

Tabla 17.4.9 Selección Final de Contramedidas (1/4)

ID. (No)	Clasificación de Desastres Viales	Puntaje		Influencia de Agua	Gradiente Actual Del Talud	Altura Existente Del Talud	Características de Roca y Suelo			Análisis de Estabilidad		Geométrico		Problema Especial del Ambiente	Contramedidas por El Estudio de Primera Fase	Objetivo de Contramedidas	Contramedidas que se van a ser comparadas
		Epoca Seca	Epoca Lluviosa				Características de Roca y Suelo	Dirección de capa/ Junta	Otras características	Necesidad	Función de Seguridad	Alcance de la Vista	Alineación				
N001A290	C.R.	70	78	Se resume agua.	45-52	20-40m	Masa de roca compuesta de andesita. (Dura) Toba meyeorizada. Toba (Blanda)	Parcialmente corresponde al talud de capa deslizable.	Hay muchas fisilidades superficiales. Algunas grietas en andesita. Está meteorizado casi un metro de profundidad. El hombro tiene suficiente ancho..	No	-	NP	NP	NP	- GW	- Protección de caída de roca - Drenaje superficial	- CW - GW - PN +LSR+SD
N001A280	C.R.	78	84	Siempre se observa agua en ocho sitios.	45-75	7-11m	Suelo colapsado de toba. (Zona de trituración)	No sabe.	En dos sitios se encuentran el talud formado por deslizamiento. La profundidad de meteorización de toba alcanza casi dos metros. Existe la torre.	Yes	Altas aguas(Período lluvioso): 0.97	NP	NP	NP	- PN	- Estabilización del talud - Drenaje superficial	- R - GD +SD
N001A240	C.R.	84	84	Se resume agua.	45-57	12-18m	Toba-brecha. (Media dura) Toba (Blanda) Parte superior: Roca dura Parte inferior: Roca blanda	No sabe.	Se observan muchas rocas caídas. La andesita se convirtió en bloque. La meteorización de la capa de toba alcanza hasta 4 metros de profundidad.	No	-	NP	NP	NP	- PN	- Protección de caída de roca	- CW - GW - PN +LSR
N001B230	C.M.R.	72	75	Se resume agua.	40-65	13-33m	Parte superior: Andesita (Roca dura) Parte inferior:Toba (Zona de trituración)	Capa de dirección estable. Grietas grandes. Rocas sueltas.	Se observan muchas rocas caídas. La parte inferior consiste en el suelo hasta 1 metro de profundidad.	No	-	NP	NP	NP	- PN	- Protección de caída de roca	- CW - GW - PN +LSR
N001B170	C.M.R.	78	81	Se resume agua desde dos sitios.	42-70	13-41m	Parte superior: Andesita (Roca dura) Parte inferior:Toba (Zona de trituración)	Grietas grandes. Parcialmente las rocas surtas.	Se observan muchas rocas caídas. La parte inferior consiste en el suelo hasta 1 metro de profundidad.	No	-	Set back of 3m is necessary.	NP	NP	- R+S	- Protección de caída de meteorización	- R (Top part) - SF+S - R+CF +LSR+SD
N001B150	C.M.R.	76	79	Se resume agua	50-70	7-13m	Parte superior: Andesita (Roca dura) Parte inferior: Toba-brecha	Grietas grandes. Parcialmente las rocas surtas	Hay mucha posibilidad de caída de rocas por formación de voladizo. La parte interior del talud es estable.	No	-	NP	NP	NP	- R+S	- Protección de caída de roca - Protección de caída de meteorización	- R - SF+S - R+CF +LSR+SD
N001B120	C.M.R.	74	76	Se resume agua desde dos sitios en el período lluvioso..	50-75	17-50m	Masa de roca compuesta de toba (Dura). Toba (Blanda) Zona de trituración. Roca intrusiva.	Grietas grandes. Parcialmente las rocas surtas.	Hay muchas fisilidades superficiales. La velocidad de meteorización de toba es rápida. La meteorización profunda en la zona de trituración.	No	-	Set back of 2m is necessary.	NP	NP	- R+S	- Estabilización del talud - Protección de caída de meteorización - Contramedidas para agua que se resume	- R (Top part) - SF+S - R+CF +LSR+SD

Tabla 17.4.9 Selección Final de Contramedidas(2/4)

ID.No	Clasificación de Desastres Viales	Puntaje		Influencia de Agua	Gradiente Actual Del Talud	Altura Existente Del Talud	Características de Roca y Suelo			Análisis de Estabilidad		Geométrico		Problema Especial del Ambiente	Contramedidas por El Estudio de Primera Fase	Objetivo de Contramedidas	Contramedidas que se van a ser comparadas
		Epoca Seca	Epoca Lluviosa				Características de Roca y Suelo	Dirección de capa/Junta	Otras características	Necesidad	Función de Seguridad	Alcance de la Vista	Alineación				
003B400	R.C.	72	75	Se resuma agua desde dos sitios..	33-48	8-18m	Toba (Roca blanda)	Grietas grandes. Parcialmente la falla de vuelco.	La toba se convirtió en suelo hasta 3m de profundidad. Excepto la parte inferior vertical del talud, el talud es estable.	No	-	NP	NP	NP	- R+LSR	- Protección de meteorización.	- SF - SF+S - SF+CF +SD
003B370	R.C.	80	80	No se observa agua.	45-53	8-18m	Toba (Roca blanda)	Grietas grandes. Parcialmente la falla de vuelco.	La zona de meteorización de la parte inferior es menos de 1 metro	No	-	NP	NP	NP	- R+LSR	-Estabilización del talud. - Protección de meteorización.	- R (Parte superior) - SF+S - R+CF +SD
N003B320	R.C.	74	76	Siempre se observa agua en dos sitios.	48-75	7-9m	Toba (Zona de trituración)	Meteorización notable.	Un hotel está en construcción en la cima del talud. Hay alta posibilidad de existir el canal de agua dentro del talud.	No	-	NP	NP	Evacuación de la influencia en hotel.	- R	-Estabilización del talud - Contramedidas para agua.	- CWe+V - CW+V +GD+SD
N003C230	S.S.	73	73	Siempre se observa agua en dos sitios.	N:48-60 B38	N:8-16m B20-25m	Parte superior Toba (Roca blanda, Zona de trituración) Parte inferior Toba (Roca dura, roca media dura)	La zona de trituración tiene 5 metros de profundidad. Existe el talud formado por deslizamiento.	Existe la cuneta en la parte inferior del talud de corte. Se encuentra algunas grietas en el hombro del terraplén.	Sí	Talud Lluvia fuerte: 1.01 Mitch: 0.79 Talud incluido carretera Lluvia fuerte: 1.17 Mitch: 1.02 Terraplén Período lluvioso: 1.44 (CWe) Lluvia fuerte: 1.00 (CWe)	El retallo de 3m es necesario.	NP	Reserva Natural	- R+RE+CW+V	-Estabilización del talud - Protección de meteorización. - Contramedidas para agua.	Área del Talud - R+CF+V - GD+V +SD Área del Relleno - Cwe - CWe+CW +SD+V
N003E170	D.F.	83	83	No se observa agua.	45-62	10-22m	Parte superior Andesita, Toba (Roca blanda, zona de trituración) Parte inferior Toba (Roca blanda, zona de trituración)	En el talud existe la huella del colapso.	La zona de meteorización tiene 6m de profundidad. La carretera está en obras (pavimentación). Existe una alcantarilla pequeña.	No	-	-	El cambio de línea es deseable, pero topográficamente es imposible.	Asegurar el caudal de quebrada.	- D	- Estabilización del talud - Protección de alud de fango.	Área del Talud - R - R+CF +SD Área del Alud de Fango - NR - D
N003C150	S.S.	90	90	En general no se observa el agua, pero en caso de la lluvia fuerte se observa el agua en el pie de terraplén.	N:48-50, B35	N:13-29m, B:30-40m	Lado del talud Toba (zona de trituración) Lado del relleno Toba (zona de trituración)	Existe el talud formado por deslizamiento.	Debajo del terraplén hay canal de agua. Existe una alcantarilla.	Sí	Talud Período lluvioso: 0.94 Talud incluido carretera Período lluvioso: 1.14 Lluvia fuerte: 1.02 Terraplén Período lluvioso: 1.14 (CWe) Lluvia fuerte: 1.01 (CWe)	-	NP	Evacuación de la influencia en el cafetal de la parte superior del talud..	- R+RE+CW+V	-Estabilización del talud - Contramedidas para agua.	Área del Talud - R+ Remoción del suelo colapsado - R+GD +SD Área del Relleno - Cwe - CWe+CW +SD+V
N003C140	S.S.	90	90	Aunque no se observó el agua, pero se confirmó el canal de agua en la roca.	N:45-60, B30	N:6-9m, B26m	Lado del talud Toba (zona de trituración) Lado del relleno Toba (zona de trituración)	Existe el talud formado por deslizamiento.	Debajo del terraplén hay canal de agua. Hay una iglesia en la cima del talud. Se encuentran muchas grietas en el hombro de la carretera. Hay cafetal debajo del terraplén.	S	Talud incluido carretera Período lluvioso: 1.40 Lluvia fuerte: 0.99 Terraplén Período lluvioso: 1.15 (CWe) Lluvia fuerte: 0.99 (CWe)	-	NP	Evacuación de la influencia en el cafetal de la parte inferior del talud..	- R+RE+CW+V	-Estabilización del talud - Contramedidas para agua (Dentro de masa de roca)	Área del Talud - R+ Remoción del suelo colapsado - R+GD +SD Área del Relleno - Cwe - CWe+CW +SD+V

Tabla 17.4.9 Selección Final de Contramedidas (3/4)

ID.No	Clasificación de Desastres Viales	Puntaje		Influencia de Agua	Gradiente Actual Del Talud	Altura Existente Del Talud	Características de Roca y Suelo			Análisis de Estabilidad		Geométrico		Problema Especial del Ambiente	Contramedidas por El Estudio de Primera Fase	Objetivo de Contramedidas	Contramedidas que se van a ser comparadas
		Epoca Seca	Epoca Lluviosa				Necesidad	Función de Seguridad	Otras características	Necesidad	Función de Seguridad	Alcance de la Vista	Alineación				
N005A010	R.F.	76	80	Siempre se observa agua en ocho sitios y el volumen del agua incrementa en el período lluvioso.	41-48	23-38m	Parte superior Depósito de materiales coluviales Parte inferior Toba (Roca blanda, zona de trituración)	No sabe	- Línea eléctrica - Cuneta en la cima del talud.	Sí	Análisis inverso adoptado(1) Corte 40° (Epoca lluvioso): 1.10 Corte 40° (Lluvia fuerte): 1.00 Corte 35° (Epoca lluvioso): 1.21 Corte 35° (Lluvia fuerte): 1.12 Valor de Referencia : Análisis inverso(2) Corte 40° (Epoca lluvioso): 1.10 Corte 40° (Lluvia fuerte): 1.02 Corte 35° (Epoca lluvioso): 1.12 Corte 35° (Lluvia fuerte): 1.10	NP	NP	Evacuación de la bajada del nivel de agua freática de la parte de terraplén..	- R+SF+V	- Estabilización del talud. - Protección de caída de roca. - Contramedidas para agua.	- R+ GD - GD+SF+S - R+CF+GD +SD+PD

Tabla 17.4.9 Selección Final de Contramedidas (4/4)

ID.No	Clasificación de Desastres Viales	Puntaje		Influencia de Agua	Gradiente Actual Del Talud	Altura Existente Del Talud	Características de Roca y Suelo			Análisis de Estabilidad		Geométrico		Problema Especial del Ambiente	Contramedidas por El Estudio de Primera Fase	Objetivo de Contramedidas	Countermeasure made the target of the comparison
		Epoca Seca	Epoca Lluviosa				Necesidad	Función de Seguridad	Otras características	Necesidad	Función de Seguridad	Alcance de la Vista	Alineación				
N026A060	R.F.	70	78	Siempre se rezuma agua desde las grietas.	53-63	9-14m	La mayoría es toba (Roca blanda, zona de trituración). Andesita alrededor del hombro (Roca blanda). Se observan rocas sueltas en todo talud.	No sabe	Se observan muchas rocas caídas y sueltas.. La gradiente es estable..	No	-	NP	NP	NP	- R+S	- Protección de caída de roca. - Protección de meteorización	- SF+S - SF+CF +SD
N026B140	R.C.	80	80	Se rezuma agua desde dos sitios en la zona de trituración..	50-60	11-33m	Toba (Roca blanda, zona de trituración). Parcialmente zona de trituración (W=50m).	Las grietas son grandes y no tiene dirección específica.	Se observan la caída de rocas grandes en la zona de trituración. Las rocas se convirtieron en gravas hasta 8m de profundidad en la parte inferior. Hay registro del colapso de escala grande en caso de la lluvia fuerte.	íSi	Existente Epoca lluvioso: 1.00 Nivel de aguas bajas: 0.95 Después de ejecución Epoca lluvioso: 1.27 Lluvia fuerte: 1.02	NP	NP	Evacuación de la bajada del nivel de agua freática en el lado de terraplén.	- R	- Estabilización de talud - Protección de caída de roca.	- R+ GD (Zona de trituración) - GD+SF+S +SD+PD
N026A150	R.F.	85	87	Rezosación de manantial de agua.	48-70	18-56m	Masa de roca compuesta con toba, andesita y aglomerada. Toda la zona es de alteración.	Las grietas que no tiene dirección específica..	Hay registro del desastre de escala grande en caso de Huracán Mitch.	No	-	1m de retallo es necesario..	NP	NP	- R+S	- Estabilización de talud - Protección de caída de roca.	Continuación de B140
N026B160	R.C.	86	86	Siempre se observa agua en dos sitios.	53-70	11-22m	Talud compuesta con andesita y toba-brecha. El corte no tiene eficiencia..	Dirección deslizable. Grietas grandes. Falla de vuelco..	- Zona escolar. - Parada de bus.	No	-	NP	NP	NP	- PN	- Protección de caída de roca.	- CW - GW - PN +LSR

