



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES

FACULTAD DE TECNOLOGIA

CONSTRUCCIONES CIVILES

TRABAJO DE APLICACION

**CALCULO, DISEÑO Y CIMENTACIONES PROFUNDAS
MEDIANTE PILOTES POR FRICCION**

POSTULANTE: CELIA MAMANI QUISPE

La Paz - Bolivia

Trabajo de aplicación

Postulante: Celia Mamani Quispe

Para optar el grado académico de Nivel Licenciatura

Director de la carrera de Construcciones Civiles: Ing. Carlos Méndez Cardenas

Tribunal: Ing. Tazio Traverso Cornejo

Tribunal: Ing. Waldo Aliaga Aranda

DEDICATORIA

Dedicado especialmente a mi madre Luisa por apoyarme moralmente, por darme esa fortaleza interna día a día.

A mis hermanos Eduardo, Nora

AGRADECIMIENTO

Primeramente, doy gracias a Dios, por darme salud para culminar este proyecto.

Doy gracias a la Universidad Mayor de San Andrés, a la Facultad de Tecnología, a la Carrera de Construcciones Cíviles por acogerme durante años en sus aulas, asimismo agradezco a cada uno de sus docentes catedráticos que gracias a ellos fui obteniendo el conocimiento para llegar a esta etapa donde es el inicio de mi desarrollo profesional.

INDICE

DEDICATORIA.....	3
1 RESUMEN	7
2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
3 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	8
4 OBJETIVOS	8
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	9
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
5 FUNDAMENTO TEÓRICO.....	9
5.1 INTRODUCCIÓN	9
5.2 ESTUDIO Y CRÍTICA DE LOS MÉTODOS PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE PILOTES	11
5.2.1 Pilotes de Hormigón:	12
5.2.3 Cargas admisibles en pilotes de Hormigón.	12
5.2.4 Carga de hundimiento y carga admisible de un pilote.....	12
5.3 DIMENSIONES ARMADOS RECOMENDABLES.....	13
5.4 REFUERZO LATERAL PARA PILOTES CUADRADOS	13
5.5 CÁLCULO Y ARMADO DE LOSA CABEZAL.....	14
5.6 CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS	15
5.7 FACTOR DE SEGURIDAD EN PILOTES	15
5.8 ECUACIONES PARA ESTIMAR LA CAPACIDAD DE UN PILOTE	15
5.9 DISTRIBUCIÓN DE CARGAS.....	15
5.10 CAPACIDAD DE CARGA DE LA PUNTA Q_p	16

5.11 CAPACIDAD POR FRICCIÓN Q_f	17
5.12 GRUPO DE PILOTES	18
5.12.1 Eficiencia de grupo	18
5.12.2 Pilotes en arcilla	19
5.13 FUERZAS ACTUANTES SOBRE LOS PILOTES	19
5.13.1 Ensayo de carga en pilotes	19
5.14 FORMAS Y TIPOS DE APLICACIÓN DE CARGA.....	20
5.15 PROCEDIMIENTO DE CARGA	20
5.15.1 Prueba de carga mantenida	21
5.15.2 Razón de penetración constante.....	22
5.16 CRITERIOS DE CARGA DE FALLA	22
6 PROCESO CONSTRUCTIVO DE PILOTE	23
6.1 INTRODUCCIÓN	23
6.2 CLASIFICACIÓN DE LOS PILOTES SEGÚN SU MODO DE EJECUCIÓN ...	24
6.3 MAQUINARIA UTILIZADA PARA EL HINCADO	24
6.4 Pilotes de concreto.....	25
6.5 PILOTES EXCAVADOS Y HORMIGONADOS “IN SITU”	25
6.6 Armaduras de Pilotes	26
6.7 COLOCACIÓN DE HORMIGÓN IN SITU.....	26
6.8 Pilotes hincados y vaciados in situ	27
7 MEMORIA DE CÁLCULO.	28
8 CONCLUSIONES.....	84
9 ANEXOS: Fotos	85

10 BIBLIOGRAFÍA 90

CALCULO, DISEÑO Y CIMENTACIONES PROFUNDAS MEDIANTE PILOTES POR FRICCIÓN

1 RESUMEN

El objetivo de este capítulo es redactar un estado de las metodologías de diseño y revisión de las cimentaciones sobre pilotes, que nos permita un posterior análisis sobre el tema. Con este propósito se presenta de forma simplificada, un estudio y crítica de los diferentes métodos utilizados para la determinación de la carga a nivel de pilote aislado, la determinación de la capacidad de carga, y el cálculo de las deformaciones.

Además, se analizan las recomendaciones para el diseño estructural de los pilotes y por último el empleo de la computación en el diseño de este tipo de cimentaciones. La guía se sustenta en los conceptos geotécnicos y estructurales básicos, implementados con una cantidad de información, recogida de diferentes autores expertos. También se presentan diferentes aplicaciones concretas y modelaciones en programas de cómputo especializados.

Para el caso de la geometría de algunos elementos estructurales se procedió a realizar un pre diseño, datos que se requieren para el cálculo del conjunto de pilotes y losa cabezal.

Las etapas que se desarrollan en este trabajo de aplicación son:
Cálculo de Comportamiento del conjunto de pilotes a fricción.

Cálculo de la losa cabezal.

Proceso constructivo de pilotes pre fabricados y vaciados "in situ"

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dada la formación académica que se tiene en la carrera de Construcciones Civiles en las diferentes áreas, se pretende dar solución a los diferentes proyectos civiles que se plantean.

Este trabajo de aplicación consiste en la recopilación de los diferentes métodos utilizados en nuestro país para la construcción, fabricación y colocación de pilotes de concreto (colados en el sitio y prefabricados).

Para realizar el proceso constructivo de un pilote se debe hacer algunas tareas previas.

Después de obtener el estudio geotécnico se toman datos sobre el corte estratigráfico y nivel de la capa freática, características mecánicas del suelo y la profundidad proyectada para la cimentación.

Una vez obtenido estos datos y el diseño del pilote, se procede a la elección de los métodos y técnicas más favorables para la ejecución del proyecto

3 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

La carrera de Construcciones Civiles, perteneciente a la Facultad de Tecnología, establece dentro de sus modalidades de titulación el Examen de Grado, para su posterior entrega de un Trabajo de Aplicación, en directa relación al área al que se postuló. Además, que muchas de las edificaciones que se proyectan en la actualidad se ven en la necesidad de realizar excavaciones profundas debido a diversos factores, optando por las fundaciones con pilotes. De ahí la importancia de realizar el cálculo del número de pilotes y el encepado, así como el proceso constructivo que se emplea.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Calculo y diseño de fundaciones profundas mediante pilote por fricción

Aplicación de proceso Constructivo de pilotes por fricción

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Calcular el Número de pilotes que se requiere, para soportar los esfuerzos generados en un edificio.

Calcular y diseñar las armaduras de refuerzo que requiere el encepado o la losa cabezal, que se apoyara en los pilotes.

Conocer los diversos procesos constructivos que se tiene para los diferentes pilotes.

Aplicar todos los conocimientos adquiridos durante la formación académica en la Carrera de Construcciones Civiles para realizar el cálculo de pilotes por fricción, así como el proceso constructivo en la estructura planteada.

5 FUNDAMENTO TEÓRICO

5.1 INTRODUCCIÓN

Los pilotes son miembros estructurales hechos de acero, concreto o madera y son utilizados para construir cimentaciones con pilotes o llamados también pilotajes, las cuales son más profundas y cuestan mucho más que las cimentaciones superficiales. A pesar del costo, el uso de pilotes es necesario para garantizar la seguridad estructural.

Los pilotes son elementos de gran longitud, que transmiten las descargas al suelo. Las cimentaciones por pilotaje se utilizan cuando sucede alguna de las siguientes condiciones:

El estrato o estratos superiores del suelo son altamente compresibles y demasiado débiles para soportar la carga transmitida por la superestructura. Cuando el terreno firme para cimentar se halla a mucha profundidad (más de 5 m) se quieren reducir o limitar los asentos del edificio. Existe peligro inminente de licuación de suelos, es decir, presencia de arenas sueltas y nivel freático alto. Presencia de suelos colapsables. La permeabilidad u otras condiciones del terreno impiden la ejecución de cimentaciones superficiales.

Las cargas son muy fuertes y concentradas. Hay presencia de suelos expansivos, las cimentaciones con pilotes se consideran como una alternativa cuando éstos se extienden más allá de la zona activa de expansión y contracción. Las cimentaciones de algunas estructuras están sometidas a fuerzas de levantamiento. Hay presencia de fuerzas horizontales, las cimentaciones con pilotes resisten por flexión mientras soportan aún la carga vertical transmitida por la superestructura.

Se quiere evitar los daños que puede sufrir una futura excavación a la cimentación de una edificación adyacente; en este caso el pilote lleva la carga de la cimentación debajo del nivel de excavación esperado.

Se desea proteger estructuras marinas como muelles, atracaderos contra impactos de barcos u objetos flotantes.

Cuando la obra vaya a tener cargas muy fuertes o concentradas y el terreno no tenga suficiente resistencia.

Se justifica su utilización luego de evaluar y concluir que el terreno no permite cumplir económicamente con los requisitos mecánicos fundamentales, utilizando cimentaciones superficiales, como en los casos de la existencia de

suelos blandos, sueltos, y/o expuestos a socavación, típica de los cauces de los ríos.

Se utiliza únicamente cuando resulta más barato que retirar el terreno de poca capacidad portante y sustituirlo por otro más resistente.

5.2 ESTUDIO Y CRÍTICA DE LOS MÉTODOS PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE PILOTES

El pilote es un elemento alargado que puede calcularse como una columna. Hay sin embargo dos diferencias:

- La construcción que en el terreno produce el movimiento lateral disminuye mucho el peligro de pandeo, aun cuando el terreno sea muy blando. Un estudio cuantitativo de este fenómeno lleva a la conclusión de que, tan solo hay que tenerlo en cuenta en pilotes metálicos excepcionales, y en los casos en que el pilote se prolonga por fuera del suelo, para constituir por sí mismo una columna o pilar.
- La segunda diferencia es que las cargas que se admiten para los pilotes en todas las normas y reglamentos que tratan específicamente de estas fuerzas, son más modestas que para estructuras normales. Esto se debe a que, en los pilotes (in situ) la calidad del hormigón, por las circunstancias que rodean

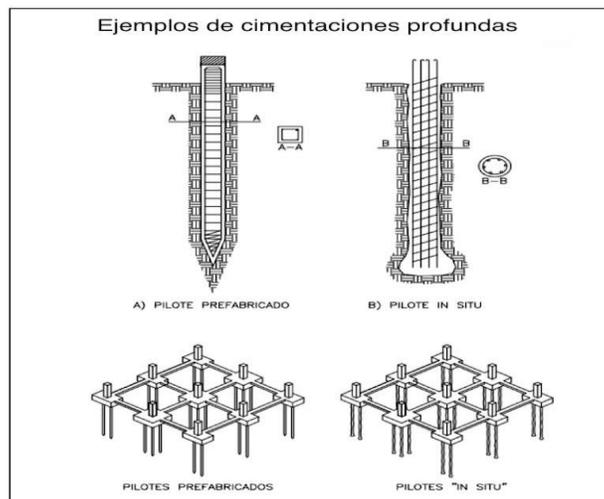
la ejecución no puede garantizarse de la misma manera, y en cuanto a los pilotes prefabricados los hincados, el trato que reciben es tan dura, que puede provocar fisuras o comienzos de desagregación solo podían escapar de estos peligros los pilotes prefabricados en suelos

5.2.1 Pilotes de Hormigón:

Para el caso de pilotes de hormigón debe tenerse presente reforzar la longitud de 1 a 2 m del pilote (dependiendo de su longitud total), tanto en la punta como en la cabeza, con un zunchado especial de acero (helicoidal), usándose en la zona de la punta aceros de $\frac{1}{4}$ " como mínimo, con paso 0,05 como máximo. Este refuerzo especial ayudará a resistir los esfuerzos producidos por los impactos durante la hinca de los pilotes.

5.2.3 Cargas admisibles en pilotes de Hormigón.

De 24 a 35 kg por cm^2 de área de hormigón, más 420 a 530 kg por cm^2 de área de acero de refuerzo longitudinal, por tanto, un pilote de hormigón de aproximadamente 0,3 x 0,3 m, con su acero adecuado puede resistir hasta 500 kN



5.2.4 Carga de hundimiento y carga admisible de un pilote

La carga de hundimiento del pilote depende de las características del suelo y del tipo y dimensión del pilote. Para la determinación suelen utilizarse ensayos de carga y formulas basadas en los rechazos medidos durante el proceso de hinca, que por su carácter especializado no se tocaran en este trabajo.

