

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA



**CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES
PROFUNDAS CON EL PROCEDIMIENTO
STARSOL®**

T E S I S
QUE PARA OBTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA
(CONSTRUCCIÓN)
P R E S E N T A

SALVADOR MARTÍNEZ RAMÍREZ

DIRECTOR DE TESIS:

M.I. JAIME ANTONIO MARTÍNEZ MIER

MEXICO, D.F., SEPTIEMBRE, 2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

Presidente: Ing. Mendoza Sánchez Ernesto Rene

Secretario: Dr. Meza Puesto Jesús Hugo

Vocal: M.I. Martínez Mier Jaime Antonio

1er. Suplente: M.I. Mendoza Rosas Marco Tulio

2do. Suplente: Ing. Zárate Rocha Luis

México D.F.

TUTOR DE TESIS:

M.I. Jaime Antonio Martínez Mier

DEDICATORIAS

A Dios y a mis padres

A mi madre:

Lourdes Guadalupe Ramírez Carreño

In memoriam

Gracias por ser una hija, esposa y madre única y un ejemplo de vida para mí. Te amo y en cada paso que doy siempre estás en mi corazón.

A mi padre:

Enrique Felipe Martínez Toscano

Gracias papá por ser mi guía, amigo, compañero, confidente, cómplice y sobre todo maestro de la vida. Te amo y éste logro también te pertenece.

A mis hermanos:

C. Enrique y Eduardo

Por su gran apoyo, cariño y ejemplo, saben que los quiero mucho y son un orgullo para mí.

A toda mi familia y amigos.

AGRADECIMIENTOS

A todos mis profesores de la maestría, en especial al:
M.I. Jaime Antonio Martínez Mier

Por sus consejos y enseñanzas para con la tesis y apoyo dentro de las decisiones de mis estudios de posgrado y vida profesional.

A la empresa **Cimentaciones Mexicanas** y al grupo **Soletanche-Bachy**, en especial al:
M.I. Juan Paulín Aguirre

Por la confianza depositada en mi trabajo y por todas las facilidades que me fueron otorgadas para la realización de esta tesis, así como toda la ayuda y consejos para mi desarrollo profesional.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Por el apoyo recibido, con el cual ha sido posible la realización de mis estudios de posgrado concluyendo con esta tesis.

A la **Fundación Telmex**

Por la ayuda y formación complementaria que me ha brindado a lo largo de mis estudios profesionales y de posgrado.

RECONOCIMIENTO

A la **Universidad Nacional Autónoma de México** por la oportunidad de ser parte de su comunidad y así forjarme un lugar dentro de su lema **“Por mi raza hablará el espíritu”**.

ÍNDICE

	Pág.
Resumen	ii
Abstract	iii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1 Construcción de Cimentaciones Profundas	
Introducción capitular	5
1.1 Tipos de cimentaciones profundas	6
1.2 Métodos convencionales para construcción de pilas	7
1.2.1 Método seco	9
1.2.2 Método con ademe	18
1.2.2.1 Ademes metálicos	18
1.2.2.2 Ademes hidráulicos	28
1.2.2.2.1 Lodos bentoníticos	35
1.2.2.2.2 Lodos poliméricos	38
1.3 Supervisión	40
1.4 Ventajas y desventajas	42
Conclusiones capitulares	43

CAPÍTULO 2 Construcción de pilas con el procedimiento STARSOL®

	Introducción capitular	45
2.1	Descripción del procedimiento constructivo	46
2.1.1	Trabajos preliminares	46
2.1.2	Perforación y colado de concreto	48
2.1.3	Colocación del acero de refuerzo	50
2.1.4	Inspección	52
2.1.5	Limpieza	52
2.2	Maquinaria y equipo	59
2.2.1	Maquinaria y equipo para soporte principal	59
2.2.2	Elementos de la barrena helicoidal	63
2.2.3	Equipo STARSOL®	66
2.2.4	Maquinaria auxiliar	66
2.3	Especificaciones de la técnica STARSOL®	69
2.4	Supervisión y control	74
2.4.1	Aspectos generales	75
2.4.2	Materiales de construcción para pilas STARSOL®	76
2.4.3	Procedimiento constructivo	80
	Conclusiones capitulares	84

CAPÍTULO 3 Ventajas y desventajas del procedimiento STARSOL® para la construcción de pilas

	Introducción capitular	85
3.1	Ventajas del procedimiento	86
3.2	Desventajas del procedimiento	89
3.3	Observaciones complementarias	91
	Conclusiones capitulares	93

CAPÍTULO 4 Evaluación económica para la construcción de pilas

	Introducción capitular	95
4.1	Consideraciones generales	96
4.2	Catálogo de costos directos para cimentaciones profundas	100
4.2.1	Insumos	100
4.2.2	Materiales	100
4.2.3	Mano de obra	101
4.2.4	Equipo y herramienta	101
4.3	Catálogo de precios unitarios para cimentaciones profundas	102
4.3.1	Procedimiento convencional	102
4.3.1.1	Pilas de 60cm	102
4.3.1.2	Pilas de 80cm	104
4.3.2	Procedimiento STARSOL®	105
4.3.2.1	Pilas STARSOL® de 60cm	105
4.3.2.2	Pilas STARSOL® de 80cm	107
4.4	Comparativa económica de procedimientos	108
	Conclusiones capitulares	120
	CONCLUSIONES	123
	BIBLIOGRAFÍA	127
Anexo 1	Normas complementarias	131
Anexo 2	Catálogo de costos directos	139
Anexo 3	Análisis de precios unitarios	143
Anexo 4	Listado de materiales	221
Anexo 5	Listado de mano de obra	223
Anexo 6	Factor de salario real	225
Anexo 7	Listado de equipo y herramienta y costos horarios	227
Anexo 8	Compendio fotográfico	235

Resumen

La Ingeniería de Cimentaciones es una rama de la Ingeniería Civil que permite seleccionar, proyectar y construir todos los elementos que transmiten el peso de una estructura a capas competentes del subsuelo en forma estable, funcional y económica. Uno de los retos de esta especialidad es desarrollar nuevos procesos para aplicarse en las diferentes etapas de construcción de cimentaciones, sin olvidar que la forma de construir debe ir de la mano con nuevas tecnologías que simplifiquen esos procedimientos.

Esta investigación trata en particular la construcción de cimientos profundos con el procedimiento STARSOL®, de reciente introducción en nuestro País, la cual está enfocada a investigar, evaluar y concluir sobre la aplicación de este procedimiento en comparación con métodos tradicionales de construcción de pilas coladas en el lugar.

Para efectuar dicho trabajo se describen y mencionan aspectos generales de la construcción de cimentaciones profundas, en particular de las pilas coladas en el lugar, de su supervisión y se enlistan ventajas y desventajas generales.

Se expone el procedimiento constructivo STARSOL® señalando las principales etapas que se realizan en la construcción de pilas. Se evalúan las ventajas y desventajas que tiene este sistema constructivo con respecto a tiempos, calidad, costos, seguridad y aplicabilidad en diferentes tipos de suelos.

Para desarrollar una sensibilidad cuantitativa, se realiza un análisis comparativo económico de los procedimientos a partir de un catálogo de precios unitarios a costo directo para pilas de 60 y 80cm de diámetro, con profundidades de 10, 20 y 30m para el método convencional y el método STARSOL®. Finalmente se comparan resultados entre los sistemas constructivos, se proporcionan observaciones de acuerdo a un análisis crítico generado a partir de este estudio y se plantean futuras líneas de investigación.

Abstract

The Engineering of Foundations is a branch of the Civil Engineering that allows to select, to project and to construct all elements that transmit the weight of the competent layers structure of the subsoil in stable, functional and economic form. One of the challenges of this specialty is to develop new processes to be applied in the different stages from construction of foundations, without forgetting that the form to construct should go of the hand with new technologies that simplify those procedures.

This investigation in particular deals the construction of deep foundations with procedure STARSOL[®], of recent introduction in our Country, which is focused to investigate, to evaluate and to conclude on the application of this procedure in comparison with traditional methods of construction of piles build in the place.

In order to carry out this work general aspect of the construction of deep foundations area described and mentioned, in particular of the piles build in the place, of their supervision and general advantages and disadvantages are enlisted.

The constructive procedure STARSOL[®] is exposed indicating the main stages that are realized in the construction of piles. The advantage and disadvantage are evaluated that has this constructive system with respect to times, quality, costs, security and applicability in different types from soils.

In order to develop a quantitative sensibility, it is carried out a economic comparative of the procedures from a catalog of unitary prices at direct cost for piles of 60 and 80cm of diameter, with depths of 10, 20 and 30m for the conventional method and the method STARSOL[®]. Finally, results between the constructive systems are compared, observations according to a generated critical analysis from this study are provided and future lines of investigation consider.

INTRODUCCIÓN

La Ingeniería de Cimentaciones es una rama de la Ingeniería Civil que permite seleccionar, proyectar y construir todos los elementos que transmiten el peso de una estructura a capas competentes del subsuelo en forma estable, funcional y económica. Uno de los retos de esta especialidad es desarrollar nuevos procesos para aplicarse en las diferentes etapas de construcción de cimentaciones, sin olvidar que la forma de construir debe ir de la mano con nuevas tecnologías que simplifiquen esos procedimientos.

Los nuevos procesos deben ser capaces de solucionar las problemáticas de tiempo, costo y calidad, sin dejar de mantener los principios básicos de las cimentaciones. Por ello, es importante investigar, desarrollar y considerar aquellos sistemas constructivos que están utilizando herramientas de trabajo novedosas y que pueden redundar en el mejor desarrollo de esta área de la Ingeniería.

Esta investigación trata en particular la construcción de cimientos profundos con el procedimiento STARSOL[®], de reciente introducción en nuestro País, enfocado a investigar,

evaluar y concluir sobre la aplicación de este sistema en comparación con métodos tradicionales, demostrando la eficiencia de este procedimiento constructivo novedoso, como una solución para cimientos colados en lugar por:

- La aplicación en diferentes tipos de suelos y profundidades.
- Los altos rendimientos en el proceso constructivo.
- La calidad y control que se tiene al ejecutar los trabajos.
- La reducción de costos comparados con los métodos convencionales.
- Garantizar la continuidad del elemento.

El presente trabajo tiene los siguientes objetivos y alcances:

1. Resumir aspectos generales de las cimentaciones profundas, en particular de las pilas, incluyendo su clasificación y procedimiento constructivo.
2. Describir las fases, aplicaciones y operación del método constructivo STARSOL®.
3. Plantear una guía práctica para la supervisión en obra de este tipo de trabajos, destacando los aspectos que deben tenerse en cuenta de las actividades de control y supervisión.
4. Evaluar las ventajas y desventajas que tiene el procedimiento constructivo STARSOL® con respecto a tiempos, calidad, costos, seguridad y aplicabilidad en diferentes tipos de suelos.
5. Aportar observaciones para mejoras de acuerdo a un análisis crítico generado de la investigación del procedimiento STARSOL®.
6. Realizar una evaluación económica entre los procedimientos convencionales y el procedimiento STARSOL® para la construcción de pilas.

7. Coadyuvar a difundir este procedimiento constructivo a la práctica diaria de la Ingeniería, así como motivar las líneas para la investigación de métodos constructivos para las cimentaciones profundas.

Finalmente, se dedica un espacio a las conclusiones de la investigación, en las que se comprueba la hipótesis, se hacen observaciones para medidas correctivas y preventivas al procedimiento y se proponen futuras líneas de investigación.

Para llevar a cabo este trabajo se realizó una investigación de campo con la empresa CIMENTACIONES MEXICANAS, S.A. DE C.V., conocida también como CIMESA, durante la cual se obtuvieron, con base en la observación de la construcción de pilas coladas en sitio e inclusiones rígidas, los tiempos y movimientos requeridos para ella. Se efectuaron entrevistas con expertos y técnicos para una adecuada interpretación de resultados; además, se consultaron trabajos de renombrados autores, especialistas en el tema, así como publicaciones, normas y estándares nacionales e internacionales.

1

CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES PROFUNDAS

Introducción capitular

En este capítulo se tratan aspectos generales de las cimentaciones, en particular de las pilas coladas en lugar de las que se resume el procedimiento convencional para su construcción.

Se le llama cimentación a la parte inferior de una estructura que transmite las cargas de ésta al subsuelo, en forma estable, funcional y económica. Se emplean distintas formas de cimentación dependiendo de la estratigrafía, resistencia al corte y deformabilidad del subsuelo en que se apoyará, del tipo, dimensiones y magnitud de las cargas de la estructura y del proceso constructivo.

Se acostumbra clasificar las cimentaciones en tres grupos: superficiales, compensadas y profundas. Las cimentaciones superficiales o someras se apoyan a poca profundidad, tal es el caso de las zapatas y losas. Las cimentaciones compensadas buscan reducir el

incremento de carga aplicado al subsuelo mediante una excavación en donde se aloja un cajón de cimentación. Por último, las cimentaciones profundas se apoyan en capas resistentes y poco deformables que se localizan a mayor profundidad y para las cuales, generalmente, se utilizan procedimientos constructivos y equipos especiales; a ellas pertenecen los pilotes, pilas, cilindros y cajones profundos (“caissons”).

Con el propósito de definir la cimentación que cumpla con los objetivos de estabilidad, funcionalidad y economía, es indispensable contar con un estudio apropiado de mecánica de suelos para determinar el comportamiento del subsuelo ante las cargas que se le transmitirán, y seleccionar el procedimiento constructivo más viable técnica y económicamente.

1.1 Tipos de cimentaciones profundas

Las cimentaciones profundas más utilizadas en nuestro País son los pilotes, las pilas y los cilindros.

Los pilotes son elementos esbeltos con diámetro o lado menor de 60cm, ya sean prefabricados e hincados en el subsuelo a percusión o presión, o colados en el lugar en perforaciones realizadas para tal fin.

Las pilas son elementos con secciones transversales circulares o rectangulares (oblongas) con diámetro o lado mayor de 0.60m, colados en el lugar en perforaciones.

Por su parte, los cilindros son elementos tubulares de concreto reforzado, con diámetros mayores de 3.0m y espesores de pared mayores de 0.60m, que se han usado para cimentar apoyos de grandes puentes; en la actualidad se tiende a sustituirlos por grupos de pilas de menor sección, cuya construcción presenta menor grado de dificultad y costo.

1.2 Métodos convencionales para construcción de pilas

Las pilas convencionales se construyen efectuando una perforación en el subsuelo hasta el nivel de desplante de proyecto. En esa perforación se introduce el acero de refuerzo y luego se vacía el concreto¹. Las pilas más comunes son de sección circular, con diámetros que van de 0.6 a 3.0m. El extremo inferior (base) de la pila se apoya en capas resistentes y poco deformables. En ocasiones, para obtener mayor capacidad, si las condiciones del suelo lo permiten (suelo cohesivo, sin agua) se puede hacer una ampliación de la base (campana).

La estratigrafía y propiedades del subsuelo, así como las condiciones del agua freática, definirán la forma de construcción de las pilas, así como, en caso necesario, el tipo de ademe que requerirá para estabilizar su perforación. La Fig. 1.1 resume las principales etapas de construcción de una pila convencional.

Este tipo de cimentación es utilizado por su rapidez en ejecución, disminución de vibraciones y ruidos, así como reducción de expansiones y consecuentemente de asentamientos en la masa del suelo.

Existen dos casos generales que pueden presentarse en la construcción de pilas: en seco, con o sin ademe, y bajo agua².

¹ Cfr. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de Cimentaciones Profundas*, México, 2001. Pág. 168.

² Las figuras de este capítulo, aunque diferentes en el dibujo, están basadas en la publicación "Construcción de cimientos profundos colados en sitio" de Lymon C. Reese, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Cimientos profundos colados en sitio*, México, 1976.

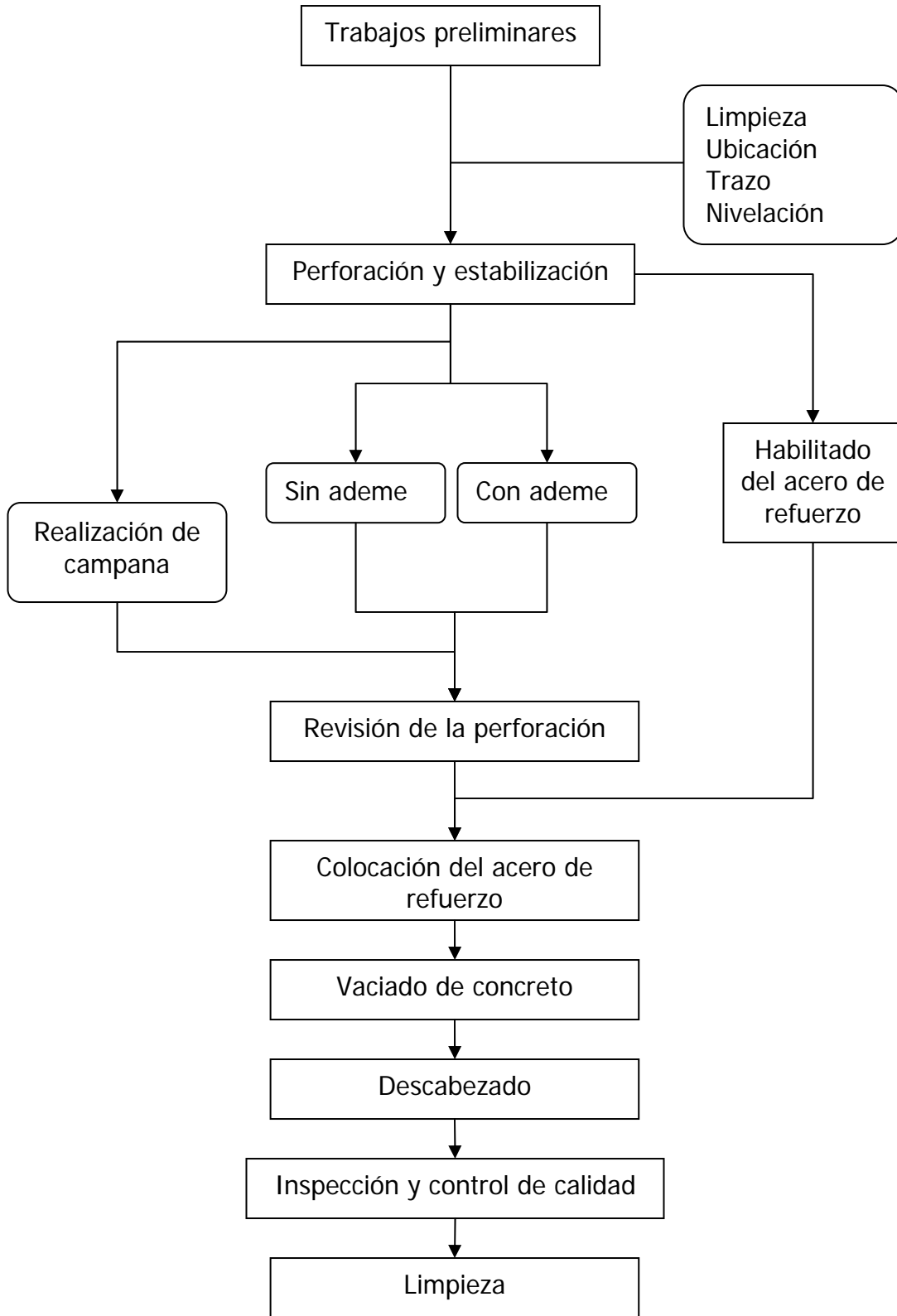


Fig. 1.1 Etapas para la construcción de una pila colada en el lugar

1.2.1 Método seco

El método seco se utiliza en suelos con cierto grado de cohesión, que no tengan riesgo de derrumbes de las paredes desde el momento en que se inicia la perforación hasta que sea colada la pila, arriba del nivel freático.

Debe verificarse en primer término que la superficie de trabajo esté libre de rellenos, escombros, basura, vegetación o restos de construcciones. Posteriormente se nivela el terreno para obtener una superficie plana y horizontal que permita instalar el equipo de perforación. A continuación se localiza el sitio donde se ubicará(n) la(s) pila(s), utilizando equipo topográfico para referenciar los ejes y niveles de (los) elemento(s).

La perforación se realiza mediante distintas herramientas cortadoras y/o de avance (Fig. 1.2). La elección del procedimiento a seguir estará definida por la compacidad y/o consistencia del suelo o, en su caso, por la dureza de la roca³. Algunos de los elementos y herramientas comúnmente para esta actividad se indican en la Tabla 2.1.

Tabla 1.1 Elementos y herramientas de perforación comunes Ref. (1)

Corte		Ripeado	
Elemento utilizado			
almeja de gajos	dientes planos	dientes de punta de bala	dientes de carburo de tungsteno
Herramienta			
	botes, brocas		botes, brocas, bote corona

³ Cfr. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de Cimentaciones Profundas*, México, 2001. Pág. 168.

Debe utilizarse un equipo de perforación adecuado que garantice la verticalidad del barreno, minimice la alteración del suelo y realice una perforación limpia con las dimensiones de proyecto en toda la profundidad, evitando sobrecavaciones.

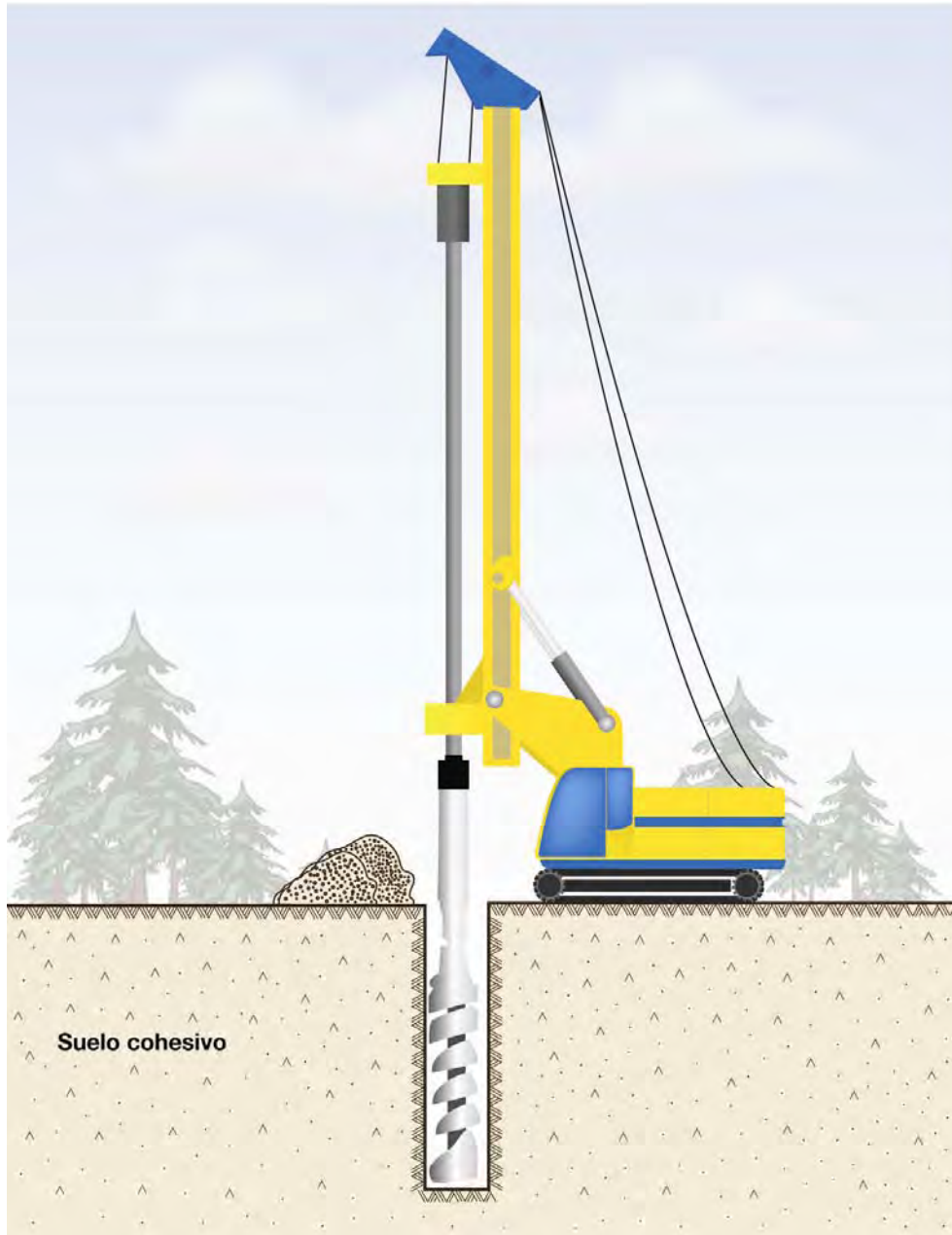


Fig. 1.2 Método seco, perforación en toda su longitud

A medida que se realiza la perforación, el material es extraído y depositado en el área de descarga designada, permitiendo que la herramienta regrese a la perforación y la continúe. El tiempo necesario para ésta depende del tipo y características del material, de la geometría de la pila y de la profundidad.

Durante la perforación se deben evitar tiempos excesivos que den lugar al relajamiento de esfuerzos en la masa del suelo, con la consiguiente disminución de su resistencia al corte e inestabilidad de la misma.

Se debe verificar, en forma continua, la estratigrafía y características de los suelos extraídos a medida que se perfora, para verificar el cumplimiento de las condiciones supuestas en el diseño.

Cuando en el proyecto se indique la ampliación de la base (campana) en las pilas, se debe verificar que no exista nivel freático y que se realice en suelos con cohesión (Fig. 1.3). Para esta actividad se utiliza un "bote campana", que penetra en la perforación, y que al llegar al fondo de ella abre sus brazos articulados (aleta) para que, a medida que se aplica rotación, corte, recolecte y extraiga el material. Esta ampliación se hace normalmente con equipo, aunque es posible realizarla con personal y con herramienta manual si la pila tiene poca profundidad, si bien este es un proceso peligroso, lento y costoso.

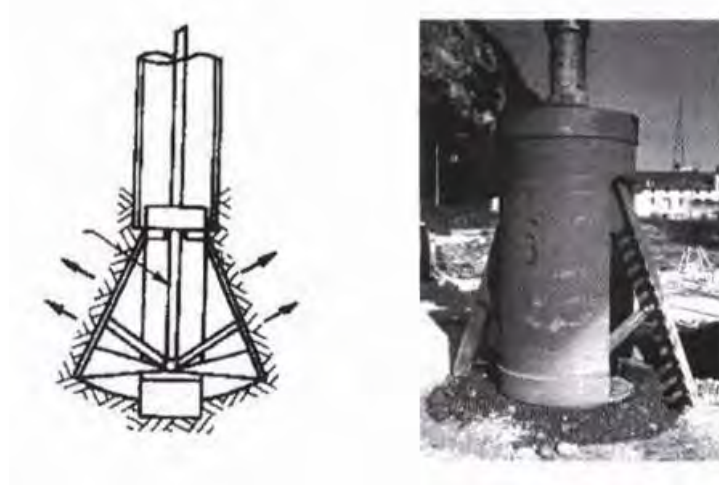


Fig. 1.3 Bote campana Ref. (2)

Terminada la perforación y antes de introducir el acero de refuerzo de la pila, se realiza la inspección de aquella en sus paredes y a la limpieza de su fondo, eliminando todo caído y/o azolve, mediante herramientas adecuadas. La integridad y calidad de la perforación de una pila es fundamental para que ésta cumpla su función.

Durante el tiempo de la perforación se realiza el habilitado del acero de refuerzo, es decir, cortado, doblado y armado, el cual debe apegarse a los planos de proyecto. El armado está formado por varillas longitudinales de acero corrugado que tomen los momentos flexionantes aplicados y por estribos o zunchos transversales para resistir esfuerzos cortantes, prevenir grietas longitudinales y mantener en posición al acero longitudinal. Dentro del armado debe fijarse previamente un elemento rígido ligado (orejas de varilla, cable de acero o placa) con el que sea izado e introducido en la perforación, además de separadores cilíndricos (rodetes o "pollos") para su alineación en la perforación y que garanticen el recubrimiento especificado.

El armado debe ser lo suficientemente rígido y robusto para su manipulación e izaje, y pesado para no sufrir deformaciones o desplazamientos dentro de la perforación. El acero de refuerzo se arma vigilando que no vaya a impedirse el paso del agregado de concreto al colar y con el recubrimiento especificado entre paño de estribo y perforación.

Para el manejo del acero durante el izado e introducción, debe colocarse refuerzo adicional, para formar "armaduras" que permitan su manipulación y traslado una vez armado, sin que se presenten deformaciones, movimientos o desplazamientos del acero longitudinal o transversal⁴. Inmediatamente después de colocar el armado según proyecto, se procede a la fijación del mismo para que no pierda la verticalidad y flote durante el colado (Fig. 1.4).

⁴ Cfr. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de Cimentaciones Profundas*, México, 2001. Pág. 193.

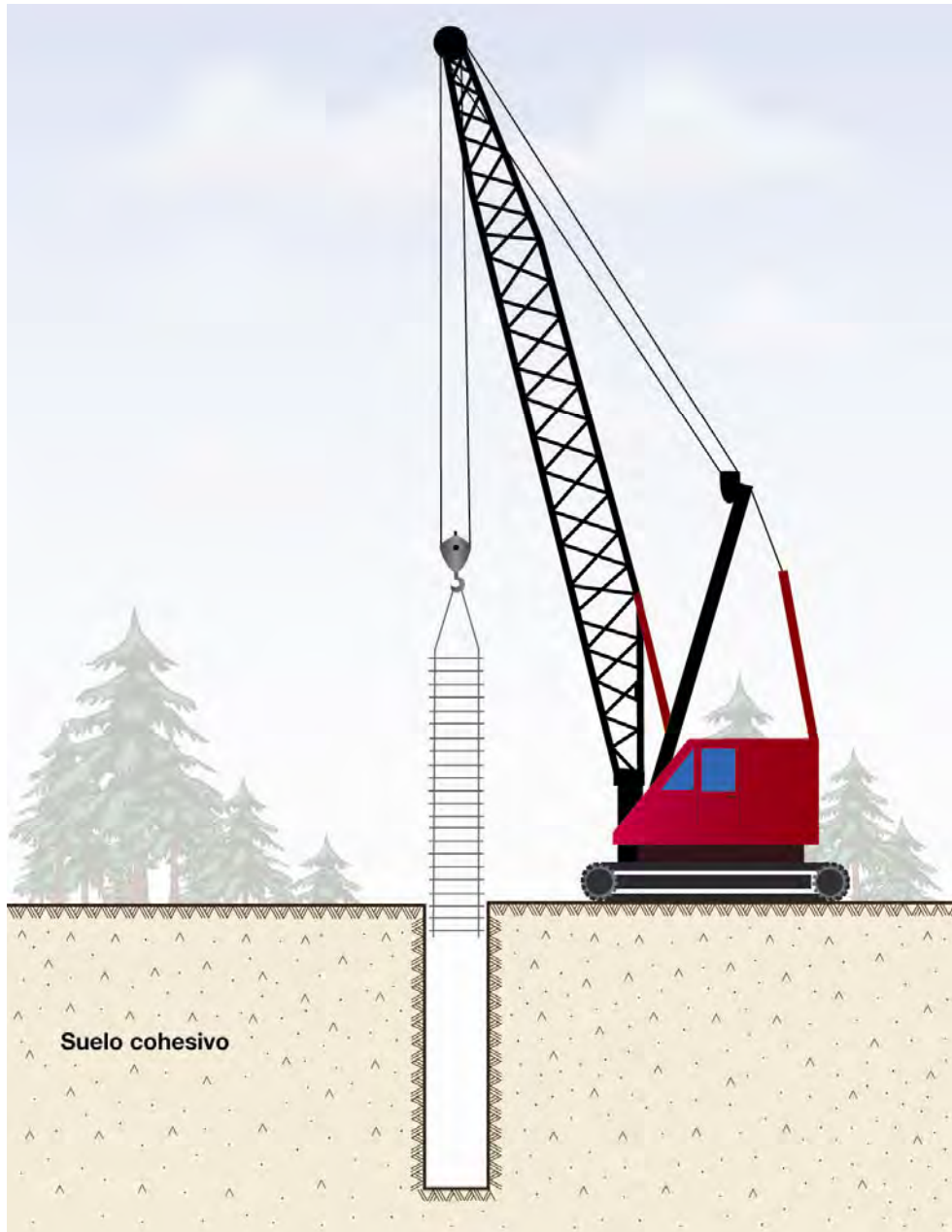


Fig. 1.4 Método seco, colocación del refuerzo de acero



Fig. 1.5 Método seco, colado

Después de haber instalado el armado en la perforación, se procede a la colocación del concreto en ésta (Fig. 1.5). Debe verificarse que el concreto cumpla con todas las especificaciones de proyecto, incluyendo tamaño del agregado, revenimiento, aditivos y f'_c . El colado se realiza con tubo Tremie o trompas de elefante que eviten la segregación del concreto. La tubería Tremie debe ser lisa por dentro para el libre flujo del concreto, y también por fuera para evitar que se atore con el armado; se lleva dentro de la perforación hasta 30cm antes del fondo de ésta. Dentro de la tubería se inserta un balón de látex (diablito) para evitar la segregación y contaminación del concreto en el inicio del colado. Se utilizan mezclas de concreto auto-compactable y de alto revenimiento. La parte superior de la tubería se acopla con una tolva, de preferencia de forma cónica y con ángulo comprendido entre 60° y 80° que recibirá el concreto de las ollas. Todas las uniones de la tubería se verifican antes de iniciar el colado (Fig. 1.6). Se deberá asegurar que el concreto fluya ocupando toda la perforación y espacios entre el armado.

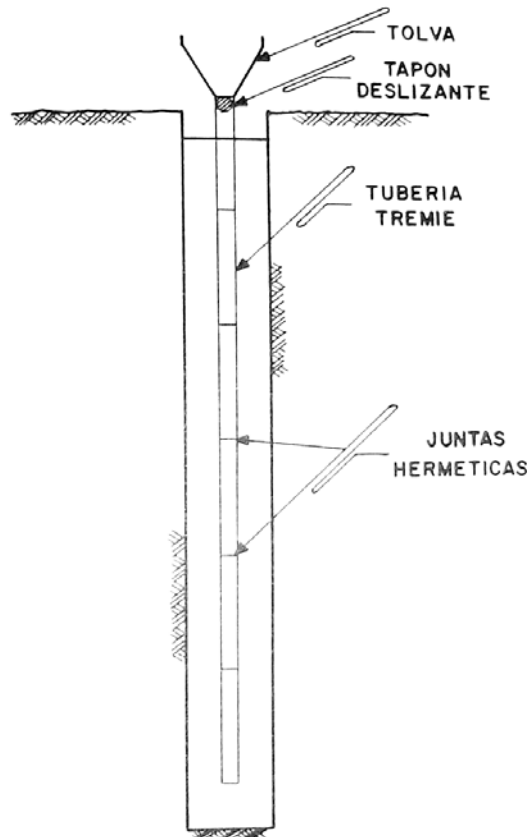


Fig. 1.6 Corte esquemático de la tubería Tremie Ref. (3)

Debe evitarse cualquier golpeteo de la tubería con las paredes de las perforaciones y no exceder los movimientos verticales de aquella para no afectar la alineación y colocación del acero de refuerzo.

El extremo inferior de la tubería se deja embebido por lo menos 30cm en el concreto depositado en la perforación para tener un colado monolítico y evitar juntas frías. El concreto deber rebosar alrededor de 0.5 a 1.0m sobre el nivel superior de proyecto de la pila, para expulsar el concreto contaminado y permitir la liga estructural una vez que se efectúe el "descabece" (Fig. 1.7).

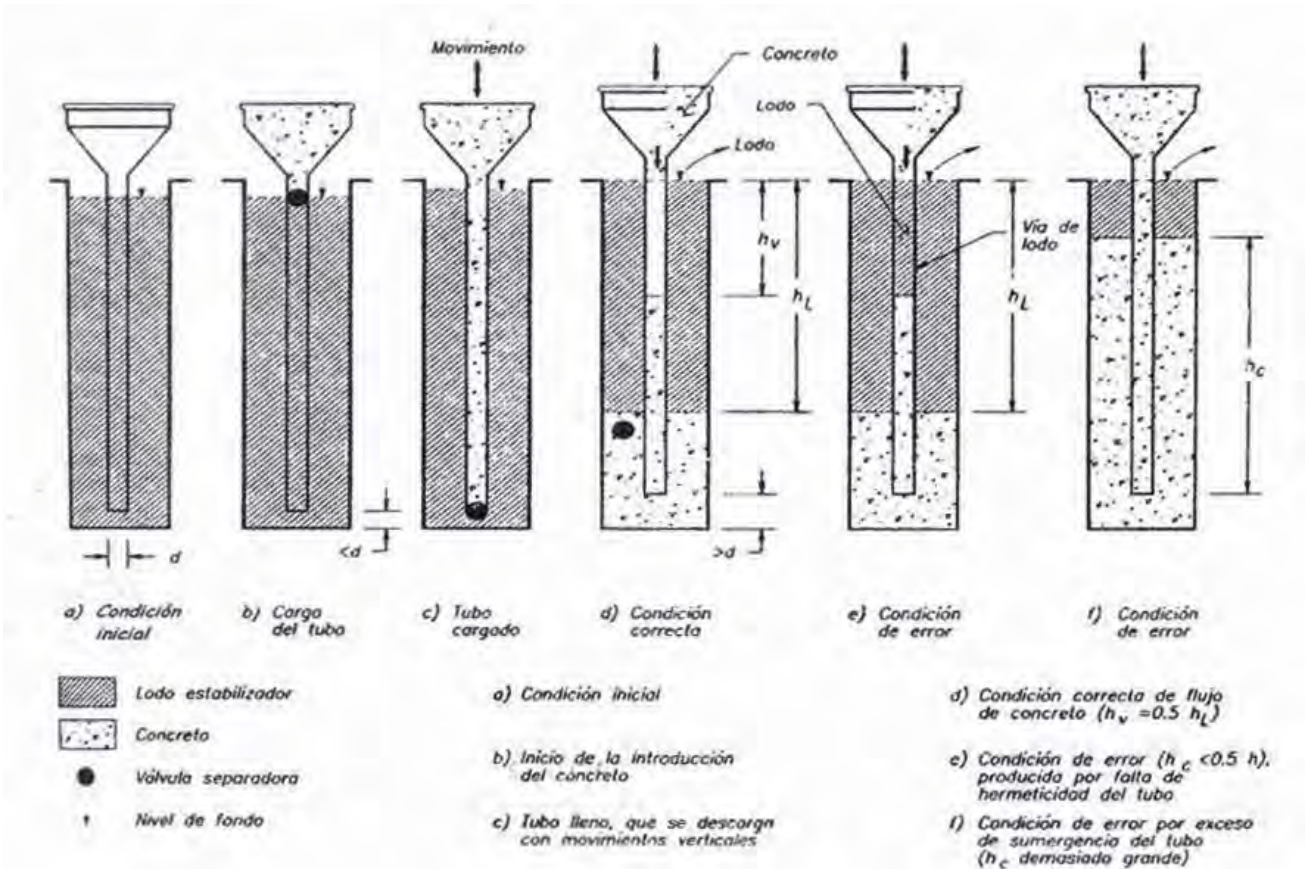


Fig. 1.7 Operación de tubo Tremie Ref. (4)

El área de trabajo debe quedar libre de cualquier residuo, desperdicio o material extraído en la perforación y del colado, depositándolos en un sitio o banco de desperdicios autorizado (Fig. 1.8).

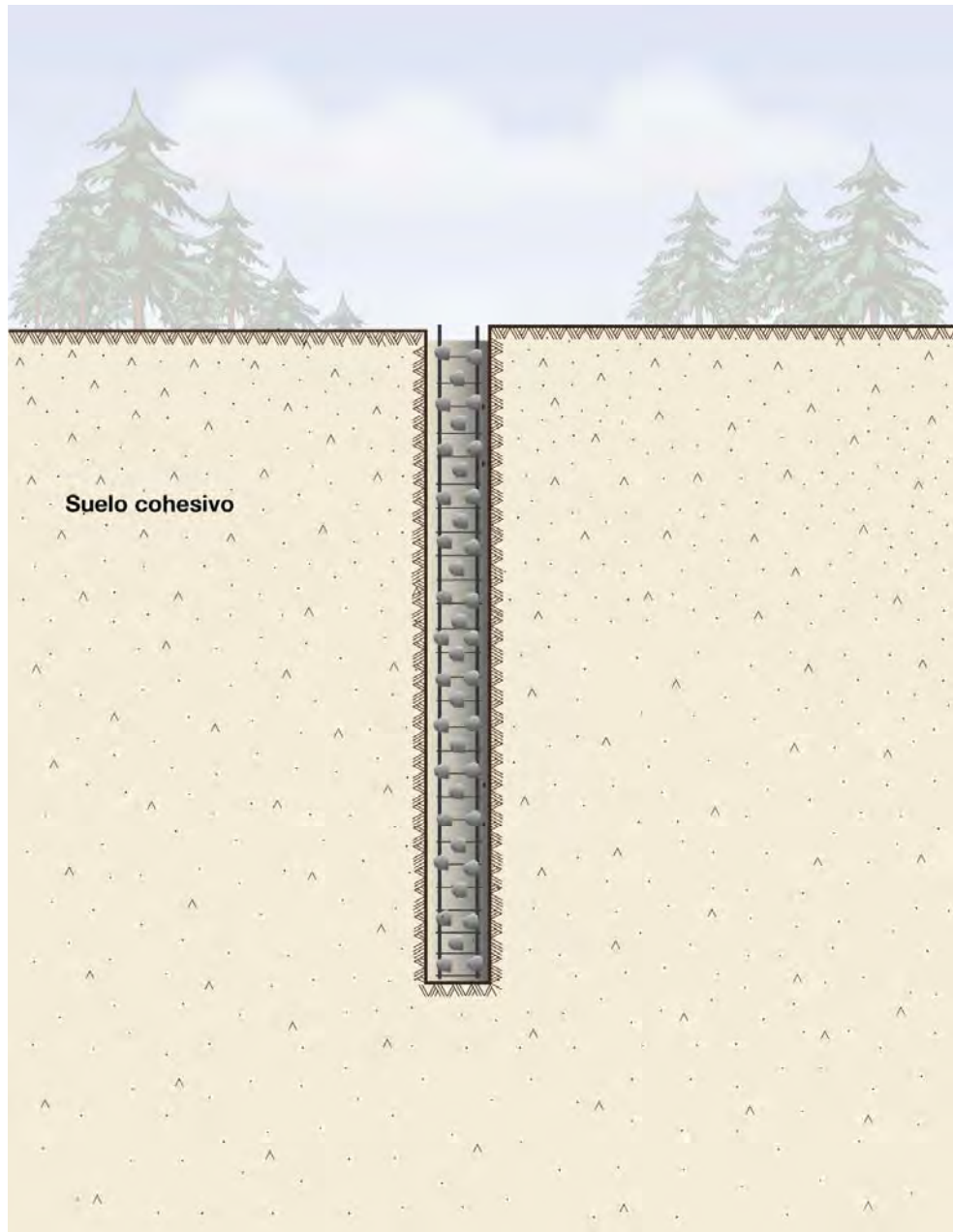


Fig. 1.8 Método seco, cemento terminado

1.2.2 Método con ademe

Cuando se requiere garantizar la estabilidad de la perforación en suelos no cohesivos y/o con presencia del agua freática se utiliza el método con ademe. Los ademes pueden ser metálicos o de lodos (bentoníticos o poliméricos) que genéricamente se les conoce como "ademes hidráulicos".

1.2.2.1 Ademes metálicos

Los ademes metálicos son tubos de acero, del diámetro que indique el proyecto, capaces de soportar esfuerzos durante su hincado, extracción y en algunos casos como parte del elemento estructural (ademe no recuperado). Su longitud dependerá de las condiciones del subsuelo y de los riesgos de inestabilidad de éstos.

Se utilizan usualmente ademes para sostener los primeros metros de una perforación, como contención de los rellenos y suelos superficiales (emboquillado), con longitudes usuales de 1.5 a 3.0m. También se utilizan para sellar capas permeables en presencia de agua.

El procedimiento constructivo es similar al método seco sólo que, a medida que se realiza la perforación (Fig. 1.9), se introduce el ademe metálico mediante percusión, presión o vibración. El ademe debe llevarse hasta la profundidad de proyecto o la necesaria en campo para garantizar la estabilidad de la perforación (Fig. 1.11). La perforación se realiza por el interior del ademe con la herramienta adecuada, la cual dependerá del tipo de material, condiciones del suelo y diámetro del ademe.

Una vez terminada la perforación, con el ademe hasta la profundidad necesaria, se procede a la limpieza del fondo y, en caso de ensanchamiento de la base con los equipos adecuados, siempre y cuando en este último caso no exista agua freática y/o suelos inestables.

A continuación se coloca el acero de refuerzo previamente habilitado y enseguida el concreto, con las consideraciones ya mencionadas para el método seco.

