

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
<b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<b>F-AC-DBL-007</b>	<b>08-07-2021</b>	<b>B</b>	
Dependencia	Aprobado		Pág.	
<b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	<b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>		<b>1(71)</b>	

## RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

<b>AUTORES</b>	Yeisa Alejandra Torres Rodríguez		
<b>FACULTAD</b>	Facultad de ingeniería		
<b>PLAN DE ESTUDIOS</b>	Especialización en interventoría de obras civiles		
<b>DIRECTOR</b>	Esp. Ever Leonardo Ramírez Arias		
<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	Supervisión técnica en la construcción de puentes provisionales y obras de arte complementarias en proyectos de infraestructura vial de tipo terciara.		
<b>TITULO EN INGLES</b>	Technical supervision in the construction of temporary bridges and complementary works of art in road infrastructure projects of tertiary type.		
<b>RESUMEN</b> (70 palabras)			
<p>La interventoría es la encargada de ejercer funciones de control y vigilancia sobre las actividades necesarias para una adecuada ejecución del proyecto, se ejecute con los planos, especificaciones técnicas, estudios, costos y plazos establecidos, un cumplimiento, calidad y economía. En el caso de la construcción de puentes provisionales y obras complementarias, es necesario que el interventor conozca el proceso constructivo, especificaciones, regulaciones, y demás aspectos relevantes en este tipo de proyectos.</p>			
<b>RESUMEN EN INGLES</b>			
<p>The supervision is in charge of exercising control and surveillance functions over the activities necessary for an adequate execution of the project, in accordance with the plans, technical specifications, studies, costs and deadlines established, as well as compliance, quality and economy. In the case of the construction of bridges, provisions and complementary works, it is necessary that the auditor knows the construction process, specifications, regulations, and other relevant aspects in this type of projects</p>			
<b>PALABRAS CLAVES</b>	Supervisión, Construcción, Infraestructura, Puentes provisionales.		
<b>PALABRAS CLAVES EN INGLES</b>	Supervision, Construction, Infrastructure, Temporary bridges.		
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
PÁGINAS: 71	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:



**Supervisión Técnica En La Construcción De Puentes Provisionales Y Obras De Arte  
Complementarias En Proyectos De Infraestructura Vial De Tipo Terciara.**

**Yeisa Alejandra Torres Rodríguez**

**Facultad De Ingeniería, Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña**

**Esp. Ever Leonardo Ramírez Arias**

**Especialización En Interventoría De Obras Civiles**

**02 septiembre, 2022**

## Índice

Introducción.....	5
Capítulo 1. Generalidades: Tipos de puentes .....	7
1.1 Viga .....	7
1.2 Cerchas .....	9
1.3 Arco .....	11
1.4 Voladizo.....	12
1.5 Atirantado .....	13
1.6 Colgante.....	14
Capítulo 2. Supervisión y control técnico en obras en proyectos de puentes y obras complementarias.....	16
2.1 Control de Obra .....	16
2.1.1 <i>Responsabilidades y Objetivos del Supervisor del Proyecto</i> .....	17
2.1.2 <i>Seguimiento Diario del proyecto</i> .....	18
2.1.3 <i>Registro Fotográfico</i> .....	19
2.1.4 <i>Relación con el contratista</i> .....	19
2.1.5 <i>Derechos de vía</i> .....	20
2.1.6 <i>Cierre de carretera</i> .....	21
2.1.7 <i>Programa de salud ocupacional</i> .....	21
2.1.8 <i>Reglamentación de seguridad y salud industrial</i> .....	22
2.1.9 <i>reunión previa a la construcción</i> .....	23
2.1.10 <i>Garantía de calidad</i> .....	24
2.1.11 <i>Detalles alternativos</i> .....	24
2.2 Mantenimiento de registros y documentación.....	25
2.2.1 <i>Registros diarios</i> .....	25
2.2.2 <i>Informe semanal de construcción de puente</i> .....	26
2.2.3 <i>Informe y estimación de progreso mensual</i> .....	26
2.3 Diseño de la estructura y topografía del terreno.....	27
2.3.1 <i>Inspección inicial del sitio</i> .....	27
2.3.2 <i>Tolerancias dimensionales</i> .....	27
Capítulo 3. Materiales y componentes de los puentes.....	29

3.1	Instalación de pilotes .....	29
3.2	Encofrado.....	29
3.3	Barras de refuerzo.....	30
3.4	Concreto.....	30
3.5	Rodamientos .....	31
3.6	Vigas.....	32
3.7	Postensado .....	32
3.8	Relleno Granular.....	33
3.9	Tableros de Concreto.....	33
3.9.1	<i>Consideraciones de diseño</i> .....	34
3.9.2	<i>Rieles de regla</i> .....	35
3.9.3	<i>Mezcla de concreto</i> .....	40
3.9.4	<i>Manipulación y colocación del concreto</i> .....	40
3.9.5	<i>Enrasado</i> .....	41
3.9.6	<i>Acabado de concreto</i> .....	42
3.10	Terminación de obras .....	47
3.10.1	<i>Apertura y límites de velocidad en obras nuevas</i> .....	47
3.10.2	<i>inspección final</i> .....	47
3.10.3	<i>Registro</i> .....	47
3.10.4	<i>Registro de finalización</i> .....	48
3.10.5	<i>Planos de construcción</i> .....	48
3.10.6	<i>Datos de la planta de concreto y perfil según construcción</i> .....	49
3.10.7	<i>Planos de hincado de pilotes</i> .....	50
Capítulo 4.	Sistemas de calidad aplicados a vías y puentes .....	51
4.1	Contexto Histórico.....	51
4.2	Control de calidad durante la construcción .....	52
4.2.1	<i>Logro de calidad vial</i> .....	55
4.3	Sistemas de aseguramiento de la calidad para proyectos de vías terciarias .....	57
4.3.1	<i>Garantía de calidad</i> .....	58
4.3.2	<i>Validación de terceros</i> .....	58
4.3.3	<i>Normas ISO 9000</i> .....	58

4.4 Control de calidad en obras de construcción de carreteras.....	59
4.4.1 Requisito previo para el control de calidad de la construcción de carreteras .	60
4.4.2 Tipos de control de calidad .....	60
4.4.3 Control de calidad de materiales de construcción .....	61
4.4.4 Procedimientos de prueba .....	62
4.4.5 Capacitación en control de calidad.....	63
Conclusiones .....	64
Referencias .....	66

## Introducción

Por definición un puente es una obra que se construye para salvar un obstáculo dando así continuidad a una vía, suelen sustentar un camino, una carretera o una vía férrea, pero también puede transportar tuberías y líneas de distribución de energía (García, et al., 2014). Los puentes que soportan un canal o conductos de agua se llaman acueductos. Aquellos construidos sobre terreno seco o en un valle, viaductos. Los que cruzan autopistas y vías de tren se llaman pasos elevados (Andrade, et al., 2020) (Saracho, et al., 2016).

El interventor como figura encargada de supervisar la ejecución de contratos, es el encargado de velar por la calidad de la obra, que para el caso del trabajo planteado corresponde a puentes provisiones y obras complementarias sobre vías terciarias (Solórzano, et al., 2022). En este sentido, el interventor será el encargado de establecer una base para la relación con el Contratista y proporcionar una guía para la interpretación y aplicación la normatividad aplicable, el plan de aseguramiento de la calidad, y demás especificaciones del proyecto. Su funciones abarca las tareas de calidad previas a la licitación y antes de la construcción (prevención) y las tareas de calidad durante las operaciones (conformidad) (Gorbaneff, et al., 2011) (Calvo, 2017).

La planificación de garantía de calidad previa a la construcción incluye la revisión de los documentos del contrato, la inspección del sitio y la encuesta de confirmación para detectar problemas potenciales y buscar acciones correctivas antes de la construcción. Las tareas de calidad durante las operaciones incluyen encuestas de cantidad, hincado de pilotes, inspección previa al vertido, colocación de plataformas, evaluación de productos, revisión de materiales,

informes de calidad, mantenimiento de registros, auditoría de calidad y medidas correctivas. La actitud de hacer las cosas bien a la primera y el compromiso total con la calidad involucra a todos (Romero y Vargas, 2015).

Según lo anterior y considerando que la interventoría es la encargada de ejercer funciones de control y vigilancia sobre las actividades necesarias para una adecuada ejecución del proyecto, con el fin de que este se ejecute de acuerdo con los planos, especificaciones técnicas, estudios, costos y plazos establecidos, todo esto dentro del marco de cumplimiento, calidad y economía. Vemos entonces que en el caso de la construcción de puentes provisiones y obras complementarias, es necesario que el interventor conozca el proceso constructivo, especificaciones, regulaciones, y demás aspectos relevantes en este tipo de proyectos, es por ello por lo que se plantea esta monografía de compilación, para proporcionar un documento de consulta al interventor para ampliar su comprensión sobre el desarrollo de proyectos de este tipo.

## Capítulo 1. Generalidades: Tipos de puentes

Desde la historia más antigua registrada, el hombre moderno ha tratado de cruzar abismos. De hecho, hay un elemento de orgullo y función en la separación de características móviles como el agua y el tráfico por encima y por debajo el uno del otro. Los ingenieros han desarrollado durante mucho tiempo métodos especializados para diseñar muchos tipos de puentes, y todavía empujan los límites de las longitudes de los puentes, tramos, alturas y otras características.

Se pueden diferenciar entre 6 tipos de puentes principalmente que son:

### 1.1 Viga

La mayoría de los puentes de carreteras y ciudades están contruidos con vigas (vigas) que abarcan la abertura y el cruce de tráfico en una cubierta de puente.

La cubierta es un elemento plano y horizontal que transfiere la carga de tráfico a elementos largos y lineales debajo llamados vigas. Luego, las vigas transfieren la carga a miembros verticales llamados pilares (pilares en los extremos del puente) en cada extremo que la transfieren al suelo a través de pilotes o zapatas. Las vigas pueden ser simples, con vigas individuales que se extienden de muelle a muelle, o continuas a través de muchos pilares, pero la expansión y contracción debido a la temperatura requiere una junta aproximadamente cada 100 m.

Se pueden construir de cualquier longitud, anchura, tipo de cubierta o material, desde un pequeño puente de arroyo hasta un gran puente de carretera. Técnicamente, un tronco colocado a través de un arroyo es una viga.

No hay una restricción real en el número de vigas, el ancho, el tipo de cubierta o el tipo de barandilla. Todas las opciones se pueden construir con relativa facilidad con el costo siendo el único diferenciador importante.

Sin embargo, el tamaño de las vigas es un factor importante en el costo del puente. Como puede imaginar, cuanto más largo sea el tramo, más grandes deben ser las vigas y, por lo tanto, mayor será el costo por pie cuadrado de puente. Los puentes vehiculares requieren vigas significativamente más pequeñas que los puentes peatonales.