La carga de hundimiento de un pilotaje no es igual a la suma de las cargas de hundimiento de los pilotes aislados, debido a las interacciones entre los distintos pilotes. No obstante, como carga admisible del pilotaje se asume la suma de las cargas admisibles de los distintos pilotes siempre que la separación mínima entre ejes de los mismos sea de 2 veces su diámetro.

La carga admisible para un pilote aislado es función de su carga de hundimiento, de la deformabilidad del terreno y de la capacidad de deformación de la estructura cimentada.

5.3 DIMENSIONES ARMADOS RECOMENDABLES.

SECCIÓN DEL PILOTE (cm x cm)	Diámetro en pulgadas de las Barras					
	8 mts.	10mts.	13 mts.	15 mts.	20 mts.	25 mts.
25 x 25	3/4 "	3/4 "	7/8 "	--	--	--
30 x 30	--	3/4 "	7/8 "	1 "	1 "	--
35 x 35	--	3/4 "	1 "	1 "	--	--
40 x 40	--	--	1 1/8 "	1 1/8 "	1 1/4 "	1 1/2 "

Tabla proporcionada por el Ing. Traverso (Fundaciones II)

5.4 REFUERZO LATERAL PARA PILOTES CUADRADOS

SECCIÓN DEL PILOTE (cm x cm)	DIÁMETRO DE LOS ESTRIBOS	ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS
25 x 25	3/16 "	9 cm.
30 x 30	3/16 "	8 cm.
35 x 35	1/4 "	15 cm.
40 x 40	1/4"	10 cm.

Tabla proporcionada por el Ing. Traverso (Fundaciones II)

5.5 CÁLCULO Y ARMADO DE LOSA CABEZAL

Normalmente la carga de una columna, es tal que requiere ser soportada por un grupo de varios pilotes de tal forma que no exceda la capacidad de soporte máxima de cada pilote. Por consiguiente, es necesario transferir correctamente la carga de la columna a los pilotes, de manera que cada pilote cargue su parte. Esta transferencia se consigue construyendo sobre el grupo de pilotes un cabezal o encepado rígido y se asume: Que el cabezal es perfectamente rígido. Que existen articulaciones en la parte superior de los pilotes. Que los asentamientos y la distribución de esfuerzos sean lineal. Evidentemente que lo dicho anteriormente no es absolutamente cierto, pero simplifica el diseño si bien en un principio pudiera ocurrir una repartición de cargas no muy uniforme en los pilotes, luego se producirá un reajuste de cargas sobre los pilotes que mantendrá finalmente el sistema en equilibrio, distribuyendo las cargas proporcionalmente.

5.6 CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS

Se debe tener mucho cuidado al momento de considerar los parámetros geotécnicos para el cálculo de las cimentaciones. La incertidumbre para la elección de los mismos obliga a conocer detalladamente el comportamiento de los suelos a fin de elegir correctamente dichos parámetros. A continuación, se detallan las fórmulas y correlaciones para el cálculo de la eficiencia en grupo y la capacidad última de pilotes tanto hincados como perforados.

5.7 FACTOR DE SEGURIDAD EN PILOTES

Depende de la confiabilidad con la cual se determina la capacidad última del suelo y control que se efectúe en la instalación o construcción del pilote. Se recomienda un valor comprendido entre 2 y 3 si la confiabilidad es alta y un factor comprendido entre 3 y 5 si la confiabilidad es baja.

5.8 ECUACIONES PARA ESTIMAR LA CAPACIDAD DE UN PILOTE

La capacidad de carga última Q_u de un pilote está dado por la ecuación.

$$Q_u = Q_p + Q_f$$

Donde:

Q_p = Capacidad de carga de la punta del pilote

Q_f = Resistencia por fricción superficial generada en la interfaz suelo-pilote

5.9 DISTRIBUCIÓN DE CARGAS

Cuando la carga vertical transmitida por el pilar P coincide con el centro de gravedad de los n pilotes agrupados bajo un encepado de suficiente rigidez, puede admitirse que cada pilote recibe una carga.

$$P_i = P/n$$

Existen bastantes casos, sin embargo, en que el pilar transmite al encepado además de la carga vertical P , un esfuerzo cortante o carga horizontal Q y un momento M . Bajo estas solicitaciones el encepado sufre desplazamientos y giros de los que resultan cargas desiguales en los pilotes, llegando éstos, en algunos casos, a trabajar a tracción. Para determinar los esfuerzos en cada pilote pueden seguirse tres métodos: a) Ignorar la presencia del terreno, descomponiendo por métodos estáticos las acciones exteriores según las direcciones de los pilotes, suponiendo estos articulados en el encepado. b) Sustituir las reacciones horizontales del terreno sobre los pilotes por un empotramiento ficticio a una cierta profundidad, determinando luego los esfuerzos mediante un programa de cálculo de estructuras. c) Suponer los pilotes embebidos en un medio elástico continuo al que se aplican las condiciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones. El más sencillo es evidentemente el primero, el cual resulta suficientemente aproximado cuando los pilotes son relativamente largos y esbeltos y de la misma longitud. El caso más frecuente es el del grupo de pilotes paralelos:

5.10 CAPACIDAD DE CARGA DE LA PUNTA Q_p

La resistencia última Q_p por área unitaria desarrollada en la punta del pilote se expresa por una ecuación similar a la ecuación de Terzaghi.

$Q_p = B^2 * (1.3 * c * N_c + \gamma * D_f * N_q + 0.4 * \gamma * B * N_w)$ Para pilotes Cuadrados.

Donde

B=Lado transversal del pilote.

r= Radio de la sección transversal del pilote

C= Cohesión del terreno.

Df= Profundidad de la punta del pilote con respecto a la superficie del terreno.

Nc, Nq, Nw= Factores de Terzagui, que dependen del ángulo de fricción interna del suelo.

Y= Peso específico del suelo.

5.11 CAPACIDAD POR FRICCIÓN Q_f

La resistencia por fricción superficial de un pilote se expresa como

$$Q_f = P \cdot \Delta L \cdot f$$

Donde:

P= Perímetro de la sección del pilote.

ΔL = Longitud incremental del pilote sobre la cual P y F se consideran constantes.

f= Resistencia unitaria por fricción a cualquier profundidad Z.

5.12 GRUPO DE PILOTES

5.12.1 Eficiencia de grupo

En la mayoría de los casos los pilotes se usan en grupos para transmitir la carga estructural al suelo. Un encepado se construye sobre un grupo de pilotes. Este cabezal puede estar en contacto con el terreno como en todos los casos o arriba del mismo, como en caso de plataformas fuera de costa.

La determinación de la capacidad de carga de grupos de pilotes es extremadamente complicada y no se ha resuelto aun plenamente. Cuando los pilotes se colocan cerca uno de otro, una suposición razonable es que los esfuerzos transmitidos por los pilotes al suelo se traslaparán, reduciendo la capacidad de carga de los pilotes. Idealmente, deberían espaciarse de manera que la capacidad de carga del grupo no fuese menor que la suma de las capacidades de carga de los pilotes individuales. En la práctica, el espaciamiento, d , mínimo centro a centro es de $2,5 \cdot D$ y en situaciones ordinarias, es aproximadamente de 3 a $3.5 D$. La eficiencia de la capacidad de carga de un grupo de pilotes se define como: Generalmente la hincas de pilotes compacta el terreno y la resistencia del grupo es mayor que la suma de las resistencias de los pilotes aislados. El efecto es máximo con separación de unos 3.5 diámetros. Sin embargo, se queda del lado de la seguridad tomando:

$$Q_{g(u)} = \sum Q_u$$

En el caso de pilotes perforados disminuye algo la resistencia por el fuste y, sobre todo, en la punta por efecto de la superposición de tensiones. Puede tomarse

$$Q_{g(u)} = 0.8 \sum Q_u \quad (2d \leq s \leq 4d)$$

Donde:

s = Separación entre pilotes.

5.12.2 Pilotes en arcilla

El efecto en grupo o eficiencia es en este caso menor que la unidad, es decir:

$$Q_{g(u)} < \sum Q_u$$

Si los pilotes están muy juntos ($s \leq 2d$) y el cabezal se apoya en el terreno, puede producirse la llamada “rotura en bloque” del conjunto como si fuera una zapata profunda, con eficiencias de 0.6 o menores.

Resulta conveniente, por tanto, separar los pilotes como mínimo 2.5 d en cuyo caso la eficiencia puede estimarse por diversas fórmulas empíricas entre las que tenemos:

5.13 FUERZAS ACTUANTES SOBRE LOS PILOTES

Los pilotes deben ser capaces de resistir, sin registrar daños a las siguientes acciones.

Aplastamiento bajo la carga vertical de diseño permanente.

Aplastamiento debido a la fuerza de impacto durante el hincado.

Esfuerzos flexionantes que ocurren durante el manejo y maniobra de los pilotes.

Tensión debido a la supresión o revote durante el hincado.

Esfuerzos flexionantes debido a la localización excéntrica del pilote en relación con la carga aplicada.

Esfuerzos flectores debido a posibles curvaturas de pilote.

Acción de la columna, para los tramos o porciones que no reciben apoyo lateral del terreno, pero son auto estables en el aire, agua o fango

5.13.1 Ensayo de carga en pilotes

La única manera segura de saber si un pilote es capaz de soportar la carga requerida, es ejecutar un ensayo de carga. Este ensayo también puede utilizarse para medir las características de carga-deformación del pilote. En un trabajo de pilotaje, uno o más pilotes se ensayan; los pilotes de ensayo se seleccionan de manera aleatoria entre los pilotes que se están instalando o pilotes especiales pueden hincarse con antelación para verificar el diseño. La prueba de carga se realiza generalmente por las siguientes razones, Vesic (1977):

1° Verificar experimentalmente que la actual respuesta del pilote a la carga (reflejada en la relación carga asentamiento) corresponde a la respuesta asumida por el diseñador.

2° Que la carga última actual del pilote no es menor que la carga última calculada y que fue usada como base en el diseño de la cimentación. 3° Obtener datos del suelo deformado y facilitar el diseño de otro pilote.

4° Determinar el comportamiento carga-asentamiento de un pilote, especialmente

5° Para indicar la dureza estructural del pilote. 5.14 FORMAS Y TIPOS DE APLICACIÓN DE CARGA

Los equipos para aplicar la carga a compresión pueden ser los de la norma ASTM-D-114381. "Pilotes bajo Carga Axial Estática de Compresión", u otros, construidos de tal forma que la carga sea aplicada al eje central y longitudinal del pilote; el equipo del sistema de carga incluye una gata hidráulica, una bomba hidráulica y manómetros. La norma ASTM menciona los siguientes arreglos o dispositivos para aplicar la carga al pilote:

Carga aplicada al pilote o grupo de pilotes por gata hidráulica actuando frente a un marco de reacción anclado. Puede realizarse de dos formas, con pilotes de anclaje o con anclaje enterrado

5.15 PROCEDIMIENTO DE CARGA

Existen diversos tipos de procedimientos de carga, la norma ASTM-D-1143-81 resume la mayoría de éstos, pero tan sólo se presentarán los más comunes, que son:

Prueba de carga mantenida.

razón de penetración constante

5.15.1 Prueba de carga mantenida

Llamada también ML y es el denominado por el ASTM-D-1143-81 como el procedimiento estándar de carga; el procedimiento a seguir es el siguiente: Siempre y cuando no ocurra la falla primero, cargar el pilote hasta 200% de su carga de diseño, aplicando la carga en incrementos del 25% de la carga de asentamiento no sea más grande que 0.01 pulgadas (0.25 mm) /hora, pero no mayor que 2 horas. Si el pilote de prueba no ha fallado, remover la carga de prueba total en cualquier momento después de 12 horas si el asentamiento del tope sobre un período de 1 hora no es más grande que 0.01 pulgadas (0.25 mm); si ocurre lo contrario, permita que la carga total permanezca sobre el pilote por 24 horas. Después del tiempo requerido de espera, remover la carga de prueba en decrementos de 25% de la carga total con 1 hora entre decrementos. Si la falla del pilote ocurre, continúe aplicando carga con la gata al pilote hasta que el asentamiento sea igual al 15% del diámetro del pilote o dimensión diagonal.

5.15.2 Razón de penetración constante

Fue un método desarrollado por Whitaker en 1957 para modelos de pilotes (pilotes de prueba preliminares) y posteriormente usado para ensayos de pilotes de tamaño natural; este método también es llamado CRP y tiene la ventaja de ser rápido en su ejecución, no dando tiempo a la consolidación del terreno. El método consiste en hacer penetrar el pilote a una velocidad constante y medir continuamente la fuerza aplicada en la cabeza del pilote para mantener la razón de aplicación. La norma ASTM-D-1143- 81 especifica que la razón de penetración del pilote debe ser de: 0.01 a 0.05 pulgadas (0.25 a 1.25 mm) /min. en suelo cohesivo y 0.03 a 0.10 pulgadas (0.75 a 2.5 mm) /min. en suelo granular.

