

ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN OBRAS DE REPARACIÓN TIPO EN PUENTES

Wilman Muñoz Prieto*
Wilman@37.com

1. Antecedentes

A principios de los años 90 la entidad encargada del manejo de la Red Vial Nacional se une al proceso de modernización del Estado. Una de sus acciones fue la reestructuración del Ministerio de Obras Públicas y Transporte como Ministerio de Transporte y entidades adscritas. Dentro de estas últimas se encuentra el Instituto Nacional de Vías, creado mediante el Decreto 2171 de 1992, que adquiere la responsabilidad de generar el desarrollo de una nueva infraestructura para el transporte terrestre, la conservación y mantenimiento de lo existente. De otra parte se establece el proceso de descentralización administrativa, mediante el cual se transfiere parte de la red de carreteras a los Departamentos y Municipios, dejando la Red Vial Nacional bajo el cuidado del Invías; en la actualidad esta entidad es responsable del mantenimiento, rehabilitación y conservación de cerca de 14.000 Kilómetros de carreteras, y del mantenimiento de los aproximadamente 1900 puentes existentes en la Red Vial Nacional.

Algunos puentes tienen más de 35 años de construcción, y muchos de ellos han sufrido daños por falta de mantenimiento. Además, como consecuencia del modelo de apertura económica se ha presentado un aumento de pesos y volúmenes transportados, para los cuales nuestra infraestructura vial no estaba preparada. Así, al observar los grandes problemas que ocasionó al país la caída de los puentes, el Invías se vio obligado a trazar un plan de acción que le permitiera prepararse para garantizar un permanente y buen nivel de servicio de sus puentes, el cual llevó a la creación de la Oficina de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias.

2. El Sistema de Administración de Puentes en Colombia

El primer sistema de administración de puentes que se conoce en el país data del año de 1983, funcionando con el nombre de Revisión Periódica de Puentes. En el año 1989 se celebró un convenio entre el Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT), la Universidad del Cauca y el programa ICFES-BID, denominado Investigación Nacional de Puentes, a través del cual se

* Ingeniero Civil Universidad La Gran Colombia, Magister en Ingeniería Civil Universidad de los Andes, profesor adscrito a la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital F.J.C., y catedrático en la Universidad La Gran Colombia.

desarrollaron una serie de manuales y cursos de capacitación en aspectos tales como diseño y construcción de puentes. En 1991 el entonces MOPT realizó el inventario e inspección de daños de los puentes pero no dio resultados específicos como priorización, reportes o análisis económico. En 1993 esta misma entidad, en su Plan Maestro del Transporte, extrajo información de su base de datos de 1991, utilizándola como insumo de control estadístico y caracterizando aspectos tales como cargas de diseño, limitaciones de galibo y anchos insuficientes.

Como consecuencia de la creación del Invías, en febrero de 1996 se da inicio al Sistema de Administración de Puentes de Colombia; para tal fin se suscribió un convenio de asistencia técnica con el Ministerio de Transporte de Dinamarca. El sistema se denomina SIPUCOL, y forma parte del sistema de administración del mantenimiento de la Red Vial Nacional.

3. Los Puentes de la Red Vial Nacional

El número total de puentes en servicio a partir de 1997 es de 1867; su composición estructural, de acuerdo con los tipos de material, se detallan en la Tabla 1.

4. ¿Qué son las Normas de Calidad?

La ISO (International Standard Organization) es la federación mundial que reúne a los organismos nacionales de normalización de 130 países. Se trata de una organización no gubernamental fundada en 1947 con el propósito de incentivar en el mundo el desarrollo de las actividades relacionadas con la normalización, las cuales facilitan el intercambio internacional de bienes y servicios y estimulan la cooperación en los campos intelectual, científico - tecnológico y económico.

La familia de normas ISO 9000 establece lineamientos, directrices y modelos para implantar Sistemas de Calidad; pueden aplicarse internamente en la empresa, o externamente a los clientes. El compendio de normas existentes se muestra en la Tabla 2.