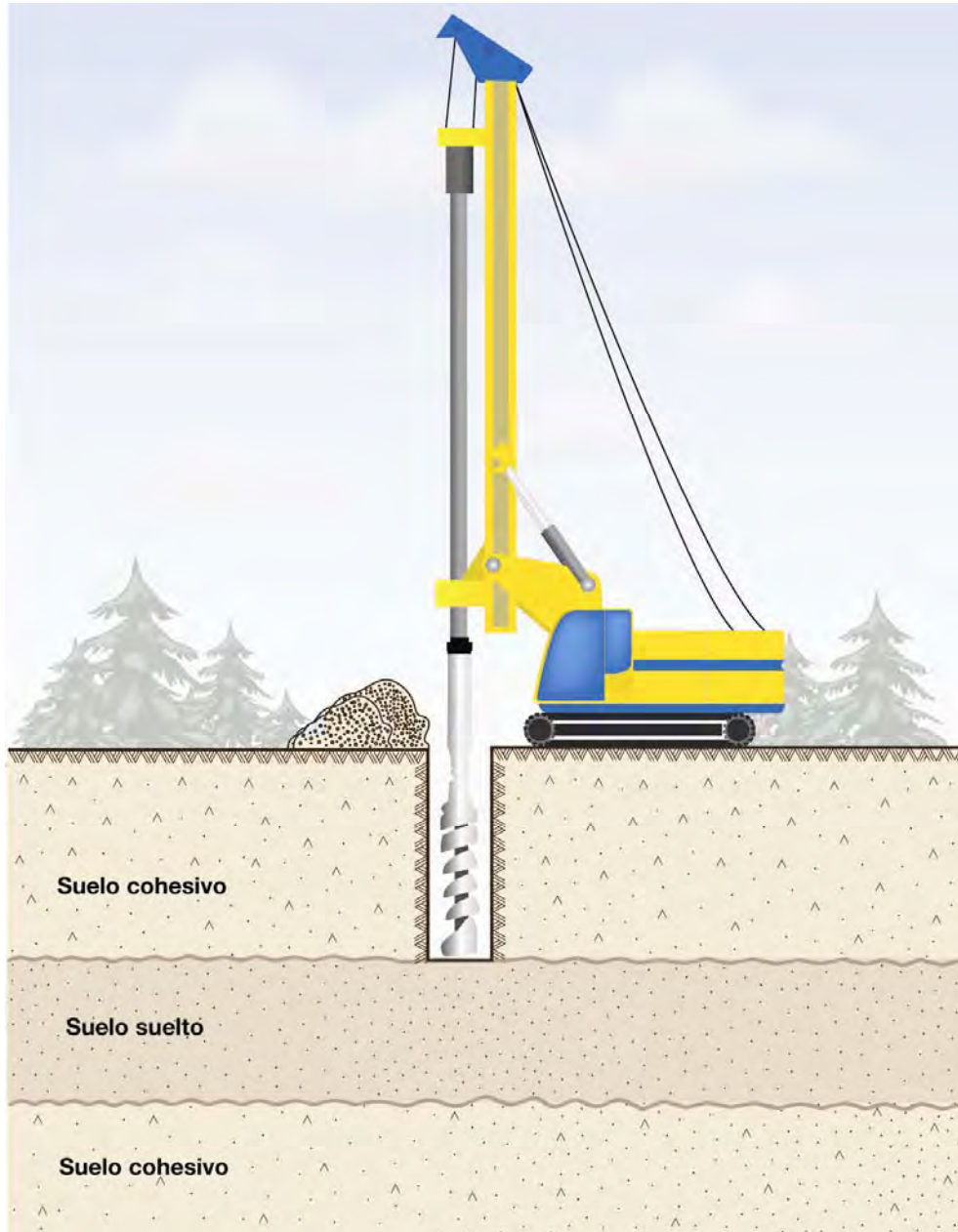


Fig. 1.9 Método de ademe, inicio de la perforación

Cuando el proyecto o procedimiento constructivo requiera la extracción del ademe metálico, debe evitarse que el acero de refuerzo se deforme o quede en contacto con las paredes de la perforación. El retiro del ademe debe realizarse en forma rápida y segura, tomando en cuenta el tiempo del fraguado y calidad del concreto (Fig. 1.12).

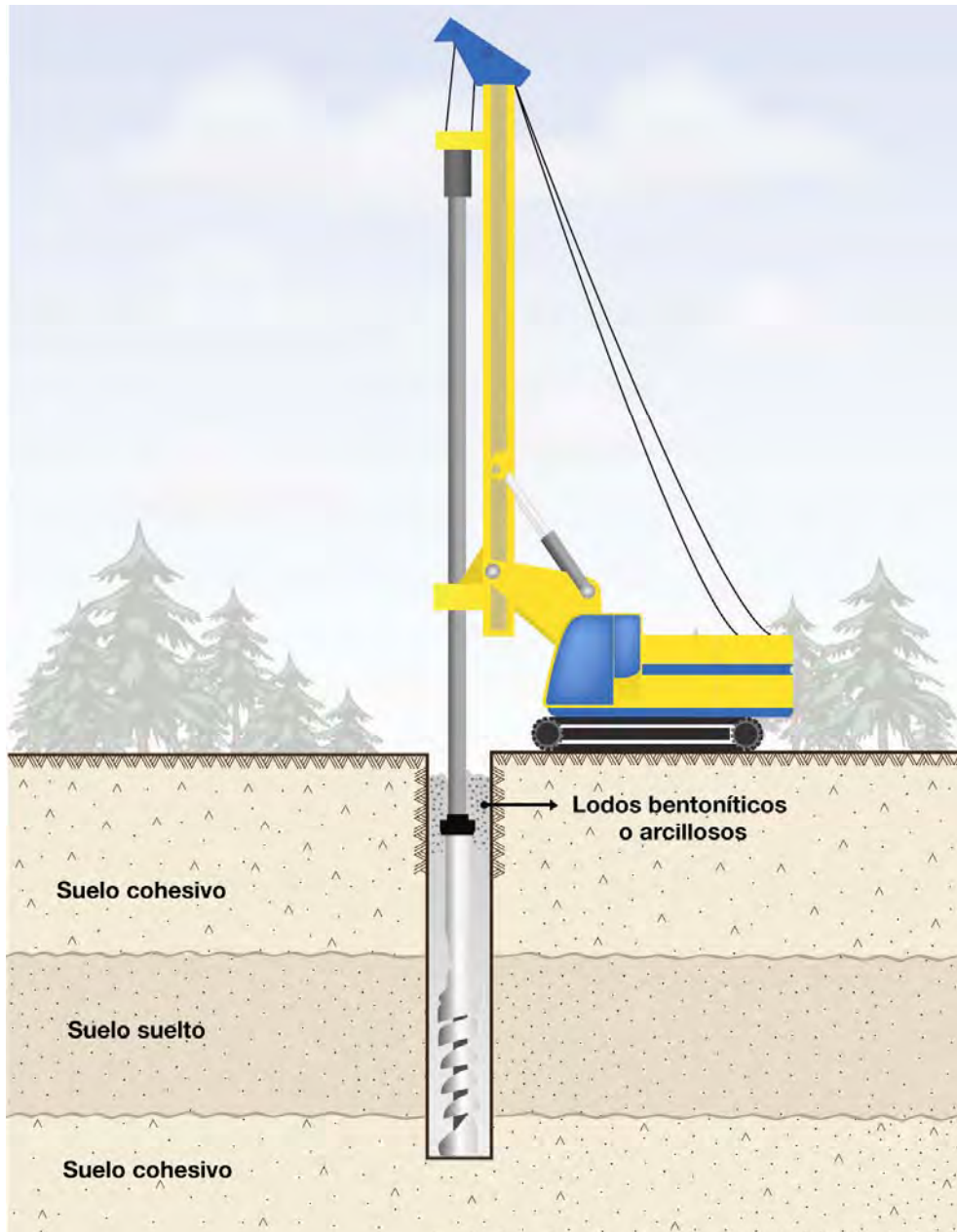


Fig. 1.10 Método de ademe, perforación a través del suelo empleando lodos

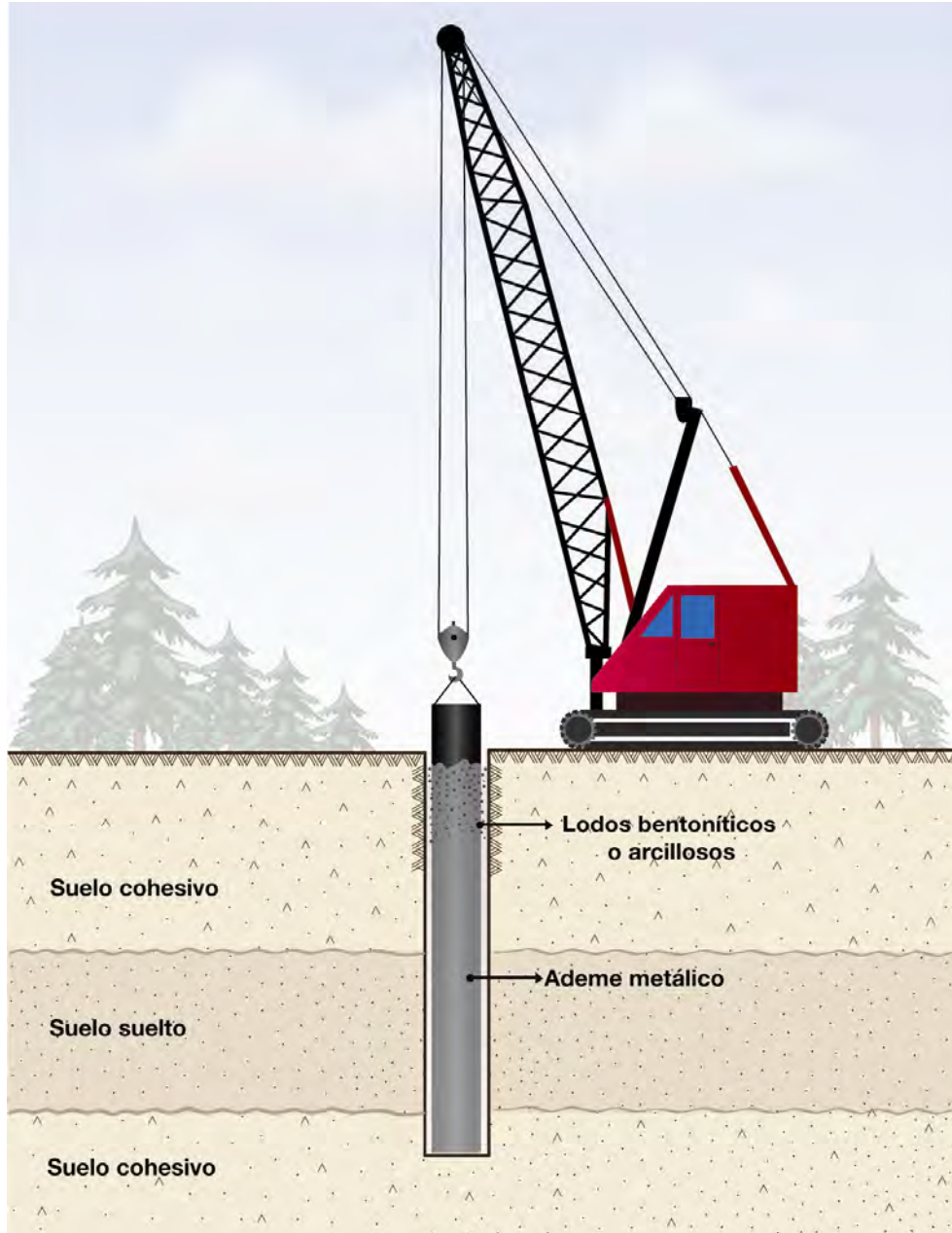


Fig. 1.11 Método de ademe, colocación del mismo

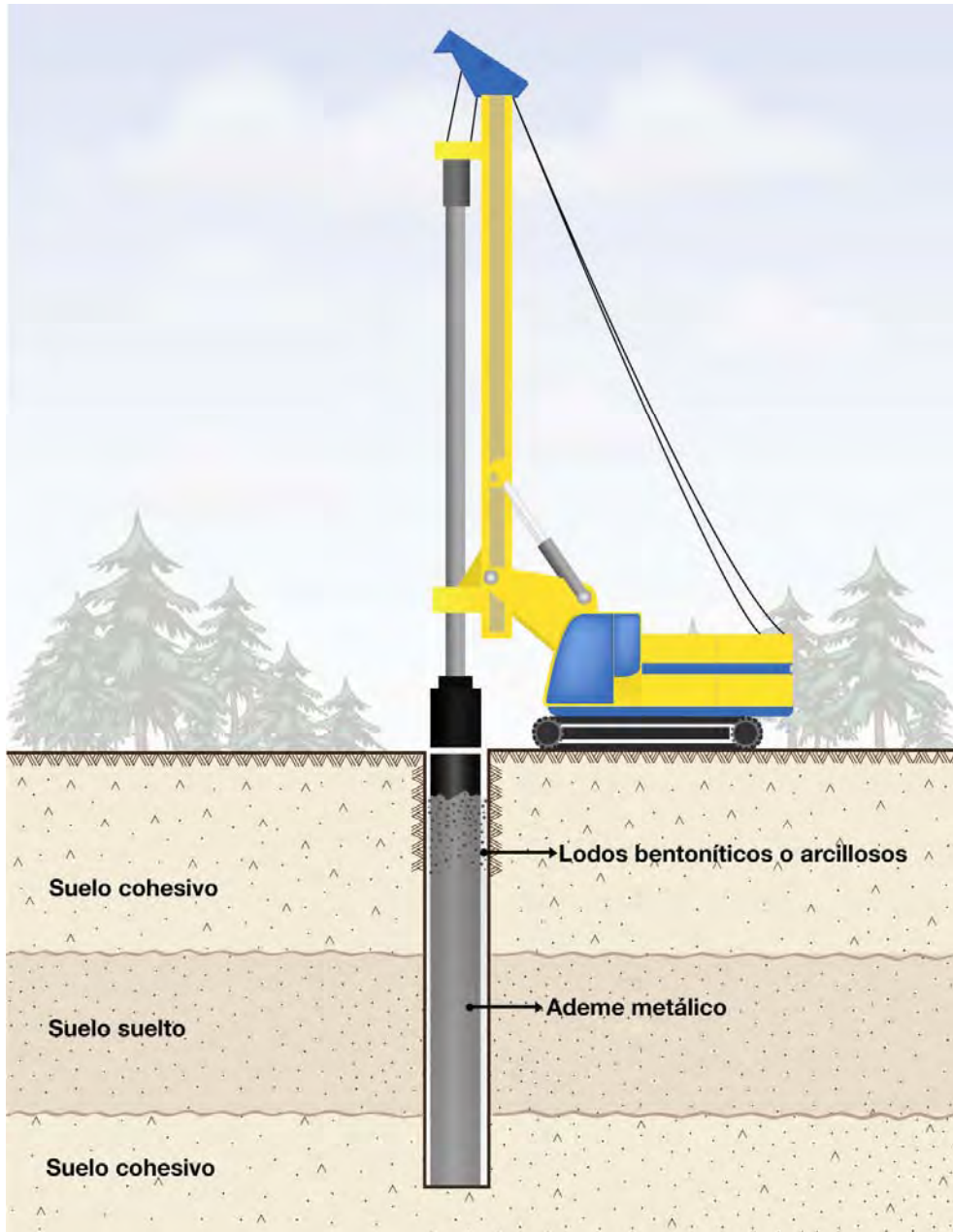


Fig. 1.12 Método de ademe, extracción después de sellar el ademe en su base

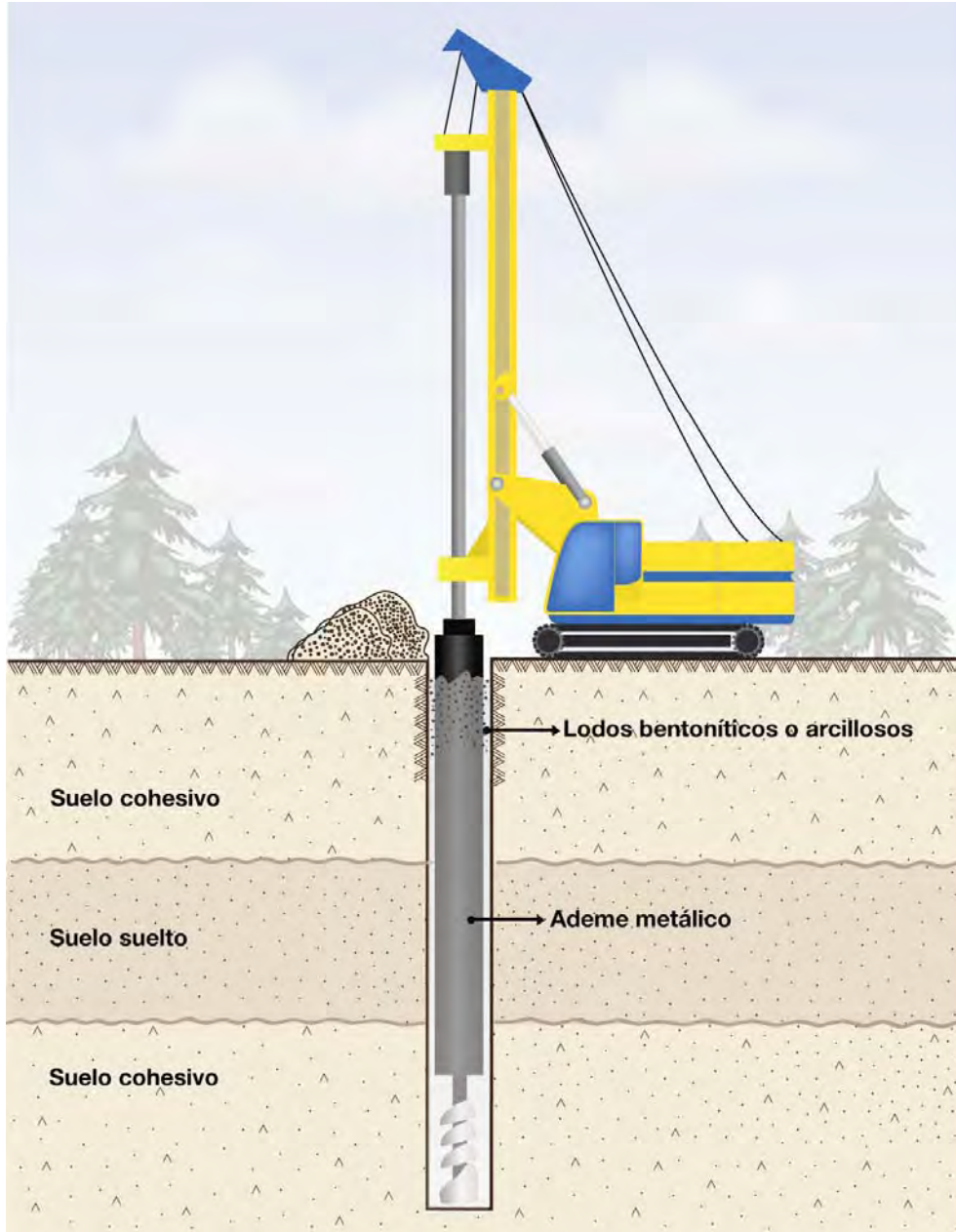


Fig. 1.13 Método de ademe, perforación al estrato resistente

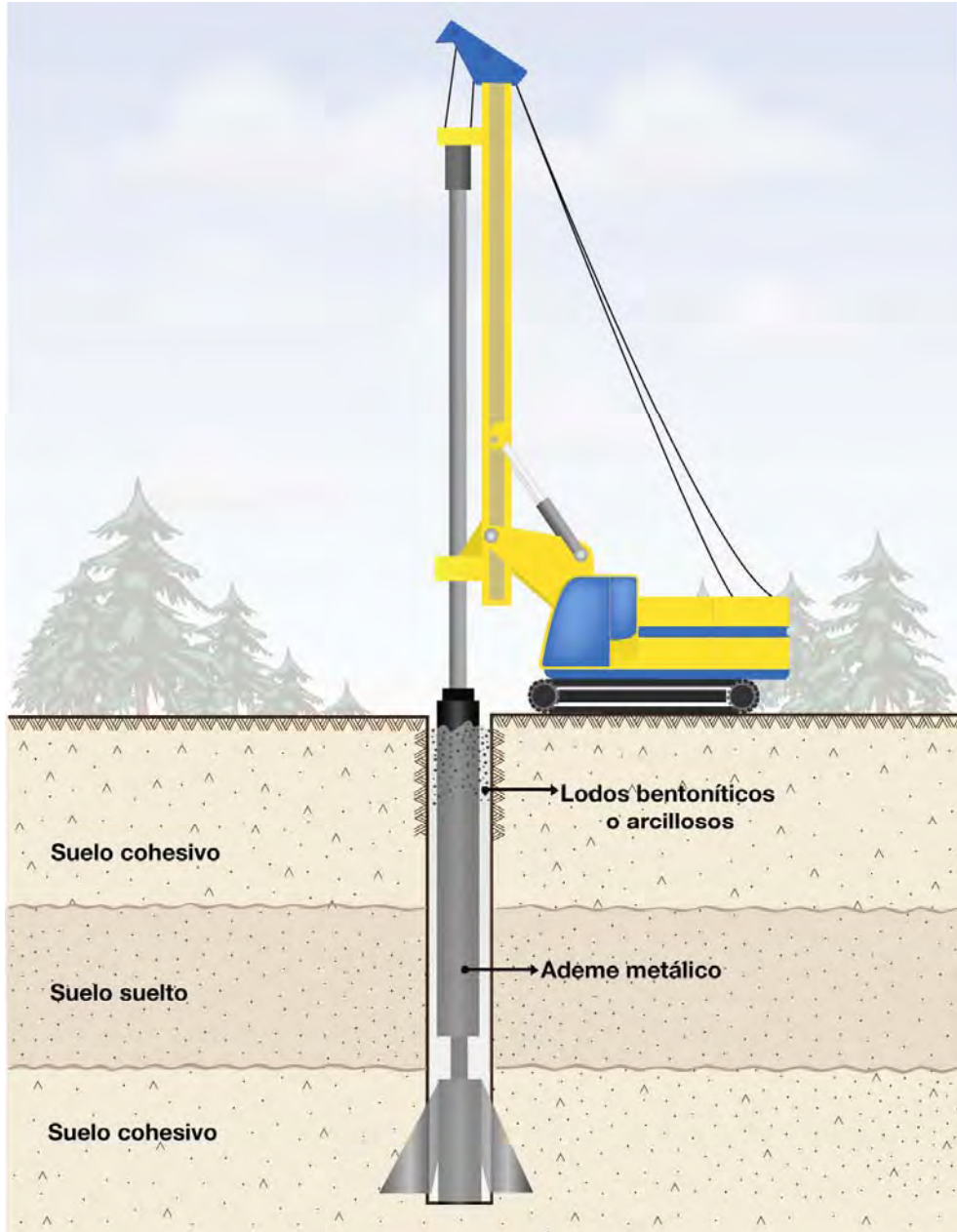


Fig. 1.14 Método de ademe, uso del amplificador

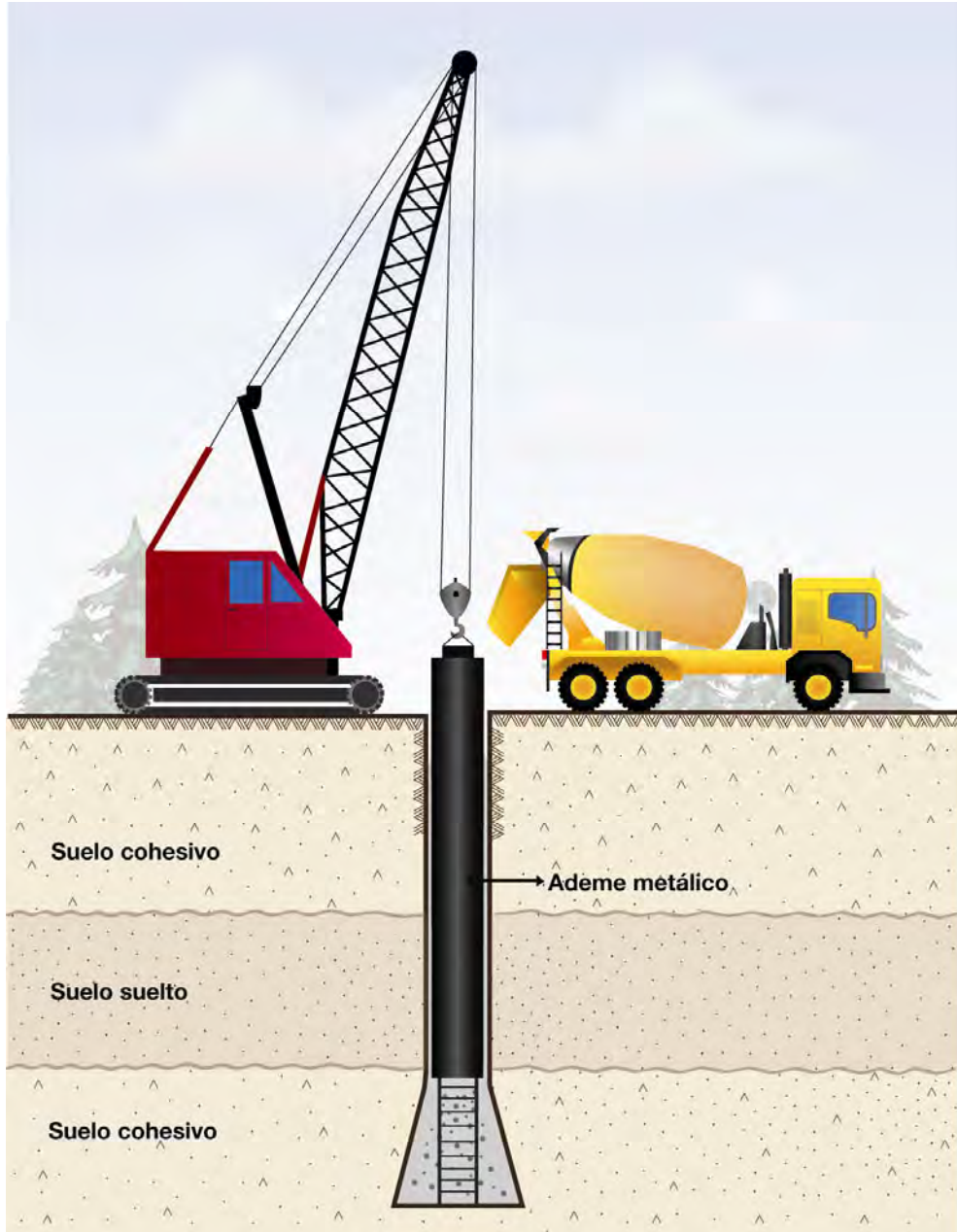


Fig. 1.15 Método de ademe, inicio del colado

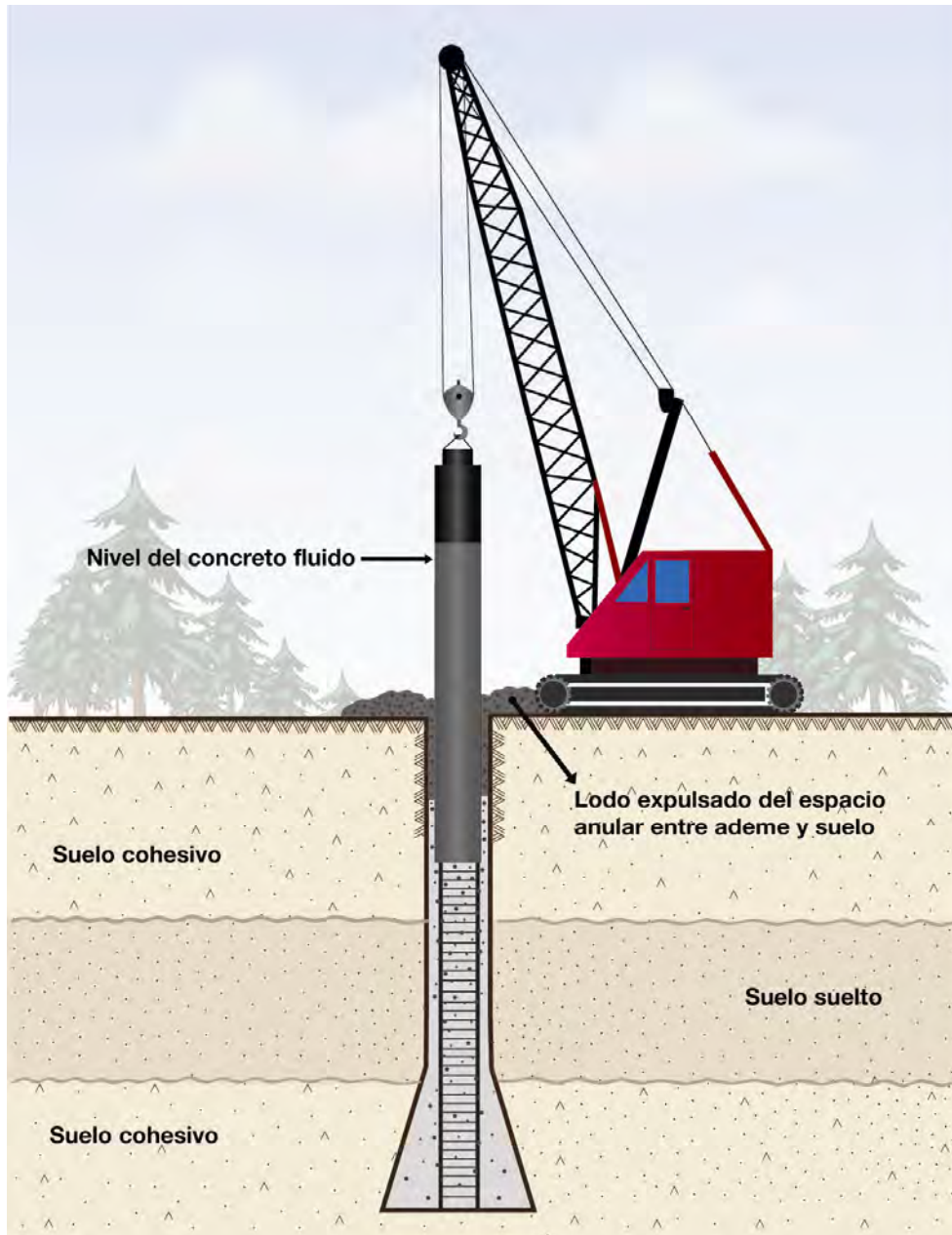


Fig. 1.16 Método de ademe, extracción del ademe

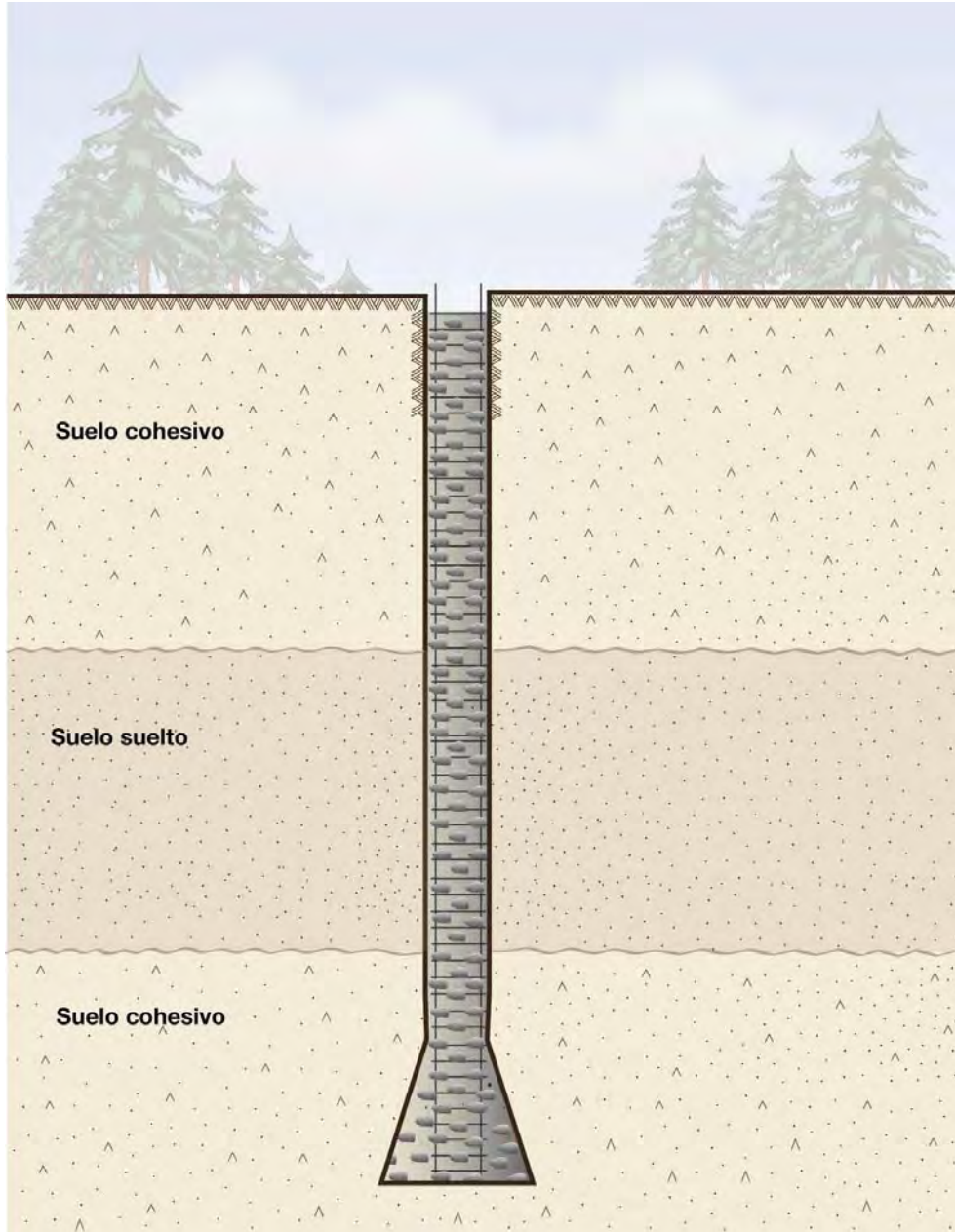


Fig. 1.17 Método de ademe, cimiento terminado

1.2.2.2 Ademes hidráulicos

Los lodos o “ademes hidráulicos” se utilizan en presencia de suelos inestables y de agua freática. Pueden ser de dos tipos principales: bentoníticos y poliméricos.

Los lodos son una mezcla de agua (limpia y sin contaminantes) con un coloide sólido, agentes de control y sólidos no coloidales añadidos desde un principio o adicionados durante la perforación, en proporciones que se determinan de acuerdo al efecto deseado para sus propiedades.

El lodo se emplea para: a) estabilizar las paredes de la perforación formando una película plástica e impermeable (costra o “cake”), b) remover y transportar recortes del suelo del fondo hasta la superficie, c) enfriar y lubricar la herramienta rotaria de corte y d) contrarrestar presiones agregando materiales inertes pesados como la barita⁵.

Puede haber casos singulares para utilizar lodos, como son los casos de un estrato permeable entre capas de arcillas ó capas alternadas de estratos permeables y arcillas a lo largo de la perforación, bajo el nivel freático.

La perforación se inicia como en el método seco, con el alineamiento y verticalidad del equipo. Al llegar al nivel freático o a un estrato permeable, se deben verter inicialmente los lodos continuando el vertido a medida que avanza la perforación (Fig. 1.10).

Al inicio de la perforación también puede utilizarse un ademe metálico para “emboquillar” hasta 1.5 a 3.0m de profundidad, luego excavar el suelo, vaciando a la vez los lodos (Fig. 1.11). Este procedimiento se sigue hasta la profundidad de desplante, teniendo en cuenta que el nivel de lodos debe estar siempre por arriba del nivel freático (Fig. 1.13). En la Fig. 1.18 se muestra el árbol de decisiones que toma en cuenta lo anterior.

⁵ Cfr. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de Cimentaciones Profundas*, México, 2001. Pág. 183.

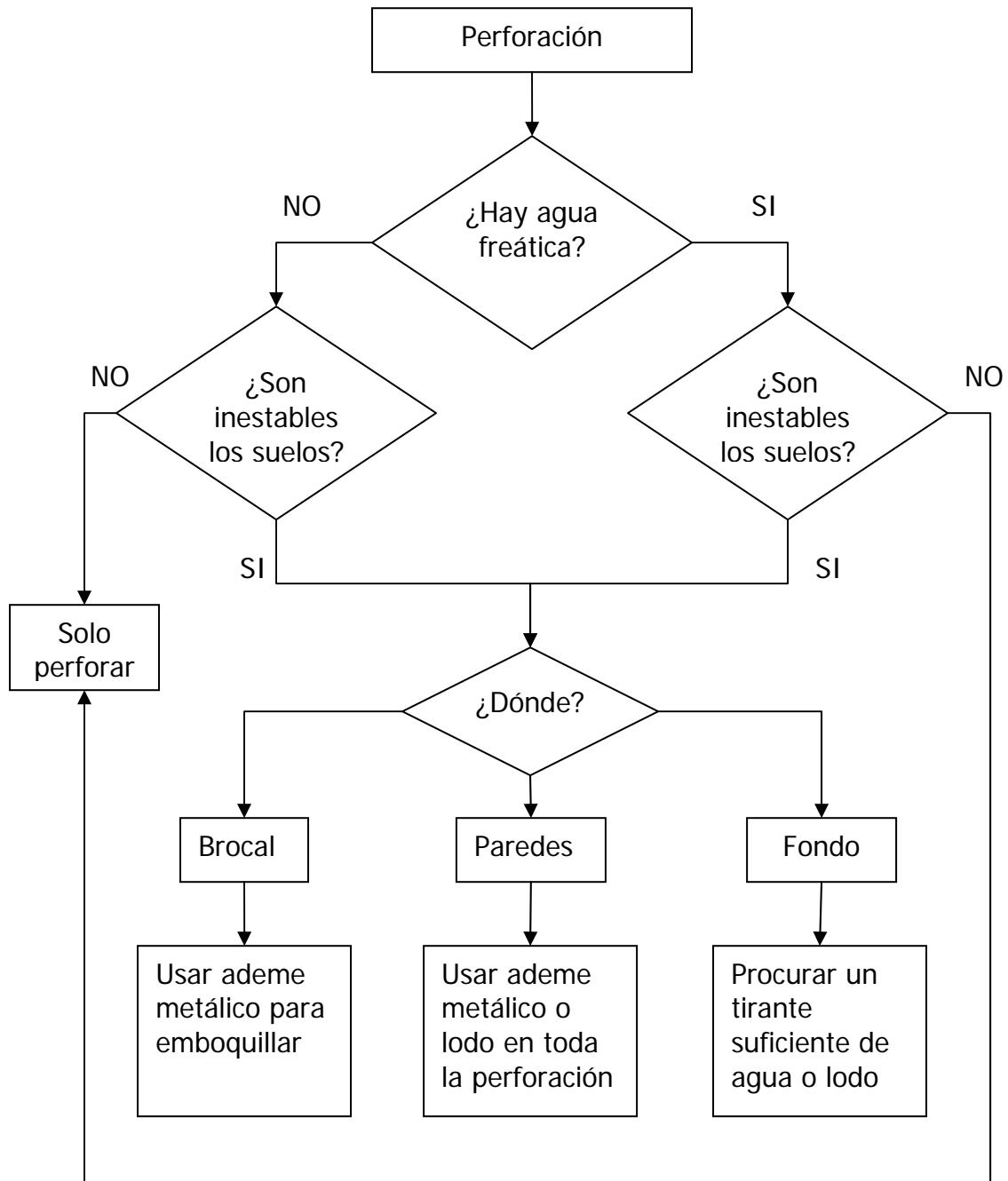


Fig. 1.18 Árbol de decisiones Ref. (5)

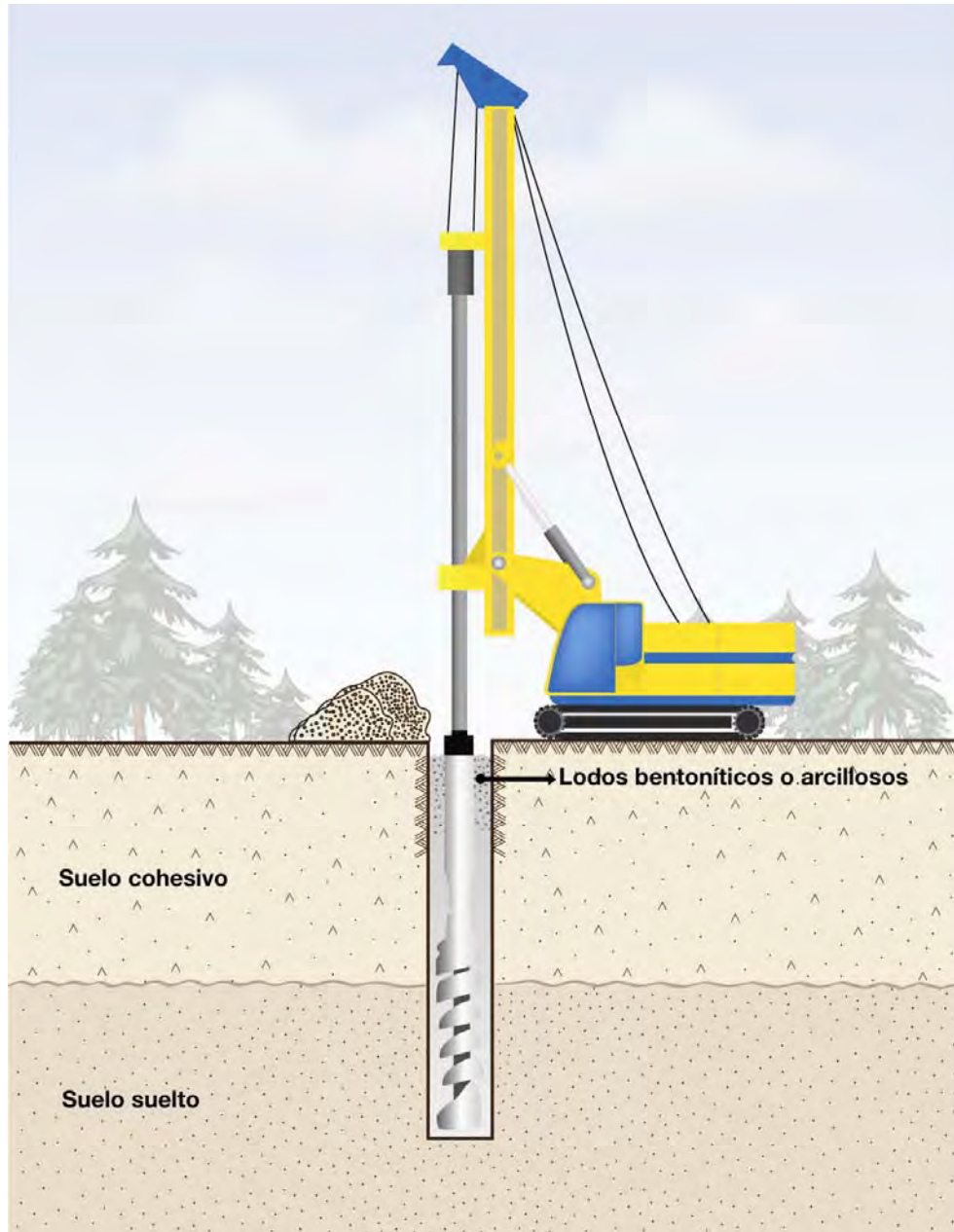


Fig. 1.19 Método de lodo, perforación empleando lodos

Bajo lodos se procede a la colocación del acero de refuerzo previamente habilitado (Fig. 1.15) y luego al colado del concreto con los métodos ya descritos (Fig. 1.16), tomando en consideración que el extremo inferior del tubo Tremie debe estar sumergido en la columna de concreto en todo momento. El concreto desplazará los lodos de menor densidad y evitará la contaminación del elemento (Fig. 1.21).

