

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**ELABORACIÓN DE CONTENIDO PARA CURSO ABIERTO
MASIVO EN LÍNEA (MOOC) DE CABEZALES Y
PILOTES EN CONCRETO ARMADO.**

Autor (es):

Guatarama O. José E.

Longart G. Mariangelly D.

Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como Requisito
para optar al Título de:

INGENIERO CIVIL

Cantaura, Mayo de 2018

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**ELABORACIÓN DE CONTENIDO PARA CURSO ABIERTO
MASIVO EN LÍNEA (MOOC) DE CABEZALES Y
PILOTES EN CONCRETO ARMADO.**

Martínez, Jhonatan

Asesor Académico

Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como Requisito
para optar al Título de:

INGENIERO CIVIL

Cantaura, Mayo de 2018

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**ELABORACIÓN DE CONTENIDO PARA CURSO ABIERTO
MASIVO EN LÍNEA (MOOC) DE CABEZALES Y
PILOTES EN CONCRETO ARMADO.**

El Jurado hace constar que asignó a esta a Tesis la calificación de:

APROBADO

Jurado calificador:

Prof. Cabrera, Daniel

Jurado Principal

Prof. González, Anabel

Jurado Principal

Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como Requisito
para optar al Título de:

INGENIERO CIVIL

Cantaura, Mayo de 2018

RESOLUCIÓN

De acuerdo al Artículo 41 del Reglamento de trabajos de grado:

“Los trabajos de grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, el cual lo participará al Consejo Universitario”.

DEDICATORIA

Padres amados Miguel Guatarama y Mary Ortiz que me cuidan desde el cielo y sé que siempre me acompañan, que juntos me dieron la vida y me inculcaron los mejores valores para ser un hombre de bien, crecer como persona y dar lo mejor de mi como profesional.

José E. Guatarama O.

DEDICATORIA

A Dios bendito todo poderoso y a la Virgen del Valle por iluminarme el camino, cuidarme, darme la salud necesaria, y permitirme lograr una de mis metas.

A mis heroínas favoritas, mis abuelas María Gago y Nellys Longart. Por ser esas mujeres luchadoras que con trabajo duro sacaron adelante a sus hijo; los mejores padres que la vida me puedo regalar Martha Gago y Enrique Longart. Enseñándome que todo con esfuerzo y dedicación se puede lograr, solo hay que tener ganas de salir adelante.

Mi carrera y ser quien soy se los debo a ustedes, muchas gracias familia,
esto es para ustedes.

Mariangelly D. Longart G.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios por siempre acompañarme durante esta larga carrera, por siempre protegerme y mantenerme en el camino del bien, enviando siempre a las personas correctas a mi vida.

A mi madre Mary Ortiz por siempre apoyarme incondicionalmente.

A mis tíos (as) Liset Guatarama, Elisa Guatarama y José Guzmán por siempre estar pendiente de mis estudios desde pequeño, sin duda ha sido un gran apoyo, gran parte de este logro también es suyo.

Al profesor y tutor académico Jhonatan Martínez, no solo por enseñarme y prepararme durante la carrera, sino también por la gran ayuda y defensa en los momentos finales de nuestra vida universitaria.

A mi compañera de tesis Mariangelly Longart por la gran dedicación y compromiso durante años de carrera de estudio y durante la tesis, y la familia Longart Gago por ser esa segunda familia.

A los profesores y jurado de la tesis, Anabel González y Daniel Cabrera, realmente fueron de gran enseñanza en las materias más importantes, y durante el día a día en la UDO, por siempre estar pendiente de nosotros y ayudarnos en todo lo posible.

A los grandes amigos y compañeros de estudio por siempre estar ahí y ayudarme en todo momento durante todos estos años y por ser los mejores compañeros que una persona puede tener en una larga carrera de estudio, más que amigos una familia UDISTA que nunca se olvidara.

José E. Guatarama O.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios y a la Virgen del Valle por ser mi guía y protegerme en el trayecto de este logro, colocar en mi camino a personas maravillosas que me hicieron crecer como persona y profesionalmente. Brindarme cada día la oportunidad para alcanzar mis metas. Caer y volver a levantarme rodeada de personas correctas en mi vida.

A mis padres por siempre apoyarme incondicionalmente y ser un ejemplo a seguir, hermanos Enrique Longart, Víctor Longart y Sofía González, abuelos Ángel Vásquez y Heriberto Caña, tíos, primos y demás familiares por siempre estar pendiente de mis estudios y compartir conmigo el logro de ellos.

A mi compañero de tesis y vida José Guatarama por el apoyo, dedicación y compromiso durante todos estos años. Por ser un amigo incondicional y jamás darse por vencido mientras cumplíamos esta meta.

A los profesores y jurados Anabel González y Daniel Cabrera; tutor académico Jhonatan Martínez, que siempre tuvieron sus conocimientos a mi disposición y fueron de gran enseñanza.

A mis compañeros de estudio de la casa más alta, con los que compartía a diario y que juntos hemos alcanzado nuestras metas.

Mariangelly D. Longart G.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS
DEPARTAMENTO DE CONTADURÍA PÚBLICA



**ELABORACIÓN DE CONTENIDO PARA CURSOS ABIERTOS MASIVOS
EN LÍNEA (MOOC) DE CABEZALES Y PILOTES EN
CONCRETO ARMADO**

Tutor:

Jhonatan Martínez.

Autor:

Guatarama, José.

Longart, Mariangelly.

Fecha: Mayo de 2018

RESUMEN

La investigación consistió en la elaboración y creación de contenido para un Curso Abierto Masivo en Línea (MOOC) de cabezales y pilotes en concreto armado, de acuerdo a las consideraciones de la FONDONORMA 1753-2006 (1^{ra} Revisión), publicada en el año 2006 y el código ACI 318-14, publicado en el año 2014. Se desarrolló una investigación de tipo documental y explicativa, basada en la revisión de fuentes bibliográficas de carácter técnico, informes y libros, encaminados a profundizar los conocimientos de los métodos empleados para la temática planteada. La investigación se delimitó a la incursión de los cursos MOOC en la Universidad de Oriente, para finalmente elaborar un contenido audiovisual y manuales de apoyo para el curso que se dictara a través de una plataforma gratuita, con ayuda de los diferentes programas de Office y AutoCAD 2017. Con los datos obtenidos se elaboró diferentes tablas de dimensiones mínimas para la estructura y así poder desarrollar el método de diseño; con ayuda de Microsoft Excel. Con los datos obtenidos se realizaron cálculos correspondientes a la carga proveniente de la columna, fuerza de tracción, el área de acero, la reacción máxima de un pilote, basados en los criterios expresados en las normativas descritas, para el diseño de cabezales y pilotes en concreto armado.

Palabras clave: MOOC, cabezales, pilotes, concreto, ACI.

ÍNDICE DE GENERAL

RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS	vii
RESUMEN	ix
ÍNDICE DE GENERAL.....	x
INDICE DE TABLAS	xiv
INDICE DE FIGURAS	xv
INTRODUCCIÓN	xvi
CAPÍTULO I	18
EL PROBLEMA.....	18
1.1 Planteamiento del problema	18
1.2. Objetivos	20
1.2.1 Objetivo General	20
1.2.2 Objetivos Específicos.....	20
CAPITULO II	21
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	21
2.1. Antecedentes.....	21
2.2 Bases Teóricas Referenciales	23
2.2.1 Cursos abiertos masivos en línea (MOOC)	23
2.2.2 Tecnología de información y comunicación (TIC)	25
2.2.3 Recursos Educativos Abiertos (REA).....	26
2.2.4 Movimiento Educativo Abierto.....	26
2.2.5 Los MOOC y la Educación Superior	27
2.2.6 Fundación o cimiento.....	28

2.2.7 Fundación profunda	28
2.2.8 Pilotes	29
2.2.9 Funciones y usos de los pilotes	29
2.2.10 Justificación de los pilotes	32
2.2.11 Capacidad de carga de pilotes bajo cargas axiales	33
2.2.12 Capacidad de carga de pilotes en arenas.....	34
2.2.13 Capacidad de carga de pilotes en arcillas	39
2.2.14 Cabezales.....	42
2.2.15 Criterios generales de diseño	43
2.2.16 Diseño de cabezales.....	47
2.2.16.1. Método de la flexión	47
2.2.16.2 Método de las bielas	48
2.2.16.2.1 Determinación de la forma del cabezal y del número de pilotes requeridos	51
2.2.16.2.2 Capacidad de carga a diámetro de pilote	52
2.2.16.2.3 Capacidad de carga según el diámetro y número de pilotes	52
2.2.16.2.4 Determinación de la fuerza T de tracción en cabezales rígidos.....	53
2.2.16.2.5 Determinación de la reacción máxima de pilotes en cabezales rígidos.....	56
2.2.16.2.6 Criterios generales.....	58
2.2.16.2.7 Uso de las tablas	58
2.2.17 Cabezales con excentricidades en una o dos direcciones.....	59

2.2.17.1 Transmisión de momentos a las vigas de riostra.....	59
2.2.17.2 Transmisión de momentos al suelo	59
2.2.17.3 Transmisión de momentos al cabezal.	60
2.2.18 Momentos flectores en los cabezales	60
2.2.19 Esfuerzos cortantes viga - cabezal	62
2.2.20 Esfuerzos cortantes cabezal rígido	64
2.2.21 Punzonamiento.....	65
2.2.22 Efectividad de un grupo de pilotes.....	66
CAPITULO III	69
MARCO METODOLÓGICO	69
3.1 Tipo de Investigación.....	69
3.2 Nivel de Investigación.....	69
3.3 Técnicas y Herramientas a Utilizar	70
3.3.1 Técnicas.....	70
3.3.1.1 Revisión de fuentes documentales.....	70
3.3.1.2 Análisis e interpretación del contenido	71
3.3.2 Herramientas y Equipos.....	71
CAPÍTULO IV.....	72
RESULTADOS	72
4.1 Etapas del Proyecto	72
4.2 Requerimientos para el diseño de cabezales y pilotes de concreto armado establecido en la FONDONORMA 1753-2006 y el Código ACI 318-14	73
4.3 Desarrollo de la guía de diseño.....	74

4.3.1 Hojas de cálculo para el análisis y diseño de cabezales y pilotes de concreto armado	74
4.3.2 Tablas de cálculo para el análisis y diseño de cabezales y pilotes de concreto armado	75
4.3.2.1 Tablas de capacidad de carga a diámetro del pilote.....	75
4.3.2.2 Tablas de capacidad de carga según el diámetro y número de pilotes.....	76
4.3.2.3 Tablas de diseño para cabezales de pilotes	76
4.4 Elaboración de presentaciones y metodologías de evaluación de conocimientos para el análisis y diseño de cabezales y pilotes de concreto armado	77
CAPITULO V.....	78
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
5.1 Conclusiones.....	78
5.2 Recomendaciones.....	79
BIBLIOGRAFIA	80
ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 1: Cálculos	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 2: Tablas para el diseño de cabezales y pilotes en concreto armado.	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 3: Manuales de Diseño.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 4: Evaluaciones del curso MOOC.	¡Error! Marcador no definido.

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coeficiente de presión lateral del suelo “K”	36
Tabla 2 Angulo ϕ de fricción interna y δ de fricción entre el suelo y muro o pilote.	36
Tabla 3 Peso específico γ y capacidad portante σ_{adm}	37
Tabla 4 Valores de Cohesión c en suelos arcillosos.....	41
Tabla 5 Fuerza T de tracción en cabezales rígidos.	54
Tabla 6 Reacción máxima de pilotes R_p en cabezales rígidos.	57
Tabla 7 Eficiencia de pilotes hincados en suelos arcillosos.	67

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Casos donde puede necesitarse pilotes.	31
Figura 2 Altura crítica h_c	35
Figura 3 Factores de capacidad de carga.....	38
Figura 4 Factor de adhesión.	40
Figura 5 Cabezales de pilotes.....	42
Figura 6 Cabezales con diferentes números de pilotes.	45
Figura 7 Armadura de pilotes y cabezales.	46
Figura 8 Cabezal vaciado y encofrado.....	47
Figura 9 Método de flexión.....	48
Figura 10 Método de las bielas.	49
Figura 11 Transmisión de cargas en el método de bielas.	50
Figura 12 Falla en el plano M.....	51
Figura 13 Notación general fuerza T de tracción.	53
Figura 14 Notación general de la reacción máxima.	56
Figura 15 Momento flector en la columna, pedestal o muro de concreto.	61
Figura 16 Momento flector en la columna o muro de mampostería.	61
Figura 17 Momento flector en una columna metálica sin pedestal.	62
Figura 18 Esfuerzos cortantes en la columna, pedestal o muro de concreto.	62
Figura 19 Esfuerzos cortantes en la columna o muro de mampostería.	63
Figura 20 Esfuerzos cortantes en una columna metálica sin pedestal.	64
Figura 21 Cortante en el cabezal rígido.	64
Figura 22 Punzonamiento en columnas o pilotes.	65
Figura 23 Bulbo de presiones en pilotes aislados y en grupo.....	66
Figura 24 Superposición de esfuerzos en suelos arcillosos.....	68

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de fundaciones son los encargados de transmitir al suelo las cargas impuestas por la superestructura. No obstante, en algunas circunstancias los estratos superiores de suelo tienen capacidades portantes bajas o las cargas impuestas por la estructura son muy altas, lo que conlleva a la utilización de sistemas de fundaciones profundas (pilotes), en los que se logre alcanzar un estrato de suelo competente para la distribución de las cargas.

Se estudiará la capacidad portante de un pilote en miembros comprimidos y en diferentes tipos de suelos (arenas y arcilla), por la punta en compresión y por esfuerzo cortante a lo largo de una superficie lateral, llamado fricción lateral. Diseñando el cabezales y pilotes por el método de las bielas comprimidas y el método de flexión, orientado a la resolución de problemas que no tienen un procedimiento explícito de diseño en las normativas bajo los Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318-14), y Fondo para la Normalización y Certificación en la Calidad (FONDONORMA).

Con las características que nos ofrece la nueva tendencia, como son los MOOC todos los estudiantes de la Universidad de Oriente tendrán la oportunidad de acceder a esta información. Creando un impacto en el proceso de enseñanza – aprendizaje, mediante la creación de plataformas educativas cerradas a entornos educativos abiertos. Permitiendo que el modelo de enseñanza tradicional evolucione e incursione en esta nueva modalidad aprovechando al máximo el avance tecnológico con el que contamos en la actualidad. Facilitando el aprendizaje y la utilización del método de diseño de cabezales y pilotes en concreto armado.

El trabajo está estructurado en cinco capítulos. En el Capítulo I se establece el planteamiento del problema, que incluye a su vez el alcance y la justificación de la investigación; se señalan también el objetivo general y los objetivos específicos del estudio. El Capítulo II corresponde al marco teórico referencial, el cual se encuentra conformado por los antecedentes y las bases teóricas que sustentan el desarrollo de la investigación

Por otra parte, en el Capítulo III se describe la metodología adoptada en la ejecución de la investigación. El Capítulo IV incluye los resultados obtenidos y, finalmente, en el Capítulo V se plantean las conclusiones y recomendaciones inherentes al estudio realizado.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Los centros educativos han apoyado los procesos de enseñanza en métodos tradicionales, impidiendo cambios no solo en aspectos tecnológicos, sino en estructuras, sistemas, métodos y talantes que permitan una ayuda personalizada y tutorizada a los alumnos, para que puedan integrarse a la educación superior de calidad. Son muy pocas las instituciones que se han atrevido a incursionar en una nueva propuesta educativa y al cambio de modelo mental y paradigma tradicional que las caracteriza; pero siendo hoy necesario su renovación para hacer frente a los retos que plantea la inserción de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), en los diferentes sectores de la sociedad se busca una nueva modalidad de educación abierta, que implique tener una educación de calidad, con equidad y pertinencia sociocultural en el contexto de un sistema educativo permanente; mediante una oferta académica encauzada a la actualización y el mejoramiento constante del individuo.

Este estudio, estará enfocado en transformar el tradicional modelo académico mediante Cursos Abiertos Masivos en Línea, por su siglas en inglés (MOOC), los cuales ofrecen propuestas orientadas a la difusión de recursos educativos como material para la enseñanza y aprendizaje que están disponibles gratuitamente en línea para uso de todos, ya sea docentes, estudiantes o autodidacta, y un plan de actividades de aprendizaje abierto a la colaboración y participación masiva. Por esta razón se desea implementar

el desarrollo de MOOC, para la enseñanza del cálculo de cabezales y pilotes en la Ingeniería Civil en la Universidad de Oriente Extensión Cantaura, para los estudiantes de la misma o cualquier otra institución de educación superior del país, promoviendo la enseñanza virtual para la formación de ingenieros civiles.

El presente trabajo se basará en la formulación de MOOC de cabezales y pilotes de concreto armado, para lo cual, se deben tomar en cuenta requerimientos mínimos, criterios y normativas que permitan el acceso de especificaciones, terminologías, requisitos, características, procedimientos, reglas de diseño, lo cual permite unificar criterios.

