ϕ	N'_c	N'_q	N'_γ	ϕ	N'_c	N'_q	N'_γ
0	5.70	1.00	0.00	26	15.53	6.05	2.59
1	5.90	1.07	0.005	27	16.30	6.54	2.88
2	6.10	1.14	0.02	28	17.13	7.07	3.29
3	6.30	1.22	0.04	29	18.03	7.66	3.76
4	6.51	1.30	0.055	30	18.99	8.31	4.39
5	6.74	1.39	0.074	31	20.03	9.03	4.83
6	6.97	1.49	0.10	32	21.16	9.82	5.51
7	7.22	1.59	0.128	33	22.39	10.69	6.32
8	7.47	1.70	0.16	34	23.72	11.67	7.22
9	7.74	1.82	0.20	35	25.18	12.75	8.35
10	8.02	1.94	0.24	36	26.77	13.97	9.41
11	8.32	2.08	0.30	37	28.51	15.32	10.90
12	8.63	2.22	0.35	38	30.43	16.85	12.75
13	8.96	2.38	0.42	39	32.53	18.56	14.71
14	9.31	2.55	0.48	40	34.87	20.50	17.22
15	9.67	2.73	0.57	41	37.45	22.70	19.75
16	10.06	2.92	0.67	42	40.33	25.21	22.50
17	10.47	3.13	0.76	43	43.54	28.06	26.25
18	10.90	3.36	0.88	44	47.13	31.34	30.40
19	11.36	3.61	1.03	45	51.17	35.11	36.00
20	11.85	3.88	1.12	46	55.73	39.48	41.70
21	12.37	4.17	1.35	47	60.91	44.45	49.30
22	12.92	4.48	1.55	48	66.80	50.46	59.25
23	13.51	4.82	1.74	49	73.55	57.41	71.45
24	14.14	5.20	1.97	50	81.31	65.60	85.75
25	14.80	5.60	2.25				

Tabla de factores de capacidad de carga Falla por corte local

Fuente: Kumbhojkar, 1993

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

$$q_u = \frac{2}{3} c N'_c + q N'_q + \frac{1}{2} \gamma B N'_\gamma$$

Zapata corrida

$$q_u = 0.867 c N'_c + q N'_q + 0.4 \gamma B N'_\gamma$$

Zapatas cuadradas

$$q_u = 0.867 c N'_c + q N'_q + 0.3 \gamma B N'_\gamma$$

Zapatas circulares

Índice

2. Capacidad de cimentaciones superficiales.

2.1 Falla por capacidad portante

2.2 Análisis de capacidad portante

2.3 Ecuación de capacidad portante: Terzaghi, Meyerhof

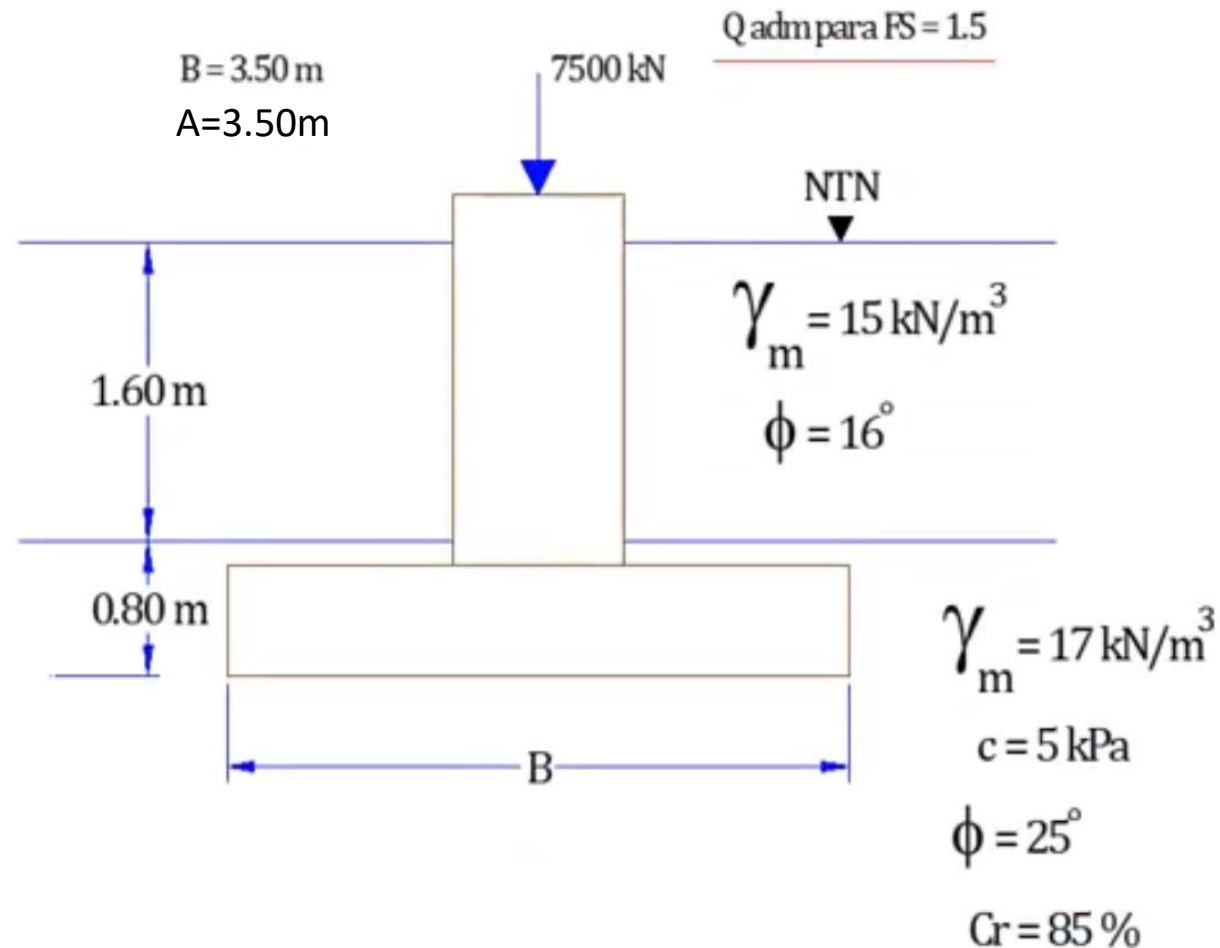
2.4 Efectos de la excentricidad de carga