5.16 CRITERIOS DE CARGA DE FALLA

El criterio más usado para definir la carga de rotura en un gráfico carga vs. Asentamiento, es aquel que muestra un cambio brusco en la curva obtenida, pero en la mayoría de los casos, la pendiente de la curva varía gradualmente, no pudiendo establecerse en forma definida la carga de rotura.

Otra observación hecha a este criterio, es que frecuentemente la escala adoptada para el trazado carga vs. Asentamiento no es escogida con criterio bien definido. Para uniformizar los criterios de escala, se ha sugerido que la curva carga vs. Asentamiento sea escogida de tal forma que la recta que corresponde a la deformación elástica del pilote PL/AE forme un ángulo de 20° con la horizontal. Sin embargo, éste no es criterio reglamentado, y en vista de que en mecánica de suelos no existe un criterio uniforme para establecer la carga de rotura se mencionarán algunos de estos criterios.

Los criterios recopilados por Vesic (1975) son:

1° Limitando el asentamiento total

absoluto: 1" (25.4 mm) (Holanda, Código de Nueva York).

relativo: 10% del diámetro del pilote (Inglaterra)

2° Limitando el asentamiento plástico

0.25 pulgada (6.35 mm) (AASHTO)

0.33 pulgada (8.40 mm) (Magnel)

0.50 pulgada (12.7 mm) (Código de Boston)

3° Limitando la relación asentamiento plástico/asentamiento elástico a 1.5 (Cristiani y Nielsen).

4° Relación máxima

5° Limitando la relación asentamiento/carga.

a) Total 0.01 in/ton (California, Chicago).

6° Limitando la relación asentamiento plástico/carga

a) Total 0.01 in/ton (New York)

7° Relación máxima

Incremento de carga

Incremento asentamiento

6 PROCESO CONSTRUCTIVO DE PILOTE

6.1 INTRODUCCIÓN

Esta parte del trabajo de aplicación consiste en la recopilación de los diferentes métodos utilizados en nuestro país para la construcción, fabricación y colocación de pilotes de concreto (colados en el sitio y prefabricados). Para realizar el proceso constructivo de un pilote se debe hacer algunas tareas previas.

Después de obtener el estudio geotécnico se toman datos sobre:

El corte estratigráfico.

Nivel de la capa freática.

Características mecánicas del suelo.

Profundidad proyectada para la cimentación.

Una vez obtenido estos datos y el diseño del pilote, se procede a la elección de los métodos y técnicas más favorables para la ejecución del proyecto.

Se debe limpiar y nivelar el área de trabajo, dejando espacio suficiente para el manejo de equipos a utilizar.

6.2 CLASIFICACIÓN DE LOS PILOTES SEGÚN SU MODO DE EJECUCIÓN

Se clasifican en:

Pilotes vaciados In situ.

Pilotes prefabricados

Descubrir la armadura de todos los pilotes en una longitud superior a 50 cm o a 40 veces el diámetro de sus barras principales

6.3 MAQUINARIA UTILIZADA PARA EL HINCADO

Como muchas otras operaciones que se realizan en las construcciones, la hincada de pilotes es un arte, cuyo éxito depende de la habilidad e ingeniosidad de los que la realizan; sin embargo, también como en muchos otros trabajos de construcción se depende cada vez más de la ciencia de la ingeniería, utilizando equipos y accesorios más eficientes, que permitan un hincado de pilotes dentro de las tolerancias especificadas, sin que estos sufran daños y el tiempo de hincado sea menor.

Los elementos principales para el sistema de hincado son:

Una grúa.

Guía.

Martillo.

6.4 Pilotes de concreto

Los pilotes de concreto son elementos de concreto reforzado prefabricado o vaciados in situ. Usualmente tienen una sección transversal cuadrada u octogonal y soportan cargas axiales de trabajo de 450 a 3500 KN. Actualmente los pilotes pretensados son una buena alternativa, éstos tienen mayor resistencia en flexión y son consecuentemente menos susceptibles a dañarse durante su manipuleo e hincado. Usualmente, el pretensado es una mejor opción que el postensado porque permite el corte de los pilotes, si fuera necesario, sin afectar la fuerza del pretensado. Los pilotes de concreto no toleran condiciones difíciles de hincado como los de acero, y tienen una mayor probabilidad de dañarse. Sin embargo, los pilotes de concreto son muy populares porque son más baratos que los pilotes de acero y su capacidad de carga es importante.

6.5 PILOTES EXCAVADOS Y HORMIGONADOS “IN SITU”

Se denominan a aquellos pilotes cuyo método constructivo consiste en una excavación o perforación en el terreno, en la cual, una vez terminada se coloca una armadura y se rellena su interior con hormigón. En función del sistema de ejecución y las características del terreno, los pilotes in situ se pueden clasificar principalmente en:

Pilote perforado en seco sin entubación

Pilote perforado con entubación recuperable

Pilote perforado con entubación perdida

Pilote perforado sin entubación con lodos tixotrópicos

6.6 Armaduras de Pilotes

Las **armadura** se conforman como si fuesen jaulas; las armaduras longitudinales están constituidas por barras colocadas uniformemente en el perímetro de la **sección**, y el armado transversal lo constituyen un **zuncho** en espiral o cercos de redondos de 6 mm. de sección, con una separación de 20 cm.

El diámetro exterior del **zuncho** será igual al diámetro de pilote, restándole 8 cm; así se obtiene un recubrimiento mínimo de 4 cm.

La cantidad de barras y el diámetro de las mismas, se calcula en función de la carga que deba soportar el pilote.

6.7 COLOCACIÓN DE HORMIGÓN IN SITU

La distancia mínima entre la piloteadora y la colocación del hormigón debe ser especificada. Se han realizado pruebas que muestran que las vibraciones provenientes de la piloteadora no tienen efectos contrarios sobre el hormigón fresco, y un criterio de un pilote abierto entre las operaciones de perforación y las de vaciado es considerado como satisfactorio.

La camisa, cascarón, tubo o tubería, debe ser inspeccionado justo antes a rellenarlo con hormigón y debe estar libre de material extraño y no contener más de diez centímetros de agua, a menos que se utilice el método tremie para introducir hormigón. El hormigón debe ser vertido en cada perforación o camisa sin interrupción. Si es necesario interrumpir el proceso de vertido de hormigón por un intervalo de tiempo tal que endurezca el hormigón, se deben colocar dovelas de acero en la zona superior hormigonada del pilote. Cuando el vaciado se suspende,

todas las rebabas deben ser retiradas y la superficie del hormigón debe ser lavada con una *lechada* fluida.

6.8 Pilotes hincados y vaciados in situ

Formados hincando un tubo con una orilla cerrada hacia el suelo y llenando el tubo con concreto. El tubo, llamado también camiseta, puede ser o no removido.

Ventajas

Puede soportar cargas elevadas Gran variedad de diámetros disponibles a partir de los 450 mm

Se puede realizar en una gran variedad de condiciones de suelo, incluso sobre suelos de canto rodado y rocas

Mínimo asiento y deformación

Baja vibración

Desventajas

- Se pueden romper durante hundimientos difíciles, o peor aún pueden sufrir daños

mayores no visibles en condiciones difíciles de hundimiento.

- No son económicos si la cantidad de material en el pilote depende de los esfuerzos

de manejo y hundimiento más que de los esfuerzos de la carga permanente.

- El ruido y la vibración durante el hundimiento pueden causar molestias o daños.

- El desplazamiento de suelo durante el hundimiento de pilotes en grupo puede dañar

estructuras adyacentes o causar levantamiento de pilotes adyacentes al levantar

el suelo.

- No pueden ser hundidos en diámetros muy grandes.
- No se pueden hundir en condiciones de poco espacio

7 MEMORIA DE CÁLCULO

CALCULO DE AREAS DE INFLUENCIA.

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE TECNOLOGIA
CONSTRUCCIONES CIVILES

COLUMNA	DIMENSION		AREA (m2)	TIPO	F.U.	CARGA ACTUANTE	SOLICITACION
	(m)						
B1	2,4	2,925	7,02	E	1,7	800	9547,2
B2	2,4	5,85	14,04	F	1,5	800	16848
B3	2,4	2,925	7,02	E	1,7	800	9547,2
C1	4,94	2,925	14,4495	F	1,5	800	17339,4
C2	4,94	5,85	28,899	C	1,3	800	30054,96
C3	4,94	2,925	14,4495	F	1,5	800	17339,4
D1	4,74	2,925	13,8645	F	1,5	800	16637,4
D2	4,74	5,85	27,729	C	1,3	800	28838,16
D3	4,74	3,825	18,1305	F	1,5	800	21756,6
I1	4,735	2,925	13,849875	F	1,5	800	16619,85
I2	4,735	5,85	27,69975	C	1,3	800	28807,74
I3	4,735	3,825	18,111375	F	1,5	800	21733,65
J1	4,935	2,825	13,941375	F	1,5	800	16729,65
J2	4,935	5,85	28,86975	C	1,3	800	30024,54
J3	4,935	2,925	14,434875	F	1,5	800	17321,85
K1	2,4	2,925	7,02	E	1,7	800	9547,2
K2	2,4	5,85	14,04	F	1,5	800	16848
K3	2,4	3	7,02	E	1,7	800	9547,2

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE TECNOLOGIA
CONSTRUCCIONES CIVILES

EJE 2 CALCULO BAJADA DE CARGAS

1	9547	17340	16632	16620	17316	9547
2	19094	34680	33264	33240	34632	19094
3	28641	52020	49896	49860	51948	28641
4	38188	69360	66528	66480	69264	38188
5	47735	86700	83160	83100	86580	47735
6	57282	104040	99792	99720	103896	57282
7	66829	121380	116424	116340	121212	66829
8	76376	138720	133056	132960	138528	76376
9	85923	156060	149688	149580	155844	85923
10	95470	173400	166320	166200	173160	95470
11	105017	190740	182952	182820	190476	105017
12	114564	208080	199584	199440	207792	114564
13	124111	225420	216216	216060	225108	124111
14	133658	242760	232848	232680	242424	133658
15	143205	260100	249480	249300	259740	143205
16	152752	277440	266112	265920	277056	152752
17	162299	294780	282744	282540	294372	162299
18	171846	312120	299376	299160	311688	171846
19	181393	329460	316008	315780	329004	181393
20	190940	346800	332640	332400	346320	190940

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE TECNOLOGIA
CONSTRUCCIONES CIVILES

EJE 3 CALCULO DE CARGAS PLANILLA DE BAJADA DE CARGAS

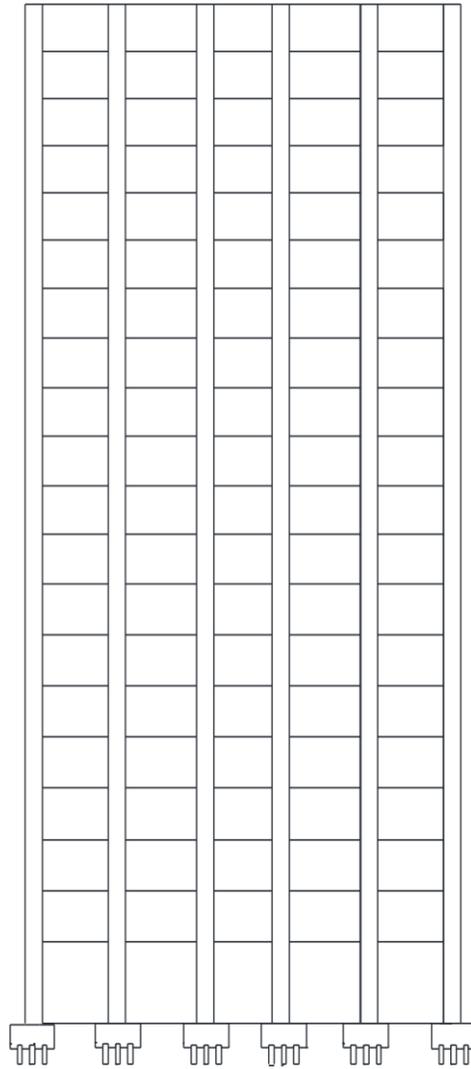
1	22122	30056	28839	28808	30025	22122
2	44244	60112	57678	57616	60050	44244
3	66366	90168	86517	86424	90075	66366
4	88488	120224	115356	115232	120100	88488
5	110610	150280	144195	144040	150125	110610
6	132732	180336	173034	172848	180150	132732
7	154854	210392	201873	201656	210175	154854
8	176976	240448	230712	230464	240200	176976
9	199098	270504	259551	259272	270225	199098
10	221220	300560	288390	288080	300250	221220
11	243342	330616	317229	316888	330275	243342
12	265464	360672	346068	345696	360300	265464
13	287586	390728	374907	374504	390325	287586
14	309708	420784	403746	403312	420350	309708
15	331830	450840	432585	432120	450375	331830
16	353952	480896	461424	460928	480400	353952
17	376074	510952	490263	489736	510425	376074
18	398196	541008	519102	518544	540450	398196
19	420318	571064	547941	547352	570475	420318
20	442440	601120	576780	576160	600500	442440

