



---

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

MAESTRÍA EN INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE EN LA  
RAMA DE LAS VÍAS TERRESTRES

**“INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE PUENTES DE CONCRETO”**

TESIS PROFESIONAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE EN LA  
RAMA DE LAS VÍAS TERRESTRES

P R E S E N T A :  
ING. MIGUEL MARTÍNEZ GONZÁLEZ

ASESOR: DR. HUGO HERNÁNDEZ BARRIOS



Morelia, Michoacán, Agosto 2017

---



---

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS .....	i
RESUMEN .....	ii
ABSTRACT .....	iii
INTRODUCCIÓN .....	x
<b>CAPÍTULO I.- GENERALIDADES .....</b>	<b>1</b>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.3.1 Objetivo General .....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 METODOLOGÍA.....	4
1.5 MARCO TEÓRICO.....	5
1.5.1 Sistema de Administración de Puentes.....	10
1.5.2 Organización Central .....	11
1.5.3 Organización de Campo .....	12
<b>CAPÍTULO II.- FORMATO DE INSPECCIÓN .....</b>	<b>15</b>
2.1 REPORTE DE INSPECCIÓN.....	17
2.2.- DATOS GENERALES.....	19
2.3 CONDICIÓN GENERAL DEL PUENTE.....	19
2.4 SUPERFICIE DE RODAMIENTO .....	21
2.5 SUPERESTRUCTURA DE CONCRETO .....	22
2.6 SUBESTRUCTURA DE CONCRETO .....	25
2.7 PUENTES DE ACERO.....	26
2.8 PUENTES DE CONCRETO PRESFORZADO.....	30
2.9 CALIFICACIÓN GENERAL DEL PUENTE .....	32
2.10 RECOMENDACIONES GENERALES .....	33
<b>CAPÍTULO III.- PUENTES UBICADOS EN EL TRAMO: CÓRDOBA – VERACRUZ</b>	<b>44</b>
3.1 Datos Geográficos .....	44
3.1.1 Ubicación.....	44
3.1.2 Superficie.....	44

---



---

3.1.3 Litorales .....	45
3.1.4 Hidrografía.....	45
3.1.5 Clima.....	45
3.1.6 Estadística Temperatura y Lluvia (CONAGUA) en el Estado de Veracruz .....	46
3.2 Estadística de la Información de Inspección del tramo: Córdoba - Veracruz .....	47
3.2.1 TIPOS DE ESTRUCTURAS INSPECCIONADAS .....	47
<b>CAPÍTULO IV.- PUENTES UBICADOS EN EL TRAMO: MONTERREY – NUEVO LAREDO.....</b>	<b>59</b>
4.1 Datos Geográficos .....	59
4.1.1 Ubicación.....	59
4.1.2 Superficie.....	60
4.1.3 Hidrografía.....	60
4.1.4 Clima.....	60
4.2 Estadística de la Información de Inspección del tramo: Monterrey – Nuevo Laredo.....	62
4.2.1 Tipo de Estructuras Inspeccionadas.....	62
<b>CAPÍTULO V.- INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>71</b>
5.1 Calificación utilizada .....	71
5.1.1 CONDICIÓN DE LA CIMENTACIÓN RESPECTO A LA SOCAVACIÓN.....	73
5.1.2 CONDICIÓN DE LA CIMENTACIÓN .....	77
5.1.3 CONDICIÓN DE LOS APOYOS EXTREMOS DE LA SUBESTRUCTURA .....	80
5.1.4 CONDICIÓN DE LAS PILAS INTERMEDIAS DE LA SUBESTRUCTURA .....	83
5.1.5 CONDICIÓN DEL SISTEMA DE PISO DE LA SUPERESTRUCTURA.....	86
5.1.6 CONDICIÓN DE LAS VIGAS Y DIAFRAGMAS .....	89
5.1.7 CONDICIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE APOYO .....	92
5.1.8 EVALUACIÓN GENERAL DE LAS ESTRUCTURAS .....	95
<b>CAPÍTULO VI.- CONCLUSIONES .....</b>	<b>103</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>105</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>106</b>

---



---

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Dirección General de Servicios Técnicos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, por permitirme participar en la Maestría en Infraestructura del Transporte en la Rama de las Vías Terrestres.

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

A los profesores que me impartieron clases.

A mi familia

Sin su apoyo y comprensión por la ausencia para el logro de esta meta.

A mi esposa María Guadalupe, por apoyarme en cada momento.

A mis hijas María Guadalupe y Adriana Michell

A mis padres José del Carmen y Gloria.



---

## RESUMEN

En este trabajo de tesis se analizará la información obtenida de la inspección visual de puentes de concreto (reforzado y presforzado) que componen los tramos de las autopistas: Córdoba – Veracruz y Monterrey – Nuevo Laredo del año 2014, con fines académicos.

Se considerarán los datos registrados en el Formato de Inspección utilizado por CAPUFE, se determinará el tipo y cantidad de estructuras que componen cada tramo, así como el entorno que los rodea; se les asignará el nivel de calificación que le corresponde a cada estructura, tomando en cuenta los utilizados en el Sistema de Administración de Puentes, para obtener la condición física en la que se encuentran los elementos que los componen y finalmente obtener la evaluación general de cada estructura.

Se mostrará la importancia que tienen los resultados que aporta la inspección y evaluación de las estructuras de puentes en las carreteras y autopistas, para la correcta asignación de recursos económicos, considerado que se requiere modernizar, ampliar y conservar la infraestructura de transporte, dispuesto en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 y así contribuir con la continuidad del flujo de personas, mercancías y servicios necesarios para el desarrollo de las poblaciones que conforman a México.

Palabras clave:

SCT, Inspección, Evaluación, Puentes, Concreto.



---

## **ABSTRACT**

In this thesis the information obtained from visual inspection of concrete bridges (reinforced and prestressed) that make up the sections of the highway Cordoba - Veracruz and Monterrey - Nuevo Laredo in 2014, for academic purposes will be analyzed.

Data recorded in the inspection form used by CAPUFE be considered, the type and amount of structures comprising each section is determined, as well as the surrounding environment; They assigned the rating level that corresponds to each structure, taking into account those used in the System Administration Bridges, for the physical condition in which are the elements that compose them and finally get the overall assessment of each structure.

Showing the importance of the results provided by the inspection and evaluation of bridge structures on roads and highways, for the correct allocation of economic resources, considered it required modernize, extend and maintain transport infrastructure, provided in the Plan 2013-2018 national development and contribute to the flow of people, goods and services necessary for the development of populations that make up Mexico.



---

## RELACIÓN DE TABLAS, FIGURAS, FOTOGRAFÍAS Y GRÁFICAS

### LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1 Temperatura máxima promedio a nivel Nacional 2014 en el Estado de Veracruz.....	46
Tabla 3.2 Temperatura media a nivel Nacional 2014 en el Estado de Veracruz .....	46
Tabla 3.3 Temperatura mínima promedio a nivel Nacional 2014 en el Estado de Veracruz.....	46
Tabla 3.4 Precipitación a nivel Nacional y por Entidad Federativa 2014 en el Estado de Veracruz.....	47
Tabla 3.5 Tipo de estructuras en el tramo: Córdoba - Veracruz.....	48
Tabla 3.6 Número de claros por tipo de estructura en el tramo: Córdoba – Veracruz	48
Tabla 4.1 Temperatura máxima promedio a nivel Nacional 2014 en el Estado de Nuevo León .....	61
Tabla 4.2 Temperatura media a nivel Nacional 2014 en el Estado de Nuevo León ..	61
Tabla 4.3 Temperatura mínima promedio a nivel Nacional 2014 en el Estado de Nuevo León .....	61
Tabla 4.4 Precipitación a nivel Nacional y por entidad federativa 2014 en el Estado de Nuevo León.....	61
Tabla 4.5 Tipo de estructuras en el tramo: Monterrey – Nuevo Laredo .....	62
Tabla 4.6 Número de claros por tipo de estructura en el tramo: Monterrey – Nuevo Laredo .....	63
Tabla 5.1 Niveles para la calificación de puentes (SIAP) .....	72
Tabla 5.2 Calificación de la Cimentación Respecto a la Socavación del tramo: Córdoba – Veracruz .....	75
Tabla 5.3 Calificación de la Cimentación Respecto a la Socavación del tramo: Monterrey – Nuevo Laredo.....	76
Tabla 5.4 Calificación de la Cimentación tramo: Córdoba – Veracruz .....	78
Tabla 5.5 Calificación de la Cimentación tramo: Monterrey – Nuevo Laredo.....	79
Tabla 5.6 Condición de los Apoyos Extremos de la Subestructura tramo: Córdoba – Veracruz.....	81
Tabla 5.7 Calificación de los Apoyos Extremos de la Subestructura tramo: Monterrey – Nuevo Laredo.....	82
Tabla 5.8 Calificación de las Pilas Intermedias tramo: Córdoba – Veracruz .....	84
Tabla 5.9 Calificación de las Pilas Intermedias tramo: Monterrey – Nuevo Laredo...	85
Tabla 5.10 Calificación del Sistema de Piso (Losas) tramo: Córdoba – Veracruz.....	87
Tabla 5.11 Calificación del Sistema de Piso (Losas) tramo: Monterrey – Nuevo Laredo .....	88



---

Tabla 5.12 Calificación de Vigas y Diafragmas tramo: Córdoba – Veracruz .....	90
Tabla 5.13 Calificación de Vigas y Diafragmas tramo: Monterrey – Nuevo Laredo...	91
Tabla 5.14 Calificación de la condición de los Dispositivos de Apoyo tramo: Córdoba – Veracruz.....	93
Tabla 5.15 Calificación de la condición de los Dispositivos de Apoyo tramo: Monterrey – Nuevo Laredo.....	94
Tabla 5.16 Evaluación General tramo: Córdoba – Veracruz .....	96
Tabla 5.17 Evaluación General tramo: Monterrey – Nuevo Laredo.....	97





## LISTA DE FIGURAS

Figura 3 1 Mapa del Estado de Veracruz .....	44
Figura 3 2 Mapa de localización de las Estructuras del tramo: Córdoba - Veracruz .	49
Figura 4 1 Mapa del Estado de Nuevo León .....	59
Figura 4 2 Mapa de localización de las Estructuras del tramo: Monterrey – Nuevo Laredo .....	63

## LITA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3.1 Alcantarilla formada por losa maciza de concreto y Estribos con aleros a 30° .....	50
Fotografía 3.2 Losa maciza de concreto reforzado. ....	50
Fotografía 3.3 Estribo de concreto ciclópeo .....	50
Fotografía 3.4 Alcantarilla formada por tubo de lámina apoyada en los extremos en cabezote de concreto reforzado. ....	50
Fotografía 3.5 Interior de la Alcantarilla. ....	50
Fotografía 3.6 P.I.V. Formado con Estribos de concreto reforzado con aleros a 30° en los extremos y Caballete intermedio. ....	51
Fotografía 3.7 Superestructura formada por losa de concreto reforzado en colaboración con vigas de concreto presforzado. ....	51
Fotografía 3.8 Estribo con aleros a 30° de concreto reforzado. ....	51
Fotografía 3.9 Caballete intermedio con cabezal de concreto reforzado. ....	51
Fotografía 3.10 Formado con Estribos de concreto reforzado con aleros en “U” en los extremos y Pila con sección rectangular intermedia. ....	52
Fotografía 3.11 Superestructura formada por losa de concreto reforzado en colaboración con vigas de concreto presforzado. ....	52
Fotografía 3.12 Estribo con aleros en “U” de concreto reforzado. ....	52
Fotografía 3.13 Pila intermedia de sección rectangular con cabezal de concreto reforzado. ....	52
Fotografía 3.14 P.S.G. formada por losa maciza de concreto y Estribos con aleros a 30° .....	53
Fotografía 3.15 Losa maciza de concreto reforzado. ....	53
Fotografía 3.16 Estribo de concreto ciclópeo. ....	53
Fotografía 3.17 P.S.V. Formado con Estribos de concreto reforzado con aleros rectos. ....	54
Fotografía 3.18 Superestructura formada por vigas de concreto presforzado. ....	54
Fotografía 3.19 Estribo con aleros rectos de concreto reforzado. ....	54



Fotografía 3.20 P.S.V. Formado por losa maciza de concreto y Estribos con aleros a 30° .....	54
Fotografía 3.21 Losa de concreto reforzado.....	55
Fotografía 3.22 Estribo de concreto ciclópeo. ....	55
Fotografía 3.23 Losas de concreto reforzado en colaboración con vigas de concreto presforzado. ....	56
Fotografía 3.24 Losa maciza de concreto reforzado. ....	56
Fotografía 3.25 Losa díptera de concreto reforzado.....	57
Fotografía 3.26 Estribo con aleros a 30° de concreto reforzado. ....	57
Fotografía 3.27 Estribo con aleros en “U” de concreto reforzado.....	57
Fotografía 3.28 Caballete de concreto reforzado. ....	57
Fotografía 3.29 Pila intermedia en forma de “V” de concreto reforzado. ....	57
Fotografía 3.30 Pila intermedia formada por una columna y cabezal en doble volado de concreto reforzado. ....	57
Fotografía 3.31 Pila intermedia formada por una columna rectangular de concreto reforzado. ....	58
Fotografía 3.32 Pila intermedia formada por un marco y pantalla de concreto reforzado. ....	58
Fotografía 4.1 Alcantarilla formada por losa maciza de concreto y Estribos con aleros a 30°.....	64
Fotografía 4.2 Losa maciza de concreto reforzado. ....	64
Fotografía 4.3 Estribo de concreto ciclópeo. ....	64
Fotografía 4.4 P.I.V. Formado con Estribos de concreto reforzado con aleros a 30° en los extremos y Caballete intermedio. ....	65
Fotografía 4.5 Superestructura formada por losa de concreto reforzado en colaboración con vigas de concreto presforzado. ....	65
Fotografía 4.6 Estribo con aleros a 30° de concreto reforzado. ....	66
Fotografía 4.7 Caballete intermedio con cabezal de concreto reforzado.....	66
Fotografía 4.8 P.I.V. Formado con Estribos de concreto reforzado con aleros en “U” en los extremos y Caballetes intermedios. ....	66
Fotografía 4.9 Superestructura formada por losa de concreto reforzado en colaboración con vigas de concreto presforzado. ....	66
Fotografía 4.10 Estribo con aleros en “U” de concreto reforzado.....	66
Fotografía 4.11 Pila intermedia de sección rectangular con cabezal de concreto reforzado. ....	66
Fotografía 4.12 Alcantarilla formada por losa maciza de concreto y Estribos con aleros a 30° .....	67
Fotografía 4.13 Losa maciza de concreto reforzado. ....	67
Fotografía 4.14 Estribo de concreto ciclópeo. ....	67



---

Fotografía 4.15 Formado con Estribos de concreto reforzado con aleros a 30°.....	68
Fotografía 4.16 P.S.V. Formado por losa maciza de concreto reforzado. ....	68
Fotografía 4.17 Estribo con aleros a 30° de concreto reforzado. ....	68
Fotografía 4.18 Losas de concreto reforzado en colaboración con vigas de concreto presforzado. ....	69
Fotografía 4.19 Losa maciza de concreto reforzado. ....	69
Fotografía 4.20 Losa díptera de concreto reforzado.....	70
Fotografía 4.21 Estribo con aleros a 30° de concreto reforzado. ....	70
Fotografía 4.22 Estribo con aleros en “U” de concreto reforzado.....	70
Fotografía 4.23 Caballete de concreto reforzado. ....	70
Fotografía 4.24 Pila intermedia formada por una columna de sección constante de concreto reforzado. ....	70
Fotografía 4.25 Pila intermedia formada por una columna de sección constante y cabezal en doble volado de concreto reforzado. ....	70
Fotografía 5.1 Tubo metálico corroído y roto en la parte baja. ....	98
Fotografía 5.2 Erosión debajo del tubo.....	98
Fotografía 5.3 Trabe extrema izquierda del tramo 1-2 con acero de presfuerzo expuesto y roto.....	99
Fotografía 5.4 Trabe extrema derecha del tramo 2-3 con daño severo por impacto vehicular, con acero de refuerzo y presfuerzo roto. ....	99
Fotografía 5.5 Tubos del parapeto del lado derecho cortados en el tramo 1-2. ....	100
Fotografía 5.6 Acero de refuerzo expuesto en la superficie de rodamiento en diversas zonas.....	100
Fotografía 5.7 Vista panorámica del Puente Sin Nombre Cpo. B, km. 31+300.....	101
Fotografía 5.8 Parte inferior de la losa, en donde se observan manchas de humedad. .....	101
Fotografía 5.9 Se observa acero de refuerzo expuesto en uno de los extremos de la parte inferior de la losa. ....	101
Fotografía 5.10 Desconche generalizado en la parte inferior de la losa por la corrosión del acero de refuerzo, el recubrimiento se ha perdido en más del 50%.....	102
Fotografía 5.11 Acero corroído y perdida de recubrimiento en la parte inferior de la losa.....	102



---

## LISTA DE GRÁFICAS

Graficas 5.1 Condición de la Cimentación Respecto a la Socavación tramo: Córdoba – Veracruz.....	75
Graficas 5.2 Condición de la Cimentación Respecto a la Socavación tramo: Monterrey – Nuevo Laredo.....	76
Graficas 5.3 Condición de la Cimentación tramo: Córdoba – Veracruz .....	78
Graficas 5.4 Condición de la Cimentación tramo: Monterrey – Nuevo Laredo .....	79
Graficas 5.5 Condición de los Apoyos Extremos de la Subestructura tramo: Córdoba – Veracruz.....	81
Graficas 5.6 Condición de los Apoyos Extremos de la Subestructura tramo: Monterrey – Nuevo Laredo.....	82
Graficas 5.7 Condición de las Pilas Intermedias de la Subestructura tramo: Córdoba – Veracruz.....	84
Graficas 5.8 Condición de las Pilas Intermedias de la Subestructura tramo: Monterrey – Nuevo Laredo.....	85
Graficas 5.9 Condición del Sistema de Piso de la Superestructura tramo: Córdoba – Veracruz.....	87
Graficas 5.10 Condición del Sistema de Piso de la Superestructura tramo: Monterrey – Nuevo Laredo.....	88
Graficas 5.11 Condición de las Vigas y Diafragmas tramo: Córdoba – Veracruz .....	90
Graficas 5.12 Condición de las Vigas y Diafragmas tramo: Monterrey – Nuevo Laredo .....	91
Graficas 5.13 Condición de los Dispositivos de Apoyo tramo: Córdoba – Veracruz .	93
Graficas 5.14 Condición de los Dispositivos de Apoyo tramo: Monterrey – Nuevo Laredo .....	94
Graficas 5.15 Evaluación General tramo: Córdoba – Veracruz.....	96
Graficas 5.16 Evaluación General tramo: Monterrey – Nuevo Laredo .....	97



---

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene el propósito dar a conocer la importancia del procedimiento de la inspección visual de puentes, el cual consiste en efectuar el reconocimiento, diagnóstico y levantamiento de daños de cada uno de los elementos estructurales, accesorios, accesos y cauce que integran la estructura en estudio, mediante la recolección de información en campo a través del llenado del formato de inspección visual, con la finalidad de realizar la evaluación física de cada estructura, misma que al ser complementada con el levantamiento de cantidades (volúmenes, áreas, longitudes, etc.), representan la base para la elaboración de los catálogos de conceptos de mantenimiento menor y limpieza, así como para determinar la prioridad de atención a las estructuras, llegando a la formulación del programa de mantenimiento menor y mayor de puentes realizados por CAPUFE.

En este trabajo se realizó el análisis de la información obtenida en la inspección visual de puentes en dos tramos de autopista administrada por CAPUFE en el año 2014, los cuales son: Córdoba – Veracruz y Monterrey – Nuevo Laredo, con la finalidad de obtener una calificación global del estado físico en el que se encuentran y compararlos entre si.

El desarrollo de este trabajo se divide en cinco apartados, de los cuales el Capítulo I, se refiere a las generalidades, en donde se expresa la justificación, los objetivos y la metodología empleada para su elaboración.

En el Capítulo II se describe la importancia que tiene el reporte de inspección, definiendo brevemente cada uno de los elementos que los componen, describiendo el llenado del formato utilizado por CAPUFE, indicando los elementos considerados y las calificaciones que se pueden asignar.



---

Cabe mencionar que solamente se consideraron puentes construidos con concreto (reforzado o presforzado).

Los Capítulos III y IV, se refieren a la descripción de las características geográficas, extensión territorial, litorales, hidrografía, clima, estadísticas de temperatura y lluvia y los tipos de estructuras que conforman los tramos: Córdoba – Veracruz y Monterrey – Nuevo Laredo.

En el Capítulo V se presentan tablas y gráficas de los resultados obtenidos de la evaluación de la condición de la socavación respecto a la cimentación, de la cimentación, de los apoyos extremos e intermedios de la subestructura, del sistema de piso, de las vigas y diafragmas, de los dispositivos de apoyo y la Evaluación General de las Estructuras Inspeccionadas en cada uno de los tramos, indicando la calificación asignada, conforme a lo establecido en el Sistema de Administración de Puentes (SIAP), en donde se puede observar la condición calificada y el número de estructuras que se encuentran en cada caso.

