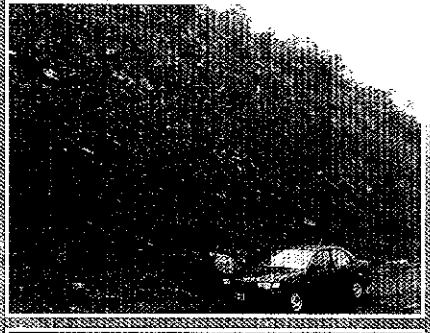
社会開発調査部報告書

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 3 de 5

INFORME DE PLAN DE PREVENCIÓN DE DESASTRES VIALES

JICA LIBRARY
1172081 [0]

Enero de 2003

Oriental Consultants Company Limited
ORICONSUL
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 3 de 5

INFORME DE PLAN DE PREVENCIÓN DE DESASTRES VIALES

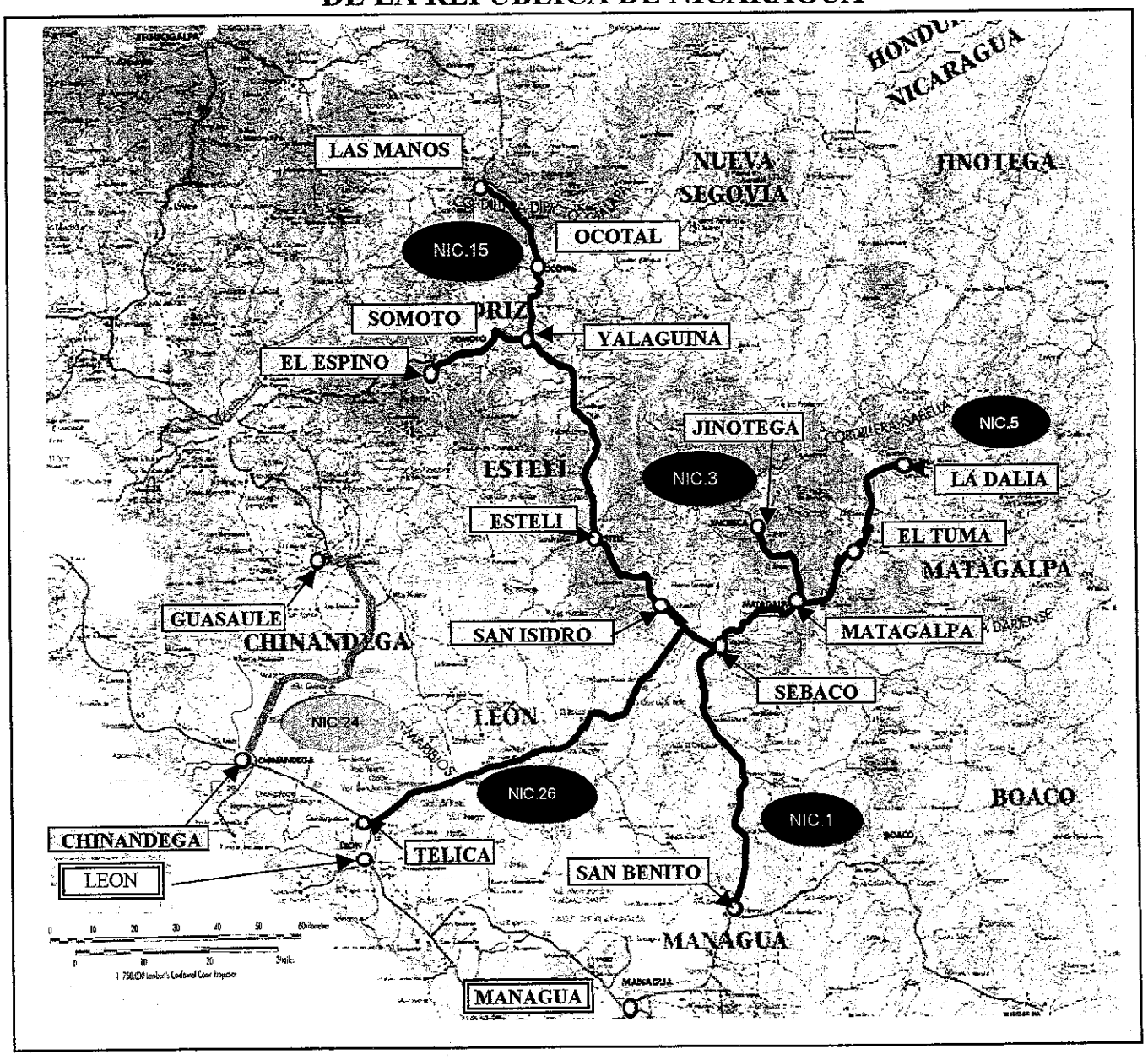
Enero de 2003

Oriental Consultants Company Limited
Japan Engineering Consultants Company Limited

1172081[0]

MAPA DE UBICACIÓN

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



Leyenda

NIC. 1 El Espino~San Benito
NIC. 3 Sebaco~Jinotega
NIC.5 Matagalpa~La Dalia
NIC.15 Yalagüina~Las Manos
NIC.24 Chinandega~Guasaule
NIC.26 Telica~San Isidro

Ruta No. NIC.26

INFORME FINAL

Volumen 3 de 5: Informe del Plan de Prevención de Desastres en Carreteras

TABLA DE CONTENIDO

Mapa de Ubicación

Lista de Abreviaturas

Capítulo 1 Introducción

1.1 Antecedentes del Plan ---------- 1-1
1.2 Objetivos del Plan ---------- 1-1
1.3 Procedimiento de Planificación ---------- 1-3

Capítulo 2 Tamizado

2.1 Objetivos ---------- 2-1
2.2 Herramientas de Inspección ---------- 2-1
2.3 Arreglo de los Sitios de Inspección ---------- 2-1

Capítulo 3 Estudio de Estabilidad

3.1 Objetivos ---------- 3-1
3.2 Herramientas de los Estudios ---------- 3-1
3.3 Revisión de Datos Relacionados ---------- 3-1
3.4 Tabla de Inspección ---------- 3-18
3.5 Ítems de Evaluación/ Puntaje de Sitios Potenciales/ Críticos de Desastres ---------- 3-21
3.6 Estudio de Estabilidad ---------- 3-24
3.7 Sitios Potencial y Críticos de Desastres ---------- 3-29

Capítulo 4 Contramedidas/ Estimación Preliminar de Costos para los Sitios Críticos de Desastres

4.1 Generalidades ---------- 4-1
4.2 Objetivos ---------- 4-1
4.3 Política Básica ---------- 4-2
4.4 Diseño Estándard ---------- 4-5
4.5 Clasificación de las Contramedidas ---------- 4-7
4.6 Estimación Preliminar de Costos ---------- 4-22

Capítulo 5 Identificación de Sitios de Prevención de Desastres

5.1 Estudio de Condición Natural ---------- 5-1
5.2 Marco Socio-económico ---------- 5-46
5.3 Estudio Ambiental ---------- 5-50
5.4 Pronóstico de Demanda de Tráfico ---------- 5-70
5.5 Identificación de Sitios de Prevención de Desastres ---------- 5-102

Capítulo 6 Establecimiento del Plan de Prevención de Desastres

6.1 Evaluación de Contramedidas Adecuadas ---------- 6-1
6.2 Plan de Construcción y Costos de Construcción ---------- 6-19
6.3 Evaluación del Impacto Ambiental ---------- 6-30
6.4 Evaluación del Proyecto ---------- 6-44
6.5 Plan de Implementación ---------- 6-55
6.6 Recomendaciones de Mantenimiento y Operaciones ---------- 6-67

Apéndices

Apéndice 1 Tabla de Inspección de Estabilidad ---------- A1-1
Apéndice 2 Puntaje de los Ítems Evaluados ---------- A2-1
Apéndice 3 Datos Hidrológicos ---------- A3-1
Apéndice 4 Datos de Estudios del Tráfico ---------- A4-1
Apéndice 5 Datos APJ (Análisis de Proceso Jerárquico) ---------- A5-1
Apéndice 6 Selección de Contramedidas de Taludes ---------- A6-1
Apéndice 7 Costo-Beneficio ---------- A7-1

LISTA DE TABLAS

Capítulo 3 Estudio de Estabilidad

Tabla 3.3.1 Principales Erupciones Volcánicas en Nicaragua ---------- 3-3
Tabla 3.3.2 Promedio Anual de Temperatura y Precipitaciones ---------- 3-5
Tabla 3.3.3 Ríos de la Cuenca Hidrográfica del Pacífico de Nicaragua ---------- 3-5
Tabla 3.3.4 Ríos de la Cuenca Hidrográfica del Atlántico de Nicaragua ---------- 3-5
Tabla 3.3.5 Características del Uso de Suelo ---------- 3-6
Tabla 3.3.6 Registro de Vehículos por Tipos en la Región (en el 2000) ---------- 3-9
Tabla 3.3.7 Red Vial Nacional ---------- 3-9
Tabla 3.3.8 Clasificación de Carreteras ---------- 3-11
Tabla 3.3.9 Características Geométricas de Carreteras Pavimentadas ---------- 3-11
Tabla 3.3.10 Registro de Desastres en el Pasado ---------- 3-13
Tabla 3.3.11 Clasificación Sísmica de lasCarreteras en Estudio ---------- 3-16
Tabla 3.6.1 Calibración de Etapa Inicial de la Inspección(Ejemplo) ---------- 3-28
Tabla 3.6.2 Calibración por Ruta (Ejemplo) ---------- 3-29
Tabla 3.7.1 Sitios Potenciales / Críticos de Desastres Identificados del Talud en NIC-1 ---------- 3-30
Tabla 3.7.2 Sitios Potenciales / Críticos de Desastres Identificados de Puentes en NIC. 1 ---------- 3-31
Tabla 3.7.3 Sitios Potenciales / Críticos de Desastres Identificados del Talud en NIC. 3 ---------- 3-32
Tabla 3.7.4 Sitios Potenciales / Críticos de Desastres Identificados de Puentes en NIC. 3 ---------- 3-33
Tabla 3.7.5 Sitios Potenciales / Críticos de Desastres Identificados del Talud en NIC. 5 ---------- 3-33
Tabla 3.7.6 Sitios Potenciales / Críticos de Desastres Identificados del Talud en NIC. 15 ---------- 3-33
Tabla 3.7.7 Sitios Potenciales / Críticos de Desastres Identificados del Talud en NIC. 24 ---------- 3-34
Tabla 3.7.8 Sitios Potenciales / Críticos de Desastres Identificados de Puentes en NIC. 24 ---------- 3-34
Tabla 3.7.9 Sitios Potenciales / Críticos de Desastres Identificados del Talud en NIC. 26 ---------- 3-35
Tabla 3.7.10 Sitios Potenciales / Críticos de Desastres Identificados de Puentes en NIC. 26 ---------- 3-35
Tabla 3.7.11 Número Total de Sitios Críticos de Desastres ---------- 3-36

Capítulo 4 Contramedidas/ Estimación Preliminar de Costos para Sitios Críticos de Desastres