2.5 Influencia del nivel freático

2.6 Capacidad portante basados en SPT

2.3 Ecuación de capacidad portante Terzaghi, Meyerhof

Determinar la capacidad última del suelo si tenemos los siguientes datos.



Índice

2. Capacidad de carga de cimentaciones superficiales.

2.1 Falla por capacidad portante

2.2 Análisis de capacidad portante

2.3 Ecuación de capacidad portante: Terzaghi, Meyerhof

2.4 Efectos de la excentricidad de carga

2.5 Influencia del nivel freático

2.6 Capacidad portante basados en SPT

2.3 Ecuación de capacidad portante Terzaghi, Meyerhof

Es una evolución a la ecuación de Terzaghi en donde toma en cuenta algunas variables mas como son:

- Zapatas rectangulares $0 < B < L$
- Las ecuaciones no toman en cuenta la resistencia cortante a lo largo de la superficie de fallo en el suelo arriba del nivel de desplante de la cimentación.
- La carga sobre la cimentación puede estar inclinada.

Meyerhof sugiere la ecuación general de capacidad de apoyo:

Donde:

c = cohesión

q = esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación

γ = peso específico del suelo

B = ancho de la cimentación

$F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$ = factores de forma

$F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$ = factores de profundidad

$F_{ci}, F_{qi}, F_{\gamma i}$ = factores por la inclinación de la carga

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

Índice

2. Capacidad de cimentaciones superficiales.

2.1 Falla por capacidad portante

2.2 Análisis de capacidad portante

2.3 Ecuación de capacidad portante: Terzaghi, Meyerhof

2.4 Efectos de la excentricidad de carga

2.5 Influencia del nivel freático

2.6 Capacidad portante basados en SPT

2.3 Ecuación de capacidad portante Terzaghi, Meyerhof

Como los factores de capacidad de carga depende únicamente del ángulo de fricción interna también puede obtener una tabla con valores representativos.

ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$\tan \phi$	ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$\tan \phi$
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						

^a Según Vesic (1973)

Tabla de factores de capacidad de carga, formulación de Meyerhof

Fuente: Vesic, 1973

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

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

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

Índice

2. Capacidad de carga de cimentaciones superficiales.

2.1 Falla por capacidad portante

2.2 Análisis de capacidad portante

2.3 Ecuación de capacidad portante: Terzaghi, Meyerhof

2.4 Efectos de la excentricidad de carga

2.5 Influencia del nivel freático

2.6 Capacidad portante basados en SPT

2.3 Ecuación de capacidad portante Terzaghi, Meyerhof

Meyerhof sugiere la ecuación general de capacidad de apoyo:

$$q_u = cN_cF_{cs}F_{cd}F_{ci} + qN_qF_{qs}F_{qd}F_{qi} + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma F_{\gamma s}F_{\gamma d}F_{\gamma i}$$

