

**PARTE B**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD**



## CAPITULO 15. INTRODUCCIÓN

### 15.1 Generalidades

En la Parte A de este Estudio, treinta (30) sitios de prevención de desastres fueron identificados utilizando una amplia variedad de criterios de selección. En esta parte, o sea en la Parte B, los resultados del Estudio de Factibilidad (de aquí en adelante se denominará "EF") en los sitios de prevención se muestran como sigue;

- Capítulo 15 Introducción
- Capítulo 16 Estándar Básico del Diseño
- Capítulo 17 Examen Detallado de las Contramedidas
- Capítulo 18 Plan de Construcción y Estimación de Costos
- Capítulo 19 Evaluación de Impacto Ambiental
- Capítulo 20 Evaluación del Proyecto
- Capítulo 21 Programa de Implementación
- Capítulo 22 Sistema de la Administración y Operación
- Capítulo 23 Conclusiones y Recomendaciones

A fin de implementar el EF, la revisión profunda de contramedidas se llevó a cabo basando en los datos detallados del estudio geológico, el resultado del estudio hidrológico, los datos topográficos y la evaluación de impacto ambiental. Como se describió en el Capítulo 14, los 30 sitios de prevención de desastres fueron seleccionados por medio de la aplicación de los siguientes criterios.

➤ **Nivel de Estabilidad**

Cada sitio fue examinado en el contexto de niveles de estabilidad desde los resultados del estudio.

➤ **Volumen de Trafico**

Los sitios fueron comparados con un volumen de trafico proyectado entre los años 2010 y 2020.

➤ **Evaluación Ambiental**

Cada sitio fue evaluado sobre una serie de ítems ambientales.

➤ **Situación de Desarrollo**

Cada sitio fue comparado desde la perspectiva de un desarrollo potencial de las áreas a ambos lados de las vías

➤ **Condiciones Naturales**

El nivel critico es comparado basado en las condiciones naturales de los resultados del estudio, usando datos geológicos, hidrológicos y topográficos de la estación lluviosa.

➤ **Beneficio / Costo (B/C)**

Los resultados de la evaluación del B/C fueron comparados con costos aproximados estimados de las contramedidas hechas en la Parte A de este estudio.

➤ **Nivel de Restitución**

La dificultad de restitución fue evaluada basada en una máxima escala asumida de desastres.

### **15.2 Sitios para la Prevención de Desastres para el Estudio de Factibilidad**

Las contramedidas que tomaron en consideración para los sitios de prevención de desastres identificados en el Capítulo 14 son como sigue:

- i) Las contramedidas para la caída de rocas y colapso,
- ii) Las contramedidas para el colapso de masa de rocas,
- iii) Las contramedidas para el deslizamiento de tierra,
- iv) Las contramedidas para el alud de fango, y
- v) Las contramedidas para la socavación del cimiento de puente.

Cada contramedida arriba descrita se las arregla con el problema diferente, como geología meteorizada, filtración de agua, las características de la meseta de lava, las rocas sueltas y la gradiente pronunciada del talud etcétera.

## CAPÍTULO 16 NORMAS PARA EL DISEÑO

### 16.1 Normas Aplicables para el Diseño Geométrico

Las normas adoptadas para el diseño geométrico para este estudio se muestra en la Tabla 16.1.1.

**Tabla 16.1.1 Diseño Geométrico Aplicable**

No.	Descripción	Carretera Troncal	
		suburbana	rural
1	Clasificación	A2	A3
2	Vehículo de Diseño	WB-20	WB-15
3	Tipo de Terreno	P O M	P O M
4	Velocidad de Diseño	90 80 70	80 70 60
5	Número de Carriles	2 to 4	2 to 4
6	Ancho de Carril, mts	3.30 - 3.65	3.30 - 3.65
7	Ancho de Hombro, mts	Int: 1.0 - 1.5, Ext: 1.5 - 1.8	Int: 0.5 - 1.0, Ext: 1.0 - 1.8
8	Tipo de Superficie	Pav	Pav
9	Distancia de Visibilidad de Parada, mts	110-170	85-140
10	Dis. de Visib. de Adelantamiento, mts	480-600	410-540
11	Radio Máximo de Curva	195-335	135-250
12	Grado Máximo de Curva	5° 53' - 3° 25'	8° 29' - 4° 35'
13	Grado Vertical Máximo	8	8
14	Peralte, porcentaje	10	10
15	Pendiente Transversal %	1.5 - 3	1.5 - 3
16	Pendiente de Hombro, %	2 - 5	2 - 5
17	Ancho de Puente, meters	Variable	Variable
18	Carga de Diseño de Puente, (AASHTO)	HS20-44+25%	HS20-44+25%
19	Ancho de Derecho de Vía, mts	40-50	40-50
20	Ancho Medio, mts	4 - 10	2 - 6
21	Nivel de Servicio	C-D	C-D
22	Tipo de Control de Acceso	Control Parcial	Sin Control

Notas:

Pav.= Pavimento asfáltico

P= Plano O= Ondulado M=Montañoso

### 16.2 Estándar del Diseño

#### 16.2.1 Estándar para la Gradiente del Talud

##### 1) Gradiente del Talud de Terraplén

En Nicaragua se determina la gradiente del talud de terraplén conforme al volumen del tráfico y a la altura del terraplén. En caso de que la altura del terraplén sea menos de 1.2 metros, se adopta la gradiente suave contemplando el uso de terreno a lo largo de la carretera. Se muestra el valor recomendado en la Tabla 16.2.1.

**Tabla 16.2.1 El Estándar Recomendado para la Gradiente del Terraplén conforme al Tipo de Carretera**

Clasificación funcional		Colector Secundario	Colector Principal	Troncal Secundario	Troncal Principal	Troncal Especial
Número de carriles		2	2	2	2	4
Promedio futuro de tráfico diario (vpd)		0-400	400-1,800	1,800-3,000	3,000	3,000
Pendiente de talud	Terraplén	H < 1.2 m	3 : 1	3 : 1	4 : 1	4 : 1
		H > 1.2 m	1.5 : 1	1.5 : 1	2 : 1	2 : 1

## 2) Gradiente del Talud de Corte

En Nicaragua se determina el estándar de la gradiente del talud de corte conforme a la sanidad geológica y al volumen del tráfico (Tabla 16.2.4). En cuanto a la sanidad geológica, se clasifica en cuatro categorías como la roca sana, el suelo desconocido, el suelo bien compactado y el suelo no compactado como se muestra en la Tabla 16.2.2.

**Tabla 16.2.2 Estándar de la Gradiente del Talud de Corte conforme al Tipo de Carretera**

Clasificación Funcional		Colector Secundario	Colector Principal	Troncal Secundario	Troncal Principal	Troncal Especial	
Número de carriles		2	2	2	2	4	
Promedio futuro de tráfico diario (vpd)		0-400	400-1,800	1,800-3,000	> 3,000	> 3,000	
Pendiente de talud	Corte	Roca sana	0 - 1/2:1	0 - 0.5:1	0 - 0.5:1	0 - 0.5:1	
		Suelo Desconocido	1:1	1.5:1	1.5:1	2:1	2:1
		Suelo bien Compactado	1:1	1.5:1	1.5:1	2:1	2:1
		Suelo no bien Compactado	1.5:1	1.5:1	2:1	2:1	2:1

Es importante mencionar que la toba y el esquisto de barro podrían afectar la estabilidad del talud en muchos casos. Se evalúa la estabilidad de roca teniendo en cuenta dos factores: la dureza y la resistencia. En Nicaragua, las rocas se clasifican en la dura y la blanda, al mismo tiempo se clasifican como la antigua (o "I") cuando la resistencia de la compresión sin sujeción lateral es más de  $100 \text{ kg / cm}^2$ , y la nueva (o "II") cuando la resistencia de la compresión sin sujeción lateral es bajo de  $100 \text{ kg / cm}^2$ . El suelo y la arena se clasifican como III. En cuanto a la razón de soltura, las rocas se clasifican en A y B, siendo la roca A es grande. Luego, los dos factores, dureza y blandura, se combinan para clasificar las rocas como se muestra en la Tabla 16.2.3.

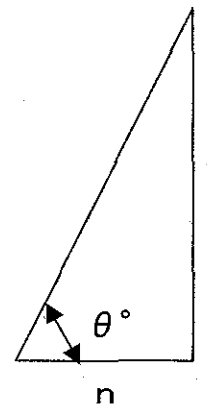
**Tabla 16.2.3 Concepto de Clasificación de Rocas**

Clasificación de Calidad de Roca de acuerdo con la Dureza		Dura ←————→ Blanda		
		I	II	III
Clasificación de Calidad de Roca de acuerdo con el grado de soltura Grande ↕ pequeño	A	IA	II A	III
	B	IB	II B	

El estándar recomendado de la gradiente del talud de corte se muestra en la Tabla 16.2.4.

**Tabla 16.2.4 Estándar Recomendado para el Talud de Corte en Nicaragua a base de la Clasificación de Roca**

Clasificación		Altura de Corte (m)	gradiente de Corte $\theta (^{\circ})$	$1/\tan \theta$	n	:	1
Roca dura	I B	$10 \geq H$	80	0.1763	0.2	:	1
		$10 < H \leq 20$	80	0.1763	0.2	:	1
		$20 < H \leq 30$	60	0.5774	0.6	:	1
		$H > 30$	60	0.5774	0.6	:	1
Roca blanda	II B	$10 \geq H$	65	0.4663	0.5	:	1
		$10 < H \leq 20$	65	0.4663	0.5	:	1
		$20 < H \leq 30$	55	0.7002	0.8	:	1
		$H > 30$	55	0.7002	0.8	:	1
	I A	$10 \geq H$	60	0.5774	0.6	:	1
		$10 < H \leq 20$	60	0.5774	0.6	:	1
		$20 < H \leq 30$	50	0.8391	1	:	1
		$H > 30$	50	0.8391	1	:	1
	II A	$10 \geq H$	55	0.7002	0.8	:	1
		$10 < H \leq 20$	55	0.7002	0.8	:	1
		$20 < H \leq 30$	45	1.0000	1	:	1
		$H > 30$	45	1.0000	1	:	1
Suelo/Arena	III	$10 \geq H$	45	1.0000	1	:	1
		$10 < H \leq 20$	40	1.1918	1.2	:	1
		$20 < H \leq 30$	35	1.4281	1.5	:	1
		$H > 30$	30	1.7321	1.8	:	1



## 16.2.2 Estructuras

### 1) Estimación del rango de socavación

La profundidad de socavación se calcula a base del Estándar japonés como se muestra en la Figura 16.2.1. Sin embargo, lo que calcula en esta tabla, el rango es  $h_o/D < 3.5$  ( $h_o$ : Profundidad promedio de agua durante inundación,  $D$ : Ancho de pilar).

Este valor calculado es el estándar y es importante confirmar la dimensión de socavación por la medición en el sitio

Ancho del río :  $W=31.6\text{m}$

Ancho del pilar :  $D= 1.1\text{m}$

Velocidad de nivel de altas aguas :  $V=60.12$

Profundidad media de agua de inundación :  $h_o=2.67\text{m}$

Diámetro promedio de grano de los materiales del lecho

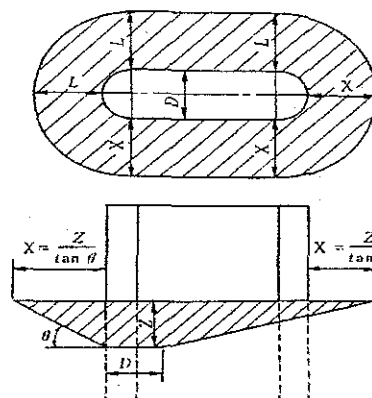
:  $d_m=3.0\text{mm}$

$h_o/D = 2.43$

$Fr = (V/(W \cdot h_o))/\sqrt{(g \cdot h_o)} = 0.14$

Proporción de la profundidad y el diámetro de grano

$h_o/d_m=890$



$X$ : Distancia horizontal del rango de socavación

$Z$ : Profundidad máxima de socavación

$\theta$ : Ángulo de reposo

$D$ : Ancho de pilar

**Figura 16.2.1 Área de Socavación**

El valor  $h_o/D$  puede ser obtenido desde  $Z/D$  utilizando la relación entre  $h_o/d_m$  y  $Fr$ , que se presentan en las figura de 16.2.3 a Figura 16.2.6 como parámetro en el texto principal.

$Z/D = 0.8$

$Z = 0.96 \text{ m}$

La relación entre el ángulo de reposo  $\theta$  y el promedio del tamaño de grano se muestra en la Figura 16.2.7.

Ángulo de reposo  $\theta = 32^\circ$

$\tan \theta = 0.62$

$X = Z/\tan \theta = 1.54 \text{ m}$

### 2) Relación entre el tamaño de piedra escollera y bloque y la velocidad del flujo

Los escombros y el bloque de hormigón se colocan alrededor del pilar para prevenir la socavación. El peso y el tamaño de esos materiales se definen por la velocidad del flujo de agua como se muestra en la Tabla 16.2.5.



**Table 16.2.5 Relación entre el Peso del Bloque y la Velocidad del Flujo de Agua**

Tipo	Peso del Bloque (kg)	Velocidad de la Corriente de Agua (m/s)
Tipo plano	1.020	3.310
	2.012	3.700
	3.036	3.970
	4.014	4.150
	5.025	4.310

### 16.3 Sección Típica Transversal Estándar y Derecho de Vía

#### 16.3.1 Confirmación del Valor Estándar

Todos los sitios objeto del estudio son clasificados como carretera A3. La típica sección transversal y el derecho de vía de clase A3 son prescritos como se menciona en la Tabla 16.3.1.

**Tabla 16.3.1 Sección Típica Transversal Estándar y Derecho de Vía**

No.	Descripción	Carretera Troncal	
		suburbanas	rurales
1	Número de carriles	2 a 4	2 a 4
2	Ancho de carril, mts	3.30 - 3.65	3.30 - 3.65
3	Ancho de hombro, mts	Int: 1.0 - 1.5, Ext: 1.5 - 1.8	Int: 0.5 - 1.0, Ext: 1.0 - 1.8
4	Ancho de derecho de vía, mts	Valor recomendado	40 - 50
	Ley de Sitio de Vía (1952)	Nic 1	40 (Carretera Internacional)
		Nic 3	20 (Estado de carretera troncal)
		Nic 5	20 (Estado de carretera troncal)
		Nic26	20 (Estado de carretera troncal)

- Nota: Int significa la curva interna; Ext significa la curva externa

#### 16.3.2 Sección Típica Transversal Estándar

La composición estándar de la sección considerando el valor estándar de arriba mencionado se muestra en la Figura 16.3.1.