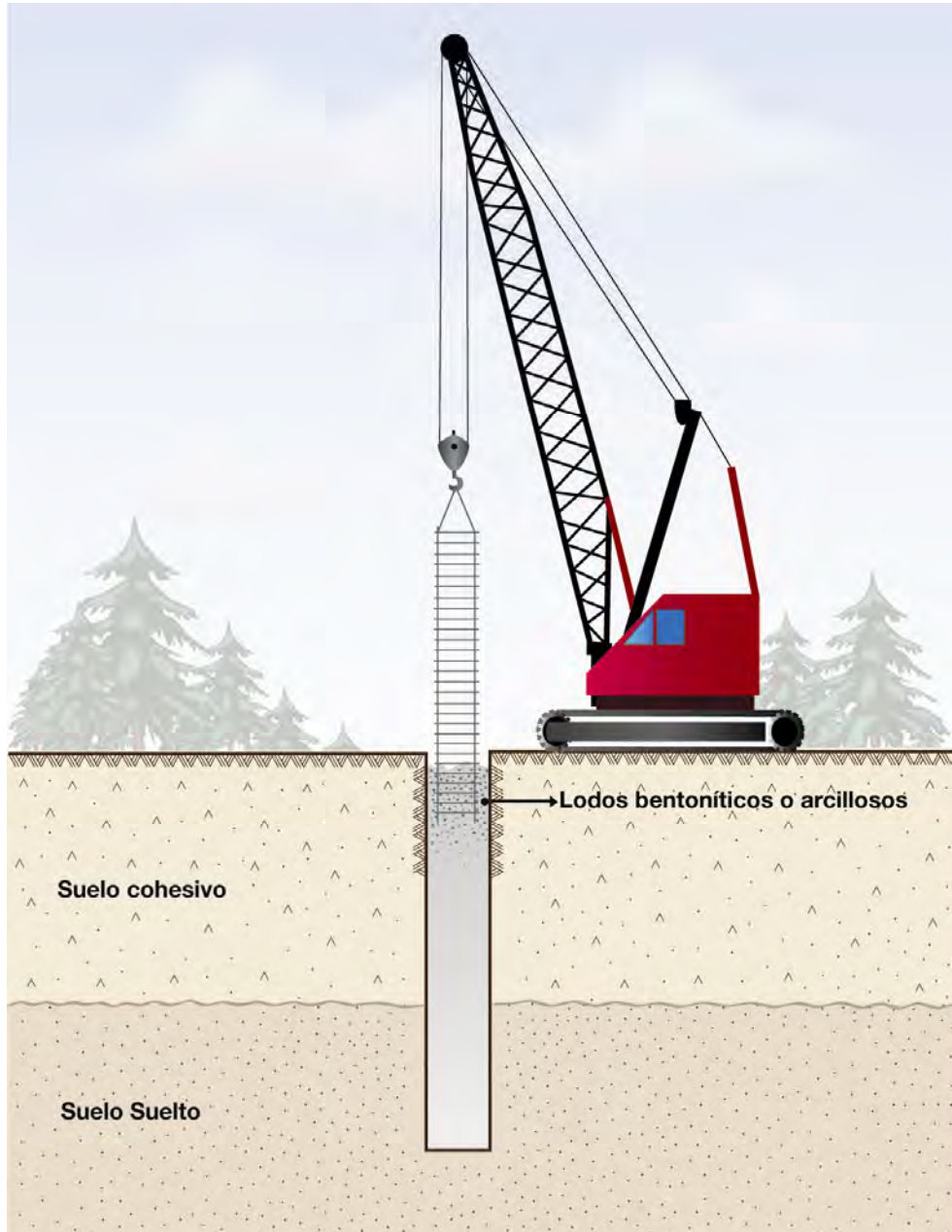


Fig. 1.20 Método de lodos, colocación del refuerzo de acero



Fig. 1.21 Método de lodos, colado

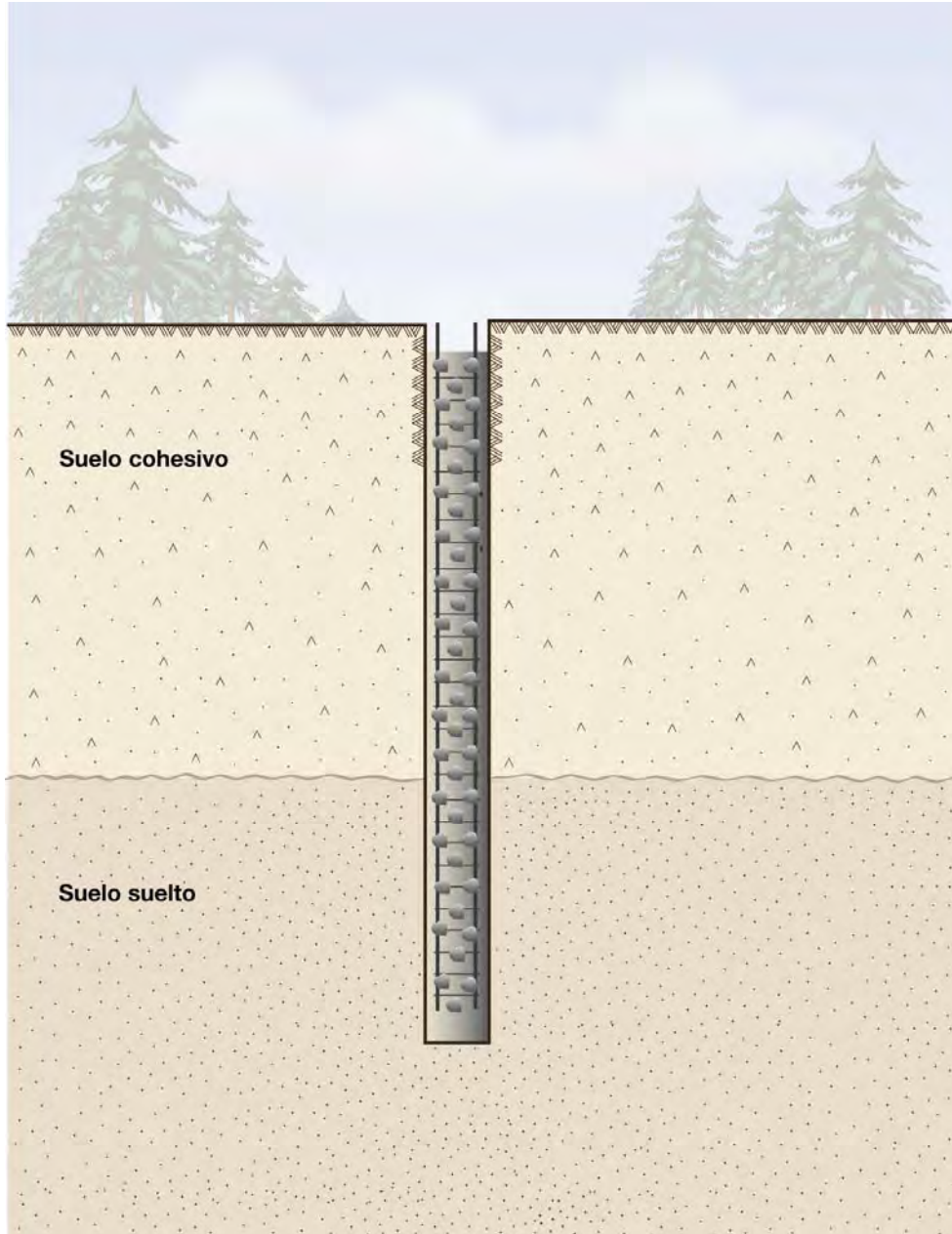


Fig. 1.22 Método de lodos, cemento terminado

Es posible la reutilización de los lodos enviándolos a tanques de sedimentación, mallas vibratorias o hidrociclones que permitan regenerar sus propiedades; en caso contrario se depositarán y trasladarán a un tiro autorizado.

Por último, se realiza la limpieza de la superficie del terreno dejándola libre y sin obstáculos para el desplazamiento de la maquinaria a las siguientes actividades (Fig. 1.22).

Los lodos deben cumplir con las especificaciones que se establezcan según su función. La mejor mezcla está determinada por las proporciones ideales para un flujo adecuado dentro de la perforación y de la tubería, con las menores concentraciones de cada elemento a mezclar. Para ello se deben efectuar ensayos que permitan conocer la dosificación idónea y comprobarla en campo.

Las principales propiedades de los lodos que influyen en su comportamiento para estabilizar perforaciones son:

- Densidad.
- Viscosidad Marsh, μ .
- Viscosidad plástica y punto de cedencia.
- Rendimiento.
- Filtración.
- Contenido de arena.
- Potencial hidrógeno, pH.

La Tabla 1.2 contiene valores usuales de estas propiedades.

El lodo se dosifica tomando en consideración el estrato de suelo más crítico que se encontrará en la perforación y que se debe correlacionar con la viscosidad mínima necesaria.

Tabla 1.2 Propiedades requeridas para lodos de perforación Ref. (6)

Propiedades	Rango de resultados a 20°C (68 F)	Método de ensaye
Densidad del lodo antes del colado, a 30cm del fondo de la perforación, en t/m ³ (lb/pie ³)		Balanza de lodos
Lodos minerales (bentonita/attapulgita)		ASTM D 4380
a) Diseño por fricción	1.36, máximo (85)	
b) Diseño por punta	1.12, máximo (70)	
Lodos con polímeros		
a) Diseño por fricción	1.02, máximo (64)	
b) Diseño por punta	1.02, máximo (64)	
Viscosidad Marsh, en seg/litro (sec/qt)		Cono Marsh y copa API-RP13B-1, Sección 2
Lodos minerales (bentonita/attapulgita)	27 a 53 (26 a 50)	
Lodos con polímeros	42 a 95 (40 a 90)	
Contenido de arena en volumen, % ,antes del colado, a 30cm del fondo de perforación		
Lodos minerales (bentonita/attapulgita)		ASTM D 4381
a) Diseño por fricción	20 máximo	
b) Diseño por punta	4 máximo	
Lodos con polímeros		
a) Diseño por fricción	1 máximo	
b) Diseño por punta	1 máximo	
pH durante la excavación	7 a 12	ASTM D 4972

En el Anexo 1 se incluyen normas para la obtención de las propiedades requeridas.

1.2.2.2.1 Lodos bentoníticos

El lodo bentonítico se forma a partir de la mezcla de un coloide sólido llamado bentonita y que está compuesto de arcillas montmorilloníticas industrializadas.

El proceso de preparación de lodo bentonítico inicia con el almacenamiento de la bentonita (en sacos o granel) y de agua sin contaminar, en un tanque de almacenamiento, en lugares de fácil acceso y de preferencia cercanos al sistema de mezclado. El sistema de mezclado puede consistir en un mezclador coloidal o de chiflón, en el que se hace circular el lodo en una tubería en circuito cerrado, impulsado por una bomba durante 3 a 15min. Enseguida se dejarán reposar los lodos durante 8 a 24 horas para permitir su hidratación. El lodo fresco pasará a un depósito (tanque metálico, cárcamo, silo o tanque de hule) donde se almacenará y bombeará directamente a la perforación de la pila.

La aplicación del lodo fresco se realiza mediante tubería, vertiéndolo conforme la perforación progresa, de manera que su nivel siempre sea igual o mayor al del nivel freático o a la profundidad mínima que el proyecto indique (Fig. 1.23).

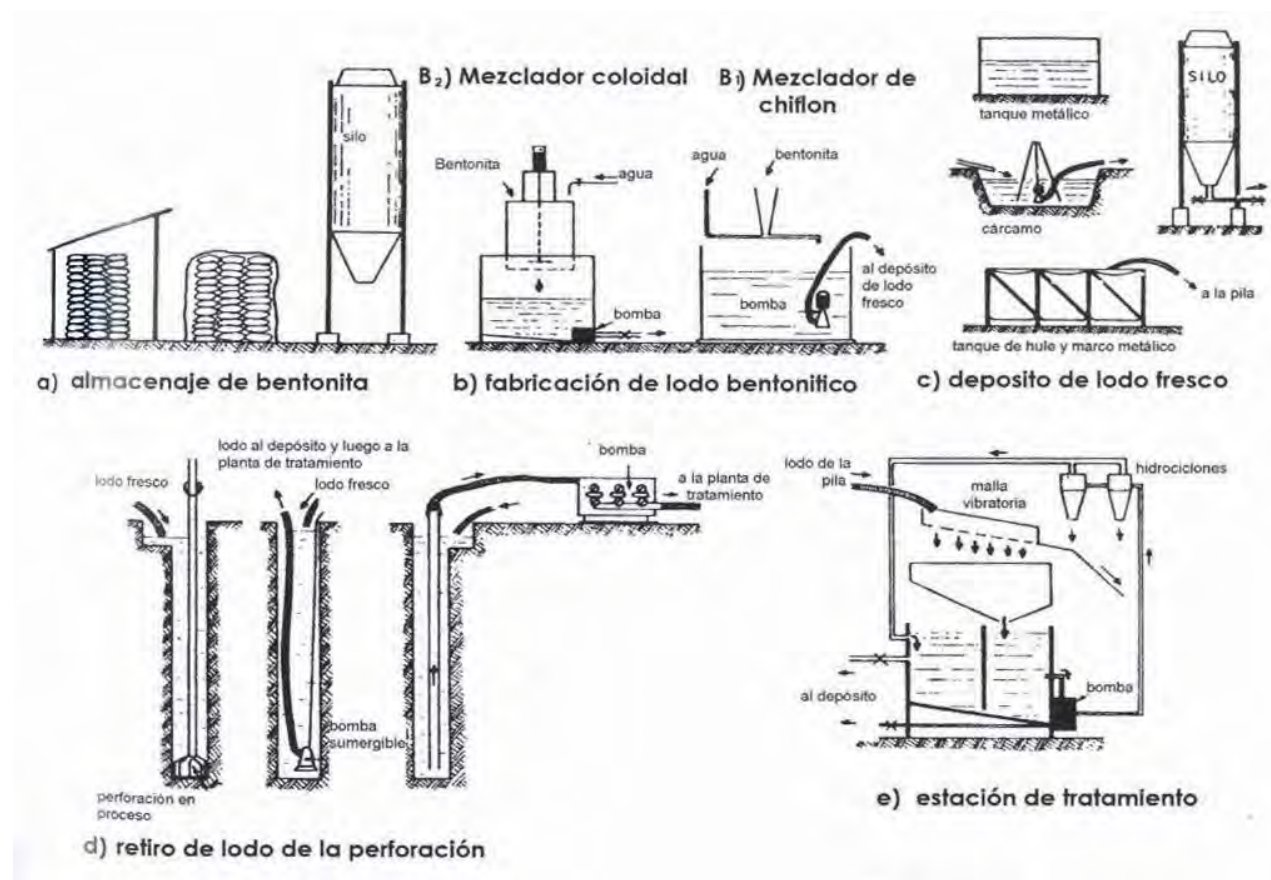


Fig. 1.23 Planta de lodos típica Ref. (7)

Los lodos pueden reutilizarse parcial o totalmente siempre y cuando cumplan con las propiedades y especificaciones de proyecto y ello sea viable económicamente. Se requieren de instalaciones especiales tales como tanques de sedimentación, mallas vibratorias o hidrociclones para separar la arena y centrifugadores para regenerar ciertas propiedades.

Una vez terminado el ciclo del lodo, si ya no tiene reuso, se debe recolectar, transportar y depositar en sitios de disposición autorizados por cada entidad o municipio.

El control de calidad deberá enfocarse principalmente a vigilar la densidad, viscosidad, agua de filtrado, espesor de costra y contenido de arena, de conformidad con los métodos de prueba de las normas relacionadas en el Anexo 1.

Tabla 1.3 Bentonitas disponibles en México Ref. (8)

Proveedor	Bentonita en %	Viscosidad Marsh en seg	Sedimentación en 24 horas
Lodbent	10	35	Mínima
Ferragel	10	27	Importante en menos de una hora
Bentonita cálcica	10	29	Casi inmediata
Perfobent Arcillas Industriales de Durango	10	110	Casi nula
Bentonita sódica Minería Frío Zacatecas	10	40	Mínima
Volvent Minerales y Arcillas	10	26	Importante en menos de una hora
Bentonita M Minerales y Arcillas	10	37	Importante en 8 horas
Bentonita 50/50 Minerales y Arcillas	10	46	Importante en 8 horas
Bentonita sin aditivo Arcillas Procesadas	10	40	Importante en 8 horas

1.2.2.2.2 Lodos poliméricos

Los lodos poliméricos son fluidos estabilizadores en los cuales se sustituye a la bentonita con polímeros⁶.

Se utilizan polímeros orgánicos de poliacrilamida que forman moléculas grandes, en cadena, constituidas por un mismo grupo de partículas o moléculas del mismo material; al mezclarse con agua, se obtienen rápidamente cualidades estabilizadoras por su habilidad aniónica⁷.

Existen distintos tipos de polímeros, pero en general son productos biodegradables, no contaminantes, que permiten la limpieza en obra y pueden verterse al drenaje público. Algunos de los polímeros más usuales en México se indican en la Tabla 1.4

Tabla 1.4 Polímeros usuales en México Ref. (9)

Nombre	Dosificación	Aditivo recomendable
Súper Mud	1.25lt para 1m ³ agua	Bicarbonato de sodio
Federal Summit FSF 2000	-----	Sal de cloruro de potasio
Drill Mate	3kg para 1m ³ agua	

En la Tabla 1.5 se anotan las principales ventajas y desventajas de un lodo polimérico con relación al lodo bentonítico. Estos productos han ganado aceptación por su fácil transporte, mezclado y disposición, además de que no requieren de instalaciones especiales y no tienen efectos nocivos en el medio ambiente al ser biodegradable. Sin embargo, tienen como desventaja principal su costo y disponibilidad, dado que son productos de importación.

⁶ Polímero significa literalmente, muchas unidades; es una molécula grande que se hace a través de muchas unidades pequeñas repetitivas o radicales. (Ref. 10).

⁷ Cfr. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de Construcción Geotécnica*, México, 2002. Pág. 84.

Tabla 1.5 Ventajas y desventajas de un lodo polimérico con relación al lodo bentoníticos

Ventajas	Desventajas
Menor volumen de polímero respecto de bentonita para la fabricación de una unidad de lodo.	En suelos con agua salada, agua de mar o contaminada, son necesarios aditivos especiales.
Mezclado rápido y sencillo; no se requieren de instrumentos especiales para su mezcla.	Su manejo es de carácter especializado para minimizar la proporción en el fluido.
Fácil separación del material suelto de la perforación, aún en el caso de las arenas.	Su densidad no se puede incrementar; debido a esto, la estabilidad se debe revisar en cada caso.
No se contamina al perforar suelos ácidos, ni en contacto con el concreto. Para su reutilización únicamente requiere de tanques desarenadores y tiene mayor número de usos.	Sus partículas sólidas no se mantienen en suspensión; su punto de fluencia es nulo.
Productos biodegradables o fácilmente degradables según el polímero a usar.	
En general 20 litros de polímero sustituyen una tonelada métrica de bentonita ⁸ .	

⁸ Cfr. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de Construcción Geotécnica*, México, 2002. Pág. 84.

1.3 Supervisión

La función de la supervisión es vigilar y garantizar que la cimentación profunda se construya conforme a las especificaciones de diseño y dentro de las tolerancias aceptables, así como, determinar las medidas preventivas y correctivas en caso de que se lleguen a presentar errores en la construcción. Por ello debe realizarse una inspección continua de todos los elementos de la cimentación profunda, a fin de asegurarse de que las condiciones del subsuelo sean congruentes con el diseño y de que la construcción se lleve a cabo de conformidad con el proyecto y con un adecuado método.

Esta inspección y verificación de pilas incluye entre otros aspectos:

- Corroboración de su localización.
- Inspección directa de la excavación.
- Protección de la perforación y de las construcciones vecinas.
- Verificación de la verticalidad de la perforación y de las dimensiones de su fuste (y de la campana, si la hay).
- Confirmación de la profundidad de desplante.
- Inspección directa de la limpieza del fondo de la perforación, colocación del acero de refuerzo en la posición correcta, separación mínima entre varillas, así como su longitud y diámetro del acero de refuerzo.
- Verificación de la calidad de los materiales usados en el concreto.
- Verificación de los procedimientos de colocación del concreto.
- Control de la fabricación y manejo del lodo de perforación, si se requirieran.

En la Tabla 1.6 aparecen tolerancias y criterios generales de aceptación para la construcción de pilas.

Tabla 1.6 Tolerancias y criterios de aceptación Ref. (11 y 12)

Etapa de construcción	Tolerancias y criterios
Localización	<ul style="list-style-type: none"> • En el posicionamiento de la cabeza de la pila, la desviación aceptada debe ser menor del 4% del diámetro de la pila o de 8cm en cualquier dirección, cualquiera que sea el valor más bajo. El diseño de la cimentación deberá tomar en cuenta esta excentricidad.
Verticalidad	<ul style="list-style-type: none"> • La tolerancia permisible está comprendida entre 1 y 2% de la longitud final de la pila, pero sin exceder el 12.5% del diámetro de la pila o 38cm en el fondo, cualquiera que sea el valor más bajo. • En suelos muy heterogéneos se acepta el 4%.
Campanas	<ul style="list-style-type: none"> • El área del fondo de la campana no será menor del 98% de la especificada. En ningún caso la inclinación del talud de las paredes de la campana será menor de 55° con la horizontal y el arranque vertical de la campana deberá tener cuando menos 15cm de altura. El talud vertical de la campana debe ser preferentemente una línea recta o en su defecto ser cóncavo hacia abajo. En ningún caso será cóncavo hacia arriba en más de 15cm medidos en cualquier punto a lo largo de una regla colocada entre sus extremos.
Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> • Se deberá remover todo el material suelto y de azolve del fuste y de la campana antes de colar el concreto. En ningún caso el volumen de tales materiales excederá el equivalente al que fuera necesario para cubrir 5% del área en un espesor de 5cm.
Concreto	<ul style="list-style-type: none"> • El tamaño máximo de agregado deberá ser menor de 1/5 del diámetro de la pila o de 3/4 partes de la abertura mínima del acero de refuerzo. • Su revenimiento mayor de 18cm.
Ademes	<ul style="list-style-type: none"> • Los ademes deberán manejarse y protegerse evitando que se ovalen más de ±2% del diámetro nominal.
Tubo Tremie	<ul style="list-style-type: none"> • El diámetro interior será mayor 10 veces el tamaño máximo de agregados del concreto y menor de 12". • La unión entre tramos será impermeable cuando se introduzca en agua.
Acero de refuerzo	<ul style="list-style-type: none"> • La separación mínima entre varillas no debe ser menor de 1.5 veces el diámetro de la varilla ni menor de 1.5 veces el tamaño máximo del agregado. • Traslapes de acero de refuerzo menor al 50% en una sección. • El acero de refuerzo en extremos será sin dobleces. • El recubrimiento será mayor de 7cm; con ademe metálico recuperable mayor de 14cm.

1.4 Ventajas y desventajas

Se debe considerar, para cada construcción de cimentaciones, las condiciones del subsuelo, tipo de superestructura, el medio ambiente, por lo que las pilas coladas en sitio ofrecen diferentes ventajas y desventajas, entre las que se pueden mencionar:

Ventajas:

- Las pilas no están expuestas a daños estructurales por impacto, debido a su proceso constructivo.
- Disminución de ruidos y vibraciones.
- Reducción de los efectos de expansión y posterior asentamiento de la superficie del terreno.
- Puede modificarse la sección transversal y la profundidad durante el proceso constructivo.
- La fabricación de las pilas es monolítica y no requiere de juntas especiales.
- Se emplean en una gran variedad de suelos, logrando ser instaladas en presencia de gravas y boleos.
- Se puede verificar la perforación (fondo y paredes) antes del colado.
- La capacidad de carga de las pilas es mayor que la de pilotes.

Desventajas:

- Las pilas coladas en sitio siempre requieren de una perforación previa.
- Cuando se perfora en estratos sin consistencia, se requiere de un proceso constructivo especial, lo cual origina un incremento en el costo.
- Debe garantizarse en todo momento que el desplante de pila esté libre de azolve y las paredes no tengan desconchamiento.
- Cuando se utilizan ademes metálicos recuperables y no son retirados adecuadamente, la sección de la pila puede sufrir daños.
- Riesgo de formación de huecos en el fuste debido a la extracción inadecuada del ademe.

Conclusiones capitulares

Es importante hacer notar que no puede diseñarse una cimentación a base de pilas coladas en sitio sin tomar en cuenta las condiciones del terreno y ambientales, los procedimientos constructivos a seguir, así como la disponibilidad de maquinaria, equipo y mano de obra. Además, se deben verificar en todo momento las condiciones del subsuelo antes (proyecto), durante (construcción) y después (equipos de medición) de realizadas las pilas.

El buen manejo y conocimiento del proceso constructivo elegido está ligado siempre al buen comportamiento de la estructura, dando como resultado la optimización de todos los recursos que intervienen en la construcción de pilas (materiales, mano de obra y equipo).

REFERENCIAS

- (1) Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de Cimentaciones Profundas*, México, 2001, Pág. 168.
- (2) Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de Cimentaciones Profundas*, México, 2001, Pág. 189.
- (3) Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, *2do. Simposio Consultores Constructores*, México, 1994, Pág. 133.
- (4) Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de Cimentaciones Profundas*, México, 2001, Pág. 196.
- (5) Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de diseño y construcción de pilas y pilotes*, México, 1983, Pág. 125.
- (6) Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de Cimentaciones Profundas*, México, 2001, Pág. 335.
- (7) Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de Cimentaciones Profundas*, México, 2001, Pág. 185.
- (8) Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de Construcción Geotécnica*, México, 2002, Pág. 83.
- (9) Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de Construcción Geotécnica*, México, 2002, Pág. 85.
- (10) VAN VLACK, Lawrence H., *Materiales para Ingeniería*, Compañía Editorial Continental, S.A., México, 1969, Pág. 81.
- (11) Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de diseño y construcción de pilas y pilotes*, México, 1983, Pág. 215.
- (12) Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de Cimentaciones Profundas*, México, 2001, Pág. 351.

2

CONSTRUCCIÓN DE PILAS CON EL PROCEDIMIENTO STARSOL®

Introducción capitular

Este capítulo tiene como objetivo principal mostrar las actividades más importantes de la construcción de pilas con el procedimiento STARSOL®¹, identificar y enumerar cada una de las ellas y describirlas. Además, se enlistan y describen cada una de las partes que componen la maquinaria y equipo y sus componentes².

Se explica la técnica aplicada y se hace la distinción de este método con los convencionales. También se describe el equipo STARSOL®, sus funciones, así como las características específicas y partes que componen al dispositivo ENBESOL®.

¹ El procedimiento STARSOL® es patente del Grupo Soletanche-Bachy, una empresa internacional de Ingeniería Civil y especialista en Geotecnia, que tiene intervención en más de 100 países alrededor del mundo.

² Las figuras y fotografías de este capítulo, aunque diferentes en el dibujo, son con base a presentaciones y documentos elaborados por la empresa CIMESA “Cimentaciones Mexicanas, S.A. de C.V.”.

También se indican las actividades más importantes para los trabajos de control y supervisión de la construcción de estas pilas, dejando así una guía práctica para la supervisión en obra y destacando los aspectos que deben tenerse en cuenta para la verificación e inspección de este tipo de trabajos.

2.1 Descripción del procedimiento constructivo

El procedimiento constructivo de pilas STARSOL^{®3} consta de cinco etapas principales: 1) trabajos preliminares, 2) perforación y colado (vaciado) de concreto, 3) colocación del acero de refuerzo, 4) inspección y control de calidad y 5) limpieza. Las actividades que se desarrollan en cada etapa se resumen en la Figura 2.7 y se tratan a continuación.

2.1.1 Trabajos preliminares (a)

Constan de las siguientes actividades:

- Movilización

Esta actividad implica montar el equipo STARSOL[®] y todos sus aditamentos en grúas especiales, sobre un cama baja, en la cual serán transportados al lugar de la obra. Debe tomarse en cuenta que todo el equipo es de peso y dimensiones considerables, por lo que para cada obra deben definirse las vías de comunicación existentes y disponibles para acceder al frente del trabajo, así como la estabilidad del terreno sobre el cual transitará la maquinaria para situarla en el lugar adecuado, teniendo en cuenta el ángulo de giro, altura máxima, pendientes de ataque y coeficientes de rodamiento.

³ El nombre de STARSOL[®] se deriva de las siglas en francés “**S**uper **T**arière **S**olentanche” que significan “Gran Tornillo Solentanche”.

- Montaje

En esta etapa es preciso que los operadores, ayudantes y mecánicos especializados se encuentren en el lugar de la obra, para el desmontaje y armado de la maquinaria. Este movimiento aproximadamente toma 4 a 6 horas y se realiza únicamente con el propio equipo STARSOL®; en el resto del día se comprueba y lubrica la estructura del equipo, además de dejar la maquinaria auxiliar (bomba de concreto, tanque de agua y depósito de aceite) en el lugar adecuado para iniciar los trabajos.

- Trazo previo

Consiste en la delimitación del área específica donde quedarán situados los elementos estructurales, dejando testigos o bancos de nivel superficiales para posteriores verificaciones o rectificaciones.

- Despalme

Dependiendo de las condiciones del terreno, se despalmará la capa vegetal. Por lo general, este trabajo lo realiza el contratante o la empresa contratada.

- Mejoramiento de terreno

Si el estudio del subsuelo indicó que el terreno requiere algún mejoramiento superficial o profundo, debe realizarse en esta etapa. El mejoramiento superficial puede consistir en la colocación de una base de grava controlada u otra opción que permita el tránsito libre y estable de la maquinaria.

- Trazo y nivelación

Con frecuencia, al realizar los trabajos anteriores, se pierden los testigos superficiales colocados en el trazo previo o quedan fuera del lugar; por esta razón, se realiza un segundo trazo y nivelación, partiendo de los bancos de nivel superficiales, para corroborar la localización de los puntos de los elementos estructurales.

- Colocación de la maquinaria principal y auxiliar

Una vez localizados los puntos de pilas, se procede a movilizar la maquinaria dentro de la obra, teniendo en cuenta la planeación de los elementos por construir. Se debe considerar que el equipo STARSOL® y la bomba de concreto deben de estar juntos para poder hacer el trabajo de inyección; además, al camión del concreto se le debe asignar una ubicación adecuada para la fácil maniobra de colado. Todo debe estar planeado para un trabajo en serie y para evitar tiempos muertos por mal manejo de equipos y espacios.

2.1.2 Perforación y colado de concreto (b)

Comprende lo siguiente (Fig. 2.1):

- Habilitado del acero de refuerzo

Antes de la perforación se debe habilitar y armar el acero de refuerzo de las pilas, conforme a planos estructurales. Para ello se conformará una zona especial de preparación, almacenamiento y manejo dentro de la obra.

- Alineamiento y nivelación (posicionamiento) del equipo

Una vez ubicada la maquinaria en el sitio de cada pila, se deberá alinear la barrena helicoidal, tomando como referencia la broca piloto (tricónica) con el centro del elemento. Esta operación se realiza mediante observación directa de un ayudante especializado situado en la zona de perforación, realizando las señales pertinentes al operador de la maquinaria para localizar, alinear y nivelar la barrena continua y el equipo STARSOL®.

- Perforación

Enseguida se procede a realizar la perforación, en la cual la barrena helicoidal y tubo Tremie giran juntos continuamente hasta la profundidad de proyecto (Fig. 2.2). La velocidad de perforación aumentará o disminuirá de acuerdo al tipo de suelo. El registro del avance de perforación se realiza con el sistema ENBESOL®⁴.

- Preparación de la inyección

Al llegar la barrena helicoidal a la profundidad de proyecto, se prepara la inyección del concreto. Este proceso se inicia levantando 5cm la barrena helicoidal por medio de los gatos hidráulicos superiores, dejando al descubierto la parte inferior de la broca piloto (punta tricónica) donde se alojan las ventanas para la colocación del concreto (Fig. 2.3).

- Inyección de concreto e izado de la helicoidal

Inmediatamente después se bombea el concreto por medio de la tubería interior Tremie y simultáneamente se levanta 150cm la barrena helicoidal con el material

⁴ **ENBESOL®** es un sistema de control que interviene automáticamente durante el proceso de perforación y el vaciado del concreto.

excavado para posicionar dicha tubería en el concreto vertido, garantizando un colado continuo y evitando juntas frías (Fig. 2.4). La velocidad de inyección está dada por la presión del concreto y controlada desde la cabina por medio del sistema ENBESOL®, en el que gráficamente se puede conocer la cantidad de concreto empleada (Fig. 2.5), la que se determina por la cantidad de concreto suministrada para cada profundidad y se compara con el volumen teórico (volumen real vs volumen teórico).

Al terminar el colado se deja rebosar el concreto para evitar cualquier tramo contaminado con el suelo desalojado. Este proceso se realiza con un ayudante especializado, verificando hasta donde ha ascendido el concreto en la perforación; si es suficiente, le indican al operador el término de la operación, o en caso contrario, la inyección del concreto faltante.

2.1.3 Colocación del acero de refuerzo (c)

- Colocación del vibrador

Para la introducción del acero de refuerzo en el concreto recién vertido se utiliza un vibrador (martillo vibratorio) que se instala antes de izarlo y se amordaza a su borde superior, para posteriormente colocarlo verticalmente en el sitio indicado.

Este equipo toma su energía de una unidad de potencia formada por un motor de combustión interna, generalmente diesel, que acciona un generador eléctrico o una bomba hidráulica con base en contrapesos excéntricos de rotación contraria. Con un sistema de control remoto se arranca o detiene el generador de vibraciones y se accionan mordazas hidráulicas para sujetar los tubos, perfiles o acero de refuerzo durante su hincado⁵.

⁵ Cfr. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de cimentaciones profundas*, México, 2001. Pág. 163.

- Colocación de ademe guía

Para lograr garantizar que el acero de refuerzo sea introducido en el elemento colado se agrega en el tramo principal de la perforación un ademe temporal (brocal), el cual sirve como guía durante el trabajo de introducción.

- Izado y alineamiento del acero de refuerzo

A continuación se coloca el acero de refuerzo junto con el vibrador, los cuales se izan por medio de los malacates telescópicos y se alinean con el equipo STARSOL®, tomando referencias externas con plomos o con equipo topográfico. En ocasiones, por la movilidad y peso del acero de refuerzo se podrá izar con ayuda de una grúa auxiliar.

- Introducción del acero de refuerzo

Después de verificar la correcta alineación del acero, se procede a introducirlo en la perforación rellena de concreto sin fraguar. El acero de refuerzo se hace vibrar para colocarlo dentro del elemento colado, y hacerlo llegar a la profundidad de proyecto. Terminada la operación se desacopla el vibrador y se retira, dejando la pila reforzada y terminada (Fig. 2.6).

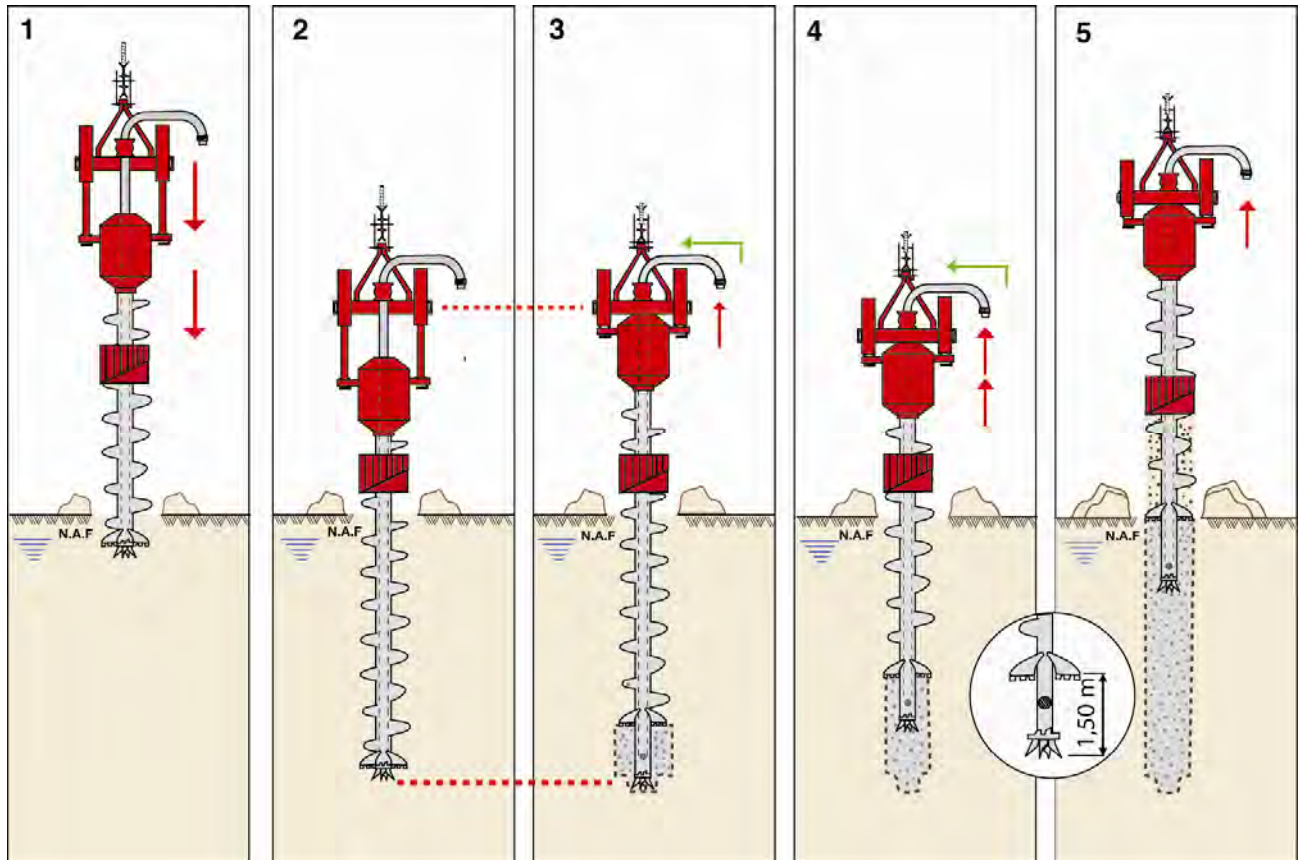


Fig. 2.1 Proceso de la ejecución de una pila STARSOL®

2.1.4 Inspección (d)

Al término de las actividades se supervisa la localización y dimensiones finales del elemento para corroborar la información obtenida con el sistema ENBESOL®.

2.1.5 Limpieza (e)

Por último se realiza la limpieza del lugar de colado, desalojando el material de rezaga y el concreto rebozado en el área de trabajo por medios mecánicos (si el espacio lo permite) o por medios manuales.

