

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN CON PILOTES
PERFORADOS DEL NUEVO PUENTE HUIQUISA
PROCESO CONSTRUCTIVO**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JOSE ALBERTO TORRES BENITES

LIMA – PERU

2007

INDICE

	Pag.
Resumen	3
Lista de Figuras y Cuadros	5
Introducción	7
Cap I. Generalidades	8
I.1 Función y uso de los pilotes.	8
I.1.1 Fundamentos Teóricos	8
I.1.2 Características Generales del Proyecto	9
Cap II. Tipos de Pilotes	12
II.1 Introducción	12
II.2 Clasificación General	12
II.2.1 Atendiendo al Material Usado	12
II.2.2 Atendiendo Según La Forma de Trabajo	12
II.2.3 Atendiendo al Método de Instalación	15
Cap III. Selección del tipo de Pilotes.	33
Cap IV. Proceso Constructivo de un Pilote Pre-excavado	36
IV.1 Generalidades	36
IV.2 Equipos	37
IV.3 Planificación	40
IV.4 Procedimiento de construcción	43
IV.5 Plan de seguridad	62
IV.6 Costos	65
Conclusiones	70
Recomendaciones	71
Bibliografía	72
Anexos	73

RESUMEN

EL PUENTE HUIQUISA

El puente Huiquisa es un puente perteneciente al tramo IV del Corredor Vial Interoceánico Sur, Perú - Brasil, es un puente de concreto armado tipo losa, donde se Empleará cimentación con pilotes perforados.

LOS PILOTES Y SU CLASIFICACIÓN

Los pilotes son estructuras que transmiten al terreno las cargas que reciben de la estructura, mediante una combinación de rozamiento lateral o resistencia por fuste y resistencia a la penetración o resistencia por punta.

Según el uso del material pueden ser de madera, concreto o acero; atendiendo a la forma de trabajo pueden ser de fricción o punta y de acuerdo al método de instalación pueden ser hincados o pre-excavados.

SELECCIÓN DEL TIPO DE PILOTE A EMPLEARSE

La selección del pilote depende de las características geotécnicas del terreno y el proyectista escogerá el tipo de pilote basándose en los resultados de los ensayos hechos al terreno y en su experiencia.

PROCESO CONSTRUCTIVO

Para la construcción de un pilote primeramente se evaluarán las vías de acceso y se preparara la plataforma de trabajo, enseguida se movilizarán los equipos de perforación y paralelamente se hará el trazo para lograr su ubicación. Se iniciara la excavación del terreno, en este punto, es importante tener en cuenta que los equipos deben estar correctamente ubicados para garantizar la orientación de la perforación.

Es recomendable que en los 3 primeros metros se coloque una funda de acero que sirva de guía y evite el derrumbe del terreno en caso de tratarse de terrenos deleznable. Se continuara la excavación aplicando lodo bentonítico, que servirá para estabilizar las paredes de la excavación. En el caso de ser un terreno rocoso, este procedimiento no seria necesario.

Seguidamente se colocara la armadura y los dados de concreto que garanticen el recubrimiento necesario y luego se vaciara el concreto retirándose de inmediato la funda de acero.

Finalmente se procederá con el descabezado de los pilotes.

LISTA DE FIGURAS Y CUADROS

FIGURAS:	Pag.
Fig. I-1: Plano de Ubicación	09
Fig. I-2: Sección Transversal del Puente	11
Fig. II-1: Pilotes Resistente por Fricción	14
Fig. II-2: Pilotes Resistentes por Punta	14
Fig. II-3: Fases en la formación de un pilote Franki	19
Fig. II-4: Pilote tubular de acero perforado	22
Fig. II-5: Pilote Prestcore	23
Fig. II-6: Procedimiento de ejecución de un pilote perforado “Frote”	23
Fig. II-7: Fases de ejecución de un pilote Forum	24
Fig. II-8: Pilote barrenado Franki	27
Fig. II-9: Pilote Caisson-Gow	30
Fig. II-10: Pilote preescreto	30
Fig. IV-1: Secuencia del proceso constructivo	44
Fig. IV-2: Preparación de la plataforma de trabajo	45
Fig. IV-3: Trazo topográfico para la ubicación de los Pilotes	46
Fig. IV-4: Equipo de perforación de los Pilotes	47
Fig. IV-5: Colocación de la Funda	48
Fig. IV-6: Excavación con ayuda del Lodo Bentonítico	48

	Pag.
Fig. IV-7: Accesorios del Equipo de Excavación	49
Fig. IV-8: Evolución de la Armadura	51
Fig. IV-9: Habilitación de la Armadura	52
Fig. IV-10: Traslado e Izaje de la Armadura	53
Fig. IV-11: Colocación de la Armadura	54
Fig. IV-12: Defectos de colocación en la armadura	55
Fig. IV-13: Dados Separadores hechos en Obra	56
Fig. IV-14: Dados Separadores colocados en la Armadura	56
Fig. IV-15: Equipo Tremie	59
Fig. IV-16: Colocación del Concreto	60
Fig. IV-17: Prueba de Integridad de los Pilotes	61
Fig. IV-18: Descabezado de Pilotes	61
ESQUEMAS Y TABLAS:	
Esq. II-1: Clasificación general de pilotes	13
Tab. II-2: Cargas de trabajo respecto al diámetro	18

INTRODUCCIÓN

El Puente Huiquisa, se encuentra ubicado en el Km 198+771 del Corredor Vial Interoceánico Sur - Tramo IV.

Debido a la construcción e importancia de la Carretera Interoceánica ha habido cambios en el diseño, dimensiones de la vía y el servicio de cargas para su adecuación a las nuevas directivas del MTC (Manual de Diseño de Puentes y Carreteras); se ha planteado la reubicación del puente, por lo que es necesario la evaluación del diseño de la cimentación del nuevo puente Huiquisa proyectada con pilotes perforados.

La importancia de este informe es el de dar los conocimientos necesarios para la ejecución del proceso constructivo.

En el capítulo I se especifica las características generales del puente Huiquisa así como la definición de los pilotes y la aplicación que se les da en la construcción.

El capítulo II se menciona los diferentes tipos de pilotes que podemos encontrar para así poder tener la capacidad de plantear el tipo de pilote a usar.

El capítulo III se menciona sobre las consideraciones que se deben tener para poder escoger el pilote adecuado a usarse basándose en la experiencia y los conocimientos.

El capítulo IV trata sobre el proceso constructivo en sí, desde la planificación, selección de equipos a usarse y la ejecución.

CAPITULO I: GENERALIDADES

I.1 FUNCIÓN Y USOS DE LOS PILOTES.

I.1.1 FUNDAMENTOS TEORICO

PILOTE

Se denomina pilote a un elemento constructivo utilizado para cimentación de obras, que permite trasladar las cargas hasta un estrato resistente del suelo, cuando este se encuentra a una profundidad que dificulta o encarece una cimentación directa.

Los pilotes transmiten al terreno las cargas que reciben de la estructura mediante una combinación de rozamiento lateral o resistencia por fuste y resistencia a la penetración o resistencia por punta. Ambas dependen de las características del pilote y del terreno, y la combinación idónea es el objeto del proyecto.

USOS DE PILOTES

Casos en que se usan los pilotes:

- Cuando las cargas transmitidas por una edificación no se pueden distribuir adecuadamente en una cimentación superficial excediendo la capacidad portante del suelo.
- Puede darse que los estratos inmediatos a los cimientos produzcan asientos imprevistos y que el suelo resistente esté a cierta profundidad; es el caso de edificaciones que apoyan en terrenos de baja calidad.
- Cuando el terreno está sometido a grandes variaciones de temperatura por hinchamientos y retracciones producidos con arcillas expansivas.
- Cuando la edificación está sobre agua.
- Cuando los cimientos están sometidos a esfuerzos de tracción.
- En edificios de altura expuestos a fuertes vientos.
- En construcciones que requieren de elementos que trabajen a la tracción, como estructuras de cables, o cualquier estructura anclada en el suelo.

- Cuando se necesita resistir cargas inclinadas; como en los muros de contención de los muelles.
- Cuando se deben recalzar cimientos existentes.

I.1.2 CARACTERISTICAS GENERALES DEL PROYECTO.

UBICACIÓN.

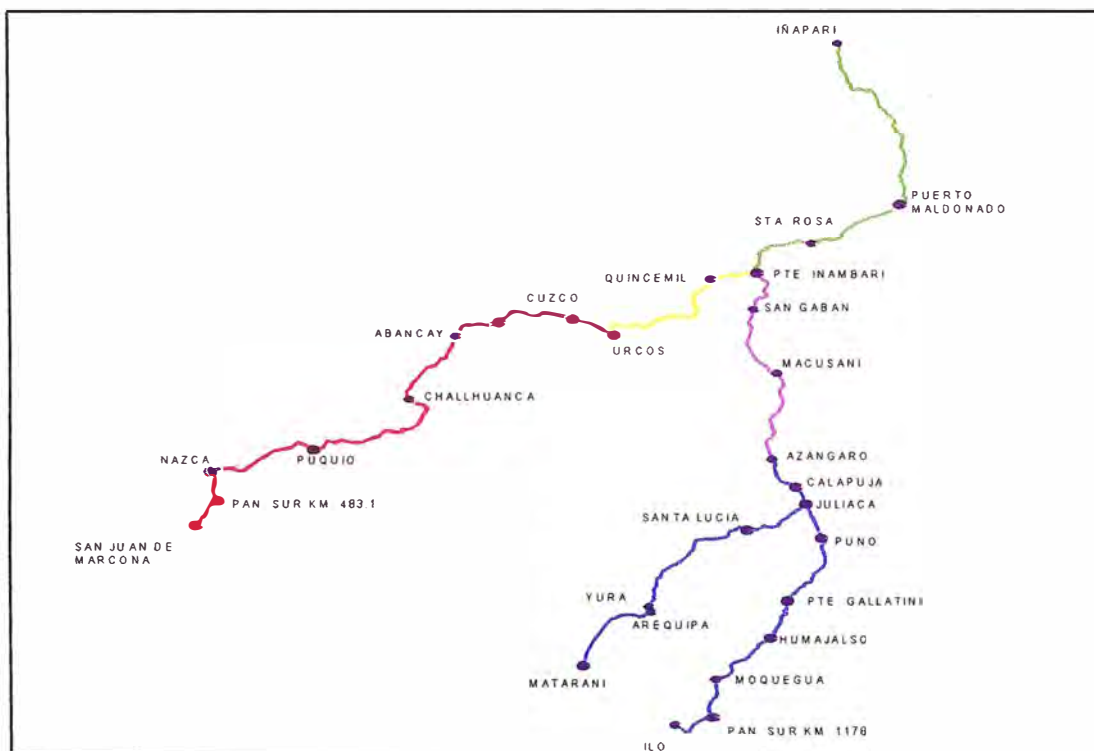


Fig. I-1: Plano de Ubicación.

La Carretera Azángaro – Pte. Inambari conforma el Tramo 4 del Corredor Vial Interoceánico Sur, Perú – Brasil, con una longitud aproximada de 305.9 Km, considerándose para la segunda etapa de estudio el sector comprendido entre Macusani (Km. 182+250) y San Gabán (Km. 286+700).

Esta Segunda Etapa del Tramo IV, tiene proyectada la construcción de 31 puentes, entre ellos se encuentra el puente Huiquisa.

El Puente Huiquisa, se encuentra exactamente ubicado en el Kilómetro 198+771, ubicado en el distrito Macusani, Provincia Carabaya y Región Puno (fig. I-1).

CARACTERÍSTICAS DEL PUENTE HUIQUISA

Las características del puente son las siguientes:

Superestructura:

LONGITUD:

El puente tiene una luz entre ejes de 30m

SISTEMA ESTRUCTURAL:

Es un puente tipo losa de concreto armado con una capa de rodadura de 5cm.

Subestructura:

ESTRIBO IZQUIERDO:

Es un estribo de concreto armado, en su cimentación cuenta con 36 pilotes de 600 mm. de diámetro y $L=11.00$ m.

Estribo Derecho:

Es un estribo de concreto armado, en su cimentación cuenta con 36 pilotes de 600 mm. de diámetro y $L=26.00$ m.

Sección del puente

La sección del puente consta de:

- Dos carriles de 3.00 m cada uno.
- Dos bermas de 0.60 m cada una.
- Dos veredas de 0.60 m cada una.

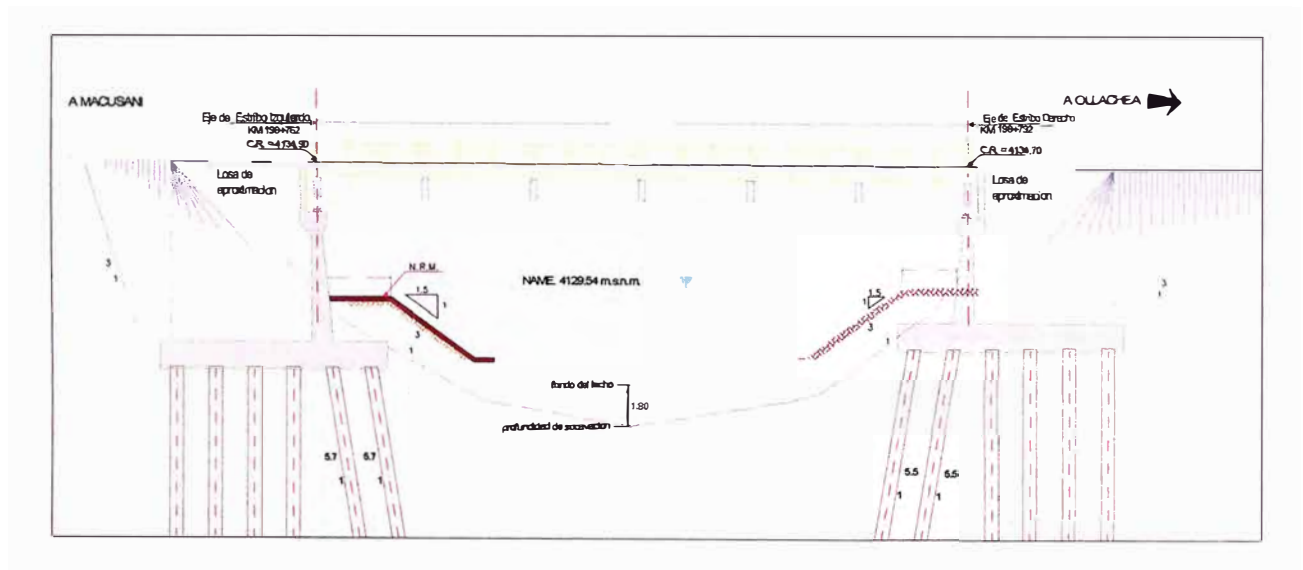


Fig. I-2: Sección Transversal del Puente.

CAPITULO II: TIPOS DE PILOTES

II.1 INTRODUCCIÓN.

Al plantear el proyecto de una cimentación profunda por pilotes, una de las primeras decisiones a tomar concierne al tipo de pilote que se va emplear. En el presente capítulo describiremos las principales características de los diversos tipos de pilotes existentes; debe señalarse que si bien algunos de estos tipos de pilotes no se encuentran disponibles en nuestro medio, se ha considerado conveniente su inclusión ya que su implementación es perfectamente posible.

II.2 CLASIFICACIÓN GENERAL.

En el esquema (II-1), se muestra la clasificación general atendiendo al uso del material, a la forma de trabajo y al método de instalación, que se relacionan entre ellos.

II.2.1 ATENDIENDO AL MATERIAL USADO.

Los materiales utilizados comúnmente son; la madera, concreto prefabricado, concreto vaciado "in- Situ", fundas de acero, perfiles de acero y posibles combinaciones de las anteriores.

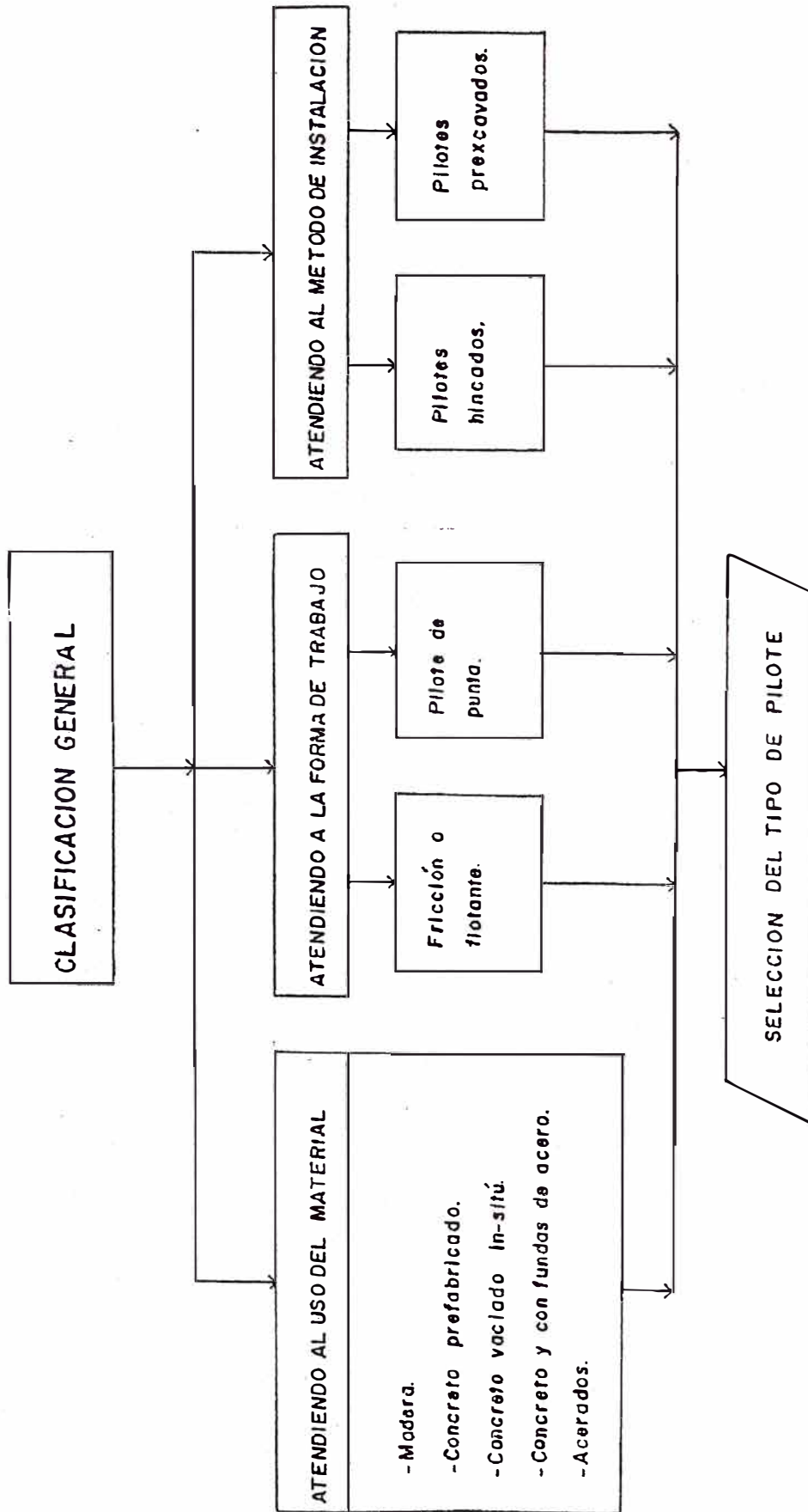
II.2.2 ATENDIENDO SEGÚN LA FORMA DE TRABAJO.