Tipo de Estructura Total Transversal		Tipo de Estructura Total Longitudinal		Material	Total
Losa	83	Simplemente apoyado	1694	Concreto reforzado	1225
Losa/viga	1552	Viga continua	70	Concreto preesforzado	369
Trabe cajón	29	Viga gerber	26	Acero	218
Armadura	104	Portico	14	Ladrillo	9
Bailey	18	Cajones	36	Concreto ciclopeo	45
Arco	70	Colgante	24	Desconocido	1
TOTAL	1867	TOTAL	1867	TOTAL	1867

Tabla 1. Inventario de Puentes de la Red Vial Nacional

Fuente: TRUJILLO ALVAREZ, Luz Marina, Seminario Provil. Plan Estratégico para Asegurar un Permanente y Buen Nivel de Servicio de los Puentes de la Red Vial Nacional. 1997, p. 5



NORMA ISO 9000	USOS Y FUNCIONES
9000-1	Normas para la administración de la calidad y aseguramiento de la calidad. Parte1: directrices para su selección y uso
9000-2	Normas para la administración de la calidad y aseguramiento de la calidad. Parte 2: lineamientos genéricos para la aplicación del ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003.
9000-3	Normas para la administración de la calidad y aseguramiento de la calidad. Parte 3: lineamientos para la aplicación de ISO 9001 en el desarrollo, suministro y mantenimiento de software
9000-4	Normas para la administración de la calidad y aseguramiento de la calidad. Parte 4: directrices para la administración de un programa de seguridad de funcionamiento
9001	Sistemas de calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad aplicable al diseño, la producción, instalación y servicio.
9002	Sistemas de calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad aplicable a la producción, instalación y servicio.
9003	Sistemas de calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad aplicable a inspección y ensayos finales.
9004-1	Administración de la calidad y elementos del sistema de calidad. Parte 1: Directrices.
9004-2	Administración de la calidad y elementos del sistema de calidad. Parte 2: Directrices para servicios
9004-3	Administración de la calidad y elementos del sistema de calidad. Parte 3: Directrices para servicios
9004-4	Administración de calidad y elementos del sistema de calidad. Parte 4: Directrices para el mejoramiento de la calidad.
10005	Administración de calidad. Directrices para planes de calidad.
10006	Administración de calidad. Directrices para planes de calidad en administración de proyectos.
10007	Administración de calidad. Directrices para planes de calidad en administración de la Configuración
10011-1	Directrices para la auditoría de sistemas de calidad
10011-2	Criterios para la calificación. Auditores de sistemas de calidad
10011-3	Administración de programas de Auditoría
10012-1	Requisitos de aseguramiento de calidad para equipos de medición
10012-2	Sistemas de confirmación metrológica para métodos de medición
10013	Directrices para elaborar manuales de calidad
10014	Efectos económicos de la administración total de la calidad
10015	Directrices para entrenamiento

Tabla 2. Compendio de Normas ISO 9000

Fuente: GUTIERREZ C., Rodrigo, Documentación de Sistemas de Calidad, Proexport, 1998

5. Implementación de la Serie de Normas ISO 9000 en Empresas de Ingeniería

Durante los últimos años se ha podido observar cómo el concepto de calidad ha adquirido gran fuerza en nuestro país, en el ámbito estrictamente empresarial. Así, grandes y pequeñas empresas se han visto obligadas a abrir sus puertas a una filosofía: la cultura de la calidad, la cual en general se asocia con siglas de las conocidas normas ISO 9000.

Pero a pesar de esta dinámica del entorno, las empresas de ingeniería, consultoras o constructoras son certificadas en muchas ocasiones por razones comerciales, más no por su preocupación por la mejora de los productos o servicios ofrecidos; este desinterés puede generar malos diseños, reflejándose en las deficientes construcciones viales. La aplicación de las normas debe entonces venir acompañadas por una buena organización interna de la empresa, y de un compromiso de cada uno de los

integrantes para ofrecer servicios de excelente calidad a los usuarios o clientes.

Un Sistema de Calidad relaciona intereses y objetivos del proveedor con las expectativas y necesidades de los usuarios, la sociedad y el medio ambiente, de la manera más económica y rentable. Implica hacer cambios radicales en su estructura organizacional, tratando de disminuir los defectos, analizando los posibles riesgos, auto-inspeccionándonos en cada una de las fases o ciclos de un proceso y midiendo los costos de calidad.

El control del proceso en un proyecto de infraestructura se debe iniciar en el mismo instante en que surge la necesidad de realizarlo, y comprende hasta el momento en el cual éste llega a manos del usuario para su utilización. Existen cuatro aspectos principales en la elaboración de un Plan de Calidad, que están estrechamente relacionados con las fases de un proyecto.



