

CAPÍTULO 13
EVALUACIÓN DEL PRONOSTICO
DE TRÁFICO

CAPÍTULO 13 EVALUACIÓN DEL PRONOSTICO DE TRÁFICO

13.1 Generalidades de la Metodología

Los beneficios del tráfico que podrían resultar con las medidas de prevención de desastres son evaluadas mediante la calculación de los perjuicios al tráfico en caso de ocurrencia de desastre. Se asume que en cada sitio el desastre resultaría en la clausura de ese conector en particular en la red y se necesitaría una re ubicación del tráfico. Cuando el tráfico es re ubicado para evitar el conector cerrado incurre potencialmente en dos tipos de perjuicios:

- 1) Incremento en el costo de operación de vehículos debido a la distancia adicional y
- 2) Incremento en el costo de tiempo del pasajero.

Estos dos parámetros son evaluados por el modelo de JICASTRADA en adición a las redes para cada tipo de vehículo, en la forma de kilómetros por vehículo y horas por vehículo. Estos son convertidos en un costo monetario utilizando los parámetros mostrados en la Tabla 11.3.1. Luego estos son expresados como los beneficios de la toma de medidas para la prevención de desastres.

El costo de las medidas de prevención de desastres se expresa en términos de costo de capital de trabajo (asumiendo que incurrirán en el 2003) y continuo costo de mantenimiento de los conectores. El costo de las medidas temporales de prevención se asume que recurrirán cada tres años. Las medidas permanentes incurrirán en un solo costo de capital, de ahí en adelante vendrá el costo del mantenimiento anual.

El flujo de los beneficios no se garantiza que ocurran, ya que los desastres pueden predecir, aun cuando no se han tomado medidas. Existe una probabilidad de ocurrencia de desastres, lo que es usado para afectar la corriente de los beneficios. La inspección preliminar de ingeniería de los sitios ha resultado en dos parámetros utilizados para afectar la corriente de los beneficios. Estos son:

- 1) Un máximo de vida de la carretera. Si no se toman medidas preventivas, este varía de 1 a 20 años, y refleja el riesgo de la ocurrencia de desastres. Los beneficios solo resultan después de que el tiempo de vida ha terminado; y
- 2) Un indicador de estabilidad de los taludes o de cimientos de los puentes, el que puede variar de 70 a 100. Este puntaje es utilizado para factorizar bajo los beneficios, los que se resultan cada año luego que trabajos de prevención de desastres han sido implementados.

Un ejemplo de hoja de calculo para evaluar el costo y beneficio se muestra en el Figura 13.1.1.

Average B/C		1.5									
Cost-Benefit Analysis											
Site No	Link 7	A-Node	405								
Site Name	Sites 18,19	Link Length (km)	18.7								
Type of Disaster	BS	Permanent/Temporary (P/T)	T								
Discount Rate (%)	10	Discount Period	21								
Risk : Without Prevention Measures Road will fail in _____ years											
Score	100	Benefit Factor	100								
Mode	2003		2010		2020						
	Base	Disaster	Base	Disaster	Base	Disaster					
1	268075	268115	391813	391891	713975	714321					
2	472217	472678	691648	692283	1230257	1231245					
3	161758	161746	199148	199141	271850	271839					
4	193383	193290	309370	309245	560748	560748					
5	131812	131637	199683	199406	379385	378861					
6	93606	94105	107094	107553	260251	261674					
Benefits, US \$, per year											
Veh. Op Cost	2003		2010		2020						
1000 km											
185.5	40	2708	78	5281	23425						
215.1	461	36189	635	49848	77560						
529.7	-12	-2320	-7	-1353	-2127						
549.1	-93	-18639	-125	-25053	0						
768.2	-175	-49068	-277	-77668	-146924						
878.5	499	159998	459	147172	456267						
Total		128868		98228		408200					
Passenger VOT, 2002	2003		2010		2020						
	Base	Disaster	Base	Disaster	Base	Disaster					
2.84	23	24486	31	39815	185993						
1.09	39	15935	55	27111	80974						
14.9	8	44683	10	67383	160207						
1.04	31	12085	45	21165	70143						
1.04	20	7797	33	15521	47779						
0.75	21	5904	20	6784	41054						
Total		110890		177778		586150					
Value of Time	Base	1.027		1.239		2.678					
Factors	Sensitivity	0.97		0.924		0.811					
Capital Cost Estimate US \$ 1369674											
Maintenance Cost per km 1340											
By Risk B/C											
By Score B/C 1.5											
AADT Cars											
Vehicle Pick-ups											
Kilometres Buses											
input from L Goods											
JICASTRADA M Goods											
Traffic Model H Goods											
AADT Cars											
Vehicle Pick-ups											
Hours Buses											
input from L Goods											
JICASTRADA M Goods											
Traffic Model H Goods											
Year	Capital Cost US\$	Maintenance Cost (US\$)	Total Cost (US \$)	Total Discounted Cost	Veh Km Benefits	Veh Hour Benefits	Risk Prof	Total Benefits \$ US M	Discounted Benefits \$ US M	Total Benefits \$ US M	Discounted Benefits \$ US M
2002											
2003	1369674		1369674	1232706	128868	110890	0	0	0	0	0.0
2004	0	25058	25058	20297	124490	120445	0	0	0	0.2	0.2
2005	0	25058	25058	18267	120113	130001	0	0	0	0.3	0.2
2006	0	25058	25058	16440	115736	139556	0	0	0	0.3	0.2
2007	0	25058	25058	14796	111359	149112	0	0	0	0.3	0.2
2008	0	25058	25058	13317	106982	158667	0	0	0	0.3	0.1
2009	0	25058	25058	11985	102605	168223	0	0	0	0.3	0.1
2010	0	25058	25058	10786	98228	177778	0	0	0	0.3	0.1
2011	0	25058	25058	9708	129225	218615	0	0	0	0.3	0.1
2012	0	25058	25058	8737	160222	259452	0	0	0	0.4	0.1
2013	0	25058	25058	7863	191219	300290	0	0	0	0.5	0.2
2014	0	25058	25058	7077	222217	341127	0	0	0	0.6	0.2
2015	1369674	25058	1394731	354522	253214	381964	0	0	0	0.6	0.2
2016	0	25058	25058	5732	284211	422801	0	0	0	0.7	0.2
2017	0	25058	25058	5159	315208	463638	0	0	0	0.8	0.2
2018	0	25058	25058	4643	346206	504475	0	0	0	0.9	0.2
2019	0	25058	25058	4179	377203	545313	0	0	0	0.9	0.2
2020	0	25058	25058	3761	408200	586150	0	0	0	1.0	0.1
2021	0	25058	25058	3385	408200	586150	0	0	0	0.0	0.0
2022	0	25058	25058	3046	408200	586150	0	0	0	0.0	0.0
2023	0	25058	25058	2742	408200	586150	0	0	0	0.0	0.0
Total	2,739,347	501,152	3240499	1,759,149				0	0	8.5	2.6

Figura 13.1 Ejemplo Hoja de Cálculo de Costo / Beneficio

13.2 Simulación de Sitios de Desastres en el Modelo de Tráfico

El Figura 13.2.1 muestra la ubicación de 55 sitios potenciales de desastres en el modelo de la Red del Trafico. Estos se ubican en el lista de la Tabla 13.2.1 del modelo de conectores.

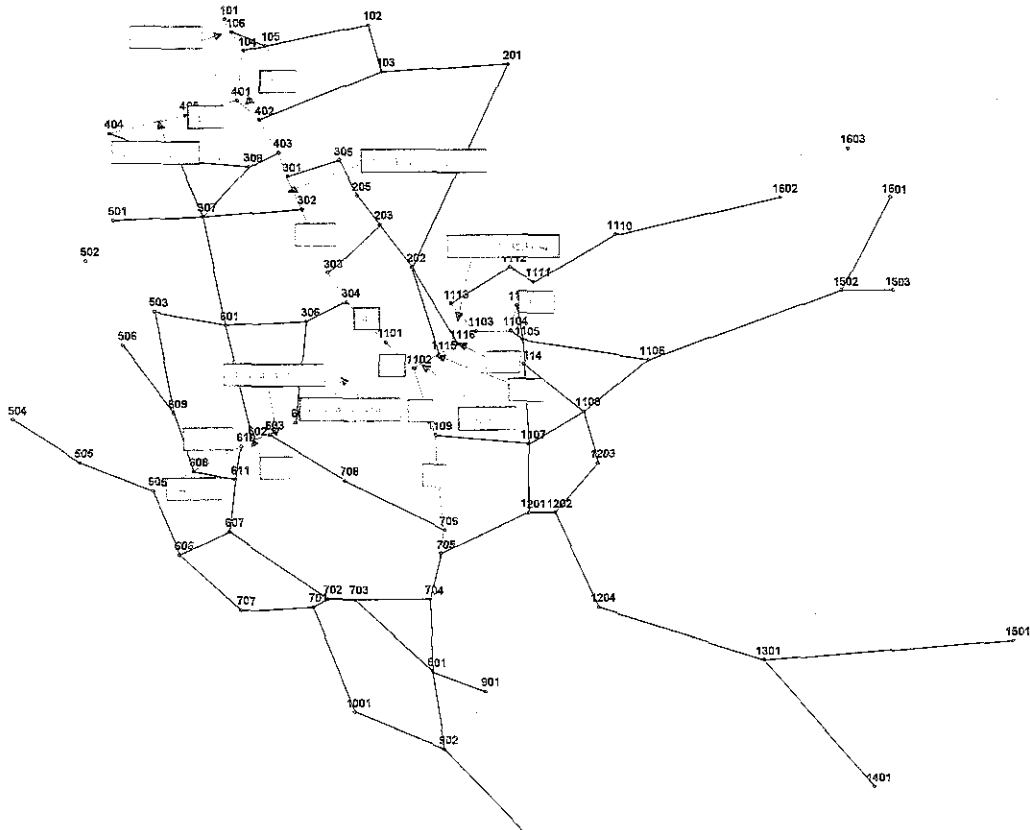


Figura 13.2.1 Sitios de Desastres

Tabla 13.2.1 Conectores Potenciales de Desastres en el Modelo de Tráfico

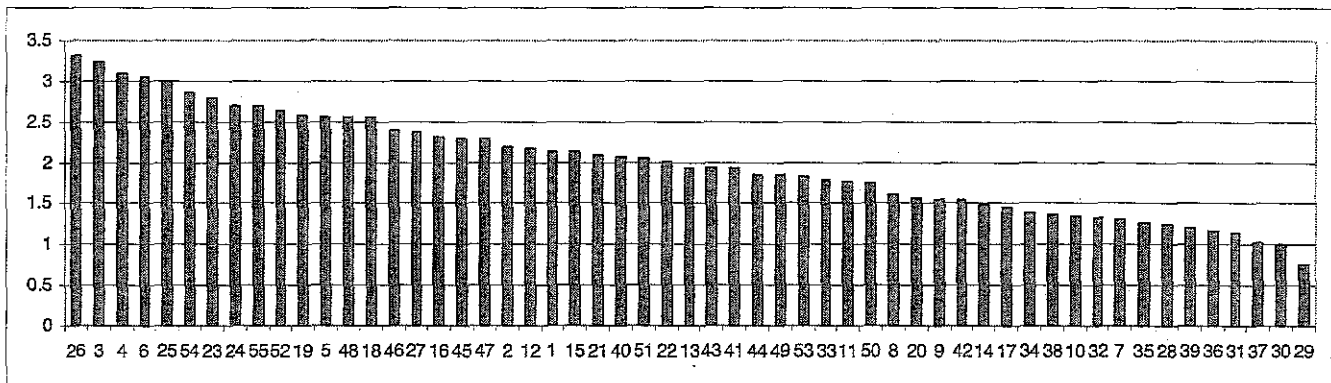
Conector	Nodo-A	Nodo-B	Sitios	Conector	Nodo-A	Nodo-B	Sitios
1	101	104	36,37,38,39	40	602	603	51
6	405	401	17	41	602	610	53,55
7	405	404	18,18,20,21	42	605	608	52
8	401	402	16	55	1102	1109	2
14	301	302	7,8,9,10,11,12,13,14,15	57	1109	706	1
22	302	303	5,6	82	1117	1111	35
32	304	1101	4	83	1115	1116	26
33	1101	1102	3	90	1102	1115	23,24,25
37	1101	604	40,41,42,43,44,45	91	1116	1103	27
38	603	604	46,47,48,49,50,54	94	1113	1103	28,29,30,31,32,33,34

Los sitios de Desastres fueron evaluados por medio de la remoción de los conectores relevantes identificados en la Tabla 13.2.1 y representan la asignación del tráfico. El Figura e 13.2.2 muestra un ejemplo de 28 de los 34 sitios, ubicados en el Conector 94, sobre la carretera entre Matagalpa y Jinotega. La ocurrencia de un desastre en el 2010, resultaría el pronostico de flujo de tráfico mostrado a continuación:



Figura 13.2.2 Pronóstico del volumen de TPDA, 2010, No existe conector 94

Las estadística de Red para cada tipo de vehículo fueron extraídos de JICASTRADA para los años 2003, 2010 y 2020 y registrados en las hojas de evaluación. Los datos para los años intermedios han sido estimados por medio de una interpolación lineal. Los beneficios para los años luego del 2002 se mantuvieron constantes a los valores del 2002. Los beneficios de la razón de costo para cada sitio fueron calculados y se muestran en la Tabla 13.2.2 y Grafico 13.2.3



Sitio Número

Figura 13.2.3 Proporción Costo/Beneficio en los sitios de Desastres (Escala Log)

Tabla 13.2.2 Beneficio a la Proporción de Costo por sitio de Desastre

Sitio	Beneficio a la proporción de Costo	Sitio	Beneficio a la proporción de Costo
1	137	29	6
2	153	30	10
3	1720	31	14
4	1240	32	21
5	365	33	62
6	1155	34	25
7	20	35	18
8	41	36	14
9	36	37	11
10	22	38	23
11	59	39	16
12	146	40	115
13	85	41	85
14	31	42	35
15	134	43	85
16	202	44	71
17	28	45	200
18	353	46	245
19	374	47	197
20	37	48	361
21	121	49	70
22	103	50	55
23	613	51	112
24	500	52	436
25	1001	53	69
26	2083	54	730
27	238	55	488
28	18		

No ha sido posible realizar todas las pruebas de sensibilidad con un bajo nivel de tráfico. La Tabla 13.2.3 muestra la comparación de los beneficios a la proporción de costo para ocho de los sitios para el Caso Base y la prueba de Sensibilidad de niveles del tráfico. Los beneficios que deja la proporción de costo son relativamente altos, aún cuando se presume una estimación de crecimiento de tráfico pequeña.