Atendiendo a la forma de transferencia de carga se clasifican en pilotes de fricción y pilotes de punta, figuras (II-1) y (II-2).

1. PILOTES DE FRICCIÓN:

Los pilotes de fricción pueden subdividirse en dos categorías:

- Pilotes de fricción en suelos de granos gruesos muy permeables: Estos pilotes transfieren al suelo con mayor parte de su carga por fricción lateral. La hincada en grupos, con una distancia pequeña entre pilotes, reduce grandemente la porosidad y la compresibilidad del suelo situado dentro y alrededor de los grupos.



Esquema II-1: Clasificación general de pilotes

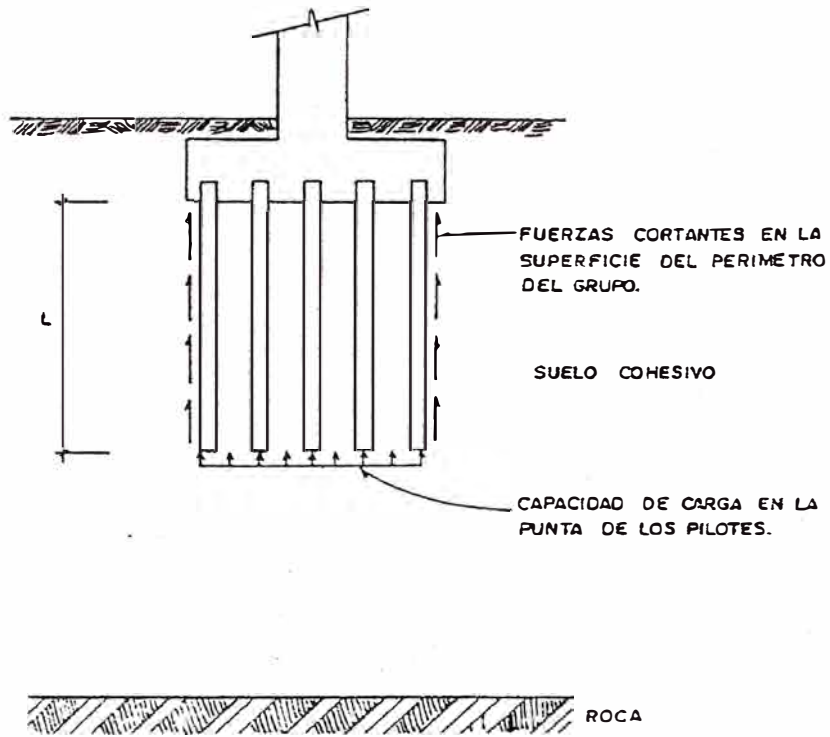


Fig. II-1: Pilotes resistentes por fricción

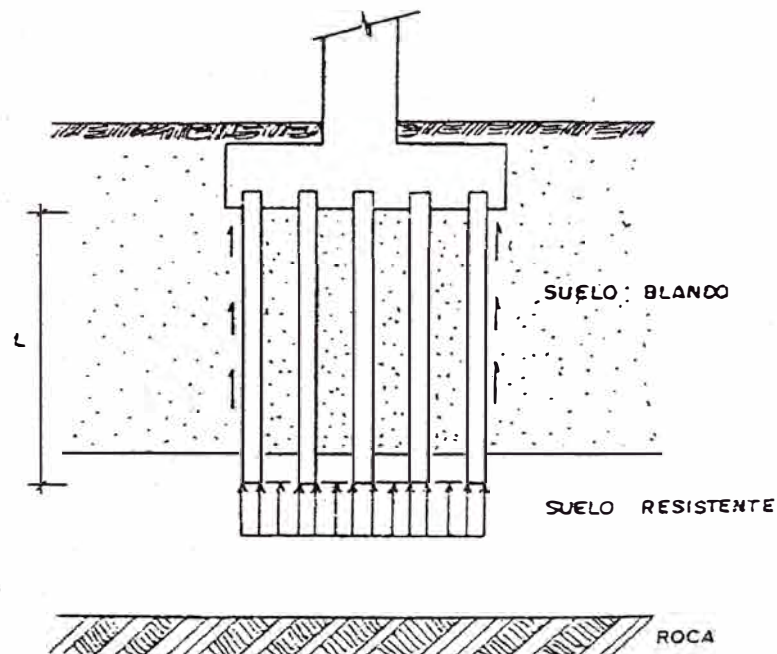


Fig. II-2: Pilotes resistente por punta

Por ello, los pilotes de esta categoría se denominan pilotes de compactación.

- Pilotes de fricción en suelos de granos finos de baja permeabilidad: Estos pilotes transmiten su carga al suelo por fricción lateral, pero sin llegar a compactar el terreno en forma perceptible. Las fundaciones sobre pilotes de este tipo se denominan comúnmente fundaciones sobre pilotes flotantes.

2. PILOTES DE PUNTA:

Los pilotes de punta transmiten su carga a un estrato firme situado a una profundidad considerable por debajo de la base de la estructura.

II.2.3 ATENDIENDO AL METODO DE INSTALACIÓN.

Atendiendo al método de instalación se clasifican en dos grandes grupos: pilotes hincados y pilotes pre-excavados.

En el grupo de los pilotes hincados encontramos los pilotes prefabricados y los pilotes hincados vaciados “in-situ”, en este grupo describiremos en forma somera para tener como referencia. En los pilotes pre-excavados incidiremos con mayor amplitud, que se subdividen en pilotes pre-excavados tipo convencional y pilotes no convencionales (grandes pilotes).

1. PILOTES HINCADOS.

La operación de instalación se realiza mediante el hincado del pilote en el suelo con golpes de un ariete, a su vez, en arenas el método de instalación por hincado puede ser combinado con inyección de agua (JETTING) para ayudar a la penetración del pilote.

Pilotes Prefabricados:

Los pilotes prefabricados pueden ser: De madera, concreto premoldeado, concreto pretensado, acero con sección H y compuestos.

- **Pilotes de madera.**

Cuando se utiliza pilotes de madera deben tomarse precauciones para evitar daños durante el hincado ya que se trata de un material relativamente débil para resistir impacto; el daño puede ocurrir tanto en la cabeza del pilote por efectos del impacto de martillo, como en la punta si es que se encuentra obstrucciones o se trata de pilotes de punta, Usualmente son poco adecuados como pilotes de punta.

- **Pilote de concreto Prefabricado (incluye pretensado).**

Normalmente el diseño estructural está regido por los esfuerzos que se producirán durante la manipulación e izaje de los pilotes antes del hincado. Por esto, en la obra deben izarse en la forma especificada por el proyectista.

Así mismo es necesario relacionar cuidadosamente el martillo que se utilice para el hincado, de manera que sea suficiente para hincar el pilote hasta el rechazo requerido para desarrollar la carga de trabajo con que ha sido diseñado, pero al mismo tiempo que no sea excesivamente grande y produzca esfuerzos de hincado que pudiesen dañar estructuralmente al pilote.

Así mismo, debido a los esfuerzos de hincado, es necesario esperar que se desarrolle la resistencia del concreto, antes de proceder al hincado.

Los pilotes pretensados presentan ventajas en cuanto a su resistencia para soportar el izaje y el hincado.

Pilotes hincados vaciados “in-situ”:

Dentro de este grupo se encuentran una gran variedad de pilotes, conocidos como pilotes de desplazamiento a causa del desplazamiento que experimenta el suelo cuando los pilotes son hincados, roscados o introducidos por medio de un gato hidráulico en el terreno. Que dichas fundas pueden o no ser retiradas.

En este grupo tenemos: Pilote Franki, Vibro, Simplex, Cementation horadados, Alpha, Western, Raymond, West, etc.

- **Pilote Franki (inyectado a presión).**

Básicamente las fases de ejecución, son:

- Primero se hince una pequeña longitud del tubo del pilote, luego se coloca un tapón de grava o de concreto pobre en el fondo del tubo y se compacta con un sólido apisonador de acero, figura (II- 3a).
- A medida que el tapón de concreto va siendo apisonado se le va forzando al interior del suelo, permitiendo al mismo tiempo el descenso del tubo, figura (II-3b).
- La hincia prosigue hasta que se alcanza el estrato de apoyo, en cuyo momento se impide que el tubo prosiga hundiéndose y se golpea con un martinete el tapón de concreto para que salga del tubo y forme una especie de bulbo, figura (II-3c).
- Se introduce entonces una jaula de refuerzo en el interior del tubo y se agrega el concreto al pilote. Al mismo tiempo que el concreto se va colocando y apisonando se procede a la recuperación del tubo, figura (II-3d).

Características:

- Longitud a considerar: 10 -60 pies.
- Especificación del material: Código ACI 318.
- Esfuerzos máximos: 33% de la resistencia del concreto a los 28 días. 9,000 PSI para el forro tubular si el espesor es mayor que 1/8 de pulg.
- Cargas de diseño: 60 - 120 Tn.
- Desventajas: El bulbo no puede ser hecho en arcilla o cuando se encuentran puntos duros en el suelo penetrado. Cuando se atraviesan estratos de arcilla para alcanzar material apropiado, se requieren precauciones especiales para las fuentes si van en grupo.
- Ventajas: El extremo ensanchado posee una resistencia mas elevada que el pilote convencional de lados rectos. Alta capacidad de tracción sí se refuerza adecuadamente. Elevada energía de hincado disponible para atravesar obstrucciones.

- Muy apropiado para suelos granulares donde La capacidad de carga se alcanza por medio de compactación alrededor del bulbo.

Las dimensiones del bulbo varían según la naturaleza de! terreno. En terrenos muy comprensibles, el bulbo puede obtener hasta 1m³ de hormigón. En caso de pilotes Franki inclinadas, la inclinación puede llegar hasta 25 grados y deben ser armados en toda la longitud a fin de poder absorber los esfuerzos oblicuos a los que están sometidos.

- Se puede realizar cálculos aproximados de la capacidad de los pilotes Franki, utilizando métodos estáticos y suponiendo un diámetro determinado para el bulbo.

TIPO	DIAMETRO NOMINAL (mm)	CARGA DE TRABAJO Un.)
Ligero	350 a375	40
Medio	400 a450	60
Solido	500 a550	90
Muy solido	550 a 625	130

Tabla II-2: Cargas de trabajo respecto al diámetro

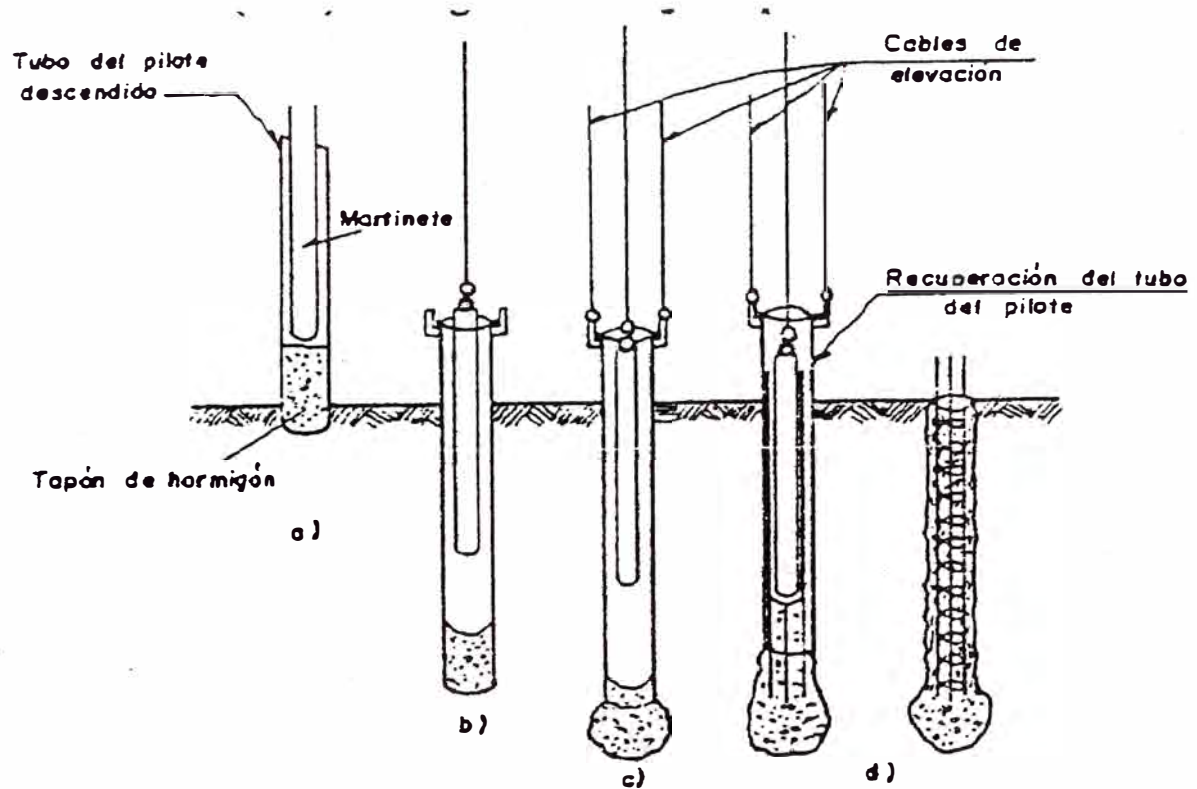


Fig. II-3: Fases en la formación de un pilote Franki

2. PILOTES PRE- EXCAVADOS

En este grupo de pilotes pre-excavados, se ha subdividido en dos grupos: Pilotes Pre-excavados tipo convencional, aquellos pilotes cuyo diámetro están, entre 0.35 a 0.70m y Pilotes Pre-excavados no convencionales de gran diámetro de 0.8 a 2.40m, en edificaciones es conocido también como lumbreras.

En la instalación de este tipo de pilote primeramente se requiere de un proceso como hacer un agujero en el suelo mediante la utilización de técnicas manuales y mecánicas; equipos como: Barrenas de cuchara, el balde perforador, la máquina Benoto o la cuchara giratoria que efectúa excavaciones de más de 1.00 m de diámetro hasta profundidades de 30.00 m, etc. Una vez perforado el agujero se procede a colocar las armaduras, si tuvieran y luego se vierte el concreto. Los pilotes pueden construirse sin funda permanente o con ella; los primeros se usan donde no se derrumba o cierre la excavación previa que se haga para la

construcción del pilote, en donde el agua no aniega a la misma y donde no se perjudique a un pilote recién construido al efectuar las excavaciones para los pilotes vecinos.

Este tipo de pilotes tiene la ventaja de no precisar espacio de almacenaje, ni equipo para su manejo; además, no están sujetas a daños por maniobras de manejo o por hincado.

Los distintos tipos de pilotes pre-excavados pueden diferenciarse entre ellos por el sistema de compactación del concreto, y de trabajo. En este grupo hay una gran variedad de pilotes vaciados en el lugar, la mayor parte sujetos a su propia patente. A continuación describiremos brevemente los tipos más comunes.

Pilotes Pre-excavados del tipo convencional.

- **Pilotes pre-excavados de casco hincado:**

Se usan tubos de entibación generalmente para la excavación, en suelos ligeramente blandos y la presencia de agua subterránea, tenemos los siguientes:

- **Pilotes tubulares de acero perforados, fig. II-4.-**

Este tipo de pilote, es útil cuando presentan dificultades en el hincado de pilotes de desplazamiento a centros cercanos a través de suelo arcilloso.

La ventaja de estos pilotes es cuando se trabaja con un suelo blando que se desplace lateralmente durante la hincada de un pilote, perjudicando a otros previamente hincados; también lo son cuando existe un gran número de pilotes muy próximos, con lo que se presenta el peligro de levantar y desplazar a un pilote ya colocado con el hincado de otro vecino.

Básicamente, estos pilotes se construyen siguiendo los lineamientos que se describen a continuación:

- Se hincan dentro del terreno una sección tubular de acero de extremo abierto con arreglo de trampa, con punta biselada.

- Se extrae el tubo con el material que se quedó en su interior. El material se vacía elevando el tubo y colocando un mandil fijo en su extremo superior que impida que el material suba con el tubo. Los contenidos se vacían mediante una trampa en el fondo, la tierra puede ser retirada mediante aire comprimido, “JETS” de agua, o percusiones, si es que no cae por gravedad.
- Nuevamente se procede a introducir el cilindro con el mandril hasta alcanzar el nivel deseado.
- Se retira el mandril y se lleva el cilindro de concreto.
- El cilindro puede ser recuperado, presionando el mandril sobre el concreto y se extrae el tubo.

- **Pilotes “Prestcore”, fig. II-5.**

Este tipo de pilote de núcleo premoldeado, tiene importancia esencialmente en la operación, construcción del agujero bajo el método de barrena de pozo. Son adecuados cuando el espacio libre vertical es limitado o debe evitarse la vibración. Básicamente el método constructivo es:

- Una envolvente de acero es hundida mediante métodos de barrena de pozo (a), una pequeña carga de concreto es colocada en el fondo de la envolvente (b).
- Se baja dentro del agujero un pilote de secciones premoldeado de concreto ensamblados en un tubo central de acero (c).
- La envoltura se retira mediante gatos contra la presión hacia abajo sobre las secciones de concreto (d).
- Durante el retiro de la envoltura, el pilote es lechadeado de cemento bajo presión para expeler el agua del subsuelo, de manera que el pilote quede encerrado por una capa gruesa de cemento, que también son proporcionados, varillas de refuerzo si fuera necesario (e).
- Diámetros disponibles son de 35, 45 y 65 cm.; con su correspondiente cargas de seguridad recomendadas de 40 , 60 y 150 Tn.

- Profundidades que se han empleado hasta 27 m, Las varillas de refuerzo son 1.25 a 2.5 cm. de diámetro, y de clasifican 4,5 ó 6 varillas.
- Profundidades que se han empleado hasta 27 m, Las varillas de refuerzo son 1.25 a 2.5 cm. de diámetro, y de clasifican 4,5 ó 6 varillas.