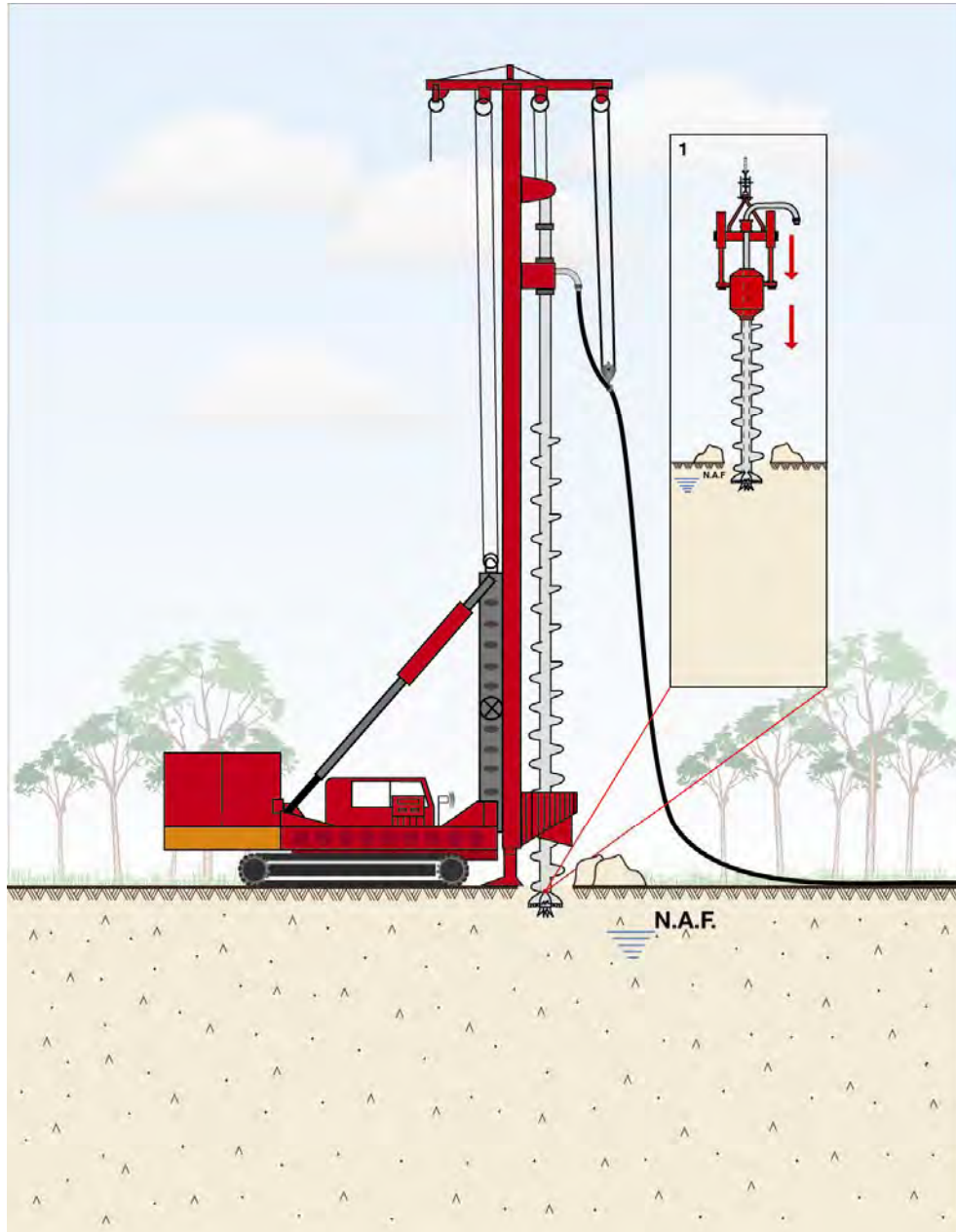


Fig. 2.2 Inicio de la perforación

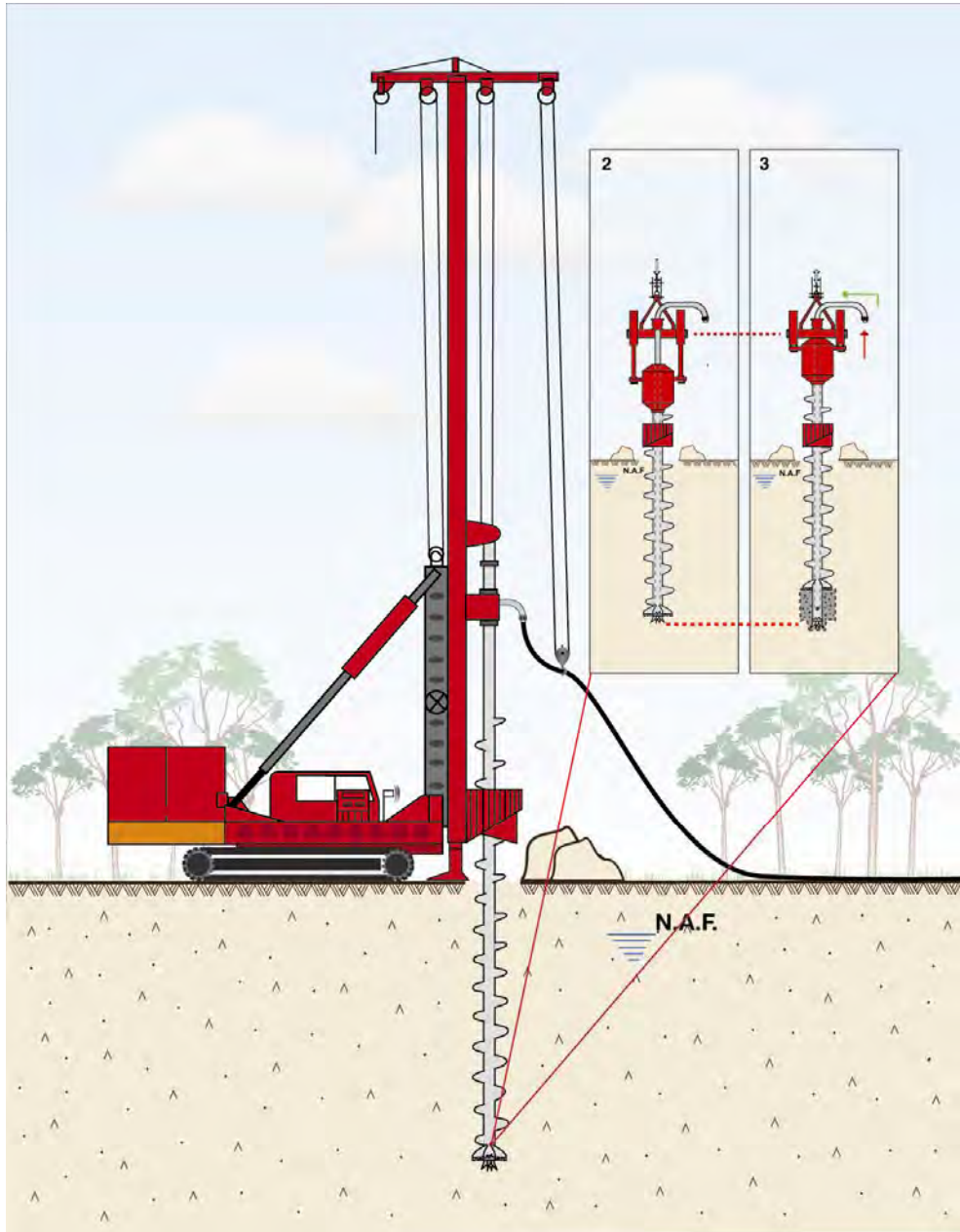


Fig. 2.3 Preparación para la inyección

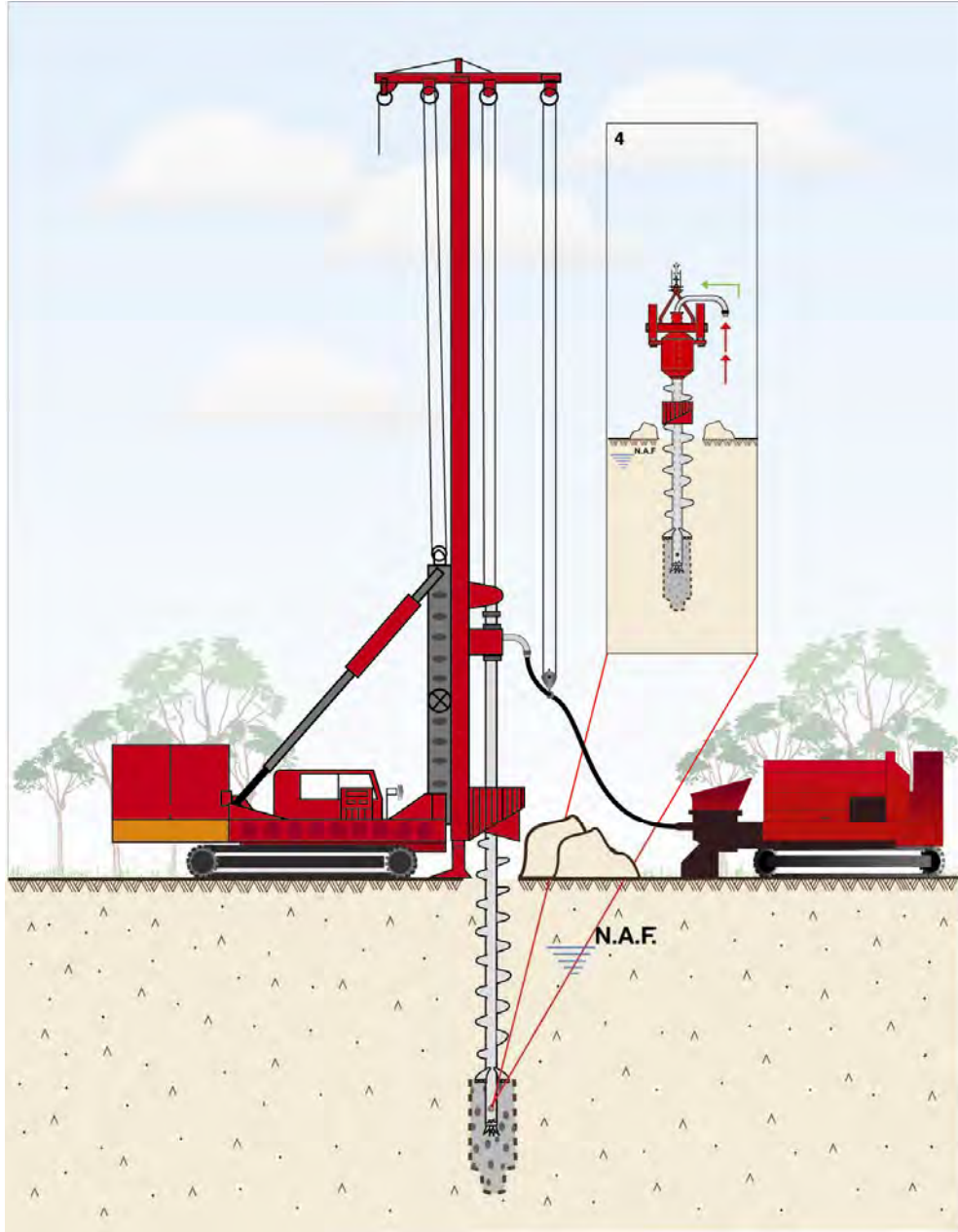


Fig. 2.4 Inyección de concreto e izado de la helicoidal

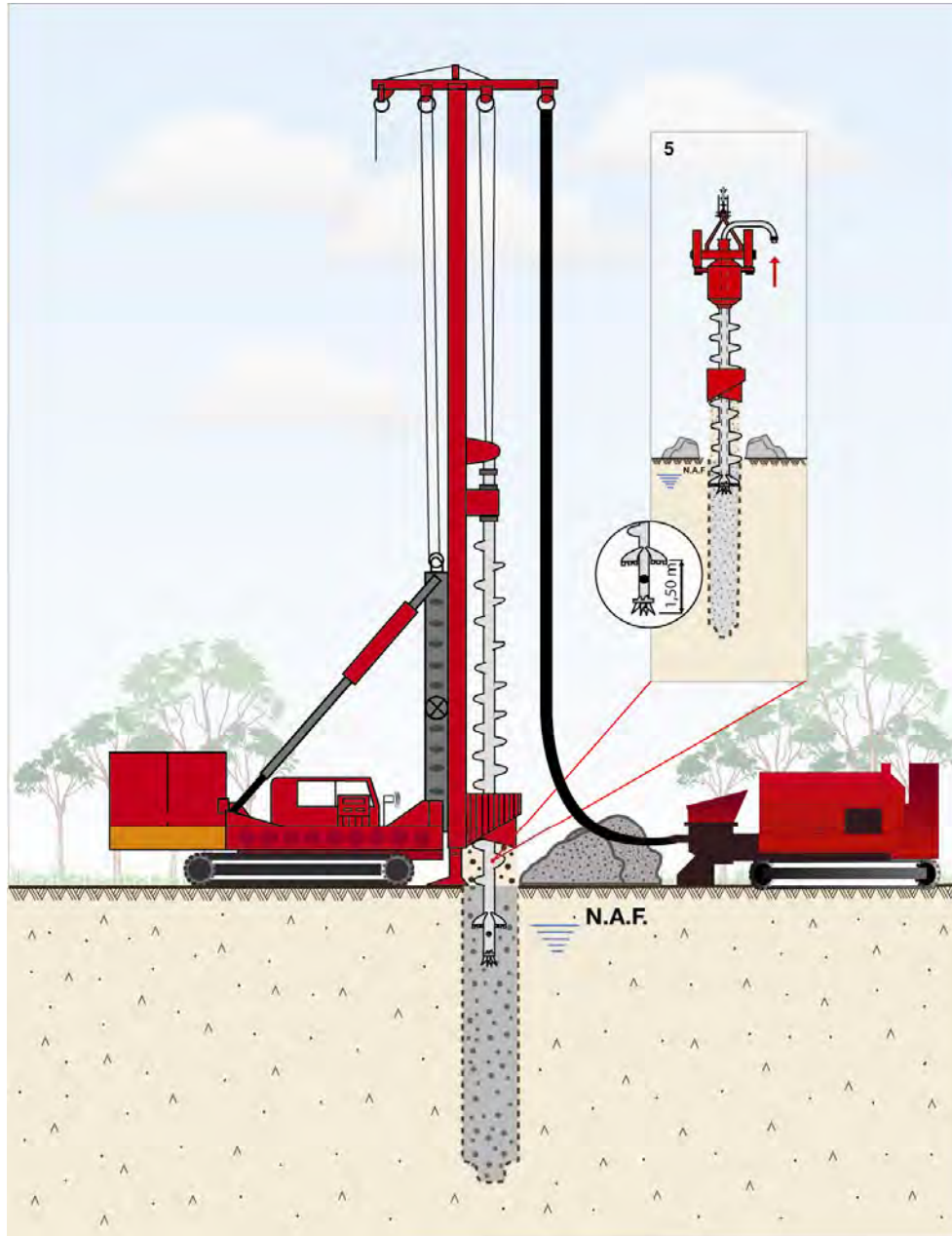


Fig. 2.5 Pila colada e izado completo de la helicoidal

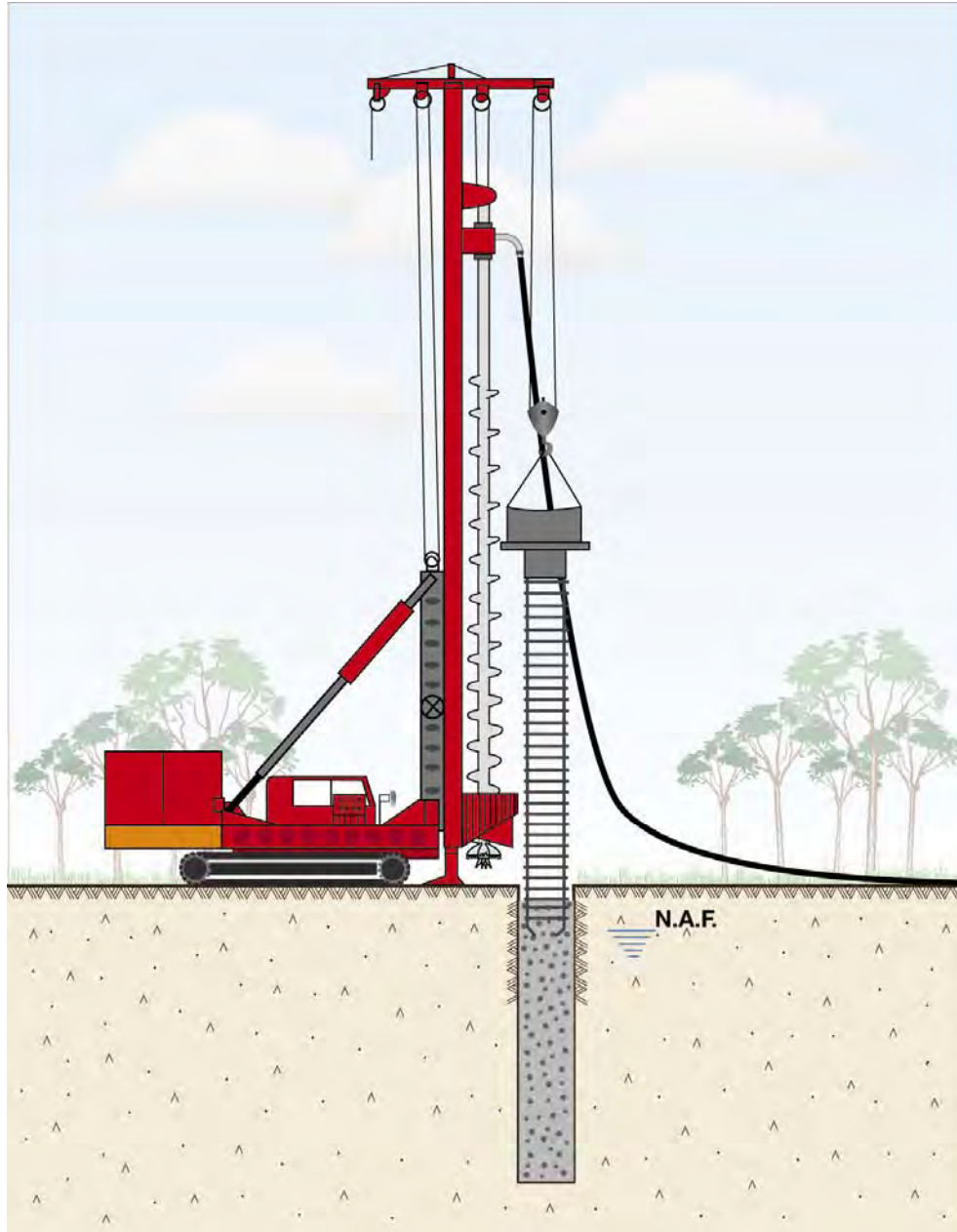


Fig. 2.6 Introducción del acero de refuerzo en la pila colada

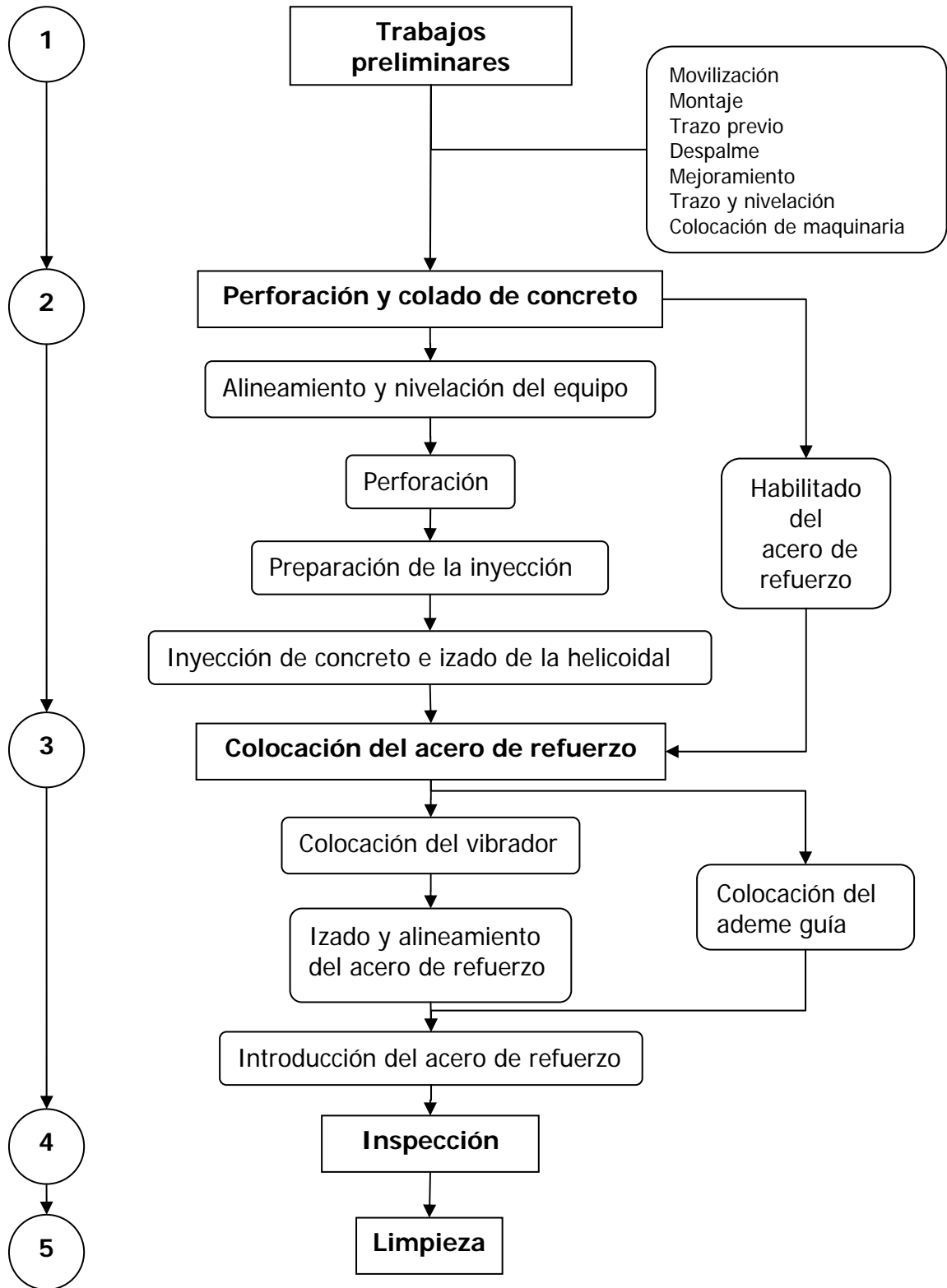


Fig. 2.7 Etapas durante la construcción de una pila STAR SOL®

2.2 Maquinaria y equipo

Los elementos que componen la maquinaria y equipo STARSOL® pueden dividirse en cuatro grupos principales: a) maquinaria y equipo para soporte principal, b) elementos de la barrena helicoidal, c) equipo STARSOL® y d) maquinaria auxiliar.

2.2.1 Maquinaria y equipo para soporte principal

Son las partes que ayudan a la estabilización del equipo de perforación, así como al desplazamiento dentro de la obra y al soporte de cada uno de los elementos que dan movimiento y energía al equipo STARSOL®. Consta de los siguientes elementos (Fig. 2.8):

- Motor principal (328 cilindros)

Es el de mayor tamaño y desempeña funciones importantes en la perforación y en la bomba hidráulica.

- Motor secundario (6 cilindros)

Tiene la función de proporcionar una adecuada operación a los malacates, gatos hidráulicos, estabilizadores y orugas.

- Orugas

Es un elemento esencial para la movilización del equipo, teniendo como ventajas un mayor esfuerzo de tracción, especialmente al estar operando sobre un terreno suave (suelto o lodoso), la habilidad para desplazarse sobre superficies rocosas y ásperas, así como menores presiones bajo las orugas. Entre sus desventajas están

la baja velocidad de desplazamiento, limitante en espacios cortos, mayores maniobras para centrar el equipo en el lugar adecuado, con la consecuente reducción en los rendimientos; además, requiere de una superficie tratada (base de grava) con pendiente menor del 12% para evitar que el equipo pierda su centro de gravedad y tenga riesgo de volteo.

- Estabilizadores

Los estabilizadores permiten que el equipo logre a verticalidad y estabilidad al momento de desplazarse y al perforar. El equipo STARSOL® tiene tres estabilizadores; dos de ellos frontales y uno trasero.

- Malacates

La maquinaria cuenta con cuatro sistemas de malacates: principal, trasero, pull-down y auxiliar. El malacate principal soporta aproximadamente 13t y tiene como función primordial sostener el motor de rotación y la barra inferior. El trasero soporta un peso aproximado de 19t y sostiene la pluma deslizadora. El pull-down proporciona el empuje al equipo en condiciones de terrenos difíciles y tiene un peso de 6t y el auxiliar, como su nombre lo indica, ayuda a cualquier tarea de movimiento de material, mangueras, tubos, armaduras y maniobras en general alrededor del equipo.

- Chasis de maquinaria y pluma fija

Comprende a la estructura fija de la maquinaria. Por lo general no se desacoplan y le dan el soporte principal al equipo. La pluma fija da soporte a la helicoidal y elementos de perforación; a ella se acoplará la pluma deslizadora.

- Pluma deslizador

Es la parte del equipo donde se aloja y se desliza la barrena helicoidal. La pluma está formada por tramos que se acoplan de acuerdo a la altura del elemento a realizar.

- Gatos hidráulicos

Son dos juegos de gatos que se utilizan para dar sostén a la pluma deslizador y al "Power Pack"; además sirven para el montaje y desmontaje de ambos equipos.

- Power pack

Este equipo le suministra energía al motor principal y al generador de corriente alterna trifásica de 12kva que genera 380 volts, además de proporcionarle un contrapeso al equipo.

- Generador de corriente alterna

Se encarga de suministrar corriente eléctrica al transformador a 14KV, a la hidrolavadora con gasto de $Q=25$ lt/min y al equipo que regula la temperatura del aceite hidráulico.

- Transformador

Se utiliza para dar energía a los equipos auxiliares como: el del clima en la cabina, vibrador y el de reparaciones.

- Tanque de agua

Se ubica en la parte trasera del equipo. Su función es dar contrapeso y tener almacenada agua para la limpieza del equipo y funciones auxiliares.

- Cabina

En ella se alojan los instrumentos para maniobrar la maquinaria, así como el sistema ENBESOL® y el clima.

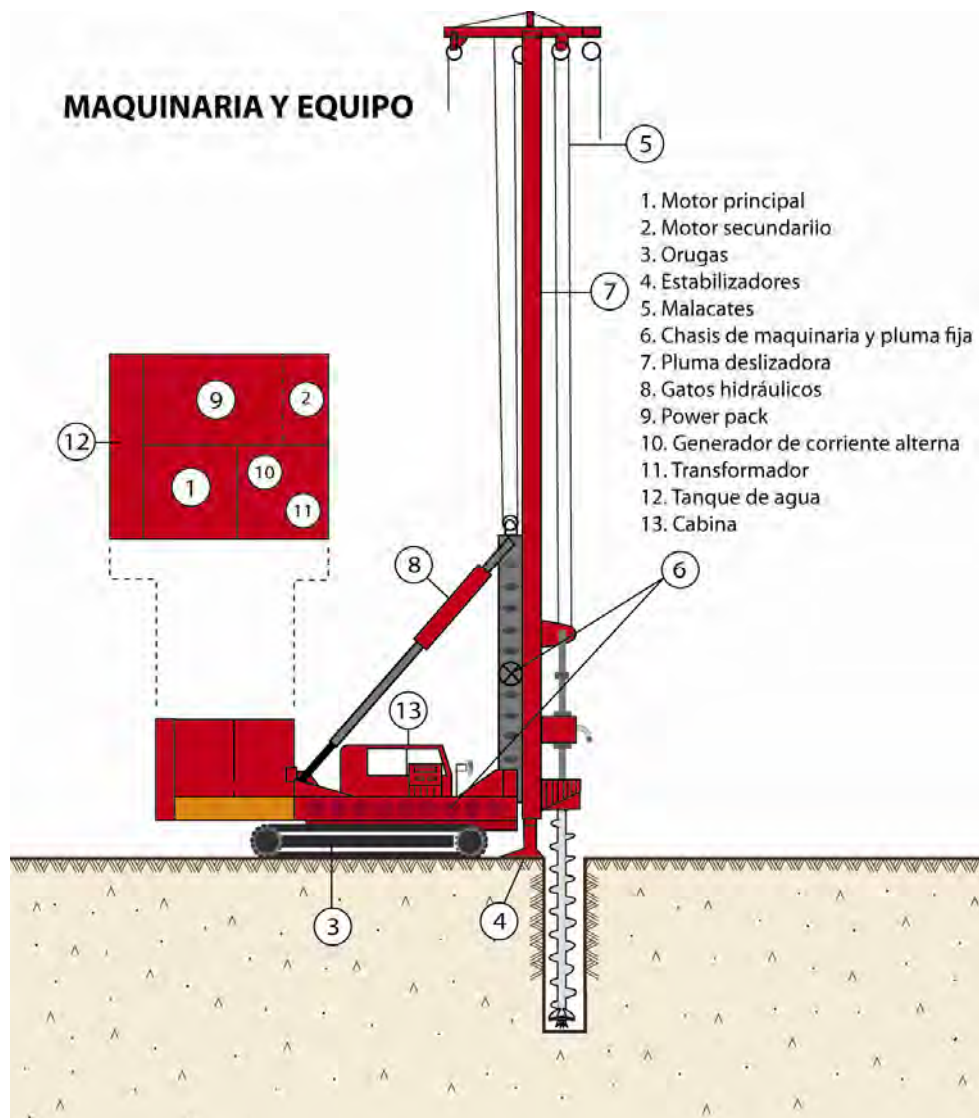


Fig. 2.8 Maquinaria y equipo para soporte principal

2.2.2 Elementos de la barrena helicoidal

Estos elementos permiten la realización de la perforación, colado y retiro de material excavado (Fig. 2.9).

- Gatos hidráulicos superiores

Son el último par de gatos hidráulicos. Su función es proporcionar sostén a la cabeza de rotación hidráulica y a la barrena helicoidal durante y después de la perforación.

- Cabeza de rotación hidráulica

Este elemento contiene los motores de rotación, que tienen la función de perforar y se encuentran alojados sobre un tramo de la pluma deslizadora.

- Barrena helicoidal

Es una espiral sin fin, hueca, que se utiliza para hacer las perforaciones en el suelo sin necesidad de extraer el material. Su altura y diámetro dependen de la profundidad de desplante y sección del elemento a construir.

- Tubería exterior

Esta tubería es la guía de la espiral sin fin y tiene la función de proteger a la tubería Tremie alojada dentro de ella.

- Tubería interior o sumergible

Es una tubería rígida, acoplada (tubería Tremie) y alojada dentro de la tubería exterior, por la cual se inyecta el concreto. En su parte baja se aloja el elemento de perforación (broca piloto) con la cabeza de corte.

- Broca piloto

Es el primer elemento que hace contacto con la superficie y es guía de la perforación. Consiste en una broca tipo tricónica cuyos cabezales dependen del tipo de suelo a perforar. A la broca se conecta la tubería interior donde se aloja el concreto para la inyección del elemento estructural. En la parte inferior de la broca se encuentran las ventanas por donde el concreto se expande al momento de subir la helicoidal dentro de la perforación realizada.

- Codo de inyección

Es la unión de la tubería rígida y la tubería flexible para el bombeo del concreto, la cual se encuentra alojada en la parte superior de los motores de rotación.

- Bote limpiador

Este elemento le proporciona el alineamiento a la barrena helicoidal y tiene en la parte inferior aspas para limpiar la barrena al momento de subir. Al lado del bote se encuentra un botón de seguridad que en caso de cualquier imprevisto es accionado por el ayudante especializado para detener el accionar de todo el equipo.

ELEMENTOS DE LA BARRENA HELICOIDAL

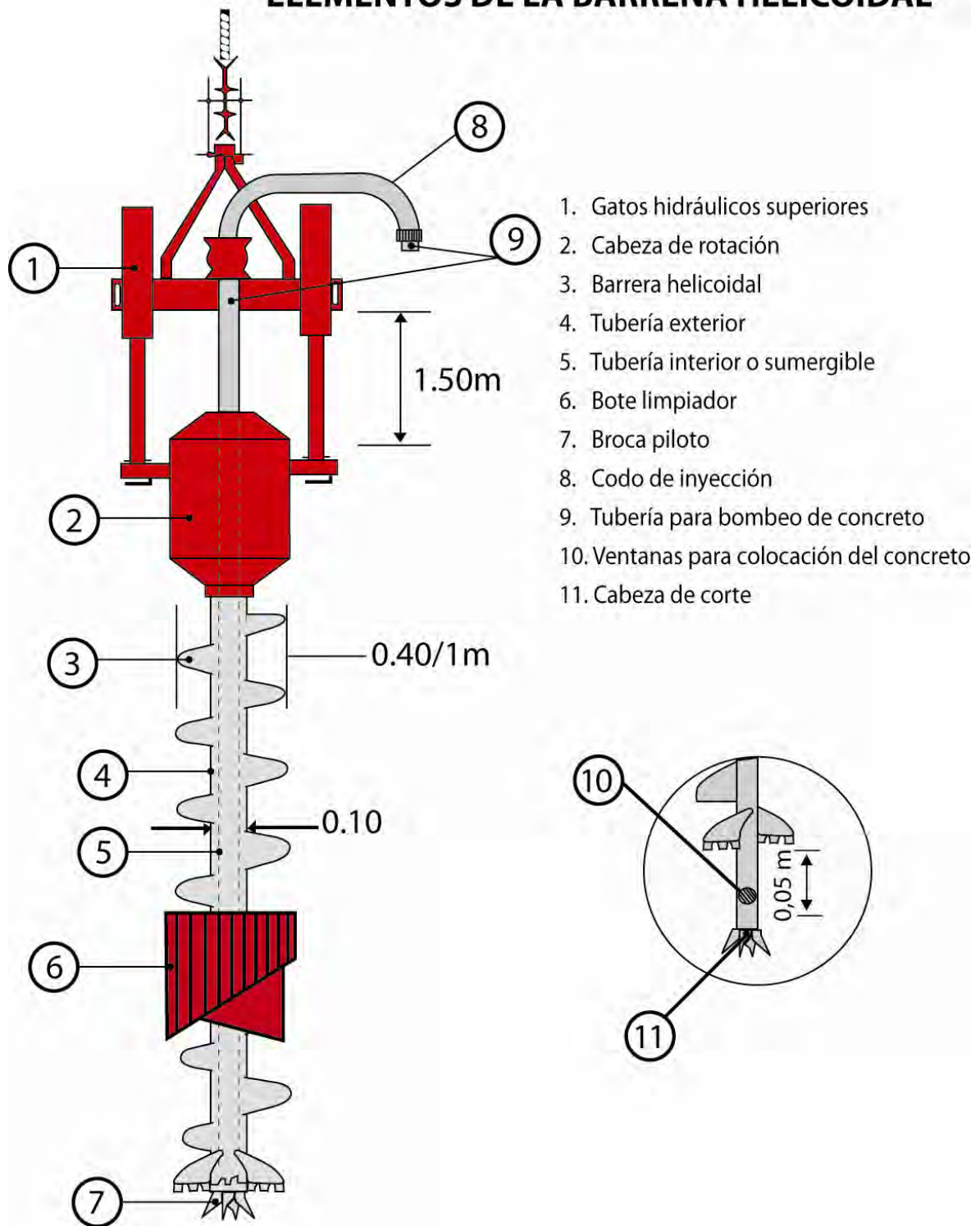


Fig. 2.9 Principales elementos de la barrena continua

2.2.3 Equipo STARSOL®

Consta de un procesador que ordena, manipula, corrige y da seguimiento continuo al elemento estructural. Está constituido por las siguientes partes (Fig. 2.15):

- Sistema ENBESOL®
- Transformador de movimiento
- Sensor de presión
- Sensor de momento
- Tubería flexible

2.2.4 Maquinaria auxiliar

Son los elementos que acompañan al equipo STARSOL® para complementar las actividades de bombeo, limpieza, montaje, desmontaje y reparaciones.

- Bomba de concreto

El equipo STARSOL® no está equipado con una bomba propia de concreto, debido a que su peso sería mayor y el desplazamiento más lento, por lo que cuenta con una bomba independiente (Fig. 2.10).

- Tanque de agua

Es un tanque de agua externo para limpieza y usos múltiples dentro de la obra (Fig. 2.11).

- Depósito de aceite

Está destinado a las operaciones de montaje y desmontaje. Al inicio de la labores o después de determinado tiempo de uso se requiere que los elementos principales de desgaste sean engrasados para lograr mejor desempeño y cuidado de los mismos (Fig 2.12).



Fig. 2.10 Bomba de concreto sobre orugas



Fig. 2.11 Tanque de agua



Fig. 2.12 Depósito de aceite y planta de soldar

2.3 Especificaciones de la técnica STARSOL®

Una pila realizada con equipo STARSOL® no debe confundirse con una pila de tipo barrena clásica o barrena continua normal, dado que la primera tiene características de rendimiento y control de calidad implementados para uso en forma industrial. Para lograr dichas características se usa una serie de controladores implementados en el equipo y gobernados por el dispositivo ENBESOL® (Fig. 2.13).

Este dispositivo forma parte de una serie de instrumentos que se encuentran agrupados dentro del equipo STARSOL® y tienen las siguientes funciones:

- Dispositivo ENBESOL®

El dispositivo ENBESOL® es un equipo de control de calidad que mide los parámetros de excavación y colado para cada pila en toda su profundidad, llevando un registro (datos y gráficas), en tiempo real, de cada elemento.

Regula y da seguimiento a la velocidad de avance y momento de corte durante la perforación y al momento del colado, además del control de la presión y volumen de concreto.

Los parámetros que mide son cuatro: presión, volumen de concreto real vs teórico, torque [tm] y velocidad de avance [m/h], los cuales son graficados contra la profundidad (Fig. 2.14).

Esas gráficas permiten llevar el control en todo momento de cada pila; consecuentemente es un control preventivo y no correctivo.

Además, el sistema permite corroborar la estratigrafía del lugar con respecto a los estudios de mecánica de suelos realizados, logrando correlacionar el perfil estratigráfico real y el teórico, para corregir y agregar información que ayude a la eficiencia del método constructivo y a los cálculos estimados para las pilas.



Fig. 2.13 Dispositivo ENBESOL®

- Transformador de movimiento

Es el encargado de transmitir el movimiento del dispositivo ENBESOL® a la pluma deslizadora para controlar la perforación y el izado de la barrena helicoidal, tomando así el registro de la profundidad de avance y el nivel de desplante real de la pila.

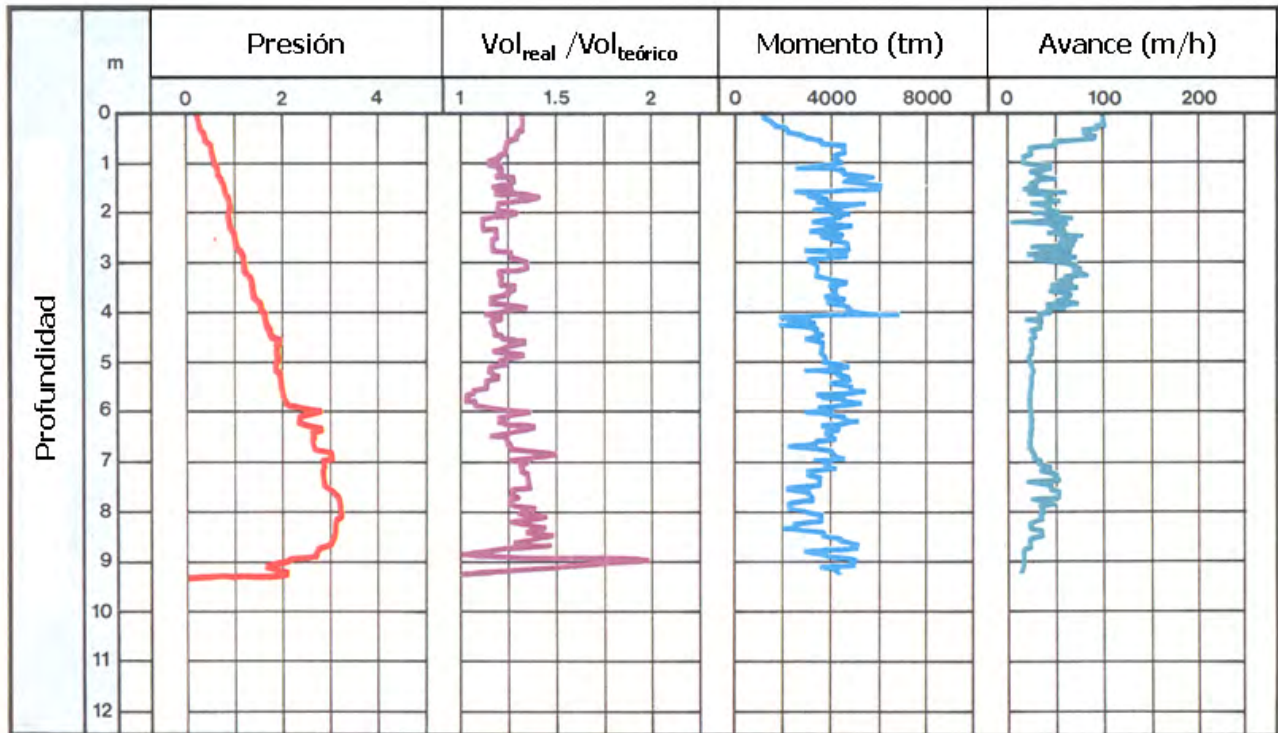


Fig. 2.14 Gráficas del dispositivo ENBESOL® para la construcción de una pila

- Sensor de presión

Se encuentra localizado en la bomba de concreto y en el codo de inyección. La señal sale del dispositivo ENBESOL® directamente a la bomba de concreto que suministra la presión al codo de inyección por donde pasará el concreto bombeado, llevando el registro de la presión del concreto para obtener la grafica “volumen teórico vs volumen real” y supervisar la integridad del elemento.

- Sensor de momento

Tiene la función de controlar y llevar el registro del torque que tiene la barrena helicoidal al momento de perforar. Se encuentra localizado en la parte superior de la cabeza de rotación hidráulica.

- Tubería flexible

La tubería va desde la bomba de concreto al codo de inyección que se ubica en la parte superior de la cabeza de rotación hidráulica; es flexible debido a que tiene que maniobrar tanto en altura como en desplazamientos horizontales alrededor de la maquinaria para adecuar la descarga del concreto.

El dispositivo ENBESOL® para cada pila automáticamente realiza un registro (informe) que contiene la siguiente información:

- Sitio.
- Número de pilas.
- Diámetro.
- Profundidad.
- Velocidad de perforación.
- Torque de perforación.
- Presión de concreto bombeable (positiva o negativa).
- Perfil de profundidad (informe del volumen real vs teórico).

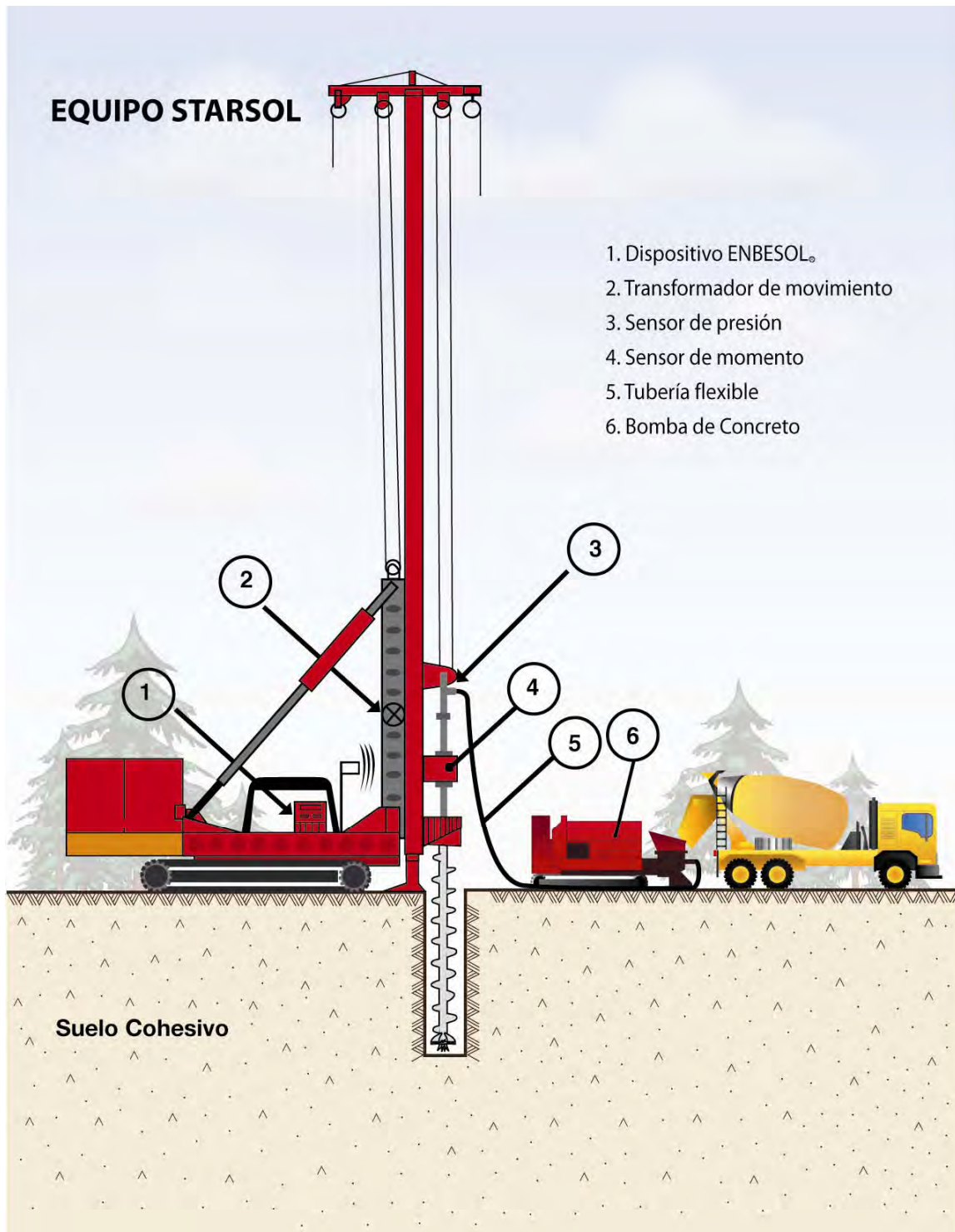


Fig. 2.15 Dispositivos que componen el equipo STARSOL[®]

2.4 Supervisión y control

El control y la supervisión son necesarios en cada una de las actividades que se desarrollan en la construcción de las pilas, tanto en las etapas de estudios, como en la construcción, inspección y verificación.

Respecto al control que existe en la construcción de pilas con el procedimiento STARSOL®, por lo general es continua y principia desde la planeación de cada elemento por medio de una tarjeta que contiene toda la información de proyecto (coordenadas, número y tipo de pila, cantidad de concreto teórico a utilizar y condiciones del suelo), la cual se inserta en el dispositivo ENBESOL®. Al término de cada jornada de trabajo se recolecta toda la información, incluyendo la localización inicial, perforación, profundidad de desplante, vaciado de concreto y localización final de la pila.

Con lo anterior se busca asegurar una calidad entera de la pila. Es importante señalar que este control de calidad solamente se refiere a la parte en que interviene el equipo STARSOL®, es decir, en la perforación y vaciado de concreto; para las demás actividades dentro del proceso constructivo deberán seguirse las medidas y estándares de calidad marcados por el proyecto, normas y reglamentos vigentes.

El ingeniero constructor y el supervisor deben, independientemente, estudiar previamente el trabajo por ejecutar, entendiendo el criterio y razones del proceso constructivo, así como sus correspondientes especificaciones, para evitar cualquier error en el desarrollo de la obra.

2.4.1 Aspectos generales⁶

Entre los aspectos generales que se deben vigilar y cuidar están:

- a. Que los planos contengan todas las especificaciones necesarias y esté perfectamente definido el proceso y secuencia constructiva, contando además con el correspondiente estudio de mecánica de suelos.
- b. Que el terreno sea el que corresponda a la obra y que sus características de colindancias, accesos y topografía sean las que se establecieron en los planos y estudio de mecánica de suelos.
- c. Que las edificaciones en las colindancias no tengan daños previos al trabajo y en caso de haberlos, reportarlos inmediatamente a la Dirección de Obra, quien ordenará las actuaciones legales correspondientes.
- d. Que se hayan previsto los elementos de protección a transeúntes y/o vehículos.
- e. Que en los accesos para equipo y dentro de las razones de trabajo no haya obstáculos, tales como cables aéreos, instalaciones subterráneas, gasoductos, oleoductos, conducciones telefónicas, de agua, gas, drenaje, incluyendo cimentaciones antiguas y en general cualquier elemento que obstruya o impida el libre movimiento y trabajo del equipo.
- f. Que existan en el lugar tomas de agua y de energía eléctrica, o en su defecto, se proceda a gestionar su instalación, si es que esto fue pactado, para que se suministre por el contratista.

⁶ Cfr. Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, *Manual del residente de cimentación profunda*, México, 1987. Pág. 237.

- g. Que existan en la obra licencias y permisos de construcción necesarios.
- h. Que antes de enviar el equipo a la obra, éste sea revisado y esté en condiciones de trabajar correctamente, corroborando que se trata del equipo especificado para estos trabajos. Además, que se tenga la herramienta y accesorios completos.

2.4.2 Materiales de construcción para pilas STARSOL®

a. Acero de refuerzo⁷

El acero de refuerzo debe satisfacer los requisitos de calidad establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-B-6-1988, "Varillas corrugadas y lisas de acero, procedentes de lingote o palanquilla, para refuerzo de concreto" (ASTM A 615M-96) y, por consiguiente, cumplir con las características físicas y químicas establecidas, además de las normas complementarias que se enumeran y mencionan en el Anexo 1.

Características físicas: Se refiere a la resistencia a la tensión, diámetro, peso unitario, dimensiones y espaciamiento de las corrugaciones, y doblado.

Características químicas: Debe verificarse que el análisis de fósforo no exceda de 0.05% en el análisis de la colada y de 0.0625% en el análisis del producto terminado.

Para los ensayos de tensión, doblado y determinación de las características dimensionales y corrugaciones, se debe tomar una muestra de cada diámetro por cada 10t o fracción o por cada embarque o entrega, lo que sea menor.

⁷ Cfr. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de cimentaciones profundas*, México, 2001. Pág. 317.

Para los análisis químicos de la colada o del producto terminado, se debe tomar una muestra de la colada durante el vaciado, así como en varillas representativas de ésta.

b. Soldadura⁸

El acero de refuerzo de 1" de diámetro y mayor no debe traslaparse, sino que debe soldarse a tope o unirse mediante un dispositivo roscado, tipo Dywidag o similar. Las normas involucradas para estas operaciones se encuentran en el Anexo 1.

Antes de iniciar cualquier trabajo de soldadura se debe calificar al soldador en la posición y tipo de soldadura que debe realizar. La calificación la realizará un inspector calificado, quien emitirá un reporte indicando la aceptación o rechazo del operador.

Una de las pruebas no destructivas para verificar la calidad de la soldadura es mediante radiografías; éstas deben tomarse conforme a las normas relacionadas en el apartado correspondiente del Anexo 1. Es obligada la toma de radiografías al calificar al soldador.

Debe tomarse una radiografía de cada probeta, además de las que sean necesarias para asegurar la calidad del conjunto.

Con el producto terminado, se acostumbra que el contratista y el dueño o el supervisor acuerden cuántas uniones se van a examinar. De los resultados obtenidos se decide la aceptación o rechazo del lote.

⁸ Cfr. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de cimentaciones profundas*, México, 2001. Pág. 320.

c. Concreto⁹

El concreto es un material compuesto formado esencialmente por un medio cementante en el cual están embebidas partículas o fragmentos de agregados y aditivos, si es el caso. En concretos hidráulicos, el cementante lo forma una mezcla (pasta) de cemento y agua. Las normas a considerar para este material se encuentran en el apartado correspondiente del Anexo 1.

La proporción de los constituyentes de la mezcla debe efectuarse de acuerdo a la norma ACI 211.5R-96, en el entendido de que se usan materiales que satisfacen los requisitos de calidad exigidos en las normas respectivas.

La fabricación del concreto debe cumplir la norma ACI 304.1 1R-92. De acuerdo al tamaño de la obra, el concreto podrá ser fabricado en obra o premezclado en planta y transportado al sitio mediante camiones mezcladores y/o agitadores, de conformidad con las normas NOM-C-155-1987 Y ASTM C 94-98c.

La colocación del concreto debe cumplir con la norma ACI 304-1R-92. La "consolidación" (compactación) debe efectuarse por vibración, de conformidad con la norma ACI 309.1R-96, con excepción de las pilas coladas en el lugar, en las que el concreto se coloca con tubería Tremie y no requiere vibración.

El control de calidad del concreto, se realizará mediante el muestreo y ensaye de especímenes cilíndricos estándar de 15cm de diámetro y 30.48cm de altura, salvo que se especifique otro tamaño, debiendo satisfacerse las siguientes normas: NOM-C-83 (ASTM C 39), NOM-C-109 (ASTM C 617), NOM-C-156 (ASTM C 143), NOM-C-160 (ASTM C 31), NOM-C-161 (ASTM C 172), NOM-C-162 (ASTM C 138). Para la evaluación de los resultados de control de calidad se seguirá la norma ACI 214-89.