ID.No	Clasificación de Desastres Viales	Puntaje		Influencia Agua	Problema Especial del Ambiente	Contra-medidas por El Estudio de Primera Fase	Objetivo de Contra-medidas	Contra-medidas que se van a ser comparadas
		Epoca Seca	Epoca Lluviosa					
N005A010	R.F.	76	80	Siempre observa en ocho el volumen de agua que sale del pozo de la bajada del nivel de agua freática de la parte de terraplén.	Evacuación de la bajada del nivel de agua freática de la parte de terraplén.	- R+SF+V	- Estabilización del talud. - Protección de caída de roca. - Contra-medidas para agua.	- R+ GD - GD+SF+S - R+CF+GD +SD+PD

ID.No	Clasificación de Desastres Viales	Puntaje		Influencia Agua	Problema Especial del Ambiente	Contra-medidas por El Estudio de Primera Fase	Objetivo de Contra-medidas	Countermeasure made the target of the comparison
		Epoca Seca	Epoca Lluviosa					
N026A060	R.F.	70	78	Siempre rezuma desde las tasas.	NP	- R+S	- Protección de caída de roca. - Protección de meteorización	- SF+S - SF+CF +SD
N026B140	R.C.	80	80	Se rezuma desde dos en la zona de trituración	Evacuación de la bajada del nivel de agua freática en el lado de terraplén.	- R	- Estabilización de talud - Protección de caída de roca.	- R+ GD (Zona de trituración) - GD+SF+S +SD+PD
N026A150	R.F.	85	87	Rezosasi manantial agua.	NP	- R+S	- Estabilización de talud - Protección de caída de roca.	Continuación de B140
N026B160	R.C.	86	86	Siempre observa en dos sitios	NP	- PN	- Protección de caída de roca.	- CW - GW - PN +LSR

17.5 Diseño Preliminar de Ingeniería para la Socavación de Cimiento de Puente

(1) Ítems de que el puente afecta a la socavación del río

Cuando un pilar o un estribo exista en la corriente del río, se disminuye la sección de la corriente de agua y aparece el fenómeno de chorro contraído. En la parte de aguas arriba del pilar el nivel de agua se eleva y en la otra parte del pilar el nivel se baja por la razón de que el pilar impide el paso de la corriente de agua. Cuando el agua choca con el pilar, se producen corrientes muy complicadas, las corrientes que se dividen y fluyen en ambos lados del pilar (derecha e izquierda) y una corriente de dirección vertical que avanza hacia abajo (Figura 17.5.1).

El flujo que desciende provoca el remolino que levanta las arenas y gravas del lecho. Las arenas y gravas levantadas por el remolino se lleva la parte de atrás del pilar por la corriente que divide en ambos lados. Este fenómeno se llama socavación. Los ítems que afectan la corriente del río, socavación y derrumbe de protección de orilla son como sigue:

1. Forma del pilar (forma, ancho, ángulo)
2. Estribo y Protección delantera del estribo
3. La proporción de la sección de la corriente con la dimensión de pilar y estribo (razón de bloqueo)
4. La distancia entre estribo y pilar, y entre pilares (luz) y espacio libre debajo de viga
5. Protección de orillas y medidas contra socavación (existencia y rango)
6. Característica del lecho (gradiente, ancho y estado del lecho)
7. Sitio de construcción de puente (relación con el ancho del río y con lecho)
8. Otros(Año de construcción, capa soporte, tipo de cimiento, historial de desastres)

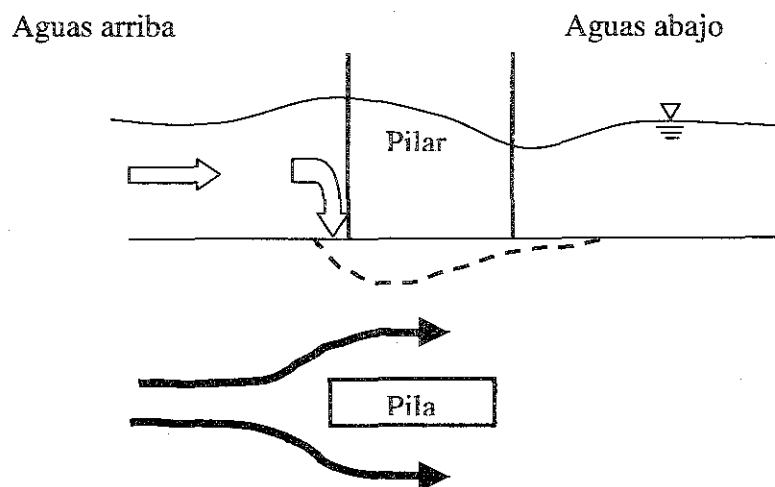


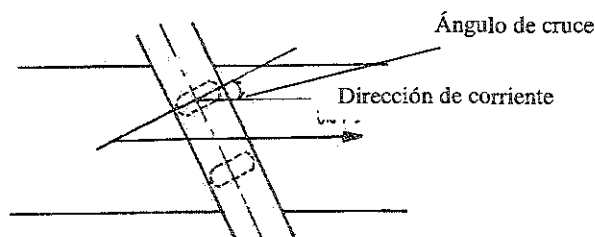
Figura 17.5.1 Desviación de la corriente del agua por pilar

1) Forma de Pilar y Razón de Bloqueo

a) Forma de Pilar

La dimensión de la socavación depende del caudal, el ancho de pilar, la dirección de la corriente de agua y la forma de la sección del pilar.

- La influencia del caudal
 Cuando el caudal sea igual si el ancho de pilar es grande, hará gran influencia en la socavación.
- La influencia del eje del pilar en la dirección de la corriente del agua
 La influencia del eje de pilar en la dirección de la corriente del agua, cuando tenga un ángulo de diez (10) grados se aumenta la profundidad de la socavación en contraste con cero (0) grado, y el sitio socavado se encuentra en la parte mas baja del sitio en donde la corriente choca con el pilar. Cuando el ángulo tenga veinte (20) grados, la máxima profundidad de la socavación. El aumento del grado del eje del pilar contra la dirección de la corriente tiene una influencia aceleradora de socavación.



- La influencia de forma
 Se muestra la comparación de la dimensión de socavación producida por la diferencia de la forma en la Tabla 17.5.1 que se indica por Laursen. Este es el caso de que haya coincidencia entre la dirección de la corriente y la dirección del eje. Existe una tendencia de que cuando la forma de la sección del pilar es semicircular la profundidad de socavación será menor que la rectangular, y la semiovalada será menor que la semicircular.

Sin embargo, cuando el ángulo de cruce es diagonal, hará mas influencia del ángulo (Figura 17.5.2), se juzga que para los ríos naturales de Nicaragua es adecuado que los pilares tengan la forma circular o semicircular.

Cuando la estructura del pilar es de caballete de empalizada o de marco rígido, hay posibilidad de que los árboles llevados por agua se estancan entre los pilares tapándose la sección de la corriente. También, los puentes de la estructura arriba mencionada se complican por la variación de la corriente del agua. Sobre todo, el pilar de tipo caballete de empalizada produce el remolino complejo en el tiempo de inundación y provoca la socavación anormal alrededor de pilares. En caso de la estructura de marco rígido es deseable que se instale el tabique para que se haga como una pared. (Figura 17.5.3)

Tabla 17.5.1 Coeficiente de corrección de la forma de sección de puente

Forma de la parte Superior de pilar	Proporción de largo y ancho	Ks
Rectangular		1.00
Semicircular		0.90
Semiovalada	2 : 1	0.80
	3 : 1	0.75
Forma de lente	2 : 1	0.80
	3 : 1	0.70

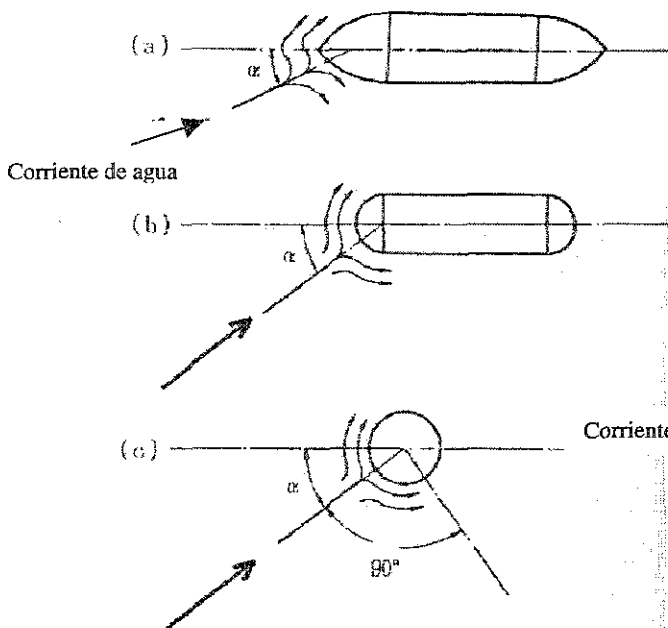


Figura 17.5.2 La variación de la corriente por forma del pilar en caso de que la corriente pasa el puente con el ángulo diagonal.

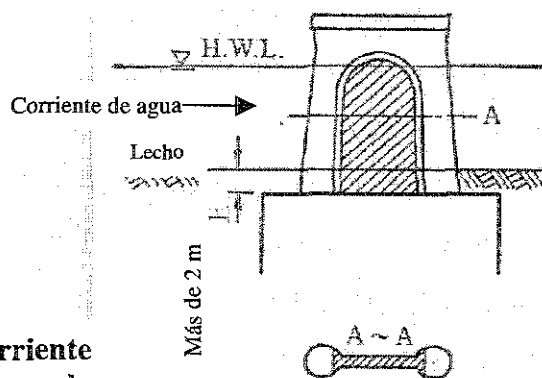
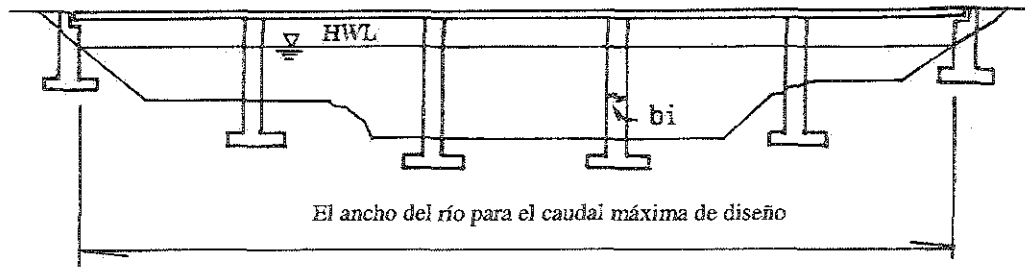


Figura 17.5.3 Instalación de pared

b) Razón de bloqueo

La razón de bloqueo es la proporción de la superficie de sección con la dirección perpendicular de la corriente de agua y la superficie del pilar en donde se ubica el puente. En general, se indica como la proporción (%) entre el ancho del río que se mide con la dirección perpendicular de la corriente y el ancho del pilar (Figura 17.5.4). Cuando sea grande la razón de bloqueo, se disminuye la sección de la corriente de agua y por cerrar la sección se provoca la inundación o alta velocidad de corriente, y se origina la socavación. Los puentes que tienen mas de un siete (7) por ciento de razón de bloqueo, es indispensable reforzar contra socavación.



bi: Ancho de pilar con ángulo recto para la corriente
 $\Sigma bi/B$: Razón de bloqueo

Figura 17.5.4 Método del calculo de Razón de Bloqueo

2) La protección del estribo y de la parte delantera del estribo

No debe instalarse el estribo en la sección en donde pasa la corriente del río para que dicho estribo no tenga influencia en el. Es decir, la posición del estribo debe estar ubicada mas atrás de la protección como se indica en la Figura 17.5.4. En caso de que este instalado en la sección de la corriente o se extienda en el cauce (Figura 17.5.5), será un factor de socavación provocando la variación compleja de la corriente.

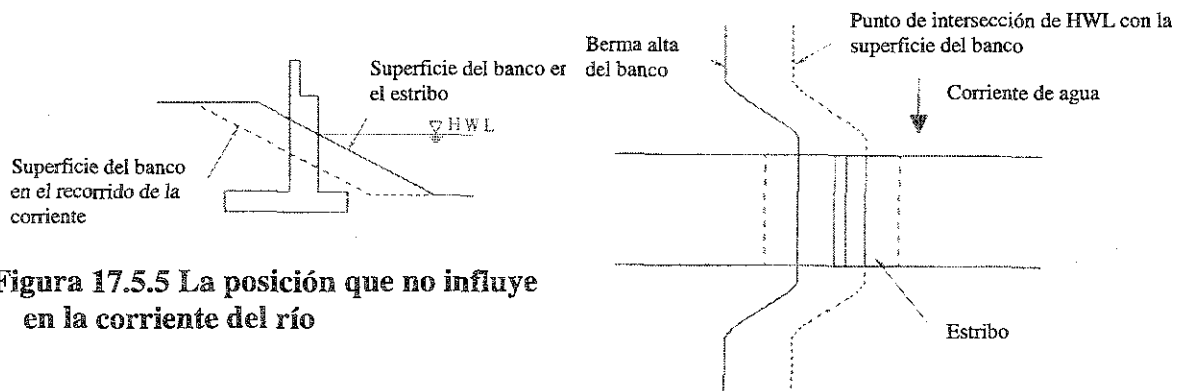


Figura 17.5.5 La posición que no influye en la corriente del río

3) La distancia entre la parte delantera del estribo y el pilar, y entre los pilares (la luz) y espacio libre debajo de la viga

En caso del tiempo de mucha lluvia, los árboles caídos y los restos de casas derrumbadas se llevan por el agua y se atascan en el sitio de puentes donde no hay

suficiente espacio. Con esto, la sección de la corriente se disminuye y provoca no solo la socavación anormal sino el desbordamiento e inundación ocasionando el derrumbe de la protección de orillas y de la parte trasera del estribo. Los espacios del puente tienen que mantenerse como se indica abajo.

