GRUPO TECNICO EJECUTIVO
GESTION DE RIESGO DE DESASTRES
Experiencias de incorporación de GRD en el desarrollo de infraestructura: Caso en Japón

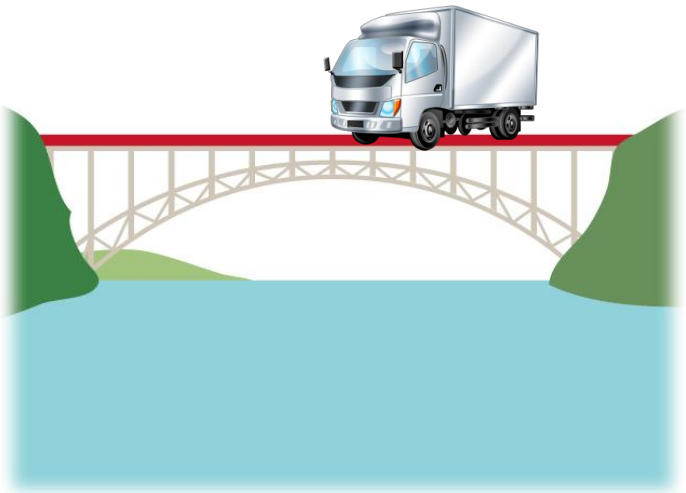
Ing. Masanobu Shimosaka, PE(jp), PMP

ÍNDICE

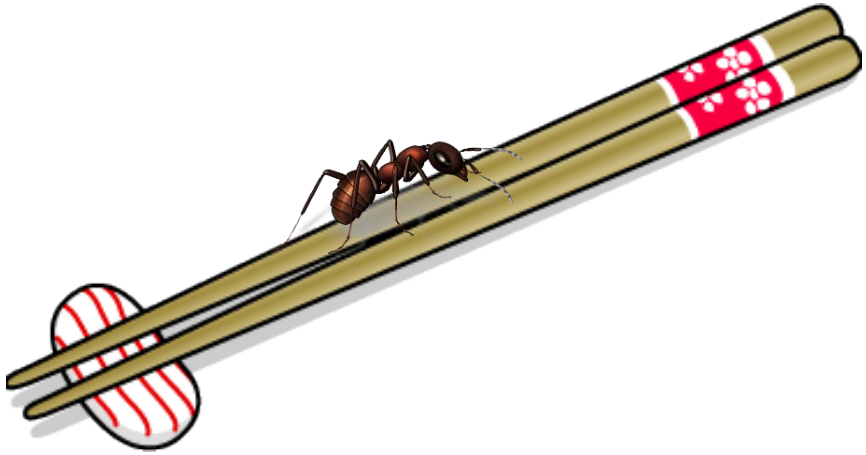
1. Introducción
2. Procedimiento de desarrollo de infraestructura y gestión de riesgo de desastres naturales
    1. Planificación de la ruta vial
    2. Definición de criterio de diseño
    3. Evaluación de infraestructura existente
3. Conclusiones

Puente vs Palillos

橋[HASHI]



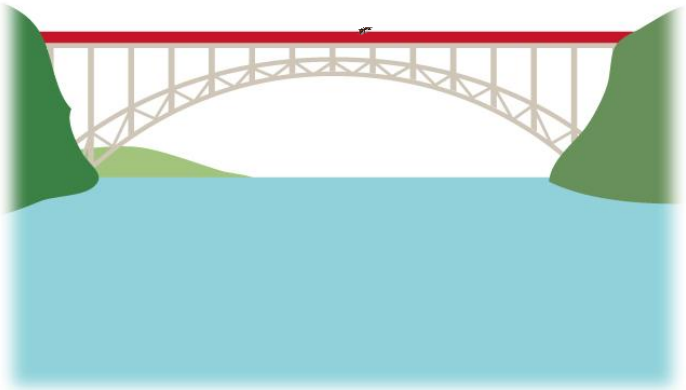
箸[HASHI]



Para que diseñar?