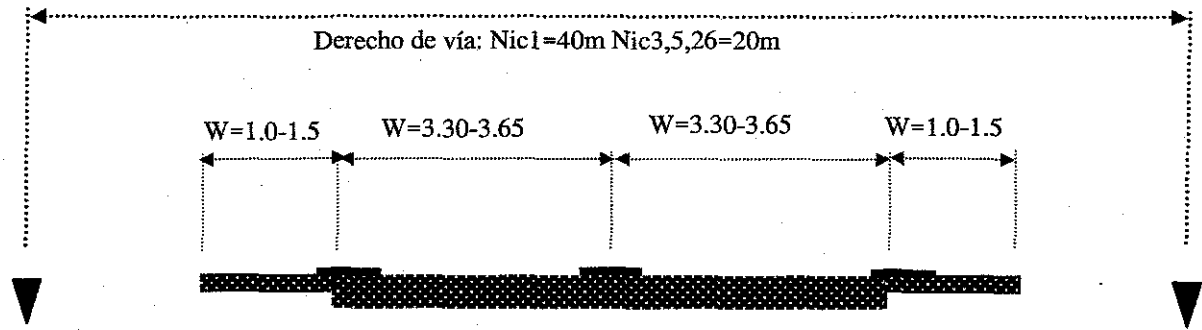


Figura 16.3.1 Sección Típica Transversal Estándar y Derecho de Vía

### 16.3.3 Confirmación del Ancho de la Vía Existente

El resultado de la revisión del ancho de las carreteras existentes del sitio de estudio se muestra en la Tabla 16.3.2.

Table 16.3.2 Revisión del Ancho de las Carreteras

No	Ancho existente				Ancho mínimo necesario		Juicio	
	Ancho de la vía izquierda	Ancho pavimentado	Ancho de la vía derecha	Ancho total	Carril	Total		
<b>NIC.1</b>								
1	N001A290	6.49	7.38	10.96	24.83	6.6	9.0	OK
2	N001A280	0.92	7.95	7.48	16.36	6.6	9.0	OK
3	Junquillal	-	7.35	-	7.35	6.6	9.0	OK
4	San Nicolas	-	7.32	-	7.32	6.6	9.0	OK
5	Las Chanillas	-	7.34	-	7.34	6.6	9.0	OK
6	San Ramón	-	7.39	-	7.39	6.6	9.0	OK
7	N001A240	2.73	6.97	3.54	13.25	6.6	9.0	OK
8	N001B230	2.57	6.85	7.02	16.43	6.6	9.0	OK
9	N001B170	2.32	7.78	3.37	13.48	6.6	9.0	OK
10	N001B150	1.63	8.69	2.66	12.97	6.6	9.0	OK
11	N001B120	2.11	7.82	2.18	12.10	6.6	9.0	OK
12	Río Inalí	-	7.33	-	7.33	6.6	9.0	OK
13	Río Tapacalí	-	8.88	-	8.88	6.6	9.0	OK
<b>NIC.3</b>								
14	003B400	1.99	6.74	1.57	10.30	6.6	9.0	OK
15	003B370	5.78	6.23	3.82	15.83	6.6	9.0	NG
16	El Guayacán	-	6.35	-	6.35	6.6	9.0	NG
17	N003B320	4.44	7.25	2.81	14.50	6.6	9.0	OK
18	N003C230	1.83	6.70	2.07	10.60	6.6	9.0	OK
19	N003E170	0.55	7.81	2.83	11.20	6.6	9.0	OK
20	N003C150	2.95	7.81	2.80	13.56	6.6	9.0	OK
21	N003C140	3.97	7.10	2.46	13.54	6.6	9.0	OK
<b>NIC.5</b>								
22	N005A001	2.02	6.72	5.03	13.78	6.6	9.0	OK
<b>NIC.26</b>								
23	N026A006	2.44	6.72	3.89	13.05	6.6	9.0	OK
24	La Banderita	-	7.35	-	7.35	6.6	9.0	OK
25	N026B140	3.17	6.68	7.95	17.80	6.6	9.0	OK
26	N026A150	3.88	6.72	3.60	14.20	6.6	9.0	OK
27	N026B160	3.47	6.76	4.81	15.03	6.6	9.0	OK
28	San Juan de Dios	-	7.26	-	7.26	6.6	9.0	OK
29	Papalón	-	7.32	-	7.32	6.6	9.0	OK
30	Solis	-	7.31	-	7.31	6.6	9.0	OK

Dos sitios de NIC-3 no cumplen el valor estándar.

**CAPÍTULO 17 EXAMEN DETALLADO DE CONTRAMEDIDAS**

**17.1 Generalidades**

El objetivo de este capítulo es revisar el examen de la Parte A, y confirmar la estabilidad del talud de corte y/o terraplén y la socavación del cimiento del puente más detalladamente. Y las contramedidas más adecuadas serán seleccionadas contra cada falla.

**17.2 Revisión del Estado de los Sitios de Prevención de Desastres**

**17.2.1 Contramedidas para la Infiltración de Agua y Rocas Meteorizadas en las Temporadas de Invierno y Verano**

Justamente después de la temporada de lluvia, se encontraron las condiciones de humedad de la superficie del talud tales como el agua superficial, agua de manantial con algún gradiente hidráulico y la lámina de agua que se rezuma. Estas condiciones de humedad afectan, principalmente, las capas meteorizadas del grupo de toba. La revisión de estos fenómenos para determinar contramedidas se muestra en la Tabla 17.2.1.

**Tabla 17.2.1 Nivel de Influencia en la Superficie del Talud por la Infiltración de Agua y Meteorización en las Temporadas Lluviosa y Seca**

Route No. NIC1							
Serial Number of Disaster Critical spots	Score of first Phase	Score of Second Phase	ID.No	Distance from Matagalpa (km)	Type of disaster	Natural Condition Evaluation	Natural Condition Score
1	70	78	N001A290	50.8	R.F.	A	10
2	78	84	N001A280	73.2	R.F.	A	10
3	90	90	Jacupari	113.19	Bridge	B	9
4	100	100	San Mateo	195.04	Bridge	C	2
5	90	90	Las Chorreras	150.38	Bridge	B	6
6	100	100	San Rafael	151.85	Bridge	C	2
7	84	84	N001A240	168.4	R.F.	B	6
8	72	75	N001E230	168.6	R.C.	B+	6
9	72	72	N001E200	168.6	R.C.	C	2
10	72	72	N001E190	170.7	R.C.	B-	4
11	78	81	N001E170	171.3	R.C.	B	6
12	76	79	N001E150	175.0	R.C.	A	10
13	74	76	N001E120	176.2	R.C.	A	10
14	78	78	N001A110	178.7	R.F.	B+	8
15	78	78	N001E100	187.8	R.C.	B-	4
16	78	78	N001E070	204.7	R.C.	B+	6
17	70	70	N001A050	214.7	R.F.	A	10
18	100	100	Real	224.89	Bridge	E	4
19	100	100	Real	233.245	Bridge	C	2
20	78	78	N001E030	232.5	R.C.	B	6
21	78	78	N001A020	232.7	R.F.	C	2
22	78	78	N001A010	235.6	R.F.	B-	4
Sub-total							
22 spots							

Route No. NIC.3							
Serial Number of Disaster Critical spots	Score of first Phase	Score of Second Phase	ID.No	Distance from Matagalpa (km)	Type of disaster	Natural Condition Evaluation	Natural Condition Score
23	74	74	083B420	3.9	R.D.	C	2
24	72	75	083B400	6.9	R.C.	B+	6
25	80	80	083B370	7.4	R.C.	B+	6
26	100	100	El Guapecan	119.05	Bridge	A	10
27	74	76	N003E230	221	R.C.	B+	6
28	70	72	N003E240	227	R.C.	B-	4
29	70	70	N003E220	227	R.C.	B-	4
30	83	83	N03E170	252	D.F.	A	10
31	81	83	N03E150	40	R.C.	B	6
Sub-total							
12 spots							

Route No. NIC.5							
Serial Number of Disaster Critical spots	Score of first Phase	Score of Second Phase	ID.No	Distance from Matagalpa (km)	Type of disaster	Natural Condition Evaluation	Natural Condition Score
35	76	80	N005A010	24.0	R.F.	A	10
Sub-total							
1 spots							

Route No. NIC.15							
Serial Number of Disaster Critical spots	Score of first Phase	Score of Second Phase	ID.No	Distance from Matagalpa (km)	Type of disaster	Natural Condition Evaluation	Natural Condition Score
36	70	70	N015E010	8.8	D.F.	A	10
37	70	70	N015E020	11.1	D.F.	A	10
38	70	70	N015E030	11.7	D.F.	B-	4
39	70	70	N015E040	15.6	D.F.	B-	4
Sub-total							
4 spots							

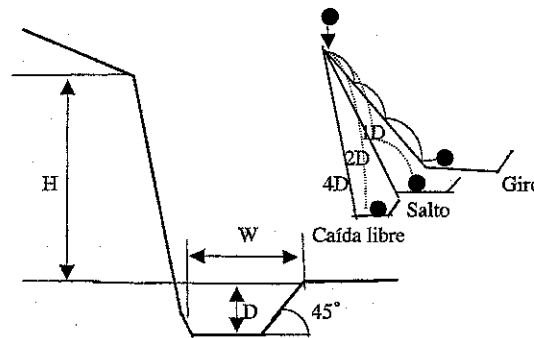
Route No. NIC.26							
Serial Number of Disaster Critical spots	Score of first Phase	Score of Second Phase	ID.No	Distance from JAL between San Isidro & Sabaco (km) (Distance from Matagalpa)	Type of disaster	Natural Condition Evaluation	Natural Condition Score
40	71	71	N026A010	9.0	R.F.	B	6
41	70	70	N026A020	12.7	R.F.	B	6
42	71	71	N026A030	19.9	R.F.	C	2
43	72	72	N026A040	20.9	R.F.	C	2
44	70	78	N026A050	24.7	R.F.	A	10
45	100	100	La Escalera	130.652	Bridge	C	2
46	75	75	N026A100	29.2	R.F.	B	6
47	73	73	N026E110	29.5	R.C.	C	2
48	72	72	N026A120	39.8	R.F.	B	6
49	80	80	N026A130	34.0	R.C.	A	10
50	85	87	N026A140	34.2	R.F.	A	10
51	86	86	N026E160	37.0	R.C.	A	10
52	90	90	San Juan de Dios	150.785	Bridge	B-	4
53	71	71	N026E210	45.5	R.C.	B	6
54	60	60	Papayón	108-154	Bridge	C	2
55	100	100	Sac	107-623	Bridge	C	2
Sub-total							
16 spots							
Total							
NIC.1,3,5,15,26							

RF	Rock Falling
RC	Rock Outcropping
SS	Slip Scarp
DF	Debris Flow
Bridge	Scoring of fundación

**17.2.2 Contramedidas para el Salto y Giro de Rocas Inestables**

Las condiciones de humedad de la superficie del talud inducen a nuevas caídas de rocas dadas las repetidas condiciones de sequía y humedad, esto reduce la capacidad de almacenamiento debido a la devastación o colapso de la grieta capilar, incrementando así la presión de agua en los poros. Este proceso climatológico del grupo de la toba cambia rocas andesitas agrietadas sobre colocadas a un bloque sobresaliente o se genera una extremidad, la cual pronto se desplomaría, como se muestra en la Figura 17.2.1 y en la tabla 7.2.2. Adicionalmente, desde que las rocas andesitas fueron producidas originalmente por el flujo de lava, ellas incluyen el enfriamiento vertical (generan compactación de las grietas que se originaron del enfriamiento de la lava), el desarrollo de sus agentes atmosféricos proporciona un factor causativo que provoca la caída de roca. El resultado del cálculo para el salto de altura, la distancia recorrida y el estudio del alimeamiento del desvío de la carretera son presentados en la sub-sección 17.3.7.



**Tabla 7.2.2 Resultado del Cálculo del Análisis de Caída de Rocas**

El cálculo en el estudio y el diseño de Ritchie para las obras de prevención de caída de rocas (1998)

Gradiente de talud (°)	Altura de talud (m)	Ejemplo del cálculo		Diseño de Ritchie	
		Cantidad de giros (m)	Cantidad de saltos (m)	Ancho de zanja (W) (m)	Profundidad de zanja (D) (m)
80	5~10	2.0	5.0	3.7	1.0
	10~20	2.5	8.0	4.6	1.2
	> 20	3.0	10.0	6.1	1.2
70	0~10	1.5	2.8	3.7	1.0
	10~20	1.6	3.9	4.6	1.2
	> 20	1.7	5.8	6.1	1.8'
	> 30	2.0	6.5	7.6	1.8'
60	5~10	1.2	2.8	3.7	1.2
	10~20	1.3	3.1	4.6	1.8'
	20~30	1.4	3.8	6.1	1.8'
	> 30	1.7	3.9	7.6	2.7'
50	0~10	0.4	0.0	3.7	1.0
	10~20	0.7	1.0	4.6	1.2
	> 20	0.8	1.3	4.6	1.8'
40	0~10	0.3	0.0	3.7	1.0
	10~20	0.3	0.0	3.7	1.5'
	> 20	0.7	0.5	4.6	1.8'

(°): En caso de que se utilice el cerco de prevención, 1.2m será aplicable.  
 En este cálculo, el diámetro del bloque de roca es 1m.

### 17.3 Diseño Preliminar de Ingeniería de la Estabilidad del Talud

#### 17.3.1 Generalidades

A base de las observaciones geológicas, se muestra cómo determinar la gradiente del talud meteorizado y suelto por la altura y por el tipo de roca como se muestra en la Figura 17.3.1.

