

LIBRO: **CTR. CONSTRUCCIÓN**

TEMA: **CAR. Carreteras**

PARTE: **1. CONCEPTOS DE OBRA**

TÍTULO: **06. Cimentaciones**

CAPÍTULO: **001. Pilotes de Madera**

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los aspectos por considerar en el habilitado e hincado de pilotes de madera para cimentaciones profundas de obras en carreteras de nueva construcción.

B. DEFINICIÓN

Los pilotes de madera son elementos estructurales alargados, labrados en ese material, cuya sección tiene un diámetro o lado menor generalmente igual o inferior a sesenta (60) centímetros, que se emplean en la cimentación profunda de estructuras provisionales para transmitir las cargas de la superestructura al subsuelo.

C. REFERENCIAS

Son referencias de esta Norma, las Normas aplicables del Libro CMT. *Características de los Materiales.*

Además, esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUAL	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras	N·LEG-3
Preservación de Madera	N·CTR·CAR·1·02·011
Madera y Productos de Madera	N·CMT·2·05
Pruebas de Capacidad de Carga en Pilotes	M·CTR·CAR·1·06·007

D. MATERIALES

- D.1.** Los materiales que se utilicen en el habilitado e hincado de pilotes de madera cumplirán con lo establecido en la Norma N-CMT-2-05, *Madera y Productos de Madera*, así como en las Normas aplicables del Libro CMT. *Características de los Materiales*, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría.
- D.2.** No se aceptará el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado en la Fracción anterior, ni aun en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de su utilización por el Contratista de Obra.
- D.3.** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas como se indica en la Fracción D.1. de esta Norma, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra las corrija o los remplace por otros adecuados, por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

E. EQUIPO

El equipo que se utilice para el habilitado e hincado de pilotes de madera, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista de Obra su selección. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra corrija las deficiencias, lo remplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

E.1. GRÚAS

Que cuenten con un sistema de malacates, cables y ganchos montados sobre una pluma capaz de moverse sobre un plano vertical, girar en un plano horizontal y desplazarse a lo largo de los sitios de hincado. Para el montaje de equipos de perforación,

tendrán capacidad nominal de cuarenta y cinco (45) a ochenta (80) toneladas, con plumas rígidas de dieciocho (18) metros de largo como mínimo.

E.2. PERFORADORAS

Rotatorias o de percusión de acuerdo con las propiedades mecánicas que presenten los materiales del lugar, así como de las dimensiones de la sección transversal y profundidad proyectadas para los pilotes.

E.3. MARTILLOS

Capaces de generar la energía de impacto suficiente para el hincado de los pilotes de acuerdo con las condiciones del subsuelo y la masa del pilote, como el mostrado en la Figura 1. A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, la masa del martillo será cuando menos de novecientos (900) kilogramos y en ningún caso será menor que la suma de las masas de la cabeza para el hincado y del pilote. Cuando se use martillo de doble acción, la energía total desarrollada por el martillo no será menor de ocho coma catorce (8,14) kilojoules (830 kg·m) por golpe. La elección del tipo de martillo se hará utilizando la gráfica de la Figura 2 de esta Norma, en función de la energía mínima por golpe que sea capaz de desarrollar, así como de su masa y la del pilote.

E.4. RESBALADERAS

Para ser montadas en las plumas de las grúas con el objeto de deslizar tanto el martillo piloteador como el dispositivo de disparo; pueden ser fijas u oscilantes, como se muestra en la Figura 3 de esta Norma.

E.5. GORROS DE PROTECCIÓN

Para protección de la cabeza de los pilotes durante su hincado. Los gorros de protección estarán integrados por una estructura monolítica de acero en forma de caja, que cuente con una *sufridera* en la parte superior, que puede ser de madera, micarta, material plástico o trozos de cable de acero y una placa metálica.