Puente vs Palillos

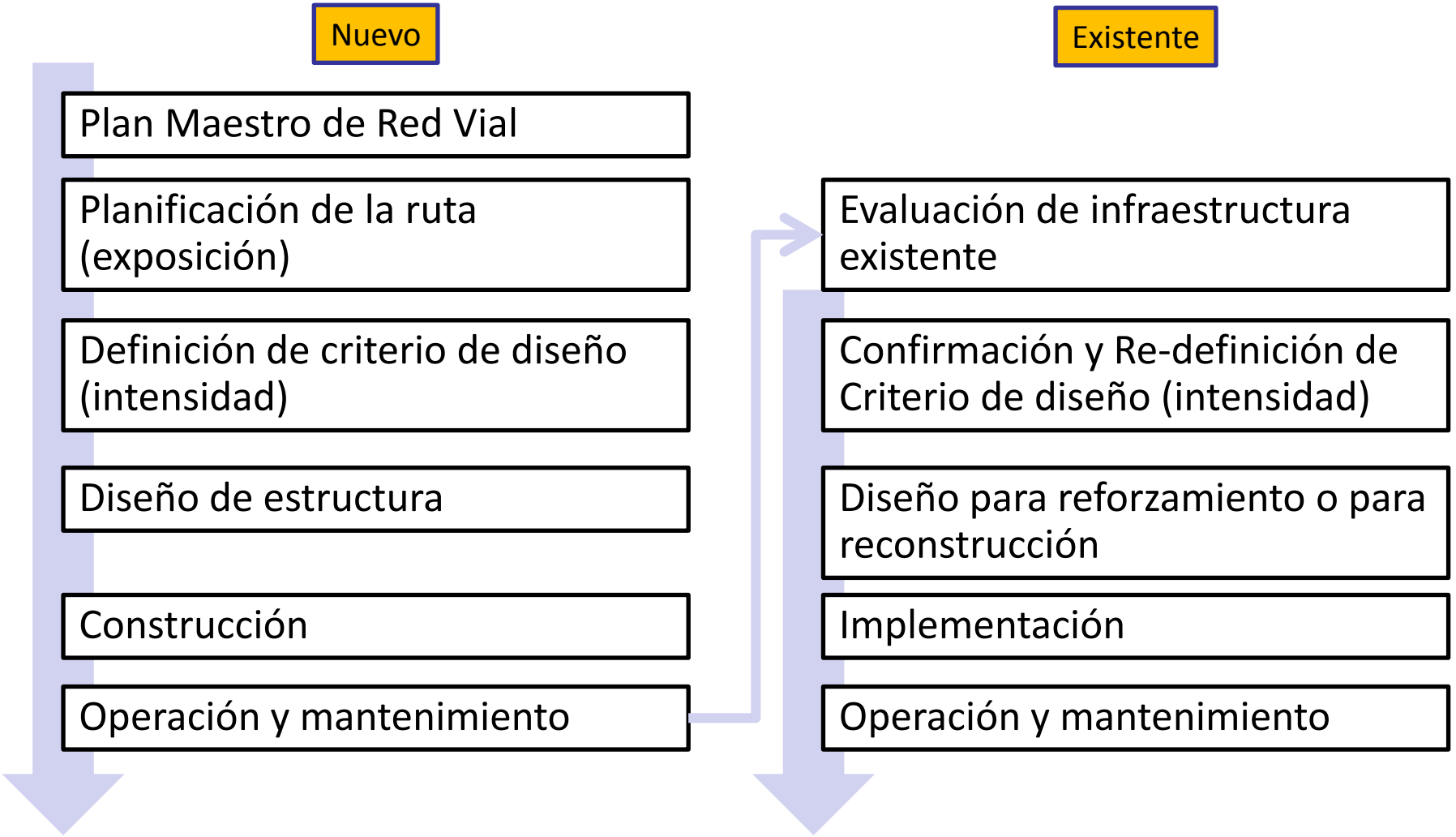
橋[HASHI]



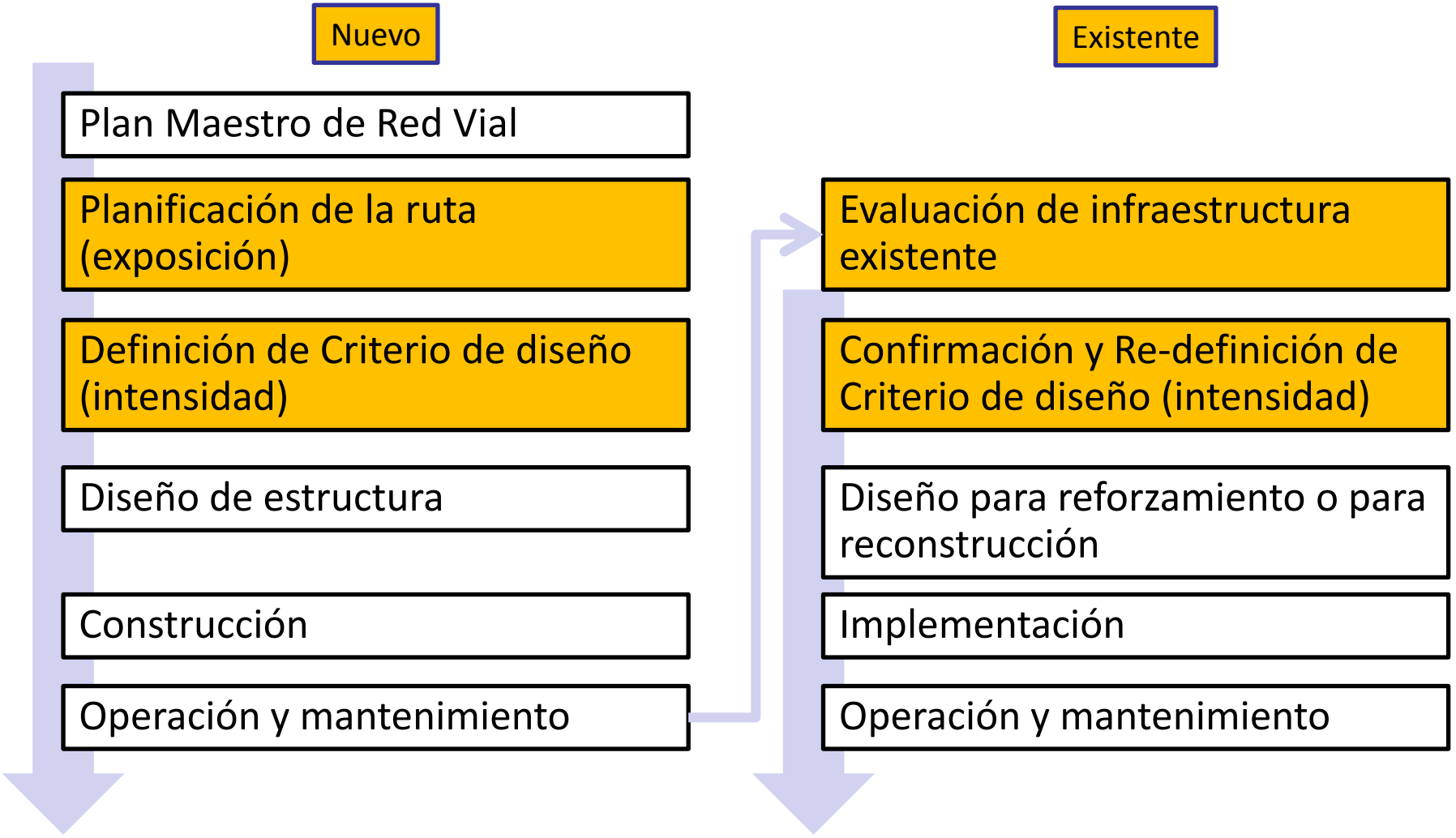
箸[HASHI]

Para que diseñar?