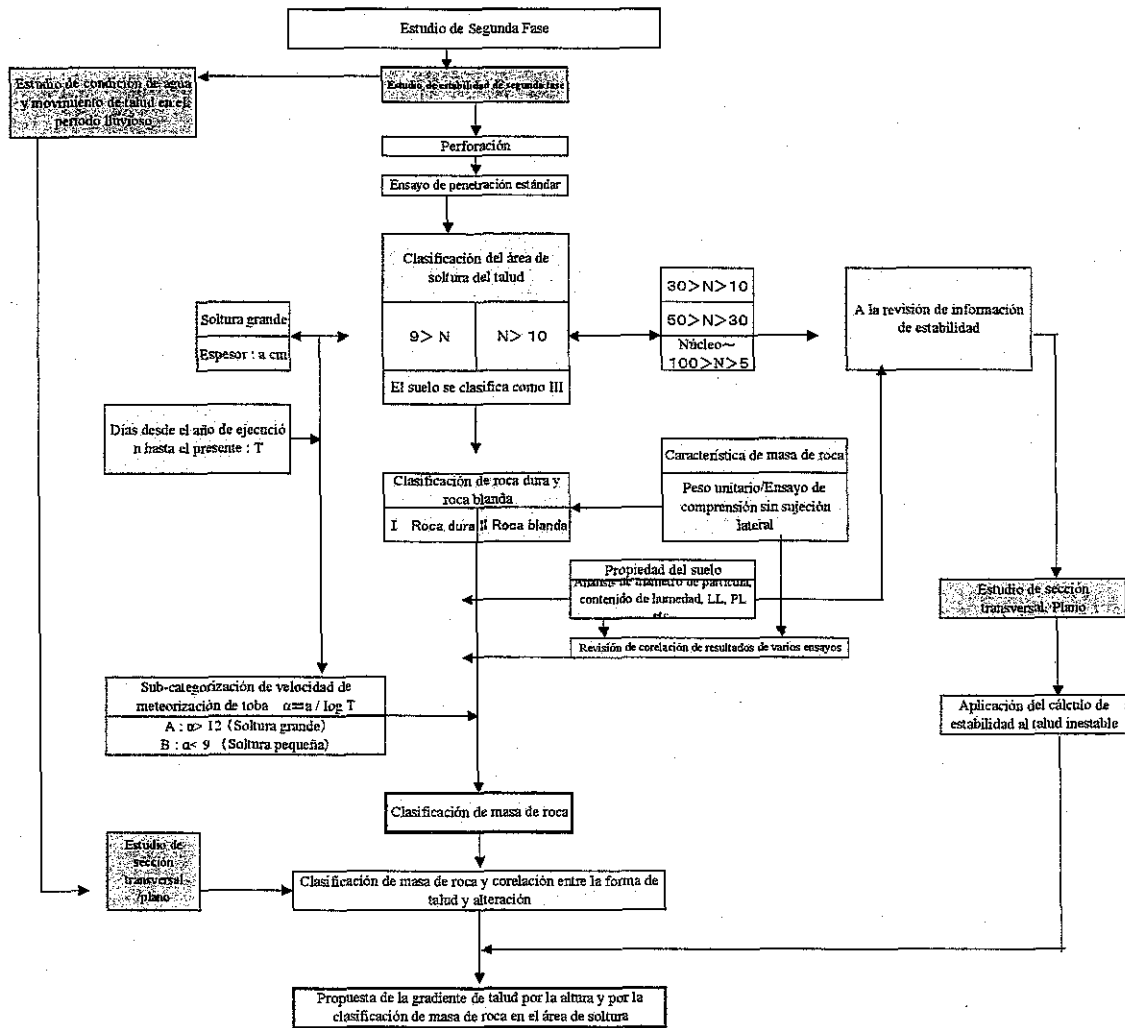
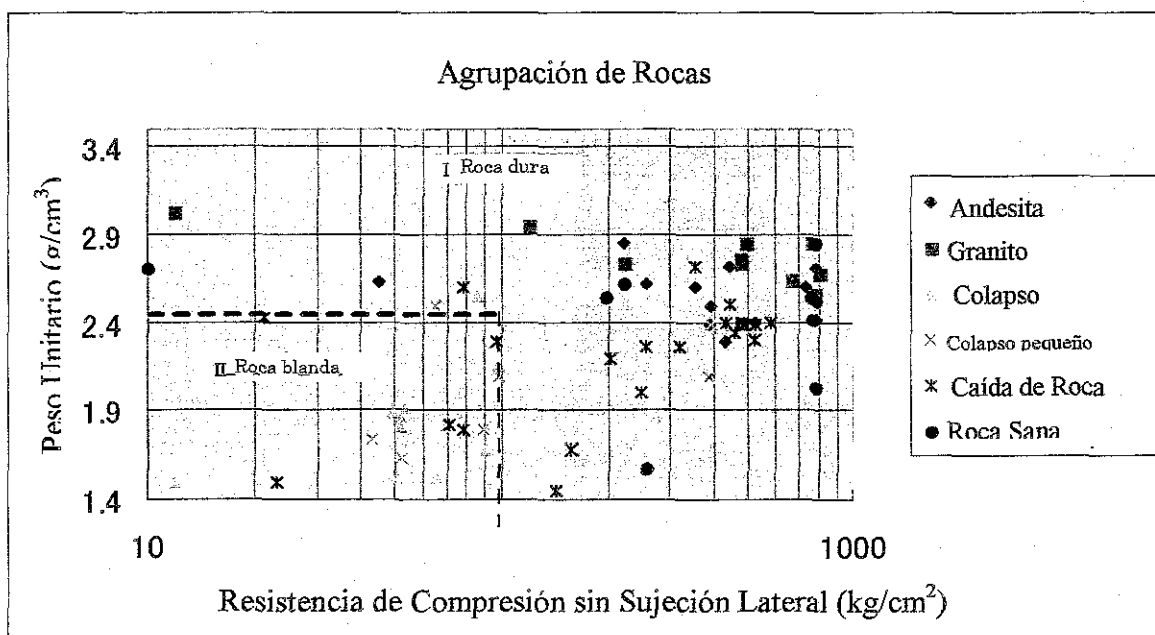


Figura 17.3.1 Método de Análisis de la Gradiente del Talud en el Área de Soltura de Masa de Roca

### 17.3.2 Análisis del Grupo de Toba y Andesita

Cuando se incorpora la condición de talud donde las muestras del ensayo se recopilaron en el diagrama de correlación del peso unitario y resistencia de compresión sin sujeción lateral, se encontró la diferencia clara entre los colapsos del talud siendo el límite de  $100\text{kg/cm}^2$  de resistencia de compresión sin sujeción lateral y  $2.5\text{t/cm}^3$  del peso unitario como se muestra en la Figura 17.3.2.



**Figura 17.3.2 Agrupación de Roca**

A base de esta figura, se determinaron los siguientes.

- Grupo I** Andesita, granito, toba compuesto, cuarz-arenisca, Estrato paleozóico/ mesozóico
- Grupo II** Toba terciaria/esquistos de barro /ulita incluido roca metamórfica
- Grupo III (Sedimentos)** Suelo de grano metamórfico, Depósito coluvial

### 17.3.3 Análisis de Velocidad de Soltura en el Estrato de Meteorización

La velocidad de soltura en el estrato de meteorización,

$$\alpha = a / \log T$$

$\alpha$  : Velocidad de soltura

$a$  :  $N < 10$  en espesor (cm)

$T$  : Número de días desde la terminación al presente

Estas condiciones del cálculo fueron resumidas en la Tabla 17.3.1 "Análisis de la velocidad de soltura". El resultado se muestra a continuación:

$\alpha > 12$	Grupo de rápida soltura
$\alpha < 9$	Grupo de lenta soltura

**Tabla 17.3.1 Categoría Litológica en base a Alteración Secundaria**

Categoría	Descripción	Velocidad de soltura
A	Sin ninguna protección, provoca la reducción de resistencia secundaria sin falta después del corte.	$\alpha > 12$
B	Bajo las condiciones normales, la reducción de resistencia secundaria es baja y no daña a la estabilidad del talud.	$\alpha < 9$

Sobre la base de esta categoría, la masa de roca del sitio objeto fue clasificada en cuatro grupos, IB, IIB, y IA y IIA como se muestra en la Tabla 17.3.2.

**Tabla 17.3.2 Clasificación Litológica en base a la Dureza**

Clase litológica	Apariencia de Roca	Características de martillazo	Tipo representativo de rocas
I	Es duro y denso, y tiene colores frescos, y no contiene el color marrón producido por meteorización. La estructura de roca puede ser encontrada perfectamente.	Tiene sonido claro o sonido sordo. La cabeza del martillo no puede penetrar debido a la dureza de roca. Esquisto de barro y silita no se pueden romper fácilmente con la mano. Las muestras del bloque de roca pueden ser obtenidas.	Roca plutónica como granito, roca metamórfica como el grupo de esquisto, roca volcánica como andesita y riolita, aglomerada y basalto, rocas sedimentarios duras como roca arenosa.
II	Rocas ablandadas por la meteorización, rocas de baja consolidación. La estructura fina de las rocas es difícil de identificarse.	Sale el sonido sordo. La cabeza del martillo penetra. Es fácil de romper, y sus pedazos pequeños se rompen con los dedos. Las muestras grandes no se pueden obtener.	Esquisto de barro de era terciaria, lilita, silita y toba. Las rocas meteorizadas de Clase I.
III	Las rocas fuertemente expuestas a la meteorización y a la alteración, no indican ninguna característica de roca. Deben ser tratados como sedimento.	Cuando esté golpeado por un martillo, será rota como si hubiera sido colapsada, o el martillo penetra. La cabeza del martillo penetra fácilmente. La pieza de roca se aplasta con los dedos.	El estrato no solidificado, el suelo producido por la meteorización del lecho de roca y el depósito de materiales coluviales.

#### 17.3.4 Análisis de la Gradiente del Talud

La Figura 17.3.3 muestra el resultado de análisis de la gradiente del talud en el área de soltura del estrato meteorizado. La toba, que coexiste alternativamente con andesita y recibe parcialmente la fuerza de meteorización, incrementa su estabilidad. Así que, esta

estructura geológica podría ser reflejada en las contramedidas para la superficie del talud.

La línea escalonada en la tabla muestra un valor propuesto al que alrededor de 5° puede ser añadido, cuando la toba coexista alternativamente con andesita y cuando origine poca fisilidad.

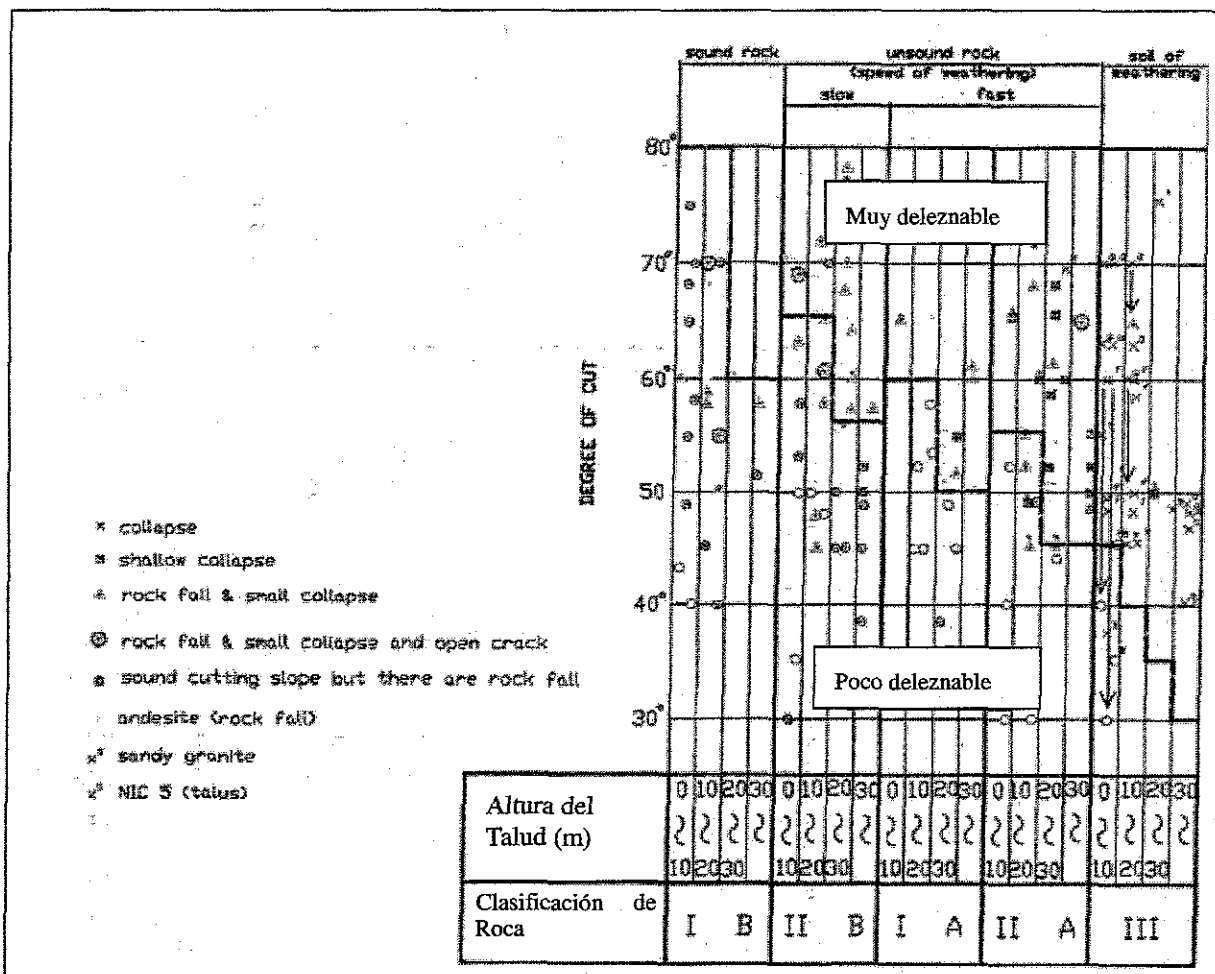


Figura 17.3.3 Análisis de la Gradiente del Talud del Área de Soltura en el Estrato Meteorizado

17.3.5 Resultado del Análisis de Estabilidad del Talud

Hay una ecuación que asume una superficie complejo de deslizamiento incluyendo líneas directas en lugar de una superficie de deslizamiento circular que se indica en la Figura 17.3.4.



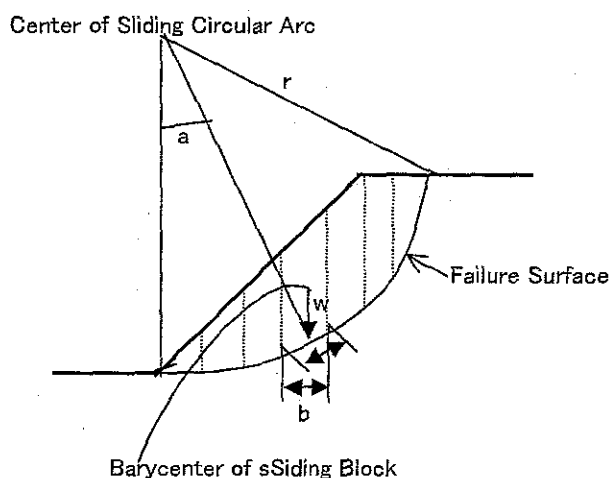
**La Fórmula del Cálculo**

$$F_s = \frac{\sum [ C \cdot L + (W - u \cdot b) \cos \alpha \cdot \tan \Phi ]}{\sum W \cdot \sin \alpha}$$

- F : Factor de seguridad
- C : Cohesión
- $\phi$  : Ángulo interno de fricción ( ° )
- l : Largo de la superficie de deslizamiento (m)
- W : Peso total de particiones
- U : Presión de agua de poro
- b : Ancho de particiones
- $\alpha$  : Ángulo entre el punto medio de la línea de vinculación y el centro de una superficie de deslizamiento y una línea vertical

El método del cálculo de estabilidad incluye los métodos de esfuerzo total y esfuerzo efectivo.

La experiencia muestra que los dos métodos son usados actual y apropiadamente de acuerdo con los materiales de suelo, la estructura y el ambiente de drenaje del área objeto debido a la facilidad de seleccionar la constante de resistencia y la presión del agua de poro.



**Figura 17.3.4** Análisis de Estabilidad por el Método de Arco del Deslizamiento Circular en la Condición No-Sísmica

Si el tipo de deslizamiento se puede identificar desde las características topográficas y geológicas locales y si se puede determinar que el deslizamiento está activo o no a través del estudio de sitio, el coeficiente de seguridad actual se puede identificar aproximadamente como se muestra en la Tabla. 17.3.3.