⁹ Cfr. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de cimentaciones profundas*, México, 2001. Pág. 332-334.

d. Aditivos¹⁰

El aditivo es un material diferente del agua, de los agregados y del cemento, que se emplea como componente del mortero o concreto y que se agrega a la mezcla inmediatamente antes o durante el mezclado, para modificar algunas de las características del concreto. Hay aditivos químicos y minerales.

Los aditivos químicos pueden ser de diferentes tipos como son: reducción de agua, retardante y acelerante de fraguado, retardante y reductor de agua, acelerante y reductor de agua, súper reductor de agua o súper reductor de agua y retardante. Estos aditivos químicos deben satisfacer los requerimientos de la norma NOM-C-255-1981.

Cuando se prevea que los agregados puedan reaccionar con los álcalis del cemento, o que el concreto estará sometido a condiciones climáticas severas y extremas, o a exposición severa en medios de alto contenido de sulfatos, es recomendable la inclusión de aire en el concreto, en determinados porcentajes que dependen del tamaño del agregado que se esté usando en la fabricación del concreto. Este aditivo, generalmente líquido, se incorpora a la mezcla mediante el agua de mezclado, y se conoce como inclusor de aire. Debe satisfacer los requisitos de la NOM-C-200-1978. (ASTM C 260-98 Air entraining admixtures for concrete).

Los aditivos minerales generalmente se presentan pulverizados, con finura mayor que la del cemento, y sirven para mejorar las propiedades físicas del concreto fresco, especialmente cuando se están usando agregados de granulometría diferente. Estos aditivos se clasifican en tres tipos: los químicamente inertes, los puzolánicos y los cementantes.

¹⁰ Cfr. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de cimentaciones profundas*, México, 2001. Pág. 329-331.

Los químicamente inertes son: la bentonita, la cal hidratada, el talco, los suelos cuarzosos y los suelos calizos.

Los puzolánicos son: los materiales silíceos o sílico-alumínicos, que en sí no tienen o poseen poco valor cementante, pero que finamente pulverizados y en presencia de la humedad, reaccionan con el hidróxido de calcio, a temperaturas normales, formando un compuesto que posee propiedades cementantes. Entre los puzolánicos se encuentran las cenizas y vidrios volcánicos, las tierras diatomáceas y algunas lutitas.

Los cementantes son los cementos naturales, cales hidráulicas, los cementos de escoria (mezclas de escoria de fundición con cal) y escorias de fundición de hierro granulado.

Los aditivos minerales deben cumplir con los requisitos de la norma ASTM C 618-99 Standard specification for fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use as a mineral admixture in portland cement concrete.

Las normas relacionadas con estos materiales se encuentran en el Anexo 1.

2.4.3 Procedimiento constructivo

Para la supervisión y control del procedimiento constructivo de las pilas debe verificarse:

a. Estudio del subsuelo

En todo momento contar con un estudio de mecánica de suelos (geotécnico), el cual, además de información general sobre la secuencia estratigráfica, tipos de suelos y propiedades mecánicas, y en particular resistencia al corte y deformabilidad, debe proporcionar la siguiente información:

- Presencia de capas permeables (grava, arena, limo), posición del nivel freático y de niveles piezométricos en caso de existir.
- Presencia de obstrucciones sobre el nivel de desplante y procedimiento para remoción de las mismas.
- Presencia de gases en la masa de suelo o roca.
- Análisis químico del agua.

b. Perforación¹¹

- Información general: fecha, condiciones atmosféricas, identificación individual, hora de inicio y de terminación de la perforación, equipo utilizado, personal.
- Localización topográfica de la pila al inicio y terminación.
- Procedimiento constructivo que permita cumplir las especificaciones de proyecto.
- Verticalidad y dimensiones de la perforación a intervalos regulares.
- Selección del método y equipo para atravesar estratos permeables y obstrucciones, si los hubiera.
- Selección de la secuencia de perforación y colado, cuando sea necesario ejecutar varias pilas cercanas, a fin de garantizar el movimiento del equipo y la seguridad de éste, de construcciones vecinas y de elementos ya construidos.
- Registro de los estratos de suelo atravesados durante la perforación.
- Profundidad del estrato resistente donde se apoyará la pila, así como calidad del mismo.

c. Colado del concreto¹²

- Información general del proyecto.

¹¹ Cfr. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de cimentaciones profundas*, México, 2001. Pág. 346.

¹² Cfr. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de cimentaciones profundas*, México, 2001. Pág. 346.

- Calidad del concreto (proporcionamiento, revenimiento, tiempo después de mezclado, entre otros). Se deberán tomar cilindros de cada olla, de alguna bacha al azar y cuando menos tres de cada pila.
- Método de colocación y posicionamiento del tubo correcto. No usar tubería que tenga elementos que se atoren por dentro ni por fuera.
- El acero de refuerzo limpio, colocado en posición correcta y diámetro y longitud de varillas adecuado. En varillas con diámetro mayor del No.10, las uniones deberán ser a base de soldadura o cualquier otro método permitido.
- No se usen grúas fijas ("patos") para el manejo de las armaduras de acero de refuerzo. Las posiciones de la armadura deben ajustarse a los planos y especificaciones.
- Realización de pruebas en el concreto fresco, tales como revenimiento y aire incluido o peso volumétrico húmedo cuando la obra lo requiera.
- El concreto se colocará de forma continua, sin interrupciones ni retrasos largos.
- Cálculo del volumen de concreto por colocar, considerando un volumen excedente por concepto de porcentaje de manejo, contracción volumétrica, por contaminación (descabece superior), geometría real de la perforación, estado de las paredes y contenido de la humedad del suelo. Se indica un volumen excedente en base a la experiencia del orden del 10 al 20% del teórico.
- Elevación del descabece y la longitud exacta de cada elemento.
- Localización correcta de la pila terminada y compararla con la tolerancia especificada en proyecto o en normas.

d. Informes

Se debe entregar un informe diario, firmado por todos los involucrados, que contenga al menos lo siguiente:

- Localización precisa y dimensiones de las perforaciones realizadas.
- Descripción de los materiales encontrados durante la excavación.

- Método empleado para la perforación.
- Descripción de las condiciones del agua freática, si ésta existe.
- Descripción de las obstrucciones encontradas y si fue necesario removerlas.
- Descripción de cualquier movimiento del suelo o del agua.
- Profundidad a la cual se encontró el material de apoyo y su descripción; velocidad de perforación y observaciones respecto a la calidad de dicho material de apoyo.
- Registro de la inspección del acero de refuerzo en cuanto a posición y calidad.
- Registro de las dificultades encontradas. Este debe contener la posible inclusión de suelo, huecos, estrangulamientos, retardos de concreto y/o averías de alguna parte de la maquinaria.
- Condición del concreto entregado en obra, incluyendo el control del revenimiento, peso volumétrico, aire incluido, ensayos de cilindros en compresión y otras pruebas.
- Registro de cualquier desviación de las especificaciones y decisiones tomadas al respecto.

e. Tolerancias

En particular los proyectistas de cimentaciones no marcan las tolerancias que se deban utilizar, por lo que en la mayoría de las ocasiones se recurre a estándares aprobados por sociedades, organizaciones y normas¹³.

Las tolerancias comúnmente aceptadas en la fabricación de pilas se indican en la Tabla 1.6 (Tolerancias y criterios de aceptación) en el Capítulo 1.

¹³ Cfr. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de cimentaciones profundas*, México, 2001. Pág. 348.

Conclusiones capitulares

El conocimiento adecuado del procedimiento constructivo, las actividades que lo componen, partes que lo constituyen, seguridad, control y supervisión desde el momento de la concepción como probable opción de cimentación, así como durante la construcción, son puntos fundamentales para llevar a cabo la construcción de pilas de cimentación. Lo anterior llevará a optimizar materiales, mano de obra y equipo que se traduce en costo y tiempo de la construcción, minimizando errores que puedan afectar el desarrollo de la obra.

Además, es de gran importancia conocer los aspectos más relevantes a supervisar en la construcción de pilas ya que éstos deben complementar al método STARSOL® como solución de una cimentación. Conjuntamente son aspectos que deben ser dominados tanto por el constructor como por el encargado de proyectar y diseñar la cimentación, para que conjuntamente se realice(n) una(s) pila(s) utilizando el método STARSOL®.

3

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL PROCEDIMIENTO STARSOL® PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PILAS

Introducción capitular

En este capítulo se tratan las ventajas y desventajas constructivas generales del procedimiento STARSOL® para la construcción de pilas, tomando como referencia los aspectos más relevantes mostrados en el capítulo anterior.

También se proporcionan una serie de observaciones y recomendaciones al procedimiento que lo complementen y permitan tener una retroalimentación que mejore el método.

Tomando en cuenta los alcances y limitaciones del sistema, podrá comprenderse su operación general, para considerarlo como una herramienta eficaz en la construcción de cimentaciones profundas, así como definir en qué trabajos no será la mejor opción.

3.1 Ventajas del procedimiento

1. Trabajos preliminares

- Los trabajos preliminares de los procedimientos convencionales y el del STARSOL® son similares. Un factor en común es la programación adecuada de cada una de dichas actividades, tomando en cuenta que al ser los primeros trabajos serán base de una construcción adecuada de las pilas.
- No se requiere habilitar un área adicional como patio de fabricación y almacenamiento de lodos (ademe hidráulico); sin embargo, se requiere de un área para almacenar materiales, herramientas, equipos, así como el espacio para el armado del acero, la cual es común para todos los métodos. Por las anteriores consideraciones, la superficie que se ocupará en el procedimiento STARSOL® es menor que el de procedimientos convencionales.
- De cada elemento construido con este procedimiento y para las diferentes etapas, se lleva un registro continuo de los principales parámetros de construcción.
- Se requiere de menor tiempo para la instalación y montaje de la maquinaria y equipo.

2. Perforación y estabilización

- Se pueden realizar pilas en diversos tipos de suelos, incluyendo rellenos, arcillas y limos, arenas y gravas, aluviones, lutitas y rocas suaves fracturadas.
- En esta etapa se prescinde de cualquier tipo de ademe (metálico o hidráulico) para estabilizar la excavación, por lo que se reduce la mano de obra especializada, la herramienta, maquinaria, el transporte y espacio adicional para instalaciones.
- No se requiere perforación previa.

- Estabilización perfecta durante la perforación, logrando la verticalidad requerida de la pila.
- Se pueden perforar gran diversidad de capas de suelo.
- Se tiene un control continuo de la velocidad de avance de perforación y del corte.
- Se garantiza un adecuado desplante de la pila en el estrato resistente; además, se minimizan los riesgos de caídos en la base de la pila.
- Tiene mejor aprovechamiento de la mano de obra en el lugar de trabajo al no requerir de grandes cantidades de cuadrillas.
- En todo el proceso de la perforación se cuenta con un control de calidad (Sistema ENBESOL®), el cual registra las dimensiones de la pila en cada profundidad.

3. Habilitado del acero de refuerzo

- Tanto para los procedimientos convencionales como para el STARSOL®, el habilitado del acero de refuerzo es similar, por lo que no se encuentran diferencias.

4. Vaciado del concreto

- No se requiere habilitar la tubería Tremie (a diferencia de los procedimientos convencionales) para llegar a la profundidad de colado, ya que ésta se encuentra dentro de la helicoidal continua, en el tubo de inmersión; por tanto, se ahorra tiempo de ensamblaje y limpieza de dicha tubería.
- Después de la perforación, el colado se inicia al momento en que el helicoides empieza a subir para desalojar el suelo perforado, permitiendo así que el volumen desalojado se supla inmediatamente con concreto para evitar que se produzca una relajación del suelo en el interior de la perforación.

- El concreto vaciado llena por completo la perforación, sin dejar cavidades o fracciones sin colar, debido a la presión controlada durante el vaciado con la bomba y el sistema ENBESOL®. Se lleva un registro para cada profundidad de dicha presión y de la geometría de la pila.
- No hay contacto del concreto con los agentes contaminantes del suelo y ni caídos en las perforaciones, garantizando la limpieza del fondo.
- El volumen de concreto utilizado es controlado, ya que se cuenta con un perfil final de la profundidad y dimensiones de la pila, logrando un volumen aproximado a lo real reduciendo desperdicios.
- El colado es monolítico y sin juntas frías.
- Los rendimientos de construcción son altos.

5. Colocación del acero de refuerzo

- Dependiendo del peso total del acero de refuerzo, éste puede ser izado e introducido por la misma máquina sin utilizar una grúa auxiliar.

6. Inspección

- En los procesos de perforación y colado se utiliza el sistema ENBESOL®, que permite obtener un control preventivo y correctivo para saber su localización, dimensiones y profundidad.

7. Limpieza

- Menor volumen de suelo y concreto desalojado, el cual es producto únicamente de la perforación y desperdicio de concreto.
- Fácil acceso para el acarreo y desalojo del material de la perforación, sin interrumpir la construcción de las pilas en forma continua.

8. Medio ambiente

- Se reduce el ruido en la construcción de las pilas, lo cual protege la salud de los trabajadores y elimina problemas a vecinos.
- La vibración producida es mínima, por lo que se evitan daños a estructuras vecinas y molestias en general.
- Generación de menos emisiones contaminantes (humo) es notable debido a que se utilizan menos maquinaria.
- Por no utilizar lodos bentoníticos se reduce la contaminación al medio ambiente.

3.2 Desventajas del procedimiento

1. Trabajos preliminares

- En la planeación de la obra es necesario que se especifique una revisión y mantenimiento de las piezas de desgaste de la maquinaria, debido a que puesta en marcha su operación dentro de la construcción, alguna de éstas puede fallar y su reparación o cambio, por tratarse de una máquina importada, podría retrasar el avance de obra.

2. Perforación y estabilización

- Construcción de pilas con diámetros de 30, 45, 60, 75cm y excepcionalmente de 90cm.
- Profundidades máximas construidas de 30m.
- En suelos con presencia excesiva de fragmentos de roca o en estratos rocosos, la capacidad de la maquinaria y la broca cortadora es insuficiente para poder perforarlos, complicando la construcción y requiriendo de soluciones alternas.

3. Vaciado del concreto

- Para el colado se requiere de una planeación estratégica entre los proveedores del concreto y la Residencia de obra, ya que aunque ésta es una actividad externa, interviene en el proceso constructivo de forma importante en el avance de obra e integridad de la pila (colado continuo, juntas frías, aditivos para concreto).

4. Colocación del acero de refuerzo

- Pérdida de firmeza en los amarres del acero longitudinal y transversal al momento de ser hincado y vibrado en el concreto fresco, lo que debilita a aquél.
- Si el acero de refuerzo no se encuentra bien colocado en el centro del elemento, éste podría quedar desalineado y no cumplir con las especificaciones (falta de recubrimiento del acero de refuerzo), además de complicar su introducción y generar pérdidas de tiempo en su ejecución.
- El dispositivo ENBESOL® no controla la introducción del acero de refuerzo, ya que desde su izaje, alineación e hincado no se tienen parámetros o instrumentos que ayuden a tener dicho control. En muchas ocasiones se tendrá que realizar la colocación del acero con una grúa auxiliar (como se realiza en los procedimientos convencionales), quedando bajo la experiencia del operador de la maquinaria la realización de este trabajo.
- Cuando el acero de refuerzo no logra bajar e introducirse dentro de la pila, se deberá decidir su reubicación o perforación de la misma o cualquier otra solución encaminada a tener un elemento adecuado según proyecto.

3.3 Observaciones complementarias

En los siguientes puntos se proporcionan algunas observaciones para mejoras al procedimiento, teniendo en cuenta que el dispositivo ENBESOL® es la herramienta fundamental para el control de calidad en la construcción de las pilas STARSOL®.

1. Control externo o independiente del dispositivo ENBESOL®, tanto para las actividades de perforación y colado (que abarcan dicho dispositivo), hasta las que tienen que ser ejecutadas por mano de obra del lugar (trabajos preliminares, colocación del acero de refuerzo, inspección y limpieza), con la finalidad de corroborar la información y contar con un parámetro independiente al de la maquinaria, para calibrar el sistema con una referencia externa.
2. Para el armado, habilitado, izado e introducción del acero, así como, para todas las actividades de vaciado del concreto, se propone tomar las medidas pertinentes descritas en el control de calidad, supervisión y control durante la construcción del capítulo anterior.
3. Al colocar el acero de refuerzo dentro de la pila colada es conveniente implementar una brigada de topografía para conocer la localización y verticalidad adecuada al momento de su hincado y lograr que la pila tenga los mayores estándares de calidad.
4. Realizar el trazo de la cimentación con una brigada de topografía, marcando con estacas el centro de cada elemento, indicando la profundidad de perforación y la de desplante. Una vez terminada la pila, debe verificarse su posición real con la brigada de topografía, a fin de comprobar y comparar con la tolerancia prevista y el dispositivo ENBESOL®.
5. Implementar un sistema de control de riesgo para la detección, reducción y eliminación de los factores causantes de accidentes, lesiones y daños a la propiedad. El objetivo

será inculcar en la mentalidad del personal el concepto de que los errores que provocan fallas atentan contra la efectividad y eficiencia de las empresas, además de causar accidentes, muertes, pérdidas de materiales y daños a los equipos, que, por otro lado, implican aumento en los costos de operación de la empresa¹.

¹ Cfr. Cámara Nacional de la Industria de la Construcción y el Instituto de Capacitación de la Industria de la Construcción, *Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda*, México, 1994. Pág. 20-24.

Conclusiones capitulares

Conforme a lo expuesto en este capítulo, las pilas elaboradas con el procedimiento STARSOL® ofrecen ventajas sobre las pilas construidas con los métodos convencionales, debido, principalmente, al manejo más eficiente de la maquinaria y mano de obra, traduciéndose en menor tiempo de construcción.

Durante las etapas de perforación y colado con el dispositivo de control ENBESOL® se garantiza la calidad de la pila al momento de construirse. Como otra ventaja singular, la helicoidal continua, al perforar, sirve como ademe temporal, por lo que no se requiere de ademe metálico y/o lodos para sostener las paredes de las perforaciones. Es importante mencionar que con el método STARSOL® no se requieren patios de fabricación y/o instalaciones especiales que hagan que la construcción de la pilas se encarezca y tenga que emplearse mayor tiempo y organización para su montaje y utilización.

El procedimiento STARSOL® está limitado por la profundidad de perforación, diámetro de la pila y la resistencia del suelo por perforar. Por estos motivos, solo es aplicable para algunas soluciones que se adapten a sus características específicas.

Las desventajas del método son medidas correctivas y preventivas para el habilitado, izado e introducción del acero de refuerzo, para las cuales se pueden implementar medidas específicas para el control y perfeccionamiento del procedimiento. A pesar de las desventajas señaladas en el capítulo, una evaluación con respecto al tiempo, calidad y forma de construir, indica que los beneficios hacen factible y recomendable el procedimiento STARSOL® para la construcción de pilas.

4

EVALUACIÓN ECONÓMICA EN LA CONSTRUCCIÓN DE PILAS

Introducción capitular

Con el fin de obtener un parámetro económico de las principales actividades que intervienen en la construcción de pilas, se tratan algunos análisis de costos y la integración de los mismos en un costo global de la fabricación de pilas con los procedimientos convencionales y con el método STARSOL®.

Para determinar los costos directos de las actividades relacionadas con su fabricación se analizan las condiciones que con mayor frecuencia se presentan en la construcción de pilas¹.

¹ Las consideraciones generales y los precios unitarios, aunque diferentes en su contenido, son con base al “*Catálogo de costos directos para cimentaciones profundas*” de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, México, 2008.

Debe tomarse en cuenta que todas las actividades de construcción son altamente circunstanciales, es decir, que dependen de variables cuyo impacto en los rendimientos y costos son diferentes para cada obra o lugar en el que se ejecuta, y que deberán considerarse las circunstancias especiales de cada proyecto para lograr una adecuada valoración de los costos.

4.1 Consideraciones generales

Es conveniente recordar que la selección correcta de los insumos requeridos en la ejecución de un trabajo es indispensable para conformar un precio adecuado; dependiendo de esa selección, los analistas tendrán diferencias para los mismos conceptos. Sin embargo, las discrepancias más importantes se presentan al determinar los rendimientos, los cuales son reflejo de la experiencia de cada analista, siendo en la construcción de cimentaciones profundas una variable más compleja que en otras actividades de la ingeniería, si consideramos que la eficiencia de los recursos depende de las características del subsuelo donde se instalarán.

Por lo anterior, se aclara que difícilmente se logrará realizar un análisis de costos de cimentaciones profundas que contemple la gran combinación de variables que determinan el valor de un concepto, por lo que se hacen las siguientes consideraciones:

1. Los costos de los insumos correspondientes a fletes, materiales, mano de obra y equipo, incluyendo sus consumos, se refieren al área metropolitana de la Ciudad de México.
2. El factor del salario real se calculó considerando las actuales Leyes del Seguro Social y Federal del Trabajo. Los porcentajes referentes a los Sistemas de Ahorro para el Retiro y al Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores se han incluido en el factor mencionado.

3. No se incluyen viáticos y pasajes del personal, ya que dependen de las zonas en donde se desarrollarán los trabajos.
4. El cálculo de los costos horarios se basa en parámetros estadísticos y en las fórmulas establecidas en el Reglamento a la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas.
5. Los consumos correspondientes a cables y accesorios no están considerados en las partidas, por lo que se utiliza un porcentaje empírico sobre el importe de maquinaria en cada concepto analizado para absorber esos costos, cuyo valor se encuentra entre el 5% y 10%, ya que su durabilidad varía en función de la actividad que se realiza; por ejemplo, en la perforación donde éstos experimentan un desgaste mayor que en el hincado.
6. Los costos correspondientes a botes, brocas, dientes y en general a toda la herramienta de perforación, no están integrados en ningún concepto por depender su desgaste de los estratos del subsuelo por perforar, situación que no permite generalizar su vida útil. En este caso, su valor se determina entre el 10% y 15% del costo correspondiente al importe de maquinaria de cada concepto analizado.
7. Con el propósito de calcular los costos de perforación relacionados a las características de los estratos del subsuelo, se identifican a éstos con la clasificación señalada por Terzaghi y Peck, mostrada en la Tabla 4.1, basada en parámetros obtenidos en pruebas de penetración estándar en arcillas y arenas. En caso de que la composición de los estratos sea heterogénea, los rendimientos deben ajustarse con base en la experiencia:

Tabla 4.1 Clasificación de suelos cohesivos por Terzaghi y Peck Ref. (13)

Suelos cohesivos (arcillas y limos plásticos)		
Consistencia	No. De golpes, N	Tipo de suelo
Muy blanda	<2	I
Blanda	2-4	
Media	4-8	II
Firme	8-15	
Muy firme	15-30	III
Dura	>30	

8. Para los análisis se consideran tres profundidades: 10, 20 y 30m, y únicamente dos diámetros de pilas: 60 y 80cm.
9. Debido a que esta comparativa no es de precios unitarios sino de costos, ningún concepto incluye factores de indirectos y utilidad, ya que su valor depende de las características de la obra por realizar, así como de la organización y estrategia de cada empresa.

A fin de evitar el incremento de los precios por la duplicidad de costos indirectos, y lograr una coordinación eficiente en el desarrollo de los trabajos al definir claramente las responsabilidades de las partes que intervienen, es práctica común que el cliente le proporcione a la empresa que realizará la construcción de las cimentaciones profundas lo siguiente, razón por la cual en este análisis no se ha incluido:

1. Terreno sensiblemente a nivel, libre de obstáculos terrestres y/o aéreos.
2. Plataformas de trabajo y accesos amplios, firmes y seguros para el equipo de cimentación profunda, incluyendo su mantenimiento, tomando en consideración que se trata de maquinaria pesada montada sobre orugas y/o neumáticos.

3. En caso necesario, desvío de ríos o corrientes de agua y todos los trabajos requeridos para garantizar la integridad del personal y equipo durante la ejecución de la obra.
4. Suministro de agua limpia incluyendo su depósito, utilizada en la elaboración de lodo bentonítico y en labores de limpieza de equipo y herramienta.
5. Toma, suministro y consumo de corriente eléctrica trifásica para el funcionamiento de la dosificadora de bentonita, en el lugar donde se realizarán los trabajos.
6. Área suficiente para llevar a cabo las actividades requeridas en la construcción de la cimentación profunda.
7. Descabece de las pilas para ser unidos a la subestructura.
8. Rellenos en perforaciones abiertas.
9. Retiro y/o acarreo del material producto de las perforaciones, incluyendo en su caso el lodo bentonítico.
10. Control de calidad de los materiales.
11. Trazo y localización en función de los requerimientos del avance de los trabajos de cimentación.
12. Supervisión durante el tiempo de la obra.
13. Licencias de construcción o los permisos correspondientes ante las autoridades ecológicas, gubernamentales y sindicales de la localidad.

4.2 Catálogo de costos directos para cimentaciones profundas

Para las actividades principales que intervienen en la construcción de pilas se plantean los costos directos formando un catálogo para cada una y éstos, a la postre, forman parte del análisis de precios unitarios para la fabricación de pilas de cimentación.

Este catálogo está formado por cuatro actividades, las cuales son:

1. Perforación para las pilas
 - a. Procedimiento convencional
 - b. Procedimiento STARSOL®
2. Habilitado del acero de refuerzo
3. Concreto premezclado
4. Elaboración de lodos bentoníticos

Los catálogos y los análisis de costos directos relacionados con estas actividades se encuentran con mayor detalle en el Anexo 2 y 3.

4.2.1 Insumos

El costo para las actividades de la construcción de pilas está formado por tres insumos: materiales, mano de obra y equipo y herramienta.

4.2.2 Materiales

Básicamente los materiales que se utilizan en la construcción de pilas de cimentación son:

Código	Concepto
1 MATERIALES	
MAAGUAPA01	Agua en pipa para construcción
MAALRE1801	Alambre recocido No.18
MABENTSC01	Bentonita en saco
MABOMBAC01	Bombeo c/bomba estacionaria de 16 a 30m vertical
MABRADEM01	Brocal o ademe metálico
MACP250RN	Concreto premezclado RN $f'c=250$ kg/cm ² agregado máximo ¾" (A)
MAVAR42001	Varilla $f_y=4200$ kg/cm ²

Los cuales con mayor detalle se exponen en el Anexo 4.

4.2.3 Mano de obra

El personal necesario para la elaboración del costo es:

Código	Concepto
2 MANO DE OBRA	
MO001	Ayudante oficial
MO002	Cabo de maniobras (Cimentación profunda)
MO003	Cabo de oficios
MO005	Maniobrista (Cimentación profunda)
MO007	Oficial herrero
MO008	Operador (Cimentación profunda)
MO009	Operador equipo de bentonita

La integración de las cuadrillas de trabajo y el análisis del factor de salario real para los trabajadores se presentan en los Anexos 5 y 6.

4.2.4 Equipo y herramienta

Un rubro importante dentro de la integración del costo es la elección del equipo y herramienta que se utilizará y el costo horario; un mayor detalle de esto se muestra en el Anexo 7.

Código	Concepto
3 EQUIPO Y HERRAMIENTA	
EQPF1015	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de 112 hp 40.5 ton (draga 1.15 m3) Mot. Rolls Royce pluma 30.5 m (prod. nal.)
EQPF1035	Mezcladora de bentonita de lodos "SOILMEC" 10-12 capacidad 10m3/hr
EQPF1050	Perforadora para montar "SOILMEC" RT3/S de 175 h.p. de 50m. 21,000 kg-m
EQPF1060	Tubo Tremie 20 m
EQPFST01	Perforadora "STARSOL 8000"

4.3 Catálogo de precios unitarios para cimentaciones profundas

En este apartado se indican los precios unitarios para la fabricación de pilas de cimentación con los procedimientos convencional y STARSOL®, para diámetros de 60 y 80cm, con profundidades de 10, 20 y 30m y para los 3 tipos de suelos cohesivos (arcillas y limos plásticos) de acuerdo a la clasificación señalada en las consideraciones generales.

4.3.1 Procedimiento convencional

4.3.1.1 Pilas de 60cm

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario
DFP00I06010	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 10 m en material Tipo I, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$16,251.30
DFP00I06020	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 20 m en material Tipo I, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$33,114.20

DFP00I06030	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 30 m en material Tipo I, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$50,012.40
DFP0II06010	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 10 m en material Tipo II, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$16,911.10
DFP0II06020	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 20 m en material Tipo II, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$34,853.40
DFP0II06030	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 30 m en material Tipo II, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$52,798.80
DFP0III06010	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 10 m en material Tipo III, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$17,193.40
DFP0III06020	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 20 m en material Tipo III, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$38,903.80
DFP0III06030	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 30 m en material Tipo III, utilizando ademe de	pza	1.00	\$60,612.30

lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m³ de concreto.

4.3.1.2 Pilas de 80cm

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario
DFP00I08010	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 10 m en material Tipo I, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$26,068.79
DFP00I08020	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 20 m en material Tipo I, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$52,468.58
DFP00I08030	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 30m en material Tipo I, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$78,859.75
DFP0II08010	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 10 m en material Tipo II, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$25,925.49
DFP0II08020	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 20 m en material Tipo II, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$54,586.58

DFP0II08030	refuerzo por m3 de concreto. Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 30m en material Tipo II, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.	pza	1.00	\$82,726.75
DFP0III08010	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 10 m en material Tipo III, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.	pza	1.00	\$26,728.59
DFP0III08020	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 20 m en material Tipo III, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.	pza	1.00	\$59,103.78
DFP0III08030	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 30m en material Tipo III, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.	pza	1.00	\$91,481.95

4.3.2 Procedimiento STARSOL®

4.3.2.1 Pilas STARSOL® de 60cm

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario
STS00I06010	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 10 m en material Tipo I, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.	pza	1.00	\$11,076.48
STS00I06020	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 20 m en	pza	1.00	\$22,261.95

	material Tipo I, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.			
STS00I06030	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 30 m en material Tipo I, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$33,454.13
STS0II06010	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 10 m en material Tipo II, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$11,194.28
STS0II06020	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 20 m en material Tipo II, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$22,572.55
STS0II06030	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 30 m en material Tipo II, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$33,951.53
STSIII06010	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 10 m en material Tipo III, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$11,244.58
STSIII06020	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 20 m en material Tipo III, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$23,295.35
STSIII06030	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 30 m en material Tipo III, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado	pza	1.00	\$35,345.63

de $f'c=250$ kg/cm² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m³ de concreto.

4.3.2.2 Pilas STARSOL® de 80cm

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario
STS00I08010	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 10 m en material Tipo I, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$19,330.36
STS00I08020	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 20 m en material Tipo I, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$38,737.72
STS00I08030	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 30 m en material Tipo I, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$58,229.57
STS0II08010	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 10 m en material Tipo II, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$19,408.66
STS0II08020	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 20 m en material Tipo II, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$39,156.92
STS0II08030	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 30 m en material Tipo II, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.	pza	1.00	\$58,904.87

STSIII08010	refuerzo por m3 de concreto. Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 10 m en material Tipo III, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.	pza	1.00	\$19,465.26
STSIII08020	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 20 m en material Tipo III, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.	pza	1.00	\$40,062.12
STSIII08030	Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 30 m en material Tipo III, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.	pza	1.00	\$60,659.57

4.4 Comparativa económica de procedimientos

Como resultado de los precios unitarios anteriores se hace una comparativa entre el procedimiento convencional y el procedimiento STARSOL® con el fin de obtener un parámetro de medición económico y evaluar las dos opciones para la construcción de pilas de cimentación.

En las siguientes tablas se muestra, para cada procedimiento constructivo y con los parámetros antes mostrados, el resumen de precios unitarios para cada tipo de pila.

Tabla 4.2 Pilas fabricadas con el procedimiento convencional, con diámetro de 60cm

Procedimiento convencional	Diámetro 60cm		
	Tipo de suelo		
Profundidad [m]	I	II	III
10	\$16,251.30	\$16,911.10	\$17,193.40
20	\$33,114.20	\$34,853.40	\$38,903.80
30	\$50,012.40	\$52,798.80	\$60,612.30

Tabla 4.3 Pilas fabricadas con el procedimiento convencional, con diámetro de 80cm

Procedimiento convencional	Diámetro 80cm		
	Tipo de suelo		
Profundidad [m]	I	II	III
10	\$26,068.79	\$25,925.49	\$26,728.59
20	\$52,468.58	\$54,586.58	\$59,103.78
30	\$78,859.75	\$82,726.75	\$91,481.95

Tabla 4.4 Pilas fabricadas con el procedimiento STARSOL®, con diámetro de 60cm

Procedimiento STARSOL®	Diámetro 60cm		
	Tipo de suelo		
Profundidad [m]	I	II	III
10	\$11,076.48	\$11,194.28	\$11,244.58
20	\$22,261.95	\$22,572.55	\$23,295.35
30	\$33,454.13	\$33,951.53	\$35,345.63

Tabla 4.5 Pilas fabricadas con el procedimiento STARSOL®, con diámetro de 80cm

Procedimiento STARSOL®	Diámetro 80cm		
	Tipo de suelo		
Profundidad [m]	I	II	III
10	\$19,330.36	\$19,408.66	\$19,465.26
20	\$38,737.72	\$39,156.92	\$40,062.12
30	\$58,229.57	\$58,904.87	\$60,659.57

El análisis comparativo entre el procedimiento convencional y el procedimiento STARSOL®, se realiza dividiendo para las tres profundidades analizadas de pilas un tipo de suelo y el diámetro de 60 y 80cm respectivamente, estas comparaciones se muestran en las Figs. 4.1 a 4.6.

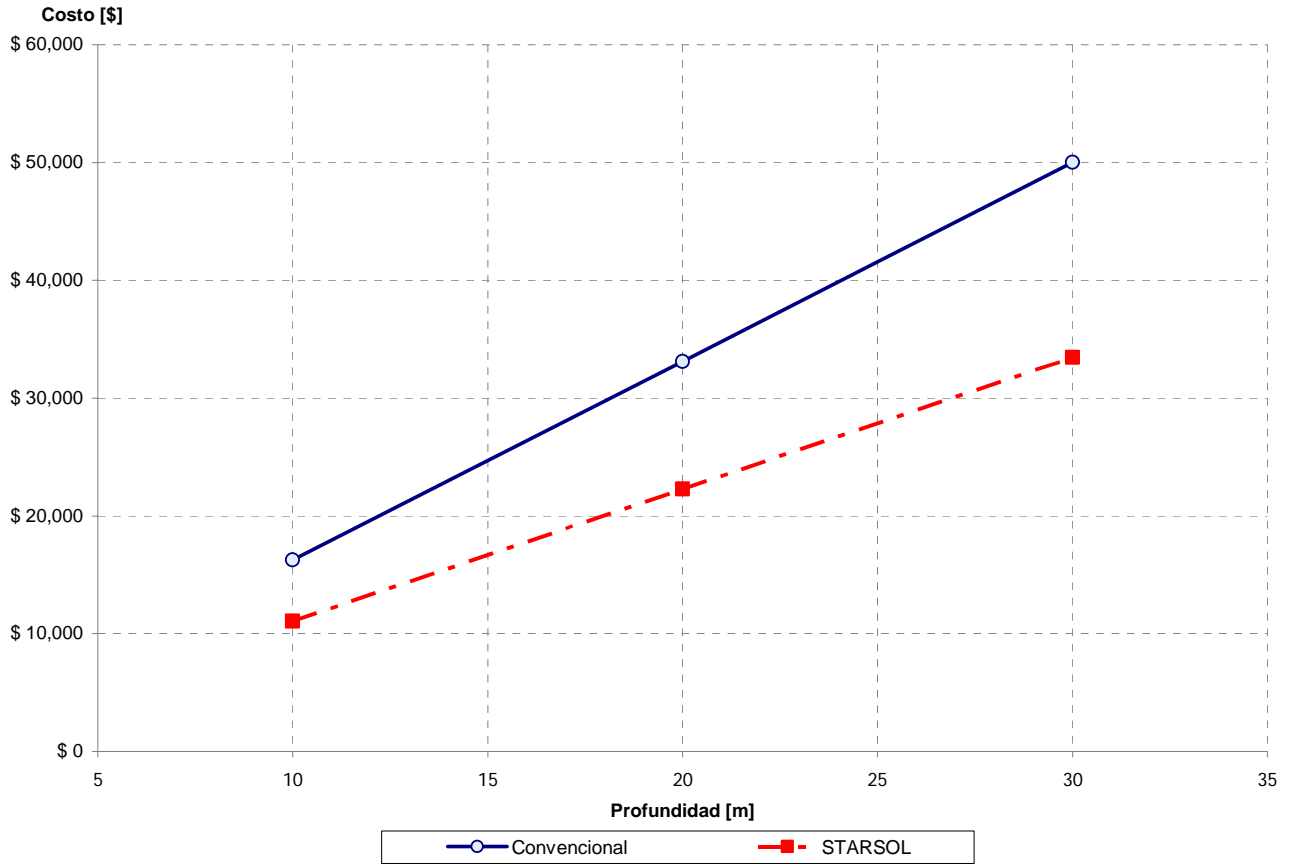


Fig. 4.1 Comparación entre procedimientos constructivos para pilas con diámetro de 60cm y tipo de suelo I

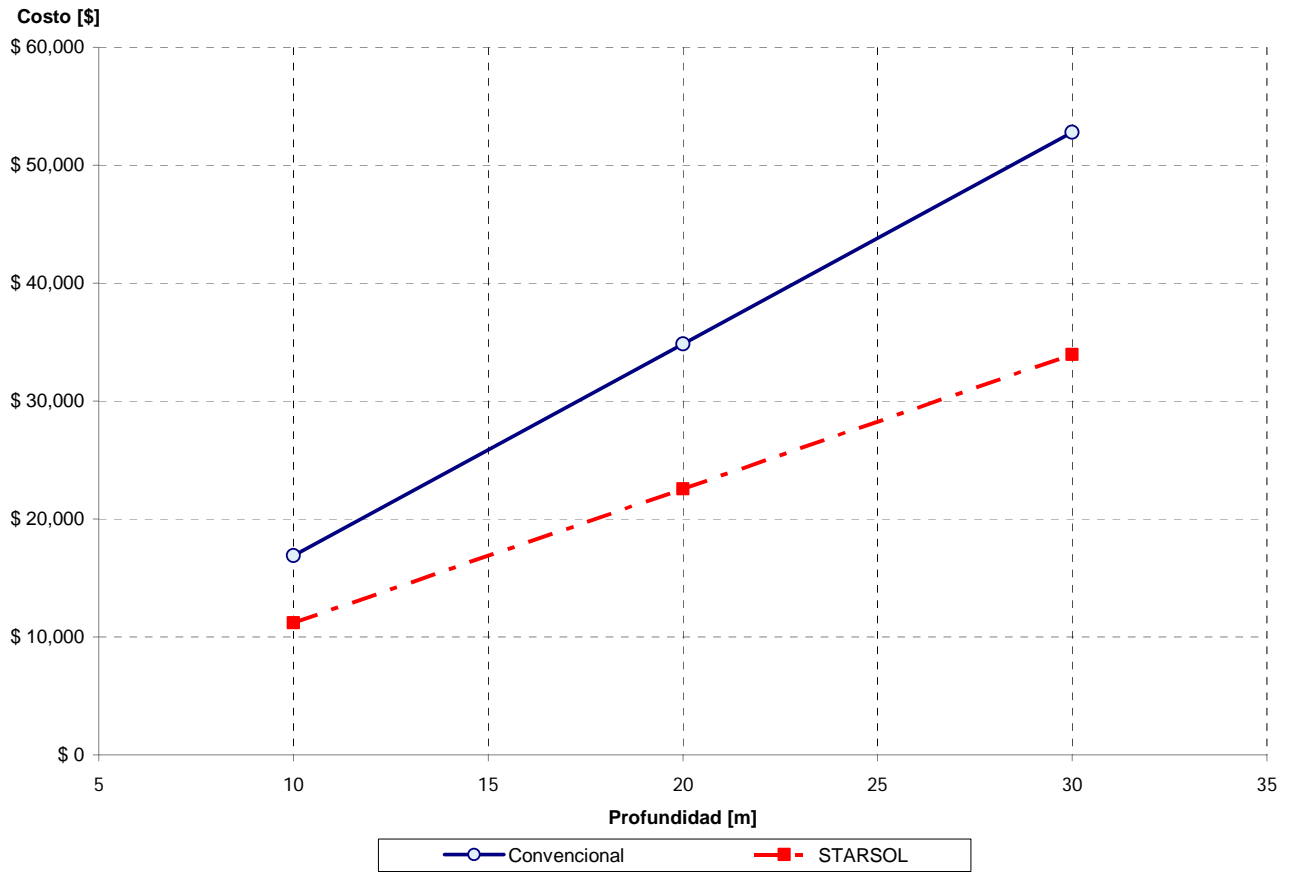


Fig. 4.2 Comparación entre procedimientos constructivos para pilas con diámetro de 60 cm y tipo de suelo II

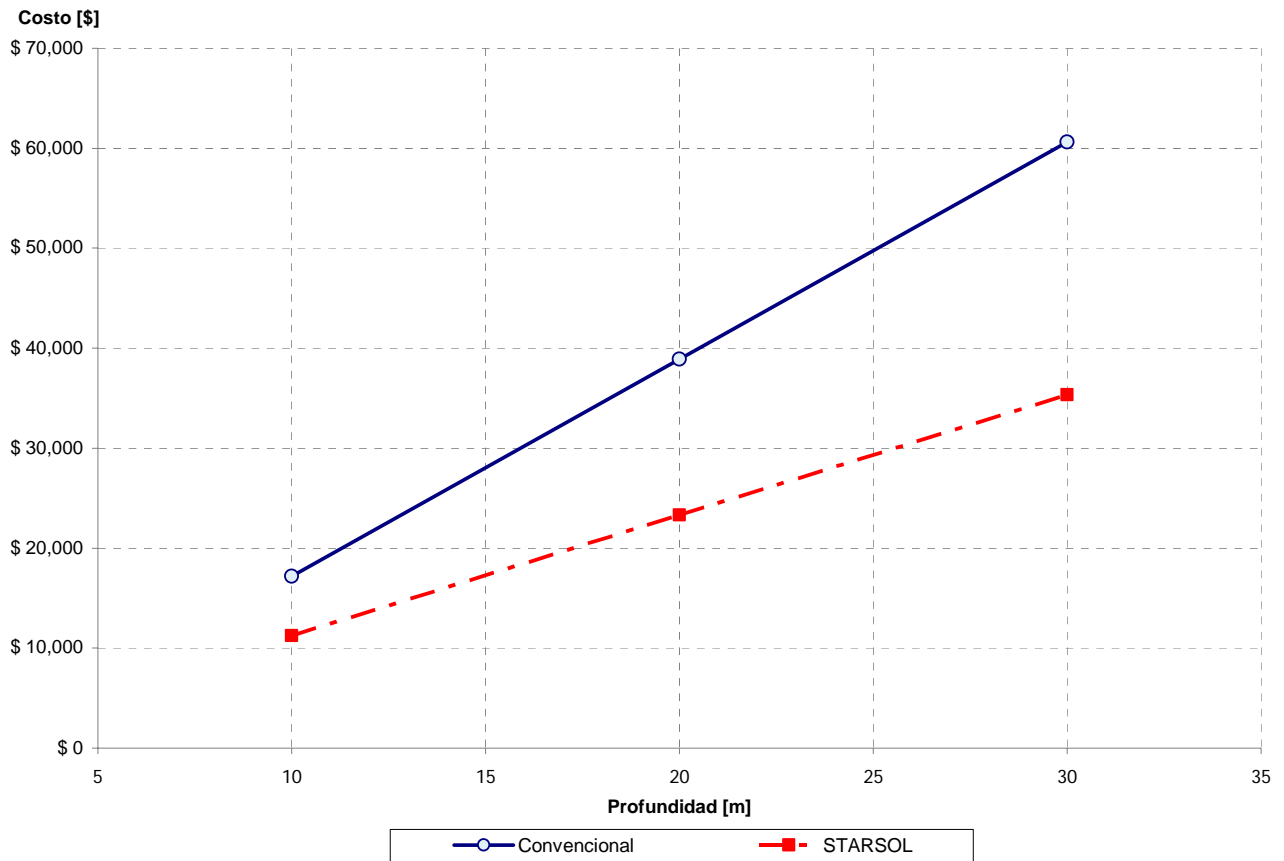


Fig. 4.3 Comparación entre procedimientos constructivos para pilas con diámetro de 60cm y tipo de suelo III

