

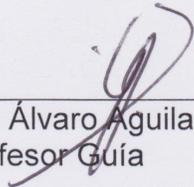
### CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

Proyecto de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por los profesores Ing. Rommel Cuevas Kauffmann, Ing. Álvaro Aguilar Dondi, Ing. Sergio Fernández Cerdas, Ing. Milton Sandoval Quirós, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.



---

Ing. Rommel Cuevas  
Kauffmann.  
Representante del Director



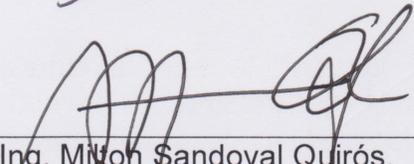
---

Ing. Álvaro Aguilar Dondi.  
Profesor Guía



---

Ing. Sergio Fernández Cerdas.  
Profesor Lector



---

Ing. Milton Sandoval Quirós.  
Profesor Observador



# **Guía de inspección para la supervisión de hinca de pilotes y colocación de concreto estructural en puentes según la norma INTE-ISO/IEC 17020:2000**

DIEGO PARRA RIVERA

Proyecto final de graduación para optar por el grado de  
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Noviembre del 2013

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN



# Abstract

This work is based in the current deficiency existing in the National Roads Council's quality assurance inspection of newly built roadways. The objective of the project is to create an inspection procedure for deep foundations installations (pile driving) and placement of structural concrete, that allows for the evaluation of conformity with current technical specifications.

The criterion from norm INTE-ISO/IEC 17020:2000 were applied in order to meet with the quality standards required by the construction directive CR 2010. As a result, an inspection guide was obtained. This guide allows the evaluation of process conformity in a practical and efficient manner, through the use of inspection and control models, as well as specification verification lists.

Keywords: inspection, pile driving, concrete placement, methodology, accreditation, quality, verification, specifications

# Resumen

El presente trabajo se sustenta en la actual deficiencia que tiene el Consejo Nacional de Vialidad en el proceso de verificación de calidad de inspección en campo aplicado a la construcción de nueva obra vial. El objetivo de la práctica es el de crear un procedimiento de inspección para las actividades de hincado de pilotes y colocación de concreto estructural, que permita la evaluación de la conformidad con las especificaciones técnicas vigentes.

Para cumplir con los estándares de calidad que exige la normativa de construcción CR 2010, se aplicaron los criterios de la norma INTE-ISO/IEC 17020:2000 para su confección. Como resultado de esto se obtuvo una guía de inspección que mediante el uso de modelos de inspección y control así como de listas de verificación acordes a las especificaciones permite evaluar la conformidad de los procesos constructivos de una manera práctica y eficaz.

Palabras clave: inspección, hincado de pilotes, colado de concreto, metodología, acreditación, calidad, verificación, especificaciones



# Contenido

<b>Prefacio</b> .....	<b>1</b>	<b>Resultados</b> .....	<b>27</b>
<b>Resumen ejecutivo</b> .....	<b>2</b>	Norma INTE-ISO/IEC 17020:2000.....	27
<b>Introducción</b> .....	<b>5</b>	Procedimientos y métodos de inspección..	27
<b>Objetivo principal</b> .....	<b>7</b>	Manipulación de ítems y muestras.....	27
Objetivos específicos.....	7	Registros .....	28
<b>Antecedentes</b> .....	<b>8</b>	Informes y certificados de inspección .....	28
Diarios de Inspección .....	8	Trabajos en puentes .....	28
Manual de políticas y procedimientos .....	8	Avance de los trabajos.....	28
Auditorías técnicas .....	9	Colocación de concreto.....	28
<b>Marco Teórico</b> .....	<b>11</b>	Pilotaje.....	29
Unidades Ejecutoras .....	11	Manual de políticas y procedimientos .....	29
Verificación de calidad.....	11	Riesgos operativos.....	30
Evaluación de la conformidad .....	13	Inspección en el proyecto .....	30
Pago en función de la calidad .....	13	Estructura Organizativa.....	31
Hinca de pilotes .....	14	Procedimientos y herramientas de	
Pilotes de acero .....	14	inspección usadas.....	32
Equipo de hinca .....	14	Guía de inspección .....	35
Concreto estructural .....	16	Estructura general .....	35
Transporte .....	16	Visitas de inspección.....	37
Equipo de colocación .....	16	Corrección del modelo .....	37
Sistema Nacional para la Calidad .....	17	<b>Análisis de resultados</b> .....	<b>39</b>
Ley N° 8279 .....	17	Trabajos en puentes .....	39
Normalización .....	18	Procedimientos y riesgos operativos .....	39
Norma INTE-ISO/IEC 17020:2000 .....	18	Normas y metodologías usadas .....	41
Objeto .....	18	Guías de inspección.....	42
Campo de aplicación .....	18	Criterios de la norma.....	42
Organismos de inspección .....	19	Funciones de la inspección.....	43
<b>Metodología</b> .....	<b>21</b>	Estructura general de la guía .....	44
Fuentes de información .....	21	Pago en función de la calidad.....	45
Tipo de investigación.....	21	Implementación de la guía de inspección .....	46
Método investigativo.....	21	Corrección del modelo .....	47
Metodología desarrollada .....	22	<b>Conclusiones</b> .....	<b>48</b>
1. Lectura de la norma INTE-ISO/IEC		<b>Recomendaciones</b> .....	<b>49</b>
17020:2000.....	22	<b>Apéndices</b> .....	<b>52</b>
2. Determinación del avance de actividades		<b>Anexos</b> .....	<b>186</b>
.....	22	<b>Referencias</b> .....	<b>206</b>
3. Investigación de métodos constructivos.	22		
4. Lectura de especificaciones generales ..	23		
5. Recopilación del proceso de inspección			
existente .....	23		
6. Confección de guías de inspección.....	24		
7. Visitas de inspección .....	26		
8. Corrección de los modelos .....	26		

# Prefacio

Actualmente la Dirección de Obras del CONAVI no cuenta con políticas y procedimientos definidos en la gestión de calidad que permitan evidenciar documentalmente la realización de las actividades de supervisión e inspección en campo para los proyectos de obra vial. El Departamento de Verificación de Calidad ha hecho esfuerzos por resolver esta situación, sin embargo, estos han sido enfocados primordialmente a la verificación de calidad de los materiales, y no a la calidad de los procesos constructivos en sí.

Una de las principales causas de ésta carencia es la falta de personal calificado para las inspecciones en campo. Son los mismos inspectores quienes, basados en el conocimiento que tienen de los procesos constructivos y de las especificaciones, podrían desarrollar las metodologías y procedimientos necesarios para una adecuada labor de inspección; pero, si no se tienen, esta labor se dificulta por cuestiones burocráticas.

La consecuencia directa de no tener las competencias necesarias es que se tienda a recurrir a la contratación de servicios de consultoría de supervisión e inspección, que pueden provenir de firmas consultoras de calidad que ejercen la función de “Supervisora del Proyecto”, de la contratación de un laboratorio acreditado o de una combinación de ambos. Esto último ha dado al CONAVI la posibilidad de minimizar los efectos de la falta de personal; no obstante ha generado cierta dependencia hacia la empresa privada a la hora de supervisar la ejecución de los proyectos.

Dentro de este contexto el objetivo principal del proyecto es el de elaborar una guía de procedimientos de inspección y control para las actividades de hinca de pilotes y colocación de concreto estructural en puentes, que refuerce la supervisión de estos procesos por parte del propio CONAVI, dada la importancia de los mismos en todos sus proyectos. La idea es que ésta se elabore con base en estándares de acreditación nacionales (norma INTE-ISO/IEC

17020) para que sea un modelo que permita la adaptación a otras actividades o procesos constructivos.

Por último, quiero brindar un agradecimiento a todo el personal de la Unidad Ejecutora del CONAVI del proyecto “Construcción de la Nueva Carretera a San Carlos, sección Sifón-La Abundancia”, a los ingenieros del proyecto Abraham Sánchez Castro y Gustavo Bolaños Leandro por su especial atención, y en especial al Ing. Pablo Torres Morales, quién me brindó ésta oportunidad.

# Resumen ejecutivo

Actualmente el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) del Ministerio de Obras Públicas y Transportes tiene la función de definir, ejecutar y supervisar tanto los proyectos nuevos de infraestructura vial como aquellos de conservación de la Red Vial Nacional.

En el cumplimiento de ésta función, uno de sus objetivos principales es el de fiscalizar la ejecución correcta de los trabajos mediante la aplicación de controles de calidad tanto a las materias primas utilizadas como a los procesos constructivos, que en la institución se distinguen como de vías y de puentes. A pesar de tener definido esto, existe actualmente una falta de herramientas para el control y supervisión de estos dos aspectos, que se agrava con el poco personal de inspección que tiene disponible la institución, y repercute negativamente en la planificación de sus proyectos.

Para revertir esta situación el Departamento de Verificación de Calidad ha hecho esfuerzos importantes como la acreditación de las inspecciones de proyectos de conservación y la creación de un manual de políticas operativas y procedimientos para la verificación de la calidad. No obstante estos esfuerzos se han concentrado en áreas ajenas a la inspección en campo de proyectos de obra nueva, como por ejemplo la calidad de los materiales, con lo que existe una deficiencia en el sector de los procesos constructivos.

Otra de las formas en que se disminuyen los efectos de esta carencia de procedimientos es mediante la contratación unidades de apoyo que brindan servicios de supervisión y control de calidad, que pueden ser empresas consultoras, laboratorios acreditados o un conjunto de estos. Este tipo de contrataciones a pesar de que son efectivas, se traducen también en grandes sumas de dinero.

Dentro de los procesos más importantes para la institución, dado su alto valor económico, destacan las actividades de hinca de pilotes y de colocación de concreto. En general los pilotes son

elementos estructurales (similares a una columna) que permiten, por su gran longitud, transmitir las cargas de una estructura a un estrato resistente de suelo, cuando este se encuentra a una profundidad que dificulta o imposibilita técnica o económicamente una cimentación convencional. Para su instalación se utiliza un equipo especial llamado martinete que consiste en un martillo macizo que mediante sucesivos golpes hinca o hunde el pilote en el suelo a como lo haría un martillo con un clavo. La importancia de estas actividades radica también en el gran uso que se les da a estos materiales, siendo estos los principales constituyentes de la mayoría de los puentes construidos actualmente.

En este sentido el presente trabajo tuvo como objetivo principal la creación de un procedimiento de inspección para los procesos constructivos de éstas actividades, que al estar basado en criterios de acreditación nacionales (norma INTE-ISO/IEC 17020), permitiera una adecuada evaluación del cumplimiento de los requisitos técnicos de los procesos. Para lograr este objetivo la metodología propuesta tomó como referencia para su aplicación el proyecto "Construcción de la Nueva Carretera a San Carlos, tramo Sifón-La Abundancia", actualmente en ejecución, con lo que se pretendió también aplicar los procedimientos al mismo.

Este proyecto es uno de los más importantes para el país debido a que pretende disminuir el tiempo de los viajes desde los cantones de la zona norte del país hacia el valle central, particularmente el de San Carlos debido al importante desarrollo comercial que ha tenido en los últimos años. El tramo en ejecución consiste en una carretera a 4 carriles de aproximadamente 30 kilómetros de distancia, que consta de 9 puentes.

Para lograr el objetivo principal, primero se estudiaron los criterios generales de la norma INTE-ISO/IEC 17020:2000 acerca de los requisitos generales para la operación de organismos de inspección en cuanto a

procedimientos y métodos de inspección, para definir el alcance que deberían tener aquellos a desarrollar. En conjunto con esto se hizo una investigación exhaustiva del estado actual de los procedimientos de inspección en la institución, para complementar el alcance de los procedimientos y definir puntualmente que se necesitaba de estos.

Posterior a esto se realizó una visita al proyecto para familiarizarse con este y para determinar las actividades principales que se hacen en los puentes y el estado de avance de los trabajos. Con base en esto se priorizaron las actividades de hinca de pilotes y colado de concreto estructural y se empezaron a investigar los métodos constructivos necesarios para su ejecución en las especificaciones generales que rigen en el país (manual CR 2010), así como en la literatura. Complementariamente, se investigaron los métodos de inspección utilizados para estas actividades a nivel mundial y nacional para tomar ideas de estos y, junto con el conocimiento adquirido de los procesos, poder plasmarlas en la elaboración de los procedimientos de inspección.

Una vez realizada esta investigación se procedió a la elaboración de los procedimientos. Para esto fue necesario determinar una estructura general que resultó en la creación de una guía de inspección con diferentes secciones para que los inspectores que vayan a usar ésta se ubiquen en el uso de los procedimientos de inspección de la misma. Estos últimos consisten en el uso de modelos de inspección y control y listas de verificación, basados en las especificaciones generales CR 2010. Los primeros consisten en una serie de plantillas a ser llenadas según el instructivo creado para los mismos y las listas consisten en una serie de preguntas de verificación de los procesos constructivos que para responderse requieren en algunos casos de revisar lo anotado en las tablas y en otros de una inspección meramente visual.

Para comunicar los resultados obtenidos de la aplicación en campo de estas herramientas, se crearon modelos de informes semanales y mensuales, a elaborarse bajo un procedimiento determinado que constata la forma de reportar el incumplimiento de las especificaciones y/o las no conformidades, aportando los resultados y las pruebas necesarias.

En términos generales estos procedimientos se elaboraron con base en los

aspectos más importantes para una adecuada inspección como lo son las funciones de los inspectores, las especificaciones constructivas de los elementos a construir y el uso de métodos y procedimientos prácticos para evaluar las conformidades y no conformidades. Los modelos se crearon también con el objetivo de controlar el avance de las actividades mediante el seguimiento de las cantidades colocadas y por otro lado con el de registrar los datos o parámetros cuantitativos que deben cumplir con determinados valores límites dados en las especificaciones y, preguntados en las listas de verificación. Esto último se pensó así debido a que en las listas las especificaciones están formuladas como preguntas, y en el caso de que pregunten valores límites, se puedan comparar con los valores anotados en los modelos durante la inspección en campo. A esto se le añade que esta formulación se hizo para que una respuesta negativa signifique una no conformidad y por lo tanto sean fáciles de identificar y no se tengan que estar revisando individualmente las especificaciones. Esto da una forma sumamente práctica de evaluar las no conformidades y brinda, mediante la numeración sistemática de las preguntas, una forma fácil de referirse a estas en los informes de inspección.

Este procedimiento pudo aplicarse al proyecto únicamente para la colocación del concreto, debido al poco avance de los trabajos en puentes. El modelo para esta actividad fue aplicado a la colada de la placa de cimiento de uno de los muros de contención de la "Intersección La Abundancia". En su aplicación se rellenaron los espacios de las plantillas según el instructivo de las mismas y se respondieron las preguntas de las listas de verificación, obteniendo como resultado no conformidades en la sección de compactación del concreto en donde el contratista usa una menor cantidad de vibradores, y en la realización de pruebas "in situ" de revenimiento y temperatura a la mezcla de concreto. Respecto a las demás especificaciones, se obtuvieron resultados satisfactorios. Estos resultados se reportaron a la ingeniería de proyecto en el modelo de informes usando el procedimiento para su redacción, con lo que se verificó también el funcionamiento de esta herramienta para comunicar adecuadamente los resultados de la inspección.

Además de los resultados obtenidos, se pudo corregir el modelo mediante el análisis en

campo de los rubros a llenar, con la ayuda del inspector. De esta corrección surgieron relativamente pocos cambios dentro los cuales el más importante fue el de resumir a una sola tabla el rubro de "Colocación de concreto" que estaba antes dividido en tres tablas, así como el de añadir más espacios con el objetivo de cubrir coladas de elementos de gran volumen de concreto, como lo son precisamente los de los puentes. En general, se aplicaron en la medida de lo posible cambios similares a estos en los demás modelos como una medida de corregir posibles deficiencias en el formato, que básicamente era el mismo en todos los modelos.

Para concluir, se cumplió con el objetivo de elaborar una guía de inspección para las actividades escogidas, que utiliza y cumple los criterios generales y de evaluación de la norma INTE-ISO/IEC 17020:2000, y que pretende reforzar la inspección de los procesos constructivos dentro del sistema de verificación de calidad de la institución.

Por último, se cree que con la creación de guías de inspección como la generada en el presente trabajo, el CONAVI puede contar con herramientas que permitan no solo la inspección sino también el control de obra en campo, acordes a las especificaciones generales vigentes, a metodologías de inspección utilizadas a nivel internacional y a estándares de calidad acreditados.

# Introducción

Las guías de inspección son herramientas necesarias en toda administración de proyectos debido a que permiten ejercer un control en la ejecución de los procesos constructivos y en la calidad del producto en sí.

Dentro de todo proyecto de construcción una de las partes más importantes es la inspección en obra. Dicha actividad tiene el objetivo de velar por que, durante el proceso constructivo, el producto final cumpla con lo establecido en los planos y en las especificaciones técnicas de los códigos de construcción.

Al realizar la inspección de los trabajos, se logra tener un aseguramiento tanto de la calidad como de los costos de los recursos e insumos utilizados. De esta forma, la calidad de la inspección constituye entonces un indicativo de la calidad del producto.

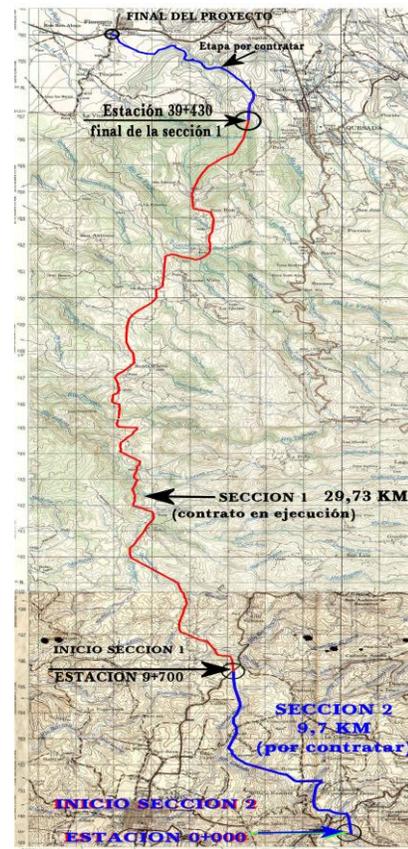
En obras de infraestructura vial la inspección cobra importancia debido a que el estado invierte grandes cantidades de dinero a cambio de obras de calidad para el usuario. Mediante una metodología adecuada de inspección el estado puede tener un control óptimo de los trabajos y de los costos, lo cual cobra mayor importancia si la obra es adjudicada a un contratista, como suele suceder actualmente en la administración pública.

En la actualidad existen requerimientos de acreditación que permiten garantizar la calidad de los procesos de inspección. Para optar por el cumplimiento de tales requerimientos, se debe contar con una metodología bien definida y organizada según las distintas actividades del proceso constructivo.

Con el presente trabajo se pretende elaborar una metodología de inspección para la hinca de pilotes y la colocación del concreto en puentes, la cual traerá a la administración mayores y mejores controles de calidad en estos procesos constructivos, que corresponden a dos

de las actividades más significativas en la construcción de los puentes.

Para lograr este objetivo, la metodología desarrollada tomó como referencia para su aplicación, el proyecto "Construcción de la Nueva Carretera a San Carlos, tramo Sifón-La Abundancia", actualmente administrado por el CONAVI y construido por la empresa Sánchez Carvajal. Este tramo en ejecución, se localiza en la provincia de Alajuela y consiste en una carretera a 4 carriles, de aproximadamente 30 km de longitud, que consta de 9 puentes.



Ubicación geográfica del proyecto.

Este proyecto es uno de los más importantes para el país, debido a que pretende dotar a los usuarios de la región norte, de un sistema de transporte integrado, eficiente, económico y seguro. Por otra parte, el proyecto fomentará el desarrollo económico y social de la Zona Norte del país, al hacer más competitivas las actividades comerciales, agropecuarias y turísticas, que han tenido un desarrollo importante en las últimas décadas.

# Objetivo principal

Elaborar una guía de procedimientos de inspección y control para la hinca de pilotes y colocación de concreto estructural en puentes, según los criterios de la norma INTE-ISO/IEC 17020:2000.

## Objetivos específicos

1. Determinar los criterios generales de la norma INTE-ISO/IEC 17020 que aplican para procedimientos de inspección.
2. Conocer la situación actual de los procesos de inspección y control de obra en el CONAVI.
3. Estudiar y resumir las normas, regulaciones y metodologías de los contratos de construcción y supervisión en el CONAVI.
4. Elaborar modelos de inspección y listas de verificación para las actividades objetivo, de acuerdo con los criterios generales de la norma INTE-ISO/IEC 17020
5. Implementar los modelos y listas mediante visitas de inspección a los diferentes frentes de trabajo del proyecto Construcción de la Nueva Carretera a San Carlos, sección Sifón-La Abundancia.
6. Definir un modelo estándar para informes de inspección y aplicarlo con base en los resultados de las visitas de inspección.
7. Evaluar los trabajos que realiza la empresa Constructora Sánchez Carvajal en el proyecto, en el área de puentes.

# Antecedentes

## Diarios de Inspección

En el año 2007, la ingeniera Julieta Benavides de la Dirección de Obras del CONAVI realizó una propuesta de “Diario de Inspección” con la finalidad de “establecer una guía clara para que el personal encargado de la inspección proporcione toda la información de campo a la ingeniería de proyecto” (2005, p. 48).

La estructura de la guía consta de seis partes mediante las cuales se explican los procedimientos a llevar a cabo durante la inspección. Cada una de estas partes tiene un formato definido que guía al inspector en el uso de la misma.

La primera parte es una introducción que ubica al inspector en el propósito de la guía como parte de sus actividades. Una segunda parte establece la información general del proyecto que se debe anotar en el diario.

A esta le siguen la tercera y cuarta partes, que definen una lista de aspectos que deben ser anotados diariamente o por periodos, según las actividades tanto en ejecución como aquellas detenidas, respectivamente.

Por último, las partes quinta y sexta contienen una serie de formularios por actividad en los que se solicita información sobre la ubicación de los trabajos, duración de los procesos, descripción de las obras, descripción y conteo de maquinaria, estimaciones de cantidades, entre otros detalles.

Cabe destacar que el diario agrupa las actividades según los renglones de pago correspondientes, y que diferencia las actividades en carreteras, puentes, estructuras mayores y trabajos por administración o a costo más porcentaje.

Ahora bien, si bien es cierto que distingue a las actividades de puentes, el diario está incompleto debido a que únicamente trae formularios para carreteras y trabajos por administración; es decir, no contiene ningún

formulario para la construcción de puentes. Esto último genera una deficiencia en la inspección de los procesos constructivos de los puentes, que este trabajo pretende abarcar.

Cabe destacar también que este diario se concentra mayormente en el cumplimiento del plan de trabajo por parte del contratista, y deja de lado la parte de evaluación de la conformidad debido a que no proporciona una forma de llevarla a cabo.

En este sentido, la guía pretende brindar una forma de realizar esta labor mediante la construcción de modelos de inspección y listas de verificación basados en las especificaciones técnicas pertinentes.

## Manual de políticas y procedimientos

En marzo del año 2011, el Departamento de Verificación de la Calidad del CONAVI emitió el “Manual de Políticas Operativas Asociadas y Procedimientos”, el cual establecía los procesos necesarios para la realización de la verificación de la calidad en proyectos de construcción de obra vial.

Según el Departamento de Verificación de la Calidad el objetivo del manual es el de “proporcionar un instrumento técnico-administrativo que norme las actividades de verificación de la calidad; de tal manera que se asegure el cumplimiento de la normativa vigente y los más altos estándares de calidad en la construcción de vías y puentes” (2011, p. 20) debido a que el CONAVI no contaba para entonces con uno. El documento toma como referencia normas tales como las ISO 17025:2005 e ISO 17020:1998, el CR-2010, entre

otras, de las cuales las dos últimas son parte esencial del presente trabajo.

En términos generales, el manual establece los subprocesos que se deben ejecutar para una adecuada verificación de la calidad en los proyectos de obra vial, los cuales denota de la siguiente forma:

1. Control y verificación metrológica de los procesos que afecten la calidad de las obras en ejecución.
2. Verificación de la calidad en proyectos de construcción de obra vial.
3. Control de la calidad de los procesos de fiscalización de obras de construcción.

La ausencia de tales procedimientos queda en evidencia al decir que “si bien es cierto, CONAVI actualmente no cuenta con un sistema de gestión de la calidad desarrollado, se pretende mediante la definición de los tres procesos anteriores, sentar las bases para una futura estructura de aseguramiento de la calidad” (p. 4)

Por otra parte, en la sección G del manual, se detectan los riesgos operativos que tienen los mismos. Dentro de aquellos directamente relacionados con la inspección, el manual destaca los de inconveniencias y deficiencias de las inspecciones en la construcción y en la toma de acciones sobre la calidad de las mismas.

Dentro de las principales causas de esto se destaca la falta de personal calificado y competente que realice las inspecciones en campo, así como “debilidades o carencias importantes” en las inspecciones de los procesos constructivos, en la supervisión de estas y en el control y seguimiento de los proyectos en general.

También se habla de otros riesgos, relacionados a la inspección y sus respectivas causas, que demuestran la situación actual de ésta actividad en la institución, pero se abarcarán en análisis posteriores.

Todo esto se ha visto reflejado en la implementación, por parte de la Dirección de Obras, de diferentes esquemas para el control y verificación de la calidad, ajenos al CONAVI. Dentro de estos se citan, según el LANAMME (2007, p. 13), los siguientes:

1. Contratación por “Servicios de control de calidad (verificación)” de un consultor de calidad o laboratorio de ensayos
2. Contratación de una firma consultora que ejerza la función de “Supervisora del proyecto”, encargada de realizar la verificación de la calidad y la supervisión de los procesos constructivos y obras del proyecto.
3. Contratación de un laboratorio acreditado que realice la verificación de la calidad y la supervisión de los procesos constructivos y obras del proyecto

La utilización de estos esquemas de contratación le cuesta al CONAVI grandes sumas de dinero. Una muestra de esto es que para los procesos de contratación de obra nueva del año 2007 la dirección de obras destinó ₡1.762.855.199,75 para el proyecto Nueva Carretera a San Carlos con el objeto de atender las labores de verificación y/o supervisión de la calidad (p.13).

Estas cuantiosas sumas de dinero se podrían ahorrar si se cuenta con herramientas propias fundamentales para la verificación de la calidad como los modelos y guías de inspección a elaborar en el presente trabajo.

Por otra parte la construcción de los modelos, procedimientos y las respectivas guías de inspección posibilitará disminuir los riesgos mencionados, debido a que la actual ausencia de éstas, en materia de puentes, genera las deficiencias y debilidades antes mencionadas. De esta forma el trabajo aportará herramientas tanto a la inspección como a la verificación y control de calidad de los proyectos.

## Auditorías técnicas

En diciembre del 2007 el LANAMME publicó el “Informe Especial De Auditoría Técnica Externa LM-AT-89-07” cuyo objetivo fue el de: “evaluar las actividades de supervisión y verificación de los procesos de control de calidad, aplicados en los proyectos ejecutados por la Dirección de Obras en el 2006 y 2007”. Adicionalmente se refería a hallazgos encontrados en auditorías anteriores, de los períodos 2002 al 2005.

Dentro de los hallazgos encontrados en dicha auditoría relacionados a las actividades de inspección, el LANAMME concluyó que:

1. “Se omite el análisis, mediante herramientas estadísticas, de uniformidad y variabilidad de los resultados de ensayo que se derivan de las actividades de control y/o verificación de calidad de los materiales y obras ejecutadas” (p. 37).
2. “La Dirección de Obras no ha implementado procedimientos para evaluar, establecer y pagar según el nivel de calidad que tienen los materiales y procesos constructivos” (p. 37).

Con relación a la primera, la auditoría señaló que la evaluación estadística permitiría evaluar la dispersión y uniformidad inherentes a los ensayos y procesos constructivos. También destaca que la ausencia de este análisis no permite valorar la variabilidad de un material o proceso, para poder crear medidas que la mitiguen y controlen, así como establecer un nivel de pago en función de la calidad de los mismos. Por otro lado dentro de las observaciones el LANAMME destaca que:

*La Dirección de Obras no cuenta con personal especializado que le permita ejercer de manera oportuna la inspección, evaluación, aceptación y supervisión del cumplimiento de las condiciones contractuales de los laboratorios que realizan el proceso de control o verificación de calidad de los materiales y las obras (2007, p. 40).*

Sobre estas auditorías cabe señalar que a pesar de hacer alusión a actividades específicas, éstas no comprenden aquellas relativas a cimentaciones profundas, y que a pesar de mencionar la producción y resistencia del concreto, no destaca el proceso de colocación.

El informe indica que tales aspectos encontrados se venían detectando desde el período 2002-2005 y que han sido recurrentes en los años 2006 y 2007 en varias obras, incluyendo la “Construcción de la nueva carretera a San Carlos, sección Sifón – La Abundancia”.

La auditoría concluye, en relación con las actividades de inspección, con que se carece de políticas y procedimientos definidos en la gestión de calidad para “evidenciar documentalmente la realización de las actividades de supervisión e inspección con el fin de formalizar la trazabilidad de las actividades efectivamente ejecutadas” (p. 42), los cuales el presente trabajo pretende brindar.

# Marco Teórico

## Unidades Ejecutoras

Las Unidades Ejecutoras, son órganos de la Dirección de Obras y de Conservación Vial del CONAVI, creados para la ejecución de proyectos de obra vial por contrato, con la función de administrar, supervisar y fiscalizar el cumplimiento de este durante su ejecución.

Estas unidades están dirigidas por un Coordinador, parte de su personal de planta, quién es un Profesional de la Administración designado para la administración de proyectos específicos de gran magnitud, que por lo general son financiados a través de empréstitos o convenios. Además de esto tiene a cargo la fiscalización de la labor de la Unidad Ejecutora bajo su propio mando y de los contratos de consultoría y supervisión usados como apoyo a la administración. Para ilustrar mejor la ubicación del coordinador y de la UE dentro de la administración de proyectos, en la figura 1 de los anexos se muestra la jerarquía de estos en la institución.

En el cumplimiento de sus funciones, se establecen para las UE procedimientos de trabajo para la supervisión, la cual implica entre otras tareas, la inspección en sitio, la verificación de la calidad de materiales, y el control administrativo de avance físico y financiero del proyecto. Estos procedimientos tienen el fin de garantizar el cumplimiento de los términos contractuales, incluidos las especificaciones técnicas.

El profesional o profesionales a cargo de la UE asumen las funciones y responsabilidades que se asignan a lo que se denomina la "ingeniería de proyecto" (ver cuadro 1 y figura 2 en anexos).

Cuando la UE se constituye con el nombramiento de un Director o Gerente de Proyecto, se denomina Unidad Ejecutora Especial. Dicho gerente, que puede ser de la administración o contratado, establece junto con

la administración la estructura de la UE según las características del proyecto.

## Verificación de calidad

Generalmente durante la construcción de una obra vial, el contratista lleva a cabo una serie de actividades de control de calidad, y como aprobación de este proceso, el CONAVI realiza una verificación de la calidad.

De acuerdo con el Departamento de Verificación de la Calidad (DVC), este proceso consiste en la "confirmación mediante aportación de evidencia objetiva, de que se han cumplido los requisitos especificados" (2011, pp. 18-19). De esta manera, la verificación de la calidad tiene el objetivo de verificar el cumplimiento de los términos establecidos en el contrato, en las normas técnicas aplicables, y cualquier otra especificación referida al proceso constructivo de vías y puentes.

En el CONAVI dicha actividad está enfocada a los siguientes subprocesos:

1. Materias primas utilizadas y productos manufacturados en las obras.
2. Procedimientos constructivos y técnicas usadas.
3. Respaldo documental requerido para demostrar la conformidad con los requerimientos contractuales y técnicos.

La evidencia objetiva de la que se habla se refiere a datos que respaldan la existencia o veracidad de algo. Esta evidencia puede obtenerse por medio de la observación, medición, el ensayo/prueba u otros medios además de comprender acciones tales como:

- Elaborar cálculos alternativos.
- Comprobar una especificación de un diseño nuevo con la de un diseño similar aprobado.
- Realizar ensayos/pruebas y demostraciones.
- Revisar los documentos antes de su liberación.

## Inspección

Cabe destacar la importancia de la inspección como parte esencial de la verificación de la calidad, la cuál es la “evaluación de la conformidad de la actividad, obra o proyecto, por medio de la observación y la elaboración de un dictamen; cuando corresponda, incluye también mediciones, ensayo/prueba o la comparación con patrones” (p. 15)

En este sentido, de acuerdo con Benavides, es a la UE a quién le corresponde “establecer procedimientos de inspección y control de cantidades y calidades del trabajo” (2005, p. 21) y asignar al personal capacitado para ejecutar la inspección.

Dentro de este proceso de inspección en las UE, las actividades incluyen pero no se limitan a:

- Una inspección continúa y completa de todo el trabajo ejecutado por los contratistas de construcción
- Inspección de la metodología de trabajo de acuerdo al programa de trabajo aceptado por el CONAVI en coordinación con ingeniero de proyecto.
- Referenciar diariamente la ubicación y fecha exacta de los trabajos que se están ejecutando.
- Marcar las áreas a intervenir, en coordinación con la ingeniería de proyecto.
- Llevar el diario de inspección de campo, en el que se anoten todas las situaciones inherentes al proyecto y que evidencien la ejecución o no ejecución de las obras.
- Verificar que las obras hechas, equipos y materiales adquiridos cumplan con planos y especificaciones, según certificaciones del contratista y controles de calidad.

- Utilizar y seguir fielmente el Manual de Construcción para Caminos, Carreteras y Puentes vigente.
- Llevar el control sobre la duración en la ejecución de los trabajos;
- Recolectar la información de soporte para emitir estimaciones de cantidades de obras periódicas para el pago al Contratista.
- Llevar un registro diario de la maquinaria que permita verificar fácilmente las características (modelo, placa, tipo, estado mecánico y la actividad en que laboró), el equipo varado y los rendimientos.

## Informes de inspección

La UE tiene el deber de elaborar y presentar informes periódicos de carácter técnico y financiero que suministren toda la información necesaria para la correcta supervisión del proyecto.

En su parte técnica los informes deben incluir de forma completa todos los datos necesarios del avance y calidad de la obra ejecutada, así como todos los datos del proyecto como fechas, nombres, distancias, tiempo transcurrido etc., ordenados en forma tal que la Administración obtenga ésta información con facilidad. También se evaluarán en estos los problemas técnicos y soluciones planteadas a los mismos.

En lo que respecta a los informes de inspección de campo, el CONAVI en su reglamento para la contratación de servicios de inspección, establece que los inspectores en campo tienen la función de realizar informes semanales sobre la labor realizada cada día. Tales informes deben contemplar al menos los siguientes aspectos (2010, p. 13):

- Descripción de la labor realizada en el día.
- Enumeración de los principales problemas técnicos que se presentaron.
- Apreciaciones respecto a la organización de los trabajos por parte del Contratista ejecutor de los trabajos.

- Imprevistos que se presentaron ese día (condiciones climáticas, desperfectos de maquinaria, etc.).
- Otras anotaciones según características propias de la labor de inspección de campo.
- Realizar labores adicionales de actualización de inventarios de obra a realizar.
- Apoyar en la revisión que se requiera para el cierre de los proyectos.

material, producto, proceso o servicio está en regla con los requerimientos específicos (DVC, 2011, p. 12).

Acerca de los métodos mencionados, se puede decir que el presente trabajo se enfoca principalmente en los de inspección y certificación debido a que se relacionan directamente con la inspección en campo. A pesar de esto los de conformidad determinada y evaluación estadística se abarcarán indirectamente puesto que requieren de los productos de las otras actividades para llevarse a cabo.

## Evaluación de la conformidad

Para determinar la conformidad y aceptabilidad de los trabajos realizados por el Contratista, el CR 2010 describe cuatro métodos que se basan en el cumplimiento de las normas del Contrato y los estándares de calidad bajo los principios de razonabilidad, eficiencia y eficacia del buen uso de los fondos públicos.

1. **Inspección visual:** método evaluativo de la calidad que se realiza para efectos de demostrar en sitio el apego y cumplimiento de las normas contractuales y las prevalecientes en la industria (2010, p. 41).
2. **Conformidad determinada o ensayada:** de acuerdo al CR 2010 es la comprobación mediante resultados de inspección o ensayos que demuestren con valores dentro de los límites de tolerancia especificados que se cumple con los requisitos del Contrato (pp. 41-42).
3. **Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago:** método basado en el Manual de Implementación para el Aseguramiento de la Calidad de AASHTO para analizar la inspección, o los resultados de las pruebas de laboratorio (p. 42).
4. **Certificación:** procedimiento por medio del cual una tercera parte le da a la organización seguridad escrita de que un

## Pago en función de la calidad

Para realizar la verificación de la calidad, se utiliza usualmente un modelo de análisis estadístico que permite determinar la calidad alcanzada por los materiales incorporados a la obra y los procesos constructivos. Respecto a este modelo LANAMME dice lo siguiente:

*Un modelo de pago en función de la calidad tiene como finalidad evaluar y analizar los resultados de ensayos de calidad (control y verificación), mediante herramientas de análisis estadístico para determinar la calidad final y/o el grado de cumplimiento de los materiales evaluados con respecto a los parámetros definidos contractualmente, para posteriormente definir si los materiales, obras o procesos, según sea el caso, deben ser aceptados, rechazados o pagados a un precio reducido según sea su nivel de calidad ... También se acostumbra establecer como práctica que los resultados de verificación de la calidad son utilizados para definir el pago de la obra en función de su calidad (2007, p. 11).*

Para comprender mejor donde entra este tipo de modelos dentro de las actividades de control y verificación de calidad de proyectos de obra vial, se puede ver la figura 3 de los anexos. En esta se observa cómo se necesitan en conjunto los procesos tanto de verificación como

de control de calidad para poder realizar adecuadamente un pago en función de la calidad.

## Hinca de pilotes

Los pilotes son elementos estructurales que permiten transmitir las cargas de una estructura a un estrato resistente del suelo, cuando este se encuentra a una profundidad tal que imposibilita técnica o económicamente una cimentación convencional mediante zapatas o losas.

Los pilotes pueden ser de varios materiales, dependiendo de sus características de diseño y de requerimientos constructivos durante su instalación.

Los materiales más comunes son el concreto reforzado, que puede ser prefabricado o colado en sitio, la madera y el acero estructural, del cual se hablará en el presente trabajo debido a su importancia en la construcción de los puentes de la carretera.

## Pilotes de acero

Los más comunes son los perfiles estructurales tipo H o I, o bien los tubulares de extremo inferior abierto cuyos peraltes usuales fluctúan entre los 15 y 30 cm, en relación directa con las condiciones de diseño.

Para el hincado de los perfiles estructurales no se requiere de grandes preparativos como es el caso para pilotes de concreto, ya que solamente se necesita darle forma de punta a la primera sección. En caso de que su longitud no sea suficiente, se le sueldan nuevos tramos en Z (ver figura 4 en anexos).

Dentro de los principales problemas que este tipo de pilotes pueden sufrir, se encuentra el deterioro por corrosión. El tipo de suelo, el agua, la presencia o ausencia de oxígeno, etc., pueden causar diferencias de potencial entre el metal del pilote que producen corrientes eléctricas corrosivas en el extremo que funciona como ánodo. Para mitigar estos efectos se pueden diseñar las protecciones convenientes para alargar su vida útil y con ella la de la cimentación en sí.

Según el fabricante Arcelor Mital (2013), estos perfiles estructurales ofrecen múltiples ventajas, dentro de las que destacan:

- Garantía de la integridad total de los pilotes después de la hinca.
- Facilidad de ejecución, tanto en la hinca como en la manutención, transporte y almacenamiento.
- Ninguna limitación en su longitud, de lo que resulta una facilidad de adaptación al suelo, por empalme o recortado.
- Control de la carga portante por medición del rechazo a la hinca.
- Facilidad de unión con las superestructuras.
- Posibilidad de trabajo en flexión cuando existan esfuerzos horizontales.
- Aplicación de carga posible inmediatamente después de terminar la hinca.
- Excelente durabilidad debido a que la corrosión, según estudios, es por lo general despreciable.
- Soportan esfuerzos de tracción considerables.

## Equipo de hinca

### Vibrohincadores

También llamados martillos vibratorios, son máquinas para el hincado o extracción de tubos o perfiles de acero en el subsuelo, mediante la acción dinámica de un generador de vibraciones, más el peso propio del equipo cuando realizan hincados o la capacidad de levante de una grúa cuando son extracciones. Para trabajar, el vibrohincador se cuelga de una grúa móvil con pluma y capacidad adecuadas a las cargas que se van a mover.

El vibrohincador toma su energía de una unidad de potencia formada por un motor de combustión interna (generalmente de diésel). Este motor acciona un generador eléctrico o una bomba hidráulica que activa el generador de vibraciones, el cual opera a base de contrapesos excéntricos de rotación contraria (ver figura 5 en anexos).

Mediante un sistema de control remoto se arranca o detiene el generador de vibraciones, que sujeta los tubos o perfiles durante su hincado con mordazas hidráulicas.

En la construcción de pilas y pilotes, estos martillos vibratorios se emplean hincar y extraer los ademes que sirven como protección de las excavaciones.

## Martillos

Los martillos son equipos para el hincado de pilotes que generan impactos en serie, mediante la caída acelerada de una masa golpeadora a una determinada altura. Estos martinetes pueden ser utilizados también para hincar tablestacas, tubos, perfiles metálicos, entre otros.

De acuerdo con la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos o SMMS (1989), los martillos originales para hincado fueron masas de caída libre que utilizaban sistemas manuales o mecánicos para colocar el pilote nuevamente en posición, una vez descendido este. Con el desarrollo tecnológico se empezó a utilizar vapor de agua o aire comprimido para levantar la masa, y posteriormente también para acelerar la caída de ésta durante su descenso con el fin de lograr una mayor energía en el impacto.

En avances posteriores se desarrollaron martillos de combustión interna que emplean diésel como energético para levantar la masa golpeadora. Respecto al ciclo de operación de estos últimos la SMMS lo explica de la siguiente forma:

*El ciclo de operación de los martillos diésel se inicia con la caída libre de un pistón guiado dentro de un cilindro que al comprimir el aire en el interior de una cámara de combustión produce el encendido y explosión súbita del diésel previamente inyectado. La explosión y el impacto de la masa que golpea provocan la penetración del pilote en el terreno y la expansión de los gases quemados impulsa al pistón hacia arriba y así sucesivamente (p. 140).*

Algunos de estos tienen una cámara de combustión adicional, en donde la explosión del combustible acelera la masa de golpeo en la carrera hacia abajo. En la figura 6 de la sección de anexos se observan los principales componentes de un martillo diésel.

Para aumentar la eficiencia del hincado se deben seleccionar martillos con energía y peso

del pistón adecuados a las dimensiones, pesos y capacidad de carga esperada en los pilotes. Generalmente se busca que el peso del pistón móvil sea mayor de un 30 a 50 por ciento del peso del pilote. Si el pistón pesa menos que dicho valor, se corre el riesgo de no alcanzar la capacidad asignada de carga del pilote, pudiendo dañar la cabeza por excesivo número de golpes en el intento vano de llevar el pilote a su posición correcta. Por el contrario, si el pistón es demasiado pesado respecto al pilote, este puede sufrir daños en toda su longitud (la regulación de la energía puede resolver este problema).

En el cuadro 2 de la sección de anexos aparecen las marcas y modelos de martillos diésel más usuales para el hincado de pilotes en México que también aplican para Costa Rica.

## Guías o resbaladeras

Son estructuras que se integran a las plumas de las grúas y que sirven deslizar el martillo golpeador en su caída así como el dispositivo de disparo (SMMS, 1989). Estas pueden ser fijas, oscilantes o suspendidas por cable como se puede ver en la figura 7 de los anexos.

## Gorros de protección

Son dispositivos empleados durante el hincado que se emplean para amortiguar y distribuir la energía de los impactos de martillo sobre la cabeza, además de que sirven de protección de la cabeza de los pilotes para evitar daños mayores.

Los gorros están integrados por una estructura monolítica de acero en forma de caja, en cuya parte superior se le coloca una "sufridera" que puede ser de madera, material plástico o trozos de cable de acero y sobre ella una placa metálica. En la caja inferior que es la parte de contacto entre martillo y pilote va colocado un colchón de madera. En la figura 8 de los anexos se muestran arreglos comunes de estos gorros de protección. En términos generales la sufridera sirve para:

- Absorber la fuerza del impacto en pilotes frágiles
- Proteger los pilotes en terrenos duros

- Distribuir y transmitir uniformemente las fuerzas en lo posible hacia el gorro y hacia los pilotes
- Ampliar el tiempo de impacto para almacenamiento de energía en la sufridera
- Alargar la vida útil del gorro

## Concreto estructural

Existe en los manuales de especificaciones generales un apartado destinado a todas las actividades que necesitan de concreto reforzado. Estos trabajos consisten en proveer, colocar acabar y curar el concreto en puentes, alcantarillas y otras estructuras.

Estas especificaciones establecen varios tipos de concreto según la resistencia a la compresión requerida por las solicitaciones o cargas de cada elemento estructural y según la composición de los materiales que se establezca en el diseño de mezcla. En el cuadro 3 de la sección de anexos se observa la composición de las diferentes clases de concreto especificadas en el CR-2010.

## Transporte

Durante el transporte del concreto, es importante prevenir la segregación y la pérdida de materiales para garantizar una adecuada calidad del concreto a la llegada al sitio de colocación. El concreto puede ser transportado por diversos equipos y métodos siempre y cuando estos garanticen la calidad del concreto.

El equipo más común de transporte del concreto es el camión de tambor giratorio. Este equipo cumple también la función de mezclar el concreto, para lo cual consta de un tanque de almacenamiento o tambor que se hace girar a un determinado número de revoluciones durante el transporte del concreto.

El mezclado del concreto puede entonces hacerse en planta o en estos camiones mezcladores. Si el concreto es mezclado en el camión la dosificación puede hacerse en húmedo o en seco. Para la primera se cargan los agregados, el cemento y el agua en la planta de agregados y se transporta al sitio, y en la segunda se transportan los materiales secos en

el tambor y se agrega el agua a presión en el sitio (Rivera, 2005).

## Equipo de colocación

Existen actualmente diversos métodos de colocación que se diferencian principalmente por la ubicación del sitio de descarga, que puede determinar la presencia de agua, la disponibilidad de espacio para maquinaria, las dimensiones del elemento y las condiciones atmosféricas.

Los métodos de colocación se caracterizan por el equipo que utilizan para realizar la descarga, que en general puede consistir en canaletas, cubilotes, mangueras a presión, tuberías, entre otros. En la siguiente sección se explicarán algunos de los

## Cubilotes

Un cubilote es un equipo de trabajo que consiste en una tolva de acero que permite descargar en zonas de difícil acceso o transportar a las mismas, diferentes materiales.

Este método de colocación del concreto requiere del uso de una grúa. Para realizar la descarga se llena el recipiente al pie del camión mezclador, se transporta mediante grúa al sitio de colada y, suspendido de ella a poca distancia en vertical, se abre el mecanismo o llave del cubilote que permite el vaciado de la mezcla fresca.

La capacidad de los cubilotes puede variar desde 0,5 m<sup>3</sup> hasta 4 m<sup>3</sup>, en función del tipo de aplicación.

## Tubería “tremie”

El método “tremie” de llenado por flujo inverso, se usa en el colado de elementos estructurales que por su ubicación tienen un difícil acceso, como por ejemplo pantallas y pilotes, especialmente en presencia del nivel freático o en excavaciones donde se empleen lodos de perforación.

La tubería “tremie” consiste en un tubo confinante vertical de acero que se conecta a un cubilote en su extremo superior y cuyo extremo inferior se mantiene sumergido en el hormigón fresco sin estar en contacto con el agua, para lo cual consta de una válvula de cierre.