Tabla 13.2.3 prueba de Sensibilidad en los Beneficios a la proporción de Costo

Sitio Número	Beneficio a la Proporción de Costo	
	Caso Base	Sensibilidad
2	153	111
17	28	20
23	613	463
24	500	378
25	1001	757
36	14	10
37	11	7
38	23	16

13.3 Incorporación de Riesgo

Aunque los beneficios reportados en la Sección 13.2 son útiles en la preparación de la prioridades de las inversiones, estos no pueden ser considerados como valores absolutos. Esto se debe a que en esta etapa, el elemento de riesgo no había sido considerado. El beneficio antes asumido, es que sin contramedidas un desastre ocurriese a finales del año 2003. Esto es extremadamente inverosímil , y además el elemento de riesgo varía de sitio en sitio. Este factor será incorporado en la próxima etapa del trabajo.

CAPÍTULO 14
IDENTIFICACIÓN DE SITIOS
PARA PREVENCIÓN DE DESASTRES

CAPÍTULO 14 IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PARA PREVENCIÓN DE DESASTRES

14.1 Generalidades

Los sitios críticos de desastres han sido identificados en la primera fase de este estudio necesitan las contramedidas urgentes, temporales o permanentes como los sitios para la prevención de desastres. Y estos sitios deben ser identificados basandose en varios ítems de factores. Los contenidos de los sitios críticos de desastres serán evaluados desde el Capítulo 8 hasta Capítulo 13 como se indica abajo.

<Capítulo 8>

- Estudio hidrológico: Evaluación del avance de la socavación del cimiento de puente
- Estudio geológico: Evaluación del avance de meteorización de roca o colapso

<Capítulo 9>

- Estudio ambiental: Evaluación de los ítems ambientales

<Capítulo 12>

- Demanda futura de tráfico: Pronóstico de tráfico para el año 2020

<Capítulo 13>

- Razón de beneficio por costo: Evaluación por beneficio y costo

Es difícil decidir los criterios de evaluación de carreteras por sólo indicadores económicos, para definir cuál es la carretera principal de transporte con sitios críticos de desastres o cuál es la carretera de transporte urgente en caso de que ocurrieran desastres. Además, existen algunos sitios que se encuentra bajo volumen de tráfico. Y el TPDA supone que en algunos sitios la demanda de tráfico será baja menos de 1000 vehículos.

Por lo tanto, la evaluación de carreteras y las secciones de carretera debe ser realizada teniendo en cuenta los siguientes puntos como indicador de evaluación; el nivel de estabilidad, el volumen de tráfico, la evaluación ambiental, el plan de desarrollo, la condición natural, el beneficios y el nivel de restauración etcétera sobre el sitio crítico de desastres.

14.2 Características de Sitios Críticos de Desastres

Las características de 55 sitios críticos de desastres en las carreteras objeto de estudio, que han sido identificadas en el Capítulo 6, se muestran en la Tabla 14.2.1. Los tipos de desastres, el puntaje de evaluación, los tipos de contramedidas y estimación preliminar de costo son descritos en la tabla. Por ejemplo, los puntajes de estabilidad sobre No.40 y No.42 de NIC.26 son iguales a 71 puntos. Y las contramedidas también son iguales, las cuales son las obras de recorte en la superficie de talud. Sin embargo, la estimación de costo de obras para No.42 muestra una tendencia de alzarse casi ocho veces más que la de No.40, porque la escala de desastres es muy diferente.

14.3 Técnicas de Selección de Sitios Críticos de Desastres

14.3.1 Lineamiento de Técnicas

Como está descrito en el párrafo 14.2, el puntaje de evaluación de los sitios críticos de desastres varía dependiendo de la escala del desastres. Además, es muy difícil identificar los sitios de prevención de desastres solamente desde el punto de vista de los alto costo o los bajos costos. Por lo tanto, es necesario ordenar integralmente los ítems de evaluación con el nivel de importancia. En este estudio, se aplica el método de Análisis de Proceso Jerárquico (de aquí en adelante APJ) para identificar los sitios de prevención de desastres.

El APJ es uno de los técnicas de toma de decisión humana en la que se indica el valor numérico para las situaciones inciertas y varios criterios. En pocas palabras, 30 sitios de prevención de desastres deben ser identificados desde varios candidatos a sitios críticos de desastres. Sin embargo, hay "propósito" a ser identificado desde 55 sitios y hay algunos "sitios alternativos" para ser seleccionados definitivamente. El APJ formula una estructura jerárquica de la toma de decisión con los "criterios de evaluación" entre el "propósito" y "sitios alternativos". La estructura de APJ se muestra en la Figura 14.3.1.

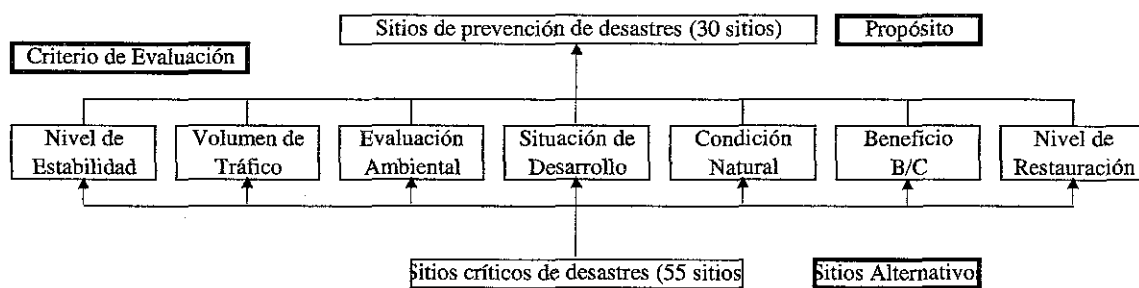


Figura 14.3.1 Estructura APJ

Tabla 14.2.1 Característica de Sitios Críticos de Desastres

No. de Serie de Sitios Críticos de Desastres	Carretera Objeto	Tipo de Desastre	Puntaje	Tipo de Contramedidas	Costo (US\$1,000)
1	NIC.1	R.F.	70	Barrera con malla de gavión	253
2	NIC.1	R.F.	78	Malla de prevención	236
3	NIC.1	Bridge	90	Colchón de gavión	25
4	NIC.1	Bridge	100	Colchón de gavión	2
5	NIC.1	Bridge	90	Colchón de gavión	65
6	NIC.1	Bridge	100	Colchón de gavión	12
7	NIC.1	R.F.	84	Malla de prevención	812
8	NIC.1	R.C.	72	Malla de prevención	315
9	NIC.1	R.C.	72	Malla de prevención	364
10	NIC.1	R.C.	72	Recorte+ Torcreto	1,772
11	NIC.1	R.C.	78	Recorte+ Torcreto	639
12	NIC.1	R.C.	76	Recorte+ Torcreto	184
13	NIC.1	R.C.	74	Recorte+ Torcreto	385
14	NIC.1	R.F.	76	Malla de prevención	456
15	NIC.1	R.C.	73	Recorte+ torcreto	197
16	NIC.1	R.C.	73	Malla de prevención	125
17	NIC.1	R.F.	70	Recorte+ Torcreto	175
18	NIC.1	Bridge	100	Colchón de gavión	4
19	NIC.1	Bridge	100	Colchón de gavión	2
20	NIC.1	R.C.	75	Malla de prevención	208
21	NIC.1	R.F.	73	Recorte + Drenaje superficial + Vegetación	116
22	NIC.1	R.F.	73	Recorte+ torcreto	152
23	NIC.3	R.C.	74	Recorte	70
24	NIC.3	R.C.	72	Recorte	91
25	NIC.3	R.C.	80	Recorte	35
26	NIC.3	Bridge	100	Reconstrucción de muro alero	3
27	NIC.3	R.C.	74	Recorte	177
28	NIC.3	R.C.	70	Recorte+ Torcreto	174
29	NIC.3	S.S.	73	R.E.C.V.	670
30	NIC.3	D.F.	83	Presa	429
31	NIC.3	S.S.	71	R.E.C.V.	248
32	NIC.3	S.S.	90	R.E.C.V.	191
33	NIC.3	S.S.	90	R.E.C.V.	30
34	NIC.3	R.C.	72	Recorte + Malla de prevención	133
35	NIC.5	R.F.	76	Recorte + Drenaje superficial + Vegetación	744
36	NIC.15	D.F.	70	Muro de gavión	58
37	NIC.15	D.F.	70	Muro de gavión	40
38	NIC.15	D.F.	70	Presa	279
39	NIC.15	D.F.	70	Presa	193
40	NIC.26	R.F.	71	Recorte	56
41	NIC.26	R.F.	70	Recorte	115
42	NIC.26	R.F.	71	Recorte	446
43	NIC.26	R.F.	72	Recorte	121
44	NIC.26	R.F.	70	Recorte+ Torcreto	159
45	NIC.26	Bridge	100	Colchón de gavión	36
46	NIC.26	R.F.	76	Barrera con gavión	44
47	NIC.26	R.C.	73	Malla de prevención	52
48	NIC.26	R.F.	72	Recutting + Shotcrete	60
49	NIC.26	R.C.	80	Recorte	191
50	NIC.26	R.F.	85	Recorte+ Torcreto	748
51	NIC.26	R.C.	86	Malla de prevención	131
52	NIC.26	Bridge	90	Colchón de gavión	24
53	NIC.26	R.C.	71	Malla de prevención	364
54	NIC.26	Bridge	90	Colchón de gavión	5
55	NIC.26	Bridge	100	Colchón de gavión	9

Tipo de Desastres
R.F. : Caída de Roca
R.C. : Colapso de Roca
S.S. : Deslizamiento de Tierra
D.F. : Alud de Fango
Bridge : Socavación de Cimiento

Tipo de Contramedidas
R.E.C.V. Recorte + Relleno
+ Contrapeso
+ Vegetación

14.3.2 Orden de Prioridad para los Sitios de Prevención de Desastres

El orden de prioridad para los sitios de prevención de desastres consiste en la primera y la segunda etapa.

1) La Primera Etapa (Definición de criterios de evaluación)

a) Nivel de Estabilidad

Cada sitio se compara con el nivel de estabilidad del resultado de investigación.
Si el puntaje de estabilidad es grande, la prioridad es alta.

b) Volumen de Tráfico

Cada sitio se compara con el volumen de tráfico del año 2020.
Si el volumen de tráfico es grande, la prioridad es alta.

c) Evaluación Ambiental

Cada sitio se compara con el resultado de evaluación se los ítems ambientales.
Si el puntaje es pequeño, la prioridad es alta.

d) Situación de Desarrollo

Cada sitio se compara con el área de desarrollo de la orilla de carretera.
El sitio del área donde el desarrollo ha completado es de alta prioridad.

e) Condición Natural

El nivel crítico se compara basandose en los resultados del estudio de condición natural tales como estudio geológico, hidrológico y de en el período lluvioso, etcétera.
Si el nivel crítico es grande, la prioridad es alta..

f) Beneficio (Beneficio/Costo)

El resultado de Beneficio/Costo (B/C) se compara basandose en los costos de contramedidas estimados en la primera fase de este estudio.
Si B/C es grande, la prioridad es alta.

g) Nivel de Restauración

El nivel de dificultad de restauración se evalua basandose en la máxima escala de desastres que sea asumida.

Si el nivel de dificultad de restauración, el cual es el tiempo de restauración, espacios de patio para restauración y necesidad de maquinarias especiales para la restauración etc., es grande, la prioridad es alta.

2) La Segunda Etapa (Comparación Pareada de Criterios de Evaluación)

a) Magnitud y definición de importancia

La magnitud y la definición de la importancia son preparadas como se muestra en la Tabla 14.3.1 antes de que el par de criterio de evaluación sea comparado.

Tabla 14.3.1 Magnitud y Definición de Importancia

Magnitud de Importancia	Definición
1	Importancia Igual
3	Importancia Débil
5	Importancia Fuerte
7	Importancia Muy Fuerte
9	Importancia Absoluta

2, 4, 6 y 8 del magnitud, se usa en el intermedio de la tabla arriba mencionada. Cuando la importancia es baja, la magnitud usa el número recíproco.

Por ejemplo, cuando el nivel de estabilidad es de importancia débil contra el volumen de tráfico,

La magnitud es 3. Por el contrario, el volumen de tráfico es 1/3 contra el nivel de estabilidad.

b) Magnitud de Comparación Pareada

La magnitud de la comparación pareada para los criterios de evaluación fue decidida basandose en la intención del MTI como se muestra en la Tabla 14.3.2. Además, la comparación de cada sitio alternativo fue decidida en base del punto de evaluación que el Equipo de Estudio de JICA había evaluado.