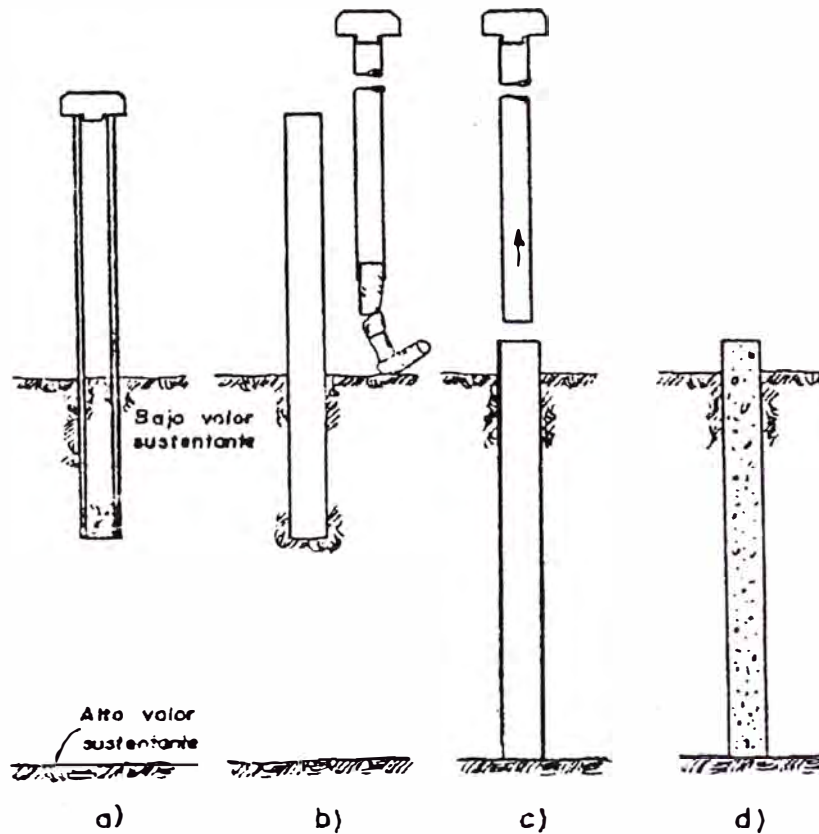


Fig. II-4: Pilote tubular de acero perforado

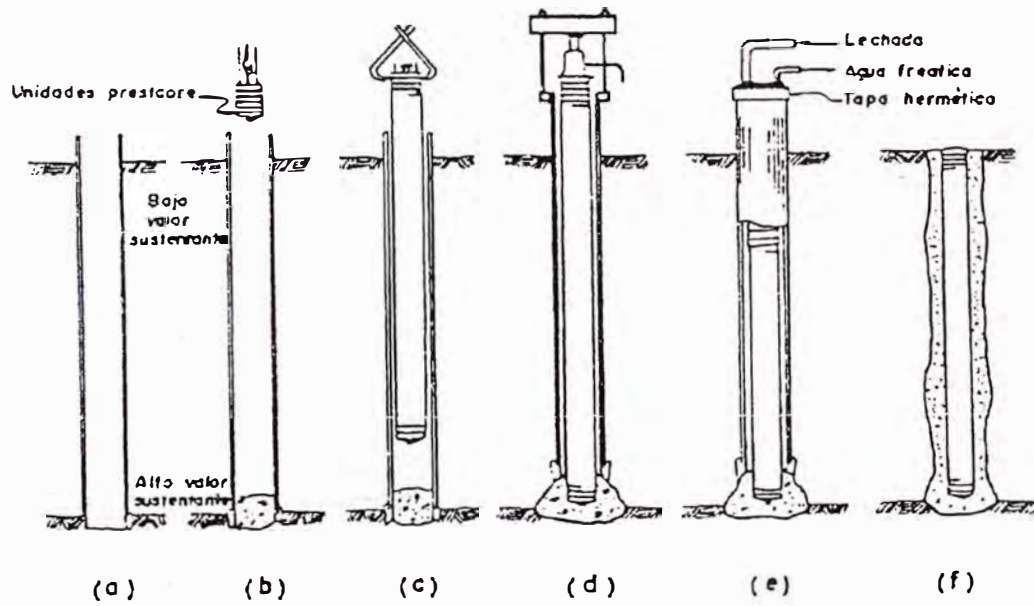


Fig. II-5: Pilote Prestcore.

Adicionalmente a estos tipos de pilotes tenemos:

- Pilote frote, fig. II-6.

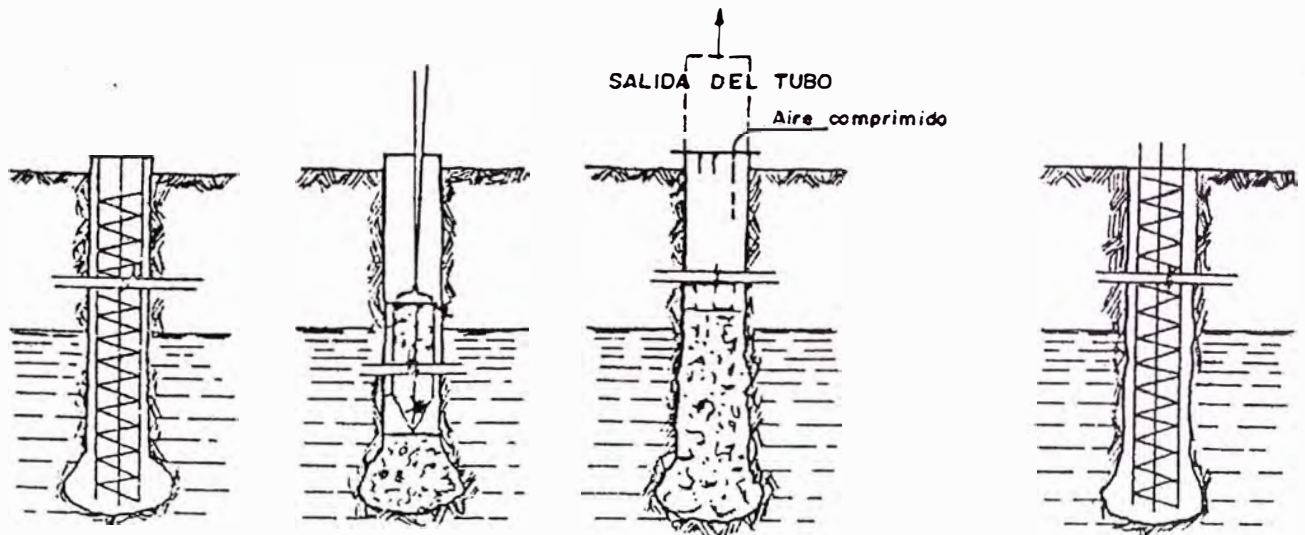


Fig. II-6: Procedimiento de ejecución de un pilote perforado "Frote"

- Pilote forum fig. II-7.

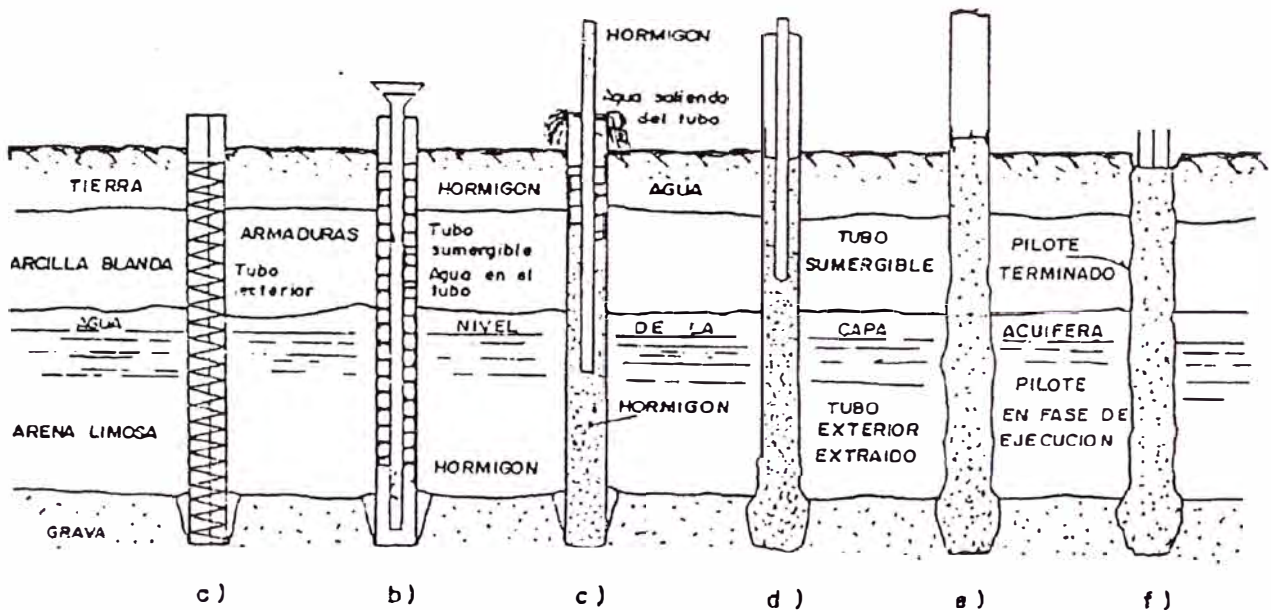


Fig. II-7: Fases de ejecución de un pilote Forum

• **Pilotes Pre-excavados no encerrados:**

En este grupo hacen el uso de productos químicos como silicato de sodio o la Bentonita para la excavación del agujero.

- **Pilotes Barrenados.**

Los pilotes barrenados se forman mediante el barrenado de agujeros y el llenado de estos de concreto. Los diámetros que se recomiendan son de 40 a 70 cm. La carga puede ser soportada por fricción y apoyo, según se obtenga mayor firmeza. Las longitudes son ilimitadas pero generalmente abarcan de 12 a 15m y hasta 30m. Pueden ser inclinadas de 10 a 45 grados, soportan cargas de 50 a 150 Tn. Básicamente las fases de ejecución, son:

- Perforación: En suelos cohesivos son fácilmente barrenados o utilizando taladro de tipo cubeta.

Los materiales granulares no cohesivos son perforados por Barrenas o taladros del tipo cubeta con la asistencia de un elemento cementante, tal como el agua (Acción capilar), lechada Bentonita, o productos químicos (silicato de sodio).

Barrena rotativas, empleando barro de taladro o agua, lavando los cortes mediante circulación o mediante el insertado de una envolvente de acero, que cae por su propio peso, luego retirado el fluido de perforación. Se puede añadir Bentonita al fluido de perforado de forma que puede ser retirada por una barrena.

- Acampanado: Después de barrenar la parte central del pilote, una cubeta de acampanado puede agrandar el fondo del eje. Cuando la cubeta golpea el fondo del eje, el peso del bastago del eje fuerza, la abertura de los brazos de corte de la cubeta, se forma una campana y la cubeta se llena de tierra a vaciar. Al levantar la cubeta los brazos se retractan para permitir el retiro de la cubeta y la retención del suelo.

Para campanas grandes o en terreno movedizo, se puede insertar una envolvente de fuerte ajuste a la profundidad del tope de campana Luego hincadas las barras de acero o tablillas de roble como revestimiento espaciados de 15 a 30cm sobre centros. Al proseguir la excavación manual. Se insertan detrás del revestimiento hojas de fibra prensada y empaques. Bajo condiciones secas. El encampanado sobre arcillas no presenta complicaciones, pero se puede requerir de revestimiento en arenas.

Bajo condiciones húmedas, la campana puede hacerse mediante:

- El bajado de la lámina acuífera, a base, de pozos profundos y bombeo.
- La consolidación del terreno que rodea la campana, a base, de inyecciones químicas.
- Drenado mediante el socavado y bombeo, empleando revestimiento y soportes donde sea necesaria.

- Envoltentes: Los cascos de acero, diseñados para problemas específicos, son empleados para evitar el derrumbe de las paredes del eje que pueda reducir la capacidad friccional del pilote. También, las envoltentes empleadas cuando son necesarias evitan que las paredes de materiales suaves cohesivos tiendan a cerrarse provocando que sedimentos o arenas entren en el eje. La pérdida resultante del terreno puede causar un serio asentimiento.

Las envolturas de acero para ejes son utilizados donde sean necesarios para cerrar el paso al agua, mantener al suelo inestable fuera del agujero, o para proteger cavadoras e inspectores. Las envolturas son retiradas antes de fraguar o durante el fraguado en terreno inestable. Mediante la colocación de una carga de concreto en el fondo limpio del eje, levantando la envoltura cercana al tope de concreto, luego repitiendo, el suelo y el agua pueden mantenerse fuera del eje y ser asegurado un soporte firme con un eje no roto.

- Armado: Los pilotes pueden ser armados o reforzados mediante jaulas o entramados que van insertados en los ejes con anterioridad al vaciado del concreto.

Compañías líderes en la instalación de estas cimentaciones barrenadas se encuentran: La Case Foundation Co, La Bello Bottom Foundation Co, La George F. Casey Co.

- Pilotes barrenados Franki, fig. (II-8).

Estos pilotes se utilizan en arcilla, donde los pilotes no pueden ser hincados por compresión, sino por extracción de muestra del terreno.

La ejecución de estos pilotes pre-excavados se efectúa por medio de un martinete Franki ordinario y de una campana formada por dos mandíbulas semicilíndricas. Básicamente las fases de ejecución, son:

- Se hinca una envoltura de acero en dos secciones semicirculares hasta quedar totalmente llena de tierra.
- El martinete y la sección extendida circular que mantiene las quijadas cerradas son izados por arriba del nivel de terreno.
- Las mandíbulas o quijadas son abiertas y la tierra cae hacia afuera que son depositadas en un camión.
- El martinete y sección extendida circular son, bajadas sobre las mandíbulas para cerrarlas y el ensamblaje es hincado en el suelo hasta encontrar la longitud deseada del pilote.

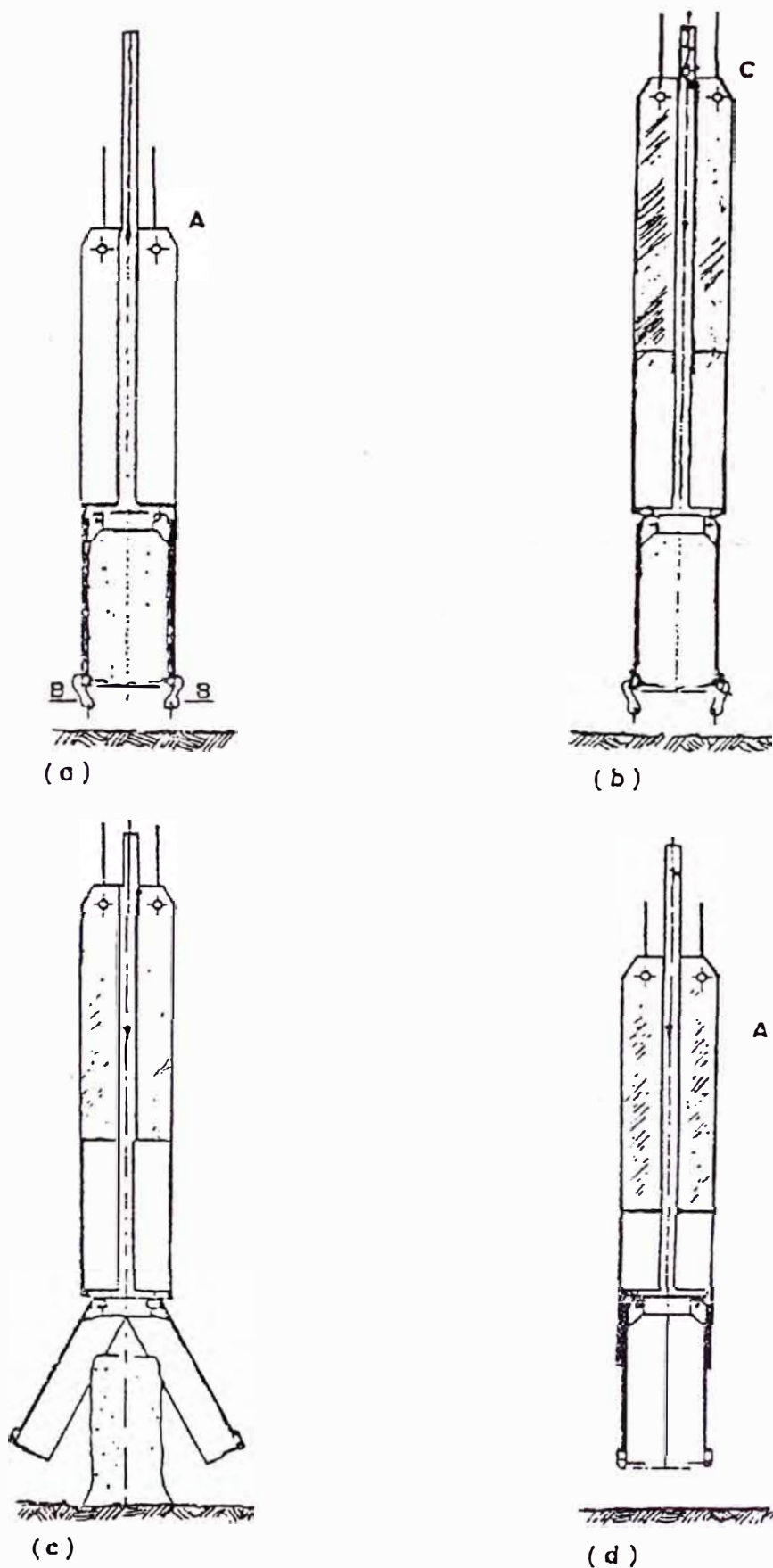


Fig. II-8: Pilote barrenado Franki

Pilotes Pre-excavados no Convencionales (gran diámetro)

Dentro de este grupo describiremos los pilotes Caisson (pozos indios), pilote excavado VSL (balde perforador) y otros, porque de alguna manera presentan las características de los pilotes pre-excavados. La palabra CAJSSON es de origen Francés y significa “caja grande” o “cajón”. Estos cajones se utilizan con frecuencia como subestructuras para pilares de puentes.

Cuando se aplica a cimentaciones de edificios, los cajones, también llamados lumbreras perforadas, casi siempre son circulares con diámetros mínimo de 70 cm. los diámetros pueden llegar a 1.80 m o ser todavía mayores. Estos pilotes se estudiarán en esta sección; los cajones de tipo puente no se considerarán.

Los pilotes no convencionales también de la misma manera se pueden construir con moldes o casquillos permanentes o retirables. Cuando se excavan hasta la roca dura, suelen ser de diámetro constante. Cuando deban apoyarse en el suelo o las rocas blandas, se acampanan sobre el estrato de apoyo para proporcionar una zona adecuada de apoyo y una presión de carga.

Cuando las condiciones de los suelos son favorables, las cimentaciones con pilotes no convencionales suelen resultar económicas.

La instalación de cimentaciones en pilotes pre-excavados no convencionales, pueden ser arriesgadas, es esencial un análisis a fondo de las condiciones del agua y los suelos. También del estrato de apoyo. Es posible que haya problemas y el tipo que se escoja debe poder adaptarse para resolverlos.

- **Pilotes pre-excavados no convencionales con envolvente.**

- **Pilote Caisson Gow, fig. II-9.**

Son pilotes instalados bajo la forma Gow -División de la Raymond Pile co.

Estos pilotes son inútiles en el esparcimiento o repartición de cargas pesadas sobre el estrato de apoyo seleccionado. La repartición también permitirá que la carga sea soportada sobre un estrato firme bastante delgado encima de estrato

más pobre, para obtener el valor de su habilidad distributiva de carga, siempre y cuando los asentamientos esperados a partir del estrato más suave subyacente se encuentren dentro de los límites permisibles. Como las envolventes son instalados en secciones cortas, pueden colocarse en espacios libres verticales limitados y pueden emplearse para sub.-horquillados.

Solamente se puede utilizar cuando el estrato de fondo es lo bastante firme y libre de agua freática para permitir a una hombre excavar sin dificultad la campana.

