

2.5.2 Componentes del Medio Ambiente Natural

Ítem: 1. Topografía y Geología

Descripción:

Cambio de condiciones topográfica y geológicas importantes por excavación y preparación de la tierra.

Causas del impacto

- 1) Corte, relleno, y excavación del subsuelo para la construcción de carreteras

Posibles impactos sobre el medio ambiente

- 1) La topografía y geología pueden quedar alterados por el corte y relleno. Puede provocar desprendimientos de tierra o erosión del suelo.

Factores útiles para la evaluación

- 1) Se debe prestar atención a los siguientes tipos de zona:
 - a) Zonas que tienen condiciones topográficas y/o geológicas importantes.
 - b) Zonas con colinas de gran inclinación con suelo suave y alta porosidad.
 - c) Zonas donde llueve con gran intensidad.
- 2) Las zonas urbanas tienen poco interés en estos problemas.

Medidas

- 1) Selección de rutas alternativas
- 2) Examen del método de construcción
- 3) Restricción del uso de la tierra en las cercanías

Temas relacionados con el Estudio

- 1) Prospecciones topográficas y geológicas
- 2) Lugares con desprendimientos de tierra
- 3) Uso de la tierra

Ítem: 2. Erosión del suelo

Descripción:

Erosión de la capa superior del suelo por el agua de lluvia después de preparar el terreno o retirar la vegetación

Causas del impacto

- 1) Exposición de la capa superior del suelo provocada por preparación del terreno o retiro de la vegetación para la construcción de carreteras
- 2) Agua de lluvia e inundaciones durante la construcción

Posibles impactos sobre el medio ambiente

- 1) La pérdida de la capa superior del suelo por agua o viento puede afectar el crecimiento de plantas y animales, la agricultura y bosques.
- 2) El sedimento puede enturbiar el agua y afectar la vida acuática y el caudal en zonas río abajo.

Factores útiles para la evaluación

- 1) Existe una gran probabilidad en las siguientes condiciones:
 - a) Topografía de cuevas fuertes en suelo arenoso.
 - b) Lluvias grandes o intensas o vientos fuertes
 - c) Hay poca vegetación

Medidas

- 1) Protección contra la erosión del suelo, es decir, cubrir con vegetación, protección contra desprendimientos
- 2) Selección de rutas alternativas
- 3) Examen del método y programa de construcción

Temas relacionados con el Estudio

- 1) Prospecciones del suelo, topográfico y geológico
- 2) Estudio meteorológico
- 3) Uso de la tierra

Ítem: 3. Aguas subterráneas

Descripción:

Cambio en la distribución de las aguas subterráneas por excavaciones en gran escala

Causas del impacto

- 1) Cortes en el flujo del agua subterránea por excavaciones en gran escala o construcción de túneles que pueden modificar la distribución del agua subterránea o hacer que el agua subterránea se vuelva turbia
- 2) Disminución en la función de abastecimiento de agua subterránea debido a cambios en el volumen de agua filtrada por limpieza de vegetación
- 3) Extracción de una gran cantidad de agua subterránea por el aumento en la demanda de agua de la población

Posibles impactos sobre el medio ambiente

- 1) Disminución del nivel del agua subterránea y agotamiento de pozos que puede afectar el uso del agua subterránea en el lugar del proyecto
- 2) Hundimiento de suelos en capas de suelo aluviales o de tierra debido a que baja el nivel del agua subterránea
- 3) Contaminación del agua durante la construcción y entrada de agua salada de las zonas costeras, lo que puede deteriorar la calidad del agua y afectar su uso.

Factores útiles para la evaluación

- 1) Pozos poco profundos que utilizan agua subterránea sin confinar son susceptibles a recibir el impacto de la construcción.
- 2) Se debe prestar especial atención si el nivel del agua subterránea tiene una tendencia de declinar o la degradación de la tierra ya ha avanzado en este área.
- 3) Se debe prestar especial atención a la entrada del agua salada cuando el lugar del proyecto está cerca del mar.

Medidas

- 1) Selección de rutas alternativas
- 2) Uso de métodos de construcción que adopten medidas para conservar las aguas subterráneas

3) Desarrollo de fuentes de agua alternativas

Temas relacionados con el Estudio

- 1) Prospecciones hidrogeológicas, por ejemplo la determinación de acuíferos
- 2) Pruebas de bombeo
- 3) Uso del agua

Ítem: 4. Situación hidrológica

Descripción:

Cambio en el caudal en el lecho del río y lecho del río debido a la entrada de drenaje o desprendimientos de tierra

Causas del impacto

- 1) El régimen hidrológico puede alterarse por la construcción de estructuras tales como cepas al pasar la ruta sobre lagos y ríos.

Posibles impactos sobre el medio ambiente

- 1) La modificación del lecho del río puede cambiar las condiciones de hábitat de la vida acuática y afectar la pesca.
- 2) Puede afectar la navegación y el turismo por cambios en la profundidad, flujo y caudal del agua.

Factores útiles para la evaluación

- 1) Se debe tener especial atención con el hábitat de la vida acuática valiosa.
- 2) Se debe tener cuidado con las comunidades de la zona que utilizan el agua para navegación, pesca y turismo.

Medidas

- 1) Selección de rutas alternativas
- 2) Indemnización a los pescadores

Temas relacionados con el Estudio

- 1) Vida acuática
- 2) Uso del agua

Ítem: 5. Zona costera

Descripción:

Erosión de la costa y sedimentación debido a desprendimientos de tierra o cambios en las condiciones marinas

Causas del impacto

- 1) Excavación y residuos de la construcción de pilas cuando la ruta pasa por una zona costera
- 2) Aumento o disminución en el suministro de sedimentos en la zona marina cercana debido a cambios en la marea

Posibles impactos sobre el medio ambiente

- 1) Daños y pérdidas de bosques manglares y/o arrecifes de coral provocados por una topografía costera modificada, erosión de la costa y desaparición de tamar por la marea debido a cambios en

- el movimiento del litoral, lo que puede afectar el turismo y la pesca
- 2) Impactos sobre el medio ambiente natural, incluyendo un aumento en el riesgo de desastres costeros que puedan provenir de una disminución en la disipación de las olas que se producían en la costa natural

Factores útiles para la evaluación

El impacto puede ser importante si el lugar del proyecto tiene

- 1) Elementos naturales preciosos tales como bosques manglares y arrecifes de coral,
- 2) Excelentes zonas para la pesca y otros campos de negocios,
- 3) Turismo que utilice el mar y la costa,
- 4) Mayor riesgo de desastres por ejemplo por marea alta.

Medidas

- 1) Selección de rutas alternativas
- 2) Instalación de protectores y rompeolas para disipar las olas
- 3) Alimentación artificial
- 4) Indemnización por daños en la pesca

Temas relacionados con el Estudio

- 1) Medio ambiente natural valioso por ejemplo bosques manglares, arrecifes de coral
- 2) Pesca e industrias relacionadas
- 3) Industrias que utilizan la zona costera

Ítem: 6. Fauna y flora

Descripción:

Obstáculo para la cría y extinción de especies provocadas por cambios en las condiciones del hábitat

Causas del impacto

- 1) Eliminación de la vegetación y extinción del hábitat de animales por la construcción de carreteras e instalaciones relacionadas
- 2) Generación de gases del escape y ruidos de vehículos en marcha
- 3) Corte en las rutas de migración y hábitat de animales, por la existencia de la carretera e instalaciones relacionadas

Posibles impactos sobre el medio ambiente

- 1) Disminución de criaturas útiles para las actividades humanas o extinción de especies valiosas
- 2) Modo de vida del pueblo incluyendo la caza de animales y recolección de productos del bosque pueden verse amenazados y su valor como entretenimiento puede reducirse.
- 3) Disminución de enemigos naturales y extinción de otras especies puede resultar en la aparición de otros animales, pestes e insectos peligrosos.

Factores útiles para la evaluación

Se debe prestar especial atención a lo siguiente:

- 1) El lugar incluye un ecosistema vulnerable, por ejemplo bosques primarios, pantanos y bosques manglares.
- 2) Hay especies particulares de la región
- 3) Mucha gente vive de la caza y cría de animales domésticos.
- 4) Hay especies raras, protegidas que aparecen en la lista del Libro de Datos Rojo de la Unidad internacional para la Conservación de la Naturaleza y Recursos Naturales (IUCN).

5) Hay convenciones bilaterales y multilaterales sobre la vida salvaje.

Medidas

- 1) Cambio de lugar de plantas y animales
- 2) Indemnización suficiente
- 3) Selección de ruta cuidadosa
- 4) Diseño de construcción cuidadoso
- 5) Medidas de protección para la fauna y la flora

Temas relacionados con el Estudio

- 1) Prospección de la vegetación existente, topográfica y geológica
- 2) Distribución de animales
- 3) Afiliación a las convenciones sobre protección de la vida salvaje
- 4) Modo de vida del pueblo

Ítem: 7. Paisaje

Descripción:

Cambio en la topografía y vegetación por la preparación del terreno, deterioro de la armonía estética por la aparición de estructuras

Causas del impacto

- 1) Cambio en la topografía y vegetación por la construcción y aparición de carreteras y cepas

Posibles impactos sobre el medio ambiente

- 1) Daño en el valor del paisaje por cambios en él que pueden tener valores culturales o relaciones estrechas con la vida de los pueblos locales (por ejemplo por su importancia religiosa)
- 2) El turismo y la vida de la población local pueden verse afectados por estos daños.

Factores útiles para la evaluación

- 1) Se debe prestar especial atención al paisaje si tiene valores culturales, por ejemplo desde un punto de vista internacional)
- 2) Se deben estudiar significados especiales o papel que juega el paisaje (objeto religioso, atracción turística, etc.) en la región.

Medidas

- 1) Nuevo examen del contenido del proyecto
- 2) Arquitectura del paisaje

Temas relacionados con el Estudio

- 1) Folklore
- 2) Vida del pueblo
- 3) Turismo

2.5.3 Contaminación del Medio Ambiente

Ítem: 1. Contaminación del aire

Descripción:

Contaminación provocada por gases de escape y gases tóxicos de vehículos y fábricas

Causas del impacto

- 1) Gases de escape de equipo de construcción y vehículos, polvo generado por el movimiento de tierra
- 2) Gases del escape de vehículos en marcha

Posibles impactos sobre el medio ambiente

- 1) Los gases del escape y el polvo pueden afectar la salud de los habitantes, plantas y animales a lo largo de la ruta.
- 2) Si la cantidad de gases del escape es muy grande, los óxidos de nitrógeno y óxidos de sulfuro pueden contribuir a la lluvia ácida y el bióxido de carbono al calentamiento global.

Factores útiles para la evaluación

- 1) Si las casas están en una zona de gran concentración de viviendas, el impacto será mayor.
- 3) Si hay una diferencia clara entre las estaciones seca y de lluvias, el impacto será mayor durante la estación seca.
- 3) Si el número de vehículo aumenta mucho, se debe tener especial cuidado.
- 4) Si la inclinación de la pendiente es muy grande, la concentración de gases del escape de los vehículos en marcha será mayor.

Medidas

- 1) Puede evitarse el polvo rociando agua o productos químicos durante la construcción
- 2) Selección de rutas alternativas
- 3) Nuevo examen de métodos de construcción

Temas relacionados con el Estudio

- 1) Planeamiento urbano y planeamiento regional
- 2) Distribución de edificios públicos
- 3) Distribución de la fauna y flora
- 4) Normas de calidad del aire y reglamentos sobre la emisión de contaminantes

Ítem: 2. Contaminación del agua

Descripción:

Contaminación por entrada de sedimentos, arena, desagüe al río y aguas subterráneas

Causas del impacto

- 1) Disturbio de los sedimentos por la construcción de cepas cuando la ruta pasa sobre lagos, arroyos y ríos
- 2) Erosión provocada por cambios en la vegetación y topografía
- 3) Uso de herbicidas en el lecho de la carretera, lavado del polvo y aceite de la superficie de la carretera por la lluvia

Posibles impactos sobre el medio ambiente

- 1) Efectos sobre la vida acuática por la contaminación del agua o agua turbia

- 2) Contaminación del agua por herbicidas que pueden afectar la vida acuática y la salud de los habitantes que utilizan el agua.

Factores útiles para la evaluación

- 1) Se debe tener especial cuidado cuando la población o los negocios en las zonas río abajo utilizan el agua.
- 2) Se debe prestar especial atención si hay especies acuáticas importantes.

Medidas

- 1) Planificación y administración cuidadosa de la construcción
- 2) Compensación a la población y negocios por el uso del agua
- 3) Creación de hábitat para especies acuáticas valiosas
- 4) Estudio sobre los métodos de mantenimiento tales como la eliminación del pasto sin usar herbicidas

Temas relacionados con el Estudio

- 1) Uso del agua e industrias que utilizan áreas de captación
- 2) Especies acuáticas valiosas

Ítem: 3. Contaminación del suelo

Descripción:

Contaminación del suelo por polvo y químicos, por ejemplo herbicidas

Causas del impacto

- 1) Dispersión de materiales del pavimento, por ejemplo, emulsión del asfalto durante la construcción
- 2) Rociado de herbicidas para mantenimiento
- 3) Gases de escape y polvo de los vehículos en marcha

Posibles impactos sobre el medio ambiente

- 1) Ampliación de los impactos por procesos tales como metales pesados en el polvo y químicos en los herbicidas acumulados en el suelo que se absorben en las plantas en determinadas condiciones y se vuelcan al sistema hídrico
- 2) Efectos sobre la vegetación por el suelo contaminado con materiales del pavimento
- 3) Peligro para la salud de los habitantes que usan agua subterránea contaminada por penetración

Factores útiles para la evaluación

Se debe tener cuidado en los siguientes casos:

- 1) Hay tierra arable a lo largo de la ruta.
- 2) Hay fuentes de agua potable cerca.
- 3) Se utiliza agua subterránea en la zona

Medidas

- 1) Planeamiento y administración cuidadosa de la construcción
- 2) Mantenimiento del lecho de la carretera sin herbicidas
- 3) Restricción sobre el uso de la tierra en las cercanías

Temas relacionados con el Estudio

- 1) Uso de la tierra
- 2) Uso del agua

Ítem: 4. Ruidos y vibraciones

Descripción:

Ruidos y vibraciones generados por los vehículos
Causas del impacto

- 1) Operación del equipo de construcción y vehículos para construcción y detonaciones
- 2) Operación de vehículos

Posibles impactos sobre el medio ambiente

- 1) Efecto del ruido en hospitales y escuelas, problemas para conciliar el sueño por vehículos que pasan de noche, especialmente en zonas urbanas
- 2) Obstáculos para la cría de ganado y desaparición de la vida salvaje
- 3) Grietas en edificios sobre suelos de arcilla blandos provocados por la vibración

Factores útiles para la evaluación

Los impactos pueden ser importantes en las siguientes condiciones:

- 1) Hay instalaciones donde es importante la calma, o en zonas densamente pobladas.
- 2) Hay una importante industria ganadera.
- 3) Hay hábitat para la vida salvaje de gran valor
- 4) Hay suelos débiles como rellenos o estratos de arcilla.

Medidas

- 1) Nuevo examen del contenido del proyecto
- 2) Uso de equipo de construcción con poco ruido y vibración
- 3) Plancamiento y mantenimiento cuidadoso de la construcción considerando el tiempo y el período disponible para el trabajo
- 4) Instalación de paredes acústicas y zona de reserva
- 5) Compensación por daños a la ganadería

Temas relacionados con el Estudio

- 1) Prospección geológica
- 2) Uso de la tierra, distribución de la población y edificios públicos, condiciones de vida de la población
- 3) Hábitat para vida salvaje valiosa

2.6 Datos Relevantes

2.6.1 Concepto Básico de Determinación de Datos Relevantes

Básicamente es la primera evaluación de datos relevantes en el proceso de estudio de cuestiones del medio ambiente y debe empezar en la etapa inicial del proyecto, por ejemplo en la evaluación preliminar del proyecto. A través de este proceso de búsqueda de datos relevantes, se considera si es necesaria la EAI/Evaluación preliminar de Impacto Ambiental (Pre-EIA) para un proyecto, en base a ideas apropiadas y puntos de vista que armonicen con un desarrollo sostenible con el modo de vida de los residentes y el medio ambiente que lo rodea, teniendo en cuenta las características del proyecto y

el medio ambiente en el que se desarrolla, aunque estos datos no contienen todavía normas cuantitativas.

2.6.2 Métodos para Obtener Datos Relevantes

(1) Generalidades

El procedimiento de obtención de datos relevantes se describe desde un punto de vista interseccional:

- a) ¿El proyecto puede afectar adversamente la sustentación de una producción que dependa principalmente de los recursos naturales?
- b) ¿El proyecto afecta significativamente la salud de la población?
- c) ¿El proyecto lleva a un deterioro o pérdida de recursos vivos valiosos y su hábitat?
- d) ¿El proyecto tiene un impacto demasiado alto en el modo de vida y subsistencia de la población afectada?

De acuerdo a estos puntos de vista, deberán examinarse detalladamente los métodos para la obtención de datos. Si existen leyes o reglamentos sobre la evaluación del impacto sobre el medio ambiente para este proyecto es necesario discutir sobre la mejor forma de abordar las cuestiones sobre el medio ambiente cumpliendo las leyes y reglamentos, consultando las guías.

Por otro lado, si no hay leyes o reglamentos, puede ser posible preparar una norma con respecto a la escala del proyecto y condiciones de uso de la tierra para evaluar si el proyecto de desarrollo requiere una evaluación de impacto ambiental.

Por lo tanto se considera que es más efectivo formular algunas ideas y puntos de vista con expresiones cualitativas para la evaluación de los datos.

(2) Evaluación de datos para proyectos de Carreteras y Puentes

De acuerdo con las consideraciones anteriores, se establecieron los siguientes conceptos en el estudio preliminar para el medio ambiente:

- a) El proyecto de desarrollo debe planearse de tal forma que ofrece a la sociedad suficientes beneficios mientras se garantice un desarrollo y crecimiento sostenibles para el área, sin afectar adversamente la vida y existencia de la población.
- b) El proyecto de desarrollo debe planearse de tal forma que se mantenga la armonía con el medio ambiente natural, evitando que se produzcan daños importantes en el medio ambiente actual y preservando los activos del medio ambiente natural más valiosos.

La evaluación de los datos relevantes debe realizarse desde un punto de vista práctico para cada punto del medio ambiente, basado en los conceptos anteriores. El resultado del examen deberá aclararse utilizando el formulario de evaluación de datos relevantes de la Tabla 2.3 y debe incluirse en el informe de estudio preparatorio.

Los resultados de la evaluación de cada punto del medio ambiente deben anotarse en el formulario para determinar si hay o no un impacto sobre el medio ambiente. En la evaluación general, las conclusiones y las razones para la evaluación de si es necesario o no el EAI/Pre-EIA deben describirse brevemente en el formulario.

Las guías deben aplicarse para todos los impactos sobre el medio ambiente que puedan ser provocados por la ejecución del proyecto y no sólo en la zona del proyecto sino también en otras zonas que puedan verse directa o indirectamente afectadas durante la construcción y después de la operación de las obras del proyecto.