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE TECNOLOGIA
CONSTRUCCIONES CIVILES

EJE 4 CALCULO DE BAJADA DE CARGAS

1	9547	17340	21756	21732	17316	9547
2	19094	34680	43512	43464	34632	19094
3	28641	52020	65268	65196	51948	28641
4	38188	69360	87024	86928	69264	38188
5	47735	86700	108780	108660	86580	47735
6	57282	104040	130536	130392	103896	57282
7	66829	121380	152292	152124	121212	66829
8	76376	13 8720	174048	173856	138528	76376
9	85923	156060	195804	195588	155844	85923
10	95470	173400	217560	217320	173160	95470
11	105017	190740	239316	239052	190476	105017
12	114564	208080	261072	260784	207792	114564
13	124111	225420	282828	282516	225108	124111
14	133658	242760	304584	304248	242424	133658
15	143205	260100	326340	325980	259740	143205
16	152752	277440	348096	347712	277056	152752
17	162299	294780	369852	369444	294372	162299
18	171846	312120	391608	391176	311688	171846
19	181393	329460	413364	412908	329004	181393
20	190940	346800	435120	434640	346320	190940

PLANTA DE EDIFICACION



EJE B-2 CALCULO DE PILOTE

DATOS

CARGA	P=	450,00	Ton
Friccion del suelo		4	ton/m2
C.del suelo	c=	5,00	ton/m2
Angulo	φ	15,00	°
P. Volumetrico	γ	1,20	ton/m3
P. del Incado	Prof=	25,00	m
Sección del pilote		30*30	cm2

$$P_{pc} = 0,10 * P$$

$$P_{pc} = 0,10 * 450 = 45,00 \quad \text{Ton}$$

Peso total

$$P_T = P + P_{pc}$$

$$P_T = (450 + 45) \text{ Ton} = 495,00 \text{ Ton}$$

CARGA ULTIMA QUE PUEDE SOPORTAR POR FRICCION EL PILOTE

$$R_f = 4 * b * D_f * F_s$$

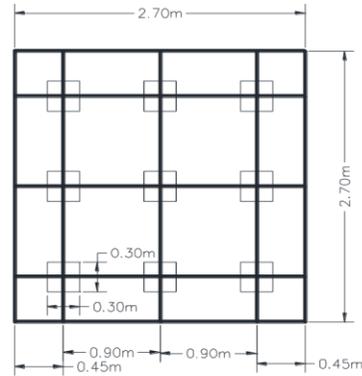
$$R_f = 4 * 0,30 * 25 * 4 = 120,00 \quad \text{Ton}$$

CALCULO DE NUMERO DE PILOTES

$$R_a = R_f / F_s = 120 / 2 = 60,00 \text{ Ton}$$

$$N = \frac{PT}{Ra} = \frac{495}{60} = 8,25 \cong 9 \text{ pilotes}$$

$$D = 3 \cdot (dp) = 3 \cdot 0,30 = 0,90\text{m}$$



CARGA NETA SOBRE UN PILOTE

$$R_n = P/N = 456/9 = 67$$

RESISTENCIA ESTRUCTURAL DEL PILOTE

$F_c =$	210,00	kgf/cm ²
$F_y =$	4.200,00	kgf/cm ²

$$R_p = 0,40 \cdot R_{pu} = 0,40 \cdot ((0,80) \cdot 0,70 \cdot (0,85 \cdot F_c \cdot A_c + F_y \cdot A_s))$$

$$R_p = 0,40 \cdot (0,80 \cdot 0,70 \cdot (0,85 \cdot 210 \cdot (900 - 15,51) + 4200 \cdot 15,51))$$

$$R_p = 49.957,26 \text{ Kgf}$$

$$R_p = 49,96 \text{ Ton}$$

COMPORTAMIENTO DEL CONJUNTO DE PILOTE

Factores de terzaqui		
Nc	=	13,00
Nq	=	5,00
Nw	=	2,00

$$P_i = Y * D_f = 3 \text{ kgf/cm}^2$$

$$S = C + P_i * \tan \phi = 1,30 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_d = B^2 * (1,3 * C * N_c + Y * D_f * N_q + 0,4 * Y * B * N_w)$$

$$Q_d = 2,1 * 2,1 * (1,3 * 5 * 13 + 1,20 * 25 * 5 + 0,4 * 1,20 * 2,1 * 2)$$

$$Q_d = 1.043,00 \text{ Ton}$$

$$Q_c = Q_d + 4 * B * D_f * S$$

$$Q_c = 1043 \text{ Ton} + 4 * 2,1 \text{ m} * 25 \text{ m} * 13 \text{ Ton/m}^2 = 3.773,00 \text{ Ton}$$

FACTOR DE SEGURIDAD

$$FS = Q_c / P_t = 7,62 > 3 \text{ Ok!}$$

CALCULO DE LA LOSA CABEZAL

$$f_{ck} = 0,45 * f_{ck} = 0,45 * 210 \text{ kg/cm}^2 = 94,5 \text{ kg/cm}^2$$

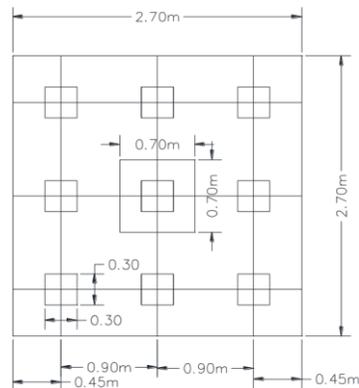
$$A_{col} = P / f_{ck}$$

$$A_{col} = 450000 / 94,5 = 4761,9048 \text{ cm}^2$$

$$l = \sqrt{A_{col}} = \sqrt{4761}$$

$$L_x = 0,70 \text{ m}$$

$$l_y = 0,70 \text{ m}$$



CALCULO DEL MOMENTOS

$$R_n = P/N = 50,00 \text{ Ton}$$

$$M_x = 3 * R_n * 0,55 = 82,00 \text{ ton-m}$$

$$M_y = 3 * R_n * 0,55 = 82,00 \text{ ton-m}$$

CALCULO DEL PERALTE EFECTIVO (d)

$$d = \sqrt{\frac{M_{max}}{k * B}}$$

$$d = \sqrt{\frac{82 \cdot 00000}{14,64 * 315}} = 51 \text{ cm}$$

CORTANTE POR PUNZONADO

$$V = N * (a/b) * R_p$$

$$V = 6 * (0,30 / 0,30) * 49,96$$

$$V = 204,00 \text{ ton}$$

EL ESFUERZO CORTANTE PERMISIBLE

$$V_c = 0,53 * \sqrt{f'_c} = 7.68 \text{ kg/cm}^2$$

ESFUERZO CORTANTE ACTUANTE

$$v = \frac{V}{2 * ((e_1 + d) + (e_2 + d)) * d} = \frac{204000}{2 * ((700 + 100) + (700 + 100)) * 100}$$

$$v = 2 \text{ Kgf/cm}^2$$

$V_c > v$ Cumple

CALCULO DE ACERO DE REFUERZO

$$A_s = \frac{Mx}{f_s * j * d} = \frac{8200000}{(1685) * (0,883) * 100} = 55,11 \text{ cm}^2$$

$$n^\circ = A_s / A$$

$$n^\circ = 55 / 5,07 = 10,00 \rightarrow 10 \Phi 1"$$

CALCULO DE LA LONGITUD DE DESARROLLO

$$f = \frac{55}{12 * 5,07} = 1$$

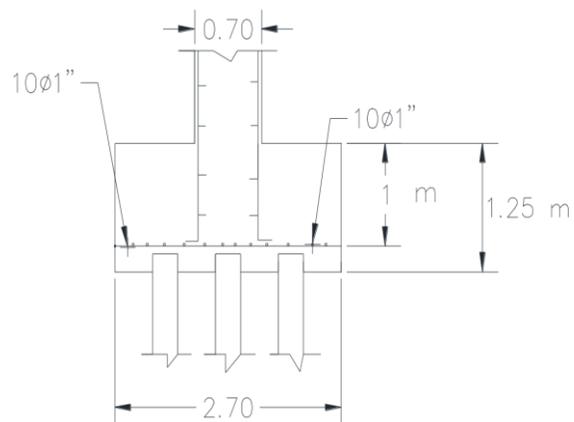
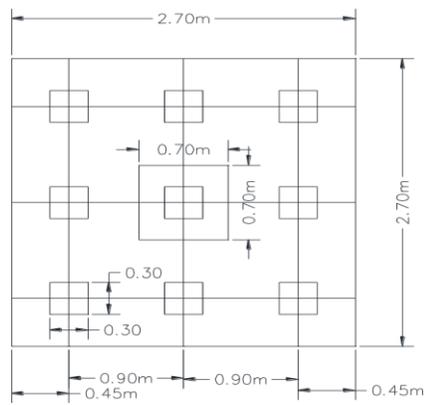
$$A_s = \frac{Mx}{f_s * j * d} = \frac{8200000}{(1685) * (0,883) * 100} = 55 \text{ cm}^2$$

$$l_d = \frac{0,06 * A_v * F_y}{\sqrt{F'_c}} * f = \frac{0,06 * 5,07 * 4200 * 1}{\sqrt{210}} = 88,17 \text{ cm}$$

$$n^\circ \text{varr} = A_s / A$$

$$n^\circ \text{varr} = 55 / 5,07 = 10,00 \rightarrow 10 \Phi 1"$$

PLANO



EJE C-2 CALCULO DE PILOTE

DATOS

Carga	P=	600,00	Ton
Friccion del suelo		4	ton/m2
C.del suelo	c=	5,00	ton/m2
Angulo	ϕ	15,00	°
P.Volumetrico	Y	1,20	ton/m3
P. del Incado	Prof=	25,00	m
Sección del pilote		40*40	cm2

$$P_{pc} = 0,10 * P$$

$$P_{pc} = 0,10 * 600 = 60,00 \text{ Ton}$$

Peso total

$$PT = P + P_{pc}$$

$$PT = (600 + 60) \text{ Ton} = 660,00 \text{ Ton}$$

CARGA ULTIMA QUE PUEDE SOPORTAR POR FRICCION EL PILOTE

$$R_f = 4 * b * D_f * F_s$$

$$R_f = 4 * 0,40 * 25 * 4 = 160,00 \text{ Ton}$$

CALCULO DE NUMERO DE PILOTES

$$R_a = R_f / 2 = 80,00 \text{ Ton}$$

$$N = PT/Ra = 660/80 = 8,25 \cong 9 \text{ Pilotes}$$

$$D = 3 \cdot (dp) = 3 \cdot 0,40 = 1,20 \text{ m}$$

CARGA NETA SOBRE UNPILOTE

$$Rn = P/N = 66,67 \text{ Ton}$$

RESISTENCIA ESTRUCTURAL DEL PILOTE

F _c =	210,00	kg/cm ²
F _y =	4.200,00	kg/cm ²

$$R_p = 0,40 \cdot R_{pu} = 0,40 \cdot ((0,80) \cdot 0,70 \cdot (0,85 \cdot F_c \cdot A_c + F_y \cdot A_s))$$

$$R_p = 0,40 \cdot (0,80 \cdot 0,70 \cdot (0,85 \cdot 210 \cdot (1600 - 20,65) + 4200 \cdot 20,65))$$

$$R_p = 87.080,33 \text{ Kgf}$$

$$R_p = 87,08 \text{ Ton}$$

COMPORTAMIENTO DEL CONJUNTO DE PILOTE

Factores de terzaqui	
N _c =	13,00
N _q =	5,00
N _w =	2,00

$$P_i = Y \cdot D_f = 30,00 \text{ Ton/m}^2 = 3 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$S = C + P_i \cdot \tan \phi = 1,30 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$Q_d = B^2 \cdot (1,3 \cdot C \cdot N_c + Y \cdot D_f \cdot N_q + 0,4 \cdot Y \cdot B \cdot N_w)$$

$$Q_d = 2,8^2 \cdot (1,3 \cdot 5 \cdot 13 + 1,2 \cdot 25 \cdot 5 + 0,4 \cdot 1,2 \cdot 2,8^2)$$

$$Q_d = 1.859,55 \text{ Ton}$$

$$Q_c = Q_d + 4 \cdot B \cdot D_f \cdot S$$

$$Q_c = 1859,55 \text{ Ton} + 4 \cdot 2,8 \text{ m} \cdot 25 \text{ m} \cdot 13 \text{ Ton/m}^2 = 5.499,55 \text{ Ton}$$