Básicamente las fases de ejecución, son:

- En principio se excava un pozo poco profundo (a).
- El tope de la envoltura cilíndrica se hinca dentro de este pozo, y el suelo del interior se excava con la máquina Gow (b).
- Un segundo cilindro de aproximadamente 5 cm. menor, en diámetro que el primero, se coloca en su interior y se hinca hacia abajo, y el suelo en el interior se excava. Este proceso se repite hasta que el Caisson alcanza profundidad completa, siendo el cilindro más bajo de diámetro especificado para el eje. El cilindro más bajo es hincado dentro del estrato de apoyo final para llenarse (c).
- Cuando es necesario incrementar el área de soporte. El suelo debajo del cilindro de fondo es encampanado manualmente (d).
- La sección interior se llena de concreto, y cilindro más bajo se retira de los superiores (e).
- Este proceso es repetido hasta que se ha completado el eje y todos los cilindros se retiran.

La excavación del eje puede realizar mecánicamente, el uso de una máquina cavadora (máquina rotativa Gow - máquina Hunt), similar a una cavadora de grandes postes.

Se utiliza mecánicamente en suelos que permanezcan estables por periodos bastante largos, pero puede llegar a considerables profundidades. La ventaja, que no requiere de equipos pesados para instalar los pilotes Gow. Las envolventes son de secciones 2.40 a 3.60 m, variando los diámetros para carga en especial.

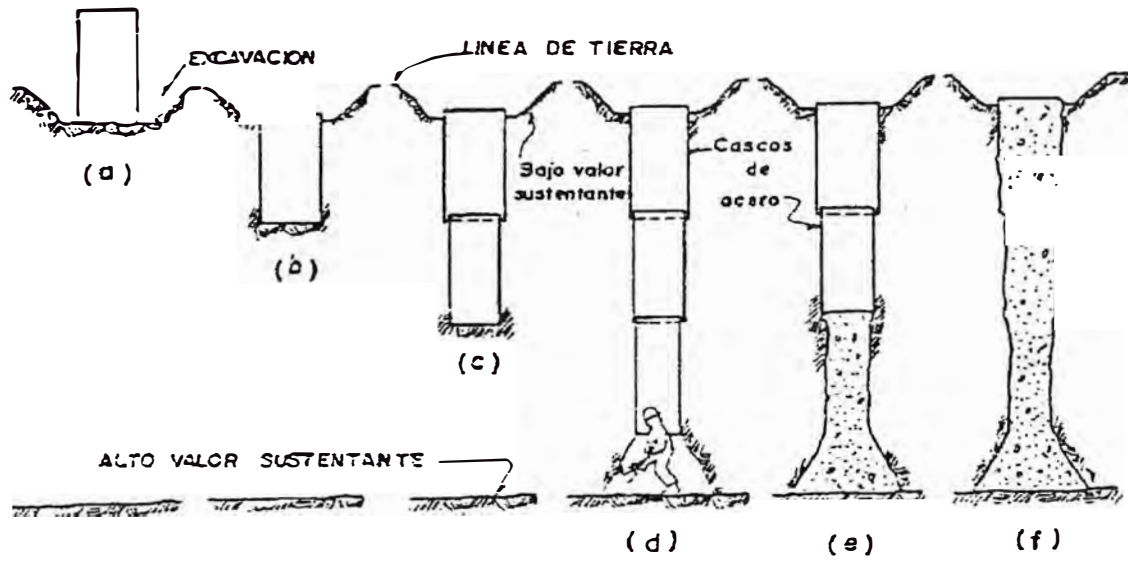


Fig. II-9: Pilote Caisson-Gow

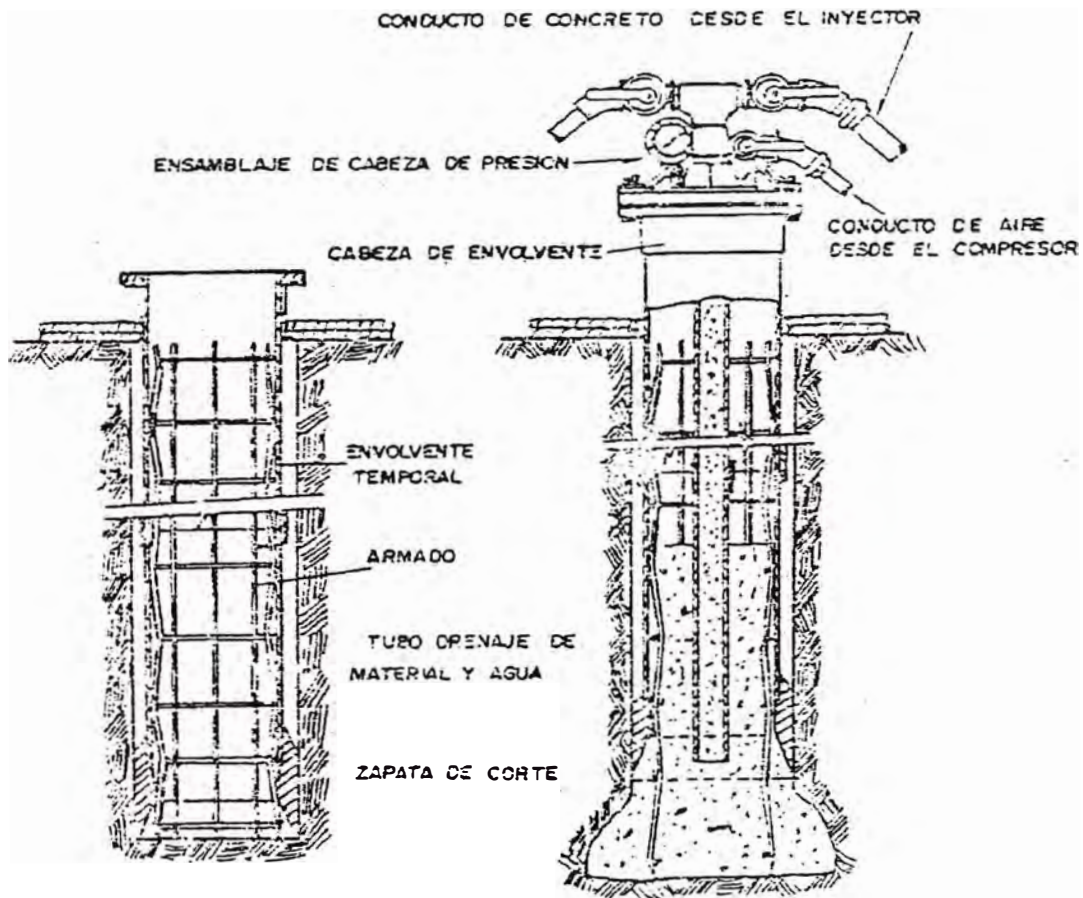


Fig. II-10: Pilote preescreto

- Pilote Presscrete, fig. II-10.

Son controlados por la firma The Presscrete Co. (Nueva York).

Estos pilotes pueden ser instalados en espacio muy limitado aun en estructuras existentes y dentro de sótanos donde solo hay espacio vertical libre bajo, ya que no se necesita equipo estorboso. La instalación de estos pilotes es silenciosa, y también se lleva a efecto sin vibración o alteraciones del terreno adyacente a las estructuras existentes.

Básicamente las fases de ejecución, son:

- Se hunde una envolvente seccional de acero en el terreno, a base, de métodos simples de hundimientos de pozos poco profundos, o mediante "Jets", gatos u otros medios. Esta envolvente, que se retira gradualmente mediante contrapresión al progresar el trabajo del concreto, esta cerrada en el tope, mediante una cabeza hermética, que tiene las conexiones necesarias para los tubos de aire y concreto, así como calibradores de presión.

El concreto es inyectado a través de una línea alimentadora hasta el fondo de la envolvente una vez que haya expelido el agua freática mediante presión de aire. La envolvente es retirada gradualmente al progresar el fraguado. La presión provoca que el concreto se expanda dentro del espacio libre anular con tal fuerza que se formen abultamientos irregulares, donde quiera que la presión exceda la resistencia del terreno.

Esto proporciona una presión uniforme de contacto con el suelo e incrementa la capacidad de soporte.

En este tipo solamente se han instalado hasta de 90cm de diámetro y 30m de largo, prácticamente no existe un límite de longitud.

Pueden ser instalados en una forma inclinada u horizontalmente. Su instalación, son colocadas en arenas movedizas, arcillas suaves, tierra turbosa y otros difíciles estratos de terreno, y muchos han sido edificados en aguas profundas de afluencia, a partir de plataformas flotantes sobre los cuales se soportaron los materiales de construcción y el equipo ligero flexible. El cálculo de la resistencia friccional puede ser determinada a partir de la presión de aire empleada.

- Pilote Benoto.

El procedimiento "Benoto" para la ejecución de los pilotes perforados difiere mucho del método clásico. Son controlados por la "Sociedad Benoto - Francia". Utiliza la cuchara trépano (Hammer -Grab) y el movimiento de vaivén de la máquina entubadora.

Cuchara trepano Hammer -Grab: Partes y función.

- Es un equipo moderno de perforación concebido para desplazar a los "taladros" y las "campanas con válvula", construido para cavar en el terreno, vaciar y recoger los productos de la excavación y evacuarlos, trabaja como "trépano y como "cuchara", es una cuchara trépano en la que en principio es el de una cuchara prensil.
- El Hammer Grab tiene un cuerpo cilíndrico y macizo, de peso entre 1 y 3Tn, según el diámetro del pozo a perforar. Tiene la forma de un cilindro de gruesas paredes terminado en su parte superior por un dispositivo de cierre y de abertura formando la culata del cilindro sobre la que esta fijada la cabeza de lengüetas que se une a la corona de descarga cuando es necesario evacuar los productos de excavación.
- La parte inferior termina por palas de acero especial formando coquillas, los cuales pueden bloquearse. Las coquillas se escogen en función de la naturaleza del terreno a atravesar y del diámetro de la perforación.

CAPITULO III: SELECCIÓN DEL TIPO DE PILOTES

La selección del tipo de pilote así como la decisión del uso de los mismos depende del tipo del terreno sobre el cual se va a cimentar la estructura.

La geotecnia es muy importante en esta decisión. De la exploración de campo que se realiza por medio de perforaciones diamantinas, ensayos de SPT y/o cono Peck, visitas a obra, etc. Se obtiene el perfil estratigráfico del terreno y conociendo la estructura que se va a cimentar (peso de la estructura) se toma la decisión de sistema de cimentación a usar.

Para el proyecto del Nuevo Puente Huiquisa, la empresa que hizo los ensayos geotécnicos fue M.D.H. S.A.C. tenemos las siguientes conclusiones:

- El perfil del suelo encontrado en cada sondaje, es el siguiente:

Estribo Izquierdo:

Presenta una cobertura de suelo limo arcilloso medianamente consistente hasta 0.80 m, sobre una secuencia de arcilla limosa color negro, medianamente plástica y poco consistente, una capa de grava limosa medianamente densa, y otra de bloques y bolones, hasta 18.55 m de profundidad, sobreyaciendo un estrato rocoso de ignimbrita muy alterada y fragmentada hasta los 35.00 m de profundidad.

Estribo Derecho:

Presenta una cobertura de suelo limo arcilloso medianamente consistente hasta 1.20 m, sobre una arena limosa medianamente densa hasta los 4.10 m, debajo se encuentra una grava limosa medianamente densa hasta 5.65 m y debajo se presenta una secuencia de estratos de arcilla de alta a baja plasticidad, húmeda y medianamente consistente, que hacia el fondo es más dura, hasta los 40.00 m de profundidad.

- Dada las características del perfil del suelo encontrado en el estribo derecho (estrato profundo de arcilla de alta a baja plasticidad, a partir de los 5.65 m de profundidad) y de acuerdo a la magnitud de las cargas transmitidas por la superestructura hacia los estribos se seleccionó una cimentación con pilotes. El tipo de pilotes a usar, se eligió en base a una evaluación previa de las diferentes alternativas de pilotaje que existen en nuestro medio. De esta manera se optó por utilizar los pilotes denominados pilotes perforados.
- Se ha obtenido los siguientes resultados en la evaluación de la capacidad admisible de los pilotes perforados:

Estribo	Izquierdo	Derecho
Diámetro de los pilotes (m)	0,6	0,6
Longitud de los pilotes (m)	11	26
Capacidad Admisible de carga de los pilotes (tn)	131	88
Pendiente	6,5	5,5

- Se ha obtenido los siguientes resultados en la estimación del asentamiento total del grupo de pilotes:

Estribo	Izquierdo	Derecho
Asentamiento total del grupo de pilotes (m)	0,04	0,3

- El asentamiento total estimado para el estribo derecho es apreciablemente mayor de lo que comúnmente se admite ($1'' = 2.54 \text{ cm}$). Sin embargo, tomando en cuenta el criterio de distorsión angular, dada por la Guía de Diseño para Puente de la AASHTO, donde se especifica una distorsión angular admisible para un puente simplemente apoyado igual a 0.008, la distorsión angular obtenida en este estribo es menor ($\theta = 0.007$).
- Es necesario realizar pruebas de carga en los pilotes, para verificar la capacidad de carga admisible de los mismos. Los ensayos de carga se realizarán para obtener información referente a la capacidad de carga, la

respuesta carga-desplazamiento y el comportamiento de los pilotes bajo cargas de diseño, y además permitirán evaluar la validez de las hipótesis de diseño usadas en el presente informe.

- Para ensayar los pilotes raíz se pueden emplear los procedimientos del ensayo de carga estándar para pilotes, desarrollados por ASTM (Método de Ensayo para Pilotes bajo Carga Estática de Compresión Axial - ASTM D 1143).
- En la zona evaluada no se presentan las condiciones para que ocurra el fenómeno de licuación de suelos originado por un sismo. En general la licuación de suelos se da en regiones donde existen estratos potentes de arena mal gradada (SP) lo cual no se encuentra en ninguna de las zonas en estudio.
- Se deberán proyectar mecanismos de drenaje, tales como lloraderos, para que el nivel de aguas detrás de los estribos no comprometa la estabilidad de los mismos.

CAPITULO IV. PROCESO CONSTRUCTIVO DE UN PILOTE PERFORADO O PRE-EXCAVADO

IV.1 GENERALIDADES.

En el capítulo II se describió la clasificación general de pilotes, en ella se hace referencia atendiendo al método de instalación diferenciándose los pilotes hincados y los pilotes pre-excavados vaciados "in-situ"; esta última subdividiéndose en pilotes de tipo convencional y pilotes de gran diámetro.

La perforación en pilotes convencionales puede ejecutarse a través de un taladro fuste cuando se trata de un suelo estable y balde cilíndricos con la técnica de rotación, percusión, muchas veces se puede excavar manteniendo la excavación llena de barro bentonítico para estabilizar sus paredes o en su defecto el uso de encamisados dependiendo de su metodología.

En grandes pilotes se puede construir con moldes o casquillos permanentes o retirables. Cuando se excavan hasta la roca dura, suelen ser de diámetro constante. Cuando deben apoyarse en el suelo o las rocas blandas, se acampanan sobre el estrato de apoyo para proporcionar una zona adecuada de apoyo y una buena presión de carga. La excavación se realiza a mano, por medios mecánicos o por alguna combinación de ambos métodos.

El armado del acero dentro del agujero es realmente una operación, como tal, complicada, aun sin serlo su cálculo y su perforación. Radica la dificultad en la concepción, manejo e introducción de las armaduras, en el mantenimiento en posición y compatibilidad de las operaciones que en construcción del pilotaje pre-excavado interviene simultáneamente, más las dificultades que la armadura puede experimentar durante el armado del concreto.

La colocación del concreto en cuanto se refiere a los cuidados se rige en forma general a su procedimiento de verter el concreto y el revenimiento del concreto. Para verter el concreto es mediante un embudo o una boquilla situada en el

centro del pilote. Lo más común es utilizar una tolva centrada en el pilote, con una boca de 18" y de longitud 46 cm por lo menos. La boquilla dirige el flujo del concreto hacia abajo, desde el centro del pilote. General a su procedimiento de verter el concreto y el revenimiento del concreto. Para verter el concreto es mediante un embudo o una boquilla situada en el centro del pilote. Lo más común es utilizar una tolva centrada en el pilote, con una boca de 18" y de longitud 46 cm por lo menos. La boquilla dirige el flujo del concreto hacia abajo, desde el centro del pilote.

El revenimiento del concreto, tiene la misma importancia tanto para pilotes de acuerdo a las recomendaciones de normas técnicas previstas.

IV.2. EQUIPOS

En general hay una gran diversidad de instrumentos para operar en el proceso constructivo de un pilote pre-excavado. Tenemos compañías como "La sociedad de pilotes Franki" especializada en trabajos de cimentaciones profundas de tipo convencional, "La sociedad Benoto" de origen Francés, especializada en grandes pilotes. Cada una de ellas de acuerdo a su propia metodología y establecidas en su propia patente, y muy celosos de su divulgación de estas empresas. Se ha visto acá mostrar algunos instrumentos de orden general que nos sirva como una guía particular, que equipos se requiere en la construcción de un pilote pre-excavado.

EQUIPO DE PERFORACIÓN.

La barrena Cheshire Highway, ellas van montadas en la parte trasera de un camión o tractor, pueden efectuar perforaciones de más de 90cm de diámetro hasta profundidades superiores a 6m.

La barrena Hugh Williams Tipo 100, es capaz de perforar hasta la profundidad de 33m. La barra rotatoria en el interior del mástil hueco consta de dos secciones enchufadas una a la otra. La sección exterior se enclava en el interior para taladrar agujeros de menos de 15m de profundidad. Las placas de la perforadora tienen un diámetro que oscila entre 50cm y 150cm. El carro de la perforadora

gira sobre el chasis, pudiéndose además deslizarse hacia atrás y hacia adelante, lo que permite situar la punta de la barrena en el lugar exacto en que ha de instalarse el pilote.

La barrena Calmed. Se emplea en grandes pilotes, utiliza éste una cuchara rotatoria con el fondo articulado. La cuchara puede separarse fácilmente del mástil para descargar su contenido directamente en un camión o en una tolva. Puede perforar a profundidades superiores a 60m, utilizando un núcleo triple y unos diámetros que varían desde 25cm a 300cm. Según las condiciones del suelo o de la roca puede emplearse distintos tipos de cuchara.

La maquina Benoto o la cuchara giratoria es especialmente diseñado para pilotes de gran diámetro. En ambos tipos de entubado se mantiene en una semi-rotación constante para que vaya hundiéndose a medida que progresa el tamaño del agujero.

Existen varios tipos de cuchara excavadora para adaptarse a las distintas condiciones del suelo. El entubado puede disponerse con una serie de juntas soldadas, y dejarse en posición una vez terminado el pilotaje, o puede atornillarse o soldarse ligeramente, recuperándolo después mientras se procede al vaciado del cuerpo del pilote.

El equipo Benoto EDF-55 efectúa perforaciones de más de un metro de diámetro hasta una profundidad de 30m. La maquina de cuchara giratoria utiliza un entubado de 125cm de diámetro y puede perforar hasta unos 30 m de profundidad.