Idealmente, el número de muelles se mantiene al mínimo, sin embargo, si la abertura que se está atravesando es demasiado grande para un puente de un solo tramo, los muelles pueden introducir una compensación: los tramos más cortos permiten vigas más pequeñas, lo que reduce el costo, pero los muelles adicionales agregan un costo correspondiente.

### **Figura 1** Puente Viga



## 1.2 Cerchas

Las cerchas pueden ser muy estéticas y eficientes en la distribución de la carga a los miembros primarios.

Funcionan distribuyendo la carga de tráfico desde la cubierta del puente a los elementos laterales. Los miembros inmediatamente debajo del tráfico solo sirven para transferir esta carga a los bordes. Luego, a medida que el puente se flexiona, los miembros superiores de la armadura están en compresión y los miembros inferiores de la armadura están en tensión. En general, los miembros superior e inferior de la armadura transportan la mayor parte de la carga, y los miembros de refuerzo cruzado interior requieren significativamente menos capacidad de carga. Sirven principalmente para mantener la armadura unida.

En ese sentido, la armadura funciona como una viga muy alta (profunda). El tamaño de haz más eficiente es uno que es muy estrecho y alto, pero esto no siempre es práctico cuando el

haz está debajo del tráfico. Por lo tanto, una armadura permite que esta sección eficiente se mueva a los bordes donde puede maximizar su eficiencia.

Las cerchas generalmente están hechas de acero. Aunque se pueden construir cerchas de madera, la debilidad relativa de las conexiones limitaría los tramos de los puentes. Los materiales compuestos como la fibra de vidrio también se pueden usar, pero generalmente se han limitado a los puentes peatonales. La longitud máxima y la capacidad de carga están totalmente dictadas por el material.

Las cerchas casi siempre se pueden construir con una inclinación (curva vertical) para permitir un mayor flujo de agua o espacio libre debajo del puente.

Idealmente, las cerchas se fabrican en la planta y se entregan al sitio como una sola pieza. Sin embargo, en algunos casos, el puente es demasiado largo o en el campo y la armadura debe construirse en piezas y ensamblarse en el sitio. Las estructuras de acero tienen dos opciones para hacer las conexiones:

- Soldadura
- Apernado

**Figura 2** Puente en Cercha



### 1.3 Arco

Los puentes de arco pueden ser muy estéticos. Consisten en placas de acero corrugado o prefabricado de concreto sobre cimientos fundidos en el lugar, y requieren un relleno de buena calidad alrededor de la estructura. Pueden tener un muro de contención estético en la cara exterior, riprap de roca o simplemente hierba.

Los arcos pueden ser excelentes estructuras peatonales, pero no siempre son una opción. Dependiendo de la geometría del sitio, un arco puede requerir la importación de una gran cantidad de relleno de grava o puede ser una estructura muy larga y oscura para los peatones.

Los fabricantes de arcos generalmente incluirán el diseño de la estructura en sus precios. Sin embargo, no harán ningún diseño fuera del "sobre de relleno", los planos del sitio o similares. Si necesita algo más que un diseño estructural de la estructura y el relleno relacionado, sus requisitos de seguro los obligarán a declinar y deberá contratar a un ingeniero.

**Figura 3** Puente en Arco



#### **1.4 Voladizo**

Un voladizo es un artefacto de ingeniería en el que un elemento estructural se apoya en un extremo, pero no en el otro, como un trampolín. Del mismo modo, un puente en voladizo es aquel en el que los pilares del puente soportan el tramo del puente.

Los puentes en voladizo suelen ser cerchas grandes porque el voladizo requiere un fuerte apoyo para proyectarse a través del río o la carretera. A menudo hay un tramo medio apoyado por los voladizos, lo que requiere un voladizo aún más fuerte.

Los puentes en voladizo son raros, pero los ingenieros los llaman "puentes de largo envergadura" porque pueden abarcar distancias significativamente más largas que los puentes de viga o armadura simple.

**Figura 4** Puente en Voladizo



## 1.5 Atirantado

Este tipo de puente utiliza una torre de la que "cuelga" la superficie del puente. Los puentes atirantados utilizan un sistema similar a los puentes colgantes, sin embargo, es más básico: el puente está conectado directamente a una torre rígida a través de una línea de cables.

Los puentes atirantados son puentes de largo alcance y se pueden construir en tramos de hasta unos 500 m. De hecho, el puente peatonal más largo del mundo, el puente peatonal Bob Kerrey en Omaha, Nebraska, como puente atirantado.

Los puentes atirantados son muy atractivos y los usuarios tienden a amar la estética de la estructura.

**Figura 5** Puente Atirantado



## 1.6 Colgante

Finalmente, los vanos más largos del mundo han sido los puentes colgantes en los que el puente cuelga de grandes cables que se cubren entre pilares rígidos. El puente Golden Gate es el puente colgante más famoso.

Los puentes colgantes tienen las posibilidades de tramo más largo de cualquier puente, por lo tanto, el tramo de puente más largo del mundo es el puente colgante Akashi-Kaikyo en Kobe, Japón, con 1.991 m.

Los puentes colgantes generalmente se consideran muy estéticos, aunque su diseño y forma se derivan de la función en lugar de la forma.

**Figura 6** Puente Colgante



## **Capítulo 2. Supervisión y control técnico en obras en proyectos de puentes y obras complementarias**

### **2.1 Control de Obra**

El supervisor del proyecto es responsable de la administración de la construcción, la inspección del sitio, el mantenimiento de registros y la documentación del proyecto. Cuando el supervisor del proyecto sea asignado a un proyecto de puente, el director del proyecto proporcionará una copia de los planos y documentos del contrato, junto con las copias pertinentes de toda la correspondencia. Los supervisores de proyectos deberán informarse completamente sobre la naturaleza y el alcance del trabajo y la verdadera intención y significado de las especificaciones con respecto a todos los elementos del trabajo. Deberán estar completamente preparados para dar instrucciones y tomar decisiones con prontitud sobre cualquier pregunta planteada, excepto en los casos que deban remitirse al Gerente de Proyecto, Ingeniero Regional de Puentes, Ingeniero Geotécnico o Gerente de Construcción de Puentes/Sección de Construcción de Puentes para su decisión.

En los proyectos en los que la encuesta se relacionará con proyectos de nivelación adyacentes, el supervisor del proyecto se comunicará con el supervisor del proyecto de nivelación y verificará las líneas de ubicación y los puntos de referencia. Se debe realizar una verificación anticipada para confirmar que se aseguran los espacios libres especificados en las estructuras de separación a nivel y los cruces ferroviarios elevados. Se proporcionará al Contratista una cantidad suficiente de puntos y puntos de referencia. El Contratista es

responsable de los aspectos de "control de calidad" de las operaciones de construcción. El supervisor del proyecto deberá verificar la posición de los elementos de la subestructura antes de las operaciones de hincado de pilotes y deberá verificar la posición de todo el encofrado antes de verter el concreto en cada sección.

### **2.1.1 Responsabilidades y Objetivos del Supervisor del Proyecto**

a) El supervisor del proyecto deberá revisar los documentos del contrato antes de la licitación y tener un conocimiento completo de los documentos del contrato y otros datos pertinentes y será responsable de la "garantía de calidad".

b) El supervisor del proyecto deberá inspeccionar el sitio y realizar una encuesta de confirmación durante el período previo a la licitación.

c) El Supervisor del Proyecto y el Gerente del Proyecto convocarán una reunión previa a la construcción con el Contratista, el Ministerio y otras agencias.

d) El Supervisor del Proyecto deberá identificar los problemas potenciales con el proyecto y asesorar al Ministerio antes de la construcción.

e) El Supervisor del Proyecto se asegurará de que el trabajo se realice en estricta conformidad con los planos, las especificaciones, excepto donde lo permitan las variaciones autorizadas, y con prácticas de construcción bien establecidas, y brindará la asistencia adecuada al Contratista.

f) El Supervisor del Proyecto deberá auditar el diseño del Contratista, revisar los programas de doblado y realizar estudios de cantidad en el encofrado y el concreto en forma regular.

g) El Supervisor del Proyecto planificará con anticipación y trabajará con el Contratista para garantizar que todos los esfuerzos sean complementarios.

h) El Supervisor del Proyecto deberá realizar la inspección final mientras el Contratista aún se encuentre en el sitio.

i) El supervisor del proyecto deberá conocer los aspectos de seguridad

j) El Supervisor del Proyecto se asegurará de que todas las obras internas se construyan de acuerdo con las Disposiciones Especiales y especificaciones para la Construcción de Carreteras.

### ***2.1.2 Seguimiento Diario del proyecto***

El supervisor del proyecto mantendrá un diario actualizado sobre el proyecto y registrará los detalles del trabajo de cada día, el clima, las personas empleadas en los oficios especificados y los detalles y el uso del equipo en el sitio. Se mantendrán entradas separadas de los elementos anteriores para el trabajo realizado bajo la "Orden de Trabajo Extra" y se documentarán las

instrucciones verbales al Contratista. El diario del proyecto se llevará en un libro especialmente preparado titulado "Registro diario del proyecto". Las entradas se completarán diariamente y el diario se firmará al final del día tanto por el Supervisor del Proyecto como por el Superintendente del Contratista.

### **2.1.3 Registro Fotográfico**

Las fotografías pueden usarse para mostrar técnicas de construcción irregulares o únicas, ilustrar la aplicación de principios de ingeniería, situaciones controvertidas y vistas de "antes y después" de fallas o reclamos por daños. Unas veinte fotografías "As-Built" son esenciales para los registros de construcción de la Rama de Ingeniería de Puentes.

### **2.1.4 Relación con el contratista**

El Supervisor del Proyecto deberá utilizar un procedimiento cortés, profesional y ético al tratar con el Contratista. Una buena relación es esencial para obtener la cooperación del Contratista. Sin perjuicio de lo anterior, el Supervisor del Proyecto se asegurará de que el trabajo se realice en estricta conformidad con los principios de ingeniería aceptados y de acuerdo con los planos y documentos del contrato. El Supervisor del Proyecto deberá mantener una actitud impersonal, agradable y servicial hacia el Contratista y los empleados del Contratista. Es un activo importante asegurar la cooperación amistosa y el respeto de los empleados del Contratista mediante un trato justo y reconociendo y elogiando el buen trabajo. El Supervisor del Proyecto deberá tomar la actitud de que cualquier cambio sugerido es en beneficio de la obra, y NUNCA

se abusará de la autoridad conferida. Un buen comienzo es importante y la firmeza al comienzo del trabajo tenderá a evitar las "disputas" a lo largo de la duración del contrato. Las instrucciones se darán únicamente al representante autorizado del Contratista.