Tabla 4.3.1 Adquisición de Materiales de Construcción ---------- 4-3
Tabla 4.3.2 Adquisición de Equipos de Construcción---------- 4-3
Tabla 4.3.3 Tipos de Contramedidas y Registros de Construcción en Nicaragua---- 4-4
Tabla 4.4.1 Estándard Recomendado para la Gradiente del Terraplén ---------- 4-5
Tabla 4.4.2 Estándard Recomendado para Talud de Corte ---------- 4-6
Tabla 4.5.1 Aplicabilidad de las Contramedidas a Fallas de Talud ---------- 4-7
Tabla 4.5.2 Aplicabilidad de las Contramedidas para la Socavación de Cimientos de Puentes ---------- 4-8
Tabla 4.5.3 Tipo de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC.1 ---------- 4-19
Tabla 4.5.4 Tipo de Contramedidas para Socavación de Cimientos de Puentes en NIC.1 ---------- 4-19
Tabla 4.5.5 Tipo de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC.3 ---------- 4-20
Tabla 4.5.6 Tipo de Contramedidas para Socavación de Cimientos de Puentes en NIC.3 ---------- 4-20
Tabla 4.5.7 Tipo de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC.5 ---------- 4-20
Tabla 4.5.8 Tipo de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC.15 ---------- 4-20
Tabla 4.5.9 Tipo de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC.26 ---------- 4-21
Tabla 4.5.10 Tipo de Contramedidas para Socavación de Cimientos de Puentes en NIC.26 ---------- 4-21
Tabla 4.6.1 Cantidad de Construcción ---------- 4-22
Tabla 4.6.2 Costos Unitarios---------- 4-23
Tabla 4.6.3 Costo de Construcción de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC.1 ---------- 4-24
Tabla 4.6.4 Costo de Construcción de Contramedidas para Socavación de Cimientos de Puentes en NIC.1 ---------- 4-24
Tabla 4.6.5 Costo de Construcción de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC.3 ---------- 4-25
Tabla 4.6.6 Costo de Construcción de Contramedidas para Socavación de Cimientos de Puentes en NIC.3 ---------- 4-25
Tabla 4.6.7 Costo de Construcción de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC.5 ---------- 4-25
Tabla 4.6.8 Costo de Construcción de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC.15 ---------- 4-25
Tabla 4.6.9 Costo de Construcción de Contramedidas para Talud Dañado en Construction NIC.26 ---------- 4-26
Tabla 4.6.10 Costo de Construcción de Contramedidas para Socavación de Cimientos de Puentes en NIC.26---------- 4-26
Tabla 4.6.11 Costo Total de Cada Ruta ---------- 4-27

Capítulo 5 Identificación de los Sitios de Prevención de Desastres

Tabla 5.1.1 Número del Código de Serie de los Sitios Críticos de Desastre para la Investigación ---------- 5-1
Tabla 5.1.2 Puentes a Estudiar ---------- 5-2
Tabla 5.1.3 Resultados de la Investigación de Velocidad de Flujo ---------- 5-4
Tabla 5.1.4 Parámetros Hidrológicos y de Talud ---------- 5-5
Tabla 5.1.5 Estaciones Meteorológicas ---------- 5-5
Tabla 5.1.6 Coeficientes de Escorrentía ---------- 5-11
Tabla 5.1.7 Coeficientes de Escorrentía de las Cuencas ---------- 5-12
Tabla 5.1.8 Estimación del Gasto Máximo ---------- 5-13
Tabla 5.1.9 Nivel de Agua en la Sección de Puente para el Grupo 1 ---------- 5-18
Tabla 5.1.10 Nivel de Agua en la Sección de Puente para el Grupo 2 ---------- 5-19
Tabla 5.1.11 Clasificación de Exploración de Perforación (Talud) ---------- 5-22
Tabla 5.1.12 Clasificación de Ítems de Exploración de Perforación (Puente) ---------- 5-23
Tabla 5.1.13 Disposición de Exploración de Perforación ---------- 5-26
Tabla 5.1.14 Resultados del Estudio ---------- 5-27
Tabla 5.1.15 Evaluación de los Estudios de las Condiciones Naturales ---------- 5-45
Tabla 5.2.1 Pronósticos del PIB por Sector, Nicaragua, 2000 a 2020, Millones US$ ---------- 5-48
Tabla 5.3.1 Lista de Normas y Leyes Ambientales Relacionadas con la Construcción de Carreteras ---------- 5-52
Tabla 5.3.2 Evaluación de Cada Sitio ---------- 5-69
Tabla 5.4.1 Ubicación y Fechas de Estudios de Tráfico ---------- 5-70
Tabla 5.4.2 Códigos de Respuesta en las Encuestas de Origen - Destino ---------- 5-71
Tabla 5.4.3 Origen y Destino en la Codificación de Zonas ---------- 5-72
Tabla 5.4.4 Tasas de Entrevistas ---------- 5-74
Tabla 5.4.5 Agregado del Conteo de Tráfico, Junio 2002, 6.00 a 18.00 horas ---------- 5-74
Tabla 5.4.6 Factores de Ajuste de Valores Diarios a Semanales ---------- 5-77
Tabla 5.4.7 Factores de Conversión de TPDA ---------- 5-77
Tabla 5.4.8 Volumen de Tráfico Promedio Diario Anual, Sitios del Estudiado ---------- 5-77
Tabla 5.4.9 Total de Encuestas Válidas por Sitio ---------- 5-78
Tabla 5.4.10 Ocupación Vehicular Promedio Observada ---------- 5-79
Tabla 5.4.11 Carga Promedio por Tipo de Camión ---------- 5-80
Tabla 5.4.12 Carga Transportada por Tipo de Camión Encuestado ---------- 5-80
Tabla 5.4.13 Distribución de Frecuencia de Origen y Destino ---------- 5-81
Tabla 5.4.14 Costos de Operación de Vehículos y Costos de Pasajeros, Nicaragua 2002 ---------- 5-83
Tabla 5.4.15 Factores de Crecimiento de Tráfico para 2010 y 2020 ---------- 5-84
Tabla 5.4.16 Factores de Crecimiento de Tráfico (Prueba de Sensibilidad) ---------- 5-84

Tabla 5.4.17 Factores de Crecimiento Aplicados al Valor de Tiempo, en US$ para el 2002 ---------- 5-85
Tabla 5.4.18 Parámetros de Evaluación ---------- 5-85
Tabla 5.4.20 Conectores de Zona ---------- 5-89
Tabla 5.4.21 Validación de Año Base, Flujo de Vehículos en 12 horas, Junio 2002 --- 5-90
Tabla 5.4.22 Estadísticas de Red para el Año Base (2002), TPDA Estimado ---------- 5-92
Tabla 5.4.23 Pronóstico de Totales de TPDA por Año y Modalidad ---------- 5-92
Tabla 5.4.24 Estadísticas de Red para Pronóstico del Tráfico Anual ---------- 5-94
Tabla 5.4.25 Enlaces donde pueden darse Desastres según el Modelo de Tráfico ---- 5-98
Tabla 5.4.26 Proporción Beneficios/Costos por Sitio de Desastre ---------- 5-100
Tabla 5.4.27 Prueba de Sensibilidad en la Proporción Beneficios a Costos ---------- 5-101
Tabla 5.5.2 Características de los Sitios Críticos de Desastre ---------- 5-104
Tabla 5.5.3 Magnitud y Definición de la Importancia ---------- 5-106
Tabla 5.5.4 Magnitud de Comparaciones Emparejadas ---------- 5-106
Tabla 5.5.5 Sitios de Prevención de Desastres ---------- 5-108

Capítulo 6 Establecimiento de Plan de Prevención de Desastres
Tabla 6.1.1 Revisión del Ancho de las Carreteras Existentes ---------- 6-1
Tabla 6.1.2 Estándard Geométrico Aplicable ---------- 6-2
Tabla 6.1.3 Estándard de la Sección Típica y Derecho de Vía ---------- 6-2
Tabla 6.1.4 Nivel de Influencia de las Superficies de Talud por Agua absorbida y Desgaste en Epocas de Lluvias y Sequía ---------- 6-4
Tabla 6.1.5 Resultados del Cálculo de Análisis de Caída de Rocas ---------- 6-5
Tabla 6.1.6 Resultado del Análisis de Estabilidad de Talud en las Carreteras del Proyecto ---------- 6-6
Tabla 6.1.7 Relación entre el Peso del Bloque y la Velocidad del Flujo de Agua ---- 6-13
Tabla 6.1.8 Radio de la Curva de Cada Sitio ---------- 6-14
Tabla 6.1.9 Comparación de Contramedidas de N003E170 ---------- 6-16
Tabla 6.1.10 Aplicabilidad de las Contramedidas para cada Río ---------- 6-18
Tabla 6.2.1 Precio Unitario ---------- 6-20
Tabla 6.2.2 Lista de Equipos Principales de las Obras para Dañados del Talud ---- 6-21
Tabla 6.2.3 Lista de Equipos Principales de las Obras para los Dañados de Puentes Dañados ---------- 6-22
Tabla 6.2.4 Resumen de Cantidades de Trabajo ---------- 6-23
Tabla 6.2.5 Cantidades de Trabajo de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC.1 ---------- 6-24
Tabla 6.2.6 Cantidades de Trabajos de Contramedidas para la Socavación de Cimientos de Puentes en NIC.1 ---------- 6-25
Tabla 6.2.7 Cantidades de Trabajo de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC.3 ---------- 6-25

Tabla 6.2.8 Cantidades de Trabajos de Contramedidas para la Socavación de Cimientos de Puentes en NIC.3 ---------- 6-25
Tabla 6.2.9 Cantidades de Trabajo de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC.5 ---------- 6-25
Tabla 6.2.10 Cantidades de Trabajo de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC.26 ---------- 6-26
Tabla 6.2.11 Cantidades de Trabajos de Contramedidas para la Socavación de Cimientos de Puentes en NIC.26 ---------- 6-26
Tabla 6.2.12 Costo de Construcción de Contramedidas para Taludes Dañados en NIC.1 ---------- 6-26
Tabla 6.2.13 Costo de Construcción de Contramedidas para Socavación de Cimientos de Puentes en NIC.1 ---------- 6-27
Tabla 6.2.14 Costo de Construcción de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC.3 ---------- 6-27
Tabla 6.2.15 Costo de Construcción de Contramedidas para Socavación de Cimientos de Puentes en NIC.3 ---------- 6-27
Tabla 6.2.16 Costo de Construcción de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC.5 ---------- 6-28
Tabla 6.2.17 Costo de Construcción de Contramedidas para las Fallas del Talud en NIC.26 ---------- 6-28
Tabla 6.2.18 Costo de Construcción de Contramedidas para Socavación de Cimientos de Puentes en NIC.26 ---------- 6-28
Tabla 6.2.19 Costo Total de Construcción ---------- 6-29
Tabla6.3.1 Consideración del Sitio para el Trasladode Habitantes ---------- 6-30
Tabla 6.3.2 Ítems de Consideración para Evitar el Trasladode Habitantes ---------- 6-30
Tabla6.3.3 Ítems de Consideración para la Actividad Económica ---------- 6-32
Tabla 6.3.4 Ítems de Consideración para Aguas Freáticas ---------- 6-32
Tabla6.3.5 Tipos de Drenaje para la Infiltración de Aguas Subterráneas ---------- 6-33
Tabla6.3.6 Ítems de Consideración para el Uso de Agua ---------- 6-33
Tabla6.3.7 Ítems de Consideración para la Flora y la Fauna ---------- 6-34
Tabla6.3.8 Método de Mitigación ---------- 6-36
Tabla 6.3.9 Método de Control de Materiales de Desechos ---------- 6-38
Tabla 6.3.10 Evaluación de Cada Sitio para EIA ---------- 6-43
Tabla 6.4.1 Costos de Operación de Vehículos y Costos de Pasajeros, Nicaragua 2002 ---------- 6-44
Tabla 6.4.2 Detalles del Costo Total de las Contramedidas ---------- 6-45
Tabla 6.4.3 Costo de Contramedidas por Sitios ---------- 6-45
Tabla 6.4.4 Parámetros de Evaluación Económica ---------- 6-46
Tabla 6.4.5 Los resultados de las evaluaciones economicas ---------- 6-47
Tabla 6.4.6 Esquemas Ordenadas con B/C ---------- 6-48