Finalmente se mencionan las conclusiones y recomendaciones para el personal involucrado en la inspección y evaluación de puentes.



---

## **CAPÍTULO I.- GENERALIDADES**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes cuenta con Caminos y Puente Federales y Servicios Conexos que es un órgano descentralizado, el cual tiene la misión<sup>1</sup> de prestar servicios carreteros integrales de calidad asociados con la operación, conservación, administración, modernización y explotación de los caminos y puentes de cuota como concesionario y prestador de servicios por contrato, que faciliten el desplazamiento de bienes y personas con seguridad, comodidad, rapidez y economía, de manera eficiente, competitiva y sustentable con un marco de transparencia y rendición de cuentas, para contribuir a la expansión e integración de la red nacional de caminos y puentes de cuota.

Refiriéndose a los puentes, una de las actividades, que se realiza con la finalidad de contribuir para su conservación, es la inspección visual, la cual tiene la finalidad de detectar visualmente deficiencias o daños en cada uno de los elementos que los componen y realizar propuestas para su atención a través de la evaluación obtenida a partir de la calificación que se le asigne a cada elemento, mediante el análisis de la información que es recopilada en campo.

En el caso de que esta actividad, sea realizada incorrectamente por personal que no cuente con los conocimientos ni la experiencia requerida para considerar las actividades que se tienen que llevar a cabo u omite la descripción de alguna falla o defecto, en el peor de los escenarios, puede poner en riesgo la atención de la estructura y causar descontrol en la programación de atención a estas. Es por ello que en este trabajo de tesis se pretende dar a conocer la importancia de esta actividad mediante el análisis de la información generada en la inspección y



---

evaluación de las estructuras de puentes de dos tramos inspeccionados en el año 2014.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

La Inspección Visual y la Evaluación de Puentes como tema de investigación, se propone ya que pertenece al área de las Vías Terrestres, representa un tema de actualidad que tiene relevancia al considerar que estas estructuras son parte fundamental en una carretera o autopista, medio por el cual se trasladan personas, bienes y servicios para el desarrollo económico y social de las poblaciones ubicadas en todo el país. Un aspecto relevante para proponer este tema es la atención y seguimiento que se les debe de brindar a la conservación de la infraestructura carretera, con la finalidad de evitar pérdidas económicas provocadas por el cierre de tramos ocasionados por daños en las estructuras de puentes, lo cual debe de tener difusión entre los contratistas que se dedican a realizar estas tareas, coadyuvando con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y Caminos y Puentes Federales y Servicios Conexos como órgano descentralizado responsable de operar y dar mantenimiento menor y mayor a las estructuras.

A través del análisis de la información obtenida en las inspecciones de las estructuras de puentes ubicadas en los tramos: Córdoba – Veracruz y Monterrey Nuevo Laredo, y de la evaluación de las condiciones físicas en que se encuentran los puentes será posible ejemplificar la importancia de esta actividad como base en la toma de decisiones para la determinación de acciones necesarias y la elaboración del presupuesto requerido para mantener y en su caso elevar el nivel de servicio de las autopistas.





---

## 1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.3.1 Objetivo General

Realizar el análisis de la información obtenida en la inspección visual realizada en el año 2014, de las estructuras de puentes ubicadas en los tramos: Córdoba – Veracruz y Monterrey – Nuevo Laredo, y con ello obtener la Evaluación del estado físico de las estructuras, mediante la calificación asignada, según lo establecido en el Sistema de Administración de Puentes (SIAP).

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Recopilar la información generada en la inspección visual realizada a los puentes ubicados en los tramos: Córdoba – Veracruz y Monterrey – Nuevo Laredo en el año 2014.
- Definir qué tipos de estructuras componen cada uno de los tramos analizados.
- Analizar y clasificar las calificaciones asignadas a cada una de las estructuras en cada uno de los tramos de estudio.
- Evaluar las condiciones de la cimentación respecto a la socavación, la cimentación, los apoyos extremos e intermedios de la subestructura, el sistema de piso (losas), las vigas y diafragmas, los dispositivos de apoyo, para emitir una Evaluación General de las estructuras.



---

## 1.4 METODOLOGÍA

En el presente trabajo de tesis se resalta la importancia que tiene la inspección visual y la evaluación de la condición física de los puentes, indicando los elementos que se deben de considerar en esta, a través de la descripción del llenado del formato utilizado por CAPUFE y del análisis de la información que se genere, ya que pertenecen a la infraestructura carretera, la cual debe de estar en óptimas condiciones para el traslado de personas, bienes y servicios, brindando seguridad y confort a los usuarios.

En el desarrollo de este trabajo se utilizarán los métodos de investigación inductivo y comparativo, para estar acorde con ellos, se obtendrá la calificación y evaluación de cada estructura a partir de la información contenida en los formatos de inspección, que al conjuntarlos nos dará la evaluación general de cómo se están comportando los tramos considerados, para finalizar con una comparativa entre ellos.

Se recopilará la información generada en el formato de inspección de las inspecciones tradicionales efectuadas a los puentes existentes en los tramos: Córdoba – Veracruz y Monterrey Nuevo Laredo, que realizó CAPUFE en el año 2014.

Como parte de la investigación se analizará la cantidad y tipo de puentes que componen cada uno de los tramos.

Se presentará una descripción del entorno geográfico de cada una de las entidades, para conocer las condiciones en las cuales fueron construidos.

Los resultados que se pretenden obtener es la definición del estado físico de los puentes en cada uno de los tramos de una forma general y compararlos, además de cómo puede influir en la toma de decisiones para su conservación, así como el seguimiento que se les debe de dar.



## 1.5 MARCO TEÓRICO

La infraestructura carretera construida en cualquier país, se realiza con fuertes inversiones de capital, por lo se debe de conservar en óptimas condiciones para su buen funcionamiento, un tema ligado a esto es la conservación rutinaria.

Derivado de diversos estudios e investigaciones realizadas por el Instituto Mexicano del Transporte, nace la Publicación Técnico No. 49 (1994) denominada Sistema de Administración de Puentes (SIAP), en donde se manifiesta la necesidad de contar con información que contenga un inventario de puentes de la red carretera, en donde se menciona lo siguiente:

La modernización que se intenta realizar en todos los órdenes de la vida económica del país redundará en el incremento sustancial de las demandas de tránsito sobre las redes de transporte, por lo que tanto las carreteras como los ferrocarriles existentes deberán modificarse para adecuarlos al crecimiento de la demanda de transporte.

Los puentes son una parte importante del sistema de transporte del país y pueden ser puntos de estrangulamiento de la red si no están en condiciones adecuadas de servicio.

Numerosos puentes de la red nacional de carreteras en el año 1994, presentaban daños importantes como consecuencia de la acción agresiva de los agentes naturales y del crecimiento desmesurado de las cargas vivas.

El deterioro causado por los agentes naturales es común a todas las obras de ingeniería civil y es el resultado de un proceso mediante el cual la naturaleza trata de revertir el procedimiento artificial de elaboración de los materiales de construcción y llevarlos nuevamente a su estado original. De esta manera el concreto, piedra artificial formada por agregados pétreos unidos con cemento y agua, por efecto de los cambios



---

de temperatura, el intemperismo y otros agentes, se agrieta, se desconcha y tiende a convertirse otra vez en arena, grava y cemento separados. Así mismo, el acero, formado por hierro con un pequeño agregado de carbono, es un material artificial inexistente en la naturaleza, que por efecto de la oxidación tiende a convertirse en un material más estable.

Por lo que se refiere a las cargas rodantes; el desarrollo tecnológico ha propiciado la aparición de vehículos cada vez más pesados, en respuesta a la demanda de los transportistas que encuentran más lucrativa la operación de vehículos de mayor peso; por otra parte, el mismo desarrollo económico se ha reflejado en un notable incremento del parque vehicular. En los últimos 35 años, antes de 1994, el número de habitantes y la longitud de la red se han triplicado, en tanto que el número de vehículos se ha multiplicado por veinticinco.

Una gran parte de nuestros puentes fueron calculados para la carga AASHTO H-15 con un peso total de 13.6 ton, en tanto que el camión tipo T3-S3 autorizado por el reglamento de operación de caminos tiene un peso legal de 46 ton. y frecuentemente un peso ilegal hasta de 75 ton. Esta situación explica algunos de los daños en las estructuras de pavimentos y puentes por el aumento de las sollicitaciones mecánicas al aumentar el peso de las cargas rodantes y por la disminución de resistencia por efecto de la fatiga estructural ocasionada por la aplicación de esas cargas repetidamente. Sin embargo, atendiendo a la naturaleza dinámica de las cargas vivas, deberá estudiarse con más detalle el problema de capacidad estructural, tomando en cuenta las características del propio vehículo como son el tipo de suspensión, distribución de la masa, etc. así como las propiedades dinámicas del puente.

Otro aspecto importante de tomar en cuenta es lo que se refiere a la insuficiencia hidráulica y al estado de la cimentación desde el punto de vista de socavación, ya que estos problemas son las principales causas de colapsos de puentes, que cruzan ríos.



---

Examinando con mayor atención la naturaleza de las causas que provocan los daños en los puentes, se desprende que son ineludibles. La acción agresiva de los agentes ambientales forma parte del marco de referencia en que la ingeniería debe desenvolverse y, tomando en cuenta que la infraestructura debe estar al servicio del transporte, la tendencia creciente del peso y número de los vehículos debe considerarse también componente obligada del citado marco de referencia. Por ésta razón, las entidades responsables de la operación de las redes de carreteras y ferrocarriles; deben considerar la conservación de los puentes como parte obligada de su quehacer a fin de mantener los niveles adecuados de seguridad y servicio de las estructuras.

Desafortunadamente existe un considerable rezago en la conservación de los puentes que se traduce en un deterioro creciente de su estado físico. Entre las razones que explican, pero no justifican ese rezago, pueden señalarse las siguientes:

- Escasez de recursos. La crisis económica en que estuvo inmerso nuestro país durante la década de los ochentas motivó un considerable descenso del gasto público y una desafortunada minimización de recursos disponibles para la conservación. Por el contrario, la crisis económica pudo considerarse motivo para conservar con mayor esmero la infraestructura existente, que, de destruirse, sería difícil de restituir por la propia escasez de recursos.

- Preferencia a la estructura térrea. Los limitados recursos asignados a la conservación de la red, se han canalizado en el pasado fundamentalmente a la atención de la estructura térrea (terracerías y pavimentos), debido a que los materiales que la conforman son más vulnerables que los predominantes en los puentes, lo que motiva daños más extensos, más notorios y más frecuentes. Los materiales de los puentes, son ciertamente más durables, pero no son eternos y su falta de conservación puede destruirlos, ocasionando cuantiosas pérdidas económicas e interrupciones totales del tránsito.



---

- Impopularidad de la conservación. El crecimiento demográfico, el acceso de grupos cada vez mayores a mejores niveles de vida y la urbanización creciente, generan una gran demanda de diversas obras nuevas de infraestructura, ante las cuales la conservación de las obras existentes resulta una tarea poco atractiva para la sociedad y sus dirigentes y queda, por lo tanto, en desventaja en la competencia por la asignación de recursos.

- Carencia de cultura de conservación. En una sociedad subdesarrollada existe poca conciencia sobre la necesidad de conservar las obras tanto públicas como privadas. Podría decirse que el índice del desarrollo social de una nación se obtiene en función de la proporción de recursos asignados a la conservación respecto al gasto total en construcción.

Aunque por su longitud los puentes representan una porción pequeña de la red, constituyen eslabones vitales que garantizan la continuidad del funcionamiento de toda ella. Su colapso ocasiona frecuentemente pérdidas de vidas y cuantiosos daños económicos, tanto por la destrucción de la obra como por la interrupción o demora de la operación. Su reconstrucción plantea a menudo complejos problemas de ingeniería. Constituyen además obras que cautivan la atención del público, por lo que su falla ocasiona un detrimento en la credibilidad o en el prestigio de las entidades responsables. Por estas razones, conservarlos es una necesidad esencial (pp, 1 a 3).

También hace referencia, que, en el año de 1994, existían alrededor de 40,000 km de red federal de carreteras y 5,000 puentes en México, para los cuales se realizó una inversión de 8,000 millones de nuevos pesos y de acuerdo a diversos estudios realizados a nivel mundial, se determinó que para la conservación de la infraestructura realizada es necesario una inversión del 2% del monto original, lo que dio un monto de 160 millones de nuevos pesos, como mínimo necesario, para mantener las estructuras en condiciones adecuadas, sin contar los recursos necesarios para realizar reparaciones y reforzamientos, Desafortunadamente, en esa época los recursos



---

asignados fueron escasos o nulos, lo que ocasionó acumulación de deterioro en 3,000 puentes, que representaban el 60% del total, en los cuales se requería de acciones importantes de rehabilitación (IMT,1994).

Es importante resaltar que este problema es no es exclusivo de México, se observa en todos los países, principalmente en los más desarrollados debido a que cuentan con redes de mayor tamaño y con más antigüedad.

En los Estados Unidos, por ejemplo, existen en la red federal de carreteras 574,000 puentes, de los cuales 200,000 deben reemplazarse o reforzarse por obsolescencia funcional o por insuficiencia estructural, a un costo de 50,000 millones de dólares, que se invertirán en un lapso de 20 años.

Adicionalmente, en Francia los 6,700 puentes de la red principal de carreteras requieren una inversión anual de 40 millones de dólares durante 20 años. De esta inversión, un tercio se destinará a acciones preventivas de mantenimiento y dos tercios a la rehabilitación o reemplazo del 25% de estas obras.

A pesar de que la construcción y administración institucional de puentes carreteros en México empieza en 1925 con la fundación de la Comisión Nacional de Caminos, fue en 1982 cuando se iniciaron acciones administrativas que consideran el problema global de la conservación de puentes. Antes de esa fecha sólo se emprendían acciones dispersas diferidas a casos puntuales, que en su mayoría eran puentes colapsados por socavación durante los temporales y que sólo raras veces constituían verdaderas acciones preventivas de conservación, como la renovación de la pintura de estructuras metálicas.

En 1982 se levantó un inventario de los puentes de la red federal que incluyó una evolución de sus condiciones. El Sistema de Administración de Puentes (SAP) constituye un esfuerzo importante de la Dirección General de Construcción y



Conservación de Obra Pública para el control de las estructuras viales a su cargo. Posteriormente, se establecieron Residencias de Conservación de Puentes en la mayor parte de los Estados y se llevaron a cabo numerosas obras de reparación y modernización de puentes, con inversiones crecientes a precios reales año con año. Similares esfuerzos han sido realizados en la última década por el organismo Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos, por el Departamento del Distrito Federal y por la empresa Ferrocarriles Nacionales de México, para atender los puentes a su cargo. Estas tareas fueron en buena parte impulsadas por la ocurrencia de algunos colapsos de puentes, causados tanto por sobrecargas excesivas como por el mal estado físico de las obras (pp, 5 a 6).

Por lo expresado anteriormente se determinó que era necesario la implantación de un sistema de administración de puentes, necesidad que dio origen al Sistema de Administración de Puentes (SIAP) el cual fue implantado en Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos, para administrar los puentes ubicados en las autopistas de cuota y en forma paralela la Dirección General de Conservación de Carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, implantó el Sistema de Puentes de México (SIPUMEX), para la atención de los puentes de la red federal libres de peaje.

### **1.5.1 Sistema de Administración de Puentes**

En la publicación “A Basic Guide for Bridge Management” del Banco Mundial de 1988, destinada para servir como guía para la implantación de sistemas de administración de puentes en países en desarrollo, se define a un sistema de este tipo, como “un conjunto de elementos administrativos y organizacionales, normas y procedimientos implantados por una institución para organizar, realizar y supervisar todas las actividades relacionadas con los puentes a su cargo después de la puesta en servicio de éstos” (IMT, 1994).





---

Los objetivos generales del sistema son los siguientes:

- Garantizar la seguridad de los usuarios.
- Proteger la inversión patrimonial.
- Predecir con suficiente anticipación el monto de los recursos necesarios para la conservación y rehabilitación de las obras.
- Garantizar la continuidad y la calidad del servicio.
- Optimizar la aplicación de los recursos disponibles.

### **1.5.2 Organización Central**

Los sistemas de administración están formados por dos tipos de organización, Central y de Campo.

La Organización Central es la que se encarga de la toma de decisiones sobre las acciones de conservación de los puentes y la supervisión de la ejecución de los trabajos.

Las actividades centrales dentro del sistema propuesto son las siguientes:

- Establecer políticas y programas de conservación.
- Integración del banco de datos.
- Evaluación de las obras.
- Definición de acciones.
- Priorización de acciones.

La Organización Central será la responsable de integrar un expediente para cada puente contenido los siguientes documentos:



- 
- Estudios previos: topográficos, hidráulicos, geotécnicos, de ingeniería de tránsito, etc.
  - Memorias de cálculo planos estructurales.
  - Datos de construcción: contratos, modificaciones al proyecto, control de calidad, etc.
  - Reportes de accidentes.
  - Datos sobre reparaciones o reforzamientos, incluyendo costos.

### **1.5.3 Organización de Campo**

La organización de Campo es la encargada de realizar las actividades en el sitio en donde se ubican las estructuras. Las tareas a realizar por estas dependencias dentro del sistema son las siguientes:

- Inspección.
- Evaluación.

#### Inspecciones

Mediante el programa de inspecciones sistemáticas se obtendrán los datos necesarios para la detección y evaluación de daños, así como para la toma de decisiones sobre mantenimiento, reparación, refuerzo o sustitución de los puentes.

En las inspecciones deberán de considerarse únicamente los daños graves, tales como:

- Socavación.
- Grietas y asentamientos en la subestructura.
- Daños en dispositivos de apoyo.
- Grietas en la superestructura.
- Flechas, desplomes y hundimientos.



- Golpes.
- Daños en juntas de dilatación.
- Corrosión.

## Evaluación

Esta actividad tiene dos objetivos, el primero es evaluar las características resistentes actuales y previsibles en un futuro próximo y, por otro, determinar sus características funcionales, destacando el tipo de trazo, el ancho de calzada, el gálibo y la sección hidráulica entre otros. Para ello se deben de tomar en cuenta los niveles de servicio relacionados con la capacidad de carga, ancho del puente y gálibo de los puentes.

La Inspección preliminar es básicamente una revisión visual, la cual consiste en efectuar el reconocimiento, diagnóstico y levantamiento de daños de cada uno de los elementos estructurales, accesorios, accesos y cauce que integran la estructura en estudio, generando información para el llenado del formato F-003.- Inspección Visual manejado por CAPUFE, del cual se desprende el Programa de Mantenimiento Menor, que independientemente de las recomendaciones de acuerdo a los daños detectados en elementos estructurales principales y secundarios, deberá contener un levantamiento de cantidades de obra (volumetría, áreas, longitudes, etc.) para la elaboración de los catálogos de conceptos de mantenimiento menor y limpieza, ya sí estar en condiciones de implementar el programa de mantenimiento menor, haciendo la división de los elementos del puente según sea el caso:

Superficie de rodamiento

Superestructura

Subestructura

Cauce

Accesos

Drenaje



---

Derecho de vía

Señalamiento horizontal

Señalamiento vertical

Elementos diversos



---

## CAPÍTULO II.- FORMATO DE INSPECCIÓN

La inspección es el conjunto de acciones realizadas en gabinete y campo para conocer el estado de las estructuras (Cauce, Subestructura, Superestructura, Obras Complementarias) en un instante determinado, desde la recopilación de información existente (historia del puente, expedientes técnicos del proyecto, planos post construcción, inspecciones previas, etc.), hasta la toma de datos en campo.

Considerando que las estructuras que conforman los puentes se deterioran como resultado de efectos físicos y químicos, como son: las sobrecargas, impactos vehiculares, erosión, socavación, corrosión y sismos, es necesario realizar inspecciones en intervalos de tiempo regulares, se debe de considerar que es una actividad primordial para lograr concretar los objetivos de la inspección, que son: asegurar la continuidad del tráfico sobre las estructuras y detectar las deficiencias existentes, para realizar las recomendaciones de corrección necesarias.

El tipo de inspección que se tratará en este trabajo es la denominada rutinaria o principal, en la cual se recopilará información amplia y detallada del estado de las estructuras, su condición y deficiencias, ocasionadas por fenómenos naturales, incremento de tráfico o la presencia de vehículos sobrecargados.

La inspección principal es una investigación de campo visual sistemática y organizada de todos los elementos que conforman las estructuras de puentes, la cual debe de ser realizada por personal especializado, debe de incluir como mínimo las observaciones de los siguientes elementos:

Accesos: Ingreso y/o salida a una instalación u obra de infraestructura vial.

Cauce: Lecho de ríos, quebradas y arroyos.