Tabla 14.3.2 Magnitud de Comparación Pareada

	Nivel de estabilidad	Volumen de tráfico	Evaluación ambiental	Condición natural	Beneficio B/C	Nivel de Restauración	Situación de desarrollo	Peso
Nivel de estabilidad	1	3	5	3	7	3	9	0.36676
Volumen de tráfico	1/3	1	3	1	5	1	7	0.16733
Evaluación ambiental	1/5	1/3	1	1/5	3	1	7	0.08395
Condición natural	1/3	1	5	1	5	1	7	0.18000
Beneficio B/C	1/7	1/5	1/3	1/5	1	1/5	3	0.03826
Nivel de Restauración	1/3	1	1	1	5	1	7	0.14303
Situación de desarrollo	1/9	1/7	1/7	1/7	1/3	1/7	1	0.02068
								1.00000

El peso de cada criterio de evaluación se presenta en el **Ápndice-14**.

14.4 Identificación de Sitios de Prevención de Desastres

La prioridad de los sitios de prevención de desastre identificados por APJ sobre la base de la magnitud de comparación para cada se muestra en la Tabla 14.4.1. Los 30 sitios de alto rango deben ser seleccionados para el estudio de factibilidad de este Estudio.

Tabla 14.4.1 Sitios de Prevención de Desastres

Prioridad	Carretera Objeto	No. Serie de Sitios Críticos	Tipo de Desastres	Tipo de Contramedidas	
1	Nic3	26	Bridge	Reconstrucción de muro alero	R.F. : Caída de Roca
2	Nic26	45	Bridge	Colchón de gavión	R.C. : Colapso de Roca
3	Nic1	6	Bridge	Colchón de gavión	S.S. : Deslizamiento de Tierra
4	Nic1	19	Bridge	Colchón de gavión	D.F. : Alud de Fango
5	Nic26	55	Bridge	Colchón de gavión	Bridge : Socavación de Cimiento
6	Nic1	18	Bridge	Colchón de gavión	
7	Nic1	4	Bridge	Colchón de gavión	
8	Nic3	32	S.S.	R.E.C.V.	R.E.C.V. :Recorte + Relleno
9	Nic3	33	S.S.	R.E.C.V.	+ Contrapeso
10	Nic26	50	R.F.	Recorte + Torcrete	+ Vegetación
11	Nic1	5	Bridge	Colchón de gavión	
12	Nic26	52	Bridge	Colchón de gavión	
13	Nic1	2	R.F.	Malla de prevención	
14	Nic3	25	R.C.	Recorte + Torcrete	
15	Nic26	54	Bridge	Colchón de gavión	
16	Nic1	3	Bridge	Colchón de gavión	
17	Nic1	1	R.F.	Barrera con muro de gavión	
18	Nic26	51	R.C.	Prevention net	
19	Nic3	30	D.F.	Presa	
20	Nic3	24	R.C.	Recorte	
21	Nic26	49	R.C.	Recorte	
22	Nic1	13	R.C.	Recorte + Torcrete	
23	Nic1	12	R.C.	Recorte + Torcrete	
24	Nic3	27	R.C.	Recorte	
25	Nic1	11	R.C.	Recorte + Torcrete	
26	Nic1	7	R.F.	Malla de prevención	
27	Nic26	44	R.F.	Recorte + Torcrete	
28	Nic5	35	R.F.	Recorte+ Drenaje superficial + Vegetación	
29	Nic3	34	R.C.	Recorte + Malla de prevención	
30	Nic3	29	S.S.	R.E.C.V.	
31	Nic1	8	R.C.	Malla de prevención	
32	Nic3	31	S.S.	R.E.C.V.	
33	Nic3	23	R.C.	Recorte	
34	Nic1	16	R.C.	Malla de prevención	
35	Nic1	14	R.F.	Malla de prevención	
36	Nic1	10	R.C.	Recorte + Torcrete	
37	Nic1	17	R.F.	Recorte + Torcrete	
38	Nic1	15	R.C.	Recorte + Torcrete	
39	Nic26	47	R.C.	Malla de prevención	
40	Nic26	46	R.F.	Barrera con gavión	
41	Nic26	41	R.F.	Recorte	
42	Nic3	28	R.C.	Recorte + Torcrete	
43	Nic26	40	D.F.	Recorte	
44	Nic26	48	R.F.	Recorte + Torcrete	
45	Nic26	53	R.C.	Malla de prevención	
46	Nic1	9	R.C.	Malla de prevención	
47	Nic15	36	D.F.	Muro de gavión	
48	Nic15	37	D.F.	Muro de gavión	
49	Nic26	43	R.F.	Recorte	
50	Nic26	42	R.F.	Recorte	
51	Nic1	20	R.C.	Malla de prevención	
52	Nic1	22	R.F.	Recorte	
53	Nic15	38	D.F.	Presa	
54	Nic15	39	D.F.	Presa	
55	Nic1	21	R.F.	Recorte+ Drenaje superficial + Vegetación	

PARTE B

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

CAPÍTULO 15
INTRODUCCIÓN

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 profundada de contramedidas se llevó a cabo basandose 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 crítico 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.

Los ítems antes mencionados fueron incluidos no solamente para establecer el sistema de trabajos de mantenimiento requeridos en el MTI, sino también para realzar la eficiencia de la red de tráfico, y para asistir el desarrollo de las economías locales del área.

El año meta para el Estudio de Factibilidad fue establecido en el 2020 basados en el Plan Nacional de Transporte (de aquí en adelante se denominará "PNT").

De acuerdo al PNT, las razones de poner como meta el año 2020 son por las ventajas del desarrollo económico de Nicaragua, y para establecer avances apropiados para el futuro del sistema de transportación de Nicaragua.

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:

- ① Las contramedidas para la caída de rocas y colapso,
- ② Las contramedidas para el colapso de masa de rocas,
- ③ Las contramedidas para el deslizamiento de tierra,
- ④ Las contramedidas para el alud de fango, y
- ⑤ Las contramedidas para la socavación del cimiento de puente.

Cada uno tiene características diferentes, tal como geología meteorizada, filtración de agua, características de la meseta de lava, rocas sueltas y las gradientes empinadas de taludes, etcétera. cada cual afecta el tipo de contramedida propuesta. Las contramedidas propuestas para cada sitio de prevención de desastres se muestra en la Tabla 15.2.1.

Tabla 15.2.1 Sitios de Prevención de Desastres para la Factibilidad del Estudio

Prioridad	Carretera objetivo	No. de serie de los sitios críticos	Tipo de desastre	Tipo de Contramedidas
1	Nic3	26	Puente	Reconstrucción del ala del muro
2	Nic26	45	Puente	Colchón de gaviones
3	Nic1	6	Puente	Colchón de gaviones
4	Nic1	19	Puente	Colchón de gaviones
5	Nic26	55	Puente	Colchón de gaviones
6	Nic1	18	Puente	Colchón de gaviones
7	Nic1	4	Puente	Colchón de gaviones
8	Nic3	32	D.T.	R.T.C.V.
9	Nic3	33	D.T.	R.T.C.V.
10	Nic26	50	C.R.	Recorte + Torcreto
11	Nic1	5	Puente	Colchón de gaviones
12	Nic26	52	Puente	Colchón de gaviones
13	Nic1	2	C.R.	Malla de Prevención
14	Nic3	25	C.M.R.	Recorte
15	Nic26	54	Puente	Colchón de gaviones
16	Nic1	3	Puente	Colchón de gaviones
17	Nic1	1	C.R.	Barrera con muro de gavión
18	Nic26	51	C.M.R.	Red preventiva
19	Nic3	30	A.	Presa
20	Nic3	24	C.M.R.	Recorte
21	Nic26	49	C.M.R.	Recorte
22	Nic1	13	C.M.R.	Recorte + Torcreto
23	Nic1	12	C.M.R.	Recorte + Torcreto
24	Nic3	27	C.M.R.	Recorte
25	Nic1	11	C.M.R.	Recorte + Concreto Lanzado
26	Nic1	7	C.R.	Red preventiva
27	Nic26	44	C.R.	Recorte + Concreto Lanzado
28	Nic5	35	C.R.	Recorte + drenaje superficial + Vegetación
29	Nic3	34	C.M.R.	Recorte + Malla de prevención
30	Nic3	29	D.T.	R.T.C.V.

C.R. : Caída de Roca
 C.M.R. : Colapso de Masa de Roca
 D.T. : Deslizamiento de Tierra
 A.F., : Alud de Fango
 Puente : Socavación de Puente

 R.T.C.V. : Recorte + Terraplén
 + Contrapeso
 + Vegetación

La relación entre las carreteras objetivo y los tipos de desastres están como siguen en la siguiente Tabla 15.2.2

Tabla 15.2.2 Relación entre las Carreteras Objetivo y los Tipos de Desastres

	Caída de Rocas	Colapso de Rocas	Deslizamiento de Tierra	Alud de Fango	Socavación del Cimiento	Total
NIC. 1	3	4	0	0	6	13
NIC. 3	0	3	3	1	1	8
NIC. 5	1	0	0	0	0	1
NIC. 26	2	2	0	0	4	8
Total	6	9	3	1	11	30

Las contramedidas básicas para los tipos de desastres fueron estudiados y estimados sus costos aproximados en la Parte A. En el estudio de Factibilidad Parte B, las contramedidas mas detalladas están revisadas a la luz de los resultados del estudio geológico, hidrológico, topográfico y con el avalúo del Impacto Ambiental.

CAPÍTULO 16
NORMAS PARA EL DISEÑO

CAPÍTULO 16 NORMAS PARA EL DISEÑO

16.1 Generalidades (Normas Aplicables para el Diseño Geométrico)

16.1.1 Objetivo del Capítulo

En este capítulo se define el estándar aplicable para el diseño geométrico para los sitios seleccionados utilizando los resultados del estudio de volumen de tráfico y el ancho de la sección transversal a base de las normas para el diseño geométrico de Nicaragua (Véase Capítulo 2).

16.1.2 Resultado del Estudio de Volumen de Tráfico

El volumen de tráfico del sitio objeto en Estudio para el presente y futuro se muestra en la Tabla 16.1.1. Todos los sitios objeto del Estudio se categorizan como A3 (carretera troncal rural) utilizando las normas para el diseño geométrico mostradas en el Capítulo 2. Por otro lado, muchos sitios se categorizarán como la carretera de clase A2 (carretera troncal suburbana) en el futuro por incremento potencial del volumen del tráfico.

Por otro lado, el estudio ha decidido llevar a cabo el trabajo de diseño a base de la suposición de que éstas carreteras pertenezcan a la categoría de carretera A3 por las siguientes razones;

- Otros donantes internacionales adoptan lo mismo en su trabajo.
- El objetivo principal de este estudio es la prevención de deastres viales, o sea que no es el mejoramiento vial del mismo.

16.1.3 Normas para el Diseño Geométrico Aplicados

En base a los datos mostrados en la Tabla 16.1.1, se indican las normas para el diseño geométrico adoptados para este estudio en la Tabla 16.1.2. Aunque el objetivo de este estudio es prevenir la ocurrencia de desastres viales y no para el mejoramiento de carreteras, solamente el mejoramiento de línea fue estudiado cuando era eficaz para la prevención de desastres viales.

Tabla 16.1.1 Resultado del Estudio de volumen de tráfico

No	Volumen de Tráfico		Clasificación Funcional		Tipo de Terreno	Velocidad de Diseño	Ancho de Vía Recomendado		
	2002	2020	Actual	Futuro			Carretera	Hombro	
NIC.1									
1	N001A290	3612	9785	A3	A2	Plano	80	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
2	N001A280	3713	9560	A3	A2	Plano	80	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
3	Junquillal	3070	8315	A3	A2	Plano	80	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
4	San Nicolas	2831	7757	A3	A2	Plano	80	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
5	Las Chanillas	1760	4865	A3	A2	Plano	80	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
6	San Ramón	1760	4865	A3	A2	Plano	80	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
7	N001A240	1740	4797	A3	A2	Montañoso	60	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
8	N001B230	1740	4797	A3	A2	Montañoso	60	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
9	N001B170	1740	4797	A3	A2	Montañoso	60	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
10	N001B150	1740	4797	A3	A2	Montañoso	60	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
11	N001B120	1740	4797	A3	A2	Montañoso	60	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
12	Rio Inalí	207	556	A3	A3	Ondulado	70	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
13	Rio Tapacalí	207	556	A3	A3	Ondulado	70	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
NIC.3									
14	003B400	2665	6461	A3	A2	Ondulado	70	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
15	003B370	2665	6461	A3	A2	Ondulado	70	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
16	El Guayacán	2665	6461	A3	A2	Ondulado	70	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
17	N003B320	2665	6461	A3	A2	Ondulado	70	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
18	N003C230	2665	6461	A3	A2	Montañoso	60	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
19	N003E170	2665	6461	A3	A2	Montañoso	60	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
20	N003C150	2665	6461	A3	A2	Montañoso	60	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
21	N003C140	2665	6461	A3	A2	Montañoso	60	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
NIC.5									
22	N005A001	34	1289	A3	A3	Montañoso	60	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
NIC.26									
23	N026A006	1215	3392	A3	A2	Ondulado	70	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
24	La Banderita	1215	3392	A3	A2	Ondulado	70	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
25	N026B140	1125	3118	A3	A2	Ondulado	70	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
26	N026A150	1125	3118	A3	A2	Ondulado	70	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
27	N026B160	1125	3118	A3	A2	Ondulado	70	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
28	San Juan de Dios	1125	3118	A3	A2	Ondulado	70	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
29	Papalón	1319	3770	A3	A2	Ondulado	70	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8
30	Solis	1319	3770	A3	A2	Ondulado	70	3.3 - 3.65	1.0 - 1.8

Tabla 16.1.2 Diseño geométrico adoptado

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	5º 53' - 3º 25'	8º 29' - 4º 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

16.1.4 Distancia hasta el Obstáculo y Alcance de la Vista para la Distancia de Seguridad

Entre los taludes objeto de Estudio, hay algunos que forman voladizo e impiden la visibilidad. En esos casos, hay que eliminar el voladizo para elevar el nivel de seguridad del tráfico. El alcance de la vista para la distancia de seguridad mínima para la curva horizontal se puede calcular por la fórmula que se indica abajo y se muestra en la Figura 16.1.1

- El cálculo de la ampliación del alcance de la vista

$$E = D^2 / 8Ra$$

E: Distancia hasta el obstáculo (m)

D: Alcance de la vista = S (m)

Ra: Radio de la curva

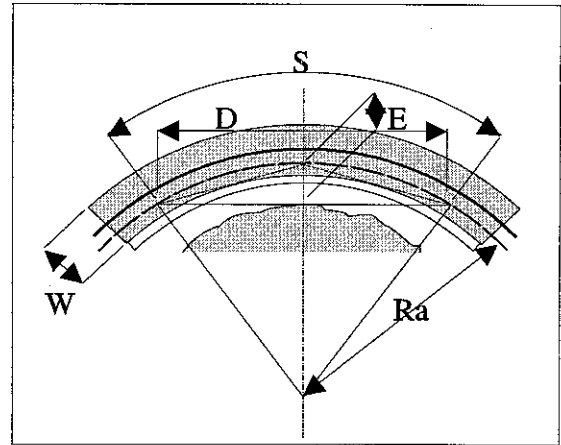


Figura 16.1.1 Relación entre el alcance de la vista y radio

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 del 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. No es necesario tener los datos geológicos detallados. El estándar recomendado para la gradiente del talud de corte se muestra en la Tabla 16.2.3.