Tabla 2.3 Formulario Para Datos Relevantes

Nº	Componente ambiental	Identificación de actividades	Descripción de actividades	Evaluación EAI	Comentarios (Razones)
Medio ambiente socioeconómico					
1	Tierra y Propiedad	Adquisición de tierras	Compensación por la transferencia de los derechos de propiedad	Si o No	
		Re-aseguramiento	Compensación por la transferencia de los derechos de residencia	Si o No	
2	Economía	Actividades económicas	Pérdida de las bases de las actividades económicas, tales como la tierra, y el cambio de la estructura económica.	Si o No	
		Empleo	Aumento o disminución de la oportunidad de empleo	Si o No	
3	Tránsito e Infraestructuras públicas	Tránsito	Impacto sobre las presentes condiciones del tránsito, incremento de la congestión	Si o No	
		Infraestructuras públicas	Impacto sobre escuelas, hospitales, causados por el incremento del volumen de tránsito	Si o No	
4	Comunidades	Desintegración de comunidades	División de la comunidad debido a la interrupción del tránsito del área	Si o No	
5	Comodidad	Comodidades	Incremento o pérdida de las comodidades existentes	Si o No	
6	Históricos y Cultural	Propiedades históricas	Daño o pérdida del valor de los restos históricos y arqueológicos.	Si o No	
		Propiedades culturales	Daño o pérdida del valor de las propiedades culturales	Si o No	
7	Derechos establecidos	Derechos de agua y derechos comunes	Obstrucción de los derechos de pesca, agua, otros derechos comunes	Si o No	
8	Desechos	Desechos	Generación de desechos de construcción y demolición	Si o No	
9	Peligros	Riesgo y daño	Riesgos de accidentes, daño en el tránsito	Si o No	
Medio Ambiente Natural					
10	Tierra	Caract. topográficas /ribera y lecho del río	Cambios valiables en la forma y condición en la topografía del terreno	Si o No	
		Condición geológica	Cambios en la condición geológica	Si o No	
		Uso del terreno	Cambio en el uso original del terreno	Si o No	
		Erosión del suelo	Erosión de la capa vegetal superior por la lluvia, después del movimiento de tierra y remoción de la vegetación	Si o No	
11	Superficie del agua	Caract. Hidrológicas	Cambios o variación del flujo	Si o No	
		Uso del agua	Cambio del uso actual del agua	Si o No	
		Calidad del agua	Cambio en la calidad del agua	Si o No	
		Escombros flotando	Obstáculos flotando	Si o No	
		Efecto de crecidas	Área afectada por crecidas	Si o No	
12	Especies y su población, habitat	Vegetación / fauna terrestre	Obstrucción de especies valiosas, su comunidad y su habitat	Si o No	
		Vida salvaje / flora terrestre	Obstrucción de la reproducción y extinción de especies, comunidades, habitat	Si o No	
		Flora acuática	Obstrucción de especies valiosas	Si o No	
		Fauna acuática (peces)	Obstrucción de la reproducción y extinción de especies, comunidades, habitat	Si o No	
13	Estética	Paisaje	Cambios de la topografía y vegetación debido al proyecto. Deterioro de la armonía estética por la estructura.	Si o No	
Contaminación					
14	Atmósfera	Contaminación del aire	Contaminación causada por gases de escape o gases tóxicos de los vehículos	Si o No	
15	Agua	Contaminación del agua	Contaminación por el aporte de sedimentos, arena y derrame en los ríos	Si o No	
16	Ruidos y vibración	Ruidos y vibraciones	Generación por maquinarias de construcción y el tránsito de vehículos	Si o No	
Evaluación total				¿Necesidad de Una EIA preliminar?	
¿Es la EIA preliminar necesaria para la implementación del proyecto?					

2.7 Alcance

2.7.1 Concepto Básico del Alcance

El alcance se define como un proceso para identificar los impactos críticos sobre el medio ambiente de entre los impactos posibles de un proyecto de desarrollo. Mediante este proceso se identifican también los campos o puntos que tienen prioridad sobre la evaluación del impacto sobre el medio ambiente. Además, se recomienda determinar el alcance mediante conversaciones con las agencias del gobierno. Estas discusiones deben basarse sobre puntos a discutir preparados de antemano y teniendo en cuenta las provisiones para la evaluación interseccional.

Con la definición anterior y los métodos utilizados por varias agencias, las guías ofrecen un material básico para preparar un alcance apropiado. Las guías deben permitir que incluso los que no sean especialistas en EAI y Pre-EIA puedan entender los conceptos generales de un proyecto de desarrollo, como para realizar un trabajo de determinación del alcance durante el período de estudio preparatorio de corto plazo.

2.7.2 Métodos para Determinar el Alcance

(1) Generalidades

Hay varios métodos técnicos para la evaluación del impacto del medio ambiente y su alcance. Se seleccionará de entre ellos de acuerdo al tipo de proyecto, nivel de planeamiento del proyecto, detalles de las condiciones sobre el medio ambiente, etc. Los métodos más comunes son el método de lista de verificaciones y el método de matriz.

La identificación de los impactos críticos sobre el medio ambiente de entre los impactos posibles de un proyecto de desarrollo se realizará mediante la definición del alcance. Es necesario incluir todos los puntos del medio ambiente que pueden predecirse que aparecerán durante la ejecución del proyecto. Para ello, el método de verificaciones parece ser el más fácil de entender y el más útil.

Basado en las consideraciones anteriores, se propone el método de verificación para determinar el alcance, en estas guías. Para definir los campos y puntos importantes de entre los de la lista de verificaciones, es necesario entender las relaciones causales entre los puntos sobre el medio ambiente y las actividades relacionadas con el proyecto durante los períodos de construcción y operación. Por lo tanto, para facilitar el entendimiento del alcance, las guías muestran relaciones causales típicas entre las actividades de desarrollo y los puntos del medio ambiente, utilizando tanto una matriz como una lista de verificaciones.

(2) Alcance de proyectos de Carreteras y Puentes

La lista de verificaciones para el alcance de los proyectos de carreteras aparece en la Tabla 2.4. La matriz para entender la relación causal entre las actividades de desarrollo y los puntos sobre el medio ambiente aparece en la Tabla 2.6 del siguiente capítulo. Para utilizar la lista de verificaciones para determinar el alcance, se deben tener en cuenta las siguientes condiciones y procedimientos:

a) Condiciones de aplicación

- | | |
|---|--|
| - Períodos cubiertos por el alcance: | El alcance debe cubrir tanto los períodos de construcción como de operación. |
| - Espacio que debe cubrir el alcance; | El alcance debe cubrir el lugar del proyecto y sus cercanías. |
| - Tipo de impactos sobre el medio ambiente: | Los impactos sobre el medio ambiente que deben |

considerarse en el alcance son los que tienen impactos negativos sobre el medio ambiente actual.

b) Método de evaluación sobre los campos y puntos importantes

La evaluación de cada punto debe clasificarse de acuerdo a las siguientes categorías:

A: (se espera un impacto serio):

B: (se espera un cierto impacto):

C: (no se conoce el grado de impacto y es necesario un examen posterior porque se verá mejor a medida que avanza el estudio):

D: (no se espera ningún impacto y no es necesario un EAI/Pre-EIA).

Los campos y puntos importantes para el EAI/Pre-EIA/EIA deben identificarse haciendo referencia a "posibles impactos sobre el medio ambiente", "factores útiles para la evaluación", "medidas" y "temas relacionados con el estudio" tal como se describieron en las secciones 2.5.1, 2.5.2 y 2.5.3 anteriores.

Tabla 2.4 Formulario para Determinar el Alcance

No.	Componente ambiental	Identificación de las actividades	Evaluación EAI	Comentarios (Razones)
Medio Ambiente Socioeconómico				
1	Tierra y Propiedad	Aquisición de tierras Re-asentamiento		
2	Economic	Actividades económicas Empleo		
3	Tránsito e Infraestructura Pública	Tránsito Infraestructura Pública		
4	Comunidades	Desintegración de comunidades		
5	Comodidades	Comodidades		
6	Históricos y Cultural	Propiedades históricas Propiedades culturales		
7	Derechos establecidos	Derechos de agua y derechos comunes		
8	Desechos	Desechos		
9	Peligros	Riesgo y daño		
Medio Ambiente Natural				
10	Tierra	Caract. topográfica / ribera Y del lecho del río		
		Condición geológica		
		Uso del terreno		
		Erosión del suelo		
11	Superficie del agua	Características Hidrológicas		
		Uso del agua		
		Calidad del agua		
		Escombros flotando		
12	Especies y su población, habitat	Vegetación terrestre/ flora		
		Vida salvaje/ fauna		
		Flora acuática		
		Fauna acuática (peces)		
13	Estética	Paisaje		
Contaminación				
15	Atmósfera	Contaminación del aire		
16	Agua	Contaminación del agua		
17	Ruido/Vibración	Ruido y vibración		
Evaluación total: ¿Es la EIA preliminar necesaria para la implementación del proyecto?			Necesidad de Pre-EIA	

c) Evaluación general

Los resultados de la evaluación de cada punto sobre el medio ambiente y las razones para la evaluación deben describirse claramente en la lista de verificaciones. Los puntos evaluados como A, B o C deben examinarse basados en el concepto de búsqueda de datos relevantes para determinar si es necesario un EAI/Pre-EIA/EIA y deben definirse las políticas para un análisis posterior de esos puntos. Si fuera posible evitar o aligerar el impacto sobre el medio ambiente tomando medidas apropiadas, deberá describirse detalladamente ese hecho.

Si, como resultado de la evaluación hay puntos que se evalúan como "C" o más alto, deberán realizarse estudios más detallados sobre esos puntos.

CAPÍTULO 3 EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL IMPACTO AMBIENTAL

3.1 Generalidades

Los objetivos para una Evaluación Preliminar de Impacto sobre el Medio Ambiente (Pre-EIA) son los siguientes:

- a) Examinar y seleccionar de entre los proyectos las opciones disponibles.
- b) Identificar e incorporar en el plan del proyecto las medidas para reducir y mitigar los efectos,
- c) Identificar los impactos residuales significativos sobre el medio ambiente

El Pre-EIA debe empezar normalmente en una etapa temprana del planeamiento del proyecto. Se dan los Pasos de Procedimientos Normales y se puede hacer la evaluación "por uno mismo" o encargando el trabajo a una Consultora. La herramienta de Evaluación es una matriz. Es necesaria una cierta participación del público. La recolección de datos sobre el medio ambiente puede ser necesaria y se recomienda mantener una comunicación fluida entre el asesor y las agencias relacionadas con el medio ambiente. Los resultados de la Pre-EIA se informan formalmente para su examen y aprobación por la autoridad encargada de la aprobación del proyecto.

El Pre-EIA requiere un pequeño porcentaje de horas-hombre, habilidades y equipo asignados a un estudio de viabilidad y la evaluación debe completarse dentro del tiempo asignado para ese estudio.

3.2 Período del Estudio

En la etapa de "Descripción del Proyecto", mucho antes de empezar los estudios para el planeamiento (es posible determinar si debe realizarse la Pre-EIA para el proyecto. La naturaleza del proyecto y su ubicación general son la única información necesaria para tomar dicha decisión. Los "datos relevantes" de los proyectos antes de la Pre-EIA pueden completarse en pocas horas) de un proyecto debe evaluarse verificando el Programa de Actividades del Proyecto para determinar si se debe hacer un Pre-EIA.

El Pre-EIA no se considera un procedimiento al que debe dedicarse mucho tiempo. Sin embargo deberá abarcar toda la duración del estudio de opciones (viabilidad) del proyecto para que el concepto del proyecto se desarrolle dentro de un plan general, revisando la evaluación del medio ambiente además de los aspectos económicos y técnicos.

3.3 Mano de Obra

La determinación de si el proyecto debe cumplir con el Pre-EIA es una evaluación de escritorio. Probablemente el personal responsable de preparar la parte principal del desarrollo del proyecto y el informe de identificación del proyecto, minutas o notas de archivo, tomará al mismo tiempo la decisión de si incluirá en su identificación del proyecto un breve comentario sobre si el proyecto es una Actividad Prescrita.

Dentro del equipo de planeamiento para un proyecto grande de carreteras y puentes, una persona del personal responsable deberá quedar encargada de coordinar el Pre-EIA. No es necesario que sea un experto en el área de medio ambiente pero debe tener una actitud responsable hacia el medio ambiente y tener interés en temas del medio ambiente. Debe tener acceso directo al director del proyecto y debe estar presente en los mismos comités de coordinación para el planeamiento que los coordinadores de planeamiento técnico y económico.

En proyectos más pequeños un individuo puede cubrir todas las funciones de planificador técnico, económico y de medio ambiente.

3.4 Proyectos de Evaluación Medio Ambientales más Necesarios

(1) Identificación de los efectos anticipados

Los Proyectos que más necesitan de una evaluación del medio ambiente pueden identificarse sobre la base de un número de criterios que determinan si los efectos directos o indirectos anticipados de un proyecto sobre el medio ambiente pueden ser importantes.

(2) Principales efectos a tener en cuenta

Cuando se determina si un proyecto específico puede tener un efecto importante sobre el medio ambiente es necesario tener en cuenta, entre otras cosas, las condiciones ecológicas en el área donde se planea el proyecto. Una evaluación profunda del medio ambiente es siempre necesaria en algunos medios ambientes muy frágiles (por ejemplo, tajamares, pantanos manglares, arrecifes de coral, selvas tropicales y zonas semiáridas). Cuando se realiza una evaluación de los problemas del medio ambiente, deberán incluirse los efectos en:

- a) Suelos y conservación de suelos (erosión, salinización, etc.),
- b) Áreas expuestas a desertificación,
- c) Selvas tropicales y cubierta de vegetación,
- d) Fuentes de agua
- d) Hábitat de valor para la protección y conservación y/o uso sustentable de recursos tales como peces y vida salvaje,
- f) Áreas de interés especial (histórico, arqueológico, cultural, estético, científico),
- g) Áreas de gran concentración de la población o actividades industriales donde un desarrollo industrial o expansión urbana adicional puede crear importantes problemas de medio ambiente (especialmente con respecto a la calidad del aire y del agua),
- h) Áreas de especial interés social para grupos de población vulnerables (por ejemplo, pueblos nómades o pueblos con modos de vida tradicionales).

(3) Los proyectos que más necesitan una evaluación del medio ambiente son los que están dentro de las siguientes categorías:

Los proyectos que más necesitan una evaluación del medio ambiente son los trabajos de infraestructura para carreteras y puentes.

La lista anterior de proyectos del punto 3.4 de esta sección no está en orden de importancia y no implica que un tipo de proyecto específico necesita una evaluación del medio ambiente más que otra. Además, la lista no pretende ser completa y pueden haber muchos proyectos no mencionados anteriormente que, sin embargo, pueden tener efectos importantes sobre el medio ambiente de determinadas regiones.

Aunque se mencione un proyecto en la lista anterior esto no implica que dicho proyecto necesariamente tendrá efectos adversos sobre el medio ambiente, ya que algunos proyectos pueden tener efectos positivos sobre el medio ambiente. La experiencia nos ha demostrado que es necesario tomar medidas especiales para eliminar o mitigar las consecuencias adversas de un proyecto sobre el medio ambiente. La necesidad de efectuar una evaluación profunda de los efectos sobre el medio ambiente depende de un análisis de todos los hechos en el caso específico.

3.5 Aproximación al Establecimiento de un Proceso de Evaluación del Impacto Ambiental

Se define si se va a crear un nuevo proceso para evaluar el impacto de las actividades de desarrollo sobre el medio ambiente o si se van a adaptar procedimientos existentes a dicho proceso. Se sugiere que la evaluación se integre en una etapa temprana de la planificación del proyecto, reflejada en la ejecución de las actividades y seguida de un control y evaluación posterior a la auditoría.

Los siguientes elementos de este proceso han demostrado ser útiles:

- a) Un proceso de examen inicial deberá realizarse para determinar si es necesario hacer un EIA total o no.
- b) Un EIA de un proyecto deberá empezar en la etapa previa a la viabilidad o en la etapa de propuesta del proyecto y deberá estar integrado en el análisis de costo beneficio y en los estudios de viabilidad desde el punto de vista de la ingeniería.
- c) El contenido de la evaluación debe determinarse mediante un procedimiento definido para identificar alternativas razonables del proyecto y los impactos sobre el medio ambiente más importantes asociados a cada alternativa. La razón para realizar esto es asegurarse de que la evaluación se realiza en tiempo y de la forma menos costosa posible, estudiando sólo los puntos más importantes necesarios para tomar una decisión.
El procedimiento debe implementarse, en lo posible, con un grupo de individuos responsable del proyecto, que se reúnan para discutir los problemas y determinar los que se considerarán en la evaluación.
- d) A continuación, deberán establecerse los términos de referencia para la evaluación en sí. Dependerá del tamaño, naturaleza y lugar del proyecto. La evaluación puede consistir de un análisis de una o dos páginas, basada en la información existente y realizada por un solo individuo, hasta un EIA completo basado en investigaciones de campo extensas y recolección de datos por un equipo interdisciplinario.
- e) La evaluación no sólo debe indicar posibles consecuencias sobre el medio ambiente de una determinada actividad sino también sugerir medidas que reduzcan el problema o diseños alternativos que restrinjan los impactos negativos sobre el medio ambiente, en caso de ejecutar el proyecto. Además, debe prestarse atención a la reacción de mecanismos institucionales apropiados para asegurar que se ejecuten las medidas para reducir el impacto adverso.

3.6 Metodología para la Evaluación Preliminar del Impacto Ambiental

3.6.1 Matriz de Evaluación Preliminar del Impacto Ambiental

Para resumir los resultados de la EAI en caso de ser necesario un examen adicional, se confeccionará un formulario para el Pre-EIA con un plan de estudio y observaciones específicas para cada efecto. Un tipo de formulario para el pre-EIA se muestra en la Tabla 2.5. La matriz con la lista de actividades del proyecto para el Pre-EIA aparece en la Tabla 2.6 con respecto a cada actividad programada. Esta matriz contiene una lista de las actividades del proyecto y los componentes sobre el medio ambiente socioeconómico, medio ambiente natural y contaminación del medio ambiente. Las matrices se deben preparar después de consultar con el organismo de desarrollo y agencias relacionadas pero puede modificarse para ajustarse a los requisitos de un proyecto específico. Una matriz general para el Pre-EIA de los proyectos no proporciona puntos específicos.

Las actividades del proyecto aparecen en el eje horizontal de cada matriz y se agrupan de acuerdo con las etapas del desarrollo del proyecto en el que ocurren, es decir:

- (1) Etapa previa a la construcción
- (2) Etapa de construcción
- (3) Etapa de operación y mantenimiento
- (4) Proyectos consecuentes

También se dan las actividades de los Proyectos Consecuentes que pueden resultar de un proyecto. Cada actividad del proyecto aparece en la sección 2.5 del capítulo 2 anterior y los factores relevante a considerar también se indican ahí.

El eje vertical de cada matriz de componentes contiene detalles del medio ambiente socioeconómico,

natural y contaminación y éstos se subdividen en componentes del medio ambiente. Cada característica y componente aparece en la sección 2.5 del capítulo 2.

El propósito de la matriz es ayudar al planificador para:

- (1) Identificar fuentes específicas de impactos potenciales sobre el medio ambiente,
- (2) Ofrecer una forma de comparar los impactos pronosticados sobre el medio ambiente de las distintas opciones existentes para el proyecto,
- (3) Mostrar los efectos en forma gráfica,
 - (a) Los impactos potencialmente adversos importantes sobre el medio ambiente para las cuales se han identificado soluciones de diseño
 - (b) Impactos adversos sobre el medio ambiente que son potencialmente importantes pero sobre los que no hay suficiente información como para hacer un pronóstico fiable.
 - (c) Impactos residuales y adversos importantes sobre el medio ambiente
 - (d) Mejora importante del medio ambiente

Tabla 2.5 Formulario para evaluación Pre-EIA

Project no. and Name:		Location: Region		Province
No.	Componente ambiental	Identificación de las actividades	Evaluación EAI Preliminar	Plan de Estudio y Comentarios (Razones)
Medio Ambiente Socioeconómico				
1	Tierra y Propiedad	Aquisición de tierras Re-asentamiento		
2	Economic	Actividades económicas Empleo		
3	Tránsito e Infraestructura Pública	Tránsito Infraestructura Pública		
4	Comunidades	Desintegración de comunidades		
5	Comodidades	Comodidades		
6	Históricos y Cultural	Propiedades históricas Propiedades culturales		
7	Derechos establecidos	Derechos de agua y derechos comunes		
8	Desechos	Desechos		
9	Peligros	Riesgo y daño		
Medio Ambiente Natural				
10	Tierra	Caract. topográfica / ribera y del lecho del río Condición geológica Uso del terreno Erosión del suelo		
11	Superficie del agua	Características Hidrológicas Uso del agua Calidad del agua Escombros flotando Efectos de crecidas		
12	Especies y su población, habitat	Vegetación terrestre/flora Vida salvaje/ fauna Flora acuática Fauna acuática (peces)		
13	Estética	Paisaje		
Contaminación				
15	Atmósfera	Contaminación del aire		
16	Agua	Contaminación del agua		
17	Ruido/Vibración	Ruido y vibración		
Evaluación Total:		¿ Es la EIA detallada necesaria para la implementación del proyecto?	Necesidad de EIA?	