---

**Pilas:** Apoyos intermedios de los puentes de dos o más tramos. Deben soportar la carga permanentemente y sobrecargas sin asientos, ser insensibles a la acción de los agentes naturales (viento, riadas, etc.).

**Estribos:** Apoyos situados en los extremos del puente sostienen los terraplenes que conducen al puente. A veces son reemplazados por pilares hincados que permiten el desplazamiento del suelo en su derredor. Deben resistir todo tipo de esfuerzos por lo que se suelen construir en concreto ciclópeo o armado.

**Caballetes:** Apoyos situados en los extremos del puente con pilares hincados que permiten el desplazamiento del suelo en su derredor. Deben resistir todo tipo de esfuerzos por lo que se suelen construir en concreto armado.

**Trabes de concreto:** Elemento rígido, proyectado para soportar y transmitir las cargas transversales a que está sometido hacia los elementos de apoyo.

**Dispositivos de apoyo:** Elementos diseñados para transmitir las cargas desde la superestructura a la subestructura y permitir la expansión y rotación de la superestructura.

**Juntas de expansión:** Separación establecida para permitir la expansión o contracción por efecto de los cambios de temperatura, se colocan en los extremos de los tableros y en otras secciones intermedias en donde se requieran. Se deben sellar con materiales flexibles, capaces de tomar las expansiones y contracciones que se produzcan y ser impermeables. Si no pueden ser selladas se colocarán bajo de ella canalones para la captación y desalojo del agua.

**Guarnición:** Elementos de concreto colocados en las orillas de la calzada de la estructura, con el propósito de encauzar el tránsito vehicular y servir de base para un parapeto o a una defensa.



---

**Banquetas:** Elementos de concreto contruidos en las orillas de la calzada, cuyo objetivo es permitir, en condiciones de seguridad, el paso de peatones.

**Parapeto:** Es un sistema de postes verticales y elementos longitudinales que se colocan sobre las guarniciones o a las banquetas, a lo largo de los extremos longitudinales de la estructura.

**Señalamiento y dispositivos para protección:** son aquellas señales y elementos que se colocan con el fin de garantizar la integridad de las personas y las obras, durante la ejecución de trabajos de modernización o reconstrucción de carreteras en operación.

Los daños encontrados deberán de ser anotados en el formato de inspección, el cual se describirá en este Capítulo.

## **2.1 REPORTE DE INSPECCIÓN**

Con base en la información recabada, se elaborará el reporte de inspección con la cual se podrá proyectar el tipo de reparación y asignación de recursos financieros necesarios. Este reporte deberá de expresarse en un lenguaje claro y conciso, se podrá complementar con planos de construcción, fotografías que muestren la estructuración, tipos de fallas y defectos detectados, además de las condiciones generales y la evaluación correspondiente, este deberá de hacerse por cada una de las estructuras inspeccionadas, con suficiente precisión para que en inspecciones posteriores se pueda realizar una comparación de la condición o grado de deterioro, útiles para ayudar a detrmnar los cambios y su magnitud. Deberán de incluirse todas las recomendaciones e instrucciones para la reparación o el mantenimiento correspondiente. Al final se deberá de calificar en forma general la condición de cada puente.



---

Cada puente deberá ser inspeccionado por personal calificado a intervalos regulares que no excedan de dos años, como ya se mencionó. La frecuencia con que se realicen dichas inspecciones al igual que su grado de dificultad dependerá de factores tales como la edad, la composición del tránsito, su estado de conservación y las fallas detectadas o conocidas. La evaluación de estos factores será de la competencia de la persona encargada del programa de inspección, indicado en el Manual para Inspección y Conservación de Puentes, Tomo II, SCT.

La época más recomendable para realizar esta inspección es al término de la temporada de lluvias, cuando la disminución de los niveles de agua facilite el acceso bajo las obras y se observa los indicios de socavación, que es causa principal del colapso de puentes construidos en cauces de ríos.

La función principal del programa de mantenimiento de puentes es la de conservarlos en condiciones que proporcionen seguridad y un flujo de tránsito interrumpido. La protección de la inversión en la estructura se facilita a través de reparaciones programadas correctamente, se debe de considerar que está subordinada únicamente a la seguridad del tránsito y a la de la misma estructura. Para alcanzar los resultados deseados se requiere de vigilancia y procedimiento de inspección cuidadosos. Y para lograr una vigilancia correcta se tienen que realizar inspecciones frecuentes y registrar los daños observados en el siguiente formato denominado F003 de CAPUFE, el cual se deberá de llenar de acuerdo al procedimiento que se describe en el siguiente apartado.





---

## 2.2.- DATOS GENERALES

### LLENADO DEL FORMATO DE INSPECCIÓN VISUAL

Los datos generales corresponden a información básica para determinar el responsable de esa estructura y su ubicación física. En él se deberán de llenar los campos correspondientes a:

RESPONSABLE DEL PUENTE (001)

NOMBRE DEL PUENTE (002)

NÚMERO DE PUENTE (003)

ESTADO (004)

MUNICIPIO (005)

LOCALIDAD (006)

### 2.3 CONDICIÓN GENERAL DEL PUENTE

En esta parte se anotarán los datos relacionados con los deterioros más sobresalientes en los diferentes elementos del puente. Los deterioros que deben ser considerados son principalmente agrietamientos importantes, socavación, corrosión, desplomes y estado de los apoyos. También se anotará la fecha en que se realizó la última inspección, así como un reporte indicando si existe la necesidad de realizar alguna inspección más detallada o algún estudio especial, que en general se indican las condiciones en que se encuentra la estructura inspeccionada.

Debido a que se trata de una inspección visual se manejará la siguiente escala para evaluar el daño:



- 1.- Ligero
- 2.- Moderado
- 3.- Grave
- 4.- No se aprecia
- 5.- No aplica

## HUNDIMIENTOS

En este campo se registrará si existe algún tipo de hundimiento.

## DESPLOMES

En este campo se registrará si existe algún tipo de desplome.

## SOCAVACIÓN

En este campo se registrará el nivel de socavación que se presenta.

## FLECHAS

En este campo se registrará si se observa flecha en la superestructura.

## CORROSIÓN

En este campo se registrará cuál es la situación general del puente en cuanto a corrosión.

## CAUCE DEL RÍO

En este campo se registrará la existencia de algún tipo de obstrucción en el cauce del río, considerando alguno de los siguientes valores:



- 1.- Obstruido ligeramente
- 2.- Obstruido moderadamente
- 3.- Obstrucción grave
- 4.- Sin obstrucción

#### SEÑALAMIENTO QUE INDIQUE GÁLIBOS

En este campo se registrará si existe señalamiento adecuado o no en relación a información sobre gálibos.

#### SEÑALAMIENTO DE SEGURIDAD

En este apartado se registrará si existe señalamiento adecuado o no en relación a la seguridad. Este señalamiento se refiere a la velocidad de los vehículos sobre el puente, si existe o no reducción en los carriles, etc.

#### COMENTARIOS (013)

En este campo se anotarán datos correspondientes a la condición del puente en general.

### **2.4 SUPERFICIE DE RODAMIENTO**

#### CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO

En este campo se registrará la condición de la superficie de rodamiento. Se escogerá alguno de los siguientes valores:

- 1.- Buena



- 2.- Regular
- 3.- Mala

Además de especificar el espesor de la carpeta actual en cm.

## **2.5 SUPERESTRUCTURA DE CONCRETO**

En esta sección se registrará si existe en algún elemento de soporte de la superestructura un agrietamiento importante. Se elegirá alguno de los siguientes valores:

- 1.- Ligero
- 2.- Moderado
- 3.- Grave
- 4.- No se aprecia
- 5.- No aplica

### **AGRIETAMIENTO EN ZONA DE APOYOS (GRIETAS DE CORTANTE)**

En este campo se registrará la existencia de grietas en las zonas de apoyo de los elementos de soporte, especificando el daño o estado.

### **AGRIETAMIENTO AL CENTRO DEL CLARO (GRIETAS DE FLEXION)**

En este campo se registrará la existencia de grietas en las zonas central de los elementos de soporte, especificando el daño o estado.



---

## AGRIETAMIENTO EN LOSAS

En este campo se registrará la existencia de grietas en la losa, especificando el daño o estado.

## AGRIETAMIENTO EN DIAFRAGMAS

En este campo se registrará la existencia de grietas en los diafragmas, especificando el daño o estado.

## JUNTAS DE EXPANSIÓN

En este campo se registrará el estado físico de las juntas de expansión. Se elegirá alguno de los siguientes valores:

- 1.- Buen estado
- 2.- Regular estado
- 3.- Mal estado
- 4.- No existen
- 5.- No aplica

## DISPOSITIVOS DE APOYO

En esta parte se registrará el estado de los dispositivos de apoyo de acuerdo a los valores anteriores.

## DAÑO POR IMPACTO VEHICULAR POR DEFICIENCIA EN GALIBO

En esta parte se almacenan datos sobre el daño que provocan los vehículos por gálibo deficiente. Se elegirá alguno de los siguientes valores:



- 1.- Ligero
- 2.- Moderado
- 3.- Grave
- 4.- No se aprecia
- 5.- No aplica

#### DAÑO POR IMPACTO VEHICULAR EN GENERAL (024)

En esta parte se almacenan datos sobre el daño que provocan los vehículos en general de acuerdo a los valores anteriores.

#### DRENAJE (025)

En este campo se registrará el estado del drenaje de la superestructura. Se elegirá alguno de los siguientes valores:

- 1.-Buen Funcionamiento
- 2.-Regular Funcionamiento
- 3.-Mal Funcionamiento
- 4.-No se aprecia
- 5.-No existe

#### DESCONCHAMIENTO EN LA SUPERESTRUCTURA (026)

Se registrarán si existen desprendimientos (desconches) importantes en el concreto, los cuales pueden desencadenar problemas tales como corrosión en el acero de refuerzo. Se elegirá alguno de los siguientes valores:

- 1.-Ligero
- 2.-Moderado



- 3.-Grave
- 4.-No se aprecia
- 5.- No aplica

#### UBICACION DEL DESCONCHAMIENTO (027)

En este campo se deberá de anotar la ubicación del desconche más representativo.

#### DIMENSION DEL DESCONCHAMIENTO (028)

En este campo se anotará la dimensión del desconche más representativo en cm.

#### COMENTARIOS (029)

En este campo se anotarán aspectos referentes a la superestructura que no se hayan considerado en los campos antes mencionados.

### **2.6 SUBESTRUCTURA DE CONCRETO**

En los siguientes campos se anotarán los datos referentes a la subestructura, estribos, pilas, caballetes, cargaderos, etc. Se elegirá alguno de los siguientes valores:

- 1.-Ligero
- 2.-Moderado
- 3.-Grave
- 4.-No se aprecia
- 5.- No aplica



---

### AGRIETAMIENTO EN PILAS (030)

En este campo se anotará la información sobre el agrietamiento en los apoyos intermedios.

### AGRIETAMIENTO EN ESTRIBOS (031)

En esta parte se registrará el agrietamiento en la zona de apoyos extremos.

### DESCONCHAMIENTO EN PILAS O ESTRIBOS (032)

Se registrará si existen desprendimientos (desconches) importantes en el concreto, los cuales pueden desencadenar problemas tales como corrosión en el acro de refuerzo.

### COMENTARIOS (029)

En este campo se anotarán aspectos referentes a la subestructura que no se hayan considerado en los campos antes mencionados.

## **2.7 PUENTES DE ACERO**

En los siguientes campos se anotarán detalles referentes a los diferentes elementos que conforman la superestructura o subestructura metálica.

### PINTURA ANTICORROSIVA (SUPERESTRUCTURA) (034)

En este campo se anotará el estado de la pintura anticorrosiva según los valores siguientes:





- 
- 1.-Adecuada
  - 2.-Faltante
  - 3.-Defectuosa
  - 4.-No se aprecia
  - 5.- No aplica

#### CORROSION (SUPERESTRUCTURA) (035)

En este campo se señalará el grado de corrosión que presenta la estructura en general.

- 1.-Ligero
- 2.-Moderado
- 3.-Grave
- 4.-No se aprecia
- 5.- No aplica

#### ELEMENTOS ROTOS (SUPERESTRUCTURA) (036)

En este campo se indicará en las casillas si existen o no elementos rotos.

#### ELEMENTOS FALTANTES (SUPERESTRUCTURA) (037)

En ese campo se indicará en las casillas si existen o no elementos faltantes.

#### ELEMENTOS DEFORMADOS (SUPERESTRUCTURA) (038)

En ese campo se indicará en las casillas si existen o no elementos deformados.



---

### DAÑO EN SOLDADURAS (SUPERESTRUCTURA) (039)

En este campo se indicará el grado del daño detectado en la soldadura. Se elegirá alguno de los siguientes valores:

- 1.-Ligero
- 2.-Moderado
- 3.-Grave
- 4.-No se aprecia
- 5.- No aplica

### DAÑO EN PERNOS O REMACHES (SUPERESTRUCTURA) (040)

En este campo se anotará el nivel de daño que se observa en pernos o remaches, de acuerdo a los valores anteriores.

### COMENTARIO GENERAL DE LA SUPERESTRUCTURA (041)

En este campo se anotarán comentarios describiendo las condiciones generales de la superestructura.

### PINTURA ANTICORROSIVA (SUBESTRUCTURA) (042)

En este campo se anotará el estado de la pintura anticorrosiva según los valores siguientes:

- 1.-Adecuada
- 2.-Faltante
- 3.-Defectuosa
- 4.-No se Aprecia



---

5.- No aplica

#### CORROSION (SUBESTRUCTURA) (043)

En este campo se señalará el grado de corrosión que presenta la estructura en general.

- 1.-Ligero
- 2.-Moderado
- 3.-Grave
- 4.-No se aprecia
- 5.- No aplica

#### ELEMENTOS ROTOS (SUBESTRUCTURA) (044)

En este campo se indicará en las casillas si existen o no elementos rotos.

#### ELEMENTOS FALTANTES (SUBESTRUCTURA) (045)

En ese campo se indicará en las casillas si existen o no elementos faltantes.

#### ELEMENTOS DEFORMADOS (SUBESTRUCTURA) (046)

En ese campo se indicará en las casillas si existen o no elementos deformados.

#### DAÑO EN SOLDADURAS (SUBESTRUCTURA) (047)

En este campo se indicará el grado del daño detectado en la soldadura. Se elegirá alguno de los siguientes valores:



- 1.-Ligero
- 2.-Moderado
- 3.-Grave
- 4.-No se aprecia
- 5.- No aplica

#### DAÑO EN PERNOS O REMACHES (SUBESTRUCTURA) (048)

En este campo se anotará el nivel de daño que se observa en pernos o remaches, de acuerdo a los valores anteriores.

#### COMENTARIO GENERAL DE LA SUBESTRUCTURA (049)

En este campo se anotarán comentarios describiendo las condiciones generales de la subestructura.

### **2.8 PUENTES DE CONCRETO PRESFORZADO**

En este apartado se anotarán las deficiencias encontradas en estructuras de concreto presforzado, indicando en las casillas si o no.

#### DUCTOS O CABLES EXPUESTOS (SUPERESTRUCTURA) (050)

En este campo se expresará si existen o no ductos o cables expuestos.

#### ANCLAJES DE PREESFUERZO SUELTOS (SUPERESTRUCTURA) (051)

En este campo se expresará si existen o no anclajes de presfuerzo sueltos.



---

#### CABLES ROTOS (SUPERESTRUCTURA) (052)

En este campo se expresará si existen o no cables rotos.

#### VAINAS O FUNDAS ROTAS (SUPERESTRUCTURA) (053)

En este campo se expresará si existen o no vainas o fundas rotas.

#### CORROSION EN CABLES (SUPERESTRUCTURA) (054)

En este campo se expresará si existen o no corrosión en cables.

#### COMENTARIO GENERAL DE LA SUPERESTRUCTURA (055)

En este campo se anotarán comentarios describiendo las condiciones generales de la superestructura de concreto presforzado.

#### DUCTOS O CABLES EXPUESTOS (SUBESTRUCTURA) (056)

En este campo se expresará si existen o no ductos o cables expuestos.

#### ANCLAJES DE PREESFUERZO SUELTOS (SUBESTRUCTURA) (057)

En este campo se expresará si existen o no anclajes de presfuerzo sueltos.

#### CABLES ROTOS (SUBESTRUCTURA) (058)

En este campo se expresará si existen o no cables rotos.



---

### VAINAS O FUNDAS ROTAS (SUBESTRUCTURA) (059)

En este campo se expresará si existen o no vainas o fundas rotas.

### CORROSION EN CABLES (SUBESTRUCTURA) (060)

En este campo se expresará si existen o no corrosión en cables.

### COMENTARIO GENERAL DE LA SUBESTRUCTURA (061)

En este campo se anotarán comentarios describiendo las condiciones generales de la subestructura de concreto presforzado.

## **2.9 CALIFICACIÓN GENERAL DEL PUENTE**

En este campo se anotará la información referente a la calificación dada en la inspección de evaluación. Las calificaciones que se dan a cada parte del puente:

SOCAVACION (062)

CIMENTACION (063)

APOYOS (064)

PILAS (065)

SISTEMA DE PISO (LOSAS) (066)

VIGAS Y DIAFRAGMAS (067)

DISPOSITIVOS DE APOYO (068)

son las siguientes:

5. Condición Excelente



4. Condición Buena
  3. Condición Aceptable
  2. Condición Regular
  1. Condición Mala o Defectuosa
  0. Condición de Falla
- No. Aplica

## 2.10 RECOMENDACIONES GENERALES

A juicio del jefe de inspección, en este apartado se darán recomendaciones generales respecto a la programación de la siguiente inspección de la estructura y de la superficie de rodamiento.

### INSPECCIONES (069)

En este campo se indicará la próxima evaluación que puede ser:

- 1.-Evaluación Visual a Corto Plazo (Máximo 6 meses)
- 2.- Inspeccion Preliminar a Corto Plazo (Maximo 6 Meses)
- 3.-Inspección Detallada a Mediano Plazo (Maximo 12 Meses)
- 4.-Otro (Especificar)

### SUPERFICIE DE RODAMIENTO (070)

En este campo se indicará la próxima evaluación que puede ser:

- 1.-Evaluación a Corto Plazo (Máximo 12 meses)
- 2.-Evaluación a Mediano Plazo (Máximo 2 años)
- 3.-Evaluación a Largo Plazo (Máximo 3 años)
- 4.-Otro (Especificar)



---

## SUPERESTRUCTURA (071)

En este campo se anotará el tipo de acción que se debe de realizar. Se elegirá alguna de las siguientes:

- 1.-Mantenimiento Menor
- 2.-Mantenimiento Mayor
- 3.-Reparación
- 4.-Sustitución
- 5.-Pruebas Especiales
- 6.-Otro (Especificar)

## SUBESTRUCTURA (072)

En este campo se anotará el tipo de acción que se debe de realizar, de acuerdo a los valores anteriores.

## COMENTARIOS (073)

En este campo se anotarán las recomendaciones referentes al mantenimiento menor, mantenimiento mayor, reparaciones, sustitución, pruebas especiales u otros.