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.

La estabilidad de roca considera tener en cuenta dos factores: la severidad y la fuerza. 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 kg / cm² , y la nueva (o "II") cuando la resistencia de la compresión sin sujeción lateral es bajo de 100 kg / cm². El suelo y la arena se clasifican como III.

Tabla 16.2.2 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	I A	II A	III
	B	I B	II B	

Tabla 16.2.3 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

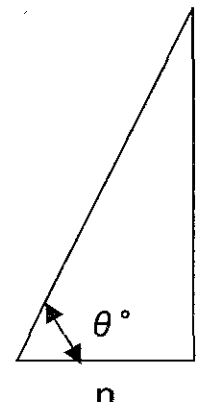


Tabla 16.2.4 Estándar de la Gradiente del Talud de Corte conforme al Tipo de Carretera

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	0-0.5:1	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

3) Banqueta (berma)

El estándar de la banqueta (berma) para el talud de corte se muestra en la Figura 16.2.1, y esto fue adoptado por el MTL. Pero esta regla no está conocida completamente. En este estudio, se define el ancho de banqueta como 1.5 mts.

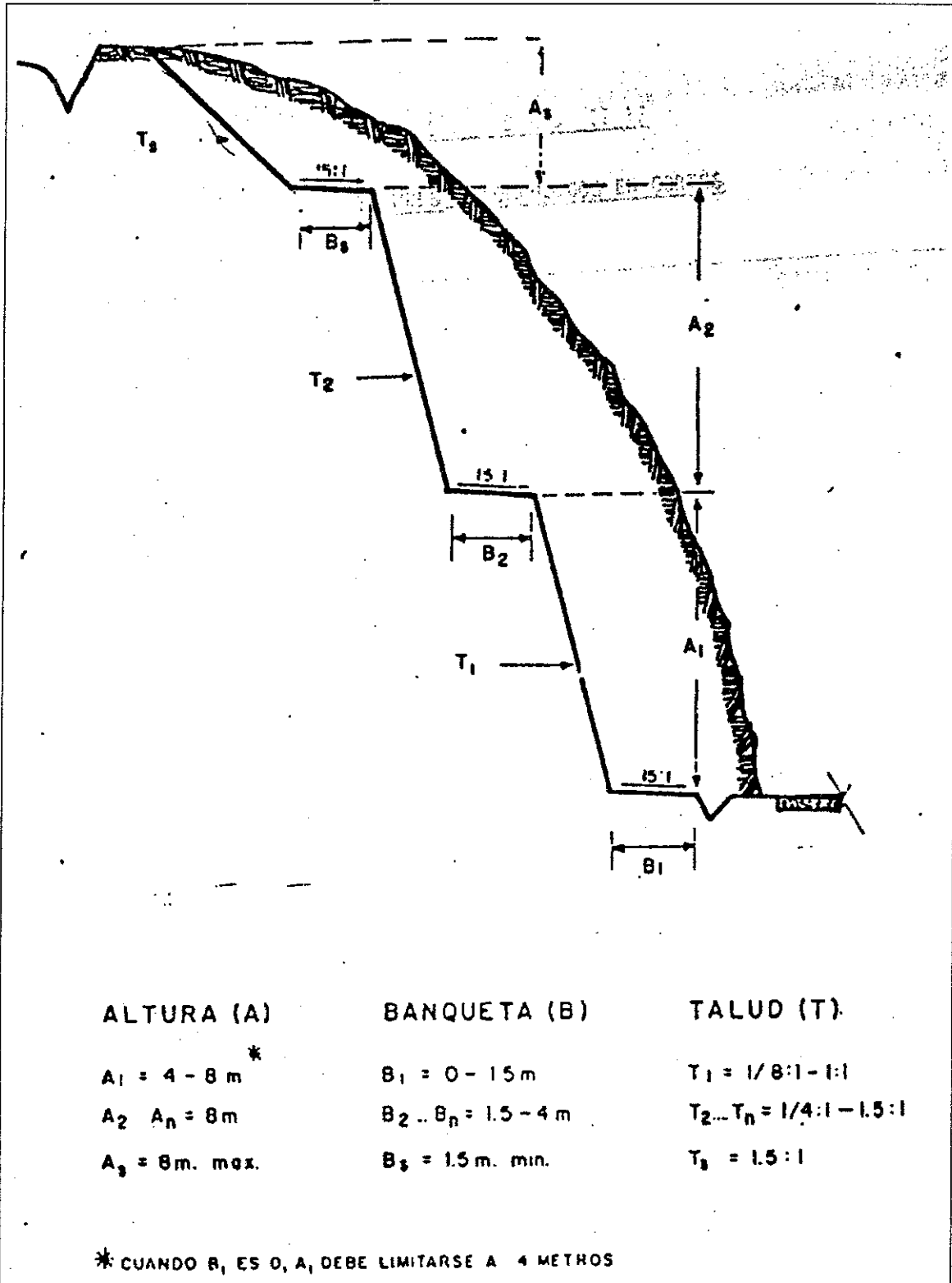


Figura 16.2.1 Estándar de la Banqueta en Nicaragua.

16.2.2 Estructuras

1) Estimación del rango de socavación

La profundidad de la socavación se puede calcular en base al resultado del experimento dirigido por el Instituto Nacional para la Administración de la Tierra e Infraestructura, Ministerio de la Tierra, Infraestructura y Transporte (el Ex-Instituto de Investigación de Obras Públicas) (Figura 16.2.2).

Sin embargo, lo que calcula en esta tabla, el rango es $h_o/D < 3.5$.

(h_o : Profundidad media de agua de inundación, D : Ancho del pilar).

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

El ejemplo del cálculo se muestra a continuación.

- Ancho del río : $W=31.6m$
- Ancho del pilar : $D= 1.1m$
- Velocidad de nivel de altas aguas : $V=60.12$
- Profundidad media de agua de inundación : $h_o=2.67m$
- Diámetro promedio de grano de los materiales del lecho : $d_m=3.0m$

$h_o/D=2.43$

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

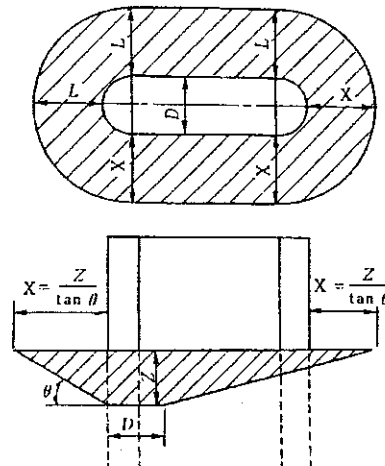
Proporción de la profundidad y el diámetro de grano
 $h_o/d_m=890$

Z/D se puede obtener h_o/D desde la relación (Fig16.2.3-Fig16.2.6) entre h_o/d_m y Fr como parámetro.

$Z/D = 0.8$
 $Z = 0.96m$

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

Ángulo de reposo $\theta = 32^\circ$
 $\tan \theta = 0.62$
 $X = Z / \tan \theta = 1.54m$



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

Fig16.2.2 Área de Socavación

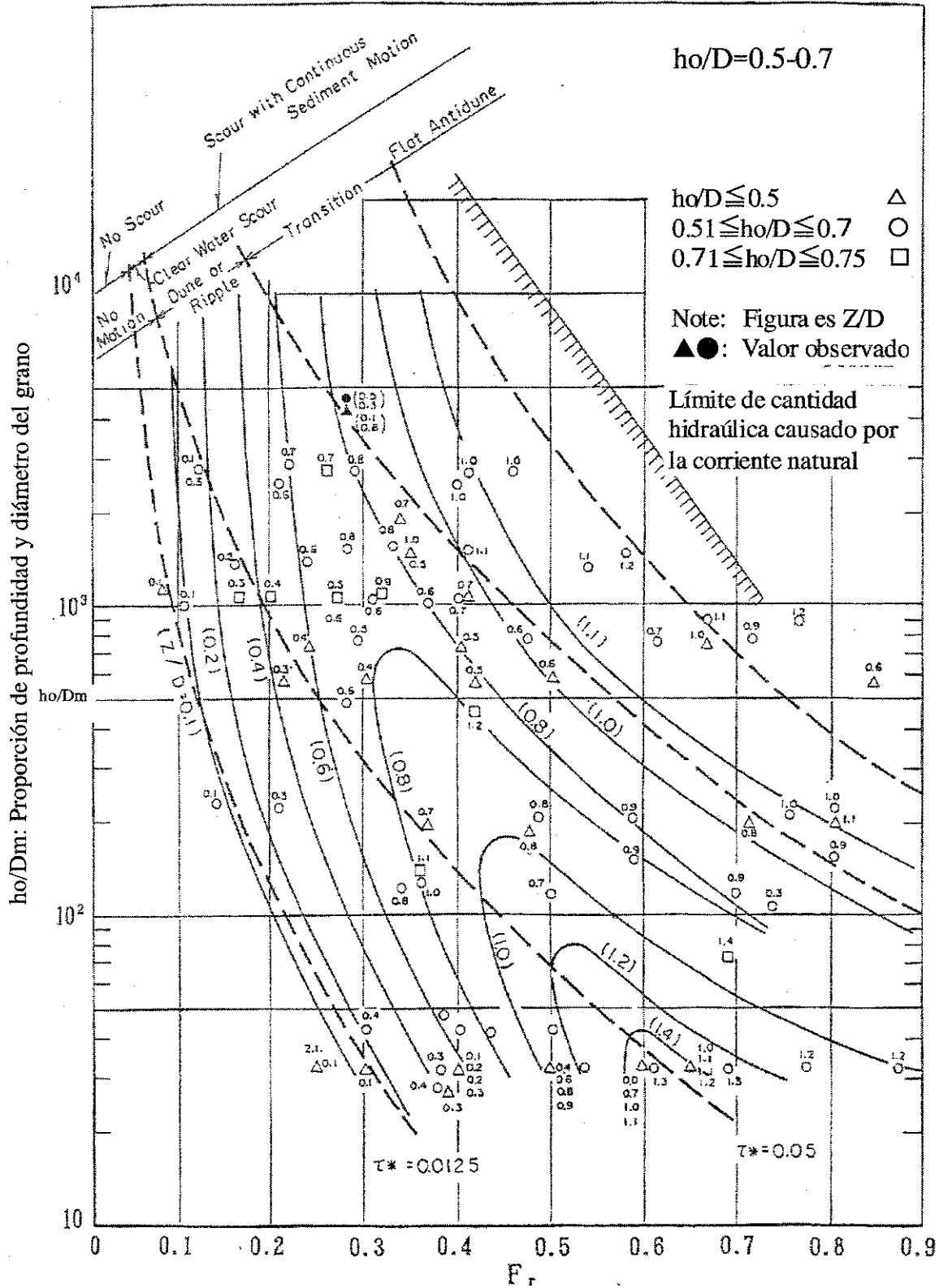


Figura 16.2.3 Suposición de la profundidad de socavación ($h_o/D = 0.5-0.7$)