Se tomaran como referencia las normas Covenin (Comisión Venezolana de Normas Industriales), quien es el ente encargado de velar por la estandarización y normalización de lineamientos de calidad en Venezuela. Covenin 1753-2006 Proyectos de Construcción de Obras en Concreto Estructural, Covenin 1756-2001 Edificaciones Sismorresistentes. ACI 318-14 Reglamento para Concreto Estructural; siendo la ACI (Instituto Americano del Concreto), una organización que desarrolla normas y recomendaciones técnicas referentes al concreto. El Fondo para la Normalización y Certificación de Calidad (FONDONORMA), la PCA (Asociación de Cemento Portland) encargada del diseño y control de mezcla de concreto. Y cuando sean necesarios otros criterios, se mencionara al autor. Estas servirán de apoyo en la investigación para el tópico en estudio, este tendrá un resumen de las teorías usadas, ecuaciones, formulas, criterios recomendados, estados límites de servicio y estados límites de resistencia.

Es importante destacar, que para realizar la elaboración del MOOC, serán tomados en cuenta estudios realizados con anterioridad sirviendo como guía y referencia para lograr los objetivos propuestos, el cual se

pueden mencionar a Solange (2016), quien diseñó e implementó un MOOC con la finalidad de encontrar respuesta a ¿Cómo el uso de los Recursos Educativos Abiertos (REA) promueve el desarrollo de las competencias básicas digitales en alumnos de nivel superior?; de igual forma, Sánchez (2015) presenta un análisis de las ventajas y desventajas del carácter masivo de los MOOC, y concretamente describe la experiencia de creación de un MOOC desarrollada en la Universidad de Southampton (Reino Unido).

Por tanto, el objetivo es generar contenidos, videos, guías de estudio y diseño, incorporando herramientas de evaluación en línea a partir de un servidor externo de manera piloto que facilite el acceso y permita desarrollar el presente proyecto. De igual forma será elaborada la diagramación de una guía de diseño, la cual en sus características cuenta con ilustraciones que permitirán su fácil entendimiento. Facilitando el análisis de cabezales y pilotes diseñados en concreto armado poniendo en práctica materias ya cursadas como concreto armado y fundaciones.

La aplicación de la enseñanza virtual no es nueva en el país, pero son pocos los centros educativos a nivel de liceos y universidades que permiten contribuir con espacios de aprendizaje e innovación de prácticas educativas. En el caso de estudios superiores se cuenta con los aportes de la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), y la Universidad Metropolitana (UNIMET). Cabe destacar, que la Universidad de Oriente, Extensión Cantaura ya cuenta con la primera iniciativa en el país (MOOC), para la enseñanza de la Ingeniería Civil a nivel de pregrado.

La importancia del cambio en el modelo educativo y la implementación de los Cursos Abiertos Masivos en Línea en las universidades e instituciones de educación superior, como será en la Universidad de Oriente, Extensión Cantaura, radica en que nos permitirá de manera efectiva el funcionamiento

de las aulas virtuales y el aprovechamiento de las plataformas existentes, con un uso masivo, flexible y libre a todos los usuarios de manera que puedan interactuar los estudiantes y ofrecerle una extensión del salón de clases. Este a su vez, puede brindar la oportunidad de atraer participantes de todo el país e instituciones educativas ya que el material preparado para los MOOC, suele ser de calidad y de muy bajo costo (cero) para los participantes, fomenta la generación de comunidades de aprendizaje, facilita el acceso a contenidos actualizados y prácticamente sin límite de tiempo y espacio.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Elaborar contenido para curso abierto masivo en línea (MOOC) de cabezales y pilotes de concreto armado.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Describir los requisitos para el diseño de cabezales y pilotes de concreto armado establecidos en la FONDONORMA 1753-2006 y el Código ACI 318-14.
- Organizar guía de diseño de cabezales y pilotes de concreto armado utilizando los requisitos establecidos en la FONDONORMA 1753-2006 y el Código ACI 318-14, usando el programa Autocad 2017.
- Emplear el contenido del MOOC de diseño de cabezales y pilotes de concreto armado en presentaciones escritas, audiovisuales y metodologías de evaluación de conocimientos.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes

Los antecedentes descritos a continuación servirán de aporte para el desarrollo de la investigación. A continuación se mencionan algunos trabajos elaborados por diferentes autores en el área de la ingeniería civil; de cada uno de éstos se tomarán los elementos más importantes para desarrollar el objetivo del trabajo de investigación.

Paul (2017), con el objetivo de desarrollar el contenido para un curso masivo en línea (MOOC) sobre el diseño de anclajes preinstalados al concreto, elaboró una serie de contenido audio visual y un conjunto de manuales como material de apoyo para el curso, con el fin de difundirlo a partir de una plataforma gratuita. De acuerdo a las consideraciones expresadas en el código ACI 318-14, se diseñó anclajes individuales, mediante hojas de cálculo y con los datos obtenidos se realizó una serie de graficas de relación, profundidad de empotramiento y carga de diseño; así como también una tabla de dimensiones mínimas para la estructura.

Con el contenido del trabajo antes mencionado, podemos aportar al texto, el conocimiento básico de lo que se necesita para el desarrollo de un MOOC en el área de la ingeniería civil. Demuestra la capacidad para buscar, filtrar, gestionar y analizar información según necesidades e intereses realizando valoraciones con criterio propio. Como también, para establecer relaciones en red compartiendo información y conocimiento profesional.

En ese sentido, Ochsendorf (2009), desarrolló un curso en línea con el objetivo de darles a los estudiantes una apreciación de la importancia del diseño estructural de hoy, con un énfasis en el impacto ambiental de la construcción a gran escala. En el MOOC, se hace hincapié en el desarrollo histórico de forma estructural y la evolución de los conocimientos, a partir de las catedrales góticas de puentes colgantes de gran luz. En el mismo, los estudiantes investigaron el comportamiento de sistemas estructurales y elementos a través de ejercicios de diseño, estudios de casos y pruebas de carga de los modelos, proporcionándoles un conocimiento básico de análisis y diseño estructural de edificios, puentes y otras estructuras en diversos materiales como la madera, mampostería, acero y concreto.

Con el propósito de obtener los conocimientos acerca del tema a documentar, será necesario tomar apuntes del curso realizado, a fin de hacer referencia para el diseño estructural en concreto armado, tomando en cuenta los requerimientos mínimos estructurales y la capacidad de carga última para el diseño a la hora de hacer valer los análisis o procedimientos empleados en los textos a documentar.

De igual manera, Socrate (2006), elaboró un MOOC, en donde el objetivo principal es aprender a predecir el comportamiento elástico lineal, y evitar fallas estructurales, apoyándose en las nociones de equilibrio y compatibilidad geométrica. El curso cubre los conceptos fundamentales de la mecánica de medios continuos, incluyendo las fuerzas resultantes internas, los campos de desplazamientos, el esfuerzo y la tensión, brindándole a los estudiantes los conocimientos referentes a los principios del análisis estructural y la resistencia de los materiales en aplicaciones a tres tipos esenciales de elementos portantes: barras en carga axial, ejes de simetría axial en la torsión y flexión.

Este curso nos permitirá obtener conocimientos para que mediante el ajuste geométrico, se eviten las posibles deformaciones en la estructura, y los aspectos físicos del sistema estructural (incluyendo propiedades de los materiales y el suelo) que cuantifican las relaciones entre las fuerzas y movimientos - deformación.

En el mismo orden de ideas, Buyukozturk (2004) creó un MOOC, con la finalidad de proporcionar a los estudiantes una sólida formación en los principios de diseño de ingeniería estructural. Los mismos fueron expuestos a las teorías y conceptos de diseño, tanto de concreto, acero y el análisis a nivel de elementos y de sistema, desarrollando una comprensión de los problemas de diseño abiertos al mundo real. Además de las conferencias regulares, llevando a cabo las recitaciones semanales y sesiones de discusión del proyecto, este curso permitió la experiencia práctica en el diseño y las habilidades adquiridas y aprendidas a través del desarrollo de problemas de diseño integral. Los temas cubiertos permitirán determinar criterios de diseño para estructuras en concreto armado tomando en cuenta las acciones sísmicas, cargas, tipos de suelos y variaciones de temperatura.

2.2 Bases Teóricas Referenciales

2.2.1 Cursos abiertos masivos en línea (MOOC)

El MOOC, es un modelo educativo tecnopedagógico emergente, desarrollado en la modalidad en línea y caracterizado por el uso de los recursos de internet y las TIC; se centra en el estudiante, quien es el responsable directo y absoluto de su propio aprendizaje; es masivo, porque es una propuesta formativa dirigida a miles de participantes de modo simultáneo y abierto, por ser de acceso gratuito, es decir, porque cualquier persona puede acceder libremente a los contenidos digitalizados de los

cursos sin otro requisito que su motivación para aprender.

De acuerdo con McAuley, Stewart, Siemens y Cormier (2010), los MOOC, se basan en la cooperación activa de un grupo masivo de estudiantes que autoorganizan sus participaciones de acuerdo con los objetivos de aprendizaje con sus conocimientos previos y con las habilidades que poseen, compartiendo intereses comunes.

Así lo sostienen Liyanagunawardena, Williams y Adams (2013). Los MOOC, permiten llegar a una audiencia considerable, su auge proporciona oportunidades de aprendizaje de tal forma que los países en vías de desarrollo pueden optar por ellos, como una solución para que grandes cantidades de estudiantes puedan tener acceso a la educación a través de internet.

Baggaley (2013), afirma que los MOOC, se han presentado como toda una revolución que plantea alternativas socio-constructivistas y conectivistas para la educación y la formación, que busca aprovechar al máximo las ventajas que ofrecen las nuevas tecnologías; asimismo, estos cursos ofrecen grandes oportunidades para la autogestión del aprendizaje y para el trabajo colaborativo.

Para las universidades, los MOOC, han resultado una alternativa atractiva porque mejora la reputación de las instituciones y del profesorado ante la sociedad, al presentarse como fuentes de conocimientos innovadores y de calidad. También, permiten atraer la atención de nuevos estudiantes nacionales e internacionales y ofrecen grandes oportunidades para la investigación sobre cuestiones relativas al aprendizaje y las interacciones humanas en red.

2.2.2 Tecnología de información y comunicación (TIC)

La concepción moderna de las tecnologías de información y comunicación según Gil (2002), comprende en aplicaciones, sistemas, herramientas, técnicas y metodologías asociadas a la digitalización de señales analógicas, sonidos, textos e imágenes, manejables en tiempo real. Asimismo, se relaciona con equipos de computación, software, telecomunicaciones, redes y bases de datos, lo que permite destacar que la evolución del proceso humano de recibir información y comunicarse, está estrechamente relacionada con la evolución tecnológica, pues trae consigo transformaciones a nivel comercial, educativo, cultural, social y económico, por su carácter global, accesible y universal.

De igual manera, Cobo (2009), confirma que las TIC son todos los dispositivos tecnológicos que permiten editar, almacenar, intercambiar y transmitir datos entre diferentes sistemas de información que cuentan con protocolos comunes y sirven para la gestión del conocimiento.

De hecho, se ha constatado que un alto nivel de incorporación de tecnología puede estar asociado con un alto nivel de interacción (Keefe, 2003a; 2003b), posibilitando un aprendizaje activo. Permite ofrecer al educador nuevas formas de enseñar y reflexionar sobre su propia práctica educativa, permitiéndole facultar al estudiante en el uso de dicha tecnología para estimular el proceso de aprendizaje. Las TIC, tienen ese potencial que permite diseñar distintos escenarios de interacción que se verán reflejados en experiencias significativas en los ambientes de aprendizaje, esto es, cuando dicho ambiente se ha diseñado con una bien definida y clara intención, con el objetivo de estimular el aprendizaje a través de la interacción de diversas formas (alumno-alumno, alumno-profesor, alumno-contenidos).

2.2.3 Recursos Educativos Abiertos (REA)

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE (2007), son los materiales digitalizados ofrecidos de manera libre y abierta para educadores, estudiantes y autodidactas para utilizarlos y reutilizarlos con fines educativos.

En la actualidad, el proceso educativo se ha visto potencializado con la incursión de los recursos tecnológicos que nos ofrecen las TIC, las cuales proporcionan las herramientas necesarias para aprovechar los REA, que, a través de la red de internet, se ofrecen de manera libre para la enseñanza y el aprendizaje. Este hecho, consolida el compromiso que la Organización de las Naciones Unidas para para la Educación, la Ciencia y la Cultura UNESCO (2012), adopto como misión frente al apareamiento de la revolución tecnológica, con miras a ampliar el espacio del conocimiento satisfaciendo en gran medida las actuales demandas de la sociedad y abrir nuevas posibilidades de desarrollo sostenible, replanteando nuevas experiencias de aprendizaje. En la Declaración de Paris sobre los Recursos Educativos Abiertos la UNESCO recomendó a los países miembros lo siguiente:

Promover y utilizar los recursos educativos abiertos para ampliar el acceso a la educación en todos los niveles, tanto formal como no formal, en una perspectiva de aprendizaje a lo largo de toda la vida, contribuyendo así a la inclusión social, a la igualdad entre hombres y mujeres y a la educación para personas con necesidades educativas especiales. Mejorar tanto la rentabilidad y la calidad de la enseñanza como los resultados del aprendizaje a través de un mayor uso de los recursos educativos abiertos (2012, p. 2).

2.2.4 Movimiento Educativo Abierto

Ramírez (2012), define este movimiento como las actividades

educativas de acceso abierto que van desde el uso de REA, la producción de materiales con licenciamiento abierto, la selección de REA, la disseminación de prácticas de cualquier entorno y la movilización hacia las prácticas educativas. El concepto hace referencia a todo el proceso que involucra la movilización del conocimiento con fines educativos, resaltando que la producción, creación y el uso de REA, hacen posible el desarrollo de las actividades con un cambio de paradigma.

Este acceso libre a la información, ha sido el precedente para que instituciones educativas de todo el mundo, especialmente universidades, adopten mecanismos para que sus estudiantes tengan un acercamiento con los REA en su proceso de formación.

2.2.5 Los MOOC y la Educación Superior

El movimiento MOOC, es sin duda un hito en la educación del siglo XXI y ha supuesto una revolución en el modelo de formación continua. La gratuidad y masividad son los dos conceptos que diferencian este tipo de formación, de la ya tradicional enseñanza online. Siendo una alternativa a los tantos nuevos retos a los que se enfrenta la Universidad por la decisiva importancia de los procesos comunicativos, con todas las implicaciones que ello tiene en todas las vertientes de la realidad.

La valoración del papel de los MOOC, en el sistema educativo actual se genera en el contexto de la universalidad del conocimiento. Es más, significa su principal objetivo: poner a disposición de, literalmente, un número indefinido y masivo de personas nuevos conocimientos, haciendo uso de las pedagogías y metodologías didácticas extendidas de modo global.

Por lo tanto, se puede considerar un MOOC, como un camino para aprender, idealmente es un curso abierto, participativo, distribuido y una red

de aprendizaje para toda la vida, es un camino de conexión y de colaboración, es un trabajo compartido, Vizoso (2013). En este sentido, los MOOC, están siendo considerados por muchos investigadores como un tsunami que está empezando a afectar a la estructura tradicional de organización universitaria y formativa, Weissmann (2012).

2.2.6 Fundación o cimiento

Según Vezga (1986), el propósito de una fundación es transmitir la carga que viene de una columna, muro o pared, al terreno soporte, sin ocasionar asentamientos pronunciados y visibles en una edificación.

La cimentación es denominada (Berry and Reid, 1993), como la parte de la estructura que a menudo se encuentra por debajo del nivel del terreno y trasmite la carga a un estrato resistente. Siendo en la práctica de la ingeniería civil la estructura encargada de aplicar la carga al material subyacente (suelo o roca).

Si un estrato de suelo adecuado para soportar la estructura está ubicado a relativamente poca profundidad, la estructura pudiera ser fundada a través de fundaciones directas o fundaciones superficiales. Por el contrario, si los estratos superiores son demasiado blandos, las cargas deben ser transmitidas a estratos competentes profundos por medio de fundaciones profundas.

2.2.7 Fundación profunda

Cuando el suelo situado al nivel en que se desplantaría normalmente una zapata o una losa de fundación, es débil o compresible para proporcionar un soporte adecuado, las cargas se deben transmitir a un material más adecuado a mayor profundidad. Es entonces una cimentación

profunda (Das, 2001), aquella estructura utilizada para transmitir las cargas a estratos más resistentes evitando los más débiles. Éstos, poseen la característica de penetrar el terreno para transmitir por fricción lateral parte de la carga que recibe, mientras que la parte restante llega hasta su base y se transfiere a un nivel situado considerablemente por debajo de la superficie del terreno circundante.

Para la ejecución de los elementos de cimentación profunda, es importante tener en consideración cuatro aspectos fundamentales:

1. Método por el cual se transmitirá la carga al subsuelo.
2. Características de los materiales que se emplearán para la construcción de los elementos de cimentación.
3. Procedimiento constructivo que se implementará.
4. El presupuesto destinado, como factor económico donde se contemplan los rubros de maquinaria, costo de mano de obra y de materiales.