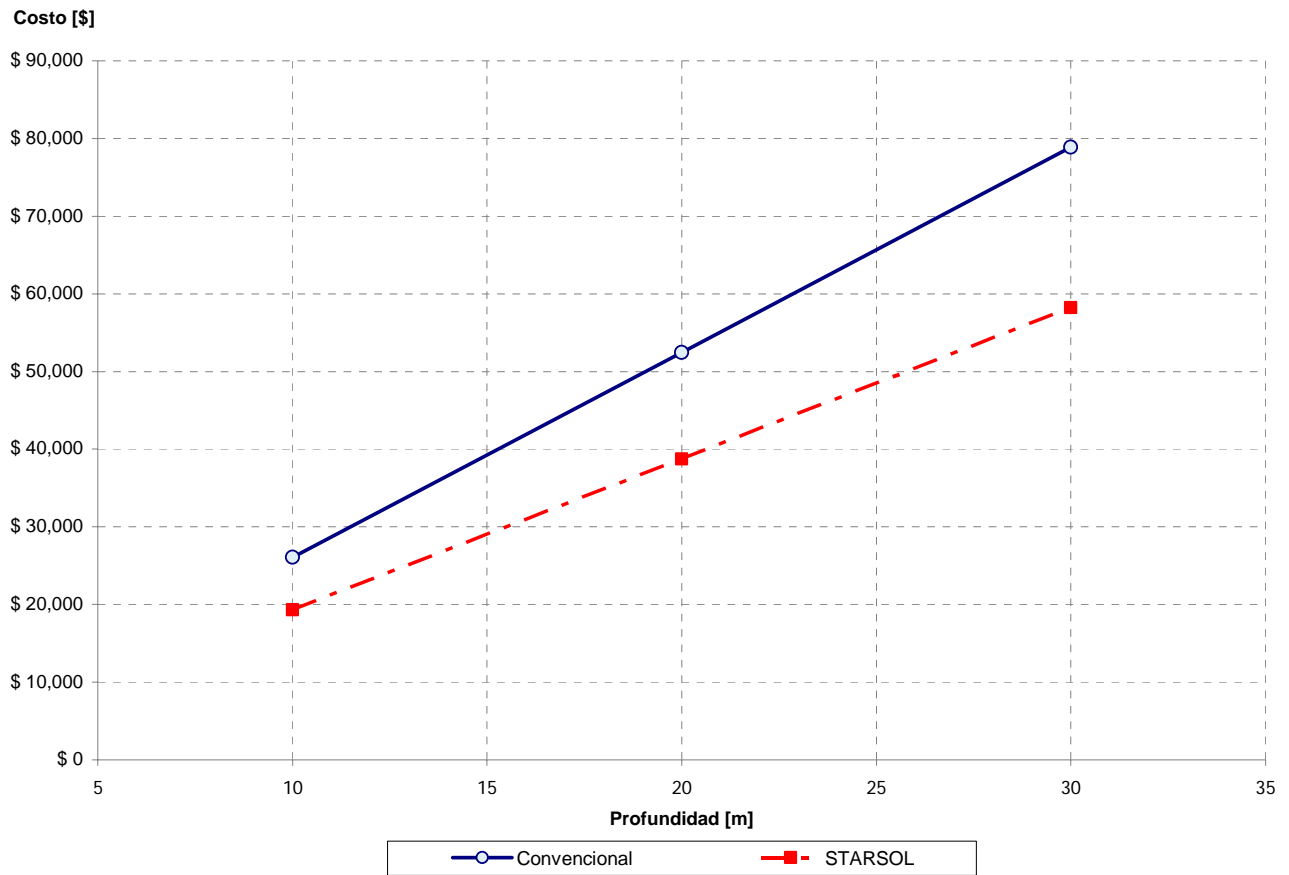


Fig. 4.4 Comparación entre procedimientos constructivos para pilas con diámetro de 80cm y tipo de suelo I

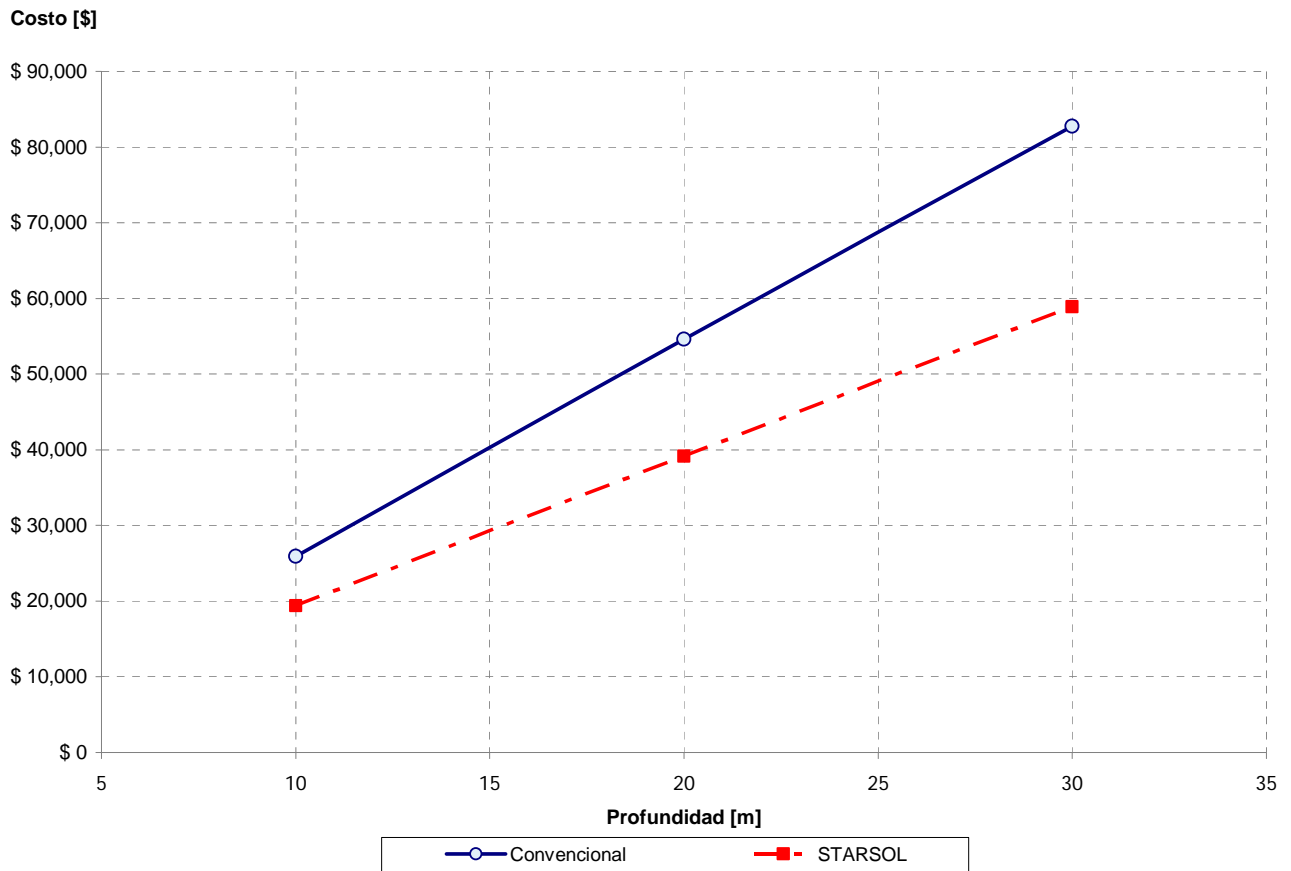


Fig. 4.5 Comparación entre procedimientos constructivos para pilas con diámetro de 80cm y tipo de suelo II

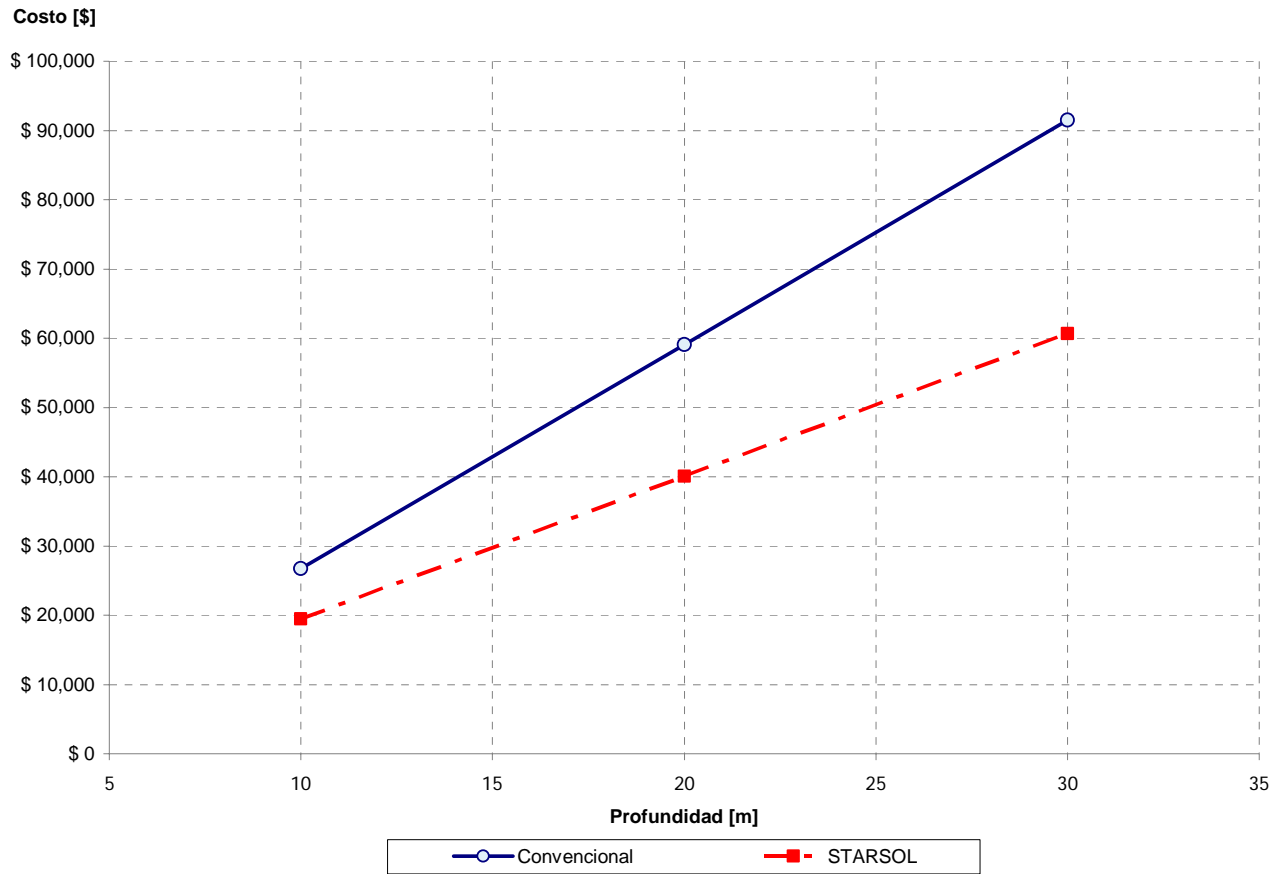


Fig. 4.6 Comparación entre procedimientos constructivos para pilas con diámetro de 80cm y tipo de suelo III

Con respecto al tiempo que se requiere para la realización de las pilas se desarrollan para cada procedimiento constructivo dos escenarios: el primero para una pila en suelo Tipo III, con un diámetro de 60cm y longitud de 30m en cada procedimiento y el segundo para la construcción de 10 pilas en serie.

Las consideraciones son las siguientes:

- Jornadas de 8 horas continuas de 3 turnos por día.
- Análisis con un solo equipo.
- Los rendimientos son teóricos e instantáneos, por lo que en un escenario real se deberán considerar los aspectos complementarios para su construcción.
- Los rendimientos son tomados de los precios unitarios incluidos en el capítulo anterior.
- El habilitado del acero de refuerzo no se tomará en cuenta en este análisis, ya que éste requiere de una planeación anterior y complementaria.

En las siguientes Figs. 4.7 a 4.9 se presentan los escenarios 1 y 2 para cada procedimiento constructivo, con los parámetros antes señalados.

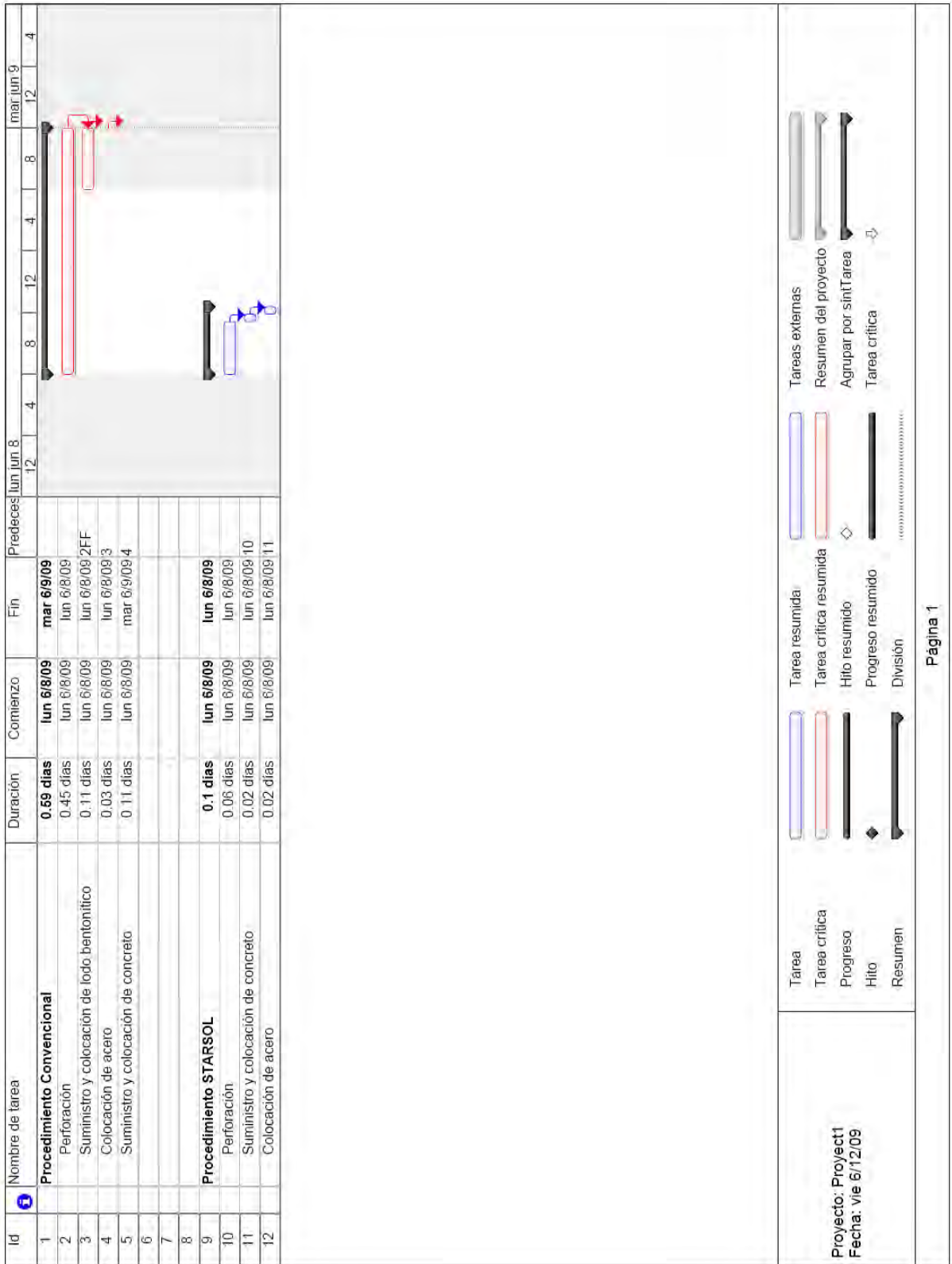


Fig. 4.7 Diagrama de Gantt para una pila con diámetro de 60cm, 30m de profundidad y tipo de suelo III

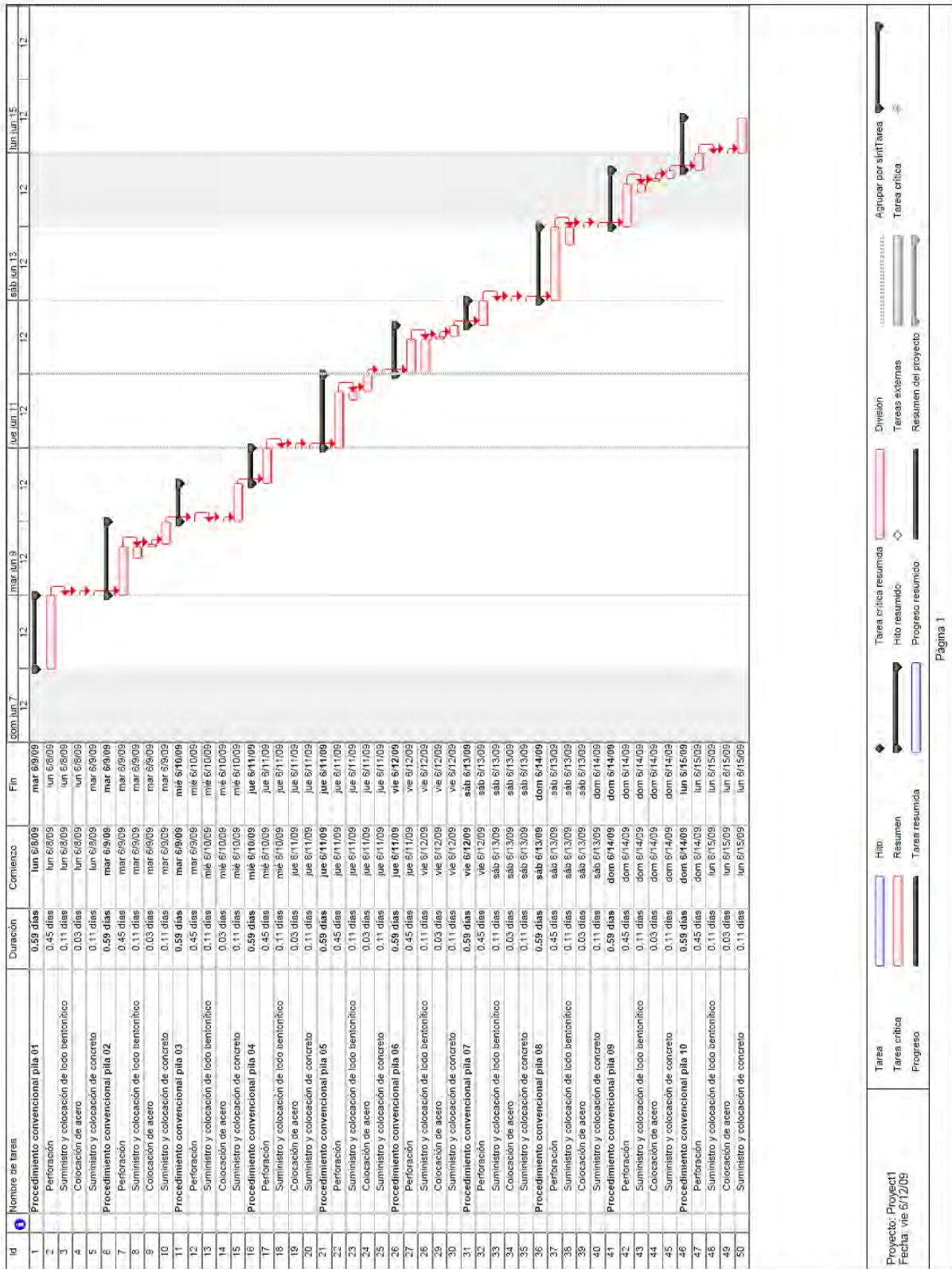


Fig. 4.8 Diagrama de Gantt para 10 pilas construidas con el procedimiento convencional con diámetro de 60cm, 30m de profundidad y tipo de suelo III

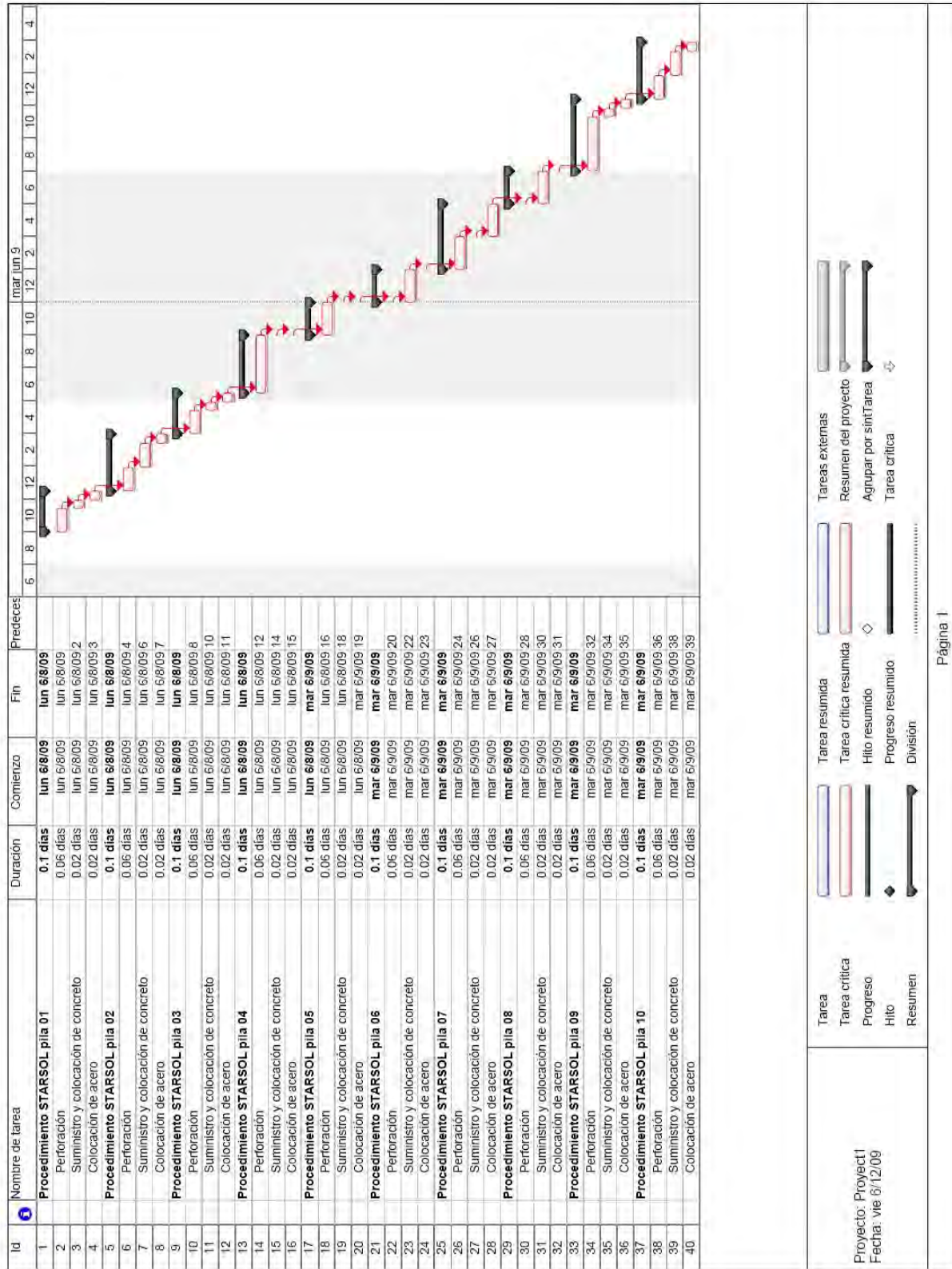


Fig. 4.9 Diagrama de Gantt para 10 pilas construidas con el procedimiento STARSOL® con diámetro de 60cm, 30m de profundidad y tipo de suelo III

Conclusiones capitulares

De la evaluación económica se concluye que el procedimiento STARSOL® para la construcción de pilas ofrece un menor precio a costo directo que los métodos convencionales. El ahorro para pilas con diámetro de 60cm es del 32% al 42% y en pilas con diámetro de 80cm es del 26% a 34%, lo cual significa una ventaja económicamente atractiva. Cabe mencionar que la velocidad de construcción con el procedimiento STARSOL® genera un flujo de efectivo más fuerte, debido a su rapidez en la construcción, lo que podría afectar las posibilidades del financiamiento, pero la ventaja se ve reflejada en la disminución del costo del mismo. Por lo anterior, se puede afirmar que las pilas construidas con el procedimiento STARSOL® tienen una ventaja económica adicional que se conseguirá con una correcta planeación del proceso.

REFERENCIAS

(13) JUÁREZ BADILLO E. Y RICO A., *Mecánica de suelos*, Tomo I, Tercera Edición, Editorial Limusa México, 1975, Pág. 623.

CONCLUSIONES

PRIMERA. No puede diseñarse una cimentación a base de pilas coladas en sitio sin tomar en cuenta las condiciones del terreno y ambientales, los procedimientos constructivos y disponibilidad de maquinaria, equipo y mano de obra. Además, se deben verificar en todo momento las condiciones del subsuelo antes (proyecto), durante (construcción) y después (equipos de medición) de realizadas las pilas.

SEGUNDA. El conocimiento adecuado del procedimiento constructivo, las actividades que lo componen, partes que lo constituyen, seguridad, control y supervisión desde el momento de la concepción como probable opción de cimentación, así como durante la construcción, son puntos fundamentales para llevar a cabo la construcción de pilas de cimentación y el buen comportamiento de la estructura. Lo anterior llevará a optimizar materiales, mano de obra y equipo que se traduce en costo y tiempo de la construcción, minimizando errores que puedan afectar el desarrollo de la obra.

TERCERA. Es de gran importancia conocer los aspectos más relevantes a supervisar en la construcción de pilas ya que éstos deben complementar al procedimiento STARSOL® como solución de una cimentación. Tanto el constructor como el encargado de proyectar y diseñar la cimentación deben conocer y dominar esos aspectos para que conjuntamente se realice(n) una(s) pila(s) utilizando el método STARSOL®.

CUARTA. La supervisión deberá contar con personal de amplia experiencia en los trabajos de construcción de cimentaciones profundas y con una preparación académica suficiente para interpretar correctamente todos los sucesos.

QUINTA. Las pilas elaboradas con el procedimiento STARSOL® ofrecen en ciertos casos mayores ventajas que las pilas construidas con los métodos convencionales, debido principalmente al manejo más eficiente de la maquinaria y mano de obra, lo que se traduce en menor tiempo de construcción.

SEXTA. Durante las etapas de perforación y colado con el dispositivo de control ENBESOL® se garantiza la calidad de la pila al momento de construirse y, por tanto, la continuidad del elemento. Como otra ventaja singular, la helicoidal continua, al perforar sirve como ademe temporal, por lo que no se requiere el uso de ademe metálico o lodos para sostener las paredes de la perforación, garantizando con ello la integridad del elemento.

SÉTIMA. Con el método STARSOL® no se requieren patios de fabricación o instalaciones especiales que hagan que la construcción de las pilas se encarezca y tenga que emplearse mayor tiempo y organización para su montaje y utilización.

OCTAVA. El procedimiento STARSOL® está limitado por la profundidad de perforación, diámetro de la pila y la resistencia del suelo por perforar. Por estos motivos, solo es aplicable para algunas soluciones que se adapten a sus condiciones.

NOVENA. Entre las desventajas del método STARSOL® están las medidas correctivas y preventivas para el habilitado, izado e introducción del acero de refuerzo, para las cuales se pueden implementar medidas específicas de control y perfeccionamiento del procedimiento. A pesar de las desventajas señaladas en el Capítulo 3, una evaluación con respecto al tiempo, calidad y forma de construir, indica que los beneficios hacen factible y recomendable ese procedimiento para la construcción de pilas.

DÉCIMA. De la evaluación económica se concluye que el procedimiento STARSOL® para la construcción de pilas ofrece un menor precio a costo directo que los métodos convencionales. El ahorro para pilas con diámetro de 60cm es del 32% al 42% y en pilas con diámetro de 80cm es del 26% a 34%, lo cual significa una ventaja económicamente atractiva. Cabe mencionar que la velocidad de construcción con el procedimiento STARSOL® genera un flujo de efectivo más fuerte, debido a su rapidez en la construcción, lo que podría afectar las posibilidades del financiamiento, pero la ventaja se ve reflejada en la disminución del costo del mismo. Por lo anterior, se puede afirmar que las pilas construidas con el procedimiento STARSOL® tienen una ventaja económica adicional que se conseguirá con una correcta planeación del proceso.

DÉCIMA PRIMERA. Tomando en cuenta cada una de las conclusiones mostradas anteriormente se afirma y comprueba cada uno de los preceptos estipulados en la hipótesis de este trabajo, demostrando así, que el método STARSOL® es un procedimiento constructivo novedoso que soluciona las problemáticas de tiempo, costo y calidad para la construcción de cimentaciones profundas coladas en el lugar.

Futuras líneas de investigación

PRIMERA. En futuras investigaciones se puede profundizar en las especificaciones que deben cumplir los materiales de construcción para pilas, además de futuras mezclas de materiales que puedan cumplir como refuerzo en la pila, como por ejemplo la elaboración de concretos especiales fabricados con fibras.

SEGUNDA. Esta tesis se enfocó al manejo del equipo STARSOL® para la construcción de pilas. Sin embargo, ese equipo es muy versátil tomando en cuenta su sistema constructivo, ya que, además se puede emplear en la construcción de inclusiones rígidas (pilas sin refuerzo) para mejoramiento de suelos, y que puede ser tema de investigación futura.

TERCERA. Otro aspecto importante es el aseguramiento de la calidad. Podrían investigarse y proponerse sistemas de control de calidad como parte integral de la operación de cada empresa dedicada a construcción de cimentaciones profundas.

Bibliografía

1. Tesis relacionadas con el tema

- VELÁZQUEZ VADILLO, Alberto; *Procedimientos constructivos de pilas coladas en el lugar*; Tesis de Grado, DEPFI UNAM; Noviembre 2002.
- JIMÉNEZ DEL ROSARIO, Rubén Darío; *Manual de Seguridad para Supervisores de Obra*; Tesis de Grado, DEPFI UNAM; Octubre de 1999.

2. Libros básicos y de consulta

- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, *Catálogo de costos directos para cimentaciones profundas*, México, 2008
- Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Rigid inclusions in difficult soft soil conditions*, México, 2006.
- PECK R. B., HANSON W. E. Y THORNBURN T. H., *Ingeniería de Cimentaciones*, Limusa Noriega Editores, México, 2001.
- Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de Cimentaciones Profundas*, México, 2001.
- JUÁREZ BADILLO E. Y RICO A., *Mecánica de suelos*, Tomo I, Tercera Edición, Editorial Limusa México, 1997.
- PANIAGUA W., PONCE J. Y ROJAS J., *Segundo Simposio Consultores – Constructores de cimentaciones profundas*, Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, México, 20 abril 1994.
- Cámara Nacional de la Industria de la Construcción y el Instituto de Capacitación de la Industria de la Construcción, *Manual de seguridad de las obras de cimentación profunda*, México, 1994.
- HOLGUIN E., GUTIERREZ C. E., CUEVAS A. Y SEGOVIA J. A., *Diseño Geotécnico de Cimentaciones*, TGC, Geotecnia, S.A., México, 1992.
- Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, *Manual del residente de cimentación profunda*, México, 1987
- MARSAL, Raúl J., *Notas sobre el diseño y construcción de cimentaciones en el D.F.*, Comisión Federal de Electricidad, México, 1986.

- Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de diseño y construcción de pilas y pilotes*, México, 1983.
- Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Cimientos Profundos Colados en Sitio*, México, 1976.
- KEZDI Arpad, *Filosofía de las cimentaciones profundas*, Tercer conferencia Nabor Carrillo, México, Guanajuato, 1976.

3. Publicaciones especializadas

- Mecánica de Suelos del empirismo puro a la ciencia, IC Ingeniería Civil, CICM No 463, Noviembre 2007.
- La SMMS, 50 años cumpliendo, Revista de la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos No. 208; OCT/DIC-2007
- Sols et Fondations, Travaux No. 836, Decembre 2006.

Anexo 1

**Normas
complementarias**

Lodos bentoníticos¹

Normas

ASTM D 4380-93e:

Test methods for density of bentonítico slurries

ASTM D 4381-93e:

Test methods for sand content by volume of bentonítico slurries-

API-RP13 B-1-97:

Standard procedures for field testing water-bases drilling fluids.

API 13 I -95:

Standard procedure for laboratory testing drilling fluid.

ACI 336.1 y ACI 336.1R-98:

Reference specifications for the construction of drilled piers (ACI 336.1) and complementary.

Acero de refuerzo²

Normas complementarias

NOM-B-1-1970:

Métodos de análisis químicos para determinar la composición de aceros y fundiciones.

¹ Cfr. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de Cimentaciones Profundas*, México, 2001. Pág. 334.

² Cfr. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de Cimentaciones Profundas*, México, 2001. Pág. 317-320.

NOM-B-6-1988:

Varillas corrugadas y lisas de acero, procedentes de lingote o palanquilla, para refuerzo de concreto.

NOM-B-78:

Métodos de análisis fotométricos para determinar la composición química de aceros y fundiciones.

NOM-B-113:

Prueba de doblado para productos de acero.

NOM-B-310-1981:

Métodos de prueba a la tensión para productos de acero.

NOM-B-434-1968:

Método de prueba para determinar el peso unitario y el área transversal de las varillas lisas y corrugadas para refuerzo de concreto.

ASTM A 370-97^a:

Standard test methods and definitions for mechanical testing of steel products.

ASTM A 510-96:

Specifications for general requirements for wire rods and coarse round wire carbon steel.

ASTM A-615 M-96a:

Standard specifications for deformed and plain billet steel bars for concrete reinforcement [metric].

ASTM A-617:

Specification for Axle-Steel Deformed and Plains Bars for Concrete Reinforcement.

Soldadura³

Normas

NOM-H-121-1988:

Procedimiento de soldadura estructural. Acero de refuerzo.

ANSI/AWS/D 1.4-98:

Structural welding code-Reinforcing steel.

³ Cfr. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de Cimentaciones Profundas*, México, 2001. Pág. 320-321.

ASTM E 94-93

Standard recommended practice for radiographic testing.

ASTM E 142-92

Standard method for controlling quality of radiographic testing.

ASTM E 1032-95

Radiographic examination of weldments.

ACI 439.3R-91

Committee ACI 439. Mechanical connections of reinforcing bars.

Concreto⁴

Normas

NOM-C-083-1997-ONNCCE:

Industria de la construcción – Concreto – Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto.

NOM-C-109-1997-ONNCCE:

Industria de la construcción – Concreto – Cabeceo de especímenes cilíndricos.

NOM-C-155-1987:

Industria de la construcción. Concreto. Concreto premezclado. Especificaciones.

NOM-C-156-1997-ONNCCE:

Industria de la construcción – Concreto – Determinación del revenimiento en el concreto fresco.

NOM-C-157-1986:

Industria de la construcción – Concreto – Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión.

NOM-C-158-1987:

Industria de la construcción – Concreto – Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método volumétrico.

NOM-C-159-1985:

Industria de la construcción – Concreto – Elaboración y curado de especímenes en el laboratorio.

⁴ Cfr. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de Cimentaciones Profundas*, México, 2001. Pág. 332-334.

NOM-C-160-1986:

Industria de la construcción – Concreto – Elaboración y curado de especímenes en la obra.

NOM-C-161-1997-ONNCCE:

Industria de la construcción – Concreto fresco – Muestreo.

NOM-C-162-1985:

Industria de la construcción – Concreto – Determinación del peso unitario, cálculo del rendimiento y contenido de aire del concreto fresco por el método gravimétrico.

NOM-C.241.1997-ONNCCE:

Industria de la construcción – Concreto – Terminología.

ASTM C 31/C 31M-98:

Standard practice for making and Turing test specinens in the field.

ASTM C 33-99:

Standard specification for concrete aggregates.

ASTM C 39-96:

Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens.

ASTM C-94 M-99:

Standard specification for ready mixed concrete.

ASTM C 109/C 109M-99

Standard test method for compressive strength of hydraulic cement mortars (using 2-in or 50mm cube specimens).

ASTM C 138-92:

Standard test method for unit weight, yiel and air content (gravimetric) of concrete.

ASTM C 143 M-98:

Standard tedt method for slump of hydraulic cement concrete.

ASTM C-171-97^a:

Standard specification for sheet materials for curing concrete.

ASTM C 172-97:

Standard practice for sampling freshly mixed concrete.

ASTM C 173-94e:

Standard test method for air content of freshly mixed concrete by the volumetric method.

ASTM C 231-97e:

Standard test method for air content of freshly mixed concrete by the pressure method.

ASTM C 309 98^a:

Standard specification for liquid membranefforming compounds for curing concrete.

ASTM C 617-98:

Standard practice for capping cylindrical concrete specimens.

ACI 211.5 R-96:

Standard practice for selecting proportions for normal, heavyweight and mass concrete.

ACI 214-89:

ACI standard recommended practice for evaluation of strength test result of concrete.

ACI 304.11R-92:

Guide for measuring, mixing, transporting and placing concrete.

ACI 308-92:

Standard practice for curing concrete.

ACI 309-1R-96:

Standard practice for consolidation of concrete.

ACI 516 R-65:

High pressure steam curing: modern practice and properties of autoclaved products.

ACI 517-2R-92:

Accelerated curing of concrete at atmospheric pressure.

Aditivos⁵

Normas

NOM-C-14-XX:

Aditivos químicos para concreto. Pruebas de uniformidad y equivalencia.

NOM-C-45-1983:

Muestreo de aditivos para concreto.

⁵ Cfr. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C., *Manual de Cimentaciones Profundas*, México, 2001. Pág. 329-331.

NOM-C-81-1981:

Industria de la construcción – Aditivos para concreto – Curado – Compuestos líquidos que forman membrana.

NOM-C-200-1978:

Industria de la construcción – Aditivos para concreto. Aditivos inclusotes de aire para concreto.

NOM-C-255-1988:

Aditivos químicos que reducen la cantidad de agua y/o modifican el tiempo de fraguado del concreto.

NOM-C-304-1980:

Industria de la construcción – Aditivos para concreto – Determinación de la retención de agua por medio de compuestos líquidos que forman membrana para el curado del concreto.

NOM-C-309-1980:

Industria de la construcción – Aditivos para concreto – Determinación del factor de reflectancia de membranas de color blanco para el curado del concreto.

ASTM C 260-98:

Standard specification for air – entraining admixtures for concrete.

ASTM C 309-98:

Standard specification for liquid membrane forming compound for curing concrete.

ASTM C 494-98a:

Standard specification for chemical admixtures for concrete.

ASTM C 618-99:

Standard specification for fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use as a mineral admixture in Portland cement concrete.

Anexo 2

**Catálogo de
costos directos**

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario
A	CIMENTACIONES PROFUNDAS			
	"PILAS"			
A01	Perforación para las pilas			
A0101	Procedimiento convencional			
PFDFP001	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 10 m en materiales Tipo I.	m	1.00	\$486.58
PFDFP002	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 20 m en materiales Tipo I.	m	1.00	\$517.16
PFDFP003	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 30 m en materiales Tipo I.	m	1.00	\$528.53
PFDFP004	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 10 m en material Tipo I.	m	1.00	\$582.79
PFDFP005	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 20 m en material Tipo I.	m	1.00	\$599.34
PFDFP006	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 30 m en material Tipo I.	m	1.00	\$604.57
PFDFP007	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 10 m en material Tipo II.	m	1.00	\$552.56
PFDFP008	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 20 m en material Tipo II.	m	1.00	\$604.12
PFDFP009	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 30 m en material Tipo II.	m	1.00	\$621.41
PFDFP010	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 10 m en material Tipo II.	m	1.00	\$568.46
PFDFP011	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 20 m en material Tipo II.	m	1.00	\$705.24
PFDFP012	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 30 m en material Tipo II.	m	1.00	\$733.47
PFDFP013	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 10 m en material Tipo III.	m	1.00	\$580.79
PFDFP014	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 20 m en material Tipo III.	m	1.00	\$806.64
PFDFP015	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 30 m en material Tipo III.	m	1.00	\$881.86

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario
PFDFP016	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 10 m en material Tipo III.	m	1.00	\$648.77
PFDFP017	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 20 m en material Tipo III.	m	1.00	\$931.10
PFDFP018	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 30 m en material Tipo III.	m	1.00	\$1,025.31
A0102	Procedimiento STARSOL			
PFDFPST001	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 10 m en materiales Tipo I.	m	1.00	\$80.66
PFDFPST002	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 20 m en materiales Tipo I.	m	1.00	\$86.11
PFDFPST003	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 30 m en materiales Tipo I.	m	1.00	\$88.15
PFDFPST004	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 10 m en material Tipo I.	m	1.00	\$107.28
PFDFPST005	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 20 m en material Tipo I.	m	1.00	\$111.13
PFDFPST006	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 30 m en material Tipo I.	m	1.00	\$115.23
PFDFPST007	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 10 m en material Tipo II.	m	1.00	\$92.44
PFDFPST008	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 20 m en material Tipo II.	m	1.00	\$101.64
PFDFPST009	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 30 m en material Tipo II.	m	1.00	\$104.73
PFDFPST010	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 10 m en material Tipo II.	m	1.00	\$115.11
PFDFPST011	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 20 m en material Tipo II.	m	1.00	\$132.09
PFDFPST012	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 30 m en material Tipo II.	m	1.00	\$137.74

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario
PFDFPST013	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 10 m en material Tipo III.	m	1.00	\$97.47
PFDFPST014	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 20 m en material Tipo III.	m	1.00	\$137.78
PFDFPST015	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 30 m en material Tipo III.	m	1.00	\$151.20
PFDFPST016	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 10 m en material Tipo III.	m	1.00	\$120.77
PFDFPST017	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 20 m en material Tipo III.	m	1.00	\$177.35
PFDFPST018	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 30 m en material Tipo III.	m	1.00	\$196.23
A02	Habilitado del acero de refuerzo			
CADFP001	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas.	t	1.00	\$17,935.22
CADFPSTS01	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas con el equipo STARSOL.	t	1.00	\$17,942.38
A03	Concreto premezclado			
CCDFP001	Suministro y colocación de concreto premezclado de $f'c=250\text{kg/cm}^2$, con revenimiento de 20 cm, en pilas con diámetro de 60 cm, utilizando sistema tremie.	m ³	1.00	\$1,514.61
CCDFP002	Suministro y colocación de concreto premezclado de $f'c=250\text{kg/cm}^2$, con revenimiento de 20 cm, en pilas con diámetro de 80 cm, utilizando sistema tremie.	m ³	1.00	\$1,442.40
CCDFPSTS01	Suministro y colocación de concreto premezclado, clase "A" de $f'c=250\text{kg/cm}^2$, bombeado, con revenimiento, superfluidizante, colado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	1.00	\$1,479.14
A04	Elaboración de lodos bentoníticos			
EBDFP004	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación dosificado al 10.00%.	m ³	1.00	\$359.96