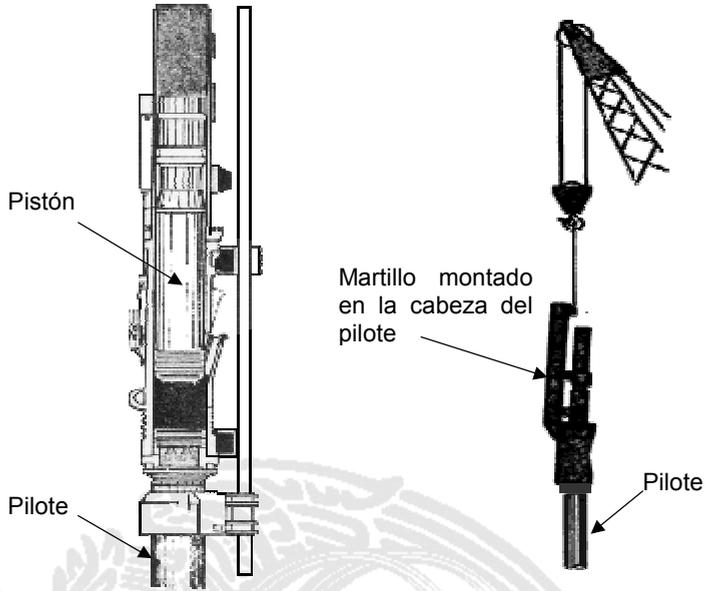


FIGURA 1.- Martillo diesel

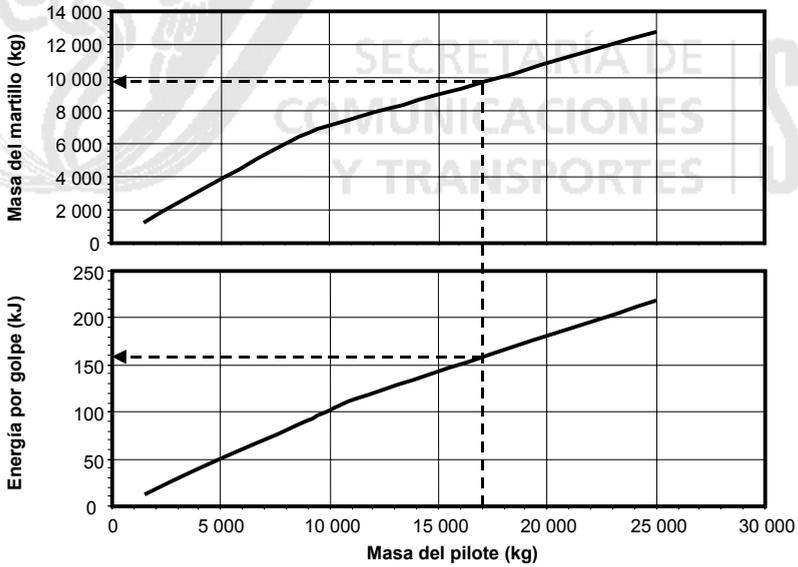


FIGURA 2.- Gráfica para la elección del martillo

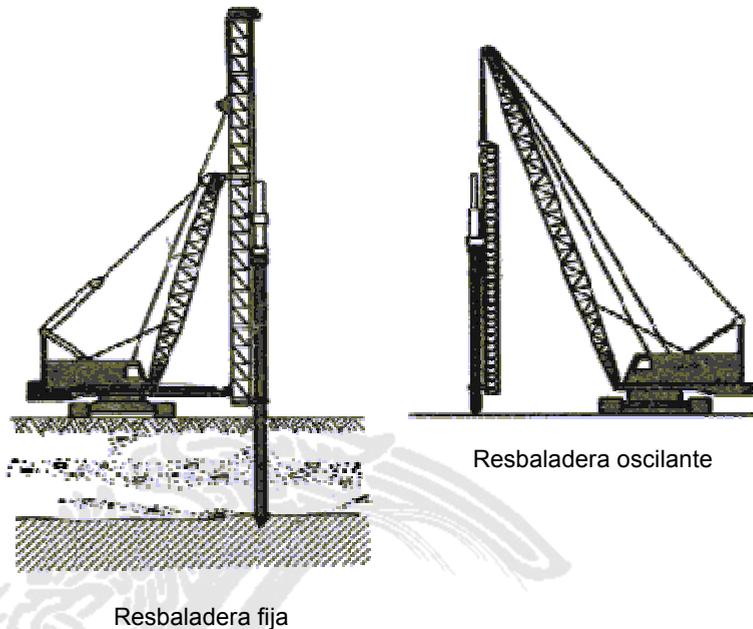


FIGURA 3.- Distintos tipos de resbaladeras

F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

El transporte y almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de tal forma que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en la Norma N·CMT·2·05, *Madera y Productos de Madera*, así como en las Normas aplicables del Libro CMT. *Características de los Materiales*. Se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

Los residuos producto de la perforación se cargarán y transportarán al sitio o banco de desperdicios que apruebe la Secretaría, en vehículos con cajas cerradas o protegidos con lonas, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen. Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal, serán trasladados al banco de desperdicios lo más pronto posible.