2.2.8 Pilotes

Según Bowles (1997), son miembros estructurales de concreto, acero o madera con sección transversal pequeña y una longitud considerable que cumple la función de transmitir las cargas de la estructura a través de estratos de suelo de baja capacidad de carga hasta llegar a un estrado adecuado. Prefabricados en su mayoría y se hincan por lo general con la ayuda de una piloteadora que tiene un martinete o un vibrador.

2.2.9 Funciones y usos de los pilotes

El pilote es un elemento estructural que forma parte de la infraestructura de la edificación, cuyas funciones principales son las siguientes:

1. Transferir cargas de la superestructura y del resto de la infraestructura a través de estratos débiles o compresibles, a través del agua o aire, hasta estratos inferiores con la suficiente capacidad de carga como para soportar la estructura, comportándose el pilote como una extensión de columna o pilar. Estos estratos inferiores pueden ser rocas, arcillas duras o suelos de baja compresibilidad. Al pilote que reposa sobre estos estratos se le denomina "pilote de punta" (Fig. 1.a).
2. Transferir o repartir la carga sobre un suelo relativamente suelto a través de la fricción de superficie entre el pilote y el suelo. Este tipo de pilote se le denomina "pilote de fricción" y a su vez se puede subdividir, según Terzaghi, en pilotes de fricción en suelos de grano grueso muy permeable y pilote de fricción en suelos de grano fino o de baja permeabilidad. En la naturaleza es difícil encontrar estratos de suelos homogéneos, por lo que no existe un límite real entre estas categorías (Fig. 1.b).
3. En situaciones donde el suelo alrededor de un pilote lo mueve hacia abajo, a esto se le denomina "fricción negativa", esta fricción tiende a hundir el pilote y si éste no puede penetrar más, en la punta del pilote se generará una presión concentrada. Este caso se puede presentar cuando se hinca un pilote en un estrato blando en cuya superficie se coloca un relleno que consolide el terreno, entonces éste al consolidarse generará en las caras del pilote unas fuerzas de fricción hacia abajo que se denominan fricción negativa (Fig. 1.c).
4. Proporcionar anclaje a estructuras sujetas a subpresiones, momentos de volteo o cualquier efecto que trate de levantar la estructura. Las fuerzas horizontales se resisten por pilotes en flexión (Fig. 1.d) o por grupos de pilotes verticales e inclinados que actúan como un sistema estructural, combinando las resistencias axiales y laterales de todo el grupo (Fig. 1.e).

5. Alcanzar con la cimentación profundidades que no estén sujetas a erosión, socavaciones u otros efectos (Fig. 1.f).
6. Para evitar los daños que puede producir 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 (Fig. 1.g).
7. En áreas de suelos expansivos o colapsables, para asegurar que los movimientos estacionales no sucederán (Fig. 1.h).
8. Proteger estructuras marinas como muelles, atracaderos, contra impactos de barcos u objetos flotantes.
9. Soportar muros de contención, contrafuertes o cimentaciones de máquinas.
10. Compactar el suelo.

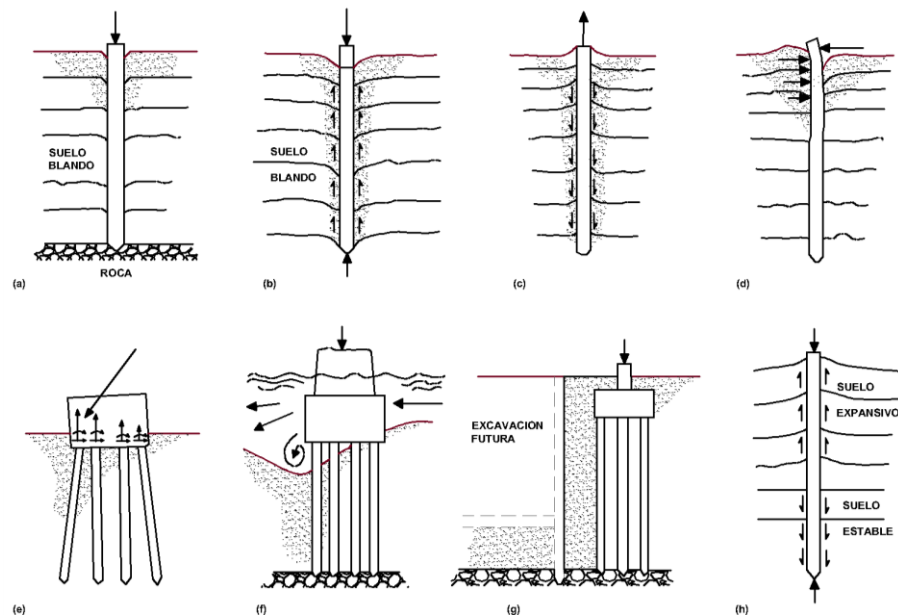


Figura 1 Casos donde puede necesitarse pilotes.

Fuente: Alva, J.

2.2.10 Justificación de los pilotes

Las fundaciones con pilotes son más costosas y de mayor dificultad constructiva que las fundaciones superficiales, por lo que la decisión de usarlos debe estar plenamente justificada por un Informe Geotécnico.

1. Alta probabilidad de una falla local del suelo al superarse su capacidad portante, por lo que debe buscarse estratos profundos más firmes para descargar las cargas mediante las fundaciones indirectas o profundas.
2. Aseguramiento de la estabilidad y funcionalidad de las fundaciones.
3. Existencia de socavación.
4. Características de los estratos del subsuelo.
5. Menor perturbación del suelo.
6. Condiciones del nivel freático que pueden afectar la estabilidad, el servicio y el mantenimiento de la construcción.
7. Construcción cercana a taludes potencialmente inestables.
8. Sistemas de fundaciones con condiciones de cargas o de solicitaciones inclinadas u horizontales de magnitudes elevadas.
9. Facilidad de incrementar el número de pilotes en el sitio, en caso de ser necesario.
10. Accesibilidad al lugar de construcción y facilidades para instalar, maniobrar y operar los equipos. Época del año que impiden o limitan la construcción.
11. Posibilidad de daños a construcciones vecinas y colindantes.
12. Magnitud de las cargas impuestas incluyendo las de transporte y las del método de ejecución.
13. Daños a los pilotes una vez colocados.

2.2.11 Capacidad de carga de pilotes bajo cargas axiales

Adicionalmente a la resistencia propia de los pilotes como elementos estructurales independientes o en grupo, la capacidad portante de los mismos se refiere aquí a la del suelo de fundación, donde los pilotes se hincan o vacían in situ.

Por lo tanto, la resistencia de estas fundaciones profundas depende de la naturaleza del terreno y del modo de difusión de la carga. En virtud del elevado número de parámetros que intervienen aleatoriamente en el problema, las soluciones propuestas sólo permiten alcanzar resultados aproximados, algunos de los cuales pueden ser confirmados por las pruebas de carga.

Según FONDONORMA 1756 – 2006, la resistencia de diseño a carga axial de miembros comprimidos, ϕN_n , no será mayor que uno de los siguientes límites:

$$\phi P_n = \phi N_n, \max = 0,85 \phi (0,85 f'_c A - A_s + A_s f_y) \quad (\text{ec. 1})$$

Donde:

$$\phi = 0,70$$

f'_c = Resistencia a la compresión no confinada del concreto (28 días).

A = Área de la sección.

A_s = área de acero.

F_y = Esfuerzo de fluencia del acero.

Para el cálculo del área de acero A_s , se aplica la ec. 2 despreciando la capacidad de aporte de carga a las armaduras longitudinales del pilote, fijándose como porcentaje mínimo de acero el 5% del área gruesa ($0,005 A_g$)

y nunca menor de seis (6) cabillas longitudinales.

$$A_s = 0,5\% * 0,79\phi_p^2 \quad (\text{ec. 2})$$

$$A_s = 0,00395 \phi_p^2 \quad (\text{ec. 3})$$

Sustituyendo en la ecuación 1.

$$\phi P_n = 0,85 \cdot 0,70 \cdot 0,85 \cdot 250 \cdot 0,79\phi_p^2 - 0,00395 \phi_p^2 + 0,00395 \phi_p^2 * 4200 \quad (\text{ec. 4})$$

$$\phi P_n = 109,26 \phi_p^2 \quad (\text{ec. 5})$$

2.2.12 Capacidad de carga de pilotes en arenas

En el caso de los pilotes en arena, la carga limite por fricción lateral se obtiene de multiplicar el coeficiente de fricción entre el suelo y pilotes, por la presión horizontal que ejerce el suelo en la altura total del fuste. Esta presión horizontal es función de la sobrecarga vertical del suelo en contacto con el pilote, y aumenta con la profundidad.

Según Fratelli se ha podido comprobar, en forma experimental, que en los pilotes hincados la presión vertical no crece indefinidamente en toda la altura del pilote, sino que por debajo de un cierto nivel de penetración, conocido como "Altura crítica" h_c , se estabiliza y se mantiene constante como se muestra en la figura 2. La altura crítica varía según el tipo de suelo y las dimensiones del pilote.

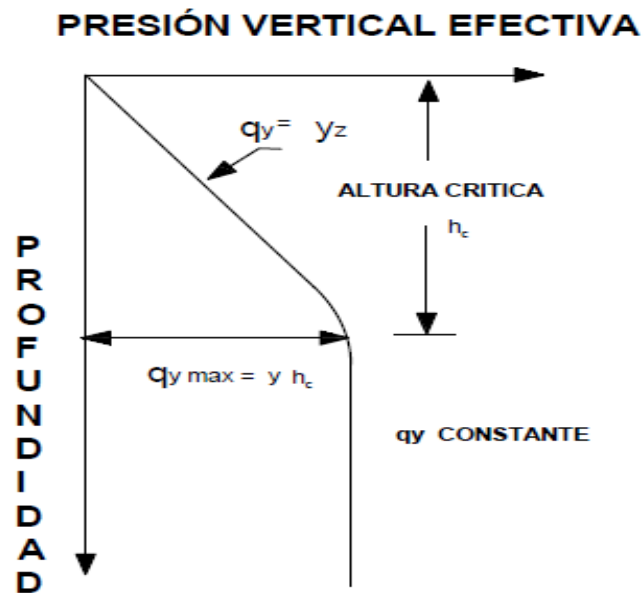


Figura 2 Altura crítica h_c

Fuente: Fratelli, M. (1993)

En términos generales, se pueden adoptar los valores.

$h_c = 10 D$ en arenas y gravas sueltas. (ec.6)

$h_c = 15 D$ en arenas intermedias. (ec. 7)

$h_c = 20 D$ en arenas densas o compactas. (ec.8)

El valor de h_c utilizado será el promedio de los mismos, ec. 7.

La resistencia límite en suelos no cohesivos, por fricción lateral resulta:

$$P_{uf} = p * \text{Area del diagrama de } q_v * k f \quad (\text{ec.9})$$

Donde:

p = Perímetro de la sección transversal del pilote.

K = Coeficiente de presión lateral del suelo, cuyo valor depende de la forma de instalación, como indica la tabla 1. En este caso se tomara el valor de pilotes excavados.

Tabla 1 Coeficiente de presión lateral del suelo “K”

CONDICION	K	
En el momento de la hinca	1	1.3
Luego del hincado del pilote	0.7	
En pilotes excavados	0.5	
Pilotes a traccion	0.6	

Fuente: Fratelli, M (1993).

f se obtiene de la tabla 2 de los valores promedios de f para distintos tipos de suelo en arenas.

Tabla 2 Angulo ϕ de fricción interna y δ de fricción entre el suelo y muro o pilote.

CLASE DE SUELO	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA ϕ		ANGULO DE FRICCIÓN ENTRE SUELO Y MURO O PILETE δ		f = tg δ
	Suelo		Suelo		
	Seco	Húmedo	Seco	Húmedo	
Arena gruesa y mediana, bien compactada	40° a 42°	35° a 37°	38°	30°	0,7 a 0,58
Arena gruesa y mediana normal	38°	27°	32°	26°	0,62 a 0,48
Arena gruesa y fina	37°	30°	29°	27°	0,55 a 0,5
Arena mediana y fina	35°	28° a 30°	25°	21°	0,46 a 0,38
Arena fina limosa	36°	29°	29°	26°	0,55 a 0,48
Limo arenoso	35°	26°	28°	25°	0,53 a 0,46
Limo arcilloso y arena mediana	-	31°	-	29°	0.55
Arcilla arenosa	16° a 20°	10° a 18°	17°	12°	0,3 a 0,25
Tierra vegetal	20° a 26°	-	12°	9°	0,2 a 0,15
Limo	15°	-	6°	-	0.1
Turba	5°	-	-	-	-

Fuente: Fratelli, M. (1993).

q_v = presión vertical efectiva.

Siendo, $q_v = \gamma h_c$ (ec. 10)

γ se obtiene de la tabla 3 de los valores promedios de peso específico γ para distintos tipos de suelos en arenas.

Tabla 3 Peso específico γ y capacidad portante σ_{adm}

CLASE DE SUELO	PESO ESPECIFICO γ (kg/m ³)	CAPACIDAD PORTANTE σ_{adm} (kg/cm ²)	
		Suelo seco	Suelo inundado
Roca dura, estratificada, sana y compacta	2800 a 3000	60 a 100	-
Roca no estratificada, con algunas fisuras	2700	40 a 50	-
Rocas estratificadas	2600	25 a 30	-
Piedra caliza compacta	2500	10 a 20	-
Piedra caliza porosa	2000	8 a 10	-
Esquistos o roca blanda	1800 a 2000	8	-
Grava con arena compacta (al menos 1/3 de grava de 70 mm)	2000	5 a 8	2 a 4
Arena gruesa firme y con algo de humedad (1 a 3 mm)	1900 a 2000	4 a 6	2.00
Arena gruesa seca	1800	3 a 5	-
Arena fina húmeda	1750	2 a 5	1 a 2
Arena fina seca	1700	1 a 2	-
Arena arcillosa mediana y densa	1900	2 a 3	0,5 a 1
Arena arcillosa seca y suelta	1700	1 a 2	-
Arcilla dura compacta	1800	4	-
Arcilla muy firme	1800	2 a 3	-
Arcilla semi dura	1750	1 a 2	-
Arcilla mediana	1700	0,5 a 1	-
Arcilla blanda	1700	<0,5	-
Limos	1700	<0,4	-
Fango, lodo o turba inorgánica	900	-	-
Suelos orgánicos	1600	-	-
Tierra vegetal seca	1700	-	-
Rellenos sin consolidar	1700	-	-

Fuente: Fratelli, M (1993).

Sustituyendo en la ec. 10.

$$q_v = 0,0018 * 15 \phi_p \quad (\text{ec. 11})$$

$$q_v = 0,027 \phi_p \quad (\text{ec.12})$$

Finalmente sustituimos en la ec. 9.

$$P_{uf} = \phi_p \pi * q_v \frac{h_c}{2} + q_v \frac{h_c}{2} * k f \quad (\text{ec. 13})$$

$$P_{uf} = \phi_p \pi * 0,027 * 7,5\phi_p + 0,027 * 7,5\phi_p * 0,5 * 0,49 \quad (\text{ec. 14})$$

$$P_{uf} = 0,31 \phi_p^3 \quad (\text{ec. 15})$$

La resistencia límite por punta, en pilotes cilíndricos:

$$P_{up} = q_v N_q + 0,3 \gamma D N_\gamma A \quad (\text{ec.16})$$

Donde:

A = es el área de la sección transversal del pilote en la punta.

N_q y N_γ se obtienen de la figura 3 y corresponden al promedio de sus valores.

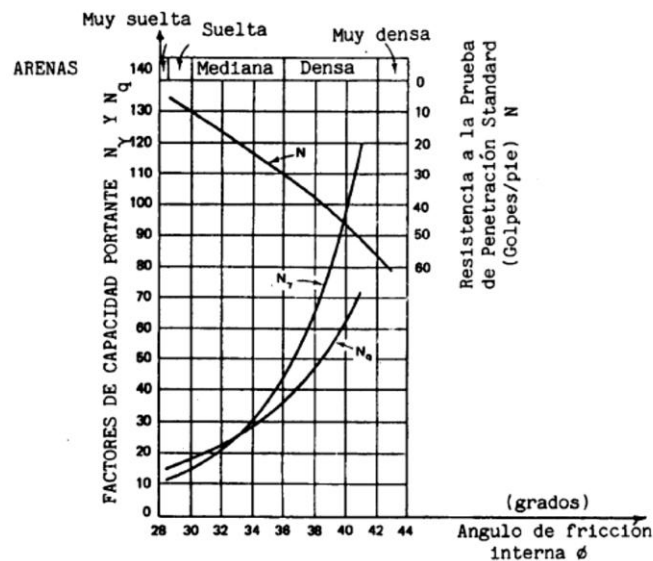


Figura 3 Factores de capacidad de carga.

Fuente: Fratelli, M. (1993).

Sustituyendo en ec. 16.

$$P_{up} = 0,027 * 43 + 0,3 * 0,0018 \phi_p 65 \frac{\phi_p^2 \pi}{4} \quad (\text{ec. 17})$$

$$P_{up} = 0,94 \phi_p^3 \quad (\text{ec. 18})$$

2.2.13 Capacidad de carga de pilotes en arcillas

Si bien la hincada de pilotes en suelos granulares los densifica y compacta, en las arcillas el efecto es diferente, ya que las disturba temporalmente, incrementando su compresibilidad y disminuyendo la resistencia inicial del suelo.