FACTOR DE SEGURIDAD

$$FS = Q_c / P_t = 8 > 3 \text{ Ok!}$$

CALCULO DE LA LOSA CABEZAL

$$f_{ck} = 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 210 \text{ kg/cm}^2 = 94.5 \text{ kg/cm}^2$$

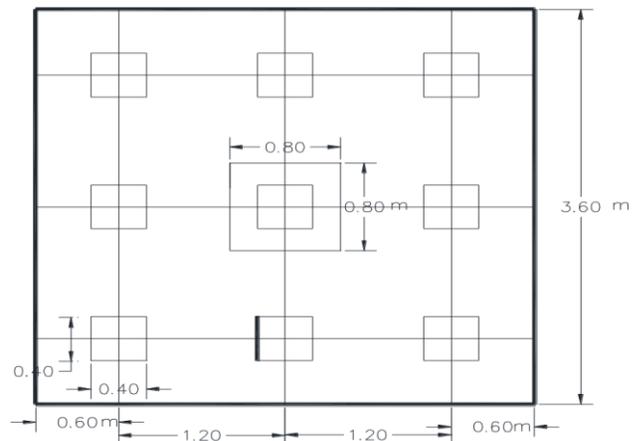
$$A_{col} = P / f_{ck}$$

$$A_{col} = 600000 / 94.5 = 6349.206 \text{ cm}^2$$

$$l = \sqrt{A_{col}} = \sqrt{6349}$$

$$L_x = 0.80 \text{ m}$$

$$L_y = 0.80 \text{ m}$$



CALCULO DEL MOMENTO EN " X "

$$R_n = P / N = 67.00 \text{ Ton}$$

$$M_x = 3 \cdot R_n \cdot 0.80 = 160 \text{ ton-m}$$

$$M_y = 3 \cdot R_n \cdot 0.80 = 160 \text{ ton-m}$$

CALCULO DEL PERALTE EFECTIVO (d)

$$d = \sqrt{\frac{M_{max}}{K \cdot B}}$$

$$d = \sqrt{\frac{16000000}{14.64 \cdot 360}}$$

$$d = 57,00 \text{ cm}$$

CORTANTE POR PUNZONADO

$$V = N \left(\frac{a}{b} \right) * R_p$$

$$V = 6 \left(\frac{40}{40} \right) * 87 = 522,00 \text{ ton}$$

EL ESFUERZO CORTANTE PERMISIBLE

$$V_c = 0,53 * \sqrt{f'_c} = 7,68 \text{ Kgf/cm}^2$$

ESFUERZO CORTANTE ACTUANTE

$$v = \frac{V}{2 * ((e_1 + d) + (e_2 + d)) * d} =$$
$$\frac{522000}{2 * ((800 + 100) + (800 + 100)) * 100}$$

$$v = 4 \text{ kgf/cm}^2$$

$$V_c > v \quad \text{Cumple}$$

CALCULO DE ACERO DE REFUERZO

$$A_s = \frac{M_x}{f_s * j * d} = \frac{1600000}{(1685) * (0,883) * 100} = 107 \text{ cm}^2$$

$$n^\circ \text{ varr} = A_s / A$$

$$n^{\circ}\text{varr} = 107/5,07 = 22,00 \rightarrow 22 \Phi 1''$$

CALCULO DE LA LONGITUD DE DESARROLLO

$$f = \frac{55}{12 * 5,07} = 1$$

$$l_d = \frac{0,06 * A_v * F_y}{\sqrt{F'}c} * f = \frac{0,06 * 5,07 * 4200 * 1}{\sqrt{210}} = 88,17 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_x}{f_s * j * d} = \frac{16000000}{(1685) * (0,883) * 100} = 107 \text{ cm}^2$$

$$n^{\circ} = A_s / A$$

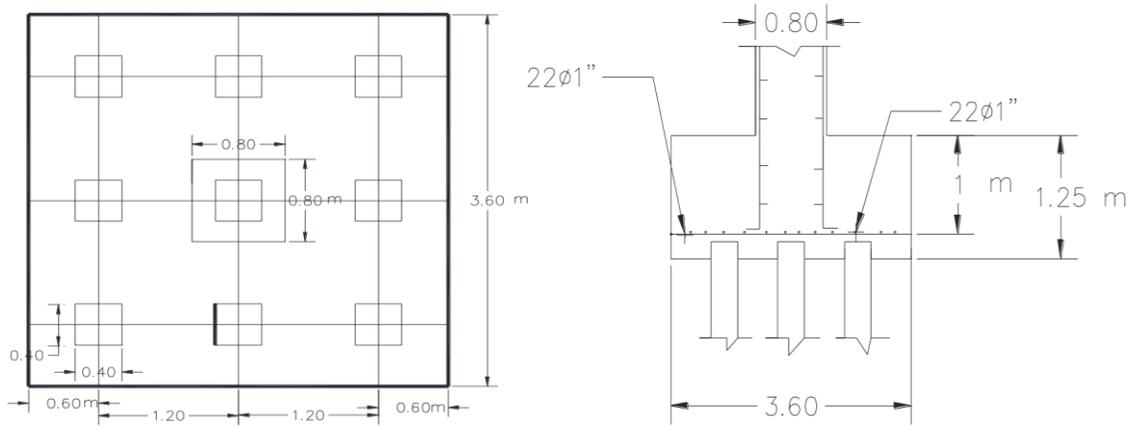
$$n^{\circ}\text{varr} = 22,00 \quad 22 \Phi 1''$$

$$f = \frac{55}{12 * 5,07} = 1$$

$$l_d = \frac{0,06 * A_v * F_y}{\sqrt{F'}c} * f = \frac{0,06 * 5,07 * 4200 * 1}{\sqrt{210}} = 87 \text{ cm}$$

PLANO

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE TECNOLOGIA
CONSTRUCCIONES CIVILES



EJE D-2 CALCULO DE PILOTE

DATOS

Carga	P=	577,00	Ton
Friccion del suelo		4	ton/m2
C.del suelo	c=	5,00	ton/m2
Angulo	φ	15,00	$^{\circ}$
P. Volumetrico	γ	1,20	ton/m3
P. del Incado	Prof=	25,00	m
Sección del pilote		35*35	cm2

$$P_{pc} = 0,10 * P$$

$$P_{pc} = 0,10 * 577 = 57,70 \quad \text{Ton}$$

Peso total

$$PT = P + P_{pc}$$

$$PT = (577 + 57,70) \text{ Ton} = 634,70 \text{ Ton}$$

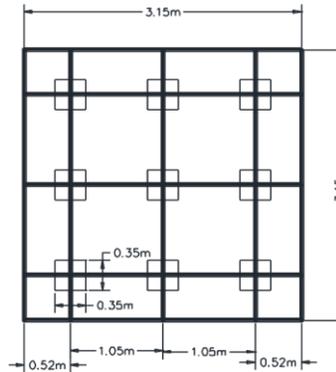
CARGA ULTIMA QUE PUEDE SOPORTAR POR FRICCION EL PILOTE

$$R_f = 4 * 0,35 * 25 * 4 = 140,00 \text{ Ton}$$

CALCULO DE NUMERO DE PILOTES

$$R_a = R_f / 2 = 70 \text{ Ton}$$

$$N = P_t / R_a = 635 / 70 = 9 \text{ pilotes}$$



$$D = 3 * (d_p) = 3 * 0,35 = 1,05 \text{ m}$$

CARGA NETA SOBRE UN PILOTE

$$R_n = P / N = 577 / 9 = 64,11 \text{ Ton}$$

RESISTENCIA ESTRUCTURAL DEL PILOTE

$F_c =$	210,00	kg/cm ²
$F_y =$	4.200,00	kg/cm ²

$$R_p = 0,40 * R_{pu} = 0,40 * ((0,80) * 0,70 * (0,85 * F_c * A_c + F_y * A_s))$$

$$R_p = 0,40 * (0,80 * 0,70 * (0,85 * 210 * (1225 - 20,27) + 4200 * 20,27))$$

$$R_p = 67.239,94 \text{ Kgf}$$

$R_p = 67,24 \quad \text{Ton}$

COMPORTAMIENTO DEL CONJUNTO DE PILOTE

Factores de terzaqui	
Nc=	13,00
Nq=	5,00
Nw=	2,00

$P_i = \gamma * D_f = 3 \quad \text{Kg/cm}^2$

$S = C + P_i * \tan \phi = 1,30 \text{ Kg/cm}^2$

$Q_d = B^2 * (1,3 * C * N_c + \gamma * D_f * N_q + 0,4 * \gamma * B * N_w)$

$Q_d = 2,45 * 2,45 * (1,3 * 5 * 13 + 1,2 * 25 * 5 + 0,4 * 1,2 * 2,45 * 2)$

$Q_d = 1.421,70 \text{ Ton}$

$Q_c = Q_d + 4 * B * D_f * S$

$Q_c = 1421,70 \text{ Ton} + 4 * 2,45 \text{ m} * 25 \text{ m} * 13 \text{ Ton} / = 4.606,70 \text{ Ton}$

FACTOR DE SEGURIDAD

$FS = Q_c / P_t = 4606,70 / 634,70 = 7,26 > 3 \quad \text{Ok!}$

CALCULO DE LA LOSA CABEZAL

$f_{ck} = 0,45 * f_{ck} = 0,45 * 210 \text{ kg/cm}^2 = 94,5 \text{ kg/cm}^2$

$A_{col} = P / f_{ck}$

$A_{col} = 577000 / 94,5 = 6105,8201 \text{ cm}^2$

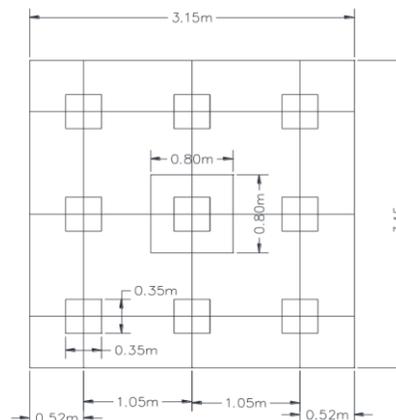
$l = \sqrt{A_{col}} = \sqrt{6105,82}$

$l_x = 0,80 \text{ m} \quad l_y = 0,80 \text{ m}$

CALCULO DEL MOMENTOS

$R_n = P / N = 64,11$

$M_x = 3 * R_n * 0,65 = 125,02 \text{ ton-m}$



Ton

$$M_y = 3 \cdot R_n \cdot 0,65 = 125,02 \text{ ton-m}$$

CALCULO DEL PERALTE EFECTIVO (d)

$$d = \sqrt{\frac{M_{max}}{k \cdot B}}$$

$$d = \sqrt{\frac{12500000}{14,64 \cdot 315}} = 52 \text{ cm}$$

CORTANTE POR PUNZONADO

$$V = N \cdot \left(\frac{a}{b}\right) \cdot R_p$$

$$V = 6 \cdot \left(\frac{35}{35}\right) \cdot 67 = 402,00 \text{ ton}$$

EL ESFUERZO CORTANTE PERMISIBLE

$$V_c = 0,53 \cdot \sqrt{f'_c} = 7,68 \text{ Kgf/cm}^2$$

ESFUERZO CORTANTE ACTUANTE

$$v = \frac{V}{2 \cdot ((e_1 + d) + (e_2 + d)) \cdot d}$$
$$\frac{402000}{2 \cdot ((800 + 100) + (800 + 100)) \cdot 100}$$

$$v = 3 \text{ kgf/cm}^2$$

$$V_c > v \quad \text{Cumple}$$

CALCULO DE ACERO DE REFUERZO

$$A_s = \frac{Mx}{f_s * j * d} = \frac{1250000}{(1685) * (0,883) * 100} = 84 \text{ cm}^2$$

$$n^\circ = A_s / A = 49 / 5,07 = 10,00 \rightarrow 10 \Phi 1"$$

CALCULO DE LA LONGITUD DE DESARROLLO

$$f = \frac{85}{17 * 5,07} = 1,00$$

$$l_d = \frac{0,06 * A_v * F_y}{\sqrt{F'c}} * f = \frac{0,06 * 5,07 * 4200 * 1}{\sqrt{210}}$$