### 3. SUPERFICIE DE RODAMIENTO

CONDICION (014) \_\_\_\_\_

- 1.-Buena
- 2.-Regular
- 3.-Mala

ESPESOR DE LA CARPETA ACTUAL (015) \_\_\_\_\_ (cm)

COMENTARIOS (016)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### 4. SUPERESTRUCTURA DE CONCRETO

AGRIETAMIENTO EN ZONA DE APOYOS (GRIETAS DE CORTANTE ) (017) \_\_\_\_\_

- 1.-Ligero
- 2.-Moderado
- 3.-Grave
- 4.-No se aprecia
- 5.- No aplica

Especificar Daños o Estado \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

AGRIETAMIENTO AL CENTRO DEL CLARO (GRIETAS DE FLEXION) (018) \_\_\_\_\_

- 1.-Ligero
- 2.-Moderado
- 3.-Grave
- 4.-No se aprecia
- 5.- No aplica

Especificar Daños o Estado \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

AGRIETAMIENTO EN LOSAS (019) \_\_\_\_\_

- 1.-Ligero
- 2.-Moderado
- 3.-Grave
- 4.-No se aprecia
- 5.- No aplica

Especificar Daños o Estado \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

AGRIETAMIENTO EN DIAFRAGMAS (020) \_\_\_\_\_

- 1.-Ligero
- 2.-Moderado
- 3.-Grave
- 4.-No se aprecia
- 5.- No aplica

Especificar Daños o Estado \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



**JUNTAS DE EXPANSION (021)** \_\_\_\_\_

- 1.-Buen Estado
- 2.-Regular Estado
- 3.-Mal Estado
- 4.-No existen
- 5.-No aplica

Especificar Daños o Estado \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**DISPOSITIVOS DE APOYO (022)** \_\_\_\_\_

- 1.-Buen Estado
- 2.-Regular Estado
- 3.-Mal Estado
- 4.-No existen
- 5.-No aplica

Especificar Daños o Estado \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**DAÑO POR IMPACTO VEHICULAR POR DEFICIENCIA EN GALIBO (023)** \_\_\_\_\_

- 1.-Ligero
- 2.-Moderado
- 3.-Grave
- 4.-No se aprecia
- 5.- No aplica

Especificar Daños o Estado \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**DAÑO POR IMPACTO VEHICULAR EN GENERAL (024)** \_\_\_\_\_

- 1.-Ligero
- 2.-Moderado
- 3.-Grave
- 4.-No se aprecia
- 5.- No aplica

Especificar Daños o Estado \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**DRENAJE (025)** \_\_\_\_\_

- 1.-Buen Funcionamiento
- 2.-Regular Funcionamiento
- 3.-Mal Funcionamiento
- 4.-No se aprecia
- 5.-No existe

Especificar Daños o Estado \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**DESCONCHAMIENTO EN LA SUPERESTRUCTURA (026)** \_\_\_\_\_

- 1.-Ligero
- 2.-Moderado
- 3.-Grave
- 4.-No se aprecia
- 5.- No aplica

Especificar Daños o Estado \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

UBICACION DEL DESCONCHAMIENTO (027) \_\_\_\_\_

DIMENSION DEL DESCONCHAMIENTO (028) \_\_\_\_\_ (cm)

COMENTARIOS (029) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_





**6. PUENTES DE ACERO**

	SUPERESTRUCTURA	SUBESTRUCTURA
<b>PINTURA ANTICORROSIVA (034)</b>	(042)	
1.-Adecuada	Especificar Daños o Estado	
2.-Faltante	_____	_____
3.-Defectuosa	_____	_____
4.-No se aprecia	_____	_____
5.- No aplica	_____	_____
<b>CORROSION (035)</b>	(043)	
1.-Ligero	Especificar Daños o Estado	
2.-Moderado	_____	_____
3.-Grave	_____	_____
4.-No se aprecia	_____	_____
5.- No aplica	_____	_____
ELEMENTOS ROTOS (036)	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	(044) SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
ELEMENTOS FALTANTES (037)	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	(045) SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
ELEMENTOS DEFORMADOS (038)	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	(046) SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
<b>DAÑO EN SOLDADURAS (039)</b>	(047)	
1.-Ligero	Especificar Daños o Estado	
2.-Moderado	_____	_____
3.-Grave	_____	_____
4.-No se aprecia	_____	_____
5.- No aplica	_____	_____
<b>DAÑO EN PERNOS O REMACHES (040)</b>	(048)	
1.-Ligero	Especificar Daños o Estado	
2.-Moderado	_____	_____
3.-Grave	_____	_____
4.-No se aprecia	_____	_____
5.- No aplica	_____	_____
<b>COMENTARIO GENERAL DE LA SUPERESTRUCTURA (041)</b>		
_____		
_____		
_____		
_____		
<b>COMENTARIO GENERAL DE LA SUBESTRUCTURA (049)</b>		
_____		
_____		
_____		
_____		



## 7. PUENTES DE CONCRETO PRESFORZADO

### SUPERESTRUCTURA

DUCTOS O CABLES EXPUESTOS (050)

Especificar Daños o Estado

SI  NO

\_\_\_\_\_

ANCLAJES DE PREESFUERZO SUELTOS (051)

Especificar Daños o Estado

SI  NO

\_\_\_\_\_

CABLES ROTOS (052)

Especificar Daños o Estado

SI  NO

\_\_\_\_\_

VAINAS O FUNDAS ROTAS (053)

Especificar Daños o Estado

SI  NO

\_\_\_\_\_

CORROSION EN CABLES (054)

Especificar Daños o Estado

SI  NO

\_\_\_\_\_

COMENTARIO GENERAL DE LA SUPERESTRUCTURA (055)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### SUBESTRUCTURA

DUCTOS O CABLES EXPUESTOS (056)

Especificar Daños o Estado

SI  NO

\_\_\_\_\_

ANCLAJES DE PREESFUERZO SUELTOS (057)

Especificar Daños o Estado

SI  NO

\_\_\_\_\_

CABLES ROTOS (058)

Especificar Daños o Estado

SI  NO

\_\_\_\_\_

VAINAS O FUNDAS ROTAS (059)

Especificar Daños o Estado

SI  NO

\_\_\_\_\_

CORROSION EN CABLES (060)

Especificar Daños o Estado

SI  NO

\_\_\_\_\_

COMENTARIO GENERAL DE LA SUPERESTRUCTURA (061)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



**8. CALIFICACION GENERAL DEL PUENTE**

SOCAVACION (062)	_____	_____
CIMENTACION (063)	_____	_____
APOYOS (064)	_____	_____
PILAS (065)	_____	_____
SISTEMA DE PISO (LOSAS) (066)	_____	_____
VIGAS Y DIAFRAGMAS (067)	_____	_____
DISPOSITIVOS DE APOYO (068)	_____	_____
	5. Condición Excelente	<b>TOTAL = #iDIV/0!</b>
	4. Condición Buena	
	3. Condición Aceptable	
	2. Condición Regular	
	1. Condición Mala o Defectuosa	
	0. Condición de Falla	
	No. Aplica	

**9. RECOMENDACIONES GENERALES**

INSPECCIONES (069) \_\_\_\_\_

1.-Evaluación Visual a Corto Plazo (Máximo 6 meses)

2.- Inspección Preliminar a Corto Plazo (Maximo 6 Meses)

3.-Inspección Detallada a Mediano Plazo (Maximo 12 Meses)

4.-Otro (Especificar) \_\_\_\_\_

SUPERFICIE DE RODAMIENTO (070) \_\_\_\_\_

1.-Evaluación a Corto Plazo (Máximo 12 meses)

2.-Evaluación a Mediano Plazo (Máximo 2 años)

3.-Evaluación a Largo Plazo (Máximo 3 años)

4.-Otro (Especificar) \_\_\_\_\_

SUPERESTRUCTURA (071) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1.-Mantenimiento Menor

2.-Mantenimiento Mayor

3.-Reparación

4.-Sustitución

5.-Pruebas Especiales

6.-Otro (Especificar)

SUBESTRUCTURA (072) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_







---

Se debe de tener en cuenta que cada zona del país tiene condiciones geográficas diferentes, las cuales marcan el tipo de inspección que se requiera. Aquellas estructuras sobre los depósitos aluviales de las corrientes, sujetas al golpeo del agua de las crecientes, requieren de una inspección frecuente de su cimentación, mientras que aquellas zonas de fuertes nevadas están sujetas a problemas de piso especiales. Las estructuras expuestas a la acción periódica de aguas saladas requieren un enfoque diferente a aquellas sujetas a contaminantes deletéreos de humo industrial.

El procedimiento de inspección brinda información para establecer las prioridades de reparación. Es importante poner atención al deterioro que se detecte en los miembros principales, secundarios y miembros redundantes, ya que la falla de un miembro principal generalmente provoca el colapso inmediato de la estructura, lo que lo convierte en estructuras que se deben de atender con mayor prioridad.



## CAPÍTULO III.- PUENTES UBICADOS EN EL TRAMO: CÓRDOBA – VERACRUZ

### 3.1 Datos Geográficos

#### 3.1.1 Ubicación



*Figura 3.1 Mapa del Estado de Veracruz*

*Fuente: <http://www.mapacarreteras.org/e2566-veracruz-llave.html>*

Veracruz es una angosta franja de tierra ligeramente curvada, que se extiende de noroeste a sureste sobre la costa.

#### 3.1.2 Superficie

Tiene una superficie de 72, 815 Km<sup>2</sup>, con una franja costera de 684Km, la cual representa el 3.7% de la superficie total de México.



---

Su extensión máxima de noroeste a sudeste es de 800 kilómetros de largo y 212 km de ancho, mientras que la mínima es de 32 km de anchura.

Es el décimo estado de la República, que colinda al norte con el estado de Tamaulipas; al este con el Golfo de México y el estado de Tabasco; al sureste con el estado de Chiapas; al sur con el estado de Oaxaca y al oeste con los estados de Puebla, Hidalgo y San Luis Potosí.

### **3.1.3 Litorales**

Veracruz cuenta con 720 km de litorales, lo que representa el 6.0% del total nacional.

### **3.1.4 Hidrografía**

Veracruz concentra el 35% de los recursos hidrológicos del país, ya que todos los ríos veracruzanos pertenecen a la vertiente del Golfo de México.

Aunque gran parte del territorio veracruzano está constituido por planicies, parte de él está atravesado por una cordillera neovolcánica, dando como resultado un particular paisaje montañoso. Tal cordillera culmina en la cima del bello volcán Citlatépetl, también conocido como Pico de Orizaba.

### **3.1.5 Clima**

Clima cálido húmedo: predomina en el 80% del territorio veracruzano, incluyendo las llanuras costeras del Golfo norte y sur. La temperatura media anual es de 22° C.

Clima semicálido húmedo: este se localiza en las ciudades de Orizaba, Tlapacoyan y Xalapa, con una temperatura media anual que oscila entre los 18° y 22° C, a una altitud de entre 1,000 y 1,600 metros.



Clima templado: este se percibe en la zona occidental del estado donde la altura es de 1,600 y 2,800 metros de altura. La temperatura media anual.

Clima semifrío y frío: característico de la zona de Cofre del Perote y el Pico de Orizaba, lugares ubicados entre los 2,800 y 3,800 metros de altura, con temperaturas medias que varían entre los 12° y 18° C.

Clima seco: es característico de la ciudad de Perote y el oeste de la región huasteca, con una temperatura media anual de 14° C. Esto clima se da debido a la barrera natural impuesta por el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre Oriental que impide la llegada de los vientos húmedos.

### 3.1.6 Estadística Temperatura y Lluvia (CONAGUA) en el Estado de Veracruz

La Comisión Nacional del Agua en conjunto con el Servicio Meteorológico Nacional realizan la medición de temperatura y precipitación de lluvia a nivel Nacional del cual se obtuvieron los siguientes datos:

*Tabla 3.1 Temperatura máxima promedio a nivel Nacional 2014 en el Estado de Veracruz*

ENTIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
VERACRUZ	23.7	26.7	28.3	31.0	30.0	30.7	30.5	31.2	29.2	28.9	25.0	24.6	28.3

*Fuente: Elaborado por CONAGUA*

*Tabla 3.2 Temperatura media a nivel Nacional 2014 en el Estado de Veracruz*

ENTIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
VERACRUZ	17.8	20.7	22.5	24.7	24.6	25.8	25.2	25.6	24.4	23.9	20.1	19.8	22.9

*Fuente: Elaborado por CONAGUA*

*Tabla 3.3 Temperatura mínima promedio a nivel Nacional 2014 en el Estado de Veracruz*

ENTIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
VERACRUZ	11.9	14.7	16.7	18.4	19.3	20.9	19.9	20.0	19.6	18.9	15.1	15.0	17.5

*Fuente: Elaborado por CONAGUA*



Tabla 3.4 Precipitación a nivel Nacional y por Entidad Federativa 2014 en el Estado de Veracruz

ENTIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
VERACRUZ	33.4	10.7	35.5	25.4	126.5	255.7	155.6	148.6	355.5	270.1	67.2	53.2	1537.4

Fuente: Elaborado por CONAGUA

Temperatura medida en °C

Precipitación medida en mm

### 3.2 Estadística de la Información de Inspección del tramo: Córdoba - Veracruz

Con la finalidad de evaluar las condiciones físicas de las estructuras de puentes que se ubican en el Tramo: Córdoba – Veracruz, se analizó la información obtenida en campo a través de los Formatos de Inspección utilizados por CAPUFE, en apego al Manual de Inspección y Conservación de Puentes editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Estas estructuras están distribuidas a lo largo de 98 kms.

Las características físicas de las estructuras, así como algunas geométricas se presentan en las Tablas 5 y 6, y su ubicación en la Figura 3.2.

#### 3.2.1 TIPOS DE ESTRUCTURAS INSPECCIONADAS

La cantidad de estructuras inspeccionadas en este tramo fueron 154, formadas por Alcantarillas, Pasos Inferiores Vehiculares (P.I.V.), Pasos Superiores de Ganado (P.S.G.), Pasos Superiores Vehiculares (P.S.V.) y Puentes, como se indica en la Tabla 3.5, cabe resaltar que la mayoría de la seestructuras corresponden a Puentes (54) y P.I.Vs. (52).



Tabla 3.1 Tipo de estructuras en el tramo: Córdoba - Veracruz

TIPO	CANTIDAD
ALCANTARILLA	6
P.I.V.	52
P.S.G.	14
P.S.V.	28
PUENTE	54
<b>TOTAL</b>	<b>154</b>

Fuente: Elaboración propia

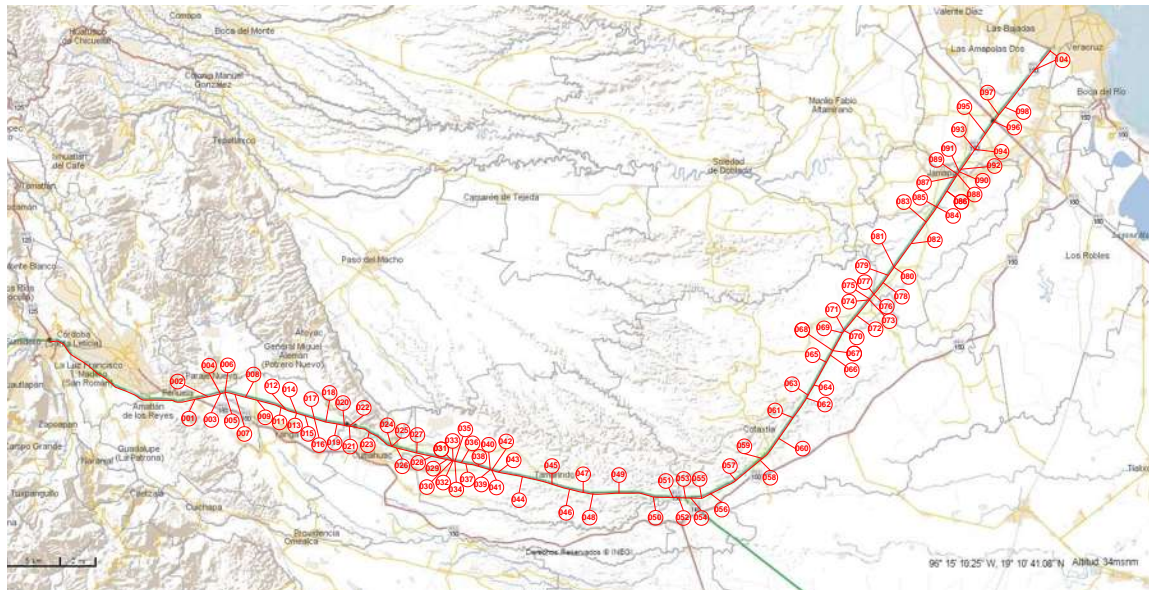
En cuanto al número de claros se observa que las Alcantarillas, Pasos Superiores de Ganado (P.S.G.) y Pasos Superiores Vehiculares (P.S.V.) están compuestas por un solo claro, los Pasos Inferiores Vehiculares (P.I.V.) por uno y dos, y los Puentes por uno, dos, tres, cuatro seis y ocho claros (Vease la Tabla 3.6).

Tabla 3.2 Número de claros por tipo de estructura en el tramo: Córdoba – Veracruz

TIPO DE ESTRUCTURA	NÚMERO DE CLAROS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ALCANTARILLA	6							
P.I.V.	36	16						
P.S.G.	14							
P.S.V.	28							
PUENTE	27	13	9	1	0	3	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>111</b>	<b>29</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>

Fuente: Elaboración propia

Las estructuras se ubican a lo largo del tramo Córdoba – Veracruz como se ilustra en la Figura 3.2.



*Figura 3.2 Mapa de localización de las Estructuras del tramo: Córdoba - Veracruz*

*Fuente: Elaboración CONAGUA y propia*

La estructuración de los diferentes tipos de estructuras del tramo: Córdoba – Veracruz se describe a continuación:

### **Alcantarillas**

La superestructura de este tipo de estructura está formada por una losa maciza de concreto reforzado (Fotografía 3.2), apoyada sobre Estribos de concreto ciclópeo con aleros a 30° (Fotografías 3.1 y 3.3), solamente se tiene una formada con un tubo metálico con cabezotes de concreto reforzado en los extremos (Fotografías 3.4 y 3.5).



Fotografía 3.1 Alcantarilla formada por losa maciza de concreto y Estribos con aleros a 30°



Fotografía 3.2 Losa maciza de concreto reforzado.



Fotografía 3.3 Estribo de concreto ciclópeo



Fotografía 3.4 Alcantarilla formada por tubo de lámina apoyada en los extremos en cabezote de concreto reforzado.



Fotografía 3.5 Interior de la Alcantarilla.



## Paso Inferior Vehicular (P.I.V.)

La superestructura de los P.I.Vs., en el tramo Córdoba - Veracruz, están formadas por una losa de concreto reforzado en colaboración con vigas de concreto presforzado pretensado y postensado (Fotografías 3.7 y 3.11) y la subestructura en los apoyos extremos está compuesta por Estribos con aleros a 30° (Fotografía 3.6) y en "U" (Fotografía 3.12). Los apoyos intermedios son Caballetes (Fotografía 3.9) y muros de forma rectangular de sección constante con cabezal de concreto reforzado (Fotografía 3.13).



*Fotografía 3.6 P.I.V. Formado con Estribos de concreto reforzado con aleros a 30° en los extremos y Caballete intermedio.*



*Fotografía 3.7 Superestructura formada por losa de concreto reforzado en colaboración con vigas de concreto presforzado.*



*Fotografía 3.8 Estribo con aleros a 30° de concreto reforzado.*



*Fotografía 3.9 Caballete intermedio con cabezal de concreto reforzado.*



*Fotografía 3.10 Formado con Estribos de concreto reforzado con aleros en "U" en los extremos y Pila con sección rectangular intermedia.*



*Fotografía 3.11 Superestructura formada por losa de concreto reforzado en colaboración con vigas de concreto presforzado.*



*Fotografía 3.12 Estribo con aleros en "U" de concreto reforzado.*



*Fotografía 3.13 Pila intermedia de sección rectangular con cabezal de concreto reforzado.*

## Paso Superior Ganadero (P.S.G.)

La superestructura de este tipo está formada por una losa maciza de concreto reforzado (Fotografía 3.15), apoyada en Estribos de concreto ciclópeo con aleros a 30° (Fotografías 3.14 y 3.16).



Fotografía 3.14 P.S.G. formada por losa maciza de concreto y Estribos con aleros a 30°.



Fotografía 3.15 Losa maciza de concreto reforzado.



Fotografía 3.16 Estribo de concreto ciclópeo.

## Paso Superior Vehicular (P.S.V.)

La superestructura de este tipo de puentes están formadas por una losa de concreto reforzado en colaboración con vigas de concreto presforzado (Fotografía 3.18) o una losa maciza de concreto reforzado (Fotografía 3.21), apoyadas sobre Estribos de concreto reforzado con aleros rectos (Fotografía 3.19) o a 30° (Fotografía 3.20) o ciclópeo (Fotografía 3.22).



*Fotografía 3.17 P.S.V. Formado con Estribos de concreto reforzado con aleros rectos.*



*Fotografía 3.18 Superestructura formada por vigas de concreto presforzado.*



*Fotografía 3.19 Estribo con aleros rectos de concreto reforzado.*



*Fotografía 3.20 P.S.V. Formado por losa maciza de concreto y Estribos con aleros a 30°.*



*Fotografía 3.21 Losa de concreto reforzado.*



*Fotografía 3.22 Estribo de concreto ciclópeo.*

## Puentes

Existe variedad en la estructuración de los elementos que conforman los puentes, en este tramo se detectó que la superestructura está formada por losas de concreto reforzado en colaboración con vigas de concreto presforzado (Fotografía 3.23), losas macizas de concreto reforzado (Fotografía 3.24) y losas dípteras (Fotografía 3.25), apoyados en los extremos en Estribos con aleros a 30° (Fotografía 3.26) y en “U” (Fotografía 3.27), y Caballetes de concreto reforzado (Fotografía 3.28), los apoyos intermedio son Pilas en forma de “V” (Fotografía 3.29), columnas con cabezal en doble volado (Fotografía 3.30), columnas de sección rectangular (Fotografía 3.31) o Caballetes (Fotografía 3.32), todos de concreto reforzado.



*Fotografía 3.23 Losas de concreto reforzado en colaboración con vigas de concreto presforzado.*



*Fotografía 3.24 Losa maciza de concreto reforzado.*



Fotografía 3.25 Losa díptera de concreto reforzado.



Fotografía 3.26 Estribo con aleros a 30° de concreto reforzado.



Fotografía 3.27 Estribo con aleros en "U" de concreto reforzado.



Fotografía 3.28 Caballete de concreto reforzado.



Fotografía 3.29 Pila intermedia en forma de "V" de concreto reforzado.