Figura 2. Tareas Fundamentales en un Plan de Aseguramiento de Calidad

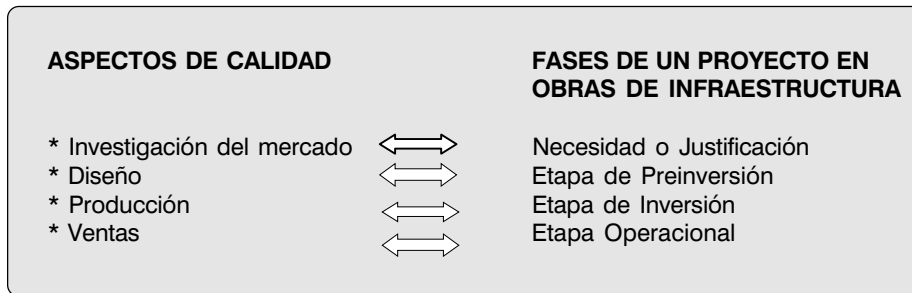


FIGURA 1. Aspectos a Evaluar en un Plan de Calidad Frente a las Fases de un Proyecto de Construcción

Las tareas fundamentales por realizar en planes de aseguramiento de calidad de proyectos de construcción vial involucran actividades rutinarias y permanentes en las fases de diseño, materiales y procesos, como se describe en la Figura 2.

Las actividades principales en la etapa de control del diseño son la identificación de la necesidad o justificación del proyecto, considerando variables sociales, políticas, culturales o económicas de una región; en esta fase se plantea el flujo de fondos, se analiza la viabilidad financiera y la recuperación de la inversión.

Acerca del control de materiales cabe decir que en un proyecto de construcción el manejo de materiales y los ensayos que se deben realizar ameritan que se tenga especial cuidado en la formas de almacenamiento, su proceso de producción y el tiempo de utilización. Las personas a cargo de su manipulación deben formular planes acerca de cómo se desarrolla estas actividades.

Acerca del control del proceso deben diseñarse sistemas constructivos, que consideren lo más conveniente en la ejecución de los procesos que identifiquen los mejores rendimientos, calidad y costos en la construcción de los proyectos de infraestructura.

Los elementos que se deben evaluar en una empresa en el proceso de elaboración de un Plan de Calidad en obras de infraestructura, y en este caso particular en Obras de Reparación en Puentes, según las normas ISO 9001, 9002 y 9003 son las siguientes:

ELEMENTOS DEL SISTEMA	ACTIVIDADES A REALIZAR	ALCANCE
Responsabilidad Gerencial	Planeación gerencial del equipo de trabajo especializado en Puentes	<ul style="list-style-type: none"> • Definir la política, los objetivos y compromisos a nivel Gerencial • Establecer la relación entre las políticas, los objetivos, los medios y las expectativas • Organizar funciones en todas las divisiones y en todos los niveles • Revisar responsabilidades con frecuencia, verificando la eficacia conforme al modelo establecido
Revisión del Contrato	Contratación-publicación de avisos de prensa, consulta y adquisición de pliegos, evaluación de las empresas oferentes que se presenten a la visita de obra.	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar el trámite de las ofertas y medios utilizados en la divulgación de la información • Definir los métodos de tratamiento de las modificaciones
Control del Diseño	Planeación - desarrollo de la obra, calificación de propuestas, determinando el mejor oferente y estableciendo comunicación entre el proveedor y los clientes.	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar cada fase del diseño y del desarrollo en términos de objetivos por alcanzar • Calificar al personal y realizar planes de los materiales • Establecer líneas de comunicación entre los responsables del proyecto. Verificar resultados entre los documentos iniciales y finales del proyecto • Revisar periódicamente las funciones o áreas implicadas • Identificar cambios en el diseño
Control de Documentos y de Datos	Planeación-desarrollo de la Obra. Exigencia a consultores, diseñadores, interventores y constructores. Planos, especificaciones técnicas.	<ul style="list-style-type: none"> • Crear procedimientos de control de datos informáticos incluyendo los de origen externo • Identificar los documentos y datos impresos, electrónicos o de otra índole
Compras	Desarrollo de la obra. Adquisición de materiales y subcontratos. Control de agregados, refuerzo, depósitos de materiales de cantera.	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar y seleccionar subcontratistas • Revisar las órdenes de compra
Control del Producto suministrado por el Cliente	Desarrollo de la obra	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar, verificar, almacenar y mantener el producto suministrado por el cliente