- i) La distancia entre la parte delantera del estribo y el pilar o entre los pilares (Luz).
- ii) La distancia entre la parte inferior de viga y en nivel de aguas máximas. (Espacio Libre)

Los puentes que no mantienen los dos puntos arriba mencionados tienen una alta posibilidad de originar algunos problemas en caso de inundación. Por lo tanto, es necesario tomar medidas adecuadas previamente.

Luego, se muestra el lineamiento de los dos puntos. Los valores son determinados por medio de la observación y experiencia de largo tiempo en Japón. Excepto el área plana del Caribe, los ríos de Nicaragua son cortos y tienen el gradiente pronunciado. Y la precipitación anual varía entre 1500 a 2000 mm. Son algo parecidos a la situación de los ríos Japoneses. Climáticamente, Japón pertenece a la zona templada y Nicaragua a la sabana, excepto el área plana del Caribe. En ese sentido, hay diferencia de vegetación entre los dos países, pero en los tamaños de los árboles no hay mucha diferencia. Por lo tanto, si se pueden cumplir los valores abajo indicados, no se originará problema en Nicaragua. De todos modos, es importante establecer las normas propias de Nicaragua recolectando y acumulando información sobre este tema.

a) La distancia entre la parte delantera del estribo y el pilar o entre los pilares (Luz).

La luz (distancia entre pilares) es la distancia entre los ejes centrales de pilares lindantes en el cauce que se mide con el ángulo recto de la corriente de agua y el puente (Figura 17.5.6). La luz se define por la importancia de la carretera, el caudal y el ancho del río etcétera. El flujo de definición de la luz se muestra en la Figura 17.5.7.

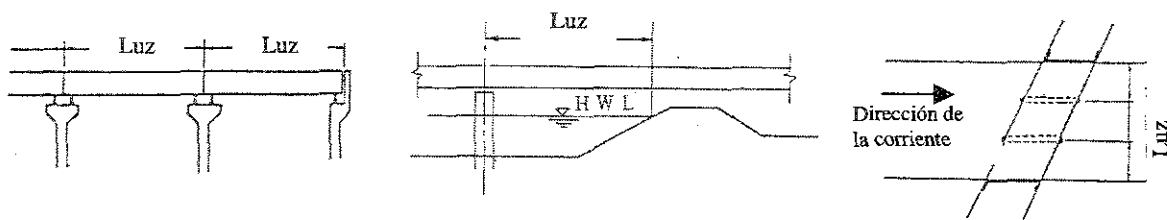


Figura 17.5.6 Luz (Distancia entre pilares)

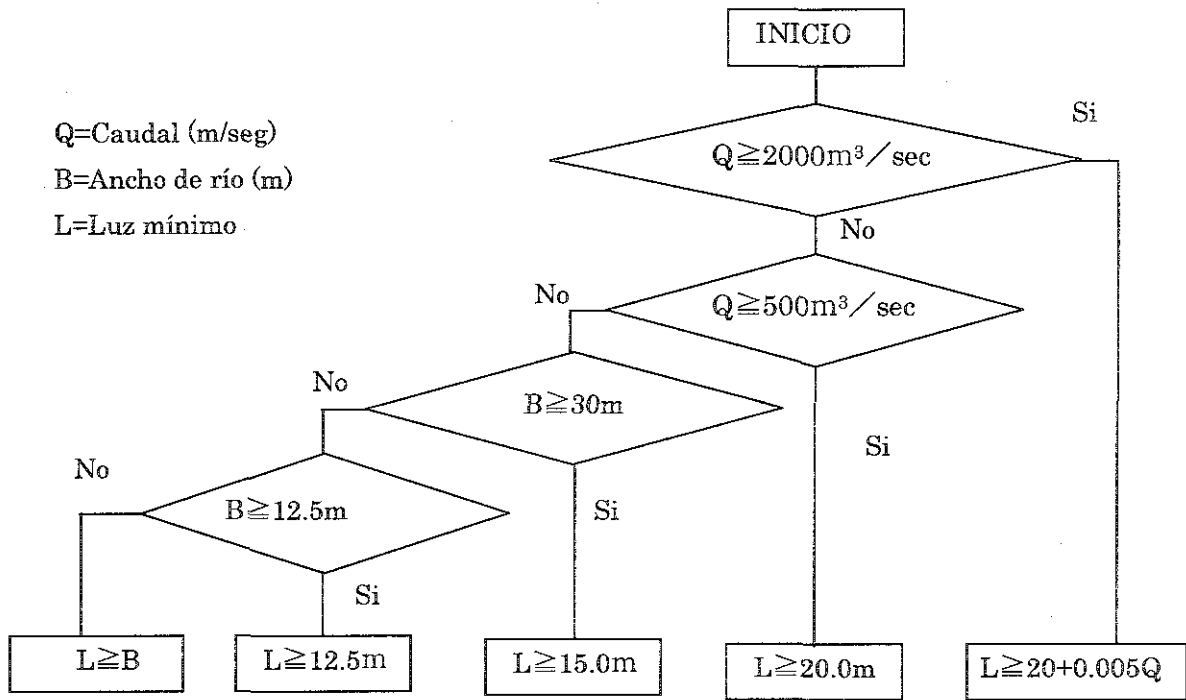


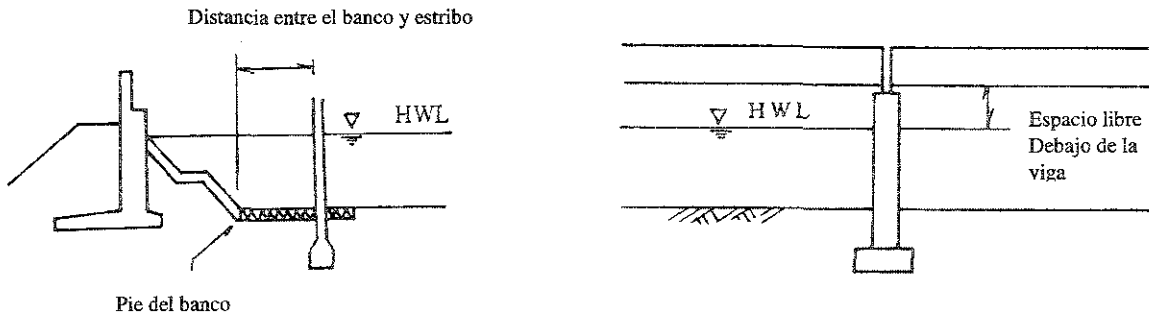
Figura 17.5.7 Luz mínima entre pilares y entre pilar y estribo

b) Espacio libre debajo de la viga

Es deseable asegurar el espacio libre debajo de la viga como se indica en la Tabla 2.11. Los valores no son más que un punto de referencia, pero cuando se indique el valor menos de 0.6m hay que prestar atención.

Tabla 17.5.2 Espacio libre debajo de la viga

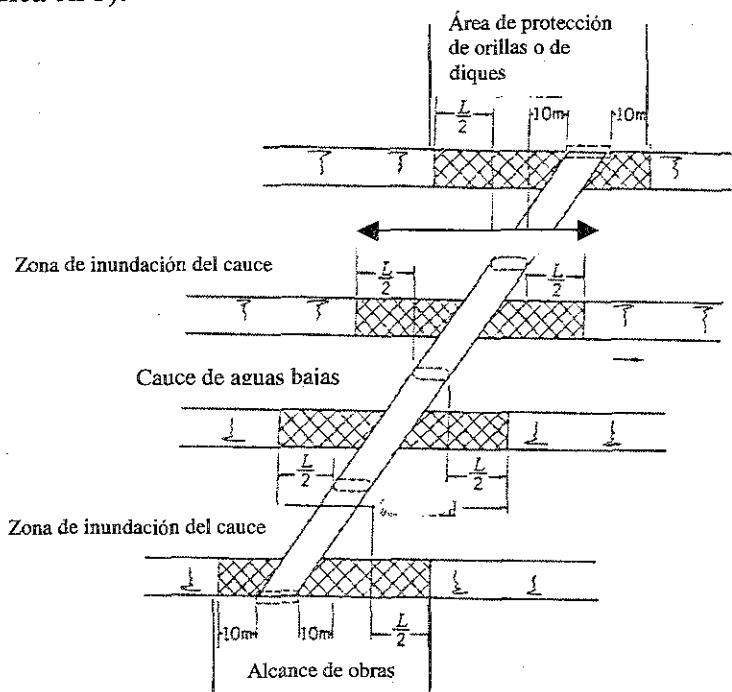
Q (m ³ /sec)	Q < 200	200 ≤ Q < 500	500 ≤ Q < 2000	2000 ≤ Q < 5000
Espacio libre debajo de la viga (m)	0.6	0.8	1.0	1.2



4) Estado de protección de orillas y contramedidas (La existencia de protección y su dimensión)

La corriente de agua que divide en forma complicada por los pilares y estribo influye no sólo en el cauce sino también en la protección alrededor del estribo. Por lo tanto, serán importante la ubicación y dimensión de las protecciones alrededor y la parte delantera del estribo.

La protección alrededor del estribo debe cumplir las condiciones mostradas en la Figura 2.16. Y la socavación alrededor del pilar debe ser mayor que el valor calculado que se indica en 3).



L =Luz mínima (m)

Figura 17.5.8. La distancia más corta entre el estribo y el pilar o entre pilares que se calcula en la

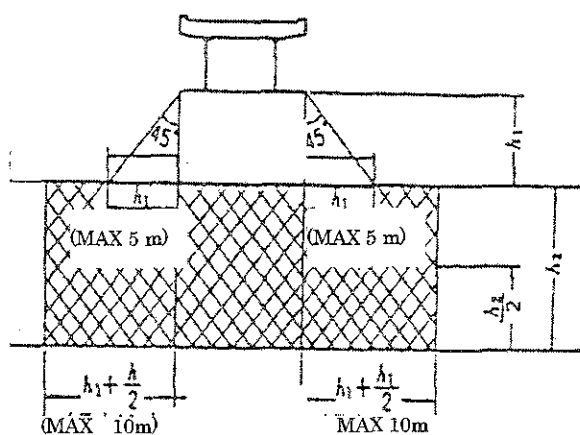


Figura 17.5.9 Área de protección de orillas o de dique

e) Característica del cauce (el gradiente, ancho, condición del lecho etcétera)

Las características del cauce son también un factor importante para estudiar la socavación. Además de obtener el caudal máximo y la velocidad de agua por medio del análisis hidrológico, es muy importante acopiar la información sobre el grado del gradiente del lecho, ancho del río y condición del cauce (el diámetro del grano del suelo de lecho, la vegetación) a través del estudio de condición natural u observación visual (es muy necesario que se realice cuando haya crecimiento del nivel de agua), por la razón de que están muy relacionados con la socavación.

f) El sitio de la construcción del puente

Como se ha mostrado desde a) a e), la corriente del agua y también el río mismo varía complicadamente por la existencia del pilar en el río cuando no hay control fluvial. Por lo tanto, cuando existan los pilares y/o estribos en el sitio cercano donde tiene más debilidad de socavación tanto la característica geológica como la topográfica (en la curva, el punto de mayor impacto de agua etcétera), hay que reconocer la relación entre las características del río y pilares a través de observar la influencia de socavación y registrar el cambio secular. Es muy importante para planificar las medidas preventivas de desastres.

Y hace falta comparar la dimensión real de socavación con el valor calculado por ecuación deductiva que se muestra en 17.6 a fin de identificar la causa de socavación y temas a solucionarse.

La relación entre el largo del puente y el ancho del río (Figura 17.5.10), y la relación entre la dirección de la corriente del agua y posición del puente (Figura 17.5.11) son los factores importantes para que no produzca la variación anormal de la corriente de agua, de modo que hay que observar y registrar estos asuntos en el estudio de sitio.

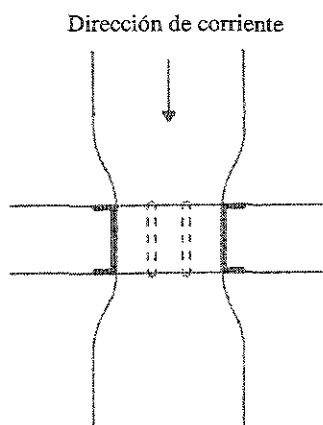


Figura 17.5.10 El ancho del río se estrecha en donde existe el puente en contraste con las aguas arriba y abajo.