Tabla 6.4.7 Esquemas Ordenadas con EIRR ---------- 6-51
Tabla 6.4.8 Esquemas de Prevención de Desastres de Grupos Prioritarios ---------- 6-52
Tabla 6.4.9 Propuestas de Sub paquetes de Trabajo por Orden de Prioridad -------- 6-53
Tabla 6.5.1 Grupos de Paquetes y Sitios de Desastre ---------- 6-55
Tabla 6.5.2 Estimación de Presupuesto Anual de Mantenimiento ---------- 6-56
Tabla 6.5.3 Validez de la Economía y Evaluación Financiera ---------- 6-57
Tabla 6.5.4 Inversión Total en Medidas de Prevención de Desastres (precios en US $, al 2002) ---------- 6-60
Tabla 6.5.5 Porcentaje Interno de Retorno del Proyecto (PIR) en la Prevención de Desastres en cada Conector de cada Carretera: Costo del Proyecto Total de Cada Caso ---------- 6-61
Tabla 6.5.6 Obras de Construcción del Paquete 1 ---------- 6-62
Tabla 6.5.7 Obras de Construcción del Paquete 2 ---------- 6-62
Tabla 6.5.8 Obras de Construcción del Paquete 3 ---------- 6-63
Tabla 6.5.9 Asignación de Costos ---------- 6-64
Tabla 6.5.10 Perfil Potencial del Desembolso para las Medidas de Prevención de Desastres (precios en $US, al 2002) ---------- 6-65
Tabla 6.5.11 Provisión del Presupuesto Propuesto por el MTI para la Implementación y Mantenimiento de Medidas para la Prevención de Desastres (en '000Córdobas) ---------- 6-66
Tabla 6.6.1 Ítems de Inspección y Registro ---------- 6-72

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1 Introducción

Figura 1.3.1 Procedimiento de Planificación ---------- 1-3

Capítulo 3 Estudios de Estabilidad

Figura 3.3.1 Mapa Geológico de Nicaragua ---------- 3-3
Figura 3.3.2 Intensidad Sísmica---------- 3-4
Figura 3.3.3 Mapa de Uso de Tierra ---------- 3-7
Figura 3.3.4 Población Residente a las Orillas de las Carreteras en 1998---------- 3-7
Figura 3.3.5 Población Residente a las Orillas de las Carreteras entre 1971 y 2019 3-8
Figura 3.3.6 Registro de Vehículos en las Principales Regiones---------- 3-8
Figura 3.3.7 Red Vial Nacional en Nicaragua---------- 3-10
Figura 3.3.10 Ruta de los Huracanes en el Pasado---------- 3-15
Figura 3.3.11 Mapa de Localización de Deslizamientos de Tierra ---------- 3-16
Figura 3.3.12 Distribución de Epicentros ---------- 3-17
Figura 3.3.13 Clasificación de Sismos---------- 3-17
Figura 3.4.1 Ejemplo de Tabla de Inspección de Estabilidad (Caída de rocas,Colapso)---------- 3-18
Figura 3.6.1 Flujo de Inspección y Tiempo de Calibración ---------- 3-27
Figura 3.6.2 Calibración de los resultados de Inspección de Estabilidad---------- 3-28

Capítulo 4 Contramedidas/ Estimación Preliminar de Costos para Puntos Críticos de Desastres

Figura 4.5.1 Selección de Contramedidas de Emergencia en Caso de Caídas de Rocas/ Colapso ---------- 4-8
Figura 4.5.2 Selección de Contramedidas Temporales y Permanentes ---------- 4-9
Figura 4.5.3 Seleccion de Contramedidas Temporales y Permanentes para Caídas de Rocas/ Colapso ---------- 4-10
Figura 4.5.4 Selección de Contramedidas de Emergencia en caso de Colapso de Masa de Rocas---------- 4-11
Figura 4.5.5 Selección de Contramedidas Temporales y Permanentes para Colapso de Masa de Rocas---------- 4-12
Figura 4.5.6 Selección de Contramedidas de Emergencia en caso de Deslizamiento de Talud ---------- 4-13
Figura 4.5.7 Selección de Contramedidas para Deslizamiento de Talud ---------- 4-14
Figura 4.5.8 Selección de Contramedidas para el Alud de Fango---------- 4-15
Figura 4.5.9 Selección de Contramedidas de Emergencia en caso de Socavación de Cimientos de un Puente ---------- 4-16
Figura 4.5.10 Selección de Contramedidas Temporales/ Permanentes en caso de Socavación

de Cimientos de un Puente ---------- 4-17
Figura 4.5.11 Relación entre los Objetos de las Contramedidas de Prevención y los Tipos de Obras de Construcción. ---------- 4-18

Capítulo 5 Identificación de los Sitios de Prevención de Desastres
Figura 5.1.1 Datos de Lluvias en las Estaciones de Observatorios Objetivos --------- 5-7
Figura 5.1.2 Curva IDF en la Estación Ocotal ---------- 5-8
Figura 5.1.3 Curva IDF en la Estación San Isidoro de Barbacoa ---------- 5-9
Figura 5.1.4 Curva IDF en la Estación de Condega ---------- 5-9
Figura 5.1.5 Curva IDF en la Estación de León ---------- 5-10
Figura 5.1.6 Ejemplo para la Clasificación de Exploración por Perforación (Talud) ---------- 5-24
Figura 5.1.7 Ejemplo para la Clasificación de Exploración por Perforación (Puente) ---------- 5-25
Figura 5.2.1 Población de Nicaragua, 1980 a 2002, en Millones ---------- 5-47
Figura 5.2.2 Pronóstico Poblacional de Nicaragua para 2020, en Millones---------- 5-48
Figura 5.2.3 Tasas de Crecimiento Anual por Sector Económico, 2000 a 2020 ------ 5-49
Figura 5.2.4 Promedio PIB per Cápita en (US$), Nicaragua, 1980 a 2020---------- 5-49
Figura 5.3.1 Organización de MARENA ---------- 5-50
Figura 5.3.2 Proceso de Evaluación Ambiental ---------- 5-54
Figura 5.3.3 Conservación de Fauna y Flora Preciosa ---------- 5-57
Figura 5.3.4 Mapa de Parques Nacionales---------- 5-58
Figura 5.3.5 Conservación de Pueblos Indígenas ---------- 5-61
Figura 5.3.6 Lugares Históricos /Actividades Culturales ---------- 5-62
Figura 5.4.1 Agregado de Conteo de Tráfico en Junio 2002, 06.00 a 18.00 horas --- 5-75
Figura 5.4.2 Variación Total de Tráfico por horas de 06.00 a 18.00 horas en todos los Sitos ---------- 5-75
Figura 5.4.3 Variaciones de Tráfico Total por Horas, las 24 horas en los Sitios 2 y 6---------- 5-76
Figura 5.4.4 Relaciones Observadas entre las 12 horas y 24 horas de Conteo -------- 5-76
Figura 5.4.5 Crecimiento del Tráfico Motorizado en los Sitios del Estudio ---------- 5-78
Figura 5.4.6 Distribución de las Cargas Observadas que Transporta por cada Tipo de Camión---------- 5-79
Figura 5.4.7 Número de Entrevistas en Cada Sitio Propósito del Viaje ---------- 5-82
Figura 5.4.8 Costo de Operación de Vehículos, Nicaragua 2002, en US $ por cada 1000 km ---------- 5-83
Figura 5.4.9 Red de Carreteras del Año Base ---------- 5-86
Figura 5.4.10 Carreteras Principales de la Red en el Año Base, ---------- 5-87
Figura 5.4.11 Estimaciones del Flujo de TPDA para 2002 ---------- 5-91
Figura 5.4.12 Pronóstico de Tráfico para 2003, TPDA ---------- 5-93

Figura 5.4.13 Pronóstico de Tráfico para 2010, TPDA ---------- 5-93
Figura 5.4.14 Pronóstico de Tráfico para 2020, TPDA ---------- 5-94
Figura 5.4.15 Ejemplo de Hoja de Cálculo de Beneficio/Costo ---------- 5-96
Figura 5.4.16 Sitio de Desastres ---------- 5-97
Figura 5.4.17 Pronóstico de Volúmenes de TPDA, 2010, No Enlace 94 ---------- 5-98
Figura 5.4.18 Proporciones Beneficio/Costo en los Sitios de Desastres (Escala Logarítmica) ---------- 5-99
Figura 5.5.1 Estructura APJ ---------- 5-103

Capítulo 6 Establecimiento de Plan de Prevención de Desastres
Figura 6.1.1 Estándard de Sección Transversal Típica y Derecho deVía ---------- 6-3
Figura 6.1.2 Modelo de Lugar Geométrico de Caída de Rocas por el Caso del Diseño de Ritchie ---------- 6-5
Figura 6.1.3 Mecanismo de Deslizamiento de Tierra ---------- 6-6
Figura 6.1.4 Area de Socavación ---------- 6-9
Figura 6.1.5 Suposición de la Profundidad de la Socavación (ho/D= 0.5-0.7) -------- 6-10
Figura 6.1.6 Suposición de la Profundidad de la Socavación (ho/D= 0.75-1.25) ----- 6-11
Figura 6.1.7 Suposición de la Profundidad de la Socavación (ho/D=1.75～2.25) ---- 6-12
Figura 6.1.8 Suposición de la Profundidad de la Socavación (ho/D=2.75～3.50) ---- 6-13
Figura 6.1.9 Relación entre el Promedio del Tamaño del Grano y el Ángulo de Reposo ---------- 6-14
Figura 6.1.10 Relación entre el Tamaño del Cascajo y la Velocidad del Agua ---------- 6-14
Figura 6.1.11 Flujo de Contramedidas de Rectificación de Desvío de Camino --------- 6-15
Figura 6.3.1 Tratamiento Vegetal con Obras de Marcos de Concreto ---------- 6-34
Figura 6.4.1 Ubicación de 30 Sitos Vulnerables en las Carreteras para Evaluación --- 6-46
Figura 6.4.2 Diagrama de Dispersión de Esquemas Clasificados por Conexión ------- 6-49
Figura 6.4.3 Resumen de Costos de Paquetes de Trabajo por las Carreteras ---------- 6-54
Figura 6.5.1 Cronograma de Implementación Propuesta para las Medidas de Prevención de Desastres ---------- 6-64
Figura6.5.2 Perfil Potencial del Desembolso para las Medidas de Prevención de Desastres ---------- 6-65
Figura 6.5.3 Provisión de Presupuesto del MTI Propuesto para la Implementación y Mantenimiento de Medidas de Prevención de Desastres (Miles de Córdobas) ---------- 6-66
Figura 6.6.1 Organización de la División de Mantenimiento ---------- 6-68
Figura 6.6.2 Concepto del Sistema de Administración y Operación ---------- 6-69
Figura 6.6.3 Método de Procesamiento de Datos ---------- 6-70
Figura 6.6.4 Diagrama de Flujo de la Administración del Mantenimiento ---------- 6-74
Figura 6.6.5 Método de Reparación/ Rehabilitación de Fracturas y Fallas en el Talud ---------- 6-75

Figura 6.6.6 Método de Reparación/ Rehabilitación Canto rodado y Rocas Sueltas en el Talud ---------- 6-76
Figura 6.6.7 Método de Reparación/ Rehabilitación de los Defectos de Drenaje y Desgaste del Torcretado ---------- 6-77
Figura 6.6.8 Métodos de Reparación/ Rehabilitación de Taludes Dañados por Aguas Superficiales de Flujo Concentrado en el relleno ---------- 6-77
Figura 6.6.9 Método de Reparación/ Rehabilitación de Deslizamiento de Talud ------ 6-78
Figura 6.6.10 Sistema de Administración de Base de Datos para el Mantenimiento de Carreteras ---------- 6-80

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

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del Plan

Después de terminar la guerra civil de los años 1980, el Gobierno de la República de Nicaragua (GRN) ha promovido la democratización y reconstrucción de la economía nacional.