Dicho tubo es colocado por tramos de varias longitudes conectados por elementos de sujeción y suspensión para adecuarse a la profundidad del elemento a colar, y debe llegar hasta el fondo de la perforación antes de iniciarse el colado.

Durante la descarga el concreto es bombeado a través de la tubería de forma continua, deslizándose hacia el fondo y desplazando el agua e impurezas hacia la superficie. De esta forma el concreto fluye fácilmente hacia el lugar de su ubicación y se consolida por su propio peso.

Antes de retirar el tubo completamente, se debe verter en la superficie suficiente concreto como para desplazar toda el agua y el hormigón diluido.

## Bombas estacionarias

Una de las bombas de concreto estacionarias más comunes es la de pistón. Estas consisten en una tolva de recepción, dos cilindros de bombeo y un sistema de válvulas que alterna el flujo de concreto dentro de los cilindros y de éstos a la línea. Uno de los cilindros recibe el concreto de la tolva alimentadora mientras el otro descarga en la tubería para proporcionar un flujo relativamente constante a través de la línea de conducción hasta el área de colocación. Los pistones de los cilindros de concreto hacen un vacío para succionar concreto en la carrera de admisión y empujarlo mecánicamente dentro de la línea de tubos en la carrera de descarga. (IMCYC, 1999).

Este tipo de bombas están disponibles en una variedad muy amplia de capacidades y presiones. Comúnmente se clasifican por volumen máximo teórico en m<sup>3</sup>/hora, con base en el diámetro de los cilindros de concreto y la longitud y frecuencia de la carrera de los pistones. El factor de comparación más importante es la potencia disponible para bombear el concreto.

Las bombas pequeñas de propósito general son aquellas con un volúmenes teóricos de 11,8 hasta 20 m<sup>3</sup>/hora y son capaces de bombear hasta 76 metros verticalmente y 305 metros horizontales. Son más convenientes para inyectar muros de mampostería y para colocar concreto en losas, cimentaciones, muros, columnas y cubiertas en donde las limitaciones impuestas por requerimientos de cimbrado y de

acabado limitan el volumen y la rapidez a la cual se puede colocar el concreto.

# Sistema Nacional para la Calidad

## Ley N° 8279

En nuestro país se estableció la Ley N° 8279 denominada "Sistema Nacional para la Calidad", la cual entró en vigencia el 21 de mayo del 2002 mediante publicación en la Gaceta. En su art. 1° sobre los fines y objetivos de la misma establece que estos son los de:

*Establecer el Sistema Nacional para la Calidad (SNC), como marco estructural para las actividades vinculadas al desarrollo y la demostración de la calidad, que facilite el cumplimiento de los compromisos internacionales en materia de evaluación, de la conformidad, que contribuya a mejorar la competitividad de las empresas nacionales y proporcione confianza en la transacción de bienes y servicios (p. 1).*

Por otro lado, en su art. 19 la ley establece la creación del Ente Costarricense de Acreditación como un ente público de carácter no estatal, al cual otorga como funciones las de ser el "único competente para realizar los procedimientos de acreditación en lo que respecta a laboratorios de ensayo y calibración, entes de inspección y control, entes de certificación y otros afines" (p. 5)

## Servicios a Entidades Públicas

La ley estipula en cuanto a servicios a estas entidades, para efectos del presente trabajo al CONAVI, lo siguiente:

*Todas las instituciones públicas que, para el cumplimiento de sus funciones, requieren servicios de laboratorios de ensayo, laboratorios de calibración, entes de inspección y entes de certificación,*

deberán utilizar los acreditados o reconocidos por acuerdos de reconocimiento mutuo entre el ECA y las entidades internacionales equivalentes (p. 8).

sus resultados pueden ser utilizados para respaldar la certificación (p. 6).

## Normalización

Para el reconocimiento de la normalización, cada 5 años el Poder Ejecutivo concede el reconocimiento como Ente Nacional de Normalización (ENN) a la entidad privada sin fines de lucro que tenga la función principal de “encauzar y dirigir la elaboración de las normas convenientes para el desarrollo socioeconómico nacional, incluso la adopción de normas internacionales y la armonización en ámbitos supranacionales” (p. 10).

En el caso particular de Costa Rica es el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), creado en 1987, reconocido por decreto ejecutivo en el año 1995 como el Ente Nacional de Normalización y consolidado con la Ley N° 8279.

## Norma INTE-ISO/IEC 17020:2000

La norma citada es la correspondiente a los “Criterios generales para la operación de varios tipos de organismos que realizan inspección”. Dicha norma fue preparada por el Comité Europeo para la Normalización (CEN) y el Comité Europeo para la Normalización Electrotécnica (CENELEC) como la EN 45004 y fue adoptada por el comité ISO, en paralelo con su homologación por parte del INTECO.

Antes de abarcar el objeto de la norma, es importante conocer el concepto de inspección que maneja la misma, el cual define de la siguiente forma:

*Es el examen del diseño de un producto, servicio, proceso o planta, y la determinación de su conformidad con requisitos especificados, o con requisitos generales sobre la base de un juicio profesional. Ésta incluye personal, instalaciones, tecnología y metodología y*

## Objeto

De acuerdo con INTECO (2000), el objeto de la norma es el de especificar los criterios generales para la competencia de organismos imparciales que realizan inspección así como su criterio de independencia, el cual varía de acuerdo a la legislación y a las necesidades del mercado. Dicho de otra forma, esta norma cubre:

*Las funciones del organismo cuya labor puede incluir el examen de materiales, productos, instalaciones, plantas, procesos, procedimientos de trabajo, o servicios y la determinación de su conformidad con los requisitos, y el subsecuente informe de resultados de estas actividades a los clientes y, cuando se requiera, a las autoridades supervisoras. La inspección de un producto, una instalación o una planta puede involucrar todas las etapas durante el tiempo de vida de estos artículos, que incluye la etapa de diseño (INTECO, 2000, p. 4)*

## Campo de aplicación

Según como lo reconoce el ECA en la norma, las actividades de inspección y certificación de producto se superponen. Para aclarar esta situación, el documento que establece los criterios para la evaluación de la norma señala que los ensayos realizados por un organismo de inspección pueden ser de dos tipos, los funcionales y los analíticos, para los cuales define de forma específica su campo de aplicación:

*Los ensayos funcionales, como el ensayo de carga de una grúa, forman parte normal de las actividades de un Organismo de Inspección y, por lo tanto, pertenecen al campo de aplicación de la Norma INTE-ISO/IEC 17020 (ISO/IEC 17020). Los ensayos analíticos (que tienen que realizarse en un laboratorio, con unas condiciones ambientales*

*debidamente controladas y utilizando equipos o procedimientos de ensayo más sofisticados) es una actividad de laboratorio y, por lo tanto, no pertenecen al campo de aplicación de la Norma INTE-ISO/IEC 17020.*

Para complementar esto último, la norma menciona que los Organismos de Inspección que quieran realizar este tipo de ensayos analíticos de laboratorio tendrán que hacerlo bajo los criterios de la norma INTE-ISO/IEC 17025. Otras de las diferencias más importantes entre ambas definiciones se muestran en el cuadro 4 de la sección de anexos.

## Organismos de inspección

Los organismos de inspección son organizaciones o partes de éstas que se clasifican según el criterio de independencia bajo el cual prestan sus servicios. Este criterio establece que el organismo debe ser independiente en la medida que ello sea requerido por las condiciones bajo las cuales presta sus servicios.

Dependiendo de estas condiciones, existen tres tipos de organismos:

### Tipo A

Es aquel que suministra servicios de “tercera parte” y que debe cumplir con los siguientes criterios:

1. Ser independiente de las partes involucradas.
2. No ser el diseñador, productor, proveedor, instalador, comprador, propietario, usuario o el mantenedor de los ítems que inspecciona, ni tener relación directa con los estos procesos. Tampoco puede ser el representante autorizado de ninguna de estas partes.
3. No comprometerse con ninguna actividad que pueda crear conflicto con su independencia de juicio e integridad en relación a sus actividades de inspección.

4. Brindar acceso a los servicios del organismo a todas las partes interesadas. deben.
5. Los servicios brindados no deben estar influenciados por condiciones financieras u otras condiciones indebidas.
6. Administrar los procedimientos bajo los cuales opera en forma no discriminatoria.

### Tipo B

Es aquel que forma parte separada e identificable de una organización, involucrada en el diseño, manufactura, suministros, instalación, uso o mantenimiento del ítem que ella inspecciona y que ha sido establecida para suministrar servicios de inspección a su organización matriz. Los criterios que debe cumplir son los siguientes:

1. Separar claramente las responsabilidades del personal de inspección de aquel personal empleado en otras funciones.
2. Establecer una identificación organizacional y los métodos de reportar dentro de la organización matriz.
3. No comprometerse con ninguna actividad que pueda crear conflicto con su independencia de juicio e integridad en relación a sus actividades de inspección.
4. No estar relacionado directamente con el diseño, producción, suministro, instalación, uso o mantenimiento de los ítems inspeccionados, o de ítem similares en la competencia.
5. Suministrar sus servicios sólo a la organización de la cual forma parte.

### Tipo C

En este tipo se encuentran aquellos que están involucrados en el diseño, manufactura, suministro, instalación, uso o mantenimiento del

ítem que ellos inspeccionan y pueden prestar sus servicios a otras partes que no sean su organización matriz.

El criterio general que deben cumplir estos es el de disponer dentro de la organización de medidas de seguridad para asegurar una adecuada segregación de responsabilidades en correspondencia con el suministro de los servicios de inspección a través de la organización y/o documentación de los procedimientos.

# Metodología

## Fuentes de información

Para el desarrollo de la Práctica Profesional Dirigida (PPG) se escogieron fuentes de información secundarias debido a que toda aquella información referente a la estructura organizativa e inspección de proyectos de construcción e inclusive de conservación vial, se encuentra en documentos oficiales propios de instituciones como CONAVI, MOPT, LANAMME y ECA, como por ejemplo: Manual de políticas operativas asociadas y procedimientos (CONAVI, 2011), Organización y funciones de las Unidades Ejecutoras a cargo de la construcción de obras viales por contrato (CONAVI, 2005), Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010 (MOPT, 2010), Especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes de Costa Rica CR77 (MOPT, 1977), Manual de Construcción para caminos, carreteras y puentes MC-83 (MOPT, 1983), Informe especial de auditoría técnica externa LM-AT-89-07 (LANAMME), Criterios generales para la operación de varios tipos de organismos de inspección INTE-ISO/IEC 17020:2000, entre otros.

## Tipo de investigación

El tipo de investigación desarrollado en la presente práctica fue del tipo cualitativa descriptiva así como de estudio del caso, que para efectos de la práctica fue el proyecto Construcción de Nueva Carretera a San Carlos. Se dice descriptiva ya que pretende describir el estado, características fundamentales y procedimientos presentes en la actividad de inspección de los procesos de pilotaje y colocación de concreto, y de caso debido a que esta descripción aplica al proyecto en sí, todo

esto con base en la información de los documentos oficiales citados.

Una vez determinados tales aspectos, se elaboró una guía de inspección de éstas actividades, bajo los criterios del Ente Costarricense de Acreditación (ECA), con los aportes concentrados en permitir un uso práctico de la misma.

Se confeccionó un manual de procedimientos de forma sistemática y acorde a los criterios de la norma INTE-ISO/IEC 17020, basado en la secuencia constructiva y administrativa de los procesos y subprocesos de inspección, y que sirve de modelo para futuros procedimientos de inspección en campo. Adicionalmente se implementó dicho manual a las actividades del proyecto para colaborar en el proceso de verificación de calidad del mismo y emitir recomendaciones basadas en experiencias de trabajo.

## Método investigativo

El método a desarrollar fue del tipo sintético, por cuanto se realizó una síntesis de todos los aspectos relacionados a la estructura organizativa del CONAVI, los métodos constructivos y sus especificaciones generales, así como la verificación de calidad de los mismos mediante inspección.

Por otro lado, se utilizó también el método analítico debido a que se analizaron los criterios generales que deben cumplir los organismos de inspección para su operación, y la posible estructuración de los métodos y procedimientos de inspección que se podrían aplicar con base en este análisis, y la síntesis de las especificaciones técnicas.

Por último, se incluyó la observación mediante entrevistas al personal de inspección en campo y de la ingeniería del proyecto para determinar los métodos actuales de inspección y los requerimientos que cumplen estos, además de la experiencia en campo mediante el uso de los modelos generados.

## Metodología desarrollada

La metodología específica desarrollada para el proyecto se llevó a cabo en ocho etapas, para las cuales se emplearon los métodos investigativos mencionados.

### 1. Lectura de la norma INTE-ISO/IEC 17020:2000

La lectura de la norma tuvo la finalidad de sintetizar los aspectos más importantes que se deben cumplir para la acreditación de los organismos de inspección. En esta etapa también se investigaron los criterios que utiliza el ECA para la evaluación de la norma como complemento de la lectura de la misma. Esto permitió una interpretación adecuada de los resultados generados en el desarrollo del proyecto, bajo esos criterios, y adecuada a los objetivos de la práctica. Para esta fase se trabajó en los siguientes aspectos:

- a) Lectura comprensiva y sintética del documento "INTE-ISO/IEC 17020:2000. Criterios generales para la operación de varios tipos de organismos que realizan inspección".
- b) Lectura comprensiva y sintética del documento "Criterios generales para la evaluación de la norma INTE-ISO/IEC 17020:2000".

### 2. Determinación del avance de actividades

Esta etapa tuvo la finalidad de definir el estado actual de los trabajos de hinca de pilotes y colado

de concreto en los puentes, que se puede observar según sus renglones de pago en el cuadro 1 de los apéndices. Esta etapa permitió tener una idea del grado de avance e importancia de éstas actividades en el proyecto, y contó con las siguientes tareas:

- a) Realización de una visita guiada al proyecto para determinar los trabajos en ejecución en los puentes.
- b) Indagación en las tablas de pago del proyecto, con base en lo hallado en la visita, sobre las cantidades de los trabajos en ejecución para crear cuadros comparativos que muestren estas para cada uno de los puentes.
- c) Revisión en planos de las características principales de los pilotes y el concreto usados para los diferentes elementos estructurales de los puentes, así como los requerimientos de maquinaria para su ejecución.

### 3. Investigación de métodos constructivos

Para esta etapa se tuvo como objetivo determinar las actividades, subactividades y tareas de cada uno de los procesos constructivos a inspeccionar de acuerdo a la secuencia lógica de los mismos y a las especificaciones técnicas generales. Esto se hizo con el fin de adecuar el procedimiento de inspección a la secuencia constructiva de cada proceso

Para llevar a cabo esto se obtuvo la información de la siguiente forma:

- a) Investigación en la literatura acerca de los métodos y técnicas constructivas de pilotaje y colocación de concreto, el equipo requerido para su ejecución, y la secuencia lógica de los procesos.
- b) Realización de una entrevista con el ingeniero del proyecto y con el inspector de campo, para averiguar cuál es el método constructivo utilizado en el

proyecto y poder así complementar y comparar con lo investigado.

## 4. Lectura de especificaciones generales

Esta etapa tuvo la finalidad de determinar en las especificaciones técnicas, los aspectos y parámetros a verificar en campo durante la ejecución de las actividades, es decir, desde el suministro de materiales al sitio de los trabajos hasta la conclusión de las obras. Este proceso contó con las siguientes actividades:

- a) Lectura de las generalidades de las especificaciones CR-2010.
- b) Lectura comprensiva y síntesis de las secciones 551 y 552 referentes a hinca de pilotes, y concreto estructural respectivamente, de la división 550 de construcción de puentes de la normativa CR 2010.
- c) Investigación de aquellos aspectos constructivos en los que quedaron dudas, ya sea sobre los materiales, equipos o procesos.

## 5. Recopilación del proceso de inspección existente

Para esta etapa el objetivo fue el de determinar lo que se ha hecho en la institución para el control de los procesos de supervisión e inspección, desde lo general hasta lo específico. Con esto último se quiere dar a entender que se abarcó la supervisión e inspección a nivel general (de todas las actividades) y luego a nivel de las actividades de pilotaje y colado de concreto, aplicadas específicamente al proyecto Nueva Carretera a San Carlos.

Toda la información se obtuvo del estudio de la estructura organizativa del CONAVI, los contratos de supervisión, de las metodologías y procedimientos de inspección anteriormente usados, auditorías técnicas y documentación del proyecto en general.

Para obtener esta información se estudiaron los documentos oficiales del CONAVI relacionados principalmente con los procesos de verificación de la calidad. El estudio de estos aspectos se complementó con el uso de entrevistas al personal del proyecto. El enfoque de esta etapa se hizo sobre los siguientes aspectos:

- a) **Estructura organizativa del CONAVI:** en esta fase se determinaron los integrantes principales en la ejecución de proyectos de obra vial, haciendo énfasis en las unidades de inspección en campo para describir las actividades que les conciernen, y en la jerarquización existente en proyectos de obra vial.
- b) **Unidades de Apoyo a la inspección en campo:** se concentró en determinar el papel que juegan las Unidades de Apoyo dentro de los procesos de inspección.
- c) **Funciones de los inspectores:** este aspecto se investigó con base en lo establecido contractualmente en el proyecto Nueva Carretera a San Carlos, para definir cuál es el rol que cumple un inspector dentro de un proyecto de obra vial.
- d) **Procedimientos generales de inspección:** la finalidad de esta fase fue determinar los procedimientos que se tienen actualmente para la inspección en campo y las especificaciones que aplican para estos, indistintamente de las actividades que se inspeccionen.
- e) **Procedimientos de inspección de pilotaje y colocación de concreto:** en esta etapa se determinó la forma en que se lleva a cabo la inspección de pilotaje y colado de concreto en los puentes del proyecto, con base en lo investigado en los antecedentes de inspección. La información se obtuvo de los documentos y herramientas de inspección aplicadas al proyecto Nueva Carretera a San Carlos, como bitácoras o modelos de inspección, documentos de certificación o aceptación de materiales, controles de maquinaria, controles de cantidades de materiales en obra, entre otros.

Es importante destacar que a nivel general, ésta información se expuso en los antecedentes para, junto con lo hallado respecto a las políticas operativas, explicar la problemática actual en la institución respecto a la inspección en campo. Esto se hizo con la finalidad de enfatizar en los resultados aquellos procesos de inspección para las actividades de hinca de pilotes y colocación de concreto. Estos resultados se basan en lo hallado en el proyecto, debido a que al ser propios de las actividades afines al trabajo, reflejan la situación actual de la institución en cuanto a la inspección de éstas, y sirven de referencia para elaborar la guía de procedimientos.

## 6. Confección de guías de inspección

Esta etapa consistió en la elaboración de la guía de inspección mediante la confección de modelos o bitácoras y de listas de verificación para cada actividad.

La forma de proceder para esta etapa consistió en hacer un análisis de todo lo recopilado hasta el momento para interpretar y unificar adecuadamente todos los resultados obtenidos y relacionarlos a los criterios generales y de evaluación de la Norma INTE-ISO/IEC 17020.

La metodología presentada a continuación para la confección de las guías, describe de forma general los principales pasos llevados a cabo para construir las guías, sin embargo, no detalla el proceso de confección de las dos herramientas principales de ellas, es decir, los modelos de control y las listas de verificación para cada actividad. Esto se hizo con el fin de destinar un espacio para explicar brevemente el proceso de confección de cada herramienta.

Los procesos más importantes para elaborar la guía se presentan en orden cronológico como sigue:

- a) Investigación de metodologías de inspección para la hinca de pilotes y colocación de concreto, que utilicen los criterios de la norma 17020 o se aproximen a ellos.

- b) Determinación de la estructura general de la guía, es decir, las secciones principales que contiene, y el tipo de herramientas que se van a utilizar en la misma basadas en la investigación de metodologías de inspección.
- c) Descripción de las secciones principales y sus actividades.
- d) Establecimiento de la información general del proyecto a incluir en las herramientas, así como un formato preliminar.
- e) Organización de las especificaciones a revisar según el orden secuencial de los procesos constructivos. Pueden ser necesarios esquemas o diagramas de flujo para visualizar esta organización.
- f) Confección de listas de verificación en Microsoft Excel, basadas en la formulación de especificaciones como preguntas de respuesta afirmativa o negativa, y en función del orden secuencial de los procesos.
- g) Determinación del tipo de inspección aplicable a los procesos especificados en las listas de verificación, que puede ser física o visual.
- h) Elaboración de modelos de control en Microsoft Excel, con tablas, cuadros y figuras, para aquellas especificaciones a las que aplique una inspección física y para aquellas cantidades medibles según los renglones de pago.
- i) Confección de instructivos de uso para cada modelo.
- j) Dación de formatos finales a los modelos y listas de verificación y organización de estos en catálogos.
- k) Confección de los modelos para la presentación de informes de resultados de la inspección.
- l) Organización de las guías.

Con esta metodología así planteada, el trabajo también pretende que pueda ser implementada para futuros trabajos de acreditación de procesos de inspección. Cabe destacar que para los objetivos principales del trabajo se trabajó con la especificación CR-2010 y que como valor agregado se elaboraron listas de verificación (bajo la misma metodología) con el manual CR77, únicamente para su uso en el proyecto Sifón-La Abundancia, por lo que no son presentadas como resultado del trabajo.

## Listas de verificación

El procedimiento llevado a cabo para hacer las listas de verificación se puede describir en una serie de pasos que se siguieron por igual para cada una de las subactividades de los procesos constructivos de pilotes y concreto estructural. Estos pasos se mencionan y explican a continuación:

1. **Estudio y organización de las especificaciones:** en esta fase se resumieron las especificaciones del manual CR 2010 y se organizaron según el orden lógico en el que se inspeccionan, es decir, el orden del proceso constructivo de los elementos.
2. **Formulación de preguntas:** una vez estudiadas y organizadas las especificaciones, se formularon éstas como preguntas, de manera tal que una respuesta positiva significase un cumplimiento de la especificación, o lo que es lo mismo, una respuesta negativa indicase una no conformidad.
3. **Establecimiento de la opción NA:** esta opción se añadió debido a que dependiendo del diseño de los elementos, no todas las especificaciones son aplicables a cada uno, y a que en caso de no aplicar, poner una respuesta negativa significaría una no conformidad, con lo que se confundiría la evaluación.
4. **Cuadro de observaciones:** este cuadro se añadió para justificar el porqué, de aquellas especificaciones que no aplicasen, así como para hacer cualquier

observación relativa a las no conformidades o a aspectos que a juicio del inspector lo ameritasen.

5. **Organización final de la guía:** en esta fase se releyeron las listas de verificación para optimizar el orden de las preguntas y las secciones en las que están ubicadas, relacionando estas al orden constructivo.

## Modelos de control

Para la confección de los modelos se requirió de la conclusión previa de las listas de verificación. Esto se debe a que en su proceso de confección se tomaron en cuenta las especificaciones formuladas en ellas, para determinar los parámetros y aspectos a contener en sus tablas.

Los modelos se realizaron con el fin de que el inspector llenara todos los espacios y que basado en esta información, acudiera a las listas de verificación para determinar el cumplimiento con las especificaciones. También se realizaron con otros fines como el de supervisar el equipo y calcular las cantidades finales. Cabe destacar que para su formato, producto de la investigación de metodologías de inspección, se tuvieron como referencia modelos utilizados por el Departamento de Transportes de los estados de California y de Oregon, de E.E.U.U.

Para una mejor explicación se describen a continuación los pasos que se siguieron para su elaboración:

1. **Determinación de la información general:** en esta etapa se determinaron los principales aspectos a incluir, de la información general del proyecto en que se vayan a usar los modelos. Dentro de estos se encuentra el nombre del proyecto, nombre de la estructura, del inspector, etc.
2. **Caracterización de especificaciones según el tipo de inspección:** para esto se manejaron dos conceptos de inspección, la física y la visual, siendo la física la que determinaba los parámetros de las tablas. Esto debido a que la inspección física contiene la verificación de aquellas especificaciones expresadas mediante parámetros numéricos límites,

medibles en campo mediante instrumentación y/o simple observación. De esta forma, toda especificación expresada como un parámetro numérico tendría donde documentarse en los modelos para su posterior evaluación de conformidad mediante las listas de verificación.

3. **Organización de parámetros:** la organización de estos parámetros consistió en la enumeración de los mismos según el orden de llenado, que responde al orden del proceso constructivo, traducido a secciones generales dentro de los modelos. Este proceso también sirvió para dar un formato general a cada modelo, en el que aparte de las tablas se incluyera un espacio para observaciones.
4. **Elaboración de instructivos:** los instructivos se basaron en la organización numérica de cada sección, e indica para cada rubro dentro de las tablas y cuadros, la anotación que se debe hacer para cada espacio.
5. **Dación de formato final:** esta fase consistió en dar un formato final a los modelos, adecuado a los formatos utilizados por la Dirección de Conservación Vial en sus modelos de inspección para proyectos de conservación vial.

## 7. Visitas de inspección

En esta etapa se realizaron visitas a la obra en las actividades planificadas por el ingeniero de proyecto, con el objetivo de llenar los modelos hechos, verificar su funcionamiento, y posterior a esto, realizar un informe con los resultados obtenidos de la inspección.

Para esta etapa se tuvo la limitante de que, por motivos del avance de los trabajos al momento de planear las visitas, únicamente se pudo realizar una visita de inspección. Ésta se llevó a cabo para la actividad de colocación de concreto, en la placa de cimiento de uno de los muros de la Intersección La Abundancia, ya que

para ese entonces las actividades en puentes estaban detenidas.

La visita fue guiada por el inspector de campo de la Unidad de Apoyo, y en esta se inspeccionó un elemento de concreto estructural mediante la aplicación de la guía, con el uso de los modelos y listas de verificación. Este proceso contó con la toma de fotos y videos para documentar todos los aspectos revisados y complementar el informe de la inspección.

El modelo fue utilizado tanto por el inspector como por el estudiante para que se pudiera dar un mejor seguimiento a los procesos y tareas y se pudieran corregir las deficiencias de este. Luego del llenado del modelo se procedió a la revisión de los mismos con el inspector para poder incluir las observaciones hechas por este último y corregir o mejorar aquellos aspectos que lo ameritasen.

Este proceso terminó con la presentación de un informe de inspección a la ingeniería del proyecto.

## 8. Corrección de los modelos

Esta etapa consistió en la corrección de los modelos y listas con base en los resultados y observaciones hechas en las visitas de inspección. Para ésta corrección se tomaron en cuenta las consideraciones y observaciones hechas por inspector con el fin de aportar la experiencia de este a las guías.

# Resultados

## Norma INTE-ISO/IEC 17020:2000

La norma cuenta en su índice con una serie de criterios que se evalúan para el cumplimiento de la misma. Como se dijo anteriormente, el trabajo se enfoca en los criterios número 10, 11, 12 y 13 relativos respectivamente a procedimientos y métodos de inspección, manipulación de ítems y muestras, registros, e informes y certificados de inspección debido a que los otros criterios son de carácter organizacional y administrativo que están fuera del alcance del trabajo.

### Procedimientos y métodos de inspección

La norma en su apartado décimo dicta que “el organismo debe utilizar procedimientos y métodos de inspección compatibles con los requisitos, contra los cuales la conformidad va a ser determinada” (2000, p. 12). Respecto a esto la norma menciona que el Organismo de Inspección (OI) debe cumplir con los siguientes requisitos:

1. Utilizar instrucciones documentadas adecuadas para la planificación de la inspección y para las técnicas de inspección y muestreo normalizado.
2. Mantener actualizadas y disponibles todas las instrucciones, normas o procedimientos documentados, hojas de trabajo, listas de chequeo y datos referencia pertinentes.
3. Poseer un contrato que asegure que el trabajo está dentro de su competencia; los requisitos del cliente estén adecuada-

mente definidos; las condiciones especiales puedan emitirse sin ambigüedad al personal; el trabajo desarrollado sea controlado mediante revisiones regulares y acciones correctivas; el trabajo concluido sea revisado para confirmar que los requisitos han sido cumplidos.

4. Registrar de una forma oportuna las observaciones y/o datos obtenidos en la inspección.
5. Verificar adecuadamente todos los cálculos y datos transferidos.
6. Poseer instrucciones documentadas para llevar a cabo con seguridad la inspección.

### Manipulación de ítems y muestras

Este apartado se refiere a que se debe asegurar que los ítems y muestras a inspeccionar tengan una identificación única que permita la adecuada documentación de los mismos en los respectivos registros. Este apartado también dispone los siguientes requisitos:

1. Registrar y consultar al cliente cualquier anomalía aparente notificada a o por inspector, antes de proceder a la inspección.
2. Establecer si el ítem ha recibido toda la preparación necesaria, o si el cliente requiere de preparación por parte del OI.

3. Poseer procedimientos documentados y contar con las instalaciones adecuadas para evitar el deterioro o daño de los ítems de inspección bajo su responsabilidad.

## Registros

Este criterio consiste en un sistema de documentación apropiado a las circunstancias particulares del trabajo y que cumpla con las regulaciones aplicables.

Estos registros deben incluir la información suficiente para una evaluación satisfactoria de la inspección, y deben ser conservados de forma segura, confiable y durante un tiempo determinado por el cliente.

## Informes y certificados de inspección

Los trabajos llevados a cabo deben ser cubiertos por un informe y/o certificado de inspección, el cual debe incluir lo siguiente:

1. Todos los resultados de los exámenes, y la determinación de la conformidad realizada sobre la base de estos.
2. Toda la información necesaria para la comprensión e interpretación de los resultados.
3. Firma o aprobación de un personal autorizado.
4. En caso de tener adiciones o correcciones después de emitidos se deben registrar y justificar las mismas con los requisitos anteriores.

## Trabajos en puentes

### Avance de los trabajos

Mediante el uso de la tabla de pago del mes de julio se determinaron las cantidades de pilotes y

concreto estructural que mejor reflejaran la situación actual del proyecto. Por esta razón se utilizaron las cantidades originales, autorizadas y terminadas a la fecha para tener una idea de la importancia de estas actividades en el proyecto, que se observan en los cuadros 2 a 5 de la sección de apéndices. En estos se puede ver que a la fecha se tenían colocadas todas las cantidades autorizadas, lo que, al comparar con las cantidades originales, reflejaba la conclusión parcial de los puentes Barranca, Ron Ron, Seco, Tapezco y Arenas. Se dice parcial porque únicamente faltaban detalles menores y acabados que se hacen en las etapas finales del proyecto.

Respecto a los puentes en ejecución se encontró que estos eran los de Espino, Laguna y La Vieja, y uno adicional sobre la Quebrada San Cristóbal. Fotografías de estos se pueden encontrar en las figuras 1 a 4 de los apéndices, que muestran la condición o avance de los mismos a la llegada al proyecto. Es importante recalcar que el único de estos que ha tenido avance durante la estancia en el proyecto ha sido el puente Laguna, que se encuentra en el montaje de la obra falsa para la superestructura.

Cabe destacar que según lo hallado en esta tabla de pagos se observa que el puente de la Quebrada Yegua se eliminó y que mediante una consulta a la ingeniería se averiguó que fue por un cambio en el diseño, en el cuál se decidió hacer una alcantarilla.

## Colocación de concreto

La empresa constructora Sánchez Carvajal es la que se encarga del suministro de equipo, materiales y mano de obra para la construcción de todos los elementos de concreto en los puentes.

Para la confección del concreto la empresa cuenta con dos plantas ubicadas en Sifón y La Abundancia. Estas plantas producen el concreto de todos los elementos estructurales fabricados en sitio y alcantarillas, además de elementos estructurales menores.

El equipo con el que cuenta el contratista para llevar a cabo la colocación consiste en camiones mezcladores con capacidad para 6 m<sup>3</sup>, vibradores internos de alta frecuencia, bombas estacionarias para el colado de elementos a gran distancia, curadores tipo membrana y

herramientas básicas de colocación como canaletas, llanetas, codales, entre otros.

## Trabajos en ejecución

Con base en las tablas de pagos del mes de Julio se pudieron determinar los trabajos en ejecución y el porcentaje de avance de estos. Se determinó que al inicio del trabajo de práctica estaban en construcción los puentes sobre los ríos La Vieja, Laguna y Quebrada San Cristóbal.

Para este período en el río la Vieja se trabajó en la colocación de concreto estructural clase C, con un total colocado de 100,2 m<sup>3</sup>, con los cuales esta actividad alcanzaba un porcentaje de avance del 66,5%.

Respecto al puente Laguna se colocaron 247,5 m<sup>3</sup> de concreto estructural clase D en la pila 1, con los cuales se concluyeron los trabajos autorizados para este tipo de concreto (1052,6 m<sup>3</sup>), correspondientes a las pilas.

Para otros tipos de concreto como el de clase B (28 MPa), se tenían concluidos los cimientos y los bastiones, con totales colocados de 408 m<sup>3</sup> y 1326 m<sup>3</sup> respectivamente.

En el transcurso del mes de Agosto se empezó a montar la obra falsa de la viga cajón entre ambos bastiones y las dos pilas, utilizando el sistema metálico Simmons. Dicha actividad se vio interrumpida a finales de octubre debido a un movimiento de la pila 2 detectado por la topografía y ocasionado por una falla geológica,

Al momento de realizar las visitas de inspección, únicamente se estaba colocando concreto en los muros de soporte para el relleno de las rampas de acceso de la Intersección La Abundancia, lo cual limitó las mismas a estos elementos.

## Pilotaje

Todos los puentes del proyecto cuentan con cimentaciones profundas debido a la mala calidad de suelos de la zona en general, tanto para las pilas como para los bastiones. Estas cimentaciones se hacen con pilotes tipo HP14x89 y W21x300 fabricados con acero estructural y su colocación es subcontratada a la empresa CODOCSA. En los cuadros 2 y 3 de los apéndices, se muestran las cantidades originales de diseño para cada uno de los puentes, que

muestran la importancia que tienen los pilotes en general para todo el proyecto.

Para llevar a cabo la hinca de los mismos la empresa cuenta con una grúa móvil (sin marca) montada sobre orugas y de pluma rígida, como la que se observa en las figuras 5 y 6 de la sección de apéndices.

Respecto al modelo del martinete usado se tiene que para los últimos trabajos, realizados en el puente Laguna, se utilizó un modelo KOBE K35 tipo diésel propiedad de CODOCSA, y que anteriormente cuando la constructora era la firma china Corporación RSEA, se usaba un modelo Delmag D30 también de diésel (ambos martillos se pueden observar en las figuras 9 y 10 de la sección de anexos). La guía o resbaladera utilizada por estos martinetes es una tipo suspendida por cable.

## Trabajos en ejecución

En lo que respecta a este rubro, a la llegada al proyecto ya se tenían concluidos todos los trabajos de cimentación de puentes. Durante el mes de julio se realizaron los últimos trámites de este ítem para el puente Laguna, los cuales consistieron en 21 unidades de empalmes, con las cuales quedaban 109 restantes por tramitar del total autorizadas. A pesar de esto, se tiene previsto hacer una pila más para el puente sobre el Río Espino debido a un cambio en la longitud del mismo. Este cambio se tiene que hacer como solución a una inestabilidad en el bastión 1, que tiene que ser retrocedido aproximadamente 25 metros. Para esta pila se necesitará de una cimentación profunda como las utilizadas en las pilas adyacentes, y se espera que se comiencen estos trabajos con la aprobación del adenda # 6, actualmente en trámite.

## Manual de políticas y procedimientos

En los antecedentes se mencionó que este manual se hizo con el fin de normar las actividades de verificación de calidad para asegurar el cumplimiento de la normativa vigente así como de altos estándares de calidad, para lo cual estableció tres subprocesos, de los cuales el

de verificación de la calidad de las materias primas usadas y de los procesos constructivos es el que interesa para el presente trabajo.

En la sección D del manual se presentan los diagramas de SIPOC para cada subproceso en los cuales se definen la procedencia de los insumos o entradas, las salidas y sus destinos. En el cuadro 6 de los apéndices se muestra este diagrama para el subproceso de verificación de la calidad, en el cual se encuentra la inspección en campo. En este se puede observar como el personal del Departamento de Verificación de la Calidad mediante insumos como la norma ISO 17025:2005, el CR 2010 y la documentación para demostrar la conformidad, debe producir los informes periódicos de verificación y los pedidos de acciones correctivas y preventivas mediante el trabajo en campo.

Por otro lado se observa que para los informes mensuales de verificación de la calidad se requiere de constancias mensuales basadas en el CR 2010 y de informes de verificación para las materias primas y procesos constructivos.

En la sección F se describen y ordenan los procedimientos de cada uno de los tres subprocesos principales que se deben cumplir en para una adecuada gestión de la calidad.

Toda esta documentación refleja que actualmente existen los procedimientos y las políticas operativas necesarias para la verificación de calidad de los proyectos, pero que están enfocadas principalmente a la calidad de las materias primas y no a la calidad de los procesos constructivos, debido a que las referencias a normas técnicas aplicadas a los subprocesos y procedimientos son casi en su totalidad acerca de la norma ISO 17025:2005.

## Riesgos operativos

En la sección G del Manual de Políticas Operativas Asociadas y Procedimientos del CONAVI se describen una serie de riesgos asociados a los subprocesos de verificación de la calidad mencionados en los antecedentes.

Para estos riesgos el manual determina un valor llamado Nivel de riesgo (N) que se encuentra en función de los parámetros de frecuencia (F) y de impacto (I). Este valor de nivel de riesgo viene a ser una medida de la frecuencia por impacto.

Al valor de frecuencia se le asigna un número del 1 al 8, con los siguientes significados:

- 1 = Improbable (cada 5 años o más);
- 2 = Remoto (aproximadamente cada 2 años);
- 3 = Esporádico (aproximadamente cada año);
- 4 = Ocasional (aproximadamente cada 6 meses)
- 5 = Moderado (aproximadamente cada 3 meses);
- 6 = Frecuente (aproximadamente cada mes);
- 7 = Habitual (aproximadamente cada semana)
- 8 = Constante (aproximadamente todos los días)

También al valor de impacto se le asigna una calificación desde 0 hasta 50, que se definen como sigue:

- 0 = Nulo;
- 1 = Dejó de cumplir hasta un 5% de las metas del subproceso;
- 2 = Dejó de cumplir hasta un 15% de las metas del subproceso;
- 5 = Dejó de cumplir hasta un 30% de las metas del subproceso;
- 20 = Dejó de cumplir hasta un 80% de las metas del subproceso;
- 50 = Dejó de cumplir hasta un 100% de las metas del subproceso.

En el cuadro 7 de la sección de apéndices se muestra ésta clasificación para los riesgos relacionados directa o indirectamente al proceso de inspección en campo. En él se puede observar que la frecuencia con la que se dan estos riesgos va desde un año hasta cada 3 meses y que el valor de impacto para cada uno es alto si se tiene en cuenta que se dejan cumplir hasta un 80% de las metas del subproceso en la mitad de los riesgos y más de un 30% en la otra mitad. Esto se refleja en el grado de impacto de algunos de estos riesgos que en algunos casos llega a ser de 100 que es un valor significativo si se toma en cuenta el valor máximo de 400 que puede alcanzar.

## Inspección en el proyecto

Antes de incursionar en los procedimientos de inspección utilizados en sí, es importante conocer cuál es la estructura organizativa sobre la que se estructuran los diferentes integrantes de la

Unidad Ejecutora, así como las actividades de supervisión, incluida la inspección de campo.

## Estructura Organizativa

Actualmente existe una Unidad Ejecutora Especial que se encarga de la supervisión del proyecto. Esta unidad está dirigida por una Unidad Supervisora que para el proyecto es la Dirección Ejecutiva del CONAVI. A su vez, la UE está compuesta por diferentes subunidades e integrantes, dentro de los cuales destaca la Unidad de Apoyo, que junto con un único inspector de campo propio del CONAVI, se encarga de la inspección del proyecto.

En el año 2011 la Unidad Ejecutora del CONAVI, contrató mediante la contratación directa 2011CD-000122-0DO00, al Consorcio Vieto-Lauher-Topytour-Fonvar como la Unidad de Apoyo para que brindara los servicios de ingeniería a la UE, y complementara la labor de inspección y control que realizaría ésta.

El desglose de esos servicios de apoyo, definido en ese entonces por el contrato de supervisión y vigente actualmente, fue el siguiente:

- Servicios profesionales de Ingeniería de Puentes.
- Servicios técnicos de personal de apoyo para la inspección de puentes y de planta de concreto y asfalto.
- Servicios técnicos de personal de cálculo de cantidades y topografía.
- Servicios de Laboratorio de Verificación de la Calidad.

Para comprender mejor la relación existente entre las distintas unidades e integrantes de la UE, en la figura 11 de los anexos se presenta el esquema de trabajo que se utiliza en el proyecto.

## Funciones de los inspectores

Dentro de los servicios de apoyo mencionados, cabe destacar aquellos destinados a la

inspección de los puentes, los cuales tienen funciones bien definidas para sus integrantes.

Para comprender mejor el rol de los inspectores en el proyecto, según el cartel de licitación CD122-11 (pp. 25-26), las funciones designadas a este personal son las siguientes:

- Realizar labores de técnica de inspección de obra.
- Presentar informes de inspección en el tiempo que establezca la Administración.
- Llevar un diario del proyecto con las anotaciones de todas las situaciones inherentes a este como respaldo de la ejecución o no ejecución de la obra.
- Anotar en el diario la ubicación y fecha exacta de los trabajos en ejecución.
- Llevar el control de maquinaria, incluyendo la descripción, composición, marca, modelo, estado y otras aplicables.
- Presentar un informe de labores diarias o según lo requiera la UE, cumpliendo el plazo de entrega establecido por la misma.
- Reportar de inmediato las anomalías a la UE del proyecto y hacerlas llegar por escrito.
- Usar el chaleco reflectivo y el casco.
- Recibir las vagonetas con materiales, verificando la no alteración de la carga y llenar la guía de entrega correspondiente.
- Comprobar las temperaturas de materiales y las buenas prácticas al momento de transporte y colocación de materiales en el proyecto.
- Suministrar información a la UE, sobre el avance de frentes de trabajo con el fin de coordinar los ensayos de laboratorio requeridos para la verificación de calidad.
- Comunicar a la UE para que topografía verifique la concordancia de las

estructuras con lineamientos, niveles y rasantes indicadas en planos.

- Para inspectores de planta de asfalto y concreto, cuantificar volúmenes de material despachado, revisar la dosificación, verificar la calibración y el adecuado funcionamiento de los equipos de planta de autocontrol, y tomar muestras de materiales cuando se requiera.

Respecto a las potestades de los inspectores se tiene que éstos no tienen el poder para parar la ejecución de los trabajos en caso de existir anomalías durante el proceso pero si la obligación de comunicar esto a la mayor brevedad.

## Procedimientos y herramientas de inspección usadas

Como se dijo en la metodología, la investigación acerca de procedimientos y métodos de inspección se concentró específicamente a aquellos utilizados para la inspección de hinca de pilotes y colocación de concreto en los puentes del proyecto, debido a que reflejan el estado actual de estos en la institución.

Se encontró que para el período 2006-2007 en el que no se contaba con una Unidad de Apoyo como la actual, el CONAVI utilizaba sus propias herramientas, junto con las brindadas por la empresa constructora RSEA para llevar a cabo la inspección del concreto estructural y la hinca de pilotes. Por otro lado, se obtuvo que para el período del 2008 a la actualidad, periodo en el cual se permitió la contratación de servicios de apoyo, los procedimientos y herramientas de inspección utilizados fueron los aportados por las empresas consultoras contratadas para ello, o en el caso de hinca de pilotes, los aportados por la constructora (CODOCSA), con lo que se dejaron de usar los propios de la institución. Debido a esto se hará una subdivisión para abarcar estos aspectos en ambos periodos.

## Procedimientos previos a la contratación de servicios de apoyo

Durante la investigación realizada, se pudo obtener de los registros de inspección de los puentes del proyecto, un informe de inspección editado por el MOPT, una plantilla para la hinca de pilotes y un “formulario de comunicaciones” de la empresa RSEA Engineering Corp. (ver anexos), usado en conjunto con el personal del CONAVI durante el período 2006-2007, en donde no se había autorizado la contratación de servicios de consultoría para la supervisión del proyecto. Además de estos se encontraron informes de labores de hinca de pilotes hechos a mano, con las respectivas plantillas adjuntadas.

El informe brindado por el MOPT posee un formato en el que se dejan espacios para diferentes aspectos en los que el inspector hace las anotaciones correspondientes. Los espacios encontrados son los siguientes:

- Dirección del CONAVI a cargo del Proyecto
- Destinatario del informe
- Nombre del inspector
- N° del informe de inspección
- Periodo
- Contratista
- Equipo
- Personal
- Calidad del trabajo
- Avance de la obra
- Informe del tiempo
- Resumen sobre tiempo
- Labores realizadas
- Equipo de inspección
- Observación final

Sobre estos aspectos encontrados en el informe, se observa que todos son descriptivos y que las anotaciones que se hacen quedan a criterio del inspector por lo que pueden variar de un informe a otro.

En general el informe tiene todos los aspectos que un inspector debe reportar, dándole importancia al equipo, el personal y las labores realizadas que poseen mayores espacios, pero no permite determinar la conformidad con las especificaciones. Por ejemplo, en las labores realizadas se observa que se anotan las

cantidades colocadas de concreto para cada elemento pero no se hace una revisión de las especificaciones técnicas, si no que para esto se adjuntan formularios con las observaciones hechas para esta evaluación. Estos formularios eran los que brindaba la empresa RSEA para la supervisión de los trabajos, y consistían en una página en la que se anotaban las observaciones que databan de forma muy breve el cumplimiento de las especificaciones.

Por su parte la plantilla de hinca de pilotes es, en general, muy básica, y contiene varias columnas para el conteo de golpes para cada pie de penetración. Estas se utilizaron para cada uno de los pilotes de los puentes y se adjuntan unas con otras dependiendo del elemento al que pertenecieran. En la sección de anexos se adjuntan estos informes, formularios y plantillas para una mejor comprensión de lo descrito.

Estos informes se dejaron de utilizar en el proyecto con la contratación de servicios externos de inspección a partir del año 2008, en donde se empezaron a emplear los aportados por las empresas consultoras, que tienen la exigencia de estar acreditados.

## Procedimientos utilizados actualmente

Actualmente, el consorcio de supervisión Vieto-Lauher-Topytour-Fonvar, junto con el inspector de campo del CONAVI, realiza las labores de inspección en campo. Este consorcio utiliza sus propios controles de verificación de calidad debidamente acreditados por el ECA para las normas INTE/ISO 17025:2005, INTE/ISO 17020:2000 e INTE/ISO 9001.

La empresa acreditada como organismo de inspección para la construcción de puentes en el proyecto es Vieto y Asociados S.A., la cual adquirió la acreditación como un organismo de inspección tipo C en diciembre del 2011.

En el documento "Alcance de Acreditación V08 OI28" se muestra un cuadro en el que se observan las normas y metodologías utilizados por dicha empresa para el área de inspección de puentes (ver cuadro 5 en anexos). En dicho cuadro se observa que dentro de los productos que tienen acreditada la inspección se encuentran los puentes y todos los elementos

que los componen como vigas, columnas, placas, bastiones, losas, pilas, pilotes, entre otros.

Por otro lado, se puede ver que la empresa cuenta con procedimientos de inspección en un documento llamado INS-I-005. Estos procedimientos son los que utilizan en el proyecto para la inspección de los elementos antes mencionados, sin embargo, estos son de carácter confidencial por lo que no se pudieron obtener.

En lo que respecta a la normativa que usa la empresa, en el documento del alcance se nombran los siguientes:

- a) PG-5.4-03, Procedimiento general para ejecución de un proyecto de supervisión/inspección (propio de la empresa).
- b) CR-2010 Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes. MOPT.
- c) CR-77 Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes. MOPT.
- d) MC-83 Manual de Construcción para carreteras, caminos y puentes. MOPT, 1983.
- e) Manual de Normas y Diseños para la Construcción de Carreteras. MOPT, 1996.
- f) Manual Centroamericano de dispositivos uniformes para el control de tránsito. SIECA, 2000.
- g) SC 01-2001 Dispositivos de seguridad en las obras viales.
- h) MN-02-2001 Materiales, Normas, Diseño y Especificaciones del Tomo de Disposiciones para la Construcción y Conservación Vial. MOPT-CONAVI 2001.
- i) AASHTO American Association of State Highway and Transportation Officials, 2010.
- j) ASTM American Society for Testing and Materials, 2012.