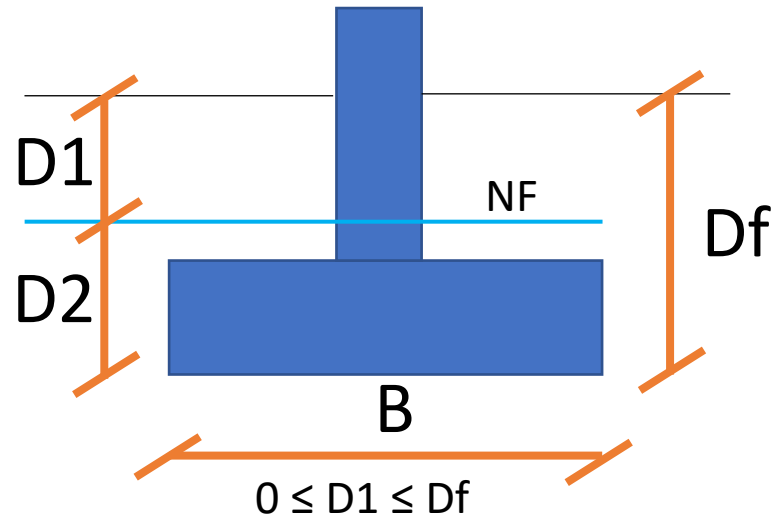
Factor de Forma	Factor de profundidad	Factor de Inclinación
$F_{cs} = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$ $F_{qs} = 1 + \frac{B}{L \tan \phi}$ $F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$ donde L = longitud de la cimentación ($L > B$)	<i>Condición (a): $D_f/B \leq 1$</i> $F_{cd} = 1 + 0.4 \frac{D_f}{B}$ $F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \frac{D_f}{B}$ $F_{\gamma d} = 1$ <i>Condición (b): $D_f/B > 1$</i> $F_{cd} = 1 + (0.4) \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$ $F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$ $F_{\gamma d} = 1$ D_f/B en radianes	$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ} \right)^2$ $F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi} \right)^2$ donde β = inclinación de la carga sobre la cimentación con respecto a la vertical

Existen ecuaciones de Hasen y Vesic los cuales toman en cuenta la inclinación del terreno y la inclinación de la base, pero no son tema de estudio en este módulo.

2.5 Presencia de nivel freático

Cuando hay presencia de nivel freático, se pueden dar tres casos.

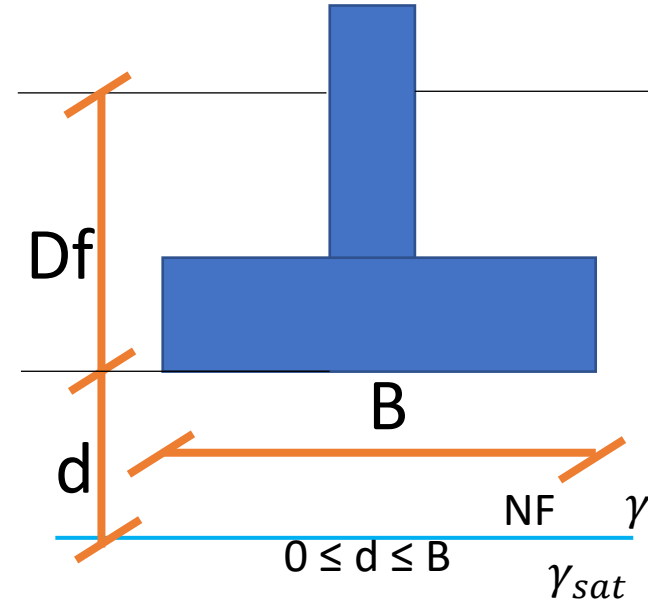
Caso 1



$$q = \gamma * D1 + D2(\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$\gamma' = (\gamma_{sat} - \gamma_w) \text{ 3er término de la ecuación}$$

Caso 2



$$q = \gamma * Df$$

$$\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma') \text{ 3er término de la ecuación}$$

$$\gamma' = (\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

Caso 3: $d > B$ "No se considera nivel freático"

Índice

2. Capacidad de carga de cimentaciones superficiales.

2.1 Falla por capacidad portante

2.2 Análisis de capacidad portante

2.3 Ecuación de capacidad portante: Terzaghi, Meyerhof

2.4 Efectos de la excentricidad de carga

2.5 Influencia del nivel freático

2.6 Capacidad portante basados en SPT

Índice

2. Capacidad de carga de cimentaciones superficiales.

2.1 Falla por capacidad portante

2.2 Análisis de capacidad portante

2.3 Ecuación de capacidad portante: Terzaghi, Meyerhof

2.4 Efectos de la excentricidad de carga

2.5 Influencia del nivel freático

2.6 Capacidad portante basados en SPT

2 Capacidad de carga en cimentaciones superficiales

Ejercicio 1

Una cimentación cuadrada tiene 5pie x 5pie en planta, el suelo que soporta la cimentación tienen un ángulo de fricción de 20° y cohesión igual a 320lb/pie², el peso unitario del suelo es 115lb/pie³. Determinar la capacidad admisible sobre la cimentación con un factor de seguridad igual a 3, suponga que la profundidad de cimentación es igual a 3pie, y presenta una falla general por corte.