Sin embargo, en asuntos menores y de rutina, y en la medida en que lo convenga la organización del Contratista, se podrán dar instrucciones directamente a los trabajadores. Sin embargo, el Supervisor del Proyecto no actuará como superintendente ni desempeñará funciones para el Contratista, ni interferirá con la gestión del trabajo por parte del Contratista. Cualquier orden o instrucción importante que pueda resultar controvertida se confirmará por escrito con copia al Gerente de Proyecto. El Supervisor del Proyecto puede tratar directamente con los subcontratistas en la medida que convenga a la organización del Contratista. El Contratista es legalmente responsable por el desempeño de los subcontratistas. Toda correspondencia entre el Ministerio y el subcontratista deberá presentarse a través del Contratista General. Siempre que sea posible, las circunstancias que puedan conducir a un trabajo insatisfactorio se señalarán lo antes posible al Contratista para evitar el desperdicio de materiales y mano de obra.

### ***2.1.5 Derechos de vía***

Las operaciones de construcción se limitarán al derecho de paso de la carretera y de acuerdo con la reglamentación del instituto nacional de vías. El Supervisor del Proyecto recibirá copias de los acuerdos de derecho de paso, nombres y números de teléfono de los propietarios de las propiedades afectadas por el Gerente del Proyecto. El Gerente del Proyecto deberá asesorar al Supervisor del Proyecto sobre las propiedades actualmente en negociación por parte del

Negociador de la Propiedad. El Supervisor del Proyecto deberá estar plenamente informado de las condiciones del acuerdo, velar por su cumplimiento y contactar a los propietarios de los predios colindantes cuyos accesos se vean afectados. El Contratista es responsable de obtener accesos a la construcción y áreas de almacenamiento si estos están ubicados fuera del derecho de vía de la carretera.

### ***2.1.6 Cierre de carretera***

El Plan de Manejo de Tránsito presentado por el Contratista al Supervisor del Proyecto antes del inicio de la construcción deberá ser aprobado por el Gerente Distrital de Carreteras. El Supervisor del Proyecto debe asegurarse de que el control del tráfico esté de acuerdo con el plan aprobado y cualquier cambio requerido por las condiciones del sitio requerirá la aprobación del Gerente de Carreteras del Distrito o Representante del Distrito. Los cierres de carreteras deberán ser solicitados por escrito por el Contratista no menos de 7 días antes del cierre para su aprobación por parte del Gerente de Carreteras del Distrito. Una vez recibida la aprobación por escrito, la policía local, el departamento de bomberos, la ambulancia, la municipalidad, la junta escolar y el transporte público deberán ser notificados del cierre con al menos 72 horas de anticipación. El público deberá ser notificado por la radio y el periódico local por lo menos con 24 horas de anticipación. El Contratista es responsable de la notificación al Ministerio.

### ***2.1.7 Programa de salud ocupacional***

El Supervisor del Proyecto puede solicitar documentación adicional después de que el Contratista haya presentado el Programa de Seguridad y Salud Ocupacional precalificado junto con las revisiones y adiciones para las restricciones específicas del sitio en la reunión previa a la construcción. Cualquier demora o interrupción en el comienzo o progreso del trabajo en relación con la aceptación de las especificaciones del sitio para la implementación del Programa de Seguridad y Salud Ocupacional no se considerará como demora reembolsable a menos que el Supervisor del Proyecto acuerde lo contrario por escrito. Los requisitos anteriores son complementarios a las disposiciones de la Ley de la Junta de Compensación para Trabajadores.

### ***2.1.8 Reglamentación de seguridad y salud industrial***

El supervisor del proyecto revisará los siguientes componentes específicos del sitio que deberá preparar un ingeniero profesional y poner a disposición en el sitio por parte del contratista:

- a) Planos de encofrado.
- b) Detalles de desencofrado.
- c) Procedimientos de montaje.
- d) Procedimientos de instalación y remoción de redes de seguridad.
- e) Otra plataforma permanente de detención de caídas aprobada.
- f) Pasarela temporal sobre jácenas.
- g) Todos los detalles de la línea de vida.
- h) Fijación de líneas de vida a unidades de subestructura.
- i) Cimbra.

j) Andamios.

k) Demolición del antiguo puente.

### **2.1.9 *reunión previa a la construcción***

El Supervisor del Proyecto y el Gerente del Proyecto convocarán una reunión previa a la construcción que se llevará a cabo después de la adjudicación del contrato y antes de las actividades de construcción en el sitio. Todas las agencias con intereses creados en el proyecto serán invitadas a asistir y se mantendrá un registro de las actas de la reunión y se distribuirá a los participantes.

(i) Introducción (Discurso de bienvenida a los asistentes, expresión de felicitación al Contratista ganador, llenado de Hoja de Asistencia con nombres, agencias y números de teléfono y un breve resumen del Alcance de las Obras de Construcción).

(ii) Líneas de Comunicación (Confirmación del Representante del Ministerio y Supervisor del Proyecto del Ministerio, y el Superintendente del contratista, establecimiento de líneas de comunicación/correspondencia entre el Superintendente del Contratista y el Representante del Ministerio).

(iii) Administración del Contrato (Carta de Adjudicación).

(iv) Cronograma del Contratista (el Contratista explicará en el cronograma y la tabla propuestos el programa de Seguridad y Salud Ocupacional precalificado seguido de una revisión y discusión; y el Contratista presentará a los Subcontratistas).

(v) Cuestiones ambientales y servicios públicos

#### ***2.1.10 Garantía de calidad***

La práctica del aseguramiento de la calidad ha surgido en los últimos cinco años en el sector industrial. La función de aseguramiento de la calidad del Representante del Ministerio implica la revisión de los informes de control de calidad del Contratista y del Proveedor de manera regular y continua para garantizar que:

- El Contratista y el Proveedor están haciendo el control de calidad como se describe en sus procedimientos,
- Las no conformidades, cuando se identifican, se corrigen y documentan de acuerdo con el programa de control de calidad del Contratista,
- La estructura del puente terminado se ajusta a los requisitos del contrato. Los Representantes del Ministerio, a su discreción, realizarán pruebas de auditoría para verificar los resultados de las pruebas documentadas del Contratista o Proveedor.

#### ***2.1.11 Detalles alternativos***

El Supervisor del Proyecto deberá presentar por escrito al Ingeniero de Diseño para su aprobación cualquier variación propuesta en los detalles que se muestran en los Planos con el motivo de la variación y cualquier ahorro de costos o costo adicional. Se deberá obtener la aprobación por escrito del Ingeniero de Diseño antes de construir cualquier variación de los Planos.

## **2.2 Mantenimiento de registros y documentación**

Es importante registrar una actividad o conversación por escrito y no dejar estos eventos en la memoria. Es extremadamente difícil recordar eventos que han ocurrido hace cinco o seis años. Si una actividad o evento no se registra por escrito y hay un conflicto en esas posiciones, entonces el árbitro o el juez se encuentran en una posición difícil para determinar qué testigo es más creíble. Un buen mantenimiento de registros se basa en un registro justo e imparcial de hechos reales y no en especulaciones o denigración de personalidades. Los registros de hechos escritos de cualquier evento siempre serán preferibles a los recuerdos orales o la reconstrucción del evento. Si parece surgir una reclamación o disputa, esto debe registrarse con las otras partes. Las fotografías relevantes de cambios en el trabajo y las circunstancias que forman la base de un reclamo a menudo conducen a una resolución rápida de la disputa.

### **2.2.1 Registros diarios**

El Supervisor del Proyecto deberá mantener la documentación de los siguientes elementos según corresponda al Proyecto diariamente: a) Órdenes Diarias de Trabajo Extra b)

Registro telefónico. c) Bitácora de concreto detallando los parámetros materiales del concreto, la ubicación del concreto dentro de la estructura. d) Registro diario de colocación de materiales para obras viales que muestre el tipo de material y la ubicación. e) Diario de Proyecto (Formulario H.299). f) Documentación de elementos contenciosos g) Documentar y transmitir las solicitudes de cambio de diseño al Gerente de Proyecto. h) Registros de hincado de pilotes para cada pilote en la estructura que muestren el tipo de martillo, la clasificación de energía, el número de golpes y la profundidad

### ***2.2.2 Informe semanal de construcción de puente***

El informe semanal deberá ser presentado al Gerente de Proyecto/Ingeniero Regional de Puentes y copias al Director de Ingeniería de Puentes, Gerente, Precalificación de Contratistas y Gerente de Carreteras del Distrito inmediatamente al final de cada semana. Los comentarios sobre los aspectos de seguridad del desempeño del Contratista se incluirán en los informes.

### ***2.2.3 Informe y estimación de progreso mensual***

El Supervisor de Proyecto preparará las Estimaciones de Progreso Mensual y la documentación de la Suma Provisional y el Resumen de Trabajo Adicional como se indica en el Manual de Administración del Contrato y los enviará al Gerente de Proyecto para su autoridad de gasto. Las cantidades ingresadas bajo el encabezado "Este Estimado" serán conformes al Contratista y al Supervisor del Proyecto de acuerdo con las cláusulas de Cantidades y Pago en las Disposiciones Especiales. Las cantidades estimadas, una vez pactadas, no se modificarán. Las

Estimaciones de Progreso Mensual y la Estimación de Progreso final deben completarse y estar en manos de la autoridad de gastos correspondiente dentro de los siete días posteriores al final del mes. La autoridad de gasto adecuada suele ser el director del proyecto. Cuando se prevean diferencias superiores al 10% entre las cantidades estimadas y las cantidades pagadas finales, el Supervisor del Proyecto deberá presentar inmediatamente una explicación sobre las discrepancias al Gerente del Proyecto a medida que se hagan evidentes. Se informará al Gerente de Proyecto sobre los flujos de caja en proyectos más grandes y se mantendrá la documentación para la justificación del pago de cantidades adicionales.

### **2.3 Diseño de la estructura y topografía del terreno**

El Supervisor del Proyecto verificará a través de encuestas de auditoría la precisión de las dimensiones y elevaciones a medida que avanzan los trabajos de construcción.

#### ***2.3.1 Inspección inicial del sitio***

El supervisor del proyecto será responsable de la inspección inicial del sitio y realizará una encuesta de confirmación durante el período previo a la licitación. El Contratista asumirá toda la responsabilidad por el establecimiento y la disposición de la estructura

#### ***2.3.2 Tolerancias dimensionales***

Las tolerancias dimensionales se establecen según las especificaciones y manuales de INVIAS. Las distancias de la línea central de los grupos de pernos de anclaje deben tener una

precisión de  $\pm 10$  mm. Cualquier error mayor puede dar como resultado que la superestructura no se ajuste y, por lo tanto, requiera un ajuste difícil y costoso durante el montaje. Las distancias cara a cara de los muros de balasto deberán tener una precisión de  $\pm 13$  mm. Las elevaciones de los asientos del puente deben tener una precisión de  $\pm 5$  mm.

## Capítulo 3. Materiales y componentes de los puentes

El Supervisor de Proyecto desempeñará las siguientes funciones durante la inspección de materiales, instalación de componentes y montaje de vigas.

