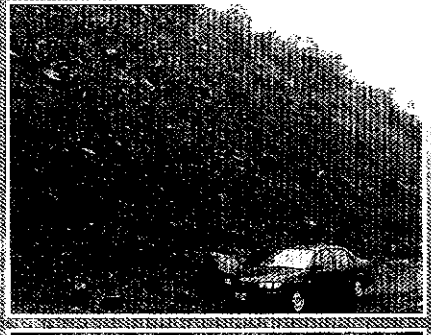
社会開発調査部報告書

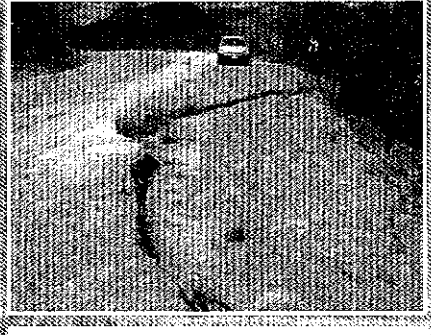
No. 32

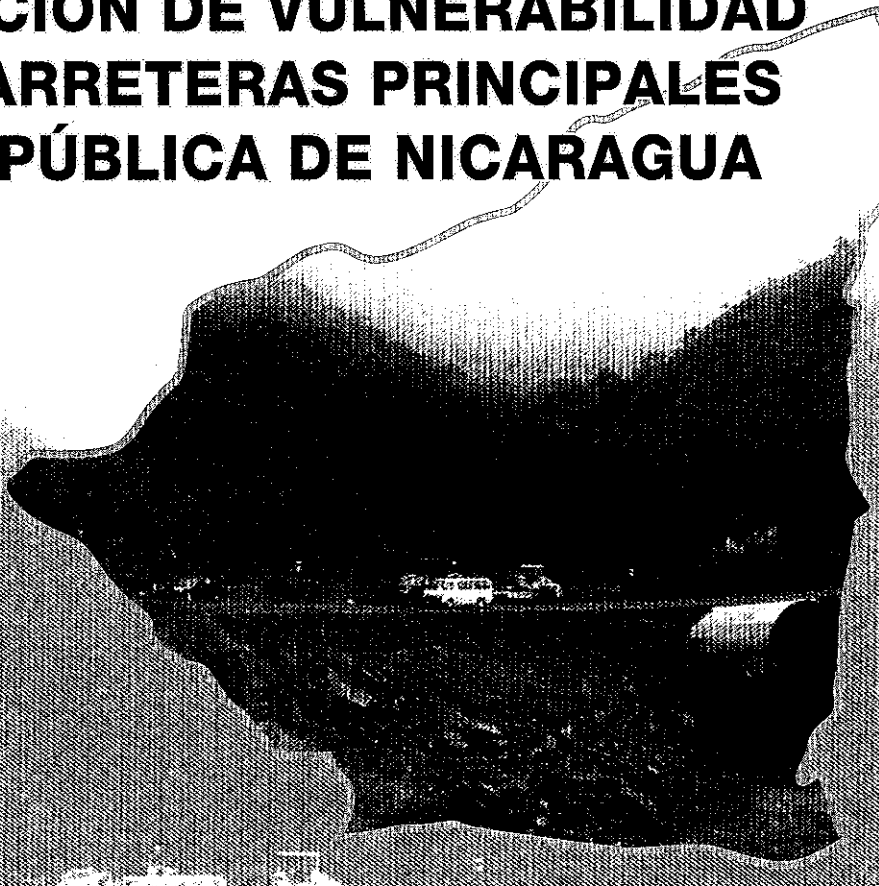
AGENCIA DE COOPERACIÓN
INTERNACIONAL DEL JAPÓN (JICA)

MINISTERIO DE TRANSPORTE
E INFRAESTRUCTURA
REPÚBLICA DE NICARAGUA

ESTUDIO DE REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD EN LAS CARRETERAS PRINCIPALES DE LA REPÚBLICA DE NICARAGUA







INFORME FINAL

Volumen 5 de 5 (1/4)

MANUAL DE INSPECCIÓN

JICA LIBRARY
1172083[6]

Enero de 2003

Oriental Consultants Company Limited

Japan Engineering Consultants Company Limited

SSF
JR
03-13

AGENCIA DE COOPERACIÓN
INTERNACIONAL DEL JAPÓN (JICA)

MINISTERIO DE TRANSPORTE
E INFRAESTRUCTURA
REPÚBLICA DE NICARAGUA

ESTUDIO DE REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD EN LAS CARRETERAS PRINCIPALES DE LA REPÚBLICA DE NICARAGUA

INFORME FINAL

Volumen 5 de 5 (1/4)

MANUAL DE INSPECCIÓN

Enero de 2003

Oriental Consultants Company Limited
Japan Engineering Consultants Company Limited

1172083[6]

INFORME FINAL

Volumen 5 de 5: Manual de Inspección

TABLA DE CONTENIDOS

Capítulo 1 Introducción

1.1 Generalidades ---------- 1-1
1.2 Glosario de Términos ---------- 1-2
1.3 Leyes Relacionadas ---------- 1-5

Capítulo 2 Preparación de la Inspección

2.1 Objetivos ---------- 2-1
2.2 Herramientas de Inspección ---------- 2-1
2.3 Equipos de Inspección ---------- 2-1
2.4 Hojas del Estudio ---------- 2-2
2.5 Evaluación de Elementos/Calificación de las Hojas de Estudio ---------- 2-5
2.6 Frecuencia de la Inspección ---------- 2-7

Capítulo 3 Preparación de la Inspección

3.1 Tamizado de los Puntos de Inspección ---------- 3-1
3.2 Calibración de los Resultados de la Inspección ---------- 3-5
3.3 Método de Evaluación de Caída de Rocas y Colapso ---------- 3-8
3.4 Método de Evaluación de la Estabilidad para el Colapso de Masa de Roca ------- 3-27
3.5 Método de Evaluación de Estabilidad de Deslizamiento de Talud ---------- 3-46
3.6 Método de Evaluación de la Estabilidad de Terraplenes ---------- 3-63
3.7 Método de Evaluación de la Estabilidad del Alud de Fango ---------- 3-79
3.8 Método de Evaluación de Estabilidad de Socavación de Cimiento de Puente ----- 3-86
3.9 Método de Evaluación de la Estabilidad del Muro de Retención ---------- 3-108

Capítulo 4 Método de Recopilación de Información

4.1 Generalidades ---------- 4-1
4.2 Recolección de Información ---------- 4-2

LISTA DE TABLAS

Capítulo 3	**Preparación de la Inspección**	
Tabla 3.2.1	Calibración de Etapa Inicial de Inspección (Ejemplo)	3-6
Tabla 3.2.2	Calibración por Ruta (Ejemplo)	3-7
Tabla 3.3.1	Método de Evaluación de Estabilidad del Suelo Superficial, Roca Desprendida y Canto Rodado	3-17
Tabla 3.3.2	Inclinación Estándar de Talud de Corte	3-19
Tabla 3.3.3	Registro por Sitio de Inspección	3-24
Tabla 3.3.4	Tabla de Investigación de Estabilidad	3-25
Tabla 3.3.5	Registro de la Historia de Daños	3-26
Tabla 3.4.1	Criterio de Evaluación	3-28
Tabla 3.4.2	Registro por Sitio de Inspección	3-43
Tabla 3.4.3	Tabla de Investigación de Estabilidad	3-44
Tabla 3.4.4	Registro de la Historia de Daños	3-45
Tabla 3.5.1	Criterio de Evaluación	3-47
Tabla 3.5.2	Registro por Sitio de Inspección	3-60
Tabla 3.5.3	Tabla de Investigación de Estabilidad	3-61
Tabla 3.5.4	Registro de la Historia de Daños	3-62
Tabla 3.6.1	Tipos de Medidas Actuales contra la Deformación y Aguas Freáticas y Superficiales	3-75
Tabla 3.6.2	Registro por Sitio de Inspección	3-76
Tabla 3.6.3	Tabla de Investigación de Estabilidad	3-77
Tabla 3.6.4	Registro de la Historia de Daños	3-78
Tabla 3.7.1	Tabla de Rectificación por la Eficiencia de Obras Existentes	3-81
Tabla 3.7.2	Registro por Sitio de Inspección	3-83
Tabla 3.7.3	Tabla de Investigación de Estabilidad	3-84
Tabla 3.7.4	Registro de la Historia de Daños	3-85
Tabla 3.8.1	Criterio de Evaluación	3-87
Tabla 3.8.2	Registro por Sitio de Inspección	3-105
Tabla 3.8.3	Tabla de Investigación de Estabilidad	3-106
Tabla 3.8.4	Registro de la Historia de Daños	3-107
Tabla 3.9.1	Registro por Sitio de Inspección	3-116
Tabla 3.9.2	Tabla de Investigación de Estabilidad	3-117
Tabla 3.9.3	Registro de la Historia de Daños	3-118

Capítulo 4 Método de Recopilación de Información

Tabla 4.2.1 Intervalo de Inspección por Objetivo de Inspección de Rutina --------- 4-2

Tabla 4.2.2 Materiales e Información Necesaria en la Inspección de Prevención de Desastres (Datos de Características Topográficas) ---------- 4-5

Tabla 4.2.3 Materiales e Información Necesarios en la Inspección para la Prevención de Desastres (Datos sobre Características Geológicas) ---------- 4-6

Tabla 4.2.4 Materiales e Información Necesaria en la Inspección para la Prevención de Desastres (Datos sobre Características Meteorológicas) ---------- 4-6

Tabla 4.2.5 Materiales e Información Necesarios en la Inspección para la Prevención de Desastres (Datos sobre Registros de Desastres) ---------- 4-7

Tabla 4.2.6 Materiales e Información Necesarios en la Inspección para la prevención de Desastres (Datos de Registros de Estudios) ---------- 4-7

Tabla 4.2.7 Materiales e Información Necesarios en la Inspección para la Prevención de Desastres (Datos sobre Registros de Contramedidas) ---------- 4-8

Tabla 4.2.8 Materiales e Información Necesaria en la Inspección de Prevención de Desastres (Datos sobre Planos Estructurales) ---------- 4-8

Tabla 4.2.9 Materiales e Información Necesaria en la Inspección bajo Circunstancias Normales ---------- 4-9

Tabla 4.2.10 Información y Materiales Necesarios para la Inspección de Sitios Potenciales de Desastre ---------- 4-11

Tabla 4.2.11 Normas para Establecer la Organización de Prevención de Desastre -- 4-12

Tabla 4.2.12 Información y Materiales Necesarios sobre el Análisis de Control de Tráfico y de Medidas de Emergencia ---------- 4-13

Tabla 4.2.13 Información y Materiales Necesarios para Examinar las Obras de Construcción como Medidas para la Prevención de Desastre y Mantenimiento ---------- 4-15

Tabla 4.2.14 Pliego Descriptivo de Prevención de Desastres ---------- 4-18

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2 Preparación de la Inspección

Figura 2.4.1 Muestra de una Hoja de Estudio de Estabilidad (Caída y colapso de rocas) ---------- 2-2

Capítulo 3 Preparación de la Inspección

Figura 3.2.1 Flujo de Inspección y Tiempo de Calibración ---------- 3-6
Figura 3.2.2 Calibración del Resultado de Inspección de Estabilidad ---------- 3-6
Figura 3.3.1 Concepto de Nota de Evaluación ---------- 3-8
Figura 3.3.2 Terreno Formado por Materiales Meteorizados (Depósito de Materiales Meteorizado) ---------- 3-14
Figura 3.3.3 Terraza ---------- 3-14
Figura 3.3.4 Huellas de Colapso ---------- 3-14
Figura 3.3.5 Línea de Mella ---------- 3-14
Figura 3.3.6 Pendiente cuyo Pie está muy Erosionado ---------- 3-14
Figura 3.3.7 Voladizo ---------- 3-14
Figura 3.3.8 Pendientes Colectores de Agua(quebradas), Pendientes Convexas ---- 3-14
Figura 3.3.9 Suelos sobre Rocas Impermeables ---------- 3-16
Figura 3.3.10 Pendiente con Estructura Deslizable ((a) y (c)) ---------- 3-16
Figura 3.3.11 Parte Alta Dura, Rocas Blandas al Pie ---------- 3-16
Figura 3.3.12 Ejemplos de Rocas Desprendidas y Canto Rodado ---------- 3-17
Figura 3.3.13 Método de Medición de Inclinación y Altura de Pendiente Natural --- 3-20
Figura 3.3.14 Fisilidad ---------- 3-21
Figura 3.3.15 Caída de Roca ---------- 3-21
Figura 3.3.16 Erosión de Cárcavas y de Surcos, Socavación ---------- 3-21
Figura 3.3.17 Raíces Torcidas ---------- 3-21
Figura 3.3.18 Desviación del Anillo Anual ---------- 3-21
Figura 3.4.1 Concepto de Puntaje de Evaluación ---------- 3-27
Figura 3.4.2 Tipo de Colapso de Masa de Roca ---------- 3-29
Figura 3.4.3 Voladizo ---------- 3-30
Figura 3.4.4 Clasificación de Tipo de Talud ---------- 3-31
Figura 3.4.5 La Definición y Ejemplo de Línea de Mella ---------- 3-32
Figura 3.4.6 Ejemplos de las Grietas Abiertas que se clasifican "Grande" ---------- 3-34
Figura 3.4.7 Grietas Regulares (a,b,c,d) e Irregulares (e) ---------- 3-36
Figura 3.4.8 Ejemplo de la Parte Superior es Dura, el Pie Blanda ---------- 3-38
Figura 3.4.9 Dirección de Inclinación Deslizable y Estable ---------- 3-38
Figura 3.4.10 a) Ángulo de Inclinación de Talud ---------- 3-41
Figura 3.4.10 b) Altura de Talud ---------- 3-41