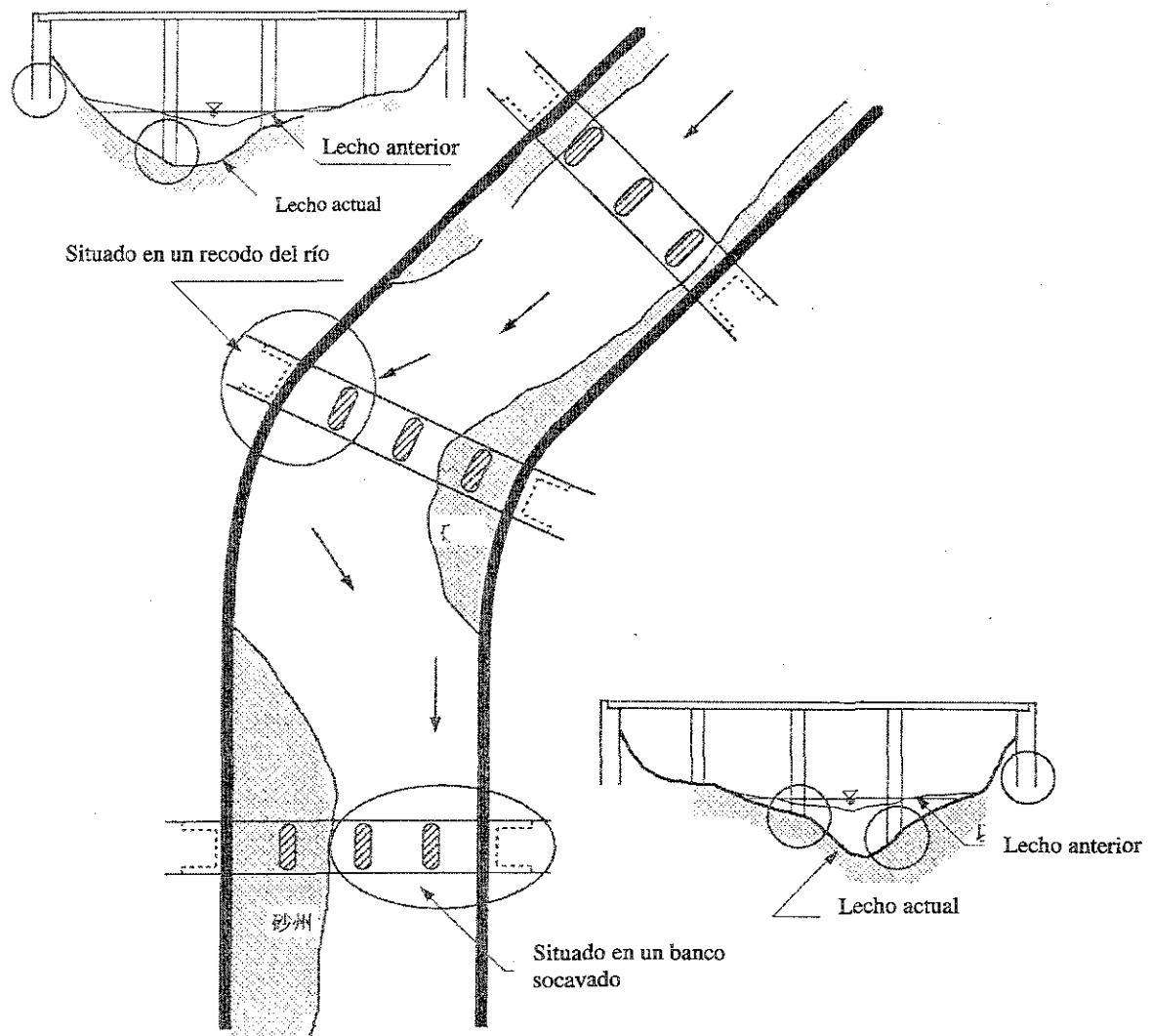


Figura 17.5.11 Relación entre las Condiciones del Río y Socavación del Cimiento del Puente

g) Otros (Año de construcción, capa soporte, tipo de base, historial de desastres etc.)

Hasta aquí se han mencionado principalmente las características del río, pero los datos del año de construcción, la capa soporte, el tipo de base y el historial de desastres es la información importante.

Aunque no se encuentra una socavación notable, si han pasado muchos años después de la construcción, y hay posibilidad de que el lecho baje, y se puede juzgar que la socavación está avanzada con el paso del tiempo.

Además, al estudiar el historial de desastres ocurridos alrededor del sitio de estudio, es posible que se encuentre el problema potencial del río. En cuanto al nivel de caudal máximo, hay que confirmarlo haciendo averiguaciones a través de los registros, realizar encuestas y/o comprobar las huellas de inundación. Con eso, se posibilita comparar el resultado de cálculo con los valores reales y se permite actualizar los datos que van a ser usados en el análisis.

La capa soporte tiene un papel muy importante para tomar las medidas contra socavación. En caso de que la capa consista en que la roca y la penetración tengan más de dos metros de profundidad no hay mucha influencia de socavación en el puente. Sin embargo, si la capa soporte es de arena, aunque la penetración tiene suficiente profundidad, hay que prestar atención. En el caso de la base de pilotes, si la penetración tiene suficiente profundidad hay que prestarle mucha atención en caso de que la capa superior sea de arena.

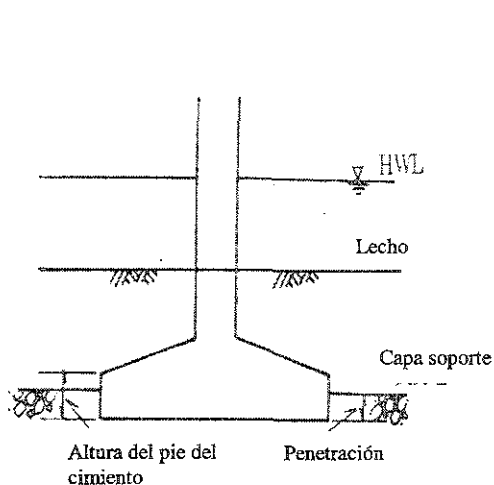


Figura 17.5.12 La penetración del cemento ensancado en la capa soporte

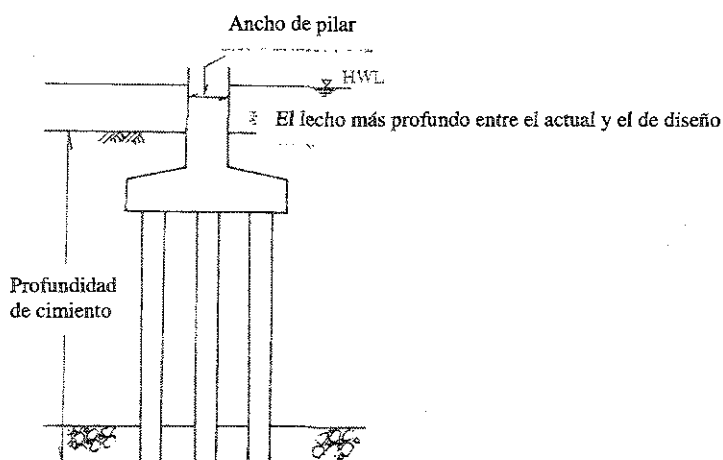


Figura 17.5.13 La penetración de la base de pilotes, del cemento de caja hidráulica y de la estacada metálica en la capa soporte

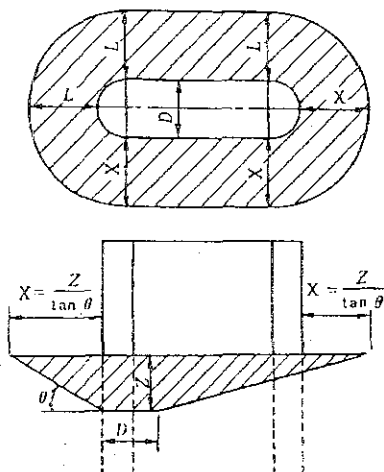
17.5.2 Deducción del área de socavación

A través de deducir la dimensión de socavación por medio del análisis del resultado del estudio hidrológico, puede realizar la prevención del lecho. Se indica un método de la deducción de la profundidad y dimensión de socavación inventado por el Instituto de Ingeniería Civil de Japón.

Dentro de los puentes objeto de este estudio, los puentes estudiados que tienen pilares son Junquillal, Las Chanillas, Tapacalí, San Juan de Dios y La Banderita. Y los puentes que permitieron medir la dimensión de socavación son Junquillal, Las Chanillas y Tapacalí. Se muestran el resultado del cálculo y el de medición en la Tabla 17.5.3.

Tabla 17.5.3 Deducción del alcance de socavación

Nombre del río	Unidad	Junquillal	Las Chanillas	Inalí	Tacapalí	El Guayacán	San Juan de Dios	La Banderita
Ancho de río W :	m	29.3	62	64	109	17.5	17.9	31.6
Ancho de pilar D :	m	0.4	0.7	0.8	1	0.9	0.4	1.1
Nivel de caudal máximo de diseño	m ³ /s	246.28	668.61	579.58	886.75	149.08	67.22	60.12
Altura promedio de superficie vial	m	457.3	822	638.2	299.62	614	96.4	226.7
Altura promedio de lecho	m	453.65	815	631.27	292	609.6	94	217.8
Nivel de aguas máximas de diseño	m	458.01	817.765	634.27	295.952	614.59	96.25	220.47
Profundidad promedio de aguas ho	m	4.35	2.765	3	3.952	4.99	2.25	2.67
Diámetro promedio de materiales de lecho dm	mm	0.5	6	13	10	15	1	3
ho/D	-	10.90	3.95	3.75	3.95	5.54	5.63	2.43
Fr = (V/(W·ho))/√(g·ho) =	-	0.29	0.75	0.56	0.33	0.24	0.36	0.14
ho/dm	-	8720.0	460.8	230.8	395.2	332.7	2250.0	890.0
Z/D	-	1.48	1.8	1.68	1.45	1.2	1.55	0.8
Z	m	1.776	2.16	2.016	1.74	1.44	1.86	0.96
Ángulo de reposo θ	Deg	31.0	34.0	40.0	40.0	40.0	31.0	32.0
tanθ	-	0.60	0.67	0.84	0.84	0.84	0.60	0.62
X=Z/tanθ	m	2.96	3.20	2.40	2.07	1.72	3.10	1.54
Resultado del estudio de sitio	Ancho(X)	m	3.0	3.0	-	2.0	-	-
	Largo(L)	m	4.0	4.0	-	2.0	-	-
	Profundidad(Z)	m	0.7	0.8	-	1.0	-	-



- X: Distancia horizontal del rango de socavación
- Z: Profundidad máxima de socavación
- θ: Ángulo de reposo
- D: Ancho del pilar

17.5.3 Procedimiento de selección de contramedidas y su ejemplo

El tipo de contramedidas se define por el sitio de socavación y por el objetivo. También, varía el tipo de contramedidas aplicado por la selección de estructura permanente o provisional. Los sitios que pueden ser afectados por socavación son;

- ① Alrededor del pilar
- ② Alrededor del estribo
- ③ Alrededor del terraplén de camino de acceso

Se muestra el procedimiento de selección de contramedidas en la Figura 7.2.9.

Si la escala de socavación no es tan grande y si hay plan de la construcción del nuevo puente dentro de unos años (dentro de 5 años), hay que seleccionar contramedidas provisionales. En los casos que se indica abajo mejor que se seleccione las contramedidas permanentes.

- ① Se encuentra la socavación de gran escala.
- ② Falta el área de la sección de la corriente
- ③ La razón de bloqueo es grande.
- ④ La relación de la posición del puente y del río no es adecuada.

1) Contramedidas para la socavación alrededor del pilar

El tipo de las obras de protección alrededor del pilar se define por los materiales que van a ser usados. En caso de obras de escollerao y bloques de concreto, el tamaño y el peso de ellos varían por la velocidad de la corriente de agua. Se muestra el valor de referencia en la Figura 17.2.2 y en la Tabla 17.2.2.

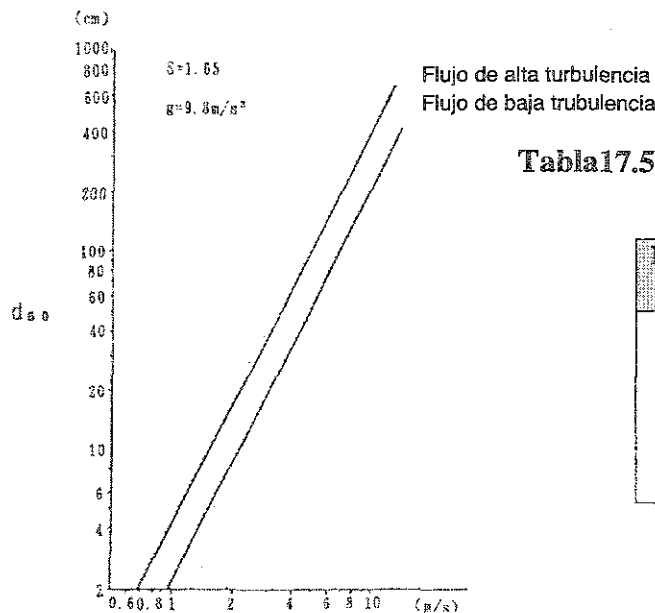


Tabla 17.5.4 Relación entre el peso de bloque y velocidad de agua

Forma	Peso de Bloque (ton)	Velocidad (m/s)
Tipo Plano	1.0	2.5
	2.0	3.0
	3.0	3.5
	4.0	4.0
	5.0	4.5
	6.0	5.0

Figura 17.5.14 Relación entre el tamaño de bolones y Velocidad de corriente de agua

Tabla 17.5.5 Comparación de obras de protección de socavación

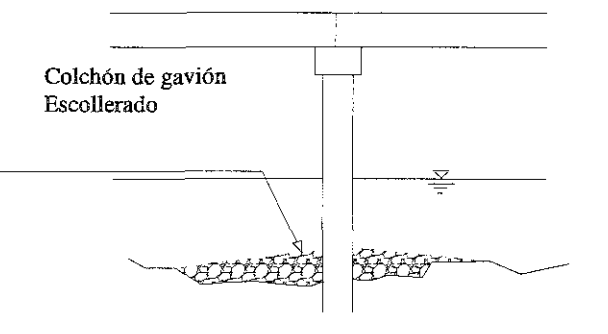
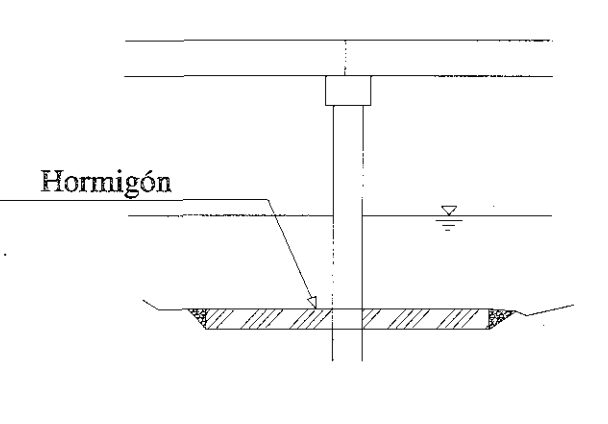
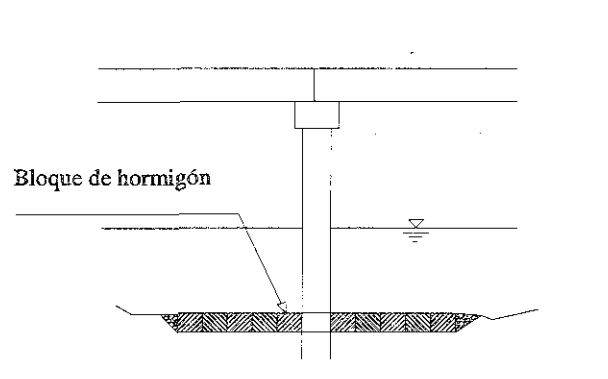
Material	Dibujo esquemático	Ventaja y desventaja
Escollero o Gavión	 <p>Colchón de gavión Escollero</p>	<p>Se aplica en las obras temporales y en el río que no tiene la alta velocidad . Es la obra económica y simple. (La mayor parte de trabajo depende de mano de obra.) Tiene ventaja de responder al hundimiento diferencial en el lecho no tan firme. Se exige el mantenimiento.</p>
Protección de piso por hormigón	 <p>Hormigón</p>	<p>Se aplica en donde la velocidad es alta y la base de lecho es firme. No es adecuado para el lecho no tan firme por la posibilidad de que se deteriore por hundimiento diferencial. Se necesita preparar el hormigón en el sitio, por lo tanto no se puede ejecutar las obras cuando haya mucho caudal en el período lluvioso. El tiempo que se puede ejecutar las obras está limitado.</p>
Bloque de hormigón premoldeado	 <p>Bloque de hormigón</p>	<p>Se puede aplicar en todos los ríos a través de cambiar el tamaño del bloque de hormigón. Los bloques de hormigón son premoldeados y se puede ejecutar las obras en cualquier momento excepto el tiempo de inundación. No se exige el mantenimiento. Se puede responder al hundimiento diferencial.</p>