Fotografía 3.30 Pila intermedia formada por una columna y cabezal en doble volado de concreto reforzado.



*Fotografía 3.31 Pila intermedia formada por una columna rectangular de concreto reforzado.*



*Fotografía 3.32 Pila intermedia formada por un marco y pantalla de concreto reforzado.*





## CAPÍTULO IV.- PUENTES UBICADOS EN EL TRAMO: MONTERREY – NUEVO LAREDO

### 4.1 Datos Geográficos

#### 4.1.1 Ubicación



Figura 4.1 Mapa del Estado de Nuevo León

Fuente: <http://www.mapacarreteras.org/e2566-veracruz-llave.html>

El estado de Nuevo León está situado en el extremo noreste de la República Mexicana. Se localiza entre los paralelos 23°10'00" y 27°47'30" de latitud norte, y entre los 0°42'16" al oriente y 2°5'5" al poniente del meridiano que pasa por la cruz este de la Catedral de México, o sea los 98°24'38" y 101°12'9" de longitud oeste del Meridiano de Greenwich.

El trópico de Cáncer, situado en el paralelo 23°27' de latitud norte, atraviesa al estado en el extremo sur, tres kilómetros al norte de la cabecera del municipio de Mier y Noriega y 24 kilómetros al sur de la de Doctor Arroyo.



---

Limita al norte con el estado de Coahuila, los Estados Unidos de América, en la angosta zona fronteriza del municipio de Colombia y con el estado de Tamaulipas; hacia el oeste limita con Coahuila, San Luis Potosí y con Zacatecas (en el vértice de los límites de los cuatro estados); al sur comparte todo su límite oriental con San Luis Potosí y Tamaulipas.

#### **4.1.2 Superficie**

Nuevo León tiene una extensión de 64 156 kilómetros cuadrados (Km<sup>2</sup>), por ello ocupa el lugar 13 a nivel nacional. El estado de Nuevo León representa 3.3% de la superficie del país.

#### **4.1.3 Hidrografía**

En cuanto a su hidrografía, las aguas de Nuevo León pertenecen a la cuenca del Río Bravo. El río San Juan abastece a la presa El Cuchillo que provee de agua a Monterrey y a su área metropolitana. También existen las presas de Cerro Prieto, La Boca, Vaquerías, Nogalitos y Agualeguas. La laguna natural más importante es la laguna de Labradores y la depresión más importante es el Pozo del Gavilán, ambas en el municipio de Galeana.

#### **4.1.4 Clima**

El 68% del estado presenta clima seco y semiseco el 20% cálido subhúmedo se encuentra en la región perteneciente a la llanura costera del Golfo norte, el 7 % es templado subhúmedo y se localiza en las partes altas de la sierras y el restante 5% presenta clima muy seco hacia la Sierra madre Occidental.

La temperatura media anual es alrededor de 20°C, la temperatura máxima promedio es de 32°C y se presenta en los meses de mayo a agosto, la temperatura mínima



promedio es de 5°C y se presenta en el mes de enero. La precipitación media estatal es de 650 mm anuales, las lluvias se presentan en verano en los meses de agosto y septiembre.

El clima seco y semiseco que predomina en el estado es una limitante para la agricultura, sin embargo se cultiva maíz, sorgo, trigo, frijol avena y cebada principalmente con riego.

*Tabla 4.1 Temperatura máxima promedio a nivel Nacional 2014 en el Estado de Nuevo León*

ENTIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NUEVO LEÓN	21.7	24.0	25.6	30.7	31.8	34.4	35.3	36.1	30.9	29.9	22.9	21.3	28.7

*Fuente: Elaborado por CONAGUA*

*Tabla 4.2 Temperatura media a nivel Nacional 2014 en el Estado de Nuevo León*

ENTIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NUEVO LEÓN	13.5	15.8	18.2	23.3	24.6	27.8	28.3	28.9	25.4	23.5	15.9	15.1	21.7

*Fuente: Elaborado por CONAGUA*

*Tabla 4.3 Temperatura mínima promedio a nivel Nacional 2014 en el Estado de Nuevo León*

ENTIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NUEVO LEÓN	5.2	7.5	10.8	15.9	17.5	21.2	21.3	21.6	20.0	17.0	8.9	9.0	14.7

*Fuente: Elaborado por CONAGUA*

*Tabla 4.4 Precipitación a nivel Nacional y por entidad federativa 2014 en el Estado de Nuevo León*

ENTIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NUEVO LEÓN	7.0	8.1	24.9	12.2	71.1	68.0	48.2	55.4	221.4	69.3	59.7	38.1	683.4

*Fuente: Elaborado por CONAGUA*

Temperatura medida en °C

Precipitación medida en mm



## 4.2 Estadística de la Información de Inspección del tramo: Monterrey – Nuevo Laredo

### 4.2.1 Tipo de Estructuras Inspeccionadas

De igual forma que en el Tramo: Córdoba – Veracruz, con la finalidad de evaluar las condiciones físicas de las estructuras de puentes que se ubican en el Tramo: Monterrey – Nuevo Laredo, también se analizó la información obtenida en campo a través de los Formatos de Inspección utilizado por CAPUFE en apego al Manual de Inspección y Conservación de Puentes editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Estas estructuras están distribuidas a lo largo de 98 kms.

Las características físicas de las estructuras, así como algunas geométricas se presentan en las tablas siguientes.

La cantidad de estructuras inspeccionadas en este tramo fueron 98, las cuales se distribuyen según se indica en las Tablas 4.5 y 4.6, además se presenta su ubicación en la Figura 4.2.

*Tabla 4.5 Tipo de estructuras en el tramo: Monterrey – Nuevo Laredo*

TIPO	CANTIDAD
ALCANTARILLA	3
P.I.V.	30
P.S.G.	2
P.S.V.	26
PUENTE	37
<b>TOTAL</b>	<b>98</b>

*Fuente: Elaboración propia*



Tabla 4.6 Número de claros por tipo de estructura en el tramo: Monterrey – Nuevo Laredo

TIPO DE ESTRUCTURA	NÚMERO DE CLAROS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ALCANTARILLA	3							
P.I.V.	1	25	3		1			
P.S.G.	2							
P.S.V.	18	8						
PUENTE	20	9	2		4	2		
<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración propia

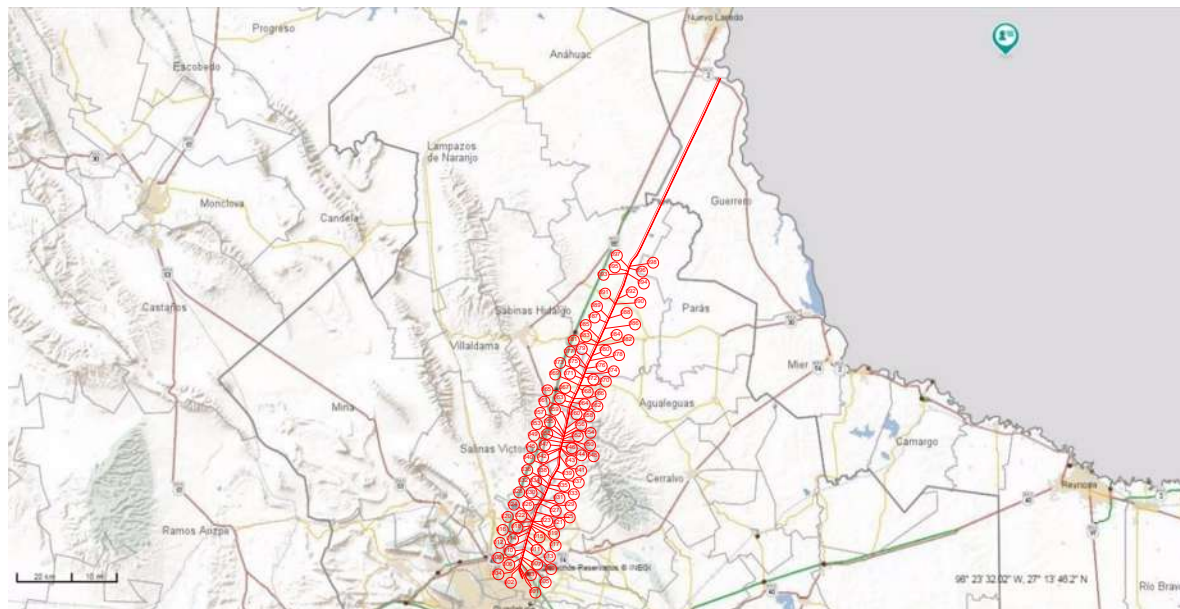


Figura 4.2 Mapa de localización de las Estructuras del tramo: Monterrey – Nuevo Laredo

Fuente: Elaboración CONAGUA y propia

La estructuración de los diferentes tipos de estructuras del tramo: Monterrey – Nuevo Laredo se describe a continuación:

## Alcantarillas

La superestructura de este tipo está formada por una losa maciza de concreto reforzado (Fotografía 4.1), apoyada en Estribos de concreto ciclópeo con aleros a 30° (Fotografías 4.2 y 4.3).



*Fotografía 4.1 Alcantarilla formada por losa maciza de concreto y Estribos con aleros a 30°.*



*Fotografía 4.2 Losa maciza de concreto reforzado.*



*Fotografía 4.3 Estribo de concreto ciclópeo.*

## Paso Inferior Vehicular (P.I.V.)

La superestructura de los P.I.Vs., están formadas por una losa de concreto reforzado en colaboración con vigas de concreto presforzado pretensado y postensado (Fotografías 4.4, 4.5 y 4.9) y la subestructura en los apoyos extremos está compuesta por Estribos con aleros rectos a 30° (Fotografía 4.6) y en “U” (Fotografía 4.10), de concreto reforzado. Los apoyos intermedios son Caballete con cabezal de concreto reforzado (Fotografías 4.7 y 4.11).



*Fotografía 4.4 P.I.V. Formado con Estribos de concreto reforzado con aleros a 30° en los extremos y Caballete intermedio.*



*Fotografía 4.5 Superestructura formada por losa de concreto reforzado en colaboración con vigas de concreto presforzado.*



Fotografía 4.6 Estribo con aleros a 30° de concreto reforzado.



Fotografía 4.7 Caballete intermedio con cabezal de concreto reforzado.



Fotografía 4.8 P.I.V. Formado con Estribos de concreto reforzado con aleros en "U" en los extremos y Caballetes intermedios.



Fotografía 4.9 Superestructura formada por losa de concreto reforzado en colaboración con vigas de concreto presforzado.



Fotografía 4.10 Estribo con aleros en "U" de concreto reforzado.



Fotografía 4.11 Pila intermedia de sección rectangular con cabezal de concreto reforzado.





## Paso Superior Ganadero (P.S.G.)

La superestructura de los P.S.G., están formada por una losa maciza de concreto reforzado (Fotografía 4.12 y 4.13), apoyada en Estribos de concreto ciclópeo con aleros a 30° (Fotografía 4.14).



*Fotografía 4.12 Alcantarilla formada por losa maciza de concreto y Estribos con aleros a 30°.*



*Fotografía 4.13 Losa maciza de concreto reforzado.*



*Fotografía 4.14 Estribo de concreto ciclópeo.*



## Paso Superior Vehicular (P.S.V.)

La superestructura de los P.S.Vs., están formadas por una losa maciza de concreto reforzado (Fotografías 4.15 y 4.16) de concreto presforzado apoyadas sobre Estribos de concreto ciclópeo o reforzado con aleros a 30° (Fotografía 4.17).



*Fotografía 4.15 Formado con Estribos de concreto reforzado con aleros a 30°.*



*Fotografía 4.16 P.S.V. Formado por losa maciza de concreto reforzado.*



*Fotografía 4.17 Estribo con aleros a 30° de concreto reforzado.*

## Puentes

En este tramo también existe variedad en la estructuración de los elementos que conforman los puentes, se detectó que la superestructura está formada por losas de concreto reforzado en colaboración con vigas de concreto ppresforzado (Fotografía 4.18) y losas macizas de concreto (Fotografía 4.19) y losas dípteras (Fotografía 4.20), apoyados en los extremos en Estribos con aleros a 30° (Fotografía 4.21) y en “U” (Fotografía 4.22), y Caballetes de concreto reforzado (Fotografía 4.23), los apoyos intermedio son Pilas con columnas de sección constante con cabezal en doble volado (Fotografías 4.24 y 4.25) de concreto reforzado.



*Fotografía 4.18 Losas de concreto reforzado en colaboración con vigas de concreto reforzado ppresforzado.*



*Fotografía 4.19 Losa maciza de concreto*



Fotografía 4.20 Losa díptera de concreto reforzado.



Fotografía 4.21 Estribo con aleros a 30° de concreto reforzado.



Fotografía 4.22 Estribo con aleros en "U" de concreto reforzado.



Fotografía 4.23 Caballete de concreto reforzado.



Fotografía 4.24 Pila intermedia formada por una columna de sección constante de concreto reforzado.



Fotografía 4. 25 Pila intermedia formada por una columna de sección constante y cabezal en doble volado de concreto reforzado.



---

## CAPÍTULO V.- INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

### 5.1 Calificación utilizada

Para obtener una calificación confiable se recomienda que la Inspección sea realizada por personal especializado en puentes y adiestrado para la identificación y evaluación de daños. La brigada de inspección debe de estar formada por lo menos por tres técnicos y uno de ellos debe de ser ingeniero. El personal contará con un equipo mínimo (seguridad, escalera, flexómetro, grietómetro, cámara de video, cámara fotográfica, binoculares, vehículo, etc.) y la inspección será fundamentalmente visual. La época más recomendable para realizar esta inspección es al término de la temporada de lluvias, cuando la disminución de niveles de agua facilita el acceso bajo las obras y cuando están frescos los indicios de socavación, principal causa de colapsos.

Al término de la inspección de evaluación, el jefe de brigada procederá a una calificación global de la obra. En virtud de la escasez de información y de la superficialidad de la inspección, no es posible adoptar un sistema cuantitativo sofisticado de calificación, por lo que en forma práctica se recomienda que la superestructura, subestructura, superficie de rodamiento y cimentación (socavación), se califiquen en alguno de los niveles mostrados en la Tabla 5.1, se deberá asignar una calificación a cada concepto, es decir una sola calificación para la subestructura, otra para la superestructura, otra para la superficie de rodamiento y otra para la cimentación, considerando la menor de estas.

Para la ejecución de estas inspecciones se recomienda utilizar las siguientes publicaciones de apoyo:



- Catálogo de deterioros, el cual servirá para ayudar en la calificación del puente.
- Formatos para la inspección del puente, el cual estará de acuerdo con el sistema de cómputo y servirá para proporcionar fichas de captura.
- Manual para la Inspección y Conservación de Puentes Too II. Esta es una publicación que tiene la SCT, que es una traducción de la AASHTO.

*Tabla 5.1 Niveles para la calificación de puentes (SIAP)*

<b>NIVEL</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
5	Condición Excelente
4	Condición Buena
3	Condición Aceptable
2	Condición Regular
1	Condición Mala o Defectuosa
0	Condición de Falla

*Fuente: Elaborado por CAPUFE*

La evaluación del Puente debe de incluir dos aspectos; por un lado, evaluar sus características resistentes actuales y previsibles en un futuro próximo y, por otro, que señale cuales son sus características funcionales, destacando el tipo de trazo en que está inscrito el puente, su ancho de calzada, su gálibo y su sección hidráulica entre otros (Instituto Mexicano del Transporte, 1994).



---

### 5.1.1 CONDICIÓN DE LA CIMENTACIÓN RESPECTO A LA SOCAVACIÓN

Uno de los aspectos de mayor interés que se tienen que revisar es la socavación en las estructuras que se ubican sobre corrientes fluviales.

Para la determinación de esta condición es necesario recolectar información en campo resaltando la existencia de daños, su ubicación y dimensiones, además de las condiciones del cauce hacia aguas arriba y hacia aguas abajo.

La siguiente es una lista de posibles aspectos de indicios de fallas, que llevan a detectaras desde el punto de vista hidráulico en un puente:

- Deformaciones de la superestructura.
- Asentamientos que pueden detectarse visualmente o por nivelaciones periódicas.
- Apoyos desnivelados.
- Socavación visible en pilas y estribos.
- Grietas en el puente.
- Elementos cimentados por encima de las profundidades estimadas de socavación.
- Obstrucciones al cauce en la zona del puente por ramas, vegetación, desechos que llevan a reducir la sección hidráulica y a que se presenten concentraciones de flujo eventualmente peligrosas.
- Formaciones de lecho que según su paso en la zona de un puente pueden dejar al descubierto la cimentación o dejarlo sepultado.



- Puentes con pobre mantenimiento.
- Puentes mal orientados, en curvas o sesgados al flujo.
- Puentes con reducida capacidad hidráulica lo cual se presenta especialmente cuando se quiere reducir costos de construcción.
- Puentes con múltiples Pilas muy cercanas y cimentadas superficialmente.
- Múltiples puentes en una misma zona lo que ocasiona patrones de flujo muy complejos.
- Puentes construidos en cauces aluviales, inestables y fácilmente erosionables.

Las calificaciones asignadas a las estructuras para la condición de la Cimentación respecto a la Socavación indican que para el tramo: Córdoba – Veracruz, 60 (39%) están en buenas condiciones, 7 (4%) en aceptable, 3 (2%) en regular y 84 (55%) no aplica. En el tramo: Monterrey – Nuevo Laredo, 65 (66%) están en buenas condiciones, 1 (1%) en aceptable, 2 (2%) en regular y 30 (31%) no aplica. Las estructuras en donde no aplica la calificación es debido a que no cruzan cuerpos de agua.

Para mayor detalle, el tipo de estructuras se muestra en las Tablas 5.2 y 5.3 y de forma general en las Gráficas 5.1 y 5.2.

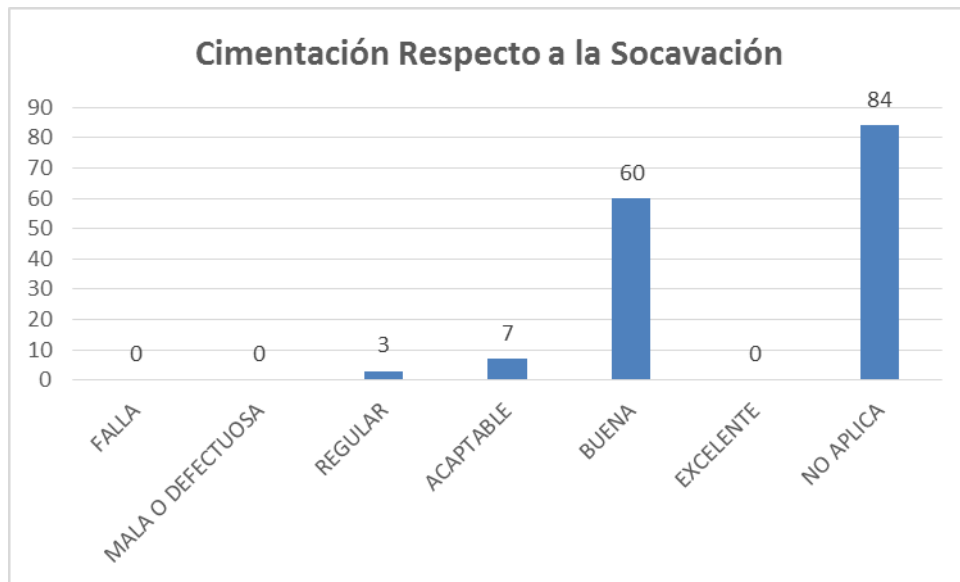




Tabla 5.2 Calificación de la Cimentación Respecto a la Socavación del tramo: Córdoba – Veracruz

CONDICIÓN	FALLA	MALA O DEFECTUOSA	REGULAR	ACAPTABLE	BUENA	EXCELENTE	NO APLICA
ALCANTARILLA			1		5		
PIV					0		52
PSG					5		9
PSV				1	4		23
PUENTE			2	6	46		
TOTAL	0	0	3	7	60	0	84

Fuente: Elaboración propia



Graficas 5.1 Condición de la Cimentación Respecto a la Socavación tramo: Córdoba – Veracruz

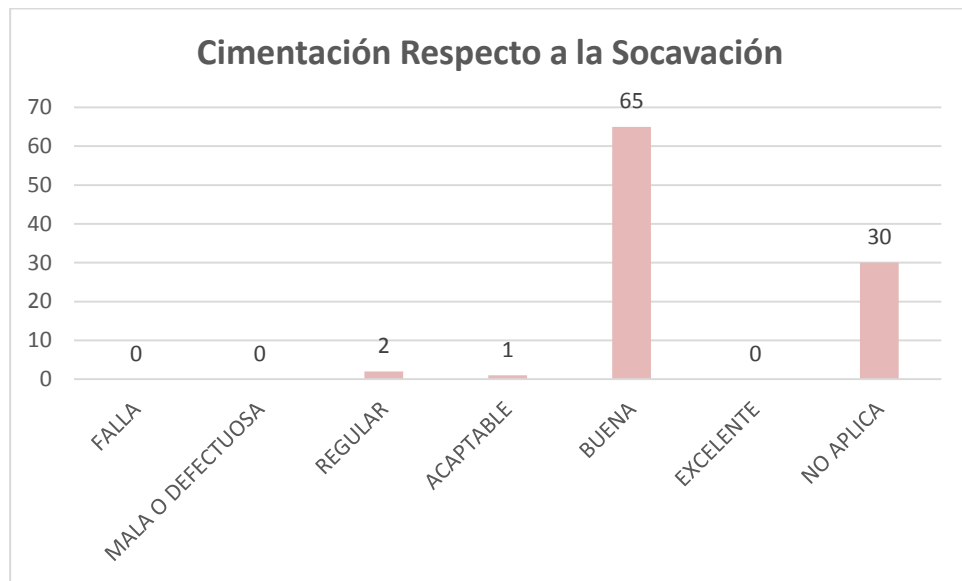
Fuente: Elaboración propia



Tabla 5.3 Calificación de la Cimentación Respecto a la Socavación del tramo: Monterrey – Nuevo Laredo

CONDICIÓN	FALLA	MALA O DEFECTUOSA	REGULAR	ACAPTABLE	BUENA	EXCELENTE	NO APLICA
ALCANTARILLA					3		
PIV							30
PSG					2		
PSV					26		
PUENTE			2	1	34		
TOTAL	0	0	2	1	65	0	30

Fuente: Elaboración propia



Graficas 5.2 Condición de la Cimentación Respecto a la Socavación tramo: Monterrey – Nuevo Laredo

Fuente: Elaboración propia



---

### 5.1.2 CONDICIÓN DE LA CIMENTACIÓN

Para determinar la condición de la cimentación, los tipos de daño que se deberán de identificar, además de la socavación son los deterioros del concreto. Un aspecto relevante en las estructuras de puentes es la cimentación que va íntimamente relacionado con la socavación, principalmente en estructuras que cruzan ríos, en las cuales se debe de ponerse atención para determinar si existen elementos que quedan al descubierto, principalmente si son zapatas aisladas en donde la erosión o socavación suelen ser más críticas, sobre todo en Pilas intermedias que se encuentren dentro del cauce, lo cual no significa que las estructuras apoyadas en pilotes no corran peligro.