Nicaragua es un país en el que ocurren frecuentemente desastres naturales y la influencia de estos repercuten en el progreso indeseable de la infraestructura. Especialmente, aproximadamente 1,500 km de caminos pavimentados y aproximadamente 6,000 km de caminos no pavimentados fueron afectados por el huracán "Mitch" ocurrido en octubre de 1998 y también en cuanto a los puentes, 22 puentes fueron destruidos completamente y 46 puentes particialmente.

El GRN estableció el Plan Nacional de Transporte incluyendo el mejoramiento de la red de carreteras en febrero del 2002. Sin embargo, los planes de prevención de desastres no están establecidos claramente en el Plan Nacional de Transporte, y la seguridad del tráfico está en las mínimas condiciones como el caso del mal tiempo. Se observan numerosos sitios vulnerables en las carreteras principales que tienen relación con los desastres viales.

Por lo tanto, este plan de prevención de desastres viales ha sido elaborado para asistir al MTI a identificar los sitios potenciales de desastres y establecer plan de implementación de reducción de vulnerabilidad para toda carretera en Nicaragua.

1.2 Objetivos del Plan

1.2.1 Política Básica

La política básica es preparar un Plan de Implementación y promover los proyectos de implementación contra los desastres potenciales. Los ítems siguientes deben ser la responsabilidad del MTI en cuanto a las carreteras:

- Identificar los sitios altamente críticos en las carreteras objeto,
- Identificar la alta demanda del tráfico en las carreteras objeto,
- Identificar las áreas de alta producción económica a lo largo de las carreteras objeto,
- Identificar los sitios factibles para las contramedidas en las carreteras objeto,
- Formular los planes de reducción para los sitios vulnerables en las carreteras objeto,
- Preparar contramedidas detalladas para los sitios de prevención de desastres viales, y
- Formular el plan de implementación.

1.2.2 Carreteras Objeto

Las carreteras objeto son las siguientes carreteras principales, cuya ubicación en el proyecto se muestra en el "Mapa de Ubicación".

1. San Benito - El Espino (NIC. 1)
2. Sebaco – Jinotega (NIC. 3)
3. Matagalpa – La Dalia (NIC. 5)
4. Yalagüina – Las Manos (NIC. 15)
5. Chinandega – Guasaule (NIC. 24)
6. Telica – San Isidro (NIC. 26)

1.2.3 Explicación de Términos

Hay tres términos importantes que se definen a continuación:

- **Sitios Potenciales de Desastres**

Sitios de inspección donde, después del tamizado, se evalua como un sitio necesario de contramedidas.

- **Sitios Críticos de Desastres**

Sitios potenciales donde se evalua como un sitio peligroso para la tercera persona, etc.

- **Sitios de Prevención de Desastres**

Sitios críticos de desastres donde se evalua que tiene alta factibilidad de las medidas preventivas.

1.2.4 Área de Aplicación

Este informe puede ser usado para desarrollar el plan de implementación, y para preparar el plan de inversión de presupuesto y plan financiero.
El plan de prevención de desastres viales contempla los siguientes ítems : inspección de sitios vulnerables, causas del problemas, identificación de sitios críticos y de prevención de desastres viales, estudio de condición natural, estudio del tráfico y pronóstico de la demanda del tráfico, estudio ambiental, planificación de contramedidas, plan de construcción y costos, análisis económico y financiero, planificación de la inversión, estudio de factibilidad y la ejecución del plan de implementación.

1.3 Procedimiento de Planificación

El procedimiento para la planificación de la prevención de desastres viales se muestra en la Figura 1.3.1.

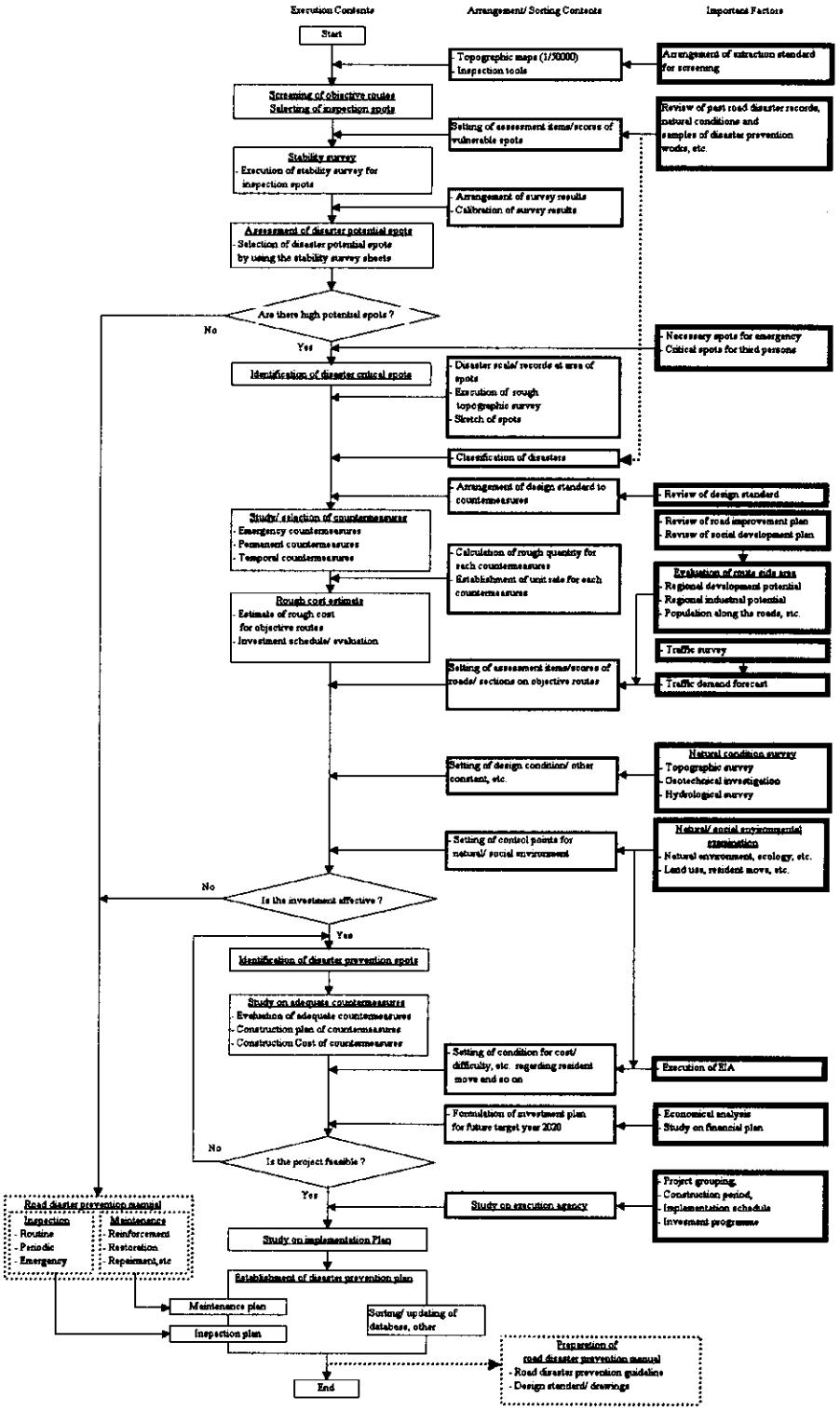


Figura 1.3.1 Procedimiento de Planificación

CAPÍTULO 2

TAMIZADO

CAPÍTULO 2 TAMIZADO

2.1 Objetivos

Los objetivos del tamizado son como sigue:

- Inspección objetiva de los sitios vulnerables,
- Detección temprana de los sitios vulnerables, y
- Comprensión de las características de los sitios vulnerables.
-

2.2 Herramientas de Inspección

Para la recolección de los datos, los inspectores deben usar las siguientes herramientas en los sitios vulnerables.

- Mapa topográfico (s=1/50,000),
- Datos de inventario de la carretera,
- Cámara de video digital, y
- Cinta de medición.

2.3 Arreglo de Sitios de Inspección

2.3.1 Selección de Sitios de Inspección

Los sitios de inspección para tamizado se clasifican en los siguientes tipos de desastres.

- Caída de Roca y Colapso,
- Colapso de Masa de Roca,
- Deslizamiento del Talud,
- Alud de Fango, y
- Socavación del Cimiento del Puente.

Los ítems del tamizado deben ser revisados antes de establecer los ítems de evaluación de los sitios de inspección. Los ítems de la selección de los sitios de inspección deben ser considerados por cada factor de desastres utilizando la tabla de revisión actualizada.

La tabla de revisión para seleccionar los sitios de inspección debe incluir:

- Sitios que tienen claramente el potencial de desastres, y
- Sitio donde se necesita revisar el registro de desastres pasados.

2.3.2 Caída de Rocas y Colapso

Los ingenieros deben inspeccionar los sitios donde se presenta, por lo menos, uno de los siguientes factores de Caída de Rocas y Colapso:

- Más de 15 m. de altura de talud del corte y/o de pendiente natural, o más de 45 de inclinación de pendiente natural;
- El punto en que existen rocas desprendidas y/o canto rodado en la capa superficial;
- El punto en que se observa colapso de suelo, de rocas y de estructuras;
- El punto en donde las obras existentes ya están obsoletas; y
- El punto en que se necesita revisar la eficiencia de contramedidas;

2.3.3 Colapso de Masa de Roca

Los ingenieros deben inspeccionar los siguientes sitios relacionados con el Colapso de Masa de Roca.

- El sitio donde el talud de corte y/o talud natural tiene mayor de 7 m. de altura.