Tabla 17.5.6 Aplicabilidad de obras para cada puente

Nombre	Escollerao Gavión	Hormigón	Bloque de Hormigón	Observación
Junquillal	○	×	×	El lecho no es firme y se prevé el hundimiento. La velocidad de la corriente es lenta. Siempre hay agua.
San Nicolas	○	×	×	La velocidad de la corriente es lenta. Siempre hay agua.
Las Chanillas	×	△	○	La velocidad de la corriente es alta.
San Ramón	○	×	×	El lecho no es firme y se prevé el hundimiento.
Inalí	×	△	○	La velocidad de la corriente es alta.
Tapacalí	×	△	○	La velocidad de la corriente es media. Siempre hay agua
El Guayacán	○	○	○	La velocidad de la corriente es lenta. No siempre hay agua.
Solís	×	○	△	La velocidad de la corriente es alta. El lecho es de roca blanda. El ancho del río es angosto y no se recomienda el bloque de hormigón desde el punto de vista económico.
Papalón	×	○	△	La velocidad de la corriente es alta. El lecho es de roca blanda. El ancho del río es angosto y no se recomienda el bloque de hormigón desde el punto de vista económico.
San Juan de Dios	○	×	×	El lecho no es firme y se prevé el hundimiento. Tiene ventaja económica.
La Banderita	○	×	×	La velocidad de la corriente es media. Tiene ventaja económica.

- : Tipo de obra recomendable
- △ : Tipo de obra aplicable
- ×

2) Contramedidas alrededor del estribo

La protección de la parte delantera del estribo se realiza conforme a la Figura 17.6.2 y a la Figura 17.6.3. En caso de que la altura de la protección supere más de 5 mts. se realiza de acuerdo con la Figura 17.6.2. La altura de protección debe ser más del nivel de aguas altas del diseño.

La protección alrededor del estribo contra socavación debe tener un área equidistante a un valor de 3 mts. igual que la protección del pilar.

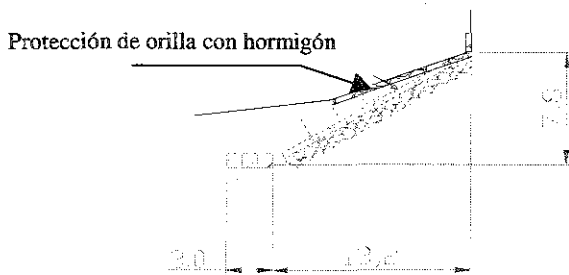


Figura 17.5.15 Protección con hormigón (1:2)



Figura 17.5.16 Muro de mampostería con mortero $H \leq 5m$

3) Contramedidas alrededor del terraplén de camino de acceso

En caso de que se extienda el terraplén de camino de acceso en el río, es mejor que proteja el talud del terraplén con hormigón como se muestra en la Figura 17.2.2. En este caso, se realiza la obra de protección del lecho de aguas abajo con gaviones.

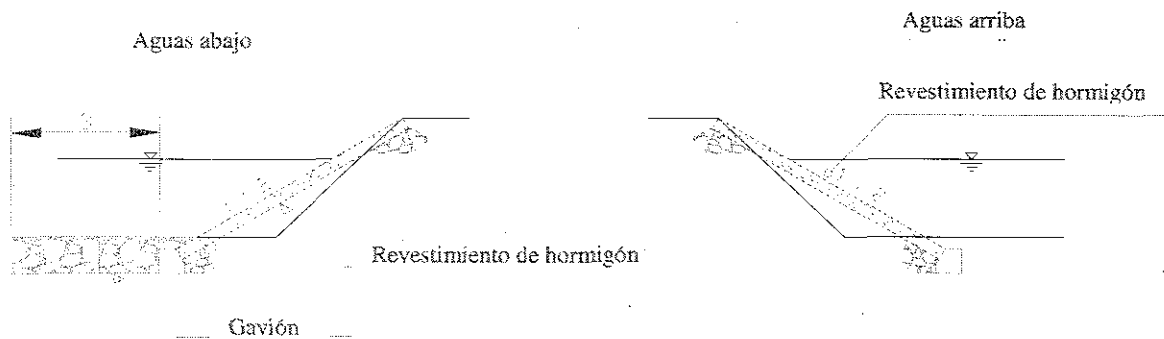


Figura 17.5.17 Protección del terraplén de camino de acceso (Cuando el Terraplén se extiende en el río)

17.5.4 Ítems de Sitios de Prevención de Desastres

Los ítems que deben ser considerados para cada sitio de prevención de desastres sobre la base de la revisión de los datos históricos y actuales, y las contramedidas son como se muestran en la Tabla 17.5.7.

Tabla 17.5.7 (1) Ítems de Sitios de Prevención de Desastres (1/2)

Nombre del puente		Junquillá	San Nicolás	Las Chantillas	San Ramón	Inalí	Tapacalí
Nombre de la carretera		Nic1	Nic1	Nic1	Nic1	Nic1	Nic1
Distancia		113+190	135+640	150+330	151+850	226+890	233+245
Año de construcción		1956	1957	1958	1957	1954	1954
Historial de desastres		Medio destruido	—	Medio destruido	—	Medio destruido	Sufrió daños
Tipo de puente	Luz lateral	Puente de losa continuo	Puente metálico	Puente de viga de hormigón precompreso	Puente de viga de hormigón precompreso	La viga metálica continua de 3 luces	Viga metálica sin pre
	Luz central		—	Puente de losa metálica	—		La viga metálica continua
Tipo de fundación		Pile	Direct	Cimiento ensanchado	Cimiento ensanchado	Cimiento ensanchado	Cimiento ensanchado
Capa de soporte		Toba meteorizada	Andesita meteorizada	Toba meteorizada	Toba meteorizada	Andesita meteorizada	Toba meteorizada
Longitud (Distancia entre pilares)	m	29.3 (9+9+9)	18.86 (17.6)	62.0 (17.8+24.0+17.8)	15.5 (14.5)	64.0 (19.0+24.0+19.0)	109.0(17.8+21.3+26.7+21.3+17.8)
	Razón de bloqueo	4.5	—	1.6	—	11.0	8.8
Ancho del río	Agua arriba	19.0	17.0	54.5	9.8	84	90
	Agua abajo	25.0	13.5	41	9.3	95	70
Gradiente del río	%	0.14	2.42	1.7	0.5	0.95	0.3
Estado de lecho	m	Suelo arcilloso	Arena y grava	Arena y grava	Suelo arenoso	Arena y grava	Arena y grava
Coefficiente de rugosidad	m	0.027	0.02	0.028	0.045	0.028	0.028
Area de captación de agua	km ²	49.8	6.1	114.6	2.7	84.8	147.11
Coefficiente de escorrentía	-	0.46	0.42	0.6	0.48	0.59	0.62
Intensidad de lluvia(100años)	mm/h	48.1	117.7	42	117.7	50	45
Caudal máximo	m ³ /s	306.1	83.77	802.33	42.38	694.94	1266.8
Velocidad	m/s	1.91	1.84	5.03	2.54	4.92	2.9
Luz estándar	m	12.5	12.5	20.0	9.8	20.0	20.0
Espacio libre	m	0	3.3	2.3	2.7	1.9	1.3
Estabilidad	Estribo	75	45	65	30	90	75
	Pilar	80	—	60	—	100	70
Socavación	Estribo	70	100	70	100	50	100
	Pilar	90	—	90	—	50	90
Problemas	Falta la sección. La luz es corta.	Pendiente grande	Pendiente relativamente grande. Alta velocidad de corriente. Falta la luz entre la protección de estribo y pilar.	Mala influencia de los restos de puente antiguo	Puente corto en contraste con el ancho del río. Razón de bloqueo es grande. Falta la luz entre la protección de estribo y pilar. Alta velocidad de corriente.	Razón de bloqueo es grande. Falta la luz entre la protección de estribo y pilar.	
Contramedidas supuestos	① Construcción de nuevo puente ② Instalación de alcantarilla delante y detrás del puente actual para aumentar la sección.	① Sobreelabación del lecho que sirve como la protección de él mismo. ② Disminución de velocidad de agua por obra de protección de riveras.	① Disminución de velocidad de agua por la construcción del vertedero. ② Protección alrededor de pilares contra socavación. ③ Ensanchar la sección del corriente por eliminar la protección delantera de orillas.	① Eliminación de restos de puente antiguo ② Obras de fijación de lecho	① Retirar la protección delantera del estribo para aumentar la sección de la corriente. ② Ejecución de obras de protección de riveras para que no haya impacto directo de agua en terrapién. ③ Disminución de velocidad de agua por obras de protección de riveras. ④ Protección de socavación alrededor de pilar.	① Retirar la protección delantera del estribo para aumentar la sección de la corriente. ② Protección de socavación alrededor de pilar.	

Tabla 17.5.7 (2) Los problemas y contramedidas supuestas para los sitios de prevención de desastres (2/2)

Nombre del puente		El Guayacán	Solis	Papalón	San Juan de Dios	La Banderita
Nombre de la carretera		Nic3	Nic26	Nic26	Nic26	Nic26
Distancia		119+050	107+533	108+154	156+785	170+952
Año de construcción		1945	1963	1963	1965	1966
Historial de desastres		Deterioro de muro alero	—	—	—	—
Tipo de puente	Luz lateral	Puente de hormigón de tres arcos	Puente de losa de hormigón	Puente de losa de hormigón	Puente de losa de hormigón de 2 luces	Puente de losa de hormigón
	Luz central					Puente de la viga de hormigón precompresso
Tipo de fundación		Cimiento ensanchado	Cimiento ensanchado	Cimiento ensanchado	Cimiento ensanchado	Cimiento ensanchado
Capa de soporte		Toba meteorizada	Andesita meteorizada	Toba meteorizada	Andesita meteorizada	Toba meteorizada
Longitud (Distancia entre pilares)		m	m	m	m	m
		17.5	7.2 (4.6)	5.1 (3.5)	17.9 (7.5+7.5)	31.6 (6.6+15.4+6.6)
Razón de bloqueo		-	—	—	2.5	8.9
Ancho del río	Agua arriba	m	6.2	6.8	17.9	19.3
	Agua abajo	m	14	5.8	7	18
Gradiente del río		%	1.3	2	1	1.79
Estado de lecho		m	Arena y gravas	Arena	Arena	Arena y gravas
Coeficiente de rugosidad		-	0.027	0.016	0.016	0.027
Área de captación de agua		km ²	28.3	0.8	0.6	9
Coeficiente de escorrentía		-	0.49	0.45	0.46	0.44
Intensidad de lluvia(100años)		mm/h	48.1	123.4	123.4	73.8
Caudal máximo		m ³ /s	185.29	12.34	9.46	81.19
Velocidad		m/s	1.07	2.37	2.76	1.07
Luz estándar		m	12.5	6.2	7	12.5
Espacio libre		m	0	3.4	3.0	8
Estabilidad	Estribo	-	100	75	70	75
	Pilar	-	90	—	—	65
Socavación	Estribo	-	100	90	90	100
	Pilar	-	90	—	—	20
Problemas		Falta la sección. La luz es corta. Razón de bloqueo es grande. No hay concordancia entre ubicación de puente y de río.	La gradiente es grande.	La gradiente es grande. El puente es relativamente corto en contraste con el ancho del río.	Falta la sección. La luz es corta. Muchos sedimentos.	La gradiente es relativamente grande. La distancia entre la protección de estribo y pilar es corta.
Contramedidas supuestas		① Construcción de nuevo puente. ② Mejoramiento del cauce. ③ Obra de protección del terraplén de camino de acceso.	① Sobreelevación de lecho que sirve como protección del. Mismo. ② Disminución de velocidad de agua por obra de protección de riberas. ③ Disminución de velocidad de agua por la construcción de vertedero. ④ Construcción de nuevo puente.	① Construcción de nuevo puente. ② Sobreelevación de lecho que sirve como protección del. Mismo. ③ Disminución de velocidad de agua por obra de protección de riberas. ④ Disminución de velocidad de agua por la construcción de vertedero.	① Construcción de nuevo puente. ② Bajar el lecho por la draga.	① Proteger la base del estribo por la construcción de protección de orillas. ② Rellenar desde el estribo hasta el pilar para que agua pasa solamente entre pilares.

17.6 Selección de Contramedidas Específicas para Cada Sitio

17.6.1 Selección de Contramedidas de Prevención para los Daños del Talud

1) Generalidades

La selección de las contramedidas de prevención para los daños del talud se realiza a base de los resultados que se muestra en la Tabla 17.4.9, junto con la metodología de la selección que se muestra en la Figura 17.6.1.