Procedimiento de desarrollo de infraestructura y gestión de desastres naturales (caso de diseño de un puente vial sobre rio)

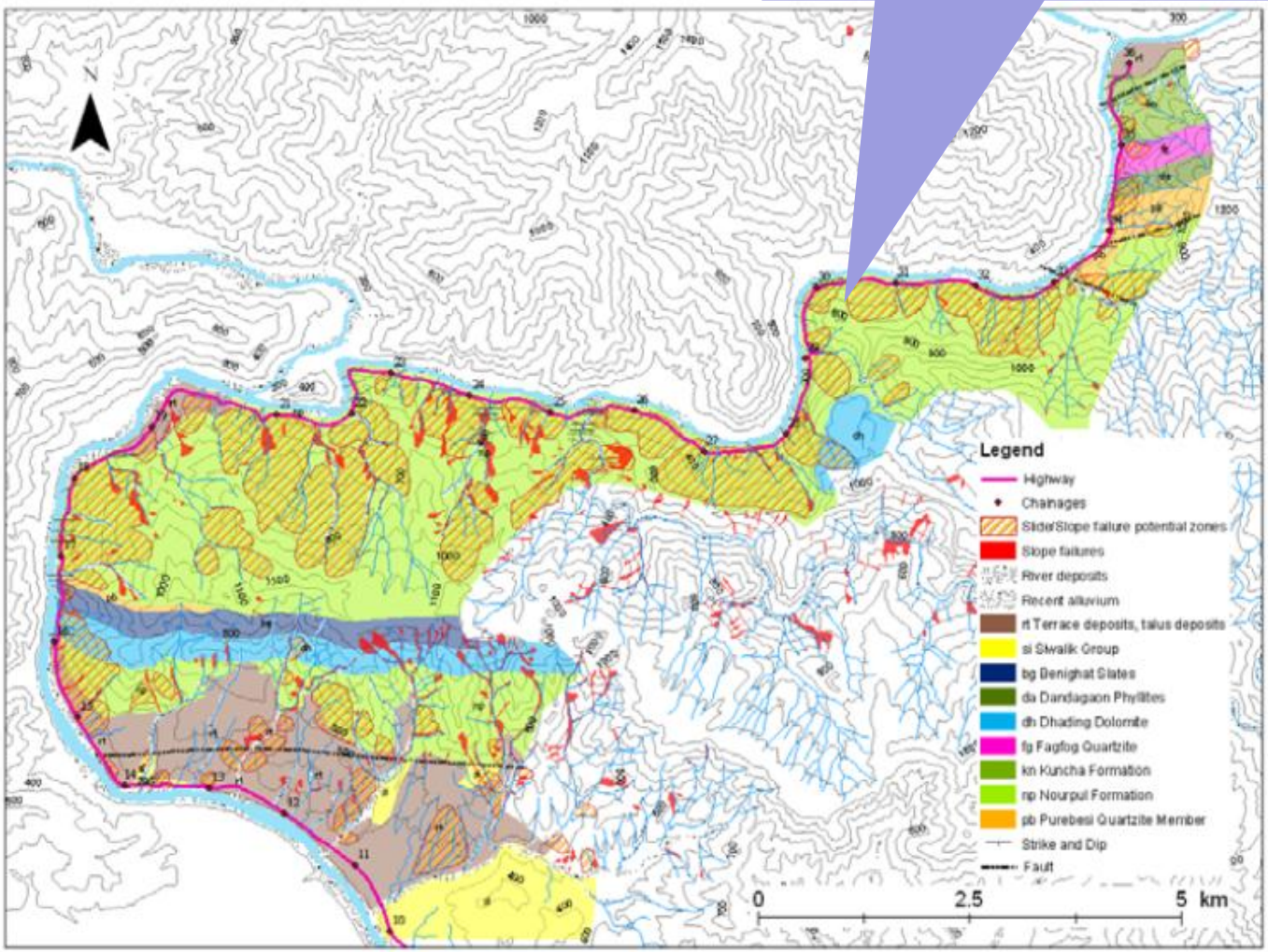


Procedimiento de desarrollo de infraestructura y gestión de desastres naturales (caso de diseño de un puente vial sobre rio)