3.6.2 Factores y Criterios para la Toma de Decisiones sobre la Evaluación

Hay seis factores que deben tenerse en cuenta para evaluar la importancia del impacto sobre el medio ambiente de las actividades del proyecto. Los factores están interrelacionados y no deben estudiarse aisladamente. Para un impacto específico, algunos factores pueden pesar más que otros pero es la combinación de todos los factores la que determina su importancia.

(1) Magnitud:

Se define como la probable importancia de cada impacto potencial. ¿El impacto es irreversible? Si se puede revertir, ¿cuál será la tasa de recuperación o la adaptabilidad del área que recibe el impacto? ¿La actividad impedirá el uso del área de impacto para otros propósitos?

(2) Extensión:

Se define como la extensión eventual del impacto. Cuando se toman por separado pueden tener un efecto localizado de pequeña importancia y magnitud. Pero cuando se juntan, la determinación de efectos acumulados puede afectar en lugares remotos. El deterioro en la producción de pescado derivado del acceso a la carretera puede afectar la pesca para subsistencia en un área alejada muchos kilómetros y durante meses o años después de terminar las actividades del proyecto.

(3) Duración y frecuencia:

La importancia de la duración y frecuencia se reflejan en las siguientes preguntas. ¿La actividad es de largo plazo o de corto plazo? Si la actividad es intermitente, ¿permite la recuperación durante los periodos de inactividad?

(4) Riesgo:

Se define como la probabilidad de efectos serios sobre el medio ambiente. Para evaluar precisamente el riesgo debe conocerse y entenderse tanto la actividad del proyecto como del área del impacto sobre el medio ambiente.

(5) Importancia

Se define como el valor asignado al componente del medio ambiente en su estado actual. Alternativamente, el impacto puede ser regional, provincial o importante a nivel nacional.

(6) Mitigación:

¿Hay soluciones para los problemas?

La tecnología existente puede solucionar un problema de limo que se espera ocurra durante la construcción de una carretera de acceso o la erosión de una orilla por la nueva configuración del río.

3.6.3 Decisión sobre la Posibilidad de Evaluar

Utilizando los criterios anteriores:

(1) No hay impacto

(a) Debe ser muy obvio cuando las actividades de un proyecto no tienen impacto sobre el medio ambiente.

(b) Los impactos potencialmente adversos sobre el medio ambiente son conocidos pero no se consideran importantes. Sin embargo es responsabilidad del evaluador buscar, por sus propios medios o mediante consultas, una solución de diseño que sea aceptable para el medio ambiente.

(2) Impacto desconocido y potencialmente adverso

Si para una actividad no existen conocimientos sobre impactos posiblemente adversos sobre el medio ambiente, entonces se debe clasificar la actividad como con importancia desconocida. Puede no

haberse planificado todavía la forma de cruzar el río (vado, puente, ferry o carretera) y, por lo tanto, no ser conocido el impacto sobre el medio ambiente del cruce del río.

(3) Impacto significativo

Las actividades y sus impactos sobre el medio ambiente se consideran significativos si crean o tienen el potencial para crear, preocupar o provocar controversias en el público o comunidad profesional. Como las decisiones de evaluación implican elementos de preferencias individuales, los evaluadores deberán considerar el valor asignado por la comunidad científica y el público en general a los distintos factores del medio ambiente.

3.7 Contenido del Informe y Formulario de la Evaluación Preliminar

(1) Título del proyecto

El título del proyecto debe identificar el tipo de proyecto propuesto, por ejemplo, proyecto de puente y el lugar donde se encuentra, si es conocido. Debe indicar también si es obligatoria la Evaluación Preliminar de acuerdo a guías establecidas o si se hace voluntariamente. El título también debe indicar si el proyecto es parte de una propuesta más grande.

(2) Iniciador del Proyecto

Debe haber una mención de la organización, pública o privada que ha iniciado el proyecto. Si no se ha realizado la Evaluación Preliminar "por sí misma" deberá indicar el nombre de la organización consultora u otra empresa que realizó la Evaluación Preliminar. También debe definirse claramente la organización y persona a la que deben dirigirse las preguntas y dudas.

(3) Mención sobre su necesidad

Deberá haber una mención sobre la necesidad, que indique las generalidades de los antecedentes del proyecto y las razones para su propuesta. Debe establecerse la necesidad social y/o económica del proyecto y debe haber una mención final sobre los objetivos del proyecto.

(4) Descripción del proyecto

Se debe dar una descripción más detallada de la opción de proyecto seleccionada (si se ha seleccionado una opción durante el estudio de viabilidad preliminar) o una descripción detallada del concepto del proyecto (si todavía se mantienen las opciones abiertas).

Una guía de la descripción del proyecto deberá incluir:

- (a) Descripción del proyecto con los datos técnicos disponibles.
- (b) Mapas y diagramas (las fotografías también pueden ser útiles para describir algunos proyectos)
- (c) Resumen de las características técnicas, económicas y de medio ambiente necesarias para el proyecto.

(5) Medio ambiente actual

La descripción del medio ambiente actual deberá identificar, según el caso:

- (a) La condición en términos cualitativos y cuantitativos, del medio ambiente físico, biológico y humano antes de la ejecución del proyecto.
- (b) Límites espaciales del medio ambiente considerado.
- (c) Áreas sensibles del medio ambiente por causas especiales de orden científico, socioeconómico o de valor cultural.

(6) Opciones del proyecto

Dentro de las limitaciones de las metas y factores económicos, técnicos y de medio ambiente generales, hay un número de opciones disponibles para el proyecto en términos de tamaño, tecnología, materias primas y materiales. Se deben indicar las características principales de cada opción y se deben discutir y evaluar las ventajas y desventajas de orden económico, técnico y medio ambiente de cada opción. Se debe incluir en la discusión la opción "no se lleva adelante el proyecto". Es una oportunidad para el evaluador para resaltar los beneficios de orden social, económico o de medio ambiente que pueden derivarse del proyecto y que desaparecerían para la comunidad si se abandona el proyecto. Si hay opciones para más de un lugar, también se deben discutir y comparar. Para soporte de esta discusión se utilizará la matriz para incluir en las conclusiones.

(7) Impactos residuales significativos

Utilice la matriz como referencia en esta sección para describir los impactos significativos, beneficiosos y adversos, que pueden esperarse. Se deben tener en cuenta los posibles efectos acumulativos, sinérgicos y antagonistas sobre el medio ambiente.

La discusión deberá indicar:

- (a) La naturaleza del efecto (por ejemplo calidad del aire)
- (b) La fuente del impacto (por ejemplo, horno de aceite, emisiones de las chimeneas)
- (c) La naturaleza del impacto (por ejemplo salud humana, estética visual)
- (d) Porque se considera que el impacto es significativo o desconocido.
- (e) En el caso de un impacto desconocido, pueden tomarse determinadas acciones para evaluar el impacto.

Debe entenderse claramente que la matriz de medio ambiente no es una evaluación del impacto sobre el medio ambiente. Sin embargo cumple tres funciones importantes:

- 1) Asiste al iniciador del proyecto para comparar y seleccionar de entre las opciones reales del proyecto.
- 2) Ofrece una lista de verificaciones para predecir el impacto sobre el medio ambiente
- 3) Muestra una representación gráfica sobre las cuestiones de medio ambiente que surgen de la propuesta del proyecto.

(8) Medidas de mitigación y reducción de los efectos

En esta sección los evaluadores deben discutir todas las medidas de diseño que se han adoptado en el plan del proyecto para reducir o eliminar impactos potencialmente significativos sobre el medio ambiente. La discusión debe incluir la evaluación económica de las medidas de diseño adoptadas y las que se consideraron pero fueron rechazadas.

(9) Resumen y conclusiones

El iniciador del proyecto debe sacar sus conclusiones sobre cada sección de este informe. Sin embargo es útil tener las conclusiones resumidas en una serie de oraciones breves que se refieran a las secciones importantes del informe.

(10) Fuentes de datos, consulta con especialistas y participación del público

Los individuos o agencias consultados por sus conocimientos especializados o la información utilizada en el informe debe incluirse como referencias del texto y mencionar los documentos en esta sección. Esta documentación deberá incluir el nombre de la persona y organización a la que pertenece, la forma en la que se realizó la consulta y la fecha. Los datos de campo recopilados,

programas completados por el iniciador del proyecto o su agente y la forma y extensión de la participación del público durante la Evaluación Preliminar deberán informarse aquí. Las opiniones por escrito recibidas de especialistas que no pertenezcan a la organización deberán agregarse en un apéndice.

CAPÍTULO 4 PASOS HACIA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Generalidades

Para completar la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de forma eficiente y cumplir con los objetivos de la lista anterior, el evaluador deberá seguir los siguientes pasos en secuencia:

- (a) Describir el proyecto propuesto y las opciones;
- (b) Describir el medio ambiente existente;
- (c) Seleccionar los indicadores de impacto a utilizar;
- (d) Predecir la naturaleza y extensión de los efectos sobre el medio ambiente;
- (e) Identificar las preocupaciones humanas relevantes;
- (f) Evaluar la importancia del impacto;
- (g) Incorpora medidas apropiadas para mitigar y reducir los efectos en el plan del proyecto;
- (h) Identificación de los costos y beneficios del proyecto para la comunidad;
- (i) Informe de la evaluación

Esta secuencia se puede repetir para un número de opciones del proyecto y para un concepto de proyecto seleccionado que incorpore las medidas para mitigar y reducir los efectos.

4.2 Consideraciones sobre las Opciones de Proyectos

Es importante una evaluación de las opciones existentes para el proyecto desde las primeras etapas del planeamiento del proyecto. Las implicaciones sobre el medio ambiente de cada opción deben considerarse cuando las opciones todavía están abiertas. Muchas veces las principales características de diseño y la opción del proyecto se evalúan y eliminan ya en el plan general formulado en el estudio de proyecto inicial.

El evaluador deberá identificar las opciones de proyectos y diseños existentes y las razones técnicas, económicas y de medio ambiente para seleccionar la opción preferida.

4.2.1 Selección de Medidas para Reducir y Mitigar Efectos

Una razón adicional para evaluar en una etapa temprana del planeamiento del proyecto es la de permitir que el planeador identifique e incorpore en el plan los componentes de diseño o modificaciones que permitan mitigar o reducir los impactos potenciales sobre el medio ambiente. Sin embargo la identificación de las medidas de protección del medio ambiente es sólo una parte de la tarea. Los evaluadores también deberán tratar de evaluar las medidas tomadas.

4.2.2 Recolección de Datos sobre el Medio Ambiente

La recolección de datos sobre el medio ambiente puede ser necesaria durante la evaluación de impactos sobre el medio ambiente, para determinar el grado del efecto sobre el medio ambiente o para determinar la importancia que un impacto puede tener sobre la comunidad.

Los evaluadores deben obtener la información necesaria de agencias relacionadas con el medio ambiente, universidades, institutos de investigación y otras fuentes establecidas antes de entrar en un programa de recolección de datos en el campo.

Las agencias relacionadas con el medio ambiente, si no pueden ofrecer los datos solicitados para la

evaluación de los impactos pueden contribuir aconsejando sobre los datos del medio ambiente que los evaluadores deben recopilar. Los programas de recolección de datos sobre el medio ambiente deben mantenerse dentro de las limitaciones económicas y de personal.

4.2.3 Participación del Público

La participación del público en el procedimiento de evaluación del impacto sobre el medio ambiente es también una ayuda para el planeamiento de proyecto. Permite al planeador del proyecto,

- (a) Controlar las necesidades de la comunidad y asegurarse que la dirección o énfasis de su proyecto satisface sus necesidades.
- (b) Identificar los impactos materiales y psicológicos del proyecto sobre la comunidad.
- (c) Medir y promover la aceptación social del proyecto en la comunidad y evitar modificaciones costosas o el abandono del proyecto en una etapa posterior.
- (d) Control del cambio de los valores sobre el medio ambiente en la comunidad.
- (e) Obtener información adicional sobre el medio ambiente conocida por la población local.

Una evaluación válida del impacto de un proyecto sobre la comunidad no puede hacerse sin tener alguna forma de participación del público. Sin embargo, la participación del público debe planearse adecuadamente para obtener el máximo beneficio del mismo.

4.2.4 Costos y Beneficios de la Evaluación del Impacto Ambiental

Aunque no sea posible asignar un valor económico a las pérdidas del medio ambiente o ganancias resultantes de los proyectos de desarrollo, los que toman las decisiones (organismos de desarrollo del proyecto) deben tener en cuenta los valores implícitos de pérdidas y ganancias del medio ambiente al tomar la decisión.

Para facilitar el procedimiento de la toma de la decisión, por lo tanto, los asesores que realicen las evaluaciones del impacto del Medio Ambiente deben hacer no solamente la determinación de los impactos del Medio Ambiente sino también la entrega de la información sobre los valores implícitos de las pérdidas y ganancias del Medio Ambiente.

4.3 Monitoreo del Impacto Ambiental

Durante la etapa de EIA pueden hacerse estudios como parte del programa de recolección de datos sobre el medio ambiente. En el caso de que se pronostiquen impactos residuales en el medio ambiente, el iniciador del proyecto puede necesitar continuar estos estudios como parte del programa de control, por lo menos hasta las primeras etapas de operación del proyecto. Estos programas tienen dos funciones importantes:

- (a) Ofrece una verificación de la administración del medio ambiente del proyecto y asegura que el iniciador del proyecto cumple con las condiciones para la aprobación del proyecto.
- (b) Ofrece información adicional para mejorar la base de datos de predicción del impacto sobre el medio ambiente en la planeación de proyectos en el futuro.

4.4 Aspectos Generales del Procedimiento

El procedimiento de evaluación del impacto sobre el medio ambiente se indica en la Figura 2.2 y se resume el procedimiento en la Tabla 2.7. Ofrece:

- (1) Evaluación preliminar de todas las Actividades prescritas
Evaluación detalladas de las Actividades prescritas para las que se han pronosticados impactos residuales importantes sobre el medio ambiente, en la Evaluación Preliminar
- (2) Revisión de los informes de evaluación detallados.

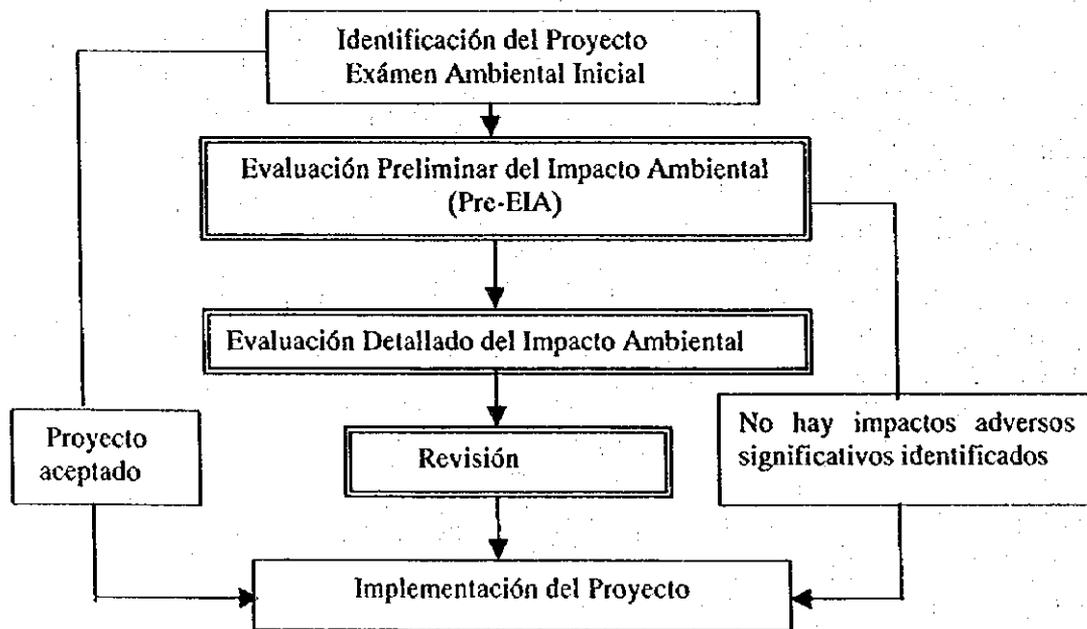


Figura 2.2 Procedimiento de Evaluación del Impacto sobre el Medio Ambiente

Tabla 2.7 Resumen del Procedimiento de Evaluación del Impacto sobre el Medio Ambiente

Item		Explicación
1	Meta:	Evaluar el impacto total en el ambiente del proyecto de desarrollo.
2	Evaluación Preliminar:	
	Objetivos:	Para el proyecto seleccionado:
		Examinar y seleccionar de entre las opciones disponibles de proyectos
		Identificar e incorporar en los planes de los proyectos apropiadas medidas de disminución y mitigación.
		Identificar los impactos ambientales residuales significativos
	Descripción:	Gufas estándar emitidas por una Junta Revisora
		Iniciar en las etapas iniciales de la planificación de los proyectos
		Recursos requeridos como una pequeña preparación de aquellos comprometidos en el estudio de factibilidad
		Se requiere de alguna forma de participación pública.
		Uso de la matriz preparada como una herramienta de evaluación
		Puede ser necesaria la recolección de datos del medio ambiente
		Se necesita de un informe.
3	Evaluación Detallada:	
	Objetivos:	Para proyectos con impactos ambientales residuales potenciales
		Describir los impactos ambientales residuales significativos pronosticados del plan final del proyecto.
		Especificar las medidas de mitigación y disminución en el plan final del proyecto.
		Identificar los costos y beneficios del proyecto para la comunidad
	Descripción:	Gufas estándar y términos específicos de referencia para cada proyecto emitido.
		Continuar a través de la causa del estudio detallado del proyecto
		Recursos requeridos como una pequeña preparación de aquellos comprometidos en el estudio de factibilidad
		Se requiere de alguna forma de participación pública.
		Uso de la matriz preparada como una herramienta de evaluación
		Puede ser necesaria la recolección de datos del medio ambiente
		Se necesita de un informe.
4	Revisión:	
	Objetivos:	Para proyectos sujetos a una Evaluación Detallada
		Criticamente revisar el Informe de Evaluación Detallado
		Evaluar los costos y beneficios ambientales y de desarrollo en el plan final del proyecto.
		Formular recomendaciones de apoyo a la aprobación del proyecto en la implementación del mismo
	Descripción:	La revisión es conducida por una Junta independiente nombrada por el Ministerio directamente responsable del medio ambiente
		Se invita a realizar comentarios a agencias relacionadas con el medio ambiente y del público.
		Recomendaciones por adelantado a la autoridad aprobadora excepto cuando el iniciador del proyecto elige revisar o abandonar su proyecto.
		Se permite como máximo un período de dos meses para la revisión.