**Tabla 17.3.3** Coeficiente de Seguridad Actual

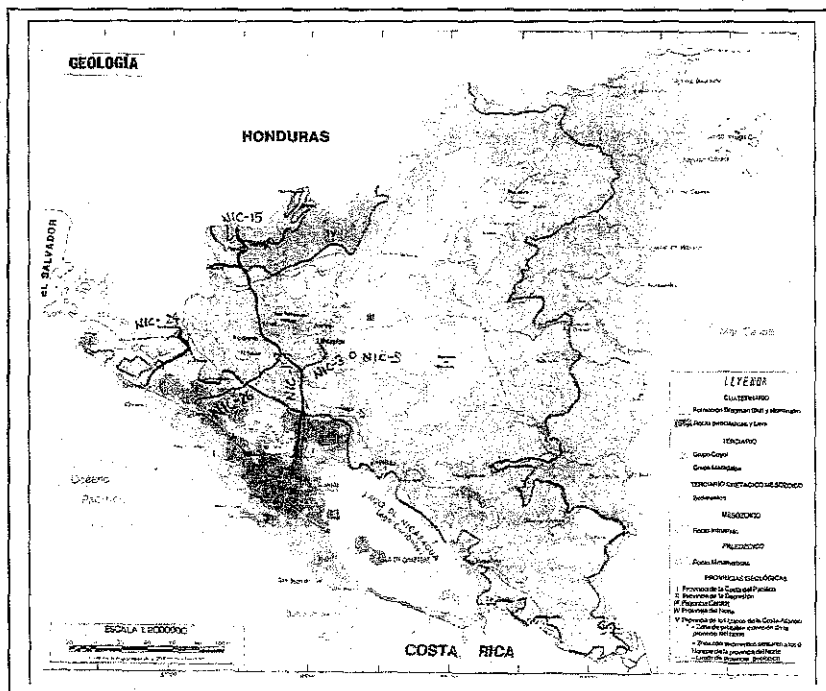
	Deslizamiento de masa de roca	Deslizamiento de roca meteorizada	Deslizamiento de depósito coluvial	Deslizamiento del suelo arcilloso
No activo	1.10	1.05~1.10	1.03~1.05	1.0~1.03
Activo	0.99	0.95~0.99	0.93~0.95	0.9~0.93

**17.3.6 Versatilidad de la Gradiente del Talud en la Masa Suelta de Roca**

La Tabla 17.3.4 muestra una lista de estratos al que los resultados del análisis pueden ser aplicados. Además, la extensión dimensional de las masas de roca se muestra en Figura 17.3.5. Se encontró que estos resultados podrían ser usados muy extensamente.

**Tabla 17.3.4 Los Estratos que se pueden Aplicar a la Gradiente del Talud**

EDAD		OSTE		CENTRO	Este	Noreste
QUATERNARY	Holoceno	Volcanico y Aluvion		Aluvion	Aluvial y Depositos	
	Pleistocen	Grupo Las Sierras		Volcanicos Indistintos		
TERCIARIO	Plioceno	Fm.El Salto		Group Coyol	Fm.Bluefield	Grupo Coyol
	Mioceno	Fm.El Fraile	Fm.Tamarindo		Fm.Cukra	Grupo Matagalpa
	Oligoceno	Fm.Masachopa		Grupo Pre-Matagalpa		
	Eoceno	Fm.Brto				
	Paleoceno					
Cretaceo	Superior	Fm.Rivas				
		Completo Nicoya en Costa Rica		Fm.Metapan		
	Inferior					



**Figura 17.3.5 Área Geológica**

**17.3.7 Selección de Contramedidas para los Desastres en Talud**

**1) El cálculo de la Cantidad de Saltos y la Cantidad de Giros**

A base de los resultados arriba mencionados del estudio de característica geológica, las condiciones de caída de roca se muestra en la Tabla 17.3.5. Y el resultado del cálculo de cantidad de salto y giro, y la escala de muro de protección y malla de prevención se

muestran en la Tabla 17.3.6 , 17.3.7 y la Tabla 17.3.8. El sitio que necesita el cambio de línea por la caída de rocas actuales es solamente N003E170 de NIC.3.

Las contramedidas finales se presentan en la Tabla 17.4.9 del texto principal.

**Tabla 17.3.5 Las Condiciones de la Caída de Rocas**

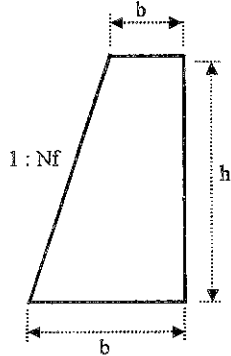
Código No.	Gradiente del Talud (Grado)	Condición de las rocas en caída						
		Altura del Talud (m)	Gradiente del Talud (Grado)	Dimensiones	Especie de Roca	Densidad (t/m <sup>3</sup> )	Conversión a esfera	
							Densidad (t/m <sup>3</sup> )	φ (m)
N001A290	45~52	40	50	1.0m*1.0m*0.8m	Andesite II B	2.5	2.6	1.50
N001A240	45~57	20	70	1.0m*1.0m*0.8m	Andesite II B	2.5	2.6	1.50
N001B230	40~65	30	70	2.0m*1.5m*0.5m	Andesite II B	2.5	2.6	1.50
N001B170	42~70	30	70	2.0m*1.5m*0.5m	Andesite II B	2.5	2.6	1.50
N001B150	50~90	20	70	2.0m*1.5m*0.5m	Andesite II B	2.5	2.6	1.50
N001B120	50~70	50	70	2.0m*1.5m*0.5m	Andesite II B	2.5	2.6	1.50
N003B400	33~90	20	60	2.0m*1.5m*0.5m	Tuff II B	1.7	2.6	1.50
N003B370	45~90	20	60	2.0m*1.5m*0.5m	Tuff II B	1.7	2.6	1.50
N003E170	45~62	20	60	2.0m*1.5m*0.5m	Tuff II B	1.7	2.6	1.50
N005A010	41~48	40	50	2.0m*1.5m*0.5m	Andesite II B	2.5	2.6	1.50
N026A060	53~63	20	70	1.0m*1.0m*0.8m	Tuff II B	1.7	2.6	1.00
N026B140	50~60	40	60	2.0m*1.5m*0.5m	Tuff II B	1.7	2.6	1.50
N026A150	48~70	50	70	2.0m*1.5m*0.5m	Tuff II B	1.7	2.6	1.50
N026B160	53~70	20	70	1.0m*1.0m*0.8m	Tuff II B	1.7	2.6	1.00

**Tabla 17.3.6 El Cálculo de la Cantidad de Saltos y de Giros**

Código No.	Rango de Cantidad de saltos	Noveno valor	Rango de cantidad de Giros	Noveno valor	$\phi$ (m)	Talud H (m)	Talud G (grado)
N026A060	0.73 - 2.88m	2.85m	0.40 - 2.68m	2.61m	1.00	20.0	70.0
N026A160							
N001A240	1.05 - 3.44m	2.72m	0.38 - 3.97m	0.95m	1.50	20.0	50.0
N001A290	1.08 - 3.62m	2.98m	0.40 - 2.67m	0.97m	1.50	40.0	50.0
N005A010							
N003B400	1.16 - 4.33m	3.27m	0.39 - 4.50m	3.04m	1.50	20.0	50.0
N003B370							
N003B170							
N026B140	1.28 - 4.45m	3.78m	0.45 - 4.00m	3.20m	1.50	40.0	60.0
N001B150	1.67 - 6.14m	5.08m	0.73 - 5.12m	4.77m	1.50	20.0	70.0
N001B230	1.54 - 7.70m	6.31m	0.52 - 7.80m	6.88m	1.50	30.0	70.0
N001B170	1.57 - 14.56m	6.77m	1.05 - 14.17m	7.43m	1.50	40.0	70.0
N001B120	1.89 - 14.65m	10.82m	0.56 - 12.13m	6.97m	1.50	50.0	70.0
N026A150							

**Table 17.3.7 Estructura Requerida para el Muro de Protección**

Tipo	Tamaño(m)				
	h	b1	b2	Nf	Em (KJ)
A	2.00	0.50	1.50	0.50	8.94
B	2.50	0.75	2.00	0.50	21.01
C	3.00	1.00	2.50	0.50	40.90
D	3.50	1.25	3.00	0.50	70.21
E	4.00	1.50	3.50	0.50	110.41
F	4.50	1.75	4.00	0.50	163.21
G	5.00	2.00	4.50	0.50	229.76
H	5.50	2.25	5.00	0.50	310.77
I	6.00	2.50	5.50	0.50	406.73
J	6.50	2.75	6.00	0.50	518.11



Em: Energía de absorción admisible

**Table 17.3.8 Relación entre el Tipo del Muro de Protección y la Condición Natural**

Peso de Canto rodado (kN)	Altura de Talud (m)	Gradiente de Talud (grado)					
		30	40	50	60	70	80
1.7 ( $\phi=0.5m$ )	10						
	20						
	30						
	40						
	50						
13.6 ( $\phi=1.0m$ )	10						
	20					N026B160 N026B160	
	30						
	40						
	50						
45.9 ( $\phi=1.5m$ )	10						
	20			N001A240	N003B400 N003B370 N003E170	N001B150	
	30					N001B230	
	40			N001A290 N005A010	N026B140	N001B170	
	50					N001B120 N026A150	
108.9 ( $\phi=2.0m$ )	10						
	20						
	30						
	40						
	50						

Table 17.3.9 Dimensión Requerida de la Malla de Protección

ID No.	Cuerda $\phi 12$ Tela Metálica $\phi 2.6$							
	Datos de la Malla				Datos de la Roca		Datos del Talud	
	Cuerda Principal	Cuerda Auxiliar	Tela Metálica	Capacidad Máxima	$\phi$ (m)	W (kN)	Altura H (m)	Gradiente G (deg.)
N026A060	$\phi 12$	$\phi 12$	$\phi 2.6$	n=1.0	1.00	13.61	20.0	70.0
N026A160								
N001A240	$\phi 12$	$\phi 12$	$\phi 2.6$	NG	1.50	45.92	20.0	50.0
N001A290	$\phi 12$	$\phi 12$	$\phi 2.6$	NG	1.50	45.92	40.0	50.0
N005A010								
N003B400	$\phi 12$	$\phi 12$	$\phi 2.6$	NG	1.50	45.92	20.0	60.0
N003B370								
N003E170								
N026B140	$\phi 12$	$\phi 12$	$\phi 2.6$	NG	1.50	45.92	40.0	60.0
N001B150	$\phi 12$	$\phi 12$	$\phi 2.6$	NG	1.50	45.92	20.0	70.0
N001B230	$\phi 12$	$\phi 12$	$\phi 2.6$	NG	1.50	45.92	30.0	70.0
N001B170	$\phi 12$	$\phi 12$	$\phi 2.6$	NG	1.50	45.92	40.0	70.0
N001B120	$\phi 12$	$\phi 12$	$\phi 2.6$	NG	1.50	45.92	50.0	70.0
N026A150								

ID No.	Cuerda $\phi 18$ Tela Metálica $\phi 4.2$							
	Datos de la Malla				Datos de la Roca		Datos del Talud	
	Cuerda Principal	Cuerda Auxiliar	Tela Metálica	Capacidad Máxima	$\phi$ (m)	W (kN)	Altura H (m)	Gradiente G (deg.)
N026A060	$\phi 18$	$\phi 18$	$\phi 4.0$	n=6.0	1.00	13.61	20.0	70.0
N026A160								
N001A240	$\phi 18$	$\phi 18$	$\phi 4.0$	n=1.0	1.50	45.92	20.0	50.0
N001A290	$\phi 18$	$\phi 18$	$\phi 4.0$	n=1.0	1.50	45.92	40.0	50.0
N005A010								
N003B400	$\phi 18$	$\phi 18$	$\phi 4.0$	n=1.0	1.50	45.92	20.0	60.0
N003B370								
N003E170								
N026B140	$\phi 18$	$\phi 18$	$\phi 4.0$	n=1.0	1.50	45.92	40.0	60.0
N001B150	$\phi 18$	$\phi 18$	$\phi 4.0$	n=1.0	1.50	45.92	20.0	70.0
N001B230	$\phi 18$	$\phi 18$	$\phi 4.0$	n=1.0	1.50	45.92	30.0	70.0
N001B170	$\phi 18$	$\phi 18$	$\phi 4.0$	n=1.0	1.50	45.92	40.0	70.0
N001B120	$\phi 18$	$\phi 18$	$\phi 4.0$	n=1.0	1.50	45.92	50.0	70.0
N026A150								

#### 17.4 Diseño Preliminar de Ingeniería para la Socavación de Cimiento de Puente

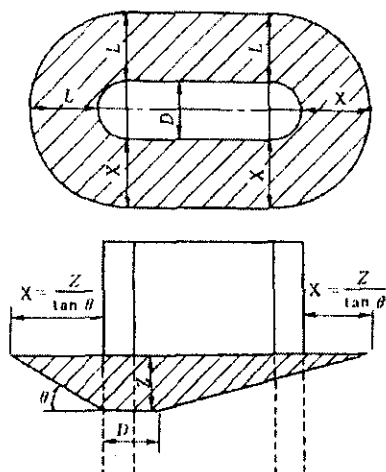
Hay muchos factores para la socavación de cimiento del puente como sigue:

1. Forma de pilar (forma, ancho, ángulo)
2. Protección del estribo y la protección delantera del estribo
3. Razón de bloqueo del río por la dimensión de pilar y estribo,
4. Distancia entre estribo y pilar y entre pilares, y espacio libre debajo de la viga
5. Características del cauce (gradiente, ancho, estado del lecho etc.)
6. Sitio de construcción de puente (relación con el ancho del río, posición en el cauce).

El resultado del cálculo de socavación del cimiento del puente se muestra en la Tabla 17.4.1. Los puentes identificados con la socavación son los puentes de Junquillal, LasChanillas y Tapacalí.

**Tabla 17.4.1 Resultado del Cálculo de Socavación**

Nombre del río	Unidad	Junquillal	Las Chanillas	Inalá	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 <sup>3</sup> /s	246.28	688.61	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 techo	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	4.36	2.765	3	3.952	4.99	2.25	2.67
Diámetro promedio de materiales de techo 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
$Fr = (V/(W \cdot ho)) / \sqrt{(g \cdot ho)}$	-	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 $\theta$	Deg	31.0	34.0	40.0	40.0	40.0	31.0	32.0
$\tan\theta$	-	0.60	0.67	0.84	0.84	0.84	0.60	0.62
$X=Z/\tan\theta$	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

$\theta$ : Ángulo de reposo

D: Ancho del pilar

Como se describió arriba, los sitios que pueden ser afectados por socavación son;

- 1) Alrededor del pilar
- 2) Alrededor del estribo
- 3) Alrededor del terraplén de camino de acces.

Sobre la base del resultado del cálculo, el rango y profundidad de la socavación del cimiento del puente son como se indican en la Tabla 17.4.2 y 17.4.3.