Sin embargo en virtud de las características tixotrópicas de las arcillas, luego de un cierto periodo de tiempo (aproximadamente un mes), los valores de la resistencia al corte se recuperan, y aún llegan a incrementarse después de un año.

Este efecto se produce porque a causa de la hincada, se aumenta la presión de los poros del suelo, pero a medida que transcurre el tiempo, este exceso de presión se va disipando y se consolida el estrato de arcilla, al disminuir su relación de vacíos.

En general, esta pérdida inicial de la resistencia de las arcillas debida a la hincada de los pilotes no afecta a la superestructura, debido a que las cargas no se aplican con su máxima magnitud hasta finalizar la obra, luego de un cierto periodo de tiempo.

Pero si por alguna causa los pilotes en arcillas deben cargarse inmediatamente luego de hincados o colocados, esta reducción transitoria de la resistencia debe ser tomada en cuenta. Según Fratelli, la resistencia límite por fricción de los pilotes en arcillas se obtiene:

$$P_{uf} = \alpha c A_f \quad (\text{ec. 19})$$

Donde:

A_f = Área del fuste, según ec. 20.

$$A_f = \phi_p^2 \pi h_p \quad (\text{ec. 20})$$

Para la altura del pilote h_p se adopta un valor de 10 m y 15 m.

Sustituyendo en la ec. 20.

Para $h_p = 10$ m

$$A_f = \phi_p^2 \pi 1000 \quad (\text{ec. 21})$$

$$A_f = 3140 \phi_p^2 \quad (\text{ec. 22})$$

Para $h_p = 15$ m

$$A_f = \phi_p^2 \pi 1500 \quad (\text{ec. 23})$$

$$A_f = 4710 \phi_p^2 \quad (\text{ec. 24})$$

α = Factor de adhesión que afecta la magnitud de la cohesión c . los valores de α se obtienen del grafico de figura 4 y corresponde al promedio de sus valores.

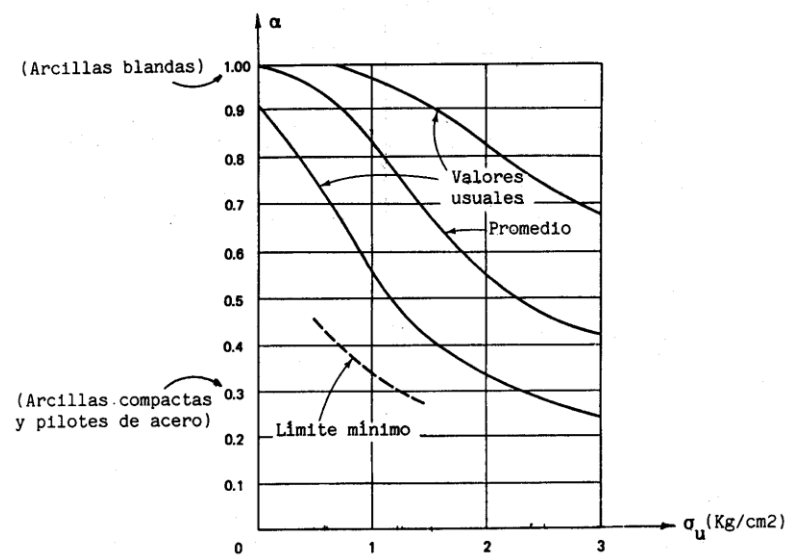


Figura 4 Factor de adhesión.

Fuente: Fratelli, M. (1993).

Para arcillas blandas, con muy baja resistencia a corte, $\alpha = 1$, es decir la adhesión producida entre el fuste y la arcilla es prácticamente igual a la cohesión c .

c = cohesión: El valor de la cohesión c de las arcillas se obtiene del promedio de sus valores de la Tabla 4.

Tabla 4 Valores de Cohesión c en suelos arcillosos.

CLASE DE SUELO	c (Kg/cm²)
Arcilla muy blanda	
Arcilla blanda	0,05 a 0,1
Arcilla mediana	0,25 a 0,5
Arcilla firme	0,6 a 0,8
Arcilla muy firme	0,8 a 1
Arcilla dura y compacta	1 a 1,2
Arcilla arenosa densa	0,4 a 0,6
Arcilla arenosa suelta	0.1
Limo	0,1 a 0,3

Fuente: Fratelli, M (1993)

Sustituyendo en la ec. 19.

Para $h_p = 10$ m

$$P_{uf} = 0,71 * 0,52 * 3140 \phi_p^2 \quad (\text{ec. 25})$$

$$P_{uf} = 1159,29 \phi_p^2 \quad (\text{ec. 26})$$

Para $h_p = 15$ m

$$P_{uf} = 0,71 * 0,52 * 4710 \phi_p^2 \quad (\text{ec. 27})$$

$$P_{uf} = 1738,93 \phi_p^2 \quad (\text{ec. 28})$$

La resistencia por punta de los pilotes en suelos arcillosos se obtiene:

$$P_{up} = c N_c A \quad (\text{ec. 29})$$

Para N_c se adopta un valor constante: $N_c = 9$. En los suelos con estratos diferentes, el valor de c corresponde al del estrato donde está la

punta. A es el área de la sección transversal de la punta del pilote.

Sustituyendo en la ec. 29.

$$P_{up} = 0,52 * 9 * \frac{\phi_p^2 \pi}{4} \quad (\text{ec. 30})$$

$$P_{up} = 3,68 \phi_p^2 \quad (\text{ec. 31})$$

2.2.14 Cabezales

Los cabezales son elementos estructurales monolíticos de concreto armado, de considerable volumen y rigidez, que cumplen la función de conectar las cabezas de los pilotes, transfiriéndoles las cargas de la superestructura, ver figura 5. A su vez, los pilotes transmiten las cargas al subsuelo, por lo tanto los cabezales se comportan en forma similar a las bases aisladas directas, con la diferencia que en los cabezales, las reacciones del suelo actúan como cargas concentradas, en el eje de los pilotes.

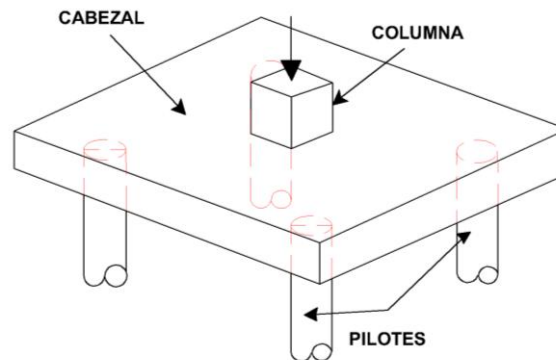


Figura 5 Cabezales de pilotes.

Fuente: ACI 318-14.

Según Landa (1988), los cabezales se consideran como zapatas de fundación que se encuentran apoyados sobre pilotes, diferenciándose de la zapata y del tipo de la zapata directa en razón de que no acepta ninguna contribución del suelo inmediatamente en contacto con el cabezal. Se

establece que los mismos, deberán tener la forma geométrica más sencilla posible que abarque los pilotes de apoyo con el fin de ubicar y desarrollar los esfuerzos sobre el cabezal a su más mínima intensidad. El dimensionamiento y detallado de los cabezales debe asegurar que el pilote desarrolle su capacidad resistente en la conexión. En aquellos pilotes que necesiten refuerzo de confinamiento en su tope, será extendido dentro de la longitud del cabezal.

2.2.15 Criterios generales de diseño

Si se suman todas las reacciones de los pilotes de un mismo cabezal, y se dividen por el área en planta de este, se obtiene una presión estática equivalente, la cual en general alcanza magnitudes considerables, pues los pilotes tienen gran capacidad de carga.

La forma y dimensiones en planta de los cabezales dependen del número de los pilotes, de las dimensiones de éstos y de su separación. El valor adoptado de recubrimiento “r” medido desde la cara exterior de los pilotes. Se adopta generalmente:

$$r \geq 10 \text{ a } 15 \text{ cm} \quad (\text{ec.32})$$

La separación “s” entre ejes de pilotes dependerá de la forma principal de trabajo de los mismos. En pilotes que trabajan por punta, apoyados en roca o en un estrato firme del subsuelo, se debe cumplir:

$$\left. \begin{array}{l} D + 30 \text{ cm} \\ 1,75 \text{ a } 2,5 D \\ \frac{\text{Carga en cada pilote (en kg)}}{\text{Capacidad portante del suelo (en } \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2})} \end{array} \right\} \quad (\text{ec. 33})$$

En pilotes que trabajan por fricción, en suelos cohesivos, la separación “S” resulta:

$$\left\{ \begin{array}{l} 2,5 \text{ a } 3 D \\ 75 \text{ cm} \end{array} \right. \quad (\text{ec. 34})$$

D es el diámetro en pilotes cilíndricos o la magnitud de la diagonal en las secciones transversales cuadradas o H.

Esta separación debe mantenerse a lo largo de todo el pilote. A veces, si no se consigue que la resultante de las cargas pase por el centro de gravedad del pilotaje, conviene aumentar la separación de los pilotes para disminuir la carga en los mismos debida al momento producido por la excentricidad.

Los cabezales se pueden agrupar de 2 a 12 pilotes, si bien es preferible que todo cabezal conecte con un mínimo de 3 pilotes ubicados en los vértices de un triángulo isósceles, ya que no necesita teóricamente arriostramientos, aunque todos los cabezales deben arriostarse en dos direcciones ortogonales para obtener una mayor estabilidad del conjunto.

Se toma como máximo doce (12) pilotes para que su eficiencia no disminuya excesivamente, ver la figura 6. Para hacer la consideración del cabezal como un solo cuerpo rígido y el tamaño del cabezal dependerá de la sección mínima “S” entre pilotes, la cual está regida por el tipo de suelo y la forma de trabajar sea a punta o a fricción.

Las normas permiten el empleo de cabezales con dos pilotes, siempre que el arriostramiento en las dos direcciones ortogonales resista la totalidad de las cargas de diseño y empujes horizontales debidos a excentricidades, cargas laterales de viento, sismo o empujes en general. Por lo tanto, en un

edificio apoyado sobre pilotes, todos sus cabezales deben hallarse rígidamente conectados por vigas de encadenado o riostras ortogonales, cualquiera sea el número de pilotes que tenga cada cabezal. De esta manera, se logra un mejor comportamiento de conjunto.

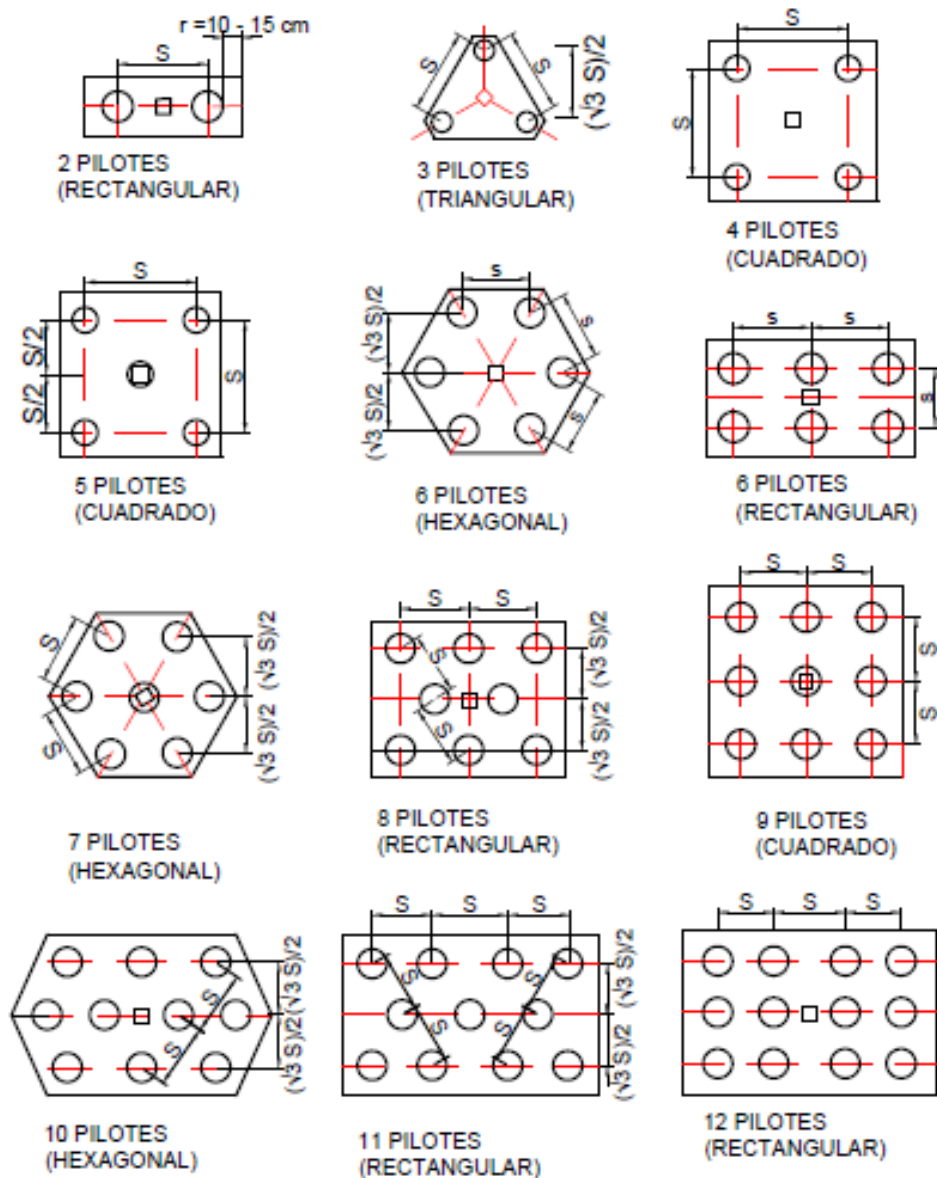


Figura 6 Cabezales con diferentes números de pilotes.

Fuente: Fratelli, M. (1993)

Para que un pilote puede considerarse empotrado en el cabezal, debe penetrar en él un mínimo de 15 cm; de lo contrario, se lo considera articulado en su extremo superior. Ver la figura 7. Los cabezales deben ser de concreto de buena calidad, con resistencia mínima de $f'c = 200$ a 250 kg/cm^2 , y se los armará en su borde inferior para resistir los esfuerzos de tracción producidos.

Las barras de la armadura resistentes deben tener un recubrimiento mínimo de 7.5 cm y se colocarán por encima de las cabezas de los pilotes. Por lo general, los cabezales se construyen vaciando el concreto directamente en los huecos excavados para tal fin en el suelo de fundación, sobre las cabezas de los pilotes, con excepción de las obras marítimas o fluviales, donde se deben usar encofrados. En los suelos expansivos, por otra parte, los cabezales deben aislarse convenientemente. (Ver figura 8).

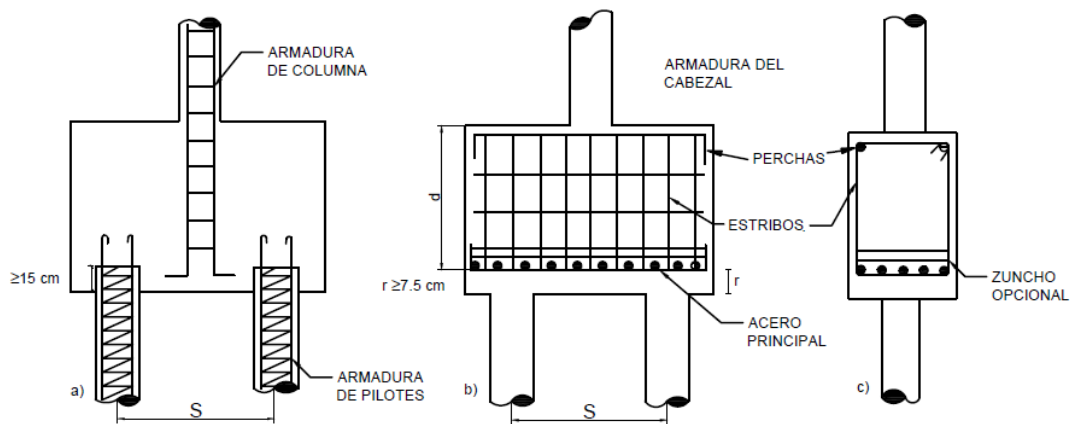


Figura 7 Armadura de pilotes y cabezales.

Fuente: Fratelli, M. (1993).

Las barras de la armadura longitudinal de la columna, así como las ligaduras, deben penetrar en el cabezal, en su altura total. Asimismo, la armadura de los pilotes es conveniente prolongar al menos 30 cm a partir de la cabeza de los pilotes, de modo de otorgarle suficiente anclaje dentro de la

masa de concreto del cabezal. En el borde inferior del cabezal, además, se suele disponer un zuncho como muestra en el esquema de la figura 6, para confinar la zona traccionada. Los estribos que se coloquen deben ser cerrados.