Deberá inspeccionarse todo el concreto expuesto para determinar la existencia de desconches, zonas de mal vibrado y de grietas y su magnitud, además de acero de refuerzo expuesto y la existencia de corrosión, especialmente en las zonas que alternadamente se mojan y se secan (zona de mareas).

Las calificaciones asignadas a las estructuras para la condición de la Cimentación indican que para el tramo: Córdoba – Veracruz, 147 (95%) están en buenas condiciones y 7 (5%) en aceptable. En el tramo: Monterrey – Nuevo Laredo, 97 (99%) están en buenas condiciones y 1 (1%) en regular.

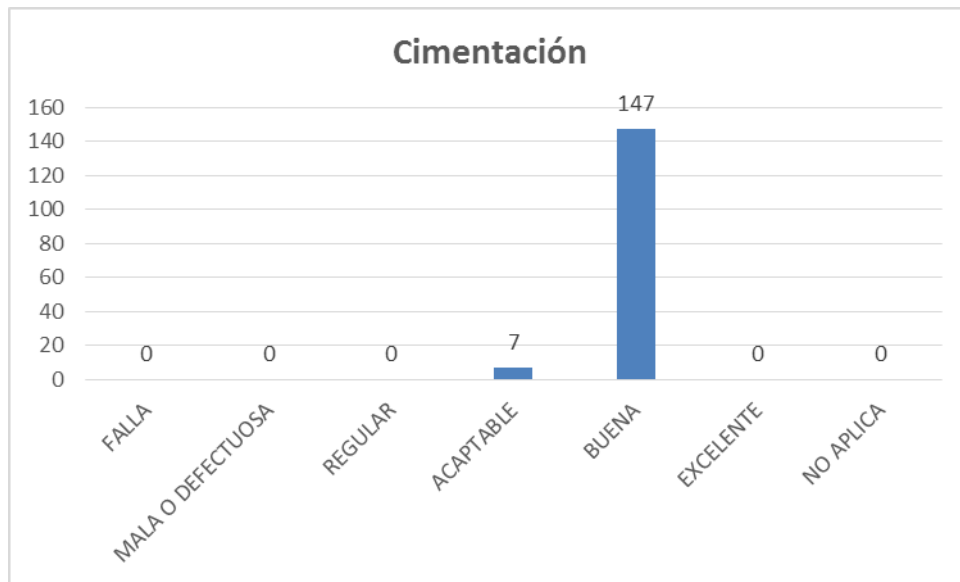
Para mayor detalle, el tipo de estructuras se muestra en las Tablas 5.4 y 5.5 y de forma general en las Gráficas 5.3 y 5.4.



Tabla 5.4 Calificación de la Cimentación tramo: Córdoba – Veracruz

CONDICIÓN	FALLA	MALA O DEFECTUOSA	REGULAR	ACAPTABLE	BUENA	EXCELENTE	NO APLICA
ALCANTARILLA					6		
PIV				2	50		
PSG					14		
PSV				2	26		
PUENTE				3	51		
TOTAL	0	0	0	7	147	0	0

Fuente: Elaboración propia



Graficas 5.3 Condición de la Cimentación tramo: Córdoba – Veracruz

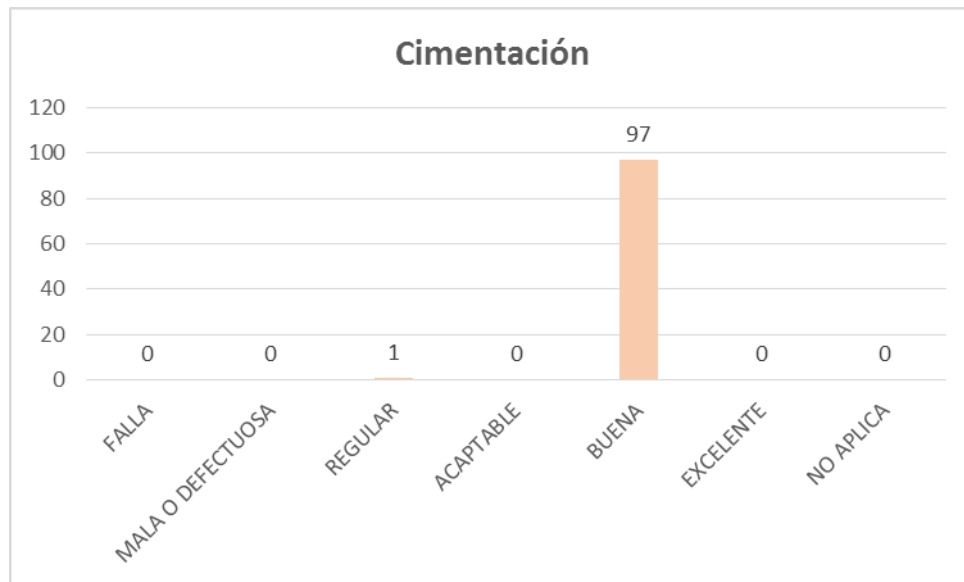
Fuente: Elaboración propia



Tabla 5.5 Calificación de la Cimentación tramo: Monterrey – Nuevo Laredo

CONDICIÓN	FALLA	MALA O DEFECTUOSA	REGULAR	ACAPTABLE	BUENA	EXCELENTE	NO APLICA
ALCANTARILLA			1		2		
PIV					30		
PSG					2		
PSV					26		
PUENTE					37		
TOTAL	0	0	1	0	97	0	0

Fuente: Elaboración propia



Graficas 5.4 Condición de la Cimentación tramo: Monterrey – Nuevo Laredo

Fuente: Elaboración propia



---

### 5.1.3 CONDICIÓN DE LOS APOYOS EXTREMOS DE LA SUBESTRUCTURA

En esta condición la calificación se basa en la existencia de agrietamientos y desconches detectados en los elementos que componen los Estribos y Caballetes Extremos de concreto reforzado o concreto ciclópeo.

Las calificaciones asignadas a las estructuras para la condición de Apoyos Extremos de la Subestructura indican que para el tramo: Córdoba – Veracruz, 118 (77%) están en buenas condiciones, 28 (18%) en aceptable y 8 (5%) en regular. En el tramo: Monterrey – Nuevo Laredo, 74 (76%) están en buenas condiciones, 16 (16%) en aceptable y 8 (8%) en regular.

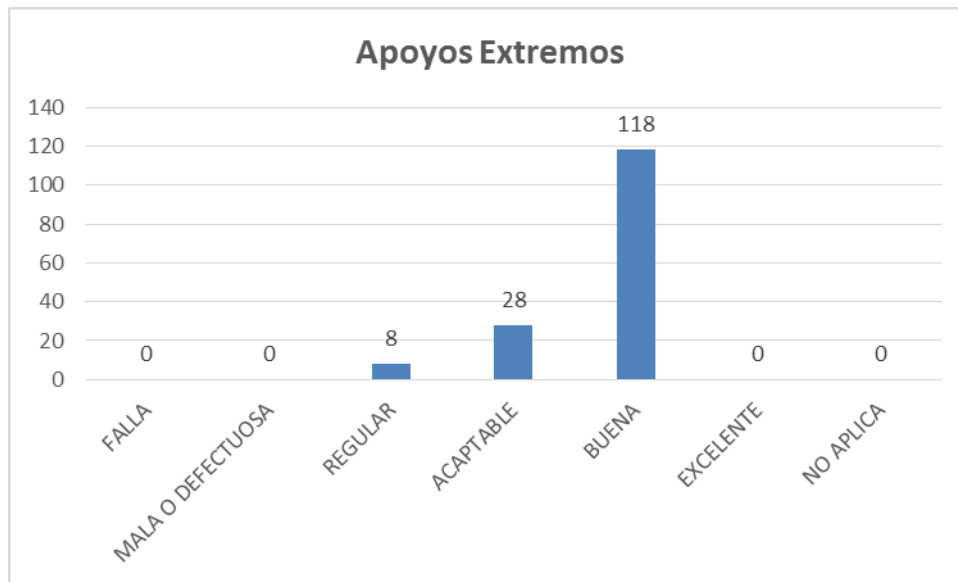
Para mayor detalle, el tipo de estructuras se muestra en las Tablas 5.6 y 5.7 y de forma general en las Gráficas 5.5 y 5.6.



Tabla 5.6 Condición de los Apoyos Extremos de la Subestructura tramo: Córdoba – Veracruz

CONDICIÓN	FALLA	MALA O DEFECTUOSA	REGULAR	ACAPTABLE	BUENA	EXCELENTE	NO APLICA
ALCANTARILLA			1	1	4		
PIV				9	43		
PSG			3	3	8		
PSV			1	2	25		
PUENTE			3	13	38		
TOTAL	0	0	8	28	118	0	0

Fuente: Elaboración propia



Gráficas 5.5 Condición de los Apoyos Extremos de la Subestructura tramo: Córdoba – Veracruz

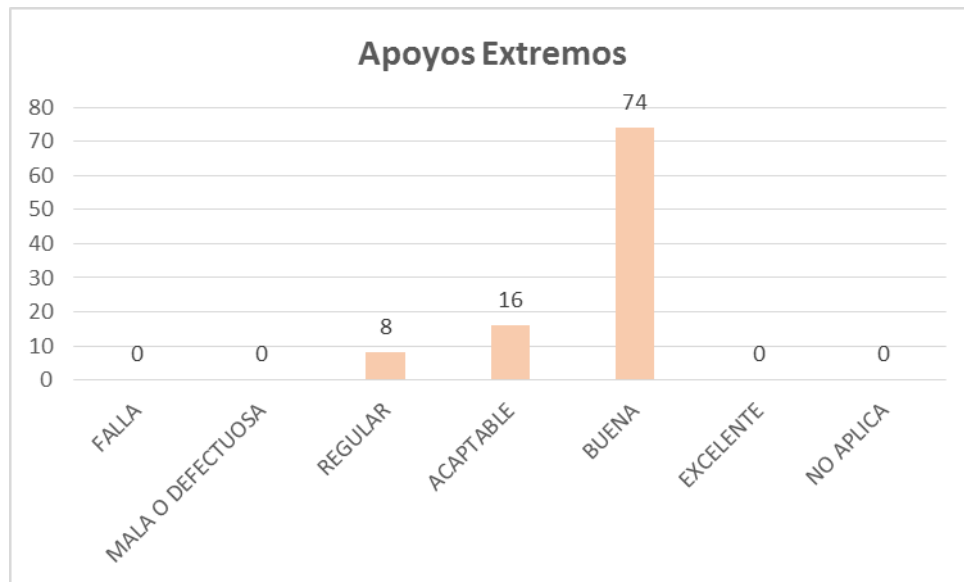
Fuente: Elaboración propia



Tabla 5.7 Calificación de los Apoyos Extremos de la Subestructura tramo: Monterrey – Nuevo Laredo

CONDICIÓN	FALLA	MALA O DEFECTUOSA	REGULAR	ACAPTABLE	BUENA	EXCELENTE	NO APLICA
2			2		1		
PIV				1	29		
PSG					2		
PSV			6	7	13		
PUENTE				8	29		
TOTAL	0	0	8	16	74	0	0

Fuente: Elaboración propia



Graficas 5.6 Condición de los Apoyos Extremos de la Subestructura tramo: Monterrey – Nuevo Laredo

Fuente: Elaboración propia





---

#### 5.1.4 CONDICIÓN DE LAS PILAS INTERMEDIAS DE LA SUBESTRUCTURA

La calificación de esta condición es idéntica a la condición de los Apoyos Extremos, en donde se verifica la existencia de agrietamientos y desconches en los elementos que conforman las Pilas o Caballetes intermedios.

Las calificaciones asignadas a las estructuras para la condición de las Pilas Intermedias indican que para el tramo: Córdoba – Veracruz, 55 (36%) están en buenas condiciones, 4 (2%) en aceptable, 6 (4%) en regular y 89 (58%) no aplica. En el tramo: Monterrey – Nuevo Laredo, 45 (46%) están en buenas condiciones, 1 (1%) en aceptable, 1 (1%) en regular y 51 (52%) no aplica. Las estructuras en donde no aplica la calificación es debido a que no cuentan con Pilas intermedias, son estructuras de un solo claro.

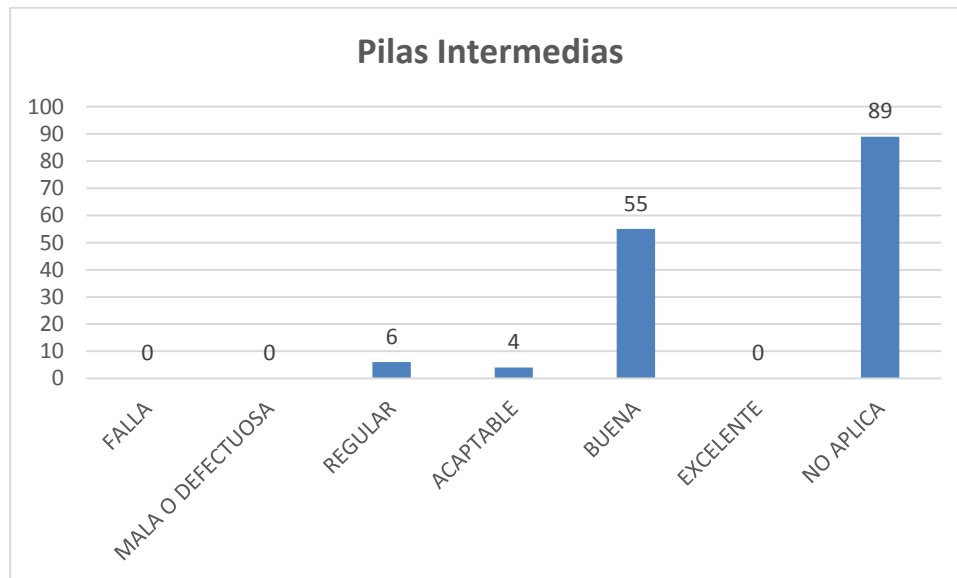
Para mayor detalle, el tipo de estructuras se muestra en las Tablas 5.8 y 5.9 y de forma general en las Gráficas 5.7 y 5.8.



Tabla 5.8 Calificación de las Pilas Intermedias tramo: Córdoba – Veracruz

CONDICIÓN	FALLA	MALA O DEFECTUOSA	REGULAR	ACAPTABLE	BUENA	EXCELENTE	NO APLICA
ALCANTARILLA							6
PIV				1	35		16
PSG							14
PSV							28
PUENTE			6	3	20		25
TOTAL	0	0	6	4	55	0	89

Fuente: Elaboración propia



Gráficas 5.7 Condición de las Pilas Intermedias de la Subestructura tramo: Córdoba – Veracruz

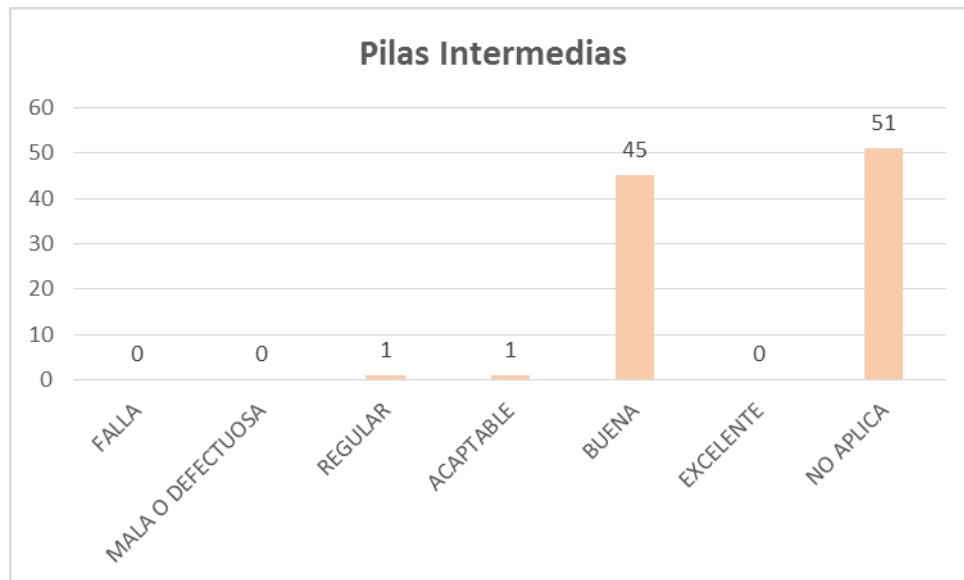
Fuente: Elaboración propia



Tabla 5.9 Calificación de las Pilas Intermedias tramo: Monterrey – Nuevo Laredo

CONDICIÓN	FALLA	MALA O DEFECTUOSA	REGULAR	ACAPTABLE	BUENA	EXCELENTE	NO APLICA
ALCANTARILLA							3
PIV					29		1
PSG							2
PSV					2		24
PUENTE			1	1	14		21
TOTAL	0	0	1	1	45	0	51

Fuente: Elaboración propia



Graficas 5.8 Condición de las Pilas Intermedias de la Subestructura tramo: Monterrey – Nuevo Laredo

Fuente: Elaboración propia



---

### 5.1.5 CONDICIÓN DEL SISTEMA DE PISO DE LA SUPERESTRUCTURA

El Sistema de Piso se refiere, en este caso, a las losas de concreto, las cuales deberán revisarse para comprobar que no presenten agrietamientos, lixiviación, descostramiento, baches o alguna otra evidencia de deterioro. Deberá evaluarse cada detalle para determinar el efecto que pudiera tener sobre la Estructura, así como el trabajo requerido para restaurar la pérdida de integridad estructural y conservar una superficie de rodamiento uniforme.

Deberá examinarse, muy cuidadosamente, cualquier evidencia de deterioro en el acero de refuerzo para determinar su magnitud. Las losas en contacto con sales fundentes o con un medio ambiente salino son las más susceptibles de resultar afectadas.

Las calificaciones asignadas a las estructuras para la condición del Sistema de Piso (Losas) indican que para el tramo: Córdoba – Veracruz, 107 (69%) están en buenas condiciones, 32 (21%) en aceptable, 14 (9%) en regular y 1 (1%) en mala o defectuosa. En el tramo: Monterrey – Nuevo Laredo, 68 (70%) están en buenas condiciones, 18 (18%) en aceptable, 11 (11%) en regular y 1 (1%) en mala o defectuosa.