Figura 3.5.1	Concepto del Puntaje de Evaluación (Deslizamiento de Talud)	3-46
Figura 3.5.2	Área de Influencia de Deslizamiento de Talud	3-49
Figura 3.5.3	Modelo del Terreno de Deslizamiento	3-50
Figura 3.5.4	Lomo Tipo Convexo	3-50
Figura 3.5.5	Meseta Tipo Convexo	3-50
Figura 3.5.6	Cerro Tipo Cóncavo	3-50
Figura 3.5.7	Varios Cerros de Tipo Cóncavo	3-50
Figura 3.5.8	Nombre del Terreno Deslizado	3-51
Figura 3.5.9	Variación de Grieta Lateral	3-51
Figura 3.5.10	Forma de Lomo detrás del Terreno de Deslizamiento	3-52
Figura 3.5.11	Forma de Terreno Fácil de Deslizarse	3-52
Figura 3.5.12	Pendiente Natural Inestable	3-52
Figura 3.5.13	Modelo de Deslizamiento de Masa de Roca por la Inclinación de Dirección Deslizable y por la Falla	3-53
Figura 3.5.14	Modelo de Deslizamiento de Masa de Roca y de Suelo Coluvial por el Pliegue	3-53
Figura 3.5.15	Modelo de Deslizamiento de Depósito Coluvial por la Intrusión de Andesita	3-54
Figura 3.5.16	Modelo de Deslizamiento de Depósito Coluvial por las Rocas de Cubierta	3-54
Figura 5.3.17	Deslizamiento por la Inclinación de Dirección Deslizable y Estable	3-54
Figura 3.5.18	Sistema de Canal de Agua Freática en el Terreno de Deslizamiento	3-55
Figura 3.5.19	Aparición de Hundimiento por Deslizamiento de Forma de "Silla"	3-57
Figura 3.5.20	Fractura del Costado	3-57
Figura 3.6.1	Concepto de Calificación de Estabilidad	3-63
Figure 3.6.2	Clasificación de las Condiciones de los Terraplenes	3-64
Figura 3.6.3	Diagrama de Flujo de la Clasificación de Terraplenes.	3-67
Figura 3.6.4	Parte de Medio Terraplenado y Medio Corte Terraplenado y Medio Corte	3-68
Figura 3.6.5	Terraplenado en Ambos Lados (Cruce del Río de Montaña)	3-68
Figura 3.6.6	Parte de Terraplenado en Ambos Lados (sobre la Pendiente) [Vista Transversal]	3-69
Figura 3.6.7	Parte de Terraplenado a Ambos Lados (en Tierras Planas)	3-70
Figura 3.6.8	Deformaciones Estructurales Típicas	3-71
Figura 3.6.9	Desastres Típicos de la Cara de un Talud de Terraplenado en los Puntos de Cruce de Ríos de Montaña	3-74
Figura 3.7.1	Concepto del Puntaje de Evaluación de Estabilidad	3-79
Figura 3.7.2	La Altura de Presa y la Altura de Espacio Libre	3-81
Figura 3.7.3	Espacio Libre debajo de Viga y Ancho de Cauce	3-81

Figura 3.8.1 Concepto del Puntaje de Evaluación de Estabilidad (Socavación de Cimiento de Puente) ---------- 3-86
Figura 3.8.2 Modelo del Sitio de Mayor Impacto de las Aguas del Río y Sitio de Mayor Socavación ---------- 3-92
Figura 3.8.3 Distancia Mínima entre las Pilas ---------- 3-93
Figura 3.8.4 Método del Calculo de Razón de Bloqueo ---------- 3-93
Figura 3.8.5 Espacio Libre debajo de la Viga del Puente ---------- 3-94
Figura 3.8.6 En caso de que no se conozca el Nivel de Aguas Máximas del Diseño (HWL) o no está definido ---------- 3-94
Figura 3.8.7 Distancia entre la Pila y la Punta del Talud de Dique ---------- 3-95
Figura 3.8.8 Estribo está penetrado en el Río ---------- 3-95
Figura 3.8.9 El Ancho del Rió alrededor ddel Puente es Angosto que El Ancho de Agua Arriba y Abajo ---------- 3-96
Figura 3.8.10 Penetración de Cimiento Ensanchado en la Capa Soporte ---------- 3-96
Figura 3.8.11 Penetración de Base de Pilotes, Cimiento de Caja Hidráulica y Cimiento de Estacada Metálica en la Capa Soporte ---------- 3-96
Figura 3.8.12 El Largo Necesario de La Protección de la Orilla para la Construcción del Puente ---------- 3-97
Figura 3.8.13 El Área de Protección de Orilla o Dique ---------- 3-97
Figura 3.8.14 La Altura Necesaria del Dique de Protección de Orilla ---------- 3-97
Figura 3.8.15 Estructura que Impide el Flujo de Aguas ---------- 3-98
Figura 3.8.16 Ángulo del Cruce de Flujo de Aguas con Pila de Puente ---------- 3-98
Figura 3.8.17 Anormalidad del Cimiento de Obra de Protección de Orilla frente del Estribo por Socavación ---------- 3-100
Figura 3.8.18 Ejemplos de Anormalidad en la Protección de Orilla frente del Estribo ---------- 3-101
Figura 3.8.19 Anormalidad En La Protección De Orilla Y En El Acceso De Protección Con Dique ---------- 3-101
Figura 3.8.20 Evaluación de Socavación ---------- 3-102
Figura 3.8.21 Medición de Profundidad de Socavación ---------- 3-103
Figura 3.8.22 En Caso de No Saber la Altitud ---------- 3-104
Figura 3.9.1 Concepto de Puntaje de Evaluación ---------- 3-108
Figura 3.9.2 Terreno Potencial de Deslizamiento de Talud ---------- 3-109
Figura 3.9.3 El Patio Angosto frente del Muro ---------- 3-110
Figura 3.9.4 Depósito Coluvial ---------- 3-110
Figura 3.9.5 Base del Suelo Inclinada ---------- 3-111
Figura 3.9.6 Decadencia Funcional de Drenaje ---------- 3-112
Figura 3.9.7 Las Grietas en la Superficie del Suelo detrás del Muro ---------- 3-113
Figura 3.9.8 Escalonadas en la Superficie del Suelo detrás del Muro ---------- 3-113

Figura 3.9.9 Hundimiento de la Superficie del Suelo detrás del Muro ---------- 3-114
Figura 3.9.10 Levantamiento de la Parte delantera del Muro ---------- 3-114
Figura 3.9.11 Desplazamiento de Unión, Escalonada ---------- 3-115
Figura 3.9.12 Expansión ---------- 3-115

Capítulo 4 Método de Recopilación de Información
Figura 4.1.1 Diagrama de Flujo de Gestión de Mantenimiento ---------- 4-1
Figura 4.2.1 Intervalo de las Inspecciones Periódicas ---------- 4-3
Figura 4.2.2 Organización para la Prevención de Desastres Naturales con relación al Estudio de Carreteras ---------- 4-10
Figura 4.2.3 Flujograma de Organización de Prevención de Desastres en Caso de Emergencia ---------- 4-11

Lista de Abreviaturas
(En orden alfabético)

AASHTO	:	Asociación Americana de Autopistas del Estado y Transportes Oficiales
APJ	:	Análisis de Proceso Jerárquico
ASTM		Sociedad Americana para la Prueba de Materiales
B/C	:	Relación de Beneficio /Costo
BH		Perforación
BHN	:	Necesidades Básicas Humanas
BID		Banco Interamericano de Desarrollo
DID		Distrito de Alta Densidad de Habitantes
EAI	:	Examinación Ambiental Inicial
EIA	:	Evaluación del Impacto Ambiental
GRN	:	Gobierno de la República de Nicaragua
ID		Identificación
IDF	:	Intensidad, Duración y Frecuencia de la Lluvia
INETER	:	Instituto Nacional de Estudios Territoriales
JICA		Agencia de Cooperación Internacional del Japón
MARENA	:	Ministerio de Recursos Naturales y Ambiente
MTI	:	Ministerio de Transportes e Infraestructura
OD	:	Origen Destino
pcu	:	Vehículo motor de pasajeros
PIB	:	Producto Interno Bruto
PIR	:	Porcentaje Interno de Retorno
PRSP	:	Documento de Estrategia de Lucha contra la Pobreza
QV	:	Capacidad de Volumen
ROW	:	Derecho de vía
STRADA		Sistema de Análisis de Demanda de Tráfico
TPDA	:	Tráfico Promedio Diario Anual
VAT		Impuesto al Valor Agregado
VOC	:	Cost de Operación de un Vehículo
WB		Banco Mundial
	:	

En el estudio se han aplicado los siguientes tipos de cambio en moneda extranjera :
1 Dólar Americano = 14.40 Córdobas = 125.00 Yenes Japoneses (Octubre 2002), o
1 Córdoba = 8.68 Yenes Japoneses

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

Este manual ha sido preparado para el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), que administrará el programa de prevención de desastres en carreteras de Nicaragua, tanto en las principales como en los caminos rurales, con la asistencia de la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA). La Dirección de Mantenimiento Vial de la Dirección General de Caminos del MTI (DGC) tiene la responsabilidad administrativa de las obras de mantenimiento de todas las carreteras que controla el MTI. Por lo tanto, todas las carreteras que estén bajo la autoridad de la DGC deberán ser objeto de mantenimiento de acuerdo a lo que establece este manual, a fin de que se logre realizar obras confiables de mantenimiento.

Las obras de mantenimiento para la prevención de desastres viales son uno de los factores fundamentales para aumentar el desempeño socioeconómico de una nación. Por lo tanto, la actividad económica de la población en general y la seguridad de los usuarios de las carreteras depende de los resultados del mantenimiento de carreteras previsto. Es importante que no se ceje en los esfuerzos para asegurar un transporte estable de personas y productos. La DGC, los ingenieros, inspectores, técnicos y miembros del personal de mantenimiento deberán realizar las obras de mantenimiento de carreteras sobre la base de políticas y métodos consistentes.

La serie de este manual de prevención de desastres viales se compone de cinco partes, a saber:

Parte I : Manual de inspección
Parte II : Manual de planificación
Parte III : Manual de diseño/ejecución de obras
Parte IV : Manual de mantenimiento

Este documento es la Parte I, el Manual de inspección.

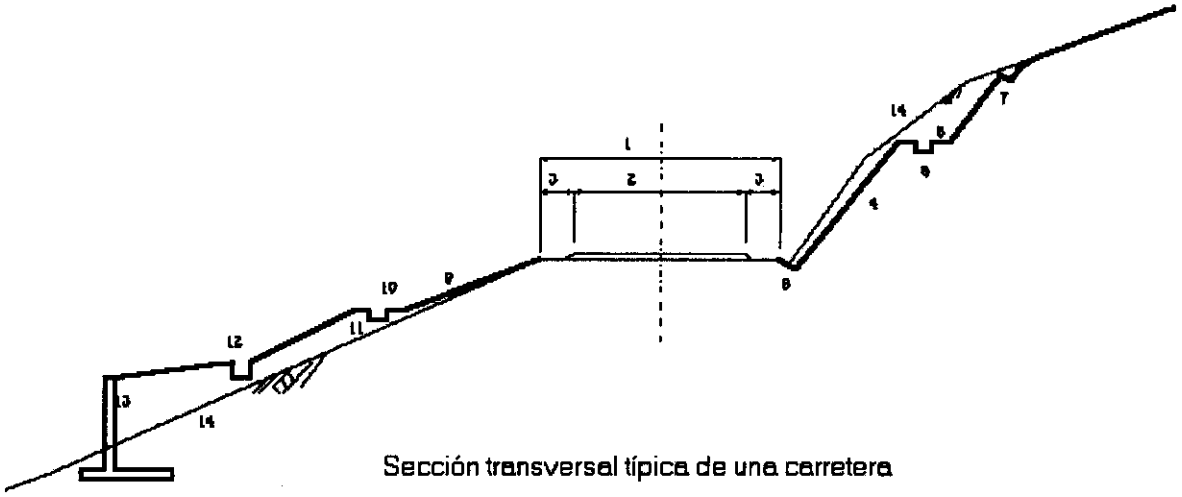
Este manual se ha preparado tomando en cuenta las condiciones naturales, las geometrías viales y las condiciones ambientales. Ingenieros, inspectores, técnicos y personal de mantenimiento deberán dedicarse a realizar el mantenimiento.

1.2 Glosario de términos

Este capítulo contiene un glosario de los términos que se emplean en este manual.

1.2.1. Sección transversal

La sección transversal típica de una carretera es como la de la figura que sigue. Casi todas las pendientes cortadas, terraplenes y cauces, etcétera, no son salvaguarda suficiente contra un fallo. Por lo tanto, este manual contiene propuestas, que se muestran en la figura siguiente a manera de líneas en negrilla.



Sección transversal típica de una carretera

Clave:

1.	Vía	8.	Drenaje lateral
2.	Calzada	9.	Pendiente del terraplén
3.	Hombro	10.	Cuneta
4.	Talud de corte	11.	Contracuneta
5.	Cuneta	12.	Contracuneta
6.	Contracuneta	13.	Estructura
7.	Acequia de ladera	14.	Pendiente actual

1.2.2 Glosario de términos

El principal glosario de términos es el siguiente:

PJA (AHP)	Este es uno de los métodos de evaluación para selecionar los puntos de desastre de mayor prioridad. AHP es la abreviación de Analytic Hierarchy Process o Proceso Jerárquico Analítico.
Area de Captación	Es el área desde donde las aguas corren por gravedad hasta un punto de colección.
Acueducto	Es un ducto, generalmente rectangular o circular para conducir el agua superficial bajo las carreteras.
Gavión	Es una estructura enrejada de acero llena de canto rodado o rocas partidas. Es utilizado principalmente para terraplenes de protección, faldones, y protección contra caída de rocas.
Punto Crítico de Desastre	Los puntos críticos de desastre pueden ser definidos en consideración a los siguientes puntos potenciales de desastre: - Escala de Desastre/ Registros en el área de los puntos, - Puntos necesarios tomar medidas de emergencia, - Puntos críticos para terceras personas, - Datos topográficos por estudios topográficos preliminares, y - Bosquejo de la condición del lugar.
Punto Potencial de Desastre	Los puntos potenciales de desastre son definidos cuando son: - Canto rodado en la superficie de un talud, - muchas rajaduras en la superficie de una roca, - pequeñas rocas caídas, y - registros de desastres históricos con respecto a caida de rocas, derrumbe de rocas, deslizamiento de talud, escurrimiento de tierra de los cimientos de un puente.
Punto de Prevención de Desastre	En donde han sido propuestas las medidas contra desastres, se tendrá como referencia lo siguiente: - Nivel de estabilidad del punto dañado, - Volumen de tráfico de la carretera objetivo, - Evaluación del ambiente, - Condición natural, - Beneficios/ Costo bruto estimado, - Nivel de restauración del punto dañado, y – Situación de desarrollo.

Medidas de Emergencia - Significa que el punto con daños serios y peligrosos deben ser mejorados inmediatamente.

Inspección de Emergencia

<Época del Año>: La Inspección de Emergencia debe ser llevada a cabo justo antes de un huracán o fuertes lluvias pronosticados.