2.3.4 Deslizamiento del Talud

Los ingenieros deben inspeccionar lo siguiente:

- Sitios críticos donde ocurre el deslizamiento del talud;
- Áreas de prevención donde ocurre el deslizamiento del talud; y
- Taludes donde se cofirma el fenómeno del deslizamiento del talud.

2.3.5 Alud de Fango

Los ingenieros deben inspeccionar los siguientes tipos de sitios:

- Sitios donde la carretera cruza el barranco por medio de un puente, una alcantarilla de caja ,
  1. Excepto los sitios que la carretera cruza el río por túnel;
  2. Excepto los sitios con el espacio libre debajo de la viga del puente mayor de 10 metros, y la luz es más de 20 metros;
- Sitios cuya superficie de la cuenca es más de 0.01km^2;
- Sitios cuya gradiente del cauce es mayor de 10 grados; y
- Sitios cuya gradiente del lecho del río es mayor de 2 grados.

2.3 6 Socavación del cimiento del Puente

Los ingenieros deben inspeccionar todos los puentes excepto:

- El puente que existe en la zona de agua estancada, y no hay posibilidad de socavación;
- El puente que consiste sólo en estribo, o sea no tiene pilas, y en ambos lados del puente está realizada la obra de protección de orillas;
- La obra adecuada de protección de socavación fue realizada y no se encuentra anormalidad en la obra alrededor del cimiento del puente;
- Si el cimiento es de pilote, de caja hidráulica, de pilote de tubo de acero, y la penetración (profundidad desde lecho a capa soporte) es suficiente (de más de 15 m. y mayor de 8 veces la distancia entre pilas que se crucen con la corriente en ángulo recto), y
- El largo del puente es menor de 15 m.. (excepto los sitios con el registro de desastres pasados y/o alto potencial de desastres).

CAPÍTULO 3

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

CAPÍTULO 3 ESTUDIO DE ESTABILIDAD

3.1 Objetivos

Después de la terminación del tamizado en las carreteras objeto, el estudio de estabilidad debe ser realizado en los sitios donde requieren la inspección. Los datos abajo indicados son necesarios para cada estudio. Los datos también deben ser utilizados para el trabajo de mantenimiento:

a) Tabla de Inspección de Estabilidad,
b) Tabla del resultado de inspección,
c) Figuras del resultado de inspección,
d) Registro de cada sitio de inspección, y
e) Registro de desastres pasados de cada sitio de inspección.

3.2 Herramientas del Estudio

Las siguientes herramientas deben ser llevadas al sitio de inspección para el estudio de estabilidad.

- Tabla de Inspección de Estabilidad,
- Tabla de resultado de inspección,
- Figuras del resultado de inspección,
- Datos del inventario y mapa,
- Binoculares,
- Cámara fotográfica
- Martillo geológico,
- Materiales de marcación,
- Cinta métrica.

3.3 Revisión de Datos Relacionados

3.3.1 Generalidades

Los siguientes datos adicionales deben ser evaluados por cada sitio.

- Condición Natural,
- Condición Socio-económica,
- Red Vial,
- Registro de Desastres Pasados (tipo de desastres, ubicación, magnitud de dasastres,

circunstancia de desastres, fotos de desastres, datos,y causa),
- Obras de prevención de desastres pasados (fecha, tipo de prevención, costo de prevención, etc.),
- Inventario vial,
- Mapa topográfico (escala = 1/50,000) (anotado con la ubicación del sitio de desastres tipo y magnitud), y
- Fotos aéreas

3.3.2 Datos de Condición Natural

1) Topografía

Las características topográficas de Nicaragua la dividen en tres áreas; de la forma siguiente: el área de las llanuras del Pacífico (que incluye la cordillera volcánica), las cordilleras montañosas de la región Central, y el área de llanuras de la Costa Atlántica.

El área del Estudio, NIC1, NIC3, NIC5 y NIC15 se encuentra en el área de la cordillera central. NIC 24 y NIC26 se encuentran en el área de llanuras del Pacífico.

2) Geología

Se considera que la roca madre más antigua de Nicaragua es roca metamórfica y granito, a medida que se avanza hacia el noreste/suroeste a lo largo de la frontera con Honduras, a juzgar por la distribución geológica y topográfica de Nicaragua. Actualmente sólo se observa erosión en cárcavas a consecuencia de las fuertes lluvias, pero es débil. La capa superficial se ha convertido en suelo a través de la meteorización, de manera que es un factor geológico de la formación de cascajos durante la época de huracanes y en algunas pendientes montañosas.

NIC15 atraviesa esas áreas, donde la terraza de arena y grava está distribuida sobre la pendiente y se observan varias combinaciones de rocas y depósitos cuaternarios como rocas metamórficas y terrazas de arena/grava, o suelos descompuestos de granito y terrazas de arena/grava.

En este estudio se confirmó que el esquisto negro de la Fase Rivas se distribuye en un área estrecha de NIC1, NIC3, NIC15 y NIC26.

Comúnmente se dice que la roca madre, en la forma que se distribuye a lo largo de la carretera del proyecto, está en buenas condiciones. Sin embargo, la pendiente, por casualidad pero en muchos casos, está fracturada o se ha vuelto inestable y ha colapsado como derrumbe al cortarla como se muestra en la Figura 3.3.1. Más del 50% de las rocas de Nicaragua son de origen volcánico, y se les clasifica como rocas efusivas del Paleogeno y Neogeno del Terciario y Cuaternario.

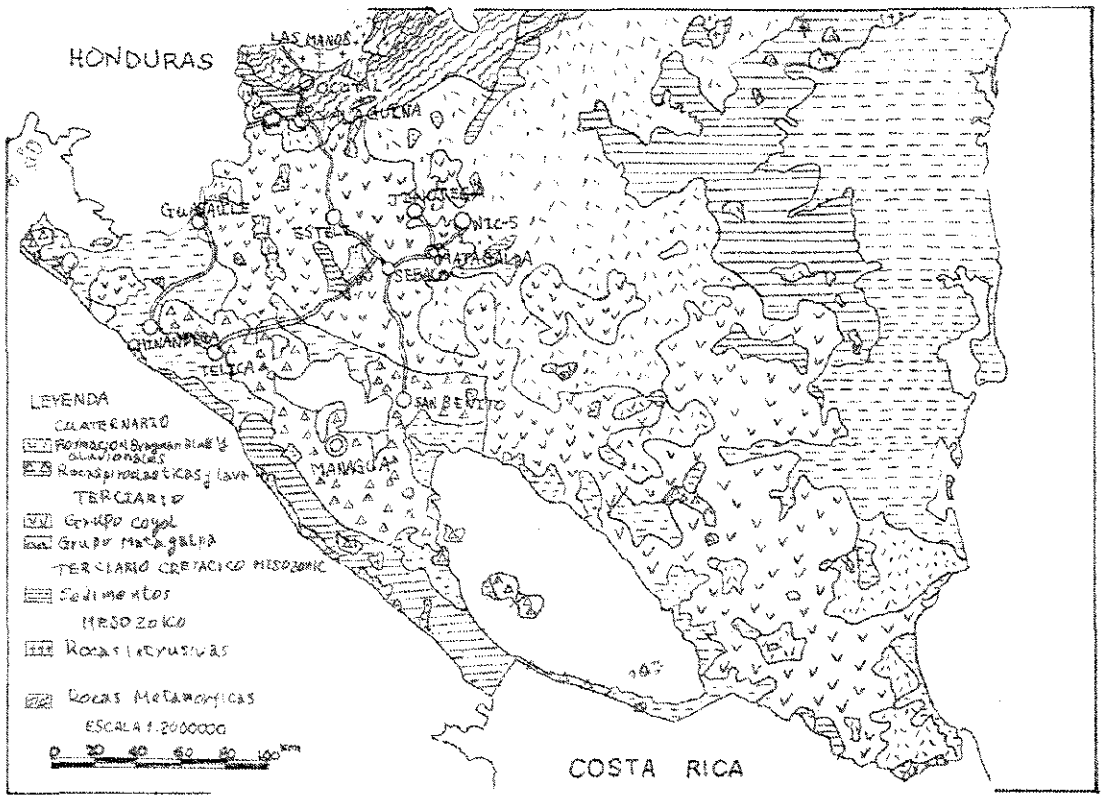


Figura 3.3.1 Mapa Geológico de Nicaragua

La Tabla 3.3.1 indica el registro de la erupción volcánica en Nicaragua en los últimos años.

Tabla 3.3.1 Erupción Volcánica Grande en Nicaragua

Nombre del Volcán	Altura del Monte	Primera Erupción	Erupción Tipo	Afectados
Cosiguina	846.7 m.	1835	Karakatoan	No registrado
San Cristobal	1,745.0 m.	1680	1680-1982 (have) 1971-1984 (gas volcánico)	70,000
Telica	1,040.0 m.	1529	1981-1982 (lava) 1982 (Estrombolia)	100,000
Cerro Negro	490.0 m.	1850	1850-1968(have) 1971,1992 (ceniza volcánica)	20,000
Las Pilas	1,072.0 m	1952	1952(gas) 1954(ceniza volcánica)	No registrado
Momotombo	1,258.0 m.	No registrado	1609-1909 (lava) 1976 (gas volcánico)	20,000
Masaya	637.0 m.	1529	1529-1989 (lava) 1965-1988 (gas volcánico)	20,000
Concepcion	1,610.0 m.	1833	1833-1957 (lava) 1906-1988(ceniza volcánica)	500,000

Se ha publicado oficialmente un mapa de riesgos que se basa en estos registros de actividades

volcánicas. En esa figura queda claro que NIC24 y NIC26 tendrán grandes problemas de tráfico, dependiendo de las dimensiones de las actividades volcánicas que se relacionen con la fractura del Oeste de Nicaragua. Los registros de todos los sismos y la distribución de epicentros para 1992-1998 también están disponibles, y en la Figura 3.3.2 se muestra la distribución de epicentros con magnitud superior a 4.0.