### 3.1 Instalación de pilotes

- Verifique el equipo: martillo, plomo y grúa. ·
- Verifique a los operadores para empalmes de soldadura, procedimientos de soldadura y certificación de soldadura. ·
- Verificar los certificados de la planta para el cumplimiento de los materiales. . ·
- Auditoría de registros de conducción de pilotes. ·
- Garantice la seguridad mediante la instalación de cabezales de pilotes temporales después de perforar diámetros grandes ·
- pilas de tubos de acero. ·
- Prepare el plano "Conforme a la construcción" para el "Registro típico de conducción de pilotes".

### 3.2 Encofrado

- Calcular cantidades detalladas para el pago. ·
- Garantizar el cumplimiento de los planos de encofrado de ingeniería proporcionados por el Contratista. ·

- Tabule las cantidades finales para el encofrado en los planos marcados "As Built".

### **3.3 Barras de refuerzo**

- Verifique los certificados del molino. ·
- Envíe muestras para la prueba. ·
- Verifique que las barras recubiertas con epoxi estén claramente etiquetadas con el nombre del fabricante, el imprimador y el sistema de recubrimiento utilizado y la fecha de producción. ·
- Revisar los certificados de prueba sobre el desempeño de los recubrimientos. ·
- Verifique el espesor mínimo del recubrimiento de 180 mm con calibres magnéticos o tipo lápiz (ver ASTM D-3963M). ·
- Revise las disposiciones especiales y audite los procedimientos de manejo y almacenamiento en el sitio para las barras recubiertas con epoxi. ·
- Revise las listas de pedidos y los diagramas de plegado. ·
- Verifique las ubicaciones y longitudes de los empalmes. ·
- Realice una verificación visual de los grados de las barras. ·

### **3.4 Concreto**

- Obtener la certificación del Contratista de que los agregados no son reactivos.
- Revisar los diseños de mezcla provistos por el Contratista, los cuales se prepararán de acuerdo con las Normas

- Asegúrese de que el Contratista siga las pruebas de control de calidad de asentamiento, contenido de aire, temperatura y densidad, registre la temperatura atmosférica, haga cilindros de prueba y entregue a la agencia de prueba designada para la mezcla de concreto proporcionada por el Contratista. ·
- Muestra y prueba Concreto diseñado por el Ministerio para cubiertas, diafragmas de cubiertas, parapetos, medianas y losas de acceso. · Asegurar la calibración de los equipos de la planta dosificadora. ·
- Asegúrese de cumplir con los requisitos para "Concreto en clima cálido" en las Especificaciones estándar

### **3.5 Rodamientos**

- Verifique la impresión del número de marca, la fecha de fabricación y el nombre del fabricante en la cara de los rodamientos ·
- Asegúrese de que los rodamientos elastoméricos hayan sido probados de acuerdo con las especificaciones. ·
- Verifique el recubrimiento requerido de elastómero de 5 mm para las placas de refuerzo de acero superior e inferior. ·
- Compruebe si hay grietas en el elastómero y si hay protuberancias o hendiduras irregulares o excesivas bajo cargas verticales. ·
- Rodamientos Metálicos - Comprobar si hay averías en el sistema de protección de la pintura y ·
- deformación de las placas de metal.

### **3.6 Vigas**

- Asegúrese de que los planos y procedimientos de montaje (y transporte) hayan sido preparados y sellados por un ingeniero profesional
- Asegúrese de que el ingeniero de inspección e instalación de la planta haya recibido los planos y los procedimientos de montaje. ·

### **3.7 Postensado**

- Revisar los procedimientos para la secuencia de elevación y las pruebas de los cubos de lechada, y la lista de equipos presentados por el Contratista al menos tres semanas antes del postensado. ·
- Los conductos tubulares con paredes de concreto se deben enjuagar con agua limpia antes de la inyección de lechada. ·
- Los ductos para tendones externos se deben enjuagar con agua limpia a presión para verificar si hay fugas y bloqueos, seguido de aire comprimido sin aceite antes de la inyección de lechada. ·
- Los revestimientos metálicos de los conductos internos se deben enjuagar para limpiar materiales extraños o se debe usar aire comprimido sin aceite para comprobar si hay obstrucciones.

- Asegúrese de que los conductos permanezcan abiertos durante la lechada de las llaves de corte. (por ejemplo, instalando tubería de plástico a través del conducto a medida que se erigen las vigas).

### **3.8 Relleno Granular**

- Asegurar la construcción y compactación en capas horizontales sucesivas que no excedan los 150 mm de espesor suelto de acuerdo con las Especificaciones.
- Revisar los resultados de las pruebas de compactación del relleno.

### **3.9 Tableros de Concreto**

Se pueden construir tableros de puentes de concreto de "desplazamiento suave" y los principios fundamentales que se aplican en la construcción de pavimentos de "desplazamiento suave" en pendiente también se aplican al pavimento sobre estructuras.

Estos fundamentos pueden enunciarse brevemente de la siguiente manera:

1. Precisión en las formas de montaje y rieles firmemente apoyados.
2. Mezcla y consistencia apropiadamente proporcionadas en el concreto.
3. Correcto manejo y colocación de la mezcla de concreto.
4. "Desenrasado" uniforme o enrasado.
5. Bordes rectos por acabadores de pavimento experimentados.
6. Texturizado uniforme.

7. Acabado adecuado en las áreas de canaletas para drenaje.
8. Curado adecuado.

La comprensión y la cooperación por parte del Diseñador, el Supervisor del Proyecto y el Contratista son esenciales para un trabajo satisfactorio. El punto de partida es un diseño estructural preciso y especificaciones adecuadas con respecto a los materiales, mezcla de concreto y métodos para el manejo, colocación y acabado del concreto. Se pondrá un énfasis considerable en la necesidad de equipo suficiente y adecuado y acabadores experimentados en la producción de tableros de puentes de acuerdo con las especificaciones.

El Supervisor del Proyecto, el Supervisor de la Plataforma del Puente y el Contratista se reunirán por lo menos seis semanas antes de la construcción de la plataforma y determinarán:

1. El tipo y ajuste de los soportes o rieles de la regla.
2. Equipo a utilizar.
3. Origen de los agregados.
4. Aditivos a utilizar.
5. Ubicación de la planta dosificadora.
6. Procedimiento de colocación, acabado y curado del concreto.
7. El número y calificación requeridos de trabajadores.

### **3.9.1 Consideraciones de diseño**

El Diseñador deberá incorporar características que faciliten la construcción de la cubierta y así contribuir a una mejor superficie de rodadura. Siempre que sea posible, el riel de la regla se ubicará sobre un larguero o viga. Los diques finales serán ajustables a la elevación final en el campo. La cartela variará en profundidad entre la parte superior de la viga y la parte inferior de la losa hasta la plataforma para garantizar que se logre el espesor de diseño de la losa. Los planos deberán mostrar la secuencia de carga y las deflexiones calculadas debido a la carga muerta de la losa. Las juntas longitudinales se considerarán en cubiertas de varios carriles y se alinearán con el borde del carril de la calzada (es decir, la junta no se ubicará en la trayectoria de las ruedas).

### **3.9.2 Rieles de regla**

Los rieles de la regla se colocarán en un nivel real y uniforme, ya que determinan la superficie longitudinal del concreto. Las combaduras y deflexiones se calcularán cuidadosamente antes de colocar los rieles de la regla. Después del montaje de los miembros estructurales, se correrán perfiles en cada viga. Esto se hará cuando tanto la brida superior como la inferior tengan la misma temperatura. Particularmente con el acero, se producen grandes variaciones en las secciones profundas cuando el sol calienta el ala superior mientras que el ala inferior está a la sombra y se enfría aún más por su proximidad al agua. Las lecturas de elevación tomadas mientras los miembros estructurales están en "desequilibrio térmico" producirán resultados precisos solo si se aplican bajo las mismas condiciones de "desequilibrio térmico". Sin embargo, los valores obtenidos de un miembro "térmicamente neutro" pueden volver a aplicarse a ese miembro cuando esté térmicamente desequilibrado haciendo un ajuste medido en el momento de la aplicación. El procedimiento es el siguiente:

### ***A. Cálculos***

1. Las elevaciones superiores del larguero se toman en las estaciones de colocación de la regla durante una condición térmicamente neutra (nublado). Marque las ubicaciones de "disparo".

2. Los ajustes de la regla y las alturas de las cartelas son calculados por Bridge Engineering Branch o Design Consultant. Se ha ideado un formulario sencillo para facilitar la transmisión de información. El croquis del plano adjunto muestra las ubicaciones de los disparos y estas hojas se envían al supervisor del proyecto por duplicado con los planos de la plataforma por parte del diseñador. Las columnas se explican por sí mismas y deberían eliminar malentendidos relacionados con la ubicación y la orientación.

3. Se devuelve al diseñador un conjunto de formularios que contienen la configuración de la regla y las alturas de las cartelas, quien determinará la pendiente final del diseño, la configuración de la regla y las alturas de las cartelas.

4. Los encofrados se instalan en relación con las alturas de cartela calculadas y, por lo tanto, en relación con la parte superior de los largueros y los rieles de la regla. Los rieles de la regla son paralelos para establecer las formas de la plataforma (teóricamente).

### ***B. Reglas de colocación (cualquier condición térmica)***

1. Calcule las elevaciones de grado de acabado de diseño para cada punto de ajuste del riel de la regla, corregido por la deflexión de carga muerta.
  
2. Ajuste para la condición térmica presente volviendo a verificar las elevaciones de los largueros contra los valores originales tomados durante las condiciones térmicamente neutrales. Sume o reste la diferencia a la elevación de la regla en cada punto de ajuste
  
3. Proceda a establecer la elevación de cada punto de ajuste del riel de la regla con la máquina de cubierta sobre los rieles. La máquina de cubierta debe cargarse con un peso equivalente al peso de la plataforma de concreto sostenida por el soporte de encofrado saliente y el peso del operador de la máquina de cubierta para tener en cuenta cualquier desviación de los soportes del riel.
  
4. Establezca la altura final de la máquina para plataformas (usando los ajustes de las patas) para obtener el grosor de la plataforma de diseño.
  
5. Vuelva a hacer funcionar la máquina cargada a través de los rieles de la regla fijados para verificar la cubierta de la barra de refuerzo y el grosor de la plataforma.
  
6. Realice los ajustes necesarios para formar los soportes colgantes a fin de garantizar que se mantenga la cobertura mínima de las barras de refuerzo.

El riel de la regla debe revisarse a ojo para que tenga una superficie lisa sin irregularidades menores. Las máquinas de acabado deben operarse sobre rieles temporales apoyados en miembros estructurales solo si estos están fuera de las caras internas del bordillo. Alternativamente, el encofrado de bordillo debe construirse para acomodar el peso adicional de la máquina sin causar deflexión. Los soportes de los rieles de la regla deben tener un soporte lateral positivo y deben tener una separación que no exceda los 1,2 metros. Las soleras se colocarán en toda la longitud del puente antes de la colada del concreto. Los soportes de raíles de enrasado también sirven como soportes para puentes de trabajo. La comprobación final de pendiente se realizará con los raíles que soportan la máquina. Cada bloque de mamparo y junta de expansión debe verificarse para determinar el grado con la máquina de "instalación", antes de la fundición de las secciones adyacentes.