<Puntos> : Deberá inspeccionarse cuidadosamente los lugares con taludes dañados con anterioridad, lugares con agua de filtración en los taludes y lugares con severos deslizamientos de tierra en los cimientos de un puente, y deberá ser anotado por el Inspector en las hojas de reconocimiento.

<Frecuencia> : Justo antes de un huracán o fuertes lluvias.

Inspector Inspector es un miembro del Equipo de Inspección. El equipo está compuesto por un Ingeniero y dos asistentes.

Inspección Periódica

<Época del Año>: La Inspección Periódica debe llevarse a cabo antes de la época de lluvias (generalmente por septiembre) o después de producirse un sismo.

<Puntos> : Se deberá inspeccionar por lo menos los lugares potenciales de desastre donde hay taludes enteros, y en los alrededores de los puentes que potencialmente puedan sufrir desastres, y será anotado por el Inspector en las hojas de reconocimiento.

<Frecuencia> : Una vez al año

Medidas permanentes - El tiempo de vigencia de las medidas deberá de veinte (20) años como mínimo durante los trabajos de mantenimiento.

Inspección de Rutina

<Época del Año>: La Inspección Periódica debe llevarse a cabo como la inspección general a través de todo el año.

<Puntos> : Se deberá inspeccionar los taludes enteros y los puentes en las carreteras principales y será anotado en las hojas de reconocimiento si hay algunas anormalidades.

<Frecuencia> : Una vez a la semana.

Tamizado

Los objetivos del tamizado son los siguientes:
- Inspección objetiva de lugares vulnerables,
- Detección temprana de lugares vulnerables, y
- Comprensión de las característica de los lugares vulnerables.

Medidas Temporales

El tiempo de vigencia de las medidas deberán ser de por lo menos diez (10) años que duren los trabajos de mantenimiento.

1.3 Leyes Relacionadas

Cada regulación para los trabajos de construcción en los sitios críticos de desastres son descritos en esta sección. Hay dos regulaciones para los trabajos de construcción y para la transportación de sus materiales y maquinaria.

1.3.1 Ley 337

El Comité Nacional ha manejado el Sistema Nacional para la prevención, mitigación de desastres en Nicaragua. El siguiente contenido se ha extraído de la Ley creadora del Sistema Nacional.

Capitulo 1: Disposiciones Generales

Arto. 3. Definiciones Básicas

Numeral 7. Desastres

Toda situación que causa alteraciones intensa en los componentes sociales, físicos, ecológicos, económicos y culturales de una sociedad, poniendo en inminente peligro de la vida humana y los bienes ciudadanos y de la nación, sobre pasando la capacidad de respuesta local para atender eficazmente sus consecuencias, pueden ser de origen natural o provocado por el hombre.

Numeral 8. Desastres Naturales

Estos daños causado por cualquier fenómeno natural, sea este huracán, tornado, tormenta, pleamar, inundación, maremoto o tsunami, terremoto o erupciones volcánicas, deslizamiento de tierra, incendio forestal, epizootia plagas agrícolas, sequías entre otros y en los resultados afecta a la población, a la infraestructura y a los sectores productivos de las diferentes actividades económicas, con tal seriedad y magnitud que supere la capacidad de respuestas local y que requiere el auxilio regional, a solitud de una o varias de las partes afectadas, para complementar los efuerzos los recursos disponibles en ellas, a fin de mitigar los daños y las perdidas,

Numeral 12. Prevención de Desastres

Se le denomina al conjunto de actividades y medidas de carácter técnico y legal que deben de realizarse durante el proceso de planificación de desarrollo socio – económico, con el fin de evitar perdidas de vidas humanas y daños a la economía como consecuencia de los desastres naturales.

Artículo 7 Funciones del Sistema Nacional

Parte 1

Diseñar, ratificar y ejecutar el plan de prevención de desastres.

Parte 10

Establecer acuerdos de cooperación científica-técnica con países que tengan más experiencia al respecto.

Capítulo II

Formar el Comité Nacional del Sistema Nacional de Prevención, Mitigación y Atención de Desastres.

Artículo 9. Comité Nacional del Sistema Nacional

El Comité Nacional del Sistema Nacional, en adelante "Comité Nacional", es la instancia reguladora que puede establecer las políticas, planificación, dirección y coordinación del sistema en todas sus actividades.

Artículo 10. Integración del Comité Nacional

El Comité Nacional adjunto a los ministros de Estado o a sus representantes, será presidido por el Presidente o el Vicepresidente de la República. El Comité Nacional tiene un carácter permanente.

Las sesiones del Comité Nacional tendrán que ser en tiempo corrido al menos dos veces en el año y se regularán a sí mismas con las Reglas que se establecen en la presente ley. El Comité quedará formado como sigue:

1. El Presidente de la República, o su representante
2. El ministro de Defensa, acompañado del Jefe del Ejército Nacional
3. El ministro de Gobernación, acompañado del Jefe de la Policía Nacional
4. El ministro de la Presidencia
5. El ministro de Hacienda y Crédito Público
6. El ministro de Fomento, Industria y Comercio
7. El ministro de Salud
8. El ministro de Transporte e Infraestructura
9. El ministro del Ambiente y los Recursos Naturales
10. El ministro de la Familia
11. El ministro de Educación, Cultura y Deportes
12. El director del Instituto de Estudios Territoriales

Artículo 11. Funciones del Comité

Para la presente ley y su reglamento, son funciones del Comité Nacional los siguientes aspectos:

1. Definir de las políticas del Sistema Nacional
2. Aprobar el Plan Nacional del Sistema Nacional
3. Proponer al Presidente de la República la declaración de las situaciones de desastre.
4. Aprobar el propósito anual del Fondo Nacional de Desastres.

Proponer la adopción de las medidas e instrumentos necesarios para hacer útiles los objetivos del Sistema Nacional, tales como orden territorial, educación y demás.

5. La creación de los procedimientos sobre los instrumentos para el control y la distribución de la ayuda internacional.
6. Aprobar las propuestas de normas y reglamentos de orden territorial para la prevención de desastres.
7. Convocar, como asesores, a organismos gubernamentales y no gubernamentales.
8. Aprobar los elementos y contenidos de estudio que tengan que incluirse en los programas educativos del Ministerio de Educación, Cultura y Deportes, así como las demás instituciones de educación y educación superior, en cuanto a la prevención, mitigación y atención de desastres.

En el Ministerio de Transporte e Infraestructura existe una unidad técnica conjunta para el manejo de desastres que depende directamente de la dirección superior del MTI, y en los casos en que ocurran desastres será atendida por el Director General de Normas de Construcción y Desarrollo Urbano.

1.3.2 NIC 2000

Subdivisión 100

Sección 105. Alcance de las obras

1. Generalidades

105.07 Disposiciones de control de tránsito

El contratista no podrá, por ninguna razón, cerrar al tránsito las vías públicas, tramos o puentes sin una aprobación previa por escrito del ingeniero. Tampoco podrá iniciar obras de construcción que por alguna razón dejen a la vía pública en condiciones inadecuadas para el flujo de tránsito, sin una construcción temporal previa que apruebe el ingeniero en base a la comodidad y aspectos de seguridad.

A menos que se disponga algo diferente en los planos, deberán instalarse señales preventivas lejos de los límites del proyecto, al menos a 150 metros de cada lado, y al menos a 150 metros de otro sitio de proyecto en que las obras de construcción interfieran con el tránsito público que utilice la vía.

Durante la noche en los lugares donde fuere necesario deberán utilizarse faros intermitentes o linterna eléctricas e instrumentos reflectores, así como cualquier otra señal luminosa que se aprobare.

Donde sea necesario y el ingeniero así lo indique, deberán colocarse banderilleros, carros de pilotos o automóviles guías con el propósito de guiar y ordenar el tránsito y la circulación de peatones. Los trabajadores deberán usar uniformes o chaquetas especiales y banderas o signos de mano de manera que los conductores puedan verlos fácilmente durante el día o la noche.

Cuando las obras se realicen en áreas adyacentes a carriles de áreas abiertas al tráfico, las orillas de los carriles o del pavimento deberán definirse mediante marcadores que se coloquen en toda la longitud, y paralelos al borde.

105.06 Mantenimiento del tránsito

1. Construcción de las carreteras en bandas

Especialmente en los casos de pavimentación o re-pavimentación, si el ingeniero lo aprueba el contratista podrá proceder a trabajar en bandas, dejando libre un espacio con suficiente anchura para el paso seguro y cómodo del tránsito, y controlando mediante un banderillero o automóvil guía en ambas rutas opuestas de la circulación del tránsito.

Reglamento del control de carga y las dimensiones de los vehículos cargueros que transiten en la red vial de Nicaragua (MTI) Marzo de 2002.

Artículo 9. Se establece que la carga que se transporte debe respetar los siguientes aspectos:

1. Ninguna carga puede sobresalir más de 1.0 metros de la parte posterior de un vehículo.
2. Ningún vehículo, cargado o descargado, podrá exceder las siguientes dimensiones:

Anchura:	2.60 m.		
Altura :	4.15 m. (midiendo desde la superficie de rodamiento)		
Longitud:	a) 2 ejes		11.0 m.
	b) 3 ejes	:	12.0 m.
	c) Medio remolque	:	17.35 m.
	d) Otras combinaciones	:	18.3 m.

Artículo 19

Cuando por cualquier razón de interés general tengan que transportarse ocasionalmente maquinarias pesadas u otros objetos en vehículos de carga a los que se permita usar la red vial, cuya carga y dimensiones excedieren las que se indican en el Apéndice y están estipuladas en este reglamento, la Dirección General de Vialidad otorgará un permiso especial a solicitud del propietario de la carga especial, con una anticipación de al menos tres días del transporte de la carga, con urgencia limitada a ese viaje particular.

Artículo 20

En cada permiso especial se especificará el tipo de carga, la ruta que se va a seguir y el momento apropiado, la velocidad de circulación en las vías y especialmente en los puentes,

el acompañamiento de escuadra con radio y otras medidas de protección de la red vial y de la seguridad de los otros usuarios.

Artículo 42

Los vehículos motorizados, o sus combinaciones, deberán tener llantas neumáticas o dispositivos con suficiente superficie elástica. Queda prohibido usar objetos metálicos que sobresalgan de la superficie de rodamiento de la rueda. La presión de las ruedas en ningún caso podrá exceder la carga de 8.4 Kg/cm^2. Queda prohibido circular con cadenas o bandas metálicas.

1.3.3 Ley de vehículos y tránsito

Artículo 61

Queda terminantemente prohibido cargar vehículos con objetos que sobresalgan de sus límites extremos por los lados del mismo y cada vez que sobresalgan por su extremo posterior deben ir provistos de una bandera roja, si es de día, y de una luz roja si es de noche.

Nota: Esta ley fue aprobada el 10 de mayo de 1938.

CAPÍTULO 2 PREPARACIÓN DE LA INSPECCIÓN

2.1 Objetivos

Una vez que la inspección de las carreteras objeto haya concluido, deberán llevarse a cabo estudios de estabilidad en los sitios donde se necesite inspección. Los datos que se presentan abajo deben registrarse en cada estudio de inspección. Además, los datos deben utilizarse eficazmente para las obras de mantenimiento.

a) Hojas de estudio de estabilidad
b) Tablas de resultados de la inspección
c) Figuras de los resultados de la inspección
d) Registros de los sitios de inspección, y
e) Registros de desastres anteriores en cada sitio de inspección.

2.2 Herramientas de inspección

Las herramientas que siguen deberán llevarse a los sitios de inspección para realizar los estudios de estabilidad.

- Hojas de estabilidad
- Tablas de resultados de estudios
- Cifras de los resultados de los estudios
- Datos de inventario y mapas
- Binoculares
- Cámara,
- Martillo de geólogo
- Materiales para marcar
- Cinta métrica, y demás.

2.3 Equipos de inspección

El equipo de inspección se organiza para los sitios en que sea necesaria la inspección. Se recomienda que cuente con el siguiente personal:

1. Ingeniero: Una persona que pueda juzgar la condición de desastre
2. Asistentes: Dos personas que ayuden al ingeniero con las herramientas del estudio

2.4 Hojas del estudio

2.4.1 Hojas del estudio de estabilidad

Las "Hojas del estudio de estabilidad" deberán llenarse en cada sitio. Los datos que habrán de registrarse difieren según el tipo de desastre, de la forma que sigue:

- Caída y colapso de rocas : Factores, medidas de control, registro de desastres, estabilidad en caso de terremotos y evaluación total
- Colapso de rocas: : Factores, medidas de control y evaluación total
- Deslaves : Factores, registro de desastres, medidas de control y evaluación total
- Flujo de agua con sedimentos: : Factores, medidas de control, estructura de la carretera, registro de desastres, tipos supuestos de desastres y evaluación total
- Socavamiento de fundaciones de puentes : Estabilidad del lecho del río y de su terraplén, situación del pie y de los pilares, transformación, evaluación total

En la figura de abajo se presenta un ejemplo de una Hoja de Estudio de Estabilidad (para caída y colapso de rocas). Las demás hojas se presentan en las páginas A1-5 hasta A1-9 del apéndice.