ELEMENTOS DEL SISTEMA	ACTIVIDADES A REALIZAR	ALCANCE
Identificación y Trazabilidad del producto	Desarrollo-control de la obra	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar exigencias reglamentarias del producto
Control del Proceso	Realización de inspecciones principales y especiales a los puentes. Priorización de necesidades.	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar disposiciones relacionadas con la planificación • Definir criterios de ejecución • Establecer disposiciones relacionadas con el mantenimiento • Especificar las exigencias relacionadas con la calificación de proceso, equipo y personal
Inspección y Ensayo	Elaboración de estudios para los ensayos realizados en caso de rehabilitaciones, o reemplazo de Puentes.	<ul style="list-style-type: none"> • Llevar registros de inspección de los productos elaborados por el proveedor o el subcontratista • Elaborar registros de inspección que reflejen la conformidad o inconformidad, anotando la autoridad responsable
Control del Equipo de Inspección, medición y ensayo	Desarrollo Ejecución de la obra	<ul style="list-style-type: none"> • Calibrar los equipos de inspección, medición y ensayo utilizados para demostrar la confiabilidad del producto de acuerdo con las exigencias especificadas • Describir el procedimiento general que muestre el control, medición y ensayo de los equipos empleados
Estado de Inspección y Ensayo	Desarrollo de la obra Ejecución	<ul style="list-style-type: none"> • Definir en qué fases del proceso se identifican el estado de inspección
Control del Producto no Conforme	Desarrollo Control de calidad del proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar permanente y periódicamente el producto no terminado
Acción correctiva y preventiva	Desarrollo de la obra	<ul style="list-style-type: none"> • Corregir los problemas de una forma correctiva o preventiva, de tal manera que el problema no vuelva a ocurrir
Manejo, Almacenamiento, Empaque, Preservación y Entrega	Desarrollo Supervisión de los procesos constructivos	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar áreas de almacenamiento de los productos en cada una de las fases de los productos • Evaluar periódicamente el estado de almacenamiento
Control de los Registros de Calidad	Verificación de los productos que se van a entregar a los usuarios	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar las modalidades de acceso de los registros al sistema de calidad • Verificar los depósitos o entornos utilizados como sitios de seguridad

ELEMENTOS DEL SISTEMA	ACTIVIDADES A REALIZAR	ALCANCE
Auditorías Internas de Calidad	Control Interno de la Empresa y procesos desarrollados	<ul style="list-style-type: none"> • Programar las auditorías con base en la importancia y desempeño del área a auditar • Seguir el desempeño de las auditorías
Entrenamiento	Desarrollo de la Obra-Capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar brigadas de capacitación • Clasificar el personal por áreas específicas
Servicio	Control de Procesos constructivos	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar servicios propuestos, realizados • Seleccionar los medios humanos y materiales para la realización y la verificación de los servicios
Técnicas Estadísticas	Control del desarrollo en cada una de las fases	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar procedimientos para escoger conveniencia de acuerdo a la necesidad

Tabla 3. Modelo para el Aseguramiento de Calidad en Obras de Reparación en Puentes

Fuente: Instituto Colombiano de Productores de Cemento-Instituto Nacional de Vías, Estudio para el Diseño del Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Red Vial Nacional, 1995

Cuando se realizan planes de aseguramiento de calidad se obtienen excelentes resultados que ayudan a prevenir y controlar fallas en estructuras y obras complementarias provenientes de estudios efectuados en la fase de revisiones periódicas a intervalos regulares. Los planes resultantes permiten prevenir los diferentes daños típicos presentados en las estructuras de los puentes.

6. Ejemplos de Daños Típicos en Puentes

- **Estribos:** en puentes viejos es común encontrar estribos en mampostería o concreto ciclópeo, los cuales pierden material cementante por efectos del lavado del mismo.



