5. EVALUACION DE RESISTENCIA DE LAS CAPAS DE SUELO.

5.1 Resistencia a la compresión uniaxial usando SPT y DCPT

Para evaluar este parámetro, se usó el valor **N** del ensayo **SPT** según las correlaciones presentadas

OCR	N, golpes (SPT)	Qu (KG/CM²)	DESCRIPCION	FRICCION En grados	E (KG/CM²)
NC	< 2	< 0.25	Muy blanda	0	3
NC	2 - 4	0.25 -0.50	Blanda	0 - 2	30
NC	4 - 8	0.5 – 1.0	Media	2 - 4	45- 90
NC	8 - 15	1.0 - 2.0	Compacta	4 - 6	90 - 200
>OCR	15 - 30	2.0 - 4.0	Muy compacta	6 - 12	> 200
>OCR	> 30	> 4.0	Dura	> 14	

N (SPT)	Descripción	Valor Cr	Ang. Fricción	E (Kg/cm²)
0-4	Muy floja	0 – 15	28	100
5 –10	Floja	16 – 35	28 – 30	100 – 250
11 – 30	Media	36 - 65	30 – 36	250 – 500
31 – 50	Densa	66 – 85	36- 41	500 – 1000
>50	Muy densa	86 - 100	41	> 1000

E = Modulo de Young, Cr = Compacidad relativa

Tomada de: MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES. C. Crespo Villalaz. Editorial Limusa. 1994

Con las Tablas 1 y 2, teniendo en cuenta el número de golpes para penetrar 20 cms (NC) con la prueba DCPT (Dynamic Cone Penetration Test, Prueba de Cono tipo Borros) y el número de golpes obtenido en la prueba Nspt N60 (Standard penetration test, muestreador de cuchara partida) corregida a una energía del 60% (Como lo establece A.2.4.3.2 de la NSR-10) se obtiene por correlación los valores de resistencia a la compresión inconfinada, de acuerdo con la profundidad. Estos valores se presentan en las Figuras 4 a 6.

En el Anexo 2 del informe se presenta la memoria de cálculo para obtener el valor del NSPT (60) corregido, esta memoria corresponde a uno solo de los puntos que se muestran en los perfiles de suelos, las demás pruebas realizadas generan igualmente una memoria similar a la presentada pero no se anexan.

A partir de dichas pruebas se obtienen rangos de valores para diferentes parámetros geomecánicos de los tipos de suelos existentes, que han sido respaldadas por correlaciones confiables basadas en numerosas experiencias publicadas por diferentes autores con sus intervalos más probables de confiabilidad.

5.2 Resistencia de los suelos utilizando ensayos de corte directo y compresión simple.

Las Figuras del Anexo 2 presentan los resultados de los ensayos de compresión simple, corte directo y consolidación. Dentro de los ensayos de caracterización de suelos se presentan los resultados de ensayos de Humedad natural en los Ensayos de límites de Atterberg, los resultados de los ensayos de Clasificación granulométrica (USC) se presentan en los ensayos de límites de Atterberg, los resultados de los ensayos de Peso unitario se presentan en los ensayos de compresión simple y los resultados de los ensayos de gravedad específica y relación de vacíos se presentan en los ensayos de consolidación.

6. PARAMETROS PARA EL CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

De acuerdo a la profundidad de emplazamiento y ancho de los cimientos, existen 3 tipos de cimentación, la Figura 9 presenta los esquemas de cimientos superficiales. La Tabla 3 presenta la clasificación de los diferentes tipos de cimentaciones más comunes existentes.

Tabla 3. Tipos de cimentación de acuerdo a la profundidad de desplante y ancho de cimientos

CLASE	RELACION	TIPO CIMENTACION
1.Superficial	Df/B = 0 - 4.5	Zapatas y placas
2. Semiprofunda	Df/B = 5- 10	Cajones – Caissons
3. Profundas	Df/B = mayor a 10	Pilas - Pilotes

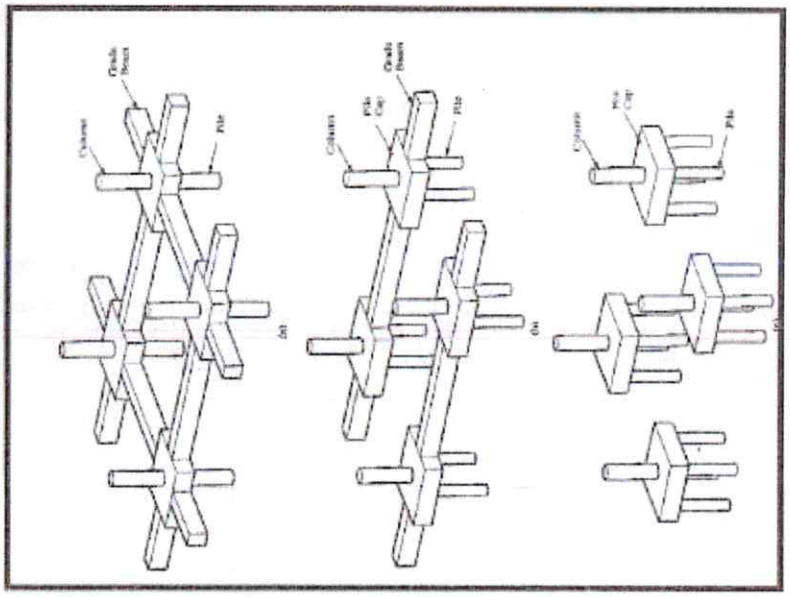
Df = profundidad de desplante de la cimentación
B = Ancho del cimiento.