Datos:

$$\phi = 20^\circ$$

$$c = 320\text{lb/pie}^2$$

$$\gamma_{sue} = 115\text{lb/pie}^3$$

$$F_s = 3$$

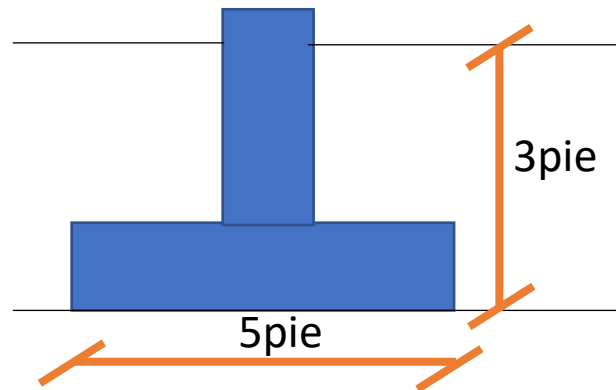
$$D_f = 3\text{pie}$$

Falla general por corte

$$N_c = 17.69$$

$$N_q = 7.44$$

$$N_\gamma = 3.64$$



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

$$q = \gamma_{sue} * D_f$$

$$q = 115\text{lb/pie}^3 * 3\text{pie}$$

$$q = 345\text{lb/pie}^2$$

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

$$q_u = 1.3 \left(\frac{320\text{lb}}{\text{pie}^2} \right) \cdot 17.69 + \left(\frac{345\text{lb}}{\text{pie}^2} \right) \cdot 7.44 + 0.4 \left(\frac{115\text{lb}}{\text{pie}^2} \right) \cdot 5\text{pie} \cdot 3.64$$

$$q_u = 10763.04\text{lb/pie}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{F_s} = \frac{10763.04\text{lb/pie}^2}{3}$$

$$q_{adm} = 3587.68\text{lb/pie}^2$$

Índice

2. Capacidad de carga de cimentaciones superficiales.

2.1 Falla por capacidad portante

2.2 Análisis de capacidad portante

2.3 Ecuación de capacidad portante: Terzaghi, Meyerhof

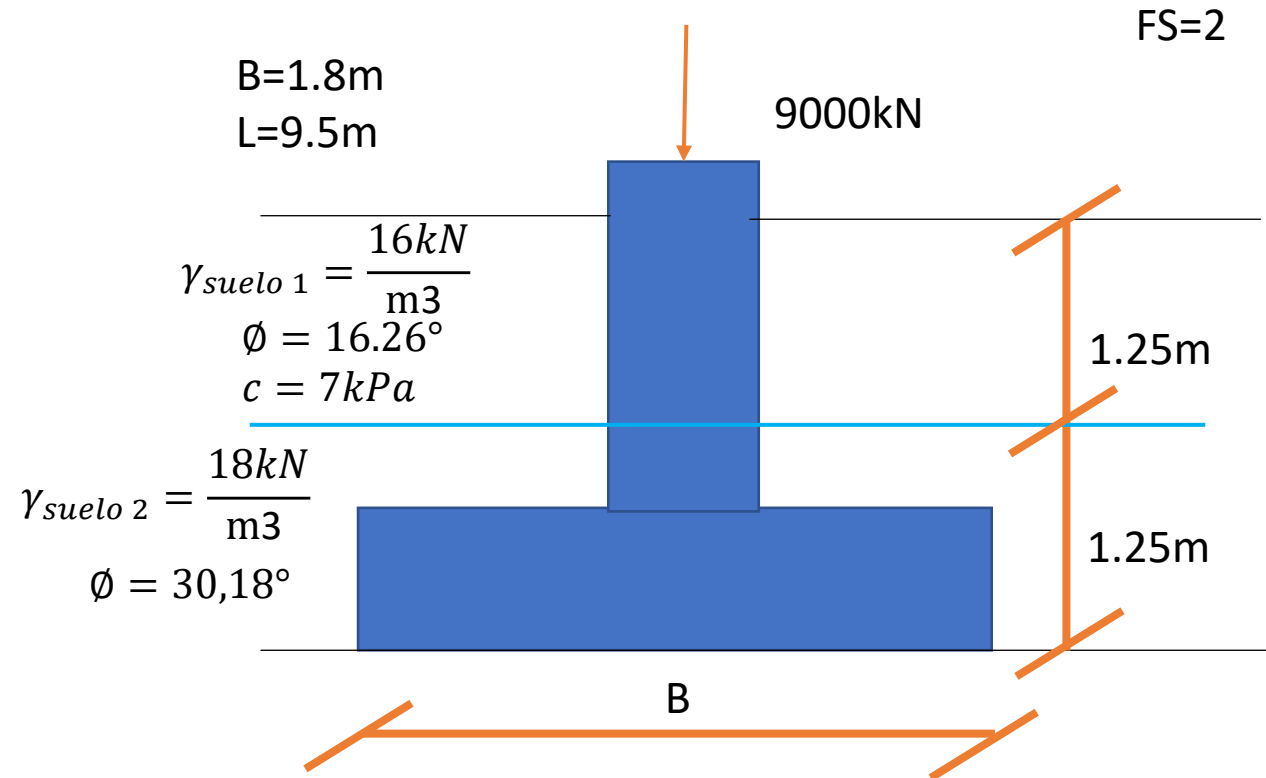
2.4 Efectos de la excentricidad de carga