Figura 3. Daños en los Estribos de los Puentes. Fuente: INVIAS, Grupo de Puentes

COMPONENTE DEL PUENTE	OBRA A EJECUTAR	DESCRIPCIÓN
Superficie del Puente	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio del pavimento • Tratamiento superficial • Reparación del pavimento 	Remoción completa del pavimento antiguo, limpieza de la superficie, reparación de posibles daños en la parte superior de la losa, control de cajeo para parches, aplicación de riego de liga, colocación mezcla asfáltica, compactación de mezcla.
Juntas de expansión	<ul style="list-style-type: none"> • Reparación • Cambio 	Limpieza junta existente, restauración de partes metálicas no dañadas, cambio de elementos no metálicos, colocación junta nueva.
Andenes/bordillos	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio • Reparación 	Demolición del sector deteriorado, restitución mediante materiales buenos, colocación del nuevo concreto
Barandas	<ul style="list-style-type: none"> • Reparación o cambio de baranda en concreto • Reparación o cambio de baranda metálica 	Eliminación de las secciones dañadas, restauración de partes afectadas, limpieza y colocación de nueva baranda
Conos/taludes	<ul style="list-style-type: none"> • Renivelar • Reparación de elementos de protección. • Protección de conos 	Relleno con material seleccionado, compactación, reconstrucción de la protección, la cual puede ser en forma de cuneta revestida.
Aletas/Estribos/Pilas	<ul style="list-style-type: none"> • Reparación, encamisado o cambio de estructura 	Eliminación parte afectada, reconstrucción o reparación con concreto de alta calidad, retiro de obra falsa, reconstrucción según especificaciones de mampostería, concreto reforzado o ciclópeo.
Apoyos	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio, corrección de la posición 	Gateo y apuntalamiento de la superestructura del puente, retiro de los apoyos dañados, colocación de apoyos nuevos, acomodación de la superestructura en su posición.
Losa/Vigas/Largueros/Diafragmas	<ul style="list-style-type: none"> • Refuerzo, reparación de concreto, cambio, inyección de grietas, reparación de componentes de acero, pintura 	Demolición de concreto dañado hasta que se encuentre material sano, limpieza del acero de refuerzo, colocación de concreto de alta calidad, remoción completa de corrosión.
Elementos de armadura	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazo de pernos o remaches defectuosos 	Apuntalamiento del puente si es necesario, cambio de pernos defectuosos, limpieza del elemento, eliminando totalmente la pintura antigua.
Cauce	<ul style="list-style-type: none"> • Renivelar, reencauzamiento, protección de riveras. 	Excavación para renivelar, compactación de material, remoción de materiales, instalación de protección de erosión con material apropiado.

Tabla 4. Descripción de Obras según Tipo de Reparación

Fuente: TRUJILLO ALVAREZ, Luz Marina, Plan Estratégico para Asegurar un Permanente y Buen Nivel de Servicio de los Puentes de la Red Vial Nacional. 1997

- **Apoyos:** en muchos puentes la falta de dispositivo de apoyo (neopreno) causa desconches del concreto bajo las vigas. En puentes metálicos es usual encontrar corrosión de los dispositivos de apoyo, debido a la filtración de agua por la junta de dilatación.



Figura 4. Daño en los Apoyos. Fuente: INVÍAS, Grupo de Puentes

7. Algunas Conclusiones Generales

- Seguir un modelo o plan de calidad no garantiza que las obras o reparaciones se realicen mejor, si no existe plena conciencia de las personas encargadas de ejecutarlas. Sin embargo, este tipo de documentos contribuye a la difusión de las pautas a tener en cuenta y la generación de compromiso entre todos y cada uno de los miembros de la organización
- Las nuevas políticas de administración de las carreteras, formuladas y ejecutadas por parte de la entidad encargada de supervisar los trabajos desarrollados en los puentes, aseguran la existencia de la información real y actualizada que permite prestar un mejor servicio y bienestar a los usuarios
- Las reparaciones ejecutadas con calidad teniendo en cuenta la utilización de buenos materiales, diseños, y procesos constructivos, ayudan a que las entidades incurran en costos de conservación y mantenimiento en un lapso de tiempo prolongado
- Cuando se tiene una infraestructura vial en buen estado los costos de operación de los vehículos disminuyen y por lo tanto también los fletes; estos resultados contribuyen a la disminución paulatina de los costos del transporte de carga o pasajeros

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- **INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS.** Administración de la Calidad y Aseguramiento de la Calidad: Vocabulario. Bogotá: ICONTEC, 1994 29 P. (ICONTEC, NTC- 8402)
- **INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CEMENTO.** Estudio para el Diseño de un Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Red Vial Nacional. 1995.
- **INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARIZATION ISO 9000-1.** Quality management and quality assurance atandards. Part. 1 : Guidelines for selection and use. Geneve : ISO, 1994. 37 p.
- **TRUJILLO ALVAREZ, Luz Marina,** Plan Estratégico para Asegurar un Permanente y Buen Nivel de Servicio de los Puentes de Red Vial Nacional. PONENCIA PROVIAL NACIONAL-BOGOTA. Marzo 1997
- **VILLEGAS BOTERO, Clara Beatriz.** Modelo para el Aseguramiento de la Calidad en las Obras Públicas. Medellín : EAFIT, 1994. 422 p.