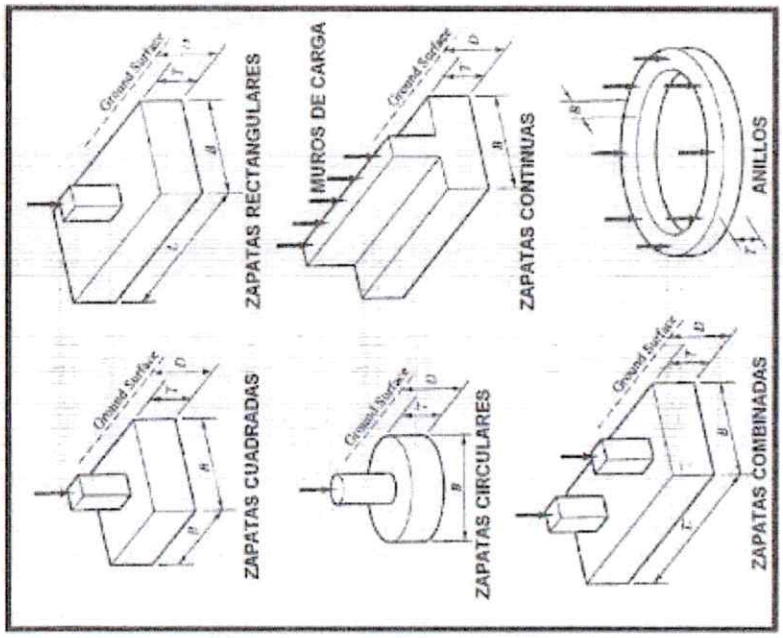
Por las características del proyecto y conociendo las propiedades de los suelos encontrados el tipo de proyecto, las áreas involucradas, etc. el tipo de cimentación a evaluar inicialmente es:

SUPERFICIAL: Zapatas aisladas unidas con viga de amarre.

6.1 Elección de la profundidad de cimentación.

El procedimiento para elegir la profundidad de cimentación consiste en optar por una profundidad determinada, con base en consideraciones de tipo constructivo y económico principalmente y chequear con un Factor de Seguridad asumido si a esta profundidad el suelo de cimentación





CIMIENTOS SUPERFICIALES CIMIENTOS PROFUNDOS

Figura 9. Tipos de cimientos superficiales y Profundos.

ofrece las condiciones de resistencia para fundar la estructura, teniendo en cuenta además lo establecido en la NSR-10 . Si en ese chequeo no se satisface las condiciones de seguridad, se elige una profundidad mayor que no sobrepase los limites económicamente factibles, o sino, se procede a cambiar el tipo de cimentación hasta lograr una profundidad ***técnica, económica, de facilidad constructiva y de seguridad*** aceptable para proceder con el diseño estructural.

Con la información anterior se concluye que:

- El tipo de cimentación que mejores resultados presenta por las características de las construcciones y el tipo de perfil de suelos son las zapatas aisladas unidas con viga de amarre.
- La elección de las dimensiones analizadas en el presente estudio está en función del rango de cargas calculadas en el diseño estructural que serán transmitidas al suelo, teniendo en cuenta el tipo de aplicación de la carga de la columna al cimiento, ya sean estas centradas o excéntricas.
- Para cimientos rectangulares la capacidad portante se asimila definiendo el largo de las zapatas y usando siempre L > B. El procedimiento a utilizar es similar utilizando el programa de computador.
- Todos los cálculos utilizan un Factor de Seguridad de 3.0
- En las perforaciones realizadas no se encontró nivel freático.
- El nivel de cimentación se recomienda a -1.50 metros de profundidad medido a partir del nivel del terreno actual, siendo esta la profundidad mínima de empotramiento de la cimentación.
- Con las condiciones geológicas y geotécnicas encontradas en el sitio del proyecto no se requiere ningún tipo de mejoramiento del nivel de cimentación donde se desplantara la cimentacion. Se recomienda solamente un concreto de solado para limpieza con resistencia mínima 3000 PSI y espesor de 7 cms, este ayudara adicionalmente a evitar el choque térmico de los concretos de la estructura de cimentación con el suelo natural.
- En el evento en que se encuentren suelos blandos al nivel de cimentación en cualquiera de las excavaciones para las zapatas, se deberá realizar un reemplazamiento tanto en profundidad como horizontalmente utilizando un concreto ciclópeo de 2500 PSI mínimo en toda el área

afectada, este mejoramiento no constituye parte de la cimentación y sobre él se podrán construir las zapatas teniendo en cuenta que la profundidad de empotramiento siempre deberá ser como mínimo -1.50 mts de profundidad incluido el nivel del piso terminado

6.2 Capacidad portante de los suelos en el sitio del proyecto.

La capacidad portante del suelo en el nivel de cimentación recomendado, se calcula utilizando las teorías expuestas por Brinch Hansen, Vesic y Meyerhof (1975) donde:

$$qo = NcCScDcGcBc + Nq.\ q\ Sq\ Dq\ GqBq + (1/2)\gamma BN\gamma SDGB$$

qo = es la presión promedio sobre el área de contacto (A) del cimiento.
ϕ = Angulo de fricción interna del suelo.
γ = Peso específico del suelo.
ω = Angulo de inclinación externa del terreno.
C = Cohesión interna del suelo
Nc, Nq, Nγ = factores de capacidad de carga función de la cohesión del suelo, la carga en la superficie y el peso unitario del suelo. Todos a su vez función del ángulo de fricción.
S = Factor de forma de las zapatas
Df = Profundidad de desplante de las zapatas
G = Factor de inclinación del terreno
w = factor de inclinación de la base de la zapata
S= 1+ B/L (Nq/Nc)
Sq = Sγ = 1.0 Cuando $\phi = 0$
Sq= Sγ = 1+0.1N (B/L). $\phi > 10°$.