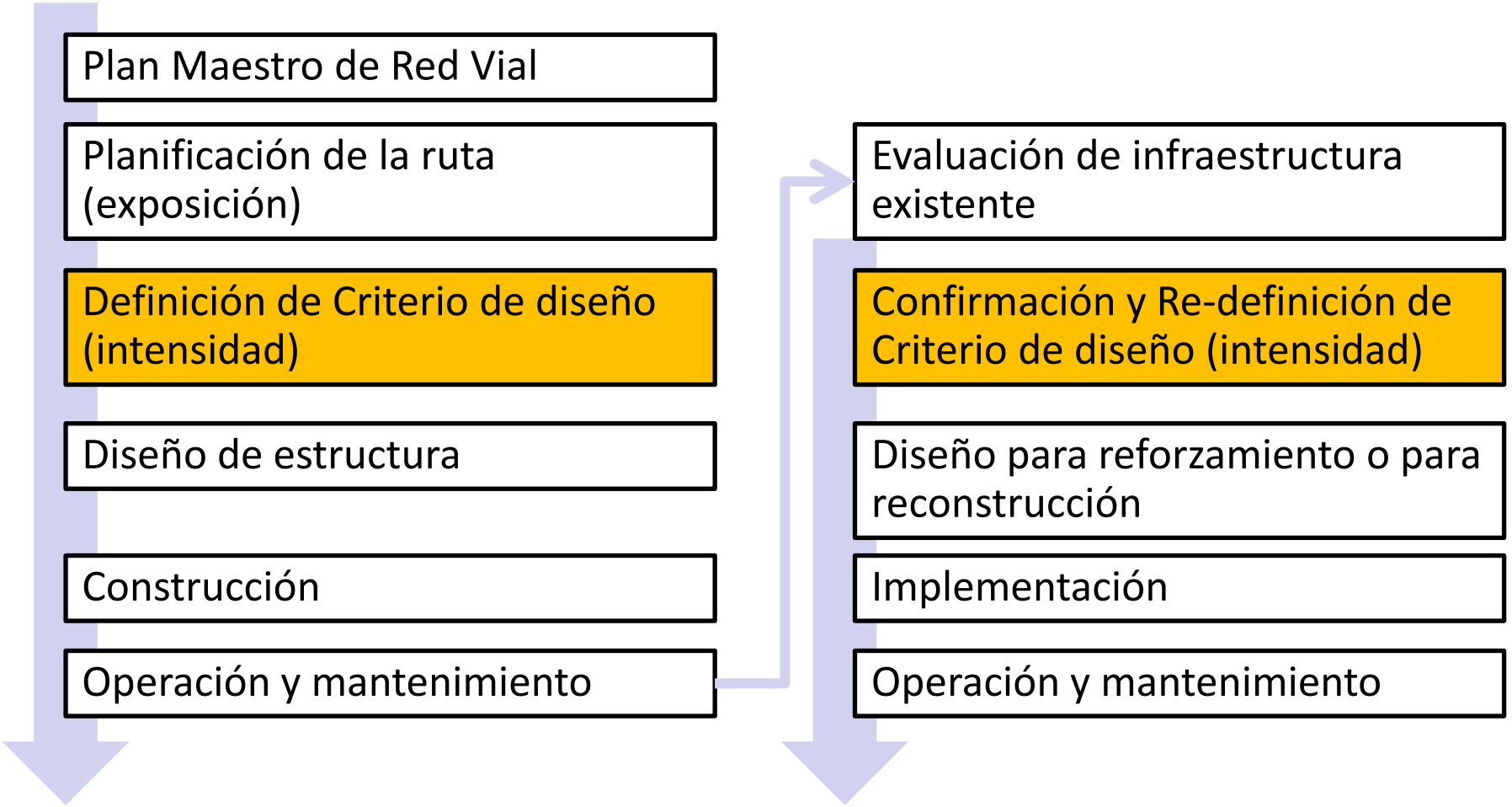


Planificación de la ruta vial

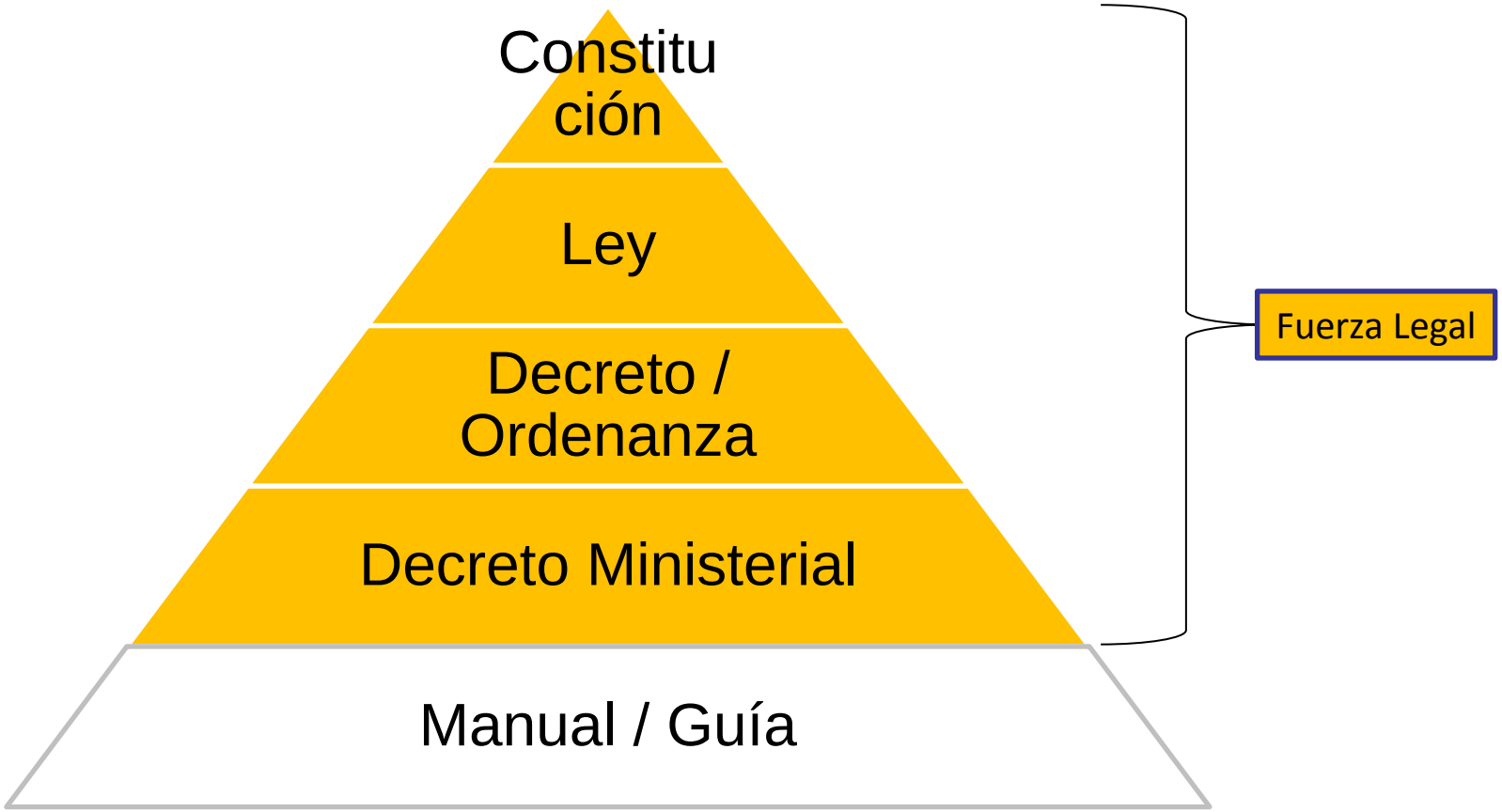
Uso de mapa de amenaza



Procedimiento de desarrollo de infraestructura y gestión de desastres naturales (caso de diseño de un puente vial sobre rio)

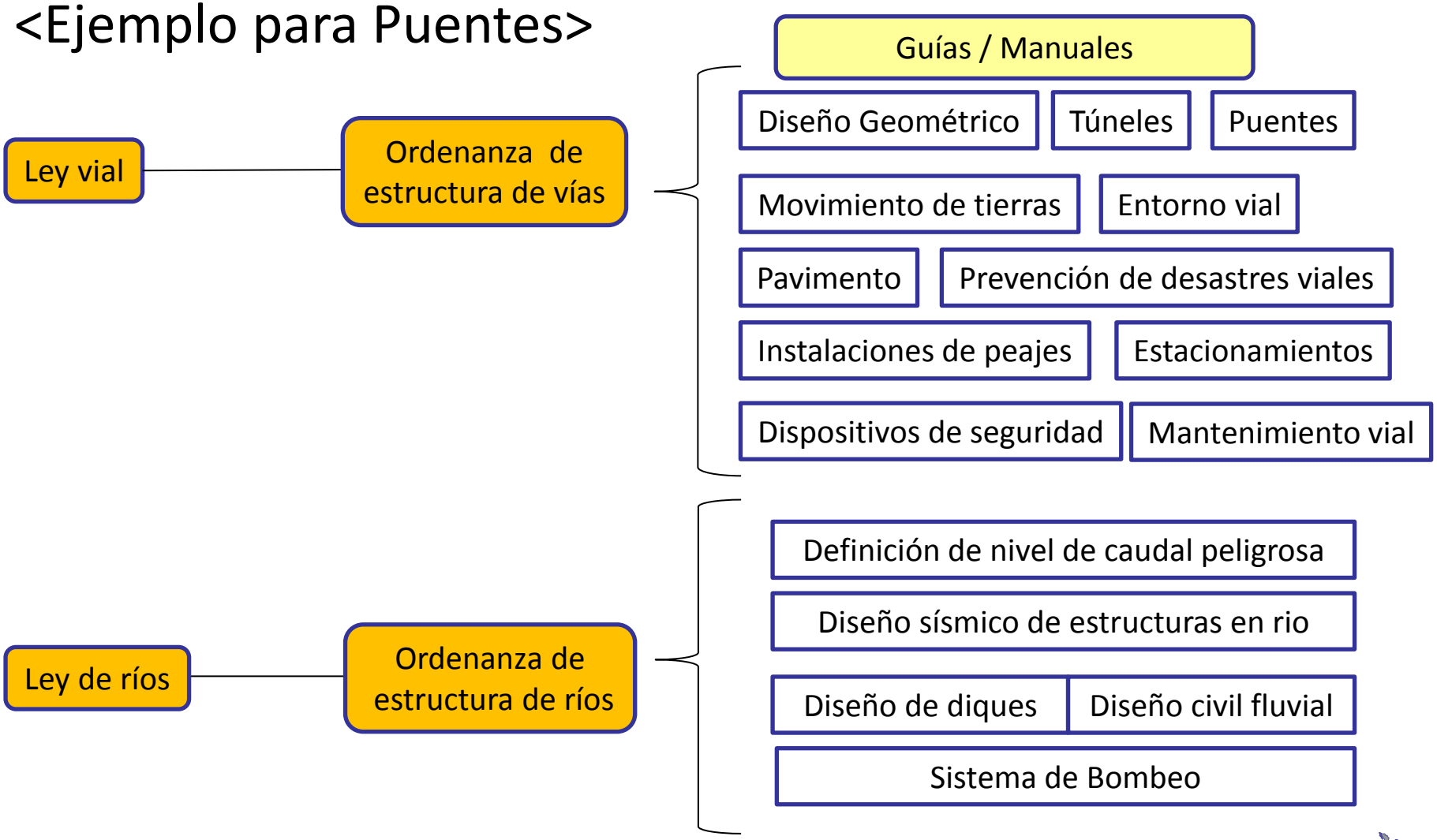


Marco Legal


Constitución
Ley
Decreto / Ordenanza
Decreto Ministerial
Manual / Guía
Fuerza Legal

Legislación y sistema de códigos de diseño del Japón

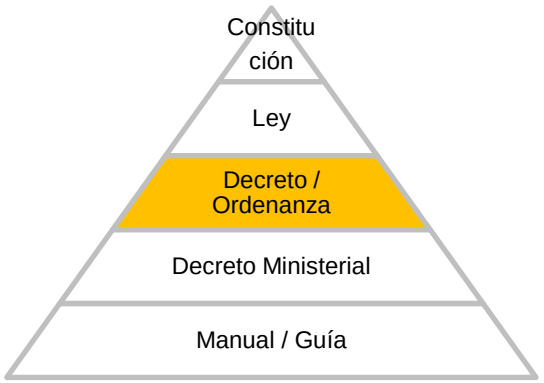
<Ejemplo para Puentes>



Clasificación de carreteras en el Japón

	Rural	Urbano
Autopistas / Vías de acceso controlado	Tipo 1	Tipo 2
Otros	Tipo 3	Tipo 4

Categoría de carreteras	Tipo de terreno	Volumen de tráfico planeado			
		30,000>	30,000> 20,000	20,000> 10,000	Menos de 10,000
Autopistas	Plano	Tipo 1-1	Tipo 1-2	Tipo 1-2	Tipo 1-3
	Montañoso	Tipo 1-2	Tipo 1-3	Tipo 1-3	Tipo 1-4
Vías de acceso controlado	Plano	Tipo 1-2	Tipo 1-2	Tipo 1-3	Tipo 1-3
	Montañoso	Tipo 1-3	Tipo 1-3	Tipo 1-4	Tipo 1-4



El criterio debe ser igual o diferente?