4.5 Lista de Verificación del Medio Ambiente para Uso de los Encargados de Tomar Decisiones a Alto Nivel

(1) Identificación del impacto

- a) ¿El proyecto tiene impacto sobre zonas sensibles del medio ambiente?
- b) ¿Existe una declaración clara de beneficios y efectos adversos importantes de este proyecto sobre el medio ambiente? ¿Se han evaluado los riesgos?
- c) ¿Se ha prestado atención a los efectos en lugares alejados del proyecto (efectos en cadena anteriores y posteriores) incluyendo efectos fuera de la frontera y demora en el tiempo antes de que aparezcan los efectos?

(2) Medidas de mitigación

- a) ¿Qué medidas de mitigación se han propuesto y cuáles son los lugares alternativos propuestos?
- a) ¿Qué lecciones pueden sacarse de proyectos similares anteriores que se han incorporado en la evaluación de medio ambiente, para este proyecto?
- b) ¿La población y los grupos afectados han participado y sus intereses se tuvieron en cuenta en la preparación del proyecto? ¿Es necesario un traslado de la población? ¿Se han preparado indemnizaciones adecuadas?

(3) Procedimientos

- a) ¿Cómo se han tenido en cuenta y usado las guías sobre el medio ambiente por parte de las agencias y el gobierno receptor?
- b) ¿En que fases del proceso de toma de decisión se ha incluido la evaluación del medio ambiente?
- c) ¿Cómo se han integrado los efectos beneficiosos y adversos sobre el medio ambiente del proyecto en el análisis económico del proyecto?

(4) Ejecución

- a) ¿Deben reforzarse los organismos de desarrollo para que las medidas sobre el medio ambiente sean efectivas? En ese caso, ¿qué acciones se planea tomar?
- b) ¿Cómo y quién controlará el impacto sobre el medio ambiente y la toma de medidas para mitigar los efectos durante y después de la ejecución?
- c) ¿Se han considerado los costos de las medidas de protección del medio ambiente y existen fondos suficientes para financiarlos?

CAPÍTULO 5 GLOSARIO

5.1 Glosario de las Principales Palabras sobre Medio Ambiente

Evaluador

El evaluador es la persona que realiza o coordina la evaluación de impacto sobre el medio ambiente. Puede ser el líder de un grupo de expertos y es responsable ante el iniciador del Proyecto.

Estudios de base

Los estudios de base son entrevistas importantes sobre el medio ambiente socioeconómico y natural y la contaminación ambiental. Pueden ser específicos para un proyecto especial o pueden ser parte de una base de datos para evaluaciones futuras del medio ambiente en otros lugares.

Características ambientales

Las características del medio ambiente son categorías amplias tales como ruido, especies y población, bienestar y seguridad.

Consideraciones ambientales

Para estudiar si un proyecto de desarrollo tiene impactos serios sobre el medio ambiente en el lugar del proyecto y zona circundante, analice los resultados del estudio y establezca medidas necesarias para evitar o mitigar los impactos adversos sobre el medio ambiente

Componentes ambientales

Los componentes del medio ambiente son categorías detalladas sobre el medio ambiente.

Efecto sobre el medio ambiente

Un proceso modificado por acciones humanas.

Impacto sobre el medio ambiente

Efecto no deseado en las condiciones generales existentes de aire, agua, suelo, seres vivos, bienes, información social y circulación de bienes relacionados con la vida humana o en sus estructuras combinadas.

Evaluación del Impacto sobre el Medio Ambiente (EIA)

Para estudiar, pronosticar y evaluar con más detalle los impactos sobre el medio ambiente de un proyecto de desarrollo, determinados mediante un examen detallado del medio ambiente y para proponer el establecimiento de normas y medidas de protección del medio ambiente, evitando o mitigando los impactos sobre el medio ambiente.

Plan de administración del medio ambiente

Para preparar un sistema de control del medio ambiente o métodos basados en las normas de protección del medio ambiente, controlando el impacto del proyecto sobre el medio ambiente en las áreas circundantes, para una protección adecuada del medio ambiente tanto durante como después de la ejecución del proyecto.

Valores ambientales

Los sectores de individuos dentro de la comunidad tienen diferentes actitudes y dan distinta importancia a la calidad del medio ambiente. La actitud de una comunidad, un sector de la comunidad o un individuo frente a la calidad del medio ambiente forman sus valores ambientales.

Estudio de viabilidad (E/V)

El estudio para evaluar la posibilidad, adecuación y eficiencia de las inversiones de un proyecto. En general, trata de verificar objetivamente la viabilidad de un proyecto desde el punto de vista social, técnico, económico y financiero.

Examen Inicial del Medio Ambiente (EAI)

El examen debe realizarse al inicio de la etapa de planeamiento del proyecto de desarrollo para determinar el impacto sobre el medio ambiente, que puede crearse en un proyecto específico, basado sobre la información y datos existentes y con información fácilmente obtenible, relacionada con un proyecto específico. Además deberán agregarse comentarios y evaluaciones apropiadas de especialistas familiarizados con los impactos del medio ambiente de proyectos similares en el pasado. Este examen debe realizarse en un corto período de tiempo y a bajo costo.

El EAI tiene los siguientes dos objetivos:

- (a) Evaluar si el EIA es necesario para el proyecto y, si lo fuera, definir su contenido;
- (b) Examinar desde el punto de vista del medio ambiente las medidas para aligerar los efectos del proyecto, que requieren consideraciones del medio ambiente pero no una evaluación total de impactos sobre el medio ambiente.

Indicador del Impacto

Un elemento o parámetro del medio ambiente que da una medida de la magnitud del impacto sobre el medio ambiente

Estudio del Plan Maestro (P/M)

El estudio para preparar los planes básicos de los distintos proyectos de desarrollo. En general es para un sector o para cada proyecto.

Matriz

Una matriz es una lista de verificaciones en dos dimensiones con componentes del medio ambiente y actividades del proyecto, utilizado para identificar y presentar en forma gráfica los impactos potenciales de los proyectos propuestos sobre el medio ambiente.

Medidas para mitigar y reducir los efectos

Son las medidas adoptadas en el plan de proyecto final que reducen o eliminan completamente un impacto potencial sobre el medio ambiente.

Evaluación Preliminar de Impacto sobre el Medio Ambiente (Pre-EIA)

El Pre-EIA es la primera fase del procedimiento de evaluación del impacto sobre el medio ambiente. Los proyectos seleccionados sólo reciben un Pre-EIA que determina un examen preliminar del medio ambiente y propone el establecimiento de normas y medidas de protección del medio ambiente para evitar o reducir los impactos sobre éste.

Entrevistas Preliminares sobre el Medio Ambiente

Las entrevistas sobre el medio ambiente se realizan durante la etapa de estudio preparatorio de un proyecto de desarrollo. Incluye la determinación de datos relevantes y alcance de los impactos de un proyecto específico sobre el medio ambiente. Se considera esta entrevista como un componente del examen inicial del medio ambiente.

Actividades del Proyecto

Una actividad del proyecto es una operación o procedimiento realizado durante el planeamiento, desarrollo u operación del proyecto. Varias actividades del proyecto durante cada etapa del proyecto describen adecuadamente el trabajo realizado.

Descripción del Proyecto (DP)

Los principales detalles y contenido del proyecto: Incluye los antecedentes del proyecto (y plan de nivel superior), objetivos, agencia ejecutora, población beneficiada y escala del proyecto.

Estudio Preparatorio

Examina el contenido del estudio a gran escala de un proyecto y discute el alcance de los trabajos (S/W) del estudio a gran escala. Este estudio se realiza en la etapa preparatoria del proyecto, antes de realizar el estudio en gran escala incluyendo el plan maestro y estudio de viabilidad.

Identificación del Proyecto

La identificación del proyecto es el inicio de la planificación de éste. Normalmente está documentado en un breve informe, minuta interna o nota de archivo. En esta etapa del planeamiento sólo se conoce el concepto básico del proyecto y algunas ideas generales sobre el lugar.

Iniciador del Proyecto

El iniciador del proyecto es quien propone el proyecto. El planeamiento y la ejecución pueden delegarse a una consultora u otra agencia pero no la evaluación del impacto sobre el medio ambiente de este proyecto.

Opciones del Proyecto

Hay 2 tipos de opciones a considerar en la evaluación de impactos sobre el medio ambiente. Son:

- (a) Principales opciones de diseño
- (b) Opciones sobre el lugar (lugar del proyecto).

Participación del Público

La participación del público en el planeamiento del proyecto es un medio para

- (a) Identificar el impacto material o psicológico de la propuesta.
- (b) Medición y promoción de la aceptación social de un proyecto.
- (c) Control de las necesidades de la comunidad y garantía de que el desarrollo sigue cumpliendo con sus necesidades.
- (d) Control de cambio de los valores ambientales en la comunidad

Impacto Residual sobre el Medio Ambiente

Un impacto residual sobre el medio ambiente es un impacto potencial que queda después de haber tomado medidas para mitigar el efecto en el plan del proyecto.

Revisión

La revisión es una tercera fase final del procedimiento de EIA. Una Comisión de Revisión la pone en práctica y realiza recomendaciones sobre la ejecución del proyecto a la autoridad encargada de aprobar el proyecto.

Alcance

Identifica los impactos importantes sobre el medio ambiente de entre los que tienen como causa la ejecución del plan de desarrollo o proyecto de desarrollo y define los puntos a estudiar en el EAI o EIA basado en sus resultados.

Datos Relevantes

Evalúa si es necesario o no incluir las cuestiones de medio ambiente en un proyecto de desarrollo. Los datos relevantes se consideran en Japón antes del estudio preparatorio y se llaman datos relevantes preliminares.

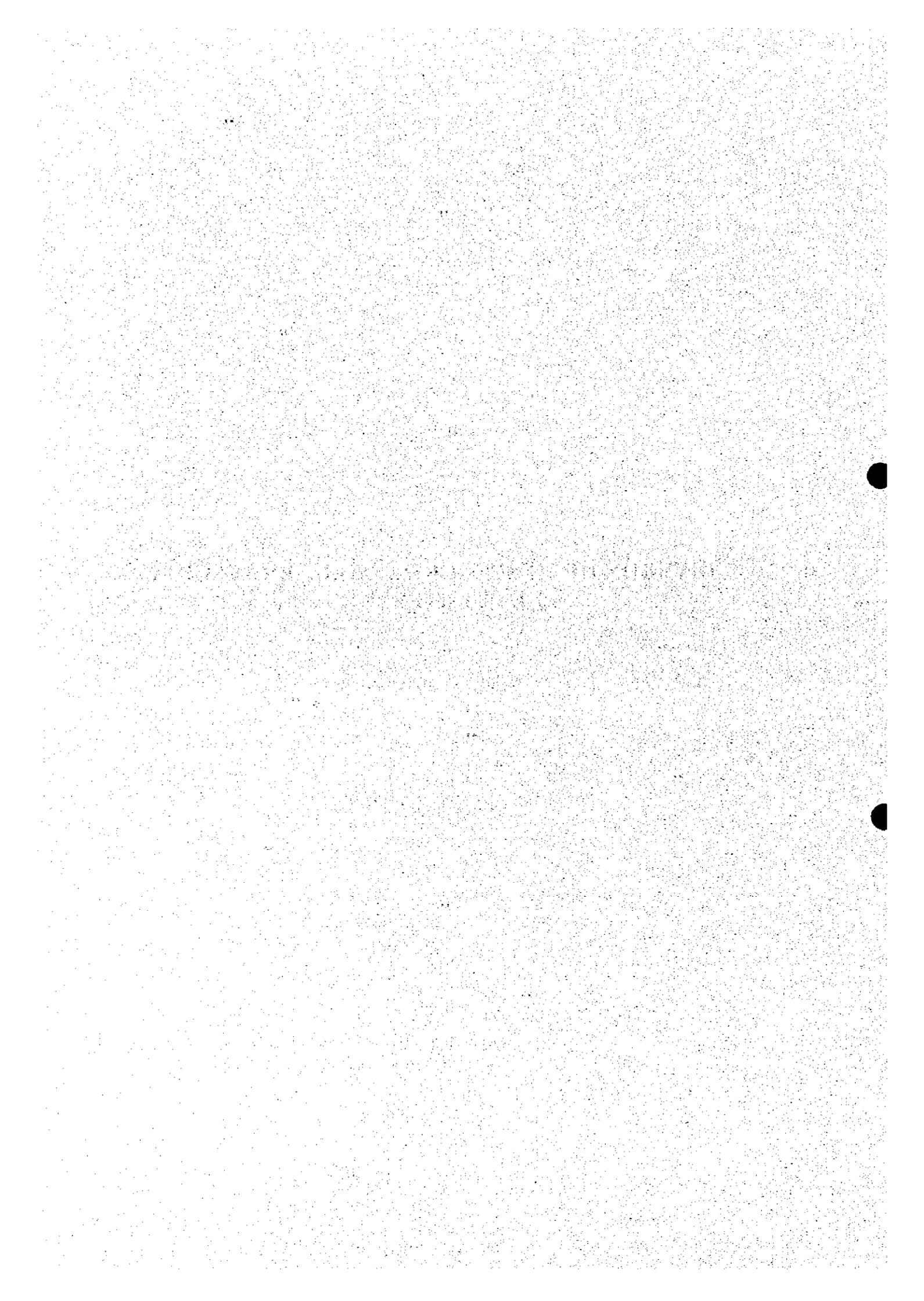
Descripción del Lugar (DL)

Una descripción compacta del lugar del proyecto que incluye las condiciones de medio ambiente natural y social en zonas que pueden verse afectadas por el proyecto.

Impacto Significativo sobre el Medio Ambiente

El impacto significativo sobre el medio ambiente es uno que tiene efectos importantes sobre la calidad de vida de la población en la comunidad o un efecto apreciable sobre el ecosistema del cual depende la comunidad.

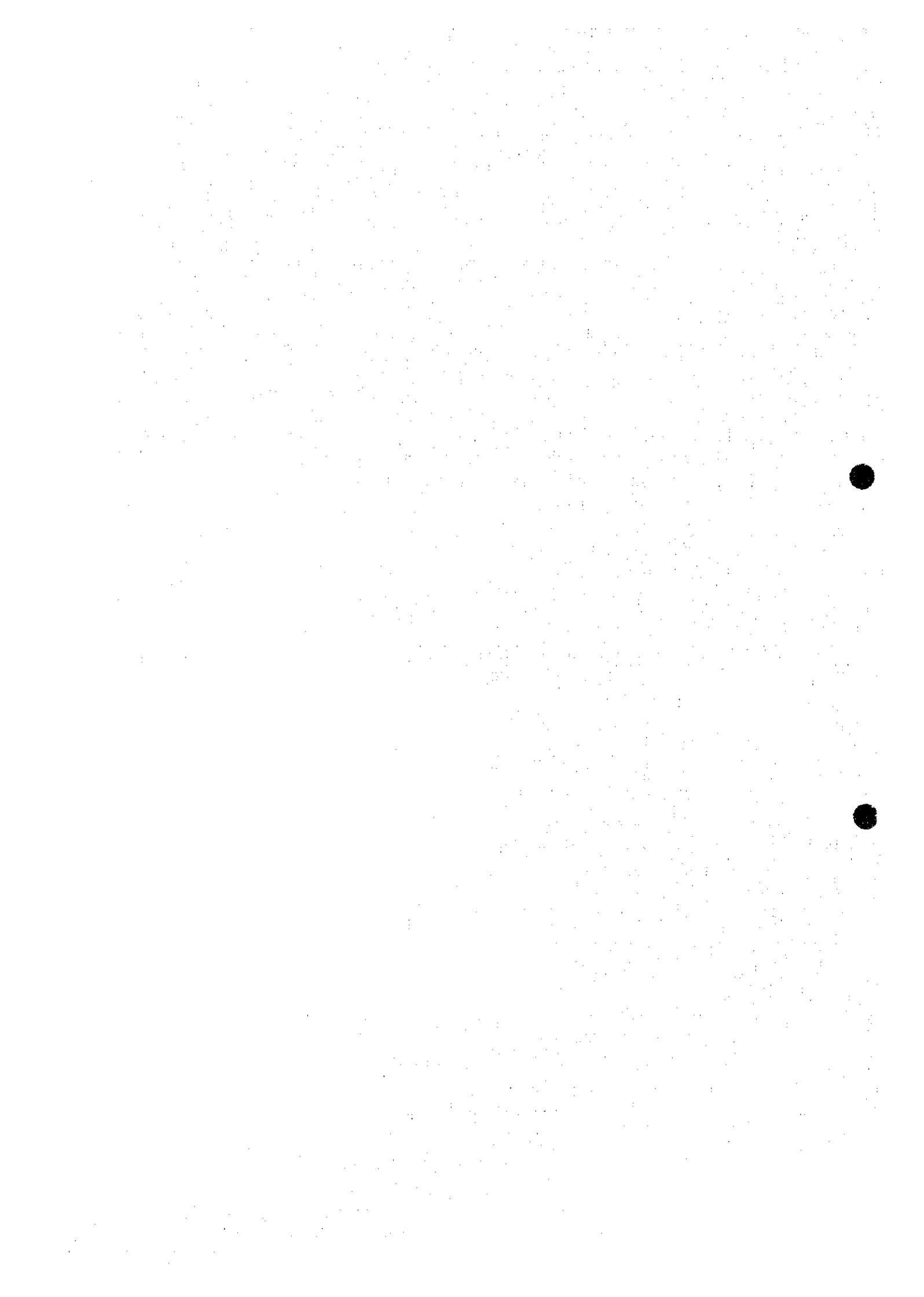
**DIVISIÓN III INSPECCIÓN Y REHABILITACIÓN
DE PUENTES**



DIVISIÓN III INSPECCIÓN Y REHABILITACIÓN DE PUENTES

ÍNDICE

	Página
CAPÍTULO 1 INSPECCIÓN DE PUENTES	III-1
1.1 Categorías de Inspección	III-1
1.2 Procedimientos de Inspección	III-1
1.2.1 Unidad de Inspección de Puente.....	III-1
1.2.2 Componentes del Puente a ser Inspeccionados	III-3
1.2.3 Principales Daños a ser Inspeccionados	III-5
1.3 Sistema de Clasificación para la Condición del Puente	III-8
1.3.1 Sistema Numérico de Clasificación	III-8
1.3.2 Sistema de Clasificación para Rangos de Daños	III-8
1.4 Formularios de Inspección	III-15
CAPÍTULO 2 REHABILITACIÓN DE PUENTES	III-20
2.1 Tipos de Daños y Métodos de Reparación	III-20
2.2 Principales Métodos de Reparación	III-22
2.2.1 Para Elementos de Hormigón	III-22
2.2.2 Para Elementos de Acero	III-35
2.2.3 Para Elementos de Madera	III-37
2.2.4 Fundaciones	III-38



DIVISIÓN III INSPECCIÓN Y REHABILITACIÓN DEL PUENTE

CAPÍTULO 1 INSPECCIÓN DE PUENTES

1.1 Categorías de Inspección

Generalmente, la inspección de puentes se realiza en varias categorías, de acuerdo a la situación y propósito.

a. Inspección Rutinaria

Todos los puentes están incluidos en la inspección de rutina, la cual es conducida en conjunto con la inspección rutinaria de caminos. Esta se hace para un temprano descubrimiento de cualquier defecto y es realizado exclusivamente mediante una inspección visual.

b. Inspección Periódica

Todos los puentes están incluidos en la inspección periódica, la cual es conducida a intervalos regulares de tiempo para asegurar la seguridad de toda la estructura. Esta es principalmente una inspección visual pero a veces incluye el uso de herramientas o instrumentos simples.

c. Inspección Especial

Una inspección especial es necesaria cuando cualquier puente experimenta un terremoto, crecidas inusuales o otros incidentes; o si el programa especial de rehabilitación o reconstrucción/reemplazo de puentes lo indica. Cuando una situación de emergencia ha sido detectada en el proceso de inspección rutinaria o periódica, se requiere de un chequeo especial para confirmar la seguridad del puente en cuestión.