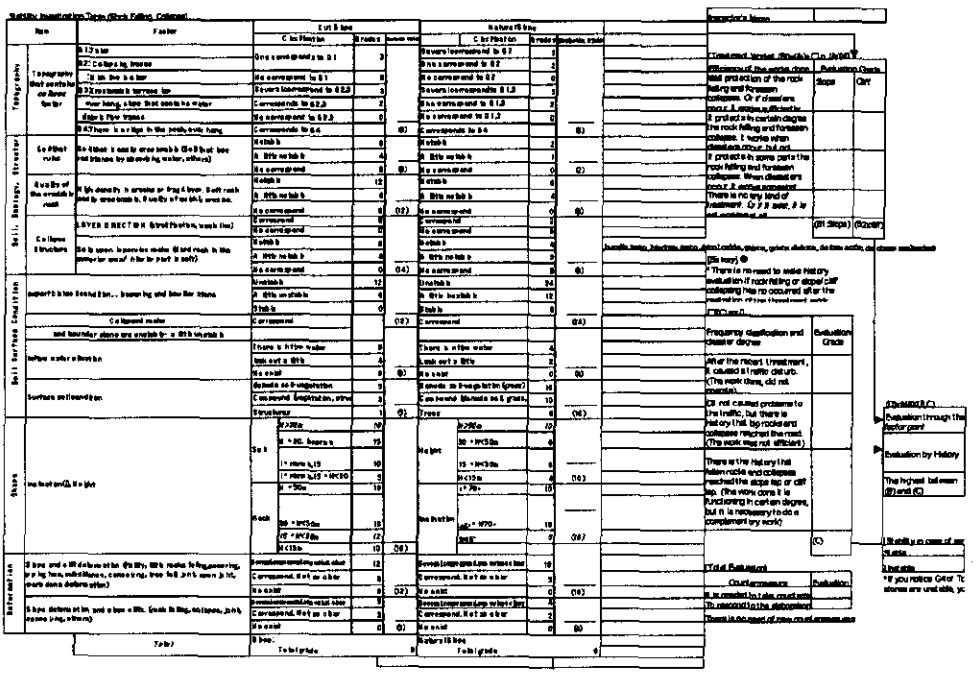


Figura 2.4.1 Muestra de una Hoja de Estudio de Estabilidad (Caída y colapso de rocas)

2.4.2. Tablas de resultados de estudio

Los resultados del estudio de los sitios de inspección deberán registrarse en la "Tabla de resultados de estudio" que se muestra en la página A1-1 del Apéndice. Deberán compararse los siguientes elementos:

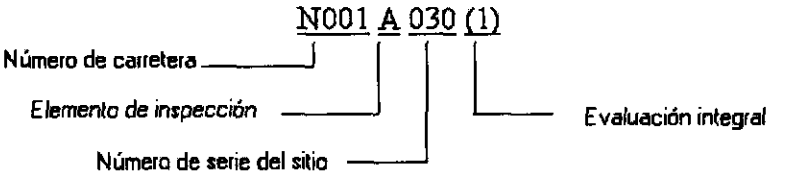
- Número a controlar
- Nombre de la vía
- Clasificación de la vía: carretera nacional, carretera rural, etcétera
- Elementos de inspección:
    - A. Caída y colapso de rocas
    - B. Colapso de rocas
    - C. Deslizamientos de pendiente
    - D. Flujo de agua con sedimentos
    - E. Socavamiento de las fundaciones de los puentes
- Restricciones de tránsito: De avance – 1; Especial, -2; Ninguna, -3.
- Criterios de restricción:
- Desvío: Existe, -1; Ninguno, -2
- Resultados de inspección del año **
- Historial de desastres: Sí, -1; No pero se admiten, -2; Ninguno, -3.
- Resultados de la inspección del año 2002: puntuación de factores; medidas de control y registro de desastres

  Evaluación total: Medidas de control necesarias, ,-1
  Registro de prevención de desastres necesario, -2
  No son necesarias, -3
- Obras de medidas de control propuestas: tipo, norma, cantidad, costo.
- Estabilidad en caso de terremotos: estable, -1; inestable, -2.

2.4.3 Figuras de los resultados del estudio

Los resultados del estudio de los sitios de inspección deberán registrarse en mapas de "Figuras de los resultados del estudio", como el que se muestra en la página A1-2 del Apéndice. Deberán marcarse los siguientes elementos:

Un identificador único de sitio



- Número de vía (N001 significa NIC.1)
- Elemento de la inspección:
  - A. Caída y colapso de rocas
  - B. Colapso de rocas
  - C. Deslizamiento en pendiente
  - D. Flujo de agua con sedimentos
  - E. Socavamiento de fundaciones de puentes
- Número de serie del sitio (por ejemplo, trigésimo [30] en NIC.1)
- Evaluación integral
  - (1) Es necesario aplicar medidas de control
  - (2) Es necesario considerar el realizar obras de prevención
  - (3) No es necesario aplicar medidas de prevención.
- Un símbolo en la figura de cada sitio, como sigue:

○,△,x: Marcas de inspección de sitios
○: Sitio de inspección en 2002
△: Sitio de inspección antes de 2002
x: Sitio de inspección donde hay registro de daños.

2.4.4. Registro de sitios de inspección

Los registros del estudio de sitios de inspección deben registrarse en la Tabla de registro de sitios de inspección. En la página A1-3 del Apéndice se presenta un ejemplo de dicha tabla.

2.4.5. Registro de desastres anteriores en los sitios de inspección

El registro de desastres anteriores en los sitios de inspección también debe escribirse en la "Tabla de registro de sitios de inspección". En la página A1-4 del Apéndice se presenta una muestra de dicha tabla.

2.5. Evaluación de elementos/calificación de las hojas de estudio

2.5.1. Generalidades

Una vez que se ha llevado a cabo la inspección de los sitios, los equipos de inspección deben llevar a cabo un estudio de estabilidad, que se basa en los resultados de la inspección. El ingeniero y su personal deberán registrar la puntuación en la hoja de estudio de cada sitio. Es muy difícil evaluar los sitios de inspección como sitios de posible desastre o sitios críticos de desastre con posterioridad al estudio.

2.5.2 Sitios de posible desastre

Los sitios de posible desastre se definen por los siguientes elementos:

- Que existan rocas grandes en la superficie de la pendiente
- Que existan muchas grietas en las superficies de las rocas
- Que se dé la caída de rocas más pequeñas, y
- Que existan registros de desastres de caída de rocas, colapso de rocas, deslizamientos en pendiente, socavamiento de fundaciones de puentes, y así sucesivamente.

- **Para puentes: Puntuación de setenta (70) o más**

<Definición>
La puntuación deberá evaluarse asignando una calificación a seis factores importantes que figuran en la hoja de estudio de estabilidad. Los factores se componen de: inclinación del lecho del río (15), ubicación del puente (20), longitud mínima de la luz (15), proporción del caudal del río que bloqueen los pilares (15) y espacio libre debajo del tablero de puente (10). Esto suma una puntuación total de 75 puntos. Una puntuación de 70 o más define a un sitio de posible desastre.

- **Para taludes de corte y terraplenes: Puntuación de sesenta (60) o más**

<Definición>
La puntuación que se asigne a taludes de corte y de terraplenes deberá evaluarse según cinco factores importantes que figuran en las hojas de estudios de estabilidad. En el caso de la caída y colapso de rocas, los factores se componen de estructura del suelo (8) o de las rocas (12), mecánica vulnerable (14), rocas o bloques no fijos ubicados sobre la superficie de pendientes (12), inclinación o altura de la pendiente (18) y transformación de la pendiente (12), para una puntuación total de 64 o 68 puntos. Una puntuación de 60 o más define a un sitio de posible desastre.

En el caso del colapso de rocas, los factores que se clasifican son la escala de las grietas de las rocas (30), grietas continuas horizontales (10), condición de rocas suaves o duras (11 o 15) y dirección de la roca madre (15), para un total de 66 o 70 puntos. Una puntuación de 60 o más define a un sitio de posible desastre.

En el caso del flujo de sedimentos, los factores que se toman en cuenta son el área de la cuenca (10), la inclinación más aguda de los torrentes montañosos (10), el área de la pendiente con una inclinación de 30 grados o más (8) y el área de pastizales o árboles (8). La puntuación total de cada factor es 36 puntos. Pero las puntuaciones totales originales son de 56 puntos. La proporción de factores muy importantes a factores totales originales es de 0.64 puntos. Por lo tanto, es posible establecer la puntuación para el flujo de agua con sedimentos en 64 puntos. Por lo tanto, la puntuación que define a un sitio como de posible desastre por flujo de agua con sedimentos debe establecerse con el límite inferior de 60 puntos.

2.5.3. Definición de sitios críticos de desastre

Los sitios críticos de desastre deben definirse tomando en consideración los elementos siguientes:

- Escala/registro de desastres en el área del sitio
- Sitios necesarios tomar medidas de emergencia
- Sitios críticos para terceros
- Datos topográficos según el estudio topográfico preliminar, y
- Plano de la condición del sitio, etcétera

Como resultado de la decisión, la puntuación que define a un sitio crítico de desastres será de noventa (90) puntos, con respecto al socavación de los cimientos de puentes, y de setenta (70) puntos con respecto a la caída de rocas, el colapso de rocas y los deslizamientos en pendiente.

2.6. Frecuencia de la inspección

La inspección de los sitios críticos de desastre en carreteras deberá llevarse a cabo antes de que se den los desastres. Deberá seguirse el siguiente programa de inspección:

- **Inspección de emergencia**

  <Momento del año> : La inspección de emergencia debe llevarse a cabo antes de cualquier pronóstico de huracán o precipitación abundante

  <Sitios> : Los inspectores deberán inspeccionar cuidadosamente los sitios de talud que se hayan dañado previamente, sitios en que se infiltre el agua en los taludes, y sitios de socavación severo de los cimientos de puentes y registrarlo en las hojas de estudio.

  <Frecuencia> : Justo antes de un huracán o precipitación abundante

- **Inspección de rutina**

  <Momento del año> : La inspección de rutina deberá llevarse a cabo sin importar la estación ni la ocurrencia de terremotos en el año.

  <Sitios> : Los inspectores deberán inspeccionar los sitios vulnerables de los taludes y los cimientos de puentes, y registrar sus observaciones en hojas de estudio.

  <Frecuencia> : Todas las semanas

- **Inspección periódica**

  <Momento del año> : La inspección periódica debe llevarse a cabo antes de la estación lluviosa (usualmente en septiembre) o después de que se den terremotos.

  <Sitios> : Los inspectores deberán inspeccionar al menos la totalidad de los taludes de los sitios de posible desastre y alrededor de los puentes que se encuentren en sitios de posible desastre, y registrar sus observaciones en las hojas de estudio.

  <Frecuencia> : Una vez al año

CAPÍTULO 3 PREPARACIÓN DE LA INSPECCIÓN

3.1 Tamizado de los puntos de inspección

3.1.1 Método de selección del punto de inspección:

(1) Método de selección de puntos de inspección:

A base del estudio en sitio, se selecciona el punto de investigación, conforme al "Inciso 3.1.2. Criterio de selección de puntos de inspección".

El largo del punto de inspección se define a través de observación topográfica, geológica y del estado de tratamientos para la prevención de desastres.

(2) Datos y demás necesarios para la inspección de campo..

Los datos y demás a ser llevados para la inspección de campo son: celular satélite, equipos de inspección y mapas topográficos (1/50,000), etc.

3.1.2 Criterio de selección de puntos de inspección

Los criterios de selección para cada item están indicados del (1) al (7). Sin embargo, los puntos que corresponden al contenido del ①? ③ abajo mencionados, se determinarán como puntos de inspección:

[1] El punto en donde se observa claramente el factor potencial de desastres.

[2] El punto en que se necesita la inspección debido a la historia de desastres pasados.

[3] El punto en que se observa el cambio de estado por obras de tratamientos y/o por intervención humana.

Criterios de selección para cada ítem.

(1) Caída de rocas, Colapso

El punto que corresponde a más de uno o cuatro de estos items:

i) Más de 15 m. de altura de talud de corte y/o de talud natural, o más de 45o de inclinación de talud natural.

ii) El punto en que existen rocas desprendidas y/o canto rodado en la capa superficial.

iii) El punto en que se observa colapso de suelo, de rocas y de estructuras.

iv) El punto en donde las obras existentes ya están obsoletas, o el punto en que se necesita revisar la eficiencia de obras.

Aunque la altura del talud sea menor de 15 m. o la inclinación sea menor de 45°, si se observa alto potencial de desastres, será objeto de selección de punto de inspección.

(2) Desprendimiento de rocas

El punto en que exista afloramiento de masa de roca en el talud y/o talud mayor de 15 m. de altura.

Aunque la altura sea menor de 15m., si existen voladizos y/o grietas provocadas por movimiento de rocas, etc., serán objeto de selección del punto de inspección.

(3) Deslizamiento de tierra

i) Si corresponde a uno de los siguientes items:
   [1] Punto de amenaza de deslizamiento de tierra y/o
   [2] Zona de protección de deslizamiento de tierra
ii) Si se observa el síntoma de deslizamiento de tierra. (Anormalidad de estructuras viales, y el punto en que se observe el síntoma de deslizamiento, al alcance de la mirada, incluido la topografía)

(4) Terraplén

El terraplén que tiene más de 5m. de altura, y corresponde a, por lo menos, uno de los siguientes ítems:

i) La situación del sitio corresponde a, por lo menos, una de las siguientes condiciones:
   [1] Terreno formado por deslizamiento de tierra
   [2] Terreno de captación de agua
   [3] Terreno formada por meteorización
   [4] En la pendiente escarpada
   [5] Frente del río
   [6] Tierra baja en el fondo de valle
   [7] Tierra ganada por relleno
   [8] Tierra ganada al mar
   [9] Terreno blando (tierra baja de depósito aluvial y que corresponda a uno de los siguientes)
   [10] Ex-cauce, o actualmente cauce
   [11] Tierra baja en dunas, o en bancos de arena
   [12] Pantano formado por vertedero
   [13] Ex-pantano, ex-lago
   [14] Acceso de puente
ii) Se observa problemas de instalación de drenaje

(5) Flujo de agua con sedimentos

El barranco o río pequeño, que cruce la carretera, que cumpla con todas las condiciones siguientes:

i) La carretera cruza el barranco por medio de un puente, una alcantarilla de caja (box culvert) o un puente tipo desbordante. Tomando como excepción puentes que crucen el barranco por medio de un túnel, el cual posee más de 10 m de espacio libre debajo de su viga. Así mismo exceptuamos barrancos que tenga más de 20 m de ancho.

ii) La superficie de la cuenca debe ser de más de 1 ha. (0.01km2).

iii) La inclinación máxima del lecho del barranco de agua arriba debe ser de más de 10o.

iv) La inclinación del punto de cruce debe ser de más de 2o.

(6) Socavación de cimiento de puente

Los puentes que se construyeron en la zona del río deben ser objeto de inspección, excepto los siguientes:

i) El puente que existe en la zona de agua estancada, y no hay posibilidad de socavación.

ii) El puente que consiste sólo en estribo, o sea no tiene pilas, y en ambos lados del puente está realizado la obra de protección de orillas.

iii) La obra adecuada de protección de socavación fue realizada y no se encuentra anormalidad en la obra.

iv) Si el cimiento es de pilote, de caja hidráulico, de pilote de tubo de acero, y la penetración (profundidad desde lecho a capa soporte) es suficiente (de más de 15 m. y más de 8 veces la distancia entre pilas que se crucen con la corriente en ángulo recto).

v) La estabilidad de cimentación está confirmada, y no hay cambio de la corriente por regulación del río, etc.

vi) El largo del puente es menor de 15 m.. Sin embargo, aunque sea menor de 15 m., si tiene la historia de daños causados por desastres naturales, y se observa alta posibilidad de desastres por el estado del río y estructura de puente, debe ser objeto de inspección.