**Table 17.4.2 Comparación de Obras de Protección de Socavación**

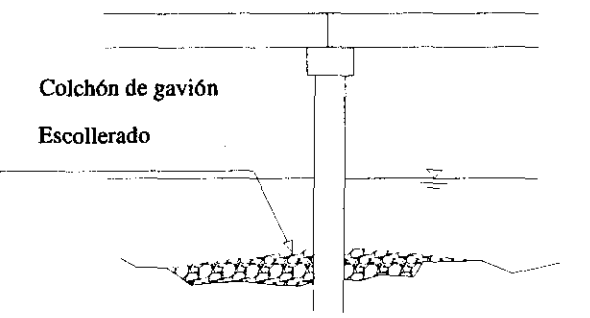
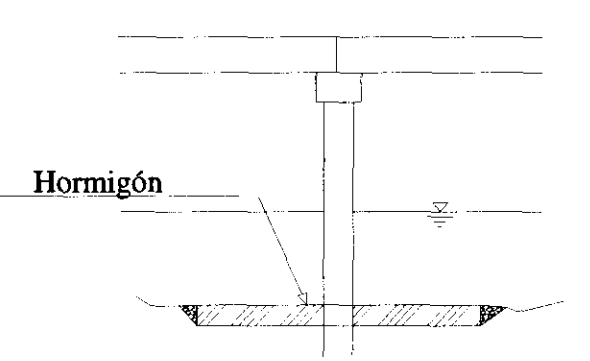
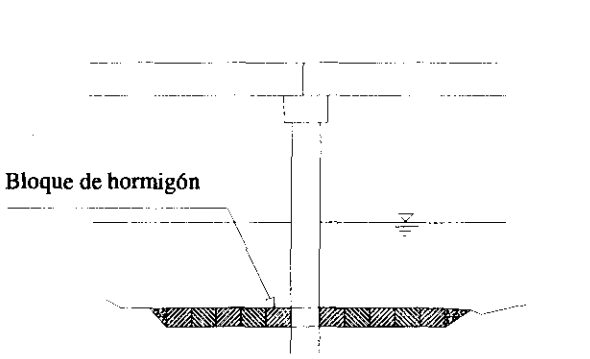
Material	Dibujo esquemático	Ventaja y desventaja
<p>Escollero o Gavión</p>		<p>Se aplica en las obras temporales y en el río que no tiene la alta velocidad .                      Es la obra económica y simple. (La mayor parte de trabajo depende de mano de obra.)                      Tiene ventaja de responder al hundimiento diferencial en el lecho no tan firme.                      Se exige el mantenimiento.</p>
<p>Protección de piso por 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>
<p>Bloque de hormigón premoldeado</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>



Table 17.4.3 Aplicabilidad de obras para cada puente

Nombre	Escolerado Gavión	Hormigón	Bloque de Hormigón	Observación
Junquillal	A	C	C	El lecho no es firme y se prevé el hundimiento. La velocidad de la corriente es lenta. Siempre hay agua.
San Nicolas	A	C	C	La velocidad de la corriente es lenta. Siempre hay agua.
Las Chanillas	C	B	A	La velocidad de la corriente es alta.
San Ramon	A	C	C	El lecho no es firme y se prevé el hundimiento.
Inalí	C	B	A	La velocidad de la corriente es alta.
Tapacalí	C	B	A	La velocidad de la corriente es media. Siempre hay agua
El Guayacán	A	A	A	La velocidad de la corriente es lenta. No siempre hay agua.
Solis	C	A	B	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	C	A	B	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	A	C	C	El lecho no es firme y se prevé el hundimiento. Tiene ventaja económica.
La Banderita	A	C	C	La velocidad de la corriente es media. Tiene ventaja económica.

A : Tipo de obra recomendable

B : Tipo de obra aplicable

C : Tipo de obra no aplicable

### 17.5 Selección de Contramedidas Específicas

La selección de contramedidas para las fallas del talud y del cimientos del puente se presentan en la Sección 17.6 del texto principal. Las contramedidas específicas fueron seleccionadas desde las alternativas tomando en consideración las características de desastres.

## CAPÍTULO 18 PLAN DE CONSTRUCCIÓN Y ESTIMACIÓN DE COSTOS

### 18.1 Generalidad

Los items siguientes serán estudiados en este capítulo.

- Clarificación de condiciones para la estimación de costos,
- Estimación de cantidad por cada sitio de prevención,
- Investigación del precio unitario por cada contramedidas de prevención,
- Costos de construcción por cada sitio de prevención, y
- Costos de mantenimiento por cada ruta.

En base a la probabilidad de desastre, la vida de la contramedida de prevención sera como abajo mencionada.

- Contramedidas Permanentes de prevención : Efectiva para 20 años
- Contramedidas Provisionales de prevención : Efectiva para 10 años

### 18.2 Condiciones para la Estimación de Costos

La revisión del precio unitario de la construcción investigado en la primera fase fue solicitada a MTI nuevamente, y algunos fueron cambiados. El precio unitario para nuevos ítems del trabajo fue investigado por el equipo de estudio. El equipo de estudio solicitó el precio unitario a los tres contratistas.

Los costos de construcción de cada sitio de prevención son calculados como costo directo. El costo temporal directo incluye el costo directo, pero se puede cambiar enormemente dependiendo de la condición de cada sitio de construcción. Por lo tanto el coste de construcción es calculado por el costo promedio incluyendo el costo temporal directo.

### 18.3 Precio Unitario

El precio unitario por tío de obras se muestra en la Tabla 18.3.1.

El precio unitario, lo cual esta en base a los numeros derivados del Capítulo 7, se ha revisado en el Estudio de Factibilidad por considerar las obras adicionales y las contramedidas adicionales. La clasificación seria la misma que Capítulo 7.

La obra con el precio unitario revizado, la obra adicional y la contramedida adicional seran como abajo mencionado .

- 1) Las obras que se han revisado su precio unitario (esatan marcadas con ○ en la Tabla)
  - (7) Dispositivo de prevención de caída : Malla de prevención
  - (9) Protección del lecho de cauce : Revestimiento de concreto
- 2) Las obras adicionales ( estan marcadas con □ en la Tabla )
  - (4) Estructura : Marco de concreto proyectado
  - (9) Protección del lecho de cauce : Marco de concreto para lecho de cauce
- 3) Las contramedidas adicionales
  - (11) Estructura de puente
  - (12) Alcantarilla de caja

**Tabla 18.3.1 Precio Unitario**

Clasificación	Tipo de obras	Nota	Unidad	Precio unitario	Revizado por
(4) Estructura	Torcreto	t=10cm	m <sup>2</sup>	48.30	Vegetación se ha aplicado a fin de armonizar con el parque ecologico
	□ Marco de concreto proyectado	0.3×0.3 @2.0m	m <sup>2</sup>	100.00	
	Colchón de gavión		m <sup>3</sup>	43.67	
(7) Dispositivo de prevención de caída de rocas	○ Malla de prevención		m <sup>2</sup>	8.53	Se ha cambiado la estimación de proveedor por los tres contratistas locales
	Barrera con colchón de gavión		m <sup>3</sup>	97.49	
	Barrea con muro de concreto		m <sup>3</sup>	625.13	
(9) Protección del lecho de cauce	○ Revestimiento de concreto		m <sup>3</sup>	654.95	Se ha cambiado la estimación de dos contratistas por cuatro.
	Colchón de gavión		m <sup>3</sup>	97.49	
	Escollerado con mortero		m <sup>3</sup>	66.91	Se ha aplicado el río con alta velocidad de flujo
	□ Marco de concreto para lecho de cauce		m <sup>2</sup>	39.49	
(11) Estructura de puente	Puente metálico con losa de concreto		m <sup>2</sup>	406.24	Se ha aplicado el Puente como alternativa.
	Estribo a gravedad		m <sup>3</sup>	37.15	
	Estribo de tipo T inverso (RC)		m <sup>3</sup>	197.26	
(12) Alcantarilla de caja	Moldeado in situ	3m×2m	m	1740.6	Se ha aplicado el alcantarilla de caja como alternativa

### 18.4 Plan Específico de Construcción de Cada Sitio

Los equipos principales que van a ser usado para la construcción en los sitios de prevención de desastres se muestran en la Tabla 18.4.1 y 18.4.2.

**Tabla 18.4.1 Lista de los Equipos Principales de la Construcción en el Talud**

No	Código No	Tipo de Desastres	Tipo de Contramedidas	Bulldozer	Retroexcavadora	Martillo Picador	Máquina de Torcreto	Camión grúa	Apisonadora Vibratoria	Ronpedor Jumbo	Máquina Taladradora
1	N001A290	C.R	Recorte + Malla de Prevención + Drenaje		○	○		○			
2	N001A280	C.R	Drenaje horizontal								○
3	N001A240	C.R	Recorte + Malla de Prevención		○	○		○			
4	N001B230	C.M.R	Recorte + Malla de Prevención		○	○		○			
5	N001B170	C.M.R	Recorte + Drenaje		○	○				○	
6	N001B150	C.M.R	Recorte + Torcreto + Drenaje		○	○	○				
7	N001B120	C.M.R	Recorte + Drenaje		○	○				○	
8	N003B400	C.M.R	Recorte + Drenaje		○	○					
9	N003B370	C.M.R	Recorte + Drenaje		○	○				○	
10	N003B320	C.M.R	Terraplenado + Muro de retención de concreto+ Vegetación	○	○	○			○	○	
11	N003C230	D.T+ C.M.R	Recorte+ Marco de concreto +Drenaje Terraplenado + Vegetación + Drenaje	○	○	○		○	○	○	
12	N003E170	A.F+ C.M.R	Presa Recorte + Drenaje	○	○	○		○	○	○	
13	N003C150	D.T+ C.M.R	Recorte + Drenaje Terraplenado + Vegetación	○	○	○			○	○	
14	N003C140	D.T+ C.M.R	Recorte + Drenaje Terraplenado + Muro de retención de concreto+ Vegetación + Drenaje	○	○	○		○	○	○	
15	N005A010	C.R	Recorte + Drenaje		○	○				○	
16	N026A060	C.R	Recorte + Torcreto + Drenaje		○	○	○				
17	N026A140	C.M.R	Recorte +Drenaje horizontal + Drenaje		○	○				○	○
18	N026A150	C.R	Recorte + Drenaje		○	○				○	
19	N026B160	C.M.R	Recorte + Malla de Prevención		○	○		○			

Nota: C.R; Caída de Roca/colaps C.M.R; Colapso de Masa de Roca  
D.T; Deslizamiento de Tierra

A.F; Alud de Fango

Tabla 18.4.2 Lista de Equipos Principales de la Construcción para la Socavación

No	Nombre del Puente	Tipo de Desastres	Tipo de Contramedidas	Buldozer	Retroexcavadora	Rompedor de Concreto	Camión Grúa	Rompedor Jumbo
1	NIC 1	Junquillal	Puente	Colchón de Gavión		○	○	
2		San Nicolas	Puente	Colchón de Gavión		○	○	
3		Las Chanillas	Puente	Bloque de concreto		○	○	
4		San Ramón	Puente	Colchón de Gavión		○	○	○
5		Inalí	Puente	Colchón de Gavión Revestimiento + Mampostería		○	○	○
6		Tapacalí	Puente	Colchón de Gavión Revestimiento		○	○	○
7	NIC 3	Guayacán	Puente	Construcción de nuevo puente	○	○	○	○
8	NIC 26	Solis	Puente	Escollero con mortero Colchón de Gavión		○	○	
9		Papalón	Puente	Escollero con mortero Colchón de Gavión		○	○	
10		San Juan de Dios	Puente	Colchón de Gavión		○	○	
11		La Banderita	Puente	Muro de mampostería Colchón de Gavión		○	○	

Nota: Puente; Socavación de cimiento

## 18.5 Resumen de la Cantidad de Trabajo de Cada sitio y Costos

### 18.5.1 NIC.1

Los costos de cada sitio de prevención de desastres se muestra en la Tabla 18.5.1- Tabla 18.5.7.

Tabla 18.5.1 Costo de Construcción de Contramedidas para las Fallas del Talud

No	Ubicación	Tipo de Desastres	Tipo de Contramedidas	Unidad	Cantidad	Costo (US\$1000)	
1	60.9	C.R	Recorte + Malla de prevención + Drenaje	T	m <sup>2</sup>	23,286	335
2	73.2	C.R	Drenaje horizontal	P	m	100	10
3	168.4	C.R	Recorte + Malla de Prevención	T	m <sup>2</sup>	950	26
4	168.6	C.M.R	Recorte + Malla de Prevención	T	m <sup>2</sup>	228	6
5	171.3	C.M.R	Recorte + Drenaje	P	m <sup>3</sup>	36,028	1,590
6	175.0	C.M.R	Recorte + Torcreto + Drenaje	P	m <sup>2</sup>	252	27
7	176.2	C.M.R	Recorte+ Drenaje	P	m <sup>3</sup>	10,655	814
Total						2,808	

Nota: C.R; Caída de Roca C.M.R; Colapso de Masa de Roca  
P; Contramedidas permanentes T; Contramedidas temporales

**Tabla 18.5.2 Costo de Construcción de Contramedidas para la Socavación de Cimiento de Puentes**

No	Ubicación	Tipo de Desastres	Tipo de Contramedidas	Unidad	Cantidad	Costo (US\$1000)
1	113+190	Puente	Colchón de gavión	T m <sup>3</sup>	435	42
2	135+640	Puente	Colchón de gavión	T m <sup>3</sup>	114	25
3	150+330	Puente	Bloque de concreto	T m <sup>3</sup>	288	189
4	151+850	Puente	Colchón de gavión	T m <sup>3</sup>	86	9
5	226+890	Puente	Colchón de gavión Revestimiento+Mampostera	T m <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	1,138 1,758	828
6	233+245	Puente	Colchón de gavión Revestimiento	T m <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	238 640	282
Total						1,375

Nota; Socavación de cimiento T; Contramedidas temporales

### 18.5.2 NIC.3

**Tabla 18.5.3 Costo de Construcción de Contramedidas para las Fallas del Talud**

No	Ubicación (km)	Tipo de Desastres	Tipo de Contramedidas	Unidad	Cantidad	Costo (US\$1000)
1	6.9	C.M.R	Recorte+ Drenaje	P m <sup>3</sup>	290	40
2	7.4	C.M.R	Recorte + Drenaje	P m <sup>3</sup>	1,676	175
3	22.1	C.M.R	Terraplén + Muro de retención de concreto + Vegetación	P m <sup>3</sup>	3,168	239
4	32.9	D.T+ C.M.R	Recorte + Marco de concreto +Drenaje Terraplén + Vegetación + Drenaje	P m <sup>2</sup> m <sup>3</sup>	638 4,934	328
5	35.2	C.R+ C.M.R	Presa Recorte + Drenaje	P m <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	20 2,670	310
6	38.9	D.T+ C.M.R	Recorte + Drenaje Terraplén + Vegetación	P m <sup>3</sup>	9,221 16,076	918
7	39.4	D.T+ C.M.R	Recorte + Drenaje Terraplén + Muro de retención de concreto + Vegetación + Drenaje	P m <sup>3</sup>	5,408 3,176	749
Total						2,759

Nota: C.M.R; Colapso de Masa de Roca D.T; Deslizamiento de Tierra A.F; Alud de Fango  
P; Contramedidas permanentes

**Tabla 18.5.4 Costo de Construcción de Contramedidas para la Socavación de Cimiento de Puentes**

No	Ubicación	Tipo de Desastres	Tipo de Contramedidas	Unidad	Cantidad	Costo (US\$1000)
1	119+050	Puente	Construcción de nuevo puente	P m <sup>2</sup>	500	1,379

Nota: Bridge; Socavación de cimiento P; Contramedidas permanentes

## 18.5.3 NIC.5

Tabla 18.5.5 Costo de Construcción de Contramedidas para las Fallas del Talud

No	Ubicación (km)	Tipo de Desastres	Tipo de Contramedidas	Unidad	Cantidad (m <sup>2</sup> )	Costo (US\$1000)	
1	24.6	C.R	Recorte + Drenaje	P	m <sup>3</sup>	10,760	389

Nota: R.F; Caída de Roca P; Contramedidas permanentes

## 18.5.4 NIC.26

Tabla 18.5.6 Costo de Construcción de Contramedidas para las Fallas del Talud

No	Ubicación (km)	Tipo de Desastres	Tipo de Contramedidas	Unidad	Cantidad (m <sup>2</sup> )	Costo (US\$1000)	
1	24.7	C.R	Recorte + Torcreto + Drenaje	P	m <sup>2</sup>	3,604	316
2	34.0	C.M.R	Recorte + Drenaje horizontal + Drenaje	P	m <sup>3</sup>	11,495	904
3	34.2	C.R	Recorte + Drenaje	P	m <sup>3</sup>	2,113	210
4	37.0	C.M.R	Recorte + Malla de prevención	T	m <sup>2</sup>	1,568	13
Total						1,443	

Nota: C.R; Caída de Roca C.M.R; Colapso de Masa de Roca P; Contramedidas permanentes  
T; Contramedidas temporales

Tabla 18.5.7 Costo de Construcción de Contramedidas para la Socavación de Cimiento de Puentes

No	Ubicación	Tipo de Desastres	Tipo de Contramedidas	Unidad	Cantidad	Costo (US\$1000)	
1	107+533	Puente	Escollerado con mortero, Colchón de gavión	T	m <sup>3</sup>	72 546	66
2	108+154	Puente	Escollerado con mortero, Colchón de gavión	T	m <sup>3</sup>	50 408	51
3	155+785	Puente	Colchón de gavión	T	m <sup>3</sup>	115	5
4	170+952	Puente	Muro de mampostería Colchón de gavión	T	m <sup>2</sup> m <sup>3</sup>	162 375	31
Total						153	

Nota: Puente; Socavación de cimiento P; Contramedidas permanentes T; Contramedidas temporales

## 18.5.5 Costo Total

El costo total de construcción para cada ruta se muestra en la Tabla 18.5.8.