### ***C. Longitudes de transición y ajustes en las bisagras***

Las transiciones son necesarias para proporcionar un cambio gradual en la curvatura de una trayectoria recta a una circular; y proporcionar cierto grado de comodidad al conductor durante el cambio en el desnivel de la calzada. Por la tangente y hacia la S.T. (tangente a espiral) o S.T., se recomienda una tasa de cambio de 1:400 de una sección coronada al 2% a una sección nivelada; y una tasa de cambio de 1:200 dentro de la espiral desde un nivel hasta una sección peraltada del 2%. Por uniformidad, la Subdivisión de Ingeniería Vial ha recomendado una longitud de transición L1 de 30 metros y 60 metros para dos y cuatro carriles respectivamente a la T.S.; y una longitud de transición dentro de la espiral desde un nivel hasta una sección peraltada del 2%. Las transiciones se utilizarán en puentes ubicados en curvas horizontales para

efectuar cambios graduales de secciones coronadas o niveladas a secciones peraltadas. En tableros de puentes donde el perfil de la corona se modifica para adaptarse al peralte, se requerirá atención especial para las "configuraciones" de la máquina de acabado.

Es esencial que la bisagra en el marco de la máquina de acabado se coloque en la línea central de la calzada. El ajuste de peralte se puede realizar entonces únicamente con esta bisagra. El procedimiento es el siguiente:

1. Coloque los rieles del enrasado en relación con el nivel del concreto terminado en los bordillos.
2. Reduzca la corona en el marco de la máquina a cero y coloque las pistas del carro paralelas al eje longitudinal de los miembros principales del marco.
3. Estire las cuerdas de albañil de extremo a extremo de la máquina en el miembro principal delantero y trasero y sobre el riel del carro. Estas líneas deberán ser equidistantes sobre los rieles de la regla y también los extremos de las vías del carro.
4. Mida la distancia vertical "D" desde las líneas hasta la parte superior de las vías del carro sobre los rieles de la regla. Los extremos de las vías del carro deben permanecer a una distancia constante de los rieles de la regla y, por lo tanto, de la superficie de concreto terminada.

5. Reste la corona de diseño, "C", de esta distancia medida y establezca la parte superior de la vía del carro  $(D-C) = "X"$  desde la línea de la cuerda en la línea central de la calzada. Esto se hace ajustando la disposición de las bisagras en el marco principal de la máquina. La corona de diseño ahora será sostenida por la máquina de acabado.

6. Diseñe la transición L1 para efectuar un cambio gradual de la sección coronada al 2 % a una sección nivelada desde el borde exterior de la plataforma hasta la línea central de la plataforma. Coloque la segunda transición L2 desde el nivel hasta la sección coronada al 2 % dentro de la espiral

7. El ajuste máximo recomendado en la bisagra es de 3 mm para las distancias incrementales recorridas calculadas de la máquina de acabado.

### **3.9.3 Mezcla de concreto**

Un concreto uniforme es un requisito previo para un pavimento de "marcha suave". La composición, trabajabilidad y asentamiento se especifican en las Disposiciones Especiales. El contenido de agua se mantendrá al mínimo y nunca se excederá la relación agua/cemento especificada. Si la plasticidad necesaria requiere agua en exceso de la especificada, se agregará cemento adicional de manera juiciosa para mantener la relación agua/cemento especificada.

### **3.9.4 Manipulación y colocación del concreto**

La esencia del concreto fácil de manipular es la "frescura". Es preferible mezclar en el sitio y no se debe usar concreto de más de 45 minutos, incluido el tiempo de dosificación, transporte y descarga, en las cubiertas de los puentes. El concreto se colocará lo más cerca posible de su ubicación final. Se utilizarán palas o rastrillos para mover el concreto, pero no se permitirá el uso de palas vibratorias. El concreto se colocará en un frente de ancho completo en una franja de aproximadamente 0,75 metros de ancho y se utilizará un enfoque sistemático. El concreto será colocado, rastrillado y nivelado con palas según sea necesario, vibrado y luego terminado. Si el concreto vibrado tiene que ser "caminado", las huellas deben volver a vibrarse.

Se debe establecer un patrón de vibración, como insertar el vibrador verticalmente en una cuadrícula de 0,3 metros, sostenerlo en un tiempo, retirarlo en dos tiempos y luego volver a insertarlo. Se requiere atención especial al vibrar el concreto en la vecindad de las interfaces de tiras de concreto adyacentes. Estas áreas deberán ser completamente consolidadas para eliminar el desarrollo de concreto poroso. El supervisor del proyecto deberá insistir en que solo un trabajador instruido y capacitado realice la vibración. El borde delantero del concreto se mantendrá recto y el sistema funcionará simultáneamente en tres etapas, a saber, (i) colocación, (ii) consolidación y (iii) acabado.

No es aconsejable adelantarse demasiado en la colocación del concreto, ya que siempre existe la posibilidad de fallas en el equipo o fuertes lluvias. Se recomienda una distancia máxima de un metro.

### **3.9.5 Enrasado**

Las máquinas de acabado se deben mover lentamente y en incrementos uniformes a lo largo de los rieles que han sido colocados con precisión y sostenidos de manera segura. La colocación del concreto se realizará paralelamente a la máquina de acabado. Las reglas deberán enrasar todo el ancho del pavimento en una sola operación. En pavimentos de varios carriles, puede ser posible instalar una junta de construcción longitudinal.

Está prohibido caminar sobre el concreto después de la operación de alisado, ya que empuja hacia un lado el árido grueso y deja una bolsa de mortero. Las bolsas de mortero, a menos que se llenen adecuadamente, se desgastan más rápidamente y son más absorbentes.

### **3.9.6 *Acabado de concreto***

Se requiere una cantidad mínima de acabado manual cuando el concreto se diseña, mezcla, coloca y alisa con máquina correctamente. Las áreas de superficies abiertas se cerrarán con una llana de madera de un puente de trabajo y se texturizarán inmediatamente. Una textura gruesa es necesaria para la resistencia al deslizamiento y al desgaste. Las superficies de concreto se mantendrán continuamente húmedas mediante métodos y procedimientos de curado aceptables. Se utilizará un segundo puente de trabajo para aplicar arpillera húmeda y lámina de polietileno tan pronto como el concreto haya fraguado lo suficiente. Se utilizará la "prueba del tacto" y si el mortero se pega a los dedos, no será conveniente colocar la arpillera. Si existe una situación de secado, la superficie debe mantenerse húmeda con boquillas de nebulización.

El tipo de boquillas que se pueden obtener en las tiendas de jardinería son ideales, pero no se debe usar la variedad de "manguera contra incendios". Si se observan vacíos en la

superficie durante la colocación de la arpillera, los lugares afectados se rellenarán al día siguiente barriendo los vacíos con lechada de arena/cemento. El simple enrasado del concreto fresco y la aplicación de una textura de superficie no son adecuados para terminar un pavimento que se espera que tenga una superficie "suave".

Es importante proporcionar un diseño y especificaciones adecuadas, y el Supervisor del Proyecto y el Contratista revisarán los aspectos relacionados con los equipos y procedimientos esenciales para la pavimentación. Una planificación cuidadosa garantizará que se cumplan los requisitos y se garantizarán más plenamente los mejores resultados al realizar el trabajo. 6.09

Equipo Las herramientas requeridas para las pruebas de concreto son:

- Cono de asentamiento ·
- Medidor de incorporación de aire ·
- Medidor rápido de humedad ·
- Básculas de plataforma ·
- Baldes Fortex ·
- Palas ·
- Termómetro ·
- Moldes de cilindros ·
- Moldes de transporte de cilindros ·
- Psicrómetro de eslinga

Cualquier flujo de agua que se transporta de tal manera que la superficie superior está expuesta a la atmósfera se define como flujo de canal abierto, este tipo de flujo incluye canales, zanjas, canales de drenaje, alcantarillas y tuberías en condiciones de flujo parcialmente completo. La hidráulica de un canal abierto puede ser muy compleja, abarcando muchas condiciones de flujo diferentes, desde un flujo uniforme en estado estacionario hasta un flujo inestable que varía rápidamente. La mayoría de los problemas en el drenaje de aguas pluviales involucran estados de flujo uniformes, que varían gradualmente o que varían rápidamente (Liu, Li y Smits, 2019).

El flujo uniforme constante es el flujo más comúnmente tratado en la hidráulica de canal abierto, en el que la profundidad del sedimentación y flujo permanece constante durante el intervalo de tiempo estudiado. Los cálculos para un flujo uniforme y que varía gradualmente son relativamente sencillos y se basan en supuestos similares (por ejemplo, líneas de corriente paralelas). Sin embargo, los cálculos de flujo que varían rápidamente (por ejemplo, saltos hidráulicos y flujo sobre aliviaderos) pueden ser muy complejos y las soluciones son generalmente de naturaleza empírica (Keramaris, 2017).

Los canales abiertos se pueden clasificar como naturales o diseñados (artificiales). Los canales naturales incluyen todos los cursos de agua tallados y moldeados por el proceso de erosión y transporte de sedimentos. Los canales diseñados son aquellos construidos por esfuerzos humanos (Castellanos et al, 2017).

Las interacciones entre las plantas, la hidráulica de flujo y los procesos físicos de sedimentación son complejas e interconectadas. La presencia de vegetación induce fuerzas de arrastre adicionales y altera el campo de flujo, afectando los perfiles de velocidad vertical y las características de turbulencia (Stephan y Gutknecht 2002; Righetti 2008; Nepf, 2012; Siniscalchi et al., 2012; Sukhodolov y Sukhodolova 2012; Nikora et al. 2013). Las fuerzas de arrastre vegetativo aumentan la resistencia al flujo, disminuyendo así las velocidades medias del flujo y elevando los niveles de agua (Nikora et al.2013; Nepf 2012; Aberle y Järvelä 2013). Además, la vegetación influye notablemente en el esfuerzo cortante del lecho y por lo tanto, la vegetación afecta el transporte neto de sedimentos y los patrones espaciales de erosión y deposición de sedimentos finos y gruesos (Zong y Nepf 2011).

Los efectos inducidos por la vegetación en los procesos físicos de sedimentación modifican la morfodinámica y la morfología de los canales (Curran y Hession 2013). Por ejemplo, se ha encontrado que la vegetación controla el retroceso de los bancos a escala local, el ancho y la profundidad y las propiedades a escala de la forma en planta.

Ahora bien, las estructuras de drenaje controlan el sistema de flujo de agua de lluvia para que corra de manera segura por las calles, giros de áreas rígidas, alcantarillas, unión de canales, estructura de cascada, puentes, cables de agua, bombas y compuertas. En el caso de los Box Culvert están contruidos para llevar el flujo de agua debajo de otra vía fluvial (generalmente canales), calles o vías férreas. Estas estructuras también se utilizan para hacer correr pequeños ríos o como parte del drenaje o alcantarillado de la calle (Muste y Xu, 2017).