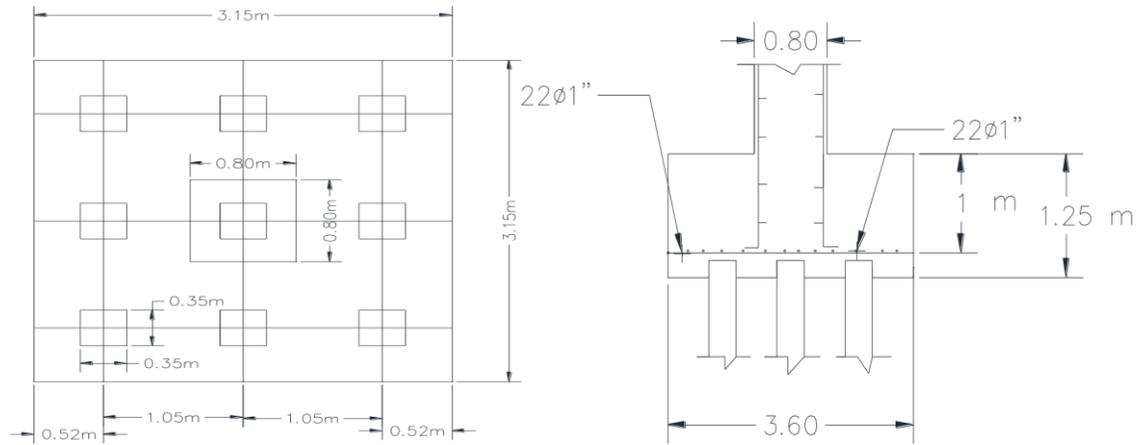
$$l_d = 86 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{Mx}{f_s * j * d} = \frac{12500000}{(1685) * (0,883) * 100} = 84 \text{ cm}^2$$

$$n^\circ = A_s / A = 84 / 5,07 = 22,00 \rightarrow 22 \Phi 1"$$

$$f = \frac{55}{12 * 5,07} = 1$$

PLANO



EJE E-2 CALCULO DE PILOTE

DATOS

Carga	P=	567,00	Ton
Friccion del suelo		4	ton/m2
C.del suelo	c=	5,00	ton/m2
Angulo	ϕ	15,00	°
P.Volumetrico	Y	1,20	ton/m3
P. del Incado	Prof=	25,00	m
Sección del pilote		35*35	cm2

$$P_{pc} = 0,10 * P$$

$$P_{pc} = 0,10 * 567 = 56,70 \text{ Ton}$$

Peso total

$$PT = P + P_{pc}$$

$$PT = (567 + 56.70) \text{ Ton} = 623,70 \text{ Ton}$$

CARGA ULTIMA QUE PUEDE SOPORTAR POR FRICCION EL PILOTE

$$R_f = 4 * 0,35 * 25 * 4 = 140,00 \text{ Ton}$$

CALCULO DE NUMERO DE PILOTES

$$R_a = R_f / 2 = 140 / 2 = 70$$

$$N = P_t / R_a = 623 / 70 = 9 \text{ Pilotes}$$

$$D = 3 * (d_p) = 3 * 0,35 = 1,05 \text{ m}$$

CARGA NETA SOBRE UN PILOTE

$$R_n = P/N = 567 / 9 = 63,00 \text{ Ton}$$

RESISTENCIA ESTRUCTURAL DEL PILOTE

Fc=	210,00	kg/cm ²
Fy=	4.200,00	kg/cm ²

$$R_p = 0,40 * R_p 0,40 * ((0,80) * 0,70 * (0,85 * F_c * A_c + F_y * A_s))$$

$$R_p = 0,40 * (0,80 * 0,70 * (0,85 * 210 * (1225 - 20,27) + 4200 * 20,27))$$

$$R_p = 67.239,94 \text{ Kgf}$$

$$R_p = 67,24 \text{ Ton}$$

COMPORTAMIENTO DEL CONJUNTO DE PILOTE

Factores de terzaqui	
Nc=	13,00
Nq=	5,00
Nw=	2,00

$$P_i = Y * D_f = 3 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S = C + P_i * \tan \phi = 1,30 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Q_d = B^2 * (1,3 * C * N_c + Y * D_f * N_q + 0,4 * Y * B * N_w)$$

$$Q_d = 2,45 * 2,45 * (1,3 * 5 * 13 + 1,2 * 25 * 5 + 0,4 * 1,2 * 2,45 * 2)$$

$$Q_d = 1.421,70 \text{ Ton}$$

$$Q_c = Q_d + 4 * B * D_f * S$$

$$Q_c = 1421,70 \text{ Ton} + 4 * 2,45 \text{ m} * 25 \text{ m} * 13 \text{ Ton} = 4.606,70 \text{ Ton}$$

FACTOR DE SEGURIDAD

$$FS = Q_c / P_t = 7,39 > 3 \text{ Ok!}$$

CALCULO DE LA LOSA CABEZAL

$$f_{ck} = 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 210 \text{ kg/cm}^2 = 94.5 \text{ kg/cm}^2 \quad A_{col}$$

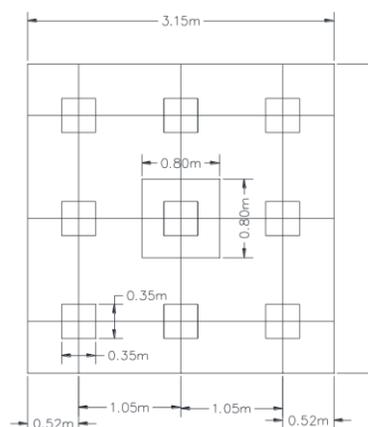
$$= P / f_{ck}$$

$$A_{col} = 577000 / 94.5 = 6105.82011 \text{ cm}^2$$

$$l = \sqrt{A_{col}} = \sqrt{6105.82}$$

$$l_x = 0.80 \text{ m}$$

$$l_y = 0.80 \text{ m}$$



CALCULO DEL MOMENTO EN " X "

$$R_n = P / N = 63.00 \text{ Ton}$$

$$M_x = 3 \cdot R_n \cdot 0.65 = 122.85 \text{ ton-m}$$

$$M_y = 3 \cdot R_n \cdot 0.65 = 122.85 \text{ ton-m}$$

CALCULO DEL PERALTE EFECTIVO (d)

$$d = \sqrt{\frac{M_{max}}{K \cdot B}}$$

$$d = \sqrt{\frac{12 \cdot 20000}{14.64 \cdot 315}} = 52 \text{ cm}$$

CORTANTE POR PUNZONADO

$$V = N \cdot \left(\frac{a}{b}\right) \cdot R_p$$

$$V = 6 \cdot \left(\frac{35}{35}\right) \cdot 67 = 402.00 \text{ ton}$$

EL ESFUERZO CORTANTE PERMISIBLE

$$V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} = 7.68 \text{ Kg/cm}^2$$

ESFUERZO CORTANTE ACTUANTE

$$v = \frac{V}{2*((e1+d)+(e2+d))*d} = \frac{402000}{2*((800+100)+(800+100))*100}$$

$$v = 3 \text{ kgf/cm}^2$$

$$V_c > V \quad \text{Cumple}$$

CALCULO DE ACERO DE REFUERZO

$$A_s = \frac{M_x}{f_s * j * d} = \frac{1250000}{(1685) * (0,883) * 100} = 84 \text{ cm}^2$$

$$n^\circ = A_s / A = 84 / 5,07 = 22 \rightarrow 22 \Phi 1"$$

CALCULO DE LA LONGITUD DE DESARROLLO

$$f = \frac{85}{17 * 5,07} = 1,00$$

$$l_d = \frac{0,06 * A_v * F_y}{\sqrt{F'_c}} * f = \frac{0,06 * 5,07 * 4200 * 1}{\sqrt{210}} = 86 \text{ cm}$$

$$\frac{360-70}{2} - 7,5 = 137,5 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_x}{f_s * j * d} = \frac{1250000}{(1685) * (0,883) * 100} = 84 \text{ cm}^2$$

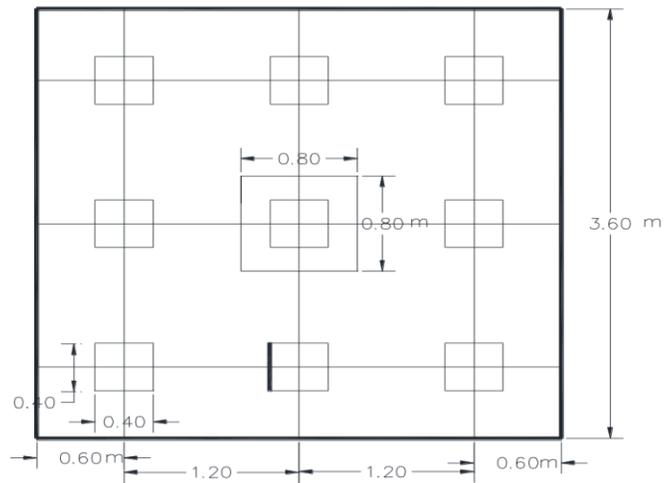
$$n^\circ \text{ varr} = A_s / A$$

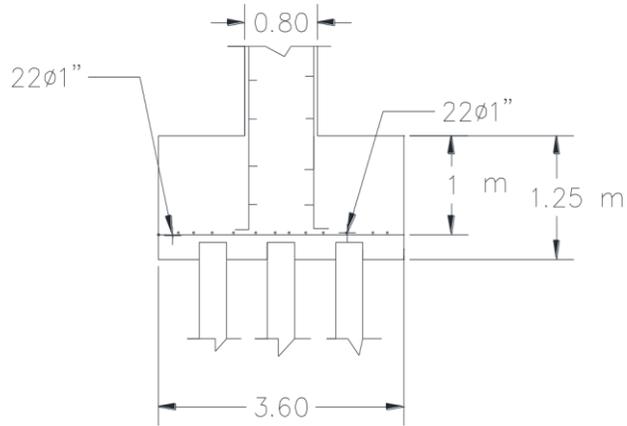
$$n^\circ \text{ varr} = \frac{84}{5,07} = 22,00 \rightarrow 22 \Phi 1"$$

$$f = \frac{70}{107 * 5,07} = 1$$

$$ld = \frac{0,06 * 5,07 * 4200}{\sqrt{210}} = 87 \text{ cm}$$

PLANO





EJE F-2 CALCULO DE PILOTE

DATOS

Carga	P=	600,00	Ton
Friccion del suelo		4	ton/m ²
C.del suelo	c=	5,00	ton/m ²
Angulo	φ	15,00	°
P.Volumetrico	Y	1,20	ton/m ³

P. del Incado	Prof=	25,00	m
Sección del pilote		40*40	cm2

$$P_{pc} = 0,10 * P$$

$$P_{pc} = 0,10 * 600 = 60,00 \quad \text{Ton}$$

Peso total

$$PT = P + P_{pc}$$

$$PT = (600 + 60) \text{ Ton} = 660,00 \text{ Ton}$$

CARGA ULTIMA QUE PUEDE SOPORTAR POR FRICCION EL PILOTE

$$R_f = 4 * b * D_f * F_s$$

$$R_f = 4 * 0,40 * 25 * 4 = 160,00 \text{ Ton}$$

CALCULO DE NUMERO DE PILOTES

$$N = PT / R_a = 660 / 80 = 8,25 \cong 9 \text{ Pilotes}$$

$$D = 3 * (d_p) = 3 * 0,40 = 1,20 \text{ m}$$

CARGA NETA SOBRE UNPILOTE

$$R_n = P / N = 66,67 \text{ Ton}$$

RESISTENCIA ESTRUCTURAL DEL PILOTE

F _c =	210,00	kg/cm ²
------------------	--------	--------------------

Fy=	4.200,00	kg/cm ²
-----	----------	--------------------

$$R_p = 0,40 \cdot R_{pu} = 0,40 \cdot ((0,80) \cdot 0,70 \cdot (0,85 \cdot F_c \cdot A_c + F_y \cdot A_s))$$

$$R_p = 0,40 \cdot (0,80 \cdot 0,70 \cdot (0,85 \cdot 210 \cdot (1600 - 20,65) + 4200 \cdot 20,65))$$

$$R_p = 87.080,33 \text{ Kgf}$$

$$R_p = 87,08 \text{ Ton}$$

COMPORTAMIENTO DEL CONJUNTO DE PILOTE

Factores de terzaqui	
Nc=	13,00
Nq=	5,00
Nw=	2,00

$$P_i = Y \cdot D_f = 30,00 \text{ Ton/m}^2 = 3 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$S = C + P_i \cdot \tan \phi = 1,30 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$Q_d = B^2 \cdot (1,3 \cdot C \cdot N_c + Y \cdot D_f \cdot N_q + 0,4 \cdot Y \cdot B \cdot N_w)$$

$$Q_d = 2,8^2 \cdot (1,3 \cdot 5 \cdot 13 + 1,2 \cdot 25 \cdot 5 + 0,4 \cdot 1,2 \cdot 2,8^2)$$

$$Q_d = 1.859,55 \text{ Ton}$$

$$Q_c = Q_d + 4 \cdot B \cdot D_f \cdot S$$

$$Q_c = 1859,55 \text{ Ton} + 4 \cdot 2,8 \text{ m} \cdot 25 \text{ m} \cdot 13 \text{ Ton/m}^2 = 5.499,55 \text{ Ton}$$