De acuerdo al tipo de suelo podemos clasificar a las cucharas de excavación:

- **Para suelos cohesivos.**
- Barrenadora tipo Franki con martinete.
- Taladros de tipo cubeta.
- Taladros de tipo fuste.
- Taladros de tipo cilíndrico.

- Cuchara de Almeja (sistema GOW).
- Balde perforador
- **Para suelos granulares.**
- Barrenas rotativas.
- Balde perforador (uso de la bentonita).
- Hammer-Grab (Benoto).

EQUIPO DE MANIPULEO.

Los equipos para manipular las barrenadoras y sus elementos, son:

- Volquetes: Para desplazar el suelo extraído en forma rápida de la zona de trabajo.
- Grúas: Maquinas livianas, que sirven para manipular el taladro, balde perforador y que van ensambladas a un sistema de manipuleo.
- Tubo de ademe: Son tubos de dimensiones aproximadamente de un metro de diámetro que sirven como encamisado del pilote.
- Tubo de guía: Instrumento que sirve para prolongar el taladro según avanza la profundidad de excavación.
- Bentonita: Material que sirve para estabilizar las paredes del pilote en el proceso de excavación; ellas pueden ser recuperables según el procedimiento de construcción el pilote.

IV.3 PLANIFICACIÓN

Debido a que el equipo de construcción no participa en las etapas preliminares del proyecto lo cual permitiría la evaluación de los diferentes métodos constructivos evitando así anclarse en filosofías de diseño tradicionales.

Por eso es de gran importancia la planificación de los trabajos a realizarse teniendo en cuenta los siguientes pasos:

- **Selección del encargado del proyecto.**

La selección de un encargado del proyecto debe ser un ingeniero experto en este tipo de trabajo, ya que el es quien hará un estudio rápido del proyecto basado en sus conocimientos y experiencia para así poder escoger el staff técnico quienes lo ayudarán al estudio detallado del proyecto como al desarrollo de la obra.

- **Selección del staff técnico.**

El staff técnico estará integrado como mínimo por los siguientes miembros:

- Ingeniero Residente.
- Ingeniero de Campo.
- Ingeniero de seguridad.
- Administrador.
- Topógrafo.
- Capataz.
- Almacenero.
- Operadores de equipos.

Todo el staff técnico debe tener experiencia en este tipo de trabajos ya que a cada uno de ellos se les encomendará tareas específicas para la buena ejecución del proyecto.

• Estudio del proyecto.

Una vez seleccionado el staff técnico, este debe estudiar el proyecto el cual consta de memoria descriptiva, especificaciones técnicas, planos, estudios de suelos y estudios topográficos.

También debe hacerse la compatibilización de planos entre si así como con los demás documentos como especificaciones técnicas y los diferentes estudios para evitar alguna controversia entre ellos.

• Equipo y maquinarias.

Una vez que el staff técnico haya estudiado el proyecto ellos estarán en la capacidad de escoger el tipo de equipos a emplear basándose en las características de los trabajos a realizar.

Básicamente entre los equipos se incluyen grúas, taladros, barrenos, baldes de achique, equipo desarenador, equipo de muestreo, tuberías de vaciado, tuberías de revestimiento, bombas de concreto, etc.

Para este caso tenemos que hacer pilotes perforados de 0.60 m de diámetro y 26 m de profundidad por lo que se podría usar la barrena Hugh Williams tipo 100

Así como la barrenadora se deben escoger:

- Los volquetes cuya capacidad se basará en la cantidad de suelo extraído que hay que eliminar.
- Grúa con la cual se manipulara el taladro o balde perforador.
- Grúa para el izaje y colocación de la armadura.
- Equipo para preparación de concreto.

Así también se hará una lista detallada de los equipo menores a utilizarse.

• **Campamento.**

Dentro del planeamiento se debe considerar la ubicación y distribución del campamento.

En la construcción del campamento se deben considerar las siguientes zonas:

- Zona de oficinas (oficina de la residencia, oficina técnica, oficina de la supervisión, oficina administrativa y almacén).
- Talleres (entre ellos tenemos taller para los encofrados y talleres de herrería).
- Zona de almacenaje de materiales (como agregados, cemento).

Zona donde se guardarán los equipos pesados (volquetes, grúas, barrenadoras, etc.).

- Zona donde se preparará el concreto.
- Lugar de alojamiento para todo el personal.

• **Lugar de abastecimiento de materiales.**

Otro punto importante es la ubicación de las zonas de donde se suministrarán los materiales para la obra ya sean los agregados, el cemento, el acero, así como ubicar y definir de donde se suministrarán los demás insumos para la ejecución de la obra.

• **Procesos constructivos.**

En esta etapa se detallarán las secuencias de la construcción como son:

- Proceso de excavación.
- Proceso de mezclar, recircular y desarenar la lechada en caso se requiera.
- Colocación del refuerzo.
- Colocación, curado y protección del concreto.
- Detalles de pruebas requeridas.

- Métodos de limpieza durante la obra.

IV.4. PROCEDIMIENTO EN CONSTRUCCIÓN.

ESQUEMA GENERAL.

El proceso constructivo en general se esquematiza, el procedimiento para su construcción, que puede ser aplicados en suelos cohesivos y granulares o combinaciones de ambos. Atendiendo al tipo de suelo y napa freática variarán en la protección de las paredes del orificio que son utilizados los encamisados, lodos bentoníticos, largueros de maderas, etc.

La secuencia del proceso constructivo es el siguiente:

1. Inicio de la excavación, los instrumentos como barrenadoras, taladros, balde perforador, tienen que aplomarse bien en el eje indicado.
2. Primer taladro fuste o cilíndrico lleno de material listo para expulsar hacia afuera, que directamente se carga sobre un volquete.
3. Descarga del material excavado y listo para utilizar lodo bentonítico o utilizar encamisado de acuerdo a las condiciones de suelo y nivel freático.
4. Excavación terminada o bañada de lodo bentonítico en las paredes de la entubación o encamisado, con largueros de madera o acero; que sirven para estabilizar las paredes de la excavación.
5. Colocación de la armadura dentro de la excavación; en las fases de la construcción se indican recomendaciones prácticas en esta fase.
6. Colocación del concreto de acuerdo a las técnicas establecidas, que se indican más adelante.
7. Pilote terminado.

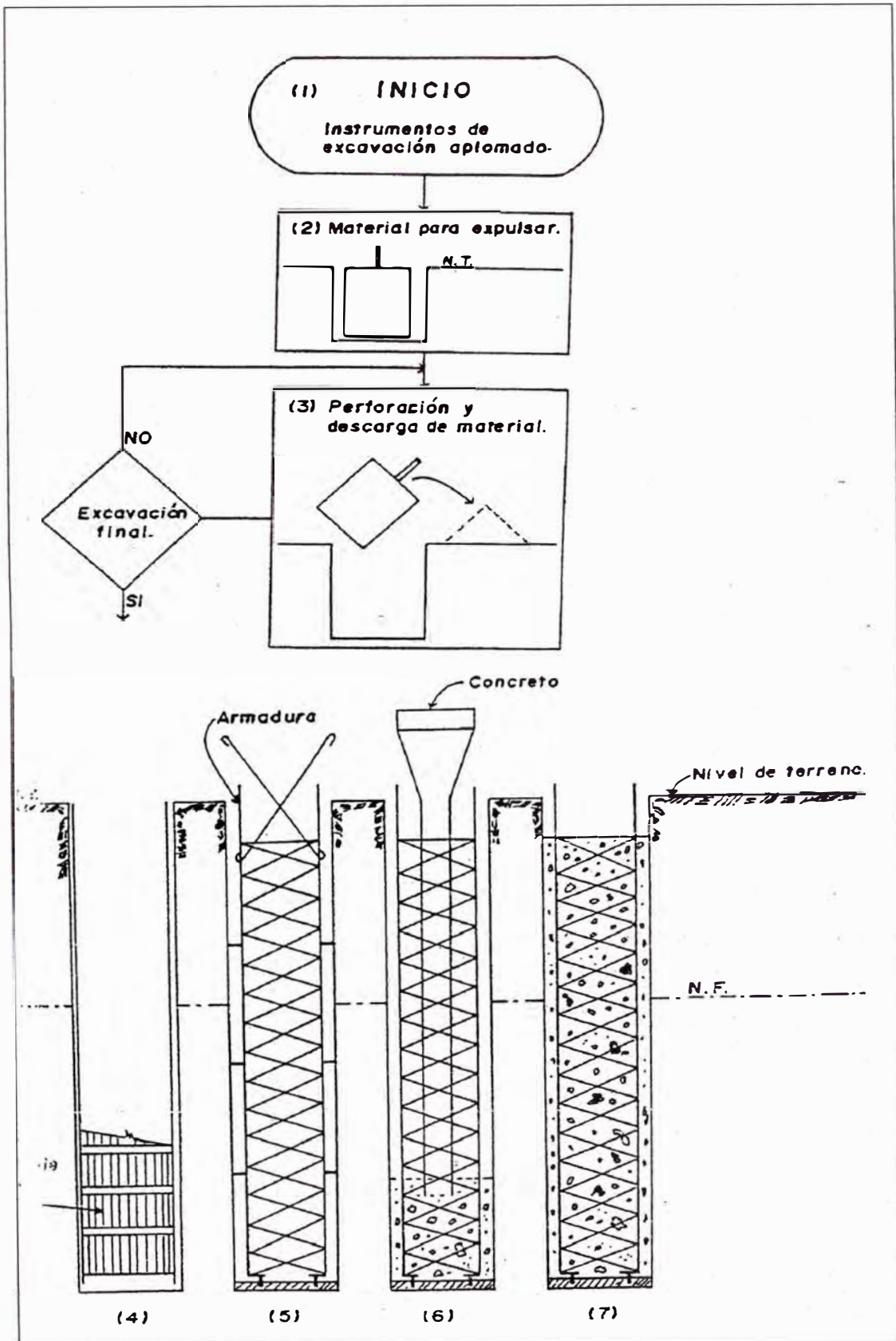


Fig. IV-1: Secuencia del proceso constructivo

FASES DE LA CONSTRUCCIÓN.

1. TRABAJOS PRELIMINARES.

Antes de comenzar los trabajos de perforación es importante tener presente los trabajos preliminares que hay que realizar para poder garantizar la buena ejecución en la construcción del pilote.

Entre los trabajos previos más importantes tenemos:

Construcción de accesos.- Los accesos son importantes para el movimiento de los diferentes equipos, personal y material que se van a emplear en la obra.

Preparación de la plataforma.- Para garantizar la buena ubicación de la maquina que realizara las perforaciones y así también garantizar la perpendicularidad de la excavación es necesario hacer una plataforma de trabajo nivelada y cercana a la zona de perforación (fig. IV-2).

Trazo exacto de la ubicación de los pilotes.- El trabajo de topografía es siempre un trabajo importante en todo tipo de obra y sobre todo en este tipo de obras donde se requiere la ubicación exacta (fig. IV-3).



Fig. IV-2: Preparación de la plataforma de trabajo.



Fig. IV-3: Trazo topográfico para la ubicación de los Pilotes.

2. PERFORACIÓN.

Para realizar los trabajos de perforación es importante tener presente las recomendaciones hechas por normas que se apliquen en nuestro medio. En esta fase de la construcción de alguna manera será necesaria su incorporación.

Instrumentos de perforación.

Entre los equipos de perforación como ya se indicó anteriormente existen diferentes tipos de equipos según las características del trabajo a realizar, entre estos equipos se encuentran las perforadoras, las grúas, las fundas de acero, etc. (fig. IV-4).



Fig. IV-4: Equipo de perforación de los Pilotes.

Perforación de los pilotes

Después de realizada la preparación de la plataforma de trabajo, se procede a realizar el trabajo topográfico una vez concluido este trabajo se procede a realizar el trabajo de perforación.

Una vez instalado el equipo de perforación se procede con la perforación de un tramo, para luego colocar la funda de acero o tubo de orientación. Esta funda o tubo de orientación se utiliza hasta la profundidad donde el terreno puede ser vulnerable.

En suelos arcillosos, el suelo es estable y para colocar la funda se usa la ayuda de un peso (fig. IV-5).



Fig. IV-5: Colocación de la Funda.

Aparte de la funda se utiliza el lodo bentonítico el cual se inyecta paralelamente a la excavación. Aparte de servir para estabilizar el terreno el lodo bentonítico sirve para eliminar en suspensión las partículas sólidas de la excavación, las cuales son eliminadas al rebalsarse. El proceso de excavación con inyección de lodo bentonítico se hace en un proceso repetitivo hasta culminar (fig. IV-6).

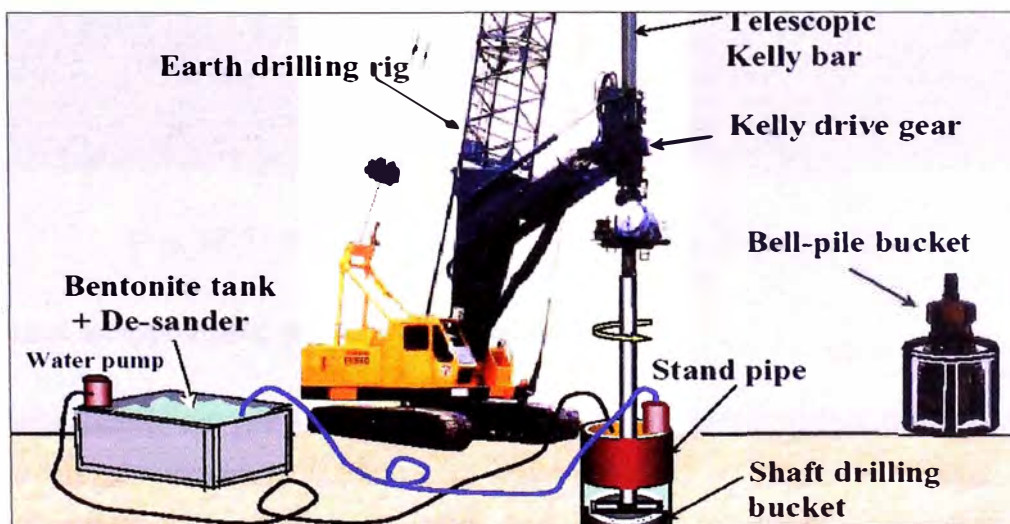


Fig. IV-6: Excavación con ayuda del Lodo Bentonítico.

El lodo bentonítico deberá tener la densidad adecuada para evitar que el concreto se contamine con él. Además que la densidad adecuada permitirá que sea desplazado por el concreto, ya que en el fondo de la columna se puede densificar “dificultando” ser desplazado.

Cabe resaltar que el equipo de perforación viene provisto de herramientas tales como brocas y baldes que servirán dependiendo del tipo de terreno, la extracción del material en caso de material cohesionados la broca extraerá un bloque atrapado del suelo, y si el material es suelto se cambiará al balde el cual extraerá el suelo (fig. IV-7).

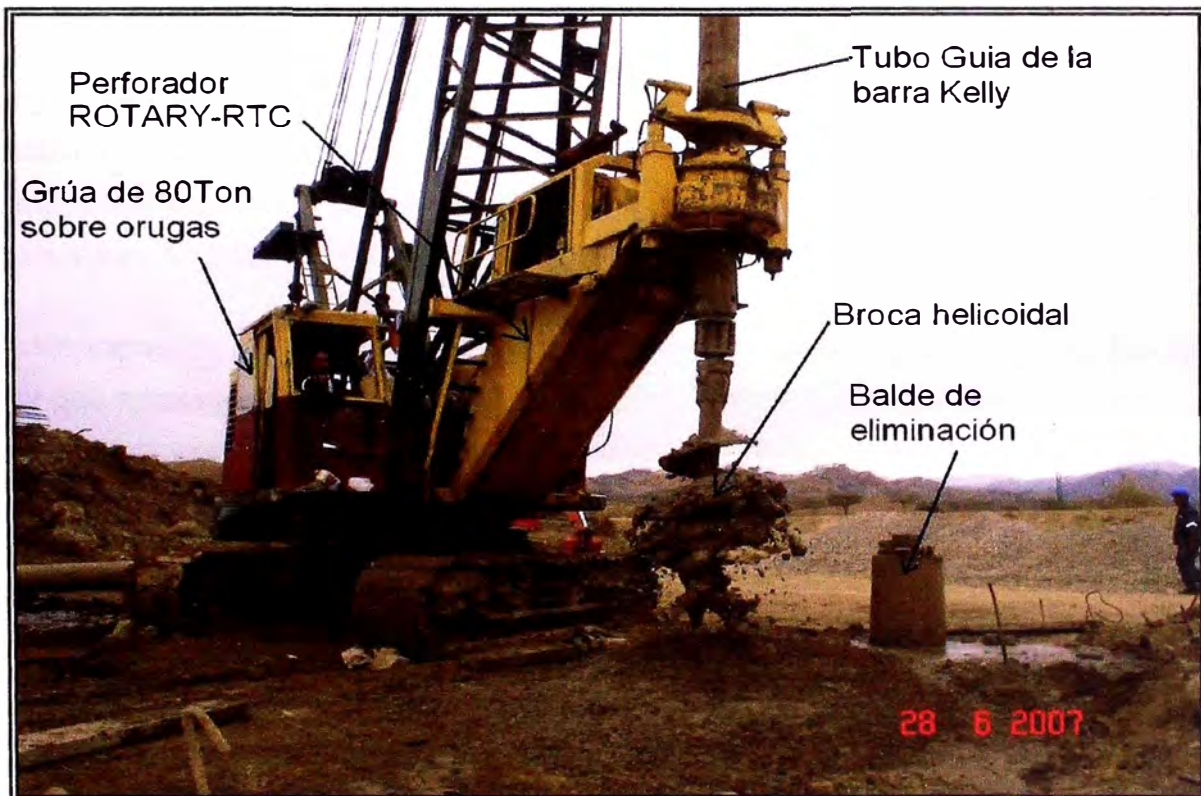


Fig. IV-7: Accesorios del Equipo de Excavación.

Examinación del suelo por las perforaciones.

Para cada pilote en particular, es asegurado, la profundidad de ligazón en la capa capaz de sostenerlo. Para la examinación y complementación de las perforaciones para información son incluidos a intervalos determinados los registros de capas de la perforación del pilote. En caso de presentarse dudas

sobre la estructura de los cimientos bajo los pilotes, se deben adicionarlas informaciones de los cimientos.

Agujeros de perforaciones abandonadas.

Los agujeros de perforaciones abandonadas deben ser llenados apropiadamente con material adecuado del suelo u hormigón.

3. COLOCACIÓN DE LA ARMADURA

EVOLUCIÓN DE LA ARMADURA EN PILOTES PRE-EXCAVADOS.

Según Derqui, en sus inicios la armadura era utilizada igual al pilote de hincá, cuatro varillas de acero de gran diámetro, longitudinales; casi ningún zunchado transversal y estribos de forma cuadrada, extremidades inferiores sueltas y una gran masa de hormigón; como se presenta en la figura (IV-8 a).

Posteriormente se considera referente a los diámetros, figura (IV-8 b). En ésta hay que considerar tres diámetros: La parte "A" el de recrido, aun sin punzonar o incrustar, como consecuencia del surcado de simple encamisado de hincá de entubación para su perforación: desigual y rugoso; "B" el diámetro neto que debe poseer como mínimo el pilote, y "C" el diámetro correspondiente al emparrillado o jaula de armado.