- k) PCI (Precast and Prestressed Concrete Institute) Handbook.
- l) Especificaciones técnicas específicas de cada proyecto de licitación y planos

A pesar de no tener acceso a todos los procedimientos utilizados para la inspección de los procesos en obra, si se tuvo acceso a algunos de los modelos o formularios de inspección utilizados para las actividades de pilotaje y colocación de concreto.

Los documentos citados son propiedad de las empresas de la Unidad de Apoyo así como de las empresas constructoras Sánchez Carvajal y CODOCSA, los cuales se encuentran dentro de los registros de supervisión del CONAVI.

## Inspección de hinca de pilotes

Como se mencionó en los antecedentes, actualmente el CONAVI no cuenta con modelos de inspección para ésta actividad si no que se usan los brindados por CODOCSA, pertenecientes a su sistema de control de calidad. Este modelo se denomina "Reporte de campo hinca de pilotes", y se adjunta también a la sección de anexos.

El modelo trae una parte de información general del proyecto en el que destacan la identificación del reporte, el día y la fecha de los trabajos, nombre del proyecto, elemento estructural que se cimenta, y las personas responsables del trabajo con sus respectivas firmas. En el modelo citado también se observan parámetros que se miden durante el proceso de hinca como la cantidad de golpes por pie, y las características principales del equipo.

En cuanto a las características del martinete en sí, se observa el modelo, el peso, la altura de caída y la máxima energía. Para el pilote se puede ver su identificación según planos, longitud, tipo de pilote y la inclinación al ser hincado. Además de esto se adjunta una figura en la que se puede observar la ubicación del pilote dentro de la configuración que tienen estos en los planos de diseño.

## Inspección de colado de concreto

Al igual que en el pilotaje, los diarios de inspección que tiene el CONAVI no poseen ningún procedimiento relacionado al manejo y colocación del concreto. Para controlar este proceso, se usan los modelos o formularios que tiene la empresa Grupo Lahuer, que se dividen en elementos estructurales de la subestructura y de la superestructura, cada uno con sus principales componentes y debidamente codificados. Como partes generales de estos formularios destacan las siguientes:

1. **Sección del elemento:** esta parte viene con varias opciones sobre el tipo de elemento que se inspecciona. Por ejemplo, en el caso de los bastiones se divide en cimientos, columnas, cabezal y aletones.
2. **Verificación de ubicación con topografía:** en esta se verifica si se tiene el trazado topográfico, las estacas de ejes principales y vértices de fundación, y niveles de fundación.
3. **Certificados de calidad de los materiales:** esta sección pregunta si se tienen las certificaciones respectivas para los materiales necesarios, dentro de los cuales están el acero de refuerzo y de pretensión, cemento, agregados, aditivos, agua y pernos.
4. **Diseño de mezcla:** aquí se verifica si se presentaron los diseños de mezcla respectivamente aprobados.

Respecto a la parte de inspección de los elementos en sí, ésta consta de subdivisiones enumeradas que corresponden a la especificación que deben cumplir los diferentes componentes de estos. En estas subdivisiones se realizan preguntas de respuesta afirmativa o negativa, y se complementan las mismas con tablas que traen los aspectos a revisar. A continuación se hace una breve explicación de dichos aspectos:

1. **Verificación de resistencia del concreto:** de respuesta afirmativa o

negativa y se hace respecto a lo que indican los planos.

2. **Cantidad de vibradores en el sitio:** se indica el número.
3. **Utilización de desmoldantes en la formaleta:** de respuesta afirmativa o negativa.
4. **Procedencia del concreto:** si es de planta, batidora u otra.
5. **Procedimiento de colado:** si es directo, con bomba u otro.
6. **Proceso de curado utilizado:** se hace una descripción del mismo.
7. **Verificación de control de calidad:** se aplica en el revenimiento y el muestreo para el control de resistencia.
8. **Tiempo de remoción de formaleta:** se indican las horas que estuvo la formaleta colocada después del colado.
9. **Tiempos de interrupción de coladas:** se verifica que no sean mayores a 30 minutos.
10. **Revisión de acabados:** se verifica la existencia de segregaciones, carates, fisuras, despuntes y posición de las previstas mediante respuestas afirmativa o negativa.

Por último, los formularios traen una sección de observaciones y comentarios y un espacio para la firma del inspector.

## Guía de inspección

### Estructura general

Como primer paso se investigaron exhaustivamente los procedimientos de inspección utilizados para las actividades afines, principalmente en los distintos departamentos de transportes de la Administración Federal de Carreteras (FHWA por sus siglas en inglés) de Estados Unidos para tener una idea de cómo podrían estructurarse los modelos, así como las herramientas que se podrían usar para los procedimientos. También se investigaron dos tesis de maestría de la Universidad para la Cooperación Internacional que propusieron procedimientos de inspección para Obras de Conservación Vial y se tomó en cuenta el Tomo de Disposiciones para la Construcción y Conservación Vial MN-02-2001 y modelos de inspección del mismo, para darle el formato usado en el CONAVI a la guía de inspección.

Con base en lo hallado en tal investigación se desarrolló una estructura general de la guía de inspección con el objetivo de ser aplicada a ambas actividades por igual. Esta estructura consiste en una serie de secciones que describen de forma clara y concisa lo que se pretende desarrollar en la misma. A continuación se enumeran y describen dichas secciones:

1. **Introducción:** esta consiste en una descripción del trabajo a inspeccionar, basada en lo que establece la especificación CR-2010 con el objetivo de ubicar al inspector.
2. **Objetivo:** este apartado define el objetivo del manual, el cual debe iniciar con la frase "Normalizar las actividades de inspección en campo para una correcta evaluación de la conformidad del proceso constructivo del ítem...", y debe terminar con la identificación del ítem a inspeccionar según lo establezca el CR-2010.
3. **Alcance:** describe el objetivo principal que cumple la inspección para cada actividad.

4. **Términos:** incluye las definiciones de los principales términos técnicos propios de los procesos constructivos y de inspección que deben ser de conocimiento del inspector.
5. **Abreviaturas:** da el significado de las abreviaturas incluidas en el documento.
6. **Materiales y equipo:** en este apartado se citan todos aquellos materiales o equipos tanto de medición como de seguridad necesarios para la inspección del ítem.
7. **Descripción de las actividades:** aquí se describe de forma clara y concisa como se debe ejecutar la inspección, mediante el uso de los modelos y listas de verificación elaborados, así como de informes de inspección basados en la utilización de los resultados de ambas herramientas. Para una mejor comprensión de lo que cada una es, a continuación se detallan las mismas:
  - 7.1. **Modelos de inspección:** estos consisten en plantillas que incluyen aspectos como maquinaria, mano de obra en las cual se anotan todos los parámetros medibles mediante inspección física. Para la medición adecuada de los mismos el inspector necesita hacer uso de los materiales y equipos asignados para sus labores. Las subactividades y especificaciones de hinca de pilotes y colocación de concreto para las cuales se generaron modelos son respectivamente, según la especificación que cubren, las siguientes:
    - a) Modelo 551.03: Equipo de hinca.
    - b) Modelo 551.07: Perforación previa.
    - c) Modelo 551.08: Preparación e hincado.
    - d) Modelo 551.11: Prueba de carga.
    - e) Reporte de hinca de pilotes RH-CF-551.
    - f) Modelo 552.11: Manejo y colocación de concreto.
  - 7.2. **Listas de verificación:** estas consisten en una de serie de preguntas basadas en las especificaciones y formuladas de forma tal que las respuestas tengan que

ser afirmativas para determinar la conformidad con las mismas. Al igual que los modelos se elaboraron listas de verificación para cada especificación, solo que a diferencia de estos, estas se encuentran por actividad, con las respectivas subactividades incluidas como secciones dentro de las mismas. Las listas generadas en el trabajo fueron las siguientes:

- a) LV 551.03: Hinca de pilotes.
- b) LV 551.05: Pilotes de prueba.
- c) LV 551.06: Capacidad de soporte del pilote.
- d) LV 551.07: Perforación previa.
- e) LV 551.08: Preparación e hincado.
- f) LV 551.09: Empalmes.
- g) LV 551.10: Pilotes que emergen luego de hincarse.
- h) LV 551.11: Prueba de carga.
- i) LV 551.12: Recorte de pilotes.
- j) LV 551.14: Pilotes tubulares.
- k) LV 552.08: Entrega.
- l) LV 552.10: Temperatura y condiciones ambientales.
- m) LV 552.11: Manejo y colocación del concreto.
- n) LV 552.12: Juntas de construcción.
- o) LV 552.13: Juntas de expansión y contracción.
- p) LV 552.14: Acabado de concreto plástico.
- q) LV 552.15: Curado del concreto.
- r) LV 552.16: Acabado de superficies encofradas.
- s) LV 552.17: Accesorios de anclaje.
- t) LV 552.18: Cargas en estructuras nuevas de concreto.

7.3. **Informes de inspección:** constituyen machotes de informes semanales y mensuales en los cuales se dan los resultados de la inspección, con base en los requisitos que deben tener los informes según el CONAVI. En estos se da un espacio para el análisis pertinente que haga el inspector, y otro para evaluar la conformidad respecto a las especificaciones que contiene un espacio para registro fotográfico. Esto le permite al inspector emitirla aceptación o no de los trabajos de una forma clara y sencilla.

Los documentos generados para esta fase fueron los siguientes:

- a) Modelo de informe semanal.
- b) Modelo de informe mensual.
- c) Manual de procedimientos para la elaboración de informes.

Para el caso de la elaboración de los modelos y listas bajo la normativa CR 77 se determinó que únicamente fue necesario adaptar las listas de verificación a la normativa ya que los modelos creados para el CR 2010 cumplían su función para éstas listas.

Aparte de esto es importante decir que esta etapa se concentró únicamente en la confección de los modelos y listas por cuestiones de tiempo, y porque una guía completa no hubiese tenido sentido por estar desactualizada.

Por cuestiones prácticas, la guía de inspección para cada una de las actividades se adjunta a la sección de los apéndices.

## Visitas de inspección

Los resultados de las visitas de inspección se obtuvieron únicamente para la actividad de colocación de concreto por razones de que al momento de planearlas, el colado de la superestructura del puente Laguna, se atrasó por el movimiento de la pila 2, y a que la construcción de la pila adicional del puente sobre el Río Espino (que requiere de pilotes), estaba a la espera de la resolución de una adenda al contrato. Estos resultados consisten en el llenado del modelo "Colado de concreto" y la respectiva "Lista de verificación del colado de concreto" (bajo la especificación CR-77), ambos adjuntos en la sección de apéndices junto con el respectivo informe.

El modelo se utilizó únicamente para la inspección del muro 8 del sector norte de la Intersección La Abundancia, colado el día 7 de noviembre (ver figuras 7 a 15 de apéndices). En este se puede observar que este elemento fue colado en seco por el método de descarga directa y que el equipo utilizado para el colado fue un camión mezclador de modelo desconocido de la marca McNeilus, con una capacidad de 6 m<sup>3</sup>. Arribaron específicamente dos camiones de códigos 19-9 y 19-16 propiedad de la empresa

constructora para un total de tres arribos y un volumen colado de aproximadamente 15 m<sup>3</sup>.

La altura de caída fue de aproximadamente 0,8 metros y para el vibrado se utilizó únicamente un vibrador eléctrico de marca desconocida, a una distancia de aproximadamente 0,3 m.

Respecto a la temperatura de la mezcla se observó que ésta no era medida en campo, a pesar de que la especificación obligue a medirla en campo. Esta medida se toma en planta y se anota en el ticket de despacho del camión mezclador, que decía que era de 30 °C para los 3 camiones que llegaron.

En el modelo se observan otros aspectos como las horas de llegada de cada camión y las cantidades para el pago que muestran los desperdicios. Estos últimos campos no se llenaron debido a que el volumen que se mide en las coladas para efectos del CONAVI es el que está en planos, y por tanto cualquier desperdicio queda por cuenta del contratista, y no es necesario anotarlo.

Respecto a la lista de verificación se puede observar que se obtuvieron los tres tipos de respuestas. En general se cumplieron casi todas las especificaciones a excepción de que, al momento de la colada, se tenía únicamente un vibrador de concreto en uso, cuando por son necesarios dos. Por otro lado se puede ver una respuesta "NA" en la que la justificación fue que no se necesitaban declives escarpados para colar ese elemento.

Estos resultados fueron utilizados para elaborar un informe de inspección diario, que se hizo con el objetivo de aplicar el "Procedimiento para la elaboración de informes" y de dar un informe a la ingeniería de proyecto útil para la supervisión de los procesos constructivos. Este informe se adjunta a la sección de apéndices.

## Corrección del modelo

Para esta etapa se corrigió el modelo llenado en la visita de inspección para la colada del muro 8 de la intersección La Abundancia. La corrección se hizo con base en las observaciones hechas durante la inspección e incluye los siguientes cambios:

1. Numeración de los rubros: para este momento no se tenía concluido la numeración de los rubros del modelo por lo que se concluyó con la numeración preliminar que tenía.
2. Reordenación de la información de proyecto: esta incluyó varios cambios pero en general no se variaron mucho sino que se hicieron de manera que quedarán más claras y especificadas como por ejemplo el de denotar que el ingeniero es el del Proyecto.
3. Adición de información del concreto: se añadió la información del concreto encontrada en los diseños de mezcla para facilitar al inspector la verificación de estas propiedades en campo.
4. Rubro de descarga: se cambió la palabra método por equipo para agregar varias opciones de equipo con la posibilidad de describirlo con lo que se eliminaron las opciones para el equipo y se agregaron las de operación y tiempo/bache.
5. Rubro de arribo de camión mezclador: en este se quitaron los porcentajes de aire y las lecturas de penetración que no son necesarias, y se agregaron varios rubros encontrados en el tiquete de despacho con el fin de que se pudieran comparar con los de "información del concreto"
6. Otros rubros: se eliminaron las partes de "volumen colocado por bombeo, tiempos de operación por bombeo y volumen de descarga por bombeo, para ser sustituidos por un solo cuadro llamado colocación del concreto en el cual se anotan las cantidades coladas por elemento según las operaciones planeadas.
7. Sección de desperdicios: esta se eliminó porque como se mencionó antes no se necesita para efectos del CONAVI.

# Análisis de resultados

## Trabajos en puentes

En lo que respecta a la construcción de los puentes, se puede observar en los cuadros 2 a 5 de los apéndices, la importancia que tienen los pilotes y el concreto estructural para los puentes del proyecto, debido a que son sus principales materiales constituyentes, además del acero de refuerzo. En este sentido, las actividades de hinca de pilotes y colocación de concreto son las más significativas (junto con otras como excavaciones y acero estructural) debido a los precios unitarios netos de cada uno, que pueden ascender a 2000 y 400 dólares cada uno respectivamente (ver cuadro 1 en apéndices), y que dadas las cantidades de cada uno adquieren valores altos en relación a otras actividades menores como la instalación de guardacaminos, barandas peatonales o apoyos de neopreno. Esta fue la razón principal por la que se decidió enfocar el trabajo en estas actividades.

Cabe destacar el uso únicamente de pilotes de acero estructural para todas las cimentaciones de puentes. Ésta decisión, aparte de las consideraciones de diseño, se hizo principalmente por las ventajas constructivas mencionadas anteriormente y a las reducciones en los costos que estas conllevan, en comparación con los pilotes de concreto colados en sitio por ejemplo.

Para estos últimos se necesita mayor cantidad de equipos, materiales y por ende mayores controles de calidad. En cuanto a equipos, adicionalmente se ocupan los equipos de perforación para hacer los barrenos en el subsuelo, y los equipos de colocación del concreto, como tuberías de conos o segmentadas o las llamadas “tremie” o tuberías confinantes. En cuanto a materiales se puede necesitar de revestimientos, además o el uso de lodos bentoníticos para estabilizar las perforaciones.

Todos estos insumos adicionales implican un mayor costo, además de la desventaja de

requerir mayores controles de calidad, incluyendo principalmente los del concreto.

## Procedimientos y riesgos operativos

En relación a los riesgos operativos relativos a la inspección, en general, todas sus causas están relacionadas directa o indirectamente entre sí, en donde la que más influye en las demás es la falta de estándares y normas apropiadas en la construcción. Esto porque en la mayoría de las causas se mencionan “debilidades importantes” en la inspección de los procesos y la supervisión de ésta, en el control y seguimiento de proyectos, y en la comunicación de resultados, que se podrían mitigar si se contara con estándares y procedimientos de inspección bien definidos. Tales procedimientos tendrían entonces la labor de permitir una comunicación efectiva y oportuna de las no conformidades y el control y seguimiento de la obra, con lo que se aumentaría la eficacia de la inspección.

Dada esta relación entre las causas, el intento de cuantificar su impacto no da números confiables debido a que entre ellas pueden afectarse indirectamente, y a que este efecto es difícil de cuantificar, máxime si se habla de variables cualitativas que tienden a ser subjetivas como por ejemplo las llamadas “debilidades importantes”, que pueden tener varias interpretaciones. Ahora bien, esto no quiere decir que estos parámetros no sean útiles para conocer la situación actual de la institución, puesto que no se ahondó en los métodos usados para su obtención, sino que quedan descartados como referencia para el análisis.

En relación a los “Inspectores de Proyecto”, se observó que actualmente se tiene

un solo inspector de campo por parte de la UE, es decir del propio CONAVI, que para la magnitud del proyecto es escaso, a pesar de que se tengan inspectores consultores. Esto se puede justificar si se toman en cuenta las funciones establecidas por el propio CONAVI para este personal, que incluyen en general las actividades de inspección de todos los frentes de trabajo, que para el proyecto en particular no daría abasto puesto que se tienen múltiples frentes laborando simultáneamente.

Con esto último se corrobora la falta de personal calificado para las inspecciones de campo existente en la institución, que como se menciona en el cuadro 7 de los apéndices acerca de los riesgos operativos, genera inspecciones inoportunas o ineficaces. Esto se da debido a que no existe comunicación directa con un inspector que maneje los intereses del CONAVI. Esto último se presta para que, al no tener la UE una cantidad adecuada de inspectores en campo que manejen la visión de ejecución de obra que tiene el CONAVI, se presenten acciones descuidadas, negligentes o dolosas por parte de los inspectores de la Unidad de Apoyo, que pueden afectar el cumplimiento de la conformidad de las obras.

En este sentido, son los mismos inspectores de campo quienes podrían elaborar las metodologías y herramientas de inspección, adecuadas a los criterios de calidad propios de la institución y a su propio criterio de inspección desarrollado por experiencia. Con estas herramientas se podrían entonces realizar las inspecciones de una forma más eficaz y eficiente, en la que los resultados de estas comuniquen a la ingeniería de proyecto todos los aspectos necesarios para una adecuada supervisión.

Esta falta de personal calificado es entonces una de las principales causas de la carencia de procedimientos y metodologías de inspección, al ser este mismo personal quién podría eventualmente desarrollarlos.

Como consecuencia de estas deficiencias, tanto de personal como de herramientas de inspección, la institución recurre a esquemas de contratación de “Unidades de Apoyo” acreditadas que tienen la función de ayudar al CONAVI en la supervisión e inspección de sus proyectos viales. Si bien es cierto que estas contrataciones son efectivas porque las unidades cumplen su función, tienen el efecto negativo de generar una dependencia de las

mismas, a medida que las deficiencias mencionadas no se corrigen con el tiempo. Esto hace que el CONAVI, al tener Unidades de Apoyo disponibles que cuentan con personal y procedimientos de inspección acreditados, disminuya su interés en crear sus propias metodologías o en contratar y capacitar inspectores, y se genere un círculo vicioso a medida que se contratan más unidades

Por otro lado, el uso de tales esquemas de contratación le significa al CONAVI cuantiosas sumas de dinero, que se podrían ahorrar si se cuenta en primera instancia con el personal adecuado para llevar a cabo la inspección, así como con herramientas propias fundamentales para ésta, basadas en el fiel seguimiento de las especificaciones y en sus propios criterios. En este sentido sería pertinente hacer un análisis comparativo entre los costos que implicaría contratar personal de inspección capacitado, que se dedique a la inspección y estandarización de ésta mediante la creación de procedimientos, y los costos por contrataciones de Unidades de Apoyo, que básicamente tienen la misma labor. Esto le permitiría a la institución tener una referencia o punto de partida sobre el cual se puedan tomar decisiones dentro del sistema de verificación de calidad que se viene implementando desde hace pocos años.

Si el CONAVI tiene escasez de personal capacitado para la inspección, una forma de reducir el riesgo que esto genera puede ser la de empezar por crear éstas herramientas de inspección, bajo criterios de acreditación. Esto les permitiría definir en los términos de los contratos de supervisión lineamientos de inspección en campo más específicos y acordes a los que poseen sus propios procedimientos, los cuales le servirían también para hacer comparaciones con los de las empresas supervisoras, y tomar decisiones basadas en éstas aparte de los criterios usados actualmente.

Otro de los riesgos detectados durante la etapa investigativa, es de la detección inoportuna e ineficaz en la calidad de los procesos de control, una de cuyas causas es que la detección de oportunidades de mejora está limitada a ciertas inspecciones de la gestión de calidad. Esto se pudo evidenciar debido a que los esfuerzos que ha hecho el CONAVI en cuanto a controles de calidad están concentrados a otras actividades diferentes de la inspección en campo, como la calidad de los materiales, y si los hay son

para obras de conservación y no de construcción de Obra Nueva.

Actualmente se tienen procesos de inspección debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO/IEC 17020, pero estos son únicamente para obras de conservación vial. Por otro lado, se tiene un Manual de Verificación de la Calidad que podría servir para sentar las bases para implementar un esquema de control de calidad acreditable, sin embargo este está enfocado hacia el control y verificación de metrología, de materias primas y procesos de fiscalización, y no hacia los procesos constructivos.

Estos manuales contienen diagramas de flujos de procedimiento, que se podrían aplicar como base para la acreditación de estos procesos. Esto se puede interpretar mediante los campos de aplicación de las normas, para los cuales el enfoque del manual serviría para la norma INTE-ISO/IEC 17025 referente a laboratorios de ensayo y calibración y la INTE-ISO/IEC 17021 para organismos de certificación.

## Normas y metodologías usadas

Acercas de los informes de inspección hallados en los registros del CONAVI (2006-2007), se obtuvo que estos fueron usados semanal y mensualmente y en algunos casos como diarios de inspección. También se observó que no siempre se contó con las plantillas para el hincado de pilotes, evidenciado en el hecho de que no todos los conteos estaban anotados en plantillas sino que en algunos casos se anotaban en el espacio de labores realizadas. Estas situaciones vienen a corroborar la carencia de formularios y modelos específicos para las actividades afines del trabajo, y que la forma en que se registran actualmente, que a pesar de ser por fecha, tiende a ser desordenada debido a que no todas las hojas están adecuadamente identificadas con un sistema o código registral.

Además de esto se observó en los informes encontrados que si bien estos permiten el control del avance de los trabajos, no permiten la verificación de la calidad de los procesos constructivos. Para hacer esto se adjuntaban a los mismos los formularios del contratista con

observaciones poco detalladas y sin prueba alguna de la conformidad de los trabajos, más que la inspección visual. Este hecho evidencia claramente la forma empírica con la que el CONAVI suele realizar éstas inspecciones, que a pesar de no ser del todo inadecuada, se presta para que se ignoren gran cantidad de especificaciones, a menos que el inspector sea muy experimentado, que para bien del CONAVI se da en la mayoría de casos. Aun así, esto no debería darse puesto que por más experiencia que tenga el inspector siempre queda la posibilidad de que incurra en faltas por descuidos, que no se presentarían si se contara con un procedimiento de inspección basado en modelos y listas de verificación que tomen en cuenta las especificaciones vigentes. Por otro lado, la retroalimentación que pueda surgir del uso de estos procedimientos puede servir para la mejora de las prácticas de inspección utilizadas por el inspector producto de la familiarización tanto con el procedimiento como con las especificaciones técnicas.

Respecto a los procedimientos utilizados actualmente, se entiende que estos son los aportados por las empresas consultoras de supervisión y por el contratista en el caso particular de la hincas de pilotes. Respecto a esto último es extraño ver como en el proyecto el Grupo Lahuer utiliza los modelos no acreditados aportados por CODOCSA para la hincas de pilotes siendo la empresa Vieto y Asociados acreditada en inspección para la hincas de pilotes. Esto se puede interpretar como una falta al requisito de la normativa actual CR-2010 de tener procedimientos de inspección acreditados, que tiene su causa en la vigencia de la normativa CR77 en el proyecto, que no tiene esto como requisito. Esto se traduce en una inspección ineficaz e inoportuna puesto que se está supervisando la hincas de pilotes sin el uso de modelos acreditados que aseguren una adecuada evaluación de la conformidad. Por ejemplo, en estos no se miden las desviaciones horizontales del eje del pilote con topografía, asentamientos, energía y fuerza por golpe, etc., que según el CR 77 deberían medirse.

En términos generales ambas empresas supervisoras poseen metodologías de inspección y supervisión de calidad acreditadas por el ECA, y que las normas que utilizan cumplen con las especificaciones y estándares vigentes en el proyecto. Cabe resaltar que los diarios de

inspección para la colocación de concreto se utilizan en cada uno de los trabajos, y que sus resultados respaldan los informes de inspección semanales y mensuales. No obstante, estos ignoran algunas especificaciones generales al no ser fieles a las mismas, y que dada la experiencia y capacitación de los inspectores, este efecto se reduce en gran medida pero no se elimina del todo. Esto puede generar defectos en los productos terminados, que pienso no llegan a ser significativos debido al estricto control de calidad de materiales que se tiene en el proyecto, que demuestra que por ejemplo el concreto una vez colocado posee la resistencia adecuada.

Una particularidad que tiene el proyecto es que al momento del contrato la especificación vigente era la CR77 y que durante su ejecución esta quedó obsoleta y se actualizó a la CR2010, debido a todos los atrasos que ha tenido. A pesar de esto, esta especificación todavía rige para el proyecto, que es en efecto el último en ejecución bajo esta norma, y no existe en el contrato una cláusula que le de rigor a la normativa vigente o que la haga de acatamiento obligatorio. Pienso que esto no debería suceder puesto que la CR77 perdió toda vigencia con la publicación de la nueva y se presta para que se construyan obras bajo normativas no acordes con los estándares de calidad actuales de la industria.

Este hecho también puede generar malentendidos en cuanto a la conformidad de los trabajos, creados por confusiones en cuanto a algunos de los métodos constructivos, que difieren unos de otros por los avances tecnológicos realizados en los 30 años que los separan, o que del todo no están especificados. Aunado a esto, actualmente el contratista aplica la normativa CR 2010 en otros proyectos que tiene a su cargo, lo que hace que al haberse ajustado a las nuevas prácticas, tienda a aplicar estas al proyecto Sifón-La Abundancia, o a ignorar las especificaciones anteriores.

## Guías de inspección

Mediante la lectura de la norma INTE 17020 y de los criterios de evaluación de la misma se pudieron determinar los principales rasgos que debían tener las guías, los cuales fueron tomados en cuenta en la concepción de las mismas.

Es importante mencionar que las guías están orientadas únicamente a la inspección en campo de los procesos constructivos, y no a la inspección de las materias primas, ya que éste es el campo de aplicación de la norma como se dijo anteriormente.

Las distintas partes que deben poseer las guías de inspección se interpretaron con base en los criterios de evaluación de la norma, los cuales son los usados normalmente por las empresas para cumplir con los requisitos, y con base en una entrevista realizada al ingeniero Ezequiel Vieto Solís, quien tiene una vasta experiencia en el campo de las acreditaciones. En general los criterios de evaluación son básicamente un análisis de los criterios generales de la norma por lo que analizar estos sería repetir lo que dicen. No obstante cabe hacer un breve análisis de los criterios, mencionados en los resultados.

## Criterios de la norma

### Procedimientos y métodos de inspección

En general no todos los requisitos, respecto al criterio décimo de procedimientos y métodos de inspección, son aplicables a la guía debido a que algunos de estos dependen del empleo de la misma; por ejemplo el mencionado en el punto 3, que dice que ésta se debe mantener actualizada y disponible a todo el personal. Lo que se puede decir al respecto es que, mediante la codificación que se propuso, ésta labor se facilita debido a que permite tenerlos registrados en las bases de datos del CONAVI de forma oportuna, y por lo tanto de fácil acceso al personal.

En el rubro 4 de este criterio, se habla de que se debe tener un contrato que asegure que el trabajo de inspección esté dentro de su competencia, para lo cual es el propio CONAVI quién, bajo sus directrices y políticas, debe asegurarse de que en los términos contractuales se establezcan detalladamente los alcances de la inspección, por lo que no se tomó en consideración este requisito. En este sentido el CONAVI tiene la ventaja de que al operar como un organismo de inspección tipo B puede establecer sus propios términos, que de por sí ya

tiene bien documentados en sus políticas operativas.

Con respecto al deber de tener instrucciones documentadas para llevar a cabo con seguridad la inspección, este aspecto se cumple al cien por ciento por cuanto la guía detalla y explica de manera concisa el procedimiento a llevar a cabo en la inspección, y que para complemento de esto cada uno de los modelos cuenta con un instructivo de uso para un adecuado empleo de los mismos.

Por otro lado, los cálculos y datos transferidos son verificados adecuadamente debido a que ésta verificación se basa fielmente en las especificaciones generales.

## Manipulación de ítems, muestras y registros

En cuanto al apartado de manipulación de ítems y muestras, este es cumplido a cabalidad debido a que la documentación de los ítems a inspeccionar se hace mediante una identificación única que poseen los ítems en los modelos y listas de verificación., con lo cual se cumple también el criterio de los registros, ya que estos permiten además, evaluar en cualquier momento los resultados de la inspección.

Respecto a los requisitos de este criterio, en general no se encuentran dentro del alcance del trabajo puesto que este se concentra en los procedimientos y métodos de inspección, con lo que las actividades de planificación previas a la inspección o el hecho de contar con instalaciones adecuadas para los documentos no se abarcaron en el trabajo.

## Informes y certificados de inspección

Acerca del criterio de informes y certificados de inspección, este se cumple debido a que, en el modelo de informes elaborado, se establece que se deben adjuntar todos los resultados de la inspección, es decir los modelos y listas, con el fin de respaldar la evaluación de la conformidad. Además de esto, en cada informe el inspector da un criterio de aprobación de los trabajos basado

en esta documentación adjuntada, y lo oficializa mediante la firma del informe.

Por último, es necesario constatar que se tuvo la limitante de trabajar únicamente con la versión 2000 de la norma, debido a que en la institución no se logró conseguir la versión recién actualizada en el año 2012. No obstante si se tuvo acceso a los denominados “Criterios de evaluación de la norma” para ambas, en donde se encontró que las diferencias entre ambas normas son mínimas y afectan a apartados diferentes de los que se abarcaron, por lo que el trabajo no se vio afectado.

## Funciones de la inspección

Es importante destacar que las guías también fueron confeccionadas con base en las funciones asignadas por las UE al proceso de inspección, específicamente el de campo, con el fin de cumplir a cabalidad con los requerimientos que tiene el CONAVI para la inspección.

Dentro de estas funciones se menciona que se debe inspeccionar continua y completamente el trabajo así como darle seguimiento a las metodologías de trabajo del contratista. Esto se logra debido a que el procedimiento de inspección propuesto requiere de estar en el campo siempre que existan trabajos en ejecución, porque uno de sus objetivos es también el de contabilizar todas las cantidades completas de los procesos. También se cumple puesto que en el conteo de estas se inspeccionan las especificaciones que deben cumplir para poder aprobarlas precisamente como cantidades. También se habla de que deben referenciar diariamente la ubicación y fecha exacta de los trabajos que se están ejecutando, que también se cumple debido a que todos los modelos presentan espacios para la escribir estos aspectos.

Otra de las funciones de los inspectores es la de verificar la conformidad de materiales y obras con las especificaciones. Al respecto, la guía elaborada permite una completa verificación de la conformidad debido a que utiliza y sigue el Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010. Esto porque en la creación de los modelos y listas de verificación se resumieron las especificaciones y se formularon las preguntas con base en éstas. Esto permite que no se omitan

detalles en cuanto a equipo, materiales y procesos constructivos durante la inspección, como ocurre normalmente debido a que la inspección suele hacerse de forma empírica y basada en la experiencia del inspector, y a que los modelos actuales son poco puntuales respecto al cumplimiento de especificaciones en los procesos.

Otra de las funciones del inspector es la de llevar el control sobre la duración de los trabajos y recolectar la información necesaria para emitir estimaciones de cantidades para el pago al Contratista. Este aspecto se tomó en cuenta a la hora de hacer los modelos, principalmente, porque todos estos permiten no solo hacer estimaciones sino que también hacer los cálculos definitivos para la obtención de las cantidades necesarias para el pago. Esto les da un valor agregado a los modelos, porque además de permitir la evaluación de la conformidad permiten hacer cálculos de cantidades definitivas. Por otro lado, los modelos constan de una forma de cuantificar los tiempos de ejecución que sirve, entre otras cosas, para calcular rendimientos en obra y verificar a su vez el cumplimiento con el plan de trabajo en coordinación con el ingeniero del proyecto.

Respecto al equipo o maquinaria se puede observar que el modelo de "M - 551.03 Equipo de hınca" permite llevar un registro diario de la maquinaria que permite verificar fácilmente las características (modelo, placa, tipo, estado mecánico y la actividad en que laboró), debido a que ésta se mantiene fija o varía poco durante todo el proceso. En cambio, para el modelo de colocación, no se da tanta prioridad al equipo de colocación a pesar de que sí se deja un espacio para describir el mismo y poner el modelo y el fabricante tanto para la descarga como para la consolidación. A pesar del poco detalle, en comparación con el equipo de hınca, en la sección "Llegada del camión mezclador" se complementa el control mediante la identificación del camión mezclador, y en caso de que se necesite de mayores controles en la sección de observaciones el inspector puede ampliar esta información.

Una de las desventajas o deficiencias que tienen las guías es que en éstas no se cuente con una forma de registrar detalladamente el personal que laboró, las condiciones del tiempo y las medidas de seguridad tomadas. A estos tres rubros se les restó importancia durante el

desarrollo del proyecto porque los modelos y listas se enfocaron mayormente a la inspección y no al control de los trabajos, y a que se hicieron para actividades muy específicas. Con esto último se quiere decir que el control del personal, el tiempo y la seguridad se puede hacer a un nivel más general para todo el proyecto y no para cada actividad, por lo que no se incluyó dentro de los modelos de inspección. A pesar de esto, para las condiciones del tiempo, en los instructivos se menciona que en las observaciones se detalle el mismo en caso de haber afectado de una u otra forma las labores. Para el caso de la seguridad se menciona únicamente el equipo mínimo de seguridad que debe llevar el inspector.

## Estructura general de la guía

Se puede decir que la guía de inspección permite desarrollar una inspección visual-física de las especificaciones, puesto que se requiere de la observación en campo y del uso de herramientas de medición sencillas para el cumplimiento adecuado de los procedimientos. Esto tiene la ventaja de que el inspector se ve más involucrado en la construcción, al tener que tomar medidas con sus propias herramientas aparte de la inspección visual que debe hacer. Esto también se ve reflejado en el hecho de que aquellas inspecciones visuales, al tener el grado de puntualidad que tienen, obligan al inspector a analizar con mayor profundidad los procesos, y a plasmar este análisis en los resultados de los informes de inspección.

Esta mayor introspección de los procesos agiliza las labores de supervisión por cuanto la información de los informes de inspección se encuentra procesada como producto del análisis hecho por el inspector.

Otra de las ventajas de la guía es la facilidad de su uso y su aplicación como herramienta práctica para determinar las no conformidades. Esta facilidad de uso se observa en el procedimiento de inspección que se debe llevar, que a su vez está organizado según la secuencia lógica del proceso constructivo y las herramientas a utilizar. Además de esto el procedimiento cuenta con instrucciones claras de cómo usar las herramientas como los instructivos de los modelos y las listas de verificación, los cuales pueden ser usados simultáneamente para que no se escapen detalles en el proceso.

Estas listas constituyen una manera práctica de verificar los trabajos no conformes, puesto que todas las preguntas de cada rubro están hechas para que una respuesta positiva signifique una conformidad, lo que supone una “no conformidad” al observar una respuesta negativa. Esto se formuló así para que a simple vista se determinaran los aspectos que no cumplen en vez de tener que ir revisando una por una para ver la pregunta y la respuesta.

Otra de las aplicaciones de la lista de verificación es la opción NA. Esta opción se hizo debido a las especificaciones aplican dependiendo de las particularidades del objeto a inspeccionar y por lo tanto no todas aplican en todos los casos. A simple vista esto puede que se preste para que los inspectores se valgan de ésta opción para no hacer su trabajo, sin embargo, en la guía se indica que en la sección de observaciones el inspector debe justificar con fundamento y detalle el por qué de esa decisión, con lo cual se elimina toda posibilidad de negligencia.

Para lo que es la elaboración de informes, la lista presenta otra ventaja, que es la codificación que tienen los procesos y las preguntas. Esta codificación está basada en la sección de la especificación general de la cual viene la pregunta. Esto permite aclarar cualquier duda que se tenga durante la inspección además de posibilitar la identificación de la especificación que se incumplió durante la confección de los informes de inspección.

Respecto a los informes de inspección en sí, se tiene que estos cumplen con todos los requisitos que deben tener según el CONAVI. Esto se logró plasmar en el “Procedimiento para la elaboración de informes” debido a que en este se detallan de forma clara y ordenada la manera en que cada uno de los requisitos debe ser cumplido. Es importante hacer notar la versatilidad de estos, debido a que no poseen condiciones particulares a alguna actividad o proceso constructivo por lo que son aplicables a todos en general.

El hecho de tener un procedimiento basado en un modelo de informes de inspección es una ventaja debido a que agiliza el proceso y permite que el inspector, una vez familiarizado con el mismo y debido a que es aplicable a otras actividades también, pueda sugerir adaptaciones o modificaciones que pueden ser particulares a cada actividad o proyecto. Es importante resaltar

que el modelo se redactó con el fin de que pudiera servir a otras actividades de inspección que manejaran una metodología similar, esto para incentivar el uso de la metodología de elaboración de modelos y listas del trabajo.

## **Pago en función de la calidad**

Una de las mayores ventajas que tiene el trabajo es la valiosa aplicación que tiene la guía para la implementación del pago en función de la calidad. Los modelos y listas elaboradas pueden llegar a respaldar documentalmente el pago en función de la calidad debido a que mediante su uso se pueden detectar y comunicar las no conformidades en el proceso constructivo, que se sabe, afectan la calidad de los productos. Para esto, una forma de cuantificar su impacto sería mediante la aplicación de pruebas o ensayos de calidad a los productos para los cuales fueron halladas, como por ejemplo la realización de una prueba de compresión simple para núcleos extraídos de una placa de cimentación mal compactada. Así, el grado de impacto se obtendría de la comparación de los resultados de tales pruebas con los parámetros de diseño que se debieron cumplir y del uso de herramientas estadísticas para traducirlo a un porcentaje de pago en función de la calidad de los productos, respaldado con registros tomados en campo y pruebas de laboratorio. En este sentido estas pruebas podrían documentarse en historiales de calidad que contengan los resultados de los modelos y listas o un resumen de estos junto con los de los ensayos o pruebas de control de calidad.

Esto cobra aún mayor importancia si se toma en cuenta que según el LANAMME, la institución a la fecha no ha implementado procedimientos para evaluar, establecer y pagar según el nivel de calidad que tienen los materiales y procesos constructivos, a pesar de que deberían utilizarse para el control de las actividades. En este sentido, el hecho de tener guías de inspección adecuadas a cada proceso constructivo constituiría una gran ventaja para implementar un procedimiento de pago en función de la calidad.

En general, toda la documentación producto de las inspecciones en campo podría servir también para evaluar la labor de control de calidad de los procesos constructivos del contratista así como la de verificación de calidad que hacen las unidades de apoyo. Esto se llevaría a cabo comparando los resultados de las inspecciones hechas por CONAVI con los de las hechas por el contratista y las unidades de apoyo, para tener un parámetro que permita evaluar los servicios brindados por ambos y determinar si efectivamente están cumpliendo a cabalidad sus labores y tomar medidas correctivas en caso de que haya incumplimientos. De esta forma se podría entonces crear los mecanismos para pagar en función de la calidad de los servicios de control y verificación y así, fiscalizar eficazmente los mismos.

## Implementación de la guía de inspección

En la visita de inspección se logró llenar el modelo 552.11 de manejo y colocación del concreto y usar la lista de verificación para hacer una inspección basada en el procedimiento realizado. Es importante destacar que la lista de verificación se adecuó a la especificación CR77 debido a que es la que rige en el proyecto y que el modelo generado para la versión CR2010 no fue necesario adaptarlo a tal lista ya que los aspectos a revisar coincidían en la mayoría de casos entre uno y otro manual.

Acerca de la aplicación de tales herramientas, se puede ver que los resultados obtenidos en el modelo sirvieron para responder las preguntas de la lista de verificación a como lo establece en la guía de procedimientos.

Siguiendo el proceso de inspección de la misma, se pudo determinar de una manera sencilla la no conformidad de la especificación del vibrado del concreto de la pregunta 3 hallada en la sección 602 A.11 del manual CR-77 la cual dice que al momento de la consolidación deben existir dos unidades de vibrado y el día de la inspección solo había uno. Esta falta refuerza la idea de que el contratista tiende a ignorar prácticas de la normativa anterior por trabajar normalmente con la nueva normativa CR 2010,

debido a que el mínimo de 2 vibradores en uso ya no es un requisito para ésta.

Por otro lado se encontraron incumplimientos en el control de calidad de la mezcla en sitio, debido a que no se realizaron pruebas "in situ" de revenimiento ni de temperatura para ninguna de las tres entregas de de concreto (15 m<sup>3</sup>). Cabe aclarar que las observaciones a realizar sobre este control puede que no apliquen debido al poco volumen de concreto recibido durante la inspección.

Respecto a este control de revenimiento y temperatura, las mediciones se hacen antes de la salida del camión mezclador, se anotan en el ticket de despacho y se revisan en campo una vez llegado el bache. Para que este control sea efectivo, debe realizarse también con la toma de muestras en campo como lo dice la especificación, para determinar los valores inmediatamente antes o durante la colada. Esto porque por ejemplo, se observó que se añaden aditivos plastificantes a la mezcla que hacen su efecto durante el transporte, por lo que al momento de la colada tanto el revenimiento como la resistencia se ven afectados, y el hecho de no realizar pruebas en sitio no permite determinar si los efectos del aditivo sobre la mezcla significan incumplimientos o no de las especificaciones.

La obtención de estos resultados se hizo posible con el uso del modelo de inspección y la lista de verificación, por lo que se pudo corroborar su eficacia como herramientas de inspección. Por otro lado, los resultados que arrojaron éstas, permitieron mediante la aplicación del procedimiento para la elaboración de informes, la redacción de un informe diario.

En el informe se observa cómo mediante este se pueden reportar las no conformidades de una manera precisa, debido a que aparte de una explicación del por qué no se cumple con la normativa, se referencia la sección de la especificación en donde se encuentra, y por lo tanto permite una revisión más eficiente. Además, las secciones de observaciones sirven para tomar en cuenta el análisis que pueda realizar el inspector de los procesos, y también para que junto con la sección de recomendaciones se puedan tomar acciones preventivas acordes a un criterio técnico sustentado en observaciones de campo. Por último, el campo para la evaluación final cumple la función de sintetizar los resultados de la inspección para que el inspector, basándose

en los resultados, pueda hacer un análisis y emitir su criterio de aceptación de los trabajos.

Es importante recalcar que este análisis posterior de las no conformidades halladas en campo, debe orientarse a determinar el grado de afectación que tienen estos incumplimientos dentro de la calidad del producto final. Esto porque por ejemplo, a pesar de ser una no conformidad, el hecho de que se haya usado un solo vibrador no necesariamente implica que el producto sea no conforme, ya que la mezcla aún con ese incumplimiento puede alcanzar la compactación requerida.

En este sentido una forma para determinar esto sería la de establecer como primer paso las CTQ's ("Critical to Quality") o variables críticas de calidad que como su palabra lo dice son aquellas variables críticas que en caso de ser incumplidas hacen que el producto sea no conforme. De esta forma se podría mediante el uso de herramientas de análisis estadístico, determinar el grado de afectación de estas variables sobre el producto final y sobre la base de esto tomar medidas preventivas o correctivas en la ejecución de los procesos y establecer un porcentaje de pago en función de la calidad de los mismos. En caso de existir un incumplimiento con una variable crítica de calidad, esto se podría llamar una "no conformidad crítica" para diferenciarlas de aquellos incumplimientos o no conformidades menores o no críticas.

Por otro lado, un ejemplo de medidas correctivas en el proceso constructivo, sería el de detener el proceso y hacer un llamado de atención al contratista en el que se advierta que la existencia de ese incumplimiento y la no corrección del mismo, pueda tener implicaciones económicas a la hora de realizar el pago de los servicios, aparte del tiempo perdido durante el paro de actividades, que iría por cuenta del contratista.

## Corrección del modelo

Respecto a la corrección de los modelos, la visita realizada cumplió con su objetivo: poder hacer observaciones y aclarar todas las dudas respecto a los rubros a llenar. Un ejemplo de esto fue la de incluir el cuadro de "Colocación de concreto" que resume los cuadros eliminados y consta de 25 campos para ser llenados. Esto surgió de que la cantidad de espacios era muy poca si se

pretendía usar el modelo para elementos de gran volumen como por ejemplo la pila de un puente. Al preguntar al inspector acerca de la máxima cantidad de hormigón que se ha colado para un solo elemento este dijo que había sido de hasta 25 camiones mezcladores, por lo cual se añadieron todos estos campos, y es claro que en caso de acabarse simplemente se llena otro modelo.

Cabe rescatar una observación importante hecha durante la corrección que fue la de determinar que en los modelos las partes de información general del proyecto o en general las que se encuentran en la parte superior de estos, si se llenan antes de la inspección facilitan en gran medida las labores puesto que algunos aspectos son tomados de los planos u otros documentos de los cuales el inspector debe tener un claro conocimiento, como por ejemplo el número de mezcla del concreto. Si bien es cierto que esto se puede inferir de los instructivos, es importante hacer la recomendación de planificar bien la inspección anotando con antelación este tipo de aspectos previo a la inspección en campo.

Aún con la limitación de no poder utilizar todos los modelos, se puede rescatar el hecho de que las correcciones hechas al modelo de colocación fueron mínimas y no alteraron el formato, y que, basándome en que la metodología usada para confeccionar los modelos fue la misma, se puede decir que, en caso de existir alguna deficiencia en éstos, sería relativamente fácil de corregir y no alteraría el fin del propio modelo. Además de esto, estas correcciones se aplicaron, en la medida de lo posible, a los demás modelos como una forma de corregirlos, por lo que es posible que necesiten de cambios poco sustanciales que tampoco alterarían el formato.

# Conclusiones

Se elaboró una guía de inspección para hinca de pilotes y colocación de concreto estructural en puentes, que se apega a los criterios generales y de evaluación de la norma INTE-ISO/IEC 17020:2000 relativos a procedimientos, registros e informes de inspección.

Actualmente existe en el CONAVI una escasez de personal capacitado para las inspecciones en campo, que tiene como consecuencia la falta de procedimientos y métodos de inspección estandarizados, y por ende, la contratación de Unidades de Apoyo para la supervisión e inspección de proyectos.

La estructura organizativa y las políticas operativas actuales del CONAVI constituyen una ventaja para una futura acreditación para organismos de inspección, debido a que cumplen con los criterios administrativos de la misma y a que se tienen procedimientos de verificación de la calidad adecuadamente documentados.