1.2 Procedimientos de Inspección

1.2.1 Unidad de Inspección de Puentes

(1) Deberes de la Unidad de Inspección

Al jefe de la unidad inspección de puentes le será dada la responsabilidad de la inspección de puentes, informes e inventario de ellos. Además, el jefe de la unidad será responsable por el cumplimiento de la inspección de puentes, del análisis de todos los descubrimientos indagados por los Equipos de Inspección y de las subsecuentes recomendaciones para la corrección de los defectos, colocación de señales que limitan la cargas o las velocidades, o cualquier otra recomendación que se crea necesaria.

En cada situación, el jefe de la unidad debe estar completamente familiarizado con el diseño y las características de construcción del puente para interpretar adecuadamente lo que es observado e informarlo.

Esto significa que el jefe de la unidad debe ser capaz de determinar la capacidad de carga segura de la estructura y de reconocer cualquier deficiencia estructural, y estimar su seriedad para mantener el puente en una condición segura. Un punto importante es el reconocer áreas de un puente donde se detecta un problema en forma incipiente de manera de que el mantenimiento preventivo pueda ser adecuadamente programada.

Ya que no es posible que una sola persona tenga toda la experiencia apropiada para ser un experto en todos los aspectos especializados de la ingeniería de puentes, el Jefe del Departamento de Puentes debe establecer un soporte adicional de otros ingenieros especializados en campos tales como el diseño estructural, construcción, materiales, mantenimiento, suelos o reparaciones de emergencia, tales como la protección en contra de las crecidas o la prevención de las socavaciones.

(2) Inspectores de Puentes

Los inspectores de puentes pueden ser escogidos de las personas que cumplan con una de las siguientes cualidades:

- 5 Años de experiencia (Post-graduado de la Universidad)
- 10 Años de experiencia después de la graduación de un Instituto Técnico

Un equipo de inspección debería constar por lo menos de:

- Inspector de Puentes;
- Asistente de Inspector, requerido
- Porta cadena o cadenero; y
- 2 Hombres para las escaleras/Banderilleros, como sea requerido.

(3) Herramientas de Inspección

- Artículos de seguridad del tránsito (banderas, conos, balizas, etc.)
- Cámara fotográfica
- Binoculares (para la inspección a distancia)
- Linternas
- Tiza para marcar
- Martillo cincelador
- Calibradores
- Plomada e hilo
- Cintas de medición y otras herramientas / instrumentos (referirse a el Manual de Inspección); y
- Un vehículo adecuado o un boté pequeño.

(4) Seguridad

Antes de que la inspección comience, debe darse una adecuada consideración a la seguridad del personal del equipo de inspección. Si la inspección requiere el cierre al tránsito, la Autoridad Policiaca responsable debe ser informada y proveer de una adecuada protección.

Deberían ser colocados dispositivos de advertencia adecuados cuando sean requeridos como medida de seguridad para prevenir a los conductores que la obra está en progreso, de manera de proteger tanto al equipo de estudio como a las personas que van en los vehículos. Cuando se está inspeccionando los componentes del puente, se debe tener cuidado de asegurar que las herramientas, equipos, desprendimientos de hormigón o escombros no caigan a la calzada.

1.2.2 Componentes del Puente a ser Inspeccionados

Debería dibujarse un plano general de la planta / elevación de manera de que cada componente del puente pueda ser registrado sistemáticamente. Los puentes serán clasificados primero en estructuras de hormigón, acero o madera. Los componentes del puente, tal como la Superestructura (vigas y losa), Infraestructura (estribos y cepas), Fundaciones, barandas del puente, pasillos y accesorios (apoyos y cantoneras) pueden ser indicados, con este modo de identificación se eliminarán descripciones innecesarias y se proveerá de un método claro y eficiente para la entrega de datos al personal que recibe los informes de la inspección de los puentes.

Los ítems de inspección son generalmente clasificados por tipos de estructuras y materiales, tal como se muestra a continuación:

Componente del Puente		Ítem de Inspección(daño)	
Superestructura	Componente de Acero	Viga Principal	Desgaste del Recubrimiento, Oxidación, Aflojamiento, Desprendimiento, Deformación, Agrietamiento
		Marco Transversal	
		Larguero	
		Arriostamiento	
	Componente de Hormigón	Arriostamiento Lateral	Agrietamiento, Nidos de piedra, Desgaste, Pérdida del Recubrimiento, Fractura, Eflorescencia
		Viga Principal	
		Viga Travesaño	
Componente de Madera	Losa	Podrición, Grietas, Deflexión, Pandeo, Aflojamiento	
	Viga Principal		
	Viga Travesaño		
Infraestructura	Componente de Acero	Losa	Desgaste del Recubrimiento, Oxidación, Aflojamiento, Desprendimiento, Deformación, Agrietamiento
		Cepa	
	Componente de Hormigón	Estribo y Cepa	Agrietamiento, Nidos de piedra, Desgaste, Pérdida del Recubrimiento, Fractura, Eflorescencia
Componente de Madera	Estribo y Cepa	Podrición, Grietas, Deflexión, Pandeo, Aflojamiento	
Fundación		Asentamiento, deslizamiento, Inclinación, Socavación	
Apoyo	Componente de Acero	Pérdida del Recubrimiento, Oxidación, Movimiento	
	Componente Elastomérico	Cambio de Color, Deformación	
Pavimento	Asfalto y Hormigón	Diferencia de nivel, Baches, Grietas	
Baranda	Componente de Acero	Desgaste del Recubrimiento, Oxidación, Aflojamiento, Desprendimiento, Deformación, Grietas	
	Componente de Hormigón	Agrietamiento, Nidos de piedra, Desgaste, Pérdida del Recubrimiento, Fractura, Eflorescencia	
	Componente de Madera	Podrición, Grietas, Deflexión, Pandeo, Aflojamiento	
Cantoneras	Componente de Acero	Desgaste del Recubrimiento, Oxidación, Aflojamiento, Desprendimiento, Deformación, Grietas, Problemas de separación, Diferencia de nivel	
	Componente Elastomérico	Cambio de Color, Deformación, Problemas con la separación, Diferencia de niveles	

1.2.3 Principales Daños ha ser Inspeccionados

Los principales daños ha ser inspeccionados son definidos como sigue:

(1) Daños en las estructuras de hormigón

① Grietas

Las grietas en el hormigón están clasificadas como estructurales o no estructurales. Las grietas estructurales son causadas por los esfuerzos producidos por las cargas y están divididas en grietas por flexión y grietas por corte. Las grietas por flexión son verticales y comienzan en la zona de tracción máxima y avanzan hacia la zona de compresión. Las grietas por corte son encontradas cerca del área de apoyos y comienzan desde el fondo del elemento o miembro, extendiéndose diagonalmente hacia arriba.

Las grietas no estructurales están divididas por su causa en grietas por temperatura, grietas por retracción y grietas en hormigones masivos. Estas grietas son relativamente menores y generalmente no afectan la capacidad de carga del elemento. Ellos pueden, sin embargo, proveer de aperturas para el agua y contaminantes los cuales pueden producir serio problemas.

② Desgaste / Expansión (Scaling / Spalling)

Las apariencias del desgaste o descascaramiento (scaling) y expansión son similares pero sus causas son diferentes. El desgaste es la pérdida gradual y constante del mortero superficial y del árido sobre un área. Un daño de expansión (spall) es una depresión aproximadamente circular u oval en el hormigón, resultante de la separación y remoción de una porción de la superficie del hormigón. Estas depresiones pueden ser causadas por la corrosión de la armadura y las fricciones del movimiento térmico. La armadura está a menudo expuesta.

③ Delaminación

La delaminación ocurre cuando capas del hormigón se separan en el nivel de las armaduras más próximas al recubrimiento del hormigón. La causa principal de la delaminación es la expansión de la armadura corroída. Esto es comúnmente causado por la intrusión de cloruros o sales. El área delaminada entrega un sonido hueco cuando es golpeada con un martillo. La depresión resultante por la delaminación es llamada un spall.

④ Eflorescencia

La eflorescencia es un depósito blanco sobre el hormigón causado por la precipitación de sales solubles traídas a la superficie por la acción de la capilaridad de la humedad en el hormigón. La eflorescencia es una señal de hormigón contaminado.

⑤ Nidos de piedra

Los nidos de piedra son espacios vacíos o huecos que pueden presentarse dentro del hormigón. Los nidos de piedra son causados por la vibración inadecuada durante la construcción.

⑥ Desgaste / Abrasión

El desgaste y la abrasión de la superficie del hormigón son causados por su exposición al tránsito y al flujo del agua. El daño de abrasión es el resultado de fuerzas externas actuantes en la superficie del miembro de hormigón, como la acción erosiva de la arena contenida en la corriente del río, que actúa sobre la superficie del hormigón.

⑦ Fractura

La fractura es el daño por destrucción de los miembros de hormigón causado por la colisión de vehículos, barcos u otras fuerzas externas que golpean los componentes del puente.

(2) Daños de las estructuras de acero

① Pérdida de la Pintura

A medida que la capa de pintura envejece después de su aplicación, pierde cohesión con el acero y finalmente se separa. Esto provoca corrosión en el acero. Normalmente la capa de pintura debe mantenerse, por lo que la pintura debe volver a aplicarse periódicamente, una vez cada diez a veinte años según las características de los materiales de la pintura y del medio ambiente.

② Oxidación

El daño por oxidación se producirá en todos los tipos de acero en los puentes y aumentará con el tiempo. Las vigas o alas superiores de las vigas en contacto o colocadas en hormigón deteriorado o contaminado con cloruro crean un medio apropiado para la pérdida del acero por corrosión.

③ Aflojamiento y caída

Los pernos mal apretados pueden aflojarse y caerse.

④ Deformación

Normalmente se usa acero en secciones delgadas, pero esta forma es vulnerable al pandeo provocado por cargas compresivas, y de esta manera estos componentes se deforman por el pandeo. Las estructura que están en corrientes pueden sufrir daños por el impacto de trozos de hielo o maderas, etc. durante el período de inundaciones. En las vigas de los puentes de losa inferior, las alas superiores, atiesadores de alma y las riostras también sufren daños por el tránsito de la carretera. Cualquier grieta o fractura en la viga de acero debe considerarse como un síntoma de tensión seria y debe tomarse una acción correctora inmediata.

⑤ Grietas

Las causas más comunes de grietas son la fatiga y mal cuidado de los detalles. La fatiga empieza con una mala fabricación y en los detalles de la soldadura y sigue con las variaciones e inversiones de la tensión de carga hasta que se produce un fallo final como fractura frágil o pandeo.

(3) Daños en las estructuras de madera

① Pudrición

La pudrición aparece como un área húmeda con manchas o decoloración. Una de las causas principales de la pudrición son los hongos.

② Rajadura / Hendiduras

Una hendidura es una separación de las fibras de la madera, normalmente ocurre a través de los anillos de crecimiento anual. La rajadura es similar a la hendidura excepto que las separaciones de las fibras de la madera se extienden completamente a lo largo de la pieza de madera.

③ Pandeo

El pandeo es la deflexión excesiva producida por la sobrecarga (cargas vivas). Un pandeo permanente es una señal de debilidad estructural.

④ Aflojamiento

El aflojamiento de las conexiones es generalmente causado por la contracción de la madera, la pudrición, o el aplastamiento alrededor del conector o sujetador.

1.3 Sistema de Clasificación para la Condición del Punte

1.3.1 Sistema Numérico de Clasificación

El sistema numérico de clasificación es usado para clasificar los componentes del puente.

Clasificación	Condición en general
Clasificación I	"Peligroso" condición del puente ya cerrado, condiciones más allá de reparar, peligro inminente de colapso o ya colapsado.
Clasificación II	"Peligrosidad potencial" condición, tal que en una clasificación en los miembros principales implica que hay peligro de colapso bajo cualquier uso adicional de esta estructura y el puente debería ser cerrado al tráfico inmediatamente. Cuando tal clasificación se aplica a los elementos secundarios, puede ser causa de accidentes vehiculares o peatonales y deberían ser corregidos inmediatamente. El elemento de la clasificación debe ser reparado.
Clasificación III	"No funciona como originalmente se diseñó", condición suficiente para reducir la capacidad de los elementos estructurales y su capacidad para funcionar como fue diseñado. Cuando esta clasificación se aplica a los elementos principales, el puente debe tener la carga máxima de diseño reducida por consiguiente. La reparación inmediata debe ser hecha para rehabilitar la estructura a la capacidad del diseño.
Clasificación IV	"Funcionamiento como el diseño originalmente" condición insignificante de deterioro o peligro no reducen la capacidad de los elementos bajo la inspección. Por ejemplo, una junta de expansión o apoyos que están corroídos pero no pierden resistencia efectiva y permiten los movimientos requeridos. La menor reparación se puede hacer para aliviar el peligro o eliminar el deterioro.
Clasificación V	"Bueno, nuevo o como nuevo", condiciones, sin signos de peligro o deterioro. No necesita reparaciones.
N/A	No aplicable
U	Desconocido (Unknown)

1.3.2 Sistema de Clasificación para los Rangos de Daños

Para estimar la clasificación de daños (de I a V), se presentan las Directrices o Pautas de Inspección de Puentes (Propuesto en 1988) del Instituto de ingeniería Civil del Ministerio de construcción del Japón.

El sistema adopta los siguientes tres factores para clasificar (de I hasta V) los daños.

- ① Ubicación o patrón de los daños (X)
- ② Profundidad o ancho de la parte dañada (Y)
- ③ Extensión de los daños (Z)

Cada factor es evaluado por la magnitud de los daños, a saber, Grande (o Profundo), Mediando, o Pequeño (o Poco Profundo). La clasificación de los daños es decidida sobre la base de una combinación de los tres factores haciendo referencia a la tabla de clasificación de daños. Los factores y tablas de clasificación para los principales daños en puentes de hormigón, acero y madera, están dadas a continuación.

(1) Elementos de Hormigón

① Grietas en Vigas e Infraestructuras

Factores de Clasificación	Evaluación del Factor		
	Grande	Medio	Menor
Ubicación o patrón (X)	Crítica	-	No crítica
Profundidad (Y)	<ul style="list-style-type: none"> Miembro- HA $Y \geq 0.3\text{mm}$ Miembro- HP $Y < 0.3\text{mm}$ 	<ul style="list-style-type: none"> Miembro- HA $0.3\text{mm} > Y \geq 0.2\text{mm}$ Miembro- HP $0.1\text{mm} > Y \geq 0.1\text{mm}$ 	<ul style="list-style-type: none"> Miembro- HA $Y < 0.2\text{mm}$ Miembro- HP $Y < 0.1\text{mm}$
Extensión (Z)	$Z > 50\text{cm}$	-	$Z \geq 50\text{cm}$

Clasificación del Daño

X	Y	Z	Miembro Secundar.	Miembro principal	X	Y	Z	Miembro Secundar.	Miembro Principal	
Grande	Grande	Grande	II	II	Menor	Grande	Grande	II	II	
		Menor	III	II			Menor	III	III	
	Medio	Grande	IV	III		Medio	Grande	IV	IV	IV
		Menor	IV	III		Menor	Menor	IV	IV	IV
	Menor	Grande	V	V		Menor	Grande	V	V	V
		Menor	V	V			Menor	Menor	V	V

② Grietas en la Losa

Factores de Clasificación	Evaluación del Factor		
	Grande	Medio	Menor
Ubicación o Patrón (X)	Dos direcciones	-	Una dirección de rotura
Ancho (Y)	<ul style="list-style-type: none"> Grietas llenas con suciedad $Y \geq 0.3\text{mm}$ 	<ul style="list-style-type: none"> Acompañadas de filtraciones de agua o eflorescencia $0.3\text{mm} > Y \geq 0.2\text{mm}$ 	<ul style="list-style-type: none"> Sólo la línea de grieta $Y < 0.2\text{mm}$
Extensión (Z)	$Z > 50\text{cm}$	-	$Z \leq 50\text{cm}$

Clasificación del Daño

X	Y	Z	Todos los miembros	X	Y	Z	Todos los miembros
Grande	Grande	Grande	II	Menor	Grande	Grande	III
		Menor	II			Menor	III
	Medio	Grande	II		Medio	Grande	III
		Menor	III			Menor	IV
	Menor	Grande	III		Menor	Grande	IV
		Menor	IV			Menor	IV

③ Desgaste/Expansión (Scaling/Spalling), Nidos de Piedra y Delaminación

Factores de Clasificación	Evaluación del Factor	
	Grande	Menor
Ubicación o patrón (X)		
Profundidad (Y)	<ul style="list-style-type: none"> • Armadura expuesta 	<ul style="list-style-type: none"> • Armadura no expuesta
Extensión (Z)	<ul style="list-style-type: none"> • El área dañada es grande • Superestructura $Z \geq 0.1 m^2$ • Infraestructura $Z \geq 1.0 m^2$ 	<ul style="list-style-type: none"> • El área dañada es menor • Superestructura $Z < 0.1 m^2$ • Infraestructura $Z < 1.0 m^2$

Clasificación del Daño

Y	Z	Miembro Secundario	Miembro Principal
Grande	Grande	II	II
	Menor	IV	III
Menor	Grande	IV	III
	Menor	IV	IV

④ Eflorescencia

Factores de Clasificación	Evaluación del Factor	
	Grande	Menor
Ubicación o Patrón (X)		
Profundidad (Y)		
Extensión (Z)	<ul style="list-style-type: none"> • El área dañada es grande • Superestructura $Z \geq 0.1 m^2$ • Infraestructura $Z \geq 1.0 m^2$ 	<ul style="list-style-type: none"> • El área dañada es menor • Superestructura $Z < 0.1 m^2$ • Infraestructura $Z < 1.0 m^2$

Clasificación del daño

Z	Miembro Secundario	Miembro Principal
Grande	II	II
Menor	IV	IV

⑤ Desgaste

Factores de Clasificación	Evaluación del Factor	
	Grande	Menor
Ubicación o Patrón (X)		
Profundidad (Y)	Daño alcanzado a las barras reforzadas	Daño no alcanzado a las barras reforzadas
Extensión (Z)	El área dañada es grande $Z \geq 1.0 m^2$	El área dañada es menor $Z < 1.0 m^2$

Clasificación del daño

Y	Z	Todos los miembros
Grande	Grande	II
	Menor	III
Menor	Grande	III
	Menor	IV

⑥ Fractura

Factores de Clasificación	Evaluación del Factor	
	Grande	Menor
Ubicación o Patrón(X)		
Profundidad (Y)	Daño excesivo	Daño observado
Extensión (Z)		

Clasificación del daño

Y	Todos los miembros
Grande	II
Menor	IV

(2) Materiales de Acero

① Envejecimiento del Recubrimiento o Pérdida de la Pintura

Factores de Clasificación	Evaluación del Factor	
	Grande	Menor
Ubicación o Patrón (X)		
Profundidad (Y)	La pintura se descascara	Decoloración de la pintura
Extensión (Z)	Área Total	Área Local

Clasificación del daño

Y	Z	Todos los miembros
Grande	Grande	III
	Menor	IV
Menor	Grande	IV
	Menor	V

② Oxidación

Factores de Clasificación	Evaluación del Factor	
	Grande	Menor
Ubicación o Patrón(X)		
Profundidad (Y)	Pérdida del Material de Acero	Oxido en la superficie del Acero
Extensión(Z)	Área Total	Área Local

Clasificación del daño

Y	Z	Miembro Secundario	Miembro Principal
Grande	Grande	II	II
	Menor	III	II
Menor	Grande	III	II
	Menor	IV	III

③ Alojamiento o Pérdida

Factores de Clasificación	Evaluación del Factor	
	Grande	Menor
Ubicación o Patrón (X)	-	-
Profundidad (Y)	-	-
Extensión (Z)	<ul style="list-style-type: none"> Placa de conexión: grande Perno de anclaje: Afloje excesivo Sobre el 10% de pérdida en una placa de conexión 	<ul style="list-style-type: none"> Placa de conexión: menor Perno de anclaje: Afloje observado Menos del 10% de pérdida en una placa de conexión