Foto por KimonBerlin

La Ley establece requerimientos mínimos
Cada gobierno local complementa con manuales

El criterio debe ser igual o diferente?

Laos

Tailandia

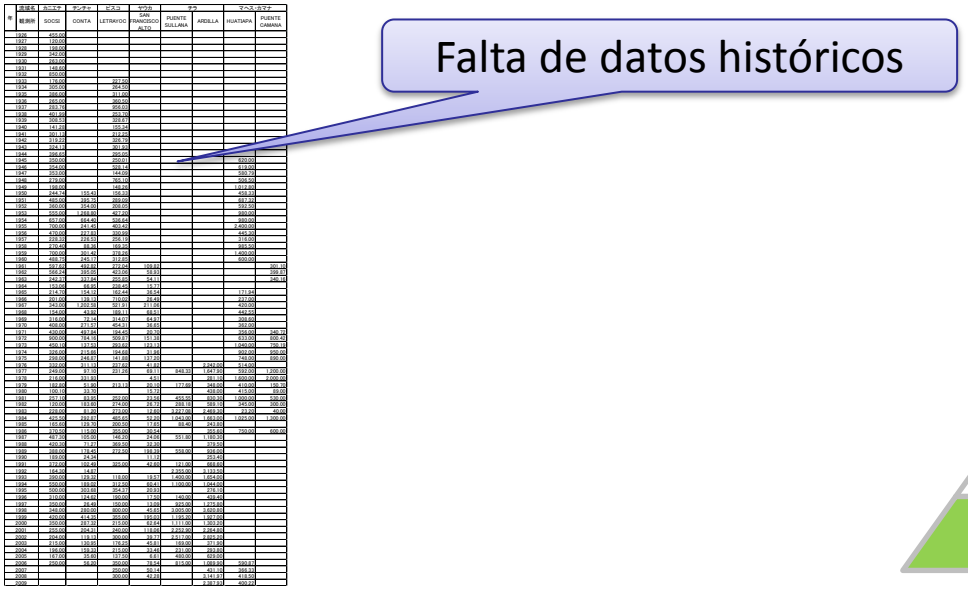
Aplicar criterio mas conservador en puente internacional

Definición de caudal de diseño

- En Japón el plan de desarrollo de cuencas está regido por la ley de ríos.
- La descarga de diseño está definida en base a una estimación probabilística utilizando información histórica de muchos años.

Prácticas japonesas fuera del Japón

- Re-iteración entre la estimación probabilística y los datos históricos



Falta de datos históricos

Periodo de Retorno

Drenaje superficial	Alcantarillado	Puentes
3 años	5 – 10 – 30 años	50 – 100 – 200 años

Cambios en las condiciones de diseño sísmico

Año	Título	Carga de Diseño Sísmico
1926	(Borrador) Detalles de estructura vial	Carga sísmica por máxima fuerza sísmica local
1939	(Borrador) Especificaciones para el diseño de puentes de acero	H=0.2g / V=0.1g
1956	Especificaciones para el diseño de puente de estructuras metálicas	H=0.35 ~ 0.10 / V=0.1
1964	Especificaciones para el diseño de puente de estructuras metálicas	H=0.35 ~0.10 / V=0.1
1971	Directrices para el diseño de puentes viales	H=0.2 + coeficiente de ajuste (ubicación / estrato) + espectro de respuesta sísmica
1980	Especificaciones para puentes viales (vol. Diseño sísmico)	H=0.2 + coeficiente de ajuste (ubicación / estrato / estructura) + espectro de respuesta sísmica
1990	Especificaciones para puentes viales (vol. Diseño sísmico)	Revisión de valores de coeficientes
1996	Especificaciones para puentes viales (vol. Diseño sísmico)	Dos niveles de sismos (sismos frecuentes durante periodo de servicio/ sismos poco frecuentes con alta intensidad)
2001	Especificaciones para puentes viales (vol. Diseño sísmico)	Dos categorías de puentes

Cambio del método y criterios de diseño después del sismo de Kobe

Se empleó un nuevo enfoque de diseño con el diseño sísmico basado en el análisis de la incidencia. El proceso de revisión tomó 5 años a partir de la ocurrencia del evento sísmico.