La tenencia de procedimientos estandarizados de inspección podría servir para establecer pautas específicas de inspección en los contratos de supervisión que les permitan una selección que refleje los criterios de calidad bajo los cuales la institución trabaja.

El uso conjunto de modelos y listas de verificación constituye un método eficaz para la inspección y el control de los procesos constructivos puesto que permiten realizar y documentar a la vez una inspección tanto física como visual.

Los modelos y listas elaboradas tienen la ventaja de posibilitar el respaldo documental del pago en función de la calidad si se usan en conjunto con la aplicación de pruebas y ensayos de calidad a los productos terminados que muestren no conformidades, y si se elaboran historiales de calidad con los resultados de las mismas.

Se definió un modelo de informe de inspección que cumple la función de poder comunicar, de forma documental, explicativa y analítica, la evaluación de la conformidad de los trabajos, con la ventaja de poder ser aplicado para el reporte de otras actividades diferentes a las estudiadas en el presente trabajo.

Con la creación de guías de inspección como la generada en el presente trabajo el CONAVI podrá contar con una herramienta que permita no solo la inspección sino también el control de obra en campo, acordes a las especificaciones generales para la construcción CR 2010, a metodologías de inspección utilizadas a nivel internacional y a estándares de calidad acreditados.

Mediante la adaptación de las listas de verificación a la especificación CR 77, se pudo implementar la guía de inspección de colocación de concreto al proyecto Nueva Carretera a San Carlos para verificar su funcionamiento, así como para emitir un informe de inspección válido y útil a la Ingeniería de Proyecto.

Se evaluaron los trabajos de colocación de concreto de la Constructora Sánchez Carvajal en los muros de retención de la "Intersección La Abundancia", en donde se encontraron incumplimientos en el control de calidad de temperatura y revenimiento in situ, así como en la compactación de la mezcla.

# Recomendaciones

El CONAVI podría contar con una cantidad de inspectores capacitados acorde a la magnitud de sus proyectos, que en su labor se dediquen a la creación de procedimientos de inspección estandarizados, con lo que se ayude a reducir la dependencia de las Unidades de Apoyo.

Se debe implementar un sistema estadístico que determine las variables críticas de calidad de los productos para que a la hora de detectar no conformidades en sitio se tenga un protocolo de acción que justifique tomar medidas correctivas, basado en el grado de afectación que pueda tener dicho incumplimiento en el producto final.

Se debe dar en la institución una mayor prioridad a la verificación de la calidad de los procesos constructivos mediante la implementación de los estándares de la norma INTE-ISO/IEC 17020, ya que actualmente esta labor se concentra principalmente en el control metrológico y en las materias primas, objetos de aplicación de otras normas.

La guía de inspección elaborada en el presente trabajo puede ser utilizada por personal técnico siempre y cuando los resultados de estas sean interpretados y evaluados por profesionales en ingeniería civil y exista siempre una comunicación efectiva entre ambos agentes.

Los modelos de inspección y listas de verificación elaboradas pueden llegar a reforzar las deficiencias en cuanto a procedimientos y metodologías de inspección que tiene la institución, si se les da un uso controlado y orientado a la retroalimentación y mejora continua, basadas en los resultados que de ellos se obtengan.

Es recomendable hacer las inspecciones sobre muestras aleatorias como una forma de exigir al contratista que todos los trabajos se realicen bajo los estándares de calidad y especificaciones

establecidos en el contrato, y verificados mediante las herramientas de inspección contenidas en la guía.

El uso de los modelos y listas de verificación debe orientarse al establecimiento de una buena comunicación entre el contratista y la administración, en la que los inspectores de ambas instituciones sean proactivos a la hora de hacer sus observaciones y recomendaciones.

Se recomienda considerar la metodología utilizada en el presente trabajo para el desarrollo de los modelos y listas de verificación para proyectos similares orientados a otras actividades.

Se recomienda para este y futuros proyectos de aplicación de la norma INTE-ISO/IEC 17020 dentro de la institución, adaptar todos los procedimientos del Manual de Políticas Operativas Asociadas y Procedimientos a los criterios generales de la norma.

Dada la importancia de las cimentaciones profundas en los puentes, se recomienda agilizar el proceso de inspección de la hinca mediante el cálculo de los parámetros de capacidad de soporte en campo que permitiría también agilizar el proceso constructivo mediante la aceptación o rechazo una vez comparados con las resistencias de diseño.

Durante la colocación del concreto se recomienda revisar el revenimiento y la temperatura en campo y comparar estos valores con los que vienen en el ticket de despacho como una forma de verificar la afectación que tienen los aditivos plastificantes en la mezcla durante el transporte, y de evitar un incumplimiento en cuanto a la resistencia especificada.





# Apéndices

## Cuadros

<b>Cuadro 1.</b> Ítems y renglones de pago de las actividades del proyecto a abarcar. (CONAVI) ..	53
<b>Cuadro 2.</b> Cuadro de cantidades de pilotes (originales / autorizadas / a la fecha) (CONAVI)	54
<b>Cuadro 3.</b> Cuadro de cantidades de pilotes (originales / autorizadas / a la fecha) (CONAVI)	54
<b>Cuadro 4.</b> Cantidades de concreto en m <sup>3</sup> (originales / autorizadas / a la fecha). (CONAVI)	55
<b>Cuadro 5.</b> Cantidades de concreto en m <sup>3</sup> (originales / autorizadas / a la fecha). (CONAVI)	55
<b>Cuadro 6.</b> Diagrama de SIPOC del subproceso de verificación de la calidad de las materias primas y procesos de control de calidad.....	56
<b>Cuadro 7.</b> Riesgos en la verificación de la calidad en proyectos de construcción de obra vial relativos a las actividades de inspección. ....	57

## Figuras

<b>Figura 1.</b> Vigas principales del puente sobre Río La Vieja. ....	58
<b>Figura 2.</b> Estado del puente sobre Quebrada San Cristóbal a la llegada al proyecto. ....	58
<b>Figura 3.</b> Estado del puente sobre el Río Espino a la llegada al proyecto. ....	59
<b>Figura 4.</b> Estado del puente sobre Río Laguna a la llegada al proyecto. ....	59

<b>Figura 5.</b> Grúa utilizada por CODOCSA para la hincada de pilotes. ....	60
<b>Figura 6.</b> Hincada de pilotes para cimentación de pila 2 del puente Laguna. ....	60
<b>Figura 7.</b> Bomba estacionaria utilizada en el proyecto. ....	61
<b>Figura 8.</b> Camión mezclador usado para transporte y mezcla del concreto. ....	61
<b>Figura 9.</b> Descarga de la primera colada de la placa de cimiento del muro 8 de la rampa de acceso de la Intersección La Abundancia. ....	62
<b>Figura 10.</b> Consolidación de la primera colada con equipo vibratorio. ....	62
<b>Figura 11.</b> Colocación de la segunda colada. ....	63
<b>Figura 12.</b> Consolidación de la segunda colada. ....	63
<b>Figura 13.</b> Descarga de la tercer y última colada. ....	64
<b>Figura 14.</b> Consolidación de la tercer colada. ..	64
<b>Figura 15.</b> Acabado con llana de la primer colada. ....	65

## Otros

Resultados de inspección del colado de concreto en la Intersección la Abundancia .....	66
Guía de inspección para supervisión de hincada de pilotes y concreto estructural en puentes, bajo la norma INTE-ISO/IEC 17020:2000 .....	74

# Cuadros

Renglón de pago	Ítem	Unid.	Precio unit. (\$)
601 (3) A	Pilotes suministrados de acero estructural (hp14x89)	M	109,79
601 (3) B	Pilotes suministrados de acero estructural (w21x300)/	M	382,81
601 (12) A	Pilotes de acero estructural hincados (hp14x89)/	U	1912,98
601 (12) B	Pilotes de acero estructural hincados (w21x300)/	U	2019,36
601 (19) A	Pilotes de prueba hincados (hp14x89)	U	1342,26
601 (19) B	Pilotes de prueba hincados (w21x300)	U	4084,42
601 (24)	Empalmes de pilotes	U	3683,78
601 (24) A	Empalmes de pilotes A	U	1898,71
602A (1) A	Hormigón estructural clase A con f'c = 245 kg/cm <sup>2</sup> (cimientos)	M <sup>3</sup>	300,00
602A (2) A	Hormigón estructural clase B con f'c = 275 kg/cm <sup>2</sup> (cimientos)	M <sup>3</sup>	350,00
602A (2) B	Hormigón estructural clase B con f'c = 275 kg/cm <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	380,00
602A (3)	Hormigón estructural clase C con f'c = 140 kg/cm <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	119,20
602A (4) A	Hormigón estructural clase D con f'c=304 kg/cm <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	400,00

**Cuadro 1.** Ítems y renglones de pago de las actividades del proyecto a abarcar. (CONAVI)

Ítem	Descripción	Unid.	R. Barranca			R. Espino			Q. Laguna			R. Tapezco		
601(3)A	Pilotes (hp14x89)	M	15	1.105	1.105	174	261	261	1.095	3.855	3.855	2.190	315	315
601(3)B	Pilotes (w21x300)	M	4.575	3.090	3.090	0	0	0	0	0	0	540	340	340
601(12)A	Pilotes (hp14x89)	U	300	95	95	28	19	0	162	328	166	208	153	153
601(12)B	Pilotes (w21x300)	U	64	145	145	0	0	0	0	0	0	53	93	93
601(19)A	P. prueba (hp14x89)	U	2	4	4	1	0	0	4	4	4	1	2	2
601(19)B	P. prueba (w21x300)	U	5	2	2	0	0	0	0	0	0	4	2	2
601(24)	Empalmes	U	0	49	49	0	0	0	0	0	0	0	55	55
601(24)A	Empalmes	U	0	33	33	0	0	0	0	166	57	0	60	60

**Cuadro 2.** Cuadro de cantidades de pilotes (originales / autorizadas / a la fecha) (CONAVI)

Ítem	Descripción	Unid.	Q. Arena			R. Seco			R. La Vieja			R. Ron Ron		
601(3)A	Pilotes (hp14x89)	M	0	0	0	1.750	2.245	2.245	1.368	1.202	1.202	648	648	648
601(3)B	Pilotes (w21x300)	M	1.524	1.524	1.524	0	0	0	0	0	0	882	882	882
601(12)A	Pilotes (hp14x89)	U	0	0	0	148	199	199	149	158	158	70	85	85
601(12)B	Pilotes (w21x300)	U	74	124	105	0	0	0	0	0	0	96	116	116
601(19)A	P. prueba (hp14x89)	U	0	0	0	4	4	4	3	3	3	2	2	2
601(19)B	P. prueba (w21x300)	U	3	3	2	0	0	0	0	0	0	2	2	2
601(24)	Empalmes	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
601(24)A	Empalmes	U	0	0	0	0	15	6	0	0	0	0	0	0

**Cuadro 3.** Cuadro de cantidades de pilotes (originales / autorizadas / a la fecha) (CONAVI)

Ítem	Descripción	Unid.	R. Barranca			R. Espino			Q. Laguna			R. Tapezco		
602A(1)A	Hormigón clase A	M3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
602A(2)A	Hormigón clase B	M3	1.076	1.488	1.488	1.102	1.234	1.185	408	408	408	766	704	704
602A(2)B	Hormigón clase B	M3	1.631	1.457	1.457	3.472	2.393	2.103	1.326	1.326	1.326	1.625	968	960
602A(3)	Hormigón clase C	M3	0	398	398	0	300	300	0	0	0	0	592	592
602A(4)A	Hormigón clase D	M3	2.450	2.433	2.421	0	0	0	897	1.053	1.053	1.849	2.085	2.085

**Cuadro 4.** Cantidades de concreto en m<sup>3</sup> (originales / autorizadas / a la fecha). (CONAVI)

Ítem	Descripción	Unid.	Q. Arena			R. Seco			R. La Vieja			R. Ron Ron		
602A(1)A	Hormigón clase A	M3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
602A(2)A	Hormigón clase B	M3	295	295	295	361	361	361	425	426	425	400	517	517
602A(2)B	Hormigón clase B	M3	591	591	591	330	299	299	774	909	596	847	484	484
602A(3)	Hormigón clase C	M3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	35
602A(4)A	Hormigón clase D	M3	764	858	858	1.396	1.214	1.214	0	0	0	1.205	1.312	1.312

**Cuadro 5.** Cantidades de concreto en m<sup>3</sup> (originales / autorizadas / a la fecha). (CONAVI)

Procedencia	Entradas (insumos)	Tarea	Salidas (Productos)	Destino
Personal del Departamento de Verificación de la Calidad	Plan de verificación de la calidad Norma ISO 17025:2005 CR-2010 Documentación para demostrar conformidad, de acuerdo con los hallazgos detectados en las verificaciones en campo.	Verificación de la calidad para las materias primas usadas y productos manufacturados en los proyectos de construcción de obra vial	Trabajo de campo en la verificación de la calidad de las materias primas. Informes periódicos de verificación de calidad. Informes de validación de los métodos constructivos. Pedidos de acción correctiva y preventiva	Gerente de Construcción de Vías y Puentes Director o coordinador de proyecto Laboratorio de control del contratista Jefe del Departamento de Verificación de la Calidad.
Personal del Departamento de Verificación de la Calidad	Constancias mensuales de calidad de un proyecto (según CR 2010) Informes de verificación de la calidad, tanto de materias primas como de los procesos constructivos	Gestión de informes de calidad producto de la correspondiente verificación de la calidad.	Informe mensual de verificación de la calidad.	Asistente del Departamento de Verificación de la Calidad. Jefe del Departamento de Verificación de la Calidad.

Fuente: Manual de políticas operativas asociadas y procedimientos, CONAVI

**Cuadro 6.** Diagrama de SIPOC del subproceso de verificación de la calidad de las materias primas y procesos de control de calidad.

N°	Nombre del riesgo	Causa	F	I	N
1	Uso de materiales y productos manufacturados de dudosa calidad en la construcción de obras viales	a) Debilidades importantes en la inspección de las obras viales d) Uso de estándares y normas no apropiados en la construcción i) Acciones descuidadas, negligentes o dolosas por parte de algún actor relevante durante la construcción de la obra	5	20	100
2	Fuentes de materiales no certificados, utilizados en la construcción de obras viales	a) Ausencia de inspecciones a las fuentes de materiales de los contratistas	4	20	60
3	Deficiencias detectadas en los procesos de control de calidad de las empresas contratistas no son corregidas apropiada y oportunamente	a) Debilidades en la comunicación oportuna de los resultados adversos sobre las inspecciones o deficiencias detectadas en los procesos de control de calidad de los contratistas	3	10	30
4	Detección inoportuna e ineficaz en la calidad de los procesos de control de calidad de las empresas contratistas para la construcción de obras viales	a) Falta de personal calificado en CONAVI que realice las inspecciones de los procesos de los contratistas c) La detección de oportunidades de mejora está limitada a ciertas inspecciones de la gestión de calidad	5	20	100
5	Inspecciones inoportunas o ineficaces en la construcción de obras viales.	a) El personal de CONAVI es escaso para las inspecciones de campo b) Debilidades o carencias importantes en las competencias requeridas para desarrollar las inspecciones c) Debilidades en la supervisión de las inspecciones realizadas d) Debilidades importantes en el control y seguimiento de los proyectos de construcción de obras viales	4	10	40
6	Toma de acciones inoportunas e ineficaces sobre la calidad de las obras viales	b) Debilidades en las inspecciones de los procesos	4	10	40

Fuente: Manual de políticas operativas asociadas y procedimientos, CONAVI

**Cuadro 7.** Riesgos en la verificación de la calidad en proyectos de construcción de obra vial relativos a las actividades de inspección.

## Figuras



**Figura 1.** Vigas principales del puente sobre Río La Vieja.



**Figura 2.** Estado del puente sobre Quebrada San Cristóbal a la llegada al proyecto.



**Figura 3.** Estado del puente sobre el Río Espino a la llegada al proyecto.



**Figura 4.** Estado del puente sobre Río Laguna a la llegada al proyecto.



**Figura 5.** Grúa utilizada por CODOCSA para la hincada de pilotes.



**Figura 6.** Hincada de pilotes para cimentación de pila 2 del puente Laguna.



**Figura 7.** Bomba estacionaria utilizada en el proyecto.



**Figura 8.** Camión mezclador usado para transporte y mezcla del concreto.



**Figura 9.** Descarga de la primera colada de la placa de cemento del muro 8 de la rampa de acceso de la Intersección La Abundancia.



**Figura 10.** Consolidación de la primera colada con equipo vibratorio.



**Figura 11.** Colocación de la segunda colada.



**Figura 12.** Consolidación de la segunda colada.



**Figura 13.** Descarga de la tercer y última colada.



**Figura 14.** Consolidación de la tercer colada.



**Figura 15.** Acabado con llana de la primer colada.

14 de noviembre del 2013

**DFOE-OP-1-2013**

Ingeniero de Proyecto  
Abraham Sánchez Castro  
CONAVI

### INFORME DE INSPECCIÓN DIARIO - DIEGO PARRA RIVERA

#### 1. ACTIVIDADES

Día	Fecha	Descripción de las actividades realizadas
J	07/11/2013	Se realiza inspección en construcción de muros de concreto armado de la Intersección La Abundancia, estación 38+335 km, donde se inspecciona el colado de concreto en la placa de cimiento del muro 8 del sector norte, el equipo utilizado para su descarga y consolidación, así como el acabado final de la superficie.

#### 2. NO CONFORMIDADES

Se detectó una no conformidad en la especificación 602.A11c-3, en la que se establece que al momento de la colada tienen que estar al menos dos vibradores de concreto en uso, y para la colada de la placa de cimiento del muro en cuestión se utilizó un vibrador únicamente, que además no tenía la marca identificable.



Figura 1. 07/11/13

Utilización de únicamente un vibrador para la consolidación del concreto.

### 3. ESPECIFICACIONES NO APLICADAS

Sección-pregunta	Motivo por el cuál no aplica
602.A11b-2	Para el colado de este elemento no se necesita de declives escarpados que ameriten el uso de tablas deflectoras

### 4. OBSERVACIONES

A la llegada de los camiones mezcladores no se realiza la prueba de revenimiento en campo por parte del técnico en concreto, y tampoco se hacen controles de temperatura sino que estos valores vienen en el ticket de despacho del camión. Este hecho puede afectar el revenimiento en campo debido a que previo al colado se le agregan aditivos plastificantes a la mezcla, que afectan el revenimiento con el que se descarga la misma y que al no medirse en campo no se sabe si efectivamente cumple con las especificaciones.

### 5. RECOMENDACIONES

La recomendación en este caso es la de hacer pruebas de revenimiento en campo con el aditivo en la mezcla, tomar medidas de temperatura de la mezcla inmediatamente antes de la descarga y exigir al contratista el uso de 2 vibradores como mínimo para cada una de las coladas. También se recomienda revisar la marca de los equipos que se están usando según el último cobro y verificar que sean los mismos que se están usando en campo. Se recomienda también realizar muestreos de cilindros de concreto de la mezcla antes de la descarga para verificar si se está cumpliendo la resistencia.

### 6. EVALUACIÓN FINAL

En términos generales únicamente se incumple con la especificación del equipo de descarga y de consolidación, pero que para efectos de este elemento el uso de un solo vibrador no afecta dadas sus reducidas dimensiones y a que el vibrado se opera de forma adecuada. Sin embargo, este criterio deberá ser validado con pruebas de compresión en cilindros muestreados en campo que demuestren que por el uso de plastificantes en la mezcla el concreto no pierde significativamente su resistencia. Dicho esto, los trabajos se dan por aceptados.

Atentamente,

Diego Parra Rivera  
Inspector de Proyecto  
Ingeniería de Proyecto  
Nueva Carretera a San Carlos Sección Sifón-La Abundancia

## 7. REGISTRO FOTOGRÁFICO



Figura 2. 07/11/13

Tanto la bomba estacionaria como las canaletas del camión mezclador son limpias y exentas de capas de concreto endurecido.



Figura 3. 07/11/13

La descarga se realiza a una altura menor de 1,5 metros y el acabado superficial se hace adecuadamente con una llaneta.

?

1. INFORMACIÓN DE PROYECTO	
No. contrato	No. Oficio
Nombre del proyecto <i>Nueva Carretera San Carlos</i>	Nombre de la estructura: <i>Intersección La Abundancia</i>
Contratista <i>Sánchez Carvajal</i>	Gerente de proyecto <i>Pablo Torres Morales</i>
Proveedor del concreto <i>Sánchez Carvajal</i>	Submitido por <i>Diego Parra Rivera</i>
No. certificado de calidad	Clase de concreto <i>A</i> Resist. <i>245</i> kg/cm <sup>2</sup> <i>28</i> días
No. de diseño de mezcla CONAVI	Inspeccion de obra falsa y acero <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Ítem <i>Muro 8 sector norte (*) Luz libre</i>	Muestras tomadas por

2. DESCARGA	
2.1. Método de colocación	2.2. Tipo de colocación
<input checked="" type="checkbox"/> Descarga directa	<input checked="" type="checkbox"/> En seco <input type="checkbox"/> Bajo agua
<input type="checkbox"/> Bomba	2.3. Altura de caída <i>0,8</i> m
<input type="checkbox"/> Tubo tremie	2.4. Φ de tubo descarga <i>NA</i> cm
<input type="checkbox"/> Otros	2.5. Capacidad descarga <i>6</i> m <sup>3</sup>
	2.6. Equipo <i>Canoleta</i>
	2.7. Modelo <i>Estándar 6m<sup>3</sup></i>
	2.8. Fabricante <i>McNeilus</i>

3. MÉTODO DE VIBRADO			
EQUIPO	3.1. Tipo	3.2. Marca/modelo	3.3. Cantidad
	<i>Vibrador electri</i>	<i>No tiene</i>	<i>1</i>
3.4. Distancia bajo superficie de concreto _____ m			
3.5. Descripción de consolidación manual			

4. ARRIBO DE CAMIÓN MEZCLADOR										
4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8		4.9	4.10
No. camión	Hora de llegada	Volumen Concreto (m <sup>3</sup> )	Revenimiento (cm)	Temp. concreto (°C)	Temp. amb. (°C)	% aire	Lecturas de penetración individuales (cm)		Prome. (cm)	Notas (aditivos, retiro de rev., atrasos, etc.)
<i>19-9</i>	<i>4:10</i>	<i>6</i>	<i>15</i>	<i>30</i>	<i>25</i>					<i>Aditivo plastif. Ad. plastif. Ad. plast. 1 galón.</i>
<i>19-16</i>	<i>12:00</i>	<i>6</i>	<i>15</i>	<i>30</i>	<i>25</i>					
<i>19-9</i>	<i>12:30</i>	<i>3</i>	<i>15</i>	<i>30</i>	<i>25</i>					

VOLUMEN COLOCADO POR BOMBEO				
# camión	# tubería	DI (cm)	Largo (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Volumen en tubería (VT)				
Desperdicio estimado (DE)				
Volumen total entregado (VTE)				
Volumen total colocado (VTE-VT-DE)				

TIEMPOS DE OPERACIÓN POR BOMBEO				
Op.	Fecha	Hora inicio	Hora final	Rendim. (m <sup>3</sup> /hr)
<i>1</i>				
<i>2</i>				
<i>3</i>				
No. de cilindros de muestreo			Promedio	
				Notas muestreo

Volumen colocado por descarga directa u otros										
No. equipo	Método descarga	No. operac.	Diam. int. (cm)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Desperdicio (m <sup>3</sup> )	Fecha	Hora inicio	Hora final	Rendimiento (m <sup>3</sup> /hr)	Notas
<i>19-9</i>	<i>Canoleta</i>	<i>1</i>	<i>NA</i>	<i>6</i>	<i>NA</i>	<i>7/11/13</i>	<i>10:15</i>	<i>10:18</i>	<i>-</i>	
<i>19-16</i>	<i>Canoleta</i>	<i>1</i>	<i>-</i>	<i>6</i>	<i>-</i>	<i>7/11/13</i>	<i>12:03</i>	<i>12:06</i>	<i>-</i>	
<i>19-9</i>	<i>Canoleta</i>	<i>1</i>	<i>-</i>	<i>3</i>	<i>-</i>	<i>7/11/13</i>	<i>12:34</i>	<i>12:37</i>	<i>-</i>	
Totales								Promedio		

Volumen en planos para este ítem  
Volumen en ordenes de cambio  
Volumen final presupuestado para ítem  
Volumen previamente pagado por este ítem  
Volumen a pagar en esta colada

NA m<sup>3</sup>  
↓ m<sup>3</sup>  
↓ m<sup>3</sup>  
↓ m<sup>3</sup>  
↓ m<sup>3</sup>

Volumen entregado  
Volumen rechazado  
Volumen de desperdicio  
Volumen neto pagado  
Firma de inspector

NA m<sup>3</sup>  
↓ m<sup>3</sup>  
↓ m<sup>3</sup>  
↓ m<sup>3</sup>  
\_\_\_\_\_

Fecha  
\_\_\_\_\_

**OBSERVACIONES**

- Se está utilizando únicamente un vibrador.
- No se hace control de temperatura en campo, viene en la boleta del camión junto con el recepcionamiento que tampoco se mide en campo.

FIRMA DEL INSPECTOR

Diego Parra R.

FECHA DE INSPECCIÓN

7/11/13.

## LISTA DE VERIFICACIÓN DEL COLADO DE CONCRETO

### GENERALIDADES (602 A.11a)

- Si  No  NA 1. ¿Es el hormigón colado hasta que la formaleta y la armadura de acero hayan sido revisadas y aprobadas?
- Si  No  NA 2. ¿Se sigue el método y secuencia del colado el orden que aprobado?

### CANALETAS Y ACANALADOS (602.A11b)

- Si  No  NA 1. ¿Se evita durante el colado la segregación de los materiales y el desplazamiento del refuerzo?
- Si  No  NA 2. Cuando se necesiten declives escarpados, ¿Están equipadas con tablas deflectoras o hechas de tramos cortos que produzcan un contraflujo en la dirección del movimiento?
- Si  No  NA 3. ¿Son todas las canaletas, piletas y tuberías mantenidas limpias y exentas de capas de hormigón endurecido después de cada colada?
- Si  No  NA 4. ¿Se impide el vertido del hormigón desde una distancia mayor de 1,5 m a no ser que vaya confinado en canaletas o tubos cerrados?

### VIBRADO (602 A.11c)

- Si  No  NA 1. ¿Es el hormigón densificado por medio de vibradores mecánicos aprobados?
- Si  No  NA 2. ¿Se operan tales vibradores alrededor de la armadura y dispositivos empotrados, así como en los rincones y ángulos de los moldes?
- Si  No  NA 3. Al momento de la colada, ¿Se tiene por lo menos dos vibradores en uso, y uno en reserva, para cubrir cualquier daño de los otros?

### OBSERVACIONES

Preg 2-602A11b: NA porque no se necesita de declives escarpados para el colado del elemento.

Preg 3-602A11c: Al momento de la colada se contaba únicamente con un vibrador mecánico.

FIRMA DEL INSPECTOR:  
de Costa Rica  
TFC  
Tecnológico



FECHA DE INSPECCIÓN:

7/4/13  
www.tfc.ac.cr





**CONSEJO NACIONAL DE VIALIDAD**

**GUÍA DE INSPECCIÓN PARA LA SUPERVISIÓN DE HINCA DE PILOTES Y  
COLOCACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL EN PUENTES SEGÚN LA NORMA  
INTE-ISO/IEC 17020:2000**

**BASADA EN EL MANUAL DE ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA  
CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS, CARRETERAS Y PUENTES CR-2010**

**AUTOR: DIEGO PARRA RIVERA**

**TRABAJO ELABORADO COMO PRÁCTICA PROFESIONAL DIRIGIDA PARA  
OPTAR POR EL GRADO DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN  
DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

**LUGAR DE PRÁCTICA: PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE NUEVA CARRETERA A  
SAN CARLOS, SECCIÓN SIFÓN – LA ABUNDANCIA**

**NOVIEMBRE, 2013**

# GUÍA DE INSPECCIÓN PARA LA SUPERVISIÓN DE HINCA DE PILOTES

## SECCIÓN 551

---

### 1. INTRODUCCIÓN

El trabajo a inspeccionar consiste en el suministro e hincado de pilotes. Estos están clasificados como:

- Pilotes de acero con sección H;
- Pilotes de cubierta de acero rellenos de concreto;
- Pilotes de tubo rellenos con concreto;
- Pilotes de concreto prefabricados;
- Pilotes de concreto preesforzados;
- Tablestacas;
- Pilotes de madera.

También comprende el suministro y colocación del acero de refuerzo y del concreto en pilotes con cubierta de acero rellenos con concreto y en pilotes de tubo rellenos con concreto, así como las correspondientes pruebas de carga.

### 2. OBJETIVO

Normalizar las actividades de inspección en campo para una correcta evaluación de la conformidad del proceso constructivo del ítem de “Hinca de pilotes” según lo estipulado en la sección 551 del Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010.

### 3. ALCANCE

La inspección y verificación de pilotaje tiene la finalidad de garantizar que la cimentación profunda, se construya conforme a las hipótesis y especificaciones de diseño y dentro de tolerancias aceptables o, en caso de llegar a presentarse una desviación excesiva, proporcionar la información necesaria para poder aplicar medidas correctivas.

## 4. TÉRMINOS

En esta sección se citan los conceptos que el inspector debe dominar para el buen desempeño de sus labores. Estos términos se mencionan en las herramientas de inspección contenidas en la presente guía y son los siguientes:

- Adosado de pilotes
- Amortiguador
- Análisis CAPWAP
- Barrenos de punta o punzones
- Cabezal de pilote
- Cámara de presión
- Casco
- Creosota
- Culata del mazo
- Dovela de empalme
- Ecuación de onda
- Empalme
- Fórmula dinámica
- Guía oscilante
- Guía fija
- Guía móvil
- Jet
- Mandril
- Martinete de gravedad
- Martinete diésel de final abierto
- Martinete diésel de final cerrado
- Martinete de aire o vapor
- Martinete vibratorio
- Pita
- Placa de cerrojo
- Puntera
- Seguidor o zanco
- Yunque

## 5. ABREVIATURAS

AASHTO: Asociación Americana de Carreteras Estatales y Oficiales del Transporte.

ASTM: Sociedad Americana para Pruebas y Materiales.

AWPA: Asociación Americana de Protección de la Madera.

AWS: Asociación Americana de Soldadura.

CAPWAP: Control y Aprovechamiento de los Puntos de Acceso Inalámbrico.

CONAVI: Consejo Nacional de Vialidad.

O.I: Organismo de Inspección.

EE: Especificaciones Especiales.

## 6. MATERIALES Y EQUIPO

6.1. Reloj o cronómetro.

6.2. Cámara fotográfica y de video.

6.3. Calculadora.

6.4. Contador manual de clic.

6.5. Cinta métrica.

6.6. Vestimenta apropiada y equipo de protección personal especificado a continuación:

- chaleco reflectivo
- Zapatos cerrados o botas de hule
- Pantalón largo
- Capa impermeable
- Casco de seguridad
- Lentes de seguridad

# **CATÁLOGO DE INSPECCIÓN**

## **SECCIÓN 551 HINCA DE PILOTES**

## **7. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES**

En esta sección se establecen los procedimientos generales que se deben seguir para el uso correcto de los registros y documentos empleados en el proceso de inspección. Tales documentos consisten en modelos de inspección y listas de verificación que se encuentran debidamente codificados según la sección o secciones a las que corresponden dentro del CR 2010. En esta sección se explica ampliamente en que consiste cada una de ellas y como deben ser empleadas para una adecuada inspección de los procesos constructivos.

El orden en que deben ser usados puede variar debido a las características de cada proyecto. No obstante, se recomienda seguir el orden en el que se encuentran dentro del “Catálogo de inspección” adjunto para cada sección.

### **7.1. MODELOS DE INSPECCIÓN**

**7.1.1.** Los modelos de inspección consisten en una serie de plantillas o formularios en los que se anotan aspectos relativos a especificaciones generales, tanto numéricos como descriptivos.

**7.1.2.** Los modelos de inspección se tienen para cada una de las subactividades del proceso constructivo, es decir cada una de las subsecciones del Manual CR-2010, y sus rubros están subdivididos y enumerados según la secuencia lógica de los mismos.

**7.1.3.** Cada modelo cuenta con un “Instructivo de uso” que sigue la enumeración de los diferentes parámetros de cada uno, para indicar la forma en que se deben llenar los espacios. Es indispensable que el inspector lea, estudie y domine los instructivos de uso previo a la inspección para realizar adecuadamente las anotaciones correspondientes.

**7.1.4.** En otros casos los modelos requieren de adjuntar figuras relativas a los planos constructivos o de diseño así como de dibujar diagramas de la configuración del proceso para respaldar esquemáticamente los resultados de la inspección.

### **7.2. LISTAS DE VERIFICACIÓN**

**7.2.1.** Las listas de verificación consisten en una serie de especificaciones técnicas formuladas como preguntas, basadas en el “Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes (CR-2010)”. Cada una de las listas de verificación corresponde a una de las subsecciones que posee el CR-2010 para la actividad en cuestión.

- 7.2.2.** Es importante que aquellas secciones del CR-2010 que posean tanto un modelo de inspección y control como una lista de verificación deben ser inspeccionadas utilizando ambas herramientas para un mismo elemento de muestra.
- 7.2.3.** Las especificaciones interrogadas en las listas poseen la misma subdivisión hallada para cada subsección del CR-2010 y se encuentran ordenadas de acuerdo al orden lógico del proceso constructivo y por ende, el de inspección.
- 7.2.4.** El proceso de verificación se realiza con base en una inspección visual de los procesos constructivos para aquellas especificaciones que necesiten únicamente de la observación para ser verificadas, es decir aquellas que no tengan como requisito el cumplimiento de un parámetro numérico medible, en cuyo caso el inspector debe revisar en los modelos de inspección el valor numérico correspondiente para emitir el criterio de verificación.
- 7.2.5.** Las preguntas (especificaciones) constan de unas casillas de verificación con las respuestas “Si”, “No” y “NA” (no aplica), que deben ser verificadas mediante la selección única de una de esas respuestas usando una equis (x). Adicionalmente algunas de las subdivisiones o subtítulos (escritos en negrita) poseen las casillas “SA” y “NA” que significan “Si aplica” y “No aplica” correspondientemente, que se responden en función de la aplicación o no de tal especificación a las características del proyecto.
- 7.2.6.** Las listas cuentan con una sección de “Observaciones” en la cual el inspector debe anotar y comentar cualquier inquietud, anomalía o situación imprevista que afecte el desarrollo de las labores, así como cualquier otra observación que considere pertinente documentar.
- 7.2.7.** La formulación de las preguntas se hizo con el fin de que para el cumplimiento de la especificación, sea general o especial, se requiera de una respuesta afirmativa, es decir un “Si”. En caso de existir una respuesta negativa a la pregunta (“No”), automáticamente existe una inconformidad respecto a la especificación, en donde el inspector debe explicar y comentar este incumplimiento en la sección de “Observaciones”.
- 7.2.8.** La casilla “NA” se utiliza en caso de que la especificación general no aplique según sea establecido así por los planos, especificaciones especiales (EE) o por orden de la ingeniería de proyecto. Cuando este caso se presente, se deberá explicar la razón por la cual no aplica la especificación en la sección de “Observaciones”. En caso de que la especificación aplique se deberá marcar con equis (x) la opción “SA”.
- 7.2.9.** En aquellas preguntas en las que existan varias opciones que hagan cumplir con la especificación, como métodos, procedimientos o herramientas, pero que solo una o unas de éstas hagan cumplir la misma, se deberán señalar las

mismas con un círculo para identificar cuál es la opción aplicada en el proyecto.

**7.2.10.** Algunas de las subdivisiones (subtítulos en negrita) poseen un espacio en blanco. Este espacio está destinado para poner el nombre del elemento o estructura tomado como muestra para realizar la inspección junto con la fecha de inspección, ya que en algunos casos puede ser diferente de aquel inspeccionado en los modelos de inspección. Aun siendo el mismo elemento se debe poner su nombre en tal espacio y en caso de no estar claro cuál elemento está siendo sometido a la lista de verificación y de no contar con el espacio para apuntar su nombre el inspector deberá hacer la anotación para ello.

### **7.3. MODELOS DE INFORMES DE INSPECCIÓN**

**7.3.1.** Los modelos de los informes sirven para cubrir los trabajos llevados a cabo por el Organismo de Inspección.

**7.3.2.** Los informes incluyen todos los resultados de la inspección, la determinación de la conformidad sobre la base de estos, y la información necesaria para su comprensión e interpretación.

**7.3.3.** Estos informes pueden traer adjuntados los resultados de la inspección para respaldar la evaluación de la conformidad, como lo pueden ser los modelos y listas de verificación, las constancias de calidad de los materiales y cualesquier registros audiovisuales.

**7.3.4.** El Inspector debe generar y entregar el Informe periódico según lo pida el personal de la Unidad Ejecutora correspondiente, junto con los datos adjuntos necesarios para su interpretación, recién mencionados.

**7.3.5.** Para la redacción de los informes se debe seguir el “Procedimiento para la elaboración de informes” del presente manual, ubicado previo a los modelos de los informes.

## **8. REGISTROS Y DOCUMENTOS**

Los registros y documentos que trae la guía vienen contenidos en un documento llamado “Catálogo de inspección” ubicado después de la descripción de los materiales del apartado 7. Cabe destacar que hay secciones del CR-2010 que no poseen un modelo o una lista de verificación debido a que éstas corresponden a etapas de planificación o diseño, ajenas al proceso de inspección en campo.

### **8.1. Modelos de inspección y control**

- 8.1.1.** Modelo 551.03: Equipo de hinca.
  - 8.1.2.** Modelo 551.07: Perforación previa.
  - 8.1.3.** Modelo 551.08: Preparación e hincado.
  - 8.1.4.** Modelo 551.11: Prueba de carga de pilotes.
  - 8.1.5.** Modelo 551.14: Pilotes tubulares.
  - 8.1.6.** Reporte de hinca de pilotes RH-CF-551: Cantidades finales.
- Nota: para efectos de referenciar estos modelos se usa la nomenclatura M-551.##.

### **8.2. Instructivos de uso**

- 8.2.1.** Instructivo de uso M-551.03.
- 8.2.2.** Instructivo de uso M-551.07.
- 8.2.3.** Instructivo de uso M-551.08.
- 8.2.4.** Instructivo de uso M-551.11.
- 8.2.5.** Instructivo de uso M-551.14.
- 8.2.6.** Instructivo de uso RH-CF-551.

Nota: para efectos de referenciar estos instructivos se usa la nomenclatura IUM-551.## o IU-RH-551 para el caso en particular.

### **8.3. Listas de verificación**

- 8.3.1.** Lista de verificación 551.03: Equipo de hinca.
- 8.3.2.** Lista de verificación 551.05: Pilotes de prueba.
- 8.3.3.** Lista de verificación 551.06: Capacidad de soporte del pilote.
- 8.3.4.** Lista de verificación 551.07: Perforación previa.
- 8.3.5.** Lista de verificación 551.08: Preparación e hincado.
- 8.3.6.** Lista de verificación 551.09: Empalmes.
- 8.3.7.** Lista de verificación 551.10: Pilotes que emergen luego de hincarse.
- 8.3.8.** Lista de verificación 551.11: Prueba de carga.
- 8.3.9.** Lista de verificación 551.12: Recorte de pilotes.
- 8.3.10.** Lista de verificación 551.14: Pilotes tubulares.

Nota: para efectos de referenciar las listas se usa la nomenclatura LV-551.##.

#### **8.4. Informes de inspección**

- 8.4.1.** Procedimiento para la elaboración de informes.
- 8.4.2.** Modelo M-IN-S: informe de inspección semanal.
- 8.4.3.** Modelo M-IN-M: informe de inspección mensual.

## **8.1. MODELOS DE INSPECCIÓN Y CONTROL**

**MODELO 551.03 - 1/2**Dirección de Obras  
inspector@conavi.go.cr  
Tel: ##### / #####**EQUIPO DE HINCA**

Código de proyecto / Fecha de inspección

1. INFORMACIÓN DE PROYECTO	
1.1. Nombre:	1.5. Subcontratista:
1.2. Estructura:	1.6. Ingeniero:
1.3. Elemento:	1.7. Inspector:
1.2. Contratista:	1.8. Fecha de recepción:

<b>2. GRÚA</b>	2.1. Fabricante:	2.2. Modelo:	2.5. Estado:
	2.3. Tipo: <input type="checkbox"/> Fija <input type="checkbox"/> Móvil	2.4. Pluma: <input type="checkbox"/> Rígida <input type="checkbox"/> Telescópica	
<b>3. GUÍA</b>	3.1. Fabricante:	3.2. Modelo:	3.6. Estado:
	3.3. Tipo: <input type="checkbox"/> Fija <input type="checkbox"/> Oscilante <input type="checkbox"/> Móvil (suspendida por cable) <input type="checkbox"/> Otro (describir) : _____		
	3.4. Longitud:	3.5. Ancho:	

4. MARTINETE		
4.1. Fabricante	4.2. Modelo	4.3. Tipo
4.4. No. de serie	4.5. Propietario	
4.6. Energía máxima nominal (kg-m)	4.7. Peso del mazo (kg)	4.8. Altura máx. de caída (m)
4.9. Modificaciones		4.10. Estado

5. YUNQUE	6. AMORTIGUADOR DEL MARTINETE	
5.1. Material	6.1. Material	6.5. Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )
5.2. Espesor (mm)	6.2. Grosor (mm)	6.6. Estado
5.3. Área (mm <sup>2</sup> )	6.3. Área (mm <sup>2</sup> )	
5.4. Estado	6.4. Coefic.de restitución (%):	

7. CABEZAL DEL PILOTE	8. AMORTIGUADOR DEL PILOTE	
7.1. Peso (kg)	8.1. Material	8.6. Modulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )
7.2. Modificaciones	8.2. No. de capas	8.7. Coeficiente de restitución (%)
	8.3. Grosor (c/u) (mm)	
7.3. Estado	8.4. Grosor total (mm)	8.8 Estado
	8.5. Área (mm <sup>2</sup> )	

9. PILOTE DE PRUEBA		
9.1. Tipo del pilote	9.4. Peso (kg/m)	9.7. Resistencia nominal (kN)
9.2. Área corte transversal (cm <sup>2</sup> )	9.5. Grosor pared (mm)	
9.3. Longitud (m)	9.6. Reducción (cm)	
9.9. Descripción de empalme		9.8. Carga de diseño (kN)
9.10. Descripción de acabado en punta (tipo, fabricante, modelo, etc.)		



**MODELO 551.03 - 2/2**

**EQUIPO DE HINCA**

Dirección de Obras  
inspector@conavi.go.cr  
Tel: ##### / #####

Código de proyecto / Fecha de inspección

**10. MÉTODOS AUXILIARES**

**11. OBSERVACIONES:**

Firma del inspector \_\_\_\_\_



## PERFORACIÓN PREVIA

Código proyecto / Fecha de inspección

1. INFORMACIÓN DE PROYECTO	
1.1 Nombre:	1.5 Subcontratista
1.2 Estructura	1.6 Ingeniero:
1.3 Elemento:	1.7 Inspector:
1.4 Contratista:	1.8 Número de pozo:

2. TIEMPOS DE PERFORACIÓN		3. ELEVACIONES REFERENCIA	
2.1. Hora inicio de excavación	2.2. Hora final	3.1. Elevación de referencia	
2.3. Fecha inspección de fondo	2.4 Hora	3.2. Elevación de la superficie de terreno	
2.5. Fecha del colado	2.5. Hora inicio	3.3. Elevación del nivel freático	

<b>4. EQUIPO DE PERFORACIÓN:</b>
----------------------------------

5. PARÁMETROS	Planos	Construido
5.1. Elev. al tope (m)		
5.2. Diám. de pozo (cm)		
5.3. Elev. tope de roca (m)		
5.4. Diám. en roca (cm)		
5.5. Elev. de fondo (m)		

6. REVESTIMIENTO	Externo	Medio	Interno
6.1. Tipo			
6.2. Diám.ext. (cm)			
6.3. Espesor (mm)			
6.4. Elev. tope (m)			
6.5. Longitud (m)			

7. ESTRATIFICACIÓN				
7.1. Prof. (m)	7.2. Elev. (m)	7.3. Descripción del tipo de suelo o roca	7.4. Observaciones	7.5. No.muestra

8. CONCRETO		9. LIMPIEZA	
8.1. Volumen colado (m <sup>3</sup> )			
8.2. No. diseño mezcla contratista			
8.3. Equipo de colado			
8.4. Revenimiento al colar (cm)			

<b>10. OBSERVACIONES</b>
--------------------------

Firma del inspector \_\_\_\_\_



**MODELO 551.08 - 1/2**

Dirección de Obras  
 inspector@conavi.go.cr  
 Tel: ##### / #####

**PREPARACIÓN E HINCADO**

Código de proyecto / Fecha inspección

2. MARTINETE	3. PILOTE	1. INFORMACIÓN DE PROYECTO
2.1. Fabricante y modelo:	3.1. Número de pilote: 3.2. Tipo:	1.1.Nombre:
2.2. Peso del mazo (kg):	3.3. Long. (m):	1.2. Estructura:
2.3. Peso cabezal (kg):	3.4. Grosor amortiguador (mm):	1.3. Elemento:
2.4. Altura de caída (m):	3.5. Penetración requerida (m):	1.4. Contratista:
2.5. Energía máxima (kJ):	3.6. Capac. última requer. (kN):	1.5. Inspector:

4. DATOS DE HINCA												
4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	
Dist. bajo elev. tope (m)	Caída de mazo (m)	Energía / golpe (kJ)	Golpes / pie	Golpes / 10 cm	Desviac. axial (mm)	Dist. bajo elev. tope (m)	Caída de mazo (mm)	Energía / golpe (kJ)	Golpes / pie	Golpes / 10 cm	Desviac. axial (mm)	
___.00						___.20						
.30						.50						
.60						.80						
.90						___.10						
___.20						.40						
.50						.70						
.80						___.00						
___.10						.30						
.40						.60						
.70						.90						
___.00						___.20						
.30						.50						
.60						.80						
.90						___.10						
___.20						.40						
.50						.70						
.80						___.00						
___.10						.30						
.40						.60						
.70						.90						
___.00						___.20						
.30						.50						
.60						.80						
.90						___.10						
___.20						.40						
.50						.70						
.80						___.00						
___.10						.30						
.40						.60						
.70						.90						
___.00						___.20						
.30						.50						
.60						.80						
.90						___.10						
___.20						.40						
.50						.70						
.80						___.00						
___.10						.30						
.40						.60						
.70						.90						
___.00						___.20						
.30						.50						
.60						.80						
.90						___.10						



**MODELO 551.08 - 2/2**  
**PREPARACIÓN E HINCADO**

Dirección de Obras  
inspector@conavi.go.cr  
Tel: ##### / #####

Código de proyecto / Fecha inspección

5. TIEMPO DE HINCA	6. CAPACIDAD ÚLTIMA	7. PARÁMETROS FINALES
5.1. Fecha:	$R_u = (7\sqrt{E} \log(10N)) - 550$	7.1. Penetración adecuada (m):
5.2. Hora de inicio:		7.2. Cota de corte (m):
5.3. Hora final:	6.1. E (J):	7.3. Empalme total (m):
5.4. Tiempos muertos:	6.2. N:	7.4. Longitud total (m):
5.5. Tiempo total (hrs):	6.3. Ru: kilonewtons	7.5. Cantidad para pago:

**8. OBSERVACIONES**

**9. ESQUEMA**

Hacer esquema indicando ubicación del pilote definitivo y el norte magnético.

Nota: se pueden adjuntar figuras de planos para facilitar la interpretación de la ubicación del pilote de prueba.