El drenaje dentro del box culvert necesita la energía para empujar el agua a través de él, la energía es la diferencia entre el nivel de la superficie del agua en la cabecera y aguas abajo del box. La profundidad de la superficie del agua en la cabecera que se mide desde la base de entrada es el grado de aumento del agua y la energía disponible afectará el flujo (Xu et al, 2019). En estas estructuras así como en otros tipos de canales el transporte de sedimentos comienza cuando las fuerzas de corte aplicadas por el flujo superan el peso de la partícula, es el inicio del movimiento. Luego, dependiendo de las condiciones hidrodinámicas y las características del sedimento, las partículas se mueven en forma de carga de lecho o carga suspendida.

El transporte de sedimentos a través de las estructuras de alcantarillado como los box culvert se ha reconocido como un problema durante muchos años (Muste y Xu, 2017). La variedad y complejidad del problema del paso de sedimentos sigue siendo un desafío. En general, el conocimiento actual sobre los procesos de sedimentación en alcantarillas está fragmentado y la literatura sobre este tema es escasa. Más recientemente, sin embargo, la intensificación de los cambios en el uso de la tierra (a través de una intensa agricultura y

urbanización) y el impacto del cambio climático hace que esta sea un área crítica de investigación.

### **3.10 Terminación de obras**

#### ***3.10.1 Apertura y límites de velocidad en obras nuevas***

La apertura de la estructura al público viajero es responsabilidad del Project Manager. El Supervisor del Proyecto mantendrá informado al Gerente del Proyecto/Ingeniero Regional de Puentes sobre la fecha en que la estructura esté disponible para el tráfico.

#### ***3.10.2 inspección final***

La inspección final se llevará a cabo de conformidad con las especificaciones del Contrato de Construcción. Se presentará al Gerente de Proyecto un informe que resuma la inspección, anotando cualquier cambio o defecto. El equipo final de inspección conjunta estará compuesto por el Supervisor del Proyecto, el Gerente del Proyecto, el Ingeniero Regional de Puentes, el Gerente de Área de Puentes y el Gerente de Construcción de Puentes.

#### ***3.10.3 Registro de finalización***

En el plazo de un mes desde la finalización del proyecto de construcción, se reunirán y entregarán al Gerente del Proyecto dos copias de la documentación del "Registro del Proyecto" que contenga la siguiente información con un índice y un resumen narrativo:

- a) Descripción del proyecto.
- b) Resumen de costos del proyecto.
- c) Ejecución del contratista (máximo dos párrafos).
- d) Resumen de los pagos totales del proyecto.
- e) Resúmenes y copias de Trabajo Extra y Órdenes de Cambio.
- f) Fotografías de la construcción (máximo 20).
- g) Un registro completo de toda la colocación de concreto resumido en un "Informe de inspección de concreto" estándar (Formulario H47).
- h) Resumen de la colocación de material para obras viales.
- i) Un registro de conducción completo para todos los pilotes.

#### ***3.10.4 Registro de finalización***

El Supervisor del Proyecto coordinará la distribución de los planos de trabajo. El supervisor del proyecto debe asegurarse de que el ingeniero de instalación e inspección de la planta reciba tres copias revisadas de todos los planos de trabajo para facilitar la inspección de la planta durante la fabricación y para enviar los archivos a la sucursal de ingeniería de puentes para futuras microfilmaciones.

#### ***3.10.5 Planos de construcción***

Al finalizar la construcción, el supervisor del proyecto deberá presentar impresiones marcadas de todos los planos del contrato que muestren los cambios de construcción; cantidades tabuladas finales para encofrado, concreto, barras de refuerzo sin recubrimiento, barras de

refuerzo recubiertas de epoxi y estructuras de acero; y planos adicionales sobre "Datos de concreto de la plataforma y perfil según construcción" y "Registro de hincado de pilotes típico" para el ingeniero de construcción de puentes, rama de ingeniería de puentes. En el caso de que no se hayan realizado cambios durante la construcción y los planos de construcción no se envíen a la Rama de Ingeniería de Puentes, el Supervisor del Proyecto informará al Ingeniero de Construcción de Puentes por escrito. Los planos de construcción deberán mostrar en detalle cualquier diferencia entre los planos del contrato y la estructura real.

Todas las diferencias se mostrarán en rojo en las impresiones de los planos del contrato. Por ejemplo, se registrarán las diferencias en elevaciones, dimensiones, refuerzos, etc. Además, la holgura real en cada junta de dilatación y la distancia entre el extremo de los largueros y las paredes de balasto del pilar se registrarán junto con la temperatura atmosférica en el momento de la medición. Cada plano de construcción deberá ser fechado y rubricado por el Supervisor del Proyecto, indicando que se ha realizado una revisión de la hoja. Se enviará una copia de la carta de presentación al Gerente del Proyecto.

### ***3.10.6 Datos de la planta de concreto y perfil según construcción***

Los datos de la plataforma de concreto y la información del perfil según construcción se presentarán en un dibujo estándar reproducible de tamaño completo de 600 mm x 800 mm y deberá incluir:

- a) Diseño y ajustes de la mezcla de concreto

b) Un croquis de la plataforma que muestre la dirección y extensión de la colocación de concreto de cada día.

c) Datos concretos para cada carga entregada al sitio: i) Número y volumen de la carga ii) Hora de llegada y hora en que se vació el camión iii) Temperatura, asentamiento, % de aire y peso unitario iv) Identificar dónde se coloca cada carga v ) Describa cualquier cambio en las condiciones

d) Resistencias de los cilindros de concreto

e) Una tabla de elevaciones de la cubierta (diseño, según construcción y la diferencia), a intervalos de 3 metros, a lo largo de la línea central de la calzada y 0,3 metros de desplazamiento de las líneas de acera.

### ***3.10.7 Planos de hincado de pilotes***

Los formularios de registro de hincado de pilotes para al menos un pilote en cada estribo y pila deben colocarse en un dibujo estándar de tamaño completo de 600 mm x 800 mm. Se incluirán formularios de registro adicionales cuando un pilote no sea representativo de todos los pilotes en una subestructura dada.

## Capítulo 4. Sistemas de calidad aplicados a vías y puentes

### 4.1 Contexto Histórico.

Desde los primeros días, para resistir la lucha con la naturaleza, incluso cuando se realizaban las tareas más simples, apareció la necesidad de planificar, organizar, administrar la calidad de los productos y servicios. En un principio el hombre lo hizo de manera intuitiva, luego por su experiencia y últimamente tiene una base completamente científica. En el período prehistórico el hombre fundó el control de calidad, que se basaba en la experiencia pero que más tarde alcanzaría el nivel de una disciplina científica en el curso del desarrollo, sin la cual la sociedad humana no puede desarrollarse eficazmente. La Gestión de Calidad Total es un enfoque contemporáneo para la mejora de la calidad y representa los esfuerzos adicionales de una empresa para satisfacer la creciente demanda de los clientes. Es una nueva filosofía empresarial que es al mismo tiempo una ciencia y una habilidad, y está conectada con el esfuerzo de la humanidad por sobrevivir en la lucha constante llamada vida (Martinez y Kadi, 2019).

En nuestro país, así como en muchos otros países que enfrentan la animación del mercado comercial, la mejora de la calidad comenzó a ser tratada masivamente por varias empresas económicas y no económicas. Eso era de esperar, porque el negocio comercial es inseparable de la gestión de la calidad, como es inseparable de la gestión. Puede decirse que un negocio de mercado eficaz no puede existir sin los métodos contemporáneos de gestión de la calidad. En la práctica de la ingeniería civil, la gestión de la calidad encontró la gran y significativa aplicación desde los primeros días de su existencia, lo que podría esperarse si se toman en cuenta las inmensas finanzas que esta rama de la economía emplea para la realización

de los proyectos de inversión. Se puede decir que la gestión de la calidad es una herramienta indispensable y universal de la ingeniería civil contemporánea (Martinez y Kadi, 2019).

La gestión eficaz de la calidad es necesaria para el funcionamiento normal de cada sistema en una empresa, pero también para la empresa en su totalidad. Junto con la progresiva especialización de los ejecutivos de determinados procesos productivos en la ingeniería civil, las actividades más complejas asignadas a los ejecutivos, mayor abanico de actividades y mayor número de personas en las empresas que se dedican a la preparación y ejecución de un trabajo. La gestión de la calidad se vuelve cada vez más importante. La gestión de la calidad o la gestión de la calidad total es una disciplina científica ineludible y la habilidad en muchas ramas económicas y no económicas (Martinez y Kadi, 2019).

#### **4.2 Control de calidad durante la construcción**

El material para la construcción de carreteras y el proceso de construcción se controla antes de que aparecieran las normas de la serie ISO 9000. El control de calidad del material se ejecuta en diferentes períodos de la construcción de la carretera en diferentes períodos de tiempo de construcción. Estos controles de materiales tienen su lugar en el sistema de compras de calidad. Ha sido regulado por las normas ISO 9001, 9002 y 9003 las cuales están dedicadas a la aceptación previa de los materiales, coordinación de los procedimientos, exámenes de aceptación y equipos de prueba.

Los programas de control deben introducirse en los procedimientos operativos o en los planes de calidad del proyecto. El material puede usarse solo después del resultado positivo del control ejecutado antes de la instalación en la construcción. En el curso de la construcción, se realiza la supervisión y el control de los procedimientos de construcción establecidos, lo que verifica la coincidencia con los requisitos estandarizados. Al final, el control se realiza para determinar si se han ejecutado todas las pruebas establecidas para el control de materiales en el desarrollo de la construcción de la carretera.

Los planes de control de la estructura vial deben contener:

- Control y prueba de los materiales enviados inmediatamente antes de la construcción (certificado de material, control en el lugar de producción y en el sitio de construcción);
- Control y prueba de tramos de vías en las diferentes fases de construcción;

Esos controles y pruebas se ejecutan en tres niveles separados:

El primer nivel de control lo realiza el fabricante, y es el control interno o autocontrol. En el dominio del sistema de calidad, la mayor parte de la verificación de la calidad se transfiere al contratista. El cual está obligado a probar, en el curso de la construcción y después de ella, que las obras han cumplido con todos los requisitos del contrato. Los resultados del autocontrol representan los datos de entrada para el control de calidad;

El segundo nivel de control lo ejerce el inversionista, representado por el órgano de control. El órgano de supervisión ejecuta controles y pruebas en el curso de la construcción, y presta especial atención a los puntos "vulnerables". Los puntos vulnerables deben estar definidos con precisión por el contrato y los planes de control. Luego de obtener los resultados positivos del control y testeado de los puntos vulnerables, el órgano de control aprueba con su firma la continuación de las siguientes actividades. En caso de resultados negativos, es necesario corregir los defectos, y después de adquirir los resultados positivos de control continuar las actividades en el objeto; y

El tercer nivel de control es el llamado control externo, realizado a través de los laboratorios independientes. Tienen que estar autorizados por las instituciones estatales para esa actividad.