Según Derqui, para poner varillas gruesas y estribos cuadrados y poco numerosos, si estos pilotes no eran hincados. Lo primero que varío fue la relación al número, que paso a ser a priori - al correspondiente a una separación equivalente a la "luz" entre varillas longitudinales y a la continuación se implantaron, provisionalmente, los redondos como se muestra en la figura (IV-8 b).

Más tarde, bajo la timidez propicia a toda innovación a su encarecimiento, se pasó a cinco hierros con estribos nutridos, enlazados, poligonales para el armado transversal; posteriormente transformados en redondos, para pasar en las siguientes obras a seis redondos longitudinales delgados con sección equivalente a los cuatro redondos únicos longitudinales, por fin, con el tiempo es

como se representa en la figura (IV-8 b), consistentes en cinco o diez varillas muy delgadas" longitudinales y ocho estribos redondos por cuatro (aun independientes y cerrados a lazo) en los transversales.

Finalmente fue renovándose, años después, como prescripción de armado, cinco o siete varillas para las longitudinales y espirales simples.

En cuanto a los empalmes de las armaduras, fue ideado por el profesor Derqui para facilitar su mejor manejo, desechando que los pilotes pre-excavados, siempre soldados, lo que, como ocurre siempre en esta experiencia de la vida, fue precisamente la dificultad que más pudo favorecer. La mejor contribución y esfuerzo de ingenieros era evitar el soldado, y era mejor hacerlos continuos y en espiral, sin soldar.

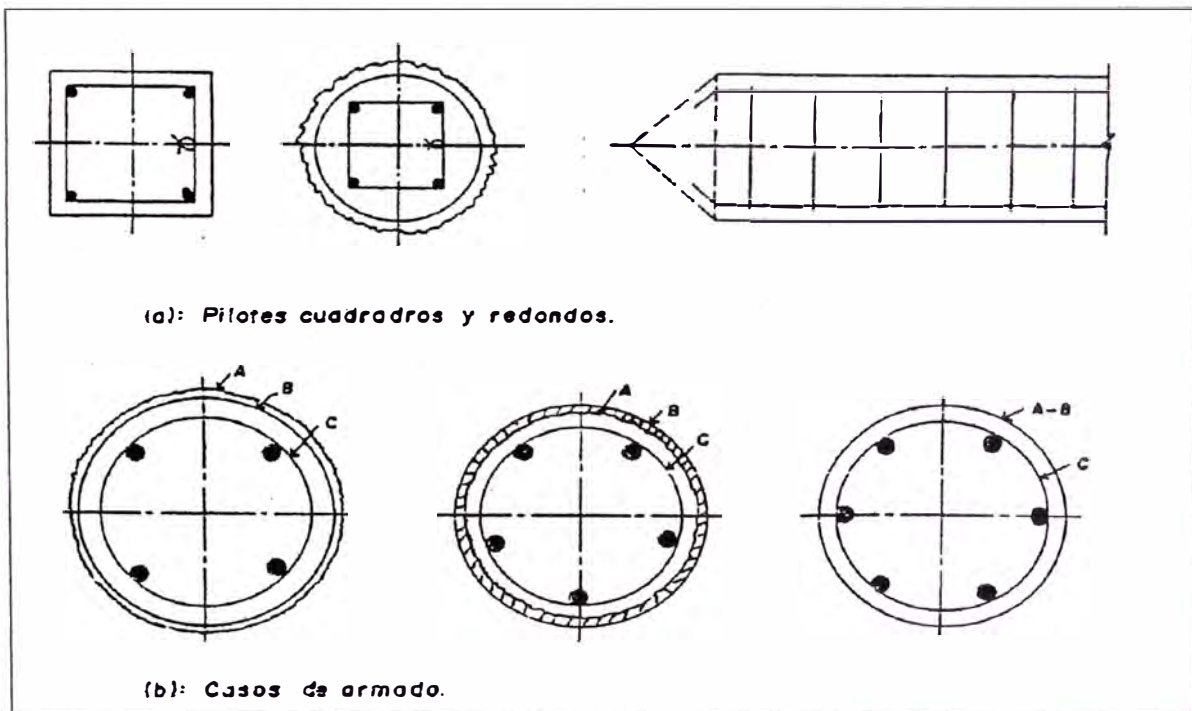


Fig. IV-8: Evolución de la Armadura

COLOCACIÓN DE LA ARMADURA.

Las dificultades propiamente dichas del armado, como tal, en el pilote pre-excavado, residen en su manipulación y su colocación.

a) Dificultades del armado.

- **Influencia dinámica:** Las armaduras después de confeccionadas separadamente de la perforación del pilote (fig. IV-9), tienen que ser removidas, trasladadas de los depósitos de construcción a la obra, izadas y luego descendidas al interior de la perforación (fig. IV-10 y fig. IV-11).

En lo relativo a la puesta del concreto, en su relación inicial a la puesta de armadura, esta no debe ser hincada en el terreno ni dejado en inmediato contacto con él.



Fig. IV-9: Habilitación de la Armadura.



Fig. IV-10: Traslado e Izaje de la Armadura.

Precisa suponer que ya ha sido colocada y apisonada una capa de concreto, y única que debe ser apisonada, mediante que la base del terreno supuesto triturado, y quebrantado por la perforación, y por la acción de hundido del trepano, hará que todos los efectos considerados como estado intermedio, a una cosa que será mejor que el terreno y peor que el hormigón. Pues la armadura debe llegar a tocar como máximo a esa torta de hormigón.

En lo relativo a la colocación de la armadura debemos de considerar las tres dificultades o practicas nocivas que suelen presentarse y hay que evitar con gran cuidado, como se muestra en la figura (IV-12).



Fig. IV-11: Colocación de la Armadura.

- La armadura puede quedar, figura (IV-12a), en el primer caso, completamente a un lado, excéntrica respecto al taladro de manera que el macizo del hormigón quede a su vez excéntrica, respecto a ella y ésta, expuesta a su destrucción paulatina mediante su inmediato contacto con el terreno. Tiene a ello a, además, el segundo inconveniente, si los pilotes donde haya sucedido esto corresponden a los puntos de concentración de carga extremos del edificio o estructura que corresponda, que si hay momento de vuelque, o flexiones importantes, como suele ser en estos casos, el pilote trabaja torcido, sujeto a la flexión y la posible rotura. En cualquier caso la sección neta máxima de trabajo eficaz del pilote, puede ser considerada, como muy inferior a la teórica y su concreto esta sujeta a desgarramientos externos.

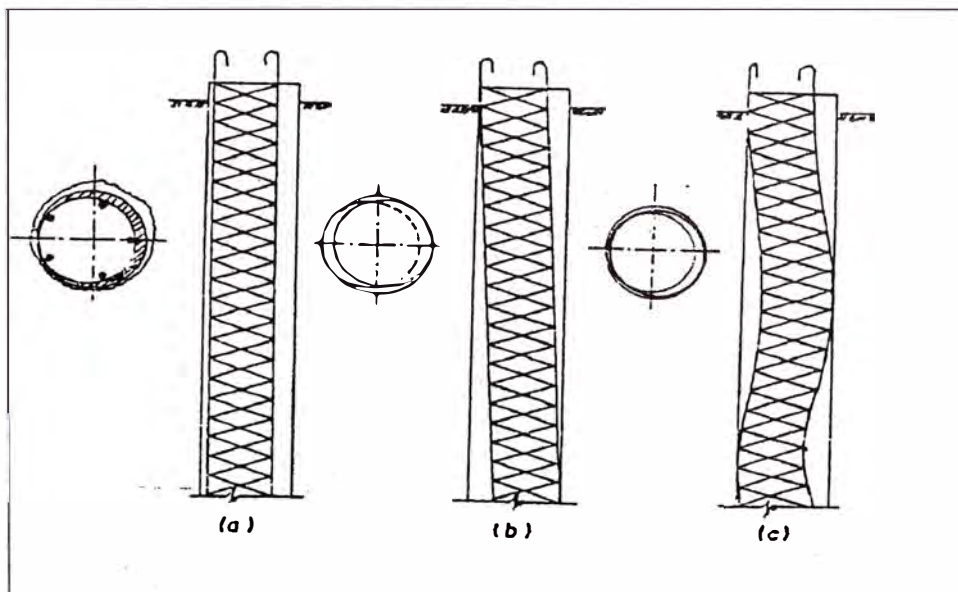


Fig. IV-12: Defectos de colocación en la armadura

- La armadura puede quedar, figura (IV-12 b), oblicua respecto al cilindro de intubación, muy próxima o en el directo contacto con aquella por la extremidad o diámetro opuesto en el emboquillado o testa del pilote.

El resultado que es además de los inconvenientes apuntados en el caso primero, especialmente el de su oxidación y su destrucción probable, tiene su exposición acentuada en este caso de que a las flexiones a que pudieran dar lugar los momentos de vuelque en los pilotes de contorno sujetos a empuje horizontal el pilote resulta en su parte operante torcido, de manera que podrían sumar ambos defectos además de las correspondientes tensiones internas, lo que traería consigo otros que sumar a las flexiones propias del pilote mismo.

- Otra dificultad es la que se representa en esta tercera figura y que consiste en el acordonamiento de la jaula como se representa en la figura. La verdad es que raramente se presenta aislada uno solo de estos casos y en lo general es que ocurran los tres a la vez, pues no hemos de olvidar que los operarios que intervienen en las operaciones son seres humanos con errores fortuitos, sujetos a prisas e inquietudes, al menor descuido.

Para evitar que ocurran estas fallas anteriormente vistas se a previsto colocar dados de recubrimiento hechos en obra (fig. IV-13) que nos garantice dos cosas,

la separación de la armadura con las paredes del fuste y separación del zunchado, para así garantizar la separación indicada del zuncho (fig. IV-14).



Fig. IV-13: Dados Separadores hechos en Obra.



Fig. IV-14: Dados Separadores colocados en la Armadura.

3. COLOCACIÓN DEL CONCRETO.

Generalidades.

El diseño y emplazamiento del concreto debe efectuarse de acuerdo a (DIN 1045) excepto en los casos en que se especifique alguna otra norma.

Introducción del Concreto.

a) Orden cronológico del fabricante.

El orden cronológico para el fabricante de los pilotes perforados debe ser de tal manera desarrollada que la consolidación (solidificación) del concreto no debe incomodar los pilotes perforados recién acabados. Eso es especialmente válido para los pilotes de suelos en los cuales el peligro radica en que el suelo es disgregado durante la perforación.

b) Comienzo de la colocación de Concreto.

Inmediatamente luego de la finalización de la perforación debe introducirse la malla de reforzamiento y viene después la colocación de concreto. Cuando no es posible excepcionalmente, debe ser verificado si se ha incrementado entre tanto la superficie de nivel del pilote. Si se diera el caso debe ser repasado con el perforador antes de la colocación del concreto.

c) Introducción y manufactura.

El concreto es de tal manera introducido y manufacturado, que en efecto se forma hasta el borde inferior del cimientado del pilote, que con seguridad no es desintegrado, interrumpido, contrahecho o ensuciado y que se obtiene una estructura comprimida. El concreto puede ser vibrado.

d) Vertido en seco.

El concreto no puede ser vertido libremente en el tubo de perforación aún cuando no exista agua en el tubo, debe ser colocado con un tubo de relleno, el

cual al comienzo de la colocación debe alcanzar el borde inferior del cimientado del pilote.

También pueden ser empleadas cubas de carga especiales, los cuales son vaciados directamente el hormigón.

e) Comprobación del consumo del hormigón.

Para cada pilote debe ser medido y comprobado el consumo de concreto. Para ello debe tenerse en consideración que el consumo de concreto es comprimido. El consumo de concreto en pilotes perforados rellenos con concreto prensado debe ser determinado por secciones.

Colocación del concreto.

Antes de empezar el emplazamiento del concreto es necesario asegurar que la fabricación del concreto alcance el nivel requerido (consistencia y composición), debe considerarse los medios necesarios para asegurar que el concreto no se segrega o fisura al formarse el pilote esto significa que se requiera de sistemas de conducción apropiados para la descarga y bombeo del concreto en perforaciones secas y libres de agua los cuales permitirán alcanzar el nivel de formación adecuado cuando se comience a emplazar el concreto.

Para la colocación del concreto se empleará el equipo tremie que consta de unas tuberías y un embudo (fig. IV-15). La tubería tendrá una longitud adecuada tal quede a +0.30m del fondo de la excavación, para que el concreto pueda ascender desplazando el lodo bentonítico.

Colocada la tubería y embudo tremie se colocará una rejilla en la parte superior la cual evita el paso de elementos extraños al concreto. Antes del vaciado se colocará una pelota de plástico con un diámetro ligeramente menor al diámetro del tremie que flotará sobre el lodo dentro de la tubería cumpliendo una función de diafragma que separe el concreto del lodo hasta el momento de la colocación de la primera tanda de concreto.



Fig. IV-15: Equipo Tremie.

A medida que continua el vaciado y el concreto este ascendiendo se puede ir controlando para determinar si se retira la tubería o no, es necesario que al retirar algunos tubos se verifique que el resto de la tubería quede por lo menos 1.0 m dentro del concreto para asegurar la continuidad del pilote.

Terminado el proceso de vaciado y dejando el nivel de concreto fresco en la cota deseada se retira el tubería restante y el embudo para su lavado.

Los pilotes se moldearán en una operación continua (fig. IV-16). Si excepcionalmente el proceso de moldeado es interrumpido (brevemente) se utilizaran retardadores de fragua como precaución para evitar cualquier efecto adverso resultante de esta interrupción.

Ensayos de calidad.

Se especifica el muestreo de un mínimo de 6 cubos de prueba, de acuerdo con la norma DIN 1045 parte 1, por los diez primeros pilotes en una cimentación, para determinar el nivel de calidad, tres de estos serán probados a los 7 días y

los siguientes 3 a los 28 días, y los 3 cubos de prueba a más por 25 pilotes deberán ser (probados a los 28 días). Si el curso de la obra se cambia o modifica la calidad del concreto y todo el proceso deberá de someterse a las pruebas antes especificadas como si tratase de una nueva cimentación.

También se puede hacer una prueba de integridad de los pilotes (fig. IV-17)



Fig. IV-16: Colocación del Concreto.

Extracción del encamisado tubular.

El proceso de extracción del encamisado se efectuará con sumo cuidado para asegurarse que la columna de concreto no será tensada o “arrancada” por el fuste evitando la formación de fisuras. Se deberá de mantener una diferencia de nivel adecuada entre el fondo del encamisado y la superficie del concreto durante el retiro del encamisado lo cual suministrará una sobre presión debido a la masa de que equilibre la presión lateral de tierra.



Fig. IV-17: Prueba de Integridad de los Pilotes.

Descabezado de los Pilotes.

El descabezado se efectuará con cuidado para no dañar la armadura que quedará embebida en la estructura ni el concreto de la parte superior del pilote (fig. IV-18).



Fig. IV-18: Descabezado de Pilotes.

IV.5. PLAN DE SEGURIDAD

IV.5.1 PROPOSITO

El propósito de todo plan de seguridad en la actualidad es establecer las directrices adecuadas para el control de riesgos que se presenten en el trabajo de excavación con uso de equipos, con el fin de minimizarlos o eliminar la posibilidad de pérdidas accidentales en cuanto a Seguridad, Salud Ocupacional y Ambiente.

IV.5.2 RESPONSABILIDADES

- Gerencia Obra, es el responsable por la implantación e implementación de este procedimiento.
- Departamento de Seguridad, es responsable del seguimiento y cumplimiento de los estándares de seguridad incluidos en este procedimiento
- Residencia de obra, es responsable del cumplimiento de este procedimiento.
- Los Supervisores de Campo, son responsables de la evaluación de las condiciones del área de trabajo, identificando los peligros.
- Personal de Campo (trabajadores), Son responsables del cumplimiento de este procedimiento, bajo los estándares incluidos en el mismo, además de informar al supervisor de campo, cualquier observación que afecte las condiciones de seguridad en la zona de trabajo. Además es responsable de inspeccionar sus EPP y herramientas de trabajo.

IV.5.3 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Plan de Seguridad de la empresa.
- Normas de seguridad de nuestro cliente.

IV.5.4 CONSIDERACIONES GENERALES

Equipos de protección personal

- Casco con barbiquejo
- Mascarillas para protección respiratoria contra polvos.
- Chalecos reflectivos obligatorios.
- Lentes de seguridad con micas claras.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad con punta de acero.

Equipos, Maquinarias y/o Herramientas

- Barrenos
- Grúas
- Taladros
- Tuberías de vaciado
- Tuberías de revestimiento
- Volquete

Capacitación Específica

- Todo el personal que vaya a realizar estos trabajos debe haber pasado la capacitación de inducción general dictada por personal de seguridad.
- Se realizará la difusión de este procedimiento, con la participación de todo el personal antes de la ejecución de los trabajos de excavaciones.

Permisos Requeridos Obligatorios Antes de Inicio de Labores.

El ingeniero de seguridad por parte del contratista vera que se hagan los siguientes protocolos para después pasárselos a la supervisión.

- Análisis de Trabajo Seguro. (ATS).
- Lista de control de Equipos – Preuso.

- Autorización de Trabajos para Horario Nocturno y/o Dominical (Cuando se requiera).

Calificación del Personal

- Los operadores de equipo, deben ser personal que tenga experiencia en el manejo de su equipo a cargo y el personal obrero, debe estar supervisado, indicándoles con anticipación la forma de realizar las labores cerca de los equipos y otros.

IV.5.5 PROCEDIMIENTO

Consideraciones Antes y Durante las Actividades de Trabajo.

Las consideraciones a tenerse en cuenta serán:

- Para inicios de trabajos se debe de realizar la charla de cinco minutos con todo el personal involucrado en esta, firmando el formato de capacitación.
- Solamente personal autorizado por la residencia, podrá realizar trabajos con equipos pesados.
- Solamente los equipos que cumplan con los estándares establecidos por la empresa podrán trabajar.
- Los operadores llenarán el registro de inspección de equipos (Pre Uso) y lo firmarán si todo esta correcto, en caso de observaciones solicitar autorización de seguridad antes de iniciar las labores. Los Supervisores podrán firmarlos hasta después de una hora empezada la operación.
- Toda el área de trabajo deberá de estar delimitada y señalizada.
- Los equipos y/o herramientas que se encuentren en mal estado no podrán ser utilizados.
- Los Supervisores verificarán que su personal cuente y use todos los implementos de seguridad necesarios para la tarea a realizar.
- Inspeccionar y evaluar el área de trabajo antes de iniciar los trabajos para identificar los peligros que se encuentran en la zona.
- En caso de presentarse duda sobre existencia de redes enterradas; se comprobará la existencia de las instalaciones subterráneas mediante calicatas, esta actividad se realizará manualmente.