Anexo 3

**Análisis de
precios unitarios**

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0101	Análisis No.:	10		PFP001	
Análisis:	PFDFFP001		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 10 m en materiales Tipo I.						
MATERIALES						
MABRADEM01	Brocal o ademe metálico	kg	\$18.34	1.885000	\$34.57	7.10%
SUBTOTAL:	MATERIALES				\$34.57	7.10%
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.023815	\$66.83	13.73%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$66.83	13.73%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPF1050	Perforadora para montar "SOILMEC" RT3/S de 175 h.p. de 50m. 21,000 kg-m	h	\$1,076.49	0.190521	\$205.09	42.15%
EQPF1015	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de 112 hp 40.5 ton (draga 1.15 m3) Mot. Rolls Royce pluma 30.5 m (prod. nal.)	h	\$566.27	0.190521	\$107.89	22.17%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$312.98	0.100000	\$31.30	6.43%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$312.98	0.120000	\$37.56	7.72%
%MO	Herramienta menor	%	\$66.83	0.030000	\$2.00	0.41%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$66.83	0.020000	\$1.34	0.28%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$385.18	79.16%
(* CUATROCIENTOS OCHENTA Y SEIS PESOS 58/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0101	Análisis No.:	20		PFP002	
Análisis:	PDFP002		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 20 m en materiales Tipo I.						
MATERIALES						
MABRADEM01	Brocal o ademe metálico	kg	\$18.34	1.885000	\$34.57	6.68%
SUBTOTAL:	MATERIALES				\$34.57	6.68%
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.025426	\$71.35	13.80%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$71.35	13.80%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPF1050	Perforadora para montar "SOILMEC" RT3/S de 175 h.p. de 50m. 21,000 kg-m	h	\$1,076.49	0.203407	\$218.97	42.34%
EQPF1015	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de 112 hp 40.5 ton (draga 1.15 m3) Mot. Rolls Royce pluma 30.5 m (prod. nal.)	h	\$566.27	0.203407	\$115.18	22.27%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$334.15	0.100000	\$33.42	6.46%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$334.15	0.120000	\$40.10	7.75%
%MO	Herramienta menor	%	\$71.35	0.030000	\$2.14	0.41%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$71.35	0.020000	\$1.43	0.28%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$411.24	79.51%
Costo Directo:					\$517.16	
(* QUINIENTOS DIECISIETE PESOS 16/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0101	Análisis No.:	30		PFP003	
Análisis:	PDFP003		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 30 m en materiales Tipo I.						
MATERIALES						
MABRADEM01	Brocal o ademe metálico	kg	\$18.34	1.885000	\$34.57	6.54%
SUBTOTAL:	MATERIALES				\$34.57	6.54%
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.026026	\$73.04	13.82%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$73.04	13.82%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPF1050	Perforadora para montar "SOILMEC" RT3/S de 175 h.p. de 50m. 21,000 kg-m	h	\$1,076.49	0.208207	\$224.13	42.41%
EQPF1015	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de 112 hp 40.5 ton (draga 1.15 m3) Mot. Rolls Royce pluma 30.5 m (prod. nal.)	h	\$566.27	0.208207	\$117.90	22.31%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$342.03	0.100000	\$34.20	6.47%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$342.03	0.120000	\$41.04	7.76%
%MO	Herramienta menor	%	\$73.04	0.030000	\$2.19	0.41%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$73.04	0.020000	\$1.46	0.28%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$420.92	79.64%
Costo Directo:					\$528.53	
(* QUINIENTOS VEINTIOCHO PESOS 53/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0101	Análisis No.:	40		PFP004	
Análisis:	PFDFF004		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 10 m en material Tipo I.						
MATERIALES						
MABRADEM01	Brocal o ademe metálico	kg	\$18.34	2.513300	\$46.09	7.91%
SUBTOTAL:	MATERIALES				\$46.09	7.91%
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.028278	\$79.36	13.62%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$79.36	13.62%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPF1050	Perforadora para montar "SOILMEC" RT3/S de 175 h.p. de 50m. 21,000 kg-m	h	\$1,076.49	0.226221	\$243.52	41.79%
EQPF1015	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de 112 hp 40.5 ton (draga 1.15 m3) Mot. Rolls Royce pluma 30.5 m (prod. nal.)	h	\$566.27	0.226221	\$128.10	21.98%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$371.62	0.100000	\$37.16	6.38%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$371.62	0.120000	\$44.59	7.65%
%MO	Herramienta menor	%	\$79.36	0.030000	\$2.38	0.41%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$79.36	0.020000	\$1.59	0.27%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$457.34	78.48%
Costo Directo:					\$582.79	
(* QUINIENTOS OCHENTA Y DOS PESOS 79/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0101	Análisis No.:	50		PFP005	
Análisis:	PDFP005		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 20 m en material Tipo I.						
MATERIALES						
MABRADEM01	Brocal o ademe metálico	kg	\$18.34	2.513300	\$46.09	7.69%
SUBTOTAL:	MATERIALES				\$46.09	7.69%
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.029149	\$81.80	13.65%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$81.80	13.65%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPF1050	Perforadora para montar "SOILMEC" RT3/S de 175 h.p. de 50m. 21,000 kg-m	h	\$1,076.49	0.233193	\$251.03	41.88%
EQPF1015	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de 112 hp 40.5 ton (draga 1.15 m3) Mot. Rolls Royce pluma 30.5 m (prod. nal.)	h	\$566.27	0.233193	\$132.05	22.03%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$383.08	0.100000	\$38.31	6.39%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$383.08	0.120000	\$45.97	7.67%
%MO	Herramienta menor	%	\$81.80	0.030000	\$2.45	0.41%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$81.80	0.020000	\$1.64	0.27%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$471.45	78.65%
Costo Directo:					\$599.34	
(* QUINIENTOS NOVENTA Y NUEVE PESOS 34/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0101	Análisis No.:	60		PFP006	
Análisis:	PFDFF006		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 30 m en material Tipo I.						
MATERIALES						
MABRADEM01	Brocal o ademe metálico	kg	\$18.34	2.513300	\$46.09	7.62%
SUBTOTAL:	MATERIALES				\$46.09	7.62%
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.029425	\$82.58	13.66%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$82.58	13.66%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPF1050	Perforadora para montar "SOILMEC" RT3/S de 175 h.p. de 50m. 21,000 kg-m	h	\$1,076.49	0.235399	\$253.40	41.91%
EQPF1015	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de 112 hp 40.5 ton (draga 1.15 m3) Mot. Rolls Royce pluma 30.5 m (prod. nal.)	h	\$566.27	0.235399	\$133.30	22.05%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$386.70	0.100000	\$38.67	6.40%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$386.70	0.120000	\$46.40	7.67%
%MO	Herramienta menor	%	\$82.58	0.030000	\$2.48	0.41%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$82.58	0.020000	\$1.65	0.27%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$475.90	78.71%
Costo Directo:					\$604.57	
(* SEISCIENTOS CUATRO PESOS 57/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0101	Análisis No.:	70		PFP022	
Análisis:	PDFP007		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 10 m en material Tipo II.						
MATERIALES						
MABRADEM01	Brocal o ademe metálico	kg	\$18.34	1.885000	\$34.57	6.26%
SUBTOTAL:	MATERIALES				\$34.57	6.26%
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.027291	\$76.59	13.86%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$76.59	13.86%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPF1050	Perforadora para montar "SOILMEC" RT3/S de 175 h.p. de 50m. 21,000 kg-m	h	\$1,076.49	0.218328	\$235.03	42.53%
EQPF1015	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de 112 hp 40.5 ton (draga 1.15 m3) Mot. Rolls Royce pluma 30.5 m (prod. nal.)	h	\$566.27	0.218328	\$123.63	22.37%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$358.66	0.100000	\$35.87	6.49%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$358.66	0.120000	\$43.04	7.79%
%MO	Herramienta menor	%	\$76.59	0.030000	\$2.30	0.42%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$76.59	0.020000	\$1.53	0.28%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$441.40	79.88%
Costo Directo:					\$552.56	
(* QUINIENTOS CINCUENTA Y DOS PESOS 56/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0101	Análisis No.:	80		PFP023	
Análisis:	PDFP008		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 20 m en material Tipo II.						
MATERIALES						
MABRADEM01	Brocal o ademe metálico	kg	\$18.34	1.885000	\$34.57	5.72%
SUBTOTAL:	MATERIALES				\$34.57	5.72%
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.030008	\$84.21	13.94%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$84.21	13.94%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPF1050	Perforadora para montar "SOILMEC" RT3/S de 175 h.p. de 50m. 21,000 kg-m	h	\$1,076.49	0.240064	\$258.43	42.78%
EQPF1015	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de 112 hp 40.5 ton (draga 1.15 m3) Mot. Rolls Royce pluma 30.5 m (prod. nal.)	h	\$566.27	0.240064	\$135.94	22.50%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$394.37	0.100000	\$39.44	6.53%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$394.37	0.120000	\$47.32	7.83%
%MO	Herramienta menor	%	\$84.21	0.030000	\$2.53	0.42%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$84.21	0.020000	\$1.68	0.28%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$485.34	80.34%
Costo Directo:					\$604.12	
(* SEISCIENTOS CUATRO PESOS 12/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0101	Análisis No.:	90		PFP024	
Análisis:	PDFP009		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 30 m en material Tipo II.						
MATERIALES						
MABRADEM01	Brocal o ademe metálico	kg	\$18.34	1.885000	\$34.57	5.56%
SUBTOTAL:	MATERIALES				\$34.57	5.56%
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.030919	\$86.77	13.96%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$86.77	13.96%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPF1050	Perforadora para montar "SOILMEC" RT3/S de 175 h.p. de 50m. 21,000 kg-m	h	\$1,076.49	0.247350	\$266.27	42.85%
EQPF1015	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de 112 hp 40.5 ton (draga 1.15 m3) Mot. Rolls Royce pluma 30.5 m (prod. nal.)	h	\$566.27	0.247350	\$140.07	22.54%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$406.34	0.100000	\$40.63	6.54%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$406.34	0.120000	\$48.76	7.85%
%MO	Herramienta menor	%	\$86.77	0.030000	\$2.60	0.42%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$86.77	0.020000	\$1.74	0.28%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$500.07	80.48%
Costo Directo:					\$621.41	
(* SEISCIENTOS VEINTIUN PESOS 41/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0101	Análisis No.:	100		PFP025	
Análisis:	PDFP010		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 10 m en material Tipo II.						
MATERIALES						
MABRADEM01	Brocal o ademe metálico	kg	\$18.34	2.513300	\$46.09	8.11%
SUBTOTAL:	MATERIALES				\$46.09	8.11%
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.030266	\$84.94	14.94%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$84.94	14.94%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPF1050	Perforadora para montar "SOILMEC" RT3/S de 175 h.p. de 50m. 21,000 kg-m	h	\$1,076.49	0.242128	\$260.65	45.85%
EQPF1015	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de 112 hp 40.5 ton (draga 1.15 m3) Mot. Rolls Royce pluma 30.5 m (prod. nal.)	h	\$566.27	0.166721	\$94.41	16.61%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$355.06	0.100000	\$35.51	6.25%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$355.06	0.120000	\$42.61	7.50%
%MO	Herramienta menor	%	\$84.94	0.030000	\$2.55	0.45%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$84.94	0.020000	\$1.70	0.30%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$437.43	76.96%
Costo Directo:					\$568.46	
(* QUINIENTOS SESENTA Y OCHO PESOS 46/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0101	Análisis No.:	110		PFP026	
Análisis:	PFDFF011		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 20 m en material Tipo II.						
MATERIALES						
MABRADEM01	Brocal o ademe metálico	kg	\$18.34	2.513300	\$46.09	6.54%
SUBTOTAL:	MATERIALES				\$46.09	6.54%
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.034729	\$97.46	13.82%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$97.46	13.82%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPF1050	Perforadora para montar "SOILMEC" RT3/S de 175 h.p. de 50m. 21,000 kg-m	h	\$1,076.49	0.277828	\$299.08	42.41%
EQPF1015	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de 112 hp 40.5 ton (draga 1.15 m3) Mot. Rolls Royce pluma 30.5 m (prod. nal.)	h	\$566.27	0.277828	\$157.33	22.31%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$456.41	0.100000	\$45.64	6.47%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$456.41	0.120000	\$54.77	7.77%
%MO	Herramienta menor	%	\$97.46	0.030000	\$2.92	0.41%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$97.46	0.020000	\$1.95	0.28%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$561.69	79.65%
Costo Directo:					\$705.24	
(* SETECIENTOS CINCO PESOS 24/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0101	Análisis No.:	120		PFP027	
Análisis:	PFDFF012		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 30 m en material Tipo II.						
MATERIALES						
MABRADEM01	Brocal o ademe metálico	kg	\$18.34	2.513300	\$46.09	6.28%
SUBTOTAL:	MATERIALES				\$46.09	6.28%
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.036216	\$101.64	13.86%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$101.64	13.86%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPF1050	Perforadora para montar "SOILMEC" RT3/S de 175 h.p. de 50m. 21,000 kg-m	h	\$1,076.49	0.289728	\$311.89	42.52%
EQPF1015	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de 112 hp 40.5 ton (draga 1.15 m3) Mot. Rolls Royce pluma 30.5 m (prod. nal.)	h	\$566.27	0.289728	\$164.06	22.37%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$475.95	0.100000	\$47.60	6.49%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$475.95	0.120000	\$57.11	7.79%
%MO	Herramienta menor	%	\$101.64	0.030000	\$3.05	0.42%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$101.64	0.020000	\$2.03	0.28%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$585.74	79.87%
Costo Directo:					\$733.47	
(* SETECIENTOS TREINTA Y TRES PESOS 47/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0101	Análisis No.:	130		PFP043	
Análisis:	PFDFFP013		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 10 m en material Tipo III.						
MATERIALES						
MABRADEM01	Brocal o ademe metálico	kg	\$18.34	1.885000	\$34.57	5.95%
SUBTOTAL:	MATERIALES				\$34.57	5.95%
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.028778	\$80.76	13.91%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$80.76	13.91%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPF1050	Perforadora para montar "SOILMEC" RT3/S de 175 h.p. de 50m. 21,000 kg-m	h	\$1,076.49	0.230228	\$247.84	42.67%
EQPF1015	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de 112 hp 40.5 ton (draga 1.15 m3) Mot. Rolls Royce pluma 30.5 m (prod. nal.)	h	\$566.27	0.230228	\$130.37	22.45%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$378.21	0.100000	\$37.82	6.51%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$378.21	0.120000	\$45.39	7.82%
%MO	Herramienta menor	%	\$80.76	0.030000	\$2.42	0.42%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$80.76	0.020000	\$1.62	0.28%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$465.46	80.15%
Costo Directo:					\$580.79	
(* QUINIENTOS OCHENTA PESOS 79/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0101	Análisis No.:	140		PFP044	
Análisis:	PFDFF014		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 20 m en material Tipo III.						
MATERIALES						
MABRADEM01	Brocal o ademe metálico	kg	\$18.34	1.885000	\$34.57	4.29%
SUBTOTAL:	MATERIALES				\$34.57	4.29%
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.040678	\$114.16	14.15%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$114.16	14.15%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPF1050	Perforadora para montar "SOILMEC" RT3/S de 175 h.p. de 50m. 21,000 kg-m	h	\$1,076.49	0.325428	\$350.32	43.43%
EQPF1015	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de 112 hp 40.5 ton (draga 1.15 m3) Mot. Rolls Royce pluma 30.5 m (prod. nal.)	h	\$566.27	0.325428	\$184.28	22.85%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$534.60	0.100000	\$53.46	6.63%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$534.60	0.120000	\$64.15	7.95%
%MO	Herramienta menor	%	\$114.16	0.030000	\$3.42	0.42%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$114.16	0.020000	\$2.28	0.28%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$657.91	81.56%
Costo Directo:					\$806.64	
(* OCHOCIENTOS SEIS PESOS 64/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0101	Análisis No.:	150		PFP045	
Análisis:	PFDFF015		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 30 m en material Tipo III.						
MATERIALES						
MABRADEM01	Brocal o ademe metálico	kg	\$18.34	1.885000	\$34.57	3.92%
SUBTOTAL:	MATERIALES				\$34.57	3.92%
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.044640	\$125.28	14.21%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$125.28	14.21%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPF1050	Perforadora para montar "SOILMEC" RT3/S de 175 h.p. de 50m. 21,000 kg-m	h	\$1,076.49	0.357121	\$384.44	43.59%
EQPF1015	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de 112 hp 40.5 ton (draga 1.15 m3) Mot. Rolls Royce pluma 30.5 m (prod. nal.)	h	\$566.27	0.357121	\$202.23	22.93%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$586.67	0.100000	\$58.67	6.65%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$586.67	0.120000	\$70.40	7.98%
%MO	Herramienta menor	%	\$125.28	0.030000	\$3.76	0.43%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$125.28	0.020000	\$2.51	0.28%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$722.01	81.86%
Costo Directo:					\$881.86	
(* OCHOCIENTOS OCHENTA Y UN PESOS 86/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0101	Análisis No.:	160		PFP046	
Análisis:	PFDFF016		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 10 m en material Tipo III.						
MATERIALES						
MABRADEM01	Brocal o ademe metálico	kg	\$18.34	2.513300	\$46.09	7.10%
SUBTOTAL:	MATERIALES				\$46.09	7.10%
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.031753	\$89.11	13.74%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$89.11	13.74%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPF1050	Perforadora para montar "SOILMEC" RT3/S de 175 h.p. de 50m. 21,000 kg-m	h	\$1,076.49	0.254028	\$273.46	42.15%
EQPF1015	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de 112 hp 40.5 ton (draga 1.15 m3) Mot. Rolls Royce pluma 30.5 m (prod. nal.)	h	\$566.27	0.254028	\$143.85	22.17%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$417.31	0.100000	\$41.73	6.43%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$417.31	0.120000	\$50.08	7.72%
%MO	Herramienta menor	%	\$89.11	0.030000	\$2.67	0.41%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$89.11	0.020000	\$1.78	0.27%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$513.57	79.15%
Costo Directo:					\$648.77	
(* SEISCIENTOS CUARENTA Y OCHO PESOS 77/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0101	Análisis No.:	170		PFP047	
Análisis:	PFDFFP017		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 20 m en material Tipo III.						
MATERIALES						
MABRADEM01	Brocal o ademe metálico	kg	\$18.34	2.513300	\$46.09	4.95%
SUBTOTAL:	MATERIALES				\$46.09	4.95%
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.046629	\$130.86	14.05%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$130.86	14.05%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPF1050	Perforadora para montar "SOILMEC" RT3/S de 175 h.p. de 50m. 21,000 kg-m	h	\$1,076.49	0.373028	\$401.56	43.13%
EQPF1015	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de 112 hp 40.5 ton (draga 1.15 m3) Mot. Rolls Royce pluma 30.5 m (prod. nal.)	h	\$566.27	0.373028	\$211.23	22.69%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$612.79	0.100000	\$61.28	6.58%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$612.79	0.120000	\$73.53	7.90%
%MO	Herramienta menor	%	\$130.86	0.030000	\$3.93	0.42%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$130.86	0.020000	\$2.62	0.28%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$754.15	81.00%
Costo Directo:					\$931.10	
(* NOVECIENTOS TREINTA Y UN PESOS 10/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0101	Análisis No.:	180		PFP048	
Análisis:	PDFP018		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 30 m en material Tipo III.						
MATERIALES						
MABRADEM01	Brocal o ademe metálico	kg	\$18.34	2.513300	\$46.09	4.50%
SUBTOTAL:	MATERIALES				\$46.09	4.50%
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.051592	\$144.79	14.12%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$144.79	14.12%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPF1050	Perforadora para montar "SOILMEC" RT3/S de 175 h.p. de 50m. 21,000 kg-m	h	\$1,076.49	0.412736	\$444.31	43.33%
EQPF1015	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de 112 hp 40.5 ton (draga 1.15 m3) Mot. Rolls Royce pluma 30.5 m (prod. nal.)	h	\$566.27	0.412736	\$233.72	22.80%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$678.03	0.100000	\$67.80	6.61%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$678.03	0.120000	\$81.36	7.94%
%MO	Herramienta menor	%	\$144.79	0.030000	\$4.34	0.42%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$144.79	0.020000	\$2.90	0.28%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$834.43	81.38%
Costo Directo:					\$1,025.31	
(* UN MIL VEINTICINCO PESOS 31/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0102	Análisis No.:	10			
Análisis:	PDFPST001		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 10 m en materiales Tipo I.						
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.003241	\$9.10	11.28%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$9.10	11.28%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPFST01	Perforadora STARSOL 8000	h	\$2,248.29	0.025926	\$58.29	72.27%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$58.29	0.100000	\$5.83	7.23%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$58.29	0.120000	\$6.99	8.67%
%MO	Herramienta menor	%	\$9.10	0.030000	\$0.27	0.33%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$9.10	0.020000	\$0.18	0.22%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$71.56	88.72%
Costo Directo:					\$80.66	
(* OCHENTA PESOS 66/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0102	Análisis No.:	20			
Análisis:	PDFPST002		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 20 m en materiales Tipo I.						
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.003460	\$9.71	11.28%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$9.71	11.28%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPFST01	Perforadora STARSOL 8000	h	\$2,248.29	0.027679	\$62.23	72.27%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$62.23	0.100000	\$6.22	7.22%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$62.23	0.120000	\$7.47	8.67%
%MO	Herramienta menor	%	\$9.71	0.030000	\$0.29	0.34%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$9.71	0.020000	\$0.19	0.22%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$76.40	88.72%
Costo Directo:					\$86.11	
(* OCHENTA Y SEIS PESOS 11/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0102	Análisis No.:	30			
Análisis:	PDFPST003		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 30 m en materiales Tipo I.						
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.003542	\$9.94	11.28%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$9.94	11.28%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPFST01	Perforadora STARSOL 8000	h	\$2,248.29	0.028333	\$63.70	72.26%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$63.70	0.100000	\$6.37	7.23%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$63.70	0.120000	\$7.64	8.67%
%MO	Herramienta menor	%	\$9.94	0.030000	\$0.30	0.34%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$9.94	0.020000	\$0.20	0.23%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$78.21	88.73%
Costo Directo:					\$88.15	
(* OCHENTA Y OCHO PESOS 15/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0102	Análisis No.:	40			
Análisis:	PDFPST004		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 10 m en material Tipo I.						
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.004310	\$12.10	11.28%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$12.10	11.28%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPFST01	Perforadora STARSOL 8000	h	\$2,248.29	0.034483	\$77.53	72.27%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$77.53	0.100000	\$7.75	7.22%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$77.53	0.120000	\$9.30	8.67%
%MO	Herramienta menor	%	\$12.10	0.030000	\$0.36	0.34%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$12.10	0.020000	\$0.24	0.22%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$95.18	88.72%
Costo Directo:					\$107.28	
(* CIENTO SIETE PESOS 28/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0102	Análisis No.:	50			
Análisis:	PDFPST005		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 20 m en material Tipo I.						
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.004464	\$12.53	11.28%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$12.53	11.28%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPFST01	Perforadora STARSOL 8000	h	\$2,248.29	0.035714	\$80.30	72.26%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$80.30	0.100000	\$8.03	7.23%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$80.30	0.120000	\$9.64	8.67%
%MO	Herramienta menor	%	\$12.53	0.030000	\$0.38	0.34%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$12.53	0.020000	\$0.25	0.22%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$98.60	88.72%
Costo Directo:					\$111.13	
(* CIENTO ONCE PESOS 13/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0102	Análisis No.:	60			
Análisis:	PDFPST006		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 30 m en material Tipo I.						
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.004630	\$12.99	11.27%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$12.99	11.27%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPFST01	Perforadora STARSOL 8000	h	\$2,248.29	0.037037	\$83.27	72.26%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$83.27	0.100000	\$8.33	7.23%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$83.27	0.120000	\$9.99	8.67%
%MO	Herramienta menor	%	\$12.99	0.030000	\$0.39	0.34%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$12.99	0.020000	\$0.26	0.23%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$102.24	88.73%
Costo Directo:					\$115.23	
(* CIENTO QUINCE PESOS 23/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0102	Análisis No.:	70			
Análisis:	PDFPST007		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 10 m en material Tipo II.						
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.003714	\$10.42	11.27%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$10.42	11.27%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPFST01	Perforadora STARSOL 8000	h	\$2,248.29	0.029710	\$66.80	72.26%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$66.80	0.100000	\$6.68	7.23%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$66.80	0.120000	\$8.02	8.68%
%MO	Herramienta menor	%	\$10.42	0.030000	\$0.31	0.34%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$10.42	0.020000	\$0.21	0.23%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$82.02	88.74%
Costo Directo:					\$92.44	
(* NOVENTA Y DOS PESOS 44/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0102	Análisis No.:	80			
Análisis:	PDFPST008		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 20 m en material Tipo II.						
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.004083	\$11.46	11.28%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$11.46	11.28%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPFST01	Perforadora STARSOL 8000	h	\$2,248.29	0.032668	\$73.45	72.26%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$73.45	0.100000	\$7.35	7.23%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$73.45	0.120000	\$8.81	8.67%
%MO	Herramienta menor	%	\$11.46	0.030000	\$0.34	0.33%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$11.46	0.020000	\$0.23	0.23%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$90.18	88.72%
Costo Directo:					\$101.64	
(* CIENTO UN PESOS 64/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0102	Análisis No.:	90			
Análisis:	PDFPST009		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 30 m en material Tipo II.						
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.004207	\$11.81	11.28%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$11.81	11.28%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPFST01	Perforadora STARSOL 8000	h	\$2,248.29	0.033659	\$75.68	72.26%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$75.68	0.100000	\$7.57	7.23%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$75.68	0.120000	\$9.08	8.67%
%MO	Herramienta menor	%	\$11.81	0.030000	\$0.35	0.33%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$11.81	0.020000	\$0.24	0.23%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$92.92	88.72%
Costo Directo:					\$104.73	
(* CIENTO CUATRO PESOS 73/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0102	Análisis No.:	100			
Análisis:	PDFPST010		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 10 m en material Tipo II.						
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.004625	\$12.98	11.28%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$12.98	11.28%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPFST01	Perforadora STARSOL 8000	h	\$2,248.29	0.036999	\$83.18	72.26%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$83.18	0.100000	\$8.32	7.23%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$83.18	0.120000	\$9.98	8.67%
%MO	Herramienta menor	%	\$12.98	0.030000	\$0.39	0.34%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$12.98	0.020000	\$0.26	0.23%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$102.13	88.73%
Costo Directo:					\$115.11	
(* CIENTO QUINCE PESOS 11/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0102	Análisis No.:	110			
Análisis:	PDFPST011		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 20 m en material Tipo II.						
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.005307	\$14.89	11.27%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$14.89	11.27%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPFST01	Perforadora STARSOL 8000	h	\$2,248.29	0.042454	\$95.45	72.26%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$95.45	0.100000	\$9.55	7.23%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$95.45	0.120000	\$11.45	8.67%
%MO	Herramienta menor	%	\$14.89	0.030000	\$0.45	0.34%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$14.89	0.020000	\$0.30	0.23%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$117.20	88.73%
Costo Directo:					\$132.09	
(* CIENTO TREINTA Y DOS PESOS 09/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0102	Análisis No.:	120			
Análisis:	PDFPST012		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 30 m en material Tipo II.						
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.005534	\$15.53	11.27%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$15.53	11.27%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPFST01	Perforadora STARSOL 8000	h	\$2,248.29	0.044272	\$99.54	72.27%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$99.54	0.100000	\$9.95	7.22%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$99.54	0.120000	\$11.94	8.67%
%MO	Herramienta menor	%	\$15.53	0.030000	\$0.47	0.34%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$15.53	0.020000	\$0.31	0.23%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$122.21	88.73%
Costo Directo:					\$137.74	
(* CIENTO TREINTA Y SIETE PESOS 74/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0102	Análisis No.:	130			
Análisis:	PDFPST013		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 10 m en material Tipo III.						
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.003916	\$10.99	11.28%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$10.99	11.28%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPFST01	Perforadora STARSOL 8000	h	\$2,248.29	0.031329	\$70.44	72.27%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$70.44	0.100000	\$7.04	7.22%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$70.44	0.120000	\$8.45	8.67%
%MO	Herramienta menor	%	\$10.99	0.030000	\$0.33	0.34%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$10.99	0.020000	\$0.22	0.23%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$86.48	88.73%
Costo Directo:					\$97.47	
(* NOVENTA Y SIETE PESOS 47/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0102	Análisis No.:	140			
Análisis:	PDFPST014		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 20 m en material Tipo III.						
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.005535	\$15.53	11.27%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$15.53	11.27%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPFST01	Perforadora STARSOL 8000	h	\$2,248.29	0.044284	\$99.56	72.26%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$99.56	0.100000	\$9.96	7.23%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$99.56	0.120000	\$11.95	8.67%
%MO	Herramienta menor	%	\$15.53	0.030000	\$0.47	0.34%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$15.53	0.020000	\$0.31	0.23%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$122.25	88.73%
Costo Directo:					\$137.78	
(* CIENTO TREINTA Y SIETE PESOS 78/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0102	Análisis No.:	150			
Análisis:	PDFPST015		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 30 m en material Tipo III.						
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.006075	\$17.05	11.28%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$17.05	11.28%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPFST01	Perforadora STARSOL 8000	h	\$2,248.29	0.048597	\$109.26	72.26%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$109.26	0.100000	\$10.93	7.23%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$109.26	0.120000	\$13.11	8.67%
%MO	Herramienta menor	%	\$17.05	0.030000	\$0.51	0.34%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$17.05	0.020000	\$0.34	0.22%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$134.15	88.72%
Costo Directo:					\$151.20	
(* CIENTO CINCUENTA Y UN PESOS 20/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0102	Análisis No.:	160			
Análisis:	PDFPST016		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 10 m en material Tipo III.						
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.004852	\$13.62	11.28%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$13.62	11.28%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPFST01	Perforadora STARSOL 8000	h	\$2,248.29	0.038817	\$87.27	72.26%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$87.27	0.100000	\$8.73	7.23%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$87.27	0.120000	\$10.47	8.67%
%MO	Herramienta menor	%	\$13.62	0.030000	\$0.41	0.34%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$13.62	0.020000	\$0.27	0.22%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$107.15	88.72%
Costo Directo:					\$120.77	
(* CIENTO VEINTE PESOS 77/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0102	Análisis No.:	170			
Análisis:	PDFPST017		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 20 m en material Tipo III.						
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.007125	\$20.00	11.28%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$20.00	11.28%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPFST01	Perforadora STARSOL 8000	h	\$2,248.29	0.057001	\$128.15	72.26%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$128.15	0.100000	\$12.82	7.23%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$128.15	0.120000	\$15.38	8.67%
%MO	Herramienta menor	%	\$20.00	0.030000	\$0.60	0.34%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$20.00	0.020000	\$0.40	0.23%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$157.35	88.73%
Costo Directo:					\$177.35	
(* CIENTO SETENTA Y SIETE PESOS 35/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0102	Análisis No.:	180			
Análisis:	PDFPST018		m	1		
Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 30 m en material Tipo III.						
MANO DE OBRA						
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.007884	\$22.13	11.28%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$22.13	11.28%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPFST01	Perforadora STARSOL 8000	h	\$2,248.29	0.063068	\$141.80	72.26%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$141.80	0.100000	\$14.18	7.23%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$141.80	0.120000	\$17.02	8.67%
%MO	Herramienta menor	%	\$22.13	0.030000	\$0.66	0.34%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$22.13	0.020000	\$0.44	0.22%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$174.10	88.72%
Costo Directo:					\$196.23	
(* CIENTO NOVENTA Y SEIS PESOS 23/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A02	Análisis No.:	10		CAC001	
Análisis:	CADFP001		t	1		
Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas.						
MATERIALES						
MAVAR42001	Varilla fy=4200 kg/cm2	kg	\$12.81	1,100.00	\$14,091.00	78.57%
MAALRE1801	Alambre recocido No.18	kg	\$16.26	33.000000	\$536.58	2.99%
SUBTOTAL:	MATERIALES				\$14,627.58	81.56%
MANO DE OBRA						
MOCP-25	Cuadrilla habilitado de acero	JOR	\$949.45	2.500000	\$2,373.63	13.23%
MOCP-20	Cuadrilla grúa	JOR	\$2,501.41	0.100000	\$250.14	1.39%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$2,623.77	14.62%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPF1015	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de 112 hp 40.5 ton (draga 1.15 m3) Mot. Rolls Royce pluma 30.5 m (prod. nal.)	h	\$566.27	0.800000	\$453.02	2.53%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$453.02	0.100000	\$45.30	0.25%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$453.02	0.120000	\$54.36	0.30%
%MO	Herramienta menor	%	\$2,623.77	0.030000	\$78.71	0.44%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$2,623.77	0.020000	\$52.48	0.29%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$683.87	3.81%
Costo Directo:					\$17,935.22	

(* DIECISIETE MIL NOVECIENTOS TREINTA Y CINCO PESOS 22/100 M.N. *)

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A02	Análisis No.:	20			
Análisis:	CADFPSTS01		t	1		
Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas con el equipo STARSOL.						
MATERIALES						
MAVAR42001	Varilla fy=4200 kg/cm2	kg	\$12.81	1,100.00	\$14,091.00	78.53%
MAALRE1801	Alambre recocido No.18	kg	\$16.26	33.000000	\$536.58	2.99%
SUBTOTAL: MATERIALES					\$14,627.58	81.52%
MANO DE OBRA						
MOCP-25	Cuadrilla habilitado de acero	JOR	\$949.45	2.500000	\$2,373.63	13.23%
MOCP-20	Cuadrilla grúa	JOR	\$2,501.41	0.050000	\$125.07	0.70%
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.016667	\$46.77	0.26%
SUBTOTAL: MANO DE OBRA					\$2,545.47	14.19%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPF1015	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de 112 hp 40.5 ton (draga 1.15 m3) Mot. Rolls Royce pluma 30.5 m (prod. nal.)	h	\$566.27	0.400000	\$226.51	1.26%
EQPFST01	Perforadora STARSOL 8000	h	\$2,248.29	0.133333	\$299.77	1.67%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$526.28	0.100000	\$52.63	0.29%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$526.28	0.120000	\$63.15	0.35%
%MO	Herramienta menor	%	\$2,545.47	0.030000	\$76.36	0.43%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$2,545.47	0.020000	\$50.91	0.28%
SUBTOTAL: EQUIPO Y HERRAMIENTA					\$769.33	4.28%
Costo Directo:					\$17,942.38	

(* DIECISIETE MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y DOS PESOS 38/100 M.N. *)

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A03	Análisis No.:	10		CAC002	
Análisis:	CCDFP001		m³	1		
Suministro y colocación de concreto premezclado de f'c=250kg/cm2, con revenimiento de 20 cm, en pilas con diámetro de 60 cm, utilizando sistema tremie.						
MATERIALES						
MACP250RN	Concreto premezclado RN f'c=250 kg/cm2 agregado máximo 3/4" (A)	m³	\$1,024.53	1.120000	\$1,147.47	75.76%
SUBTOTAL:	MATERIALES				\$1,147.47	75.76%
MANO DE OBRA						
MOCP-20	Cuadrilla grúa	JOR	\$2,501.41	0.040500	\$101.31	6.69%
MOCP-45	Cuadrilla concreto	JOR	\$772.28	0.040500	\$31.28	2.07%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$132.59	8.76%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPF1015	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de 112 hp 40.5 ton (draga 1.15 m3) Mot. Rolls Royce pluma 30.5 m (prod. nal.)	h	\$566.27	0.323600	\$183.24	12.10%
EQPF1060	Tubo tremie 20 m	h	\$74.05	0.323600	\$23.96	1.58%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$207.20	0.100000	\$20.72	1.37%
%MO	Herramienta menor	%	\$132.59	0.030000	\$3.98	0.26%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$132.59	0.020000	\$2.65	0.17%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$234.55	15.48%
Costo Directo:					\$1,514.61	
(* UN MIL QUINIENTOS CATORCE PESOS 61/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A03	Análisis No.:	20		CAC003	
Análisis:	CCDFP002		m³	1		
Suministro y colocación de concreto premezclado de f'c=250kg/cm2, con revenimiento de 20 cm, en pilas con diámetro de 80 cm, utilizando sistema tremie.						
MATERIALES						
MACP250RN	Concreto premezclado RN f'c=250 kg/cm2 agregado máximo 3/4" (A)	m³	\$1,024.53	1.120000	\$1,147.47	79.55%
SUBTOTAL:	MATERIALES				\$1,147.47	79.55%
MANO DE OBRA						
MOCP-20	Cuadrilla grúa	JOR	\$2,501.41	0.032500	\$81.30	5.64%
MOCP-45	Cuadrilla concreto	JOR	\$772.28	0.032500	\$25.10	1.74%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$106.40	7.38%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$166.55	0.100000	\$16.66	1.16%
EQPF1015	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de 112 hp 40.5 ton (draga 1.15 m3) Mot. Rolls Royce pluma 30.5 m (prod. nal.)	h	\$566.27	0.260100	\$147.29	10.21%
EQPF1060	Tubo tremie 20 m	h	\$74.05	0.260100	\$19.26	1.34%
%MO	Herramienta menor	%	\$106.40	0.030000	\$3.19	0.22%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$106.40	0.020000	\$2.13	0.15%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$188.53	13.08%
Costo Directo:					\$1,442.40	

(* UN MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y DOS PESOS 40/100 M.N. *)

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A03	Análisis No.:	30			
Análisis:	CCDFPSTS01		m³	1		
Suministro y colocación de concreto premezclado, clase "A" de f'c=250kg/cm2, bombeado, con revenimiento, superfluidizante, colado, mano de obra, equipo y herramienta.						
MATERIALES						
MACP250RN	Concreto premezclado RN f'c=250 kg/cm2 agregado máximo 3/4" (A)	m³	\$1,024.53	1.120000	\$1,147.47	77.58%
MABOMBAC02	Bombeo c/bomba estacionaria de 16 a 30m	m³	\$120.00	1.120000	\$134.40	9.09%
SUBTOTAL:	MATERIALES				\$1,281.87	86.67%
MANO DE OBRA						
MOCP-45	Cuadrilla concreto	JOR	\$772.28	0.007675	\$5.93	0.40%
MOCP-35	Cuadrilla perforación	JOR	\$2,806.37	0.007675	\$21.54	1.46%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$27.47	1.86%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPFST01	Perforadora STARSOL 8000	h	\$2,248.29	0.061402	\$138.05	9.33%
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	\$138.05	0.100000	\$13.81	0.93%
%EQ002	% sobre maquinaria (herramienta de perforación e hincado)	%	\$138.05	0.120000	\$16.57	1.12%
%MO	Herramienta menor	%	\$27.47	0.030000	\$0.82	0.06%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$27.47	0.020000	\$0.55	0.04%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$169.80	11.48%
Costo Directo:					\$1,479.14	

(* UN MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y NUEVE PESOS 14/100 M.N. *)

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A04	Análisis No.:	10		FBT004	
Análisis:	EBDFP004		m ³	1		
Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación dosificado al 10.00%.						
MATERIALES						
MABENTSC01	Bentonita en saco	t	\$1,215.45	0.130000	\$158.01	43.90%
MAAGUAPA01	Agua en pipa para construcción	m ³	\$65.00	1.300000	\$84.50	23.47%
SUBTOTAL:	MATERIALES				\$242.51	67.37%
MANO DE OBRA						
MOCP-05	Cuadrilla bentonita	JOR	\$1,674.66	0.040000	\$66.99	18.61%
SUBTOTAL:	MANO DE OBRA				\$66.99	18.61%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
EQPF1035	Mezcladora de bentonita de lodos	h	\$147.21	0.320000	\$47.11	13.09%
	"SOILMEC" 10-12 capacidad 10m3/hr					
%MO	Herramienta menor	%	\$66.99	0.030000	\$2.01	0.56%
%MO4	Equipo de seguridad	%	\$66.99	0.020000	\$1.34	0.37%
SUBTOTAL:	EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$50.46	14.02%
Costo Directo:					\$359.96	

(* TRESCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE PESOS 96/100 M.N. *)