Firma del inspector \_\_\_\_\_

**PRUEBA DE CARGA DE PILOTES**

Código de proyecto / Fecha de inspección

2. MARTINETE		3. PILOTE		1. INFORMACIÓN DE PROYECTO	
2.1. Tipo: <input type="checkbox"/> Gravedad <input type="checkbox"/> Acción simple <input type="checkbox"/> Doble acción	2.2. Fabricante:	3.1. Número pilote prueba:		1.1. Nombre:	
	2.3. Modelo:	3.2. Tipo		1.2. Estructura:	
3.3. Tamaño:		1.3. Elemento:			
2.4. Peso del mazo (kg)		3.4. Prof. fundación (m):		1.4. Contratista:	
2.5. Energía máxima (kg-m)		3.5. Cota de prueba (m):		1.5. Consultor para análisis CAPWAP:	
Inspección hecha por:		3.6. Carga de prueba (kg):			

4. DATOS DE PRUEBA											
4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6
Dist. bajo elev. tope (m)	Caída de mazo (m)	Energía/golpe (Julios)	Golpes / pie	Golpes / pulgada	Alineam. axial (mm)	Dist. bajo elev. tope (m)	Caída de ariete (mm)	Energía por golpe (Nm)	Golpes / pie	Golpes / pulgada	Alineam. axial (mm)
_.00						_.20					
.30						.50					
.60						.80					
.90						_.10					
_.20						.40					
.50						.70					
.80						_.00					
_.10						.30					
.40						.60					
.70						.90					
_.00						_.20					
.30						.50					
.60						.80					
.90						_.10					
_.20						.40					
.50						.70					
.80						_.00					
_.10						.30					
.40						.60					
.70						.90					
_.00						_.20					
.30						.50					
.60						.70					
.90						_.00					

<b>5. TIEMPOS</b>	5.1. Fecha:	<b>6. OBSERVACIONES</b>
	5.2. Hora de inicio:	
	5.3. Hora final:	
	5.4. Tiempos muertos:	
	5.5. Tiempo productivo:	

<b>7. OTROS</b>	7.1. Fórmula usada:	7.3. f'c a 28 días:	7.6. Longitud aceptada (m):
	7.2. Asentamiento total (mm):	7.4. Carga de diseño (ton):	7.7. Carga segurid. admis. (ton):
		7.5. Cota de prueba final:	7.8. Resistencia a la falla (ton):



**MODELO 551.11 - 2/2**  
**PRUEBA DE CARGA DE PILOTES**

Dirección de Obras  
inspector@conavi.go.cr  
Tel: ##### / #####  
Código de proyecto / Fecha de inspección

**8. ESQUEMA**

Hacer esquma indicando ubicación del pilote de prueba y el norte magnético.

Nota: se pueden adjuntar figuras de planos para facilitar la interpretación de la ubicación del pilote de prueba.

Firma del inspector \_\_\_\_\_





**MODELO 551.14 - 2/2**

**PILOTES TUBULARES**

Dirección de Obras  
inspector@conavi.go.cr  
Tel: ##### / #####

Código de proyecto / Fecha de inspección

**8. ESQUEMA**

Hacer esquma indicando ubicación del pilote de prueba y el norte magnético.

Nota: se pueden adjuntar figuras de planos para facilitar la interpretación de la ubicación del pilote de prueba.

Firma del inspector \_\_\_\_\_





## **8.2. INSTRUCTIVOS DE USO**

## INSTRUCTIVO DE USO MODELO 551.03 - EQUIPO DE HINCA

1. **INFORMACIÓN DE PROYECTO:** información general que identifica a la inspección.
  - 1.1. **Nombre:** nombre del proyecto dado por la Dirección de Obras en los documentos oficiales del CONAVI.
  - 1.2. **Estructura:** nombre de la estructura que se cimentará con pilotes.
  - 1.3. **Elemento:** identificación del elemento según el número que trae en planos o como lo pida la ingeniería de proyecto
  - 1.4. **Contratista:** nombre de la empresa contratista a cargo de la construcción del proyecto en general.
  - 1.5. **Subcontratista:** nombre de la empresa subcontratada para la construcción de los pilotes. Puede ponerse NA (no aplica) si es el contratista quién hace estos trabajos.
  - 1.6. **Ingeniero:** nombre completo del ingeniero de proyecto o encargado del contratista.
  - 1.7. **Inspector:** nombre completo del inspector de campo asignado.
  - 1.8. **Fecha de recepción:** indicar fecha en que llegó al proyecto el equipo de hinca.
  
2. **GRÚA:** características generales de la grúa.
  - 2.1. **Fabricante:** indicar marca o fabricante.
  - 2.2. **Modelo:** indicar el modelo.
  - 2.3. **Tipo:** marcar con equis "x" la casilla que corresponda.
  - 2.4. **Pluma:** marcar con equis "x" la casilla que corresponda.
  - 2.5. **Estado:** describir el estado del equipo como malo, regular, bueno o excelente a criterio del ingeniero y hacer cualquier observación pertinente.
  
3. **GUÍA:** características encontradas en la ficha técnica pero en la medida de lo posible corroboradas en campo.
  - 3.1. **Fabricante:** indicar marca o fabricante.
  - 3.2. **Modelo:** indicar el modelo.
  - 3.3. **Tipo:** marcar con equis "x" la casilla que corresponda.
  - 3.4. **Longitud:** indicar la longitud en metros según lo indique la ficha técnica y corroborar esto mediante medición directa.
  - 3.5. **Ancho:** medir el ancho o diámetro de la guía en cm.
  - 3.6. **Estado:** describir el estado del equipo como malo, regular, bueno o excelente a criterio del ingeniero y hacer cualquier observación pertinente.
  
4. **MARTINETE:** características encontradas en la ficha técnica pero en la medida de lo posible corroboradas en campo.
  - 4.1. **Fabricante:** indicar marca o fabricante.
  - 4.2. **Modelo:** indicar el modelo.
  - 4.3. **Tipo:** indicar el modelo según la siguiente clasificación: Gravedad, Diésel Final Abierto, Diésel Final Cerrado, Aire, Vapor, Vibratorio.
  - 4.4. **No. Serial:** indicar número serial de fábrica.
  - 4.5. **Propietario:** indicar empresa a la que pertenece el martinete.

- 4.6. **Energía máx. desarrollada (kN-m):** indicar según ficha técnica.
  - 4.7. **Peso del mazo (kg):** indicar según ficha técnica.
  - 4.8. **Altura máx. de caída (m):** indicar según ficha técnica.
  - 4.9. **Modificaciones:** indicar si ha sufrido modificaciones para su correcto funcionamiento.
  - 4.10. **Estado:** describir el estado del equipo como malo, regular, bueno o excelente a criterio del ingeniero y hacer cualquier observación pertinente.
5. **PLACA DEL ARIETE:** características encontradas en la ficha técnica pero en la medida de lo posible corroboradas en campo.
- 5.1. **Material:** indicar el material del que está fabricada.
  - 5.2. **Espesor:** medir espesor en milímetros.
  - 5.3. **Área:** medir el diámetro de la placa en milímetros y calcular el área de esta en milímetros cuadrados.
  - 5.4. **Estado:** describir el estado del equipo como malo, regular, bueno o excelente a criterio del ingeniero y hacer cualquier observación pertinente.
6. **AMORTIGUADOR DEL MARTINETE:** características encontradas en la ficha técnica pero en la medida de lo posible corroboradas en campo.
- 6.1. **Material:** indicar el material del que está fabricado.
  - 6.2. **Espesor:** medir espesor en milímetros.
  - 6.3. **Área:** medir el diámetro del amortiguador en milímetros y calcular el área de esta en milímetros cuadrados.
  - 6.4. **Coefficiente de restitución:** este valor se obtiene de la ficha técnica del fabricante.
  - 6.5. **Módulo de elasticidad (kg/cm<sup>2</sup>):** este valor se obtiene de la ficha técnica del fabricante.
  - 6.6. **Estado:** describir el estado del equipo como malo, regular, bueno o excelente a criterio del ingeniero y hacer cualquier observación pertinente.
7. **CABEZAL DEL PILOTE:** características encontradas en la ficha técnica pero en la medida de lo posible corroboradas en campo.
- 7.1. **Peso:** indicar este valor en kilogramos.
  - 7.2. **Modificaciones:** indicar modificaciones o correcciones que se le hayan hecho para optimizar su funcionamiento.
  - 7.3. **Estado:** describir el estado del equipo como malo, regular, bueno o excelente a criterio del ingeniero y hacer cualquier observación pertinente.
8. **AMORTIGUADOR DEL PILOTE:** características encontradas en la ficha técnica pero en la medida de lo posible corroboradas en campo.
- 8.1. **Materiales:** indicar el o los materiales de los que está fabricado.
  - 8.2. **No. de capas:** contar e indicar el número de capas que posee.
  - 8.3. **Espesor (c/u):** medir el espesor de cada capa en milímetros (por lo general el mismo).
  - 8.4. **Espesor total:** calcular la suma de los espesores de cada capa en milímetros.
  - 8.5. **Área:** medir el diámetro y calcular el área del amortiguador en milímetros cuadrados.
  - 8.6. **Módulo de elasticidad:** este valor se obtiene de la ficha técnica del fabricante.
  - 8.7. **Coefficiente de restitución (%):** este valor se obtiene de la ficha técnica del fabricante.

**8.8. Estado:** describir el estado del equipo como malo, regular, bueno o excelente a criterio del ingeniero y hacer cualquier observación pertinente.

**9. PILOTE DE PRUEBA:** características generales del pilote.

**9.1. Material del pilote:** CCS (concreto colado en sitio), CP (concreto prefabricado), PEA (perfil estructural de acero) MT (madera tratada), MNT (madera no tratada) u otro (especificar material en observaciones).

**9.2. Sección:** medir el diámetro en centímetros del pilote en el tope y en la punta y sacar promedio.

**9.3. Longitud guiada:** medir la longitud en metros del pilote que se encuentra sobre las guías.

**9.4. Peso:** verificar el peso del pilote en la ficha técnica o hacer un estimado según su volumen y hacer el cálculo de Peso/Longitud en kg/m.

**9.5. Espesor pared:** en caso de ser de tubo metálico hueco medir el espesor de la pared del tubo en mm.

**9.6. Reducción:** medir la diferencia entre el diámetro de la punta y el inmediatamente inferior a la reducción en cm.

**9.7. Resistencia nominal:** indicar la resistencia nominal de fábrica.

**9.8. Carga de diseño:** indicar la carga de diseño que debe soportar en kilo-Newtons.

**9.9. Descripción del empalme:** describir el empalme realizado para alcanzar la penetración necesaria.

**9.10. Descripción de acabado en punta:** describir el tipo, fabricante, modelo, y otros aspectos importantes a criterio del inspector.

**10. MÉTODOS AUXILIARES:** se refiere a métodos auxiliares de instalación como el uso de chorros a presión, perforaciones previas, etc.

**11. OBSERVACIONES:** Observaciones adicionales sobre el equipo, pertinentes a la forra de almacenamiento, la calibración por parte del mecánico, nombre completo del operador del equipo, entre otros.

**INSTRUCTIVO DE USO**  
**MODELO 551.07 - PERFORACIÓN PREVIA**

1. **INFORMACIÓN DE PROYECTO:** información general que identifica a la inspección.
  - 1.1. **Nombre:** nombre del proyecto dado por la Dirección de Obras en los documentos oficiales del CONAVI.
  - 1.2. **Estructura:** nombre de la estructura que se cimentará con pilotes.
  - 1.3. **Elemento:** identificación del elemento según el número que trae en planos o como lo pida la ingeniería de proyecto.
  - 1.4. **Contratista:** nombre de la empresa contratista a cargo de la construcción del proyecto en general.
  - 1.5. **Subcontratista:** nombre de la empresa subcontratada para la construcción de los pilotes. Puede ponerse NA (no aplica) si es el contratista quién hace estos trabajos.
  - 1.6. **Ingeniero:** nombre completo del ingeniero de proyecto.
  - 1.7. **Inspector:** nombre completo del inspector de campo asignado.
  
2. **TIEMPOS DE PERFORACIÓN:** en esta sección se medirán los tiempos más importantes para la supervisión de la perforación representativa a hacer.
  - 2.1. **Hora inicio de excavación:** indicar hora exacta.
  - 2.2. **Hora final:** indicar hora final de la perforación.
  - 2.3. **Fecha inspección de fondo:** indicar la fecha, en ésta se verificará la regularidad del fondo y la ausencia de sustancias dañinas al concreto.
  - 2.4. **Hora:** indicar la hora de la fecha de inspección de fondo.
  - 2.5. **Fecha del colado:** indicar la fecha del colado del concreto en la perforación.
  - 2.6. **Hora inicio:** anotar la hora de inicio de la colocación del concreto.
  
3. **ELEVACIONES REFERENCIA:** aquí se miden las principales elevaciones a controlar en el proceso.
  - 3.1. **Elevación de referencia:** anotar la elevación que tiene la topografía como referencia para determinar todas las elevaciones inherentes a la perforación.
  - 3.2. **Elevación de la superficie de terreno:** anotar esta elevación para tenerla también como referencia.
  - 3.3. **Elevación del nivel freático:** indicar la elevación aproximada del nivel freático.
  
4. **EQUIPO DE PERFORACIÓN:** hacer una descripción lo más detallada posible sobre este equipo como el tipo de perforadora, las herramientas de corte que posee, la fábrica y el modelo, y modificaciones que se le hayan hecho para adaptarse a los trabajos.
  
5. **PARÁMETROS:** en este apartado se indican los parámetros más importantes a medir para el control de las perforaciones.
  - 5.1. **Elevación al tope:** anotar la elevación del tope del hoyo encontrada a nivel del suelo en m.
  - 5.2. **Diámetro de pozo:** indicar el diámetro del hoyo a perforar en cm.
  - 5.3. **Elevación de tope de roca:** indicar la elevación a la cual se tiene roca o estrato firme.

**5.4. Diámetro en roca:** en este espacio se deberá indicar el diámetro de la perforación hecha en roca o el estrato duro y firme, que por lo general es menor que el de la perforación en suelo. Para esto basta con observar el diámetro del barreno perforador.

**5.5. Elev. de fondo:** anotar la elevación de fondo alcanzada en la perforación. Este punto se puede obtener mediante la medición de la longitud del barreno utilizado o por lo procedimientos topográficos aplicables.

**6. REVESTIMIENTO:** el revestimiento puede ser temporal o permanente y variar en diámetro conforme avance el hoyo en profundidad, siendo menor a mayores profundidades.

**6.1. Tipo:** anotar el material o mecanismo utilizado para revestir la perforación, por ejemplo una coraza metálica o un pilote tubular.

**6.2. Diámetro externo:** indicar este diámetro mediante la medición directa del mismo.

**6.3. Espesor:** indicar este diámetro mediante la medición directa del mismo.

**6.4. Elevación del tope:** anotar la elevación a la que quede el tope del revestimiento, una vez instalado.

**6.5. Longitud:** anotar la longitud del revestimiento en metros.

## 7. ESTRATIFICACIÓN

**7.1. Profundidad:** indicar la profundidad a la cual se encuentran los estratos encontrados.

**7.2. Elevación:** indicar la elevación topográfica a la cual se encuentran estas profundidades.

**7.3. Descripción del tipo de suelo o roca:** describir el tipo de suelo encontrado.

**7.4. Observaciones:** realizar cualquier observación pertinente como por ejemplo la presencia de obstrucciones o averías en el equipo.

**7.5. Número de muestra:** indicar el número de muestra para las pruebas de laboratorio de suelos correspondientes.

## 8. CONCRETO

**8.1. Volumen colado:** indicar el volumen total a colar en m<sup>3</sup> de acuerdo con las elevaciones y secciones que se dan en los parámetros.

**8.2. Número de diseño mezcla contratista:** indicar el número de diseño según el programa de trabajo.

**8.3. Equipo de colado:** indicar el equipo de colado que se prevé utilizar.

**8.4. Revenimiento al colar:** indicar el revenimiento que se prevé utilizar en cm.

**9. LIMPIEZA:** detallar el o los métodos utilizados para la limpieza de la perforación incluyendo el equipo utilizado así como un criterio de aceptación o no del mismo.

**10. OBSERVACIONES:** realizar aquí toda observación pertinente sobre los acontecimientos durante la perforación.

**INSTRUCTIVO DE USO**  
**MODELO 551.08 - PREPARACIÓN E HINCADO**

- 1. INFORMACIÓN DE PROYECTO:** información general que identifica a la inspección.
  - 1.1. Nombre:** nombre del proyecto dado por la Dirección de Obras en los documentos oficiales del CONAVI.
  - 1.2. Estructura:** nombre del puente sobre el que se realiza la cimentación con pilotes.
  - 1.3. Elemento:** identificación del elemento según el número que trae en planos o como lo pida la ingeniería de proyecto.
  - 1.4. Contratista:** nombre de la empresa contratada o subcontratada que realiza la construcción de los pilotes.
  - 1.5. Inspector:** indicar nombre completo del inspector de campo.
  
- 2. MARTINETE:** datos generales de identificación del martinete.
  - 2.1. Fabricante y modelo:** escribir el fabricante y el modelo del martinete en este mismo orden.
  - 2.2. Peso del mazo:** poner este parámetro en kilogramos.
  - 2.3. Peso cabezal:** poner este parámetro en kilogramos.
  - 2.4. Altura de caída:** indicar la máxima altura de caída del mazo.
  - 2.5. Energía máxima:** revisar este parámetro en la ficha técnica del martinete y corroborarlo con el mecánico del contratista. Se debe poner en kilo-Julios.
  
- 3. PILOTE:** características generales de identificación del pilote.
  - 3.1. Número de pilote:** identificación del número de pilote que viene en los planos.
  - 3.2. Tipo:** indicar según la nomenclatura: CCS (concreto colado en sitio), CP (concreto prefabricado), PEA (perfil estructural de acero) u "Otro" (especificar material en observaciones). Indicar cualquier información adicional referente al diámetro o sección del pilote.
  - 3.3. Longitud:** indicar la longitud total del pilote sin empalmes en metros.
  - 3.4. Grosor amortiguador:** medir e indicar el grosor del amortiguador en mm.
  - 3.5. Penetración requerida:** poner la cota que se debe alcanzar durante la hincadura según lo indicado por el análisis de ecuación de onda.
  - 3.6. Capacidad última requerida:** capacidad última determinada por el análisis de ecuación de onda.
  
- 4. DATOS DE HINCA**
  - 4.1. Distancia bajo elevación tope:** distancia hincada correspondiente a la marca que se encuentre a nivel del suelo.
  - 4.2. Caída de mazo:** se mide en metros y varía según el tipo de martinete. El inspector deberá establecer un método de medición y anotarlo en la sección de observaciones. En algunos casos el martinete cuenta con un dispositivo para medir esto.
  - 4.3. Energía por golpe:** energía del martillo de golpe del espolón observado o medido en campo según el fabricante.
  - 4.4. Golpes por pie:** número de golpes necesarios para hincar el pilote 30 cm. En el momento en que se sobrepase este número de 30 golpes se empezarán a contar los golpes por cada 10 cm hincados por separado y en la columna siguiente.

- 4.5. Golpes por 10 cm:** este parámetro será medido únicamente cuando el número de golpes por pie sea igual o mayor a 30, se recomienda tener marcas a cada 10 cm en el pilote para los últimos metros de este para facilitar este conteo.
- 5. TIEMPO DE HINCA:** se refiere a los tiempos de ejecución de la prueba.
- 5.1. Fecha:** fecha de ejecución de la hinca.
  - 5.2. Hora de inicio:** hora de inicio del primer golpe del martinete.
  - 5.3. Hora final:** hora del último golpe del martinete para la hinca del pilote en particular.
  - 5.4. Tiempos muertos:** tiempos de descanso o en los que la maquinaria esta en reposo durante el transcurso de las pruebas.
  - 5.5. Tiempo total:** diferencia entre la hora final y la hora de inicio menos el tiempo muerto indicado en horas.
- 6. CAPACIDAD ÚLTIMA DEL PILOTE:** capacidad última del pilote en kilonewtons mediante la fórmula dinámica que da el CR-2010.
- 6.1. E:** energía del martillo de golpe del espolón observado o medido en campo según el fabricante en Julios.
  - 6.2. N:** número de golpes del martillo por 25 milímetros en la penetración final.
  - 6.3. Ru:** realizar cálculo de Ru según la fórmula mostrada.
- 7. PARÁMETROS FINALES:** aquí se piden parámetros importantes de diseño, entre otros.
- 7.1. Penetración final:** penetración obtenida para alcanzar la capacidad última requerida siempre y cuando se encuentre a menos de 1,5 m de la penetración requerida.
  - 7.2. Cota de corte:** cota en donde será necesario cortar el pilote, medida con las cotas para determinar la penetración.
  - 7.3. Empalme total:** longitud de empalme (s) total (es) en metros, en caso de ser requeridos.
  - 7.4. Longitud total:** longitud total efectiva del pilote en metros (con empalme incluido) una vez cortado.
  - 7.5. Cantidad para pago:** cantidad para pago según el renglón de pago correspondiente.
- 8. OBSERVACIONES:** Indicar en esta los siguientes aspectos: Condiciones del tiempo, atrasos, problemas en el proceso, modificaciones en los planes iniciales, averías del equipo así como otras consideraciones pertinentes a juicio del inspector.
- 9. ESQUEMA:** hacer un esquema que muestre la ubicación del pilote.

**INSTRUCTIVO DE USO**  
**MODELO 551.11 – PRUEBA DE CARGA DE PILOTES**

1. **INFORMACIÓN DE PROYECTO:** información general que identifica a la inspección.
  - 1.1. **Nombre:** nombre del proyecto dado por la Dirección de Obras en los documentos oficiales del CONAVI.
  - 1.2. **Estructura:** nombre del puente o estructura sobre el que se realiza la cimentación con pilotes.
  - 1.3. **Elemento:** identificación o nombre del elemento según el número que trae en planos o como lo pida la ingeniería de proyecto.
  - 1.4. **Contratista:** nombre de la empresa contratista a cargo de la construcción del proyecto en general.
  - 1.5. **Consultor para análisis CAPWAP:** nombre del consultor experto en el análisis de ecuación de onda mediante el programa computacional CAPWAP.
  
2. **MARTINETE:** datos generales de identificación del martinete.
  - 2.1. **Tipo:** dar check en tipo de martinete.
  - 2.2. **Otro:** en caso de ser un tipo de martinete no especificado, describir el tipo en el espacio en blanco de esta sección.
  - 2.3. **Fabricante y modelo:** escribir el fabricante y el modelo del martinete en este mismo orden.
  - 2.4. **Peso de ariete (pistón):** poner éste parámetro en kilogramos.
  - 2.5. **Energía máxima:** revisar este parámetro en la ficha técnica del martinete y corroborarlo con el mecánico del contratista. Se debe poner en Newtons-metro.
  
3. **PILOTE:** características generales de identificación del pilote.
  - 3.1. **Pilote de prueba no.:** identificación del número de pilote que viene en el inventario de pilotes de prueba.
  - 3.2. **Tipo:** marcar con equis "x" la casilla correspondiente según la nomenclatura: CCS (concreto colado en sitio), CP (concreto prefabricado), PEA (perfil estructural de acero) u "Otro" (especificar material en observaciones).
  - 3.3. **Tamaño:** medir con la cinta métrica el diámetro a 30 cm de los extremos así como la longitud total. Escribir la longitud en metros y el diámetro en centímetros. Cuando sean pilotes de madera se deben medir tamaños de punta y cola y ponerlos en las observaciones.
  - 3.4. **Prof. fundación:** escribir la cota de profundidad estimada de fundación para los pilotes definitivos.
  - 3.5. **Cota de prueba:** poner la cota que se debe alcanzar durante la prueba de carga según lo indicado por el contratista. Puede ponerse NA en caso de utilizarse otro parámetro para el alcance de la prueba.
  
4. **DATOS DE PRUEBA**
  - 4.1. **Distancia bajo elevación tope:** distancia hincada correspondiente a la marca que se encuentre a nivel del suelo
  - 4.2. **Altura de caída del ariete:** se mide en metros y varía según el tipo de martinete, por lo tanto el inspector deberá establecer un método de medición y anotarlo en la sección de observaciones.
  - 4.3. **Energía por golpe:** se determina mediante el siguiente cálculo:

**4.4.  $\Delta\epsilon$  c/AC-15 min:** se medirá la variación en la deformación a cada aumento de carga (AC) y también a cada 15 minutos y deberá hacerse mediante topografía. Cuando se da por aumento de carga se debe poner un \* a la par del valor para poder diferenciar la razón del aumento.

**4.5. Carga de soporte:** se determina mediante la siguiente fórmula.

**5. TIEMPOS:** se refiere a los tiempos de ejecución de la prueba.

**5.1. Fecha:** fecha de la prueba de carga.

**5.2. Hora de inicio:** hora de llegada al sitio del inspector.

**5.3. Hora final:** hora del último golpe del martinete.

**5.4. Tiempos muertos:** tiempos de descanso o en los que la maquinaria esta en reposo durante el transcurso de las pruebas.

**5.5. Tiempo productivo:** diferencia entre la hora final y la hora de inicio menos el tiempo muerto.

**6. OBSERVACIONES:** Indicar en esta las condiciones del tiempo, atrasos, problemas en el proceso, modificaciones en los planes iniciales, averías del equipo, y las consideraciones pertinentes a juicio del inspector.

**7. OTROS:** aquí se piden parámetros importantes de diseño, entre otros.

**7.1. Fórmula usada:** indicar la fórmula usada para el cálculo de la capacidad.

**7.2. Asentamiento total:** medir mediante topografía el asentamiento en mm y con mínimo dos decimales una vez finalizada la prueba.

**7.3. f'c a 28 días:** en caso de que el pilote sea prefabricado indicar la resistencia f'c alcanzada a los 28 días según la constancia de calidad.

**7.4. Carga de diseño:** indicar carga de diseño (en toneladas) que se requiere alcanzar.

**7.5. Cota de prueba final:** cota de prueba a la que se alcanzó la capacidad de carga requerida.

**7.6. Longitud aceptada:** longitud aceptada en metros para asegurar la carga de diseño.

**7.7. Carga de seguridad admisible:** carga de seguridad admisible en toneladas.

**7.8. Resistencia a la falla:** en caso de haber fallado el pilote, indicar la resistencia alcanzada en toneladas.

**INSTRUCTIVO DE USO**  
**MODELO 551.14 - PILOTES TUBULARES**

1. **INFORMACIÓN DE PROYECTO:** información general que identifica a la inspección.
  - 1.1. **Nombre:** nombre del proyecto dado por la Dirección de Obras en los documentos oficiales del CONAVI
  - 1.2. **Estructura:** nombre de la estructura que se cimentará con pilotes.
  - 1.3. **Elemento:** identificación del elemento según el número que trae en planos o como lo pida la ingeniería de proyecto.
  - 1.4. **Contratista:** nombre de la empresa contratista a cargo de la construcción del proyecto en general.
  - 1.5. **Subcontratista:** nombre de la empresa subcontratada para la construcción de los pilotes. Puede ponerse NA (no aplica) si es el contratista quién hace estos trabajos.
  - 1.6. **Inspector:** nombre completo del inspector de campo asignado.
  
2. **PERFORACIÓN:** en esta sección se anotará información básica sobre la perforación en sí.
  - 2.1. **No. pilote:** anotar el número de pilote en planos que lo identifica.
  - 2.2. **No. hoyo:** anotar el número de hoyo definido en los planos constructivos.
  - 2.3. **Diámetro:** indicar el diámetro del hoyo a perforar en cm.
  
3. **ELEVACIONES Y OTROS:** en este apartado se anotarán todas las elevaciones necesarias para el cálculo de la longitud del pilote y del volumen del concreto a colocar. Estas se medirán mediante los procedimientos topográficos aplicables a la situación particular de cada proyecto o mediante el mismo equipo de perforación.
  - 3.1. **Elevación de referencia:** anotar la elevación que tiene la topografía como referencia para determinar todas las elevaciones inherentes a la perforación.
  - 3.2. **Profundidad a agua o lodo:** anotar la profundidad a la cual se encuentra el nivel freático.
  - 3.3. **Tope de elevación de roca:** indicar la elevación a la cual se tiene roca o estrato firme.
  - 3.4. **Elevación tope de hoyo:** anotar la elevación del tope del hoyo encontrada a nivel del suelo.
  - 3.5. **Elevación fondo de hoyo:** anotar la elevación de fondo alcanzada en la perforación. Este punto se puede obtener mediante la medición de la longitud del barreno utilizado o por lo procedimientos topográficos aplicables.
  - 3.6. **Profundidad de hoyo:** indicar esta medida obteniendo la diferencia entre la elevación de tope y la de fondo del hoyo.
  - 3.7. **Elev. inicial del refuerzo:** indicar la elevación que lleva el refuerzo inicialmente dentro de la perforación medida desde su parte inferior.
  - 3.8. **Elev. refuerzo en planos:** anotar la elevación que se da en los planos.
  - 3.9. **Refuerzo colocado según especificaciones:** indicar si se cumple o no con las especificaciones generales para la colocación de este tipo de refuerzos dada en la sección 551.14.
  - 3.10. **Tipo de revestimiento:** indicar el tipo de revestimiento necesario para sostener las paredes de la perforación, que pueden ser corazas metálicas, cascos de acero, tubos de acero entre otros.
  
4. **INFORMACIÓN DEL CONCRETO:** esta sección brinda información general del concreto necesaria para la supervisión del trabajo.

- 4.1. **Método de colocación:** indicar con una equis (x) la opción correcta del equipo de colocación usado. Se puede marcar más de uno de ser necesario.
  - 4.2. **Equipo de colocación:** describir brevemente el equipo utilizado para la descarga, en caso de ser necesaria ampliar esta información en la sección de observaciones.
  - 4.3. **No. diseño de mezcla:** indicar el número de mezcla que tiene el contratista o proveedor del concreto.
  - 4.4. **Resistencia:** indicar la resistencia del concreto según venga en el tiquete de despacho del camión mezclador.
  - 4.5. **Método densificación:** describir el método de densificación así como el equipo utilizado para esto.
5. **RETIRO DEL REVESTIMIENTO:** pueden haber varios revestimientos tanto temporales como permanentes dependiendo de la profundidad de la excavación y las condiciones del suelo.
- 5.1. **ΦE:** indicar el diámetro externo del revestimiento en cm.
  - 5.2. **Elevación del tope:** anotar la elevación que tiene la corona o parte superior del revestimiento.
  - 5.3. **Elevación del fondo:** anotar esta elevación para lo cual se suma la longitud del revestimiento a la elevación del tope.
  - 5.4. **Inicio:** indicar hora en que se empezó el retiro.
  - 5.5. **Fin:** indicar hora en la que finalizó el retiro.
6. **OBSERVACIONES**
7. **VOLUMEN COLOCADO:** para esta sección se toman los datos de todos los pilotes construidos por este método, siendo el primer pilote el que representativo de todas las secciones anteriores. En algunos casos se repiten parámetros, por lo que estos no son explicados nuevamente.
- 7.1. **No. Pilote:** indicar número de pilote según planos.
  - 7.2. **No camión:** indicar el número que identifica al camión mezclador.
  - 7.3. **Elevación tope del hoyo:** indicar la elevación tope a del hoyo a nivel del suelo.
  - 7.4. **Tope de elevación de roca:** indicar la elevación a la que se encontró suelo rocoso o firme.
  - 7.5. **Diámetro del hoyo:** indicar este parámetro en metros con dos decimales.
  - 7.6. **Elevación de fondo de roca:** indicar la elevación en donde se concluyó la perforación en suelo rocoso o firme.
  - 7.7. **Diámetro en roca:** en este espacio se deberá indicar el diámetro de la perforación hecha en roca o el estrato duro y firme, que por lo general es menor que el de la perforación en suelo. Para esto basta con observar el diámetro del barreno perforador.
  - 7.8. **Fecha del colado:** anotar la fecha en que se coloca el concreto en las perforaciones.
  - 7.9. **Hora de inicio:** indicar la hora en que se inicia el colado del concreto en la perforación.
  - 7.10. **Hora final:** indicar la hora final del colado.
  - 7.11. **Volumen colocado:** en este espacio se debe seguir la fórmula presentada para poder determinar bien el volumen colado en el hoyo.
  - 7.12. **Tiempo total:** anotar el tiempo total transcurrido durante la colocación.
  - 7.13. **Rendimiento de colocación:** para este espacio se debe hacer un cálculo estimado del rendimiento de colocación de concreto utilizando las horas iniciales y finales y la sumatoria de los 12 volúmenes colocados.
  - 7.14. **Sumatorias:** anotar la sumatoria de las cantidades especificadas.
  - 7.15. **Promedios:** obtener un promedio de los valores utilizando la sumatorias.

8. **ESQUEMA:** en ésta sección se hace un esquema indicando la ubicación final del pilote de prueba y el norte magnético.

**INSTRUCTIVO DE USO  
REPORTE DE HINCA DE PILOTES RP-CF-551**

**10. INFORMACIÓN DE PROYECTO:** información general que identifica a la inspección.

- 10.1. Nombre:** nombre del proyecto dado por la Dirección de Obras en los documentos oficiales del CONAVI.
- 10.2. Estructura:** nombre del puente sobre el que se realiza la cimentación con pilotes.
- 10.3. Elemento:** identificación del elemento según el número que trae en planos o como lo pida la ingeniería de proyecto.
- 10.4. Contratista:** nombre de la empresa contratada o subcontratada que realiza la construcción de los pilotes.
- 10.5. Inspector:** indicar nombre completo del inspector de campo.

**11. MARTINETE:** datos generales de identificación del martinete.

- 11.1. Fabricante y modelo:** escribir el fabricante y el modelo del martinete en este mismo orden.
- 11.2. Peso del mazo:** poner este parámetro en kilogramos.
- 11.3. Energía máxima:** revisar este parámetro en la ficha técnica del martinete y corroborarlo con el mecánico del contratista. Se debe poner en kilo-Julios.
- 11.4. Presión de planta:** indicar la presión de trabajo de la planta en las unidades correspondientes para martinete con caída acelerada por presión.
- 11.5. Modelo de casquete:** indicar modelo del casquete del martinete según inspección visual.
- 11.6. Peso cabezal:** poner este parámetro en kilogramos.

**12. FÓRMULA DE RU:** indicar la fórmula última utilizada para determinar la capacidad de soporte última del pilote.

**13. TIPO DE PRUEBA DE CARGA:** indicar si el tipo de prueba de carga como “Estática” o “Dinámica”.

**14. DATOS DE HINCA**

- 14.1. Tipo:** indicar según la nomenclatura: CCS (concreto colado en sitio), CP (concreto prefabricado), PEA (perfil estructural de acero), "Tubular", "PP" (pilote de prueba) u "Otro" (especificar material en observaciones).
- 14.2. Sección:** indicar la sección de pilote según la nomenclatura usada en planos.
- 14.3. Número de pilote:** identificación del número de pilote que viene en los planos.
- 14.4. Fecha:** fecha de ejecución de la hinca.
- 14.5. Tiempo neto de hinca:** tiempo total de la hinca obtenido del modelo 551.08.
- 14.6. Perforación previa:** profundidad en metros de la perforación previa al hincado del pilote obtenida del modelo M-551.07.
- 14.7. Volumen de concreto:** indicar el volumen de concreto colado en caso de tratarse de pilotes tubulares.
- 14.8. Nivel de corte:** escribir la cota o nivel en donde se establecía el corte del pilote en planos y en donde se cortó el pilote a la hora de su instalación (autorizado).
- 14.9. Empalme autorizado:** longitud de empalme (s) total (es) autorizados en metros. En caso de tener empalmes no autorizados hacer la observación en el espacio de observaciones.

- 14.10. Capacidad de soporte última:** capacidad última determinada en campo por el análisis de ecuación de onda o por la fórmula dinámica, según corresponda.
- 14.11. Hinca bajo corte:** indicar la longitud total hincada del pilote (contando empalmes) en metros, establecida en planos y construida.
- 14.12. Renglón de pago:** indicar el renglón de pago (con únicamente los números) a que corresponde el tipo de pilote instalado según la siguiente tabla del CR-2010:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.551.01</b> Pilotes hincados	Metro lineal (m)
<b>CR.551.02</b> Pilotes hincados	Unidad (Und)
<b>CR.551.03</b> Pilotes de prueba de carga	Unidad (Und)
<b>CR.551.04</b> Pilotes de prueba de carga	Suma global (gbl)
<b>CR.551.05</b> Perforación previa	Metro lineal (m)
<b>CR.551.06</b> Emplames cada	Unidad (Und)
<b>CR.551.07</b> Pilotes de prueba	Metro lineal (m)
<b>CR.551.08</b> Pilotes de prueba	Unidad (Und)

- 14.13. Unidad de medida:** indicar la unidad de medida que le corresponda al renglón de pago escrito según la tabla anterior.
- 14.14. Cantidad para pago:** indicar la cantidad final a utilizar para el pago definitivo.
- 15. OBSERVACIONES:** Indicar en esta los siguientes aspectos: Condiciones del tiempo, atrasos, problemas en el proceso, modificaciones en los planes iniciales, averías del equipo así como otras consideraciones pertinentes a juicio del inspector.



## **8.3. LISTAS DE VERIFICACIÓN**

LISTA DE VERIFICACIÓN 551.03 - 1/4  
EQUIPO DE HINCA



**a) MARTINETES**

SA  NA

**1) Tipo gravedad**

Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA

1. ¿Son los martinetes de gravedad usados únicamente para hincar pilotes de madera?
2. ¿Está el peso del mazo entre 900 y 1600 kilogramos?
3. ¿Se limita la altura de caída a 4,5 metros?
4. ¿Es el peso del mazo mayor que el peso de la corona y del pilote juntos?
5. ¿Se usan guías del martinete para asegurar el impacto concéntrico en la corona?

SA  NA

**2) Tipo diésel de final abierto (acción sencilla)**

Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA

1. ¿Están estos equipados con un dispositivo que se extienda sobre la culata del mazo para permitir la determinación visual del golpe del martinete? (Especificar tipo en observaciones)
2. ¿Se aprueba el gráfico de fabrica que señala como se iguala la carrera del émbolo y el número de golpes por minuto? (Adjuntar gráfico)
- 2.1. ¿Se usa una velocidad contra la carrera del émbolo? (Indicar en observaciones)

SA  NA

**3) Tipo diésel de final cerrado**

Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA

1. ¿Se presenta un gráfico para calibrar el funcionamiento efectivo del martinete durante 90 días de uso, igualando el rebote en la cámara de presión a la energía equivalente o carrera del émbolo del martinete?
2. ¿Se usa un medidor visible desde el nivel de suelo?
3. ¿Se toman en cuenta las pérdidas en las mangueras para calibrar el dial del medidor de presión?
4. ¿Se verifica la precisión del medidor calibrado durante la operación de hincadura?  
Nota: Para esto se debe asegurar la consistencia del rebote del martinete (cuando se levanta) en la cámara de presión y cuando se da la máxima energía, de acuerdo a las especificaciones del martinete
5. ¿Se prohíbe el uso de martinetes que no alcancen, al iniciar la subida, la máxima relación de energía de rebote de la cámara de presión, del martinete especificado?

SA  NA

**4) De aire o vapor**

Si  No  NA  
 Si  No  NA

1. ¿Se usa la planta y el equipo para martinetes con una capacidad suficiente para mantener el volumen y la presión especificados por el fabricante?
2. ¿Se equipa el martinete con medidores de presión de precisión adecuada y de fácil acceso?
3. ¿Se usa un martinete cuyo peso del mazo es igual o mayor que un tercio del combinado del conjunto pilote – corona?
4. ¿Es el peso combinado de por lo menos 1250 kilogramos?
5. Cuando se hincan pilotes de prueba, ¿Se mide la presión de entrada de los martinetes con un manómetro de aguja ubicado en la cabeza del martinete?
6. Cuando requerido, ¿Se mide también la presión de entrada en la hincadura de pilotes definitivos?
7. Para condiciones específicas de hincadura, ¿Se efectúa la calibración de presión contra velocidad como alternativa para medidas periódicas con manómetro de aguja?

SA  NA

**5) Tipo vibratorio sin impacto**

Si  No  NA  
 Si  No  NA

1. ¿Se usan martinetes sin impacto a menos que sea permitido por escrito o especificado en el contrato?
2. Si son permitidos, ¿Se usan para hincar pilotes definitivos, solo después de que la elevación de extremo del pilote, o longitud del empotramiento hayan sido establecidas por medio de pruebas de carga estáticas o dinámicas?

LISTA DE VERIFICACIÓN 551.03 - 2/4  
EQUIPO DE HINCA



Si  No  NA

3. ¿Se controla la instalación por medio del consumo de energía, la velocidad de penetración, la elevación del extremo especificada, o cualquier otro método aceptable, que garantice la capacidad requerida de carga?

Si  No  NA

4. ¿Se hinca uno de cada 10 pilotes, con un martinete de impacto, con energía adecuada para verificar si se está obteniendo la capacidad requerida del pilote?

**OBSERVACIONES**

**c) ACCESORIOS PARA EL HINCADO**

SA  NA

**1) Amortiguador del martinete**

Si  No  NA

1 Cuando se use equipo de hinca de impacto (excepto de gravedad), ¿Se provee un amortiguador suficientemente grueso para prevenir daños al martinete o al pilote?

Si  No  NA

1.1 ¿Garantiza este un comportamiento uniforme del hincado?

Si  No  NA

2. ¿Se fabrican amortiguadores durables de acuerdo a las recomendaciones del fabricante?

Si  No  NA

3. ¿Se prohíbe el uso de madera, pita o asbesto en los amortiguadores?

Si  No  NA

4. ¿Se coloca una placa de cerrojo en el amortiguador a como lo recomiende el fabricante del martinete para asegurar una compresión uniforme del material?

Si  No  NA

5. ¿Se realiza una inspección del amortiguador en presencia del Contratante al inicio de la hincadura en cada estructura o después de cada 100 horas de hincado, lo menor?

Si  No  NA

6. ¿Se reemplaza el amortiguador cuando el grosor se reduce en un más del 25 % de su espesor original?

SA  NA

**2) Cabezal del pilote**

Si  No  NA

1 ¿Se proveen cabezales adecuados para los martinetes de impacto de acuerdo con las especificaciones del fabricante?

Si  No  NA

2. ¿Se proveen cabezales apropiados, mandril y otros aditamentos para pilotes especiales?

Si  No  NA

3. ¿Se alinea el cabezal del pilote en paralelo con el martinete y el pilote?

Si  No  NA

4. ¿Se calza el cabezal alrededor del pilote mientras se mantiene este alineamiento?

LISTA DE VERIFICACIÓN 551.03 - 3/4  
EQUIPO DE HINCA



SA  NA

**3) Guías del pilote**

Si  No  NA

1. ¿Se soportan los pilotes en línea y posición por medio de guías?

Si  No  NA

2. ¿Permiten las guías de seguimiento del pilote un movimiento libre del martinete?

Si  No  NA

3. ¿Mantienen las guías un alineamiento paralelo del martinete y el pilote?

Si  No  NA

4. ¿Se prohíbe el uso de guías oscilantes salvo que sea permitido y especificado por escrito en el contrato?

Si  No  NA

5. Cuando se permitan guías oscilantes, ¿Se calzan en la entrada del pilote con la base de las guías?

Si  No  NA

5.1. Si se usan pilotes inclinados, ¿Se calzan con un puntal horizontal entre la grúa y la guía?

Si  No  NA

6. ¿Se empotran adecuadamente las guías en el suelo o se fija el pilote a un marco estructural para mantener un alineamiento adecuado?

Si  No  NA

7. ¿Se proveen guías con longitud suficiente para no requerir de un seguidor?

Si  No  NA

8. ¿Permiten las guías un alineamiento adecuado de los pilotes inclinados?

SA  NA

**4) Seguidores (zancos)**

Si  No  NA

1. ¿Son permitidos solo con aprobación por escrito?

Si  No  NA

2. En caso de ser permitidos, después de la hinca del primer pilote en cada cimiento o estructura, ¿Tiene cada décimo pilote la longitud total sin seguidor, que asegure que se está obteniendo el empotramiento adecuado para desarrollar la capacidad última requerida?

Si  No  NA

3. ¿Permite su material y dimensiones que los pilotes sean hincados hasta la profundidad requerida?

Si  No  NA

4. ¿Se soportan y mantienen el seguidor y el pilote con un alineamiento apropiado?

SA  NA

**5) Chorro a presión de agua (Jet):**

Si  No  NA

1. ¿Se usan estos para perforación solo con previa aprobación por escrito del Contratante?

Si  No  NA

2. ¿Tiene el equipo de chorros a presión una capacidad suficiente para procurar una presión consistente de por lo menos 700 kilopascales, con dos boquillas de 20 mm?

Si  No  NA

3. ¿Se verifica que los chorros no afecten la estabilidad lateral del pilote final colocado?

Si  No  NA

4. ¿Se remueven los tubos del chorro a presión cuando el extremo del pilote esté al menos a 1,5 metros sobre la elevación prescrita? (En caso de ser no, responder siguiente)

Si  No  NA

4.1. ¿Se hinca el pilote hasta la capacidad última requerida, con un martinete de impacto?

SA  NA

**6) Amortiguador del pilote:**

Si  No  NA

1. Para los pilotes de concreto, ¿Se utiliza un amortiguador nuevo para proteger la cabeza?

Si  No  NA

2. ¿Se corta con un espesor de por lo menos 100 mm y de forma que coincida con la sección transversal de la parte superior del pilote?

Si  No  NA

3. ¿Se sustituye si se encuentra comprimido más de la mitad de su espesor original o si comienza a quemarse?

Si  No  NA

4. Para pilotes de acero y de madera, ¿Se protegen con un capuchón de hincado aprobado?

Si  No  NA

5. ¿Se rodean los pilotes de madera con collares o bandas metálicas aprobadas para evitar que se resquebrajen o se astillen?

Si  No  NA

6. ¿Se sustituyen los capuchones cuando se dañan?

Si  No  NA

7. ¿Se prohíbe la reutilización de los amortiguadores o los capuchones?

LISTA DE VERIFICACIÓN 551.03 - 4/4  
EQUIPO DE HINCA



SA  NA

**7) Punteras**

Si  No  NA

1. Si está especificado, ¿Se proporcionan punteras para proteger la punta del pilote contra daños durante la hinca?

Si  No  NA

2. ¿Son las punteras fabricadas con la forma requerida para ser colocadas ajustadamente en la

Si  No  NA

3. ¿Son los pilotes de concreto unidos con la puntera usando pasadores u otros métodos aprobados?

Si  No  NA

4. Para pilotes de acero, ¿Son las punteras colocadas directamente, soldadas al pilote sin esforzar el alma o el ala?

Si  No  NA

5. Para pilotes de madera, ¿Se conforma cuidadosamente la punta para asegurar un soporte uniforme de la puntera?

Si  No  NA

6. Para pilotes de madera tratada, ¿Se aplican 2 capas de una solución de alquitrán a todos los agujeros, cortes y casquillos de hincado?

**OBSERVACIONES**

Firma del inspector: \_\_\_\_\_

Fecha de inspección: \_\_\_\_\_

**LISTA DE VERIFICACIÓN 551.05 - 1/1  
PILOTES DE PRUEBA**



**Antes de prueba**

- Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA

1. Antes de la hincada, ¿Se excava el terreno en el sitio de cada pilote de prueba o de producción hasta la profundidad de fundación?
2. ¿Se prepara el martinete aplicando por lo menos 20 golpes a otro pilote?
3. ¿Se hincan estos con el mismo equipo a usar en los pilotes definitivos?

**Durante prueba**

- Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA

1. ¿Se hincan estos a la capacidad última requerida hasta la profundidad estimada del extremo inferior?
2. ¿Se empalman y continúan hincando pilotes hasta obtener la capacidad última requerida?
3. ¿Se dejan en reposo por 24 horas aquellos que no alcancen la capacidad última requerida a la elevación estimada del extremo, antes de volver a hincarlos?

Nota: Si la capacidad última requerida no se alcanzara al volver a hincarlo, se hincará una parte o todos los pilotes de prueba restantes, y se repetirán el reposo y re-hincadura siguiendo los procedimientos descritos.