G. EJECUCIÓN**G.1. CONSIDERACIONES GENERALES**

Para el habilitado e hincado de pilotes de madera se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

G.2. TRABAJOS PREVIOS**G.2.1. Tratamiento de los pilotes**

Si así lo establece el proyecto o aprueba la Secretaría, los pilotes de madera se someterán a un tratamiento para su preservación, considerando lo establecido en la Norma N-CTR-CAR-1-02-011, *Preservación de Madera*.

G.2.2. Limpieza

Inmediatamente antes del hincado de los pilotes, la superficie donde se hincarán estará libre de basura, escombros, hierba, arbustos o restos de construcciones anteriores.

G.2.3. Ubicación, trazo y nivelación

Previo al hincado de los pilotes los sitios de perforación se ubicarán de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría. En el caso de que existan montones de tierra o algún otro material, el terreno se nivelará hasta obtener una superficie sensiblemente horizontal. Si la pendiente del terreno dificulta el hincado, los trabajos se realizarán de forma escalonada, haciendo plataformas conforme se eleve el terreno.

G.3. PERFORACIÓN

Si así lo indica el proyecto o aprueba la Secretaría, se hará una perforación previa al hincado de los pilotes, con el objeto de servir de guía o facilitar el hincado para alcanzar los estratos resistentes o evitar movimientos excesivos en la masa de suelo adyacente. El diámetro de la perforación será menor que el diámetro del pilote o que la dimensión transversal menor del mismo.

G.4. MANEJO E IZAMIENTO

G.4.1. Los pilotes de madera, especialmente los preservados, serán manejados con cuidado para evitar la rotura de las fibras exteriores y la penetración de partes del equipo o las herramientas en la madera. Para tal efecto, se emplearán cuerdas como se muestra en la Figura 4 de esta Norma; no se permitirá el uso de ganchos, garfios u otra herramienta, cuando exista la posibilidad de que penetren en la madera.

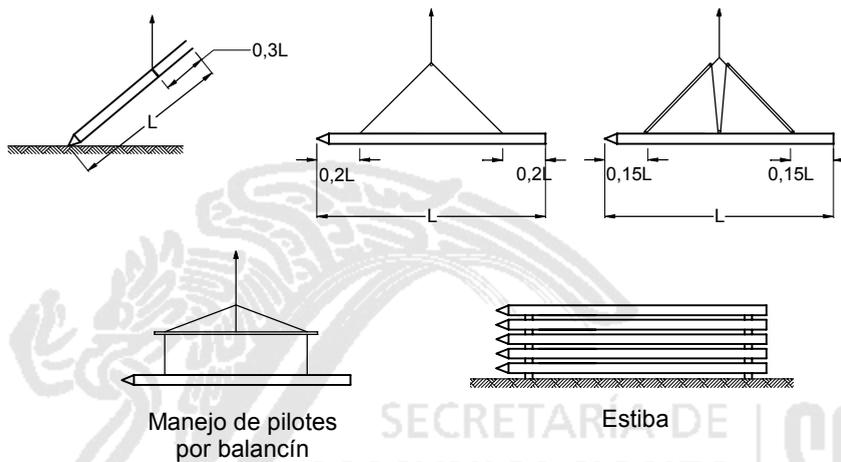


FIGURA 4.- Puntos de izamiento, manejo y estiba de pilotes

G.4.2. A todas las cortaduras y grietas superficiales de los pilotes de madera preservada, así como en los agujeros taladrados que se requieran, se les dará una (1) o más aplicaciones del preservador empleado en los pilotes, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

G.5. HINCADO

G.5.1. Los pilotes de madera serán hincados en el lugar, forma, elevación y a la profundidad, establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría.

G.5.2. El hincado de pilotes de madera se efectuará de tal manera que se garantice su integridad estructural y se alcance la integración deseada con el suelo.

- G.5.3.** La caída del martillo será regulada de tal manera que se eviten daños a los pilotes y en ningún caso excederá de cuatro coma cinco (4,5) metros.
- G.5.4.** Los pilotes que se rajen durante el hincado serán desechados. Cuando se trate del primer tramo, se sacará y se substituirá por otro en buenas condiciones. Cuando se trate del segundo tramo en adelante, se cortará el pilote rajado al ras del suelo, hincándose un pilote substituto a la distancia establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría.