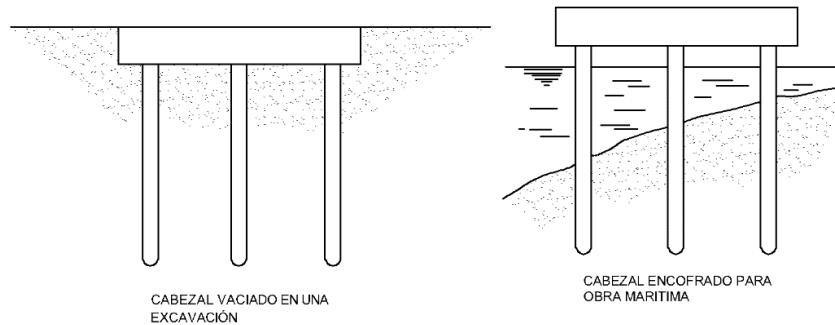


Figura 8 Cabezal vaciado y encofrado.

Fuente: Fratelli, M. (1993).

2.2.16 Diseño de cabezales

Para el diseño de los cabezales se han planteado distintos procedimientos e hipótesis, siendo el más aceptado el método de las bielas y el poco usado método de flexión como viga apoyada sobre pilotes, método cuestionado por no considerar que son vigas de gran altura y que en ellas no se cumple la hipótesis de la conservación de las secciones planas.

2.2.16.1 Método de la flexión

Se les conoce también como vigas – cabezales. Son aquellos cabezales que conectan las columnas con los pilotes y que por su geometría trabajan a flexión, ya que la relación de altura útil “d” de la viga – cabezal sea tal que la recta que une al centro de la base de arranque de la columna o pedestal con el centro de la sección superior del pilote forme con la vertical un ángulo superior a 40° sexagesimales. Ver figura 9.

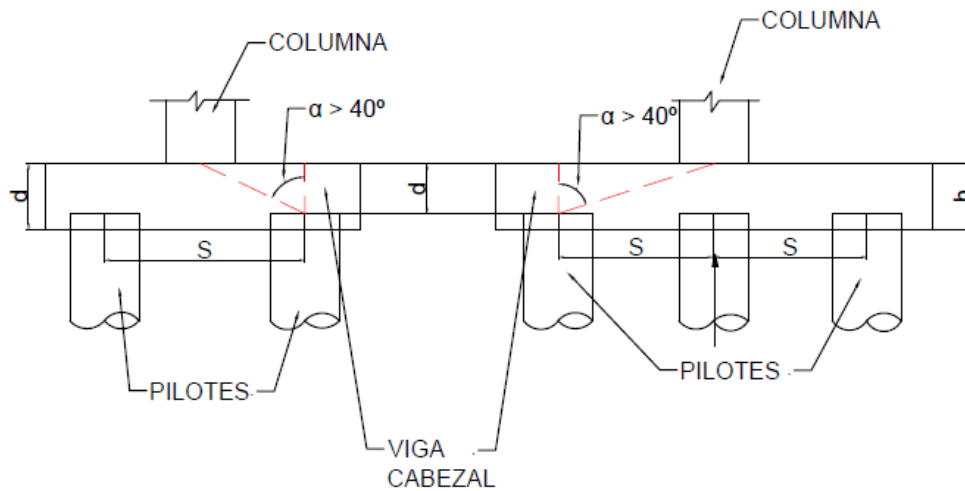


Figura 9 Método de flexión.

Fuente: Landa, C. (1988)

En estos casos se considera a la viga – cabezal trabajando a los efectos de flexión, corte y corte por punzonamiento, de manera similar como trabajan las zapatas de las fundaciones directas.

Las vigas - cabezales no transmiten ningún tipo de esfuerzos directos al suelo, solo lo hacen a través de pilotes.

2.2.16.2 Método de las bielas

Con la finalidad de tener un cuerpo rígido se crea un miembro monolítico llamado cabezal rígido, el cual en la conexión con los pilotes, se supone articulada, eliminando así la posibilidad de la presencia de momentos flectores en las cabezas de los pilotes. Por lo tanto, estos solo resisten cargas axiales aplicadas según su eje longitudinal.

Las normas permiten considerar los cabezales rígidos trabajando solo a tensión si se cumple que la relación de altura útil “d” sea tal que la recta que une al centro de la base de arranque de la columna o pedestal con el centro

de la sección superior del pilote forme con la vertical un ángulo inferior a 40° sexagesimales. Ver figura 10.

El cálculo de solicitaciones en cabezales rígidos se realiza por el método de las bielas.

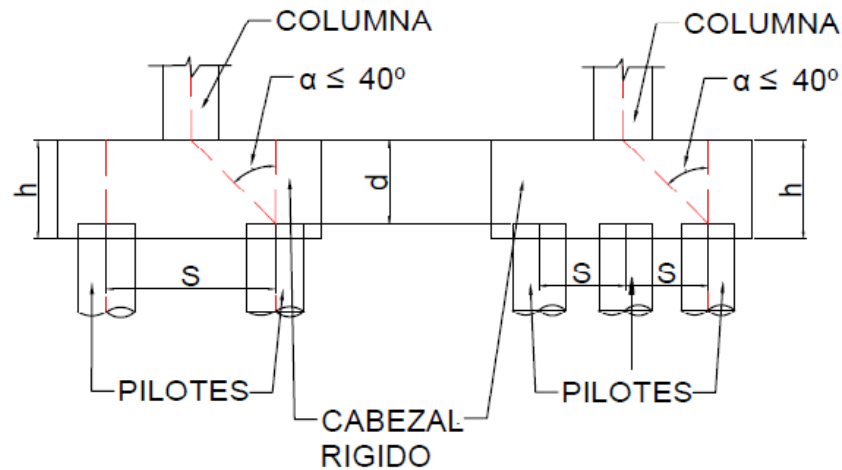


Figura 10 Método de las bielas.

Fuente: Landa, C. (1988).

El método de las bielas consiste en descomponer horizontalmente, la reacción máxima vertical previsible del pilote según la dirección de la línea recta que une al centro de la base de arranque de la columna o pedestal con el centro de la sección superior del pilote, esta reacción horizontal a tracción deberá ser absorbida con el refuerzo inferior en la dirección de los pilotes.

Para aplicar este método, se tiene en consideración los siguientes fundamentos:

1. El cabezal se considera que es perfectamente rígido.
2. La conexión entre el cabezal rígido y cada pilote se considera una articulación, es decir, no hay posibilidad de traspaso de momentos

flectores de la columna al pilote, igual el tipo de conexión se considera entre la sección inferior de la columna y el cabezal.

3. El pilote solo tiene capacidad de generar reacciones en la dirección de su propio eje.
4. Las cargas de las columnas son transmitidas a los pilotes por medio de bielas trabajando a compresión que van desde el centro de las columnas hasta el centro del pilote.
5. Estas bielas generan un equilibrio de fuerzas verticales entre las cargas que transmiten y la carga que los pilotes reciben. Ver figura 11.

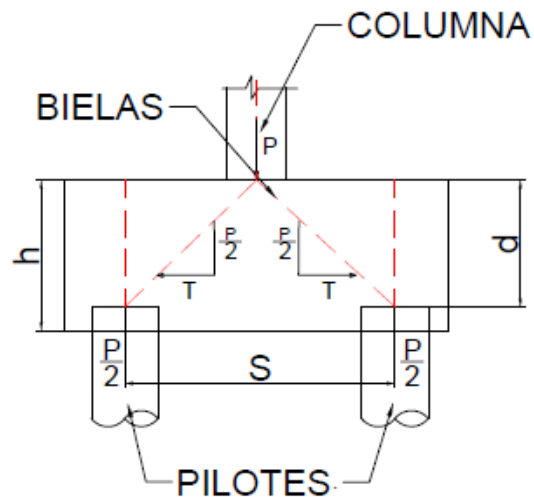


Figura 11 Transmisión de cargas en el método de bielas.

Fuente: Landa, C. (1988).

6. Por experimentos de laboratorio se ha demostrado que la falla en distintos cabezales rígidos se originan en el plano M por tracción (fuerza T) en dicho plano, por efectos de adherencia y anclaje, luego, se deben anclar las cabillas subiendo por los bordes hasta la cara superior, ver figura 12.

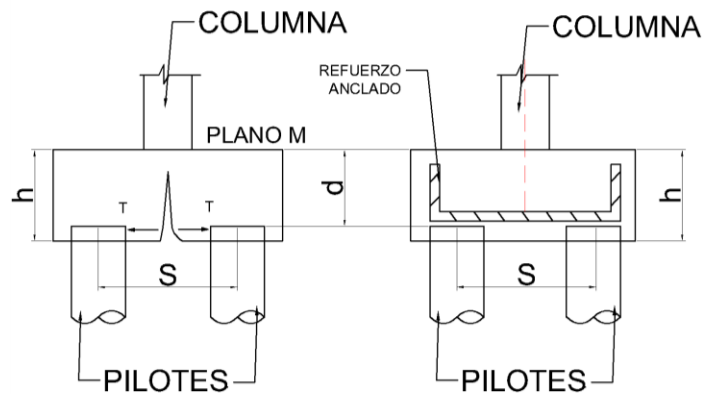


Figura 12 Falla en el plano M.

Fuente: Landa, C. (1988).

2.2.16.2.1 Determinación de la forma del cabezal y del número de pilotes requeridos

La forma geométrica del cabezal está restringida directamente al número “n” de pilotes y esta a su vez con la capacidad resistente de o los pilotes que se utilizarán.

Para determinar el número de pilotes “n” debemos conocer:

1. Mediante un estudio de suelo el diámetro ϕ_p disponible del pilote a utilizar, o de lo contrario se escoge el diámetro.
2. Definido el tipo de suelo se conoce la capacidad de carga de los pilotes ya sea en miembros confinados ϕP_u o por fricción lateral P_{uf} en arenas o arcillas.
3. Se dirige a la tabla de capacidad de carga según el diámetro y numero de pilotes, con los datos ya obtenidos se escoge el número de pilotes n necesario, pero nunca mayor de doce (12) pilotes.
4. Conocido el número n de pilotes se diseña el cabezal ya sea como viga-cabezal o cabezal rígido, según sea el caso.

2.2.16.2.2 Capacidad de carga a diámetro de pilote

Debido a que se está estudiando la capacidad de carga de los pilotes en diferentes tipos de suelo y diámetros establecidos, se obtendrán:

Capacidades de carga en miembros comprimidos según el diámetro de pilote, aplicando la ecuación 5.

Capacidades de carga por fricción lateral en arenas según el diámetro del pilote, aplicando la ecuación 15.

Capacidades de carga por fricción lateral en arcillas $h = 10$ m según el diámetro del pilote, aplicando la ecuación 26.

Capacidades de carga por fricción lateral en arcillas $h = 15$ m según el diámetro del pilote, aplicando la ecuación 28.

Todos los valores son aproximados y están supeditados a los determinados en el estudio de suelo, y se deben comparar con la resistencia nominal a carga axial P_o , ecuación 38.

$$P_o \geq \phi P_n, P_{uf} \quad (\text{ec. 35})$$

$$P_o = 0,85 f_c A_s + A_s f_y \quad (\text{ec. 36})$$

$$P_o = 0,85 * 250 * 0,00395 \phi_p^2 + 0,00395 \phi_p^2 * 4200 \quad (\text{ec. 37})$$

$$P_o = 17,43 \phi_p^2 \quad (\text{ec. 38})$$

2.2.16.2.3 Capacidad de carga según el diámetro y número de pilotes

Para el diseño de los cabezales se debe conocer la relación de distintas cargas aplicadas en un número n de pilotes, en miembros comprimidos ϕP_u y para suelos arenosos y arcillosos P_{uf} a diámetro de pilotes ϕ_p .

Relación de carga en miembros comprimidos- diámetro y número de pilotes, aplicando la ec.39.

$$P_{uf} = 109,26 \times \phi_p^2 \times n \quad (\text{ec. 39})$$

Relación de carga por fricción lateral en arenas- diámetro y número de pilotes, aplicando la ec. 40.

$$P_{uf} = 0,31 \times \phi_p^3 \times n \quad (\text{ec. 40})$$

Relación de carga por fricción lateral arcillas con pilotes $h = 10\text{m}$ - diámetro y número de pilotes, aplicando la ec. 41.

$$P_{uf} = 1159,29 \times \phi_p^2 \times n \quad (\text{ec. 41})$$

Relación de carga por fricción lateral arcillas con pilotes $h = 15\text{m}$ - diámetro y número de pilotes, aplicando la ec. 42.

$$P_{uf} = 1738,93 \times \phi_p^2 \times n \quad (\text{ec. 42})$$

2.2.16.2.4 Determinación de la fuerza T de tracción en cabezales rígidos

Notación general.

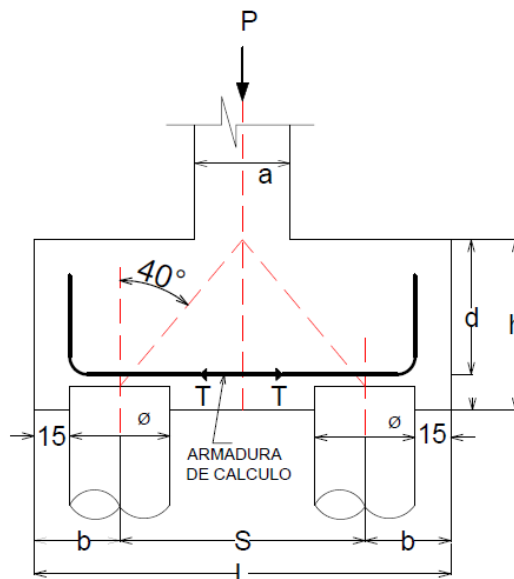


Figura 13 Notación general fuerza T de tracción.

Fuente: Arnal, H. (1984).

\emptyset = diámetro del pilote.	$f = S \frac{\sqrt{3}}{2}$
a = ancho de la columna	$f_1 = \frac{2}{3} f$
r = recubrimiento	$f_2 = \frac{1}{3} f$
$b = \frac{\emptyset}{2} + 15$	$g = S \frac{\sqrt{2}}{2}$
$c = \frac{c_1}{2}$	h = altura total del cabezal
d = altura útil del cabezal	$h = d + 15$
S = separación entre pilotes	$L_1 =$ lado del cabezal
R_p = capacidad de carga del pilote	$L_2 =$ lado del cabezal
P = carga resistente de pilotes	

La tabla 5 muestra las soluciones para la determinación del valor de la fuerza T de tracción para distintos casos de distribución de pilotes, desde el número dos (2) hasta número doce (12), con la misma distribución de pilotes de los tipos de cabezales mostrados en la fig. 6.

Tabla 5 Fuerza T de tracción en cabezales rígidos.

Cabezal	Valor de T	d	As
2 Pilotes Rectangular	$T_x = \frac{PS}{4d}$	$d \geq 0,60 S$	$As = \frac{T}{0,9 f_y}$
3 Pilotes Triangular	$T = \frac{PS}{9d}$	$d \geq 0,66 S$	$As = \frac{T}{0,9 f_y}$
4 Pilotes Cuadrado	$T_x = T_y = \frac{PS}{8d}$	$d \geq 0,8 S$	$As = \frac{T}{0,9 f_y}$
5 Pilotes Cuadrado	$T_x = T_y = \frac{PS}{10d}$	$d \geq 0,84 S$	$As = \frac{T}{0,9 f_y}$

6 Pilotes Hexagonales	$T_x = \frac{PS}{3d}$ $T_y = \frac{PS}{2\sqrt{3}d}$	$d \geq 1,20 S$	$A_s = \frac{T}{0,9 f_y}$
6 Pilotes Rectangular	$T_x = \frac{PS}{3d}$ $T_y = \frac{PS}{4d}$	$d \geq 1,33 S$	$A_s = \frac{T}{0,9 f_y}$
7 Pilotes Hexagonales	$T_x = \frac{2PS}{7d}$ $T_y = \frac{3PS}{7\sqrt{3}d}$	$d \geq 1,20 S$	$A_s = \frac{T}{0,9 f_y}$
8 Pilotes Rectangular	$T_x = \frac{5PS}{16d}$ $T_y = \frac{9PS}{16\sqrt{3}d}$	$d \geq 1,57 S$	$A_s = \frac{T}{0,9 f_y}$
9 Pilotes Cuadrados	$T_x = T_y = \frac{PS}{3d}$	$d \geq 1,69 S$	$A_s = \frac{T}{0,9 f_y}$
10 Pilotes Hexagonal	$T_x = \frac{2PS}{5d}$ $T_y = \frac{9PS}{20\sqrt{3}d}$	$d \geq 1,57 S$	$A_s = \frac{T}{0,9 f_y}$
11 Pilotes Rectangular	$T_x = \frac{4PS}{11d}$ $T_y = \frac{2\sqrt{3}PS}{11d}$	$d \geq 2,06 S$	$A_s = \frac{T}{0,9 f_y}$
12 Pilotes Rectangular	$T_x = \frac{PS}{2d}$ $T_y = \frac{5PS}{12d}$	$d \geq 2,15 S$	$A_s = \frac{T}{0,9 f_y}$

Fuente: Arnal, H. (1985). Rediseñado por el autor.

2.2.16.2.5 Determinación de la reacción máxima de pilotes en cabezales rígidos

Notación general.