Tabla 18.5.8 Costo Total de Construcción

Ruta de Objetivo	Costo (US\$1000)		
	Talud	Puente	Total
NIC 1	2,808	1,375	4,183
NIC 3	2,759	1,379	4,138
NIC 5	389	0	389
NIC 26	1,443	153	1,596
Total	7,399	2,907	10,306

US\$1=C\$13 (Tipo de cambio del 14 de octubre de 2002)

## CAPÍTULO 19 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL(EIA)

### 19.1 Método de EIA

Se evalúan las consideraciones tomadas en las contramedidas para los factores ambientales identificados por cada sitio en el Capítulo 9 "Estudio de Medio Ambiente". En cuanto a la validez de la forma de consideración al ambiente, se juzga por "El resumen de los requerimientos ambientales generales en la etapa de construcción" (Sección V de NABCV en NIC-2000).

### 19.2 Evaluación de Consideración Ambiental

#### 19.2.1 Traslado de habitantes

Entre los sitios objeto de estudio, se previó el traslado de habitantes (el hotel en construcción) en NIC-3. Sin embargo, se estableció contramedidas sin traslado de habitantes que mitiga la vulnerabilidad por medio de construcción de estructura como se muestra en Tabla 19.2.1.

**Tabla 19.2.1 Consideraciones del Sitio para el Traslado de Habitantes**

Código del Sitio	Contramedidas	
	Plan anterior	Plan final
N003B320	Se previó la influencia en un hotel en construcción, por adoptarse el recorte del talud.	Se adoptó construir el muro de retención cantilever con relleno en la parte trasera del muro.

En cuanto a la expropiación del terreno, será necesario en los sitios que se indica en la Tabla 19.2.2 de la próxima página. Sin embargo, no hay ningún sitio donde la expropiación cause algún problema juzgando las condiciones de uso actual del terreno. La expropiación del terreno se realizará de conformidad con la ley nicaragüense.

#### 19.2.2 Actividades Económicas

Entre los sitios objeto de estudio, se previó la influencia a las actividades económicas en 4 sitios. Sin embargo, se adoptaron las contramedidas sin influencia a las actividades económicas en cada sitio como se indica en la Tabla 19.2.2.

**Tabla 19.2.2 Ítems de Consideración a las Actividades Económicas**

Código del Sitio	Contramedidas	
	Plan anterior	Plan final
Junquillal (NIC-1)	Se previó la influencia al uso de agua por la ataguía en el período de obras	Asegurar el uso de agua por obras de semisección.
N003B320	Igual que Tabla 9-1	Igual que Tabla 9-1
N003C140	Se previó que las obras influirían en los cafetales debajo de terraplén	Se evitará la influencia por estructuras
N003C150	Se confirmó la existencia de cafetales en la parte superior del talud.	Minimizar la influencia por respetar el gradiente actual del talud



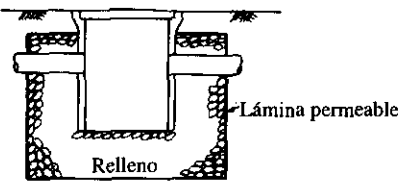
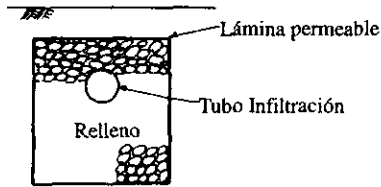
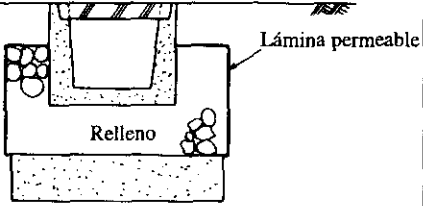
**19.2.3 Aguas Freáticas**

Se previó la influencia al agua de pozo (aguas no artesianas) en 3 sitios. Sin embargo, se seleccionaron contramedidas que no provocan mucha influencia en la captación de aguas como se muestra en la Tabla 19.2.3 y 19.2.4.

**Tabla 19.2.3 Ítems de Consideración sobre Aguas Freáticas**

Código del Sitio	Contramedidas	
	Plan anterior	Plan final
N005A010	Recorte + Vegetación + Drenaje	Marco de concreto proyectado + Vegetación + Drenaje (Foso de Infiltración)
N026B140	Recorte	Marco de concreto proyectado + Bolones + Drenaje (Foso de Infiltración)
N026B160	Se previó el uso de aguas no artesianas	Como el uso de aguas artesianas y no hay influencia

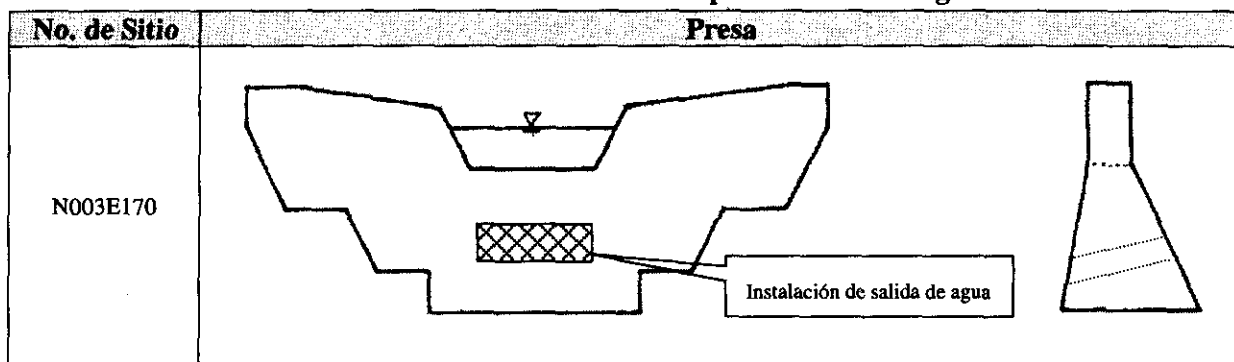
**Tabla 19.2.4 Estructuras de Drenaje que toman en Consideración la Infiltración de Agua**

Ejemplo de Estructuras	Lineamiento
 <p>Lámina permeable Relleno</p>	<p><b>Foso de infiltración</b> El foso de infiltración es una estructura que consiste en una cámara con orificios de infiltración y los materiales de relleno alrededor de ella. Se hace infiltrar las aguas caídas al suelo por orificios lateral y/o del fondo.</p>
 <p>Lámina permeable Tubo Infiltración Relleno</p>	<p><b>Trinchera de infiltración</b> La trinchera de infiltración es una estructura que consiste en un tubo de infiltración y los materiales de relleno en su alrededor. Se hace infiltrar las aguas caídas al suelo por orificios lateral y/o del fondo.</p>
 <p>Lámina permeable Relleno</p>	<p><b>Cuneta de infiltración</b> La cuneta de infiltración es una estructura que consiste en cuneta hecha con hormigón permeable o con orificios y los materiales de relleno en su alrededor. Se hace infiltrar las aguas caídas al suelo por orificios laterales y/o del fondo.</p>

**19.2.4 Ríos y Lagos**

Se previó la influencia de las obras en el río o sea en el uso de aguas del río en un sitio, pero se planteó una estructura que puede evitar la influencia de las obras al caudal del río como se muestra en la Tabla 19.2.5.

**Tabla 19.2.5 Ítem de Consideración para el Uso de Agua**

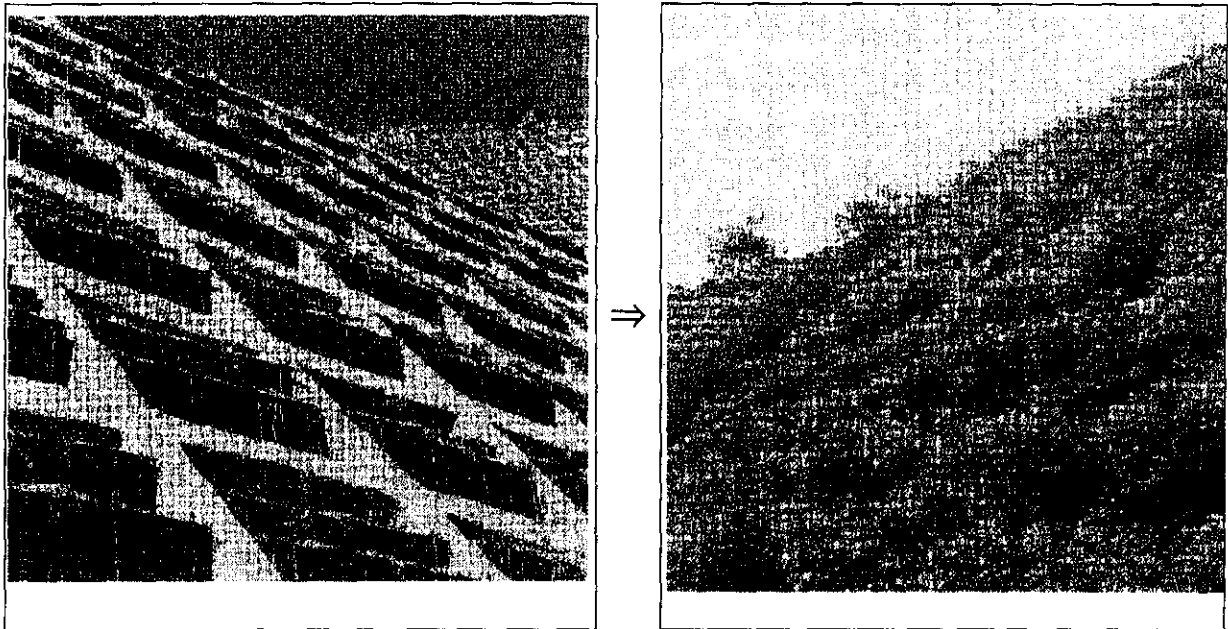


**19.2.5 Fauna y Flora**

Se previó algunas influencias directas o indirectas a las reservas naturales (preciosas fauna y flora) en dos sitios abajo indicados. Pero se seleccionaron los planes que pueden evitar la influencia como se muestra en la tabla 19.2.6.

**Tabla 19.2.6 Ítems de consideración para fauna y Flora**

No. Sitio	Asuntos pendientes	Contramedidas
San Nicolas (Nic1)	Se previó la disminución del suministro de agua a la Reserva Natural Cerro Tomabú por ataguía que influye en la vida animal.	Se ejecutarán las obras en el período seco, y las contramedidas no incluirán la ataguía.
N003C230	El sitio está situado en la Reserva Natural Cerro El Arenal, es necesario tomar algunas medidas para la recuperación vegetal.	Está planeada la combinación de obras de marco de concreto proyectado y vegetación. Las obras vegetales se realizarán por trasplante y/o siembra de especies nativas. Para el talud de terraplén se ejecutará el tratamiento vegetal a fin de que haya armonía con el paisaje aledaño.



**Figura 19.2.1 Ejemplo de Tratamiento Vegetal con Obras de Marco de Concreto Proyectado**

### 19.2.6 Paisaje

En el N003C230 se identificó como el sitio que toma en consideración el paisaje en donde se ejecutarían las obras en la Reserva Natural. En ese sitio, como se mencionó anteriormente, se realizarán las obras tomando en consideración la vegetación del sitio para asegurar la armonía con el paisaje.

### 19.3 Los Ítems que deben ser Considerados en la Próxima Etapa

La responsabilidad legal sobre la protección del medio ambiente en la etapa de contratación está estipulada en la sección 108 de NIC-2000. Y es importante tomar en consideración los artículos establecidos en NABCV en las etapas del diseño básico, diseño detallado y de ejecución de obras. Los contenidos detallados están descritos en el texto principal.

### 19.4 Evaluación actual

Se puede evaluar que se están considerando las medidas necesarias para la minimización de influencia al medio ambiente. La evaluación final por cada sitio se muestra en la Tabla 19.4.1

Tabla 19.4.1 Evaluación de Cada Sitio de Impacto Ambiental

Items ambientales	Etapas de Examen Inicial Ambiental																												
	Nro.1							Nro.3							5							Nro.26							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
Ambiente Social	1	Traslado de habitantes	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
	2	Actividades Económicas	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	3	Facilidades de ruta y tráfico	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	4	Despechos	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Ambiente Natural	5	Agua Resaca	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	6	Lagunas	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	7	Fauna/Flores	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	8	Paisaje	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Contaminación	9	Contaminación del aire	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	10	Contaminación del agua	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	11	Ruido/Vibración	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Continuidad de propuestas por el Estado Paralelo		GW	PH																										

1: Existencia de la Condición Particular

Items ambientales	Etapas de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)																												
	Nro.1							Nro.3							5							Nro.26							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
Ambiente Social	1	Traslado de habitantes	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	2	Actividades Económicas	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	3	Facilidades de ruta y tráfico	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	4	Despechos	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Ambiente Natural	5	Agua Resaca	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	6	Lagunas	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	7	Fauna/Flores	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	8	Paisaje	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Contaminación	9	Contaminación del aire	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	10	Contaminación del agua	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	11	Ruido/Vibración	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Continuidad de propuestas por el Estado final		GW	PH																										

Note: CM (Cajón de pavón) CM (Cajón de concreto) HE (Nuevo Puente) GW (Muro de Gavión) CV (Muro de Concreto) CP (Muro de Concreto) R (Rasante) S (Tercera) PN (Malla de Protección) ER (Remoción de Escombros) CW (Cinta de Peto) D (Presa) V (Vegetación) C (Alcantarilla) EP (Drenaje Superficial) SD (Drenaje Subterráneo) RW (Reconstrucción de Muro alero) RE (Re-terraplenado) SF (Confirmación de talud/lope Fuzzig) BP (Barril Protección de terrajer)

## CAPÍTULO 20 EVALUACIÓN DEL PROYECTO

### 20.1 Generalidades

A como ya se ha visto en el Capítulo 13, los beneficios en el tráfico que resultarían de las medidas de prevención de desastres, han sido evaluados por medio de los perjuicios ocasionados en el tráfico en caso de la ocurrencia de desastres. Cuando el tráfico es reubicado para evitar el paso por el conector cerrado, incurren potencialmente dos tipos de perjuicios;

- Incremento del costo de operación del vehículo debido a la distancia adicional; y el
- Incremento en el costo del tiempo del pasajero.