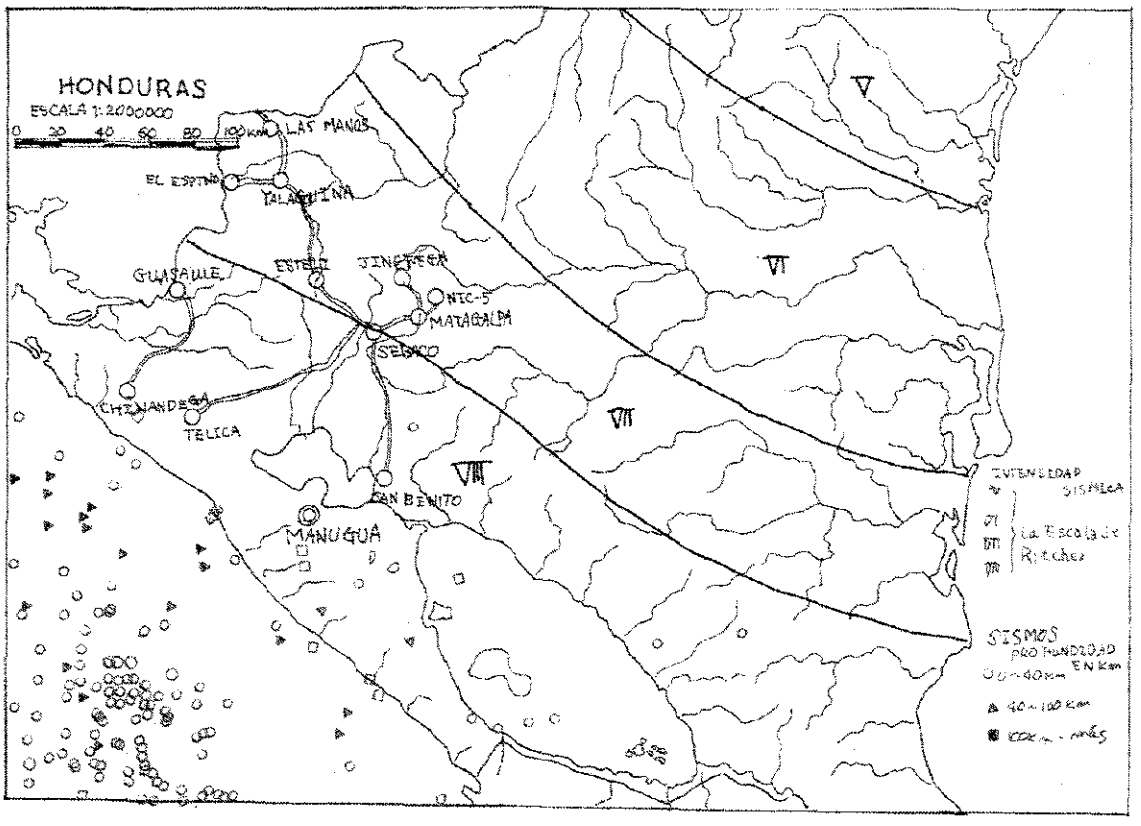


Figura 3.3.2 Intensidad Sísmica

Clave (explicación de la intensidad de los sismos)

V	La mayoría de la gente los percibe y muchos se despiertan. Las cosas inestables caen al piso.	Aceleración: 10-21
VI	Toda la gente lo percibe y muchas corren hacia el exterior, con sorpresa.	Aceleración: 21-44
VII	La mayoría de la gente corre hacia el exterior, y las cosas mal hechas sufren daños..	Aceleración: 44-94
VIII	También se dañan los edificios fuertes; chimeneas, monumentos y paredes caen y el mobiliario cae hacia sus lados. Brota un poco de arena y lodo y el agua cambia.	Aceleración: 94-202

3) Meteorología

Las características de precipitación y la temperatura media anual en el área del estudio se muestran en la Tabla 3.3.2.

Tabla 3.3.2 Temperatura Media Anual y Precipitación

Dirección	Área (km^2)	Temperatura media anual (°C)	Precipitación media anual (mm)	Altitud media (m)
Chinandega	4,926	27	800-1,500	144
Estelí	2,335	20	800-1,500	645
Jinotega	9,755	20	1,000-2,000	736
León	5,107	26	800-1,300	134
Matagalpa	8,523	18	700-1,700	490
Nueva Segovia	3,123	20	1,000-1,700	688
Madriz	1,602	20	800-1,500	700

Fuente: INTER

4) Hidrología

Las Tablas 3.3.3 y 3.3.4 indica las cuencas hidrográficas en Nicaragua informadas por INETEL.

Tabla 3.3.3 Ríos de la vertiente del Pacífico de Nicaragua

Código	Vertiente del Pacífico	Área (km^2)	Precipitación (mm)
58	Negro	1,428	1,859
60	Estero Real	3,690	1,682
62	Entre el Estero Real y el volcán Cosigüina	429	1,881
64	Entre el volcán Cosigüina y el río Tamarindo	2,950	1,670
66	Tamarindo	317	1,175
68	Entre el río Tamarindo y Brito	2,768	1,537
70	Brito	276	1,316
72	Entre Brito y Sapoá	325	1,625

Tabla 3.3.4 Ríos de la vertiente del Atlántico de Nicaragua

Código	Vertiente del Atlántico	Área (Km^2)	Precipitación (mm)
45	Coco	19,969	1,937
47	Ulang	3,777	2,405
49	Wawa	5,372	2,820
51	Kukalaya	3,910	3,800
53	Prinzapolka	11,292	2,586
55	Grande de Matagalpa	18,445	2,095
57	Kurinwás	4,457	2,725
59	Entre el Kurinwás y el Escondido	2,034	3,564
61	Escondido	11,650	2,772
63	Entre el Escondido y Punta Gorda	1,593	3,710
65	Punta Gorda	2,868	3,552
67	Entre Punta Gorda y San Juan	2,229	4,510
69	San Juan	29,824	1,694

Fuente: Cencas Hidrograficas, INETER

El área de estudio, NIC1, NIC3, NIC5 y NIC15, pertenece a la vertiente del Atlántico. NIC24 y NIC26 pertenecen principalmente a la vertiente del Pacífico.

3.3.3 Datos de la Condición Socioeconómica

1) Uso de Tierra

De acuerdo al Plan Nacional de Transporte de Nicaragua, de febrero de 2001 (al que en adelante denominaremos "PNT"), el uso de la tierra en Nicaragua es el que se muestra en la Figura 3.3.3. Las características en detalle se presentan en la Tabla 3.3.5.

Tabla 3.3.5 Características del Uso de Tierra

Símbolos	Características	Área	%
A	Tierra apropiada para cultivos anuales: maíz, frijol, arroz, papas, linaza, manzanilla, verduras de clima fresco; cultivos semiperennes; caña de azúcar, piña, bananos; cultivos perennes: café, cítricos, cacao; ganado de doble propósito y/o producción forestal. Suelos con pendiente inferior a 15%; condiciones de altitud y clima sin período tibio a mediados del verano (>500 msnm)	176,86	1.5%
A-1	Tierra apropiada para cultivos anuales: algodón, soya, mani, maíz, arroz, tabaco, ajonjolí, sorgo, verduras de clima cálido; cultivos semiperennes: caña de azúcar, cítricos y frutas; ganado de doble propósito y/o producción forestal (maderas preciosas).Suelos con pendientes menores de 15% y clima cálido (<300msnm) y un período cálido benignos a mediados de verano	359,135	3.0%
A-2	Tierras para cultivos anuales: maíz, sorgo, algodón, ajonjolí, soya, maní; perennes, cítricos y frutas; ganado de doble propósito y producción forestal (maderas preciosas). Suelos con pendiente inferior a 15%, clima de tibio a cálido y período caluroso definido durante el verano	291,770	2.4%
A-3	Similares a los anteriores pero con riesgos climatológicos severos en la primera cosecha. Cultivos anuales: sorgo y ajonjolí (última cosecha), frutas de zonas secas (tamarindo, aguacate), ganado de engorde y/o producción forestal (maderas finas y energía). Suelos con pendientes inferiores a 15%, clima de tibio a caluroso y período de calor veraniego bien definido.	-	-
A-4	Similares a los anteriores, pero con riesgos climatológicos severos para la primera cosecha; cultivos anuales: sorgo y ajonjolí (última cosecha), frutales en zona seca (tamarindo, +scourge en zonas altas e intermedias; ganado de engorde y/o producción forestal (energía). Suelos con pendientes inferiores a 15%, clima de tibio a cálido, con temperaturas severas a mediados del verno. Suelos priorizados para irrigación	-	-
A-5	Suelos apropiados para cultivos perennes en entornos forestales (café, cardamomo, cítricos, frutas); ganado de doble propósito y/o producción forestal (maderas preciosas). Suelos con pendientes entre 15 y 50%, con clima de fresco a frío (>500 msnm)	553,425	4.5%
Total de tierras con vocación agrícola y pecuaria		1,381,190	11.4%

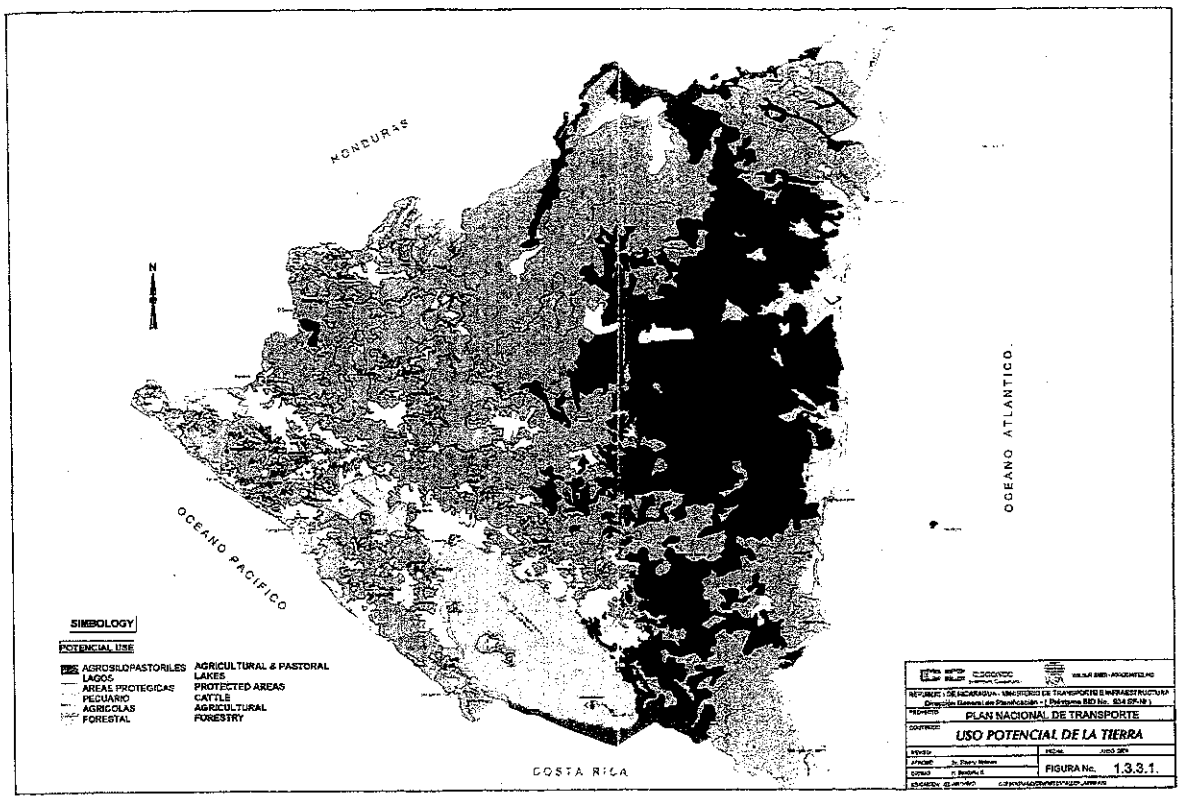


Figura 3.3.3 Mapa de Uso de Tierra

2) Población

La población que reside junto a las carreteras se muestra en la Figura 3.3.4. con datos de 1998. La población que allí aparece se refiere solo a la de las ciudades o pueblos que se encuentren a lo largo de la carretera. De acuerdo a la Figura 3.3.4, NIC1, NIC3 y NIC24 dan cabida a comparativamente mucho mayor población que las otras rutas.