(7) Muro de retención

El punto que corresponde, al menos, a una de las siguientes condiciones:

i) El muro de retención cuya anormalidad influye en el alrededor. (En caso de muro de mampostería, de bloques, mixto, de gravedad y de cantiliver más de 3m. de altura, y otros tipos de muros de más de 5m. de altura.)

ii) La situación del sitio corresponde al menos a una de las siguientes condiciones:

[1] Terreno formado por deslizamiento de talud

[2] Terreno de captación de agua

[3] Terreno formada por meteorización

[4] En el talud escarpado

[5] Frente del río

[6] Tierra baja en el fondo de valle

[7] Tierra ganada por relleno

[8] Tierra ganada al mar

[9] Terreno blando (tierra baja de depósito aluvial y corresponde a uno de los siguientes)

[10] Ex-cauce, o actualmente cauce

[11] Tierra baja en duna, o en banco de arena

[12] Pantano formado por vertedero

[13] Ex-pantano, ex-lago

[14] Acceso de puente

3.2 Calibración de los Resultados de la Inspección

3.2.1 Objetivos de calibración

En caso de que se realice la inspección de estabilidad a través de los técnicos plurales, aparecerá la diferencia individual en los resultados de la inspección y dificultará la evaluación con los mismo criterios. Cuando sólo un técnico la realiza, la evaluación del talud de corte y el talud natural posiblemente dependa la apreciación relativa de la condición natural de sitios de estudio. Por lo tanto, es necesario rectificarla por medio de comparación de algunos resultados de inspección de estabilidad.

Este Manual, con el fin de estandarizar los criterios de evaluación, establece la calibración de resultados de inspección de estabilidad que se llevará a cabo en una etapa del estudio.

3.2.2 Tiempo y método de realización de calibración

(1) Tiempo de realización de calibración

a) En la etapa del inicio de inspección, cuando se haya terminado la inspección en más de diez sitios que se ubican en la misma ruta (incluido las rutas lindantes) con los mismos ítems de inspección, los resultados deberán ser ordenados conforme al puntaje final de cada tabla de inspección. Luego, consultando la tabla de inspección, se verificará la pertinencia de ordenación y se revisará la puntuación de cada ítem de inspección de la tabla y la evaluación total, por necesidad.

   En caso de que la cantidad del sitio inspeccionado sea menos de diez por un técnico, se realizara la calibración al terminar la inspección de todos los sitios.

b) Es posible que aparezca la diferencia de evaluacuón de estabilidad debido a la condición de taludes de cada ruta, por cada mes después del inicio de inspección o cuando haya cambio de técnicos de inspección se deberá ordenar los sitios de primero a décimo por puntaje basandose en la puntuación final de la inspección de estabilidad. Luego, se verifica la pertinencia de ordenación y se revisa la puntuación de cada ítem de inspección de la tabla y la evaluación total, por necesidad.

c) Teniendo en cuenta el puntaje y la evaluación integral de los sitios en que se realizó la calibración, hay que seguir inspeccionando los otros sitios.

(2) Método de calibración

En la etapa inicial de la ejecución de inspección de estabilidad, cuando se termine más de 10 sitios de inspección con los mismos ítem como se muestra en la Figura-3.2.2, los resultados serán ordenados como podemos observar en la Tabla-3.2.2 abajo mostrada.

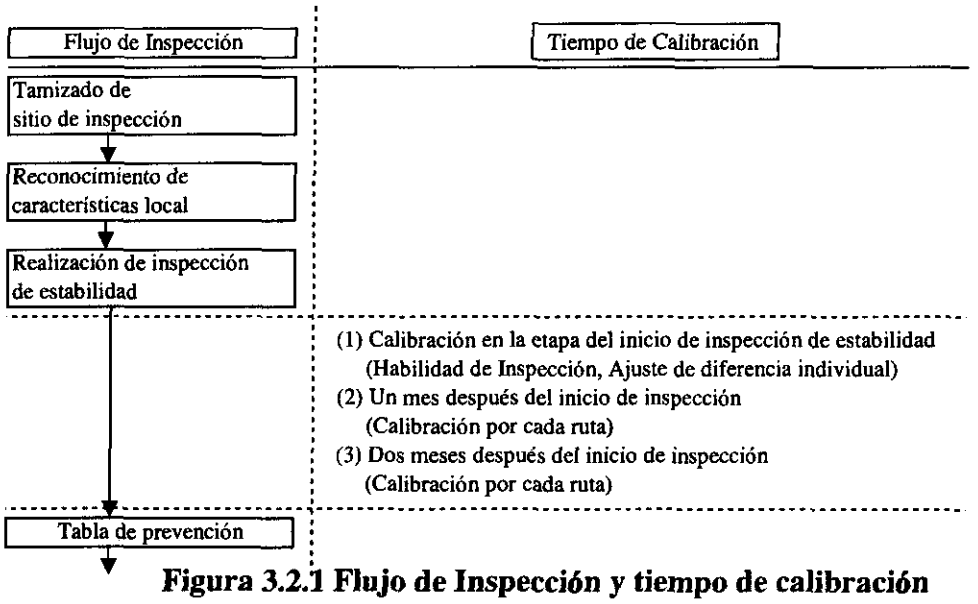


Figura 3.2.1 Flujo de Inspección y tiempo de calibración

Tabla 3.2.1 Calibración de etapa inicial de inspección (Ejemplo)

Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sitio de inspección (Puntaje)	A (80)	F (80)	G (60)	B (55)	D (50)	C (50)	H (40)	I (30)	J (20)	E (20)
Ejecución de Calibración	Ídem	Ídem	Ídem	B (70)	Ídem	C (60)	Ídem	Ídem	J (40)	Ídem

Comentario	Como resultado de calibración, surgió la duda de orden de B, C, J. Luego revisó y cambió los puntajes y orden.

Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sitio de inspección (Puntaje)	A (80)	F (80)	B (70)	G (60)	C (60)	D (50)	H (40)	J (40)	I (30)	E (20)

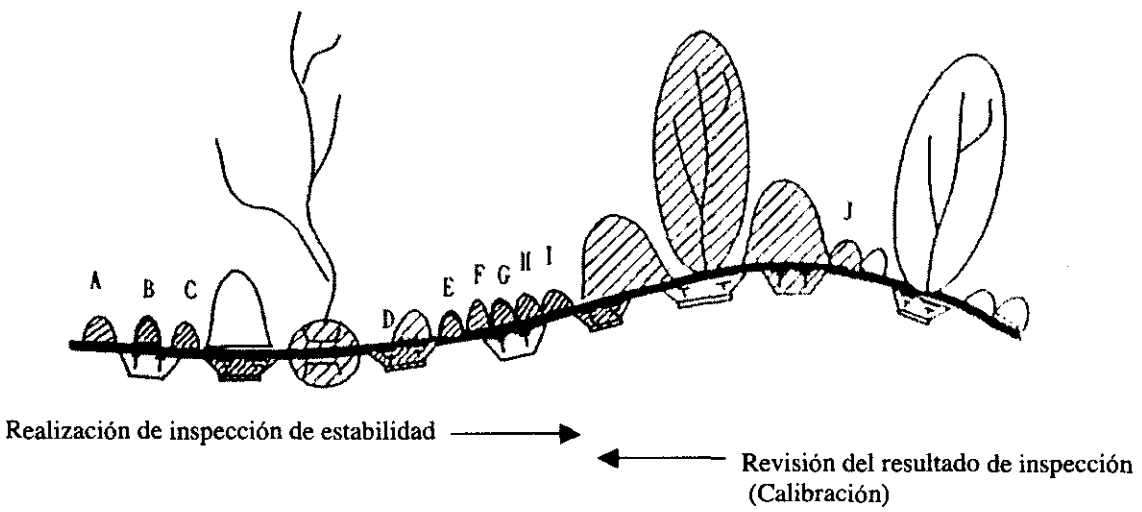


Figura 3.2.2 Calibración del resultado de inspección de estabilidad

Después de realizada la inspección de estabilidad, cada mes se deberá hacer la calibración por ruta y revisar el puntaje de inspección a fin de adecuación de evaluación.

Tabla 3.2.2 Calibración por ruta (Ejemplo)

Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Nota
Ruta A: Sitio de inspección (Puntaje)	A (80)	F (80)	B (70)	G (60)	C (60)	D (50)	H (40)	J (40)	I (30)	E (20)	
Ruta B: Sitio de inspección (Puntaje)	e (90)	h (90)	a (70) ↓ (80)	b (70) ↓ (80)	i (70)	c (60)	i (50)	d (30) ↓ (40)	f (30)	g (20)	En contraste con Ruta A, la evaluación de Ruta B era un poco baja.
Ruta C:											

(3) La inspección de la misma ruta y los mismos ítems deberá pasar a través de dos o más inspectores.

La inspección de la misma ruta y los mismos ítems deberá pasar a través de dos o más inspectores en los tiempos que se indican en 1)-①, ②, luego se revisará y comparará la ordenación de cada uno y por necesidad modificar el puntaje a fin de ajustar la evaluación.

3.2.3 Los ítems de inspección que deben ser sometidos a la calibración

Los ítems de inspección que deben ser sometidos a la calibración son los tres siguientes; en los que posiblemente haya desviación de puntajes y cantidad mayor.

[1] Caída de roca y colapso

[2] Colapso de masa de roca

[3] Muro de retención

3.3 Método de Evaluación de Caída de Rocas y Colapso

3.3.1 General (Caída de rocas y Colapso)

(1) Evaluación de factor, medidas e historia

El objeto de la inspección de la caída de rocas y colapso, son los fenómenos que ocurren en el talud de corte y en la pendiente natural, exceptuando el derrumbe de rocas, deslizamiento de tierra y alud de fango.

La inspección debe realizarse por medio de dos evaluaciones paralelas: Una es la evaluación de los factores que se enfoca en la topografía, geología, inclinación de talud, altura, anormalidad actual y eficiencia de medidas existentes. Otra es la evaluación de la historia de desastres, sobre todo la historia de desastres ocurridos después de la ejecución de las obras. Luego se hará una comparación de las dos notas de las evaluaciones, y la nota mayor será la nota de evaluación de estabilidad.

Para determinar la unidad de talud de corte y/o talud natural, hay que tener en cuenta lo siguiente:

[1] Que no haya mucha variación en la condición del talud de corte y/o talud natural, o sea que se pueda considerar como un talud de corte y/o un talud natural.

[2] Deben ser continuos sin estar separados por un barranco etc..

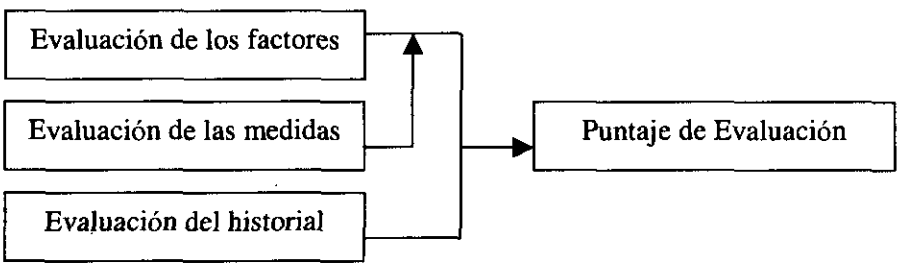


Figura 3.3.1 Concepto de nota de evaluación

(2) Evaluación integral

Los técnicos profesionales consideran la escala e influencia de desastres teniendo en cuenta;

i) factores de desastres,
ii) eficiencia de medidas,
iii) historial de desastres,
iv) condiciones alrededor del sitio.

Luego seleccionan la respuesta necesaria por medio de las tres categorías que se indican abajo:

● Es necesario tomar medidas	El sitio en donde existen factores potenciales de desastres
● Responder, elaborando una "Tabla de Prevención de Desastres"	El sitio donde existe una futura necesidad de tomar medidas, pero, por el momento, hay que controlar por vigilancia conforme al "Tabla de Prevención"
● No es necesario tomar nuevas medidas	El sitio en donde no se observa factores de desastres, y no necesite tomar nuevas medidas

(3) Estabilidad en caso de terremoto

Marcar el ítem que corresponde con un círculo:

[Ejemplo de terreno inestable]]

[1] Punta de cresta

[2] Convexidad de talud de corte y/o talud natural, y voladizo

[3] El talud en que existan rocas desprendidas y/o canto rodado

(4) Factores a ser considerados para la evaluación de estabilidad

1) Topografía

En el sitio en que ocurran con frecuencia la caída de rocas y el colapso, se observará la topografía particular formada por el resultado de esos fenómenos, o la topografía que provoca la caída de rocas y el colapso. Por lo tanto, la zona que tenga esa fisonomía se puede clasificar como una zona potencial de caída de rocas y colapso. Esas topografías se llaman topografía de factores colapsables. A continuación nombraremos algunas clasificaciones consideradas como la topografía de factores colapsables:

[1] Terreno formado por meteorización o depósito de materiales meteorizados

[2] Terreno formado por colapso

[3] Línea de mella clara, o línea "knick" clara

[4] Falda de meseta

[5] Erosión notable en pie

[6] Voladizo

[7] Talud de captación de agua

[8] Terreno formado por flujo de agua con sedimentos

2) Suelo, geología y estructura

El suelo, la geología y la estructura colapsable, o sea el ciclo rápido de caída de rocas y colapso, se clasifican como:

a) Suelo colapsable

[1] Suelo erodable

[2] Suelo que pierde la resistencia por contener la humedad

[3] Otros

b) Calidad de roca colapsable

[1] Alta densidad de fisuras y capa floja (grietas, falla, capa de estratificación frágil, capa de esquistosidad, intrusión, etc.),

[2] Roca blanda erodable

[3] Calidad de roca fácil de meteorizarse

[4] Otros

c) Estructura colapsable

[1] "Dip slope"-declive fácil de deslizarse- (capa de estratificación, línea frágil)

[2] Suelo sobre la base de roca impermeable

[3] Roca de que su parte superior es dura e inferior es blanda

[4] Otros

3) Estado de capa superficial

Los ítem que enlistaremos a continuación serán tomados en cuenta en la inspección. Estos ítem son importantes, y de vez en cuando son claves para la evaluación de estabilidad.

a) Estado del suelo superficial, rocas desprendidas y canto rodado

La existencia del suelo superficial inestable, las rocas desprendidas y el canto rodado es material directo de evaluación. En caso que se observe la inestabilidad de rocas desprendidas y/o canto rodado, es el talud de corte y/o el talud natural que provoca la caída de rocas en caso de un terremoto.

b) Manantial

Donde hay muchos manantiales, muchos agujeros? chorrillos de forma grieta debajo del suelo superficial. Y se puede considerar de que si hay alto volumen de agua de manantial,

[1] La presión del agua de manantial es alta,

[2] El diámetro de chorrillo es grande,

[3] Alta posibilidad de continuidad de canal de agua,

[4] Alta capacidad de captación de agua, etc..