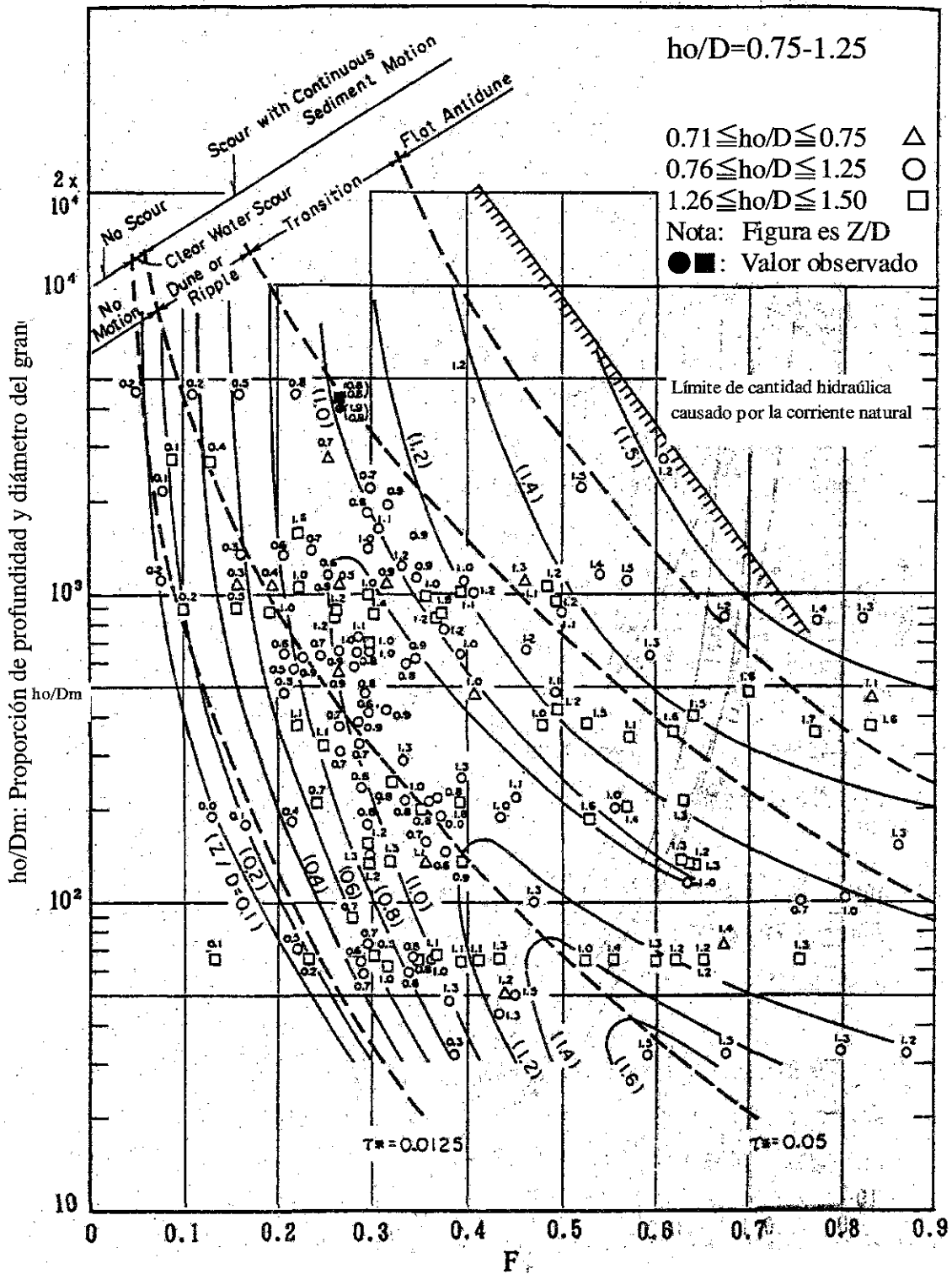


Figura 16.2.4 Suposición de la profundidad de socavación ($h_o/D = 0.75 - 1.25$)

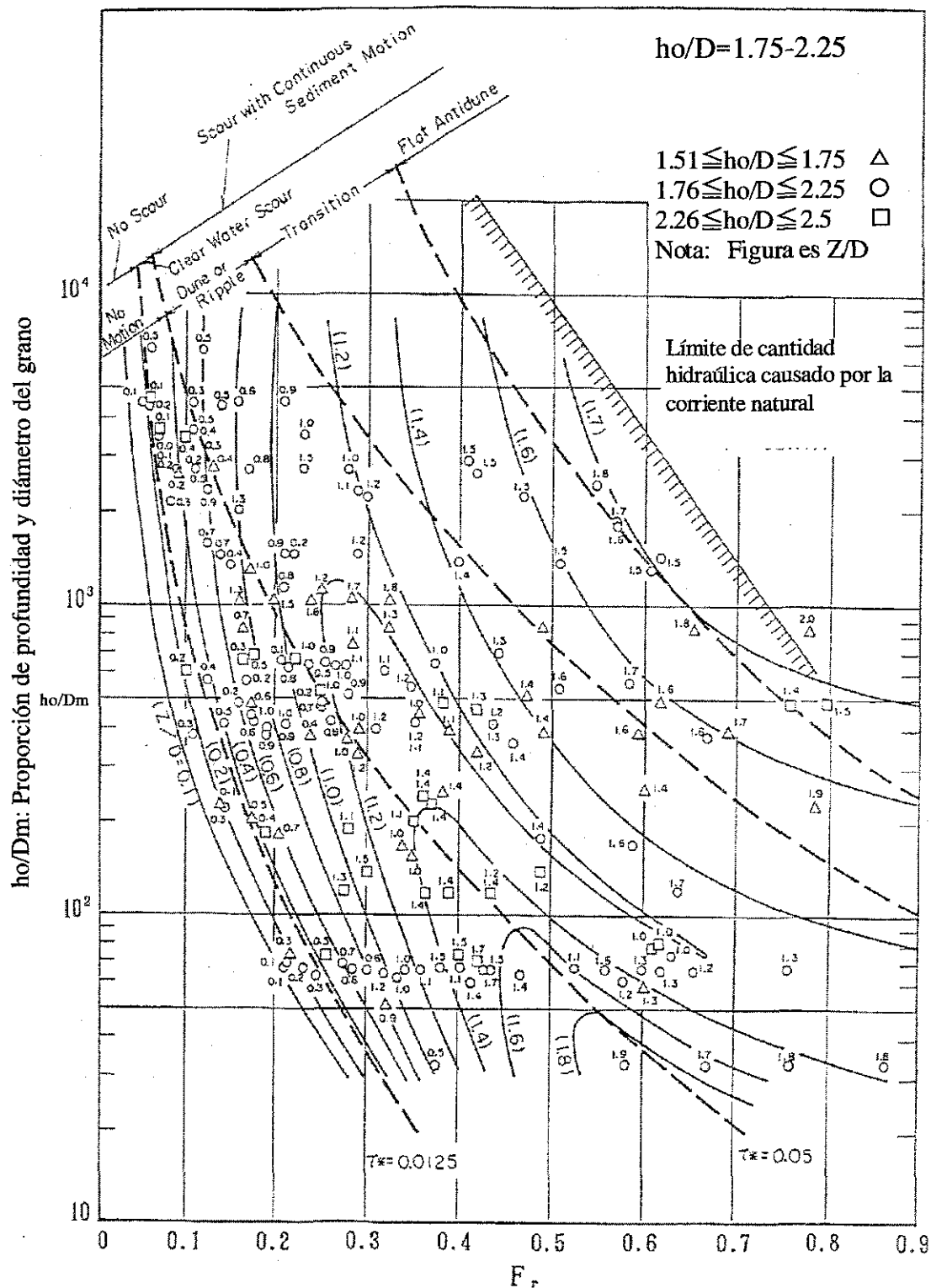


Fig 16.2.5 Suposición de la profundidad de socavación ($h_o/D = 1.75 \sim 2.25$)

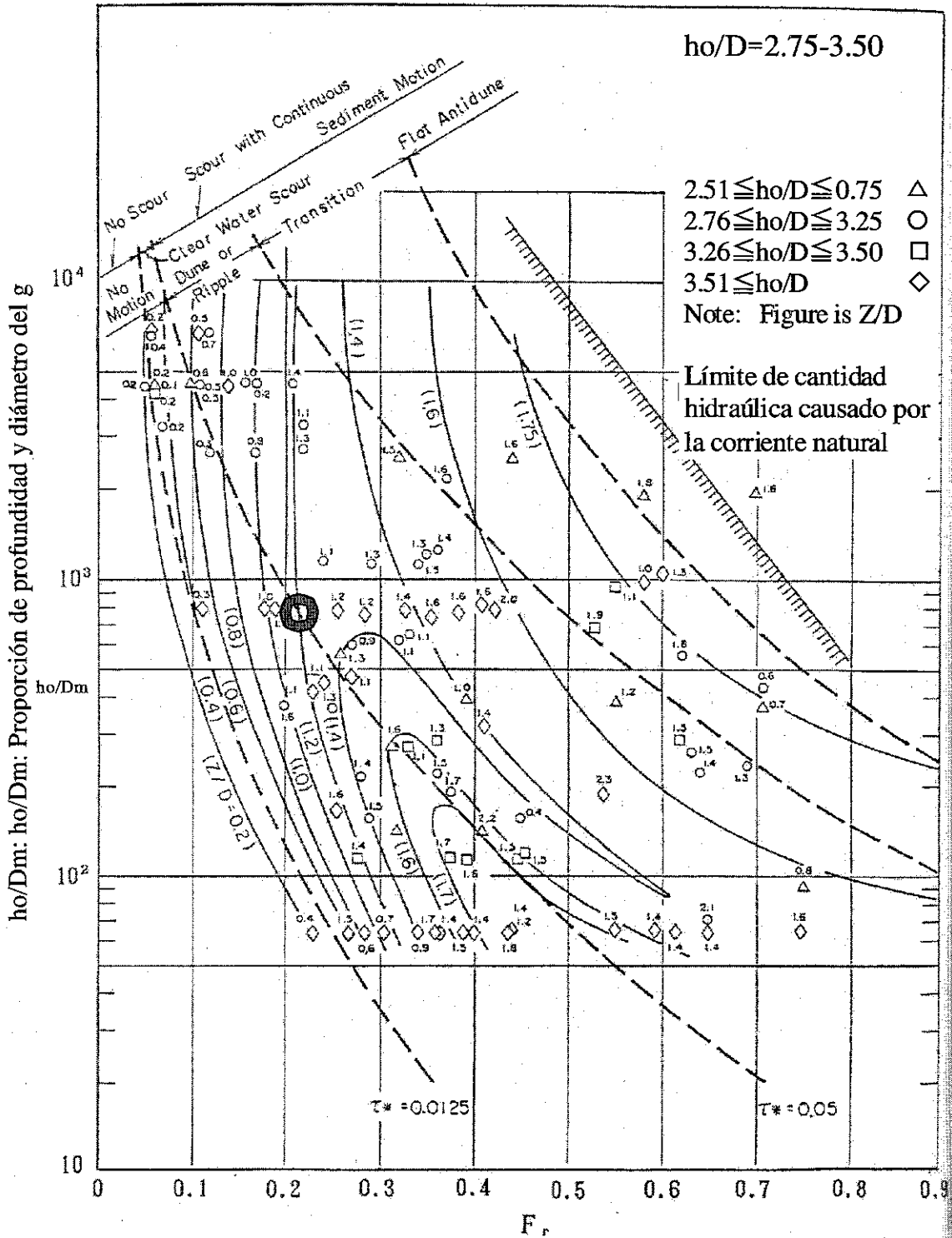


Figura 16.2.6 Suposición de la profundidad de socavación ($ho/D=2.75\sim 3.50$)

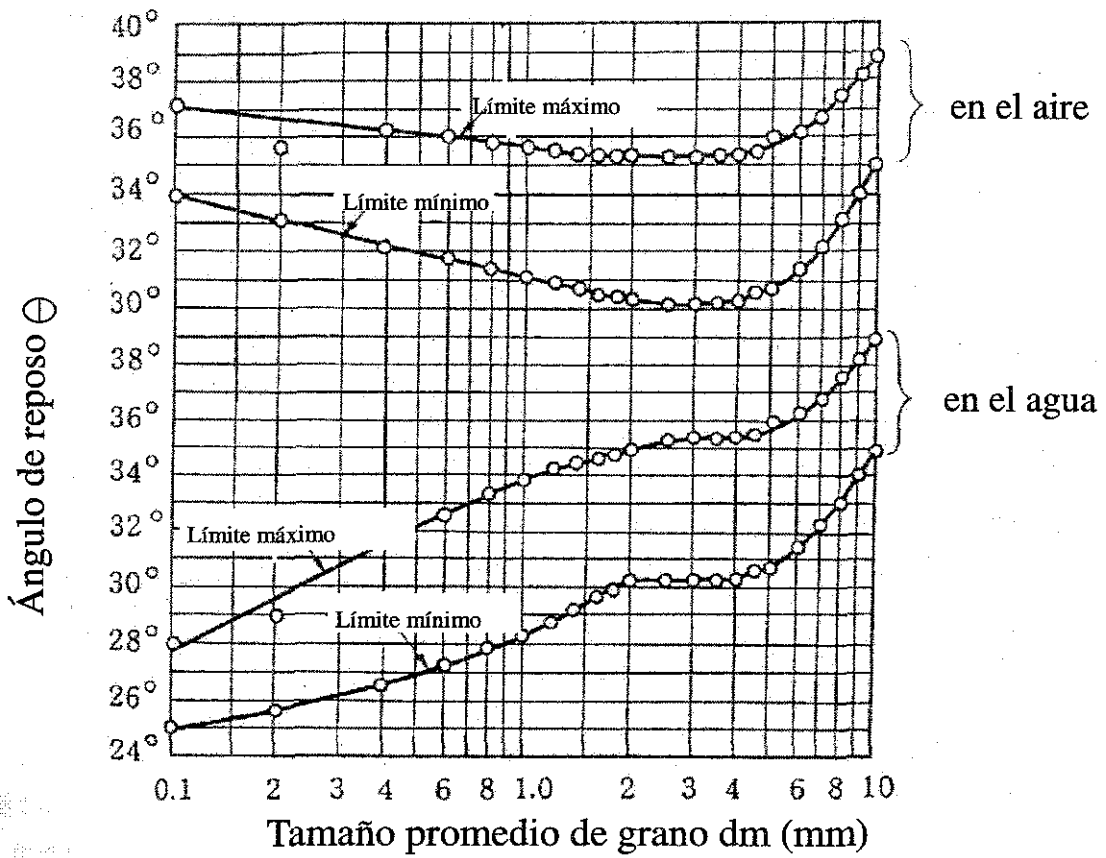


Figura 16.2.7 Relación entre el tamaño promedio de grano y ángulo de reposo

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

Cuando se utilizan los escombros y el bloque de hormigón, el peso y el tamaño de esos materiales deben ser diferentes con la velocidad del flujo de agua. El valor de referencia de la relación entre el peso de bloque y la velocidad del flujo de agua se muestra en la Figura 16.2.8 y la Tabla 16.2.3