2.5 Influencia del nivel freático

2.6 Capacidad portante basados en SPT

2.3 Ecuación de capacidad portante Terzaghi, Meyerhof

Determinar la capacidad última del suelo por Terzaghi si tenemos los siguientes datos:



Índice

2. Capacidad de carga de cimentaciones superficiales.

2.1 Falla por capacidad portante

2.2 Análisis de capacidad portante

2.3 Ecuación de capacidad portante: Terzaghi, Meyerhof

2.4 Efectos de la excentricidad de carga

2.5 Influencia del nivel freático

2.6 Capacidad portante basados en SPT

2 Capacidad de carga en cimentaciones superficiales

Ejercicio 2

El mismo ejercicio anterior, pero se suelo presenta una falla por corte local.

Datos:

$$\phi = 20^\circ$$

$$c = 320 \text{ lb/pie}^2$$

$$\gamma_{sue} = 115 \text{ lb/pie}^3$$

$$F_s = 3$$

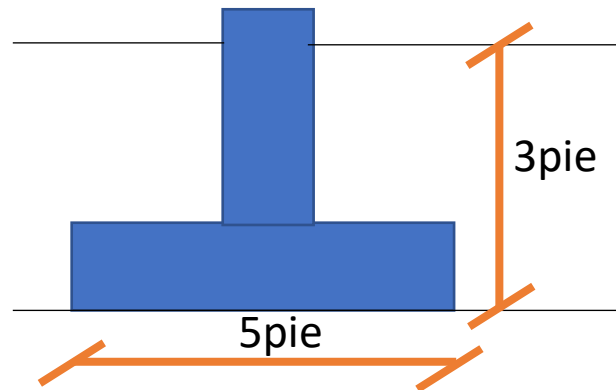
$$D_f = 3 \text{ pie}$$

Falla por corte local

$$N_c = 11,85$$

$$N_q = 3,88$$

$$N_\gamma = 1,12$$



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

$$\phi' = \tan^{-1} \left(\frac{2}{3} \tan 20^\circ \right) = 13.639^\circ$$

$$q_u = 0.867 c N'_c + q N'_q + 0.4 \gamma B N'_\gamma$$

$$q = \gamma_{sue} * D_f$$

$$q = 115 \text{ lb/pie}^3 * 3 \text{ pie}$$

$$q = 345 \text{ lb/pie}^2$$

$$q_u = 0.867 c N'_c + q N'_q + 0.4 \gamma B N'_\gamma$$

$$q_u = 0.867 \left(\frac{320 \text{ lb}}{\text{pie}^2} \right) \cdot 11.85 + \left(\frac{345 \text{ lb}}{\text{pie}^2} \right) \cdot 3.88 + 0.4 \left(\frac{115 \text{ lb}}{\text{pie}^2} \right) \cdot 5 \text{ pie} \cdot 1.12$$

$$q_u = 4883,864 \text{ lb/pie}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{F_s} = \frac{4883,864 \text{ lb/pie}^2}{3}$$

$$q_{adm} = 1627.95 \text{ lb/pie}^2$$

Índice

2. Capacidad de carga de cimentaciones superficiales.

2.1 Falla por capacidad portante

2.2 Análisis de capacidad portante

2.3 Ecuación de capacidad portante: Terzaghi, Meyerhof

2.4 Efectos de la excentricidad de carga

2.5 Influencia del nivel freático

2.6 Capacidad portante basados en SPT

2 Capacidad de carga en cimentaciones superficiales

Ejercicio 3

El mismo ejercicio 1 con falla el en suelo por corte general, además en la presente zapata existe algo de nivel freático.

Datos:

$$\phi = 20^\circ$$

$$c = 320 \text{ lb/pie}^2$$

$$\gamma_{sue} = 115 \text{ lb/pie}^3$$

$$\gamma_{sat} = 131.7 \text{ lb/pie}^3$$

$$\gamma_w = 64 \text{ lb/pie}^3$$

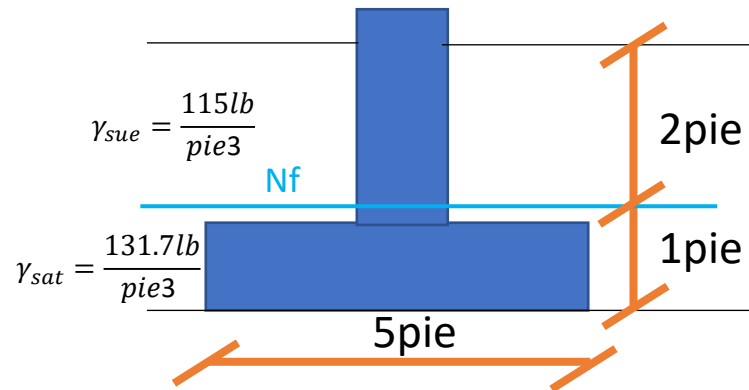
$$F_s = 3$$

$$D_f = 3 \text{ pie}$$

$$N_c = 17.69$$

$$N_q = 7.44$$

$$N_\gamma = 3.64$$



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

$$q_u = 1.3 \left(\frac{320 \text{ lb}}{\text{pie}^2} \right) \cdot 17.69 + \left(\frac{297.7 \text{ lb}}{\text{pie}^2} \right) \cdot 7.44 + 0.4 \left(\frac{67.7 \text{ lb}}{\text{pie}^2} \right) \cdot 5 \text{ pie} \cdot 3.64$$

$$q_u = 10763.04 \text{ lb/pie}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{F_s} = \frac{10066.78 \text{ lb/pie}^2}{3}$$

$$q_{adm} = 3355.59 \text{ lb/pie}^2$$

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

$$q = \gamma_{sue} * D1 + D2(\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$q = \frac{115 \text{ lb}}{\text{pie}^3} * 2 \text{ pie} + 1 \text{ pie} \left(\frac{131.7 \text{ lb}}{\text{pie}^3} - \frac{64 \text{ lb}}{\text{pie}^3} \right)$$

$$q = 297.7 \text{ lb/pie}^2$$

$$\gamma' = (\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$\gamma' = \frac{131.7 \text{ lb}}{\text{pie}^3} - \frac{64 \text{ lb}}{\text{pie}^3}$$

$$\gamma' = \frac{67.7 \text{ lb}}{\text{pie}^3} \text{ utilizar en el 3er termino}$$

Índice

2. Capacidad de cimentaciones superficiales.

2.1 Falla por capacidad portante

2.2 Análisis de capacidad portante

2.3 Ecuación de capacidad portante: Terzaghi, Meyerhof

2.4 Efectos de la excentricidad de carga

2.5 Influencia del nivel freático

2.6 Capacidad portante basados en SPT

2 Capacidad de carga en cimentaciones superficiales

Tareas asíncronas

Ejercicio 1

Una cimentación tiene 3ft de ancho y un largo de 16ft, con una profundidad de cimentación de 3ft, el suelo que soporta la cimentación tiene un ángulo de fricción de 28° y cohesión igual a 400lb/pie², el peso unitario del suelo es 110lb/pie³. Determinar la capacidad admisible por el método de Terzaghi sobre la cimentación con un factor de seguridad igual a 3.

- Determinar la capacidad admisible del terreno cuando la compacidad relativa es igual a 90%
- Determinar la capacidad admisible del terreno cuando la compacidad relativa es igual a 60%

Tareas asíncronas

Ejercicio 2

Una cimentación cuadrada tiene 3m x 3m en planta y una profundidad de cimentación de 2m, el suelo que soporta la cimentación tiene un ángulo de fricción de 30° y cohesión igual a cero, el peso unitario del suelo es 16,5kN/m³. Determinar la capacidad admisible sobre la cimentación por el método de Meyerhof con un factor de seguridad igual a 3.

- Determinar la capacidad admisible del terreno cuando la compacidad relativa es igual a 55% y
- Si existe nivel freático donde $d=1\text{m}$, $\gamma_{sat} = \frac{19,4\text{kN}}{\text{m}^3}$, $\gamma_w = \frac{10\text{kN}}{\text{m}^3}$ y la compacidad relativa es la misma que en el anterior apartado.

Índice

2. Capacidad de cimentaciones superficiales.

2.1 Falla por capacidad portante

2.2 Análisis de capacidad portante

2.3 Ecuación de capacidad portante: Terzaghi, Meyerhof

2.4 Efectos de la excentricidad de carga

2.5 Influencia del nivel freático

2.6 Capacidad portante basados en SPT

2 Capacidad de carga en cimentaciones superficiales

Ejercicio en clase

Una zapata cuadrada sobre la cual se apoya una columna, tiene que soportar una carga total admisible de 1805kN con un factor de seguridad igual a 3, se tiene que la profundidad de cimentación es de 1,5m el peso específico es de 15,9kN/m³, el ángulo de fricción interna es igual a 34° y la cohesión igual a 0, utilice la ecuación de Terzaghi para determinar el tamaño de la zapata, suponer una falla general por corte.