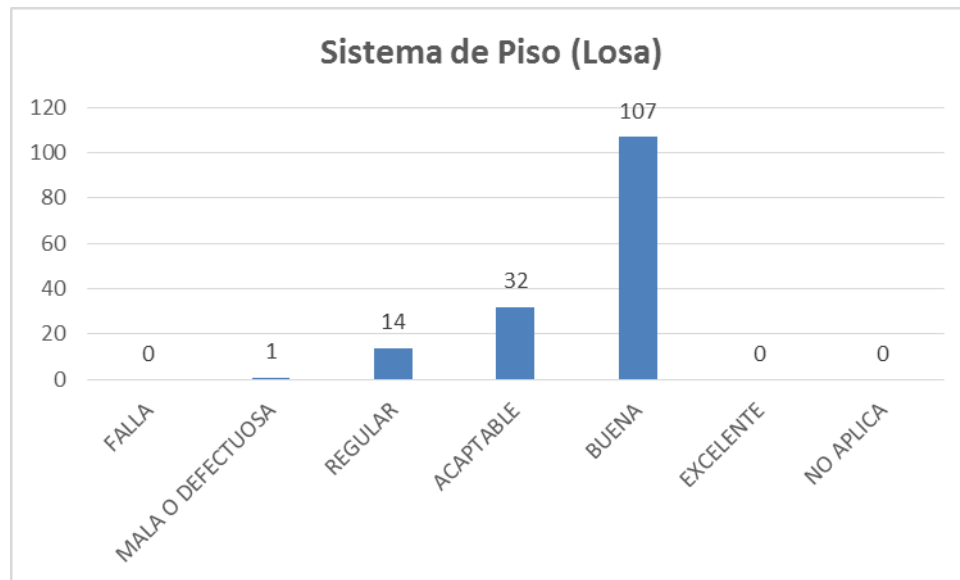
Para mayor detalle, el tipo de estructuras se muestra en las Tablas 5.10 y 5.11 y de forma general en las Gráficas 5.9 y 5.10.



Tabla 5.10 Calificación del Sistema de Piso (Losas) tramo: Córdoba – Veracruz

CONDICIÓN	FALLA	MALA O DEFECTUOSA	REGULAR	ACAPTABLE	BUENA	EXCELENTE	NO APLICA
ALCANTARILLA		1		2	3		
PIV			6	9	37		
PSG			2	3	9		
PSV			1	4	23		
PUENTE			5	14	35		
TOTAL	0	1	14	32	107	0	0

Fuente: Elaboración propia



Graficas 5.9 Condición del Sistema de Piso de la Superestructura tramo: Córdoba – Veracruz

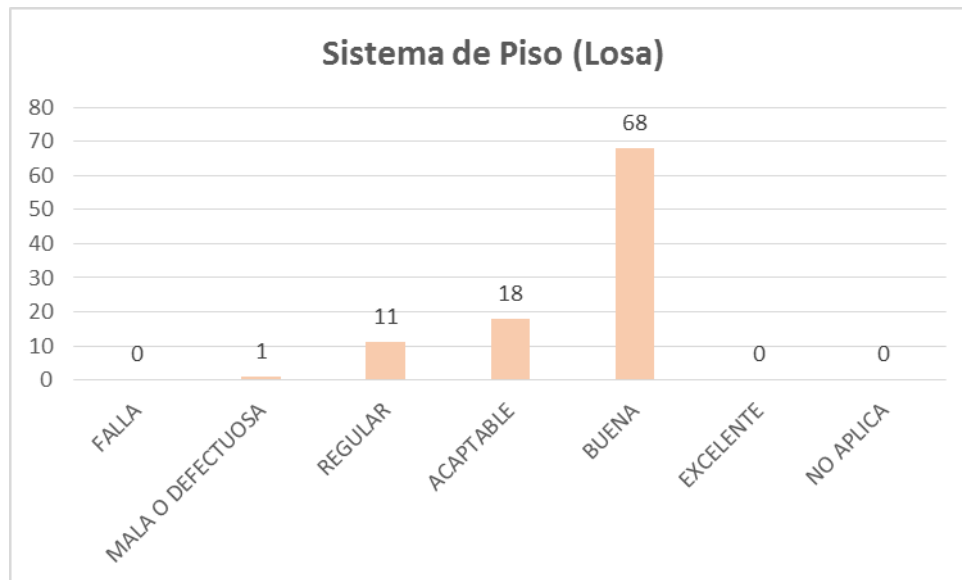
Fuente: Elaboración propia



Tabla 5.11 Calificación del Sistema de Piso (Losas) tramo: Monterrey – Nuevo Laredo

CONDICIÓN	FALLA	MALA O DEFECTUOSA	REGULAR	ACAPTABLE	BUENA	EXCELENTE	NO APLICA
ALCANTARILLA				2	1		
PIV			2	7	21		
PSG				1	1		
PSV			5	4	17		
PUENTE		1	4	4	28		
TOTAL	0	1	11	18	68	0	0

Fuente: Elaboración propia



Graficas 5.10 Condición del Sistema de Piso de la Superestructura tramo: Monterrey – Nuevo Laredo

Fuente: Elaboración propia



---

### 5.1.6 CONDICIÓN DE LAS VIGAS Y DIAFRAGMAS

En este apartado la calificación de las Vigas y Diafragmas se basan en la detección de daños como son: agrietamiento en la zona de apoyos (cortante), agrietamiento al centro del claro (flexión), agrietamiento en losas, agrietamiento en diafragmas, daño por impactos vehiculares por deficiencia en el gálibo vertical, daño por Impacto vehicular en general, drenaje y desconchamientos.

Las calificaciones asignadas a las estructuras para la condición de Vigas y Diafragmas indican que para el tramo: Córdoba – Veracruz, 54 (36%) están en buenas condiciones, 15 (9%) en aceptable, 12 (8%) en regular, 1 (1%) en mala o defectuosa y 72 (46%) no aplica. En el tramo: Monterrey – Nuevo Laredo, 47 (48%) están en buenas condiciones, 4 (4%) en aceptable y 47 (48%) no aplica. Las estructuras en donde no aplica la calificación es debido a que son losas y no cuentan con vigas ni diafragmas.

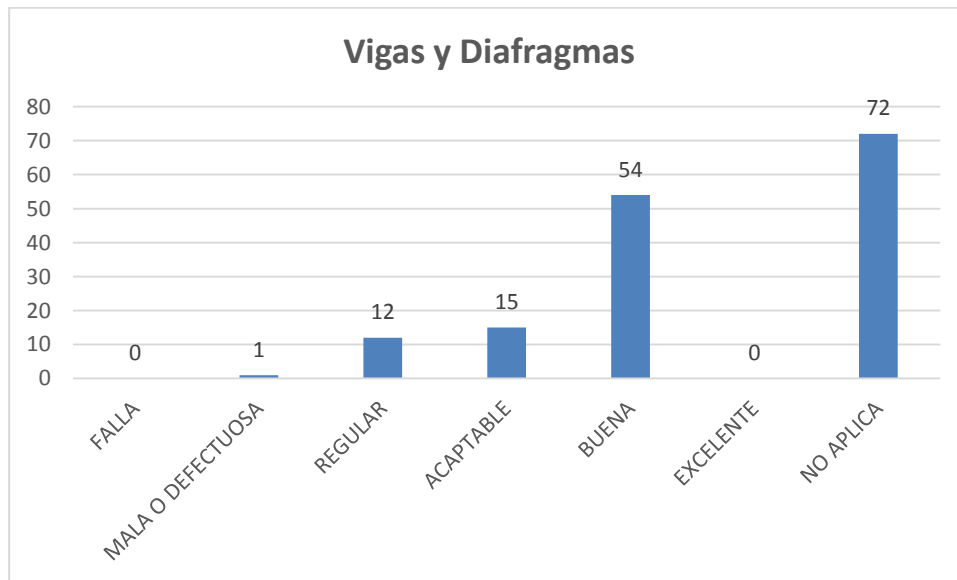
Para mayor detalle, el tipo de estructuras se muestra en las Tablas 5.12 y 5.13 y de forma general en las Gráficas 5.11 y 5.12.



Tabla 5.12 Calificación de Vigas y Diafragmas tramo: Córdoba – Veracruz

CONDICIÓN	FALLA	MALA O DEFECTUOSA	REGULAR	ACAPTABLE	BUENA	EXCELENTE	NO APLICA
ALCANTARILLA							6
PIV		1	8	7	36		
PSG							14
PSV					4		24
PUENTE			4	8	14		28
TOTAL	0	1	12	15	54		72

Fuente: Elaboración propia



Graficas 5.11 Condición de las Vigas y Diafragmas tramo: Córdoba – Veracruz

Fuente: Elaboración propia

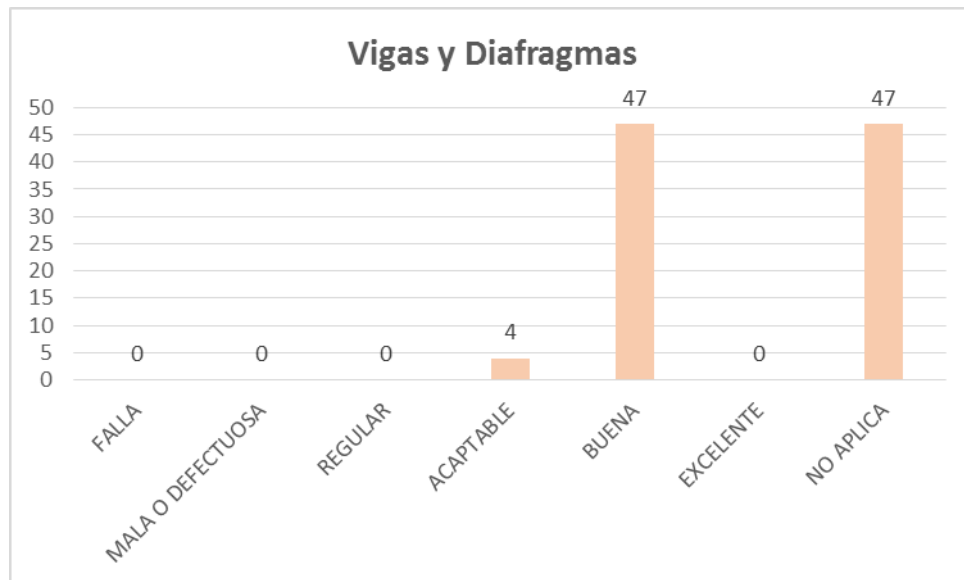




Tabla 5.13 Calificación de Vigas y Diafragmas tramo: Monterrey – Nuevo Laredo

CONDICIÓN	FALLA	MALA O DEFECTUOSA	REGULAR	ACAPTABLE	BUENA	EXCELENTE	NO APLICA
ALCANTARILLA							3
PIV				4	26		
PSG							2
PSV					2		24
PUENTE					19		18
TOTAL	0	0	0	4	47	0	47

Fuente: Elaboración propia



Graficas 5.12 Condición de las Vigas y Diafragmas tramo: Monterrey – Nuevo Laredo

Fuente: Elaboración propia



---

### 5.1.7 CONDICIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE APOYO

Los apoyos de un puente son dispositivos mecánicos capaces de transmitir las cargas verticales y horizontales desde la superestructura a la subestructura.

Debido a que los dispositivos de apoyo en los dos tramos son placas de neopreno integral, los daños en placas elastoméricas que se deben reportar son: el excesivo abultamiento, deformación, rompimiento o desgarramiento, corte y falla por corrimiento, además de verificar si hay suciedad o escombros alrededor de ellos.

Los apoyos pueden sufrir daños por causa del tráfico pesado y también por suciedad acumulada.

Las calificaciones asignadas a las estructuras para la condición de Dispositivos de Apoyo indican que para el tramo: Córdoba – Veracruz, 48 (31%) están en buenas condiciones, 27 (18%) en aceptable, 10 (6%) en regular y 69 (45%) no aplica. En el tramo: Monterrey – Nuevo Laredo, 51 (52%) se encuentran en buenas condiciones y 47 (48%) no aplica. Las estructuras en donde no aplica la calificación es debido a que no cuentan con dispositivos de apoyo debido a que apoyan directamente a la subestructura o sobre cartón asfaltado.

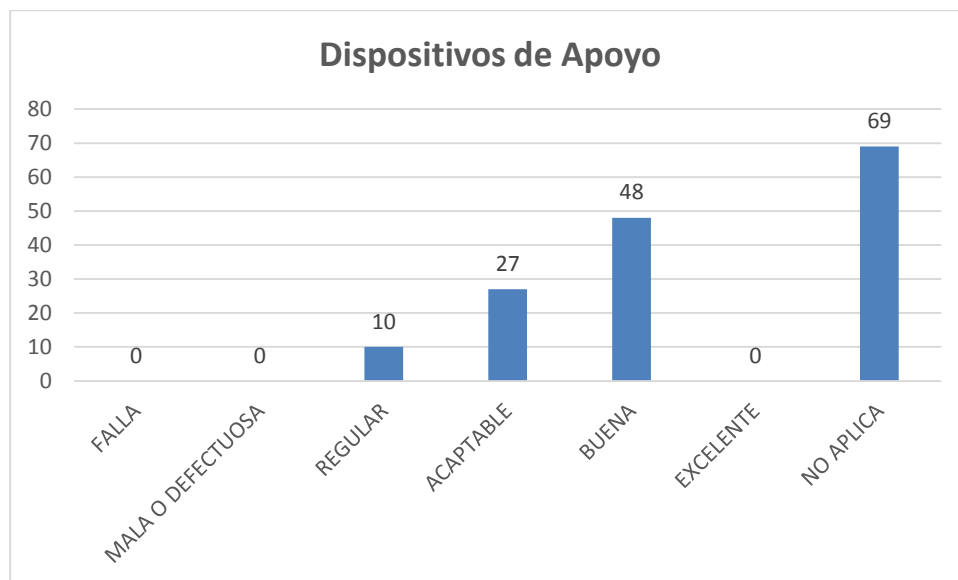
Para mayor detalle, el tipo de estructuras se muestra en las Tablas 5.14 y 5.15 y de forma general en las Gráficas 5.13 y 5.14.



Tabla 5.14 Calificación de la condición de los Dispositivos de Apoyo tramo: Córdoba – Veracruz

CONDICIÓN	FALLA	MALA O DEFECTUOSA	REGULAR	ACAPTABLE	BUENA	EXCELENTE	NO APLICA
ALCANTARILLA							6
PIV			6	14	32		
PSG							14
PSV					4		24
PUENTE			4	13	12		25
TOTAL	0	0	10	27	48	0	69

Fuente: Elaboración propia



Graficas 5.13 Condición de los Dispositivos de Apoyo tramo: Córdoba – Veracruz

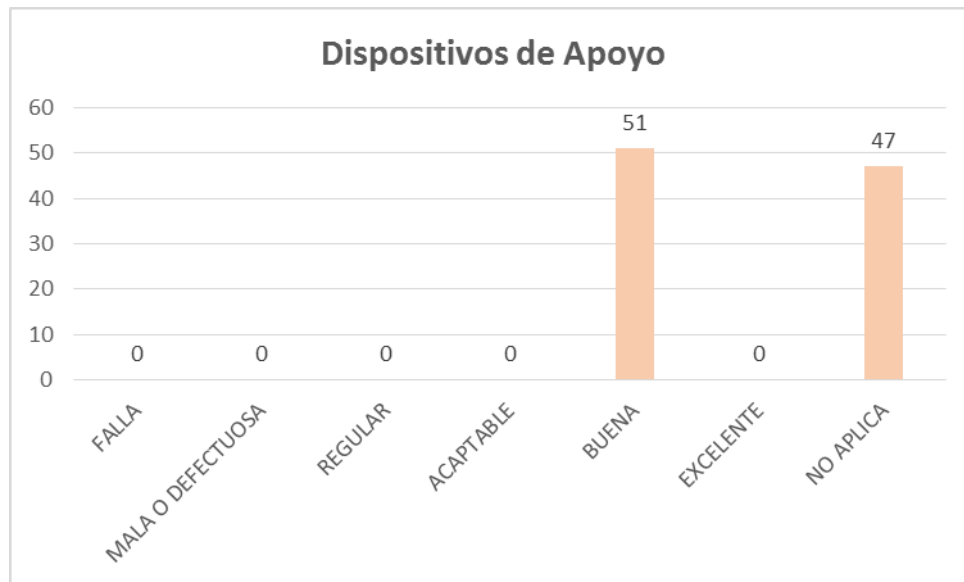
Fuente: Elaboración propia



Tabla 5.15 Calificación de la condición de los Dispositivos de Apoyo tramo: Monterrey – Nuevo Laredo

CONDICIÓN	FALLA	MALA O DEFECTUOSA	REGULAR	ACAPTABLE	BUENA	EXCELENTE	NO APLICA
ALCANTARILLA							3
PIV					30		
PSG							2
PSV					2		24
PUENTE					19		18
TOTAL	0	0	0	0	51	0	47

Fuente: Elaboración propia



Graficas 5.14 Condición de los Dispositivos de Apoyo tramo: Monterrey – Nuevo Laredo

Fuente: Elaboración propia



---

### 5.1.8 EVALUACIÓN GENERAL DE LAS ESTRUCTURAS

Tomando como base las calificaciones obtenidas en los elementos mencionados anteriormente se tiene como resultado la Evaluación General, la cual se obtuvo considerando la calificación con el nivel mínimo, según la Tabla 5.1.

Las calificaciones asignadas a las estructuras para la Evaluación General indican que para el tramo: Córdoba – Veracruz, 76 (49%) están en buenas condiciones, 44 (28%) en aceptable, 32 (22%) en regular y 2 (1%) en mala o defectuosa. En el tramo: Monterrey – Nuevo Laredo, 51 (52%) están en buenas condiciones, 25 (26%) en aceptable, 21 (21%) en regular y 1 (1%) en mala o defectuosa.

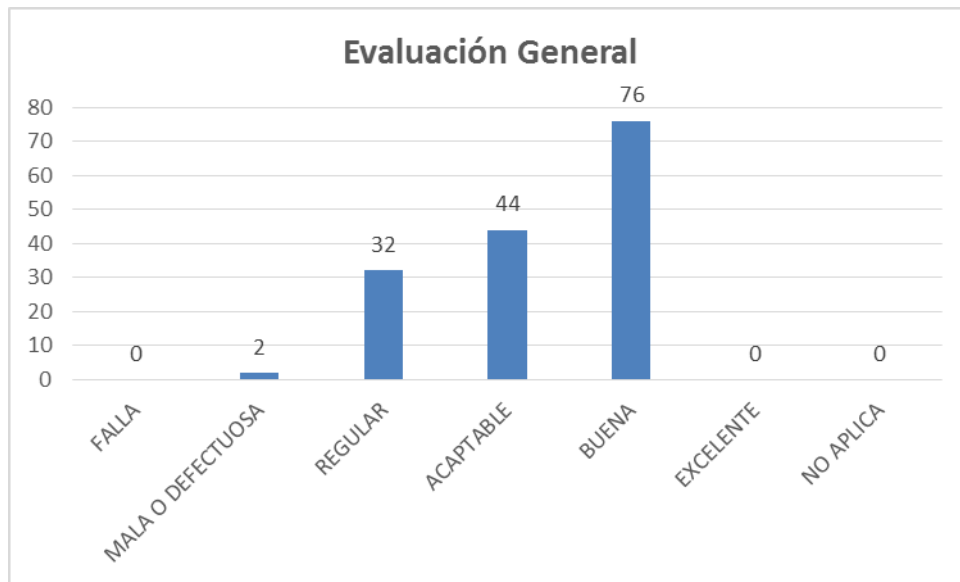
De igual forma que en los otros casos, el tipo de estructuras se muestra en las Tablas 5.16 y 5.17 y de forma general en las Gráficas 5.15 y 5.16.