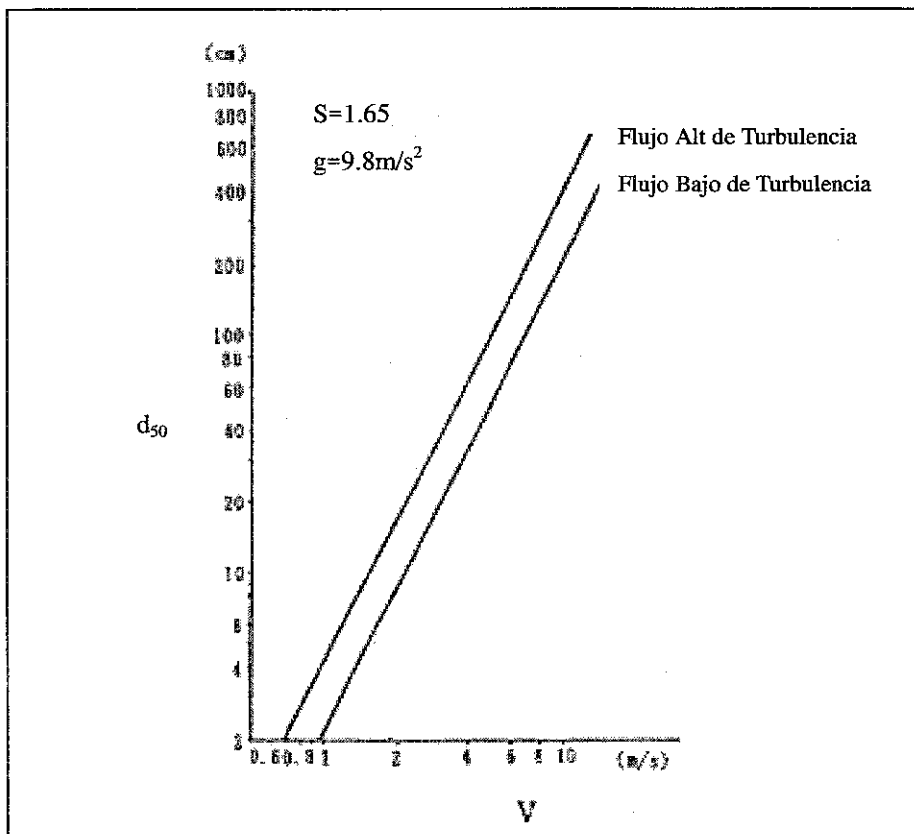


Figura 16.2.8 Relación entre el tamaño de escombros y la velocidad del flujo de agua

Tabla 16.2.3 Relación entre el peso del bloque y la velocidad del flujo de agua

Tipo	Peso del Bloque (ton)	Velocidad de la Corriente de Agua (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

16.3 Típica Sección Transversal Estándar y Derecho de Vía

1) Confirmación del Valor Estándar

Como se muestra en sección 16-1, todos los puntos objeto de este estudio son clasificados como A3 (Carretera Troncal: rural). 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 Típica Sección 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)	

Acerca del ancho del hombro (interno) en la fila central de la Tabla, no se toma en consideración porque todos los puntos objeto tienen 2 carriles para ambas direcciones. Y, en cuanto al derecho de vía, es apropiado seguir la ley existente

2) Típica Sección Transversal Estándar

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

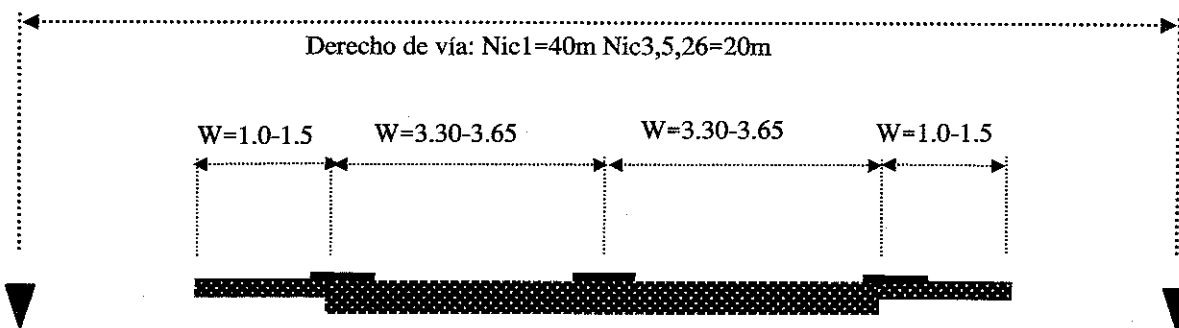


Figura 16.3.1 Típica sección transversal estándar y Derecho de vía

3) Revisión 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.

Tabla 16.3.2 Revisión del Ancho de las Carreteras

No	Ancho existente				Ancho mínimo necesario		Juicio	
	Ancho de la v:ia izquierda	Ancho pavimentado	Ancho de la v:ia derecha	Ancho total	Carril	Total		
NIC.1								
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	Rio Inalí	-	7.33	-	7.33	6.6	9.0	OK
13	Rio Tapacalí	-	8.88	-	8.88	6.6	9.0	OK
NIC.3								
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
NIC.5								
22	N005A001	2.02	6.72	5.03	13.78	6.6	9.0	OK
NIC.26								
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 Dio	-	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

El ancho del hombro de las carreteras existentes no se puede confirmar, por lo tanto la revisión del ancho en la Tabla 16.3.2 indica el resultado de la comparación del ancho pavimentado existente con el ancho estándar de carretera.

Como se muestra en la Tabla, casi todos los sitios cumplen el valor estándar del ancho de carretera. Sin embargo, dos sitios de NIC-3 no cumplen el valor estándar.

CAPÍTULO 17

EXAMEN DETALLADO DE CONTRAMEDIDAS

CAPÍTULO 17 EXAMEN DETALLADO DE CONTRAMEDIDAS

17.1 Generalidades

Los objetivos de este capítulo son confirmar el estado de sitios de prevención de desastre y revisar las contramedidas posibles en el detalle. Primero, serán re-examinados los resultados del estudio de la primera fase considerando los efectos del período lluvioso en la segunda fase, y luego se realizarán las modificaciones necesarias en caso de que se observen algunos factores inestables. El segundo, se llevarán a cabo varias clases del análisis en cuanto a la estabilidad del talud y la socavación del cimiento del puente. El tercero, y último, las contramedidas apropiadas serán propuestas.

17.2 Confirmación del Estado de los Sitios de Prevención de Desastres

17.2.1 Consideración de los Factores de la Superficie del Talud para Contramedidas

La diferencia de las condiciones de la superficie de talud en el período lluvioso y seco, en breve, consiste en la variación de la condición de humedad en la superficie, los cambios asociados con ella y el espesor de la vegetación.

A base del estudio segunda fase, 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. Se observan los colapsos producidos por una nueva fisilidad debido a la repetición de las condiciones secas y húmedas, la disminución de la resistencia del terreno debido a la escamación por grieta capilar y el aumento de la presión de poro. Este proceso de meteorización del grupo de toba promueve que la andesita con mucha grieta forma el voladizo o provoca la falla de vuelco los cuales originarán la caída de rocas. Por otra parte, la andesita se desarrolla principalmente en capas de grosor de 4 a 5 mts. y también en muchas brechas autóctonas (Cuando la lava empezó a endurecerse, se descompuso en fragmentos de pequeñas rocas debido a que fueron empujadas por la circulación de lava ininterrumpida. Por lo tanto, están llenas de misma roca como fragmentos de rocas clásticas.), estando en condición del bloque en la superficie del talud. Además, desde que la andesita fue producida originalmente por el flujo de lava, incluye grietas verticales de enfriamiento (grietas de encogimiento que se generan por el enfriamiento de lava) y el factor causativo del desarrollo de meteorización el cual provocará la caída de rocas.

En la segunda fase del estudio, se revisó la Tabla de Inspección de Estabilidad de la primera fase y luego se continuó el estudio de sitio de acuerdo con el diagrama de flujo (Figura 17.2.1) a fin de considerar las contramedidas adecuadas para la estabilidad de la superficie del talud con la intención de identificar el proceso de la circulación de agua en el período

lluvioso en cada superficie del talud y la relación entre la circulación de agua y la estabilidad del talud.

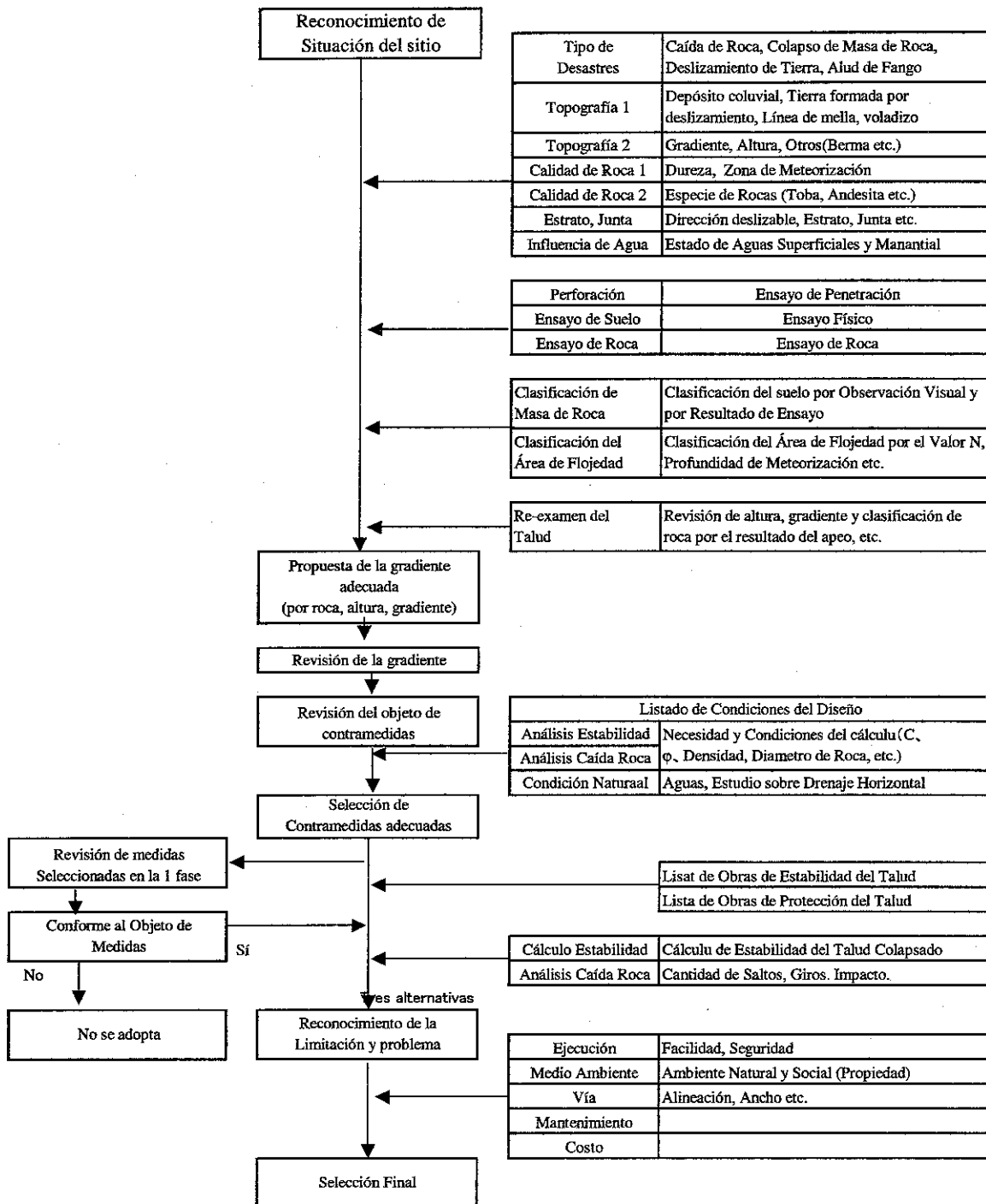


Figura 17.2.1 Diagrama de Flujo de la Selección de Contramedidas para la Superficie del Talud

A continuación, se muestra el cambio de la evaluación entre el estudio de primera fase y el de la segunda por medio de la identificación del efecto de lluvia, próxima tabla.

Tabla 17.2.1. Lista de Revisión de los resultados de la Tabla de Inspección de Estabilidad a base del Estudio de la Segunda Fase.