**Después de prueba**

- Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA

1. ¿Se instalaron pilotes de prueba según lo especifica el contrato?
2. ¿Es la longitud de los pilotes de prueba más larga que la estimada de los pilotes definitivos?
3. ¿Se ajustan los pilotes de prueba usados en la estructura definitiva a los requisitos de los pilotes definitivos?
4. ¿Son los pilotes de prueba no incorporados en la estructura definitiva, removidos hasta al menos 0,5 m bajo el nivel final terminado de la fundación?

**OBSERVACIONES**

Firma del inspector: \_\_\_\_\_

Fecha de inspección: \_\_\_\_\_

LISTA DE VERIFICACIÓN 551.06 - 1/1  
CAPACIDAD DE SOPORTE DEL PILOTE



**General**

- Si  No  NA
- Si  No  NA
- Si  No  NA
- Si  No  NA
- SA  NA
- ¿Se hincan pilotes con la penetración específica y a la profundidad necesaria para obtener la capacidad última requerida?
  - ¿Se empalman los pilotes que no obtengan la capacidad última requerida a la longitud indicada?
  - ¿Se hincan estos con un martinete de impacto hasta que se alcance esa capacidad requerida?
  - ¿Se utiliza la ecuación de onda para determinar la capacidad última del pilote hincado en sitio?

**a) Ecuación de onda**

- Si  No  NA
- Si  No  NA
- SA  NA
- ¿Es la penetración adecuada obtenida cuando los criterios especificados de la resistencia en la ecuación de onda se alcanzan a menos de 1,5 m de la elevación de punta señalada?
  - ¿Se hincan los pilotes que no alcanzan la resistencia especificada a una penetración determinada por el Contratante? (anotar penetraciones)

**b) Fórmula dinámica**

- Si  No
- Si  No
- Si  No
- Si  No
- Si  No  NA
- Si  No  NA
- SA  NA
- Indique si se cumplen o no se cumplen las siguientes condiciones:
    - El martinete está en buena condición y operando en forma satisfactoria
    - El mazo del martinete cae libremente
    - No se usa un seguidor
    - La corona del pilote no está barrida (astillada) ni aplastada
  - ¿Se utiliza ésta fórmula solo si se cumple con las condiciones mencionadas?
  - Para obtener la capacidad última del pilote según la ecuación de Ru, ¿Se hincan los pilotes a la penetración necesaria?

**b-1) Pilotes hincados con chorro a presión (jet):**

- Si  No  NA
- Si  No  NA
- ¿Se determina la capacidad última de los pilotes basada en el impacto del conteo de golpes del martinete (fórmula dinámica)?
  - Una vez determinada la longitud requerida por este método, ¿Se instalan los pilotes restantes en cada grupo o en cada cimiento, a profundidades y usando métodos similares?
- Nota:** Se confirmará el alcance de la capacidad última requerida usando la fórmula dinámica.

**OBSERVACIONES**

Firma del inspector: \_\_\_\_\_

Fecha de inspección: \_\_\_\_\_

**LISTA DE VERIFICACIÓN 551.07 - 1/1**  
**PERFORACIÓN PREVIA**



- |                             |                             |                             |  |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 1. ¿Se encuentra el método de perforación aprobado?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 2. Si hay terraplenes compactados de más de 1,5 m de espesor, ¿Se perfora el agujero del pilote hasta alcanzar la tierra natural?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 3. ¿Son los huecos perforados con un diámetro 150 mm mayor que el diámetro del pilote?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 4. Para pilotes cuadrados, rectangulares o H, ¿Es el diámetro del orificio igual a la diagonal de la sección transversal del pilote más 150 mm?                              |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 5. Para pilotes hincados en roca o capa dura, tosca, suelo rígido o arcilla compacta, ¿Es este apoyado en tal estrato?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 6. Para aquellos no hincados en roca, suelo rígido o arcilla compacta, ¿Es la perforación detenida por lo menos a 1,5 m sobre la elevación estimada de la punta del pilote?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 6.1. ¿Es el pilote hincado con un martinete de impacto a una penetración que cumpla con la capacidad última requerida?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 6.2. ¿Es la perforación realizada con un diámetro menor que el diámetro o la diagonal de la sección transversal del pilote hasta lograr su penetración especificada?         |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 7. Si se encuentran obstrucciones en la superficie, como piedras o capas de rocas, ¿Es el diámetro del agujero ajustado a la menor dimensión para la instalación del pilote? |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 7.2. Después de completado el hincado, ¿Es cualquier espacio vacío que quede alrededor del pilote rellenado con arena u otro material aprobado?                              |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 8. ¿Se prohíbe el uso de barrenos de punta o punzones para lograr una perforación previa?  |

**OBSERVACIONES**

Firma del inspector: \_\_\_\_\_

Fecha de inspección: \_\_\_\_\_

LISTA DE VERIFICACIÓN 551.08 - 1/3  
PREPARACIÓN E HINCADO



**Antes del hincado**

- Si  No  NA
1. ¿Es el terreno preparado según lo estipulado en la sección de excavación para estructuras mayores?
  2. ¿Se cuenta con las certificaciones de producción para todos los pilotes a hincar?
  3. ¿Se realiza previo a la hinca una inspección visual de todos los pilotes para su aceptación?
  4. ¿Son todas las cabezas de los pilotes planas y perpendiculares a su eje longitudinal?
  5. ¿Se coordina el hincado de pilotes de manera que no dañe ninguna de las otras partes del trabajo concluido?

**Durante el hincado**

- Si  No  NA
6. Para cascos doblados, ¿Son los pilotes hincados dentro de los 50 mm de la ubicación mostrada en los planos a la elevación del corte?
  7. Para pilotes con casco debajo del nivel del terreno terminado, ¿Son los pilotes hincados dentro de los 150 mm de la ubicación mostrada en el plano?
    - 7.1. ¿Está el pilote a mas de 100 mm de cualquiera de las caras del casco?
  8. ¿Se hincan pilotes de manera que el alineamiento axial esta dentro de los 20 mm por metro del alineamiento requerido?
  9. ¿Se prohíbe jalar o empalmar lateralmente los pilotes para corregir algún desalineamiento?
  10. ¿Se prohíbe empalmar una sección alineada a una sección desalineada de pilotes?
  11. ¿Son todos los pilotes hincados inapropiadamente, corregidos de manera aprobada? (Detallar cuales en observaciones)
  12. ¿Se reemplazan los pilotes dañados durante la operación de hincado? (Detallar cuales en observaciones)

**Nota:** Se adjuntará la aprobación de los métodos propuestos para reparar y corregir deficiencias.

**OBSERVACIONES**

**LISTA DE VERIFICACIÓN 551.08 - 2/3  
PREPARACIÓN E HINCADO**



SA  NA

**a) Pilotes de madera**

Si  No  NA

1. ¿Se prohíbe el uso de pilotes con grietas de más de 15 mm de ancho?

Si  No  NA

2. ¿Se usan pilotes de madera tratada dentro de los 6 meses posteriores al tratamiento?

Si  No  NA

3. ¿Se manipulan y cuidan los pilotes tratados a presión de acuerdo al estándar M4 de la AWPA?

Si  No  NA

4. ¿Se moldea cuidadosamente el final del pilote para asegurar un soporte uniforme de la zapata del pilote?

Si  No  NA

5. ¿Se sujeta firmemente la zapata al pilote?

Si  No  NA

6. ¿Se tratan todos los agujeros, cortes o cascós en los pilotes tratados, con 2 aplicaciones con brocha de una solución de creosota-alquitrán de carbón?

SA  NA

**b) Pilotes de acero**

Si  No  NA

1. ¿Se usan pilotes de longitud total requerida de hasta 18 metros sin empalmes?

Si  No  NA

2. ¿Se colocan los empalmes en el tercio inferior del pilote?

Si  No  NA

3. ¿Se prohíben empalmes con una longitud menor de 3 metros?

Si  No  NA

4. ¿Se prohíben más de 2 empalmes por pilote?

Si  No  NA

5. ¿Se cargan, transportan, descargan, almacenan y manipulan los pilotes de tal manera que el metal se mantenga limpio y libre de daños?

Si  No  NA

6. ¿Se prohíbe el uso de pilotes que excedan la contraflecha y curvatura permitida como tolerancia al fabricante?

Si  No  NA

7. ¿Son rechazados los pilotes dañados durante la instalación a no ser que la capacidad de soporte esté probada para un 100 % la capacidad última requerida por pruebas de carga ?

SA  NA

**c) Pilotes de concreto prefabricado y preesforzado**

Si  No  NA

1. ¿Se da apoyo a los pilotes durante la elevación o el transporte en los puntos mostrados en planos o en los puntos cuartos?

Si  No  NA

2. ¿Se proporcionan cables de acero u otros equipos al levantar o transportar pilotes para evitar que éste se doble o se le quiebren los bordes?

Si  No  NA

3. ¿Se protegen las cabezas de los pilotes de concreto con un amortiguador de por lo menos 100 mm de espesor?

Si  No  NA

4. ¿Se ajusta el amortiguador (cortando si es requerido), para que calce con la sección transversal de la parte superior del pilote?

Si  No  NA

5. ¿Se reemplaza el amortiguador si se ha comprimido más de la mitad de su espesor original o si se empieza a quemar?

Si  No  NA

6. ¿Se rechazan los pilotes con resistencia reducida a causa de defectos externos tales como escamaduras y grietas, o defectos internos como cavidades?

SA  NA

**d) Pilotes tubulares o de corazas rellenas de concreto**

Si  No  NA

1. ¿Se usa acero estructural con alto contenido de carbón con un borde maquinado para soporte de las corazas? (Si es negativo responder siguiente)

Si  No  NA

1.1. ¿Se usa acero fundido con un borde diseñado para unirse con soldadura simple?

Si  No  NA

2. ¿Se prohíbe la hincada de corazas de tubos o tubos a menos de 5m de distancia de cualquier pilote tubular o de coraza relleno de concreto, hasta que este tenga una curación de por lo menos 7 días; o de 3 días si se usa concreto de alta resistencia?

Si  No  NA

3. ¿Se prohíbe la hincada de pilotes tubulares o corazas después de haber sido rellenos con concreto?

Si  No  NA

4. ¿Se reponen las corazas removidas inaceptables para usarse, debido a grietas, curvaturas o torceduras?

LISTA DE VERIFICACIÓN 551.08 - 3/3  
PREPARACIÓN E HINCADO



OBSERVACIONES

Firma del inspector: \_\_\_\_\_

Fecha de inspección: \_\_\_\_\_

**LISTA DE VERIFICACION 551.09 - 1/2  
EMPALMES**



**a) Pilotes de acero**

- |                             |                             |                             |  |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 1. ¿Se exige certificación para cada soldador?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 2. ¿Se emplean únicamente soldadores certificados para soldadura estructural?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 3. ¿Son las superficies que van a ser soldadas alistadas dejándolas lisas, uniformes y libres de escamas sueltas, grasa o cualquier material que impida una soldadura apropiada? |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 4. ¿Se corta el acero con oxiacetileno, vaciado con arco de carbón o esmerilado?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 5. ¿Cumple el proceso de soldadura la norma AASHTO y/o AWS D1.5 del Código o norma de soldadura para Puentes?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 6. ¿Es la sección transversal total del pilote para las juntas acanaladas, soldada de acuerdo con la norma AWS?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 7. ¿Se suelda sin dejar evidencia visual de grietas, falta de fusión, adelgazamiento, exceso de conductos, porosidad o un espesor inadecuado?                                    |

**b) Pilotes de concreto**

- |                             |                             |                             |   |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 1. ¿Se usan dovelas u otro medio mecánico aceptable para empalmar pilotes de concreto prefabricado o preesforzado?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 2. ¿Se proporcionaron los detalles de los empalmes propuestos para su aprobación?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 3. Si se utilizan dovelas, ¿Se colocan éstas en el extremo del pilote a empalmar, introduciéndolas en los agujeros correspondientes en la cabeza del pilote hincado?          |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 4. ¿Se aserran los agujeros para proporcionar un enlace mecánico apropiado?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 5. ¿Se separan los extremos de los pilotes por lo menos 13 milímetros?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 6. ¿Son todas las superficies y agujeros del pasador o dovela limpiados?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 7. ¿Es la lechada aplicada para fijar los pasadores en su lugar y esperar a que la lechada cure?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 8. ¿Se coloca formaleta en el empalme y se inyecta con un adherente (con la misma resistencia a compresión del pilote) capaz de soportar el impacto y las fuerzas impulsoras? |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 9. ¿Se siguen las recomendaciones del fabricante respecto al uso y curado de lechadas y productos de adherencia?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 10. ¿Se siguen las recomendaciones del fabricante para el adosado de los pilotes?   |

**c) Extensión de pilotes de concreto**

**1) Pilotes de concreto prefabricados y preesforzados:**

- |                             |                             |                             |  |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 1. ¿Se remueve el concreto al final del pilote dejando 40 diámetros de armadura de acero expuesto?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 2. ¿Se produce una cara perpendicular al eje del pilote?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 3. ¿Se amarra la armadura de refuerzo con el mismo tamaño que la usada en el acero de refuerzo de la proyección del pilote?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 4. ¿Se coloca encofrado en la extensión para prevenir derrames de mortero a lo largo del pilote?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 5. Inmediatamente antes de vaciar el concreto, ¿Se humedece completamente la parte superior del pilote y se cubre con una capa delgada de cemento puro, mortero mezclado o cualquier otro material adecuado para adherencia? |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 6. ¿Se coloca concreto de la misma mezcla, diseño y calidad que el usado en el pilote?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 7. ¿Se deja el encofrado por no menos de 7 días después de vaciado el concreto?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 8. ¿Se cura y acaba de forma adecuada?   |

**Solo para concreto preesforzado:**

- |                             |                             |                             |   |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 1. ¿Se incluye acero de refuerzo en la cabeza del pilote para empalmar las barras de extensión? |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 2. ¿Se prohíbe el hincado de pilotes de concreto preesforzado con extensión?                    |

LISTA DE VERIFICACIÓN 551.09 - 2/2  
EMPALMES



**d) Pilotes de madera:**

Si  No  NA

1. ¿Se prohíbe el empalme de pilotes de madera?

Firma del inspector: \_\_\_\_\_

Fecha de inspección: \_\_\_\_\_

**LISTA DE VERIFICACIÓN 551.10 - 1/1**  
**PILOTES QUE EMERGEN LUEGO DE HINCARSE**



**General**

- Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA

1. ¿Se revisan los pilotes que se elevan durante la operación de hincadura? (Indicar cómo)
2. ¿Se toman lecturas del nivel inmediatamente después de cada hincado de pilote?
3. ¿Se toman lecturas después de pilotes que han sido hincados dentro de un radio de 5 metros?
4. ¿Se rehincan los pilotes que se elevan más de 5 milímetros con la penetración o resistencia que estén especificadas?

**Firma del inspector:** \_\_\_\_\_

**Fecha de inspección:** \_\_\_\_\_

**LISTA DE VERIFICACIÓN 551.11 - 1/4**  
**PRUEBA DE CARGA**



SA  NA

**a) PRUEBA DINÁMICA**

**Antes de prueba**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 1. ¿Se usa el equipo y las pruebas de carga dinámica de acuerdo con la norma ASTM D 4945, bajo la supervisión del Contratante?                            |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 2. Antes de la hincada, ¿Se excava el terreno en el sitio de cada pilote de prueba o de producción hasta la profundidad de fundación?                     |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 3. ¿Se prepara el martinete aplicando por lo menos 20 golpes a otro pilote?   |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 4. ¿Se hincan estos con el mismo equipo a usar en los pilotes definitivos?  |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 5. ¿Se colocan los pilotes designados como pilotes para prueba de carga en posición horizontal y sin contacto con los otros pilotes?                      |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 6. ¿Se perforan agujeros para montar los instrumentos cerca de la corona del pilote?  |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 7. ¿Se montan los instrumentos y se toman medidas de la velocidad de onda?  |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 8. ¿Se colocan los pilotes designados en las guías?   |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 9. ¿Se tiene una plataforma rígida de por lo menos 1,2x1,2 mts con una baranda de seguridad de 1,1 m, que se pueda llevar a la parte superior del pilote? |

**Durante la prueba**

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 10. ¿Se hincan los pilotes a la profundidad en la cual se alcanza la capacidad última requerida indicada por la prueba dinámica?                         |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 11. En caso de ser necesario, ¿Se reduce la energía de hincado usando amortiguadores adicionales o reduciendo la energía de salida del martillo?         |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 12. Si se indica la hincada no axial, ¿Se realinea inmediatamente el sistema de hincada?   |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 13. ¿Se empalman y continúan hincando pilotes hasta obtener la capacidad última requerida?   |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 14. ¿Se tiene un gráfico que muestre el conteo de golpes contra la capacidad final?  |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 15. Cuando se use martinete diesel de final abierto, ¿Se hace un conteo de golpes contra un gráfico de golpes a su capacidad última?                     |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 16. ¿Se efectúan esfuerzos de hincadura, energía transferida y capacidad del pilote, como una función de profundidad para cada prueba de carga dinámica? |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 17. ¿Se dejan en reposo por 24 horas aquellos que no alcancen la capacidad última requerida a la elevación estimada del extremo?                         |

**Durante el re-hincado (después de 24 horas de reposo)**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 18. ¿Se re-hincan cada pilote de prueba dinámica con el instrumental adherido después de por lo menos 24 horas del hincado inicial?                               |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 19. ¿Se calienta el martinete antes de re-hincar, aplicando al menos 20 golpes a otro pilote?   |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 20. ¿Se re-hincan los pilotes con una penetración máxima de 150 mm, y un máximo de 50 golpes o el rechazo, lo que ocurra primero? (indicar cual para cada pilote) |

Nota: Si la capacidad última requerida no se alcanzara al volver a hincarlo, se hincará una parte o todos los pilotes de prueba restantes, y se repetirán el reposo y re-hincadura siguiendo los procedimientos descritos.

**Después de prueba**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 21. ¿Se analiza un golpe de hincadura original, y un golpe de rehincadura por cada pilote probado?      |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 22. ¿Se efectúan análisis de ecuación de onda adicionales con ajustes basados en los resultados CAPWAP? |

**LISTA DE VERIFICACIÓN 551.11 - 2/4**  
**PRUEBA DE CARGA**



- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 23. ¿Se aprueba el criterio de hincadura y la elevación requerida basandose en resultados de prueba dinámica, análisis CAPWAP y análisis de ecuación de onda? |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 24. En caso de rechazo del criterio, ¿Se especifican o piden pilotes de prueba y pruebas de carga adicionales?  |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 25. ¿Se instalaron los pilotes de prueba según lo especifica el contrato?   |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 26. ¿Es la longitud de los pilotes de prueba más larga que la estimada de los pilotes definitivos?  |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 27. ¿Se ajustan los pilotes de prueba usados en la estructura definitiva a los requisitos de los pilotes definitivos?   |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 28. ¿Son los pilotes de prueba no incorporados en la estructura definitiva, removidos hasta al menos 0,5 m bajo el nivel final terminado de la fundación?     |

**OBSERVACIONES**

SA  NA

**b) PRUEBA ESTÁTICA**

**Antes de prueba**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 1. ¿Se realizan de acuerdo a ASTM D 1143, usando el método de prueba rápida de carga?                           |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 2. ¿Se tienen planos del aparato propuesto de carga?  |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 3. ¿Cumple el sistema con los siguientes requisitos?:   |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 3.1. Planos preparados por un Ingeniero profesional.  |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 3.2. Capacidad de aplicar 150 % de la capacidad última del pilote o 9000 kilonewtons, cualquiera que sea menor. |
| <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA | 3.3. Permite incrementos de carga aplicados gradualmente, sin causar vibraciones en el pilote de prueba.        |

**LISTA DE VERIFICACIÓN 551.11 - 3/4**  
**PRUEBA DE CARGA**



- |                             |                             |                             |   |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 4. Cuando se instalen pilotes de tensión y cuando sea factible, ¿Se colocan estos en el lugar de los pilotes permanentes?     |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 5. ¿Se prohíbe el uso de pilotes cónicos de madera instalados en lugares permanentes como                                     |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 6. ¿Se espera un mínimo de 3 días entre el hincado de cualquier anclaje o pilote de prueba y el inicio de la prueba de carga? |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 7. ¿Se determina el levantamiento del pilote?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 8. Antes de hacer pruebas, ¿Se re-hinca a la elevación original cualquier pilote que se eleve                                 |

**Durante la prueba**

- |                             |                             |                             |  |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 9. ¿Se hacen pruebas de caída de émbolo o se mide la capacidad de carga del sistema? |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 10. ¿Es la carga axial del pilote menor al 50% de la carga de falla?                 |

**Después de prueba**

- |                             |                             |                             |  |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 11. Después de completar la prueba de carga, ¿Se remueve o corta cualquier pilote de prueba o anclaje que no sea parte de la estructura a por lo menos 0,5 m bajo la parte superior de la fundación o de la elevación final del suelo? |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 12. ¿Se instalaron pilotes de prueba según lo especifica el contrato?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 13. ¿Es la longitud de los pilotes de prueba más larga que la estimada de los pilotes definitivos?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 14. ¿Se ajustan los pilotes de prueba usados en la estructura definitiva a los requisitos de los pilotes definitivos?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 15. ¿Se aprueba el criterio de hincadura y la elevación requerida basandose en resultados de prueba estática?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 16. En caso de rechazo del criterio, ¿Se especifican o piden pilotes de prueba y pruebas de carga adicionales?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 17. ¿Se entrega esta información dentro de los 7 días después de recibida la orden respectiva?   |

**OBSERVACIONES**

**LISTA DE VERIFICACIÓN 551.11 - 4/4**  
**PRUEBA DE CARGA**



**DIAGRAMA DE APARATO DE CARGA**

**Firma del inspector:** \_\_\_\_\_

**Fecha de inspección:** \_\_\_\_\_

# LISTA DE VERIFICACIÓN 551.12 - 1/2 RECORTE DE PILOTES



## General

- Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA

1. ¿Se cortan las cabezas de los pilotes permanentes a la elevación requerida?
2. ¿Se cortan las corazas de los pilotes a la elevación requerida?
3. ¿Es el corte limpio, recto y paralelo a la cara del miembro estructural en el cual los pilotes son empotrados?
4. ¿Se eliminan los cortes sobrantes de acuerdo a la Subsección 203.05 (a)?

SA  NA

### a) Pilotes de acero

- Si  No  NA  
 Si  No  NA

- 1 ¿Se mantiene la parte del pilote a empotrar en el concreto sin pintura?
- 2 Antes de pintar el pilote de acero expuesto, ¿Se limpia cuidadosamente la superficie l de manera que no quede ninguna sustancia que impida que la pintura se adhiera?
- 3 ¿Se usa el sistema 2 de pintura de color aluminio, según la Sección 563?
- 4 ¿Se pintan porciones del caballete completo o de otros pilotes expuestos, hasta no menos de 1 metro debajo de la superficie final del terreno o nivel de agua, con una primera capa de base y dos capas finales?
- 4.1 Antes que el pilote sea hincado, ¿Se aplican las capas en el campo ?
- 5 ¿Son los pilotes expuestos sobre la superficie final del terreno o del nivel de agua, pintados con una capa final de pintura de acabado?

SA  NA

### b) Pilotes de madera

Para el corte de pilotes de madera se debe cumplir con uno de los siguientes procedimientos:

SA  NA

#### Procedimiento 1

Cumple    No cumple

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

1. Reducción del contenido de humedad de la madera a no más de un 25 %, sin humedad libre en la superficie.
2. Aplicación con brocha de una solución de creosota y alquitrán de hulla según el estándar AWPA.
3. Construcción de una capa superior protectora aplicando alternativamente 3 capas de asfalto o alquitrán y 2 capas de tela de algodón.
4. Verificar que la tela sea por lo menos 150 mm más ancha en cada dirección que el ancho del
5. Doblado de la tela hacia abajo sobre el pilote
6. Fijado de los bordes con dos vueltas de alambre galvanizado de un diámetro mínimo de 3 milímetros.
7. Aplicación de una capa final de asfalto o alquitrán, para cubrir el alambre.
8. Recortado limpio de la tela debajo de los alambres.

SA  NA

#### Procedimiento 2

Cumple    No cumple

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

1. Aplicación de 3 capas en la superficie aserrada de una mezcla caliente de 60 % de creosota y 40 % de alquitrán caliente o;
2. Aplicación con brocha 3 capas de creosota caliente y aplicación posterior de alquitrán caliente.
3. Colocación de una tapa de lata de metal galvanizado sobre la capa aplicada y doblado hacia abajo sobre los lados de cada pilote.

LISTA DE VERIFICACIÓN 551.12 - 2/2  
RECORTE DE PILOTES



OBSERVACIONES

Empty rectangular box for recording observations.

Firma del inspector: \_\_\_\_\_

Fecha de inspección: \_\_\_\_\_

**LISTA DE VERIFICACIÓN 551.14 - 1/1**  
**PILOTES TUBULARES**



**General**

- |                             |                             |                             |   |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 1. Después del hincado, ¿Se limpia el interior de las corazas y tubos removiendo todo material suelto?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 2. ¿Se mantiene en cuanto sea posible la coraza y los pilotes tubulares sellados al agua?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 3. Inmediatamente antes de vaciar el concreto, ¿Se tiene equipo apropiado para inspeccionar interiormente la superficie completa de la coraza o pilote tubular hincado? |

**a) Acero de refuerzo**

- |                             |                             |                             |  |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 1. ¿Es su espaciamiento de por lo menos 5 veces el tamaño máximo del agregado en el concreto?                                |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 2. ¿Se amarran firmemente los espaciadores de concreto en 5 puntos alrededor del perímetro de la jaula de acero de refuerzo? |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 3. ¿Se instalan los espaciadores a intervalos que no mayores de 3 metros medidos a lo largo de la longitud del encofrado?    |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 4. ¿Se colocan la jaula de refuerzo cuando el concreto alcance la elevación inferior planeada para la puesta del refuerzo?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 5. ¿Se soporta el refuerzo de manera que quede dentro de 50 mm de la ubicación vertical requerida?                           |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 6. ¿Se soporta la jaula desde arriba hasta que el concreto alcance la parte superior del pilote?                             |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 7. ¿Es el acero de refuerzo evaluado según Sección 554?  |

**b) Concreto**

- |                             |                             |                             |   |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 1. ¿Se preparará el concreto de acuerdo con la Sección 552?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 2. ¿Se coloca este en una operación continua desde el fondo hacia arriba del pilote?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 3. Antes del fraguado inicial del concreto, ¿Se compactan los 3 m de superiores del pilote de concreto usando equipo vibratorio aprobado? |

**OBSERVACIONES**

Firma del inspector: \_\_\_\_\_

Fecha de inspección: \_\_\_\_\_



# GUÍA DE INSPECCIÓN PARA LA SUPERVISIÓN DE COLOCACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL

## SECCIÓN 552

---

### 1. INTRODUCCIÓN

El trabajo a inspeccionar consiste en proveer, colocar, acabar y curar concreto en puentes, alcantarillas y otras estructuras. El concreto estructural puede ser de distintas clases según su resistencia a la compresión y se clasifican como A, B, C, D, E, P y sellos, con algunas subdivisiones entre los mismos.

### 2. OBJETIVO

Normalizar las actividades de inspección para el ítem de “Concreto estructural” de la sección 552 del Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010.

### 3. ALCANCE

La inspección y verificación de calidad en la colocación de concreto permite garantizar que durante el fraguado del mismo se alcance la resistencia a la compresión mínima de diseño necesaria para que la estructura tenga el comportamiento esperado para las sollicitaciones a las que va a ser sometido durante su vida útil. También permite aplicar medidas correctivas en caso de que las especificaciones generales no se estén cumpliendo, para evitar alteraciones en el comportamiento estructural de los elementos.

### 4. TÉRMINOS

En esta sección se citan los conceptos que el inspector debe dominar para el buen desempeño de sus labores. Estos términos se mencionan en las herramientas de inspección contenidas en la presente guía y son los siguientes:

- Período de estabilización
- Trompa de elefante
- Hidratación
- Bache de concreto
- Embudo con tubería confinante
- Ribeteador
- Apoyo acolchado elastomérico
- Curador de membrana y tipos
- Piedra de carborundo
- Martellina
- Ácido muriático
- Tirantes

## **5. ABREVIATURAS**

AASHTO: Asociación Americana de Carreteras Estatales y Oficiales del Transporte.

ASTM: Sociedad Americana para Pruebas y Materiales.

CONAVI: Consejo Nacional de Vialidad.

O.I: Organismo de Inspección.

EE: Especificaciones Especiales.

## **6. MATERIALES Y EQUIPO**

**6.1.** Reloj o cronómetro.

**6.2.** Cámara fotográfica y de video.

**6.3.** Calculadora.

**6.4.** Termómetro aprobado.

**6.5.** Cinta métrica.

**6.6.** Vestimenta apropiada y equipo de protección personal especificado a continuación:

- chaleco reflectivo
- Zapatos cerrados de cuero o botas de hule
- Pantalón largo
- Capa impermeable
- Casco de seguridad
- Lentes de seguridad

# **CATÁLOGO DE INSPECCIÓN**

## **SECCIÓN 552**

### **CONCRETO ESTRUCTURAL**

## **7. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES**

En esta sección se establecen los procedimientos generales que se deben seguir para el uso correcto de los registros y documentos empleados en el proceso de inspección. Tales documentos consisten en modelos de inspección y listas de verificación que se encuentran debidamente codificados según la sección o secciones a las que corresponden dentro del CR 2010. En esta sección se explica ampliamente en que consiste cada una de ellas y como deben ser empleadas para una adecuada inspección de los procesos constructivos.

El orden en que deben ser usados puede variar debido a las características de cada proyecto. No obstante, se recomienda seguir el orden en el que se encuentran dentro del “Catálogo de inspección” adjunto para cada sección.

### **7.1. MODELOS DE INSPECCIÓN**

- 7.1.1.** Los modelos de inspección consisten en una serie de plantillas o formularios en los que se anotan aspectos relativos a especificaciones generales, tanto numéricos como descriptivos.
- 7.1.2.** Los modelos de inspección se tienen para cada una de las subactividades del proceso constructivo, es decir cada una de las subsecciones del Manual CR-2010, y sus rubros están subdivididos y enumerados según la secuencia lógica de los mismos.
- 7.1.3.** Cada modelo cuenta con un “Instructivo de uso” que sigue la enumeración de los diferentes parámetros de cada uno, para indicar la forma en que se deben llenar los espacios. Es indispensable que el inspector lea, estudie y domine los instructivos de uso previo a la inspección para realizar adecuadamente las anotaciones correspondientes.
- 7.1.4.** En otros casos los modelos requieren de adjuntar figuras relativas a los planos constructivos o de diseño así como de dibujar diagramas de la configuración del proceso para respaldar esquemáticamente los resultados de la inspección.

### **7.2. LISTAS DE VERIFICACIÓN**

- 7.2.1.** Las listas de verificación consisten en una serie de especificaciones técnicas formuladas como preguntas, basadas en el “Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes (CR-2010)”. Cada una de las listas de verificación corresponde a una de las subsecciones que posee el CR-2010 para la actividad en cuestión.

- 7.2.2.** Es importante que aquellas secciones del CR-2010 que posean tanto un modelo de inspección y control como una lista de verificación deben ser inspeccionadas utilizando ambas herramientas para un mismo elemento de muestra.
- 7.2.3.** Las especificaciones interrogadas en las listas poseen la misma subdivisión hallada para cada subsección del CR-2010 y se encuentran ordenadas de acuerdo al orden lógico del proceso constructivo y por ende, el de inspección.
- 7.2.4.** El proceso de verificación se realiza con base en una inspección visual de los procesos constructivos para aquellas especificaciones que necesiten únicamente de la observación para ser verificadas, es decir aquellas que no tengan como requisito el cumplimiento de un parámetro numérico medible, en cuyo caso el inspector debe revisar en los modelos de inspección el valor numérico correspondiente para emitir el criterio de verificación.
- 7.2.5.** Las preguntas (especificaciones) constan de unas casillas de verificación con las respuestas “Si”, “No” y “NA” (no aplica), que deben ser verificadas mediante la selección única de una de esas respuestas usando una equis (x). Adicionalmente algunas de las subdivisiones o subtítulos (escritos en negrita) poseen las casillas “SA” y “NA” que significan “Si aplica” y “No aplica” correspondientemente, que se responden en función de la aplicación o no de tal especificación a las características del proyecto.
- 7.2.6.** Las listas cuentan con una sección de “Observaciones” en la cual el inspector debe anotar y comentar cualquier inquietud, anomalía o situación imprevista que afecte el desarrollo de las labores, así como cualquier otra observación que considere pertinente documentar.
- 7.2.7.** La formulación de las preguntas se hizo con el fin de que para el cumplimiento de la especificación, sea general o especial, se requiera de una respuesta afirmativa, es decir un “Si”. En caso de existir una respuesta negativa a la pregunta (“No”), automáticamente existe una inconformidad respecto a la especificación, en donde el inspector debe explicar y comentar este incumplimiento en la sección de “Observaciones”.
- 7.2.8.** La casilla “NA” se utiliza en caso de que la especificación general no aplique según sea establecido así por los planos, especificaciones especiales (EE) o por orden de la ingeniería de proyecto. Cuando este caso se presente, se deberá explicar la razón por la cual no aplica la especificación en la sección de “Observaciones”. En caso de que la especificación aplique se deberá marcar con equis (x) la opción “SA”.
- 7.2.9.** En aquellas preguntas en las que existan varias opciones que hagan cumplir con la especificación, como métodos, procedimientos o herramientas, pero que solo una o unas de éstas hagan cumplir la misma, se deberán señalar las

mismas con un círculo para identificar cuál es la opción aplicada en el proyecto.

**7.2.10.** Algunas de las subdivisiones (subtítulos en negrita) poseen un espacio en blanco. Este espacio está destinado para poner el nombre del elemento o estructura tomado como muestra para realizar la inspección junto con la fecha de inspección, ya que en algunos casos puede ser diferente de aquel inspeccionado en los modelos de inspección. Aun siendo el mismo elemento se debe poner su nombre en tal espacio y en caso de no estar claro cuál elemento está siendo sometido a la lista de verificación y de no contar con el espacio para apuntar su nombre el inspector deberá hacer la anotación para ello.

### **7.3. MODELOS DE INFORMES DE INSPECCIÓN**

**7.3.1.** Los modelos de los informes sirven para cubrir los trabajos llevados a cabo por el Organismo de Inspección.

**7.3.2.** Los informes incluyen todos los resultados de la inspección, la determinación de la conformidad sobre la base de estos, y la información necesaria para su comprensión e interpretación.

**7.3.3.** Estos informes pueden traer adjuntados los resultados de la inspección para respaldar la evaluación de la conformidad, como lo pueden ser los modelos y listas de verificación, las constancias de calidad de los materiales y cualesquier registros audiovisuales.

**7.3.4.** El Inspector debe generar y entregar el Informe periódico según lo pida el personal de la Unidad Ejecutora correspondiente, junto con los datos adjuntos necesarios para su interpretación, recién mencionados.

**7.3.5.** Para la redacción de los informes se debe seguir el “Procedimiento para la elaboración de informes” del presente manual, ubicado previo a los modelos de los informes.

## **8. REGISTROS Y DOCUMENTOS**

Los registros y documentos que trae la guía vienen contenidos en un documento llamado “Catálogo de inspección” ubicado después de la descripción de los materiales del apartado 7. Cabe destacar que hay secciones del CR-2010 que no poseen un modelo o una lista de verificación debido a que éstas corresponden a etapas de planificación o diseño, ajenas al proceso de inspección en campo.

### **8.1. Modelos de inspección y control**

**8.1.1.** Modelo 552.11: Manejo y colocación del concreto.

Nota: para efectos de referenciar estos modelos se usa la nomenclatura M-551.##.

### **8.2. Instructivos de uso**

**8.2.1.** Instructivo de uso M-552.11.

Nota: para efectos de referenciar estos instructivos se usa la nomenclatura IUM-551.##.

### **8.3. Listas de verificación**

**8.3.1.** Lista de verificación 552.08: Entrega.

**8.3.2.** Lista de verificación 552.10: Temperatura y condiciones ambientales.

**8.3.3.** Lista de verificación 552.11: Manejo y colocación del concreto.

**8.3.4.** Lista de verificación 552.12: Juntas de construcción.

**8.3.5.** Lista de verificación 552.13: Juntas de expansión y colocación.

**8.3.6.** Lista de verificación 552.14: Acabado del concreto plástico.

**8.3.7.** Lista de verificación 552.15: Curado del concreto.

**8.3.8.** Lista de verificación 552.16: Acabado de superficies encofradas.

**8.3.9.** Lista de verificación 552.17: Accesorios de anclaje.

**8.3.10.** Lista de verificación 552.18: Cargas en estructuras nuevas de concreto.

Nota: para efectos de referenciar las listas se usa la nomenclatura LV-551.##.

### **8.4. Informes de inspección**

**8.4.1.** Procedimiento para la elaboración de informes.

**8.4.2.** Modelo M-IN-S: informe de inspección semanal.

**8.4.3.** Modelo M-IN-M: informe de inspección mensual.



## **8.1. MODELOS DE INSPECCIÓN Y CONTROL**







## **8.2. INSTRUCTIVO DE USO**

**INSTRUCTIVO DE USO  
MODELO 552.11 - MANEJO Y COLOCACIÓN DEL CONCRETO**

**1. INFORMACIÓN DE PROYECTO**

- 1.1. **Nombre:** indicar nombre del proyecto dado por la Dirección de Obras en los documentos oficiales del CONAVI.
- 1.2. **Estructura:** indicar nombre de la estructura que se está colando.
- 1.3. **Elemento:** identificar del elemento según el número que trae en planos o como lo pida la ingeniería de proyecto.
- 1.4. **Contratista:** indicar nombre de la empresa contratada o subcontratada que realiza la construcción de la estructura.
- 1.5. **Proveedor del concreto:** indicar nombre de la empresa proveedora del concreto.
- 1.6. **Ingeniero de proyecto:** indicar nombre completo con dos apellidos del ingeniero de proyecto del contratista.
- 1.7. **Inspector:** indicar nombre completo con dos apellidos.

**2. INFORMACIÓN DE CONCRETO:** esta sección contiene los parámetros del diseño de mezcla más importantes a controlar en obra y debe llenarse previo a la inspección en sitio, tomando toda la información del propio diseño de mezcla.

- 2.1. **No. diseño de mezcla contratista:** indicar este número según el programa de trabajo del contratista.
- 2.2. **Clase de concreto:** indicar según el tiquete de despacho.
- 2.3. **Resistencia:** indicar las magnitudes indicadas según el espacio correspondiente.
- 2.4. **Técnico en concreto:** indicar el nombre del técnico muestreador de la empresa supervisora o del CONAVI si se tiene.
- 2.5. **Aditivos:** indicar el modelo del aditivo usado en la mezcla según el tiquete de despacho.
- 2.6. **Tiempo de fragua inicial:** indicar el tiempo de fragua inicial para el determinado diseño de mezcla con anterioridad al colado.
- 2.7. **Revenimiento:** indicar el revenimiento de la mezcla según el diseño de mezcla con anterioridad al colado.
- 2.8. **Cantidad máxima de agua a agregar en sitio:** indicar esta cantidad según lo establezca el diseño de mezcla correspondiente.

**3. DESCARGA**

- 3.1. **Equipo de colocación:** marcar con equis (x) la opción que corresponda y explicar la otra opción en caso de que esta esté marcada.
- 3.2. **Descripción del equipo:** anotar el fabricante y el modelo del equipo de colocación y su capacidad de descarga en las unidades correspondientes.
- 3.3. **Colocación:** marcar con equis (x) la forma de colocación correspondiente.
- 3.4. **Altura de caída:** anotar la altura de caída del concreto en su punto de descarga en metros.
- 3.5. **Φ de tubo descarga:** anotar el diámetro del tubo de descarga en metros (si es necesario medir este).
- 3.6. **Operación:** indicar como continua o discontinua dependiendo de las capacidades del equipo de colocación.

- 3.7. **Tiempo por bache:** si la operación es discontinua indicar el tiempo aproximado que se dura en descargar un bache de concreto.

#### 4. MÉTODO DE VIBRADO

- 4.1. **Tipo:** indicar el tipo de vibrador usado.
- 4.2. **Marca/modelo:** indicar la marca y modelo del vibrador.
- 4.3. **Cantidad:** indicar la cantidad que se tiene en el sitio de las obras contando cualquier repuesto e identificándolo como tal.
- 4.4. **Distancia del vibrador bajo superficie de concreto:** anotar distancia aproximada representativa de la profundidad a la que se hunde el vibrador.
- 4.5. **Descripción de consolidación manual:** en caso de utilizar este método, describir brevemente el mismo con las herramientas usadas.

#### 5. LLEGADA DE CAMIÓN MEZCLADOR

- 5.1. **No. camión:** indicar número del camión según la identificación que tiene el contratista para tales efectos.
- 5.2. **Fecha:** indicar la fecha en que se controla el trabajo.
- 5.3. **Hora de salida:** indicar la hora de salida de la planta según el tiquete de despacho.
- 5.4. **Hora de llegada:** indicar la hora exacta de llegada.
- 5.5. **Tiempo de procesamiento:** indicar el tiempo de procesamiento en planta según lo indique el tiquete de despacho. En caso de que el mezclado se haga durante el transporte se pone DT.
- 5.6. **Tiempo actual:** indicar como la suma del tiempo de procesamiento más el tiempo del transporte.
- 5.7. **Revenimiento:** indicar el revenimiento según la prueba hecha en campo por el técnico en concreto.
- 5.8. **Temperatura del concreto:** indicar la temperatura del concreto en °C mediante la medición directa con termómetro.
- 5.9. **Temperatura ambiente:** indicar la temperatura ambiente en °C mediante la lectura del termómetro al momento de la primera entrega.
- 5.10. **Agua agregada:** indicar cualquier cantidad de agua agregada en litros por metro cúbico de concreto.
- 5.11. **Tipo:** indicar tipo de aditivo añadido la mezcla como plastificador (P), superplastificador (SP), inclusor de aire (IA), acelerador (A) o retardador (R). Las letras entre paréntesis sugieren una nomenclatura utilizable.
- 5.12. **Volumen de aditivo:** indicar el volumen de aditivo añadido a la mezcla en ml.
- 5.13. **Atrasos:** en de que existan atrasos en la entrega se debe poner aquí el tiempo en minutos del mismo.

#### 6. COLOCACIÓN DEL CONCRETO

- 6.1. **No. camión:** indicar número del camión según siguiendo exactamente el mismo orden de la sección 5.
- 6.2. **Sección de la estructura colada:** este espacio se llenará con el nombre de la sección que se esté colando, si esta es identificable como tal, según los planos. De no ser posible dará un parámetro que permita identificar claramente cual sección se está colando.
- 6.3. **Equipo de colocación final:** indicar el equipo de colocación utilizado en la descarga de la sección particular de la estructura colada.

- 6.4. Hora final de descarga:** indicar la hora a la que la descarga concluye.
  - 6.5. Número de operación:** una operación se define como aquella que permita la máxima cantidad de concreto colocado sin que se ponga en riesgo la integridad de la formaleta. Estas operaciones se definen en el programa de trabajo por lo que el inspector deberá conocer cada una de ellas y sus respectivos volúmenes.
  - 6.6. Volumen colocado:** indicar el volumen de concreto colocado en la estructura en m<sup>3</sup>.
  - 6.7. Volumen total por operación:** indicar la suma de los volúmenes colocados por operación en el espacio que coincida con el último “volumen colocado” de una operación.
  - 6.8. Método de curado:** indicar el método de curado utilizado en la estructura según los 3 tipos que establece el manual CR 2010 en su sección 552.15.
  - 6.9. Clase de acabado:** anotar la clase de acabado según los diferentes tipos que establece el CR 2010 para el acabado de concreto plástico según su apartado de texturización 552.14(c) y de superficies encofradas según las 6 clases establecidas en la sección 552.16.
- 7. OBSERVACIONES:** en esta sección se anotarán todas aquellas anomalías dentro del proceso constructivo en cuanto a la calidad del concreto y de los procesos mediante la comparación de los parámetros obtenidos mediante pruebas por el técnico en concreto y los conocidos ya sea por los tiquetes de despacho o por el diseño de mezcla. En este también se debe hacer una descripción del curador específico utilizado y el tiempo en el que se cura el concreto bajo su uso, características de los acabados finales, entre otros.

## **8.3. LISTAS DE VERIFICACIÓN**

**LISTA DE VERIFICACIÓN 551.08 - 1/1  
ENTREGA**



- Si    No    NA   1. ¿Permite la producción y entrega una colocación continua que no alcance el fraguado inicial del concreto ya colocado?
- Si    No    NA   2. ¿Se utilizan métodos de entrega, manejo y colocación que minimicen la remezcla del concreto y prevengan cualquier daño a la estructura?
- Si    No    NA   3. ¿Se verifica que no se coloque concreto que haya desarrollado un fraguado inicial?
- Si    No    NA   4. ¿Se verifica que no se remezcle el concreto agregando agua a la mezcla?
- Si    No    NA   5. Si se usan aditivos para estabilizar la hidratación, ¿Se coloca el concreto dentro del límite de tiempo de diseño aprobado para la descarga?
- Si    No    NA   6. ¿Se limitan las pérdidas de revenimiento a no más de 50 mm durante el período de estabilización?
- Si    No    NA   7. ¿Se cumplen con los tiempos límites de remezclado y de descarga del concreto mostrados en la Tabla 552-4?

*Tabla 552-4*

**Tiempos límite de remezclado y de descarga del concreto**

Tipo de cemento	Aditivos	Tiempo límite de remezclado (horas)	Tiempo límite de descarga (horas)
Tipo I, IA, II, IIA, V, o cemento hidráulico aprobado	Ninguno	0,75	1,00
Tipo I, IA, II, IIA, V, o cemento hidráulico aprobado	AASHTO M 194, type B, D, or G	1,25	1,50
Tipo I, IA, II, IIA, V, o cemento hidráulico aprobado	Estabilizador de hidratación	3,00	Tiempo límite de descarga del diseño aprobado, 3,5 como máximo
Tipo III <sup>(1)</sup>	Ninguno	0,50	0,75
Tipo III <sup>(1)</sup>	AASHTO M 194, tipo B, D, o G	1,00	1,25

**OBSERVACIONES**

Firma del inspector: \_\_\_\_\_

Fecha de inspección: \_\_\_\_\_

**LISTA DE VERIFICACIÓN 552.10 - 1/2**  
**TEMPERATURA Y CONDICIONES AMBIENTALES**



**General**

- Si  No  NA  
 Si  No  NA

1. ¿Se mantiene la temperatura del concreto entre 10 °C y 30 °C justo antes de la colocación?
2. Para cubiertas de puentes, ¿Se mantiene la temperatura entre 10 °C y 25 °C?

**a) Clima frío**

- Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA

1. ¿Se implementa el plan propuesto para la producción, transporte, colocación, protección, cura y monitoreo de temperatura del concreto?
2. En caso de que exista un cambio abrupto en la condición del tiempo, ¿Se actúa bajo los procedimientos establecido para esta situación?
3. ¿Se coloca el concreto únicamente bajo la implementación de estos planes de trabajo?
4. ¿Se tiene a disposición todo el material y equipo requeridos para la protección contra el frío antes de iniciar la colocación?

**b) Clima caliente**

- Si  No  NA  
 Si  No  NA

1. ¿Se enfrían todas las superficies en contacto con la mezcla a menos de 35 °C?
2. ¿Se realiza esto cubriendo con esteras mojadas o petates de algodón, rociando con agua, cubriendo con cubiertas protectoras o con cualquier otro método aprobado?
3. ¿Se mantiene la temperatura durante la colocación usando cualquier combinación de los siguientes métodos?
  - 3.1. Se mantienen las áreas de almacenamiento de materiales o el equipo de producción bajo sombra.
  - 3.2. Se enfría el agregado rociándolo con agua.
  - 3.3. El agregado y / o el agua se enfrían por refrigeración o sustituyendo parte o toda el agua de mezcla con hielo fraccionado o triturado, Hasta el punto en que el hielo se derrite completamente durante la mezcla del concreto.