Estos dos parámetros son evaluados por el modelo de JICASTRADA, en su utilización para dos casos particulares: con el conector afectado en el lugar ( base común), y sin el conector en el lugar. Estos son convertidos en beneficios monetarios utilizando los parámetros desarrollados en el Capítulo 11 y se muestran en la Tabla 20.1.1

**Tabla 20.1.1 Costo de Operación de Vehículos y Costo para el Pasajero, 2002**

<i>Tipo de Vehículo</i>	<i>Costo de Operación por 1000 km, US \$</i>	<i>Costo para el Pasajero por hora en vehículo</i>
Carro	185.5	2.84
Camionetas	215.1	1.09
Bus	529.7	14.90
Camión Pequeño	549.1	1.04
Camión Grande	768.2	1.04
Camión Articulado	878.5	0.75

Fuente: Plan del Transporte NIC.2000 y precios del año 2002

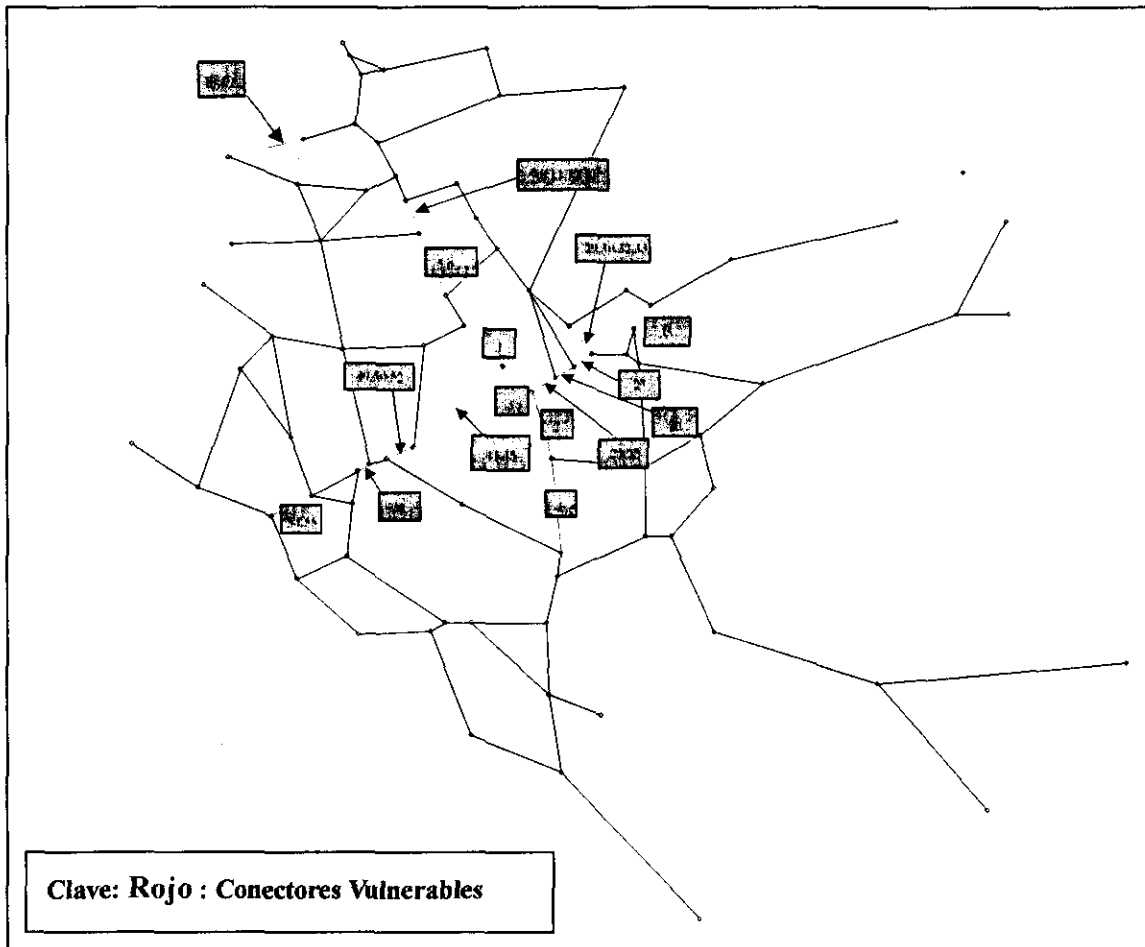
La tabla 20.1.2 contiene la lista de los Parámetros utilizados en la Evaluación Económica

**Table 20.1.2 Parámetros Económicos de Evaluación**

<i>Parámetros</i>	<i>Valor</i>	<i>Fuente</i>
Porcentaje de Descuento	10%	Normas Internacionales
Período de Descuento	18 años	2003 - 2020
Costo de Mantenimiento para trabajos	2% del costo de capital por año	Supuesto
Implementación de contramedidas	2003	Supuesto
Flujo de Beneficio en el año de inicio	2004	Supuesto

## 20.2 Análisis Económico

La ubicación de los sitios vulnerables se muestran en la Figura 20.2.1.



**Figura 20.2.1 Ubicación de los 30 sitios vulnerables en las carreteras para valoración**

La evaluación económica es hecha en base a la cuantificación de los perjuicios en el flujo del tráfico debido al cierre de una carretera como consecuencia de un desastre natural. La escala de perjuicios está en función de la cantidad de tráfico, la longitud y calidad de la posible ruta alternativa para el tráfico. Sin embargo, el desastre los sitios de prevención son pidió la emergencia. Además, tampoco es arreglar el probabilidad de ocurrencia de desastre porque los desastres naturales ocurren frecuentemente sobre el camino de proyecto.

En la Republica de Nicaragua, la epoca de lluvia incluyendo las huracanes entra del Abril y dura hasta el Octubre. Durante estos 6 meses de precipitación, en donde se encuentra el talud del corte, se ocasionan la caída de rocas y/o el colapso de rocas, el deslizamiento de talud, por consecuencia, la red de carreteras sufre el broqueo e interrupción del tránsito.

Asi mismo, la socavación de cimiento del puente da afectación severa al acceso del mismo. Por etsa razon, se determina la probabilidad de ocurrencia de desastre en base a la precipitación maxima por hora del pasado. Se muestra los datos de precipitación en la Tabla

20.2.1. Se puede observar una variación de precipitación durante los años en la Tabla y alrededor de año 1998, cuando el huracan Mitch llegó a la República, se marca una precipitación muy alta y anormal. Como la penetración de lluvia desde la fisura de roca seria un factor a inducir un desastre, en el Estudio, se contemplan los años con una precipitación mas de 200mm/h. Durante estos 20 años, la estadística en la Tabla registra 7 veces con la intensidad mas de 200mm/h. Basandose en esto, aproximadamente, una vez a los tres años seria considerable como la probabilidad de ocurrencia de desastre en los sitios donde se requieren la contramedida de prevención de desastre .

**Tabla 20.2.1 Precipitación Maxima por hora durante los 20 años**

Año	Precipitación (mm/h)	Comentarios
1980	283.3	
1981	98.9	
1982	85.1	
1983	37.3	
1984	48.5	
1985	245.9	
1986	50.1	
1987	47.5	
1988	217.1	
1989	50.0	
1990	143.6	
1991	96.3	
1992	57.6	
1993	129.4	
1994	112.4	
1995	324.9	
1996	340.4	
1997	157.7	
1998	888.4	Huracan Mitch
1999	215.0	
2000	82.6	

Ademas, como esta mencionado en Capítulo18, la vida de la obra de contramedia de prevención sera reflejada en la inversión como lo siguiente

- Contramedidas Permanentes de prevención : Efectiva para 20 años
- Contramedidas Provisonales de prevención : Efectiva para 10 años

En la Tabla 20.2.2, se muestran el período considerable de obra de la contramedida (Con Proyecto) y el costo de obra para restauración temporal sin ejecutar la contramedida (Sin Proyecto) en el desastre. El período varia por la magnitud y/o el tipo de obra en sitio de prevención desastre. Se aplica un período corto para retiro de roca floja y colocación de malla metálica. Para socavación de cimiento del puente se considera igual. Sin embargo, dependiendo del volumen y/o sitio de obra, en algunos obras del recorte de talud y el relleno se puede que se tarde en terminar por 2 años.

El costo de obra para restauración significa un costo que se genera por el sitio de prevección

desastre cuando no se haga la obra de contramedida llamandose como "Sin Proyecto". En este caso, el costo contempla solo restauración del paso temporal para el tránsito y varía por la magnitud y/o el tipo de obra en sitio de prevención desastre. El costo para socavación de cimiento del Puente será menor a los otros en su restauración por gaviónes/rocas depositadas.

**Tabla 20.2.2 El Período de Construcción para Prevención vial de Desastre Contramedidas (Con Proyecto) y Costo de Obra para Restauración (Sin Proyecto)**

Item No.	Sitio	Periodo (Días)	Costo de Obra para Restauración (US\$)
1	N001A290	195	2,000
2	N001A280	449	2,000
3	Junquillal	1663	1,000
4	San Nicolás	596	1,000
5	Las Chanillas	296	1,000
6	San Ramón	1023	1,000
7	N001A240	223	2,000
8	N001B230	213	2,000
11	N001B170	26	2,000
12	N001B150	204	2,000
13	N001B120	43	7,000
18	Rio Inalí	2	5,000
19	Rio Tapacalí	4	1,000
24	003B400	715	2,000
25	003B370	351	2,000
26	El Guayacán	59	1,000
27	N003B320	309	2,000
29	N003C230	44	3,000
30	N003E170	52	2,000
32	N003C150	22	2,000
33	N003C140	27	2,000
35	N005A010	33	2,000
44	N026A060	32	2,000
45	La Banderita	73	1,000
49	N026B140	32	2,000
50	N026A150	92	2,000
51	N026B160	1211	2,000
52	San Juan de Dios	198	1,000
54	Papalón	357	1,000
55	Solís	371	1,000

En el futuro, serán mejorada en gradual la calidad de algunas de las principales y/o las pequeñas carreteras de Nicaragua. De la implementación de medidas de prevención de desastres resulta un menor tiempo de viaje en las rutas alternas por desastres potenciales, dos planes del futuro han sido incorporados en el modelo de prueba de JICASTRADA.



- El mejoramiento de la calidad la sección San Benito - San Lorenzo en la NIC 7, (Managua- Boaco)
- El revestimientos la sección Santa Cruz - San Nicolás, conector en Estelí

La rehabilitación y mejoramiento del conector Guayacán – Jinotega, lo cual esta propuesta, sera un factor indispensable para la evaluación económica. En el momento en que se realiza este reporte, no se conoce aún el estatus de este esquema; el que tiene un mayor efecto en los benéficos de las medidas de prevención de desastres en la ruta NIC 3 de la sección Jinotega- Matagalpa-Guayacán. Al mismo tiempo, la implementación de medidas en la NIC 3 va a afectar la evaluación económica del conector Jinotega – Guayacán. Como resultado, ha sido realizada una evaluación especial de estos sitios en la NIC 3, en la que los beneficios económicos de las medidas de prevención de desastres varían dependiendo del mejoramiento que se realice en el conector Jinotega- Guayacán.

Los resultados de las evaluaciones economicas de las rutas del Estudio, se muestran en la Tablas 20.2.3

Tabla 20.2.3. Los resultados de las evaluaciones económicas

Sitio	ID No.	Costo (\$US)		Beneficios (\$USM)		Beneficio - Costo (\$US)	Valor Neto Corriente	ERR	B/C	Promedio	
		Costo Total (US\$)	Costo Total Descortado	Beneficio Total	Beneficio Total Descortado					ERR	B/C
1	N001A290	959,018	616,618	6,747,338	3,276,470	5,788,319	2,659,851	4%	5.31		
2	N001A280	16,535	14,190	516,136	454,254	499,601	440,064	44%	32.01		
3	Junquillal	120,235	77,307	2,189,560	1,091,941	2,069,325	1,014,634	12%	14.12		
4	San Nicolas	71,569	46,016	1,141,730	584,712	1,070,161	538,695	12%	12.71		
5	Las Charnillas	541,058	347,883	1,015,448	510,686	474,390	162,803	0.4%	1.47		
6	San Ramon	25,765	16,566	1,015,448	510,686	989,694	494,120	30%	30.83		
7	N001A240	74,431	47,857	1,855,991	937,770	1,781,559	889,914	19%	19.60		
8	N001B230	17,176	11,044	472,346	241,134	455,169	230,091	24%	21.83		
11	N001B170	2,629,033	2,256,222	2,670,153	2,401,084	41,120	144,861	0.3%	1.06		
12	N001B150	44,644	38,313	823,606	730,977	778,962	692,664	24%	19.08		
13	N001B120	1,345,933	1,155,072	1,589,184	1,394,328	243,252	239,256	0.5%	1.21		
18	Rio Inali	2,370,350	1,524,059	857,206	420,114	-1,513,143	-1,103,945	0%	0.28		
19	Rio Tapacali	807,293	519,064	454,892	223,324	-352,401	-295,740	0%	0.43	13.1%	12.3
24	N003B400	66,139	56,760	2,022,393	1,809,886	1,956,254	1,753,125	41%	31.89		
25	N003B370	289,359	248,326	1,023,196	910,609	733,837	662,283	4%	3.67		
26	El Guayacan	2,280,149	1,956,812	10,398,159	9,353,209	8,118,010	7,396,397	5%	4.78		
27	N003B320	395,182	339,143	531,581	468,155	136,400	129,012	69%	1.38		
29	N003C230	542,341	465,435	662,039	580,433	119,698	114,999	0.5%	1.25		
30	N003E170	512,579	439,892	785,681	696,845	273,102	256,952	1.0%	1.58		
32	N003C150	1,517,894	1,302,649	1,547,361	1,382,357	29,467	79,708	0.3%	1.06		
33	N003C140	1,238,456	1,062,837	1,276,078	1,138,202	37,621	75,365	0.3%	1.07	15.1%	5.8
35	N005A010	643,204	551,994	1,051,918	936,458	408,714	384,464	1.1%	1.70		
44	N026A060	522,500	448,406	734,632	650,901	212,132	202,494	0.8%	1.45		
45	La Banderita	51,258	43,989	188,552	161,995	137,294	118,006	4%	3.68		
49	N026B140	1,494,746	1,282,783	2,132,684	1,909,148	637,938	626,365	0.9%	1.49		
50	N026A150	347,231	297,992	475,861	418,007	128,630	120,015	0.7%	1.40		
51	N026A160	37,216	23,928	1,528,606	774,707	1,491,390	750,778	33%	32.38		
52	San Juan de Dios	14,314	9,203	466,350	236,538	452,036	227,335	26%	25.70		
54	Papalon	146,000	93,873	4,004,273	2,057,405	3,858,273	1,963,531	21%	21.92		
55	Solis	188,941	121,483	2,008,137	1,031,535	1,819,196	910,052	7%	8.49	11.7%	12.1
		19,310,546	15,415,719	52,186,537	37,293,870	32,875,991	21,878,151			12.8%	10.2

Con los resultados de análisis económico, en los sitios de desastre No.18 y No.19 sobre NIC 1 se marca un valor negativo del valor neto económico y corriente. Esto es por la efectividad de las rutas alternas, significando que las rutas existentes no son muy atractivas como las rutas alternas aunque bajo circunstancia normal.