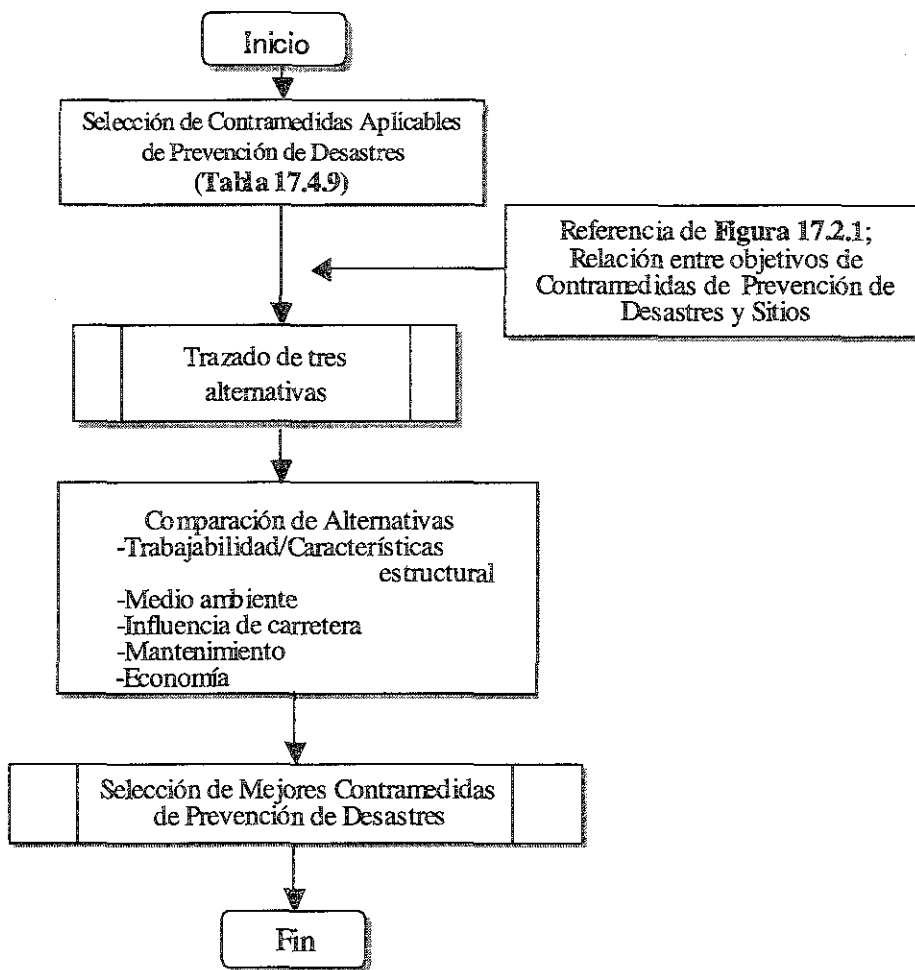


Figura 17.6.1 Flujo de la Selección de Contramedidas de Prevención de Desastres

2) Selección de Contramedidas Alternativas

Las contramedidas aplicables para la prevención de desastres fueron seleccionadas a base de los resultados antes descritos (Véase la Tabla 17.4.9).

Las alternativas, de que hay tres, son establecidas combinando las contramedidas de prevención de desastre seleccionadas. Los resultados del estudio comparativo de la contramedida preventiva se muestran en la Tabla 17.6.1 – Tabla 17.6.5.

3) Selección de Contramedidas de Prevención de Desastres

Las mejores contramedidas de prevención de desastre fueron seleccionadas después del examen comparativo de tres alternativas diferentes. El análisis comparativo se llevó a cabo utilizando los ítems mostrados a continuación. El análisis es cualitativo en la naturaleza y aplica los símbolos ◎, ○, △: ◎ es excelente, ○ es normal, y △ es malo. Sobre la base de esto, se realizó la priorización usando los números 1, 2, y 3, la alternativa con 1 es la mejor y 3 es la peor.

- Trabajabilidad/Perfil estructural
- Medio ambiente
- Influencia en la carretera
- Mantenimiento
- Economía

Tabla 17.6.1 Selección de Contramedidas para NIC-1

IDNo	N001A290	N001A280	N001A240	N001B230	N001B170	N001B150	N001B120
Distancia	80.9 C.R Contramedidas para agua.	73.2 C.R. Estabilización de talud. Contramedidas para agua	168.4 C.R.	168.8 C.M.R.	171.3 C.M.R Meteorización	175.0 C.M.R. Meteorización	176.2 C.M.R. Estabilización de talud. Protección de Meteorización Contramedidas para agua.
Objetivos de contramedidas							
1) Reforzamiento de estabilidad	1) Terraplenado 2) Contrapeso 3) Muro de retención 4) Marco de concreto proyectado 5) Mampostería	4					
2) Remoción de materiales inestables (incluido el recorte del talud)	6) Recorte 7) Remoción de roca desprendida 8) Recorte de roca desprendida	6 7 8	7 8	7 8	6	6	6
2) Alivio de presión de aguas freáticas	9) Drenaje en talud 10) Drenaje horizontal	9			9	9	9 10 11
4) Prevención de meteorización	11) Vegetación 12) Torcretto 13) Drenaje en talud 14) Marco de concreto proyectado	11			11 12 13 14	11 12 13 14	11 12 13 14
5) Protección de caída y dispersión de rocas	15) Muro de gabión 16) Malla de protección 17) Muro de protección de concreto	13 14 15	13 14 15	13 14 15	14		
6) Evacuación de desastres	18) Cambio de línea 19) Construcción de puente 20) Alcantarilla 21) Albergue contra rocas 22) Presa	19	19	19			
Alternativa 1		7+9+13 6+9	7+13 7+13	7+13 7+13	6+9 6+9	6+9 6+9	6+9+10 6+9+10
Alternativa 2		7+9+14 7+9+14	7+14 7+14	7+14 7+14	6+9+12 6+9+12	6+9+12 6+9+12	6+9+10+11 6+9+10+11
Alternativa 3		7+9+15 7+9+15	7+15 7+15	7+15 7+15	4+6+9+11 4+6+9+11	6+9+4+11 6+9+4+11	6+9+4+11 6+9+4+11
Observación		8) No se permita la situación 9) No necesita y en pie de talud	8) No se permita la situación 9) No necesita	8) No se permita la situación 9) No necesita	14) No es adecuado por la necesidad de prevención de meteorización	9) En hombro y en pie de talud	9) En hombro y en pie de talud 12) Imposible por aguas

Tabla 17.6.2 Selección de Contramedidas para NIC-3 (Para el Talud de Corte)

IDNo	N003B400	N003B370	N003B320	N003C230	N003E170	N003C150	N003C140
Distancia	6.9	7.4	22.1	32.9	36.2	38.9	39.4
Objetivos de contramedidas	C.M.R. Meteorización de talud. Meteorización de talud.	C.M.R. Meteorización de talud. Meteorización de talud.	C.M.R. Estabilización de talud. Contramedidas para aguas	C.M.R. Estabilización de talud. Meteorización de talud. Contramedidas para aguas	C.M.R. Estabilización de talud.	C.M.R. Estabilización de talud. Contramedidas para aguas	C.M.R. Estabilización de talud. Contramedidas para aguas
1) Reforzamiento de estabilidad	④	④	① ③ ⑤	④	④	④	④
2) Remoción de materiales inestables (incluido el recorte del talud)	⑥	⑥		⑥	⑥	⑥	⑥
3) Alivio de presión de aguas freáticas	⑨ ⑩ ⑪	⑨ ⑩ ⑪	⑨ ⑩ ⑪	⑨ ⑩ ⑪	⑨ ⑩ ⑪	⑨ ⑩ ⑪	⑨ ⑩ ⑪
4) Prevención de meteorización	⑪ ⑫ ⑬ ⑭	⑪ ⑫ ⑬ ⑭	⑪ ⑫	⑪	⑪		
5) Protección de caída y dispersión de rocas	⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲	⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲		⑲ ⑳			
6) Evacuación de desastres	⑲ ⑳	⑲ ⑳		⑲ ⑳	⑲	⑲	⑲
Alternativa 1	⑥+⑨	⑥+⑨	①+⑨+⑩	⑥+⑨	④+⑥	⑥+⑨	⑥+⑨+⑩
Alternativa 2	⑥+⑨+⑫	⑥+⑨+⑫	①+③+⑨+⑫	④+⑥+⑨+⑫	④+⑥+⑨+⑫	④+⑥+⑨+⑫	④+⑥+⑨+⑫
Alternativa 3	⑥+⑨+⑫+⑭	⑥+⑨+⑫+⑭	①+⑤+⑨+⑫+⑭	④+⑥+⑨+⑫+⑭	④+⑥+⑨+⑫+⑭	④+⑥+⑨+⑫+⑭	④+⑥+⑨+⑫+⑭
Observación			⑳ No se permita la situación	⑳ No se permita la situación		⑳ No se permita la situación	⑳ No se permita la situación

Tabla 17.6.3 Selección de Contramedidas para NIC-3 (Para el Talud de Terraplén)

IDNo	N003B400 6.9	N003B370 7.4	N003B320 22.1	N003C230 32.9	N003E170 36.2	N003C150 38.9	N003C140 39.4
Objetivos de contramedidas				Estabilización de talud. Contramedidas para aguas.	Alud de fango.	Estabilización de talud. Contramedidas para aguas.	Estabilización de talud. Contramedidas para aguas.
1) Reforzamiento de estabilidad	1) Terraplenado 2) Contrapeso 3) Muro de retención 4) Marco de concreto proyectado 5) Mampostería			1) 2) 3) 5)		1) 2) 3) 5)	1) 2) 3) 5)
2) Remoción de materiales inestables (incluido el recorte del talud)	6) Reorte 7) Remoción de roca desprendida 8) Recorte de roca desprendida						
3) Alivio de presión de aguas freáticas	9) Drenaje en talud 10) Drenaje horizontal 11) Vegetación			9) 11)		9) 11)	9) 11)
4) Prevención de meteorización	11) Vegetación 12) Torcreto 13) Drenaje en talud 14) Marco de concreto proyectado						9)
5) Protección de caída y dispersión de rocas	13) Muro de gabión 14) Malla de protección 15) Muro de protección de concreto						
6) Evación de desastres	16) Cambio de línea 17) Construcción de puente 18) Alcantarilla 19) Albergue contra rocas 20) Presa				16) 17) 18) 20)		
Alternativa 1				1) + 9) + 11)	16)	1) + 9) + 11)	1) + 9) + 11)
Alternativa 2				1) + 3) + 9) + 11)	16) + 20)	1) + 3) + 9) + 11)	3) + 9) + 11)
Alternativa 3				1) + 5) + 9) + 11)		1) + 5) + 9) + 11)	5) + 9) + 11)
Observación				No es necesario 4) por la razón de que es terraplén.		No es necesario 4) por la razón de que es terraplén.	No es necesario 4) por la razón de que es terraplén.

Tabla 17.6.4 Selección de Contramedidas para NIC-5

IDNo	N005A010						
Distancia	24.6						
Objetivos de contramedidas	C.R.						
	Estabilización de talud Contramedidas para aguas						
1) Reforzamiento de estabilidad	① Terraplénado ② Contrapeso ③ Muro de retención ④ Marco de concreto proyectado ⑤ Mampostería	④					
2) Remoción de materiales inestables (incluido el recorte del talud)	⑥ Recorte ⑦ Remoción de roca desprendida ⑧ Recorte de roca desprendida	⑥					
3) Alivio de presión de aguas freáticas	⑨ Drenaje en talud ⑩ Drenaje horizontal ⑪ Vegetación	⑨					
4) Prevención de meteorización	⑪ Vegetación ⑫ Toconcreto ⑬ Drenaje en talud ⑭ Marco de concreto proyectado	⑪					
5) Protección de caída y dispersión de rocas	⑬ Muro de gabión ⑭ Malla de protección ⑮ Muro de protección de concreto						
6) Evacuación de desastres	⑯ Cambio de línea ⑰ Construcción de puente Alcantarilla ⑱ Albergue contra rocas ⑳ Presa						
Alternativa 1		⑥+⑨					
Alternativa 2		⑥+⑨+⑪					
Alternativa 3		④+⑥+⑨+⑪					
Observación							

Tabla 17.6.5 Selección de Contramedidas para NIC-26

IDNo. Distancia	N026A060 24.7		N026B140 34.0		N026A150 34.2		N026B160 37.0
	C.R. Meteorización.		C.R. Estabilización de Talud.		En talud de corte C.R. Meteorización		En relleno Estabilización de Talud.
Objetivos de contramedidas	C.R. Meteorización.		C.R. Estabilización de Talud.		En talud de corte C.R. Meteorización		En relleno Estabilización de Talud.
1) Reforzamiento de estabilidad	1) Terraplenado 2) Contrapeso 3) Muro de retención 4) Marco de concreto proyectado 5) Mampostería			4		4	1) 2) 3) 5)
2) Remoción de materiales inestables (incluido el recorte del talud)	6) Recorte 7) Remoción de roca desprendida 8) Recorte de roca desprendida	6	6			6	7) 8)
3) Alivio de presión de aguas freáticas	9) Drenaje en talud 10) Drenaje horizontal 11) Vegetación	9	9 10 11		9	9	9)
4) Prevención de meteorización	11) Vegetación 12) Toconeto 9) Drenaje en talud 4) Marco de concreto proyectado	11 12	11		11	11	11)
5) Protección de caída y dispersión de rocas	13) Muro de gabión 14) Malla de protección 15) Muro de protección de concreto						13) 14) 15)
6) Evacuación de desastres	16) Cambio de línea 17) Construcción de puente 18) Alcantarilla 19) Albergue contra rocas 20) Presa		16		16		
Alternativa 1		6+9	6+9+10		6+9	9	7+13
Alternativa 2		6+9+12	6+9+4+10		4+6+9+11	1+3+9+11	7+14
Alternativa 3		6+9+4+11	16		1+9+11	7+15	8) es imposible por situación.
Observación					9 es drenaje en hombro.		