G.6. JUNTAS

Si la profundidad de hincado necesaria es mayor que la longitud de los pilotes, éstos pueden prolongarse por ensambles de sesenta (60) centímetros de longitud como mínimo, a media madera, por entablillado o mediante un tubo de acero en el que se introduzcan los extremos de las dos piezas por unir, como se muestra en la Figura 5 de esta Norma, conforme a lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

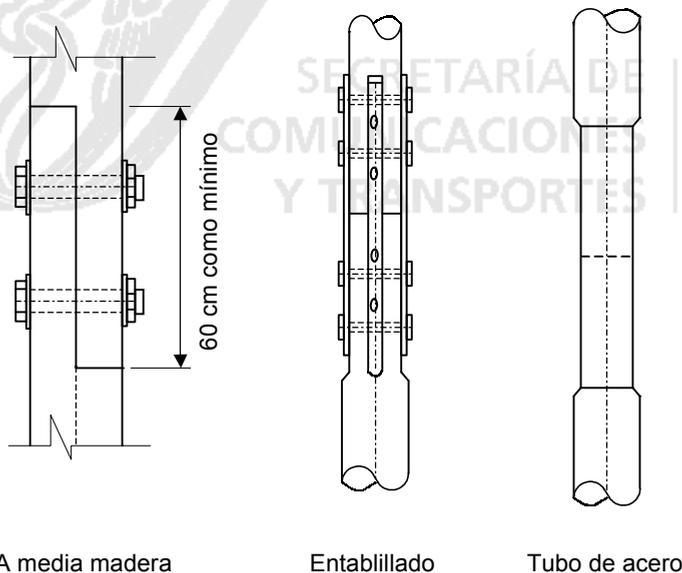


FIGURA 5.- Tipos de ensambles

G.7. DESCABEZADO

- G.7.1.** Los extremos superiores de los pilotes hincados se cortarán a escuadra y al nivel establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- G.7.2.** Las cabezas de los pilotes que soporten cabezales o anclajes serán cortadas para ajustarlas al plano de la parte inferior de la estructura que se apoye en ellos. La longitud del pilote arriba del corte, será la necesaria para permitir la eliminación de toda la madera dañada durante el hincado.
- G.7.3.** Una vez que los pilotes hayan sido cortados al nivel establecido, las cabezas se someterán a un tratamiento, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, considerando lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-02-011, *Preservación de Madera*.

G.8. REGISTRO

Durante el hincado de los pilotes se llevará un registro que contenga como mínimo:

- Información general como fecha, condiciones atmosféricas e identificación del pilote.
- Localización precisa del pilote y su número.
- Verticalidad de los pilotes verificada a intervalos regulares durante su hincado.
- Estabilidad y alineación de las resbaladeras y guías.
- Número de golpes por unidad de longitud.
- Desplazamientos del pilote bajo los golpes a distintas profundidades.
- Posición y calidad de las uniones.
- Localización, hora y duración de cualquier interrupción durante el hincado.
- Desplazamientos permanentes y golpes por centímetro para el hincado final.
- Elevación del terreno natural, de la punta del pilote y del descabece.

- Cualquier comportamiento errático o no usual del pilote, anotando la hora y la elevación correspondiente de la punta.
- Posible emersión de los pilotes adyacentes.

G.9. PRUEBAS DE CAPACIDAD DE CARGA

Cuando el proyecto establezca la realización de pruebas de capacidad de carga, éstas se ejecutarán en los pilotes indicados en el mismo y de acuerdo con el Manual M-CTR-CAR-1-06-007, *Pruebas de Capacidad de Carga en Pilotes*.

G.10. ZONAS DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL

Estas zonas quedarán libres de cualquier residuo, desperdicio o material, extraídos durante el proceso de perforación, que contaminen el entorno, depositándolos en el sitio o banco de desperdicios que apruebe la Secretaría.

G.11. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de los pilotes hasta que hayan sido recibidos por la Secretaría, junto con todo el tramo de carretera o la estructura completa.

H. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que el habilitado e hincado de pilotes de madera se consideren terminados y sean aceptados por la Secretaría, con base en el control de calidad que ejecute el Contratista de Obra, mismo que podrá ser verificado por la Secretaría cuando lo juzgue conveniente, se comprobará:

H.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Que los pilotes de madera y demás materiales que se utilicen en su hincado, hayan cumplido con las características establecidas como se indica en la Fracción D.1. de esta Norma.