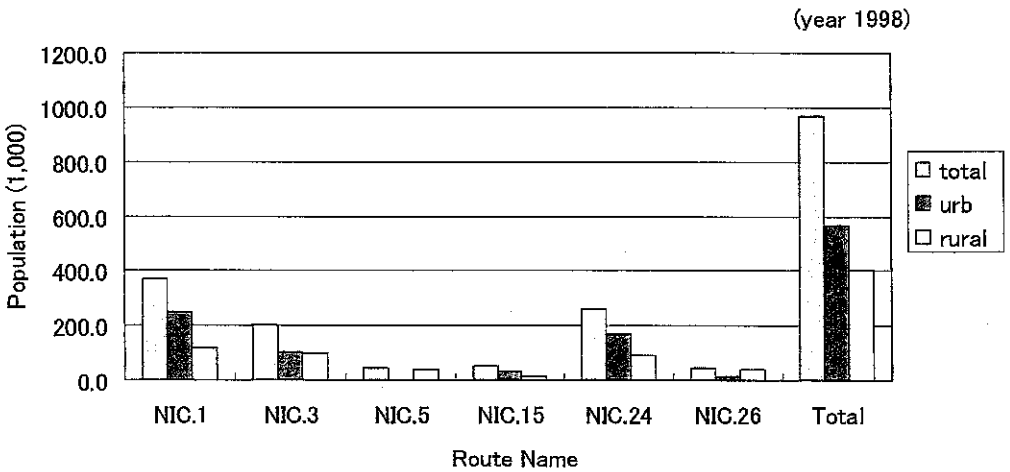


Figura 3.3.4 Población residente a las orillas de las carreteras en 1998

La Figura 3.3.5 muestra las proyecciones de población entre los años 1971 y 2019. La tasa de crecimiento de la población a partir del año 1971 es aproximadamente un 30% superior que la del año 1998. La tasa de crecimiento del año 1998 será aproximadamente 2.3 veces superior a la de 2019. Se espera que en el área de Matagalpa sea 4 veces superior.

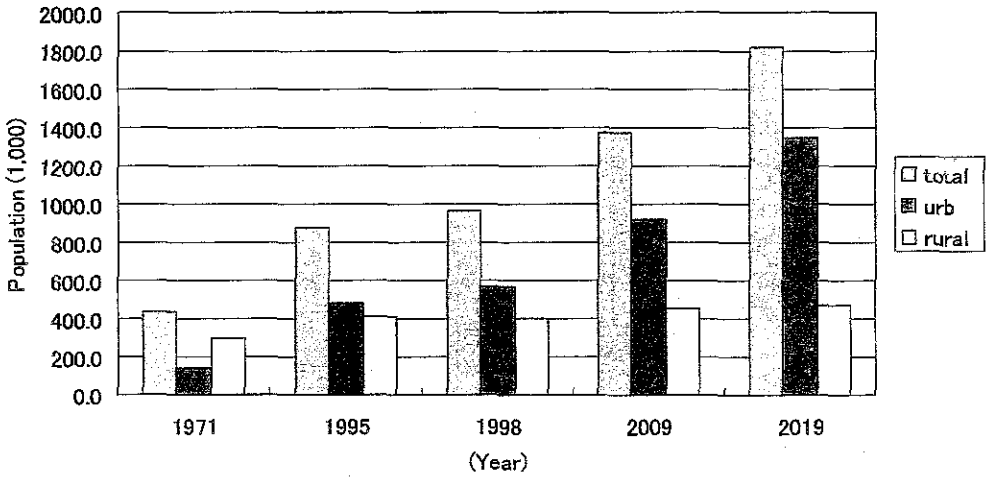


Figura 3.3.5 Población residente a la orilla de las carreteras entre 1971 y 2019

3) Registro de vehículos

Se tienen datos desde el año 1995, como se muestra en la Figura 3.3.6. Casi todos los vehículos están registrados en el Departamento de Managua. La tasa de crecimiento total del registro de vehículos fue de aproximadamente 74% entre 1995 y 2000. La tasa del Departamento de Managua fue aproximadamente de 80%.

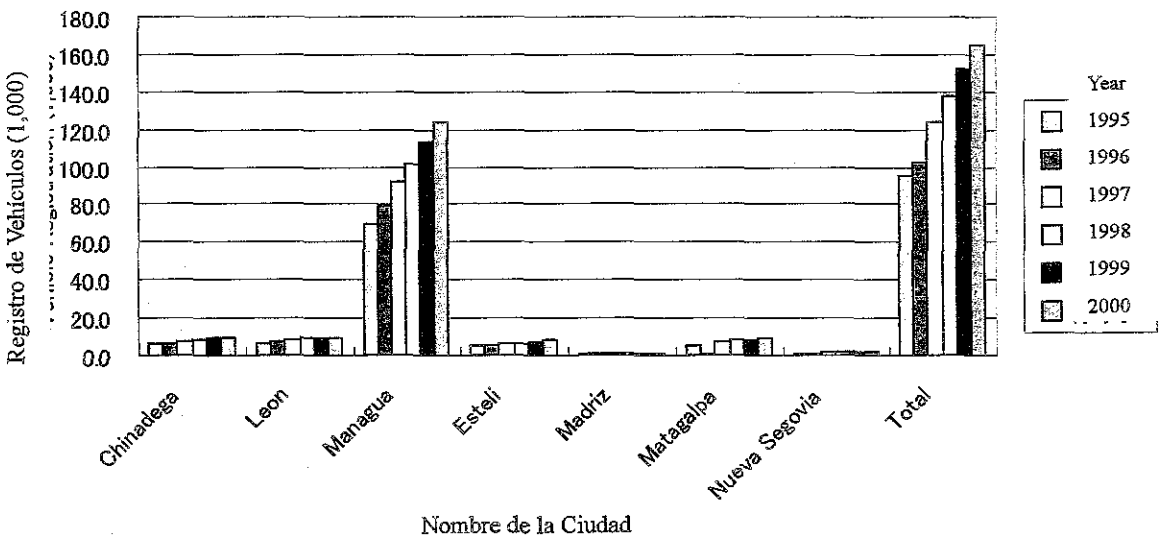


Figura 3.3.6 Registro de vehículos en las principales regiones

La Tabla 3.3.6 muestra el registro por tipo de vehículos y región para el año 2000. El Departamento de Managua representa aproximadamente un 76% del registro total. Y los carros y camionetas representan aproximadamente un 70% del total de Managua.

Tabla 3.3.6 Registro de vehículos por tipo y región (año 2000)

	Chinandega	León	Managua	Estelí	Madriz	Matagalpa	Nueva Segovia	Total
	24	26	1	1	1,15	1,3,5	15	
Buses	320	343	2.875	213	48	271	79	4.149
Carros	1.729	2.519	45.820	1.245	145	1.251	212	52.921
Camiones pesados	402	31	1.636	82	0	75	14	2.240
Camiones livianos	933	928	7.971	1.030	146	1.580	403	12.991
Camionetas	2.953	3.331	40.380	3.642	572	4.086	1.008	55.972
Camionetas pequeñas	31	11	1.584	14	0	34	0	1.674
Buses pequeños	336	350	3.368	113	11	98	6	4.282
Minitrailers	0	0	0	0	4	0	0	4
Motocicletas	1.337	1.138	12.803	1.005	184	1.046	399	17.912
Camiones de trailers	298	138	1.595	116	2	82	19	2.250
Palas mecánicas	0	0	1	1	0	0	0	2
Tractores	701	465	312	23	7	74	22	1.604
Trailers	705	735	5861	509	112	713	205	8.840
Total	9.745	9.989	124.206	7.993	1.231	9.310	2.367	######

Fuente: Indicadores Estadísticos del Sector Transporte. Julio de 2001, Ministerio de Transporte e Infraestructura

3.3.4 Datos de Red de Carreteras

1) Red de Carreteras

Según la información de la Dirección de Carreteras del MTI en 1999, Nicaragua tiene una red vial total de una longitud de 19,000 kilómetros, de los que un 41.8% (8,000 kilómetros) componen la red básica de carreteras, a la que da mantenimiento el gobierno central, y un 58.2% (11,000 kilómetros) forman la Red de Caminos Rurales a la que dan mantenimiento el MTI y el gobierno central. A excepción del 10.1% de carreteras pavimentadas, los caminos de tierra y casi la mitad de los caminos de grava que se vuelven impenetrables durante la estación lluviosa. La tabla 3.3.7 y la figura 3.3.7 muestran la Red Vial Nacional en Nicaragua

Tabla 3.3.7 Red Vial Nacional

Clasificación Organizational	Longitud total	
Red Vial Básica	7,920.92	41.8%
Carreteras Pavimentadas	1,794.14	9.5%
Carreteras de Grava	5,359.23	28.3%
Carreteras de Tierra acceso todo el año	767.55	4.1%
Red Vial Rural	11,025.70	58.2%
Carreteras Pavimentadas	119.08	0.6%
Carreteras de Grava o Piedra	34.86	0.2%
Carreteras de Tierra acceso todo el año	10,871.76	57.4%
Total Carreteras Nacionales	18,946.62	100.0%

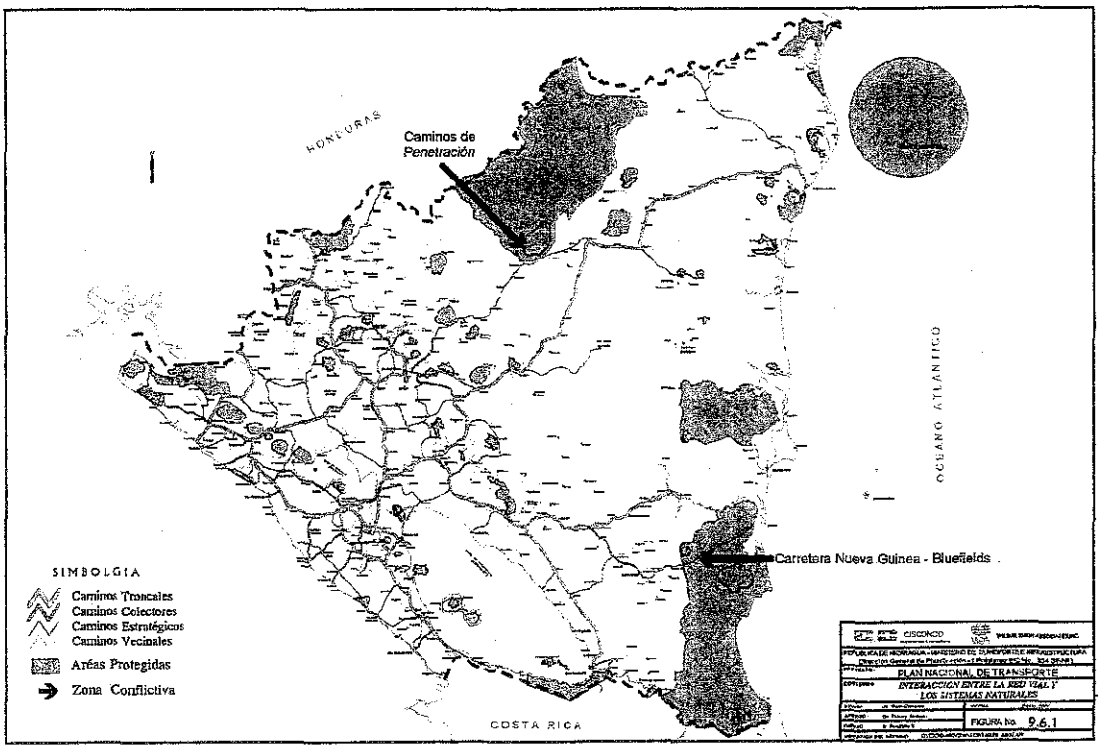


Figura 3.3.7 Red Vial Nacional en Nicaragua

2) Clasificación de Carreteras

Para la Red Vial Básica de Nicaragua, el Plan Nacional de Transporte (PNT) recomendó la clasificación siguiente de la longitud total que es de 7,442.6 kilómetros:

Clase A: (14 carreteras troncales, 1,748 km)

Las carreteras de clase A son carreteras troncales cuya longitud total es de 1,748 kilómetros de vías asfaltadas, que manejan entre el 80 y el 90% del tráfico nacional. La función de las carreteras troncales es asegurar la integración del tráfico nacional y el internacional.