Tabla 17.6.6 Selección del Tipo de Contramedidas de Prevención



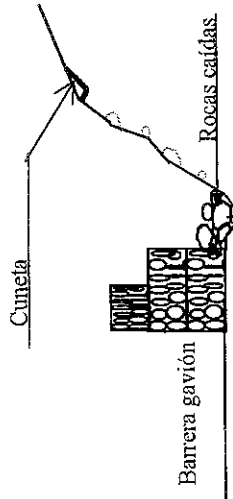
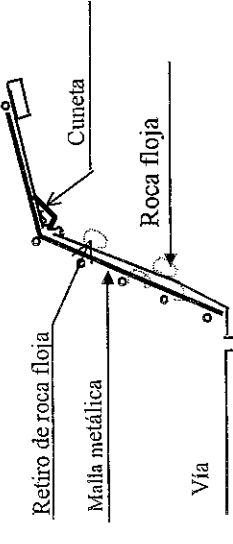
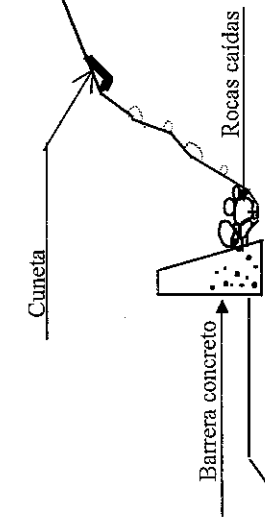
ID : N001A290	Topografía	Pie de loma	Altura y Gradiente	H = 20 ~ 40 m, θ = 45 ~ 52 deg.	Especie de Roca	Alternación de Andesita y Toba
	Impacto de Lluvia	Agua superficial, Se rezuma de grietas	Análisis de Estabilidad	Innecesario	Propósito de Contramedidas	Caída de Rocas
Estado del corte de talud					El período lluvioso	
Comentario	Debido a la poca distancia que hay entre las grietas en andesitas, se encuentran las rocas desprendidas destrozadas y esto origina la caída de rocas pequeñas. En el corte de talud se encuentra una capa fina de depósito coluvial lo cual está aumentando la inestabilidad en el período lluvioso. El agua se rezuma en todo el talud.					
Contramedidas						
Aspecto técnico	Remoción+ Barrera con muro de gavión +Drenaje		Remoción+ Malla de prevención+ Drenaje		Remoción Barrera con muro de concreto + Drenaje	
Aspecto estructural	<ul style="list-style-type: none"> - Debido al tamaño de rocas caídas, posiblemente el gavión falle temprano. Δ 		<ul style="list-style-type: none"> - No hay experiencia en Nicaragua. ○ - Es una estructura casi permanente. ○ 		<ul style="list-style-type: none"> - Debido al tamaño de rocas caídas, el muro será demasiado grande. Δ 	
Aspecto ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Empeoramiento ambiental por los materiales de gaviones que salen fuera a través de la falla de los alambres. Δ - Es imposible evitar completamente que las rocas caídas salten y alcancen la vía. Δ - Hay suficiente espacio para la instalación. Δ 		<ul style="list-style-type: none"> - Se necesita talar una parte de árboles del talud. Δ - No hay problema ◎ 		<ul style="list-style-type: none"> - Falta la armonía con el paisaje aledaño por la construcción del muro. Δ - Es imposible evitar completamente que las rocas caídas salten y alcancen a la vía. Δ - Hay suficiente espacio para la instalación. Δ 	
Influencia en la vía	<ul style="list-style-type: none"> - Es necesario retirar las rocas acumuladas. Δ - Depende de la durabilidad del alambre. Δ 		<ul style="list-style-type: none"> - Depende de la durabilidad del alambre. Δ 		<ul style="list-style-type: none"> - Es necesario el espacio especial para el trabajo del retiro de rocas caídas. Δ 	
Aspecto de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Es más barata que otras alternativas. ○ - No hay diferencia con otras necesitando el costo de mantenimiento. ○ 		<ul style="list-style-type: none"> - La malla es cara, pero no se necesita mucho costo de mantenimiento. ○ 		<ul style="list-style-type: none"> - El costo de mantenimiento es muy alto. Δ 	
Aspecto económico	<ul style="list-style-type: none"> - Según el tamaño supuesto de roca caída, estructuralmente es imposible de construir. Tiene problema de mantenimiento. 3 		<ul style="list-style-type: none"> - Se puede prevenir la caída de rocas con seguridad. 1 		<ul style="list-style-type: none"> - Según el supuesto tamaño de roca caída, estructuralmente es imposible de construir. Tiene problema de mantenimiento. 2 	
Evaluación total						

Tabla 17.6.7 Selección del Tipo de Contramedidas de Prevención

ID : N001A280	Topografía	Pie de loma	Altura y Gradiente	Especie de Roca	Toba
Estado del corte de talud	Impacto de Lluvia	Aguas superficiales y freáticas	Análisis de Estabilidad	Propósito de Contramedidas	Caída de Rocas
	El período seco			Necesario	El período lluvioso
				$H = 7 \sim 11 \text{ m}$, $\theta = 45 \sim 75 \text{ deg.}$	
Comentario	El círculo rojo indica la pendiente formada por deslizamiento, las partes indicadas por la línea azul son de depósito coluvial (en dos fotos). No hay variación entre la primera y segunda etapa del estudio, pero el límite de la pendiente formada por deslizamiento ha llegado hasta la torre donde se indica con la línea amarilla, es necesario la estabilización del talud. Desde el depósito coluvial se observa el agua que se rezuma. Existe la zanja ciega cubierta.				
Contramedidas	<p>Recorte + Drenaje</p>	<p>Recorte + Marco de concreto con vegetación + Drenaje</p>	<p>Drenaje horizontal</p>		
Aspecto técnico	- La inestabilidad aumenta por la elevación del nivel de agua. Con estas contramedidas no se puede prevenir la elevación del nivel de agua. Δ	- La inestabilidad aumenta por la elevación del nivel de agua. Con estas contramedidas no se puede prevenir la elevación del nivel de agua. Δ	- Se impide la elevación del nivel de agua por medio de instalación del drenaje horizontal y se estabiliza el talud. \circ		
Aspecto ambiental	- Se espera el crecimiento de vegetación natural. Δ	- Se previene el emporamiento ambiental por medio de tratamiento vegetal en el marco de concreto. \circ	- Se mantiene el estado actual sin tocar nada del talud. \odot		
Influencia en la vía	- Es necesario tomar algunas medidas en la ejecución de obras. Después del término de obras no hay ninguna influencia. \circ	- Es necesario tomar algunas medidas en la ejecución de obras. Después del término de obras no hay ninguna influencia. \circ	- Se necesita el control de tráfico en la ejecución de perforación. Δ		
Aspecto de mantenimiento	- Se necesita mantenimiento hasta que sobreviva la vegetación. Δ	- Se necesita mantenimiento hasta que sobreviva la vegetación. Δ	- Se necesita vigilar la salida de agua. \circ		
Aspecto económico	- Es más económica que otras alternativas. \circ	- El marco de concreto aumenta el costo. Δ	- El drenaje horizontal es de alto costo. \circ		
Evaluación total	- Desde el punto de vista de mantenimiento y de ambiente es peor que las otras. 2	- El marco es para el tratamiento vegetal y no sirve tanto para la estabilidad. 3	- Es más económica y más efectiva. 1		

Tabla 17.6.8 Selección del Tipo de Contramedidas de Prevención



ID : N001A240	Topografía	Pie de loma	Altura y Gradiente	H = 12 ~ 18 m , θ = 45 ~ 57 deg.	Especie de Roca	La mayor parte es de toba y la otra parte es de andesita.
Estado del corte de talud	Impacto de Lluvia	Aguas superficiales	Análisis de Estabilidad	Innecesario	Propósito de Contramedidas	Caída de Rocas
Estado del corte de talud	El período seco			El período lluvioso		
Comentario	En el período lluvioso tampoco se encuentra el agua que se rezuma. Pero se encontraron 10 sitios de pequeño colapso por aflojamiento del talud. El círculo rojo indica sitio donde se observan caída de rocas.					
Contramedidas	Remoción + Barrera con muro de gavión	Remoción + Malla de Prevención	Remoción + Barrera con muro de			
Aspecto técnico	Debido al tamaño de rocas caídas, posiblemente el gavión falle temprano. <input type="checkbox"/>	No hay experiencia en Nicaragua. <input type="checkbox"/>	Debido al tamaño de rocas caídas, el muro será demasiado grande. <input type="checkbox"/>			
Aspecto estructural	Empeoramiento ambiental por los materiales de gaviones que salen fuera a través de la falla de los alambres. <input type="checkbox"/>	Es una estructura casi permanente. <input type="checkbox"/>	Falta la armonía con el paisaje aledaño por la construcción del muro. <input type="checkbox"/>			
Aspecto ambiental	Es imposible evitar completamente que las rocas caídas salten y alcancen la vía. <input type="checkbox"/>	Se necesita talar una parte de árboles del talud. <input type="checkbox"/>	Es imposible evitar completamente que las rocas caídas salten y alcancen la vía. <input type="checkbox"/>			
Influencia en la vía	No hay suficiente espacio para la instalación. <input type="checkbox"/>	No hay problema. <input checked="" type="radio"/>	No hay suficiente espacio para la instalación. <input type="checkbox"/>			
Aspecto de mantenimiento	Es necesario retirar las rocas acumuladas. <input type="checkbox"/>	Depende de la durabilidad del alambre. <input type="checkbox"/>	Es necesario retirar las rocas acumuladas. <input type="checkbox"/>			
Aspecto económico	Depende de la durabilidad del alambre. <input type="checkbox"/>	Se baja el costo al nivel de otras alternativas por la ejecución parcial. <input type="checkbox"/>	No es necesario el mantenimiento de estructuras. <input type="checkbox"/>			
Evaluación total	Es más barata que las otras alternativas. <input type="checkbox"/>	Se puede prevenir la caída de rocas con seguridad. <input type="checkbox"/>	El costo medio entre tres alternativas. <input type="checkbox"/>			
	Según el tamaño supuesto de roca caída, estructuralmente es imposible de construir. Tiene problema de mantenimiento. No hay espacio. <input type="checkbox"/>	Según el tamaño supuesto de roca caída, estructuralmente es imposible de construir. Tiene problema de mantenimiento. No hay espacio. <input type="checkbox"/>	Según el tamaño supuesto de roca caída, estructuralmente es imposible de construir. Tiene problema de mantenimiento. No hay espacio. <input type="checkbox"/>			

Tabla 17.6.9 Selección del Tipo de Contramedidas de Prevención


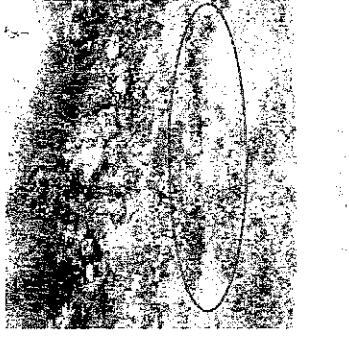
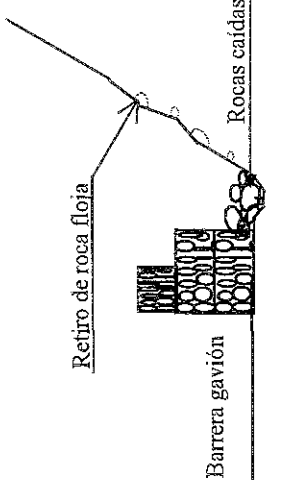
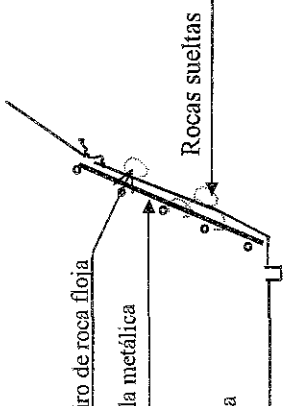
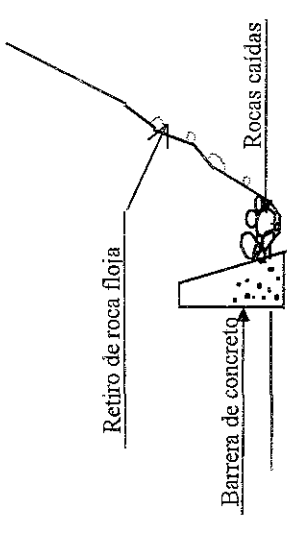
ID : N001B230	Topografía	Pie de loma	Altura y Gradiente	H = 13 ~ 33 m, θ = 40 ~ 65 deg.	Especie de Roca	La mayor parte es de toba y la otra parte es de andesita.
Estado del corte de talud	Impacto de Lluvia	Se rezuma agua desde la junta de rocas	Análisis de Estabilidad	Innecesario	Propósito de Contramedidas	Colapso de Masa de Roca
	El período seco			El período lluvioso		
Comentario	(Foto izquierda) El círculo rojo indica la andesita de la parte superior del talud, y la parte inferior es de toba bien meteorizada. Con esta composición se forma el voladizo, y provoca la caída de rocas. (Foto derecha) El círculo rojo arriba indica la andesita desprendida, y el círculo abajo es de toba. Desde el límite de ambas capas se sale el agua.					
Contramedidas	Remoción + Barrera con muro de gavión	Remoción + Malla de prevención	Remoción + Barrera con muro de concreto	  		
Aspecto técnico	Aspecto estructural	Aspecto ambiental	Influencia en la vía	Aspecto de mantenimiento	Aspecto económico	Evaluación total
Debido al tamaño de rocas caídas, posiblemente el gavión falle temprano.	Empeoramiento ambiental por los materiales de gaviones que salen fuera a través de la falla de los alambres.	Es imposible evitar completamente que las rocas caídas salten y alcancen la vía.	No hay suficiente espacio para la instalación.	Es necesario retirar las rocas acumuladas.	Depende de la durabilidad del alambre.	Es más barata que otras alternativas.
Es imposible evitar completamente que las rocas caídas salten y alcancen la vía.	No hay suficiente espacio para la instalación.	Es necesario retirar las rocas acumuladas.	Depende de la durabilidad del alambre.	Es necesario retirar las rocas acumuladas.	No es necesario el mantenimiento de estructuras.	Según el tamaño supuesto de roca caída, estructuralmente es imposible de construir. Tiene problema de mantenimiento. No hay espacio.
Es necesario retirar las rocas acumuladas.	Depende de la durabilidad del alambre.	Es necesario retirar las rocas acumuladas.	Depende de la durabilidad del alambre.	Por la ejecución parcial, se puede evitar la influencia en el ambiente.	Se puede bajar el costo al nivel de otras alternativas por la ejecución parcial.	Según el tamaño supuesto de roca caída, estructuralmente es imposible de construir. Tiene problema de mantenimiento. No hay espacio.
Es más barata que otras alternativas.	Según el tamaño supuesto de roca caída, estructuralmente es imposible de construir. Tiene problema de mantenimiento. No hay espacio.	Es necesario retirar las rocas acumuladas.	Depende de la durabilidad del alambre.	Por la ejecución parcial, se puede evitar la influencia en el ambiente.	Se puede bajar el costo al nivel de otras alternativas por la ejecución parcial.	Según el tamaño supuesto de roca caída, estructuralmente es imposible de construir. Tiene problema de mantenimiento. No hay espacio.
Según el tamaño supuesto de roca caída, estructuralmente es imposible de construir. Tiene problema de mantenimiento. No hay espacio.	Según el tamaño supuesto de roca caída, estructuralmente es imposible de construir. Tiene problema de mantenimiento. No hay espacio.	Es necesario retirar las rocas acumuladas.	Depende de la durabilidad del alambre.	Por la ejecución parcial, se puede evitar la influencia en el ambiente.	Se puede bajar el costo al nivel de otras alternativas por la ejecución parcial.	Según el tamaño supuesto de roca caída, estructuralmente es imposible de construir. Tiene problema de mantenimiento. No hay espacio.