Tabla 4 Resumen de las propiedades geotécnicas de la capa de cimentación recomendada. (como promedio de las propiedades obtenidas en los ensayos de laboratorio y en las pruebas in situ realizadas en las perforaciones de campo)

PARAMETRO	VALOR
Wn (Humedad natural)%	32
LL (Limite liquido)%	43

LP (Limite plástico)%	28
Ip (Índice de plasticidad) %	16
C (Cohesión) kpa	56
Angulo de fricción (grados)	4
Peso específico γ KN / m3	17.5
E (Modulo de rigidez) kpa	9750

Valor de conversión 1 kg/cm^2 = 98,067 Kpascales

Para el cálculo de la capacidad portante del suelo se reemplaza los valores de las propiedades geomecánicas de la capa de suelo (Tabla 4) en el nivel de cimentación recomendado utilizando un programa de computador (Loadcap ver 2021, Geostru Software) se obtienen los resultados presentados en la Tabla 5 y Anexo 1, en la cual se va modificando la profundidad de cimentación, las características del suelo, el tipo de cimentación, los ancho de cimientos a utilizar, la profundidad del nivel freático, etc.

El módulo de reacción de la subrasante (K) se calcula asumiendo la teoría de losas de fundación y se calcula como:

$$\mathbf{K = qo / \varepsilon}$$

Donde:

K = módulo de reacción de |la subrasante. (Kg / cm3)
qo = Capacidad portante total. (Kg / cm2)
ε = Asentamientos calculados. (Milímetros)

Los valores se toman de las corridas de los programas de computador para capacidad portante y asentamientos y se presentan en la Tabla 5. La resistencia de los niveles de fundación de la

Ing. JAVIER VARGAS R. CONSULTOR EN GEOTECNIA E INGENIERIA
Oficinas, Sogamoso, Boyacá, Calle 13 No 16-22. Tel cel 3108066258
Laboratorio, Transversal 16 No 12-39. Servicio Celulares: 315 6955600 3132023932
Email: javiervargasrobles@yahoo.es, javiervargasrobles@gmail.com

RESUMEN CALCULOS DE CAPACIDAD PORTANTE

PROYECTO = Cubierta Piscina IE Nuestra Señora de las Mercedes, La Uvita, Boyacá.

CALCULO = ING. JAVIER VARGAS ROBLES

FILA	PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (mts). = Es la profundidad minima de empotramiento	TIPO DE SUELO. (Propiedades)		TIPO DE CIMENTACION	DIMENSIONES DE LOS CIMIENTOS (mts)		CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DE SEGURIDAD (q0). TOTAL (qot)		NETA (qon)		CARGAS ADMISIBLES DE SEGURIDAD		MODULO REACCION SUBRASANTE (K)	MODULO REACCION SUBRASANTE (K)
		PARAMETRO	VALOR		ANCHO (B)	LARGO (L)	KPA	TON / M ^2	KPA	TON / M^2	TON / COLUMNA	KN / COLUMNA	(KN/m2) m	(Ton/m2) m
COLUMNA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1		COHESION (KPA)	56		1,00	1,00	213,69	21,79	204,94	20,90	20,90	204,94	7084,80	722,42
2		ANG FRICCION (°)	4		1,20	1,20	208,74	21,29	199,99	20,39	29,37	287,98	6069,69	618,91
3		P.e (KN / m3)	17,5		1,40	1,40	204,40	20,84	195,65	19,95	39,10	383,48	5266,10	536,97
4	1,50	Nivel Freatico (m)	8	ZAPATA AISLADA	1,60	1,60	211,40	21,56	202,65	20,66	52,90	518,79	4693,00	478,54
5		Factor Seguridad (FS)	3		1,80	1,80	205,43	20,95	196,68	20,06	64,98	637,23	4001,39	408,01
6		Modulo E (Kpa)	9750		2,00	2,00	200,67	20,46	191,92	19,57	78,28	767,68	3867,34	394,34
7		Asentamientos (años)	2		2,20	2,20	196,80	20,07	188,05	19,18	92,81	910,17	3554,85	362,48
8		Asentamientos (años)	20		2,50	2,50	192,19	19,60	183,44	18,71	116,91	1146,52	3189,17	325,19

OBSERVACIONES
0

EJEMPLO DE APLICACIÓN Y UTILIZACION DE LA TABLA DE RESUMEN DE CALCULOS

1. La columna 1 presenta profundidad (mts) de cimentación de la obra. Se recomienda solado concreto de 5 cms espesor.
2. La columna 3 presenta valores de propiedades suelo de cimentación para calculo capacidad portante al nivel de cimentacion
3. La columna 4 presenta tipo de cimentación recomendada para cada columna.
4. Para dimensionar la cimentación de la obra opere de la siguiente manera:
   a. Determine las cargas totales (vivas, muertas, vientos, sismos, etc) en Toneladas o KiloNewton por columna.
   b. Con el valor por columna, ubique la carga en las columnas 9 y 10 tomando el valor por exceso.
   c. Por la misma fila donde ubico la carga de la zapata en la columna 9 o 10 lea:
      1. En columnas 5 y 6 dimensiones de zapatas de acuerdo a la carga a soportar por columna.
      2. Capacidad portante admisible de seguridad en columnas 7 a 10 segun unidades