Por lo tanto, la existencia de manantial es una señal de envejecimiento de la capa meteorizada de pendiente natural, de abertura de grietas y de capacidad de captación de agua.

c) Estado de cubierta superficial

La tierra desnuda, consiste en rocas, gravas y suelo, es tierra que está muy erosionada y que origina la inestabilidad del talud natural, sobre todo la caída de rocas. Si aparece erosión en surco (el canal de aguas de lluvia) en el suelo, este se extiende paulatinamente, luego se

convierte en cárcavas (el valle formado por erosión) y provoca la inestabilidad del talud natural provocando luego un colapso de gran dimensión.

En el talud natural con cubierta vegetal, principalmente con hierbas, no existen muchas erosiones superficiales. Pero, por falta de desarrollo de raíces de árboles, existe la posibilidad de que pueda ocurrir el colapso como fisilidad. En la pendiente natural con la topografía de captación de agua en donde se encuentran vegetaciones aunque no hay buena insolación, posiblemente existe abundante agua subterránea, y forma así el terreno fácil de deslizarse.

El talud natural con árboles muestra que no ha habido colapso durante mucho tiempo. Pero, no significa que la pendiente sea estable. La capa del suelo superficial, la capa meteorizada, es gruesa por no haber ocurrido colapsos durante mucho tiempo, y es posible que ocurra el colapso con gran profundidad por poca lluvia.

4) Forma (Inclinación y altura de talud y talud natural)

En la misma condición topográfica, geológica e hidráulica, una mayor inclinación de talud de corte y/o talud natural, y de mayor altura de ellos deben ser considerados como de menor estabilidad.

Sin embargo, para la definición de la inclinación de talud de corte, está aplicada la proporción estándar de corte de talud que garantiza la estabilidad por experiencia, y están considerados la calidad de suelo y la calidad de roca. Por lo tanto, hay que evaluar la estabilidad en relación con la inclinación de talud mencionada anteriormente.

5) Anormalidad

La anormalidad en el talud de corte y talud natural es un criterio de evaluación de estabilidad. La anormalidad en el talud de corte se pueden reconocer relativamente fácil, pero la anormalidad en el talud natural acarrea dificultades de encontrarles, aunque se realice la inspección detallada de campo. De manera que hay que observar el talud y/o pendiente natural del alrededor como punto de referencia para la evaluación.

a) Anormalidad de talud y/o talud natural mismo

Si existen las siguientes anormalidades, serán tomados como criterios directos de evaluación de estabilidad, y será necesario evaluarles como de baja estabilidad:

[1] Fisilidad,
[2] Pequeña caída de rocas,
[3] Erosión de cárcavas,
[4] Socavación,
[5] Agujero de escorrentía,

[6] Hundimiento,
[7] Expansión,
[8] Torcedura de raíces,
[9] Árboles tumbados,
[10] Grietas,
[11] Grietas abiertas,
[12] Anormalidad de obras existentes (Despegadura de mortero pulverizado, grietas y desplazamiento de junta en la obra de protección de talud.)

b) Anormalidad de talud y/o talud natural lindante

En muchos casos, el talud y la pendiente natural lindantes, están en la misma condición topográfica y geológica que el punto de inspección. Y se dice que el lado del sitio donde han ocurrido los desastres está inestable. Por lo tanto, hay que evaluar la historia de caída de rocas y colapso, y la existencia de anormalidad del lindante.

(6) Historia de desastres

Después de recientes obras de tratamiento, si existen la caída de rocas y colapso en el talud y/o en el talud natural, hay que evaluar la estabilidad teniendo en cuenta la frecuencia y el grado de impedimento de tránsito.

3.3.2 Tabla de Inspección de Estabilidad y Guía para Llenar (Caída de Rocas y Colapso)

"Tabla de Inspección de Estabilidad" se muestra en Tabla 3.3.2

Para la evaluación de factores, lo primero, que hay que determinar como objeto de inspección son el talud de corte, talud natural, o un compuesto de los dos.

Si el objeto de inspección es sólo el talud de corte, hay que dejar en blanco la casilla de la pendiente natural, y si el objeto de inspección es sólo la pendiente natural, hay que dejar en blanco la casilla del talud de corte. En caso de que exista la pendiente natural objeto de inspección sobre el talud de corte, hay que observar los dos, y llenar ambas casillas. Hay que poner el puntaje por cada ítem de evaluación. La cifra que está indicada en ( ) de la casilla de puntaje de evaluación , muestra el puntaje máxima de cada ítem. Luego hay que sumar los puntajes de talud y/o talud natural o de los dos como el puntaje de evaluación del sitio de inspección.

(1) Evaluación de factores

1) Topografía

Evaluar la topografía con factores colapsables de talud y/o talud natural objeto de inspección, parte superior de ellos y sus alrededores. La topografía con factores colapsables está clasificada desde la a) hasta la h) como se indica abajo. Al talud de corte, hay que clasificarle

como terreno formado por meteorización (depósito de materiales meteorizados) u otros. El talud natural, hay que clasificarle en terreno formado por colapso, línea de mella clara, u otros. Hay que marcar el puntaje dependiendo del número de terreno correspondiente. En el sitio de inspección, el punto más inestable de terreno con factores de colapso deben ser objeto de evaluación. Sobre el talud de forma convexa y voladizo, hay que marcar con un círculo en G4 (sinpuntaje).

a) Terreno formado por meteorización o Depósito de materiales meteorizados (Figura 3.3.2)

Es el talud natural que tiene una inclinación muy suave en la falda. Es el talud formada por caída de capa meteorizada y consiste en sedimentos de gravas y flojos.

b) Terreno formado por colapso (Figura 3.3.4)

Los taludes naturales y sus faldas donde se observan huellas de colapso, huella de alud de fango, cabecera de cárcavas y cuchara, etc..

c) Línea de mella clara o línea "knick" (Figura .3.3.5)

La línea de mella es la línea donde cambia la inclinación de suave a escarpada. Por lo general, donde existe la línea de mella se observa el colapso por erosión. Como es posible que existan unas líneas, hay que fijar la línea más clara.

d) Pie de meseta, pendiente de terraza (Figura 3.3.3)

El pie de meseta y pendiente de terraza paralela al río o al mar. La parte superior de la pendiente, en general, es plana.

e) Erosión notable en pie (Figura.3.3.6)

Donde se dobla el río y erosiona el pie de la pendiente natural (pendiente socavada), se observan rocas y suelo desnudo. Donde existe la erosión de pie de pendiente natural por ola del mar también se observan igual.

f) Voladizo (Figura 3.3.7)

El suelo superficial y masa de roca están muy accidentados tridimensionalmente, y parcialmente se observa voladizo (inclinación será más de 90°).

g) Taludes colectores de agua (Quebrada) (Figura 3.3.8)

Las pendientes se extienden en forma de cuenca, y su parte baja es angosta.

h) Talud natural de forma convexa

El terreno de forma de tejado tiene la punta convexa.

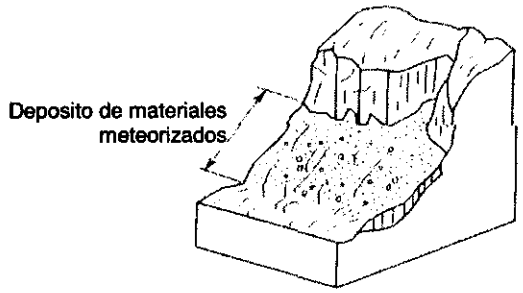


Figura 3.3.2
Terreno formado por materiales meteorizados(Depósito de materiales meteorizado)

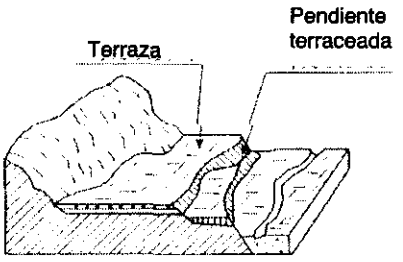


Figura 3.3.3 Terraza

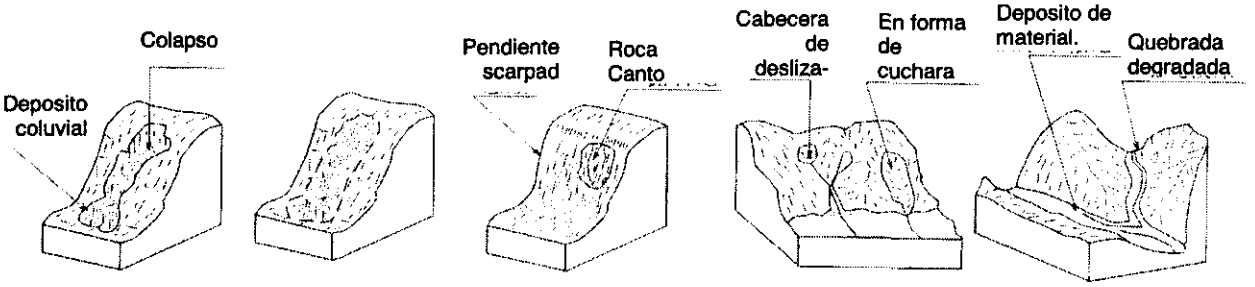


Figura 3.3.4 Huellas de colapso

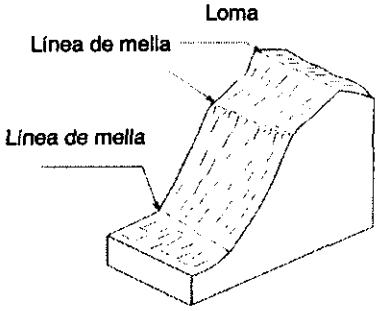


Figura 3.3.5 Línea de mella

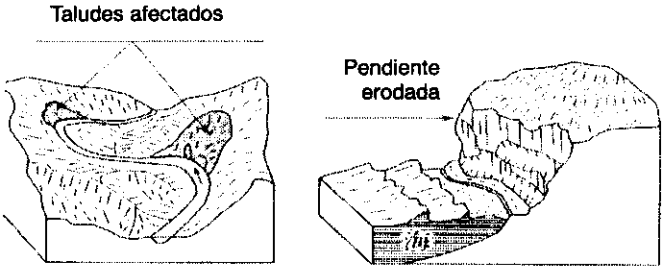


Figura 3.3.6 Pendiente cuyo pie está muy erosionado

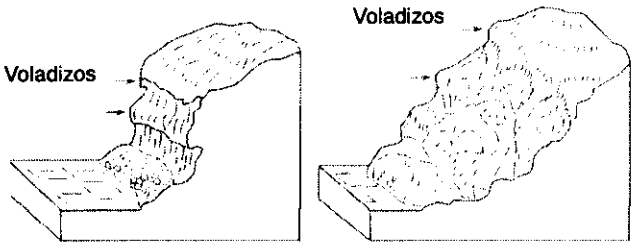


Figura 3.3.7 Voladizo

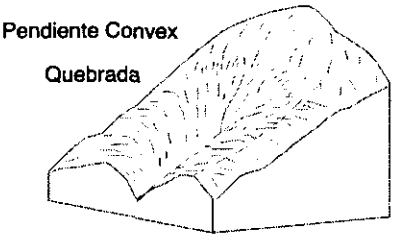


Figura 3.3.8 Pendientes colectores de agua(quebradas), pendientes convexas

2) Suelo, Calidad de Roca y Estructura

En cuanto al suelo, calidad de roca y estructura colapsables se evalúan conforme a los siguientes criterios. Sin embargo, en muchos casos, estos factores no se pueden identificar sólo por la observación del talud. Es necesario observar el alrededor del sitio de inspección y

consultar con los datos existentes. Por la heterogeneidad del suelo y rocas, la evaluación será difícil, pero el punto que se considere como más critico debe ser objeto de evaluación.

a) Suelo colapsable

Si la mayor parte del suelo del talud y/o talud natural corresponde al siguiente, hay que evaluar y clasificarle como "Notable", "Algo notable", y "No corresponde". El punto que no se pueda definir claramente, hay que evaluarle como "Algo notable".

i) Suelo que no tiene resistencia a la erosión
Suelo volcánico, suelo granítico descompuesto, arena de montaña (pit sand), capa de gravas, etc.

ii) Suelo debilitado por humedad
Arena limosa, limo arenoso, arcilla limosa, etc.

iii) Otros
Suelo coluvial no solidificado, suelo particular del sitio que provoca caída de rocas y colapso

b) Calidad colapsable de rocas

Método de evaluación debe ser igual que a) arriba.

i) Roca muy blanda
Las rocas que se pueden romper con ligero golpe de martillo. Son las rocas sedimentarias después de el nuevo período terciario. Repiten pequeños colapsos como fisilidad en el corto ciclo. El ciclo de colapso depende del espesor de la capa superficial. En donde exista menos espesor de capa superficial, el ciclo de colapso es más corto.

ii) Roca que se envejece rápidamente
Rocas expansivas (serpentina, esquisto de barro, lutita, roca sedimentaria, esquisto meteorizado, andesita, etc.) Estas rocas contienen muchas cantidades de minerales de arcilla. La parte fresca de esas rocas es dura, pero en la parte meteorizada se observa mucha fisilidad. Y son las rocas que se meteorizan rápidamente, y forman el talud natural con capa meteorizada gruesa.

iii) Rocas con alta densidad de fisuras y capa frágil
Las fisuras y capa frágil (grietas, fallas, estratificación, esquistosidad, etc.) se observan cada 20 o 30cm. Y se convierten en bloques con forma laminar, de columna y de dado.

iv) Otros
La calidad de roca particular del sitio que provoca caída de rocas y colapso, existe en la zona de trituración y alrededor de aguas termales.

c) Estructura colapsable

Las estructuras que corresponden a los siguientes, y el método de evaluación es igual que a).

i) Suelo sobre rocas impermeable

Como se indica en la Figura 3.3.9

ii) Las fisuras y capa frágil forman una pendiente fácil de deslizarse (dip slope)

El talud con estructura deslizable (dip slope) está indicada en la Figura 3.3.10.

iii) Roca cuya parte superior es dura y la parte de pie es frágil

Son estructuras de roca de cubierta, como se muestra en la Figura 3.3.11. No sólo esta estructura sino también la deformación de pie por la erosión y la fisura vertical de la parte superior dura serán objeto de evaluación.