Clasificación del daño

Z	Todos los miembros
Grande	II
Menor	IV

④ Caída

Factores de Clasificación	Evaluación del Factor	
	Grande	Menor
Ubicación o Patrón (X)	-	-
Profundidad (Y)	-	-
Extensión (Z)	<ul style="list-style-type: none"> Placa de Conexión: Grande Sobre dos piezas caídas 	<ul style="list-style-type: none"> Placa de Conexión: Menor Una pieza caída

Clasificación del daño

Z	Todos los miembros
Grande	II
Menor	III

⑤ Deformación

Factores de Clasificación	Evaluación del Factor	
	Grande	Menor
Ubicación o Patrón (X)	-	-
Profundidad (Y)	Deformación Excesiva	Deformación Observada
Extensión (Z)	-	-

Clasificación del daño

Y	Todos los miembros
Grande	II
Menor	IV

⑥ Grietas

Factores de Clasificación	Evaluación del Factor	
	Grande	Menor
Ubicación o Patrón (X)	-	-
Profundidad (Y)	Rotura Observada	-
Extensión (Z)	-	-

Clasificación del daño

Y	Todos los miembros
Grande (La rotura es observada)	II

(3) Materiales de Madera

① Pudrición y Flexión/Pandeo

Factores de Clasificación	Pudrición		Factores de Clasificación	Flexión/Pandeo	
	Evaluación del Factor			Evaluación del Factor	
	Grande	Menor		Grande	Menor
Extensión (Z)	Daño excesivo	Daño observada	Profundidad (Y)	Flexión visible	Flexión observada

Clasificación del daño

Z	Pudrición		Y	Flexión/Pandeo	
	Miembro Secundario	Miembro principal		Miembro Secundario	Miembro principal
Grande	III	II	Grande	II	II
Menor	IV	III	Menor	IV	III

② Hendidura/Rajadura

Factores de Clasificación	Evaluación del Factor	
	Grande	Menor
Ubicación o Patrón (X)	Área completa	Parte local
Profundidad (Y)	Visible	Observada

Clasificación del daño

X	Y	Miembro Secundario	Miembro principal
Grande	Grande	III	II
	Menor	III	III
Menor	Grande	IV	IV
	Menor	IV	IV

(4) Fundaciones

① Asentamiento

Factores de Clasificación	Evaluación del Factor	
	Grande	Menor
Profundidad (Y)	Se puede ver el asentamiento. Punto de soporte del asentamiento; Viga simple : sobre 25mm Continua : sobre 1/2000 mm	Sospecha del asentamiento. Punto de soporte del asentamiento; Viga simple : menos de 25mm Continua : menos de 1/2000 mm

Clasificación del daño

Y	Clasificación
Grande	II
Menor	III

② Deslizamiento

Factores de Clasificación	Evaluación del Factor	
	Grande	Menor
Profundidad (Y)	Se puede apreciar el deslizamiento. Aparece el deslizamiento debido al flujo lateral del terreno.	Se sospecha de deslizamiento. Aparece el deslizamiento debido al flujo lateral del terreno.

Clasificación del daño

Y	Clasificación
Grande	II
Menor	III

③ Inclinación

Factores de Clasificación	Evaluación del Factor	
	Grande	Menor
Profundidad (Y)	Se puede apreciar la inclinación. Aparece la inclinación debido al flujo lateral del terreno.	Se sospecha la inclinación. Aparece la inclinación debido al flujo lateral del terreno.

Clasificación del daño

Y	Clasificación
Grande	II
Menor	III

④ Socavación

Factores de Clasificación	Evaluación del Factor	
	Grande	Menor
Ubicación o Patrón (X)	Fundación Directa	Pilote de Fundación Cajón de Fundación
Profundidad (Y)	Socavación severa. Es socavado en forma severa por el flujo de agua	Se puede apreciar la socavación Es socavado por el flujo de agua

Clasificación del daño

X	Y	Clasificación
Grande	Grande	II
	Menor	II
Menor	Grande	II
	Menor	III

1.4 Formularios de Inspección

Los siguientes formularios de ejemplo son recomendados.

Formulario 1: Información general

- (a) Datos Administrativos
- (b) Geografía
- (c) Condición del río

Formulario 2: Detalles Estructurales

- (a) Superestructura
- (b) Infraestructura
- (c) Fundaciones
- (d) Accesorios

Formulario 3: Inspección de Daños

- (a) Para Elementos de Hormigón
- (b) Para Elementos de Acero
- (c) Para elementos de Acero

Formulario -1 Inspección General

	Registro o selecciones	
Terremoto	Si	No
Características geográficas	Montañas	Colina Planicie

	Registro o selecciones	
Población		
Distancia a la ciudad principal		km
Ingresos		US \$

	Registro o selecciones	Unidad
No. de puente		
Nombre del puente		
Región		
Provincia		
Nº Sector		
Rol de la carretera		
Nombre de la carretera		
Distancia del origen de la carretera		km
Carga límite del puente		ton

	Registro o selecciones			
Desvío	Si	No		
Edificios Públicos	Hospital	Escuela	Sala Pública	
Características regionales	Granja	Agricultura	Pastoreo Industrial	Residencial Ciudad
Periodo cerrado al tráfico				Mes

	Registro o selecciones			
Nombre del río				
Ancho del río				m
Velocidad del caudal				m/seg
Meandros	Si	No		
Nivel actual del agua		Distancia de la superficie de puente		m
Nivel de agua máximo		Distancia de la superficie de puente		m
Erosión de la orilla	Si	No		
Obstáculos en el río				
Maderas flotantes (Ramas, árboles)	Si	No		
Condición del lecho del río	Roca	Canto rodado	Grava	Arena Limo

Dibujo esquemático y comentario

Formulario - 2 Detalles Estructurales

Tipo de puente		Dimensiones de las Estructuras	
Componente	Registro	Registro	Unidad
Superestructura	Viga	Longitud del puente	m
	Losa	Longitud de tramo	m
Infraestructura	Estribo	Ancho total	m
	Pila	Ancho efectivo	m
	Fundación	Acera	m
	Pavimento	Número de vigas	No.
Accesorios	Apoyo	Altura de la viga	m
	Junias de Expansión	Número de vigas	No.
	Baranda	Espaciado de vigas	m
		Espesor de losa	cm
		Número de cepas	No.
		Altura de la cepa	m
		Altura del estribo	m

Dibujo esquemático y comentario

Formulario de Inspección - 3: Inspección de Daños (Para Elementos de Hormigón)

N° del puente	Nombre del puente	Fecha	Inspector
---------------	-------------------	-------	-----------

Componente Estructural y Posición	Daño	Lugar/patrón(X)		Profundidad(Y)		Extensión(Z)		Cantidad	Unidad
		Grande	Pequeño	Grande	Pequeño	Grande	Pequeño		
Superestructura(Viga) Infraestructura(Estribo, Cepa, Fundación) Barandas	Grieta	Parte principal	Parte secundari	Gran grieta	Grieta mediana	Pequeña	Pequeña		m ²
	Nidos de Piedra			Expos. Armadura		No Expos. Armadu	Gran espacio		m ²
	Desgaste (Scaling)			Expos. Armadura		No Expos. Armadu	Pequeña superficie		m ²
	Expansión (Spalling)			Expos. Armadura		No Expos. Armadu	Pequeña superficie		m ²
	Desgaste (Wear)			Llega hasta la barra		No llega a la barra	Pequeña superficie		m ²
Superestructura(Losa)	Fractura			Daño excesivo		Se observan daños			m ²
	Delaminación			Expos. Armadura		No Expos. Armadu	Pequeña superficie		m ²
	Eflorescencia						Pequeña superficie		m ²
	Grietas	Dos sentidos	Un sentido	Grieta grande	Grieta mediana	Grieta pequeña	Pequeño espacio		m ²

Comentario

Formulario de Inspección - 3: Inspección de Daños (Para Elementos de Acero)

No. de puente	Nombre del puente	Fecha		Inspector						
		Grande	Pequeño	Grande	Pequeño					
Componente estructural y posición	Superestructura (Vigas, marco, larguero, arriostramiento) Infraestructura (Cepa) Baranda	Lugar/patrón(X)		Profundidad(Y)		Extensión(Z)		Cantidad	Unidad	
		Grande	Pequeño	Grande	Mediano	Grande	Pequeño			Grande
		Daño	Se despegó la pintura		Decoloración de pintura		Superficie local			
		Pérdida de pintura o recub.	Pérdida de mat. de acero		Superficie de acero		Superficie local			m ²
		Corrosión	Excesiva		Observada		Pequeña parte			m ²
		Aflojamiento	Observada		Decoloración de pintura		Pequeña parte			m ²
		Caida	Excesiva		Observada		Superficie local			m ²
		Deformación	Observada		Decoloración de pintura		Superficie local			m ²
		Grietas	Se despegó la pintura		Superficie de acero		Superficie local			m ²
		Pérdida de pintura o recub.	Pérdida de material de acero		Observado		Superficie local			m ²
Apoyo	Corrosión	Excesivo		Observado		Superficie local			m ²	
		Movimiento	Se despegó la pintura		Decoloración de pintura		Superficie local			m ²
		Pérdida de pintura o recub.	Pérdida de material de acero		Superficie de acero		Superficie local			m ²
		Corrosión	Excesiva		Observada		Superficie local			m ²
		Deformación	Observada		Decoloración de pintura		Superficie local			m ²
		Problemas de separación	Excesiva		Observada		Superficie local			m ²
		Diferencia de nivel	Observada		Observada		Superficie local			m ²
			Excesiva		Observada		Superficie local			m ²
			Observada		Observada		Superficie local			m ²
			Excesiva		Observada		Superficie local			m ²

Formulario de Inspección - 3: Inspección de Daños (Para Elementos de Madera)

No. de puente	Nombre del puente	Fecha		Inspector						
		Grande	Pequeño	Grande	Pequeño					
Componente estructural y posición	Superestructura (Viga, Losa) Infraestructura (Estríbo, Pila) Baranda	Lugar/patrón(X)		Profundidad(Y)		Extensión(Z)		Cantidad	Unidad	
		Grande	Pequeño	Grande	Mediano	Grande	Pequeño			Grande
		Daño	Se despegó la pintura		Decoloración de pintura		Superficie local			
		Pudrición	Pérdida de mat. de acero		Superficie de acero		Superficie local			m ²
		Grieta	Excesiva		Observada		Pequeña parte			m ²
		Deflexión	Observada		Decoloración de pintura		Pequeña parte			m ²
		Pandeo	Excesiva		Observada		Superficie local			m ²
		Flojedad	Observada		Observada		Superficie local			m ²
			Excesiva		Observada		Superficie local			m ²
			Observada		Observada		Superficie local			m ²

CAPÍTULO 2 REHABILITACIÓN DE PUENTES

2.1 Tipos de Daños y Métodos de Reparación

Los principales daños y sus métodos de reparación son los siguientes:

	Daños	Métodos	Materiales	
Hormigón	Grietas vivas	Recubrimiento (Caulking)	Sellante elastomérico	
		Inyección presión con relleno flexible.	Relleno epóxico "Flexible".	
		Jacketing	Strapping	Alambre de acero o varilla
			Overlaying	Membrana o mortero especial
	Grietas inactivas	Recubrimiento (Caulking)	La lechada de cemento o mortero, mortero de fraguado rápido	
		Inyección a presión con relleno rígido.	Epóxico "Rígido" (resina y mezcla endurecedora) llenador	
		Cubierta (Coating)	Cubierta bituminosa, alquitrán.	
		Reposición (Overlaying)	Reposición asfáltica con membrana.	
		Reposición del hormigón (Escobillado y Overlay)	Hormigón latex modificado, Hormigón de alta densidad	
		Dry-pack	Dry-Pack	
		Hormigón proyectado/ Mortero proyectado	Mortero(cemento), mortero de fraguado rápido	
		Bacheo	Mortero de cemento, Epóxico o Polímero de hormigón.	
		Reforzamiento (Jacketing)	Varilla de acero	
	Nidos de piedra Delaminación Desgaste Fractura	Dry-Pack	Dry-pack	
		Bacheo	Portland cement grout, mortar, cement	
		Reafinado (alisamiento)	Epoxy or Polymer concrete	
		Hormigón proyectado /Mortero Proyectado	Mortero de fraguado rápido	
		Pre-pack	Árido grueso e inyección de lechada.	
	Desgaste (Scaling)	Reposición (Overlaying)	Hormigón con cemento portland, hormigón con latex modificado, Cemento asfáltico, epóxico o polímero de hormigón	
		Escobillado	---	
		Hormigón proyectado/ Mortero proyectado	Mortero de fraguado rápido, Mortero de cemento	
		Overlay	Bituminosa, Cubierta de aceite de linaza, tratamiento de Silane	
	Expansión (Spalling)	Bacheo	Concrete, Epoxy, Polymer, Latex, Asphalt	
		Hormigón proyectado/ mortero proyectado	Mortero de cemento, mortero de fraguado rápido.	
		Reposición (Overlay)	Hormigón de latex modificado, Asfalto, Hormigón.	
		Cubierta (Coating)	Bituminoso, Aceite de linaza, Silane	
	Eflorescencia.	Escobillado	---	
Reposición (Overlaying)		Cemento asfáltico o Hormigón, Hormigón, Concrete, Epóxico / Polímero / Hormigón Latex modificado		
Cubierta (Coating)		Bituminoso, aceite de linaza, Silane, Cemento de hormigón		
Reafinado (alisamiento)		Epóxico/ Polímero de hormigón		
Hormigón proyectado / mortero proyectado		Cemento para hormigón, Mortero de cemento		
Bacheo		Hormigón, Epóxico, Polímero, Latex Asfáltico.		

	Daños	Métodos	Materiales o Herramientas
Acero	Pérdida de la Pintura	Limpieza	Cepillo, Cepillo eléctrico de alambres
		Repintado	Petróleo/Alkyd
		Reemplazo	Nuevo reemplazo
	Oxidación	Limpieza	Cepillo, Cepillo eléctrico de alambres
		Repintado	Petróleo/Alkyd
		Reemplazo	Nuevo reemplazo
	Aflojamiento	Re-apretar	Llave de torsión
	Caída	Reemplazo	Nuevo reemplazo
	Deformación	Reformado	Calor, Presión
		Reemplazo	Nuevo reemplazo
Rotura	Soldadura	---	
	Empalme	---	
	etc	---	
Madera	Pudrición	Reemplazo	---
		Cubierta (Coating)	Alquitrán de creosota
		Inyección	Resina sintética
	Rotura	Reemplazo	---
	Flexión/pandeo	Reemplazo	---
	Pérdida	Reemplazo	---
		Re-apretar	---

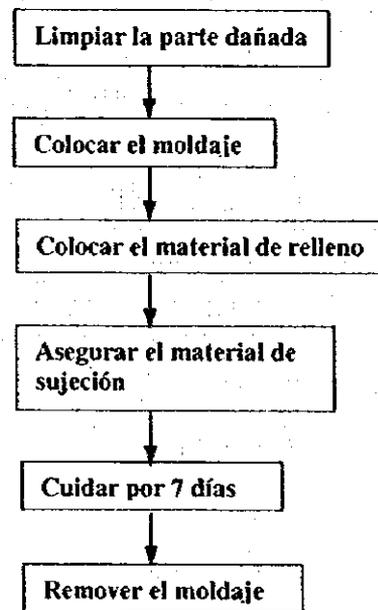
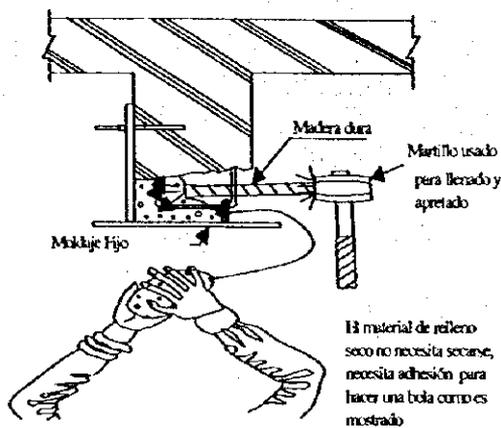
2.2 Principales Métodos de Reparación

2.2.1 Para Elementos de Hormigón

(1) Método de Rellenado Seco o Dry-Pack

Aplicables a Daños como: Grietas, Delaminación, Nidos de Piedra, Desgaste

Este método es utilizado en la reparación de áreas tales como ranuras finas, los hoyos de los pernos en cono, pernos resistentes al corte y agujeros para la inyección de lechada que tengan un espesor igual o mayor que la menor dimensión de superficie. El relleno seco esta compuesto generalmente de una parte de cemento por 3 partes de arena lavada (arena fina), por peso.



Materiales utilizados: Mortero, Hormigón.

◆ Comentarios sobre el Método

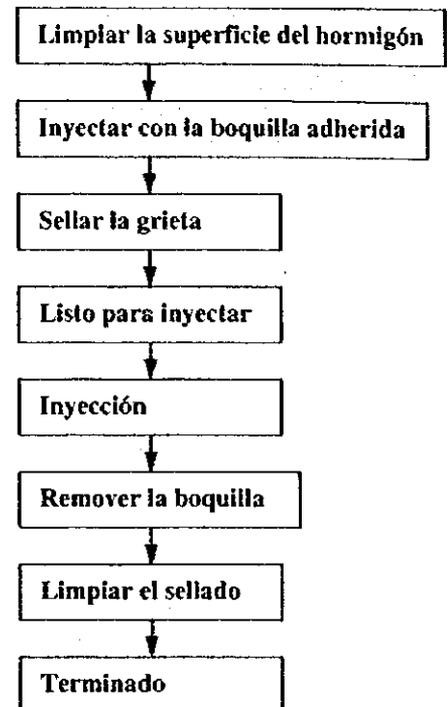
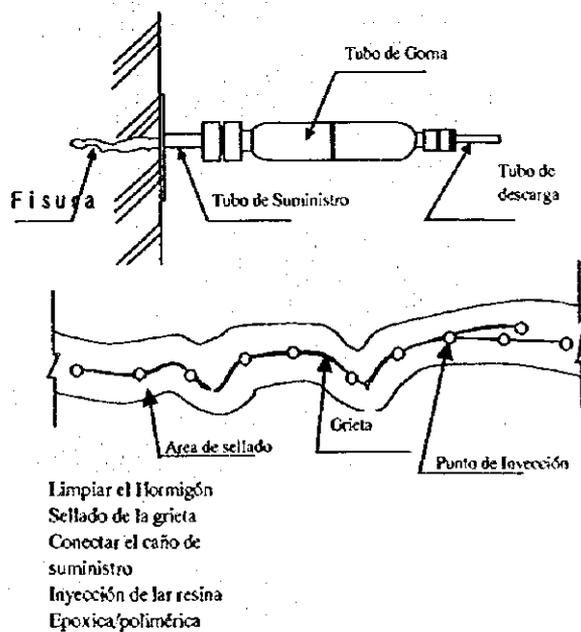
La reparación es realizada mojando previamente la superficie y aplicando un mortero o lechada. La mezcla de la lechada de pegado es de uno a uno (1:1) mezclado por volumen de cemento y arena seca mezclado a una consistencia cremosa.

La mezcla de relleno seco (o Dry-pack) deberá ser rápidamente compactada dentro del lugar antes de que la adhesión de la lechada se pierda. La mezcla de relleno se puede compactar con una variedad de herramientas de madera, la elección exacta de cuál utilizar deberá ser tomada por el que está ejecutando la reparación de manera de que se ajuste a las necesidades del trabajo. Las herramientas de madera son preferidas pues no pulen la superficie de la capa de la mezcla, lo que consecuentemente ofrece una mejor adherencia entre cada superficie sucesiva de relleno seco o Dry-Pack.