Equivalencia de unidades
1 kgf/cm^2 = 14,2233 PSI = 98,067KPa = 0,09807 Mpa = 10 Ton / m^2 C= Cohesión
1 kgf = 9,8067 Newton P.e = Peso especifico





20,90

1,00 1,20 1,40 1,60 1,80 2,00 2,20 2,50

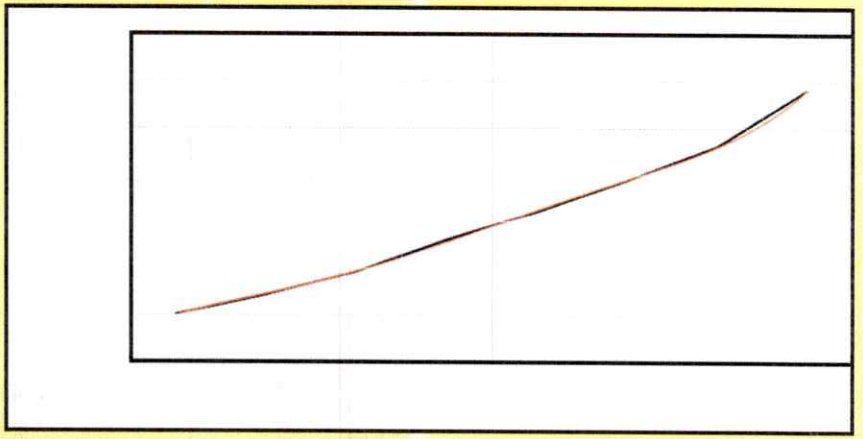
ANCHO (8) MTS

116,91

$y = -0{,}0118x^5 + 0{,}1891x^4 - 0{,}6979x^3 + 0{,}0822x^2 + 10{,}055x \quad R^2 = 0{,}9991$

TABLA 5

92,81
78,28
64,98
52,90
39,10
29,37



cimentación se corroboró con las diferentes pruebas ejecutadas en campo como SPT, DCPT, penetrómetro de bolsillo, veleta de bolsillo.

6.3 Predimensionamiento de cimientos.

Este procedimiento sirve de base para el predimensionamiento de los cimientos a utilizar ya sean zapatas cuadradas, rectangulares o corridas. En la Tabla 5 se presenta un resumen de las áreas de los cimientos a utilizar según las cargas que se van a aplicar. En ningún caso se recomienda variar las dimensiones de los cimientos presentados.

Con estos valores y las cargas reales del diseño estructural se deberá, en caso de ser necesario, dimensionar nuevamente las áreas de los cimientos conservando los valores admisibles de capacidad portante de seguridad siguiendo el procedimiento presentado en la Tabla 6, si las cargas que aporte el análisis estructural están dentro de los rangos presentados en la Tabla 5 no será necesario chequear nuevamente las dimensiones de los cimientos.

Tabla 6. Procedimiento para el chequeo de esfuerzos en la base de la cimentación.

Área. A. (m2)	Es el área efectiva de los cimientos
Carga. Q. (Ton)	Carga que transmitirá cada columna a los cimientos
Qc = Esfuerzo de contacto (Ton / m2)	Qc = Q / A, de las ya definidas
Qd = Esfuerzo de descarga (Ton / m2)	Qd = peso específico del suelo x profundidad de cimentación
Qr = Esfuerzo real adicional transmitido al suelo por la estructura	Qr = Qc - Qd y debe ser menor que el esfuerzo transmitido con la carga permisible por columna al suelo

6.4 Factores de Seguridad Básicos mínimos directos (Fsbm). (H.2.4.3 NSR-10)

De acuerdo al criterio de falla Mohr-Coulomb y lo planteado en la NSR-10, numeral H.2.4.1, el esfuerzo cortante último resistente o esfuerzo cortante a la falla (τf) está dado por la expresión:

$$\tau F = c'F + \sigma' \tan\phi' F \ \tau$$

donde c'F y ϕ'F son las propiedades intrínsecas del suelo que se determinan en campo o mediante ensayos en laboratorio y que también son utilizadas para el cálculo de la capacidad portante última neta (σnu) de cimientos superficiales.

Para el cálculo de la capacidad portante neta admisible de seguridad del suelo se adopta un factor de seguridad de 3.0 de acuerdo con el numeral H.4.7 de la NSR-10. (Tabla H.4.7.1).

La Capacidad Portante de Trabajo o de Diseño, también denominada Capacidad portante Admisible de Seguridad se obtiene al reducir la capacidad portante última neta (σon) por un factor de seguridad indirecto (FSI) que corresponde a los factores de seguridad globales usados en cimientos superficiales y capacidad de punta de pilotes, los cuales son definidos en el numeral H.4.7 de la NSR-10. Para el análisis del estudio la Tabla 5 muestra solamente los cálculos con el FS indirecto = 3, en la condición de Carga muerta + carga viva normal.