1995.1 Terremoto de Kobe	→	2000.6 Recomendación 1: 2 niveles del movimiento del suelo Recomendación 2: Emplear diseños basado en el desempeño de las estructuras

→ ***Nuevas condiciones y criterios de diseño***

Colapso de una sección de 635 metros de un puente conformado por estribos individuales
(Fuente: Registros del los desastres que dejó el gran terremoto de Hanshin-Awaji del año 1995
Editado por el Instituto de Arquitectura de Japón y la Sociedad Japonesa de Ingenieros Civiles)

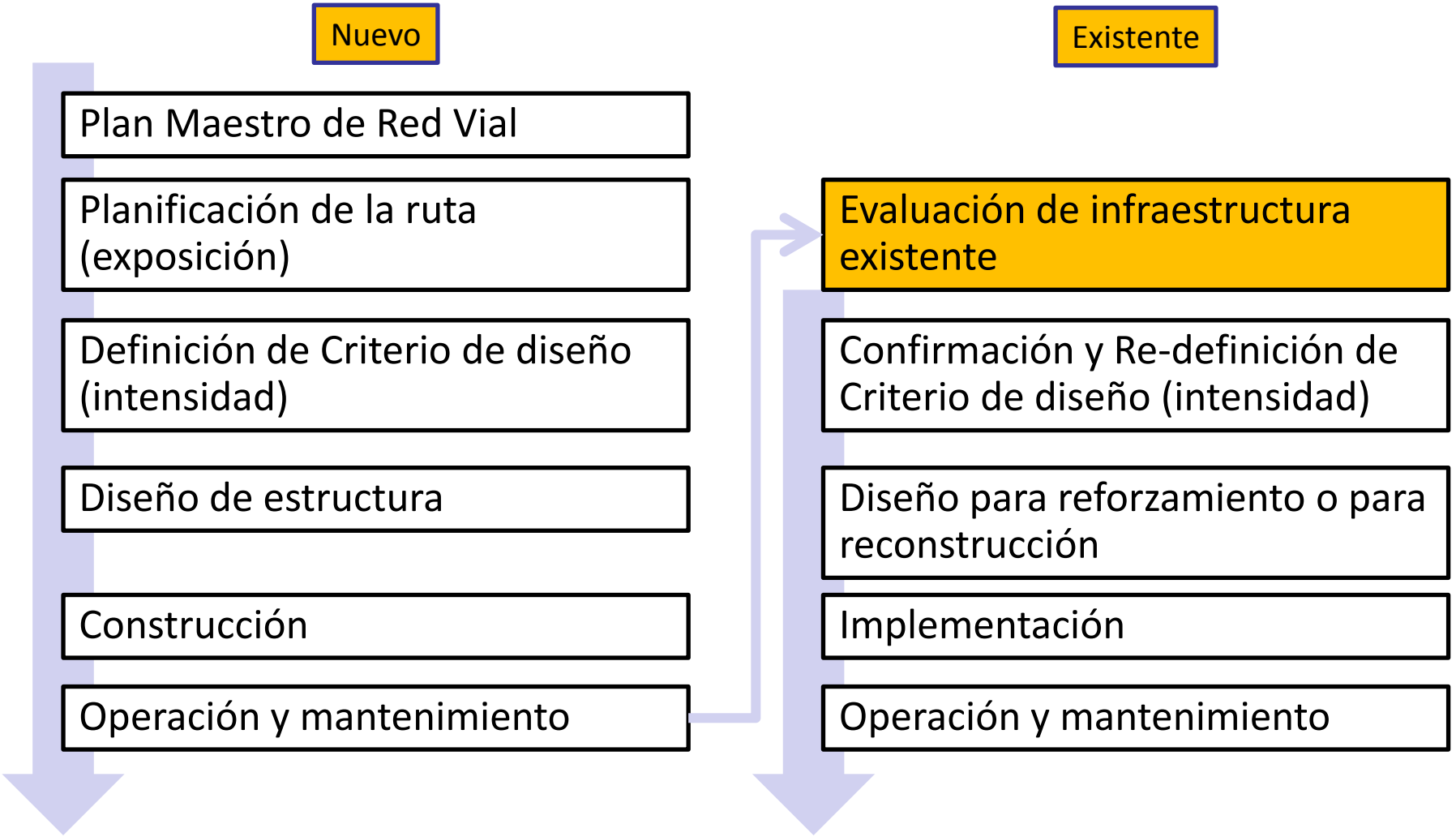
Diseño sísmico

~ Combinación de nivel sísmico y desempeño la estructura~

Nivel Sísmico \ Desempeño	Utilizable	Recuperable	No fatal
Nivel 1 (alta frecuencia de ocurrencia/ baja intensidad)	Tipo A and B		
Nivel 2 (baja frecuencia de ocurrencia/ alta intensidad)		Tipo B	Tipo A

Puente Tipo A: Importancia normal
Puente Tipo B: Muy importante

Procedimiento de desarrollo de infraestructura y gestión de desastres naturales (caso de diseño de un puente vial sobre rio)



Inspección para la prevención de desastres

En 1996, un año después del terremoto de Kobe (1995), el Ministerio de Territorio, Infraestructura, Transporte y Turismo (MLIT) establece el manual de inspección de la infraestructura para la prevención de desastres. La inspección se realiza para identificar los posibles daños y perjuicios que podrían ocurrir a **terceros**. La hoja de inspección está incluido en el manual y se utiliza para el seguimiento y la priorización de la inversión.

Infraestructura Vial	Detalle de inspección
Corte de taludes (Cut slope)	Inspección visual de la superficie de la carretera, inspección micro visual, sonido al golpear, etc.
Terraplenes (Embankment)	Inspección visual de la superficie de la carretera, inspección micro visual, inspección al pie de la pendiente, etc.
Anclajes de sostenimiento (Ground anchor)	Inspección visual de la superficie de la carretera, inspección micro visual, palpación, sonido al golpear, etc.
Muros de contención, recubrimiento con rocas, estructuras de control de avalanchas de nieve, protección para caídas de rocas y otros tipos de estabilizaciones de taludes.	Inspección visual de la superficie de la carretera, inspección micro visual, sonido al golpear, etc.
Alcantarillado (Culverts)	Inspección micro visual, sonido al golpear, etc.

http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/pdf/roadstock11.pdf (Japonés)

Inspección de puente existente

Ejemplo de inspección detallada

Condiciones ambientales de los ríos (Vista en planta)

General geomorphology
Historical change of river course
Narrow portion in river course
Bridge length shorter than river width
Position of bridge foundation in river
Crossing Angle (CA) of bridge foundation against flow direction
River bank protection by revetment