FACTOR DE SEGURIDAD

$$FS = Q_c / P_t = 8 > 3 \text{ Ok!}$$

CALCULO DE LA LOSA CABEZAL

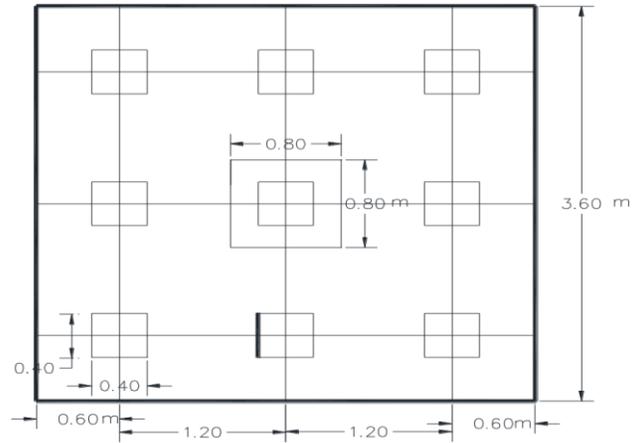
$$f_{ck} = 0,45 \cdot f_c = 0,45 \cdot 210 \text{ kg/cm}^2 = 94,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{col} = P / f_{ck}$$

$$A_{col} = 600000 / 94,5 = 6349,206 \text{ cm}^2$$

$$l = \sqrt{A_{col}} = \sqrt{6349}$$

$L_x=0,80\text{m}$
 $L_y= 0,80\text{m}$



CALCULO DEL MOMENTOS

$$R_n = P/N = 67,00 \text{ Ton}$$

$$M_x=3 \cdot R_n \cdot 0,80 = 160 \text{ ton-m}$$

$$M_y=3 \cdot R_n \cdot 0,80 = 160 \text{ ton-m}$$

CALCULO DEL PERALTE EFECTIVO (d)

$$d = \sqrt{\frac{M_{max}}{K \cdot B}}$$

$$\sqrt{\frac{16000000}{14,64 \cdot 360}}$$

$$d = 57,00 \text{ cm}$$

CORTANTE POR PUNZONADO

$$V = N \cdot \left(\frac{a}{b}\right) \cdot R_p$$

$$V = 6 \left(\frac{40}{40}\right) \cdot 87 = 552,00 \text{ ton}$$

EL ESFUERZO CORTANTE PERMISIBLE

$$V_c = 0,53 \cdot \sqrt{f'_c} = 7,68 \text{ Kgf/cm}^2$$

ESFUERZO CORTANTE ACTUANTE

$$v = \frac{V}{2 \cdot ((e_1 + d) + (e_2 + d)) \cdot d} = \frac{552000}{2 \cdot ((800 + 100) + (800 + 100)) \cdot 100}$$

$$v = 4 \text{ kgf/cm}^2$$

$$V_c > v \quad \text{Cumple}$$

CALCULO DE ACERO DE REFUERZO

$$A_s = \frac{M_x}{f_s \cdot j \cdot d} = \frac{1600000}{(1685) \cdot (0,883) \cdot 100} = 107 \text{ cm}^2$$

$$n^\circ \text{ varr} = A_s / A$$

$$n^\circ \text{ varr} = 107 / 5,07 = 22,00 \rightarrow 22 \text{ } \Phi 1''$$

CALCULO DE LA LONGITUD DE DESARROLLO

$$f = \frac{55}{12 \cdot 5,07} = 1$$

$$l_d = \frac{0,06 * A_v * F_y}{\sqrt{F'_c}} * f = \frac{0,06 * 5,07 * 4200 * 1}{\sqrt{210}} = 88,17 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_x}{f_s * j * d} = \frac{16000000}{(1685) * (0,883) * 100} = 107 \text{ cm}^2$$

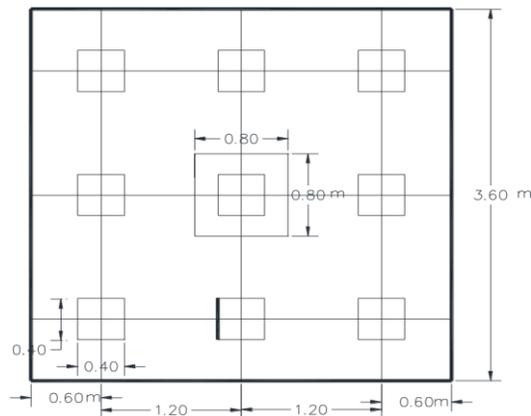
$$n^\circ = A_s / A$$

$$n^\circ \text{ varr} = 22,00 \rightarrow 22 \Phi 1''$$

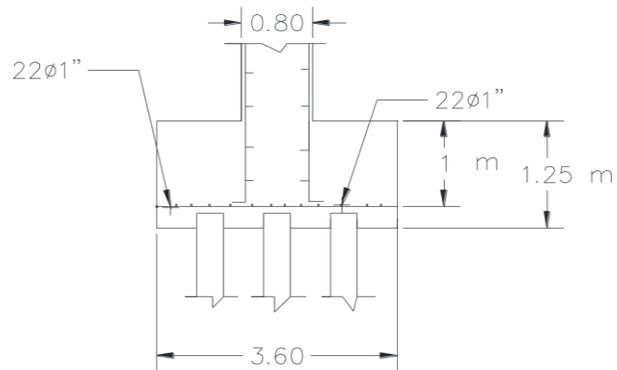
$$f = \frac{55}{12 * 5,07} = 1$$

$$l_d = \frac{0,06 * A_v * F_y}{\sqrt{F'_c}} * f = \frac{0,06 * 5,07 * 4200 * 1}{\sqrt{210}} = 87 \text{ cm}$$

PLANO



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE TECNOLOGIA
CONSTRUCCIONES CIVILES



EJE G-2 CALCULO DE PILOTE

DATOS

CARGA	P=	454,00	Ton
Friccion del suelo		4	ton/m ²
C.del suelo	c=	5,00	ton/m ²
Angulo	φ	15,00	°
P.Volumetrico	γ	1,20	ton/m ³
P. del Incado	Prof=	25,00	m
Sección del pilote		30*30	cm ²

$$P_{pc} = 0,10 * P$$

$$P_{pc} = 0,10 * 454 = 45,40 \text{ Ton}$$

Peso total

$$PT = P + P_{pc}$$

$$PT = (454 + 45,40) \text{ Ton} = 499,40 \text{ Ton}$$

CARGA ULTIMA QUE PUEDE SOPORTAR POR FRICCION EL PILOTE

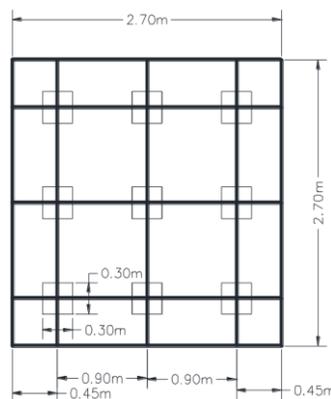
$$R_f = 4 * b * D_f * F_s$$

$$R_f = 4 * 0,30 * 25 * 4 = 120,00 \text{ Ton}$$

CALCULO DE NUMERO DE PILOTES

$$R_a = R_f / 2 = 60,00 \text{ Ton}$$

$$N = P_t / R_a = 661 / 80 = 8,32 \cong 9 \text{ pilotes}$$



$$D = 3 * (d_p) = 3 * 0,30 = 0,90 \text{ m}$$

CARGA NETA SOBRE UN PILOTE

$$R_n = P / N = 454 / 9 = 50,67 \text{ Ton}$$

RESISTENCIA ESTRUCTURAL DEL PILOTE

$F_c =$	210,00	kgf/cm ²
---------	--------	---------------------

Fy=	4.200,00	kgf/cm ²
-----	----------	---------------------

$$R_p = 0,40 \cdot R_{pu} = 0,40 \cdot ((0,80) \cdot 0,70 \cdot (0,85 \cdot F_c \cdot A_c + F_y \cdot A_s))$$

$$R_p = 0,40 \cdot (0,80 \cdot 0,70 \cdot (0,85 \cdot 210 \cdot (900 - 15,51) + 4200 \cdot 15,51))$$

$$R_p = 49.957,26 \text{ Kgf}$$

$$R_p = 49,96 \text{ Ton}$$

COMPORTAMIENTO DEL CONJUNTO DE PILOTE

Factores de terzaqui	
Nc=	13,00
Nq=	5,00
Nw=	2,00

$$P_i = Y \cdot D_f = 3 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = C + P_i \cdot \tan \phi = 1,30 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_d = B^2 \cdot (1,3 \cdot C \cdot N_c + Y \cdot D_f \cdot N_q + 0,4 \cdot Y \cdot B \cdot N_w)$$

$$Q_d = 2,1 \cdot 2,1 \cdot (1,3 \cdot 5 \cdot 13 + 1,20 \cdot 25 \cdot 5 + 0,4 \cdot 1,20 \cdot 2,1 \cdot 2)$$

$$Q_d = 1.043,00 \text{ Ton}$$

$$Q_c = Q_d + 4 \cdot B \cdot D_f \cdot S$$

$$Q_c = 1043 \text{ Ton} + 4 \cdot 2,1 \text{ m} \cdot 25 \text{ m} \cdot 13 \text{ Ton/m}^2 = 3.773,00 \text{ Ton}$$

FACTOR DE SEGURIDAD

$$FS = Q_c / P_t = 3773 / 499,40 = 7,56 > 3 \text{ Ok!}$$

CALCULO DE LA LOSA CABEZAL

$$f_{ck} = 0,45 \cdot f_c = 0,45 \cdot 210 \text{ kg/cm}^2 = 94,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{col} = P / f_{ck}$$

$$col = 454000 / 94,5 = 4804,2328 \text{ cm}^2$$

$$I = \sqrt{A_{col}} = \sqrt{4804}$$

$$I_x = 0,70m$$

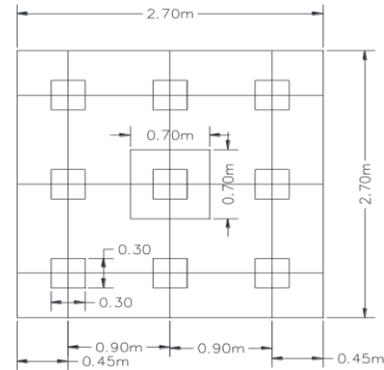
$$I_y = 0,70m$$

CALCULO DEL MOMENTO EN " X "

$$R_n = P/N = 50,44 \text{ Ton}$$

$$M_x = 3 * R_n * 0,55 = 82,00 \text{ ton-m}$$

$$M_y = 3 * R_n * 0,55 = 82,00 \text{ ton-m}$$



CALCULO DEL PERALTE EFECTIVO

$$d = \sqrt{\frac{M_{max}}{R * b}}$$

$$\sqrt{\frac{82000000}{14,64 * 270}}$$

$$d = 51,0 \text{ cm}$$

CORTANTE POR PUNZONADO

$$V = 6 * (0,30 / 0,30) * 49,96$$

$$V = 300,00 \text{ ton}$$

EL ESFUERZO CORTANTE PERMISIBLE

$$V_c = 0,53 * \sqrt{f'_c} = 7,68 \text{ Kg/cm}^2$$

ESFUERZO CORTANTE ACTUANTE

$$v = \frac{V}{2 * ((e_1 + d) + (e_2 + d)) * d} = \frac{300000}{2 * ((800 + 100) + (800 + 100)) * 100}$$

$$v = 3 \text{ kgf/cm}^2$$

$V_c > V$ Cumple

CALCULO DE ACERO DE REFUERZO

$$A_s = \frac{M_x}{f_s * j * d} = \frac{1220000}{(1685) * (0,883) * 100} = 55 \text{ cm}^2$$

$$n^\circ \text{varr} = A_s / A$$

$$n^\circ \text{varr} = 55 / 5,07 = 10,00 \rightarrow 10\Phi 1"$$

CALCULO DE LA LONGITUD DE DESARROLLO

$$f = \frac{55}{12 * 5,07} = 1$$

$$l_d = \frac{0,06 * A_v * F_y}{\sqrt{F'_c}} * f = \frac{0,06 * 5,07 * 4200 * 1}{\sqrt{210}} = 88 \text{ cm}$$

$$\frac{360 - 70}{2} - 7,5 = 137,5 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_x}{f_s * j * d} = \frac{1220000}{(1685) * (0,883) * 100} = 55 \text{ cm}^2$$