El diseñador estructural deberá verificar que el esfuerzo de contacto en la interfaz suelo/cimentación luego de diseñada la cimentación no superé las capacidades admisibles de carga establecidas en la Tabla 5 para los factores de seguridad indirectos indicados y para las condiciones de análisis dadas.

6.4.1. Verificación Factores Seguridad Básicos mínimos directos (Fsbm) en el proyecto.

El esfuerzo cortante resistente del suelo está definido por:

$$\tau F = c'F + \sigma'\tan\phi'F,$$

y el esfuerzo cortante actuante sobre el suelo está definido:

$$\text{por } \tau A = c'A + \sigma'\tan\phi'A,$$

donde c'A y ϕ'A son los parámetros del suelo que al aplicarlos en la ecuación de capacidad portante última neta (σnu) devuelven el valor de esfuerzo máximo de contacto (σo) al que estará sometido el suelo, de tal suerte que para obtener c'A y σ'A igualamos (qo) en la ecuación general y se despejan estos valores. De la misma forma que se define una capacidad portante de trabajo o de diseño para los cimientos, también es preciso que se defina en la determinación del esfuerzo cortante actuante (τA) (también denominado esfuerzo cortante de trabajo o de diseño (τD) a que va a estar sometido el suelo de acuerdo al criterio de falla de Mohr-Coulomb) un factor de seguridad que garantice la total seguridad ante rotura o falla del suelo, este FACTOR DE SEGURIDAD BÁSICO (FSB), denominado en la NSR-10 como FACTOR DE SEGURIDAD DIRECTO (FSD) está definido como la relación:

FSD = τF / τA.
Donde:
τF = cF+ $\sigma\tan\phi$ F
τA = c'A +σ'tan ϕ'A, con c' y ϕ' reducidos por el Fsbm de la norma
τF = esfuerzo cortante a la falla
τA = esfuerzo cortante actuante.
c´ = intercepto de cohesión efectiva
ϕ'F = ángulo de fricción efectivo
σ' = esfuerzo normal efectivo = σ – U
σ = esfuerzo normal total
UF = presión de fluidos o presión de poros
Uw = presión de líquido (agua) para materiales saturados
Ua = presión de gas (aire) para materiales secos

Los factores de seguridad directos que deben cumplirse serán los establecidos en el numeral H.2.4, Tabla H.2.4.1 de la NSR-10 así:

En la Tabla 7 se presenta la verificación de los Fsbm para las condiciones expuestas de acuerdo con la definición geométrica de la cimentación y la profundidad de la misma teniendo como base los cálculos de Capacidad portante admisible de la Tabla 5 y los rangos allí presentados. De acuerdo con los resultados de la Tabla 7 estos valores de capacidad portante que corresponden a los valores más críticos que se podrían obtener para un tamaño máximo de zapata de (ancho B metros) se demuestra que en cualquiera de las dos condiciones de cargas (diseño o construcción) se cumple con los valores mínimos de la Tabla H.2.4, por lo tanto, para cualquier tamaño de zapata distinto también se cumple con los factores de seguridad básicos.

6.5 Sistema estructural y cargas en la edificación.

De acuerdo con los diseños arquitectónicos de la edificación y con la evaluación de cargas obtenidas en el diseño estructural (sabiendo que el sistema estructural constructivo corresponde a pórticos en concreto reforzado) se tiene el siguiente esquema de transmisión al piso de cimentación.

De los resultados de cargas aportados por el ingeniero estructural, así como del plano de cimentación suministrado, se observa que la magnitud de las cargas utilizadas en el presente informe se encuentra dentro de los rangos presentados en la Tabla 5, cumpliendo con lo solicitado por la NSR-10 numeral H.2.2.2.1 (a) que determina usar las cargas finalmente calculadas en el diseño estructural para el estudio Geotécnico definitivo.

BEARING CAPACITY OF SHALLOW FOUNDATIONS
Terzaghi and Vesic Methods

Date Marzo 2026
Identification Cubierta Piscina IE Nuestra Señora de las Mercedes, La Uvita, Boya **Results**

Input

Units of Measurement	SI SI or E	
Foundation Information		
Footing Shape	sq SQ, CI, CO, or RE	
Footing width, B =	1,00 m	
Footing Long, L =	1,00 m	
Footing Depth, D =	1,50 m	
Soil Information		
c =	56,0 kPa	
phi =	4,0 deg	
gamma =	17,5 kN/m^3	
Depth Groundwater =	8,0 m	
Factor of Safety		
F =	1,8	

Allowable bearing capacity Gross

Bearing Capacity	Terzaghi	Vesic
q ult =	548,5 kPa	641,1 kPa
q adm =	304,7 kPa	**356,16** kPa

Allowable bearing capacity net

Bearing Capacity	Terzaghi	Vesic
q adm =	296,0 kPa	**347,41** kPa

Allowable Column Load

P =	296,0 kN	**347,41** kN

CHEQUEO FACTORES DE SEGURIDAD DIRECTO MINIMO(Fsbm) (numeral H.2.4. NSR-10)

CONDICIONES CARGA MUERTA + CARGA VIVA NORMAL

ANCHO CIMIENTO MEDIO =	1,00		
CONDICION =	DRENADA	NO DRENADA	X
ANGULO INCLINACION CARGA =	0		

RESISTENCIA AL CORTE

τ falla =	C + σTAN(Ø) (esf efectivos)	=	57,84 Kpa
τ actuante =	Ca + σ` TAN(Ø)a (esf efectivos y cargas)	=	16,97 Kpa 19,31 Kpa