**c) Evaporación**

- Si  No  NA  
  
 SA  NA  
  
 SA  NA  
  
 SA  NA

1. Si se coloca concreto en losas de puentes o en otras losas expuestas, ¿Se limita la evaporación a una razón menor de 0,5 kg/m<sup>2</sup>-hr según la figura 552-1 del CR-2010? (Mostrar cálculo)
2. ¿Se necesita de una o más de las acciones siguientes para una adecuada colocación?
  - 2.1. Construcción de rompevientos, cortavientos o espacios cerrados para reducir eficazmente la velocidad del viento a través del área de colocación.
  - 2.2. Uso de rociadores de neblina contra el viento para aumentar eficazmente la humedad relativa durante la colocación.
  - 2.3. Reducción de la temperatura del concreto según lo indicado en b).

**d) Lluvia**

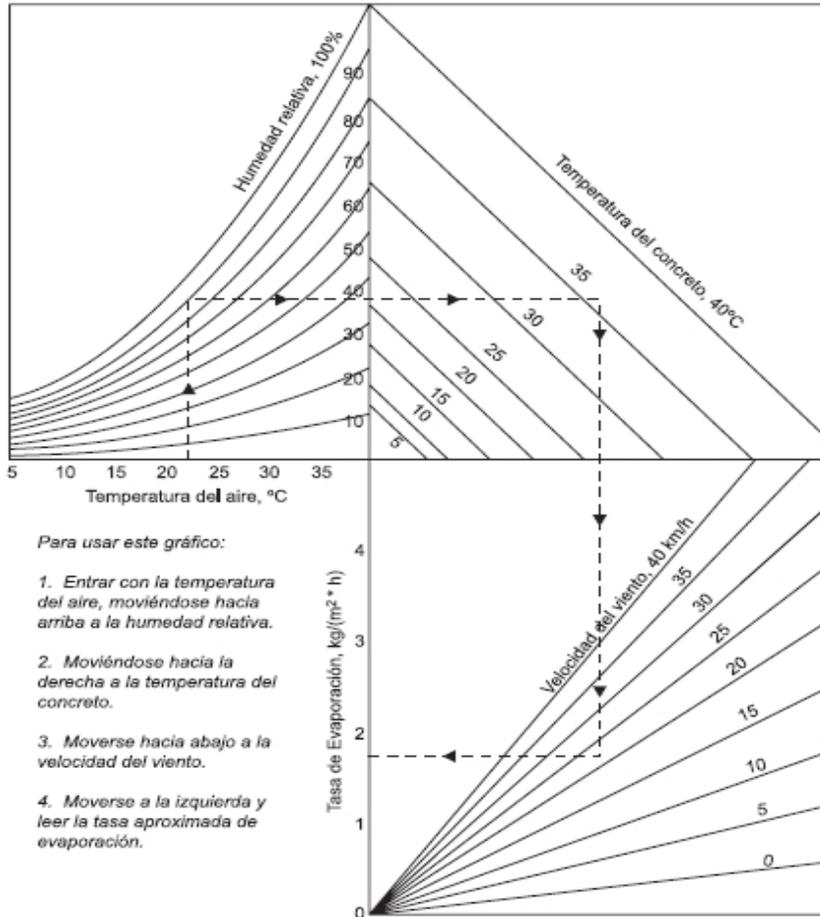
- Si  No  NA

1. ¿Se protege al concreto de la lluvia durante e inmediatamente después de la colocación?

**OBSERVACIONES**

LISTA DE VERIFICACIÓN 552.10 - 2/2  
TEMPERATURA Y CONDICIONES AMBIENTALES

Figura 552.1.  
Razón de evaporación de humedad superficial.



OBSERVACIONES

Firma del inspector: \_\_\_\_\_

Fecha de inspección: \_\_\_\_\_

**LISTA DE VERIFICACIÓN 552.11 - 1/6**  
**MANEJO Y COLOCACIÓN DEL CONCRETO**



**a) General**

- |                             |                             |                             |  |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 1. ¿Se manipula, coloca y compacta el concreto siguiendo métodos que no causen segregación?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 2. ¿Evita el método de colocación el desplazamiento del acero de refuerzo o cualquier otro elemento empotrado en el concreto?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 3. ¿Se coloca y compacta el concreto antes de la fragua inicial?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 4. ¿Se prohíbe remezclar el concreto agregando agua a la mezcla?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 5. ¿Se coloca el concreto hasta que encofrados y todo accesorio que quede recubierto, hayan sido inspeccionados?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 6. ¿Se remueve todo el mortero, escombros, y materiales extraños de los encofrados y del acero de refuerzo antes de iniciar la colocación del concreto?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 7. ¿Se humedecen los encofrados y el subsuelo antes de que el concreto sea colocado?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 8. ¿Se coloca el concreto en forma continua -sin ninguna interrupción- en la etapa de construcción planeada o entre juntas de expansión?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 9. ¿Permiten los volúmenes de entrega, la secuencia de colocación y los métodos usados, que el concreto fresco sea siempre colocado y vibrado contra concreto colocado anteriormente, antes que empiece el fraguado de este? |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 10. ¿Se prohíbe que el tiempo entre colocación de baches consecutivos exceda 30 minutos?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 11. ¿Se evita perturbar el concreto colado anteriormente o afectar la adherencia entre el concreto y el acero de refuerzo?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 12. ¿Se mantiene a los trabajadores fuera de las zonas con concreto fresco?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 13. ¿Se prohíbe apoyar plataformas, andamios o equipo directamente sobre el acero de refuerzo?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 14. ¿Se mantienen encofrados o acero sobresaliente sin disturbios una vez colado el concreto, hasta que este tenga suficiente resistencia?   |

**OBSERVACIONES**

**Fecha de inspección:** \_\_\_\_\_

**LISTA DE VERIFICACIÓN 552.11 - 2/6**  
**MANEJO Y COLOCACIÓN DEL CONCRETO**



**b) Secuencia de colocación**

**1. Subestructuras:** \_\_\_\_\_

Si  No  NA

1. ¿Se prohíbe colocar carga sobre armaduras, pilares o estribos hasta que los cilindros del mismo concreto, curado bajo las mismas condiciones, indiquen que tienen al menos un 80 % del f'c a los 28 días?

**2. Miembros verticales:** \_\_\_\_\_

Si  No  NA

1. Para miembros verticales de más de 5m de altura, ¿Se deja que el concreto fragüe por lo menos 4 horas antes de vaciar concreto para los miembros horizontales integrados?

Si  No  NA

2. Para los miembros verticales de menos de 5 m de altura, ¿Se deja que el concreto fragüe por lo menos 30 minutos?

Si  No  NA

3. ¿Se apoyan cargas de miembros horizontales hasta que los verticales hayan alcanzado la resistencia requerida?

**3. Superestructura:** \_\_\_\_\_

Si  No  NA

1. Antes de colocar concreto en la superestructura, ¿Fueron los encofrados de subestructura desmontados lo suficiente como para determinar la aceptabilidad del concreto de la subestructura?

Si  No  NA

2. ¿Alcanzó la subestructura la resistencia requerida para poder colar la superestructura?

Si  No  NA

3. ¿Es el concreto para vigas tipo T colocado en dos operaciones separadas?

Si  No  NA

4. ¿Se espera por lo menos 5 días después de colada el alma de la viga para colar la losa superior de concreto?

Si  No  NA

5. ¿Es el concreto para las vigas de cajón colocado en 2 o 3 operaciones separadas, que consisten en la losa inferior, las almas de las vigas y la losa superior?

**4. Arcos:** \_\_\_\_\_

Si  No  NA

1. ¿Se coloca el concreto en los anillos del arco de manera que el centro sea cargado uniforme y simétricamente?

**5. Alcantarillas de cuadro:** \_\_\_\_\_

Si  No  NA

1. Una vez colada la losa de base, ¿Se espera a que fragüe 24 horas antes de construir el resto de la alcantarilla?

Si  No  NA

2. ¿Son las paredes de 1,5 m o menos de altura, paredes laterales y losas superiores coladas en una operación continua?

Si  No  NA

3. Para paredes de más 1,5 m de altura, pero de menos de 5 m de altura, ¿Se dejan fraguar las paredes laterales por lo menos 30 min. antes de colar la losa superior?

Si  No  NA

4. Para paredes de 5 m o más, ¿Se dejan fraguar las paredes laterales por lo menos 12 horas antes de colar concreto en la losa superior?

**6. Elementos prefabricados:** \_\_\_\_\_

Si  No  NA

1. ¿Se verifica que los miembros no tengan contracciones y grietas?

**Fecha de inspección:** \_\_\_\_\_

LISTA DE VERIFICACIÓN 552.11 - 3/6  
MANEJO Y COLOCACIÓN DEL CONCRETO



OBSERVACIONES

c) Métodos de colocación: \_\_\_\_\_

Si  No  NA

1. ¿Se usan equipos con capacidad suficiente?

Si  No  NA

2. ¿Previenen los equipos la segregación en la mezcla y pérdida de mortero?

Si  No  NA

3. ¿Se verifica que no se usen equipos que causen vibraciones y puedan dañar el concreto fresco colocado?

Si  No  NA

4. ¿Se verifica que no se usen equipos con partes de aluminio que tengan contacto con el concreto?

Si  No  NA

5. ¿Se remueven los morteros secos o fraguados de las superficies internas del equipo de colocación?

Si  No  NA

6. ¿Se verifica que no se coloque concreto en capas horizontales de más de 0,5 m de espesor?

Si  No  NA

7. ¿Permite la capacidad de vibración consolidar y unir la capa nueva con la capa anterior?

Si  No  NA

8. ¿Permite la velocidad de colocación que al hacer corrección por temperatura no se exceda la carga de diseño de los encofrados?

Si  No  NA

9. ¿Se verifica que no se deje caer el concreto sin confinamiento a más de 2 m?

Si  No  NA

10. ¿Es el concreto confinado usando un embudo con tubo ajustado o cualquier otro artefacto aprobado que prevenga la segregación de la mezcla y el esparcimiento del mortero?

Si  No  NA

11. ¿Se operan las bombas de concreto de manera tal que éste sea entregado en flujo continuo?

Si  No  NA

12. ¿Se verifica que el sistemas de banda transportadora tenga menos de 170 m de largo, medidos de extremo a extremo en la totalidad del montaje?

Si  No  NA

13. ¿Se arregla el montaje de la banda de tal manera que cada sección descargue en una tolva vertical, hasta la siguiente sección?

Si  No  NA

14. Se usará una tolva conducto y deflectores al final del sistema de la banda, para que el concreto caiga verticalmente?

OBSERVACIONES

Fecha de inspección: \_\_\_\_\_

**LISTA DE VERIFICACIÓN 552.11 - 4/6**  
**MANEJO Y COLOCACIÓN DEL CONCRETO**



**d) Compactación:** \_\_\_\_\_

- |                             |                             |                             |   |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 1. ¿Se tienen suficientes vibradores internos manuales adecuados para las condiciones de la colocación del concreto?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 2. ¿Son los vibradores internos manuales de los modelos aprobados?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 3. Cuando el acero de refuerzo tenga recubrimiento epóxico, ¿Se usan vibradores con cubierta de hule?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 4. ¿Se tiene un número suficiente de vibradores para consolidar cada bache a medida que va vaciándose?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 5. ¿Se tiene un vibrador de repuesto en el lugar?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 6. ¿Se usan vibradores externos para encofrado cuando éstos hayan sido diseñados para ser vibrados?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 7. ¿Se usan vibradores externos para encofrado cuando es imposible usar vibración interna?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 8. ¿Se consolida todo el concreto con vibración mecánica, inmediatamente después de su colocación?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 9. ¿Se operan los vibradores alrededor del refuerzo, de accesorios empotrados, esquinas, y ángulos en los moldes?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 10. ¿Se evita provocar segregación?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 11. ¿Se mantiene el concreto colocado bajo agua sin vibración?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 12. ¿Se vibra el concreto en el punto de depósito y en puntos espaciados uniformemente, a no más de 1,5 veces el radio sobre el cual la vibración es efectivamente visible? |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 13. ¿Se insertan los vibradores de manera que las áreas vibradas se traslapen?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 14. ¿Se verifica que no se usen vibradores para mover el concreto?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 15. ¿Se insertan los vibradores verticalmente y lentamente?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 16. ¿Es la vibración de duración e intensidad suficientes para consolidar completamente el concreto sin causar segregación?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 17. ¿Se verifica que no se vibre el acero de refuerzo?  |

**OBSERVACIONES**

**Fecha de inspección:** \_\_\_\_\_

LISTA DE VERIFICACIÓN 552.11 - 5/6  
MANEJO Y COLOCACIÓN DEL CONCRETO



e) Colocación debajo del agua

Si  No  NA

Si  No  NA

Si  No  NA

1. ¿Es únicamente permitida para el concreto de sellos y en el relleno de pilotes excavados?
2. Para propósitos ajenos al sello de concreto, ¿Se aumenta el contenido mínimo de cemento en un 10%?
3. ¿Se usan embudos con tubo confinante, bombas de concreto y otros métodos de colocación aprobados?

1. Embudos con tubería confinante (tremie)

Si  No  NA

1. ¿Son estos impermeables?
2. ¿Es su diámetro de 250 mm o más?
3. ¿Se ajusta superiormente con una tolva?
4. ¿Bajan los tubos rápidamente para no retrasar o detener el flujo de concreto?
5. Al iniciar la colocación de concreto, ¿Se sella el final de la descarga y se rellena el tubo con concreto?
6. ¿Se mantiene la tubería llena de concreto hasta el fondo durante la colocación?
7. En caso de que entre agua por el tubo, ¿Se retira el embudo y se resella el final de la descarga?
8. ¿Se mantiene un flujo continuo de concreto hasta que la colocación finalice?

2. Bombas de concreto

Si  No  NA

1. ¿Cuentan las bombas con un dispositivo al final del tubo de descarga que permita impedir el ingreso del agua exterior mientras el tubo está siendo llenado con concreto?
2. ¿Se mantiene el final del tubo de descarga lleno de concreto y debajo de la superficie del concreto ya depositado hasta que la colocación se complete?
3. ¿Se coloca el concreto continuamente desde el inicio hasta el final?
4. ¿Se coloca cada capa subsiguiente de concreto antes se inicie la fragua inicial de la capa anterior?
5. ¿Se verifica que no se altere el concreto después de la colocación?
6. ¿Se mantiene el agua en reposo en el punto de descarga?
7. ¿Se desagua después de que las pruebas de las muestras curadas bajo condiciones similares indiquen que el concreto tiene suficiente resistencia?
8. ¿Se remueve la lechada y todos los materiales insatisfactorios del concreto expuesto?

OBSERVACIONES

Fecha de inspección: \_\_\_\_\_

**LISTA DE VERIFICACIÓN 552.11 - 6/6**  
**MANEJO Y COLOCACIÓN DEL CONCRETO**



**f) Barandas y parapetos de concreto**

- Si  No  NA

1. ¿Se usan encofrados lisos, herméticos y rígidos?
2. ¿Son las esquinas bien pulidas y perfiladas?
3. ¿Se coloca el concreto después de que los encofrados o andamiajes hayan sido removidos del tramo en cuestión?
4. ¿Se remueven los encofrados cuidando no dañar el concreto?
5. ¿Se acaban las esquinas cuidadosamente, dejándolas perfiladas, libres de grietas, astillas o cualquier otro defecto?

**Juntas de construcción**

- Si  No  NA

1. ¿Se usan juntas en los sitios señalados en los planos?
2. Para juntas adicionales, ¿Se tiene la aprobación escrita para su construcción?
3. Si se tienen juntas de construcción horizontales, ¿Se colocan tiras de calibración dentro de los moldes a lo largo de todas las caras visibles para proporcionar juntas en línea recta?
4. ¿Son las juntas limpiadas y saturadas antes de colar el concreto fresco adyacente?
5. Inmediatamente antes de colocar concreto en los encofrados adyacentes, ¿Son los encofrados fuertemente presionados contra el concreto ya colocado?
6. ¿Es la superficie vieja cubierta completamente con una capa muy delgada de mortero de cemento, donde sea accesible?
7. ¿Pasa el acero de refuerzo a través de las juntas de construcción?

**OBSERVACIONES**

Firma del inspector: \_\_\_\_\_

Fecha de inspección: \_\_\_\_\_

**LISTA DE VERIFICACIÓN 552.12 - 1/1**  
**JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN**



- Si  No  NA

1. ¿Se usan juntas en los sitios señalados en los planos?
2. Para juntas adicionales, ¿Se tiene la aprobación escrita para su construcción?
3. Si se tienen juntas de construcción horizontales, ¿Se colocan tiras de calibración dentro de los moldes a lo largo de todas las caras visibles para proporcionar juntas en línea recta?
4. ¿Son las juntas limpiadas y saturadas antes de colar el concreto fresco adyacente?
5. Inmediatamente antes de colocar concreto en los encofrados adyacentes, ¿Son los encofrados fuertemente presionados contra el concreto ya colocado?
6. ¿Es la superficie vieja cubierta completamente con una capa muy delgada de mortero de cemento, donde sea accesible?
7. ¿Pasa el acero de refuerzo a través de las juntas de construcción?

**OBSERVACIONES**

Firma del inspector: \_\_\_\_\_

Fecha de inspección: \_\_\_\_\_

**LISTA DE VERIFICACIÓN 552.13 - 1/2**  
**JUNTAS DE EXPANSIÓN Y CONTRACCIÓN**



**a) Juntas abiertas:** \_\_\_\_\_

- Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA

1. ¿Se construyen éstas con una tira de madera, placa de metal u otro material aprobado?
2. ¿Se retira el molde sin astillar ni quebrar las esquinas del concreto?
3. ¿Se verifica que el refuerzo no se extienda a través de la junta?

**b) Juntas rellenas:** \_\_\_\_\_

- Si  No  NA  
 Si  No  NA

1. ¿Es el relleno de la junta cortado del mismo tamaño y forma de las superficies por unirse?
2. ¿Se fija el relleno usando clavos galvanizados o cualquier otro método aceptado (explicar método en observaciones)?
3. ¿Se empalma el relleno de acuerdo a las recomendaciones del fabricante?
4. Después de retirar los moldes, ¿Se remueve y corta cuidadosamente cualquier concreto o mortero que hubiese escurrido a través de las juntas?
5. ¿Son todas las aberturas de las juntas de 3 mm a más de grosor rellenas con asfalto caliente o cualquier relleno que sea aprobado?
6. ¿Se colocan los pasadores que fuesen necesarios, dispositivos de transferencia de carga y otros accesorios, según lo indiquen los planos o como se ordenase?

**c) Juntas de acero:** \_\_\_\_\_

- Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA

1. ¿Se fabrican placas, ángulos u otras formas y perfiles estructurales acordes a la superficie del concreto?
2. ¿Son las aberturas de las juntas fijadas a la temperatura ambiente de acuerdo a la hora en que va a ser colado el concreto?
3. ¿Son las juntas bien aseguradas para mantenerlas en posición correcta?
4. ¿Se mantiene una abertura sin obstrucción en la junta durante la colocación de concreto?

**d) Juntas impermeabilizantes:** \_\_\_\_\_

- Si  No  NA

1. ¿Son éstas colocadas de acuerdo a los requisitos de la sección 560?

**e) Sellos en las juntas de compresión:** \_\_\_\_\_

- Si  No  NA  
 Si  No  NA

1. ¿Se usa un sello de compresión de una sola pieza para juntas transversales?
2. ¿Son las juntas limpiadas y secadas y las astillas e irregularidades removidas?
3. ¿Se aplica un lubricante – adhesivo como capa protectora en ambos lados del sello?
4. ¿Son las juntas colocadas según las recomendaciones del fabricante?
5. ¿Se asegura que el sello esté en contacto total con las paredes de las juntas en toda su longitud?
6. ¿Son todos los sellos torcidos, ondeados, mellados o malformados removidos y descartados?
7. ¿Son los sellos en las juntas que cuando comprimidos se alarguen más de un 5 % de su longitud original removidos y reinstalados?
8. ¿Es todo el exceso de lubricante-adhesivo removido antes de que se seque?

**LISTA DE VERIFICACIÓN 552.13 - 2/2**  
**JUNTAS DE EXPANSIÓN Y CONTRACCIÓN**



f) Sellos elastoméricos para juntas de expansión: \_\_\_\_\_

Si  No  NA

1. ¿Son las juntas instaladas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y en conformidad con los planos?

**OBSERVACIONES**

Firma del inspector: \_\_\_\_\_

Fecha de inspección: \_\_\_\_\_

# LISTA DE VERIFICACIÓN 552.14 - 1/4 ACABADO DE CONCRETO PLÁSTICO



## General

- |                             |                             |                             |   |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 1. ¿Se acaban con flota o llaneta las superficies de concreto que no quedan en contacto con encofrados?                       |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 2. ¿Se remueve cualquier exceso de concreto o mortero fino?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 3. ¿Se acaban cuidadosamente todos los bordes no biselados?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 4. ¿Se dejan expuestos los bordes de las juntas rellenadas?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 5. ¿Se protegen todas las superficies recién acabadas contra la lluvia?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 6. ¿Se acaban todas las superficies de concreto usadas por el tráfico con un material resistente al deslizamiento o patinaje? |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 7. ¿Se tienen por lo menos 2 puentes de trabajo adecuados y convenientes?   |

### a) Acabado, nivelación y llanetado: \_\_\_\_\_

- |                             |                             |                             |  |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 1. Para la cubierta de puentes o losas superiores que sirvan como pavimentos finales, ¿Se usa maquinaria aprobada de acabado, autopropulsada y con codal oscilante?                                |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 2. ¿Se usan métodos de terminación a mano para las áreas irregulares donde el uso de maquinaria no es práctico?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 3. ¿Se nivelan todas las superficies usando un equipo soportado y moviéndose sobre rieles?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 4. ¿Se colocan rieles dentro de los límites de colocación de concreto solo con aprobación previa?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 5. ¿Se instalan los rieles en soportes que no cedan, de manera que el equipo de acabado opere sin problemas sobre la superficie ya acabada?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 6. ¿Se extienden los rieles más allá de ambos finales de la colocación de concreto establecida, para permitir que la maquinaria termine de colar el concreto?                                      |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 7. ¿Se colocan rieles en la longitud total de las vigas de acero de la superestructura?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 8. ¿Se opera la maquinaria de acabado sobre el área completa de trabajo antes de iniciar la entrega y colocación del concreto?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 9. ¿Se hicieron las correcciones necesarias antes de iniciar la colocación del concreto?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 10. ¿Se toma en consideración el asentamiento anticipado, la curvatura y la deflexión del andamiaje para ajustar los rieles y el equipo de acabado al perfil requerido y a la sección transversal? |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 11. ¿Se mantiene un pequeño exceso de concreto enfrente del filo de corte del codal todo el tiempo hasta el final del vaciado?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 12. ¿Se ajustan los rieles para corregir los asentamientos o deflexiones no previstas?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 12.1. ¿Se remueven los soportes de rieles empotrados en el concreto, por lo menos 50 mm bajo la superficie terminada?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 12.2. ¿Se llena y acaba cualquier hueco en el concreto fresco producto de la remoción de los rieles?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 13. ¿Se acaba la superficie con una llana, rodillo u otro aprobado para remover todas las irregularidades locales?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 14. ¿Se remueve todo el exceso de agua, lechada o material extraño traído a la superficie, usando un rodillo o codal y pasándolo desde el centro de la losa hacia los lados?                       |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 15. ¿Se verifica que no se aplique agua a la superficie del concreto durante las operaciones de acabado?   |

### b) Alineamiento: \_\_\_\_\_

- |                             |                             |                             |  |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 1. ¿Se revisan todos los niveles de losas, aceras y la superficie completa paralela a la línea del centro del puente, con un codal metálico de por lo menos 3 metros de largo? |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 2. ¿Se traslapa el paso del codal en por lo menos la mitad de la longitud previamente alineada?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 3. ¿Se corrigen las desviaciones que excedan 3 mm del borde del codal?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 4. Para las superficies de losas que reciben una sobrecapa, ¿Se corrigen las desviaciones de más de 6 mm?  |

LISTA DE VERIFICACIÓN 552.14 - 2/4  
ACABADO DE CONCRETO PLÁSTICO



OBSERVACIONES

c) Texturización

Si  No

Para todas las áreas de operación vehicular, ¿Se utiliza uno de los siguientes acabados?

SA  NA

2. Textura estriada: \_\_\_\_\_

Si  No  NA

1. ¿Se usa un rastrillo que tenga una sola fila de agujas o una máquina diseñada para marcar canales en pavimentos de concreto?

Si  No  NA

2. ¿Están las líneas de las estrías en el concreto espaciadas de 10 a 20 mm de centro a centro?

Si  No  NA

3. ¿Se hacen los canales de 2 a 5 mm de ancho y de 3 a 5 milímetros de profundidad?

Si  No  NA

4. ¿Se estría perpendicularmente a la línea del centro sin rasgar la superficie de concreto ni perder agregado desde ella?

Si  No  NA

5. Si las estrías son aserradas, ¿Se cortan aquellas de aproximadamente 5 mm de ancho espaciándolas de 15 a 25 mm?

Si  No  NA

6. Para la calzada de puentes, ¿Se termina la estriación a 300 mm de la cara del bordillo?

Si  No  NA

7. ¿Se da un acabado con plancha longitudinal en la superficie de las cunetas?

3. Acabado de aceras: \_\_\_\_\_

Si  No  NA

1. ¿Se acaba la superficie usando un codal y luego una llana para su terminación?

Si  No  NA

2. ¿Se usa una herramienta de acabado de orillas en los bordes y juntas de expansión?

Si  No  NA

3. ¿Se barre la superficie con un escobón de cerdas duras perpendicularmente a la línea de centro?

Si  No  NA

4. ¿Se producen corrugados regulares que de no más de 3 mm de profundidad sin rasgar el concreto?

**LISTA DE VERIFICACIÓN 552.14 - 3/4  
ACABADO DE CONCRETO PLÁSTICO**



Si  No  NA

5. Cuando el concreto está en condición plástica, ¿Se corrigen los puntos poros, irregularidades, depresiones y puntos rugosos?

Si  No  NA

6. ¿Se acanalán las juntas de contracción a los intervalos requeridos usando una herramienta de acanalar aprobada?

SA  NA

**4. Acabado cepillado:** \_\_\_\_\_

Si  No  NA

1. ¿Se usa una paleta de acero para producir una superficie lisa dejándola libre de agua de exudación?

Si  No  NA

2. ¿Se usa un cepillo fino a la superficie con pasadas paralelas?

SA  NA

**5. Acabado con agregado expuesto:** \_\_\_\_\_

Si  No  NA

1. ¿Se acaba la superficie usando un codal y luego una llana, para concluir el acabado?

Si  No  NA

2. ¿Se usa un ribeteador en todas las juntas transversales y longitudinales que queden contra los moldes o el pavimento existente?

Si  No  NA

3. ¿Se verifica que las juntas transversales y longitudinales no se ribeteen?

Si  No  NA

4. ¿Se barre o cepilla la superficie tan pronto el concreto fragüe lo suficiente?

Si  No  NA

5. ¿Se verifica que la superficie no se descascare o agriete en los bordes de las juntas?

Si  No  NA

6. Si se usan rociadores retardadores a las superficies sin acabar, ¿Se cepilla antes transversalmente a través del pavimento par empujar el mortero suelto semiduro fuera del pavimento?

Si  No  NA

7. ¿Se remueve el mortero de todos los pavimentos adyacentes?

Si  No  NA

8. ¿Se cepilla paralelamente a la línea de centro del pavimento luego de remover el mortero?

Si  No  NA

9. ¿Es esta operación continuada hasta que una cantidad suficiente de agregado granulado quede expuesto?

**OBSERVACIONES**

**LISTA DE VERIFICACIÓN 552.14 - 4/4  
ACABADO DE CONCRETO PLÁSTICO**



**d) Superficie debajo de los apoyos:** \_\_\_\_\_

Si  No  NA

1. ¿Son todas las superficies de los apoyos acabadas dentro de los 5 mm de la elevación de planos?
2. Cuando una placa de mampostería o un material de relleno se van a colocar directamente sobre concreto de menos de 5 mm de espesor, ¿Es la superficie acabada con una llana, a una elevación ligeramente sobre la elevación de planos?
3. Después del fraguado del concreto, ¿Es la superficie esmerilada o pulida para obtener un soporte total y parejo?
4. Cuando se requiera colocar un apoyo acolchado elastomérico, ¿Se usa mortero en proporción de 1 parte de cemento Pórtland y 1,5 partes de arena limpia?
5. ¿Son la arena y el cemento mezclados completamente antes de agregar el agua?
6. ¿Se mezcla solo el mortero necesario para un uso inmediato?
7. ¿Se bota el mortero que tenga más de 45 minutos sin usar?
8. ¿Se cura el mortero por lo menos durante 3 días o 48 horas sin aplicar cargas?
9. ¿Cumple la arena de mortero con la norma AASHTO M 45?

**OBSERVACIONES**

**Firma del inspector:** \_\_\_\_\_

**Fecha de inspección:** \_\_\_\_\_

# LISTA DE VERIFICACIÓN 552.15 - 1/2 CURADO DEL CONCRETO



## General

- |                             |                             |                             |  |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 1. ¿Se inicia el curado inmediatamente después de que el agua libre superficial se haya evaporado y que el acabado esté listo?           |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 2. Si la superficie del concreto empieza a secarse antes del curado, ¿Se mantiene la superficie húmeda usando un rociador de neblina?    |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 3. ¿Se mantienen las superficies húmedas después de removidos los encofrados?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 4. ¿Se curan las superficies superiores de las losas de los puentes mediante membrana líquida de cura combinado con el rociado con agua? |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 5. ¿Se aplica el compuesto de membrana líquida inmediatamente después del acabado?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 6. ¿Se aplica la cura con agua 4 horas después del acabado?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 7. ¿Se cura todo el concreto ininterrumpidamente durante un mínimo de 7 días?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 8. Si se usa puzolana con exceso de 10% por peso de cemento Portland, ¿Se cura sin interrupción durante 10 días como mínimo?             |

### a) Método de encofrado: \_\_\_\_\_

- |                             |                             |                             |  |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 1. Si la superficie tiene un encofrado, ¿Se mantienen húmedas las superficies expuestas o se usa un curador de membrana Tipo 1 o 1-D durante el resto del período de cura? |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|

### b) Método con agua: \_\_\_\_\_

- |                             |                             |                             |   |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 1. ¿Se mantiene la superficie de concreto continuamente mojada, empozándola, rociándola o cubriéndola con algún material adecuado?                      |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 2. ¿Se cubre el material de cobertura con una lámina impermeable que prevenga la pérdida de humedad del concreto?                                       |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 3. ¿Se traslapan las láminas adyacentes en por lo menos 150 mm y se sellan todas las juntas con cinta a presión, goma o cualquier otro método aprobado? |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 4. ¿Se asegura bien todo el material de manera que el viento no lo remueva?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 5. ¿Se reparan las láminas que se quiebren o dañen al instante?   |

### c) Método de la membrana líquida de cura: \_\_\_\_\_

- |                             |                             |                             |   |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 1. ¿Se limita su uso a aquellas superficies que no reciben un acabado posterior?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 2. Si se usa en juntas de construcción, ¿Es el compuesto removido por medio de un soplador de arena, antes de vaciar el concreto contra la junta?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 3. Si se usa una membrana líquida Tipo 2 de pigmento blanco, ¿Se aplica únicamente a las superficies superiores de las losas de los puentes o en otras no visibles en el trabajo terminado? |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 4. Para el resto de superficies, ¿Se usan compuestos Tipo 1 o 1-D?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 5. ¿Son las soluciones de membrana líquida que contienen pigmentos, mezcladas antes de usarlas?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 6. ¿Es el equipo de curado capaz de producir un rociado fino?   |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 7. ¿Es el compuesto de curación aplicado con una proporción mínima de 0,25 l/m <sup>2</sup> en una o dos aplicaciones uniformes?  |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 8. Si la solución se usa en 2 aplicaciones, ¿Es la segunda aplicación realizada dentro de los 30 minutos posteriores a la primera y en ángulo recto respecto a ella?                        |
| <input type="checkbox"/> Si | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> NA | 9. Si se daña la membrana por lluvia o algún otro medio durante el periodo de curado, ¿Se aplica inmediatamente una capa nueva sobre las áreas dañadas?                                     |

LISTA DE VERIFICACIÓN 552.15 - 2/2  
CURADO DEL CONCRETO



OBSERVACIONES

Firma del inspector: \_\_\_\_\_

Fecha de inspección: \_\_\_\_\_

LISTA DE VERIFICACIÓN 552.16 - 1/3  
ACABADO DE SUPERFICIES ENCOFRADAS



General

1. ¿Se remueven, recolocan y reparan todos los hormigueros en el concreto?

SA  NA

a) Clase 1 - Acabado ordinario: \_\_\_\_\_

1. ¿Son las siguientes superficies acabadas con un acabado ordinario clase 1? :

Si  No  NA

1.1. Bajo superficies de tramos de losa, vigas de cajón, vigas doble T, bóvedas, arcos, y losas de calzada.

Si  No  NA

1.2. Entre vigas maestras de la superestructura.

Si  No  NA

1.3. Dentro de superficies verticales o vigas T de superestructuras.

Si  No  NA

1.4. En superficies que van enterradas y superficies de alcantarillas sobre el suelo acabado, no visibles desde un trillo o sendero.

Si  No  NA

2. ¿Se inicia el acabado tan pronto como los encofrados son removidos?

Si  No  NA

3. ¿Se remueven escamas y otras irregularidades de la superficie expuestas o que van a ser impermeabilizadas?

Si  No  NA

4. ¿Son los salientes y desalineamientos removidos con discos o piedras de carborundo?

Si  No  NA

5. ¿Se remueven las bolsas de piedras u hormigueros localizados en el concreto?

Si  No  NA

6. ¿Es el mortero suelto de los encofrados y juntas de expansión removido con una herramienta adecuada?

Si  No  NA

7. ¿Quedan las juntas por ser llenadas, expuestas y limpias en su longitud total y con bordes perfectos?

Si  No  NA

8. ¿Se acaban las superficies de apoyo en estribos y bastiones a la elevación e inclinación especificadas?

SA  NA

b) Clase 2 - Acabado afinado: \_\_\_\_\_

Si  No  NA

1. ¿Se utiliza este acabado cuando el acabado ordinario final de la superficie no resulta uniforme y efectivo?

Si  No  NA

2. ¿Se acaban las siguientes superficies con este método? :

Si  No  NA

2.1. Todas las superficies de superestructuras de puentes.

Si  No  NA

2.2. Todas las superficies de los estribos de los puentes, pilotes, columnas, linderos y muros de retención, sobre el terreno natural y al menos 300 mm debajo del terreno.

Si  No  NA

2.3. Todas las superficies abiertas en los arcos, columnas, y bastiones.

Si  No  NA

2.4. Todas las superficies de cruces peatonales, excepto pisos y superficies que se cubrirán con tierra.

Si  No  NA

2.5. Las superficies sobre el nivel del suelo de cabezales de alcantarillas, paredes finales, cuando son visibles desde la carretera o desde caminos peatonales.

Si  No

2.6. Dentro de las superficies de la cubeta de las alcantarillas más altas de 1 m, que sean visibles desde la carretera. Se acabará dentro de la cubeta en una distancia por lo menos igual a la altura de la alcantarilla.

Si  No

2.7. Todas las superficies de los barandales.

Si  No  NA

3. ¿Son las superficies de concreto saturadas con agua?

Si  No  NA

4. ¿Es la superficie afinada con una piedra de carborundo de grosor medio usando una cantidad pequeña de mortero en la cara?

Si  No  NA

4.1. ¿Está el mortero compuesto de una mezcla de cemento y arena fina en las mismas proporciones del concreto que se está acabando?

Si  No  NA

5. ¿Se continúa el afinado hasta que se remuevan las marcas de los encofrados, proyecciones y todas las irregularidades y se obtenga una superficie uniforme?

Si  No  NA

6. ¿Se deja en su lugar la pasta producida por el afinado?

**LISTA DE VERIFICACIÓN 552.16 - 2/3**  
**ACABADO DE SUPERFICIES ENCOFRADAS**



7. Cuando se concluya otro trabajo que pueda afectar la superficie:
- Si  No  NA 7.1. ¿Se afina con una piedra fina de carborundo y agua, hasta tener una textura lisa y un color uniforme?
- Si  No  NA 7.2. Después de que la superficie se ha secado, ¿Se restriega con un trapo o esponja para remover el polvo suelto?
- Si  No  NA 7.3. ¿Se deja la superficie libre de remiendos, pasta, polvo y cualquier marca que sea objetable?

**OBSERVACIONES**

SA  NA

**c) Clase 3 - Acabado con herramientas:** \_\_\_\_\_

- Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA

1. ¿Se deja que el concreto fragüe por lo menos durante 14 días antes del acabado?
2. ¿Se usan herramientas de aire como martellina o picos?
3. Se pica la superficie de mortero y se quiebran partículas del agregado para dejar expuestos grupos de partículas de agregado en la matriz del mortero?

SA  NA

**d) Clase 4 - Acabado con chorro de arena:** \_\_\_\_\_

- Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA

1. ¿Se dejará que el concreto fragüe por lo menos durante 14 días previo al acabado?
2. ¿Se protegen las superficies adyacentes que reciben este acabado?
3. ¿Se aplica el chorro de arena, con arena dura y filosa para producir una superficie de grano fino en la cual el mortero es desprendido o barrido, y deja el agregado expuesto?

SA  NA

**e) Clase 5 - Acabado rayado con cepillo de acero:** \_\_\_\_\_

- Si  No  NA  
 Si  No  NA

1. ¿Se inicia tan pronto como los encofrados han sido removidos?
2. ¿Se raspa la superficie con cepillos de fibra o cerdas de acero usando una solución de ácido muriático?

**LISTA DE VERIFICACIÓN 552.16 - 3/3**  
**ACABADO DE SUPERFICIES ENCOFRADAS**



Si  No  NA

2.1. ¿Es la solución mezclada en una proporción de 1 parte de ácido por 4 partes de agua?

Si  No  NA

3. ¿Se raspa la superficie hasta que la capa del cemento sea removida completamente y las partículas del agregado queden expuestas?

Si  No  NA

4. ¿Se deja una textura pareja de piedrecillas que dan la apariencia de granito fino a conglomerados gruesos?

Si  No  NA

5. ¿Se lava completamente la superficie con agua que contiene una cantidad pequeña de amoníaco?

SA  NA

**f) Clase 6 - Acabado con color:** \_\_\_\_\_

Si  No  NA

1. ¿Se cuenta con suficientes tableros de 0,5 por 1,0 metros con muestras de concreto de color para relacionar el color aceptado por el Contratante?

Si  No  NA

1.1. ¿Se protege el tablero de color aprobado permanentemente durante el trabajo?

Si  No  NA

1.2. ¿Se da el color de la muestra aprobada a todas las superficies designadas?

Si  No  NA

2. ¿Se completa un acabado de Clase 1 de acuerdo al inciso respectivo?

Si  No  NA

3. ¿Se prohíbe aplicar el acabado del color hasta que todo el concreto de la estructura se haya colado?

Si  No  NA

4. ¿Se remueve todo el polvo, materia extraña, aceite, grasa y compuestos de curado con una solución de 5 % de fosfato trisódico?

Si  No  NA

4.1. ¿Se enjuaga después la superficie de concreto con agua limpia?

Si  No  NA

5. ¿Se protegen las superficies que no recibirán un acabado de color con papel, tela o cualquier otro medio para proteger?

Si  No  NA

6. ¿Es el acabado aplicado a la superficie de concreto seca cuando la temperatura de la superficie y la del aire a la sombra sean de 4 °C o mayor, durante 24 horas después de la aplicación?

Si  No  NA

7. ¿Se aplica el acabado de color de acuerdo con las recomendaciones del fabricante?

Si  No  NA

8. ¿Se rocía y aplica con brocha o rodillo la primera capa de un sellador penetrante y la base del color?

Si  No  NA

9. ¿Es la capa final aplicada después de que la primera capa se haya secado completamente?

Si  No  NA

10. ¿Se limpian las áreas de concreto que no son cubiertas con el acabado usando un método aprobado?

**OBSERVACIONES**

Firma del inspector: \_\_\_\_\_

Fecha de inspección: \_\_\_\_\_

**LISTA DE VERIFICACIÓN 552.17 - 1/1**  
**ACCESORIOS DE ANCLAJE**



**General**

- Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA

1. ¿Son todas las partes metálicas de los dispositivos de anclaje hechas de acero inoxidable o de acero resistente a la corrosión que no reaccione químicamente con el concreto?
2. ¿Se suministran todos los dispositivos de anclaje con todos sus accesorios metálicos?
3. Si se usan anclajes químicos o con morteros, ¿Se efectúa una prueba del sistema de anclaje que no quede incorporado en la obra?
4. ¿Se le efectúa al sistema una prueba de carga estática de acuerdo con ASTM E-488?
5. ¿Se demuestra que los accesorios de anclaje cumplen con una prueba de carga de tensión directa para los valores indicados en la Tabla 552-7 por un período mínimo de 48 horas con un movimiento no mayor 1 mm?

*Tabla 552-7*

**Valores del ensayo de carga sostenida.**

Accesorio de anclaje tamaño perno	Prueba de carga de tensión (kN)
M 20	24,0
M 12	18,3
M 12	12,7
M 8	7,1

- Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA  
 Si  No  NA

6. ¿Se demuestra que cuando se carga hasta la ruptura, el accesorio demuestra una falla dúctil del acero y no del compuesto químico, el mortero o el concreto?
7. ¿Se instalan en el concreto los dispositivos de anclaje recomendados por el fabricante?
8. ¿Se aplican las tuercas con los valores de momento torsional especificados en Tabla 552-8?
9. ¿Se realiza en presencia del contratante una prueba de carga a una muestra tomada al azar en por lo menos 10 % de los anclajes a un 90 % del esfuerzo de fluencia del acero?  
**Nota:** Si alguno de los anclajes falla, se rehace el anclaje fallado y se volverá a probar la carga en el 100 % de los anclajes restantes
10. Después de realizar pruebas de carga, ¿Se afloja la carga en el anclaje y se ajustarán hasta alcanzar la carga especificada en la Tabla 552-8?

*Tabla 552-8*

**Momento torsional para dispositivos de anclaje**

Accesorio de anclaje tamaño perno	Momento-torsional (N-m)
M 20	180
M 16	130
M 12	80
M 8	30

**OBSERVACIONES**

Firma del inspector: \_\_\_\_\_

Fecha de inspección: \_\_\_\_\_

**LISTA DE VERIFICACIÓN 552.18 - 1/1**  
**CARGAS EN ESTRUCTURAS NUEVAS DE CONCRETO**



**Estructura:** \_\_\_\_\_

Si  No  NA

1. ¿Se aplican cargas en pilares o bastiones hasta que las pruebas en cilindros de concreto indiquen que este ha alcanzado por lo menos el 80 % de  $f_c$  mínimo especificado a los 28 días?

Si  No  NA

2. ¿Se prohíbe circular vehículos o equipo de construcción hasta que el concreto de la superestructura completa haya alcanzado su esfuerzo a la compresión de diseño y haya estado en su sitio por 21 días a lo menos?

Si  No  NA

3. Para estructuras de concreto post-tensado, ¿Se prohíbe el tránsito de vehículos de más de 2000 kilogramos hasta que el acero de preesfuerzo haya sido tensado, inyectado de mortero y curado?

Si  No  NA

4. Para el tránsito de vehículos:

Si  No  NA

4.1. ¿Obtuvo el mortero un esfuerzo de 21 megapascales?

Si  No  NA

4.2. ¿Se encuentran los tirantes bien apretados?

**OBSERVACIONES**

**Firma del inspector:** \_\_\_\_\_

**Fecha de inspección:** \_\_\_\_\_

## **8.4. INFORMES DE INSPECCIÓN**



Dirección de Obras  
Unidad Ejecutora No. \_\_\_\_\_  
Nombre de proyecto  
Tel: (506) #####-#### Fax: #####-####  
email: departamento@conavi.go.cr

Fecha de entrega.

### NÚMERO DE OFICIO

Ingeniería de Proyecto  
Nombre del Ingeniero de Proyecto  
CONAVI

### INFORME DE INSPECCIÓN SEMANAL - NOMBRE DEL INSPECTOR

#### 1. ACTIVIDADES

Día	Fecha	Descripción de las actividades realizadas
L		
K		
M		
J		
V		
S		
D		

## 2. NO CONFORMIDADES

No conformidad #
------------------

Espacio para fotografía
Descripción detallada de fotografía

## 3. ESPCIFICACIONES NO APLICADAS

Sección-pregunta	Motivo por el cuál no aplica

## 4. OBSERVACIONES

--

## 5. RECOMENDACIONES

## 6. EVALUACIÓN FINAL

Atentamente,

Nombre del inspector  
Inspector de Campo  
Ingeniería de Proyecto  
Nombre del Proyecto

## 7. REGISTRO FOTOGRÁFICO

Espacio para foto

Espacio para foto

No. Foto	Fecha
Descripción detallada de fotografía	

No. Foto	Fecha
Descripción detallada de fotografía	

Espacio para foto

Espacio para foto

No. Foto	Fecha
Descripción detallada de fotografía	

No. Foto	Fecha
Descripción detallada de fotografía	



Dirección de Obras  
Unidad Ejecutora No. \_\_\_\_\_  
Nombre de proyecto \_\_\_\_\_  
Tel: (506) ####-#### Fax: ####-####  
email: departamento@conavi.go.cr

Fecha de entrega.

**NUMERO DE OFICIO**

Ingeniería de Proyecto  
Nombre del Ingeniero de Proyecto  
Dirección de Obras  
CONAVI

**INFORME DE INSPECCIÓN MENSUAL- NOMBRE DEL INSPECTOR**

**1. ACTIVIDADES**

Sem.	Fecha	Descripción de las actividades realizadas
1		
2		
3		
4		
5		

6		
---	--	--

**2. NO CONFORMIDADES**

Sección-pregunta	Motivo por el cuál no se cumple la especificación	No. Foto

**3. ESPCIFICACIONES NO APLICADAS**

Sección-pregunta	Motivo por el cuál no aplica

**4. OBSERVACIONES**

## 5. RECOMENDACIONES

## 6. EVALUACIÓN FINAL

Atentamente,

Nombre del inspector  
Inspector de Campo  
Ingeniería de Proyecto  
Nombre del Proyecto

## 7. REGISTRO FOTOGRÁFICO

Espacio para foto

Espacio para foto

No. Foto	Fecha
Descripción detallada de fotografía	

No. Foto	Fecha
Descripción detallada de fotografía	

Espacio para foto

Espacio para foto

No. Foto	Fecha
Descripción detallada de fotografía	

No. Foto	Fecha
Descripción detallada de fotografía	

## BIBLIOGRAFÍA

INTECO. (2000). *Criterios generales para la operación de varios tipos de organismos que realizan inspección INTE-ISO/IEC 17020:2000*. San José: Autor.

INTECO. (2011). Criterios para la evaluación de la norma INTE-ISO/IEC 17020:2000. Recuperado el día 17 de agosto del 2013. de [www.eca.or.cr/docus/v2/60](http://www.eca.or.cr/docus/v2/60).

MOPT. (2010). *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010*. San José: Autor.