Tabla 5.16 Evaluación General tramo: Córdoba – Veracruz

CONDICIÓN	FALLA	MALA O DEFECTUOSA	REGULAR	ACAPTABLE	BUENA	EXCELENTE	NO APLICA
ALCANTARILLA		1	1	1	3		
PIV		1	13	16	22		
PSG			3	3	8		
PSV			1	6	21		
PUENTE			14	18	22		
TOTAL	0	2	32	44	76	0	0

Fuente: Elaboración propia



Gráficas 5.15 Evaluación General tramo: Córdoba – Veracruz

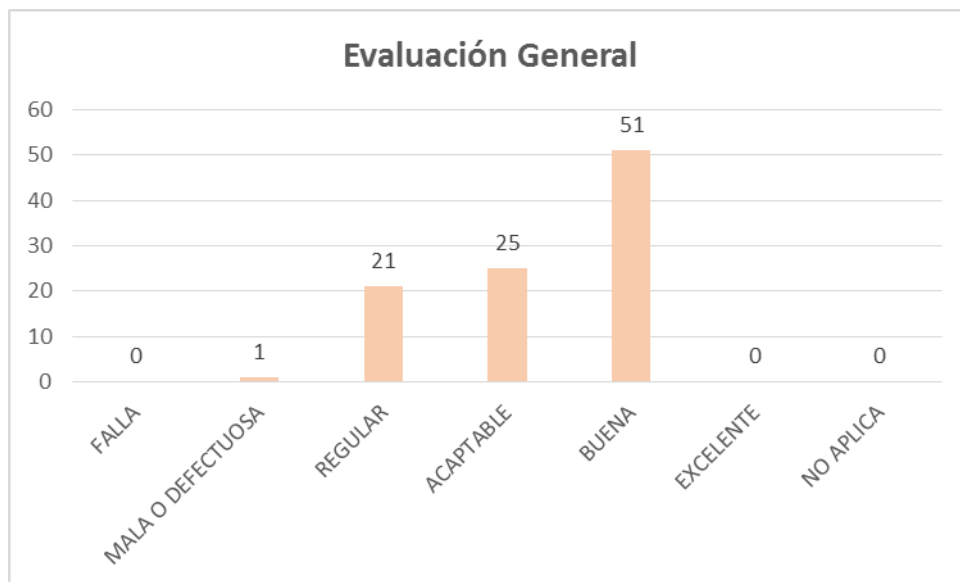
Fuente: Elaboración propia



Tabla 5.17 Evaluación General tramo: Monterrey – Nuevo Laredo

CONDICIÓN	FALLA	MALA O DEFECTUOSA	REGULAR	ACAPTABLE	BUENA	EXCELENTE	NO APLICA
ALCANTARILLA			2		1		
PIV			2	10	18		
PSG				1	1		
PSV			10	7	9		
PUENTE		1	7	7	22		
TOTAL	0	1	21	25	51	0	0

Fuente: Elaboración propia



Graficas 5.16 Evaluación General tramo: Monterrey – Nuevo Laredo

Fuente: Elaboración propia



De las gráficas anteriores se puede observar en forma general que en el tramo: Córdoba – Veracruz no existen estructuras en condición de falla, existen dos estructuras en condición Mala o Defectuosa que son: la Alcantarilla ubicada en el km. 0+400 y el P.I.V. San Joaquin II ubicado en el km. 10+640. La calificación que se debe a que la Alcantarilla se encuentra en malas condiciones, ya que el tubo de acero está totalmente corroído y roto en la parte baja (Fotografías 5.1 y 5.2), además de que la superficie de rodamiento en la autopista se encuentra desgastada y agrietada.

Cabe mencionar que aunque se trata de una estructura menor, al colapsarse se puede afectar la continuidad de la circulación vehicular en este tramo, afectando el traslado de personas bienes y servicios.



*Fotografía 5.1 Tubo metálico corroído y roto en la parte baja.*



*Fotografía 5.2 Erosión debajo del tubo.*





El P.I.V. San Joaquin II ubicado en el km. 10+640, presenta impactos vehiculares en las traveses del tramo 2-3 donde el gálibo vertical es muy escaso. por deficiencia en el gálibo, el cual es de 4.85 m, dejando expuestos los torones de presfuerzo, de los cuales algunos ya están rotos como se muestra en el las Fotografías 5.3 y 5.4. También se observa que el parapeto del lado derecho está cortado, Fotografía 5.5 y en la parte superior de de la losa existe acero de refuerzo expuesto por escaso recubrimiento, Fotografía 5.6.



*Fotografía 5.3 Trabe extrema izquierda del tramo 1-2 con acero de presfuerzo expuesto y roto.*



*Fotografía 5.4 Trabe extrema derecha del tramo 2-3 con daño severo por impacto vehicular, con acero de refuerzo y presfuerzo roto.*



*Fotografía 5.5 Tubos del parapeto del lado derecho cortados en el tramo 1-2.*



*Fotografía 5.6 Acero de refuerzo expuesto en la superficie de rodamiento en diversas zonas.*

De igual forma al revisar la Gráfica 5.16 referente a la Evaluación General de las estructuras del tramo: Monterrey – Nuevo Laredo, se puede observar que no existen estructuras en condición de falla, solamente existe una estructura en condición Mala o Defectuosa que es el Puente ubicado en el km. 31+300 Cuerpo B (Fotografía 5.7). La calificación asignada se debe a que el Sistema de Piso compuesto por una losa de concreto reforzado, presenta corrosión generalizada en el acero de refuerzo en la parte inferior de la losa, por la acumulación de humedad, Fotografía 5.8. lo que ocasionó el estallamiento del recubrimiento en gran parte de esta, como se muestra en las Fotografías 5.9, 5.10 y 5.11.



*Fotografía 5.7 Vista panorámica del Puente Sin Nombre Cpo. B, km. 31+300*



*Fotografía 5.8 Parte inferior de la losa, en donde se observan manchas de humedad.*



*Fotografía 5.9 Se observa acero de refuerzo expuesto en uno de los extremos de la parte inferior de la losa.*



*Fotografía 5.10 Desconche generalizado en la parte inferior de la losa por la corrosión del acero de refuerzo, el recubrimiento se ha perdido en más del 50%.*



*Fotografía 5.11 Acero corroído y pérdida de recubrimiento en la parte inferior de la losa.*



---

## CAPÍTULO VI.- CONCLUSIONES

Al comparar los resultados obtenidos en el análisis realizado de la información de los puentes ubicados en los tramos de autopista: Córdoba – Veracruz y Monterrey – Nuevo Laredo, se puede observar que para el año 2014, tuvieron un comportamiento muy similar, en donde aproximadamente el 51% se ubica en el rango de bueno, el 48% en el de aceptable o regular y solamente el 1% en condición mala o defectuosa, lo cual indica que la prioridad que se debe de considerar es la atención a 2 y 1 estructuras respectivamente y brindarles el mantenimiento que corresponda a los ubicados en el rango de aceptable o regular para escalarlos al rango de bueno.

Con los resultados antes comentados se determina que la inspección visual y la evaluación de su condición física sirven para tomar una buena decisión en cuanto a la programación de los recursos financieros dispuestos para la atención de la conservación de la infraestructura carretera, en este caso para los puentes.

Se deben de realizar comparativas frecuentes de los resultados obtenidos con la finalidad de dar seguimiento a la evolución o atención de los defectos reportados con el fin de que sean considerados oportunamente para su atención.

Se debe de fomentar la especialización en el área de puentes con la finalidad de contar con personal capacitado para la realización de inspecciones de diferente nivel, capaz de evaluar correctamente las estructuras y emitir dictámenes para la atención de cualquier problemática que se presente.

Se debe de optimizar el análisis de la información obtenida en campo a través de la utilización de Sistemas de Gestión para que contribuyan en la realización de una apropiada toma de decisiones, la cual se verá reflejada en la generación de información ejecutiva, dando prioridad a la programación del mantenimiento menor, mayor, reparación o sustitución a las estructuras que así lo requieran.



---

A pesar de que en México se cuenta con los Manuales para la Inspección y Conservación de puentes Tomos I y II, editados por la Dirección General de Servicios Técnicos, que aún son vigentes, es necesario revisarlos y actualizarlos, ya que datan de 1988, adaptándolos a las condiciones actuales.

Considerando lo anterior se pretende mejorar las actividades de inspección y evaluación de puentes con la finalidad de contar con una infraestructura carretera en óptimas condiciones y así mejorar la comunicación entre las poblaciones más alejadas y favorecer el desarrollo socioeconómico de la población en general, cumpliendo con lo establecido en el Programa Nacional de Desarrollo.



---

## BIBLIOGRAFÍA

- Dirección General de Servicios Técnicos, SCT. (1988). *Manual para inspección y Conservación de Puentes Tomo I*. D. F., México.
- Escalante, C. I. (2006). *La Conservación de las Carreteras en México*. Veracruz, México.
- Instituto Mexicano del Transporte. (1994). *Sistema de Administración de Puentes (SIAP)*. Querétaro, México.
- Ministerio de Fomento. (212). *Guía para la Realización de Inspecciones Principales de Obras de Paso en la Red de Carreteras del Estado*. España. Obtenido de <http://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/EAAF10BD-4D0C-43D7-87F6-9FFD227A59DC/110622/0870250.pdf>
- Ministerio de Infraestructura, Vivienda y Servicios Públicos. (2007). *Manual para Inspecciones Rutinarias de Puentes y Alcantarillas en Servicio*. Argentina. Obtenido de <http://www.vialidad.gba.gov.ar/documentos/archivs/38-Obras%20de%20Arte/200709131031310.Manual%20para%20inspecciones%20rutinarias%20de%20puentes%20y%20alcantarillas.pdf>
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2007). *Manual de Inspección de Puentes*. Costa Rica. Obtenido de [http://www.mopt.go.cr:10039/portal/Puentes/Documentos/manual\\_inspeccion2007.pdf](http://www.mopt.go.cr:10039/portal/Puentes/Documentos/manual_inspeccion2007.pdf)
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2006). *Guía para Inspección de Puentes*. Perú. Obtenido de [https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/tras/GUIA%20PARA%20INSPECCION%20DE%20PUENTES.pdf](https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/tras/GUIA%20PARA%20INSPECCION%20DE%20PUENTES.pdf)



## ANEXOS

<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MENOR PARA ESTRUCTURAS</b>				<b>DATOS GENERALES</b>																								
<b>NOMBRE DE LA EMPRESA CONTRATISTA:</b> _____ _____				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 5%; text-align: center;">1</td><td style="width: 70%;">TIPO</td><td style="width: 25%;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td>LATITUD</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td>LONGITUD</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td>ALTITUD</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5</td><td>No. DE CLAROS</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6</td><td>LONG. TOTAL</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">7</td><td>CLARO MAYOR</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">8</td><td>GALIBO</td><td></td></tr> </table>	1	TIPO		2	LATITUD		3	LONGITUD		4	ALTITUD		5	No. DE CLAROS		6	LONG. TOTAL		7	CLARO MAYOR		8	GALIBO	
1	TIPO																											
2	LATITUD																											
3	LONGITUD																											
4	ALTITUD																											
5	No. DE CLAROS																											
6	LONG. TOTAL																											
7	CLARO MAYOR																											
8	GALIBO																											
<b>NOMBRE DE LA AUTOPISTA:</b> _____ _____																												
<b>UBICACIÓN DEL PUENTE KM.:</b> _____ _____																												
<b>NOMBRE DEL PUENTE:</b> _____ _____																												
<b>REPORTE DE CONCEPTOS DE OBRA EJECUTADOS</b>																												
No.	Concepto	Unidad	Cantidad Existente	Cantidad P/Conservación	P.U.	Importe																						
<b>1 SUPERFICIE DE RODAMIENTO</b>																												
1.1	Limpieza de superficie de rodamiento.	m2	0.00	0.00	\$1.65	\$0.00																						
1.2	Limpieza de juntas de dilatación.	ml	0.00	0.00	\$2.20	\$0.00																						
1.3	Calafateo de juntas de dilatación.	ml	0.00	0.00	\$75.00	\$0.00																						
1.4	Bacheo superficial con carpeta asfáltica en caliente.	m3	0.80	0.00	\$380.00	\$304.00																						
1.5	Renivelación con carpeta asfáltica en caliente.	m3	0.00	0.00	\$1,100.00	\$0.00																						
1.6	Sellado de juntas de dilatación con poroloflex y sikaflex.	ml	0.00	0.00	\$160.00	\$0.00																						
1.7	Bacheo superficial con concreto hidráulico en P.I.V.'s	m3	0.00	0.00	\$16.50	\$0.00																						
1.8	Calafateo de grietas en concreto hidráulico.	ml	0.00	0.00	\$8.80	\$0.00																						
<b>SUBTOTAL SUPERFICIE DE RODAMIENTO:</b>						<b>\$304.00</b>																						
<b>2 SUPERESTRUCTURA</b>																												
2.1	Pintura vinílica en parapetos y guarniciones de concreto.	m2	0.00	0.00	\$50.00	\$0.00																						
2.2	Pintura y protección anticorrosiva en parapetos metálicos.	m2	0.00	0.00	\$75.00	\$0.00																						
2.3	Reparación de parapeto metálico.	kg	0.00	0.00	\$1,210.00	\$0.00																						
2.4	Reparación de parapeto de concreto hidráulico.	m3	0.00	0.00	\$350.00	\$0.00																						
2.5	Reparación de banqueta de concreto hidráulico simple.	m3	0.00	0.00	\$350.00	\$0.00																						
2.6	Reparación de guarnición de concreto hidráulico simple.	m3	0.00	0.00	\$350.00	\$0.00																						
2.7	Reparación de desconchamientos menores en elementos estructurales.	dm3	0.00	0.00	\$137.50	\$0.00																						
2.8	Limpieza de trabes, diafragmas y losa con chorro de agua.	m2	0.00	0.00	\$13.20	\$0.00																						
2.9	Colocación de goteros.	ml	0.00	0.00	\$80.00	\$0.00																						
2.10	Calafateo de fisuras.	ml	0.00	0.00	\$16.50	\$0.00																						
2.11	Inyección de grietas.	ml	0.00	0.00	\$8.80	\$0.00																						
<b>SUBTOTAL SUPERESTRUCTURA:</b>						<b>\$0.00</b>																						





**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MENOR PARA ESTRUCTURAS**

NOMBRE DE LA EMPRESA CONTRATISTA:

\_\_\_\_\_

NOMBRE DE LA AUTOPISTA:

\_\_\_\_\_

UBICACIÓN DEL PUENTE KM.:

\_\_\_\_\_

NOMBRE DEL PUENTE:

\_\_\_\_\_

**DATOS GENERALES**

1	TIPO	
2	LATITUD	
3	LONGITUD	
4	ALTITUD	
5	No. DE CLAROS	
6	LONG. TOTAL	
7	CLARO MAYOR	
8	GALIBO	

**REPORTE DE CONCEPTOS DE OBRA EJECUTADOS**

No.	Concepto	Unidad	Cantidad Existente	Cantidad P/Conservación	P.U.	Importe
<b>3 SUBESTRUCTURA</b>						
3.1	Limpieza de dispositivos y bancos de apoyo.	pza	0.00	0.00	\$82.50	\$0.00
3.2	Limpieza de cabezales en pilas y estribos.	m2	0.00	0.00	\$13.20	\$0.00
3.3	Pintura en aleros, estribos, pilas, columnas, cabezales.	m2	0.00	0.00	\$61.60	\$0.00
3.4	Inyección de grietas.	ml	0.00	0.00	\$16.50	\$0.00
3.5	Calafateo de fisuras menores de 3 mm.	ml	0.00	0.00	\$8.80	\$0.00
3.6	Restitución de concreto en losas de acceso, incluye acero de refuerzo.	m3	0.00	0.00	\$2,500.00	\$0.00
3.7	Restitución de concreto en conos de derrame, incluye malla electrosoldada 6-6/10-10.	m3	0.00	0.00	\$1,600.00	\$0.00
3.8	Reparación de zampeado.	m2	0.00	0.00	\$950.00	\$0.00
3.9	Reparación de desconchamientos.	dm3	0.00	0.00	\$137.50	\$0.00
3.10	Pintura de reglas tipo estatal para registro de movimientos del tirante.	pza	0.00	0.00	\$85.00	\$0.00
3.11	Retiro de maleza acumulada en zapatas y cilindros de cimentación.	m2	0.00	0.00	\$15.00	\$0.00
3.12	Tratamiento anticorrosivo en apoyos multidireccionales.	pza	0.00	0.00	\$85.00	\$0.00
<b>SUBTOTAL SUBESTRUCTURA:</b>						<b>\$0.00</b>
<b>4 DRENAJE</b>						
4.1	Desazolve de drenes.	pza	0.00	0.00	\$4.40	\$0.00
4.2	Desazolve de tubería y canalones.	pza	0.00	0.00	\$27.50	\$0.00
4.3	Reconstrucción de bordillo con concreto hidráulico.	ml	0.00	0.00	\$155.00	\$0.00
4.4	Reconstrucción de lavaderos con concreto hidráulico.	ml	0.00	0.00	\$900.00	\$0.00
4.5	Reconstrucción de guarnición con concreto hidráulico de fc= 200 kg/cm2, incluye acero de refuerzo en aproches.	m3	0.00	0.00	\$1,500.00	\$0.00
4.6	Canalización de escurrimientos superficiales.	ml	0.00	0.00	\$1,250.00	\$0.00
4.7	Reposición de drenes y/o extensión de drenes.	pza	0.00	0.00	\$203.50	\$0.00
<b>SUBTOTAL DRENAJE:</b>						<b>\$0.00</b>



**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MENOR PARA ESTRUCTURAS**

NOMBRE DE LA EMPRESA CONTRATISTA:

\_\_\_\_\_

NOMBRE DE LA AUTOPISTA:

\_\_\_\_\_

UBICACIÓN DEL PUENTE KM.:

\_\_\_\_\_

NOMBRE DEL PUENTE:

**REPORTE DE CONCEPTOS DE OBRA EJECUTADOS**

DATOS GENERALES		
1	TIPO	
2	LATITUD	
3	LONGITUD	
4	ALTITUD	
5	No. DE CLAROS	
6	LONG. TOTAL	
7	CLARO MAYOR	
8	GALIBO	

No.	Concepto	Unidad	Cantidad Existente	Cantidad P/Conservación	P.U.	Importe
<b>5 DERECHO DE VÍA</b>						
5.1	Deshierbe de taludes de aproches, conos de derrame y margen de ríos.	m2	0.00	0.00	\$1.65	\$0.00
5.2	Recargue de taludes con material de banco y compactado al 90% de su P.V.S.M.	m3	0.00	0.00	\$15.00	\$0.00
5.3	Reposición de defensa metálica.	ml	0.00	0.00	\$950.00	\$0.00
5.4	Lavado de defensa metálica.	ml	0.00	0.00	\$12.00	\$0.00
5.5	Pintura vinílica en taludes de concreto hidráulico en terraplenes de acceso.	m2	0.00	0.00	\$45.00	\$0.00
5.6	Reconstrucción de taludes de concreto hidráulico en terraplenes de acceso, concreto hidráulico fc=250kg/cm2, incluye acero de refuerzo.	m3	0.00	0.00	\$1,250.00	\$0.00
<b>SUBTOTAL DERECHO DE VÍA:</b>						<b>\$0.00</b>
<b>6 SEÑALAMIENTO HORIZONTAL</b>						
6.1	Aplicación de pintura de tráfico amarilla en líneas continuas.	ml	0.00	0.00	\$37.40	\$0.00
6.2	Aplicación de pintura de tráfico blanca en líneas continuas.	ml	0.00	0.00	\$37.40	\$0.00
6.3	Aplicación de pintura de tráfico blanca en líneas discontinuas.	ml	0.00	0.00	\$37.40	\$0.00
6.4	Aplicación de pintura blanca tráfico en flechas direccionales.	pza	0.00	0.00	\$37.40	\$0.00
6.5	Suministro y colocación de vialetas.	pza	0.00	0.00	\$64.90	\$0.00
6.6	Suministro y colocación de botones.	pza	0.00	0.00	\$49.50	\$0.00
<b>SUBTOTAL SEÑALAMIENTO HORIZONTAL:</b>						<b>\$0.00</b>



**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MENOR PARA ESTRUCTURAS**

NOMBRE DE LA EMPRESA CONTRATISTA:

---

NOMBRE DE LA AUTOPISTA:

---

UBICACIÓN DEL PUENTE KM.:

---

NOMBRE DEL PUENTE:

---

**DATOS GENERALES**

1	TIPO
2	LATITUD
3	LONGITUD
4	ALTITUD
5	No. DE CLAROS
6	LONG. TOTAL
7	CLARO MAYOR
8	GALIBO

**REPORTE DE CONCEPTOS DE OBRA EJECUTADOS**

No.	Concepto	Unidad	Cantidad Existente	Cantidad P/Conservación	P.U.	Importe
<b>7</b>	<b>SEÑALAMIENTO VERTICAL EN P.I.V.'s</b>					
7.1	Limpieza de señal vertical baja.	pza	0.00	0.00	\$22.00	\$0.00
7.2	Limpieza de señal vertical alta.	pza	0.00	0.00	\$165.00	\$0.00
7.3	Limpieza de ménsulas reflejantes.	pza	0.00	0.00	\$5.50	\$0.00
7.4	Reposición de señal SP-25.	pza	0.00	0.00	\$5,445.00	\$0.00
7.5	Reposición de señal SR-15.	pza	0.00	0.00	\$5,445.00	\$0.00
7.6	Reposición de señal SIS-12.	pza	0.00	0.00	\$5,445.00	\$0.00
7.7	Reposición de señal SIG 249x40.	pza	0.00	0.00	\$6,270.00	\$0.00
7.8	Reparación de señal vertical baja.	pza	0.00	0.00	\$1,210.00	\$0.00
7.9	Reparación de señal vertical alta.	pza	0.00	0.00	\$2,585.00	\$0.00
	<b>SUBTOTAL SEÑALAMIENTO VERTICAL:</b>					<b>\$0.00</b>
<b>8</b>	<b>ELEMENTOS DIVERSOS</b>					
8.1	Reporte de Inspección Semestral.	Rep	0.00	0.00	\$49,500.00	\$0.00
8.2	Leyenda de Identificación de la Estructura.	pza	0.00	0.00	\$275.00	\$0.00
	<b>SUBTOTAL ELEMENTOS DIVERSOS:</b>					<b>\$0.00</b>
	<b>IMPORTE TOTAL</b>					<b>\$304.00</b>