### 20.3 Prioridad Presupuestaria

El análisis de un presupuesto potencial para las medidas de prevención de desastres se han realizado en dos partes:

- i) La creación de un paquete de trabajo prioritario que maximice beneficios, a la vez que minimice los costos;
- ii) Conexión de los paquetes financieros con Fuentes Potenciales de financiamiento.

En la Tabla 20.3.1 y la Tabla 20.3.2 se muestran los conectores, ordenados de acuerdo al beneficio en proporción al costo (beneficio - costo ) y el valor EIRR. Cuando existe la ruta existente, en el proyecto, el que no se requiere inversión fuerte teniendo un costo alto y anual del mantenimiento vial y que los beneficios aparecen inmediatamente de inicio del mismo, no será adecuado para que se evalúe con el valor EIRR. Por lo anterior, se considera la evaluación con beneficio - costo a fin de realizar el agrupación de los proyectos y se determina la prioridad entre los proyectos por agrupar en 3 grupos de acuerdo a los rangos de beneficio - costo, los cuales son Grupo 1 ( con B/C mayor a 10.0), Grupo 2 (con B/C mayor a 1.5) y Grupo 3 (con B/C menor que 1.5).

Tabla 20.3.1 Esquemas Ordenadas con B/C

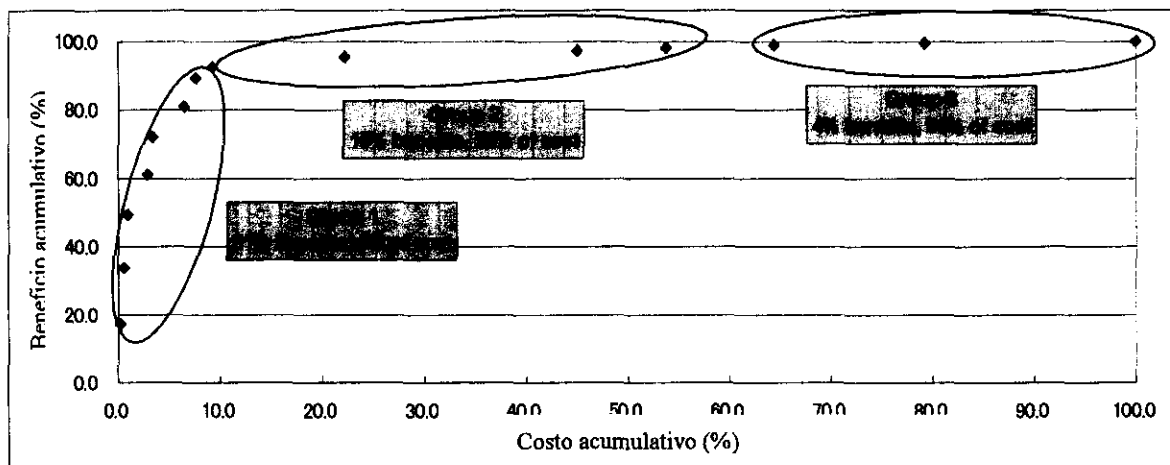
Sitio	ID No.	Costo (\$US)		Beneficios (\$USM)		Beneficio-Costo (\$US)	Valor Neto Corriente	EIRR	B/C	Promedio B/C
		Costo Total (US\$)	Costo Total Descuento	Beneficio Total	Beneficio Total Descuento					
51	N026A160	37,216	23,928	1,528,606	774,707	1,491,390	750,778	33%	32.38	
2	N001A280	16,535	14,190	516,136	454,254	499,601	440,064	44%	32.01	
24	N003B400	66,139	56,760	2,022,393	1,809,886	1,956,254	1,753,125	41%	31.89	
6	San Ramon	25,765	16,566	1,015,448	510,686	989,684	494,120	30%	30.83	Grupo Prioritario 1
52	San Juan de Dios	14,314	9,203	466,350	236,538	452,036	227,335	26%	25.70	
8	N001B230	17,176	11,044	472,346	241,134	455,169	230,091	24%	21.83	
54	Papalon	146,000	93,873	4,004,273	2,057,405	3,858,273	1,963,531	21%	21.92	
7	N001A240	74,431	47,857	1,855,991	937,770	1,781,559	889,914	19%	19.60	
12	N001B150	44,644	38,313	823,606	730,977	778,962	692,664	24%	19.08	
3	Junquillal	120,235	77,307	2,189,560	1,091,941	2,069,325	1,014,634	12%	14.12	
4	San Nicolas	71,569	46,016	1,141,730	584,712	1,070,161	538,695	12%	12.71	
55	Solis	188,941	121,483	2,008,137	1,031,535	1,819,196	910,052	7%	8.49	
1	N001A290	959,078	616,618	6,747,338	3,276,470	5,788,319	2,659,851	4%	5.31	Grupo Prioritario 2
26	El Guayacan	2,280,149	1,956,812	10,398,159	9,353,209	8,118,010	7,396,397	5%	4.78	
25	N003B370	289,359	248,326	1,023,196	910,609	733,837	662,283	4%	3.67	
45	La Bandera	51,258	43,989	188,552	181,995	137,294	118,006	4%	3.68	
35	N005A010	643,204	551,994	1,051,918	936,458	408,714	384,464	1.1%	1.70	
30	N003E170	512,579	439,892	785,681	696,845	273,102	256,952	1.0%	1.58	
49	N026B140	1,494,746	1,282,783	2,132,684	1,909,148	637,938	626,365	0.9%	1.49	
5	Las Chamillas	541,058	347,883	1,015,448	510,686	474,390	162,803	0.4%	1.47	
44	N026A060	522,500	448,406	734,632	650,901	212,132	202,494	0.8%	1.45	
50	N026A150	347,231	297,992	475,861	418,007	128,630	120,015	0.7%	1.40	
27	N003B320	395,182	339,143	531,581	468,155	136,400	129,012	69%	1.38	Grupo Prioritario 3
29	N003C230	542,341	465,435	662,039	580,433	119,698	114,999	0.5%	1.25	
13	N001B120	1,345,933	1,155,072	1,589,184	1,394,328	243,252	239,256	0.5%	1.21	
33	N003C140	1,238,456	1,062,837	1,276,078	1,138,202	37,621	75,365	0.3%	1.07	
32	N003C150	1,517,894	1,302,649	1,547,361	1,382,357	29,467	79,708	0.3%	1.06	
11	N001B170	2,629,033	2,256,222	2,670,153	2,401,084	41,120	144,861	0.3%	1.06	
19	Rio Tapacall	807,293	519,064	454,892	223,324	-352,401	-295,740	0%	0.43	
18	Rio Inali	2,370,350	1,524,059	857,206	420,114	-1,513,143	-1,103,945	0%	0.28	1.1
		19,310,546	15,415,719	52,186,537	37,293,870	32,875,991	21,878,151			10.2

Tabla 20.3.2 Esquemas Ordenadas con EIRR

Sitio	ID No	Costo (\$US)		Beneficios (\$USM)		Beneficio - Costo (\$US)	Valor Neto Corriente	EIRR	B/C	Promedio EIRR
		Costo Total (US\$)	Costo Total Descuento	Beneficio Total	Beneficio Total Descuento					
27	N003B320	395,182	339,143	531,581	468,155	136,400	129,012	69%	1.38	
2	N001A280	16,535	14,190	516,136	454,254	499,601	440,064	44%	32.01	
24	N003B400	66,139	56,760	2,022,393	1,809,886	1,956,254	1,753,125	41%	31.89	
51	N026A160	37,216	23,928	1,528,606	774,707	1,491,390	750,778	33%	32.38	
6	San Ramon	25,765	16,566	1,015,448	510,686	989,684	494,120	30%	30.83	Grupo Prioritario 1
52	San Juan de Dios	14,314	9,203	466,350	236,538	452,036	227,335	26%	25.70	
8	N001B230	17,176	11,044	472,346	241,134	455,169	230,091	24%	21.83	
12	N001B150	44,644	38,313	823,606	730,977	778,962	692,664	24%	19.08	
54	Papalon	146,000	93,873	4,004,273	2,057,405	3,858,273	1,963,531	21%	21.92	
7	N001A240	74,431	47,857	1,855,991	937,770	1,781,559	889,914	19%	19.60	
3	Junquillal	120,235	77,307	2,189,560	1,091,941	2,069,325	1,014,634	12%	14.12	
4	San Nicolas	71,569	46,016	1,141,730	584,712	1,070,161	538,695	12%	12.71	30%
55	Solis	188,941	121,483	2,008,137	1,031,535	1,819,196	910,052	7%	8.49	
26	El Guayacan	2,280,149	1,956,812	10,398,159	9,353,209	8,118,010	7,396,397	5%	4.78	
1	N001A290	959,018	616,618	6,747,338	3,276,470	5,788,319	2,659,851	4%	5.31	Grupo Prioritario 2
25	N003B370	289,359	248,326	1,023,196	910,609	733,837	662,283	4%	3.67	
45	La Banderita	51,258	43,989	188,552	161,995	137,294	118,006	4%	3.68	
35	N005A010	643,204	551,994	1,051,918	936,458	408,714	384,464	1.1%	1.70	
30	N003E170	512,579	439,892	785,681	696,845	273,102	256,952	1.0%	1.58	4%
49	N026B140	1,494,746	1,282,783	2,132,684	1,909,148	637,938	626,365	0.9%	1.48	
44	N026A060	522,500	448,406	734,632	650,901	212,132	202,494	0.8%	1.45	
50	N026A150	347,231	297,992	475,861	418,007	128,630	120,015	0.7%	1.40	
29	N003C230	542,341	465,435	662,039	580,433	119,698	114,999	0.5%	1.25	
13	N001B120	1,345,933	1,155,072	1,589,184	1,394,328	243,252	239,256	0.5%	1.21	Grupo Prioritario 3
5	Las Chamilas	541,058	347,883	1,015,448	510,686	474,390	162,803	0.4%	1.47	
33	N003C140	1,238,456	1,062,837	1,276,078	1,138,202	37,821	75,365	0.3%	1.07	
11	N001B170	2,629,033	2,256,222	2,670,153	2,401,084	41,120	144,861	0.3%	1.06	
32	N003C150	1,517,894	1,302,649	1,547,361	1,382,357	29,467	79,708	0.3%	1.06	
19	Rio Tapacall	807,293	519,064	454,892	223,324	-352,401	-295,740	0%	0.43	
18	Rio Inali	2,370,350	1,524,059	857,206	420,114	-1,513,143	-1,103,945	0%	0.28	0.4%
		19,310,546	15,415,719	52,186,537	37,293,870	32,875,991	21,878,151			12.8

Las esquemas se observan que esten agrupados en 3 grupos diferentes, los cuales indican las prioridades de inversión.

Los grupos son: **Grupo Prioritario 1** : contiene 12 sitios en 9 conectores. Esto provee el 81% del total de los beneficios para un 5% del costo total; **Grupo Prioritario 2** : contiene 7 sitios en 4 conectores. Esto provee el 15% del total de los beneficios, para un 26% del costo total y **Grupo Prioritario 3** : contiene 11 sitios en 3 conectores. Esto provee el 4% del total de los beneficios, para un 69% del costo total.



Estos grupos proporcionan las bases para priorizar las inversiones, y la creación de paquetes de trabajo. Los esquemas para cada grupo se muestran en la Tabla 20.3.3.

Una evaluación económica de cada paquete de trabajo ha sido realizada arrojando los siguientes supuestos:

- El costo asignado para cada paquete determina el costo de los trabajos requeridos para prevenir desastres en todos los sitios;
- Los beneficios que resultan es evitar un solo desastre en el sitio dentro de su respectivo paquete
- Un solo ejemplo de sitio en cada paquete provee la corriente de beneficios. Estos sitios son: Sitio 51 (NIC. 26) para el Paquete 1, Sitio 26 (NIC.3) para el Paquete 2, y alguno de los sitios 7,8,11,12 ó 13 (NIC.1) para el Paquete 3.
- Se considera que los beneficios sean generados después de la ejecución de las obras de contramedida de prevención de desastres.

Tabla 20.3.3 Propuesta de Sub-paquetes de Trabajo por Orden de Prioridad

Paquete No.	Sub Paquete	Conector	Sitio	Carretera	Costo (US\$)
1	1a	2	N001A280	Nic1	12,339
		3	Junquillal	Nic1	51,825
		4	San Nicolas	Nic1	30,849
		6	San Ramon	Nic1	11,105
		7	N001A240	Nic1	32,082
		8	N001B230	Nic1	7,404
		12	N001B150	Nic1	33,316
	Cost				178,921
	1b	24	N003B400	Nic3	49,358
		27	N003B320	Nic3	294,912
	Cost				344,269
	1c	51	N026A160	Nic26	16,041
		52	San Juan de Dios	Nic26	6,170
54		Papalon	Nic26	62,931	
Cost				85,142	
Costo de Paquete 1					608,333
Paquete No.	Sub Paquete	Conector	Sitio	Carretera	Costo (US\$)
2	2a	1	N001A290	Nic1	413,370
	Cost				413,370
	2b	25	N003B370	Nic3	215,940
		26	El Guayacan	Nic3	1,701,604
		30	N003E170	Nic3	382,521
	Cost				2,300,064
	2c	35	N005A010	Nic5	480,003
	Cost				480,003
	2d	45	La Banderita	Nic26	38,252
		55	Solis	Nic26	81,440
Cost				119,692	
Costo de Paquete 2					3,313,129
Paquete No.	Sub Paquete	Conector	Sitio	Carretera	Costo (US\$)
3	3a	5	Las Chanillas	Nic1	233,215
		11	N001B170	Nic1	1,961,965
		13	N001B120	Nic1	1,004,427
		18	Rio Inali	Nic1	1,021,702
		19	Rio Tapacali	Nic1	347,971
	Cost				4,569,280
	3b	29	N003C230	Nic3	404,732
		32	N003C150	Nic3	1,132,757
		33	N003C140	Nic3	924,221
	Cost				2,461,711
3c	44	N026A060	Nic26	389,925	
	49	N026B140	Nic26	1,115,482	
	50	N026A150	Nic26	259,127	
Cost				1,764,534	
Costo de Paquete 3					8,795,526
Gran-Total					12,716,988