Fsbm = τ falla / τ actuante = 3,408 > 1,80. OK (para condiciones de diseño)
Fsbm = τ falla / τ actuante = 2,995 > 1,40. OK (para condiciones de construccion)

FACTORES NSR 10

CONDICIONES DE ANALISIS	FSBM DISEÑO	FSBM CONCTRUCCION
Carga muerta + Carga viva normal	**1.8**	**1.4**
Carga muerta + carga viva maxima	**1.4**	**1.15**
Carga muerta + carga viva normal + sismo de diseño seudo estatico (R=1)	**No se permite**	**No se permite**

TABLA 7

Copyright 2022 by JAVA ING
Ing. JAVIER VARGAS R. CONSULTOR EN GEOTECNIA E INGENIERIA
Sogamoso, Boyacá, Calle 13 No 16-22. cel 3108066258
Laboratorio. Transversal 16 No 12-39. Servicio Celulares: 3132023932 315 6955451
Email: javiervargasrobles@yahoo.es, javiervargasrobles@gmail.com

6.6 Atipicidades en la cimentación.

Zapatas Medianeras

No se proyectan

Zapatas Excéntricas

7. EVALUACION DE ASENTAMIENTOS. (H.4.8, NSR-10)

El comportamiento de los asentamientos (S) en una fundación superficial está dado por:

S = Valor del asentamiento
Si = Asentamiento inmediato o distorsión del suelo
Sc = Asentamiento por consolidación
Ss = Asentamiento por compresión secundaria.

$$S = Si + Sc + Ss$$

El asentamiento inmediato, es el asentamiento que ocurre esencialmente con la aplicación de la carga de la estructura. Los otros dos componentes resultan de la expulsión gradual del agua de los vacíos y de la consiguiente compactación del esqueleto del suelo. Estos asentamientos de todas formas se producen sin importar el tipo de estructura que se le aplique al suelo y están dados en función del tiempo. Uno de los aspectos ingenieriles más importante es calcular que los asentamientos sean uniformes a toda la estructura para no producir hundimientos diferenciales y a la vez no deben ser de grandes magnitudes para evitar la influencia de la estructura sobre las construcciones adyacentes. De acuerdo al tipo de suelo, para la estimación de los asentamientos se debe tener en cuenta:

- Si el suelo de fundación es cohesivo, se puede usar la teoría elástica.
- Si el suelo de fundación es granular se debe usar métodos empíricos experimentales.

7.1 Calculo Asentamientos inmediatos (por distorsión del suelo). (H.4.8.1 NSR-10)

Para la zona del proyecto, donde el perfil de suelo es estratificado mediante un programa de computador (Loadcap ver 2024, Geostru Software) se calcularon los asentamientos inmediatos para las cargas máximas permisibles de seguridad calculadas en el capítulo de capacidad portante. Los resultados se presentan en la Tabla 8.

7.2 Calculo Asentamientos por consolidación. (H.4.8.2 NSR-10)

De acuerdo con la composición del depósito donde se ubica el proyecto y según el modelo geológico del numeral 4.6, las capas de suelos cohesivos pueden verse afectados por fenómenos de consolidación. Para evaluar este parámetro se realizaron ensayos de consolidación unidimensional para determinar los parámetros geo mecánicos del suelo que permitan calcular los asentamientos por consolidación. Los resultados de los ensayos se presentan en el Anexo 2.

Los ensayos permiten obtener los valores de los parámetros del índice de compresión (Cc) y el índice de expansión (Cr) para utilizarlos en el cálculo de asentamientos bajo las cargas obtenidas en la Tabla 5. De los valores de las pruebas realizadas se toman los más críticos que corresponde a los índices mayores, teniendo en cuanta la variación de la relación de vacíos (e) final del ensayo, esto con el objeto de simular los asentamientos por consolidación.

Utilizando la teoría elástica con el método de Boussinesq se procedió al cálculo de los asentamientos utilizando Software con las diferentes cargas calculadas en la Tabla 5. Según la capacidad portante del terreno y el rango de cargas estimado se obtienen los valores de asentamientos de consolidación presentados en la Tabla 9 cuya memoria de cálculo se presenta en el Anexo 1.

7.3 Asentamientos Secundarios. (H.4.8.3 NSR-10)

La consolidación secundaria puede definirse como la deformación en el tiempo que ocurre esencialmente a un esfuerzo efectivo constante. No obstante, las deformaciones propias de la consolidación primaria pueden coincidir en el tiempo con las de la consolidación secundaria y se estima que materiales con alto contenido orgánico presentan este fenómeno. De acuerdo con el perfil de suelos del proyecto en la zona no se presenta este tipo de suelos por lo que no es relevante su análisis.

7.4 Asentamientos totales. (H.4.8.4 NSR-10)

Son la suma de asentamientos inmediatos, por consolidación y secundarios, cuando estos últimos son importantes. De acuerdo con lo anterior y sumando los resultados obtenidos en las Tablas 8

(asentamientos a 20 años) y 9 se concluye que los asentamientos totales están dentro de los límites razonables para un proyecto de este tipo con el predimensionamiento de la cimentación presentada, ya que los valores obtenidos son menores a 15 y 30 cms respectivamente para construcciones entre medianeros y para construcciones aisladas de tal forma que se cumple lo requerido en el numeral (H.4.9.2) de la NSR – 10.