Datos:

Zapata cuadrada

$c = 0$

$\phi = 34^\circ$

$\gamma_{sue} = 15,9 \text{ kN/m}^3$

$F_s = 3$

$D_f = 1,5 \text{ m}$

$Q_{adm} = 1805 \text{ kN}$

Falla general por corte

$N_c = 52,64$

$N_q = 36,50$

$N_\gamma = 38,04$

$$q = \gamma_{sue} * D_f$$

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

$$q = \frac{15,9 \text{ kN}}{\text{m}^3} * 1,5 \text{ m} = 23,85 \text{ kN/m}^2$$

$$q_u = 1.3 * 0 * 52,64 + 23,85 \text{ kN/m}^2 * 36,50 + 0.4 * 15,9 \text{ kN/m}^3 * B * 38,04$$

$$q_u = 870,525 + 241,934B$$

$$q_{adm} = \frac{870,525 + 241,934B}{3}$$

$$q_{adm} = \frac{Q_{adm}}{\text{Area}} \quad \therefore \text{Area} = B^2$$

$$\frac{870,525 + 241,934B}{3} = \frac{1805}{B^2}$$

$$870,525B^2 + 241,934B^3 = 5415$$

$$B = 2 \text{ m}$$

Índice

2. Capacidad de cimentaciones superficiales.

2.1 Falla por capacidad portante

2.2 Análisis de capacidad portante

2.3 Ecuación de capacidad portante: Terzaghi, Meyerhof

2.4 Efectos de la excentricidad de carga

2.5 Influencia del nivel freático

2.6 Capacidad portante basados en SPT

2 Capacidad de carga en cimentaciones superficiales

Ejercicio aplicación de ecuación general Meyerhof

Una zapata rectangular para columna tiene 3m x 2m en planta, se tiene que la profundidad de cimentación es de 1,5m, el ángulo de fricción interna del suelo es de 25° , con una cohesión de 50kN/m², el factor de seguridad es igual a 3. Determinar la capacidad admisible neta que puede soportar la presente zapata

Datos:

Zapata rectangular

$\phi = 25^\circ$

$c = 50 \text{ kN/m}^2$

$\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$

$F_s = 3$

$D_f = 1,5 \text{ m}$

$q_{adm} = ?$

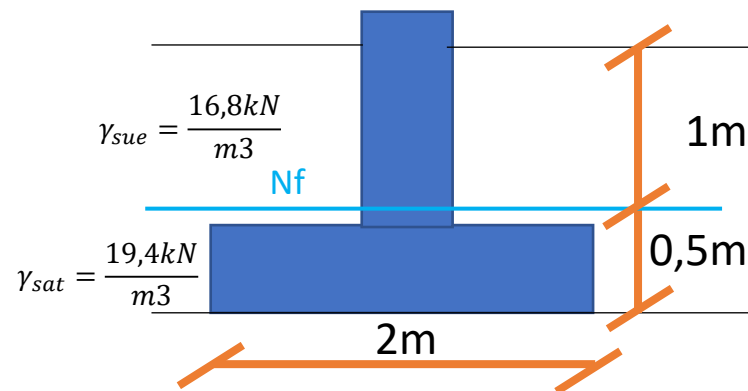
Falla general por corte

$N_c = 20,72$

$N_q = 10,66$

$N_\gamma = 10,88$

Nota: B siempre es la dimensión menor de la zapata, por la L es la dimensión mayor



Resultados

$F_{cs} = 1,34$

$F_{qs} = 1,31$

$F_{\gamma s} = 0,73$

$F_{cd} = 1,3$

$F_{qd} = 1,24$

$F_{\gamma d} = 1$

$F_{ci} = 1$

$F_{qi} = 1$

$F_{\gamma i} = 1$

Índice

2. Capacidad de cimentaciones superficiales.

2.1 Falla por capacidad portante

2.2 Análisis de capacidad portante

2.3 Ecuación de capacidad portante: Terzaghi, Meyerhof

2.4 Efectos de la excentricidad de carga

2.5 Influencia del nivel freático

2.6 Capacidad portante basados en SPT

2 Capacidad de carga en cimentaciones superficiales

Ejercicio aplicación de ecuación general Meyerhof

$$F_{cs} = 1 + \frac{B}{L} * \frac{N_q}{N_c}$$

$$F_{cs} = 1 + \frac{2m}{3m} * 0,51$$

$$F_{cs} = 1,34$$

$$F_{cd} = 1 + 0,4 \frac{Df}{B}$$

$$F_{cd} = 1 + 0,4 \cdot \frac{1,5m}{2m}$$

$$F_{cd} = 1,3$$

$$q = \gamma \cdot D1 + D2(\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$q = 16,8kN/m3 \cdot 1m + 0,5m(19,4kN/m3 - 10kN/m3)$$

$$q = 21,5kN/m2$$

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

$$F_{qs} = 1 + \frac{2m}{3m} * \tan 25^\circ$$

$$F_{qs} = 1,31$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \frac{Df}{B}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan 25^\circ (1 - \sin 25^\circ)^2 \frac{1,5m}{2m}$$

$$F_{qd} = 1,23$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0,4 \frac{B}{L}$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0,4 \cdot \frac{2m}{3m}$$

$$F_{\gamma s} = 0,73$$

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

$$F_{ci} = 1$$

$$F_{qi} = 1$$

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

$$\gamma' = (\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$\gamma' = (19,4kN/m3 - 10kN/m3)$$

$$\gamma' = 9,4kN/m3$$

$$q_u = c N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$q_u = 50 \cdot 20,72 \cdot 1,34 \cdot 1,3 \cdot 1 + 21,5 \cdot 10,66 \cdot 1,31 \cdot 1,23 \cdot 1 + \frac{1}{2} \cdot 9,4 \cdot 2 \cdot 10,88 \cdot 0,73 \cdot 1 \cdot 1$$

$$q_u = 2248,66kN/m2$$

$$q_{adm(n)} = \frac{q_u - q}{F_s} = \frac{2248,65kN/m2 - 21,5kN/m2}{3} = 742,39kN/m2$$