Para cada prueba es necesario definir:

- las actuaciones que deben proporcionarse,
- tolerancia permitida,
- criterios de admisión,
- métodos de prueba y medición,
- equipo necesario, y
- requisitos con respecto a la precisión de la medición.

Los métodos de medición pueden ser emitidos por las diferentes organizaciones: método estándar internacional; método nacional; métodos responsables de gestión vial; y los métodos

comúnmente aprobados por la administración vial, las oficinas de diseño, los fabricantes de materiales, los ejecutivos de la construcción y los investigadores. Cabe señalar que en la construcción de carreteras en los últimos años se está desarrollando una nueva técnica y tecnología para comprobar y establecer la calidad de la construcción, control y ensayo en los campos de la construcción de carreteras (automatización, robótica, teledetección...).

Cuando se trata de equipos de medición, control y pruebas, el proveedor del equipo debe verificar, estandarizar y mantener su equipo operativo. De esa manera se habilita la medición precisa, de lo contrario no sería confiable. Esto es posible sólo cuando una institución nacional unificada para las mediciones y normalización, que autorizaría a los laboratorios para la emisión del certificado de normalización.

De acuerdo con las normas ISO 9000, el control y las pruebas se ejecutan mientras se construye el objeto, porque es la única forma de un control integral y total y una condición para construir un objeto de acuerdo con la calidad contratada.

Tanto en la construcción de una estructura vial como en la construcción de toda la vía, como en cualquier proceso productivo, existe una certificación de los materiales y de la propia construcción. Contiene la garantía del fabricante del material y del ejecutivo de la construcción (control interno) y la certificación de una institución autorizada para ello (control externo)

#### ***4.2.1 Logro de calidad vial.***

El desempeño de las vías está directamente relacionado con la calidad de la construcción, la cual se ha mejorado con la implementación de nuevas técnicas y métodos en los cuales se incorpora el uso de materiales alternativos para todo tipo de vías, principalmente en aquellas de bajo tráfico. Adicionalmente, es claro que el propósito de la construcción de vías es proporcionar una superficie firme y duradera, capaz de resistir el estrés impartido por el tráfico y las condiciones climáticas.

Alcanzar la calidad requerida de las vías, comprende la realización de todos los procesos productivos: proceso de licitación, contratación, diseño, construcción, explotación y mantenimiento de la carretera.

A diferencia de otras ramas industriales, en la ingeniería civil no es necesario que el diseño y la producción se realicen dentro de la misma empresa. Sin embargo, es necesario que todos los participantes en la realización de las vías trabajen en lograr la calidad final de los caminos. El producto de no calidad (material, producto semielaborado, producto...) en cualquier nivel afecta en cierta medida a un producto de no calidad en un nivel superior de producción. Eso puede dificultar significativamente el cumplimiento de la calidad de la carretera y provocar el retraso en la realización del objeto en sí, el aumento del precio del objeto construido, malentendidos y confrontaciones de los participantes en el proceso de construcción de la carretera.

Para lograr la calidad de la carretera, la calidad deseada, los métodos y procedimientos para la cuantificación de la calidad de la construcción deben determinarse con precisión de

antemano. La cuantificación de la calidad de la construcción de carreteras es un problema en algunos casos y es interesante para la investigación y el estudio.

El diseñador y el contratista deben demostrar que tienen el cuadro, la economía y los medios materiales (herramientas, mecanización, plantas, equipos...) y que pueden cumplir con sus obligaciones sin problemas, y lograr la calidad requerida de sus productos y el carretera en su totalidad. Cuando se cuestionan las condiciones y la calidad que deben cumplir el diseñador y el contratista. Para no afectar la disminución de la calidad, el órgano de supervisión (supervisión de diseño e inversionista) observa el proceso completo de producción de carreteras y los procesos y procedimientos simples relacionados con la producción del material de entrada y productos semielaborados (por ejemplo, prefabricados elementos) con sumo cuidado.

#### **4.3 Sistemas de aseguramiento de la calidad para proyectos de vías terciarias**

El control de calidad juega un papel crítico para garantizar el éxito del proyecto de construcción de carreteras de una agencia de carreteras. El control de calidad es necesario para asegurarse de que cada fase del proceso de desarrollo de la construcción se complete de una manera económica, precisa y coordinada. El control de calidad también se implementa a lo largo de todo el proceso de construcción de carreteras o autopistas de principio a fin. El aseguramiento de la calidad (QA) es un aspecto del control de calidad que alienta a los trabajadores a emplear las mejores prácticas para un proyecto de construcción de carreteras y, lo que es más importante, ayuda a garantizar que los planificadores se mantengan en el objetivo con el proceso de diseño.

#### **4.3.1 *Garantía de calidad.***

La Administración Federal de Carreteras (FHWA) ha desarrollado especificaciones de control de calidad para que las agencias de carreteras las utilicen cuando desarrollen sus planes de control de calidad. Cada fase del proceso de construcción se describe dentro de este plan. El control de calidad también implica monitorear el progreso de un plan de construcción de carreteras y permite que una agencia de carreteras adapte o ajuste el plan cuando sea necesario. FHWA brinda información a las agencias de carreteras sobre el diseño de planes, y esta información explica cómo elegir características de calidad y cómo medir estadísticas en el proceso de control de calidad.

#### **4.3.2 *Validación de terceros.***

El uso de un tercero para evaluar el proyecto durante y después de la fase de construcción es una parte importante del proceso de control de calidad. Los inspectores externos podrían determinar problemas con la calidad durante la fase de construcción de una carretera y también podrían evaluar el desempeño de los trabajadores para asegurarse de que están utilizando las mejores prácticas de construcción. Los inspectores externos también pueden determinar si el plan de control de calidad de una agencia de carreteras es efectivo y ayuda a fortalecer las áreas de control de calidad que están por debajo del estándar.

#### **4.3.3 *Normas ISO 9000***

Las normas ISO 9000 dan las instrucciones para la gestión de la calidad y la consecución de la calidad en función del modelo seleccionado. La selección del modelo deseado depende del objetivo requerido en el sistema de calidad. Es necesario que el sistema de gestión de la calidad sea establecido por los inversores, diseñadores y ejecutivos en el campo de la construcción de vías. Además, deben tenerse en cuenta las interdependencias de las diversas actividades en el área de la construcción de carreteras, de las que se habla en el texto anterior.

Es importante destacar que el proceso de desarrollo del sistema de calidad en el área de la construcción de carreteras (las normas ISO 9000) ha comenzado en muchos países, y muchos aplican el sistema de gestión de calidad completo, mientras que los países más avanzados utilizan el TQM. Nuestro país no ha logrado la gestión de calidad en la construcción de carreteras, aunque la gestión de calidad individual se realiza en algunas áreas, como es la gestión de calidad vial. Es evidente que no estamos a la altura de los países desarrollados del mundo.

#### **4.4 Control de calidad en obras de construcción de carreteras**

El control de calidad de los materiales y productos de construcción es un requisito esencial para obtener un estándar mejorado y uniforme de construcción de carreteras. El control de calidad es una parte esencial de cualquier proceso de producción y las construcciones de carreteras no son una excepción. La necesidad de control de calidad sobre estas especificaciones ha aumentado considerablemente en los últimos tiempos debido a un aumento significativo de las intensidades de tráfico.

Un mejor nivel de servicio de carreteras resultará en ahorros considerables en el costo operativo del vehículo y en la reacción favorable de los usuarios de la carretera y la opinión pública. El costo adicional de ejercer el control de calidad es solo una fracción de los beneficios resultantes. El costo de ejercer el control de calidad sería del 1-2 por ciento del costo total de construcción. El retorno económico directo e indirecto del control de calidad podría ser del orden del 5 al 10 por ciento del costo total de construcción.

#### ***4.4.1 Requisito previo para el control de calidad de la construcción de carreteras***

Principalmente las especificaciones y estimaciones de construcción de carreteras proporcionan la base para un control de calidad efectivo. Además, las organizaciones establecen sistemas de gestión de calidad, personal adecuadamente capacitado y una buena agencia de monitoreo para ejercer el control de calidad.

Establecer una evaluación periódica de los datos de control de calidad no solo para la implementación durante la construcción, sino también para efectuar posibles mejoras en el control de calidad y las técnicas de construcción. Otro enfoque es la actualización de los conocimientos mediante la mejora de la cultura de la formación en el puesto de trabajo.

#### ***4.4.2 Tipos de control de calidad***

Control de calidad del proceso: el diseñador toma las decisiones con respecto al tipo de equipo, el procedimiento de construcción y la cantidad de trabajo requerido para obtener el resultado deseado.

Control de calidad final: en el tipo de control de calidad de resultado final, la agencia de construcción, que puede ser un contratista privado, tiene las manos libres en la selección de métodos y equipos de construcción de carreteras para lograr el producto final deseado.

En el tipo de especificación de "resultado final", el personal de ingeniería de campo lleva a cabo pruebas en el trabajo terminado a intervalos regulares para evaluar si cumple o no con los requisitos de especificación, mientras que en el "control de tipo de proceso", la responsabilidad del personal de campo es asegurarse de que el trabajo se lleve a cabo según las especificaciones establecidas.

#### ***4.4.3 Control de calidad de materiales de construcción***

Las pruebas de control de calidad de los materiales en el sitio del proyecto son esenciales para garantizar que los materiales que se incorporan en la construcción sean de calidad especificada.

Todos los materiales introducidos en el emplazamiento se apilarán y almacenarán según se especifique para evitar el deterioro o la intrusión de materias extrañas y garantizar la conservación de su calidad e idoneidad para el trabajo.

Los materiales que se hayan almacenado incorrectamente o que se hayan almacenado durante largos períodos se volverán a someter a ensayo cuando su idoneidad en el trabajo sea dudosa.

#### **4.4.4 Procedimientos de prueba**

El procedimiento de ensayo de los diferentes materiales y trabajos se ajustará a las normas y especificaciones pertinentes. Cuando no se indique un procedimiento específico de ensayo, los ensayos se llevarán a cabo según la práctica habitual en la dirección del Ingeniero Encargado.

- Frecuencia y extensión de las pruebas en el sitio

La frecuencia y el alcance de las pruebas es el mínimo que se considera necesario para condiciones normales. Llevar a cabo pruebas adicionales para detectar condiciones anormales en las que las variaciones puedan ser excesivas o cuando las circunstancias justifiquen lo contrario.

- Criterios de aceptación del sitio

Los criterios de aceptación para diferentes elementos de trabajo pueden basarse en valores mínimos o en el análisis estadístico que se considere juicioso. Para un control de calidad eficaz de la construcción de carreteras de los materiales y el trabajo, generalmente será necesario establecer los criterios de aceptación en los documentos del contrato.

- Instalaciones de prueba del sitio del proyecto

Las instalaciones de prueba normalmente comprenden laboratorios a nivel central, regional y de campo. Los laboratorios Regionales están a nivel de círculo y dirigidos por Ingenieros Ejecutivos (Control de Calidad) Además, deberán brindar todas las facilidades para la capacitación de todo el Personal de Control de Calidad en la Región.