Nic.1								NIC.5											
Route No.	Serial Number of Disaster Critical spots	Score of first Phase	Score of Second Phase	ID.No	Kilometer from Mensuco (km)	Type of disaster	Natural Condition Evaluation	Natural Condition Score	Route No.	Serial Number of Disaster Critical spots	Score of first Phase	Score of Second Phase	ID.No	Distance from Matapuque (km)	Type of disaster	Natural Condition Evaluation	Natural Condition Score		
	1	70	78	N001A290	60.9	RF	A	10		35	76	80	N005A010	24.6	RF	A	10		
	2	78	84	N001A280	73.2	RF	A	10		Sub-total								1 spots	
	3	96	80	N001A270	113.19	Bridge	B	6		Route No.								Nic.15	
	4	100	100	San Nicolas	135.64	Bridge	C	2		Serial Number of Disaster Critical spots	Score of first Phase	Score of Second Phase	ID.No	Distance from Las Manos (km)	Type of disaster	Natural Condition Evaluation	Natural Condition Score		
	5	80	80	Las Chorreras (P. El Estero)	150.32	Bridge	B	6		36	70	70	N025A0010	9.8	RF	A	10		
	6	100	100	San Rafael	151.85	Bridge	C	2		37	70	70	N025A0020	11	RF	A	10		
	7	84	84	N001A240	168.4	RF	B	6		38	70	70	N025A0030	11.7	RF	B	6		
	8	72	75	N001B230	168.6	R.C.	B+	8		39	70	70	N025A0040	13.9	RF	D	2		
	9	72	72	N001B200	169.8	R.C.	C	2		Sub-total								4 spots	
	10	72	72	N001B190	170.7	R.C.	B+	4		Route No.								Nic.26	
	11	78	81	N001B170	171.3	R.C.	B	6		Serial Number of Disaster Critical spots	Score of first Phase	Score of Second Phase	ID.No	Distance from IJC between San Isidoro & Sebaco (km) (Bridge from Mensuco)	Type of disaster	Natural Condition Evaluation	Natural Condition Score		
	12	76	79	N001B150	175.0	R.C.	A	10		40	71	71	N026A010	3.0	RF	B	6		
	13	74	76	N001B120	176.2	R.C.	A	10		41	70	70	N026A020	12.7	RF	B	6		
	14	78	78	N001A110	178.7	RF	B+	8		42	71	71	N026A030	19.9	RF	C	2		
	15	73	73	N001B100	187.3	R.C.	B+	4		43	72	72	N026A040	20.9	RF	C	2		
	16	73	76	N001B070	204.7	R.C.	B+	8		44	70	78	N026A060	24.7	RF	A	10		
	17	70	70	N001A060	214.7	RF	A	10		45	100	100	La Democracia	170.95	Bridge	C	2		
	18	100	100	Normal	220.99	Bridge	B+	4		46	76	78	N026A100	29.8	RF	B	6		
	19	100	100	Financiera	233.245	Bridge	C	2		47	73	73	N026B110	29.8	R.C.	C	2		
	20	75	75	N001B030	232.5	R.C.	B	6		48	72	72	N026A130	33.6	RF	B	6		
	21	73	73	N001A320	233.7	RF	C	2		49	90	80	N026B140	34.0	R.C.	A	10		
	22	73	73	N001A010	235.6	RF	B	4		50	85	87	N026A150	34.2	RF	A	10		
	Sub-total								22 spots		51	86	86	N026B160	37.0	R.C.	A	10	
	Route No.								Nic.3		San Juan de los Rios								159.70
	Serial Number of Disaster Critical spots	Score of first Phase	Score of Second Phase	ID.No	Distance from Sebaco (km) (Bridge from Mensuco)	Type of disaster	Natural Condition Evaluation	Natural Condition Score		52	90	90		Bridge	B+	8			
	23	74	74	N03B420	3.9	R.C.	C	2		53	71	71	N026B210	45.5	R.C.	B	6		
	24	72	75	N03B480	6.9	R.C.	B+	8		54	80	80	Yapoco	88.154	Bridge	C	2		
	25	80	80	N03B370	7.4	R.C.	B+	8		55	100	100	San	107.153	Bridge	C	2		
	26	100	100	El Guayacal	113.05	Bridge	A	10		Sub-total								10 spots	
	27	74	76	N03B220	22.1	R.C.	B+	8		Total								Nic.1,3,5,15,26	
	28	70	72	N03B240	32.7	R.C.	B+	4											
	29	75	73	N03B230	33.8	S.S.	A	10											
	30	85	83	N03B170	35.2	RF	A	10											
	31	71	71	N03B160	35.9	S.S.	A	10											
	32	90	89	N03B250	38.8	S.S.	B+	8											
	33	90	80	N03B140	33.4	S.S.	A	10											
	34	81	83	N03B120	40	R.C.	B	6											
	Sub-total								12 spots										

Los 15 puntos en negrita de 19 puntos en la Tabla 7.2.1 son sitios que presentan la influencia de lluvia en la superficie del talud en este estudio. Próximamente, se describirá el punto esencial de esta investigación y su resultado.

1) Notas del Estudio Secundario

Como mencionamos anteriormente, se puede considerar que las masa de roca del área del estudio fue afectada por la meteorización en el largo proceso del tiempo geológico, de modo que la masa de roca de la superficie del talud se ubica en alguna zona meteorizada. Existe un tipo de meteorización de corto plazo tanto deslizamiento como hinchazón. No obstante, la meteorización en el proceso de largo plazo del tiempo geológico se podría justificar como el problema de la estabilidad del talud dentro del "área no compactada de la masa de roca". Sobre

la base del estado actual y los resultados del mismo, los siguientes puntos serán esenciales en este estudio desde el punto de vista de la prevención de desastre.

- i) Retirar las rocas inestables o potencialmente inestables, o rocas desprendidas.
- ii) Aplanar la gradiente del talud existente.
- iii) Retirar la carga de sobrecapa desde la parte superior del talud de la masa de roca que se deslizará en el futuro. (Las contramedidas propuestas son principalmente el recorte del talud.)
- iv) Establecer las bermas (banquetas) en el talud de masa de roca.
- v) Drenaje por medio de canal horizontal y de intercepción.

a) Retirar las rocas inestables o potencialmente inestables, o rocas desprendidas

Algunas superficies del talud de corte requieren la conformación para la prevención de desastres y el mantenimiento por la razón de que la caída de rocas y los colapso son frecuentes, aunque existen los bloques desprendidos y de forma voladizo. Antes de la conformación del talud, deberían ser identificados los bloque que van a ser retirados en cada talud, sin embargo, este estudio enfoca a la andesita con grietas abiertas, los taludes con riesgos de voladizo y falla de vuelco y toba no compactada.

En particular, la andesita que originalmente tiene grietas las cuales se hacen el factor causante de inducir la caída de rocas después de que la meteorización agranda las grietas. El área, ancho de caída de rocas y profundidad de zanja utilizados por el diseño de Ritchie (1998) para la prevención de caída de rocas tiene relación con las cantidades de saltos y giros analizadas en este estudio.

Los simbolos en la siguiente tabla se basarán en la figura que se muestra a continuación.

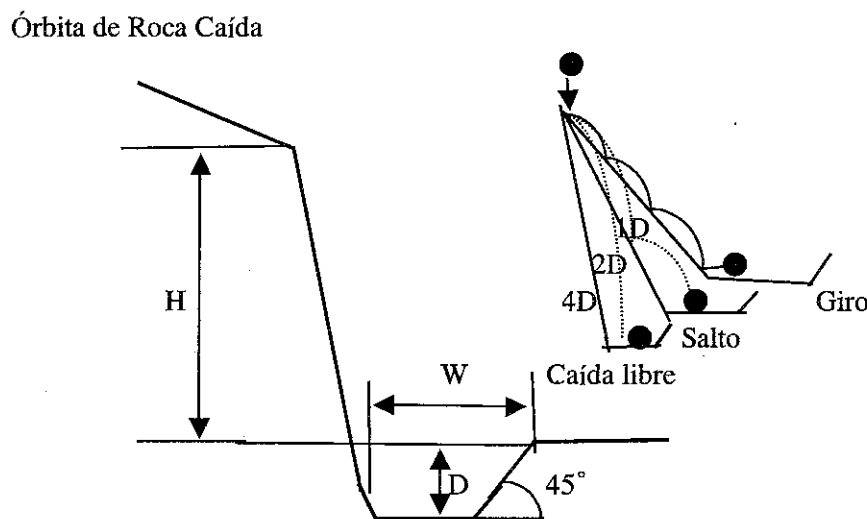


Figura 17.2.2 Modelo de Órbita de la Caída de Roca

Tabla 17.2,2 Ejemplo del diseño de Ritchie para las obras de protección de la caída de rocas y el cálculo del análisis de la caída de rocas en este estudio

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)
Talud de masa de roca	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.

De acuerdo con el ejemplo del diseño de Ritchie, la caída libre será aproximadamente 4 D comparado con el ID de giros. Los dos casos no se pueden comparar simplemente, pero se podría decir que el caso de Ritchie está considerando el ancho de zanja contra la cantidad de giros para determinar contramedidas.

b) Aplanar la gradiente del talud existente

El estándar de la gradiente del corte del talud en Nicaragua será descrito en otra sección. El punto esencial está resumido en la siguiente tabla. (Tabla 17.2.3)

Tabla 17.2.3 Estándar del Corte de Talud en Nicaragua

Estándar nicaragüense de la gradiente del corte de talud			
	Calidad del suelo	Carretera troncal	Camino secundario
Corte	Roca sana	0~1/2 : 1 (90° ~63°) [0 : 1(90°)]	0~1/2 : 1 (90° ~63°) [0 : 1(90°)]
	Suelo bien compactado	1 1/2~2 : 1 (34° ~26°)	1~1 1/2 : 1 (45° ~34°)
	Suelo desconosido	1~1 1/2 : 1 (45° ~34°)	[1: 1 (45°)
	Suelo no bien compactado	2 : 1(26°) [1 1/2 : 1(34°)]	1 1/2 : 1(34°) [1: 1 (45°)]

En cuanto a masa de roca, la gradiente del corte de talud se deja en manos del ingeniero de campo dentro de 63° a 90°. En efecto, NIC-2000 utiliza 0.75 × 1(aproximadamente 55°) para la masa de roca con grietas y 0.5 × 1(aproximadamente 63°) para la toba sólida.

Sin embargo, tomando en consideración las condiciones del sitio, las siguientes características han sido identificadas.

- a) Los taludes individuales no pueden ser tratados igualmente debido a las capas de andesita y de toba existen alternativamente o por separado.
- b) Algunas tobas con características de rápida meteorización contribuyen a la formación de voladizos y falla de vuelco en la andesita y/o provocan pequeños deslizamientos de tierra en el área no compactada por insuficiencia de resistencia. Para estas razones, la toba tiene que ser clasificada.
- c) Algunos taludes tienen más de 30 mts. de altura. Suelen originar la caída de rocas y colapsos y no siempre están estables aunque se cumpla el estándar nicaragüense.
- d) Algunos estratos, como el sedimento de granito meteorizado y los taludes diluviales formados por suelo no solificado, no se pueden tratar como depósito alvial.

Contemplando estas características, cada talud fue revisado sobre la base de la altura existente, la pendiente y su categoría de base. Los resultados serán descrito en la próxima sección.

c) Retirar la Carga de Sobrecapa desde la Parte Superior del Talud de la Masa de Roca que se Deslizará en el Futuro. (Las Contramedidas son principalmente el Recorte del Talud.)

Se observan los deslizamientos de tierra y colapsos distintivos como el deslizamiento del talud meteorizado en NIC-1 y NIC-3, la inestabilidad del talud originada por el corte del pie del depósito coluvial en NIC-5 y el colapso de toba en la zona de trituración de NIC-26. El análisis de estabilidad mostró que el retiro de tierra mejoraría significativamente el factor de seguridad. Por lo tanto, las contramedidas de máxima reducción de carga de sobrecapa fueron estudiadas.

En cuanto al colapso del terraplén se podría prevenir por medio del terraplén para contrapeso. Como los dos métodos, la remoción de tierra y el terraplén para contrapeso, no pueden sostener el drenaje existente, será necesario prestarle atención particular al drenaje del talud.

d) Establecer las Bermas (Banquetas) en el Talud de Masa de Roca

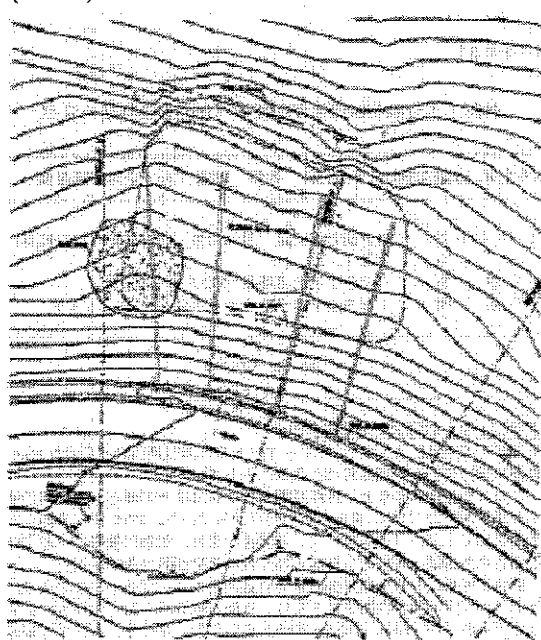
Se observa la fisilidad y el pequeño colapso en el talud de toba en el área de estudio causados por la repetición de las condiciones secas y húmedas. Para la minimización de la caída de rocas a la vía pueden ser establecida las bermas. En Nicaragua no hay normas sobre las bermas, pero se puede establecer las normas con el intervalo de 4 a 8 mts. de acuerdo con la condición del sitio. En el área del estudio, de vez en cuando se encuentran el estrato de alternación de andesita con muchas grietas y toba de rápida meteorización. Durante el período lluvioso, el agua se sale principalmente desde los límites de dos estratos a través de varios cursos.

Si se presupone el drenaje en berma, se recomienda que la berma debería ser establecida cerca de los límites de los estratos de donde sale más agua. Sin embargo, debido a la inclinación del estrato la berma actualmente está ubicada en la parte inferior del estrato débil o en donde existe el estrato impermeable.

e) Drenaje por medio de canal horizontal y de intercepción

En este estudio, fue revisado la instalación del drenaje horizontal a fin desaguar el agua superficial y bajar el nivel de agua freática para cuando se ejecute el recorte de la superficie del talud del sitio potencial de deslizamiento de tierra. Como la roca objeto es de toba, estas contramedidas se aplicarán a la masa de roca con grietas abiertas y manchas de óxido ferroso-férrico por la perforación. Las masas de roca en NIC-3 y NIC-5 se puede esperar buen resultado. Por lo tanto, se proponen que cuatro o cinco drenajes horizontales deben ser instalados con largo de 15 a 20 mts. (casi la mitad de la altura del talud objeto de estudio) a propósito de desaguar las aguas en la masa de roca detrás del plano de deslizamiento.