H.2. UBICACIÓN, ALINEAMIENTO Y DIMENSIONES

- H.2.1.** Que el diámetro de la sección transversal de cada tramo de pilote no haya sido mayor de siete (7) por ciento ni menor de cinco (5) por ciento respecto al establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

- H.2.2.** Que el diámetro en la punta en cada tramo de pilote haya sido superior a dos tercios ($2/3$) del diámetro en la cabeza y que la longitud de los tramos de pilote, no haya sido menor de treinta (30) veces el diámetro medio de cada tramo en terreno resistente, ni de cuarenta (40) veces en terreno poco resistente.
- H.2.3.** Que la variación en la longitud de los tramos de pilote haya sido menor de quince (15) centímetros respecto a la longitud establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría y que el promedio de la longitud en cualquier lote de tramos de pilotes, haya sido igual a dicha longitud especificada o mayor.
- H.2.4.** Que en cualquier tramo de pilote, la distancia entre el eje centroidal y la recta que une los centroides de las secciones transversales extremas, no haya sido mayor de cinco (5) milímetros por cada metro de longitud del pilote y que dicha recta no se haya salido del fuste del pilote.
- H.2.5.** Que la posición final del extremo superior de cada pilote, después del descabezado, no haya variado respecto a la de proyecto en más de diez (10) centímetros en el sentido horizontal y un (1) centímetro en el sentido vertical.
- H.2.6.** Que la inclinación del pilote en su parte visible no haya presentado una desviación mayor de cuatro (4) centímetros por metro respecto a lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- H.2.7.** Que la longitud del pilote después de descabezado, haya sido la establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría, con una tolerancia de más menos veinticinco (± 25) centímetros.

H.3. JUNTAS

Que las juntas entre tramos de pilote se hayan ejecutado conforme a lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

H.4. PRUEBAS DE CAPACIDAD DE CARGA

Que las pruebas de capacidad de carga se hayan realizado en los pilotes establecidos en el proyecto, considerando la capacidad de carga indicada en el mismo y de acuerdo con el Manual M-CTR-CAR-1-06-007, *Pruebas de Capacidad de Carga en Pilotes*.

I. MEDICIÓN

Cuando el habilitado e hincado de pilotes de madera se contraten a precios unitarios por unidad de obra terminada y sean ejecutados conforme a lo indicado en esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, se medirán según lo señalado en la Cláusula E. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando como unidad el metro de pilote de madera hincado y terminado, según su tipo y sección, con aproximación a un décimo (0,1), considerando únicamente su longitud final después de haber sido descabezado, que estará dentro de las tolerancias, en más o en menos, establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

J. BASE DE PAGO

Cuando el habilitado e hincado de pilotes de madera se contraten a precios unitarios por unidad de obra terminada y sean medidos de acuerdo con lo indicado en la Cláusula I. de esta Norma, se pagarán al precio fijado en el contrato para el metro de pilote de madera hincado y terminado, según su tipo y sección. Estos precios unitarios, conforme a lo indicado en la Cláusula F. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, incluyen lo que corresponda por:

- Valor de adquisición o fabricación de los pilotes de madera, herrajes, juntas de cualquier tipo, puntas o casquillos, productos para el tratamiento de la madera y demás materiales necesarios para el habilitado e hincado de los pilotes. Carga, transporte y descarga de los pilotes y de todos los materiales hasta el sitio de su utilización y cargo por almacenamiento.
- Limpieza de la superficie donde se hincarán los pilotes.
- Ubicación y trazo de los pilotes.
- Nivelación del terreno.
- Perforación previa.
- Carga, transporte y descarga de los residuos que se obtengan de la perforación a los almacenamientos temporales y a los bancos de desperdicios, así como su extendido y tratamiento en dichos bancos, en la forma que apruebe la Secretaría.

- Tratamientos para la preservación de la madera, incluyendo los que se apliquen en las perforaciones, cortes o partes dañadas de los pilotes.
- Colocación de las puntas o casquillos.
- Maniobras e hincado de los pilotes.
- Colocación de juntas entre tramos.
- Descabezado de los pilotes.
- Pruebas de capacidad de carga de acuerdo con lo establecido en el Manual M-CTR-CAR-1-06-007, *Pruebas de Capacidad de Carga en Pilotes*, en todos los pilotes que indique el proyecto.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de los pilotes, de todos los materiales y residuos durante las cargas y las descargas.
- La conservación de los pilotes hasta que hayan sido recibidos por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

K. ESTIMACIÓN Y PAGO

La estimación y pago del habilitado e hincado de pilotes de madera, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

L. RECEPCIÓN DE LA OBRA

Una vez concluido el habilitado e hincado de pilotes de madera, la Secretaría los aprobará y al término de la obra, cuando la carretera o la estructura sean operables, los recibirá conforme a lo señalado en la Cláusula H. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, aplicando en su caso, las sanciones a que se refiere la Cláusula I. de la misma Norma.