Índice

2. Capacidad de carga de cimentaciones superficiales.

2.1 Falla por capacidad portante

2.2 Análisis de capacidad portante

2.3 Ecuación de capacidad portante: Terzaghi, Meyerhof

2.4 Efectos de la excentricidad de carga

2.5 Influencia del nivel freático

2.6 Capacidad portante basados en SPT

2.6 Capacidad portante basado en SPT

La capacidad de carga portante admisible del terreno por medio del SPT se puede determinar por medio de las siguientes ecuaciones

$$q_{adm} = (Kpa) 11,98 * N_{corregido} * \left(\frac{B+0,3}{B} \right) * C_D \quad \text{Para } B > 1,2m$$

Donde:

C_D , es un factor de empotramiento definido en la siguiente expresión.

$$C_D = 1 + 0,33 * \frac{Df}{B} \leq 1,33$$

Donde:

Df= Profundidad del plano de cimentación(cm)

B= Ancho de la cimentación(cm)

Nota: Si el valor de N supera el valor de 15 y en presencia de nivel freático para el calculo del $N_{corregido}$ se utiliza la siguiente fórmula:

$$N_{corregido} = 15 + \frac{N - 15}{2}$$

Donde:

C_n , fue calculado por la ecuación propuesta por los autores Liao y Whitman (1985)

$$C_n = \frac{1}{q^{0,5}}$$

Donde:

q= Presión de confinamiento : $q = \gamma * Df$ (sin nivel freático)

q= Presión de confinamiento :

$$q = (\gamma_{sat} - \gamma_w) * Df \quad \text{(con nivel freático)}$$

γ = Peso especifico del suelo (kg/cm3)

Df= profundidad del plano de cimentación (cm)

$$N_{corregido} = N * C_n$$

Índice

2. Capacidad de carga de cimentaciones superficiales.

2.1 Falla por capacidad portante

2.2 Análisis de capacidad portante

2.3 Ecuación de capacidad portante: Terzaghi, Meyerhof

2.4 Efectos de la excentricidad de carga

2.5 Influencia del nivel freático

2.6 Capacidad portante basados en SPT

2.6 Capacidad portante basado en SPT

Ejercicio de aplicación

Datos:

$D_f = 650\text{cm.}$

$B = 350\text{cm.}$

$N_F = 3,00\text{m}$

$\gamma_{\text{suelo}} = 0,0019\text{kg/cm}^3$

$\gamma_{\text{saturado}} = 0,0019\text{kg/cm}^3$

$\gamma_w = 0,001\text{kg/cm}^3$

Cálculo de la capacidad portante								
Cotas	Prof	q	N	CD	Cn	N corregido	q(adm)	q(adm)
m	m	kg/cm ²	golpes	factor	Factor	Cn*N	(kPa)	kg/cm ²
166.28	1	0.19	-	-	-	-	-	-
165.78	1.5	0.285	2	1.14	1.87	4	55.62	0.57
165.28	2	0.38	2	1.19	1.62	3	50.16	0.51
164.78	2.5	0.475	3	1.24	1.45	4	69.96	0.71
164.28	3	0.57	3	1.28	1.32	4	66.30	0.68
163.78	3.5	0.315	1	1.33	1.78	2	30.82	0.31
163.28	4	0.36	2	1.33	1.67	3	57.66	0.59
162.78	4.5	0.405	2	1.33	1.57	3	54.37	0.55
162.28	5	0.45	8	1.33	1.49	12	206.30	2.10
161.78	5.5	0.495	13	1.33	1.42	18	319.64	3.26
161.28	6	0.54	56	1.33	>15	36	614.12	6.26
160.78	6.5	0.585	60	1.33	>15	38	648.72	6.61

Fuente: Universidad politécnica Salesiana, 2012



Unach
FACULTAD DE CIENCIAS
DE LA EDUCACIÓN,
HUMANAS Y TECNOLOGÍAS
Libres por la Ciencia y el Saber

Unach
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

CARRERA DE
INGENIERÍA CIVIL

Asignatura: Obras Civiles.

Unidad 1: Cimentaciones Superficiales

Curso:

Octavo Semestre.

Profesor Asignado:

Andrés Marcillo Zapata.

Periodo académico de ejecución:

Noviembre 2021- Marzo 2022.