(2) Método de Inyección

Aplicable a Daños como: Grietas

En hormigón armado, las grietas con anchos que están entre los 0.3 a 0.4 mm deberán ser selladas y rellenadas por inyección. Antes de decidir el método/material más apropiado para reparar/sellar una grieta se debe identificar las causas de las mismas y si éstas permanecen activas o dormidas. Se puede determinar por observaciones periódicas si la grieta está activa. Una grieta resultante de una rara aplicación de cargas, la cual ha dejado de propagarse, puede ser reparada (si es más ancha o cerca de 0.3-0.4 mm) por inyección a presión de una fórmula epóxica apropiada, de tal forma que la integridad es restaurada y cualquier influencia adversa en la vida útil de la estructura es eliminada o minimizada. Las grietas durmientes, mayores a 0.3 a 0.4 mm de ancho deben ser limpiadas, rellenadas y luego selladas a través de una inyección epóxica para anchos de hasta 1mm, y para grietas más anchas, aplicando lechada de cemento.



Materiales Utilizados: Relleno Epóxico Flexible o Rígido

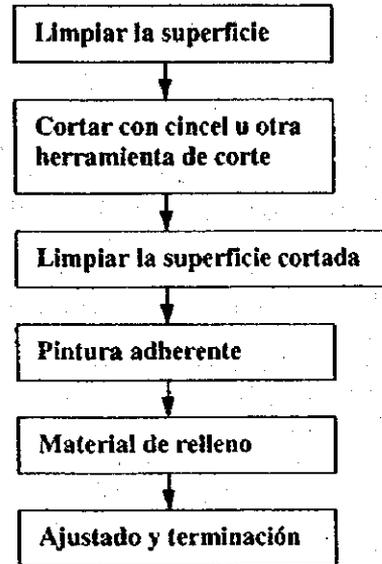
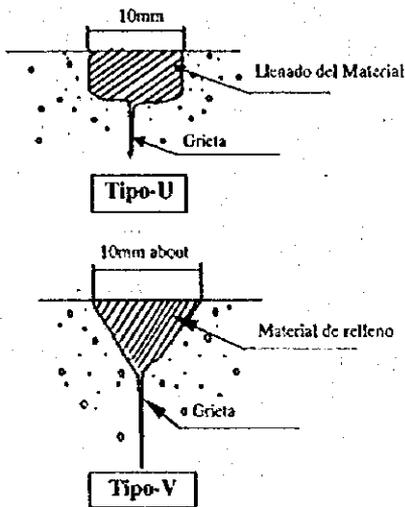
◆ Comentarios sobre el Método

Donde el espesor de las grietas activas o vivas excedan los 0.3-0.4 mm de ancho, se deberá hacer una ranura o surco en forma de "V", luego la ranura y las grietas deben ser limpiadas con aire a presión, posteriormente son rellenadas por partes con un relleno flexible para prevenir el ingreso de humedad y otros materiales deteriorantes. Después de que la grieta se estabilice, es decir se transforme en durmiente o pasiva, el relleno puede ser removido y la grieta limpiada y rellenada con un relleno rígido (material epóxico).

(3) Método de Recubrimiento o Calafateo (Caulking)

Aplicable a Daños como: Grietas

El método de recubrimiento o calafateo es usado para grietas más anchas que 0.5 mm.



Materiales Utilizados: Sellador elastomérico, lechada de cemento, mortero, mortero de fijación rápida.

◆ Comentarios sobre el Método

Se rompe o corta el hormigón a lo largo de la grieta, luego se rellena el corte con selladores Elastoméricos y capas de lechada, mortero, o mortero de rápida aplicación para grietas pasivas o durmientes.

En caso de armaduras no corroídas, después de cortar el hormigón en forma de "V" o "U", se rellena con uno de los materiales mencionados.

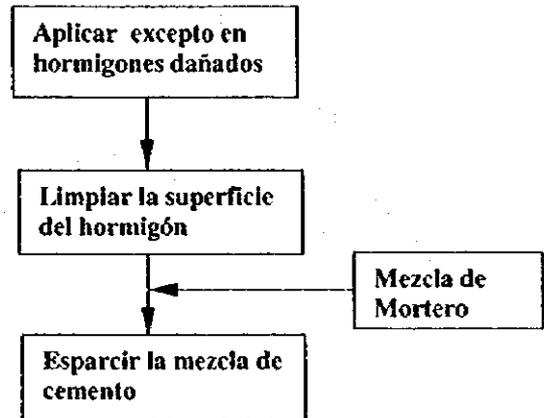
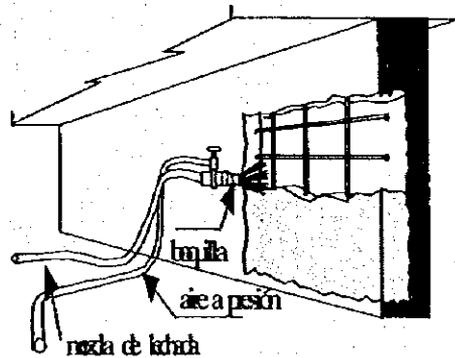
La forma en "U" se obtiene después de cortar el hormigón a ambos lados de la grieta, posteriormente se debe cincelar el área para obtener la forma.

La forma en "V" es fácil de obtener cortando el hormigón, pero también es fácil despegar el material de relleno. Se recomienda usar el tipo "U". En caso de que exista armadura corroída, primero se debe sacar el óxido. Existen muchos casos en que se expande la oxidación, debiendo en esos casos, reparar incluyendo esas áreas.

(4) Hormigón Proyectado (Shotcrete/Gunite)

Aplicables a Daños como: Grietas, Desgaste/Expansión, Delaminación, Eflorescencia, Nidos de Piedra

El Shotcrete (cemento-hormigón aplicado neumáticamente) y el Gunite (mezcla de cemento-mortero aplicado neumáticamente) son adecuados para la formación de nuevo hormigón (Ej. hormigón de restauración) y para el fortalecimiento y reforzamiento de varios elementos estructurales.



Materiales Utilizados: Hormigón, mortero.

◆ Comentarios sobre el Método

El tratamiento previo de la superficie del hormigón expuesto es de primera importancia cuando se va a utilizar el shotcrete o gunite. La limpieza con arena a presión ha probado ser un tratamiento eficiente. La superficie sana del hormigón expuesto deberá ser suficientemente pre-humedecida. No es necesario ningún agente adherente debido a que en la interfase ocurre un enriquecimiento del mortero como resultado de los adherentes agregados.

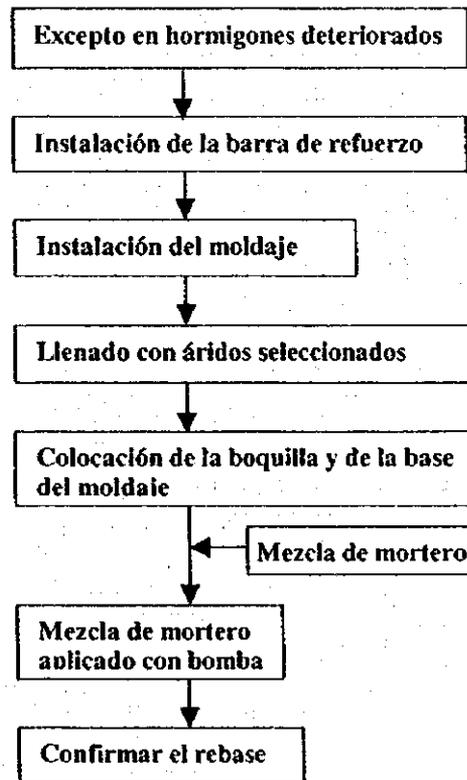
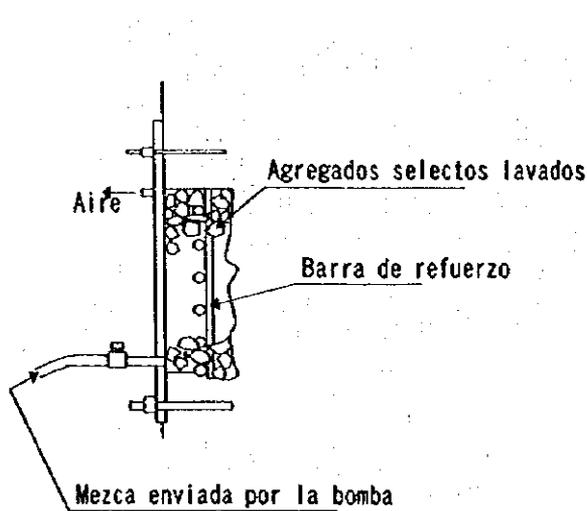
El Shotcrete aplicado en capas múltiples requiere que la capa precedente llegue a un grado suficiente de dureza antes de la aplicación de la siguiente capa. Algunos refuerzos nominales pueden ser requeridos para un espesor mayor a 50 mm. Este refuerzo debe ser fijado en una posición de forma tal que esta permanezca firme durante la aplicación y conserve su posición durante la operación de lanzamiento del hormigón (una malla tipo gallinero es práctica). El curado debe ser logrado por un método de protección contra la evaporación (Ej. cubriéndolo con una lámina de plástico), para prevenir un secado rápido. Si se requiere de un hormigón resistente al frío/sales, se puede añadir una admisión de aire para que se le agregue a la mezcla. En algunos casos puede que sea necesario tomar algunas medidas de protección de la superficie. Hay dos procesos básicos para realizar el shotcrete o gunite:

- Un proceso con una "mezcla seca, donde el agua de la mezcla es adicionada a la boquilla donde la mezcla de cemento-arena es acarreada con aire comprimido a través de la manguera de suministro.
- Un proceso con una "mezcla húmeda" donde todo los ingredientes, incluyendo el agua, son mezclados antes de ingresar a la manguera de suministro.

(5) Método de Pre-relleno o Pre-Pack

Aplicable a Daños como: Desgaste/Expansión, Delaminación, Nidos de Piedra.

El método de pre-relleno (o agregado pre-colocado) es utilizado más ventajosamente en trabajos de reparaciones grandes, especialmente donde la colocación de hormigones normales es difícil de realizar.



Materiales Utilizados: Áridos gruesos, lechada de cemento

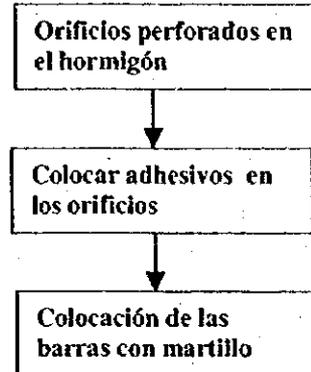
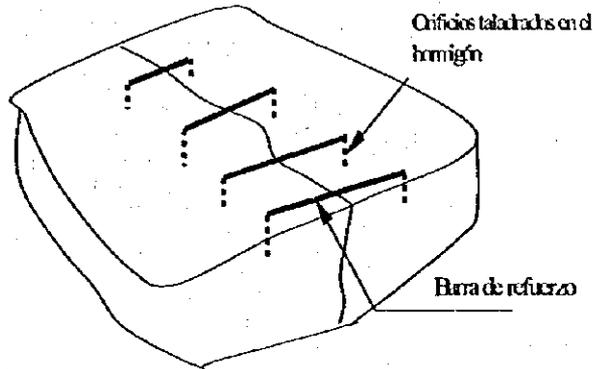
◆ Comentarios sobre el Método

El proceso consiste en remover el hormigón deteriorado usando martillos neumáticos manuales. Las grietas son inyectadas con lechada, luego se colocan barras de acero dentro del hormigón sano para asegurar a su vez las barras de refuerzo que controlan la retracción y la temperatura (generalmente 10mm dja. @ 150mm centrado, en dos direcciones ortogonales). Una forma es colocarlas alrededor del perímetro de las reparaciones, y luego un agregado grueso limpio (mínimos de 16 mm para secciones gruesas, y 12 mm para secciones delgadas) es colocado y compactado antes de bombear una lechada de cemento y arena especialmente diseñada dentro del agregado a través de una inserción especial ubicada en la cara de los moldajes. El árido grueso puede ser de cualquier tamaño adecuado, dependiendo del espesor de la reparación. Los tamaños normales varían de 20 a 40 mm.

El método del pre-relleno o pre-pack ofrece una baja retracción de secado debido a su contacto de punto en punto entre el agregado grueso y la alta resistencia de adherencia, características esenciales para todas las reparaciones de hormigón.

(6) Reforzamiento con Barras de Acero (Stitching)

Aplicables a Daños como: Grietas



Materiales Utilizados: Barras o pasadores de acero

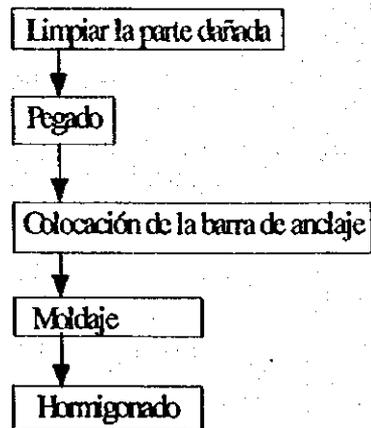
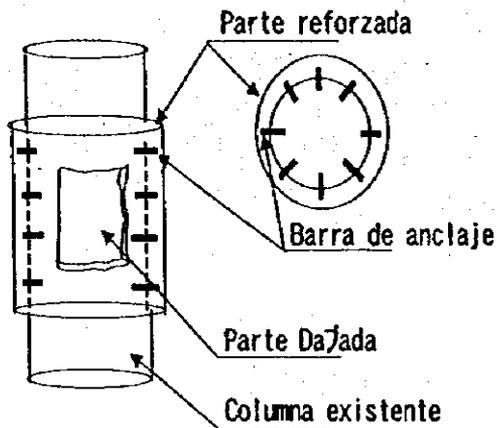
◆ Comentarios sobre el Método

Se realiza una especie de "suturas transversales" a través de las grietas en secciones del hormigón armado, tanto a lo largo de las grietas como también una serie de bandas alrededor de los miembros agrietados. Los refuerzos son colocados a lo largo de las grietas en ranuras apropiadas que posteriormente son adecuadamente shotcreteada. También son usados pasadores de acero (dogs) para "suturar" las grietas.

(7) Método de Reforzamiento o Jacketing

Aplicables a Daños como: Grietas

Este método de reforzamiento o jacketing involucra la sujeción de materiales externos por sobre el miembro de hormigón para brindar las características del rendimiento requerido y para restaurar el valor estructural.



Materiales Utilizados: Mortero, barras de anclaje, fibra de vidrio, plástico reforzado, ferrocemento, y polipropileno

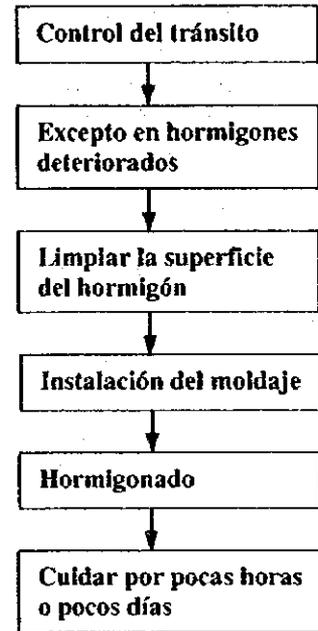
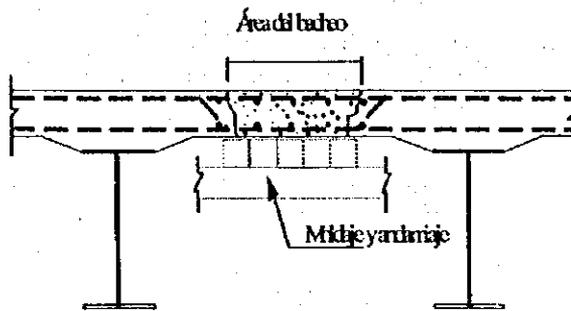
◆ Comentarios sobre el Método

Los elementos de reforzamiento o jacketing son asegurados al hormigón por medio de pernos y adhesivos, o por pegado con un hormigón existente. También pueden ser utilizados fibra de vidrio, plástico reforzado, ferrocemento, y polipropileno.

(8) Bacheo

Aplicable a Daños como: Grietas, Desgaste/Expansión, Eflorescencia, Nidos de Piedra.

Este es un tipo de "Reemplazo Parcial o a Profundidad de un Hormigón" utilizado para reparar baches, o fracturas en el hormigón.



Materiales Utilizados: Mortero, Hormigón Expóxico

◆ Comentarios sobre el Método

La remoción de hormigón dañado puede ser realizado por:

- métodos mecánicos
- métodos térmicos
- métodos químicos

En cuanto al método mecánico, los más usuales son:

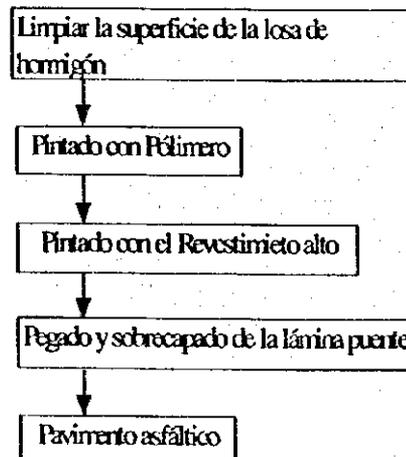
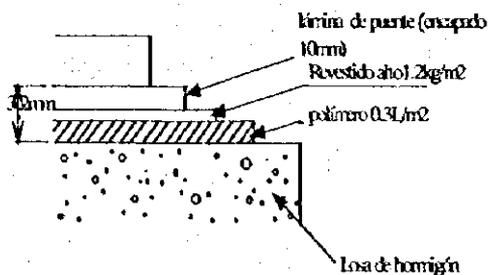
- cincelado
- con una fresadora
- con un chorro de arena a alta presión
- con agua a alta presión
- método de disparo de vapor a alta presión

(9) Método de Recubrimiento (Coating)

Aplicables a Daños como: Grietas, Desgaste/Expansión, Eflorescencia, Nidos de Piedra.

Este es un tipo de sistema de "membrana" de impermeabilización (para prevenir el ingreso de humedad). La superficie bituminosa provista de la "membrana" ha sido ampliamente utilizada en Europa y en el Noreste de los Estados Unidos alcanzando un rendimiento aceptable. Las ventajas de la "membrana" se basan en su fácil instalación y su costo relativamente bajo. Las desventajas son:

1. Deterioro prematuro de la sobrecapa bituminosa en áreas de altos volúmenes de tránsito y drenaje inadecuado.
2. Ampollas, causadas por la expansión del aire atrapado y vapor de agua después de la colocación.
3. Adhesión deficiente en las capas de protección en el área cercana a la junta de expansión.
4. Inestabilidad local debido a filtraciones y las ampollas.
5. Reemplazo de la membrana siempre que la superficie sea removida.



Materiales Utilizados: Mortero, Hormigón Epóxico

◆ Comentarios sobre el Método

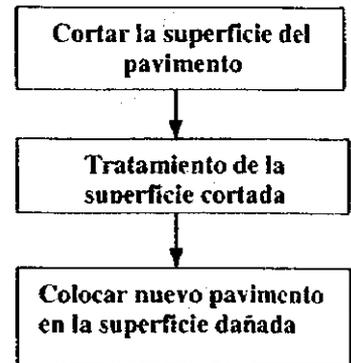
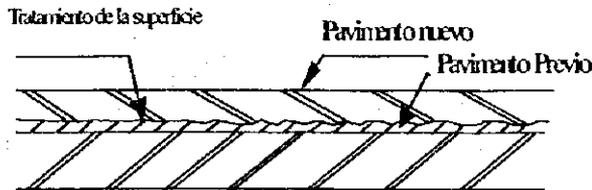
Se sugiere que el espesor mínimo del asfalto sobre la membrana sea de 65 a 80 mm, si es aplicado en dos ocasiones, la capa inferior debe ser más densa o más impermeable que la capa superior para prevenir acumulación de agua en la cama inferior.