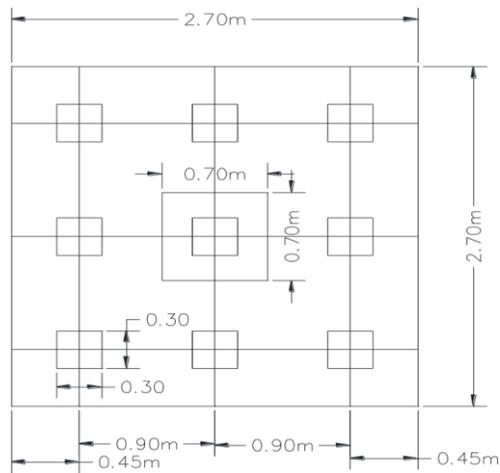
$$n^\circ \text{varr} = A_s / A$$

$$n^\circ \text{varr} = 55 / 5,07 = 10,00 \rightarrow 10\Phi 1"$$

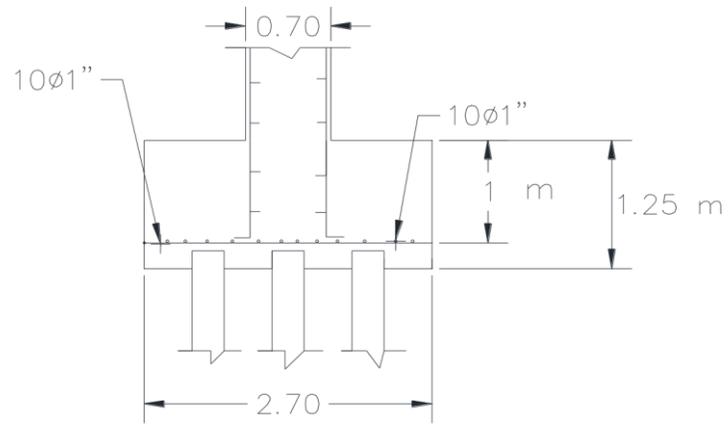
$$f = \frac{55}{12 * 5,07} = 1$$

$$l_d = \frac{0,06 * A_v * F_y}{\sqrt{F'_c}} * f = \frac{0,06 * 5,07 * 4200 * 1}{\sqrt{210}} = 88 \text{ cm}^2$$

PLANO



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE TECNOLOGIA
CONSTRUCCIONES CIVILES



8 CONCLUSIONES

Después de analizar los métodos para el diseño de cimentaciones sobre pilotes arribamos a las siguientes conclusiones parciales:

1. Para el diseño estructural del pilote se utilizan las expresiones clásicas de diseño, teniéndose en cuenta además los aspectos constructivos como el izaje y la hincada del pilote.
2. Es una tendencia actual el uso de hojas de cálculo en la Construcción Civil y en todos los procesos de diseño.
3. El hormigón en los cabezales o encepados de los pilotes hincados es de mayor resistencia que en el resto del cuerpo del pilote.
4. Los pilotes in situ son elementos de construcción muy efectivos y con una gran variedad de usos en cimentación y construcción civil. Son elementos estructurales formados por hormigón armado de gran longitud comparada con su sección transversal y que transmiten las cargas a niveles profundos del terreno. Además, los pilotes pueden utilizarse como estructuras de contención y estabilización de laderas y taludes inestables.
5. La cimentación profunda, tiene la función de soportar cargas de construcciones pesadas mediante sus dos clases, caisson y pilotes.
6. Se debe diferenciar los métodos de cálculo para pilotes hincados y perforados pues debido a que el proceso constructivo es diferente, el proceso de diseño también lo es.
7. El sistema, permite firmeza y solidez en la base, por cuanto enfrenta al efecto sísmico. El proceso de construcción de los elementos puede ser tan simple como cualquier sistema convencional. No se aleja de ser un proceso constructivo ya

incursionado como se demuestra cuando las poblaciones nativas y campesinas las han utilizado empíricamente en zonas inundables y quebradas.

- Se ha observado que tanto los desplazamientos laterales como asientos verticales del edificio resultaron pequeños.
- Se demuestra que con el sistema de cimentación levantada sobre pilotes cortos se pueden obtener costos menores tanto en el presupuesto de construcción como en el mantenimiento. Este ahorro puede alcanzar hasta un 30%

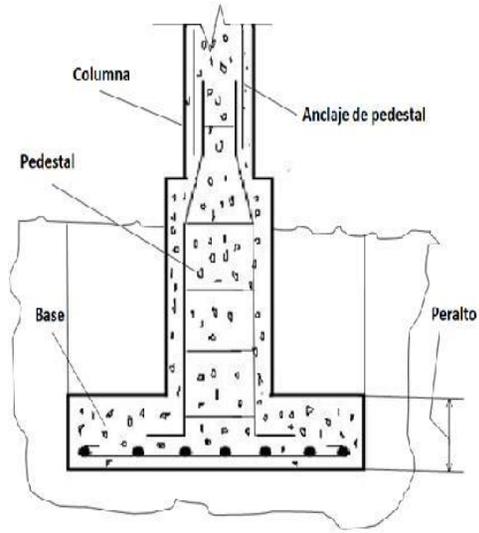
RECOMENDACIONES

Es preciso mencionar que se debe investigar a profundidad el comportamiento dinámico, las diferentes condiciones en los cabezales, las conexiones con otros elementos, el comportamiento carga deformación. No debemos olvidarnos también que la incertidumbre existente en el comportamiento de muchos suelos exige una mayor dedicación y profundización.

- Siempre pensar en utilizar concretos durables, pues las cimentaciones son las que están más expuestas al ataque de la humedad, agentes químicos etc.
- Previo al diseño se debe exigir un estudio serio de suelos, no olvidemos que mientras mayor sea la confiabilidad de los parámetros utilizados, menor será el factor de seguridad

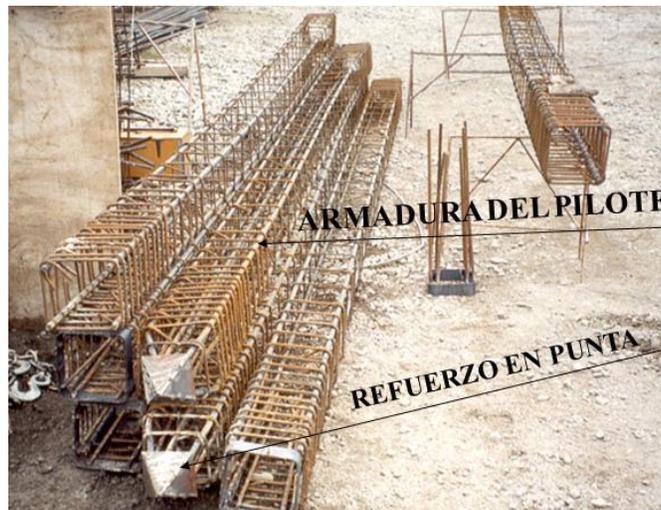
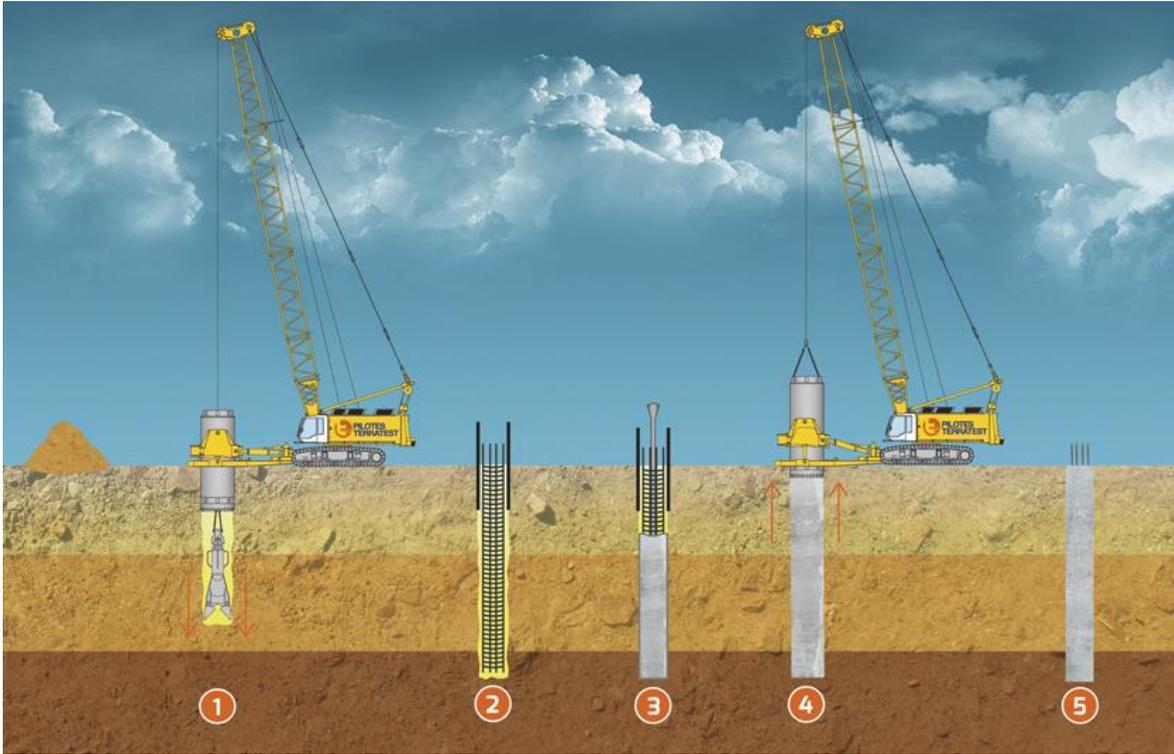
9 ANEXOS: Fotos

PILOTES

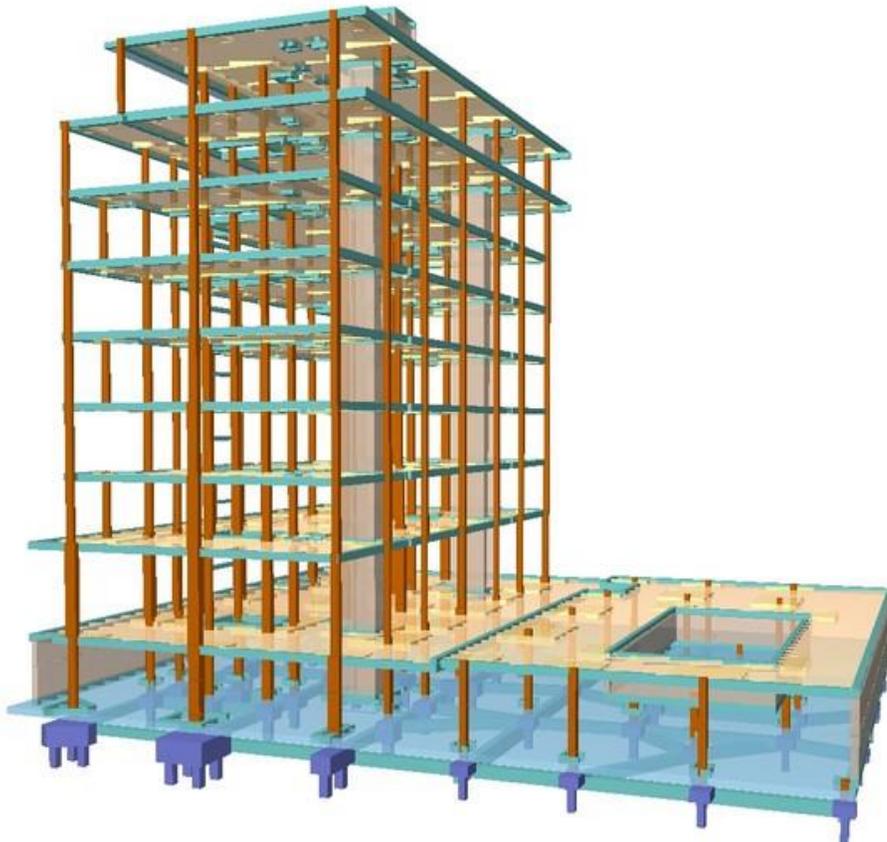


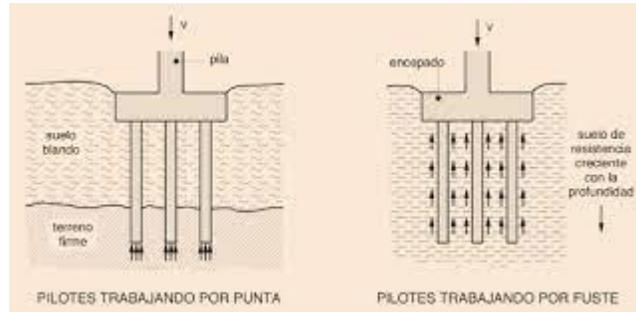
PILOTES HORMIGONADOS “IN SITU”











10 BIBLIOGRAFÍA

TRAVERSO, TAZIO E., Apuntes cátedra FUNDACIONES II, La Paz – Bolivia,

CIMENTACIONES DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN. “M.S. Tomlinson. “

MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES, “Crespo”

GUÍA PARA EL DISEÑO DE PILOTES - Pirhua

GUÍA PARA EL DISEÑO DE PILOTES - civilparaelmundo.com