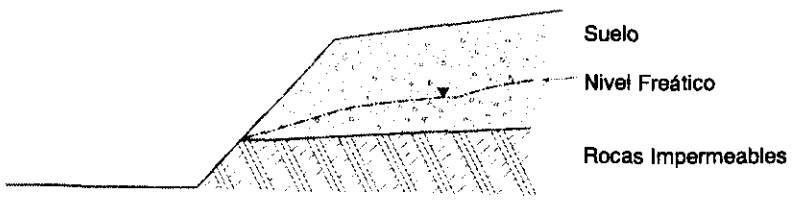


Figura 3.3.9 Suelos sobre rocas impermeables

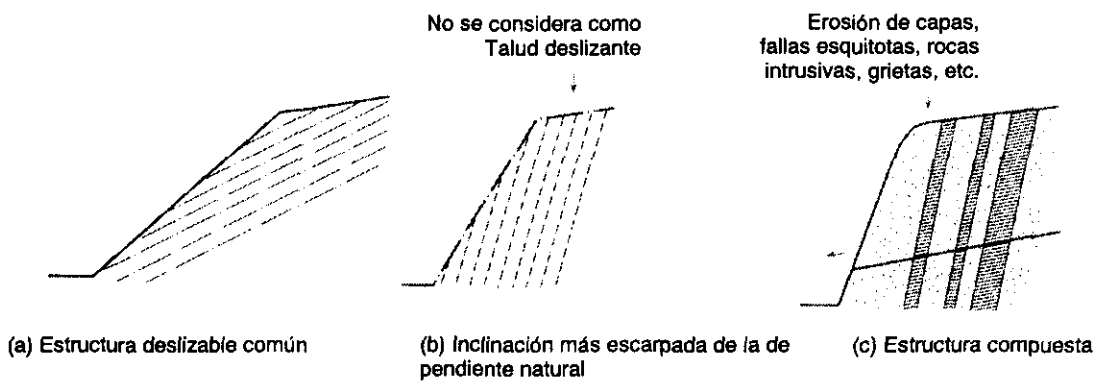


Figura 3.3.10 Pendiente con estructura deslizable ((a) y (c))

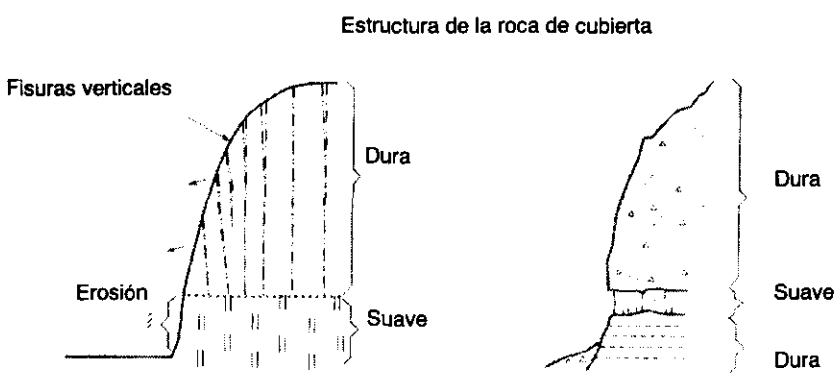


Figura 3.3.11 Parte alta dura, rocas blandas al pie

3) Situación de capa superficial

a) Estado del suelo superficial, roca desprendida y canto rodado

Es un factor muy importante para evaluar la estabilidad de talud y/o talud natural, y se requiere una observación muy detallada. Al evaluar el suelo superficial, roca desprendida y canto rodado hay que consultar con la Tabla 3.3.1.

Para la evaluación de capa soporte, hay que verificar la existencia de caída reciente de canto rodado, calidad de roca y suelo alrededor de roca desprendida y canto rodado. También hay que observar el estado vegetal. (Figura 3.3.12)

Tabla 3.3.1 Método de evaluación de estabilidad del suelo superficial, roca desprendida y canto rodado

Evaluación	<Capa de suelo superficial>	<Roca desprendida, Canto Rodado>
Inestable	·La capa de suelo superficial es gruesa (más de 50cm.). Se observan el movimiento de capa superficial y huella de erosión.	·Existen muchos de los siguiente, Dos tercio de diámetro está fuera de superficie del suelo Está completamente desprendida, y se puede mover por fuerza humana
Algo Inestable	·La capa de suelo superficial es gruesa, pero no se observan movimientos de capa superficial ni huella de erosión. ·La capa de suelo superficial no es gruesa, pero hay posibilidad de movimiento de capa superficial y erosión.	·No existen tanto de ① y ② ·El grado de afloramiento de roca es bajo. ·La roca está desprendida un poco, pero no se puede mover por fuerza humana
Estable	·La capa de suelo superficial no es gruesa o no existe. No se observa el movimiento de capa superficial por medio de observación del estado vegetal.	·No existe roca desprendida ni canto rodado ·Si existe, pero está relativamente estable

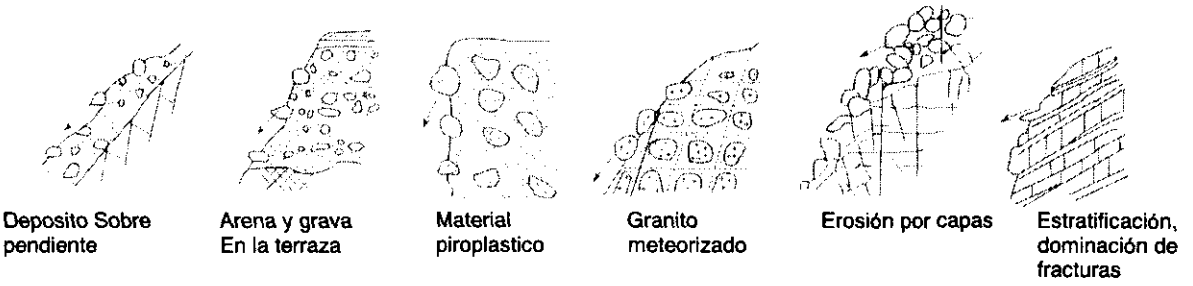


Figura 3.3.12 Ejemplos de rocas desprendidas y canto rodado

b) Situación de aguas de manantial

El número de manantiales y el volumen de agua de este varían antes y después de la lluvia, pero hay que evaluar y clasificar en tres categorías. En caso de que haya dificultad de determinación, hay que evaluar como "ii) Se rezuma agua" .

i) Existe manantial

La palabra "manantial" es definida como el volumen de agua que sale y forma una corriente o como el volumen de agua que sale y que provoca la pérdida de resistencia del suelo.

En caso de que haya esparcimiento artificial en la parte superior de pendiente natural, debe ser objeto de evaluación.

ii) Se rezuma agua

El talud y/o talud natural está mojado, pero tiene menor volumen de agua que el que se menciona en i).

iii) No hay.

c) Estado de cubierta superficial

El criterio de evaluación es diferente entre el talud de corte y talud natural. Es recomendable que se observen desde el sitio que se pueda conseguir una vista general de el talud y la pendiente natural.

i) Estado de cubierta vegetal de talud.

Hay que seleccionar uno de los tres siguientes.

[1] Tierra desnuda- Cubierta vegetal; Talud sin tratamiento o talud con la obra de cubierta vegetal

[2] Mixto; Talud con la combinación de obras de cubierta vegetal y obra de protección de estructura de parrilla o de malla o de muro de retención.

[3] Estructuras; Mayor parte de talud está cubierta por obras de mortero pulverizado o de parrilla o de muro de retención.

ii) Estado de cubierta de pendiente natural

Hay que seleccionar uno de los tres siguientes.

[1] Tierra desnuda- Cubierta vegetal (planta herbaria); Pendiente natural desnuda que consiste en rocas y gravas o cubierta por la planta herbaria que sus raíces no sujetan bien la capa superficial de pendiente.

[2] Mixto; Estado de cubierta no es uniforme; Se observa una mezcla de tierra desnuda, cubierta por hierbas y por árboles.

[3] Árboles; Mayor parte de pendiente está cubierta por árboles.

4) Forma (Inclinación y altura de talud de corte y talud natural)

El criterio de evaluación es diferente entre el talud de corte y el talud natural.

a) Inclinación y altura de el talud de corte

La evaluación debe realizarse por medio de la clasificación del material principal del talud tal como suelos o rocas.

i) Talud que consiste en suelos

Hay que evaluar la combinación de la inclinación y la altura del talud. Como se indica en la tabla 3.3.4, hay que clasificarla conforme a la inclinación estándar de el talud de cada tipo de suelo.

[1] Altura de talud es más de 30m. (H>30m.)

[2] Altura de talud es menos de 30m., inclinación es más que el estándar (H≦30m, i>estándar)

[3] Inclinación está dentro de estándar, altura es más de 15m. pero menos de 30m. (15≦H<30m, i≦estándar)

[4] Inclinación está dentro de estándar, altura es menos de 15m. (H<15m., i≦ estándar)

ii) Talud que consiste en rocas

Hay que evaluar por clasificación de altura.

[1] Más de 50m. (H≧50m.)

[2] Más de 30m. menos de 50m. (30≦H<50m.)

[3] Más de 15m. menos de 30m. (15≦H<30m.)

[4] Menos de 15m. .(H<15m)

Tabla 3.3.2 Inclinación estándar de talud de corte

Suelo de talud		Altura de corte	Inclinación
Roca dura			1 : 0.3- 1 : 0.8
Roca blanda			1 : 0.5- 1 : 1.2
Arena	No denso y mala distribución de granos		1 : 1.5-
Suelo arenoso	Denso	Menos de 5m.	1 : 0.8- 1 : 1.0
		5m.- 10m.	1 : 1.0- 1 : 1.2
	No denso	Menos de 5m.	1 : 1.0- 1 : 1.2
		5m.- 10m.	1 : 1.2- 1 : 1.5
Suelo arenoso con ripio y rocas	Denso, o buena distribución de granos	Menos de 10m.	1 : 0.8- 1 : 1.0
		10m.- 15m.	1 : 1.0- 1 : 1.2
	No denso, o mala distribución de granos	Menos de 10m.	1 : 1.0- 1 : 1.2
		10m.- 15m.	1 : 1.2- 1 : 1.5
Suelo cohesivo		Menos de 10m.	1 : 0.8- 1 : 1.2
Suelo cohesivo con rocas o canto rodado		Menos de 5m.	1 : 1.0- 1 : 1.2

Nota: i) En caso de que no se aplique una única inclinación a causa de la composición del suelo, la altura e inclinación de el talud de corte se determinan como sigue.
ii) El limo se incluirá en el suelo cohesivo
iii) Otro tipo de suelo se considera separadamente.

b) Inclinación y altura de pendiente natural

Evaluar la altura e inclinación de talud natural objeto de inspección. (figura 3.3.13)

La medición de altura de talud natural sobre el talud de corte se incluye en la altura de talud de corte. Para la medición de la inclinación del talud no se incluye la del talud de corte.

i) Altura de talud

Evaluar la altura de pendiente según la clasificación que se indica abajo:

[1] Más de 50m. (H≧50m.)

[2] Más de 30m. menos de 50m. (30≦H? 50m.)

[3] Más de 15m. menos de 30m. (15≦H? 30m.)

[4] Menos de 15m. (H? 15m.)

ii) Inclinación de talud

[1] Más de 70° (i≧70°)

[2] Más de 45°, menos de 70° (45°≦i? 70°)

[3] Menos de 45° (i? 45°)

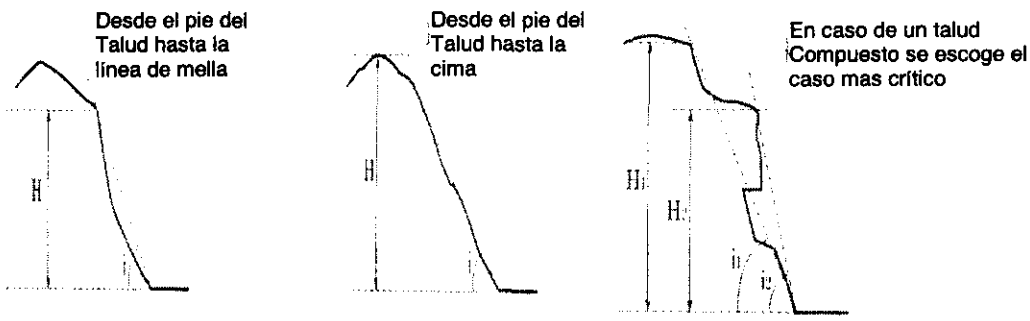


Figura 3.3.13 Método de medición de inclinación y altura de pendiente natural

5) Anormalidad

a) Anormalidad en talud y/o talud natural

Inspeccionar la existencia de siguiente anormalidad relacionada con caída de rocas y colapso.

i) Fisilidad (Figura 3.3.14)

En caso de que existan sedimentos producidos por fisilidad en el pie de el talud y/o talud natural, o se observe las huellas de fisilidad en el talud y/o pendiente.

ii) Pequeña caída de roca (Figura 3.3.15)

En caso de que existan rocas caídas (su diámetro debe ser más de unos centímetros) en el pie de talud y/o talud natural.

iii) Erosión de cárcavas, Socavación (Figura 3.3.16)

En caso de que exista anormalidad en que se muestra la erosión tales como erosión en surco, de cárcavas y socavación.

iv) Agujero de escorrentía

En caso de que hayan agujeros cuyo diámetro es más de unos centímetros. Aunque no se observa el chorrito de agua, debe ser objeto de evaluación.

v) Hundimiento

En caso de que exista hundimiento cuyo ancho es más de 10cm.. Este fenómeno es producido por grieta por tensión o el desarrollo de agujero de escorrentía, o por la socavación parcial.

vi) Expansión ("Conceiving")

En caso de que se observa más de 10 cm. de expansión. De vez en cuando, acompañado por grieta por tensión y anormalidad de obra de protección de talud en su parte superior.

vii) Torcedura de raíz de árbol (Figura 3.3.17)

Anormalidad que se observa cerca de la raíz de árbol. Esta torcedura es provocada por deslizamiento del suelo superficial. Después de la tala del árbol, se puede saber el movimiento del suelo superficial por medio de la observación de la desviación del anillo anual de árbol o de madera de compresión.