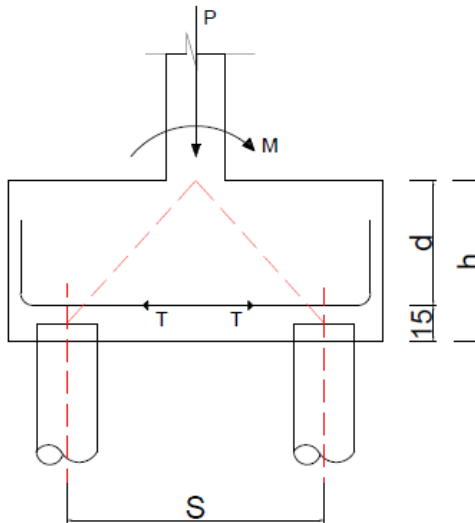


Figura 14 Notación general de la reacción máxima.

Fuente: Arnal, H. (1985)

Se tiene que la reacción del pilote más desfavorable tomando en cuenta la carga axial y los momentos es:

$$R_p = \frac{P}{n} \pm \frac{M_x}{d_x^2} x \pm \frac{M_y}{d_y^2} y \quad (\text{ec. 39})$$

Con lo que tendremos una carga equivalente igual a $n R_p$, con la cual se diseñara el cabezal, siguiendo el mismo procedimiento descrito para cabezales sometidos a carga axial y en donde:

R_p = Reacción del pilote más desfavorable.

n = Número de pilotes.

P = Carga axial de la columna

M_x = Momento en el sentido X proveniente de la columna.

M_y = Momento en el sentido Y proveniente de la columna.

X = Abscisa del centro de gravedad del conjunto de pilotes.

Y = Ordenada del centro de gravedad del conjunto de pilotes.

d_x^2 = Suma del cuadrado de las abscisas de cada pilote.

d_y^2 = Suma del cuadrado de las ordenadas de cada pilote.

Tabla 6 Reacción máxima de pilotes R_p en cabezales rígidos.

Cabezal	R_p = Reacción máxima del pilote	P_e = Carga Equivalente
2 Pilotes Rectangular	$R_p = \frac{P}{2} \pm \frac{M_x}{S}$	$2 R_p$
3 Pilotes Triangular	$R_p = \frac{P}{3} \pm \frac{M_x}{S} \pm \frac{M_y}{\frac{3}{2} S}$	$3 R_p$
4 Pilotes Cuadrado	$R_p = \frac{P}{4} \pm \frac{M_x}{2 S} \pm \frac{M_y}{2 S}$	$4 R_p$
5 Pilotes Cuadrado	$R_p = \frac{P}{5} \pm \frac{M_x}{2 \cdot \frac{2}{2} S} \pm \frac{M_y}{2 \cdot \frac{2}{2} S}$	$5 R_p$
6 Pilotes Hexagonal	$R_p = \frac{P}{6} \pm \frac{M_x}{4 S} \pm \frac{M_y}{3 S}$	$6 R_p$
6 Pilotes Rectangular	$R_p = \frac{P}{6} \pm \frac{2 M_x}{9 S} \pm \frac{M_y}{2 \cdot \frac{3}{3} S}$	$6 R_p$
7 Pilotes Hexagonal	$R_p = \frac{P}{7} \pm \frac{M_x}{9 S} \pm \frac{M_y}{2 \cdot \frac{3}{3} S}$	$7 R_p$
8 Pilotes Rectangular	$R_p = \frac{P}{8} \pm \frac{M_x}{27 S} \pm \frac{M_y}{3 \cdot \frac{3}{3} S}$	$8 R_p$

9 Pilotes Rectangular	$R_p = \frac{P}{9} \pm \frac{M_x}{6 S} \pm \frac{M_y}{3 \sqrt{2} S}$	9 R_p
10 Pilotes Hexagonal	$R_p = \frac{P}{10} \pm \frac{M_x}{6 S} \pm \frac{M_y}{3 \sqrt{3} S}$	10 R_p
11 Pilotes Rectangular	$R_p = \frac{P}{11} \pm \frac{M_x * 157,5}{132300} \pm \frac{M_y * 90}{64800}$	11 R_p
12 Pilotes Rectangular	$R_p = \frac{P}{12} \pm \frac{M_x * 157,5}{165375} \pm \frac{M_y * 105}{88200}$	12 R_p

Fuente: Arnal, H. (1985). Rediseñado por el autor.

2.2.16.2.6 Criterios generales

Las tablas para el diseño de cabezales son válidas para cualquier resistencia $f'c$ del concreto.

Las tablas vienen dadas por dos separaciones de pilotes:

$$S = 2,5 \phi_p$$

$$S = 3,0 \phi_p$$

Todas las armaduras de los cabezales irán dispuestos en forma de malla paralelas a los lados L_1 y L_2 del mismo, con excepción del cabezal de tres pilotes cuyas armaduras se dispondrán entre pilotes.

Las vigas de riostra deberán diseñarse para absorber los momentos.

2.2.16.2.7 Uso de las tablas

- 1 Se toma el valor de P_{uf} proveniente del cálculo de la capacidad de carga a fricción de los pilotes en arenas o arcillas; ϕP_u de miembros comprimidos.
- 2 Tomando en cuenta la capacidad de carga de punta de los pilotes P_{up} y el peso propio del cabezal W obtenemos la carga proveniente de la columna P_u . El peso específico del concreto se tomó igual a 4200 kg cm^2 .

- 3 Se escoge de la tabla de capacidades de carga, la combinación más adecuada de pilotes.
- 4 Se entra en la tabla correspondiente a la línea que tiene el valor P_u inmediato superior al calculado en (2).
- 5 Se obtienen los valores necesarios para el diseño del cabezal.

2.2.17 Cabezales con excentricidades en una o dos direcciones

Las columnas se encuentran solicitadas por cargas axiales, cortes y momentos, los cuales son utilizados para su diseño, estas solicitaciones a su vez deben ser transmitidas a otros elementos o al mismo cabezal dependiendo de su capacidad.

Hay varios criterios para estas consideraciones, todos con suficientes argumentos para poder aceptar cada uno por separado.

2.2.17.1 Transmisión de momentos a las vigas de riostra

Algunos proyectistas estructurales consideran que las vigas de riostras deben absorber la totalidad de los momentos que llegan a los cabezales, diseñándose las vigas de riostras para absorber las posibles fuerzas de tracción horizontales de la estructura y los momentos provenientes de la columna.

2.2.17.2 Transmisión de momentos al suelo

Se considera que un cabezal está rodeado de un suelo compactado que es capaz de absorber los momentos provenientes de las columnas.

Esta suposición podría ser bastante cercana a la verdad, siempre que el material cercano no haya sido perturbado o en su defecto se le compacte perfectamente, en todo caso debe prevalecer la opinión de un profesional de la especialidad.

2.2.17.3 Transmisión de momentos al cabezal.

La transmisión total de las solicitaciones de la columna al cabezal y este a su vez a los pilotes en forma de cargas axiales puras.

El procedimiento implica que cada pilote reciba una carga distinta la cual será directamente proporcional a la distancia que se encuentre el pilote respecto al centro del cabezal, en este caso se toma la carga a compresión que va a recibir el pilote más alejado y asume que todos los pilotes reciben la misma carga (teniendo en cuenta que se utiliza el mismo diámetro para todos los pilotes, por lo tanto cada pilote podrá desarrollar la misma capacidad de carga).

El método consiste entonces en convertir el efecto de los momentos (en dirección X e Y) y el efecto de la carga axial en una Carga Equivalente simbolizada como P_e y diseñar con esta carga por los métodos ya expuestos.

Para cada forma del cabezal y número de pilotes la expresión varía, por lo tanto en la Tabla 6 de Reacción máxima del pilote R_p en cabezales rígidos se presentan las distintas soluciones para cada caso.

2.2.18 Momentos flectores en los cabezales

Se determinará el momento flector para el diseño de la sección de la viga – cabezal:

1. En la cara de la columna, pedestal o muro, cuando estos son de concreto, ver Fig. 15.

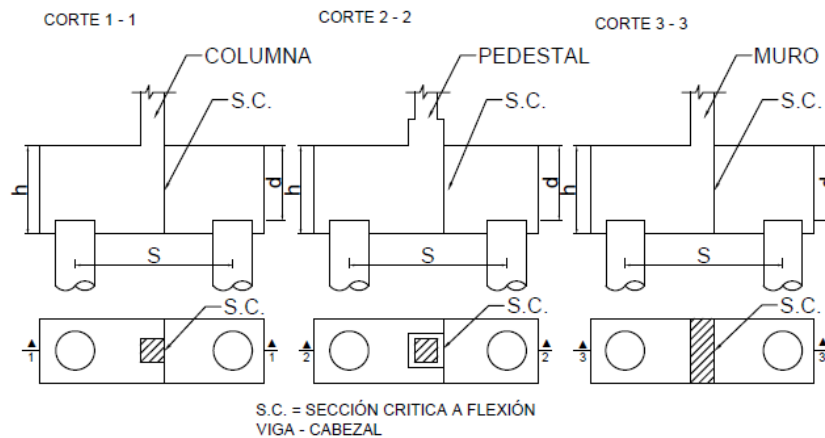


Figura 15 Momento flector en la columna, pedestal o muro de concreto.

Fuente: Landa, C. (1988).

2. En la cara de la sección cuadrada equivalente, si la columna o pedestal de concreto tienen forma circular, ovalada o es un polígono regular concéntrico.
3. En la mitad de la distancia entre el eje y el borde de la columna o muro, cuando estos elementos son mampostería, ver Fig. 16.

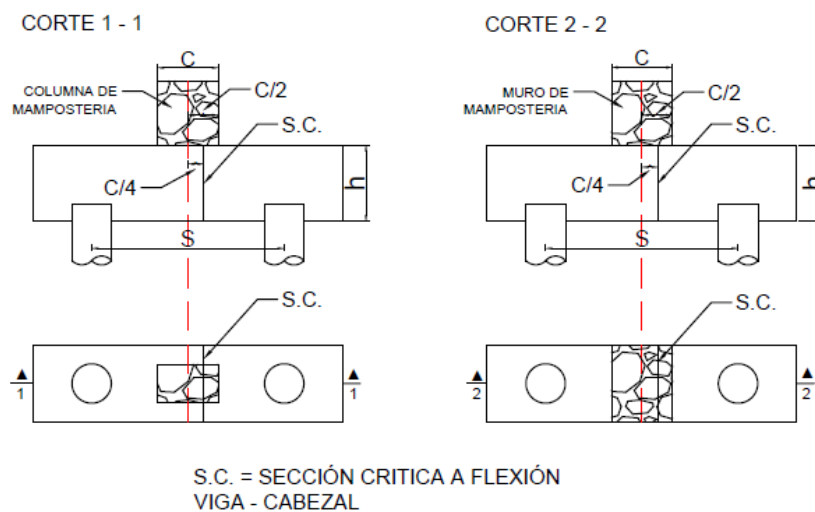


Figura 16 Momento flector en la columna o muro de mampostería.

Fuente: Landa, C. (1988).

4. En la mitad de la distancia entre el borde de la columna metálica y el extremo de la plancha de base de acero, en el caso de columna metálica sin pedestal, ver Fig. 17.

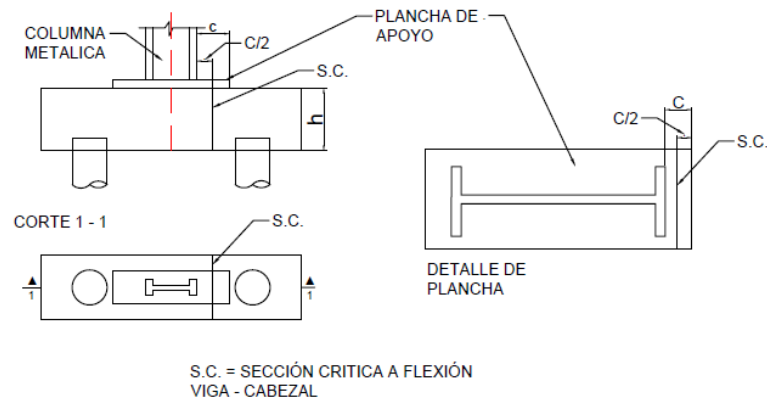


Figura 17 Momento flector en una columna metálica sin pedestal.

Fuente: Landa, C. (1988).

2.2.19 Esfuerzos cortantes viga - cabezal

Se determinará el cortante originado por la flexión, para el diseño de la sección de la viga - cabezal a una distancia d (altura útil de la viga - cabezal), ver Fig. 18.

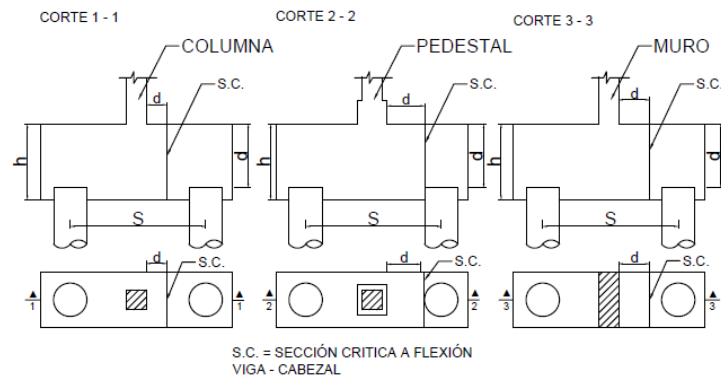


Figura 18 Esfuerzos cortantes en la columna, pedestal o muro de concreto.

Fuente: Landa, C. (1988).

1. De la cara de la columna, pedestal o muro, cuando éstos son de concreto.
2. De la cara de la columna equivalente, cuando la columna o pedestal no son rectangulares y son de concreto.
3. De la mitad entre el eje central y el borde de la columna o muro, cuando estos son de mampostería, ver la Fig. 19
4. De la mitad entre el borde de la columna metálica y el borde de la plancha base de acero, para vigas – cabezales que soportan columnas metálicas sin pedestal, ver la Fig. 20.
5. El esfuerzo cortante absorbido por el concreto no será mayor de $V_{cu} = 0,53 \overline{f'_c}$

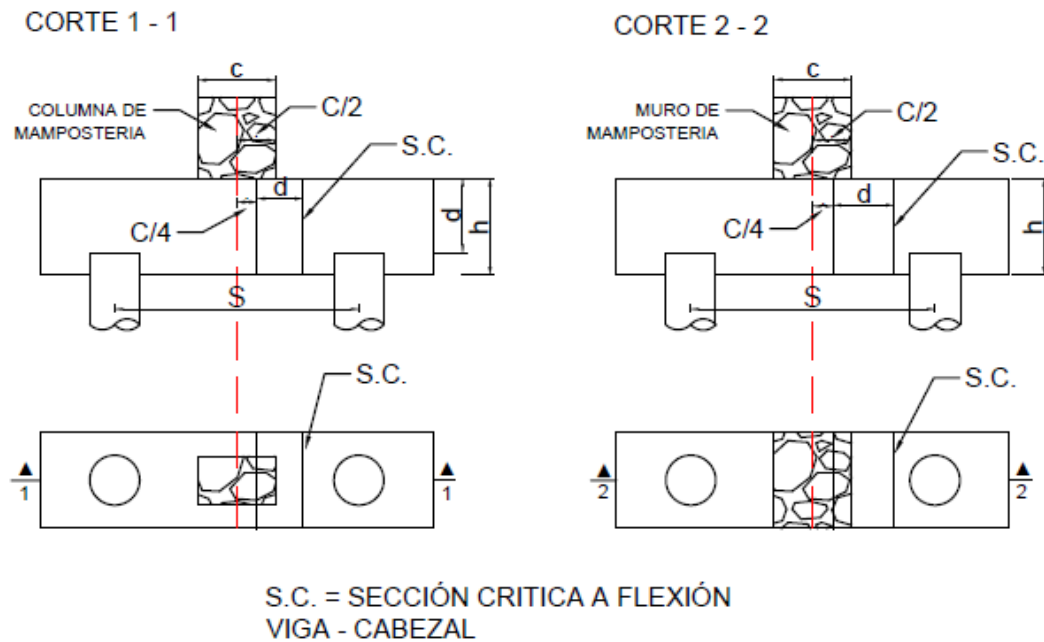


Figura 19 Esfuerzos cortantes en la columna o muro de mampostería.

Fuente: Landa, C. (1988).

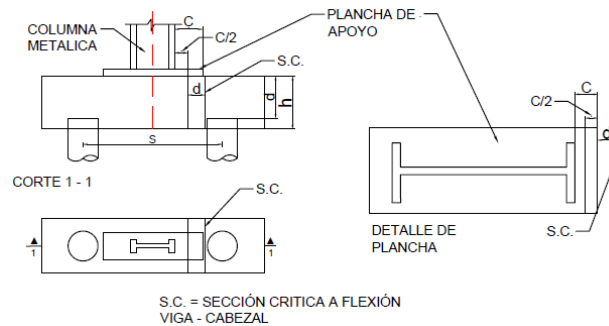


Figura 20 Esfuerzos cortantes en una columna metálica sin pedestal.