7.5 Calculo de asentamientos diferenciales.

Obtenidas las cargas del diseño estructural que se transmiten a cimentación se realiza el cálculo de asentamientos diferenciales con el objeto de cumplir lo establecido en H.4.9.3 de la NSR-10. Se calcularon los valores de asentamientos diferenciales entre los cimientos con cargas mayores y los de carga menor teniendo en cuenta la distancia de separación entre apoyos de tal manera que se debe cumplir la condición establecida en la Tabla H.4.9.1 de la norma NSR-10 (numeral C edificaciones con pórticos en concreto armado y mampostería). De acuerdo al sistema constructivo los asentamientos diferenciales para este tipo de proyecto no deben ser superiores a L/300, siendo L la distancia entre apoyos de cargas la cual se toma del plano de cimentación. Los cálculos presentados corresponden a los datos y dimensiones de la edificación presentados en el numeral 6.5. Los análisis se pueden realizar de diferentes maneras, por ejemplo entre extremos de la edificación ya sean perpendiculares o diagonales, se pueden calcular entre cargas máximas y mínimas o entre cargas intermedias o mínimas o intermedias o máximas. Para el caso estudiado y viendo la distribución de las cargas en cimentación (las cuales deben ser sin mayorar según la NSR-10) se presenta la Tabla 10 en la que se evalúa el caso crítico, los resultados obtenido permiten concluir entonces que la edificación ***no estará afectada por asentamientos diferenciales*** teniendo en cuenta adicionalmente, que según el modelo geológico del depósito, el suelo de cimentación es uniforme.

Ing. JAVIER VARGAS R. CONSULTOR EN GEOTECNIA E INGENIERIA
Oficinas, Sogamoso, Boyacá, Calle 13 No 16-22. Tel cel 3108066258
Laboratorio, Transversal 16 No 12-39. Servicio Celulares: 315 6955600 3132023932
Email: javiervargasrobles@yahoo.es, javiervargasrobles@gmail.com

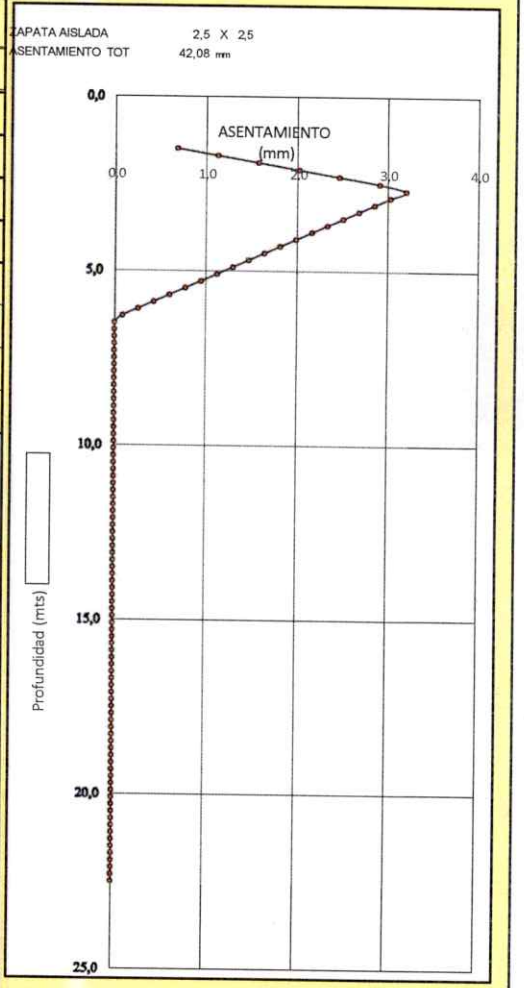
RESUMEN CALCULOS DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS (POR DISTORSION)

PROYECTO = Cubierta Piscina IE Nuestra Señora de las Mercedes, La Uvita, Boyacá.

CALCULO = ING. JAVIER VARGAS ROBLES

FILA	PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (mts)	TIPO DE SUELO. (Propiedades)		TIPO DE CIMENTACION	DIMENSIONES DE LOS CIMIENTOS (mts)		CARGAS ADMISIBLES DE SEGURIDAD		ASENTAMIENTOS CALCULADOS TOTALES (µ) AÑOS (mm)	
		PARAMETRO	VALOR		ANCHO (B)	LARGO (L)	TON / COLUMNA	KN / COLUMNA	2	20
COLUMNA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,50	COHESION (KPA)	56	ZAPATA AISLADA	1,00	1,00	20,90	204,94	20,30	23,52
2		ANG FRICCION (°)	4		1,20	1,20	29,37	287,98	23,22	26,91
3		P.e (KN / m3)	17,5		1,40	1,40	39,10	383,48	26,37	30,56
4		Nivel Freatico (m)	8		1,60	1,60	52,90	518,79	31,01	35,93
5		Factor Seguridad (FS)	3		1,80	1,80	64,98	637,23	33,59	41,64
6		Modulo E (Kpa)	9750		2,00	2,00	78,28	767,68	35,94	41,64
7		Asentamientos (años)	2		2,20	2,20	92,81	910,17	38,48	44,59
8		Asentamientos (años)	20		2,50	2,50	116,91	1146,52	42,08	48,76