# Anexos

## Cuadros

<b>Cuadro 1.</b> Responsabilidades de las Unidades Ejecutoras. ....	187
<b>Cuadro 2.</b> Martillos piloteadores diésel más usados en México. ....	187
<b>Cuadro 3.</b> Composición del concreto de acuerdo con su clase. ....	188
<b>Cuadro 4.</b> Algunas diferencias entre Inspección (Norma INTE-ISO/IEC 17020 - ISO/IEC 17020) y Certificación de Producto (Guía INTE-ISO/IEC 65 – Guía ISO/IEC 65). ....	188
<b>Cuadro 5.</b> Alcance de la Acreditación de Organismo de Inspección No. OI-028, Organismo de Inspección Tipo C. ....	189

## Figuras

<b>Figura 1.</b> Organigrama actual del CONAVI. ....	190
<b>Figura 2.</b> Opción de organigrama para proyectos de gran envergadura. ....	190
<b>Figura 3.</b> Esquema del modelo de control de calidad que debe ser aplicado a un proyecto vial. ....	191
<b>Figura 4.</b> Soldadura de un pilote formado por un perfil estructural. ....	191
<b>Figura 5.</b> Vibrohincador. ....	192
<b>Figura 6.</b> Martillo diésel. ....	192
<b>Figura 7.</b> Tipos de resbaladeras. ....	192
<b>Figura 8.</b> Gorros de protección. ....	193
<b>Figura 9.</b> Martillo KOBE K-35 utilizado por CODOCSA. ....	193
<b>Figura 10.</b> Martillo Delmag D30. ....	194
<b>Figura 11.</b> Esquema de trabajo para la supervisión del Proyecto para la Nueva Carretera a San Carlos. ....	195

## Otros

Herramientas de inspección de puentes utilizadas por CONAVI en el proyecto Nueva Carretera a San Carlos, sección Sifón - La Abundancia. ....196

## Cuadros

Actividad de control	Participantes	Elementos
Avance físico	Ingeniería de Proyecto Equipo de inspección Equipo de Topografía Oficina de cálculo	Programa de Trabajo Recursos suministrados por el contratista al proyecto Obra realizada
Verificación de la Calidad	Ingeniería de Proyecto Equipo de Laboratorio Equipo de inspección Equipo de Topografía	Diseños y especificaciones procedimientos constructivos Recursos suministrados por el contratista al proyecto Ensayos de laboratorio Obra realizada
Financiero	Ingeniería de Proyecto	Estimaciones Pagos Presupuesto
Administrativo	Ingeniería de Proyecto	Organización, funcionamiento, decisiones, trámites, autorizaciones, preparación de documentos

**Cuadro 1.** Responsabilidades de las Unidades Ejecutoras. (CONAVI)

Marca	Modelo	Peso del pistón kg	Energía por golpe kg-m	Peso máximo del pilote kg	Relación de pesos Pistón/Pilote	Peso del martillo kg
DELMAG	D5	500	1250	1500	0.30	1240
DELMAG	D12	1250	3125	4000	0.31	2750
DELMAG	D22-13	2200	6700-3350	6000	0.37	5160
DELMAG	D30-13	3000	9100-4450	8000	0.38	5960
DELMAG	D36-13	3600	11500-5750	10000	0.36	8050
DELMAG	D46-13	4600	14600-7300	15000	0.31	9050
DELMAG	D62-12	6200	22320-11160	25000	0.25	12800
KOBE	K13	1300	3700	-		2900
KOBE	K25	2500	7500	-		5200
KOBE	K35	3500	10500	-		7500
KOBE	K45	4500	13500	-		10500
MITSUBISHI	MH15	1500	3900	3800	0.39	3800
MITSUBISHI	MH25	2500	6500	6300	0.40	6000
MITSUBISHI	MH35	3500	9100	8800	0.40	8400
MITSUBISHI	MH45	4500	11700	11300	0.44	11100

**Cuadro 2.** Martillos piloteadores diésel más usados en México. (IMMS)

Clase de concreto	Contenido máximo min. (kg/m <sup>3</sup> )	Razón máxima A/C	Revenimiento (mm) <sup>(1)</sup>	Contenido de aire <sup>(2)</sup> (%)	Agregado grueso AASHTO M43
A	360	0,49	50 a 100		Nº 57
A (AE)	360	0,44	25 a 100	5,0	Nº 57
B	310	0,58	50 a 100		Nº 357
B (AE)	310	0,58	50 a 100	4,0	Nº 357
C	390	0,49	50 a 100		Nº 7
C (CE)	390	0,44	25 a 100	6,0	Nº 7
D (AE) <sup>(3)</sup>	360	0,40	25 a 75	4,0	Nº 57
E (AE) <sup>(4)</sup>	360	0,40	100 a 150	3,0	Nº 7
P	390	0,44	0 a 100		Nº 67
Sellos	390	0,54	100 a 200		Nº 57

**Cuadro 3.** Composición del concreto de acuerdo con su clase. (CR-2010, Tabla 552-1).

Actividad	Inspección	Certificación de Producto
Naturaleza de la operación	Inspección de productos individuales, y no necesariamente realizados por una tercera parte (Evaluación directa de la Conformidad).	Certificación de series de productos y realizados siempre por tercera parte (determinación indirecta de la conformidad).
Conformidad	Evaluada frente a normas u otros documentos normativos y/o requisitos generales.	Evaluada frente a normas u otros documentos normativos.
Aseguramiento	El informe proporciona un aseguramiento de la conformidad en el momento de la inspección.	El certificado proporciona normalmente un aseguramiento continuo de la conformidad.
Decisiones	No es necesario separar a las personas que toman las decisiones de inspección de las personas que realizan las inspecciones.	Las decisiones de certificación son tomadas por una o más personas diferentes de la que realiza la evaluación.
Concesión de licencias	No se conceden licencias.	Se autoriza a los proveedores a emitir certificados o poner marcas.
Marcado de productos	Se marcan sólo los productos sometidos a la inspección.	Se puede marcar un producto certificado siempre que se disponga de licencia.
Seguimiento	Sólo cuando es necesario como apoyo a la inspección.	Normalmente es necesario para proporcionar un aseguramiento continuo de la conformidad.
Inspección de productos en servicio	Siempre por Inspección.	Nunca mediante certificación de productos.

**Cuadro 4.** Algunas diferencias entre Inspección (Norma INTE-ISO/IEC 17020 - ISO/IEC 17020) y Certificación de Producto (Guía INTE-ISO/IEC 65 – Guía ISO/IEC 65). (ECA)

Área de inspección	Productos, procesos, servicios y/o instalaciones a inspeccionar	Tipo de inspección (ejemplo: visual-física)	Procedimientos de Inspección (hacer referencia al documento normativo: norma, especificación, reglamento técnico, documento interno, etc.)	Personal calificado para realizar las actividades de Inspección (Puesto dentro del organismo y su título académico)
Proyectos de Obra Civil, Obras viales y conservación vial	Inspección para la fabricación de puentes, elementos prefabricados pretensados o postensados, vigas, columnas, placas, tubos, pozos de registro, paredes o paneles, sistemas de entrepiso, puentes, bastiones, pilas, muros, losas, pilotes y postes.	Visual-Física	INS-I-005: Inspección para la fabricación de puentes, elementos prefabricados pretensados o postensados, vigas, columnas, placas, tubos, pozos de registro, paredes o paneles, sistemas de entrepiso, puentes, bastiones, pilas, muros, losas, pilotes y postes. (a, b, c, d, e, f, g, i, j, k, l, m.)	Ver HT-O-044

**Cuadro 5.** Alcance de la Acreditación de Organismo de Inspección No. OI-028, Organismo de Inspección Tipo C. (ECA)

# Figuras

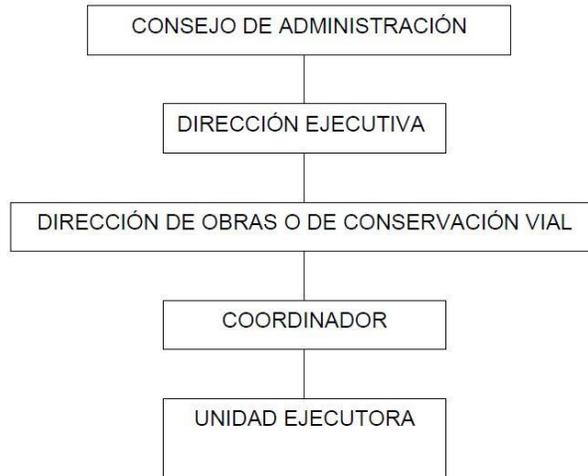


Figura 1. Organigrama actual del CONAVI. (CONAVI)

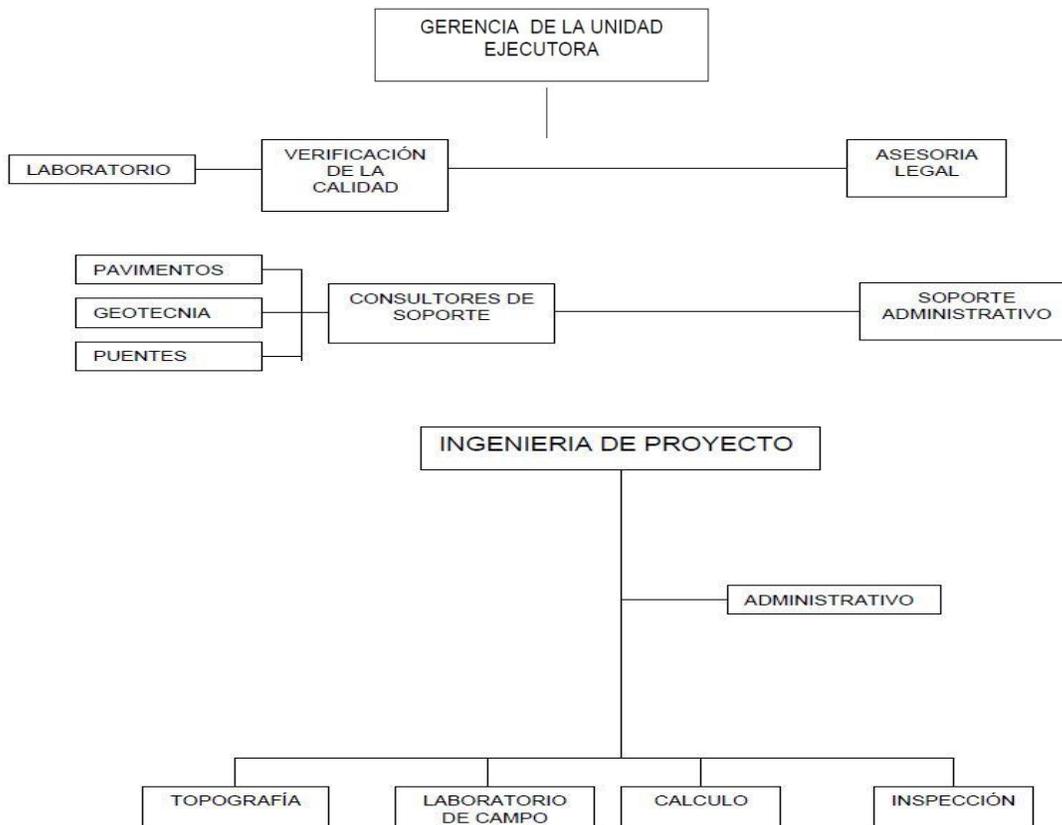
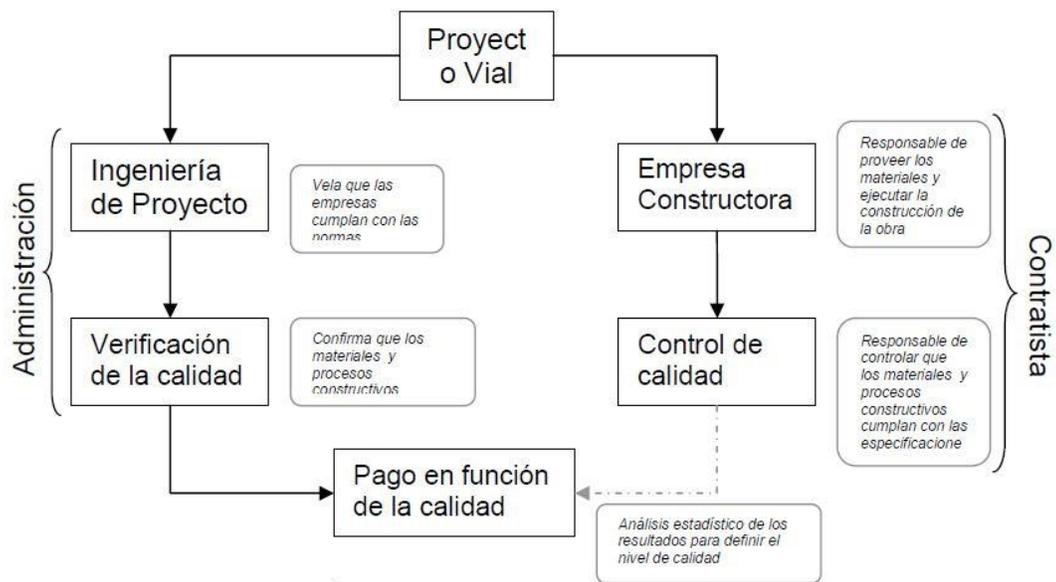
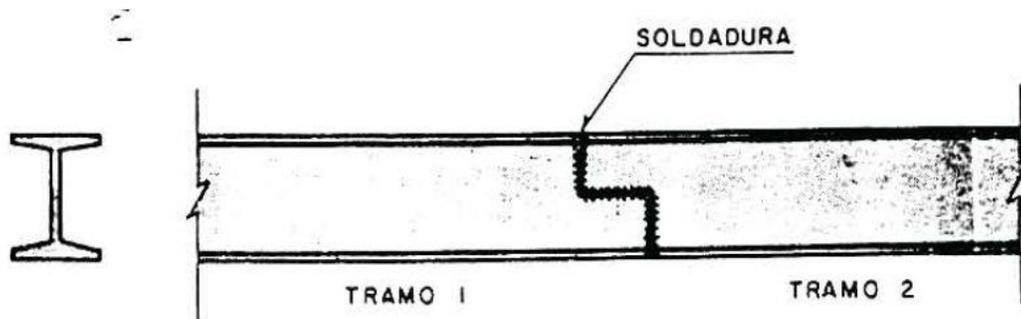


Figura 2. Opción de organigrama para proyectos de gran envergadura. (CONAVI)



**Figura 3.** Esquema del modelo de control de calidad que debe ser aplicado a un proyecto vial. (LANAMME)



**Figura 4.** Soldadura de un pilote formado por un perfil estructural. (SMMS)

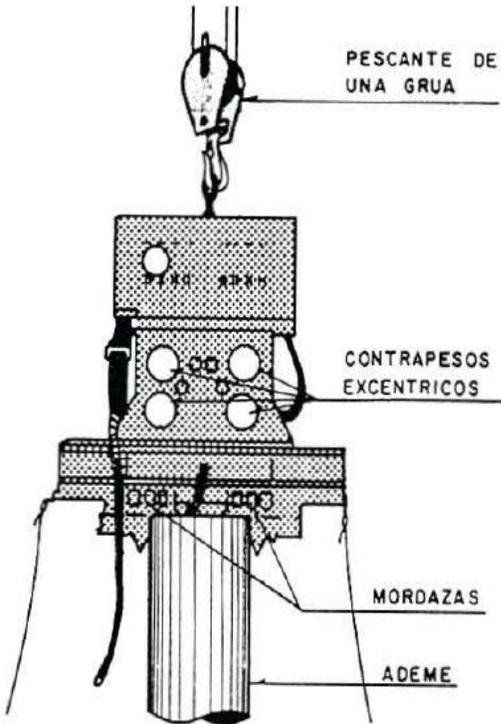


Figura 5. Vibrohincador. (SMMS)

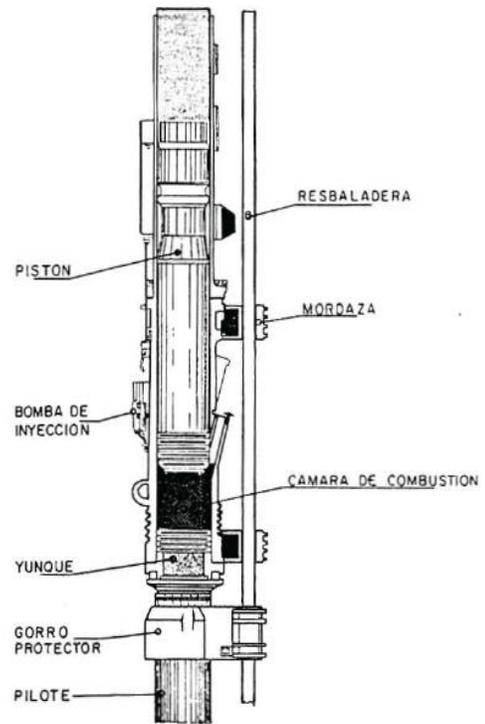


Figura 6. Martillo diésel. (SMMS)

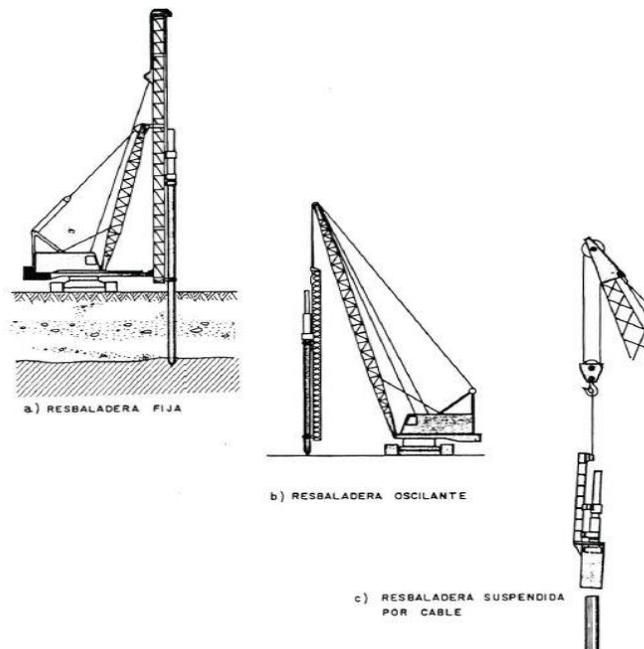
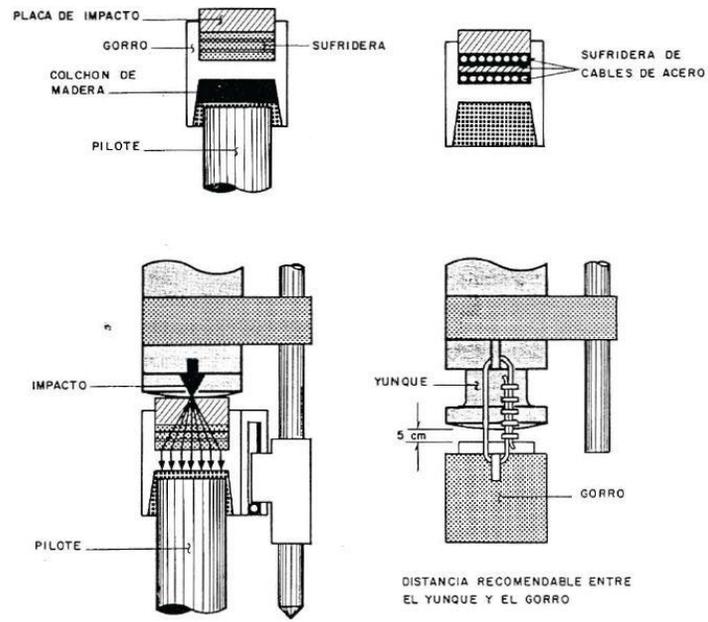


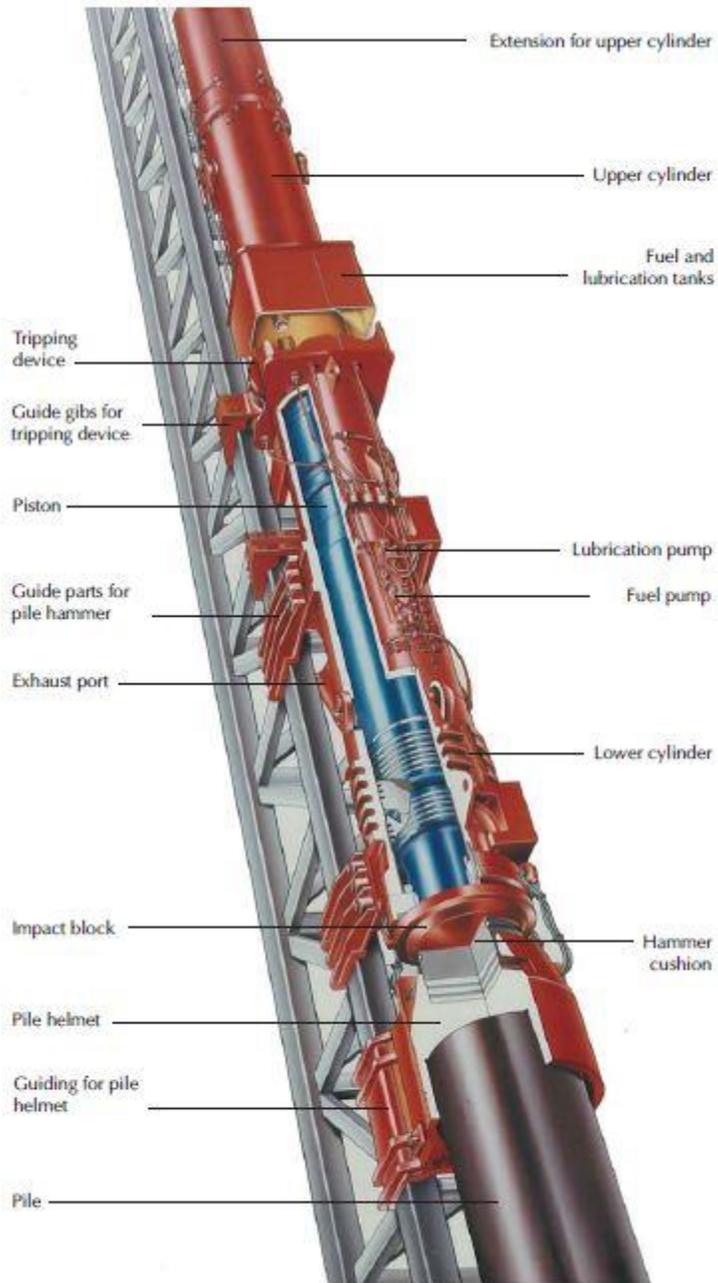
Figura 7. Tipos de resbaladeras. (SMMS)



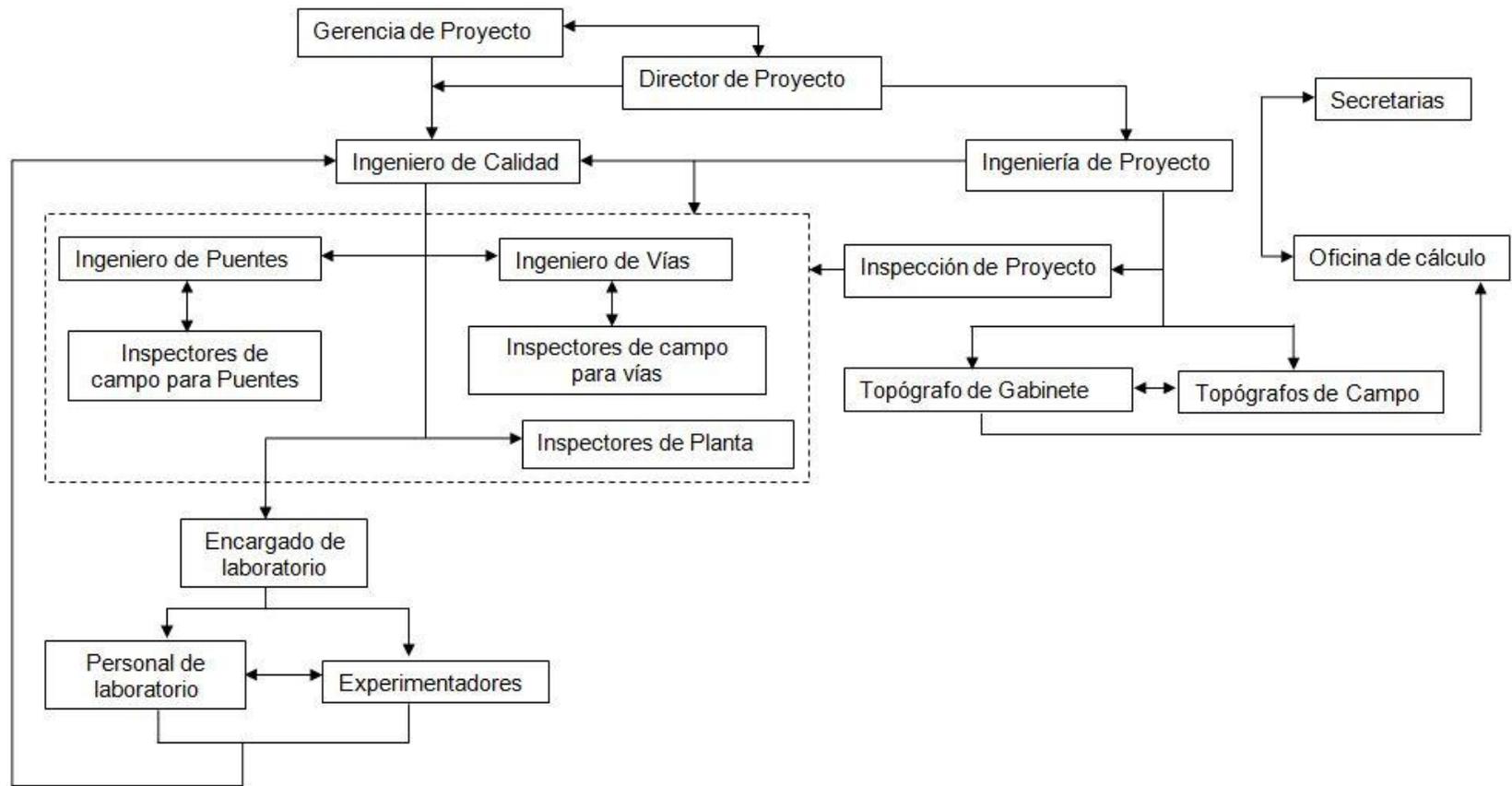
**Figura 8.** Gorros de protección. (SMMS)



**Figura 9.** Martillo KOBE K-35 utilizado por CODOCSA. (CODOCSA)



**Figura 10.** Martillo Delmag D30. (DELMAG)



**Figura 11.** Esquema de trabajo para la supervisión del Proyecto para la Nueva Carretera a San Carlos. (CONAVI)

## M O P T

DIRECCION: Obras x Contrato - CONAVI - SAN JOSÉ

PROYECTO: Constr. Puente Sobre Río Barranca - Naranjo - Florencia

A ING.: R. Jiménez

DE-INSP.: J. GARCIA

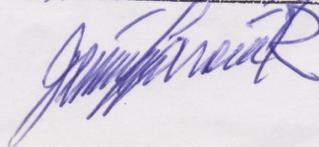
INFORME DE INSPECCION N°: 15

PERIODO: Del 1° al 30 de Abril 2007

CONTRATISTA: RSEA-INGEENERING CORPORATION

## EQUIPO:

- 2 GRÚAS Tadano de 30 - y 50 tns Telescópicas
- 1 Pala Komatsu 220 Rétroexcavadora
- 1 Cargador 9386 Caterpillar
- 1 Camión de 2 tons
- 1 Camión Tandem de 8 tons
- 1 MiniCargador Case
- 1 Planta eléctrica - General en Barranca
- 1 Planta eléctrica - en Espino
- 1 Compresor 150 SP-PS
- 1 Bomba agua de 3" Gasolina
- 1 Bomba agua de 6" eléctrica
- 2 Maqs de Soldar "SM"
- 2 Equipos Acetileno
- 1 dobladora de acero - 1 prensa de acoples - 1 cortadora Hidráulica - taladros cortadoras - esmeriles manuales - Disco 14"
- Pilotes = 1 planta eléctrica - 1 grúa SM - Martinette Kobe 45 - Pick-UP
- Soldadoras 3 maquinas - equipo acetileno - esmeriladoras y tartuga P/cortes.



PERSONAL :

2 Ings: Civiles en Sitio - 1 encargado General  
 5 operarios - 5 ayudantes  
 6 operadores - 5 peones - 2 guardas  
 12 personas en el plantel - y 1 Ing. Civil  
 1 encargado 4 soldados 1 operador 1 ayudante Pila 1 en  
 emp. de pilotes

CALIDAD DEL TRABAJO: Bueno

AVANCE DE LA OBRA: Lento

INFORME DEL TIEMPO: ABRIL - 07

B = BUENO · R = REGULAR M = MALO

1	D	6	F	11	B	16	F	21	B	26	R	31
2	B	7	F	12	B	17	B	22	D	27	B	
3	B	8	D	13	B	18	B	23	B	28	B	
4	B	9	B	14	B	19	B	24	B	29	D	
5	F	10	R	15	D	20	B	25	B	30	B	

19 B = días Buenos

2 R = días Regular

5 D = Domingos

4 F = Feriados

30 días total

SUMEN SOBRE TIEMPO: Periodo con Buen tiempo Para desarro  
llo de labores - 5 domingos y 4 Feriados = - 9 + 21

B = BUENO R = REGULAR M = MALO

1	6	11	16	21	26	31
2	7	12	17	22	27	
3	8	13	18	23	28	
4	9	14	19	24	29	
5	10	15	20	25	30	

RESUMEN SOBRE TIEMPO:

LABORES REALIZADAS

Colada 2ª y 3ª parte en Pila N° 2 P/12 mts de Columna = 0x  
 Colada 5ª parte en Pila N° 4 P/20 mts Columna = 0x  
 Colada 7ª parte en Pila N° 3 P/28 mts Columna = 0x  
 Prente Río Espino se coló el sello de Fundación en Pila N° 2  
 Codocsa:

Pilote N° 1	Pie Cops		*	Cabe de 6 mts
	33			
	34			
	35			
	36			
	37			
	38			
	39			
	40			
	41			
	42			
	43			
	44			
	45			
	46			
			101	

Pilote N° 36	Pie Cops			Empalme de 9 mts
	31			
	32			
	33			
	34			
	35			
	36			
	37			
	38			
	39			
	40			
	41			
	42			
	43			
	44			
	45			
	46			
	47			
	48			
	49			
			102	

Pilote N° 49	Pie Cops			Empalme de 9 mts
	31			
	32			
	33			
	34			
	35			
	36			
	37			
	38			
	39			
	40			
	41			
	42			
	43			
	44			
	45			
	46			
	47			
	48			
	49			
	50			
			102	

\* = 101 Cops en 10 Pilos

Pag. N° 21 del Diario  
 FOLIO

- Se Hincaron pilotes N°s 1-36-49
- Se suministro 11 pilotes para empalmar de 9 mts.

NOTA.  
 No se efectuó coladas a tiempo en Pila 4, sección N° 5 POR La falta de cemento - "No se suplió a tiempo por falta de transporte" - según el subcontratista Constr. Sánchez-Carrajal = 9 días de atraso

EQUIPO DE INSPECCION:  
 Vehículo Particular placa 14581

OBSERVACION FINAL:  
 Por Semana Santa y 11 de abril, bajo rendimiento en este periodo. Según anotaciones del inspector.

Empalme Pilotes y Soldadura de placa por ambos Lados  
B1 - BARRANCA

98

27/1/07 TB

Pila 3 se cura a 3ª parte Columna y continúa con colocación del acero ref. verticales en columnas y Horizontales en paredes de amarre visita CODOCSA.

28/1/07 Domingo - CODOCSA prepara equipo

29/1/07 TB

Alarma columna P4

Colada en Pila 4 de 2ª parte

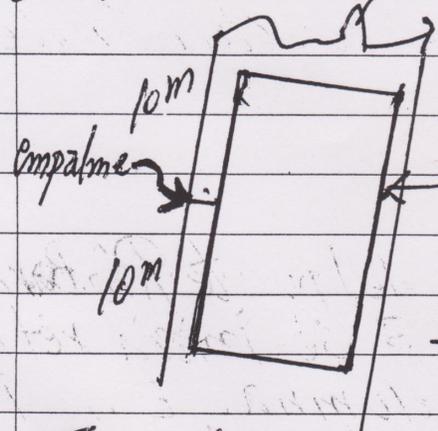
Inicio =  
Termino =  
Tiempo =

Rev = 18  
m³ teórico = 27

Pila 3 se continúa con colocación de acero ref. CODOCSA continúa con soldadura en Pilotes 2 y 6 empalmes en Bastión 1

30/1/07 TB

CODOCSA empalma pilotes en B1 N°s 2 y 6



PLACA de 20 X 40 X 5/8" x 2 = 12%  
soldada de parche en el alma  
repartida a cada lado del empalme,  
- 33 pies a cada lado del empalme = 66 pies  
Long. total.

Se coloca acero de refuerzo en Columna de Pila 3  
en P4 se reparan llaves en P2 se achica placa fund.



# CHEQUEO HINCA PILOTES

PRUEBA B1

BARRANCA

99

31/1/07 TB

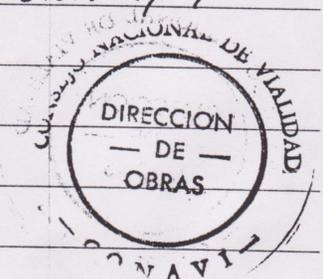
P3 colocación acero refuerzo Horizontal

P4 colocación, acero refuerzo Vertical

P2 Excavación Estructural de fondo

HINCA	Bastión N°1 - Martillo DELMAG-30 - Grúa P+H = 40T.	
Prueba	Hincade Pilotes empalmados de Prueba N°2	
Final	Pilote N° 2	Pilote N° 6
	31 = 196 dpe 53-41	31 - <sup>60</sup> 21 53-48
	32-21 54-40	32-20 54-46
	33-21 55-41	33-23 55-45
	34-15 56-42	34-30 56-15+77 = 92
	35-16 57-33	35-23 57-105
	36-17 58-37	36-21 58-89
	37-18 59-45	37-24 59-94
	38-18 60-44	38-38 60-126 rech.
	39-18 61-52	39-26 61
	40-23 62-51	40-26 62
	41-24 63-47	41-26 63
	42-24 64-102 Rechazo	42-27 64 INI = 14 <sup>11</sup>
	43-25 65-	43-28 65 FIN = 14 <sup>40</sup>
	44-28 66	44-30 66
	45-30 INI = 12:58	45-31 R-INI = 17:52
	46-32 FIN = 13:30 } 32mts.	46-33 FIN = 18:20
	47-31	47-35 18:40
	48-33	48-34 Cierre: 19:01
	49-35	49-36
	50-40	50-38
	51-38	51-70
	52-40	52-50

NOTA: ENERGÍA AL FULL - COMPLETA.



# Construcción de Puente Ran Ran Pila # 2

Hinca de Pilotes Tipo W-24x12,75x306 9.00 mts Fecha: 23 marzo 07

Pie's	Golpes (8)	Golpes (14)	Golpes (18)	Golpes (24)	Golpes (27)	Golpes (33)	Golpes (37)	Golpes (1)	Golpes (9)	Golpes (19)	Golpes (28)	Golpes (38)
	11.50 2.05	11.05 11.15	5.05 5.20	4.38 4.49	5.30 5.38	4.30 5.15	3.55 4.17	3.00 3.09	11.20 11.35	3.31 3.43	4.12 4.25	3.25 3.37
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	2	6	8	5	15	9	0	0	2	0	10
4	2	5	16	15	9	28	16	3	1	9	16	34
5	7	10	34	24	22	28	21	14	4	12	22	17
6	4	18	34	31	30	33	32	13	4	24	24	23
7	15	27	45	35	38	30	53	59	9	28	19	39
8	28	29	90	42	77 <sup>6"</sup>	35	100 <sup>8"</sup>		20	34	80	67
9	25	35	86	71		42			23	24		73 <sup>6"</sup>
10	44	57	97	58		35			21	28		
11	25		30	38		28			8	24		
12	20		28	47		39			13	18		
13	50		35	30		20			20	16		
14	27		63 <sup>6"</sup>	40		25			22	56		
15	20			43		28			12			
16	31			89		26			15			
17	32					54			29			
18	27					42			33			
19	50 <sup>4"</sup>					64 <sup>6"</sup>			52 <sup>3"</sup>			
20	10.50 10.55					10.40 10.46						
21	Domingo 25-3-07					Domingo 25-3-07						
22												
23		martinete Delmag D-30										
24												
25		insa Freguel Cerdas										
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												

1ª sección de pilotes



榮民工程股份有限公司哥斯大黎加施工處

Tel: (506) 447-6969

RSEA ENGINEERING CORP.

COSTA RICA OFFICE

Fax: (506) 554-7272

Proyecto: Carretera a San Carlos

Sección: Sifón - Ciudad Quesada

E-mail: rseacr@racsa.co.cr

Nº:

# Formulario de Comunicaciones

Ubicación: PILA - 4 Fecha: ~~ENERO~~ 29 '2007

Actividad: COLOCAR CONCRETO PARA COLUMNA SEGUNDA PARTE Hora: 1:00 pm.

Referencia:

Est. 10-881,50 M (BARRANCA)

C: 2:30 PM. Vol: 27.38 m<sup>3</sup>

F: 5:45 PM

Observaciones:

Nota: Acero ref. y formaleta con vº Bº de J. GARCIA

Vertido de Hormigón chequeado por Ezequiel.

CONAVI

RSEA/

RSEA - SUBCON

Nombre: José García

Nombre: ING. ORLANDO PEREZ GARCIA

Nombre: \_\_\_\_\_

Firma: [Signature]

Firma: [Signature]

Firma: \_\_\_\_\_

# RSEA

**SITE REPORT OF PILE DRIVING/ REPORTE DE CAMPO HINCA DE PILOTES**

FP-04-PREJ05

Date/ Fecha:

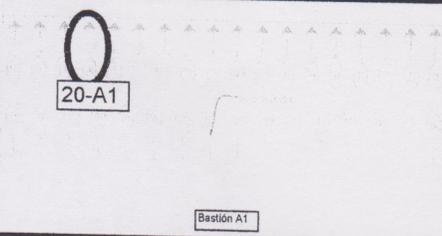
Vrs: 2

22-23/11/2006

**CARRETERA A SAN CARLOS SECCION SIFON - CIUDAD QUESADA ( LA ABUNDANCIA )**

<b>Project / Proyecto:</b> PUENTE SOBRE RIO RON RON - BASTION A1		<b>Responsible / Responsable :</b> ING. CARLOS LEON A.		<b>Lenght / Longitud:</b> 9.00 m	<b>Pile type / Tipo de Pilote:</b> Acero A-36 HP14x89
<b>Hammer / Martinete:</b> DELMAG D-30	<b>Ram stroke / Altura:</b> 7.38 ft	<b>Ram Weight / Peso:</b> 6,600 lb	<b>Energy - Energía:</b> 48,708 lb-ft		<b>Inclination / Inclinación:</b> 18.43 °
<b>Start time / Hora Inicio:</b> 10:26 AM		<b>Stop time / Hora de finalización:</b> 10:34 AM		<b>Page / Hoja :</b> 1 / 2	
<b>Identificación pilote :</b> 20-A1					

Feet / Pie	Blows /#golpes	Feet / Pie	Blows /#golpes	Feet / Pie	Blows /#golpes
1	0	18	13	43	
2	0	19	18	44	
3	0	20	20	45	
4	5	21	21	46	
5	4	22	21	47	
6	5	23	21	48	
7	9	24	31	49	
8	5	25	71	50	
9	7	26		51	
10	8	27		52	
11	7	28		53	
12	4	29		54	
13	6	30		55	
14	5	31		56	
15	12	32		57	
16	12	33		58	
17	13	34		59	
		35		60	
		36		61	
		37		62	
		38		63	
		39		64	
		40		65	
		41		66	
		42		67	



F/RSEA  
  
 Ing. Carlos León A.  
 Fecha: 28/11/06

F/Laboratorio Oscar Julio Mendez  
  
 Ing. Oscar Julio Méndez  
 Fecha: 28/11/06

F/CONAVI  
 \_\_\_\_\_  
 Ing. Reynaldo Jiménez  
 Fecha: \_\_\_\_\_





# Referencias

- Arcelor Mital. (2013). Pilotes de acero HP. *Pilotes de alta resistencia*. Recuperado el día 20 de agosto del 2013 de [http://www.arcelormittal.com/palancole/uploads/files/ARPS\\_HP\\_ES.pdf](http://www.arcelormittal.com/palancole/uploads/files/ARPS_HP_ES.pdf)
- Benavides Gamboa, J. (2005). Organización y funciones de las Unidades Ejecutoras a cargo de la construcción de obras viales por contrato. Recuperado el 25 de agosto del 2013, de la base de datos del CONAVI en <http://www.conavi.go.cr/wps/wcm/connect/b207a353-96f9-46a4-a0d7-12efc9853665/Org-Func-Unidades-Ejecutoras.pdf?MOD=AJPERES>.
- California Department of Transportation. (2013). Bridge Construction Records And Procedures. Volume 2. Recuperado el día 26 de setiembre del 2013 de la base de datos del Departamento de Transportes de California de [www.dot.ca.gov/hq/esc/construction/manuals/.../BCRPVol2.pdf](http://www.dot.ca.gov/hq/esc/construction/manuals/.../BCRPVol2.pdf).
- CONAVI. (2010). Reglamento para la conformación de un registro de elegibles, para la contratación de los servicios de inspección de los proyectos de conservación vial de la red vial nacional. Recuperado el 29 de agosto del 2013, de <http://www.conavi.go.cr/wps/wcm/connect/dd291e10-93d2-4bbe-ab50-aa26c687696c/Reglamento+para+la+conformaci%C3%B3n+de+un+registro+de+elegibles+para+la+Contrataci%C3%B3n+de+Servicios+de+Inspecci%C3%B3n.pdf?MOD=AJPERE.S>.
- CONAVI. (2011). Contratación de una empresa jurídica que brinde los servicios para apoyar a la Unidad Ejecutora del CONAVI en la ejecución del proyecto “Construcción de la Nueva Carretera a San Carlos” para complementar la labor de inspección y control que realizará el CONAVI. Contratación directa 2011CD-000122-0DO00. Recuperado el día 23 de agosto del 2013, de la base de datos del CONAVI.
- Departamento de Verificación de la Calidad del CONAVI. (2011). Manual de Políticas Operativas Asociadas y Procedimientos. *PRO-14-30.20.1-01*. Recuperado el 25 de agosto del 2013, de la base de datos del CONAVI de [http://www.conavi.go.cr/wps/wcm/connect/818603e7-b51d-4899-b533c85579def1e9/Manual\\_de\\_Verificaci%C3%B3n\\_de\\_la\\_calidad\\_v7.pdf?MOD=AJPERE&S&CACHEID=818603e7-b51d-4899-b533-c85579def1e9](http://www.conavi.go.cr/wps/wcm/connect/818603e7-b51d-4899-b533c85579def1e9/Manual_de_Verificaci%C3%B3n_de_la_calidad_v7.pdf?MOD=AJPERE&S&CACHEID=818603e7-b51d-4899-b533-c85579def1e9).
- Ente Costarricense de Acreditación. (2011). Alcance de la Acreditación de Organismo de Inspección No. OI-028, Organismo de Inspección Tipo C. *Alcance de acreditación V08 OI 028. 2-4*. Recuperado el día 23 de setiembre del 2013 de <http://www.eca.or.cr/docus/v2/3132>.
- Lerma, H. (2004). *Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto*. Recuperado el día 4 de agosto del 2013 de <http://www.sisman.utm.edu.ec/libros/FACULTAD%20DE%20CIENCIAS%20INFORM%C3%81TICAS/CARRERA%20DE%20INGENIER%C3%8DA%20DE%20SISTEMAS%20INFORMATICOS/09/9no%20nive>

- I/SILABOS%20de%20materias/MODALIDAD%20DE%20GRADUACION%20(UTM-O-0920)/metodologia%20de%20la%20investigacion-Hector%20Daniel%20Lerna.pdf.
- 07%20ANALISIS%20PROC%20DIRECCION%20VERIFICACION%20CONTROL%20RN.pdf.
- Ley de Sistema Nacional Para La Calidad, N° 8279 Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica (2002).
- Instituto del Cemento Portland Argentino. (1991). Colocación de hormigón bajo agua por el procedimiento Tremie. *Mediante este método puede distribuirse hormigón de alta calidad bajo agua*. Boletín Mayo – Junio (N° 141). Recuperado el día 20 de setiembre del 2013 de <http://www.icpa.org.ar/publico/files/Tremie.pdf>.
- MOPT. (2010). *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010*. San José: Autor.
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. (1999). *Bombeo de concreto ACI 304: Equipos*. Distrito Federal: Autor.
- MOPT. (2005). Contrato para la ejecución del proyecto de obra pública denominado “Construcción de carretera a San Carlos, sección Sifón-Ciudad Quesada (La Abundancia)” entre el Consejo Nacional de Vialidad y el Ministerio de Obras Públicas y Transportes y la empresa constructora RSEA Engineering Corp. de la República de China. Contrato 11-OTS-0210-1644. Recuperado el 8 de agosto de la base de datos del CONAVI.
- INTECO. (2000). *Criterios generales para la operación de varios tipos de organismos que realizan inspección INTE-ISO/IEC 17020:2000*. San José: Autor.
- MOPT. (2001). *MN-02-2001 Materiales, Normas, Diseño y Especificaciones del Tomo de Disposiciones para la Construcción y Conservación Vial*. San José: Autor.
- INTECO. (2011). Criterios para la evaluación de la norma INTE-ISO/IEC 17020:2000. Recuperado el día 17 de agosto del 2013. de [www.eca.or.cr/docus/v2/60](http://www.eca.or.cr/docus/v2/60).
- MOPT. (1983). *Manual de construcción para carreteras, caminos y puentes MC-83*. San José: Autor.
- INTECO (2013). Criterios para la guía de aplicación de la norma INTE-ISO/IEC 17020:2012. Recuperado el día 20 de octubre del 2013 de [www.eca.or.cr/docus/v2/3772](http://www.eca.or.cr/docus/v2/3772).
- MOPT. (1977). *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-77*. San José: Autor.
- LANAMME. (2007). Análisis del Procedimiento Aplicado por la Dirección de Obras del CONAVI para la Supervisión de los Procesos de Control y Verificación de Calidad en Proyectos Viales. *Informe Especial de Auditoría Técnica Externa LM-AT-89-07*. Recuperado de la base de datos de la Asamblea Legislativa el 27 de agosto del 2013, de <http://www.asamblea.go.cr/Lanamme%20UCR/Informes%202007/2007/LM-AT-89-07%20ANALISIS%20PROC%20DIRECCION%20VERIFICACION%20CONTROL%20RN/LM-AT-89-07%20ANALISIS%20PROC%20DIRECCION%20VERIFICACION%20CONTROL%20RN.pdf>.
- Oregon Department of Transportation. (2008). Bridge Construction Inspector Training Manual. Recuperado el día 3 de setiembre del 2013 de [http://www.oregon.gov/ODOT/hwy/construction/Pages/bridge\\_construction\\_manual.aspx](http://www.oregon.gov/ODOT/hwy/construction/Pages/bridge_construction_manual.aspx)
- Rivera Feijo, J. (2013). Transporte y colocación del concreto. Recuperado el día 3 de setiembre del 2013 de [http://www.asocem.org.pe/bivi/re/dt/cons/transporte\\_rivera\\_feijoo.pdf](http://www.asocem.org.pe/bivi/re/dt/cons/transporte_rivera_feijoo.pdf).

Rojas Argüello, D. (2012). *Propuesta para la implementación de un procedimiento integral de inspección para proyectos de conservación vial que supervisa la empresa IASA*. Tesis de maestría. Universidad para la Cooperación Internacional, Costa Rica.

Salazar González, J. (2010). *Propuesta metodológica de administración e inspección de proyectos de conservación vial para la empresa consultora SALASA S.A.* Tesis de maestría. Universidad para la Cooperación Internacional, Costa Rica.

Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos. (1989). *Manual de diseño y construcción de pilas y pilotes*. (2ª. Edición). Distrito Federal: Autor.

Trejos, A. Estimación Julio. [Hoja de Microsoft Excel]. (2010). San Ramón.