Fuente: Landa, C. (1988).

2.2.20 Esfuerzos cortantes cabezal rígido

La fuerza cortante en la sección a una distancia d de donde se considera la flexión en un cabezal con pilotes se determina de acuerdo a lo siguiente:

El valor de:

1. La reacción total del pilote, cuyo centro está ubicado a una distancia mayor o igual a $\phi_p / 2$ respecto al centro de la sección de la columna, se considera que produce corte en esa sección, ver figura .

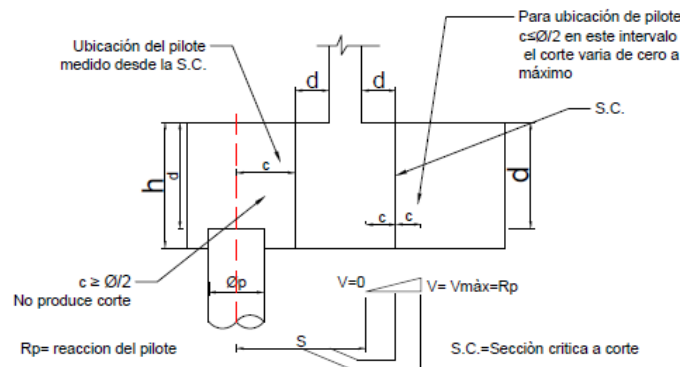


Figura 21 Cortante en el cabezal rígido.

Fuente: Landa, C. (1988).

2. La reacción total del pilote, cuyo centro está ubicado a una distancia menor a $\phi_p / 2$ respecto al centro de la sección de la columna, se considera que no produce corte en esa sección, ver figura 21.
3. Para posiciones intermedias del centro del pilote, la parte de la reacción del pilote que se considera que produce corte en la sección se obtendrá por interpolación lineal entre el valor obtenido a $\phi_p / 2$ dentro de la sección, ver figura 21.

2.2.21 Punzonamiento

Este es el esfuerzo cortante que se produce no por la flexión sino por el efecto cortante alrededor de las columnas o pilotes, se determinará este en el área crítica b a una distancia $d/2$ alrededor de la columna, pedestal o columna equivalente o pilote, ver Figura 22.

$$v_{cu} = 0,53 + \frac{1,06}{\beta_c} \quad \bar{f}'_c \leq \phi 1,06 \bar{f}'_c \quad (\text{ec. 43})$$

Donde, $\beta_c = \frac{C_2}{C_1} \geq 1$ (ec. 44)

C_2 = Lado mayor de la columna

C_1 = Lado menor de la columna



Figura 22 Punzonamiento en columnas o pilotes.

Fuente: Landa, C. (1988).

2.2.22 Efectividad de un grupo de pilotes.

Se define por eficiencia de un grupo de pilotes a la relación existente entre la capacidad real de carga del pilote en grupo, y la del pilote individual aislado. Siendo esto uno de los problemas más complejos en la ingeniería de fundaciones.

Se ha demostrado en trabajos anteriores que la resistencia de los pilotes en grupo es generalmente menor a la suma de las resistencias individuales de cada uno de ellos. Cuando un pilote aislado que trabaja por punta resiste una determinada carga axial, los esfuerzos en el suelo se distribuyen según el bulbo de presiones indicado en a figura 23.a, pero si actúan en grupo los esfuerzos se superponen como indica el esquema b.

De igual manera, si un pilote aislado trabaja por fricción, los esfuerzos cortantes a lo largo de su fuste se grafican en el esquema c, pero la superposición debida a su cercanía cuando están en grupo, determina la distribución dada en el esquema d.

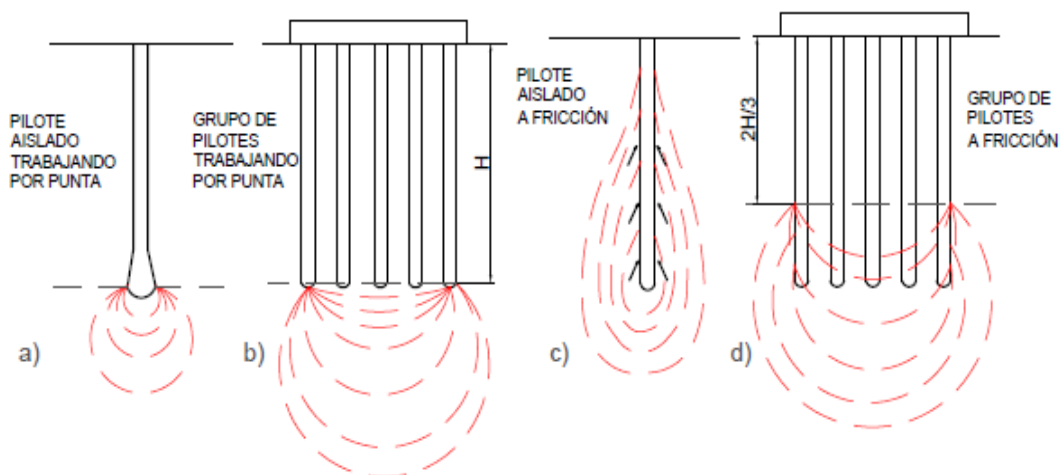


Figura 23 Bulbo de presiones en pilotes aislados y en grupo.

Fuente: Fratelli, M. (1993)

En los pilotes a fricción, la superposición de los efectos para pilotes en grupo, es mucho más pronunciada, especialmente si están ubicadas muy próximas en suelos arcillosos, por lo cual su capacidad resistente se ve disminuida. Por ello, la separación aconsejable para los pilotes a fricción en suelos cohesivos, es de 3 a 5 D, siendo D su diámetro. Ver la figura 24. Se evita así la interferencia en la transmisión de la carga al suelo circundante, y el solape de las áreas disturbadas por corte alrededor de cada pilote. La eficiencia de los pilotes en grupo en suelos arcillosos se indica en la Tabla 63. Por lo contrario, en pilotes en grupo que trabajan por punta, la separación admisible es de 1,75 a 2,5 D.

Tabla 7 Eficiencia de pilotes hincados en suelos arcillosos.

Separación s entre pilotes	Eficiencia de grupo E_g
2,5 D	0,55
3 D	0,65
4 D	0,75
5 D	0,85
6 D	0,90
8 D	0,95
10 D	1

Fuente: Fratelli, M. (1993)

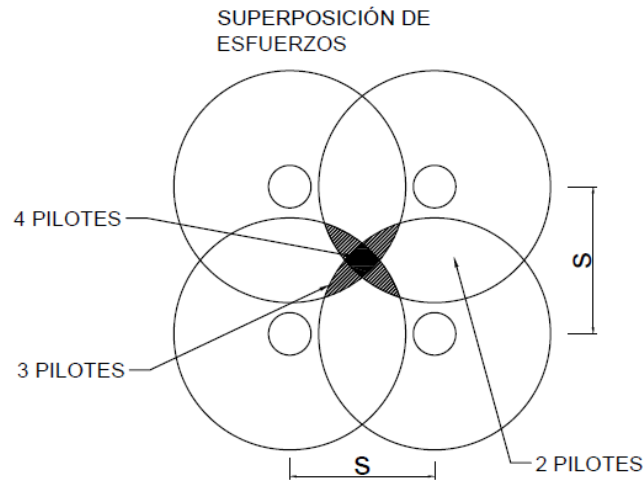


Figura 24 Superposición de esfuerzos en suelos arcillosos.

Fuente: Fratelli, M. (1993).

Para pilotes hincados en arenas homogéneas, trabajando a fricción, la eficiencia del grupo puede ser mayor a 1, llegando a obtener valores de hasta 3. Trabajando por punta, la eficiencia de los pilotes en grupo alcanza el valor de 1, para un espaciamiento mínimo de 3 D.

El incremento en la eficiencia de los pilotes en grupo en arenas a fricción, se debe a que el hincado de los pilotes adyacentes incrementa los esfuerzos horizontales efectivos en el suelo de fundación y con ello se aumenta la adherencia en el fuste de los mismos. Adicionalmente, por efecto del hincado, se densifica la arena en las cercanías de los pilotes, con lo cual se incrementa el valor del ángulo de fricción interna del suelo ϕ .

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de Investigación

La investigación a realizar es de tipo documental, puesto que la misma está fundamentada en la búsqueda de datos provenientes de materiales impresos, bibliografías relacionadas, fuentes digitales, entre otras. Para la elaboración del análisis correspondiente a los objetivos del estudio, Arias (2012), define la Investigación Documental de la siguiente manera:

La investigación documental, es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos (p.27).

En referencia a lo anterior, el modelo de investigación admitirá profundizar, recabar y examinar la nueva tendencia más importante de tecnología en educación, los cursos MOOC. En relación a esto último, se harán referencias a distintas normativas pertenecientes a la ACI y FONDONORMA, para desarrollar conocimientos en el avance de Cabezales y Pilotes en Concreto Armado.

3.2 Nivel de Investigación

La investigación explicativa es aquella que tiene relación causal; no sólo en la que persigue, describe o identifica un problema, sino que intenta encontrar las causas del mismo, buscar el porqué de los hechos mediante el

establecimiento de relaciones causa-efecto. Dicho esto, Arias (2012), define la investigación explicativa de la siguiente manera:

La investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas como de los efectos mediante la prueba de hipótesis. Sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos. (p.26).

Ante lo planteado anteriormente, se busca conocer el impacto en el sistema educativo de los cursos MOOC, el proceso de enseñanza-aprendizaje, su desarrollo con las nuevas metodologías y su aplicación como enseñanza virtual. Por esta razón, para los Cabezales y Pilotes en Concreto Armado no solo se describirá sino se aplicará un resumen de la teoría usada, ecuaciones y fórmulas, criterios recomendados. A su vez, estos alcances se resumirán para ser aplicados a través de cursos online.

3.3 Técnicas y Herramientas a Utilizar

3.3.1 Técnicas

En la investigación, se emplearán una serie de procedimientos que servirán para obtener información valiosa; contribuyendo así a esclarecer la problemática presente y en base a ello, establecer soluciones efectivas a los inconvenientes planteados, las cuales son:

3.3.1.1 Revisión de fuentes documentales

De acuerdo a Arias (2012), consiste en la revisión y análisis de libros, fichas, informes, prácticas operativas, manuales de procedimientos y todo tipo de material documental necesario para la realización de la investigación.

- FONDONORMA (1753-2006) Proyecto de Construcción de obras en Concreto Estructural.
- Covenin (1756-2001) Edificaciones Sismo resistentes.
- Covenin (2002) Criterios y Acciones mínimas para el proyecto de edificaciones.
- ACI (318-14) Reglamento para concreto estructural.

3.3.1.2 Análisis e interpretación del contenido

Según Arias (2012), analizar significa establecer categorías, ordenar, manipular y resumir los datos. En esta etapa del proceso de investigación se procederá a analizar la información obtenida, a fin de explicar e interpretar la importancia de los MOOC dentro de la Ingeniería Civil.

3.3.2 Herramientas y Equipos

- Computador laptop modelo Toshiba. C655 Sp4132l 15,6" 320gb
- Calculadora Casio FX-570ES Plus.
- Memoria portátil de almacenamiento (pendrive) 8.0 Gigabytes.
- AutoCAD 2016.
- Microsoft Word, Microsoft Excel.
- Herramientas básicas: hojas, lápices, bolígrafos, borradores, entre otros.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Etapas del Proyecto

Para el desarrollo de la investigación, inicialmente se realizó una búsqueda bibliográfica, con la finalidad de obtener la información necesaria para el desarrollo de este trabajo y el logro de los objetivos propuestos. Se examinaron archivos técnicos, fuentes electrónicas, manuales de diseño, y normas, específicamente el código “Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318-14)”, y “Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural (FONDONORMA 1753-2006)”, con sus respectivos comentarios. Por consiguiente, con lo establecido en el capítulo 13 del ACI 318-14 se procedió a la descripción de los requisitos mínimos correspondientes para el de diseño de cabezales y pilotes en concreto armado.

Se procedió a elaborar manuales de diseño con ejemplos que satisfacen modelos de casos de cabezales de pilotes más utilizados, realizando ejemplos de diseño de dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho, nueve, diez, once y doce pilotes por cabezal, aplicando diferentes características de diseño y considerando la presión de contacto del pilote con diferentes tipos de suelos. Se crearon dos manuales, los cuales están estructurados de manera de ir relacionando poco a poco a el lector sobre el tema, el volumen uno del manual cuenta con un gran contenido teórico en el cual se va explicando las diferentes variables y conceptos a conocer para realizar un diseño de cabezales y pilotes, de una forma clara y gráfica para facilitar el aprendizaje.

A su vez, se incorporó tablas con resultados directos obtenidos de fórmulas de diseño de cabezales por el método de bielas. En este mismo sentido, el volumen dos cuenta con diferentes ejemplos de diseños los cuales muestran un paso a paso dinámico y con explicaciones de la utilización de cada criterio. Se realizó presentaciones escritas y audiovisuales con metodologías de evaluación de conocimientos de los tópicos de estudio. Exhibiendo la diagramación de la plataforma virtual para el curso MOOC de cabezales y pilotes en concreto armado, bajo la plataforma virtual “Google Classroom” y “Google Forms”.

4.2 Requerimientos para el diseño de cabezales y pilotes de concreto armado establecido en la FONDONORMA 1753-2006 y el Código ACI 318-14

Se aplicará el conocimiento antes obtenido de la recopilación de información, para describir cuales son los requisitos de diseño de cabezales y pilotes en concreto armado, según lo establecido en las normas FONDONORMA 1753-2006 y ACI 318-14.

Los “Requisitos del Reglamento para Concreto Estructural”, también conocido como “Norma ACI 318 publicada en el año 2014”, cubre el diseño y construcción de concreto estructural en edificaciones. Contiene requisitos mínimos para el diseño de cabezales y pilotes en concreto armado. La redacción está en un formato que permite la fácil interpretación desde el punto de vista de los diseñadores, siendo así uno de los reglamentos de mayor influencia y principal fuente de información técnica relacionada al manejo del concreto.

A su vez, la Norma Venezolana FONDONORMA 1753 - 2006, sustituye a la norma 1753:1987 “Estructura de Concreto Armado para Edificaciones”,

actualizando e incorpora en todo su articulado los criterios presentes en el código ACI 318 vigente, lo que se expone en el Capítulo 18 respecto a los requisitos de diseño sismorresistentes, siendo así un ordenamiento más racional, permitiendo diseñar estructuras de concreto reforzado dúctiles que den aviso de fallas incipientes.

4.3 Desarrollo de la guía de diseño

Con los requisitos establecidos por las normativas (FONDONORMA 1753-2006) y la (ACI 318-14), se explicó el análisis y diseño correspondiente a cabezales y pilotes en concreto armado, incluyendo el estudio mecánico del suelo para determinar la capacidad de carga del pilote en el fuste y la punta para luego establecer el número y distribución de los pilotes. Destacando, que una vez ejecutada la teoría, se incorporó al final del manual la sección práctica.

De esta manera, con la herramienta Microsoft Excel se diseñó diferentes hojas de cálculos, para la verificación de ejercicios expuestos, y a su vez, se elaboró tablas con resultados directos para facilitar el diseño de cabezales y pilotes.

4.3.1 Hojas de cálculo para el análisis y diseño de cabezales y pilotes de concreto armado

Bajo la herramienta Microsoft Excel, se añadió hojas de cálculo para facilitar los resultados de los ejemplos expuestos en la guía de diseño, localizados en la sección de anexos. El contenido corresponde al método de bielas, se expresa de una forma sencilla y de fácil comprensión.

4.3.2 Tablas de cálculo para el análisis y diseño de cabezales y pilotes de concreto armado

Se elaboraron tablas de diseño innovadoras para facilitar la ejecución de los ejercicios, desarrollando a la capacidad de carga en el fuste y punta del pilote, se determina la carga aplicada desde la columna, el diámetro y la separación entre pilotes para poder establecer las dimensiones del cabezal según el número de pilotes, el área de acero mínimo y la reacción máxima del pilote. Así mismo, las tablas estarán expuestas en los anexos, las normas solo establecen requisitos mínimos para el diseño de cabezales y pilotes, dichas tablas son extraídas de otras fuentes, siguiendo criterios establecidos en la ACI 318-14 y FONDONORMA 1956-2006, en función de obtener valores que garanticen la integridad de la estructura.

4.3.2.1 Tablas de capacidad de carga a diámetro del pilote

En el capítulo 13.2.6.1 del código ACI 318-14 establece que debe determinarse la presión de contacto con el suelo, por ello se estudió la capacidad de carga a diámetro para diferentes tipo de suelos (arenas y arcillas). A su vez, la resistencia de diseño a carga axial de miembros comprimidos, establecido en el artículo 10.4.1 de la FONDONORMA 1753-2006. Al tabular estos criterios los cálculos obtenidos son resultados directos de capacidad de carga para un pilote aislado con un diámetro entre 42 cm y 110 cm, con su respectiva armadura mínima. Todos los valores son aproximados y están supeditados a los determinados en el estudio de suelo. Dicho esto, las tablas serán expuestas en los anexos, como así mismo, en los cálculos se expondrá el ejemplo para la verificación de los resultados obtenidos en la tabla.