(Plano)



(Sección transversal)

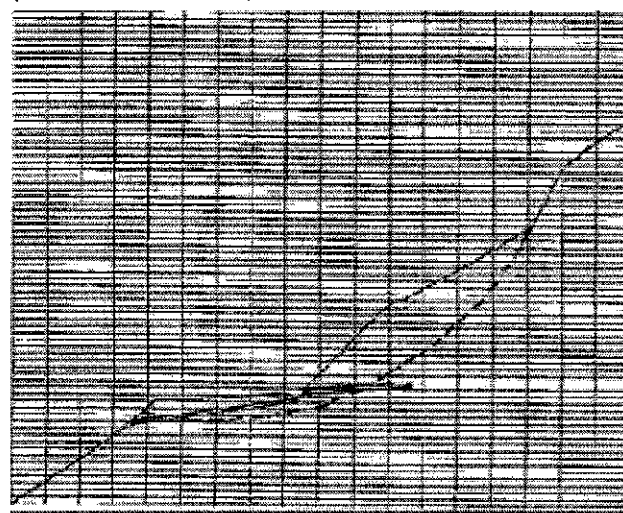


Figura 17,2,3
Perforación Horizontal de Drenaje
Talud Individual durante los Períodos Secos y

Lluviosos y Contramedidas para la Superficie del Talud

A base de las evaluaciones antes mencionadas, la diferencia entre las condiciones del talud individuales durante los períodos seco y lluvioso es resumida en la siguiente tabla. Las descripciones ilustradas con fotografías serán mostradas en la sección 17.4 para la selección de contramedidas. Aquí, se muestra brevemente en la tabla.

Tabla 17.2.4 Diferencia entre las condiciones de la superficie del talud en los períodos secos y lluviosos y las contramedidas para la superficie del talud en NIC-1

ID (km)	Aguas	Caída de Roca y Colapso	Revisión de Contramedidas para la superficie del Talud
N001A290 (60.9km)	Se rezuma desde el límite del depósito coluvial y la superficie del talud, y desde grietas flojas.	Se observa la caída de pequeñas rocas de 10 a 50 cms de diámetro. En el hombro de la vía hay suficiente espacio y las rocas caídas no alcanzan la vía. Se encuentra flojedad en todo el talud y cuando haya colapso se influya en el tráfico.	Es recomendable que las bermas sean instaladas para reducir los impactos de caída de roca, pero las medidas examinadas son el retiro de bloques flojos y roca desprendida, drenaje en hombros y pie del talud, y malla de prevención ya que la carretera tiene un espacio grande.
N001A280 (73.2km)	Siempre hay salida de agua en 8 puntos. El período lluvioso rezuma agua desde todo talud del depósito coluvial.	La superficie del talud formado por deslizamiento tiene 2 mts de profundidad. Actualmente no hay movimiento pero cuando suba el nivel de agua freática provocará problema. Posiblemente tape la vía por el colapso.	El depósito coluvial mantendrá el estado actual mientras no haya gran cantidad de lluvia. Se responde con el drenaje subterráneo.
N001A240 (168.4km)	El agua superficial se rezuma desde el límite de toba a través de grietas en la andesita. No hay salida constante de agua.	Se cortó la parte extendida de loma y se deja la zona de meteorización de toba. No hay buena visibilidad y cuando haya caída de rocas provocará el peligro. Se encuentran 10 puntos de pequeño colapso.	La recuperación de vegetación sirve para la estabilización de talud y prevención de caída de roca. Se estudió el retiro de roca desprendida y floja, y la instalación parcial de malla de prevención en la tierra desnuda.
N001B230 (168.6km)	Es el talud continuo de arriba. La masa de roca es grande. Desde los límites de andesita y toba sale agua.	En los límites de andesita y toba, las rocas se convirtieron en el suelo y hay ocurrencia de pequeño colapso y caída de rocas. Como el talud está situado en la curva cerrada, es posible que provoque daño cayéndose la andesita a más de 50 cms de diámetro que existe en la cima del talud.	Igual que el talud anterior, la capa de meteorización es muy profunda. Pero, se observa la recuperación de vegetación. Por lo tanto se estudió el retiro de roca desprendida y floja, y la instalación parcial de malla de prevención.

ID (km)	Aguas	Caída de Roca y Colapso	Revisión de Contramedidas para la superficie del Talud
N001B170 (171.3km)	Se encuentran 2 puntos que el agua infiltrada en las grietas de andesita se rezuma desde las grietas de andesita y en el límite de toba.	La toba originalmente tiene resistencia a la meteorización, pero se ubica en la punta de la pequeña loma donde existe la zona meteorizada y la caída de roca de andesita. Mala visibilidad de la vía provoca el peligro de desastres.	El talud está situado en la punta de loma donde queda la zona de meteorización y se observa mucha fisilidad de toba. Además, se observa la grieta abierta en andesita provocando la falla de vuelco y caída desde la parte superior. Está situado en la curva. Con sólo el retiro de rocas flojas no contribuye al mejoramiento fundamental. Por lo tanto, se propone el recorte del talud
N001B150 (175.0km)	Se encuentran 2 puntos que se rezuman y de donde sale agua desde la andesita y desde las grietas verticales de toba.	La toba con junta de enfriamiento repite la excavación provocándose el colapso de vuelco y caída de rocas. Se prevé el peligro para los vehículos que van en dirección a Managua.	Las rocas que miden más de 1 metro de diámetro caen en la vía desde el espacio de la grieta. Por lo tanto, se aplicarán el recorte en la parte recta del talud y torcreto.
N001B120 (176.2km)	Se ubica en la punta de loma que se extiende en el río y en general no se observa agua. En el período lluvioso, se encuentra el agua que se rezuma en dos sitios.	La masa de roca no está en buen estado ubicándose en la falla. Pero la roca intrusiva a lo largo de la falla es dura. Con el colapso grande, se impedirá completamente el tráfico. No hay desvío en el alrededor.	Se aplicó la gradiente muy pronunciada del corte por la razón del mal estado de masa de roca y la topografía muy escarpada. El talud tiene historial de desastres y no hay desvío. Por lo tanto, se propone el recorte para 55 .

Table 17.2.4 (2) Diferencia entre las condiciones de la superficie del talud en los períodos secos y lluviosos y las contramedidas para la superficie del talud en NIC.3

ID (km)	Aguas	Caída de Roca y Colapso	Revisión de Contramedidas para la superficie del Talud
N003B400 (6.9km)	El agua traspasa las grietas de enfriamiento, y hay dos puntos donde el agua surge desde los límites de las capas.	La toba menos compuesta del pie del talud se convirtió en el grano fino. Se repitió el colapso de vuelco en los límites de los dos. La fluidez de toba en tiempo de mucha lluvia obstaculizará el tráfico.	Una propuesta para cortar la sección vertical que se formó por la falla de vuelco con el ángulo de 60 ° .
N003B370 (7.4km)	El mismo estrato que lo arriba. No se observa el agua. Tiene historial de colapso con fuertes lluvias.	La toba menos compuesta del pie del talud se convirtió en el grano fino. Se repitió el colapso de vuelco en los límites de los dos. La fluidez de toba en tiempo de mucha lluvia obstaculizará el tráfico.	Una propuesta para cortar la sección vertical que se formó por la falla de vuelco con el ángulo de 60 °

ID (km)	Aguas	Caída de Roca y Colapso	Revisión de Contramedidas para la superficie del Talud
N003B320 (22.1km)	Hay un hotel. Se prevé alguna influencia de la circulación de aguas residuales misceláneas y agua superficial. Hay dos puntos en que se observa el agua en la superficie del talud.	Está ubicado al final de la pequeña loma donde la toba se convirtió en suelo. Es imposible cortar el talud debido a influencias en el hotel.	El estrato meteorizado de toba pertenece a la categoría III de masa de roca. Así que, el talud se estabiliza con 45° o menos de la gradiente. Pero, en caso de estos aludes, tendrá influencia en el hotel. Por lo tanto se estudia la instalación de alguna estructura.
N003C230 (32.9km)	Hay flujos de agua superficial y agua subterránea. Una parte de agua subterránea surge en dos puntos de terraplenes.	Hay un talud formado por deslizamiento en el talud que puede fluctuar en fuertes lluvias. Si el agua traspasa el terraplén, el talud se derrumbará, que puede afectar el tráfico.	Como el talud pertenece a la categoría III de masa de roca, es necesario ejecutar recorte con el ángulo de $45\sim 55^\circ$
N003E170 (35.2km)	No hay agua que surge. Pero, el Huracán Mitch causó la venida repentina y el agua chorreaba desde la ladera.	En general, la toba y la andesita están térmicamente deformadas, con la variación del estado duro y blando. En el talud, la fisilidad, caída de roca y ojos de agua provocan el colapso de poca profundidad, que resulta peligroso para el tráfico en ambas direcciones de la carretera.	Está ubicado en una zona de alteración de toba y andesita con variación del estado duro y blando. Así que, se propone el recorte del talud con el ángulo de 55° . Se propone construir una presa en la quebrada.
N003C150 (38.9km)	Con la lluvia ordinaria se observa la escorrentía y con fuertes lluvias el agua chorrea desde la ladera del talud. En la masa de roca hay un curso de agua.	La toba de alteración térmica en el talud está erosionado y ocurrió deslizamiento parcial. Hay posibilidad de arrastre en el tiempo de fuertes lluvias, que influye en el tráfico en ambas dirección de la vía.	Está situado en la zona de meteorización de toba de alteración térmica y pertenece a la categoría III de masa de roca. Recorte con el anglo de 45° . para la estabilización del talud.
N003C140 (39.4km)	No se observa el agua que sale o se rezuma. La masa de roca contiene muchas grietas y se pone rojo con el óxido de hierro.	La toba de alteración térmica en el talud está erosionado y ocurrió deslizamiento parcial. Hay posibilidad de arrastre en el tiempo de fuertes lluvias que influye en el tráfico de ambas dirección de la vía.	Se aplicarán las mismas contramedidas que lo anterior. Se confirmó el curso de agua en el lecho de roca. Se estudia la instalación de drenaje horizontal.

Tabla 17.2.4 (3) Diferencia entre las condiciones de la superficie del talud en los períodos secos y lluviosos y las contramedidas para la superficie del talud en NIC.5

ID (km)	Aguas	Caída de Roca y Colapso	Revisión de Contramedidas para la superficie del Talud
N005A010 (24.5km)	Se confirmaron 8 puntos desde donde se salió el agua y en toda la superficie del talud se rezumo el agua. Pero, en el período seco, se disminuye la cantidad de agua.	Los colapsos pequeños y caída de rocas ocurren continuamente en el talud cuya condición sigue siendo inestable. Los colapsos interrumpidos causan peligro al tráfico. Los talud podría ser colapsados completamente.	Debido al corte del pie del talud diluvial, se deja al talud inestable. Pertenece a la categoría III de masa de roca. El talud actual del talud es de 41 ° a 48 ° e inestable. Así que se propone de 40 a 35 para la estabilización del talud.

Tabla 17.2.4 (4) Diferencia entre las condiciones de la superficie del talud en los períodos secos y lluviosos y las contramedidas para la superficie del talud en NIC.26

ID (km)	Aguas	Caída de Roca y Colapso	Revisión de Contramedidas para la superficie del Talud
N026A060 (24.7km)	Se encuentra el agua que se sale. Se rezuma agua desde las grietas. (8 puntos)	La masa de roca pertenece a la categoría de roca dura, IB. Pero en la zona de meteorización, se observa la fisilidad, pequeño colapso y caída del bloque de toba. Actualmente, está asegurado el movimiento del tráfico por el retiro de rocas.	No hay ningún problema con la estabilidad del talud. Se estudia la aplicación de la conformación del talud y el torcreto.
N026B140 (34.0km)	Hay dos puntos donde sale agua alrededor de la zona de trituración.	Existe una zona de trituración de 50 mts. en donde siempre se repiten el colapso de roca. La masa de roca de la zona de trituración se convierte en el grado fino y pertenece a la categoría de roca III. El talud suele estar inestable provocando la caída de roca y colapso. En la masa de roca alrededor de la zona de trituración, hay muchas caída de rocas y fisilidad y sigue estando inestable.	Es una zona donde las rocas volcánicas alrededor de la zona de trituración contienen esquisto negro y había el movimiento grande de la corteza terrestre. La zona de trituración está afectada por la meteorización. La caída de rocas y el colapso continúan en esta zona. Así que se propone el recorte de 40 ° .

ID (km)	Aguas	Caída de Roca y Colapso	Revisión de Contramedidas para la superficie del Talud
N026A150 (34.2km)	Actualmente, se observa el agua que se rezuma. En el caso del Huracán Mitch, hubo una concentración de aguas superficiales y el chorrillo.	Es una área con aglomerados donde se observan las actividades ígneas. La caída de rocas y colapsos ocurren frecuentemente en todo talud debido a la existencia de una falla de 20 mts y su alteración total. Había un gran colapso con el Huracán Mitch. La tierra derrumbada siempre se retira.	La masa de roca alrededor del pie de talud pertenece a la categoría IB. Pero, la masa de roca del talud está meteorizada. Por lo tanto, se propone el recorte de 55°.
N026B160 (37.0km)	En el estudio, se observaron dos puntos en donde se sale el agua.	Hay algunas áreas donde la expansión de grietas de andesita causa la falla de vuelco. Posiblemente la caída del bloque grande llegará a personas y automóviles.	Se propone el retiro de rocas desprendidas y flojas y la aplicación de la malla de prevención.