(10) Reposición del Hormigón (Overlaying)

Aplicables a Daños como: Grietas, Desgaste/Expansión, Florescencia.

El sistema de protección debe ser efectivo, durable y razonablemente económico. Si el sistema es impermeable y mantiene los cloruros fuera de la losa o previene la corrosión de los refuerzos, es considerado efectivo. Si el sistema brinda protección efectiva por 5 a 10 años bajo condiciones moderadas de uso, puede ser considerado durable. Las siguientes son las alternativas de sistemas de protección overlay recomendados.

1. Hormigón de bajo asentamiento altamente denso
2. Hormigón modificado con latex
3. Sistema de membrana impermeable
4. Impregnación de Polímero al hormigón y Overlay de hormigón con polímero
5. Sello protector



Materiales Utilizados: Membrana, asfalto con membrana

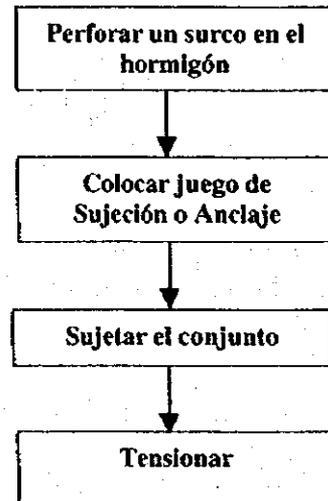
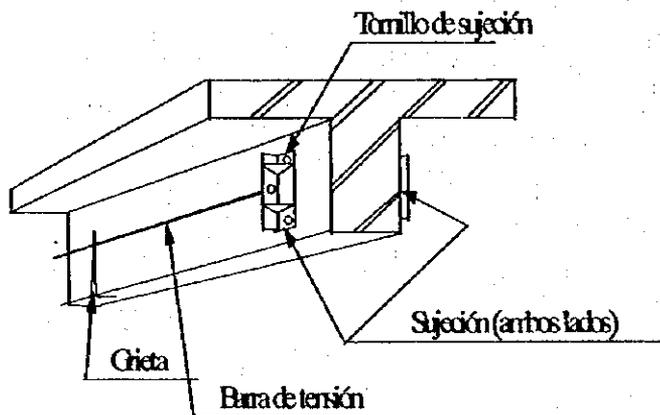
◆ Comentarios sobre el Método

Un sistema overlay de hormigón requiere un mínimo de 6 mm de escarificación sobre el tramo completo de la losa, y cada sistema requiere la remoción de todo el hormigón deteriorado al nivel de escarificación. Las membranas y sistemas overlay aplicadas a la losa de hormigón sujetas al deshielo o disolución de sales, han mostrado un buen rendimiento como retardador de la corrosión activa y como aislante de los agentes corrosivos tales como la humedad y el oxígeno. Sin embargo, la remoción del hormigón contaminado dará mejores resultados.

(11) Postensado Externo

Aplicables a Daños como: Grietas

Este método consiste en la reparación de grietas a través de la detención de su propagación utilizando el principio del Postensado.



Materiales Utilizados: Placas de acero, barras de refuerzo de acero, pernos o varillas de acero.

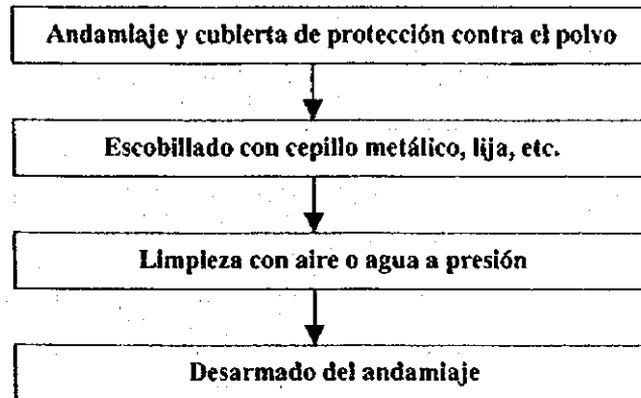
◆ Comentarios sobre el Método

Las grietas por flexión en el hormigón armado pueden ser detenidas e inclusive corregidas a través del método postensando. Las grietas son cerradas aplicando fuerza de compresión para compensar la tensión y adicionar una fuerza de compresión residual. Este método requiere el anclaje de una varilla (barras o cables) de tensión a los elementos de anclaje (ángulos sujetadores) pegados a la viga. Las varillas o cables son luego tensados girando la tuerca colocada en el dispositivo de anclaje.

Sin embargo, es necesario en ciertos casos críticos realizar al menos una verificación de tensión para cuidar cualquier efecto adverso posible.

(12) Escobillado

Aplicable a Daños como: Desgaste/Expansión, Eflorescencia.



Materiales y Equipos Utilizados: Lija, cepillo de acero, compresor de aire

◆ Comentarios sobre el Método

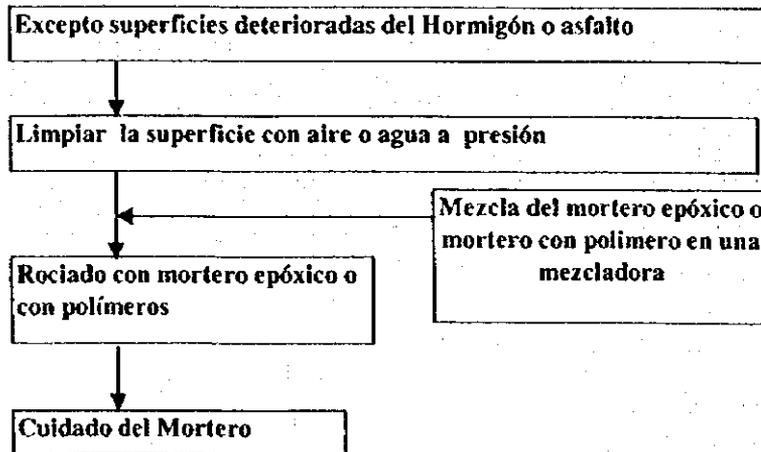
Este es uno de los sistemas más económicos de limpieza de la superficie del hormigón. No es efectivo para cualquier tipo de daño superficial.

(13) Reafinado o Re-alisado (Re-surfacing)

Aplicable a daños como: Eforescencia, Delaminación, Nidos de Piedra, Desgaste.

Existen muchos métodos de reafinado, de aquí en adelante, descritos como Overlay de Hormigón con Polímeros.

Un sistema de protección de overlay de hormigón con polímeros ha sido utilizado como un proyecto experimental en varios estados de los Estados Unidos de Norteamérica.



Materiales utilizados: Hormigón epóxico, hormigón con polímeros.

◆ Comentarios sobre el Método

El overlay consiste en una aplicación de una resina monómera a la superficie de la losa, seguida de una aplicación de áridos finos. El proceso es repetido hasta que se haya aplicado cuatro capas. El overlay es relativamente impermeable y resistente al deslizamiento. Generalmente, la resina es rociada sobre la losa, cubriéndola luego con el árido fino.

Después de la polimerización, el árido en exceso removido y el proceso es repetido hasta cuatro capas. Las cuatro capas forman un espesor de 12 a 15 mm. El sistema de overlay consiste de los siguientes pasos para cada capa.

1. Preparación de la superficie
2. Mezcla y aplicación de resina monómera
3. Aplicación de áridos finos y compactación
4. Polimerización de monómero y remoción de áridos en exceso.

2.2.2 Para Elementos de Acero

(1) Corrosión

◆ Origen y causas

El daño por corrosión ocurrirá en algún grado en todas las clases de aceros de los puentes y aumentará con el tiempo. Las vigas, vigas armadas o el ala superior de las vigas de piso o incrustadas en contacto con el hormigón contaminado con cloruros crean un medio ambiente propicio para que el acero entre en corrosión. La sección completa de una viga en la ubicación de las juntas pueden sufrir una corrosión severa causada por la filtración e intrusión de agua salada.

◆ Procedimientos de Reparación

En el caso usual, una aplicación de pintura proporcionará la protección contra la corrosión mientras se realiza también la apariencia de la estructura. El costo inicial, método de aplicación y la durabilidad son factores determinantes en la elección. La obra de reparación consiste en la preparación de la superficie, primer recubrimiento y recubrimiento final. Los manuales apropiados y las provisiones especiales usualmente perfilan los detalles incluyendo los materiales, limpieza, preparación y aplicación.

① Limpieza

Los limpiadores mecánicos o solventes se indican esencialmente para el buen funcionamiento de las superficies recubiertas donde se dan de baja o se puede remover la pintura con un cepillo metálico y un solvente puede remover los residuos de aceite o grasa. Para pequeñas áreas degradadas o corroídas, una combinación de limpieza mecánica y limpieza con aire seco llevará a cabo la preparación deseada. La limpieza con un chorro a presión (blast cleaning) consiste de una limpieza húmeda o seca de la totalidad de la superficie metálica con el propósito de remover todo el recubrimiento previo y cualquier costra delaminada, suelta o pobremente adherida y corroída. Finalmente, una limpieza profunda (near white) un proceso de varios pasos que remueven el recubrimiento previo, la corrosión y la pintura delaminada hasta alcanzar el metal.

② Recubrimiento inicial y final

El primer recubrimiento puede ser un zinc orgánico o inorgánico, una masilla epóxica, o un alquitrán de carbón epóxico. El recubrimiento de zinc requiere limpiar la superficie profundamente (near white). El recubrimiento de zinc orgánico asegura una buena adherencia a la superficie y usualmente requiere de cubiertas superficiales. El recubrimiento de zinc inorgánico crea una adherencia química con la superficie de acero, y proporciona una buena protección sin la necesidad de una cubierta superficial cuando es aplicada una película seca de espesor de alrededor de 4 micrones (4μ). Las primeras cubiertas epóxicas (masilla y alquitrán de carbón) deberían ser aplicadas sobre una superficie sana previamente recubierta. El recubrimiento de alquitrán de carbón epóxico se puede usar también en un metal descubierto.

Los recubrimientos finales pueden ser de vinilo, epóxico, latex, acrílico, o uretano. Esos recubrimientos pueden alcanzar varios grados de brillo, y se encuentran disponibles en una variedad de colores. Estas deberían ser aplicadas y dirigidas por los fabricantes o suministradores.

③ Procedimiento para la Reparación de las Vigas de Acero Corroídas

La viga es reemplazada cortando la parte dañada y reemplazándola con una nuevo perfil o una placa de sección compuesta. Todas las vigas deben ser levantadas simultáneamente si van a ser reemplazadas o no. El procedimiento de construcción involucran los siguientes pasos.

1. Quitar la carga en los apoyos por gatos bajo la sección resistente de las vigas.
2. Cortar la sección corroída.
3. Soldar la nueva sección dentro del lugar usando la soldadura total penetrante. La nueva sección puede ser una sección con un perfil conveniente o ser fabricada en el taller con otros perfiles convenientes.
4. Bajar el tramo sobre el apoyo y revisar por cualquier daño
5. Retirar el equipamiento de los gatos y otros soportes provisionarios.

(2) Reparación del Daño por Fatiga

La fatiga debe ser considerada como un problema potencial. Antiguos puentes fueron inicialmente diseñados para vehículos livianos bajo las especificaciones sin suministrar fatiga. Esos puentes pueden ahora tener miembros o elementos caracterizados por una fatiga crítica y sujetos a altos rangos de esfuerzos bajo camiones pesados. Además, los procedimientos de reparación del pasado utilizaban la soldadura y las técnicas relacionadas, que no consideraban los efectos de la fatiga. A menudo la soldadura es utilizada para una obra de reparación puntual expedita, pero en algunas circunstancias ha resultado en una corta vida de resistencia a la fatiga para el puente.

El ciclo de la fatiga de un elemento determinado, es relativo al número de ciclos de carga que se pueden soportar antes de la fatiga. Esto está dado por el rango de esfuerzos en el que el elemento es sometido durante el proceso de carga. Emergen, de este breve comentario, las siguientes conclusiones: la resistencia a la fatiga de un miembro o elemento es gobernado por los esfuerzos de las cargas vivas, además determinan el rango de esfuerzo en que la carga viva es esencial para calcular la vida resistente a la fatiga del miembro. Por otro lado, si la resistencia del miembro es controlada por los esfuerzos que genera la carga muerta, la fatiga proporcionada es difícil de determinar.

De este modo, el concepto de seguridad aplicado en el diseño a la fatiga es marcadamente diferente al concepto aplicado en muchos diseños de resistencia estática, usualmente basados en las condiciones esperadas más desfavorables a que ocurran durante la vida de servicio del puente. El diseño a la fatiga, por el contrario, está basado en las condiciones típicas que ocurren frecuentemente, ya que se requieren muchas aplicaciones repetitivas para causar falla. En los diseños a la fatiga, las condiciones de esfuerzo admisible están relacionadas al diseño particular de las cargas vivas, y excediendo esas condiciones admisibles, simplemente acortan la vida de servicio más que la causa inmediata de falla.

(3) Daño por Impacto

Las vigas laminadas y las vigas armadas en las superestructuras, son a veces dañadas por el sobre peso de los vehículos en contra el puente. Este daño es a menudo muy severo, llegando incluso a restringir el tránsito sobre el puente o a cerrarlo al tránsito hasta que el daño sea reparado. En estructuras sobre cursos de agua, el mismo tipo de daño por impacto puede ocurrir debido al paso de escombros o hielo durante los periodos de crecidas. A través de las vigas armadas de los puentes, el ala superior, atiesadores verticales y las riostras angulares están también sujetos al daño por el tránsito del camino.

Cualquier grieta o fractura en la viga de acero debería ser considerada un signo de serio peligro, y ser abordada con una inmediata acción correctiva. Es muy frecuente a lo largo del tiempo el visualizar una grieta, lo que se traduce en que el miembro puede estar cercano a la falla.

La reparación del daño debido a una colisión, si es causado por el tránsito o escombros, es a menudo muy difícil y puede implicar el reemplazo de la viga en casos extremos. Si no presenta grietas o no está rota (es decir que sólo presenta daños menores), puede ser reparada por una máquina que mecánicamente la enderece. No deberían permitirse ni las muescas o ranura menores (producidas por accidentes), ya que ellos pueden elevar los esfuerzos locales y muchas veces propagan las grietas.

(4) Enderezamiento de Vigas o Vigas Armadas por calor

◆ Daño usual

El daño más común causado por un vehículo a las vigas o vigas armadas se manifiesta como un pandeo lateral del ala inferior acompañado en ciertas ocasiones de una rotación angular si la viga está compuesta con la losa. Los diafragmas y arriostamientos laterales inferiores pueden también sufrir daño con forma de dobleces.

◆ Apoyos de Vigas Armadas Suplementarias

Durante el proceso de enderezamiento por calor, la resistencia de las vigas armadas es temporalmente degradada debido al calor, por lo que la carga viva no debe ser aplicada en la viga armada durante el calor y el enfriamiento. Si los esfuerzos de las cargas muertas son significativos, puede ser necesario utilizar un gato para reducir este esfuerzo a valores insignificantes.

◆ El Proceso de Enderezamiento

El enderezamiento es usualmente implementado en una secuencia contraria a la anterior que tomó lugar cuando el daño ocurrió. Debería partir con los componentes fuera del punto de impacto, tal como los diafragmas y los arriostamientos laterales. Cuando esos componentes estén doblados más allá del límite elástico, se debería introducir primero un enderezamiento parcial para permitir enderezar la viga armada. Los miembros secundarios pueden ser restaurados mediante flama, calor o enderezamiento mecánico, o una combinación de estos. Sin embargo, el enderezamiento por flama es recomendado porque no causa una degradación del acero. El proceso de enderezamiento por flama para los miembros secundarios es como en los componentes principales. Sin embargo, debido a que de las diferentes perfiles involucrados y sus orientaciones, el patrón del calor podría ser diferente.

2.2.3 Para Elementos de Madera

Los daños accidentales o normales en la de madera de los elementos del puente pueden variar entre madera fragmentada, astillada, deformada, grandes roturas longitudinales, o miembros pandeados y encorvados. Este último daño es normalmente causado por la colisión y la sobrecarga. El daño debido al fuego es usualmente completo y solamente existe la opción de su reemplazo total. La presencia de superficies bituminosas pueden complicar la inspección de los tableros de madera, seguido de un daño accidental. En estos casos la superficie bituminosa debería ser removida en el área seleccionada y poner especial atención en las condiciones de la parte inferior del tablero. Los procedimientos de reparación se pueden confinar a la reparación de las roturas o grietas de los miembros de madera, y estos pueden involucrar el reemplazo completo del miembro.

2.2.4 Fundaciones

(1) Socavación

El riprap (colocación de rocas para protección) es un procedimiento típico de reparación para las zapatas de cepas apoyadas sobre pilotes de fundación afectados por socavación. Se coloca una sub-zapata de hormigón que envuelve a la zapata original proporcionando una completa protección a la zapata y los pilotes, restaurando la interacción estructural con el sistema del suelo. Esta reparación puede ser realizada en etapas, involucrando la construcción de ataguías alrededor de la cepa, entubamiento para extraer el agua, y la instalación de moldajes para la sub-zapata. El hormigón es vaciado y vibrado para llenar el espacio completamente. La rocas (riprap) son usualmente ubicadas después de que se ha sacado la ataguía, y funcionan como protección para la nueva fundación. Dónde sea posible, esta protección no debería prolongarse por encima del lecho original porque puede actuar como obstrucción al flujo del río.

(2) Asentamiento

Comúnmente las fundaciones cargan el suelo bajo ellas. La deformación elástica ocurre rápidamente y usualmente es pequeña de manera que puede ser despreciada en el diseño. Los cambios volumétricos asociados con la reducción en el contenido de agua del subsuelo (usualmente referido a la consolidación) pueden ser estimados y medidos. La consolidación del asentamiento ocurre en todos los suelos. En suelos cohesivos, el proceso de consolidación es rápido y normalmente no se distingue el asentamiento. La consolidación del suelo cohesivo puede ser un proceso largo. Varias cargas pueden tener efectos significativos en la magnitud del asentamiento o el desplazamiento lateral del suelo. Entre los factores que influyen en este proceso están:

- (1) la razón de sostenimiento de carga a carga total;
- (2) la duración del sostenimiento de las cargas; y
- (3) el intervalo de tiempo sobre el cual el asentamiento o los desplazamientos laterales ocurren.

La consolidación del asentamiento en suelos cohesivos es dependiente del tiempo, con lo que las cargas transitorias tiene un efecto despreciable. En suelos cohesivos sin embargo, y dónde la permeabilidad es alta, la deformación elástica del subsuelo debido a las cargas transitorias puede ocurrir rápidamente. Ya que la deformación en los suelos cohesivos también toman lugar durante la construcción, así como las cargas aplicadas, parte de la totalidad del asentamiento puede ser acomodado por la estructura a una extensión compatible con el método de construcción. En el mismo contexto, el asentamiento debido a las cargas transitorias puede ser significativo en suelos cohesivos. En el caso de pequeños asentamientos, hay un método de reparación que adicionalmente coloca una estructura sobre la infraestructura, y entonces ajusta el nivel del camino. Si se piensa en rehacer completamente la estructura, es mejor considerar el reemplazarla.

Referencias

- 1) "Bridge Inspection Manual" editado por el Ministerio de Construcción del Japón.
- 2) "Bridge Strengthening and Rehabilitation" 1996 por Prentice Hall PTR, Inc. A Simon & Schuster Company Upper Saddle River, New Jersey 07458.
- 3) "Bridge Inspector's Training Manual/90, July 1991, editado por el U.S. Department of Transportations. Federal Highway Administration.