4.3.2.2 Tablas de capacidad de carga según el diámetro y número de pilotes

Bajo lo descrito en el ACI 318-14, artículo 13.4.1.1. El número y distribución de pilotes, debe determinarse a partir de las fuerzas y momentos no mayorados transmitidos a estos miembros. Por lo cual, se generaron distintas tablas donde se pudo obtener capacidades de carga, en combinación con números n de pilotes y distintos diámetros. Las mismas permitirán determinar fácilmente el número de pilotes requerido para una capacidad de carga y diámetro establecido. Debido a esto, las tablas serán expuestas en los anexos, y en los cálculos se expondrá el ejemplo para la verificación de los resultados obtenidos en la tabla.

4.3.2.3 Tablas de diseño para cabezales de pilotes

Se generaron tablas de contenido para dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho, nueve, diez, once y doce cabezales de pilotes, que reflejan todos los datos necesarios para el diseño de los mismos, tomando en cuenta los resultados obtenidos de las tablas anteriores.

Siguiendo los criterios de la ACI 318-14, art. 13.4.2.1 establece que la altura total del cabezal de pilote debe ser de tal manera que la altura efectiva del refuerzo inferior sea al menos 12 pulg (30,48 cm). Así mismo, el art. 13.4.2.2 supone que los momentos y cortantes pueden calcularse suponiendo que la reacción del pilote está concentrada en el centroide de la sección del pilote.

Se aplicó el artículo 15.8 de la FONDONORMA 1756-2006 El acero de refuerzo longitudinal en los pilotes se detallará análogamente a miembros flexionados, considerando el diagrama de momentos resultante del análisis. El acero de refuerzo longitudinal será continuo en toda la longitud solicitada a

tracción, y se detallará para quedar embebido en el concreto del cabezal en una longitud no menor a la longitud de transferencia.

4.4 Elaboración de presentaciones y metodologías de evaluación de conocimientos para el análisis y diseño de cabezales y pilotes de concreto armado

Se realizó presentaciones escritas teórico- prácticas, mediante elementos informativos multimedia, como lo son los videos. Explicando de una manera más detallada e ilustrada el contenido expuesto en el manual, sobre el análisis y diseño de cabezales y pilotes en concreto armado. Empleando metodologías de evaluación, a través de recursos tecnológicos de información.

Con la finalidad de certificar el conocimiento adquirido por el alumnado tanto teórico como práctico, se incorpora evaluaciones a través de tareas a realizar, en las cuales se expone selección de teoría, responder de manera detallada e ilustrativa diferentes incógnitas y resolver distintos ejercicios basados en la información expuesta.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Una vez cumplidos los objetivos planteados para el desarrollo de la investigación, y establecidos los parámetros de diseño para cabezales y pilotes en concreto armado a través de los criterios expuestos de la ACI 318-14 art. 13.4 Cimentaciones; y la FONDONORMA 1753-2006 art. 15.5 Zapatas y Cabezales, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Para lograr el diseño de cabezales y pilotes en concreto armado, es necesario tener fuentes bibliográficas alternativas para definir el método de diseño ya que los reglamentos ACI 318-14 y FONDONORMA 1753-2006 no son extensos en cuanto a información.
- La resistencia total del pilote será la suma de la resistencia por punta y por fricción. Se analizó como influye el tipo de suelo a la carga límite por fricción lateral y por punta, concluyendo que en suelos arenosos la capacidad por fricción lateral es mayor a la resistencia por punta mientras que en suelos arcillosos la resistencia por punta es mayor ya que se encuentra en un estrato poco apto para resistir la carga.
- En las tablas de diseño contenida en el Manual de diseño de cabezales y pilotes en concreto armado, se determinaba primero la capacidad de carga de los pilotes para luego obtener la carga

aplicada por la columna; demostrando que obtenemos los mismos valores si obtenemos primero la carga aplicada en la columna porque el método de bielas genera un equilibrio de fuerzas verticales entre las cargas que transmiten y la carga que los pilotes reciben.

- Se concluyó, que los cursos MOOC, son una herramienta eficaz, económica y de gran importancia en el modelo de educación actual.

5.2 Recomendaciones.

- Se recomienda el desarrollo de investigaciones de análisis para el diseño de cabezales y pilotes por el método de bielas, especificando las consideraciones que se deben tomar para su diseño.
- Aumentar la interacción con las aulas virtuales en la universidad de oriente extensión cantaura, permitiendo a los usuarios la extensión del aula de clases.
- Continuar desarrollando temas de interés para ingeniería civil en la universidad de oriente, mediante los cursos MOOC, aprovechando al máximo esta nueva tendencia de estudio, que ha sido innovadora en muchos países del mundo.
- Se recomienda comprar un servidor propio para la institución, que se encuentre a disposición de los profesores y estudiantes ampliando el conocimiento adquirido en las aulas y además contribuir a la difusión del conocimiento en general.
- Realizar una mayor interacción con las redes sociales para ampliar la experiencia MOOC y de esta manera tener un mayor alcance.

BIBLIOGRAFÍA

- ACI, (2014). Requisitos de reglamento para Concreto Estructural. Usuales en USA.
- Arias, F. (2012). El Proyecto de Investigación. 6ta Edición. Caracas: Editorial Episteme.
- América Learning (2012). Análisis comparativo: ventajas y desventajas para el modelo de Massive Online Open Courses-MOOC. Colombia: departamento de formación educativa.
- Aprende en línea (2015). Las TIC como apoyo a la educación. Antioquia, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Arnal, E. (2000). Lecciones de puentes. 1era Edición. Caracas.
- Arnal, H. y Epelboim, S. (1985). Manual para el proyecto de estructuras de concreto armado para edificaciones. Ministerio del desarrollo urbano.
- Baggaley, J. (2013). MOOC rampant. Distance education, 34(3), 368-378.
- Balestrini, M. (2006). Cómo se elabora el proyecto de investigación. Caracas, Consultores Asociados.
- Barreto Maya, A; (2011). Evaluación comparativa de la capacidad de carga en cimentaciones profundas. Formulas analíticas y ensayos de carga [Resumen en línea]. Trabajo de grado de magister en ingeniería – geotecnia. Universidad Nacional de Colombia. Disponible:
- Berry, P. and Reid, D; (1993). Mecánica de Suelos. Santafé de Bogotá, Colombia: Mc-Graw Hill.
- Bolívar, C. (2015). El MOOC: un modelo alternativo para la educación universitaria. Venezuela, Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Bowles, J.E; 1997. Foundation Analysis and Design. Fifth edition. Bogotá. Mc-Graw Hill
- Buyukozturk, (2004). MOOC con una sólida formación en los principios de diseño de ingeniería estructural. Universidad de Coruña. Disponible: <https://ocw.mit.edu/courses/civil-and-environmental-engineering/1-054->

mechanics-and-design-of-concrete-structures-spring-2004/

- Cobo, J. (2009). El concepto de tecnologías de la información. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, sede México.
- Comisión de Trabajos de Grado de Ingeniería de Sistemas (CTGIS). Instructivo para la Elaboración del Proyecto de Grado. Instructivo N° 1.
- COVENIN, (2002). Norma Venezolana para Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones. MINDUR.
- COVENIN (1753-2006). Proyecto de Construcción de obras en Concreto Estructural.
- COVENIN (1756-200). Edificaciones Sismorresistentes.
- Das, B. J; 2001. Principios de Ingeniería de Cimentaciones. 4ª edición. California State: Internacional Thomson Editores.
- Fuentes Alemán, A. (2008). Confección de la propuesta de norma diseño geotécnico de cimentaciones sobre pilotes [Resumen en línea]. Trabajo de grado de maestría no publicado. Universidad Central “Martha Abreu” de las Villas, Santa Clara. Disponible: <http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/3424/Ahmed%20Fuentes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gil, E. (2002). Identidad y Nuevas Tecnologías. Disponible en: <http://www.voc.edu/web/esplart/gil0902/htm>
- González, E. (2013). Análisis y diseño de una cimentación profunda a base de pilas y muros Milán de un rascacielos en el Valle de México [Resumen en línea]. Trabajo de grado para optar título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/2519/Tesis.pdf?sequence=1>
- Guerrero, M. Y. (2014). Recursos tecnológicos de apoyo para los cursos tipo MOOC. Quito, Ecuador.
- Hernández, M, y Virla, J. (2006). Diseño estructural de fundaciones profundas mediante aplicación Autolips [Resumen en línea]. Trabajo de grado para optar título de Ingeniero Civil. Universidad Rafael Urdaneta,

Maracaibo, Venezuela. Disponible:
<http://200.35.84.131/portal/bases/marc/texto/2301-06-00539.pdf>

Hernández, R. (2003). Metodología de la investigación. 4ta Edición. México. MacGraw Hill Interamericana.

Hurtado, (2000). Análisis e interpretación de los datos. Grupo de investigación Eumednet con el apoyo de Servicios Académicos Internacionales S.C.

Keefe, T. (2003a). "Enhancing a Face-to-Face Course with Online Lectures: Instructional and Pedagogical Issues", Reproduction supplied by EDRS; ED479241, Recuperado de la base de datos "Education Resources Information Center (ERIC)"; <http://biblioteca.itesm.mx>.

Keefe, T. (2003b). "Using technology to enhance a course: the importance of interaction", Educause Quarterly; 2003; 26(1); p. 24 (EJ666405); retrieved from <http://www.educause.edu/EDUCAUSE+Quarterly/EDUCAUSEQuarterlyMagazineVolum/UsingTechnologytoEnhanceaCours/157224> NTL (1954). Learning Pyramid, NTL Institute for Applied Behavioral Science; adapted from Audio-Visual Methods in Teaching; Edgar Dale Dryden Press; N.Y, 1954; p.43.

Landa, C. (1988). Diseño de Elementos de Concreto Armado. Tercera edición, Caracas Venezuela.

Liyanagunawardena, T. R., Williams, S. A & Adams, A. A. (2013). MOOCS: a systematic study of the published literature 2008-2012. The international review of research in open and distance learning, 14(13), 213-227.

Muñoz, (2008). Investigaciones para fuentes documentales. Colombia.

McAuley, A., Stewart, B., Siemens, G., y Cormier, D. (2010). The MOOC model for digital practice. Recuperada el 6 de noviembre de 2016, de http://www.elearnspace.org/Articles/MOOC_Final.pdf

Ochsendorf, (2009). Cursos en línea para estudiantes con conocimientos básicos de análisis y diseños estructurales para edificios. México, D.F.: Disponible en: <https://ocw.mit.edu/courses/architecture/4-440-basic-structural-design-spring-2009/>

- Organization for Economic Co-operation and Development: OCDE, (2007). Giving Knowledge for Free: The Emergence of Open Educational Resources. [Consultado 12 de noviembre de 2016]. Disponible en: <http://www.sourceoecd.org/education/9789264031746>
- Paúl Reyes, J. (2017). Desarrollo de Curso Abierto Masivo en Línea (MOOC) sobre anclajes de concreto armado preinstalados. Tesis de grado no publicada, Universidad de Oriente. Anzoátegui, Venezuela.
- Prince, M, Figueroa, M, Martinez, J, y Izquierdo, J. (2016). Curso MOOC para fomentar el desarrollo de competencias digitales en estudiantes universitarios y autodidactas. Zer: Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación N 17.
- Ramírez, M. S. (2012). Modelos y estrategias de enseñanza para ambientes innovadores. Monterrey, México: Editorial Digital del Tecnológico de Monterrey. P.47
- Sánchez, M. (2015). Desafíos en la creación, desarrollo e implementación de los MOOC: El curso de Web Science en la Universidad de Southampton. Revista Científica de Educomunicación.
- Scopeo, (2013). MOOC: Estado de la situación actual, posibilidades, retos y futuro. España, Universidad de Salamanca.
- Socrate, (2006). MOOC de Mecánica y Materiales. [Documento en línea]. Instituto de Tecnología de Massachusetts. Disponible: <https://ocw.mit.edu/courses/mechanical-engineering/2-001-mechanics-materials-i-fall-2006/>
- Solange, M. (2016). Curso MOOC para fomentar el desarrollo de competencias digitales en estudiantes universitarios y autodidactas. Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación. N°17
- UNESCO (2012). Declaración de París sobre los Recursos Educativos Abiertos. Recuperado el 2 de diciembre de 2016. Disponible en: http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/CI/CI/pdf/Events/Spanish_Paris_OER_Declaration.pdf
- Vezga, C. (1986). Proyecto Estructural de Edificios Apoticados de Concreto

Armado. Edición exclusiva y propia del autor.

Vizoso, C.M. (2013). Los MOOCS un estilo de educación 3.0. En SCOPEO INFORME N°2. MOOC: Estado de la situación actual, posibilidades, retos y futuro (pp. 239-261). Salamanca: Universidad de Salamanca-Centro Internacional de Tecnologías Avanzadas.

Weissmann, J. (2012). There's something very exciting going on here. The Atlantic. Disponible en: <http://www.theatlantic.com/business/archive/2012/09/theres-something-very-exciting-goingonhere/262119/>

Zapata, M. (2014). Los MOOC en la crisis de la Educación Universitaria. Docencia, diseño y aprendizaje. Un modelo previsible (III). Recuperado

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y

ASCENSO:

TÍTULO	ELABORACIÓN DE CONTENIDO PARA CURSO ABIERTO MASIVO EN LÍNEA (MOOC) DE CABEZALES Y PILOTES EN CONCRETO ARMADO.
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
Guatarama O. José E.	VLAC: 21.040.889 E MAIL: Jose_guatarama_11@hotmail.com
Longart G. Mariangelly D.	CVLAC: 20.712.898 E MAIL: mariangellylongart@gmail.com
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:

PALABRAS O FRASES CLAVES: MOOC, cabezales, pilotes, concreto, ACI.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y

ASCENSO:

ÁREA	SUBÁREA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS	INGENIERIA CIVIL

RESUMEN (ABSTRACT):

La investigación consistió en la elaboración y creación de contenido para un Curso Abierto Masivo en Línea (MOOC) de cabezales y pilotes en concreto armado, de acuerdo a las consideraciones de la FONDONORMA 1753-2006 (1^{ra} Revisión), publicada en el año 2006 y el código ACI 318-14, publicado en el año 2014. Se desarrolló una investigación de tipo documental y explicativa, basada en la revisión de fuentes bibliográficas de carácter técnico, informes y libros, encaminados a profundizar los conocimientos de los métodos empleados para la temática planteada. La investigación se delimitó a la incursión de los cursos MOOC en la Universidad de Oriente, para finalmente elaborar un contenido audiovisual y manuales de apoyo para el curso que se dictara a través de una plataforma gratuita, con ayuda de los diferentes programas de Office y AutoCAD 2017. Con los datos obtenidos se elaboró diferentes tablas de dimensiones mínimas para la estructura y así poder desarrollar el método de diseño; con ayuda de Microsoft Excel. Con los datos obtenidos se realizaron cálculos correspondientes a la carga proveniente de la columna, fuerza de tracción, el área de acero, la reacción máxima de un pilote, basados en los criterios expresados en las normativas descritas, para el diseño de cabezales y pilotes en concreto armado.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y

ASCENSO:

CONTRIBUIDORES:

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
Martínez, Jhonatan			X		
	CVLAC:	15.376.400			
	E_MAIL	ingmartinezgj@gmail.com			
	E_MAIL				
González, Anabel					X
	CVLAC:	16.573.233			
	E_MAIL	Anabelyoedelin@hotmail.com			
	E_MAIL				
Cabrerera, Daniel					X
	CVLAC:	C.I 17.421.606			
	E_MAIL	Danielcabrerera@udo.edu.ve			
	E_MAIL				
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2018	05	11
AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y

ASCENSO:

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS:.ELABORACIÓN.DE.CONTENIDO.PARA.CURSO.ABIERTO.MASIVO.EN.LÍNEA.(MOOC).DE.CABEZALES.Y.PILOTES.EN.CONCRETO.ARMADO..doc	Application/msword

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F G H

I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v

w x y z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

ALCANCE

ESPACIAL:

(OPCIONAL)

TEMPORAL:

(OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniero Civil

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pregrado

ÁREA DE ESTUDIO:

Escuela De Ingeniería Y Ciencias Aplicadas

INSTITUCIÓN:

Universidad De Oriente – Núcleo De Anzoátegui / Extensión Centro - Sur
Cantaura

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y

ASCENSO:



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CU Nº 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda "SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC Nº 696/2009".

Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR *[Signature]*
FECHA 5/8/09 HORA 5:30

Cordialmente,

[Signature]
JUAN A. BOLAÑOS CUMPELO
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Telesinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/manuja

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y
ASCENSO:

DERECHOS

De acuerdo al artículo 41 del reglamento de trabajos de grado:

“Los Trabajos de grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo, quien lo participará al Consejo Universitario”

Autor (es):

Guatarama O. José E.
C.I: 21.040.889

Longart G. Mariangelly D.
CI: 20.712.898

Prof. Martínez, Jhonatan
TUTOR

Prof. Cabrera, Daniel
JURADO

Prof. González, Anabel
JURADO

Prof. Loaiza, Ramón

POR LA COMISIÓN DE TRABAJO DE GRADO