DEFORMACION VS PROFUNDIDAD
CASO = ASENTAMIENTOS A 2 AÑOS



OBSERVACIONES
0

EJEMPLO DE APLICACIÓN Y UTILIZACION DE LA TABLA DE RESUMEN DE CALCULOS

1. En la columna 1 se presenta la profundidad (mts) de cimentación de la obra, bajo la cual se calculan los asentamientos totales.
2. En la columna 3 presenta los valores de las propiedades del suelo de cimentación utilizadas para calcular los asentamientos.
3. La columna 4 presenta el tipo de cimentación recomendada por columna para calcular los asentamientos.
4. Para chequear los asentamientos producidos por las cargas de cada columna opere de la siguiente manera:
   a. Con el valor de la carga por columna (columna 7 o 8) y dimensiones del cimiento (columna 5 y 6) lea en las columnas 9 y 10 el valor de los asentamientos
   b. Si estos cumplen con los limites de asentamientos totales del numeral H.4.1.9.2, H.4.1.9.3 y H.4.1.9.4 del codigo NSR 10 se marcan en color negro
   c. Si los valores no cumplen con el item anterior se marcarán en rojo y no sera posible utilizar este tipo de cimentación.

Equivalencia de unidades
1 kgf/cm^2 = 14,2233 PSI = 98,067KPa = 0,09807 Mpa = 10 Ton / m^2
1 kgf = 9,8067 Newton
FS = Factor de seguridad
C= Cohesión
P.e = Peso especifico
NF = Nivel fréatico

TABLA 8

Ing. JAVIER VARGAS R. CONSULTOR EN GEOTECNIA E INGENIERIA
Oficinas, Sogamoso, Boyacá, Calle 13 No 16-22. Tel cel 3108066258
Laboratorio, Transversal 16 No 12-39. Servicio Celulares: 315 6955600 3132023932
Email: javiervargasrobles@yahoo.es, javiervargasrobles@gmail.com

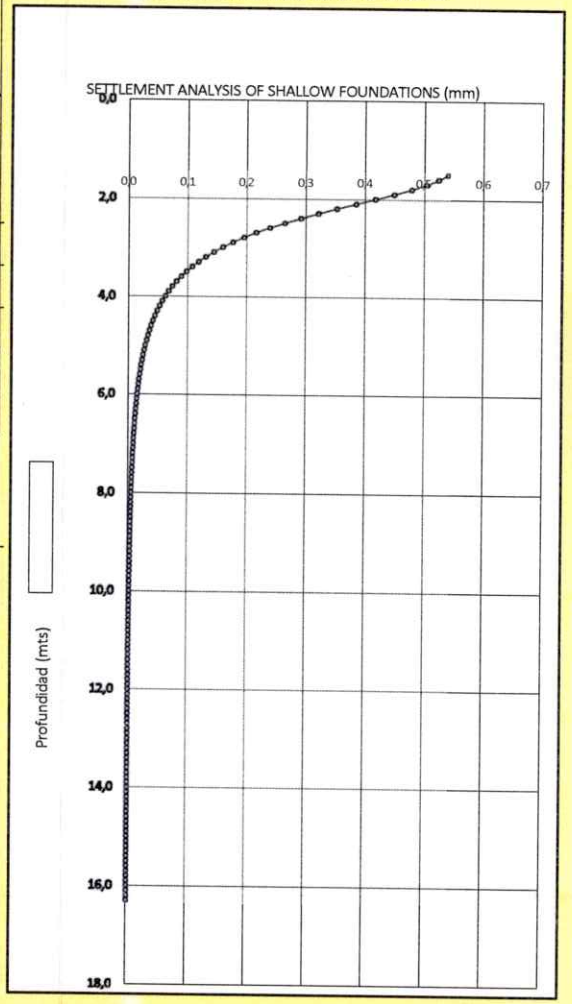
RESUMEN CALCULOS ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACION

PROYECTO = Cubierta Piscina IE Nuestra Señora de las Mercedes, La Uvita, Boyaca.

CALCULO = ING. JAVIER VARGAS ROBLES

FILA	PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (mts)	TIPO DE SUELO. (Propiedades) PARAMETRO	VALOR	TIPO DE CIMENTACION	DIMENSIONES DE LOS CIMIENTOS (mts) ANCHO (B)	LARGO (L)	CARGAS ADMISIBLES DE SEGURIDAD TON / COLUMNA	KN / COLUMNA	ASENTAMIENTOS CALCULADOS MAXIMOS (mm)
COLUMNA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		COHESION (KPA)	56		1,00	1,00	20,90	204,94	6,64
2		ANG FRICCION (°)	4		1,20	1,20	29,37	287,98	7,48
3		P.e (KN / m3)	17,5		1,40	1,40	39,10	383,48	8,25
4	1,50	Nivel Freatico (m)	8	ZAPATA AISLADA	1,60	1,60	52,90	518,79	9,12
5		Factor Seguridad (FS)	3		1,80	1,80	64,98	637,23	9,70
6		Modulo E (Kpa)	9750		2,00	2,00	78,28	767,68	10,25
7					2,20	2,20	92,81	910,17	10,77
8					2,50	2,50	116,91	1146,52	11,50

DEFORMACION VS PROFUNDIDAD



DATOS DEL GRAFICO

METODO	BOUSSINESQ	
TIPO DE CIMENTACION	ZAPATA AISLADA	
DIMENSIONES ANCHO (B)	1,20	
DIMENSIONES LARGO (L)	1,20	
CARGA	29,37	TON / COLUMNA
ASENTAMIENTO TOTAL(mm)	7,48	

OBSERVACIONES

100

TABLA 9