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0501	Análisis No.:	10			
Análisis:	DFP00I06010		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 10 m en material Tipo I, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PFDFP001	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 10 m en materiales Tipo I.	m	\$486.58	10.000000	\$4,865.80	29.94%
EBDFP004	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación dosificado al 10.00%.	m³	\$359.96	2.827433	\$1,017.76	6.26%
CADFP001	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas.	t	\$17,935.22	0.339292	\$6,085.28	37.44%
CCDFP001	Suministro y colocación de concreto premezclado de f'c=250kg/cm2, con revenimiento de 20 cm, en pilas con diámetro de 60 cm, utilizando sistema tremie.	m³	\$1,514.61	2.827433	\$4,282.46	26.35%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$16,251.30	99.99%
Costo Directo:					\$16,251.30	
(* DIECISEIS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y UN PESOS 30/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0501	Análisis No.:		20		
Análisis:	DFP00106020		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 20 m en material Tipo I, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PFDFP002	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 20 m en materiales Tipo I.	m	\$517.16	20.000000	\$10,343.20	31.23%
EBDFP004	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación dosificado al 10.00%.	m³	\$359.96	5.654867	\$2,035.53	6.15%
CADFP001	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas.	t	\$17,935.22	0.678584	\$12,170.55	36.75%
CCDFP001	Suministro y colocación de concreto premezclado de f'c=250kg/cm2, con revenimiento de 20 cm, en pilas con diámetro de 60 cm, utilizando sistema tremie.	m³	\$1,514.61	5.654867	\$8,564.92	25.86%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$33,114.20	99.99%
Costo Directo:					\$33,114.20	
(* TREINTA Y TRES MIL CIENTO CATORCE PESOS 20/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0501	Análisis No.:		30		
Análisis:	DFP00106030		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 30 m en material Tipo I, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PFDFP003	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 30 m en materiales Tipo I.	m	\$528.53	30.000000	\$15,855.90	31.70%
EBDFP004	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación dosificado al 10.00%.	m³	\$359.96	8.482300	\$3,053.29	6.11%
CADFP001	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas.	t	\$17,935.22	1.017876	\$18,255.83	36.50%
CCDFP001	Suministro y colocación de concreto premezclado de f'c=250kg/cm2, con revenimiento de 20 cm, en pilas con diámetro de 60 cm, utilizando sistema tremie.	m³	\$1,514.61	8.482300	\$12,847.38	25.69%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$50,012.40	100.00%
Costo Directo:					\$50,012.40	
(* CINCUENTA MIL DOCE PESOS 40/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0501	Análisis No.:		40		
Análisis:	DFP0106010		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 10 m en material Tipo II, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PFDFP007	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 10 m en material Tipo II.	m	\$552.56	10.000000	\$5,525.60	32.67%
EBDFP004	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación dosificado al 10.00%.	m³	\$359.96	2.827433	\$1,017.76	6.02%
CADFP001	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas.	t	\$17,935.22	0.339292	\$6,085.28	35.98%
CCDFP001	Suministro y colocación de concreto premezclado de f'c=250kg/cm2, con revenimiento de 20 cm, en pilas con diámetro de 60 cm, utilizando sistema tremie.	m³	\$1,514.61	2.827433	\$4,282.46	25.32%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$16,911.10	99.99%
Costo Directo:					\$16,911.10	
(* DIECISEIS MIL NOVECIENTOS ONCE PESOS 10/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0501	Análisis No.:	50			
Análisis:	DFP01106020		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 20 m en material Tipo II, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PFDFF008	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 20 m en material Tipo II.	m	\$604.12	20.000000	\$12,082.40	34.67%
EBDFP004	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación dosificado al 10.00%.	m³	\$359.96	5.654867	\$2,035.53	5.84%
CADFP001	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas.	t	\$17,935.22	0.678584	\$12,170.55	34.92%
CCDFP001	Suministro y colocación de concreto premezclado de f'c=250kg/cm2, con revenimiento de 20 cm, en pilas con diámetro de 60 cm, utilizando sistema tremie.	m³	\$1,514.61	5.654867	\$8,564.92	24.57%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$34,853.40	100.00%
Costo Directo:					\$34,853.40	
(* TREINTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y TRES PESOS 40/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0501	Análisis No.:	60			
Análisis:	DFP0106030		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 30 m en material Tipo II, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PFD009	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 30 m en material Tipo II.	m	\$621.41	30.000000	\$18,642.30	35.31%
EBD004	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación dosificado al 10.00%.	m³	\$359.96	8.482300	\$3,053.29	5.78%
CAD001	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas.	t	\$17,935.22	1.017876	\$18,255.83	34.58%
CCD001	Suministro y colocación de concreto premezclado de f'c=250kg/cm2, con revenimiento de 20 cm, en pilas con diámetro de 60 cm, utilizando sistema tremie.	m³	\$1,514.61	8.482300	\$12,847.38	24.33%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$52,798.80	100.00%
Costo Directo:					\$52,798.80	
(* CINCUENTA Y DOS MIL SETECIENTOS NOVENTA Y OCHO PESOS 80/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0501	Análisis No.:	70			
Análisis:	DFP006010		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 10 m en material Tipo III, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.						
Tipo 9						
PFDFP013	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 10 m en material Tipo III.	m	\$580.79	10.000000	\$5,807.90	33.78%
EBDFP004	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación dosificado al 10.00%.	m ³	\$359.96	2.827433	\$1,017.76	5.92%
CADFP001	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas.	t	\$17,935.22	0.339292	\$6,085.28	35.39%
CCDFP001	Suministro y colocación de concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² , con revenimiento de 20 cm, en pilas con diámetro de 60 cm, utilizando sistema tremie.	m ³	\$1,514.61	2.827433	\$4,282.46	24.91%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$17,193.40	100.00%
Costo Directo:					\$17,193.40	
(* DIECISIETE MIL CIENTO NOVENTA Y TRES PESOS 40/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0501	Análisis No.:	80			
Análisis:	DFPIII06020		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 20 m en material Tipo III, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PFDFF014	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 20 m en material Tipo III.	m	\$806.64	20.000000	\$16,132.80	41.47%
EBDFP004	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación dosificado al 10.00%.	m³	\$359.96	5.654867	\$2,035.53	5.23%
CADFP001	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas.	t	\$17,935.22	0.678584	\$12,170.55	31.28%
CCDFP001	Suministro y colocación de concreto premezclado de f'c=250kg/cm2, con revenimiento de 20 cm, en pilas con diámetro de 60 cm, utilizando sistema tremie.	m³	\$1,514.61	5.654867	\$8,564.92	22.02%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$38,903.80	100.00%
Costo Directo:					\$38,903.80	
(* TREINTA Y OCHO MIL NOVECIENTOS TRES PESOS 80/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0501	Análisis No.:	90			
Análisis:	DFPIII06030		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 30 m en material Tipo III, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PFDFF015	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 60 cm y profundidad de 30 m en material Tipo III.	m	\$881.86	30.000000	\$26,455.80	43.65%
EBDFP004	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación dosificado al 10.00%.	m³	\$359.96	8.482300	\$3,053.29	5.04%
CADFP001	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas.	t	\$17,935.22	1.017876	\$18,255.83	30.12%
CCDFP001	Suministro y colocación de concreto premezclado de f'c=250kg/cm2, con revenimiento de 20 cm, en pilas con diámetro de 60 cm, utilizando sistema tremie.	m³	\$1,514.61	8.482300	\$12,847.38	21.20%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$60,612.30	100.01%
Costo Directo:					\$60,612.30	
(* SESENTA MIL SEISCIENTOS DOCE PESOS 30/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0502	Análisis No.:	10			
Análisis:	DFP00I08010		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 10 m en material Tipo I, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PFD004	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 10 m en material Tipo I.	m	\$582.79	10.000000	\$5,827.90	22.36%
EBD004	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación dosificado al 10.00%.	m³	\$359.96	5.026548	\$1,809.36	6.94%
CAD001	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas.	t	\$17,935.22	0.603186	\$10,818.27	41.50%
CCD001	Suministro y colocación de concreto premezclado de f'c=250kg/cm2, con revenimiento de 20 cm, en pilas con diámetro de 60 cm, utilizando sistema tremie.	m³	\$1,514.61	5.026548	\$7,613.26	29.20%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$26,068.79	100.00%
Costo Directo:					\$26,068.79	
(* VEINTISEIS MIL SESENTA Y OCHO PESOS 79/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0502	Análisis No.:	20			
Análisis:	DFP00108020		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 20 m en material Tipo I, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PFDFF005	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 20 m en material Tipo I.	m	\$599.34	20.000000	\$11,986.80	22.85%
EBDFP004	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación dosificado al 10.00%.	m³	\$359.96	10.053097	\$3,618.71	6.90%
CADFP001	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas.	t	\$17,935.22	1.206372	\$21,636.55	41.24%
CCDFP001	Suministro y colocación de concreto premezclado de f'c=250kg/cm2, con revenimiento de 20 cm, en pilas con diámetro de 60 cm, utilizando sistema tremie.	m³	\$1,514.61	10.053097	\$15,226.52	29.02%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$52,468.58	100.01%
Costo Directo:					\$52,468.58	
(* CINCUENTA Y DOS MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y OCHO PESOS 58/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0502	Análisis No.:		30		
Análisis:	DFP00108030		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 30m en material Tipo I, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PFD006	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 30 m en material Tipo I.	m	\$604.57	30.000000	\$18,137.10	23.00%
EBD004	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación dosificado al 10.00%.	m ³	\$359.96	15.079645	\$5,428.07	6.88%
CAD001	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas.	t	\$17,935.22	1.809557	\$32,454.80	41.16%
CCD001	Suministro y colocación de concreto premezclado de f'c=250kg/cm2, con revenimiento de 20 cm, en pilas con diámetro de 60 cm, utilizando sistema tremie.	m ³	\$1,514.61	15.079645	\$22,839.78	28.96%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$78,859.75	100.00%
Costo Directo:					\$78,859.75	
(* SETENTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE PESOS 75/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0502	Análisis No.:	40			
Análisis:	DFP0II08010		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 10 m en material Tipo II, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PFDFF010	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 10 m en material Tipo II.	m	\$568.46	10.000000	\$5,684.60	21.93%
EBDFP004	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación dosificado al 10.00%.	m ³	\$359.96	5.026548	\$1,809.36	6.98%
CADFP001	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas.	t	\$17,935.22	0.603186	\$10,818.27	41.73%
CCDFP001	Suministro y colocación de concreto premezclado de f'c=250kg/cm2, con revenimiento de 20 cm, en pilas con diámetro de 60 cm, utilizando sistema tremie.	m ³	\$1,514.61	5.026548	\$7,613.26	29.37%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$25,925.49	100.01%
Costo Directo:					\$25,925.49	
(* VEINTICINCO MIL NOVECIENTOS VEINTICINCO PESOS 49/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0502	Análisis No.:	50			
Análisis:	DFP01108020		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 20 m en material Tipo II, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PFDFF011	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 20 m en material Tipo II.	m	\$705.24	20.000000	\$14,104.80	25.84%
EBDFP004	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación dosificado al 10.00%.	m³	\$359.96	10.053097	\$3,618.71	6.63%
CADFP001	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas.	t	\$17,935.22	1.206372	\$21,636.55	39.64%
CCDFP001	Suministro y colocación de concreto premezclado de f'c=250kg/cm2, con revenimiento de 20 cm, en pilas con diámetro de 60 cm, utilizando sistema tremie.	m³	\$1,514.61	10.053097	\$15,226.52	27.89%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$54,586.58	100.00%
Costo Directo:					\$54,586.58	
(* CINCUENTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS OCHENTA Y SEIS PESOS 58/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0502	Análisis No.:	60			
Análisis:	DFP01108030		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 30m en material Tipo II, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PFDFF012	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 30 m en material Tipo II.	m	\$733.47	30.000000	\$22,004.10	26.60%
EBDFP004	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación dosificado al 10.00%.	m³	\$359.96	15.079645	\$5,428.07	6.56%
CADFP001	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas.	t	\$17,935.22	1.809557	\$32,454.80	39.23%
CCDFP001	Suministro y colocación de concreto premezclado de f'c=250kg/cm2, con revenimiento de 20 cm, en pilas con diámetro de 60 cm, utilizando sistema tremie.	m³	\$1,514.61	15.079645	\$22,839.78	27.61%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$82,726.75	100.00%
Costo Directo:					\$82,726.75	
(* OCHENTA Y DOS MIL SETECIENTOS VEINTISEIS PESOS 75/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0502	Análisis No.:	70			
Análisis:	DFP1108010		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 10 m en material Tipo III, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PFDFP016	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 10 m en material Tipo III.	m	\$648.77	10.000000	\$6,487.70	24.27%
EBDFP004	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación dosificado al 10.00%.	m³	\$359.96	5.026548	\$1,809.36	6.77%
CADFP001	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas.	t	\$17,935.22	0.603186	\$10,818.27	40.47%
CCDFP001	Suministro y colocación de concreto premezclado de f'c=250kg/cm2, con revenimiento de 20 cm, en pilas con diámetro de 60 cm, utilizando sistema tremie.	m³	\$1,514.61	5.026548	\$7,613.26	28.48%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$26,728.59	99.99%
Costo Directo:					\$26,728.59	
(* VEINTISEIS MIL SETECIENTOS VEINTIOCHO PESOS 59/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0502	Análisis No.:	80			
Análisis:	DFPIII08020		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 20 m en material Tipo III, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.						
Tipo 9						
PFDFP017	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 20 m en material Tipo III.	m	\$931.10	20.000000	\$18,622.00	31.51%
EBDFP004	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación dosificado al 10.00%.	m ³	\$359.96	10.053097	\$3,618.71	6.12%
CADFP001	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas.	t	\$17,935.22	1.206372	\$21,636.55	36.61%
CCDFP001	Suministro y colocación de concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² , con revenimiento de 20 cm, en pilas con diámetro de 60 cm, utilizando sistema tremie.	m ³	\$1,514.61	10.053097	\$15,226.52	25.76%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$59,103.78	100.00%
Costo Directo:					\$59,103.78	
(* CINCUENTA Y NUEVE MIL CIENTO TRES PESOS 78/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0502	Análisis No.:	90			
Análisis:	DFPIII08030		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 30m en material Tipo III, utilizando ademe de lodo bentonítico dosificado al 10.00%, con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PFDFF018	Perforación para la fabricación de pilas con diámetro de 80 cm y profundidad de 30 m en material Tipo III.	m	\$1,025.31	30.000000	\$30,759.30	33.62%
EBDFP004	Suministro y elaboración de lodo bentonítico sin recuperación dosificado al 10.00%.	m³	\$359.96	15.079645	\$5,428.07	5.93%
CADFP001	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas.	t	\$17,935.22	1.809557	\$32,454.80	35.48%
CCDFP001	Suministro y colocación de concreto premezclado de f'c=250kg/cm2, con revenimiento de 20 cm, en pilas con diámetro de 60 cm, utilizando sistema tremie.	m³	\$1,514.61	15.079645	\$22,839.78	24.97%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$91,481.95	100.00%
Costo Directo:					\$91,481.95	
(* NOVENTA Y UN MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y UN PESOS 95/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0601	Análisis No.:	10			
Análisis:	STS00I06010		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 10 m en material Tipo I, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PDFDPST001	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 10 m en materiales Tipo I.	m	\$80.66	10.000000	\$806.60	7.28%
CADFPSTS01	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas con el equipo STARSOL.	t	\$17,942.38	0.339292	\$6,087.71	54.96%
CCDFPSTS01	Suministro y colocación de concreto premezclado, clase "A" de f'c=250kg/cm2, bombeado, con revenimiento, superfluidizante, colado, mano de obra, equipo y herramienta.	m³	\$1,479.14	2.827433	\$4,182.17	37.76%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$11,076.48	100.00%
Costo Directo:					\$11,076.48	
(* ONCE MIL SETENTA Y SEIS PESOS 48/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0601	Análisis No.:	20			
Análisis:	STS00I06020		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 20 m en material Tipo I, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PDFDPST002	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 20 m en materiales Tipo I.	m	\$86.11	20.000000	\$1,722.20	7.74%
CADFPSTS01	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas con el equipo STARSOL.	t	\$17,942.38	0.678584	\$12,175.41	54.69%
CCDFPSTS01	Suministro y colocación de concreto premezclado, clase "A" de f'c=250kg/cm2, bombeado, con revenimiento, superfluidizante, colado, mano de obra, equipo y herramienta.	m³	\$1,479.14	5.654867	\$8,364.34	37.57%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$22,261.95	100.00%
Costo Directo:					\$22,261.95	
(* VEINTIDOS MIL DOSCIENTOS SESENTA Y UN PESOS 95/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0601	Análisis No.:	30			
Análisis:	STS00I06030		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 30 m en material Tipo I, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PDFDPST003	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 30 m en materiales Tipo I.	m	\$88.15	30.000000	\$2,644.50	7.90%
CADFPSTS01	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas con el equipo STARSOL.	t	\$17,942.38	1.017876	\$18,263.12	54.59%
CCDFPSTS01	Suministro y colocación de concreto premezclado, clase "A" de f'c=250kg/cm2, bombeado, con revenimiento, superfluidizante, colado, mano de obra, equipo y herramienta.	m³	\$1,479.14	8.482300	\$12,546.51	37.50%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$33,454.13	99.99%
Costo Directo:					\$33,454.13	
(* TREINTA Y TRES MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO PESOS 13/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0601	Análisis No.:	40			
Análisis:	STS01106010		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 10 m en material Tipo II, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PDFDPST007	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 10 m en material Tipo II.	m	\$92.44	10.000000	\$924.40	8.26%
CADFPSTS01	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas con el equipo STARSOL.	t	\$17,942.38	0.339292	\$6,087.71	54.38%
CCDFPSTS01	Suministro y colocación de concreto premezclado, clase "A" de f'c=250kg/cm2, bombeado, con revenimiento, superfluidizante, colado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	\$1,479.14	2.827433	\$4,182.17	37.36%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$11,194.28	100.00%
Costo Directo:					\$11,194.28	
(* ONCE MIL CIENTO NOVENTA Y CUATRO PESOS 28/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0601	Análisis No.:	50			
Análisis:	STS01106020		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 20 m en material Tipo II, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PDFDPST008	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 20 m en material Tipo II.	m	\$101.64	20.000000	\$2,032.80	9.01%
CADFPSTS01	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas con el equipo STARSOL.	t	\$17,942.38	0.678584	\$12,175.41	53.94%
CCDFPSTS01	Suministro y colocación de concreto premezclado, clase "A" de f'c=250kg/cm2, bombeado, con revenimiento, superfluidizante, colado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	\$1,479.14	5.654867	\$8,364.34	37.06%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$22,572.55	100.01%
Costo Directo:					\$22,572.55	
(* VEINTIDOS MIL QUINIENTOS SETENTA Y DOS PESOS 55/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0601	Análisis No.:	60			
Análisis:	STS01106030		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 30 m en material Tipo II, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PDFDPST009	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 30 m en material Tipo II.	m	\$104.73	30.000000	\$3,141.90	9.25%
CADFPSTS01	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas con el equipo STARSOL.	t	\$17,942.38	1.017876	\$18,263.12	53.79%
CCDFPSTS01	Suministro y colocación de concreto premezclado, clase "A" de f'c=250kg/cm2, bombeado, con revenimiento, superfluidizante, colado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	\$1,479.14	8.482300	\$12,546.51	36.95%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$33,951.53	99.99%
Costo Directo:					\$33,951.53	

(* TREINTA Y TRES MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y UN PESOS 53/100 M.N. *)

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0601	Análisis No.:	70			
Análisis:	STSI06010		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 10 m en material Tipo III, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PDFPST013	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 10 m en material Tipo III.	m	\$97.47	10.000000	\$974.70	8.67%
CADFPSTS01	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas con el equipo STARSOL.	t	\$17,942.38	0.339292	\$6,087.71	54.14%
CCDFPSTS01	Suministro y colocación de concreto premezclado, clase "A" de f'c=250kg/cm2, bombeado, con revenimiento, superfluidizante, colado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	\$1,479.14	2.827433	\$4,182.17	37.19%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$11,244.58	100.00%
Costo Directo:					\$11,244.58	
(* ONCE MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y CUATRO PESOS 58/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0601	Análisis No.:	80			
Análisis:	STSI06020		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 20 m en material Tipo III, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm ² y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m ³ de concreto.						
Tipo 9						
PDFPST014	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 20 m en material Tipo III.	m	\$137.78	20.000000	\$2,755.60	11.83%
CADFPSTS01	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas con el equipo STARSOL.	t	\$17,942.38	0.678584	\$12,175.41	52.27%
CCDFPSTS01	Suministro y colocación de concreto premezclado, clase "A" de $f'c=250$ kg/cm ² , bombeado, con revenimiento, superfluidizante, colado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	\$1,479.14	5.654867	\$8,364.34	35.91%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$23,295.35	100.01%
Costo Directo:					\$23,295.35	
(* VEINTITRES MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y CINCO PESOS 35/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0601	Análisis No.:	90			
Análisis:	STSI06030		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 60 cm y longitud de 30 m en material Tipo III, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PDFPST015	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 60 cm y profundidad de 30 m en material Tipo III.	m	\$151.20	30.000000	\$4,536.00	12.83%
CADFPST01	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas con el equipo STARSOL.	t	\$17,942.38	1.017876	\$18,263.12	51.67%
CCDFPST01	Suministro y colocación de concreto premezclado, clase "A" de f'c=250kg/cm2, bombeado, con revenimiento, superfluidizante, colado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	\$1,479.14	8.482300	\$12,546.51	35.50%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$35,345.63	100.00%
Costo Directo:					\$35,345.63	
(* TREINTA Y CINCO MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y CINCO PESOS 63/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0602	Análisis No.:	10			
Análisis:	STS00I08010		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 10 m en material Tipo I, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PDFDPST004	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 10 m en material Tipo I.	m	\$107.28	10.000000	\$1,072.80	5.55%
CADFPSTS01	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas con el equipo STARSOL.	t	\$17,942.38	0.603186	\$10,822.59	55.99%
CCDFPSTS01	Suministro y colocación de concreto premezclado, clase "A" de f'c=250kg/cm2, bombeado, con revenimiento, superfluidizante, colado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	\$1,479.14	5.026548	\$7,434.97	38.46%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$19,330.36	100.00%
Costo Directo:					\$19,330.36	
(* DIECINUEVE MIL TRESCIENTOS TREINTA PESOS 36/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Partida: A0602 Análisis No.: 20

Análisis: STS00I08020 pza 1

Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 20 m en material Tipo I, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.

Tipo 9

PDFDPST005	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 20 m en material Tipo I.	m	\$111.13	20.000000	\$2,222.60	5.74%
CADFPSTS01	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas con el equipo STARSOL.	t	\$17,942.38	1.206372	\$21,645.18	55.88%
CCDFPSTS01	Suministro y colocación de concreto premezclado, clase "A" de f'c=250kg/cm2, bombeado, con revenimiento, superfluidizante, colado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	\$1,479.14	10.053097	\$14,869.94	38.39%

SUBTOTAL: Tipo 9 \$38,737.72 100.01%

Costo Directo: \$38,737.72

(* TREINTA Y OCHO MIL SETECIENTOS TREINTA Y SIETE PESOS 72/100 M.N. *)

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0602	Análisis No.:	30			
Análisis:	STS00I08030		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 30 m en material Tipo I, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PDFPST006	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 30 m en material Tipo I.	m	\$115.23	30.000000	\$3,456.90	5.94%
CADFPSTS01	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas con el equipo STARSOL.	t	\$17,942.38	1.809557	\$32,467.76	55.76%
CCDFPSTS01	Suministro y colocación de concreto premezclado, clase "A" de f'c=250kg/cm2, bombeado, con revenimiento, superfluidizante, colado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	\$1,479.14	15.079645	\$22,304.91	38.31%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$58,229.57	100.01%
Costo Directo:					\$58,229.57	

(* CINCUENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS VEINTINUEVE PESOS 57/100 M.N. *)

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0602	Análisis No.:	40			
Análisis:	STS01108010		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 10 m en material Tipo II, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PDFPST010	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 10 m en material Tipo II.	m	\$115.11	10.000000	\$1,151.10	5.93%
CADFPSTS01	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas con el equipo STARSOL.	t	\$17,942.38	0.603186	\$10,822.59	55.76%
CCDFPSTS01	Suministro y colocación de concreto premezclado, clase "A" de f'c=250kg/cm2, bombeado, con revenimiento, superfluidizante, colado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	\$1,479.14	5.026548	\$7,434.97	38.31%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$19,408.66	100.00%
Costo Directo:					\$19,408.66	
(* DIECINUEVE MIL CUATROCIENTOS OCHO PESOS 66/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0602	Análisis No.:	50			
Análisis:	STS01108020		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 20 m en material Tipo II, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PDFDPST011	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 20 m en material Tipo II.	m	\$132.09	20.000000	\$2,641.80	6.75%
CADFPSTS01	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas con el equipo STARSOL.	t	\$17,942.38	1.206372	\$21,645.18	55.28%
CCDFPSTS01	Suministro y colocación de concreto premezclado, clase "A" de f'c=250kg/cm2, bombeado, con revenimiento, superfluidizante, colado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	\$1,479.14	10.053097	\$14,869.94	37.98%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$39,156.92	100.01%
Costo Directo:					\$39,156.92	

(* TREINTA Y NUEVE MIL CIENTO CINCUENTA Y SEIS PESOS 92/100 M.N. *)

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0602	Análisis No.:	60			
Análisis:	STS01108030		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 30 m en material Tipo II, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PDFDPST012	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 30 m en material Tipo II.	m	\$137.74	30.000000	\$4,132.20	7.02%
CADFPSTS01	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas con el equipo STARSOL.	t	\$17,942.38	1.809557	\$32,467.76	55.12%
CCDFPSTS01	Suministro y colocación de concreto premezclado, clase "A" de f'c=250kg/cm2, bombeado, con revenimiento, superfluidizante, colado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	\$1,479.14	15.079645	\$22,304.91	37.87%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$58,904.87	100.01%
Costo Directo:					\$58,904.87	
(* CINCUENTA Y OCHO MIL NOVECIENTOS CUATRO PESOS 87/100 M.N. *)						

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0602	Análisis No.:	70			
Análisis:	STSI08010		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 10 m en material Tipo III, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PDFPST016	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 10 m en material Tipo III.	m	\$120.77	10.000000	\$1,207.70	6.20%
CADFPSTS01	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas con el equipo STARSOL.	t	\$17,942.38	0.603186	\$10,822.59	55.60%
CCDFPSTS01	Suministro y colocación de concreto premezclado, clase "A" de f'c=250kg/cm2, bombeado, con revenimiento, superfluidizante, colado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	\$1,479.14	5.026548	\$7,434.97	38.20%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$19,465.26	100.00%
Costo Directo:					\$19,465.26	

(* DIECINUEVE MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y CINCO PESOS 26/100 M.N. *)

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	A0602	Análisis No.:	80			
Análisis:	STSI08020		pza	1		
Fabricación de pilas de cimentación con diámetro de 80 cm y longitud de 20 m en material Tipo III, utilizando perforadora "STARSOL", con concreto premezclado de f'c=250 kg/cm2 y revenimiento de 20 cm, considerando 120 kg de acero de refuerzo por m3 de concreto.						
Tipo 9						
PDFPST017	Perforación para la fabricación de pilas STARSOL con diámetro de 80 cm y profundidad de 20 m en material Tipo III.	m	\$177.35	20.000000	\$3,547.00	8.85%
CADFPSTS01	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en pilas con el equipo STARSOL.	t	\$17,942.38	1.206372	\$21,645.18	54.03%
CCDFPSTS01	Suministro y colocación de concreto premezclado, clase "A" de f'c=250kg/cm2, bombeado, con revenimiento, superfluidizante, colado, mano de obra, equipo y herramienta.	m ³	\$1,479.14	10.053097	\$14,869.94	37.12%
SUBTOTAL:	Tipo 9				\$40,062.12	100.00%
Costo Directo:					\$40,062.12	
(* CUARENTA MIL SESENTA Y DOS PESOS 12/100 M.N. *)						

Anexo 4

**Listado de
materiales**

Listado de materiales

Código	Concepto	Unidad	Fecha	Cantidad	Precio	Importe	%Incidencia
1 MATERIALES							
MAAGUAPA01	Agua en pipa para construcción	m ³	09-Jun-2009	185.0832	\$65.00	\$12,030.41	0.84%
MAALRE1801	Alambre recocido No.18	kg	09-Jun-2009	1,185.66	\$16.26	\$19,278.89	1.35%
MABENTSC01	Bentonita en saco	t	09-Jun-2009	18.5083	\$1,215.45	\$22,495.93	1.57%
MABOMBAC02	Bombeo c/bomba estacionaria de 16 a 30m	m ³	09-Jun-2009	159.4563	\$120.00	\$19,134.75	1.34%
MABRADEM01	Brocal o ademe metálico	kg	09-Jun-2009	831.2787	\$18.34	\$15,245.65	1.06%
MACP250RN	Concreto premezclado RN f'c=250 kg/cm2	m ³	09-Jun-2009	320.0325	\$1,024.53	\$327,882.94	22.90%
MAVAR42001	Varilla fy=4200 kg/cm2	kg	09-Jun-2009	39,522.12	\$12.81	\$506,278.39	35.36%

Anexo 5

**Listado de
mano de obra**

Listado de mano de obra

Código	Concepto	Unidad	Fecha	Cantidad	Precio	Importe	%Incidencia
2 MANO DE OBRA							
MO001	Ayudante oficial	JOR	09-Jun-2009	210.5131	\$233.66	\$49,188.50	3.44%
MO002	Cabo de maniobras (Cimentación profunda)	JOR	09-Jun-2009	24.7684	\$520.81	\$12,899.65	0.90%
MO003	Cabo de oficios	JOR	09-Jun-2009	14.6772	\$506.60	\$7,435.45	0.52%
MO005	Maniobrista (Cimentación profunda)	JOR	09-Jun-2009	72.7033	\$304.96	\$22,171.60	1.55%
MO007	Oficial herrero	JOR	09-Jun-2009	89.8230	\$431.47	\$38,755.93	2.71%
MO008	Operador (Cimentación profunda)	JOR	09-Jun-2009	24.7684	\$1,370.68	\$33,949.60	2.37%
MO009	Operador equipo de bentonita	JOR	09-Jun-2009	5.6949	\$467.08	\$2,659.96	0.19%

Anexo 6

**Factor de
salario real**

Factor de salario real

DATOS PARA FASAR AÑO 2008

Prestaciones en especie(pensionados)	1.425
Prestaciones en dinero	0.95
Invalidez y vida	2.375
Cesantía en edad avanzada y vejez	4.275
Riesgos de trabajo	7.58875
Guarderías	1
Porcentaje de pagos a terceros	0
Salario Mínimo D.F.	54.8
Cuota Fija	20.4
Excedente de tres salarios mínimos	1.5
Límite superior grupo 1	25
Límite superior grupo 2	25

CÓDIGO MANO DE OBRA	Sn= SALARIO NOMINAL	FACTOR SALARIO INTEGRADO	FACTOR SALARIO REAL	DESCRIPCIÓN DE LA CATEGORÍA	Sn en Veces el salario del DF
MO001	132.74	1.045205	1.760315	Ayudante oficial	2.422228
MO002	304.56	1.045205	1.710055	Cabo de maniobras (Cimentación profunda)	5.55775
MO003	296.07	1.045205	1.711088	Cabo de oficios	5.402717
MO005	175.62	1.045205	1.736492	Maniobrista (Cimentación profunda)	3.204768
MO007	251.19	1.045205	1.717707	Oficial herrero	4.583719
MO008	812.23	1.045205	1.68755	Operador (Cimentación profunda)	14.821673
MO009	272.46	1.045205	1.714298	Operador equipo de bentonita	4.971885
MO010	327.91	1.045205	1.707493	Soldador	5.983693

Anexo 7

**Listado de
costos horarios,
equipo y herramienta**

Listado de equipo y herramienta

Código	Concepto	Unidad	Fecha	Cantidad	Precio	Importe	%Incidencia
3 EQUIPO Y HERRAMIENTA							
%EQ001	% sobre maquinaria (cables y accesorios)	%	09-Jun-2009			\$27,119.44	1.89%
%EQ002	% sobre maquinaria (perforación/hincado)	%	09-Jun-2009			\$28,983.20	2.02%
%MO	Herramienta menor	%	09-Jun-2009			\$5,011.94	0.35%
%MO4	Equipo de seguridad	%	09-Jun-2009			\$3,341.29	0.23%
EQPF1015	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de	h	09-Jun-2009	171.0143	\$566.27	\$96,840.26	6.76%
EQPF1035	Mezcladora de bentonita de lodos "SOILME	h	09-Jun-2009	45.5589	\$147.21	\$6,706.73	0.47%
EQPF1050	Perforadora para montar "SOILMEC" RT3/S	h	09-Jun-2009	103.9547	\$1,076.49	\$111,906.17	7.82%
EQPF1060	Tubo tremie 20 m	h	09-Jun-2009	46.3316	\$74.05	\$3,430.85	0.24%
EQPFST01	Perforadora STARSOL 8000	h	09-Jun-2009	26.2468	\$2,248.29	\$59,010.48	4.12%

Costos horarios

CODIGO:	EQPF1015		
MAQUINA:	Grúa convertible "LINK BELT" LS-108B de 112 hp 40.5 ton (draga 1.15 m3) Mot.. Rolls Royce pluma 30.5 m (prod. nal.)		
MODELO:		INDICADOR ECONOMICO DE REFERENCIA:	
CAPACIDAD:		Cetes	
PRECIO DE ADQUISICION:	\$3,412,500.00	VIDA ECONOMICA EN AÑOS:	15.00
PRECIO JUEGO LLANTAS:		HORAS POR AÑO (Hea):	1500 Hrs
EQUIPO ADICIONAL:		VIDA ECONOMICA (Ve):	22500 Hrs
VIDA ECONOMICA DE LLANTAS:	0 Hrs	POTENCIA NOMINAL	112 HP
PRECIO PZAS ESPECIALES. (Pe):		COSTO COMBUSTIBLE(Pc):	7.78 /Lts
VIDA ECONOMICA PZAS ESPEC.(Va):	0 Hrs	COSTO LUBRICANTE(Pa): ACEITE	42.15 /Lts
VALOR DE LA MAQUINA (Vm):	\$3,412,500.00	FACTOR DE OPERACION (Fo):	80.00%
VALOR DE RESCATE (Vr):	24%		\$819,000.00
TASA DE INTERES (i):	16%	POTENCIA DE OPERACION (Po):	89.60
PRIMA DE SEGUROS (s):	3%	FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko):	0.77
SALARIO REAL DEL OPERADOR(Sr):		COEFICIENTE COMBUSTIBLE(Fc):	0.1250
SALARIO POR OPERACION(So):		COEFICIENTE LUBRICANTE(Fa):	0.0019
HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO POR TURNO (Ht):		CAPACIDAD DEL CARTER (CC):	60.00
TIEMPO ENTRE CAMBIO DE LUBRICANTE(Ca):		FACTOR DE RENDIMIENTO (Fr):	1
CARGOS FIJOS		ACTIVA	
a).- DEPRECIACION..... $D = (Vm - Vr) / Ve = 3,412,500.00 - 819,000.00 / 22,500.00 =$			115.27
b).- INVERSION..... $Im = (Vm + Vr) * i / 2Hea = (3,412,500.00 + 819,000.00) * 0.16 / 2 * 1,500.00 =$			225.68
c).- SEGUROS..... $Sm = (Vm + Vr) * S / 2Hea = (3,412,500.00 + 819,000.00) * 0.03 / 2 * 1,500.00 =$			42.32
d).- MANTENIMIENTO.... $M = Ko * D = 0.77 * 115.27 =$			88.76
SUMA CARGOS FIJOS			472.03
CONSUMOS			
a).- COMBUSTIBLE..... $Co = Fc * Po * Pc = 0.125 * 89.60 * 7.78 =$			87.14
b).- OTRAS FUENTES DE ENERGIA:..... $= 0 * 0 =$			\$0
c).- LUBRICANTE:..... $Lb = [(Fa * Po) + CC / Ca] * Pa = [(0.0019 * 89.60) + 60 /] * 42.15 / Lt. =$			7.10
d).- LLANTAS:..... $N = Pn / Vn = \$0.00 / 0.00 =$			
e).- PIEZAS ESPECIALES:..... $Ae = Pe / Va =$			\$0.00 / 0 =
SUMA DE CONSUMOS			\$94.24
COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA			\$566.27

CODIGO:		EQPF1035	
MAQUINA:		Mezcladora de bentonita de lodos "SOILMEC" 10-12 capacidad 10m3/hr	
MODELO:		INDICADOR ECONOMICO DE REFERENCIA:	
CAPACIDAD:		Cetes	
PRECIO DE ADQUISICION:	\$303,849.00	VIDA ECONOMICA EN AÑOS:	5.00
PRECIO JUEGO LLANTAS:		HORAS POR AÑO (Hea):	1800 Hrs
EQUIPO ADICIONAL:		VIDA ECONOMICA (Ve):	9000 Hrs
VIDA ECONOMICA DE LLANTAS:	0 Hrs	POTENCIA NOMINAL	60 HP
PRECIO PZAS ESPECIALES. (Pe):		COSTO COMBUSTIBLE(Pc):	7.78 /Lts
VIDA ECONOMICA PZAS ESPEC.(Va):	0 Hrs	COSTO LUBRICANTE(Pa): ACEITE	42.15 /Lts
VALOR DE LA MAQUINA (Vm):	\$303,849.00	FACTOR DE OPERACION (Fo):	80.00%
VALOR DE RESCATE (Vr):	15%		\$45,577.35
TASA DE INTERES (i):	16%	POTENCIA DE OPERACION (Po):	48.00
PRIMA DE SEGUROS (s):	3%	FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko):	0.80
SALARIO REAL DEL OPERADOR(Sr):		COEFICIENTE COMBUSTIBLE(Fc):	0.1514
SALARIO POR OPERACION(So):		COEFICIENTE LUBRICANTE(Fa):	0.0035
HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO POR TURNO (Ht):		CAPACIDAD DEL CARTER (CC):	32.00
TIEMPO ENTRE CAMBIO DE LUBRICANTE(Ca):	100	FACTOR DE RENDIMIENTO (Fr):	1
CARGOS FIJOS		ACTIVA	
a).- DEPRECIACION..... $D = (Vm-Vr)/Ve = 303,849.00 - 45,577.35 / 9,000.00$			28.70
=			
b).- INVERSION..... $Im = (Vm+Vr) * i/2Hea = (303,849.00 + 45,577.35) * 0.16 /$			15.53
$2 * 1,800.00 =$			
c).- SEGUROS..... $Sm = (Vm+Vr) * S/2Hea = (303,849.00 + 45,577.35) * 0.03 / 2 * 1,800.00 =$			2.91
d).- MANTENIMIENTO.... $M = Ko * D = 0.80 * 28.70 =$			22.96
SUMA CARGOS FIJOS			70.10
CONSUMOS			
a).- COMBUSTIBLE..... $Co = Fc * Po * Pc = 0.1514 * 48.00 * 7.78 =$			56.54
b).- OTRAS FUENTES DE ENERGIA:..... $= 0 * 0 = \$0$			
c).- LUBRICANTE:..... $Lb = [(Fa * Po) + CC/Ca] * Pa = [(0.0035 * 48.00) + 32 / 100] *$			20.57
$\$42.15/Lt. =$			
d).- LLANTAS:..... $N = Pn/Vn = \$0.00 / 0.00 =$			
e).- PIEZAS ESPECIALES:..... $Ae = Pe/Va = \$0.00 / 0 =$			
SUMA DE CONSUMOS			\$77.11
COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA			\$147.21

CODIGO:		EQPF1050	
MAQUINA:		Perforadora para montar "SOILMEC" RT3/S de 175 h.p. de 50m. 21,000 kg-m	
MODELO:		INDICADOR ECONOMICO DE REFERENCIA:	
CAPACIDAD:		Cetes	
PRECIO DE ADQUISICION:	\$4,035,126.15	VIDA ECONOMICA EN AÑOS:	7.00
PRECIO JUEGO LLANTAS:		HORAS POR AÑO (Hea):	1450 Hrs
EQUIPO ADICIONAL:		VIDA ECONOMICA (Ve):	10150 Hrs
VIDA ECONOMICA DE LLANTAS:	0 Hrs	POTENCIA NOMINAL	175 HP
PRECIO PZAS ESPECIALES. (Pe):		COSTO COMBUSTIBLE(Pc):	7.78 /Lts
VIDA ECONOMICA PZAS ESPEC.(Va):	0 Hrs	COSTO LUBRICANTE(Pa): ACEITE	42.15 /Lts
VALOR DE LA MAQUINA (Vm):	\$4,035,126.15	FACTOR DE OPERACION (Fo):	80.00%
VALOR DE RESCATE (Vr):	12%		\$484,215.14
TASA DE INTERES (i):	16%	POTENCIA DE OPERACION (Po):	140.00
PRIMA DE SEGUROS (s):	3%	FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko):	0.75
SALARIO REAL DEL OPERADOR(Sr):		COEFICIENTE COMBUSTIBLE(Fc):	0.1250
SALARIO POR OPERACION(So):		COEFICIENTE LUBRICANTE(Fa):	0.0035
HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO POR TURNO (Ht):		CAPACIDAD DEL CARTER (CC):	54.00
TIEMPO ENTRE CAMBIO DE LUBRICANTE(Ca):	200	FACTOR DE RENDIMIENTO (Fr):	1
CARGOS FIJOS		ACTIVA	
a).- DEPRECIACION..... $D = (Vm-Vr)/Ve = 4,035,126.15 - 484,215.14 / 10,150.00 =$		349.84	
b).- INVERSION..... $Im = (Vm+Vr) * i/2Hea = (4,035,126.15 + 484,215.14) * 0.16 / 2 * 1,450.00 =$		249.34	
c).- SEGUROS..... $Sm = (Vm+Vr) * S/2Hea = (4,035,126.15 + 484,215.14) * 0.03 / 2 * 1,450.00 =$		46.75	
d).- MANTENIMIENTO.... $M = Ko * D = 0.75 * 349.84 =$		262.38	
SUMA CARGOS FIJOS		908.31	
CONSUMOS			
a).- COMBUSTIBLE..... $Co = Fc * Po * Pc = 0.125 * 140.00 * 7.78 =$		136.15	
b).- OTRAS FUENTES DE ENERGIA:..... $= 0 * 0 =$		\$0	
c).- LUBRICANTE:..... $Lb = [(Fa * Po) + CC/Ca] * Pa = [(0.0035 * 140.00) + 54 / 200] * 42.15/Lt. =$		32.03	
d).- LLANTAS:..... $N = Pn/Vn = \$0.00 / 0.00 =$			
e).- PIEZAS ESPECIALES:..... $Ae = Pe/Va =$		\$0.00 / 0 =	
SUMA DE CONSUMOS		\$168.18	
COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA		\$1,076.49	

CODIGO:	EQPF1060		
MAQUINA:	Tubo tremie 20 m		
MODELO:		INDICADOR ECONOMICO DE REFERENCIA:	
CAPACIDAD:		Cetes	
PRECIO DE ADQUISICION:	\$140,238.00	VIDA ECONOMICA EN AÑOS:	2.00
PRECIO JUEGO LLANTAS:		HORAS POR AÑO (Hea):	1600 Hrs
EQUIPO ADICIONAL:		VIDA ECONOMICA (Ve):	3200 Hrs
VIDA ECONOMICA DE LLANTAS:	0 Hrs	POTENCIA NOMINAL	0 HP
PRECIO PZAS ESPECIALES. (Pe):		COSTO COMBUSTIBLE(Pc):	0 /Lts
VIDA ECONOMICA PZAS ESPEC.(Va):	0 Hrs	COSTO LUBRICANTE(Pa): ACEITE	0 /Lts
VALOR DE LA MAQUINA (Vm):	\$140,238.00	FACTOR DE OPERACION (Fo):	100.00%
VALOR DE RESCATE (Vr):			
TASA DE INTERES (i):	16%	POTENCIA DE OPERACION (Po):	
PRIMA DE SEGUROS (s):	3%	FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko):	0.50
SALARIO REAL DEL OPERADOR(Sr):		COEFICIENTE COMBUSTIBLE(Fc):	
SALARIO POR OPERACION(So):		COEFICIENTE LUBRICANTE(Fa):	
HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO POR TURNO (Ht):		CAPACIDAD DEL CARTER (CC):	
TIEMPO ENTRE CAMBIO DE LUBRICANTE(Ca):		FACTOR DE RENDIMIENTO (Fr):	1
CARGOS FIJOS		ACTIVA	
a).- DEPRECIACION..... $D = (Vm - Vr) / Ve = 140,238.00 - 0.00 / 3,200.00 =$			43.82
b).- INVERSION..... $Im = (Vm + Vr) * i / 2Hea = (140,238.00 + 0.00) * 0.16 / 2 *$ $1,600.00 =$			7.01
c).- SEGUROS..... $Sm = (Vm + Vr) * S / 2Hea = (140,238.00 + 0.00) * 0.03 / 2 *$ $1,600.00 =$			1.31
d).- MANTENIMIENTO.... $M = Ko * D = 0.50 * 43.82 =$			21.91
SUMA CARGOS FIJOS			74.05
CONSUMOS			
a).- COMBUSTIBLE..... $Co = Fc * Po * Pc = 0 * .00 * 0 =$			
b).- OTRAS FUENTES DE ENERGIA:..... $= 0 * 0 =$ $= \$0$			
c).- LUBRICANTE:..... $Lb = [(Fa * Po) + CC / Ca] * Pa = [(0.0000 * .00) + 0 /] *$ $\$0 / Lt. =$			
d).- LLANTAS:..... $N = Pn / Vn = \$0.00 / 0.00 =$			
e).- PIEZAS ESPECIALES:..... $Ae = Pe / Va =$ $\$0.00 / 0 =$			
SUMA DE CONSUMOS			
COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA			\$74.05

CODIGO:	EQPFST01		
MAQUINA:	Perforadora STARSOL 8000		
MODELO:		INDICADOR ECONOMICO DE REFERENCIA:	
CAPACIDAD:		Cetes	
PRECIO DE ADQUISICION:	\$11,643,114.00	VIDA ECONOMICA EN AÑOS:	15.00
PRECIO JUEGO LLANTAS:		HORAS POR AÑO (Hea):	1250 Hrs
EQUIPO ADICIONAL:		VIDA ECONOMICA (Ve):	18750 Hrs
VIDA ECONOMICA DE LLANTAS:	0 Hrs	POTENCIA NOMINAL	175 HP
PRECIO PZAS ESPECIALES. (Pe):		COSTO COMBUSTIBLE(Pc):	7.78 /Lts
VIDA ECONOMICA PZAS ESPEC.(Va):	0 Hrs	COSTO LUBRICANTE(Pa): ACEITE	42.15 /Lts
VALOR DE LA MAQUINA (Vm):	\$11,643,114.00	FACTOR DE OPERACION (Fo):	80.00%
VALOR DE RESCATE (Vr):	24%		\$2,794,347.36
TASA DE INTERES (i):	16%	POTENCIA DE OPERACION (Po):	140.00
PRIMA DE SEGUROS (s):	3%	FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko):	0.77
SALARIO REAL DEL OPERADOR(Sr):		COEFICIENTE COMBUSTIBLE(Fc):	0.2500
SALARIO POR OPERACION(So):		COEFICIENTE LUBRICANTE(Fa):	0.0054
HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO POR TURNO (Ht):		CAPACIDAD DEL CARTER (CC):	54.00
TIEMPO ENTRE CAMBIO DE LUBRICANTE(Ca):	200	FACTOR DE RENDIMIENTO (Fr):	1
CARGOS FIJOS		ACTIVA	
<hr/>			
a).- DEPRECIACION.....D = (Vm-Vr)/Ve = 11,643,114.00 - 2,794,347.36 / 18,750.00			471.93
=			
b).- INVERSION.....Im = (Vm+Vr) * i/2Hea = (11,643,114.00 + 2,794,347.36) *			924.00
0.16 / 2 * 1,250.00 =			
c).- SEGUROS.....Sm = (Vm+Vr) * S/2Hea = (11,643,114.00 + 2,794,347.36)			173.25
* 0.03 / 2 * 1,250.00 =			
d).- MANTENIMIENTO....M = Ko * D = 0.77 *			363.39
471.93 =			
SUMA CARGOS FIJOS			1,932.57
<hr/>			
CONSUMOS			
a).- COMBUSTIBLE..... Co = Fc * Po * Pc = 0.25 * 140.00 * 7.78 =			272.30
b).- OTRAS FUENTES DE ENERGIA:.....: = 0 * 0			
= \$0			
c).- LUBRICANTE:.....Lb = [(Fa * Po) + CC/Ca] * Pa = [(0.0054 * 140.00) + 54 / 200] *			43.42
\$42.15/Lt. =			
d).- LLANTAS:.....N = Pn/Vn = \$0.00 / 0.00 =			
e).- PIEZAS ESPECIALES:.....Ae = Pe/Va =			
\$0.00 / 0 =			
SUMA DE CONSUMOS			\$315.72
<hr/>			
COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA			\$2,248.29

Anexo 8

**Compendio
Fotográfico**



Fig. 8.1 Trabajos preliminares, mejoramiento de suelo en la superficie de trabajo



Fig. 8.2 Trabajos preliminares, montaje de la barra deslizadora



Fig. 8.3 Trabajos preliminares, montaje del bote limpiador



Fig. 8.4 Trabajos preliminares, instalación de la cabina



Fig. 8.5 Trabajos preliminares, instalación de sensores y mangueras



Fig. 8.6 Trabajos preliminares, montaje de la barrena helicoidal



Fig. 8.7 Alineamiento y nivelación, movilización de maquinaria al sitio de perforación



Fig. 8.8 Alineamiento y nivelación, posicionamiento y nivelación de la maquinaria



Fig. 8.9 Habilitado del acero de refuerzo, almacenaje



Fig. 8.10 Habilitado del acero de refuerzo, descarga en patio de fabricación



Fig. 8.11 Habilitado del acero de refuerzo, uso de soldadura



Fig. 8.12 Habilitado del acero de refuerzo, patio de fabricación



Fig. 8.13 Habilitado del acero de refuerzo, posicionamiento para izaje



Fig. 8.14 Habilitado del acero de refuerzo, producto terminado



Fig. 8.15 Perforación, inicio del proceso



Fig. 8.16 Perforación, penetración de la helicoidal dentro del suelo



Fig. 8.17 Perforación, introducción completa del a helicoidal, termino de penetración



Fig. 8.18 Inyección de concreto, inicio de inyección



Fig. 8.19 Inyección de concreto, izaje y limpieza de helicoidal



Fig. 8.20 Inyección de concreto, izaje y limpieza de helicoidal



Fig. 8.21 Inyección de concreto, terminación de colado



Fig. 8.22 Inyección de concreto, terminación de colado y movilización de barrena



Fig. 8.23 Colocación del vibrador, preparación del acero de refuerzo para recibir el vibrador



Fig. 8.24 Colocación del vibrador, introducción del vibrador dentro del acero



Fig. 8.25 Colocación del vibrador, acoplamiento del vibrador con el acero



Fig. 8.26 Colocación del vibrador, preparación de los puntos de izaje en el acero



Fig. 8.27 Colocación del brocal, limpieza alrededor de la pila



Fig. 8.28 Colocación del brocal, movilización del brocal al sitio de introducción



Fig. 8.29 Colocación del brocal, localización de la pila



Fig. 8.30 Colocación del brocal, introducción del brocal dentro de la pila



Fig. 8.31 Izado y alineamiento del acero, izado con grúa

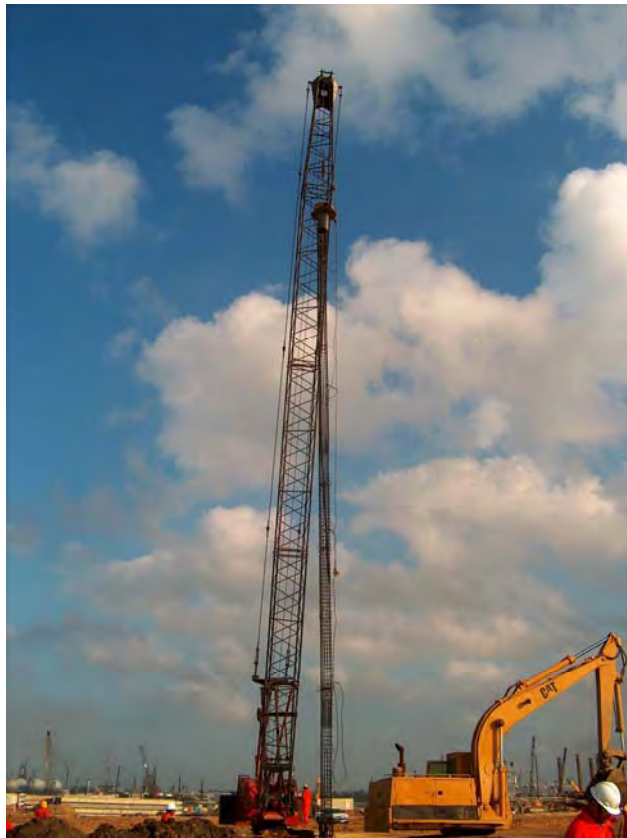


Fig. 8.32 Izado y alineamiento del acero, proceso de alineamiento



Fig. 8.33 Introducción del acero, proceso



Fig. 8.34 Introducción del acero, retiro de cables antes de introducir el acero



Fig. 8.35 Introducción del acero, asentamiento del acero a la profundidad requerida



Fig. 8.36 Inspección, localización de la pila terminada



Fig. 8.37 Inspección, uso de equipo topográfico para la localización de pila terminada



Fig. 8.38 Inspección, comprobación de la localización de pila terminada



Fig. 8.39 Limpieza, retiro del vibrador



Fig. 8.40 Limpieza, pila terminada