Tabla 17.6.10 Selección del Tipo de Contramedidas de Prevención


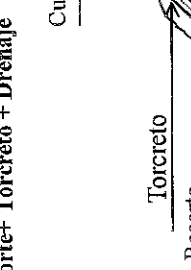
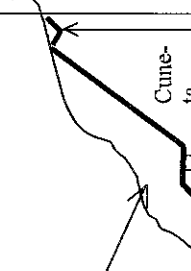
ID : N001B170	Topografía	Pie de loma	Altura y Gradiente	H = 13 ~ 41 m , θ = 42 ~ 70 deg.	Especie de Roca	La mayoría es andesita, pero la parte inferior es toba.
	Impacto de Lluvia	Agua superficial, Se rezuma de grietas	Análisis de Estabilidad	Inecesario	Propósito de Contramedidas	Colapso de Masa de Roca
	El período seco					
Estado del corte de talud						
Comentario	(Foto izquierda) Dentro de marco rojo es andesita, y la parte inferior es de toba que no tiene resistencia a la meteorización, (Foto derecha) Donde se marcaron con círculo rojo se encuentran aguas. El rápido avance de la meteorización de toba de la parte inferior provoca la fisilidad e inestabilización de andesita en la parte superior.					
Contramedidas	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="670 940 893 1254"> <p>Recorte+ Torcreto + Drenaje</p>  </div> <div data-bbox="670 1254 893 1568"> <p>Recorte+ Marco de concreto con vegetation + Drenaje</p>  </div> </div>					
Aspecto técnico Aspecto estructural	<p>El sitio está ubicado en la curva. Para conseguir mejor visibilidad se realiza retallo y recorte de la capa meteorizada.</p> <p>Se espera el crecimiento de vegetación natural.</p>					
Aspecto ambiental	<p>Para eliminar la capa inestable, se necesita el recorte desde la parte inferior, luego se ejecuta torcreto.</p> <p>Falta la armonía con el ambiente alado.</p>					
Influencia en la vía	<p>No hay problema.</p>					
Aspecto de mantenimiento	<p>Es necesario confirmar la corriente de agua.</p>					
Aspecto económico	<p>Es más económica que otras alternativas.</p>					
Evaluación total	<p>Desde el punto de vista del ambiente y medidas de aguas, es peor que otras.</p>					

Tabla 17.6.11 Selección del Tipo de Contramedidas de Prevención



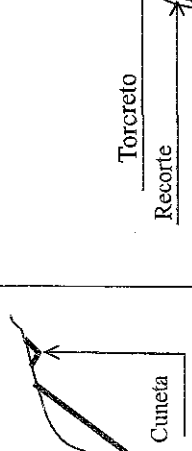
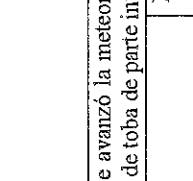
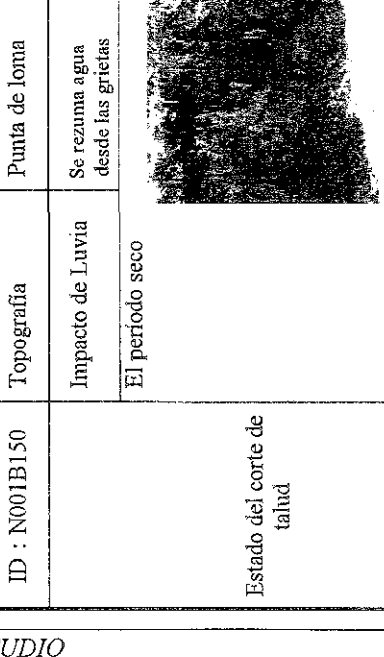


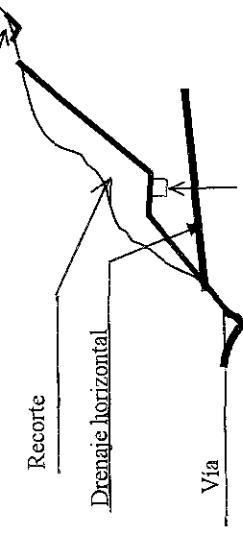
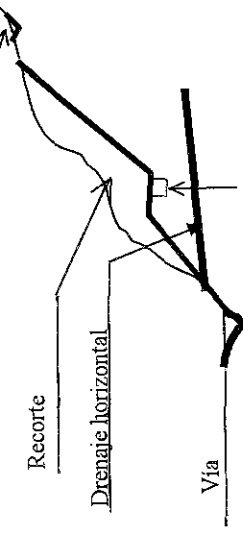
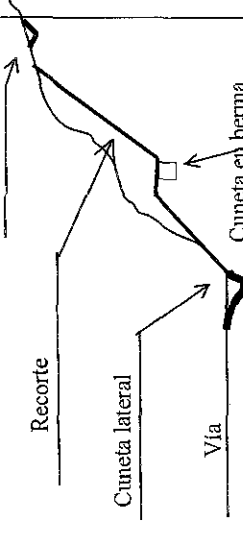
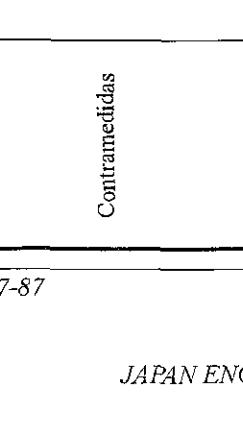
ID : N001B150	Topografía Impacto de Luvia El período seco	Punta de loma Se rezuma agua desde las grietas	Altura y Gradiente Análisis de Estabilidad	H = 7 ~ 13 m , θ = 50 ~ 70 deg. Innesario	Especie de Roca Propósito de Contramedidas El período lluvioso	La mayppria es toba, pero la parte superior es andesita. Colapso de Masa de Roca	
Estado del corte de talud		Existen las grietas verticales, y de ahí se avanzó la meteorización convirtiendoselas en grietas abiertas. Se encuentra las rocas caídas relativamente grande. Por medio de prevención para meteorización y recorte de toba de parte inferior, hay que prevenir la caída de andesita de la parte superior.	Recorte+ Drenaje	Recorte+ Torcreto+ Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	  	
Comentario	Recorte+ Drenaje	Recorte+ Torcreto+ Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	- Se ejecuta la prevención de meteorización a través de la instalación del sistema de drenaje. ○ - Se espera el crecimiento de vegetación natural. △ - Es necesario tomar algunas medidas en la ejecución de obras. Después del término de obras no hay ninguna influencia. ○ - Se necesita mantenimiento hasta que sobreviva la vegetación. △ - Es más económica que otras alternativas. ○	
Contramedidas	Recorte+ Drenaje	Recorte+ Torcreto+ Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	- Se necesitan maquinarias específicas. ◎ - Tiene ventaja para prevenir la meteorización. ◎ - Falta la armonía con el ambiente aledaño. △ - No hay problema. ○ - Es necesario confirmar la corriente de agua. ○ - El costo medio entre tres alternativas. ○	
Aspecto técnico Aspecto estructural	Recorte+ Drenaje	Recorte+ Torcreto+ Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	- Se instala el marco de concreto para el tratamiento vegetal y aumento de estabilidad. ○ - Se previene la influencia en el ambiente a través de tratamiento vegetal en el marco de concreto. ○ - Es necesario tomar algunas medidas en la ejecución de obras. Después del término de obras no hay ninguna influencia. ○ - Se necesita mantenimiento hasta que sobreviva la vegetación. △ - Es muy importante el mantenimiento del anclaje del marco de concreto. △	
Aspecto ambiental	Recorte+ Drenaje	Recorte+ Torcreto+ Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	- El marco de concreto es costoso. △ - El marco es para el tratamiento vegetal y no sirve tanto para la estabilidad. 3	
Influencia en la vía	Recorte+ Drenaje	Recorte+ Torcreto+ Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	- Desde el punto de vista de mantenimiento y de ambiente es peor que las as. 2	
Aspecto de mantenimiento	Recorte+ Drenaje	Recorte+ Torcreto+ Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	- Desde el punto de vista de mantenimiento y de ambiente es peor que las as. 2	
Aspecto económico	Recorte+ Drenaje	Recorte+ Torcreto+ Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	- Desde el punto de vista de mantenimiento y de ambiente es peor que las as. 2	
Evaluación total	Recorte+ Drenaje	Recorte+ Torcreto+ Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	Recorte+ Marco de concreto con vegetación + Drenaje	- Desde el punto de vista de mantenimiento y de ambiente es peor que las as. 2	

Tabla 17.6.12 Selección del Tipo de Contramedidas de Prevención

ID : N001B120	Topografía	Se rezuma agua desde las grietas	Altura y Gradiente	H = 17 ~ 50 m , θ = 50 ~ 75 deg.	Especie de Roca	Toba y andesita. La parte mediana del talud es filón de inyección.
	Impacto de Lluvia		Análisis de Estabilidad	Innecesario	Propósito de Contramedidas	Colapso de Masa de Roca
	El periodo seco					
	El periodo lluvioso					
Estado del corte de talud						
Comentario	Hay historial de derrumbe. La mayor parte es roca intrusiva dura, pero fue introducida a lo largo de la falla (línea blanca). Por lo tanto el estado de masa de roca de ambos lados de la roca intrusiva está peor. Por la influencia de la falla, el talud está inestable y se espera la repetición del colapso. Es necesario tomar medidas de estabilización todo lo posible.					
Contramedidas						
Aspecto técnico Aspecto estructural	<ul style="list-style-type: none"> Prevenir el colapso por medio de recorte de 55° y aumentar la estabilidad a través de instalación del sistema de drenaje. ○ 	<ul style="list-style-type: none"> La instalación del drenaje horizontal aumenta la estabilidad. △ 	<ul style="list-style-type: none"> Se espera el crecimiento de vegetación natural. △ 	<ul style="list-style-type: none"> Se instala el marco de concreto para el tratamiento vegetal y aumento de estabilidad. ○ 		
Aspecto ambiental	<ul style="list-style-type: none"> Se espera el crecimiento de vegetación natural. △ 	<ul style="list-style-type: none"> Se espera el crecimiento de vegetación natural. △ 	<ul style="list-style-type: none"> Se espera el crecimiento de vegetación natural. △ 	<ul style="list-style-type: none"> Se previene la influencia en el ambiente a través de tratamiento vegetal en el marco de concreto. ○ 		
Influencia en la vía	<ul style="list-style-type: none"> Es necesario tomar algunas medidas en la ejecución de obras. Después del término de obras no hay ninguna influencia. ○ 	<ul style="list-style-type: none"> Es necesario tomar algunas medidas en la ejecución de obras. Después del término de obras no hay ninguna influencia. ○ 	<ul style="list-style-type: none"> Es necesario tomar algunas medidas en la ejecución de obras. Después del término de obras no hay ninguna influencia. ○ 	<ul style="list-style-type: none"> Es necesario tomar algunas medidas en la ejecución de obras. Después del término de obras no hay ninguna influencia. ○ 		
Aspecto de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> Es necesario mantener la condición de talud. △ 	<ul style="list-style-type: none"> Es necesario observar la forma de salida de agua desde el drenaje horizontal. △ 	<ul style="list-style-type: none"> Es necesario observar la forma de salida de agua desde el drenaje horizontal. △ 	<ul style="list-style-type: none"> Se necesita mantenimiento hasta que sobreviva la vegetación. ○ Es muy importante el mantenimiento del anclaje del marco de concreto. △ 		
Aspecto económico	<ul style="list-style-type: none"> Es más económica que otras tres alternativas. ◎ 	<ul style="list-style-type: none"> El costo mediano entre tres alternativas. ○ 	<ul style="list-style-type: none"> El costo mediano entre tres alternativas. ○ 	<ul style="list-style-type: none"> El marco de concreto es costoso. △ 		
Evaluación total	<ul style="list-style-type: none"> La instalación del sistema de drenaje sirve para la prevención de meteorización. Desde el punto de vista económica tiene más eficiencia. 1 	<ul style="list-style-type: none"> Se rezuma mucho el agua, pero no se necesita la instalación de drenaje horizontal. 2 	<ul style="list-style-type: none"> Se rezuma mucho el agua, pero no se necesita la instalación de drenaje horizontal. 2 	<ul style="list-style-type: none"> El marco es para el tratamiento vegetal y no sirve tanto para la estabilidad. 3 		