- La eliminación de los materiales provenientes de la excavación serán transportados al botadero autorizado.
- La zona de movimiento de equipos y maquinarias de excavación se restringirá mediante señalizaciones para evitar incidentes o accidentes.
- Se coordinará con los operadores de la maquinaria a efecto de mantener en todo momento destreza y habilidad para una descarga segura y eficiente, de ser necesario se contará con un vigía auxiliar para dirigir el parqueo de los Volquetes para descargar.
- Realizar el mantenimiento de los accesos y plataformas para que la circulación de los vehículos sea lo más eficiente y segura posible.
- Queda terminantemente prohibido presencia de personal dentro de excavaciones cerca de lugares por donde haya tránsito/estacionamiento vehicular y/o de equipos móviles.
- Todo trabajo fuera de la planificación de inicio de día será comunicado al supervisor de seguridad para la verificación de las actividades a realizarse.
- No se utilizara en ningún momento herramientas caseras o adaptadas.
- El área en todo momento deberá estar ordenada y limpia.

Consideraciones para Terminar el Trabajo.

Se deben tener en cuenta los siguientes:

- Antes del abandono del área de trabajo esta quedará en orden y limpia.
- Toda el área de trabajo/excavación deberá quedar señalizada.
- El responsable de los trabajos deberá de entregar al departamento de seguridad, los documentos (reunión de 5 minutos, inspecciones, ATS, etc.) generados durante el día laborado.

IV.6. COSTOS

Todo presupuesto se divide en costos directos y costos indirectos.

IV.6.1. COSTO DIRECTO

El costo directo es la suma de los costos de materiales, mano de obra (incluyendo leyes sociales), equipos, herramientas y todos los elementos requeridos para la ejecución de la obra.

Para este tipo de trabajo tenemos las siguientes partidas principales:

1. Movilización de equipos

En esta partida se considera todos los viajes que se tengan que realizar tanto para la movilización (ida y vuelta) de los equipos como para los materiales necesarios para la ejecución de la obra y se presupuestar como un global.

2. Campamento

En esta partida se considerara todo el campamento que se tiene que hacer como oficinas, almacenes, talleres, etc. Se presupuestara por m2

3. Excavación

Esta actividad incluye en su costo todos los equipos y mano de obra para hacer las perforaciones y extracción de material para dejar los orificios para los pilotes según lo indiquen los planos, esta partida se presupuestara en m3.

4. Eliminación del material excedente

Consideraremos el carguio, transporte y eliminación del material excedente a un botadero autorizado. Se presupuestara en m3.

5. Encamisado

Esta actividad incluye la instalación y desinstalación de un encamisado provisional este se medirá por m2.

6. Acero

Incluye el suministro, el manipuleo y la colocación del acero según lo especifican los planos. Se medirá por Kg.

7. Concreto

Esta actividad incluye preparación, colocación y curado del concreto y se mide en m3.

IV.6.2. COSTO INDIRECTO

Los costos indirectos se clasifican en:

1. Gastos generales.
2. Utilidad.

A su vez los gastos generales se dividen en:

1.1. Gastos Generales no Relacionados con el Tiempo de Ejecución de obra

a. Gastos de licitación y contratación.

- Gastos en documentos de presentación (por compra de bases de licitación, planos, etc.).
- Gastos de visita de obra.
- Gastos notariales.
- Gastos de la garantía para la propuesta.
- Gastos de la garantía por el adelanto.
- Gastos de la elaboración de la propuesta.
- Gastos de estudios de programación.
- Gastos de estudios de suelos.

b. Gastos Indirectos Varios.

- Gastos de licitaciones no otorgadas.
- Gastos legales y notariales.
- Inscripción en el Registro Nacional de Contratistas de Obras Públicas.
- Patentes y regalías.
- Seguros contra robos, incendios, etc.

1.2. Gastos Generales Relacionados con el Tiempo de Ejecución de obra

a. Gastos de Administración de Obra.

Sueldos, bonificaciones y beneficios sociales del personal técnico administrativo.

- Sueldos, bonificaciones y beneficios sociales para control y ensayo de materiales.
- Gastos por traslado de personal.
- Seguro de accidentes del personal técnico administrativo.
- Seguro para terceros y propiedades ajenas.
- Papelería y útiles de escritorio.
- Copia de documentos y copia de planos.
- Artículos de limpieza.
- Gastos de operación y depreciación de vehículos.
- Botiquín.
- costos de luz, agua, etc.

b. Gastos de Administración en oficina.

- Dietas de directorio.
- Sueldos, bonificaciones y beneficios sociales del personal directivo.
- Sueldos, bonificaciones y beneficios sociales del personal administrativo.
- Alquiler de locales.
- Alumbrado, agua y teléfono.

- Útiles de escritorio.
- Copias.
- Artículos de limpieza.
- Suscripción a revistas y publicaciones.
- Gastos de operación y depreciación de vehículos.

c. Gastos financieros relativos a la obra.

- Gastos en renovación de garantía para el adelanto.
- Intereses de sobregiros.
- Intereses de letras.

CONCLUSIONES

- Los pilotes del puente Huiquisa son pilotes pre-excavados del tipo convencional.
- La perforación de los pilotes se ejecutará con un barreno helicoidal de carburo de tungsteno por tratarse de suelo rocoso (en el estribo izquierdo) y con el balde con cuchillas por tratarse de suelo arcilloso (en el estribo derecho).
- La plataforma de trabajo es importante para garantizar la perpendicularidad de la excavación, ya que sobre ella estará el equipo de perforación.
- Los dados separadores sirven para mantener la separación del zuncho en la armadura en el momento de movilización e izaje y garantizar el recubrimiento de la misma en la hora de la colocación.
- En cuanto a ensayos que se les hacen a los pilotes no está normado en nuestro país, además como el expediente del puente Huiquisa está en etapa de estudio no están los ensayos requeridos.

RECOMENDACIONES

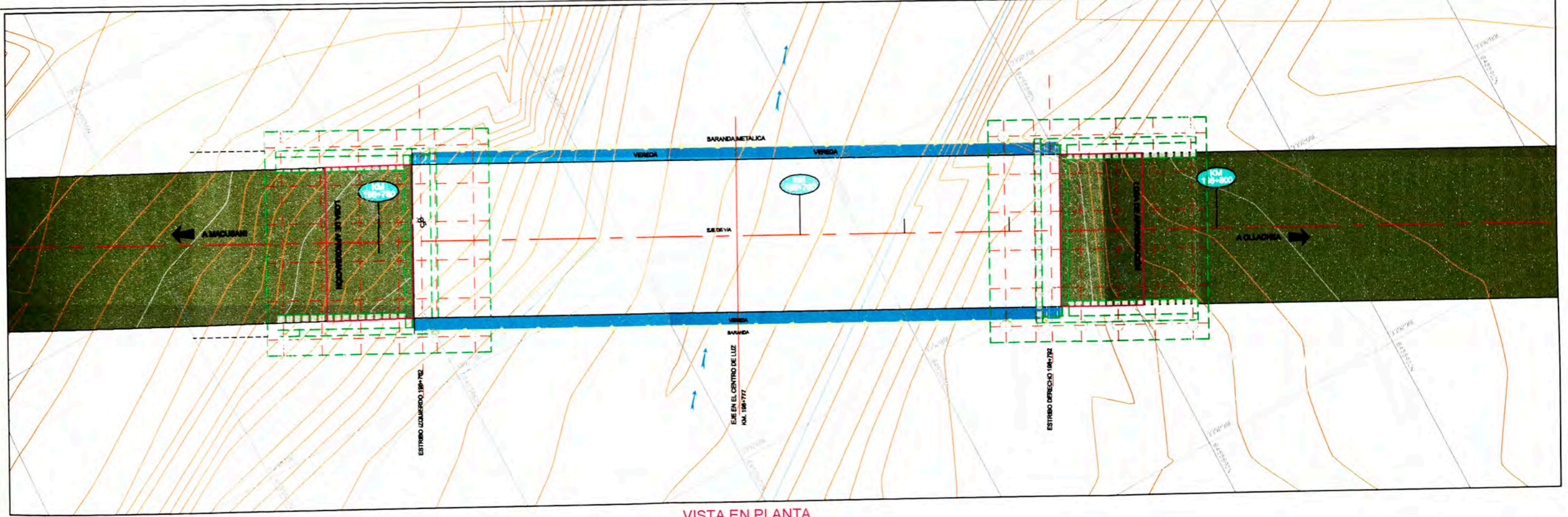
- Se recomienda antes de hacer cualquier trabajo, hacer el planeamiento del mismo, con el jefe del proyecto de experiencia.
- Se recomendaría que los especialistas en construcción participen en la concepción del proyecto.
- Debido a errores en los rendimientos en los equipos de perforación se recomienda consultar el rendimiento de los barrenos de perforación tanto en roca como en arcillas ya que influirá en el presupuesto.
- Se recomienda que en el expediente técnico detalle los ensayos solicitados en el presupuesto.
- Se recomienda emplear funda guía al barreno que establezca la parte superior del terreno que estará expuesto a frecuentes vibraciones debido al equipo de perforación.
- Se recomienda llenar los protocolos que se exponen en el procedimiento de seguridad.(ejemplo: llenado de Analisis de Trabajo Seguro), para así estar seguro de que el operador conoce los riesgos y se compromete a cumplir las normativas de seguridad de la empresa.
- Difundir estos métodos, preparando personal calificado y especializado.

BIBLIOGRAFÍA

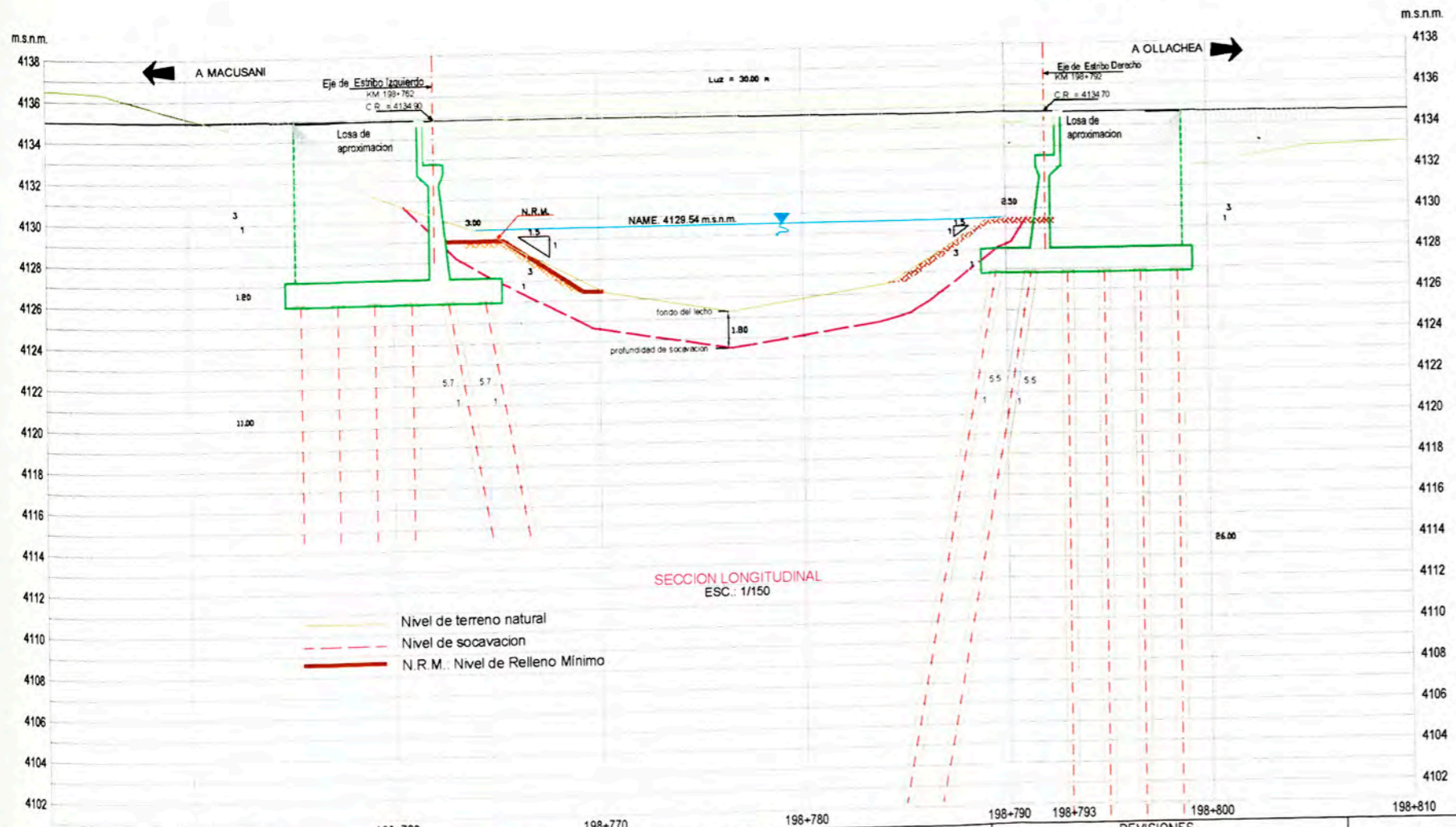
- Alva Hurtado Jorge, Exposición: “Cimentaciones profundas”, 2007, Perú.
- Condori Hospina Luis, Exposición: “Proceso constructivo de la obra: Reconstrucción y ampliacion del Puente Rubio y accesos”, 2007, Perú.
- InterSur, Estudio a Nivel de Factibilidad del Corredor Vial Interoceánico Sur - Tramo IV, InterSur , 2007, Perú.
- MTC - Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, Manual de Diseño de Puentes MTC, 2003, Perú.
- MTC - Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, Guía para Inspección de Puentes MTC, 2006, Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificacion, 2006, Perú.
- Norma G.050, Seguridad Durante la Construcción.
- www.mypfundaciones.com.

ANEXOS

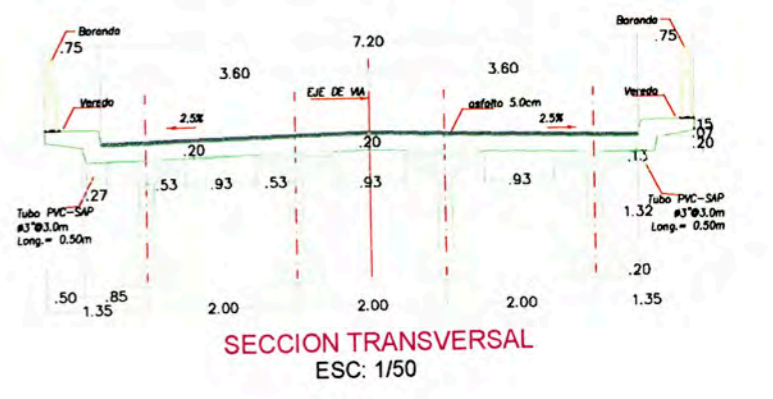
- Plano T4-PT-20-01.
- Plano T4-PT-20-02.
- Plano T4-PT-20-04.



VISTA EN PLANTA
ESC.: 1/100



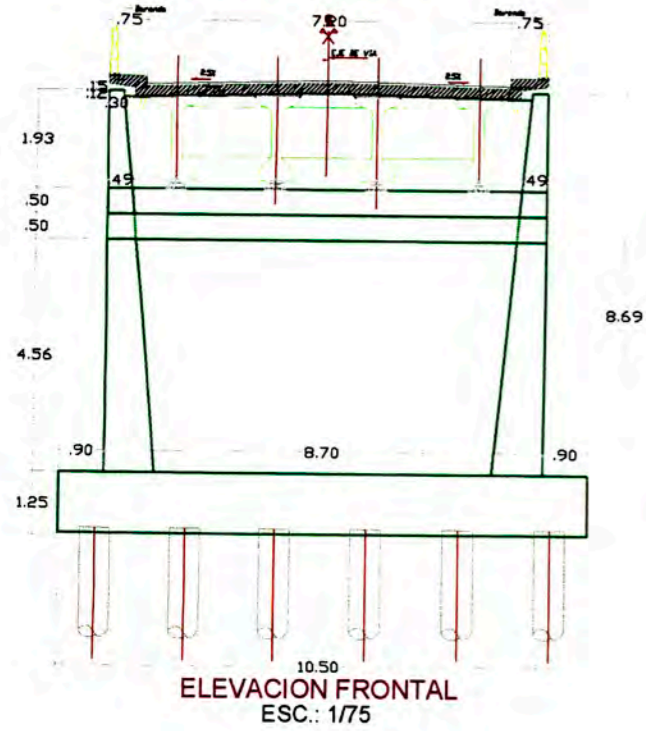
SECCION LONGITUDINAL
ESC.: 1/150



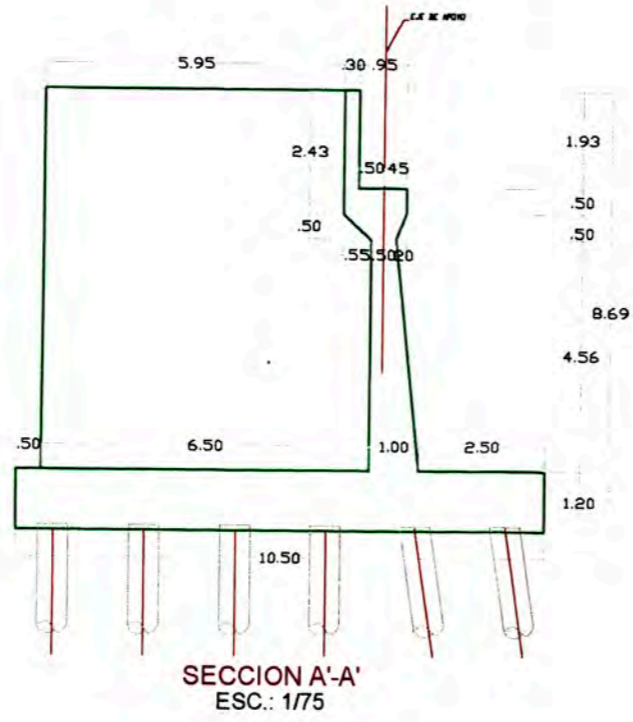
SECCION TRANSVERSAL
ESC.: 1/50

	Vuv	F ₁ tn/pilote	F ₂ tn/pilote
Resistencia I	260.59	87.22	83.60
Resistencia I-a	205.15	71.74	67.67
Resistencia II	249.06	79.59	77.64
Resistencia II-a	193.63	64.12	61.71
Resistencia IV	240.05	61.42	65.66
Servicio I	188.84	60.56	59.00
Evento Extrem I	229.88	80.39	75.82
Evento Extrem I-a	174.45	64.92	59.89