Condiciones ambientales de los ríos (Sección transversal)

Type of substructure
Embedment of foundation into bedrock
Depth Ratio (DR: Depth of embedment/ width or diameter of foundation)
River foundation protection for scoring
Dominant river materials
Existence of drift wood and/or garbage

Condiciones ambientales de los ríos (Perfil longitudinal)

Difference of riverbed slope gradient (DEG) at bridge, in comparison of around 100 m length of upstream and downstream areas
Height (H) of falling works or falling head

Daños al puente

Damage (such as open cracks, scouring) on substructure (for collapsed bridges, before disaster situation)
Damage (such as open cracks) on superstructure (for collapsed bridges, before disaster, situation)

Ejemplo de pruebas no destructivas

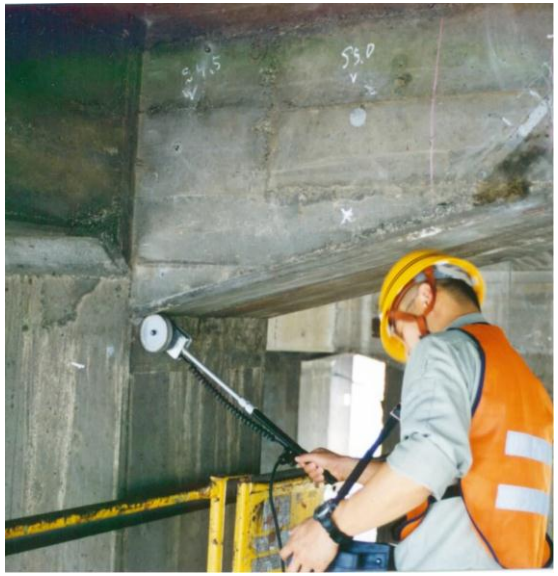
Sondeo de las armaduras por inspecciones no destructivas

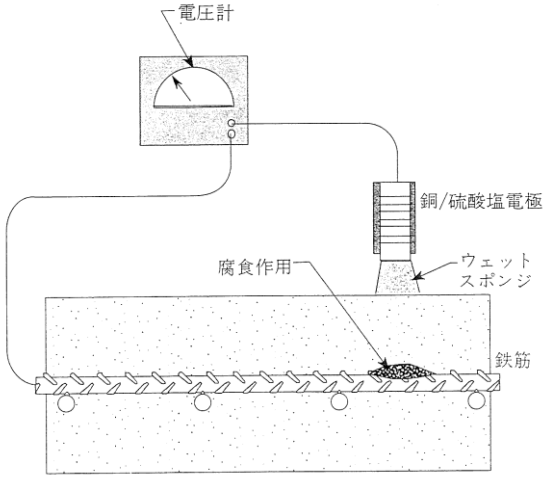
Medición por radar electromagnético

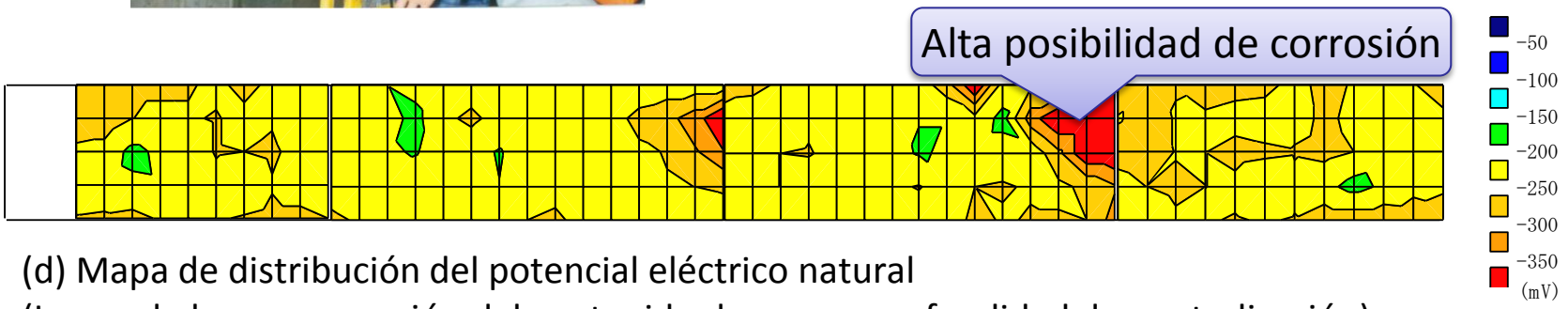
Técnica de inducción electromagnética

Ejemplo de pruebas no destructivas

Investigación del nivel de corrosión de las armaduras por la técnica del potencial eléctrico natural







(d) Mapa de distribución del potencial eléctrico natural
(Luego de la compensación del contenido de agua y profundidad de neutralización)

ÍNDICE

1. Introducción
2. Procedimiento de desarrollo de infraestructura y gestión de riesgo de desastres naturales
    1. Planificación de la ruta
    2. Definición de criterio de diseño
    3. Evaluación de infraestructura existente
3. Conclusiones

1995 Terremoto de Kobe	Terremoto de Tohoku 2011

Estándar de diseño antes de 1971	Estándar de diseño 1980/1993	Estándar de diseño después de 1996

La revisión de las normas de diseño ha contribuido a la reducción de daños en puentes

http://www.pwri.go.jp/caesar/lecture/pdf04/8_hoshikuma.pdf

1. Las consideraciones sobre la gestión del riesgo de desastres naturales se debe hacer en las etapas iniciales del proyecto (Planificación de rutas y definición de criterio de diseño)
2. Debe ser consistente con la categoría, sin embargo, las condiciones locales se deben tomar en cuenta
3. El ciclo PDCA es importante para mantener el buen nivel de desempeño de las carreteras contra los desastres naturales