#### ***4.4.5 Capacitación en control de calidad***

A fin de sensibilizar a los funcionarios del departamento y actualizar sus conocimientos sobre los métodos de ensayo, deberían celebrarse trabajos periódicos sobre control de calidad. Concientizar a los participantes sobre las necesidades básicas como las especificaciones, los criterios de aceptación de las pruebas requeridas, la frecuencia de las pruebas y la metodología de las pruebas para comprender el sistema de control de calidad y el funcionamiento de los laboratorios regionales/de campo.

La capacitación podría ser impartida por institutos de investigación vial conocidos o mediante capacitación en el trabajo.

## Conclusiones

Una infraestructura vial adecuada es fundamental para el desarrollo socio económico del país. En un contexto geográfico como el de Colombia, con una parte considerable de su población ubicada en áreas rurales, las carreteras toman importancia para la integración e interconexión del país. Por esta razón, entre otras, es muy importante que el sistema nacional de carreteras permanezca en buenas condiciones de transitabilidad, a fin de que el transporte se efectúe en forma eficiente y seguro.

En muchos casos, los puentes son el componente más vulnerable de una carretera . En este sentido, los puentes frecuentemente son los elementos que influyen en que la continuidad del servicio de transporte se efectúe en forma permanente y segura, favoreciendo en general un apropiado funcionamiento del Sistema Nacional de Carreteras del país. La condición de los puentes de la Red Vial del país varía considerablemente. Muchas estructuras con más de cincuenta años de uso generalmente sufren daños por falta de un mantenimiento adecuado, más que por su antigüedad. Algunas de las estructuras presentan un estado crítico con respecto a su estabilidad estructural y capacidad de carga y, en esas condiciones, la seguridad del tránsito asume altos niveles de incertidumbre asociados a riesgos crecientes. Los puentes, además, se ven afectados, entre otros aspectos, por las sobre cargas, influencia del ambiente, fenómenos naturales como terremotos e inundaciones, lo que origina su deterioro.

Teniendo en cuenta lo anterior, el trabajo planteado abordará la verificación de los procesos constructivos de una obra en ejecución para un puente provisional y las obras complementarias lo

cual conlleva la revisión de planos, diseños y especificaciones realizadas por el diseñador estructural y no estructural de acuerdo con el grado de desempeño sísmico requerido, lo anterior exigido por el reglamento colombiano de construcción Sismo Resistente (NSR-10), Título I, Supervisión Técnica.

Finalmente, el Contratista es responsable de los aspectos de "control de calidad" de las operaciones de construcción. El supervisor del proyecto deberá verificar la posición de los elementos de la subestructura antes de las operaciones de hincado de pilotes y deberá verificar la posición de todo el encofrado antes de verter el concreto en cada sección.

## Referencias

- Alali, F., Siregar, D., & Anandarajan, A. (2018). A Test of the Functional Fixation Hypothesis Using Derivative Financial Instruments. *Quarterly Journal of Finance and Accounting*, 56(1/2), 1-35.
- Alfaro Félix, O. C. (2008). *Sistemas de aseguramiento de la calidad en la construcción*. (Tesis de pregrado) Universidad Pontificia católica del Perú.
- Andrade-Ochoa, S., Chaparro-Gómez, V. I., Martínez-García, E. E., & Pérez-Fuentes, F. R. (2020). Evaluación de puentes peatonales de la ciudad de Chihuahua, México. *Planeo*, 90, 1-13.
- Benavides J. (2010), Reformas Para Atraer La Inversión Privada En Infraestructura Vial en Colombia 2010- 2014: Propuestas De Política Pública. *Fedesarrollo*, 1, 279-320.
- Calvo, J. G. S. (2017). Análisis del contrato de interventoría desde la visión de la jurisprudencia colombiana. *Cuadernos de la Maestría en Derecho*, (6), 175-222.
- Cárdenas, M. Gaviria, A. y Meléndez, M. (2005). *La infraestructura de transporte en Colombia*. Bogotá: Fedesarrollo Centro de investigación Económica y social. Obtenido de <https://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/1913>
- Crocket, H. (1935). Quality, but just enough. *Factory management and maintenance*, 93(6), 245-246.
- de Parra, H. C. R. (2016). Calidad, Productividad y Costos: Análisis de relaciones entre estos tres conceptos. *FACE: Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 2(2), 46-65.

- Engel E., Fischer R. y Galetovic A. (2007). The Basic Public Finance of Public-Private Partnerships, *NBER Working Papers National Bureau of Economic Research*.
- Feigenbaum, A. V. (1957). The challenge of total quality control. *Industrial quality control*, 13(11), 22-23.
- Forcada, N., Alvarez, A. P., Love, P. E., & Edwards, D. J. (2017). Rework in urban renewal projects in Colombia. *Journal of Infrastructure Systems*, 23(2), 04016034.
- Freeman, H. (1960). *How to put quality costs to use*. In Transactions of the Metropolitan Conference, ASQC.
- Garcia, J. M., Giraldo, J. O., & Graciano, E. A. (2014). Evaluación técnica de los puentes en la infraestructura vial del departamento de Antioquia. *Ingeniería solidaria*, 10(17), 49-54.
- García-Bernal, J., & García-Casarejos, N. (2016). Determinantes de la adopción de la gestión de la calidad total (gct) en el sector de la construcción desde la perspectiva de la gestión empresarial. *Revista de la construcción*, 15(2), 28-36.
- Giakatis, G., Enkawa, T., & Washitani, K. (2001). Hidden quality costs and the distinction between quality cost and quality loss. *Total Quality Management*, 12(2), 179-190.
- Giraldo, C. A. S., Mendoza, J. S. D., & Jálabe, A. M. (2018). Impacto de los costos de calidad en la ejecución de los proyectos de construcción en Colombia. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 33-54.
- Gómez, J. A. (2015). Las etapas de madurez de la organización y su relación con el proceso de mejora de la calidad. *Papers de Turisme*, (13), 19-29.
- González-Reyes, L., y Moreno-Pino, M. (2016). Procedimiento para implementación de un sistema de gestión de costos de calidad. *Ciencias Holguín*, 22(2), 1-14.

- Gorbaneff, Y., González, J. M., & Barón, L. (2011). ¿ Para qué sirve la interventoría de las obras públicas en Colombia?. *Revista de economía institucional*, 13(24), 413-428.
- Juran, J. M. (2005). Pareto, lorenz, cournot, bernoulli, juran and others. *Critical evaluations in business and management*, 47.
- Laporta, R. (2016). *Costos y gestión empresarial: incluye costos con ERP*. Ecoe Ediciones.
- Larrahondo, P. A. (2017). The fourth generation of road concessions in Colombia and the new ppp legal model: The fourth generation of road concessions in Colombia and the new ppp legal model. *Derecho Público*, (38), 9.
- López, L. (2006). *Valoración de garantías en proyectos tipo BOT Aplicación a concesiones viales en Colombia* (Tesis de maestría), Universidad de los Andes, Bogotá. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/9261/u276750.pdf?sequence=1>
- Martínez, L., & El Kadi, O. (2019). Logística integral y calidad total, filosofía de gestión organizacional orientadas al cliente. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 4(7), 202-232.
- Mayo Alegre, J. C., Loredó Carballo, N. A., & Reyes Benítez, S. N. (2015). En torno al concepto de calidad. Reflexiones para su definición. *Retos de la Dirección*, 9(2), 49-67.
- Meléndez Guaylupo, J. C. E. (2021). *Influencia del método de gestión y optimización en los costos, tiempos y calidad de las empresas constructoras: una revisión sistemática entre 2010-2020*.
- Mínguez, J. B. P., & Moreno, A. S. (2004). *Calidad del diseño en la construcción*. Ediciones Díaz de Santos.
- Morocho, T. (2015). Gestión de la calidad en los procesos constructivos, situación actual de la mano de obra civil ecuatoriana. *Ciencia*, 17(1).

- Muñoz, E., & Gómez, D. (2013). Análisis de la evolución de los daños en los puentes de Colombia. *Revista ingeniería de construcción*, 28(1), 37-62.
- Murillo, C. A. (2017). Desafíos para el desarrollo de la Red Vial Terciaria en el posconflicto. *Revista de Ingeniería*, (45), 32-39.
- Nieto-Parra, S., Olivera, M., & Tibocho, A. (2013). *The politics of transport infrastructure policies in Colombia*.
- Palacio Hincapié, J. A. (2014). *Contratación de la Entidades Estatales*. Bogota: Editorial Jurídica Sánchez R. Ltda.
- Pedroza Villegas, Katherinne (2016). *Caracterización financiera de los contratos de concesiones viales en Colombia. Estudio de caso* (Tesis de maestría), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C., Colombia.
- Pérez, S. P. M., Ramirez, B. P. C., & Martínez, A. D. R. G. (2021). Beneficios de la aplicación de Lean Construction en la industria de la construcción: 35-46. *Revista Cubana de Ingeniería*, 12(1).
- Ramos-Alfonso, Y., Acevedo-Suárez, J. A., Ramírez-Betenacourt, F., & García-Rodríguez, E. (2016). Modelo de gestión de la eficiencia basado en los costos de la calidad con enfoque generalizador. *Ingeniería Industrial*, 37(1), 59-69.
- Romero, C., & Vargas, H. (2015). La interventoría como forma de supervisión de proyectos: la experiencia colombiana. SIBRAGEC ELAGEC 2015.
- Ruiz, J. D. (2010). *Valoración y análisis de riesgos para concesiones viales en Colombia Marco teórico y Desarrollo* (Tesis de pregrado), Unievrnsidad de los Andes, Bogota. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/14362/u402070.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Sansalvador Sellés, M. (2015). *El coste de la calidad:¿ Qué es y cómo calcularlo?*. Universidad Miguel Hernández.
- Saracho, J. A., Pérez, G. A., Barlek, J. R., Dip, O., & Castelli, E. A. (2016). Clasificación de puentes en Argentina para la evaluación de su vulnerabilidad sísmica. *Revista Tecnología y Ciencia*, (28), 25-37.
- Shewhart, W. A. (1931). *Economic control of quality of manufactured product*. Macmillan And Co Ltd, London.
- Solórzano, G. E. C., Ruíz, D. D. P., & Guzmán, M. F. S. (2022). Rol del interventor en la gestión de proyectos de infraestructura pública: estudio de caso del Valle del Cauca, Colombia. *CIENCIA ergo-sum*, 29(1).
- Yepes, T., Ramírez, J. M., Villar, L., & Aguilar, J. (2013). *Infraestructura del transporte en Colombia*.
- Zambrano Zambrano, M. I., Véliz Briones, V. F., Armada Trabas, E., & López Rodríguez, M. (2018). Los costos de calidad: su relación con el sistema de costeo ABC. *Cofin Habana*, 12(2), 179-189.