**DETALLE DE CORTES
ESTRIBO IZQUIERDO**

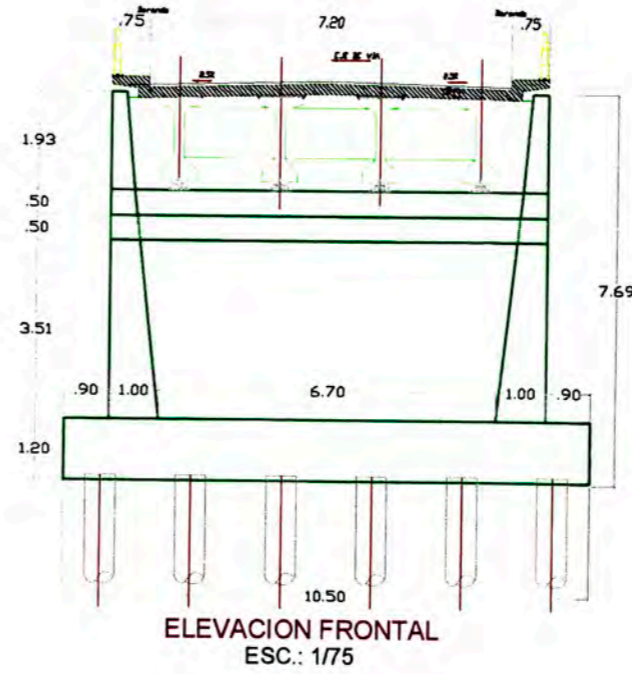


**ELEVACION FRONTAL
ESC.: 1/75**

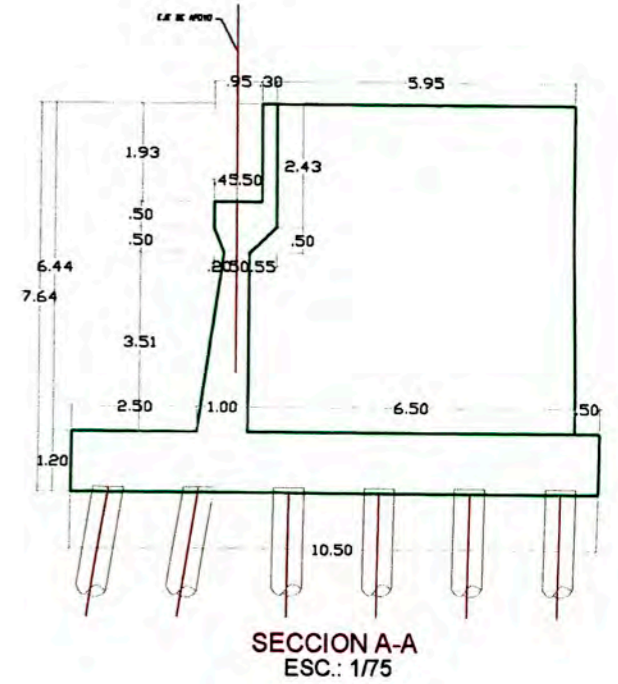


**SECCION A-A'
ESC.: 1/75**

**DETALLE DE CORTES
ESTRIBO DERECHO**

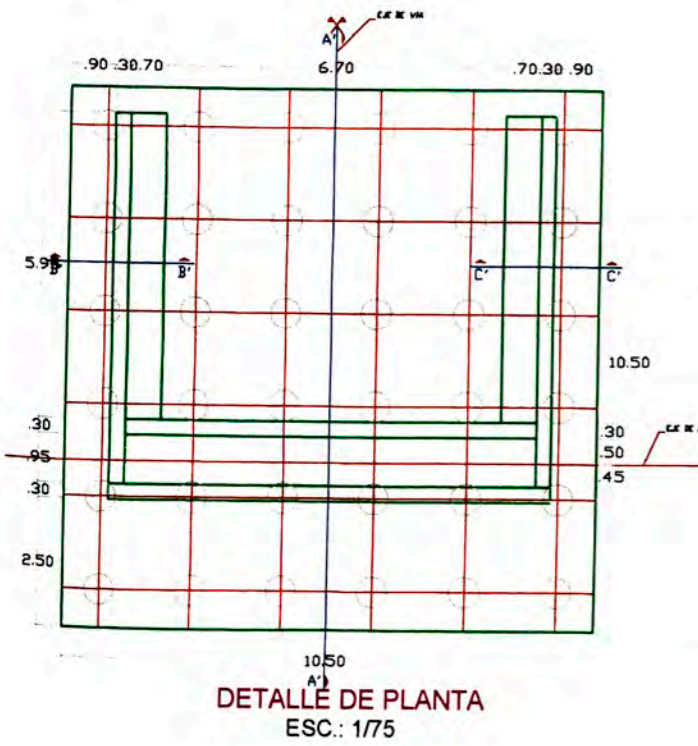


**ELEVACION FRONTAL
ESC.: 1/75**

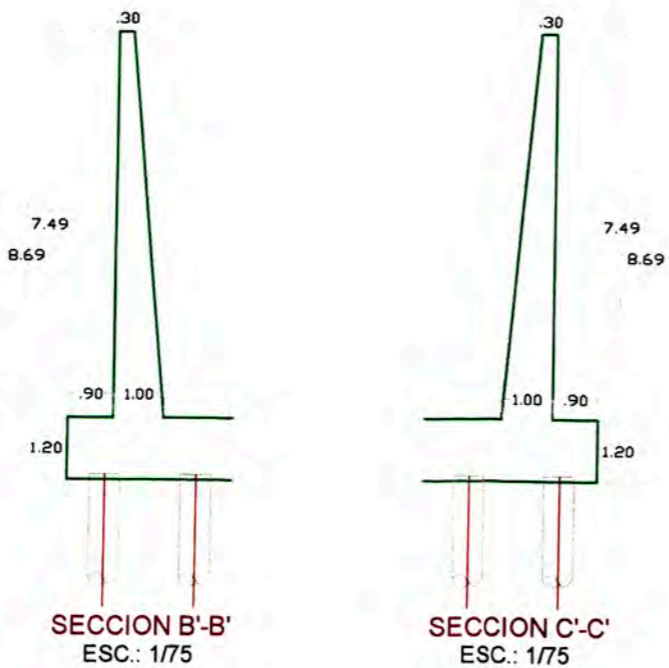


**SECCION A-A
ESC.: 1/75**

ESC.: 1/75

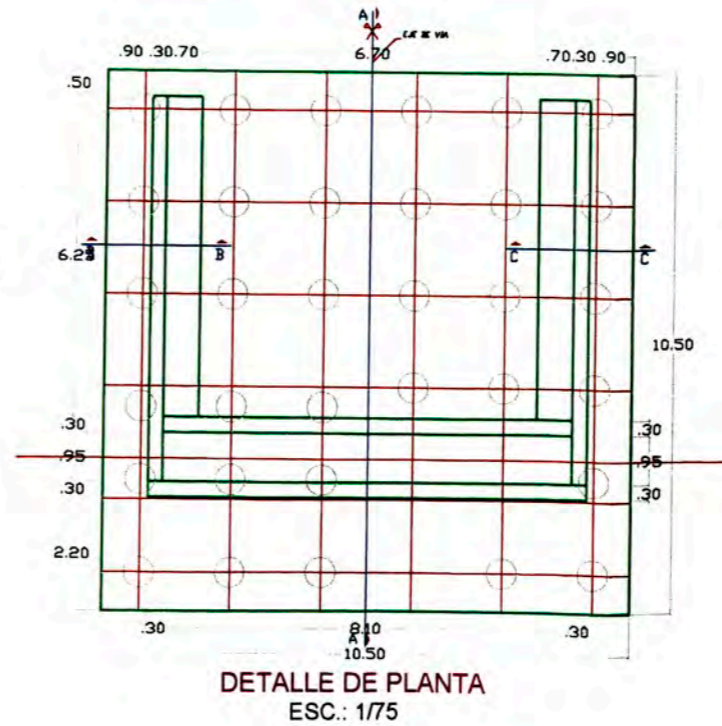


**DETALLE DE PLANTA
ESC.: 1/75**

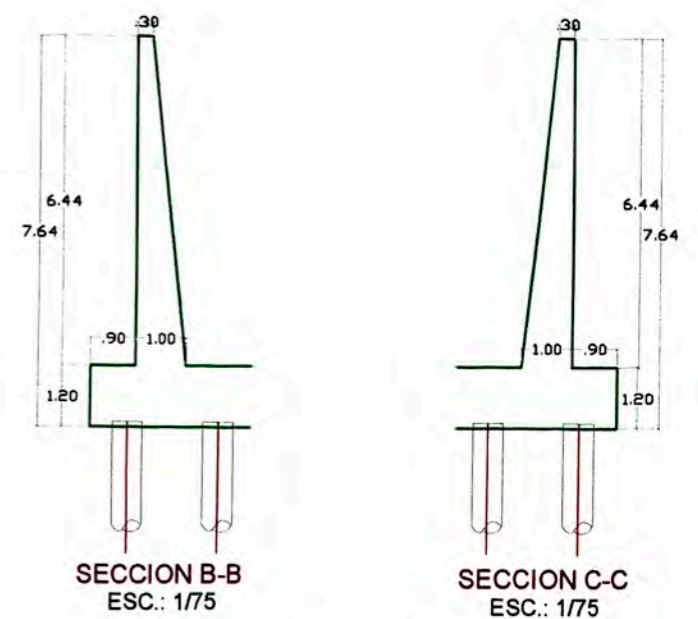


**SECCION B-B'
ESC.: 1/75**

**SECCION C-C'
ESC.: 1/75**



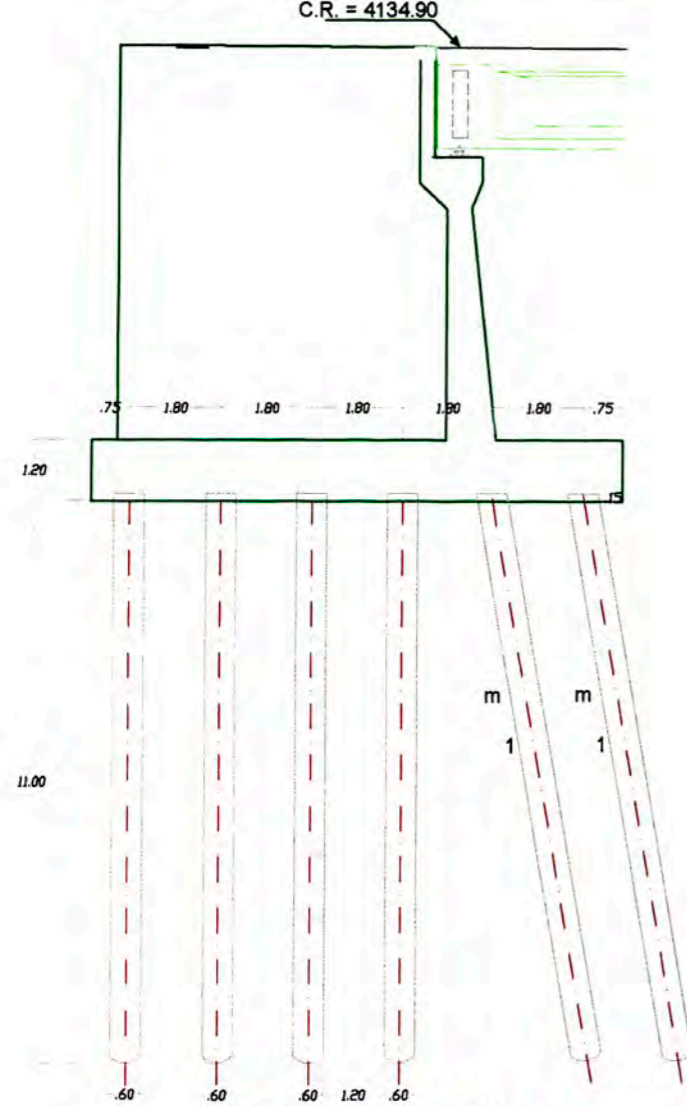
**DETALLE DE PLANTA
ESC.: 1/75**



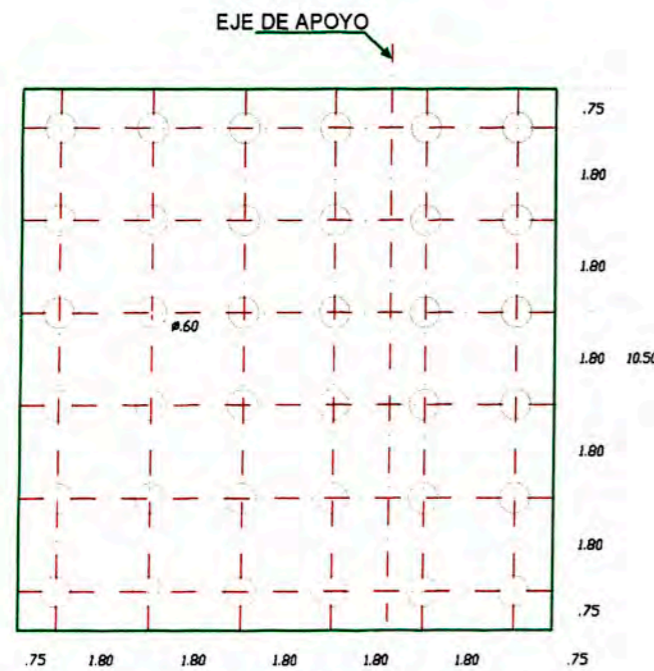
**SECCION B-B
ESC.: 1/75**

**SECCION C-C
ESC.: 1/75**

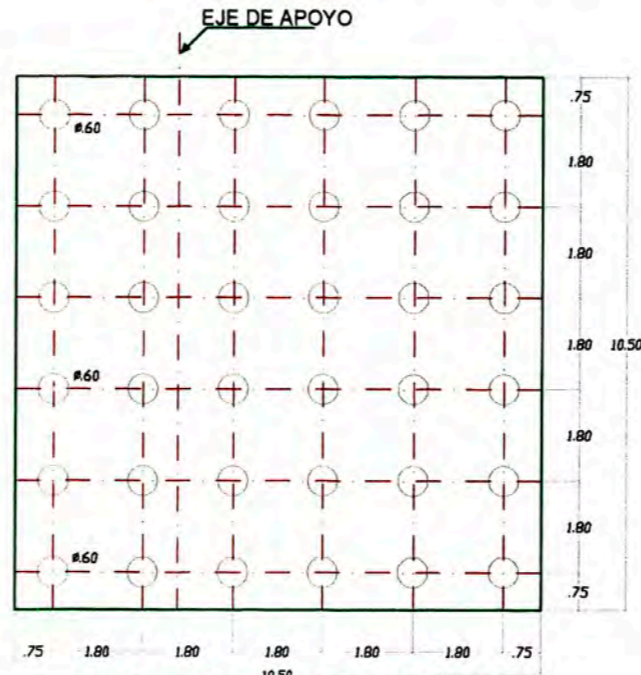
REVISIONES	
N°	FECHA



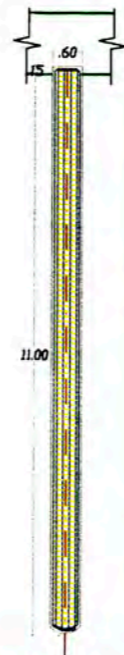
DETALLE EN ELEVACION
ESC.: 1/75



DETALLE DE PLANTA DE PILOTES
ESC.: 1/75



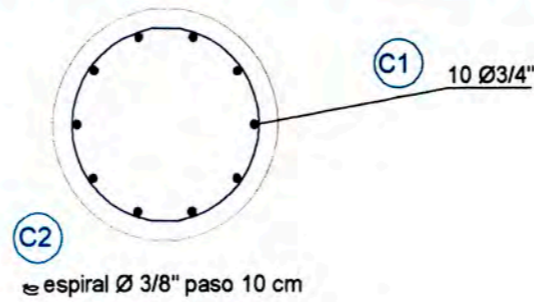
DETALLE DE PLANTA DE PILOTES
ESC.: 1/75



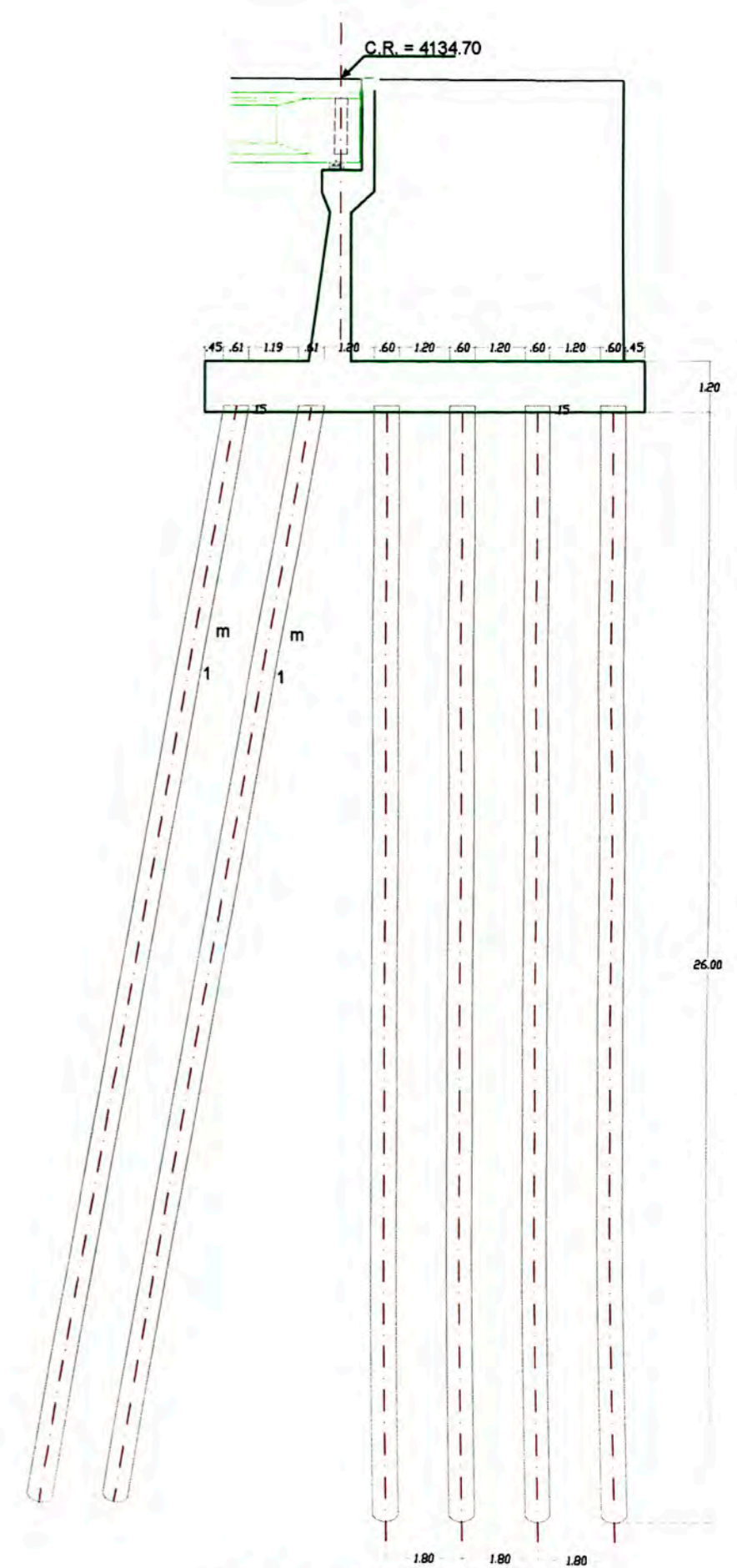
DETALLE TIPICO
PILOTE MARGEN IZQUIERDO
ESC.: 1/75



DETALLE TIPICO
PILOTE MARGEN DERECHO
ESC.: 1/75



SECCION TIPICA
DE PILOTES
ESC.: 1/75



DETALLE EN ELEVACION
ESC.: 1/75