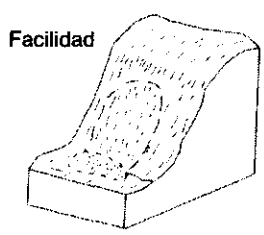


Figura 3.3.14 Fisilidad

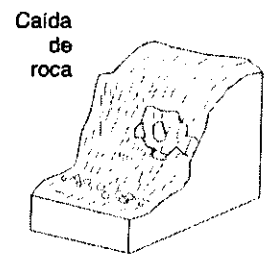


Figura 3.3.15 Caída de roca

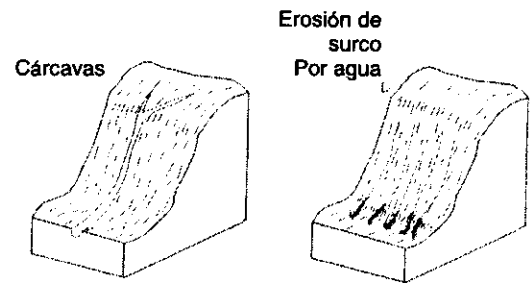


Figura 3.3.16 Erosión de cárcavas y de surcos, socavación

Figura 3.3.17 Raíces torcidas

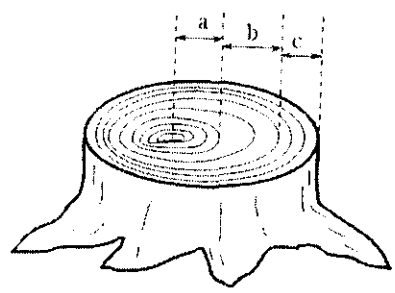


Figura 3.3.18 Desviación del anillo anual

viii) Árbol tumbado

Árbol tumbado por erosión del suelo superficial o por deformación.

ix) Grieta abierta

Evaluar la grieta abierta grande en la masa de roca. La grieta abierta en la roca blanda no se puede considerar como criterio a causa de la alta posibilidad de deformación.

b) Anormalidad en talud y/o talud natural lindante

Hay que evaluar la anormalidad en talud y/o talud lindante en donde se observa la misma característica topográfica y geológica. Los ítems de inspección son caída de rocas, colapso, derrumbe de rocas, grietas y expansión etc., y el resultado debe clasificar en uno de los tres que se indica abajo:

i) Se observa unas anormalidades, Anormalidad notable
ii) Se observa una anormalidad, Anormalidad no tan notable
iii) No existe

(2) Evaluación de eficiencia de obras existentes

1) Eficiencia de obras existentes

La evaluación de eficiencia de obras de tratamiento debe ser realizada considerando el tipo, escala y frecuencia de desastres naturales supuestos, y también por medio de la inspección, el envejecimiento y daños de estructuras de obras de tratamiento. Además, hay que tomar en consideración el espacio libre desde talud y/o talud natural.

Hay que evaluar el grado de eficiencia de obras de tratamiento conforme a los criterios que se indican abajo. Sobre todo, hay que observar bien la altura de cerco de prevención para la caída de rocas (¿Tiene más de 2 metros de altura hacia la dirección vertical de talud?), la anormalidad de obra de mortero pulverizado, de malla de protección para la caída de rocas y obra de anclado en talud.

a) "Es suficiente"

En donde se espera la eficiencia de obras de tratamiento contra los desastres supuestos.

i) Existe obra de cobertura para la caída de rocas. O obras de protección para caída de rocas (Muro de retención de hormigón, malla de prevención, etc.) cubren el área de influencia de caída de rocas.
ii) La zona donde existe la protección para el suelo coluvial y sedimentos como muro de retención etc. y también existe el sistema de drenaje. No se observa anormalidad.

b) "No suficiente" o "Funciona parcialmente"

En donde se espera la eficiencia parcial de obras contra desastres supuestos. Los puntos de observación son como se indican abajo.

i) Obra de protección para la caída de rocas no cubre completamente la zona de influencia de caída de rocas.
ii) Alguna parte de suelo coluvial y sedimentos está protegida por muro de retención con trampa para piedra, pero no es suficiente.
iii) La posibilidad de ocurrir desastres es muy escasa, pero las obras no tienen eficiencia contra desastres no supuestos.

c) "No se puede esperar la eficiencia" o "No existen obras"

No se puede esperar la eficiencia de obras cuando ocurran desastres supuestos, o el sitio en el cual no existen obras de tratamiento. Los puntos de observación son como se indican abajo.

i) No existe obras de tratamiento, y caída de rocas que interrumpan directamente el tráfico.

ii) La altura de estructura de obra de protección para caída de rocas es insuficiente, y no se puede evitar alcanzar las rocas caídas a la carretera.

iii) Existen sedimentos inestables en la parte superior de estructuras, y no se puede responder suficientemente a los desastres. Se observa la anormalidad en las estructuras y no se puede esperar la eficiencia contra desastres supuestos.

(3) Historial de desastres

Hay que evaluar el historial de caída de rocas y colapso en el talud y/o talud natural objeto de inspección, clasificando en cuatro (4) categorías que se indican abajo.

i) Ha habido el impedimento del tráfico después de reciente obras de tratamiento.

ii) Hay historial de caída de rocas y colapso relativamente grandes cuya influencia llegó a carretera, pero no había impedimento del tráfico,

iii) Hay historial de caída de rocas y colapso pequeños cuya influencia sólo dentro de talud y/o talud natural.

iv) No hay historial de caída de rocas y colapso.

La palabra "impedimento" significa los daños de vehículos y/o de peatones provocados por desastres, y restricción del tránsito como tráfico unilateral obligatorio por acumulación de rocas caídas y/o suelos caídos.

Tabla 3.3.3 Registro por Sitio de Inspección

Formato 3-1

No.			Item de inspección		Nombre de carretera		Poste de kilometraje (desde)		(a)			De Managua/A		Total m.	
Clasificación	Peaje / Común	Categoría		Nombre del sitio			Marcación del sitio		Latitud norte			Longitud este			
Restricción del tráfico	Hay (Paso/Especial) No hay	Criterio de restricció		Volumen de tráfico		Día de la semana		Día no laborable		DID	Si No	Ruta de Bus	Si No	Desvío	Hay No hay

Fotos del sitio, Bosquejo (Lo que indica la ubicación de obras existentes y marcación del sitio)

Mapa de ubicación (escala 1/50,000)

Nota Especial

Fecha de inspección : / / (Tiempo : Despejado・Nublado・Lluvia)

Método de inspección :

Observaciòn:

Historia de desastres	Existe (1. Véase el Registro de desastres, 2. No se sabe el detalle:) No existe
Otros objetivos de inspecciòn	Existe ò no: Caída de rocas, Colapso, Colapso de masa de roca, Deslizamiento de tierra, Alud de fango, Terraplén, Muro de
El resultado de inspección del año	Nota: (Terminada・En ejecución・No ha comenzada) Contramedida:
El resultado de inspección del año 2002	Nota de Evaluación ( ) Evaluación integral : 1. Es necesario tomar medidas: 2. Responder elaborando tabla de prevenciòn:
Previsión de la dimensión de desastres	
Contramedidas propuestas	Tipo de obra: Norma: Cantidad: Costos preliminares:
Estabilidad en caso de sismo (para Caída de rocas y colapso solamente): Estable / Inestabl	

Tabla 3.3.4 Tabla de Investigación de Estabilidad

Tabla de Investigación de Estabilidad (Caída de rocas, Colapso)

Item		Factor	Talud de corte: Clasificación	Notas	Nota de Evaluación	Pendiente natural: Clasificación	Notas	Nota de Evaluación
Topografía	Topografía que tiene factor del colapso	G1:Talud deterítico en cono	Uno corresponde G1	3		Varias corresponden G2	3	
		G2:Huellas de desprendimiento				Uno corresponde a G2	2	
		:Línea de mella (nick line) es clara	No corresponde G1	0		No corresponde a G2	0	
		G3:Falda de terraza erosionada,	Varios corresponden G2,3	3		Varias corresponden G1,	3	
		voladizo, talud que concentra agua,	Corresponde G2,3	2		Uno corresponde a G1,3	2	
		huella de flujo de sedimentos	No corresponde G2,3	0		No corresponde a G1,3	0	
		G4:En la cresta hay cumbre, voladizo	Corresponde a G4		(6)	Corresponde a G4		(6)
Suelo, Geología, Estructura	Suelo que se degrada	Suelo que fácilmente se erosiona (Suelo que pierde resistencia por absorver agua, otros)	Notable	8		Notable	2	
			Algo notable	4		Algo notable	1	
			No corresponde	0	(8)	No corresponde	0	(2)
	Calidad de roca erodable	Alta densidad de grietas o capa frágil Rocas blandas facilmente erosionado Calidad de erosionarse rápidamente	Notable	12		Notable	8	
			Algo notable	6		Algo notable	4	
			No corresponde	0	(12)	No corresponde	0	(8)
	Estructura de colapso	Capa de dirección deslizable (estratificación, línea débil)	Corresponde	8		Corresponde	2	
			No corresponde	0		No corresponde	0	
		Suelos sobre rocas impermeables (Roca dura en la parte superior/la parte inferior blanda)	Notable	6		Notable	4	
			Algo notable	4		Algo notable	3	
			No corresponde	0	(14)	No corresponde	0	(6)
Condición de la superficie del suelo	Condición del suelo superficial, roca desprendida y canto rodado		Inestable	12		Inestable	24	
			Algo inestable	6		Algo inestable	12	
			estable	0		estable	0	
	Roca desprendida y canto rodado son inestable-algo inestable		Corresponde		(12)	Corresponde		(24)
	Situación de agua manantial		Hay manantial	8		Hay manantial	4	
			Se rezuma un poco	4		Se rezuma un poco	2	
			No hay	0	(8)	No hay	0	(4)
	Estado del cubrimiento del suelo		Tierra desnuda-vegetación	5		Tierra desnuda-vegetación(hierba)	16	
			Compuesto (vegetación, estructura)	3		Compuesto (tierra desnuda, hierba, á	10	
			Estructuras	1	(5)	Árboles	6	(16)
Forma	Inclinación(i), Altura		Suelo: H>30m	18		Altura: H>50m	10	
			Suelo: H≦30, i>norma	15		Altura: 30≦H<50m	8	
			Suelo: i≦norma,15	10		Altura: 15≦H<30m	6	
			Suelo: i≦norma,15≦H<30	5		Altura: H<15m	4	(10)
			Roca: H≧50m	18		Inclinación: i≧70°	10	
			Roca: 30≦H<50m	16		Inclinación: 45°≦i<70°	10	
			Roca: 15≦H<30m	12		Inclinación: i<45°	5	(10)
			Roca: H<15m	10	(18)			
Deformación	Deformación de talud y pendiente (fisilidad, caída de rocas pequeñas, cárcavas, socavación, agujero de escorrentía, hundimiento, hinchamiento, árbol caída, grieta, grieta abierta, deformación de obras hechas)		Varios corresponden,algo claro	12		Varios corresponden,algo claro	10	
			Corresponde. No tan cla	8		Corresponde. No tan cla	5	
			No hay	0	(12)	No hay	0	(10)
	Deformación de talud y pendiente cercanas (caída de rocas, derrumbe, grieta, hinchamiento, otros)		Varios corresponden,algo claro	5		Varios corresponden,algo claro	4	
			Corresponde. No tan cla	3		Corresponde. No tan cla	2	
			No hay	0	(5)	No hay	0	(4)
	Total		talud: Total de notas		(A1)	Pendiente natural: Total de notas		(A2)

Formato 4-1

Nombre de Inspector	
Organización	

[Obra de tratamiento] (Bi)=(Ai)+α o (Ai)X0

Eficiencia de obras hechas	Nota(α)	Nota de evaluación: Talud	Nota de evaluación: Pendiente
Protege bien la caída de rocas y derrumbe previstos. O si ocurren desastres funciona suficientemente.	X0		
Protege en cierto grado la caída de rocas y derrumbe previstos. Cuando ocurra desastres funciona, pero no perfectamente.	−20		
Protege alguna parte de caída de roca y derrumbe previstos. Cuando ocurran desastres algo funciona, pero nada más.	−10		
No hay ningún tratamiento. O si hay, no funciona nada.	±0		
	Total	(B1:talud)	(B2:pendiente)

[Historia] C

*Después de realización de obra de tratamiento, si no ha ocurrido caída de rocas y derrumbe en la talud o en el pendiente, no hay necesidad de hacer evaluación de historia.

→(C) es 0

Clasificación de frecuencia y grado de desastres	Nota	Nota de evaluación
Después del recien tratamiento, se provocó estorbo para el tránsito. (La obra hecha no funcionó)	100	
No provocó problema para el tránsito, pero hay historia de que las rocas grandes y derrumbe llegaron a la carretera. (La obra no era eficiente)	70	
Hay historia de que las rocas caídas y derrumbe llegaron en la falda de talud o pendiente. (La obra hecha funciona en cierto grado, pero se necesita hacer obra complementaria.)	40	
		(C)

(D)=MAX(B,C)

Evaluación desde el punto de factor	(B)=MAX(B1,B2)
Evaluación por historia	(C)
Lo más grande entre (B) y (C)	(D)=MAX(B,C)

[Evaluación Total]

Contramedidas	Evaluación
Se necesita tomar contramedidas	
Responder por elaboración de manual de prevención de desastre	
No hay necesidad de nuevas contramedidas	

[Estabilidad en caso de Terremoto]

Estable	
Inestable	

*Si se observan G4 de Topografía y las rocas desprendidas y canto rodado son inestables hay que tildar en el marco de Inestable.

Tabla 3.3.5 Registro de la Historia de Daños

Formato 5-1

No.	Tipo de desastres		Sitio	Poste de kilometraje	(a)			De Managua/ A	
Sitio de inspección del año	Responde / No Responde			Longitud este		Latitud norte			

Plano (Daños, Medidas)	Sección (Daños, Medidas)

Fotos, Bosquejo del estado actual	Nota especial	
	Fecha de desastres	
	Dimensión	Ancho, Largo, Profundidad (m) m, m, m
	Factor provocador	Precipitación: Continua mm/ hr·d Máximo mm Terremoto : Magnitud
	Daños	Daños humanos: Muertos Heridos: Daños materiales: Costo total de perdidas: Comentario:
	Restricción del tráfic	1. Restricción completa: horas/ 2. Restricción de una vía: horas 3. Otros:
	Contramedidas	Año de construcción : Tipo de obras : Costo aproximado :