Clase B: (30 colectores, 636 km)

Los de Clase B son caminos colectores que conectan a centros importantes de población, y se agregan a la red de Clase A. La función de los caminos colectores es dar al tráfico menor acceso a la red vial troncal

Clase C: (50 caminos locales estratégicos, 2,052 km)

Los de la Clase C son caminos locales que ya existen, pero que debido a su ubicación podrían ampliar su función a una de las siguientes:

- Fungir como carreteras troncales nacionales e internacionales
- Fungir como caminos colectores
- Fungir como nuevas carreteras troncales
- Dar acceso a un puerto o aeropuerto

Clase D: (Caminos locales de penetración)

Los de Clase D son caminos locales de penetración que dan servicio a un área local, junto con vías de clase superior.

Sobre la base de esta clasificación, las carreteras objeto de este estudio son básicamente de Clase A, Carreteras Troncales, con la excepción de NIC5 que se clasifica como Clase B, Carretera Colectora, debido a la magnitud de su tráfico como se muestra en la Tabla 3.3.8.

Tabla 3.3.8 Road Clasificación de Carreteras

Carretera objeto	Clasificación	Función
NIC 1	Clase A	Carretera troncal internacional
NIC3	Clase A	Carretera troncal nacional
NIC5	Clase B	Colectora que conecta centros de población
NIC 15	Clase A	Carretera troncal internacional
NIC 24	Clase A	Carretera troncal internacional
NIC 26	Clase A	Carretera troncal nacional

Los promedios de las características físicas geométricas de las carreteras pavimentadas se muestran en la Tabla 3.3.9.

Tabla 3.3.9 Características Geométricas de Carreteras Pavimentados

Anchura de corona	6.0 - 10.0 m
Anchura del pavimento	6.0 – 7.3 m
Derecho de vía	20.0 – 40.0 m
Gradiente	2 – 3%
Velocidad de diseño	60 – 80 Km
Máximo vertical	3 - 8%

3.3.5 Registro de Desastres Pasados

1) Registro de Desastres Pasados

La mayoría de los desastres en Nicaragua fue provocada por las condiciones topográficas y meteorológicas. Tabla 3.3.10 muestra el registro de los desastres pasados en el país.

2) Distribución de Daños Viales según el Tipo de Desastre

Las mayores afectaciones son producto de huracanes e inundaciones causadas por fuertes lluvias que acompañan deslizamiento de tierra consecuencial, como se muestran en las Figuras 3.3.10 y 3.3.11. La erupción volcánica y terremoto se muestran en Tabla 3.3.11 y las Figuras 3.3.12 y 3.3.13.

Tabla 3.3.10 Registro de Desastres en el Pasado (1/2)

No.	Evento	Afectaciones
1	Volcán Momotombo (1609) Erupción volcánica	Evacuación de la población que habitaba en la vieja ciudad de León
2	Terremoto (1610)	Evacuación de la población que habitaba en la vieja ciudad de León
3	Volcán Masaya (1670) Erupción lávica (Derrame de lava)	Derrame de lava procedente del Volcán Nindirí. Cubrió un área de 2.12 km. Con un volumen de 106x10 metros.
4	Volcán Masaya (1772) Erupción lávica	16 al 23 de marzo, se produjo la segunda gran erupción lávica, produciendo un flujo de lava hacia el Norte y el Este del volcán, cubriendo un área de 7.51 km. Y un volumen de 22.5 x 10 metros, llegando muy cerca de Sabanagrande
5	Aluvión (1876)	2 al 4 de octubre, la ciudad de Managua fue cubierta por correntada de lodo y agra bajadas de las sierras y montañas al sur de la capital, quedando semidestruida.
6	Terremoto (1610)	El viernes 5 de noviembre, a las 2:00 horas de la madrugada, un violento terremoto sacaudió a toda Nicaragua. León el 80% de sus edificios sufrieron averías, Managua 50% edificios dañados, la presa de agua de Ticuantepe totalmente sepultada.
7	Terremoto (1931) Managua	El 31 de marzo, a las 10:45 horas, un sismo magnitud entre 5.3 y 5.9 en escala Richter, destruyó la naciente ciudad capital de Managua, provocando pérdidas en vidas humanas con un saldo de 1,000 muertos y 2,000 heridos.
8	Volcán Cerro Negro (1968 y 1971) presenta actividad eruptiva	Se producjo una colada de lava de 2 km.de longitud en 53 días de actividad. Expulsó gran cantidad de cenizas, levantó una columna eruptiva y afectó un área de 5.7 km2, destruyendo gran cantidad de manzanas de tierra cultivada.
9	Terremoto (1972) Managua	23 de Diciembre, sucudieron tres sismos de gran magnitud, causando la muerte a 10,000 personas, 20 mil herido y 60 mil viviendas destruidas. Daños estimados por 772 millones de dólares.
10	Huracán Alleta (1982) Zona del Pacífico	En el mes de mayo afectY la faja del pacífico, dañando la red vial y puentes, daños en infraestructura en Occidente, agricultura, se registraron 69 muertos y pérdidas estimadas por 480 millones de dó lares.
11	Huracán Joan (1988) Costa Atlántica	Destruyó la ciudad de Bluefield, Ciudad Rama y Corn Island. Resultados: 148 muertos, 184 heridos, 23,200 viviendas destruídas. Daños en infraestructura: red vial, puentes tendido eléctrico y comunicaciones. Afectó a más de 500,000 personas. Pérdidas de 840 millones de dólares.
12	Inundación (1991) Ciudad Rama	En julio, la crecida del Río Escondido provoca inundación de Ciudad Rama y Puerto La Esperanza, afectando a 20,000 personas aproximadamente, causando daños materiales en viviendas y animales de corral

Tabla 3.3.10 Registro de Desastres en el Pasado (2/2)

No.	Evento	Afectaciones
13	Erupción Volcán Cerro Negro (1992	Décima cuarta erupción del Cerro Negro, violenta y de corta duración obligó a evacuar la población campesina. Expulsó miles de metros cú bicos de cenizas y arena, la altura de la columna eruptiva fue hasta de 26 mil pies, afectando 11,578 manzanas de tierras cultivables. 565 casas fueron semidestruidas y hubo 100 heridos. Se estiman pérdidas por 19 millones de dólares.
14	Maremoto Costa del Pacífico (1992)	El primero de septiembre, a las 19:15 horas, se producjo un sismo en el fondo del mar, de 7.2 grados escala Ritcher, afectando las Costas del Pacífico. El tsunami (maremoto) provocó olas entre 8 y 15 mtrs. de altura y azotó la costa en una longitud de 250 km.; 26 localidades urbanas sufrieron las consecuencias del fenómenos, que provocó: 116 muertos, 63 personas desaparecidas y 489 personas heridas. En total resultaron afectadas 40,500 personas y el monto en daños y pérdidas ocasionadas por el tsunami se estima en 25 millones de dólares
15	Tormenta Tropical Gert (1993) Región Autónoma Atl ántico Sur	El 15 de agosto, a las 12:00 horas, la tormenta tropical Gert azotó las Costas de Bluefield, con velocidad de 17 km/hr afectado fuertemente la Región Autónomoa Atlántico Sur (RAAS) provocando 13 muertos, 24 desaparecidos, 62,192 personas damnificadas, 252 casas destruidas y
16	Tormenta Tropical Bret (1993) Región Autónoma Atl ántico Norte	En Septiembre, la Región Autónoma Atlántico Norte (RAAN) se vio afectada por la tormenta tropical Bret, provocando: 1,138 casas destruidas, 1,530 casas dañadas, 65,029 personaas damnificadas. Se estimas pérdias por 5.1 millones de dólares.
17	Inundación 1995: Zona Norte, Centro y Sur del país	Las intensas lluvias, que iniciaron el 25 de septiembre, se prolongaron hasta el 11 de Octubre. Durante los 18 días generó serios daños econó micos a la población urbana y rural de las Regiones I, II, IV, y VI. 3,525 personas resultaron afectadas, hubo 32 muertos, 1,343 damnificados, 71 viviendas destruidas, 161 dañadas parcialmente, 1,214 pozos afectados, 1,050 letrinas inundadas, 1,525.3 km de red vial dañados, y 13 puentes destruidos. En total se estimaron pérdidas económicas de 17,219,363.00 dólares de los cuales 11,643,788.00 pertenecían a la producción agrí cola.
18	Erupción Volcánica (1995) León	El 19 de noviembre, la erupción del Cerro Negro afectó un área de 9,839 manzanas con sedimentos volcánicos (arena), abarcando área de 50 km., según cálculos cayeron 60,000 toneladas de arena en 6 sectores evacuados.
19	Huracán Cesar (1996) Todo el país	El 27 de julio, el Huracán César golpeó las Costas del Atlántico, a unos 30 km. Aproximadamente al norte de Bluefields cruzando el país en dirección a las Costas del Pacífico, a la altura del Estero de Padre Ramos en el Departamento de Chinandega. Provocó más de 100,000 afectados, con un saldo de 31,828 daminificados y cuantiosas pérdidas económicas por más de 29 millones de dólares.
20	Huracán Mitch (1998)Todo el país	El huracán Mitch ha sido el peor de los desastres naturales en la historia de Nicaragua.Intensas lluvias desde el 22 al 31 de octubre; con un perí odo critico entre el 27 y el 31 de octubre.El huracán se mantuvo estacionario entre las 21:00 horas del día 28 y las 19:00 horas del día 29.En este período el huracán se internó en tierra ubicándose 50 km al sur oeste de Ciudad Trujillo en Honduras, cusando: 870,000 damnificados, 2400 muertos, 287 heridos y 938 desaparecidos. US$ 1504 milliones en perdidas materiales (94% activo, 6% producción) Un total de 145,700 casas afectadas y 3,750 casas destruidas. 80 % de la red vial afectada:8000 km de carreteras dañadas, 3800 metros lineales de puentes dañados, 42 puentes destruídos, 29 semidestruidos. En el aárea del comercio dejó pérdidas por: US$ 14,4 milliones en exportaciones(incluyendo las de camarón), US$ 31,3 milliones en productos agropecuarios, US$ 8 milliones en la manufactura, US$ 18 milliones en el área de la energía eléctrica, US$20 milliones en agua potable, US$ 12 milliones en comunicaciones, US$ 84 milliones en salud, US$ 51 milliones

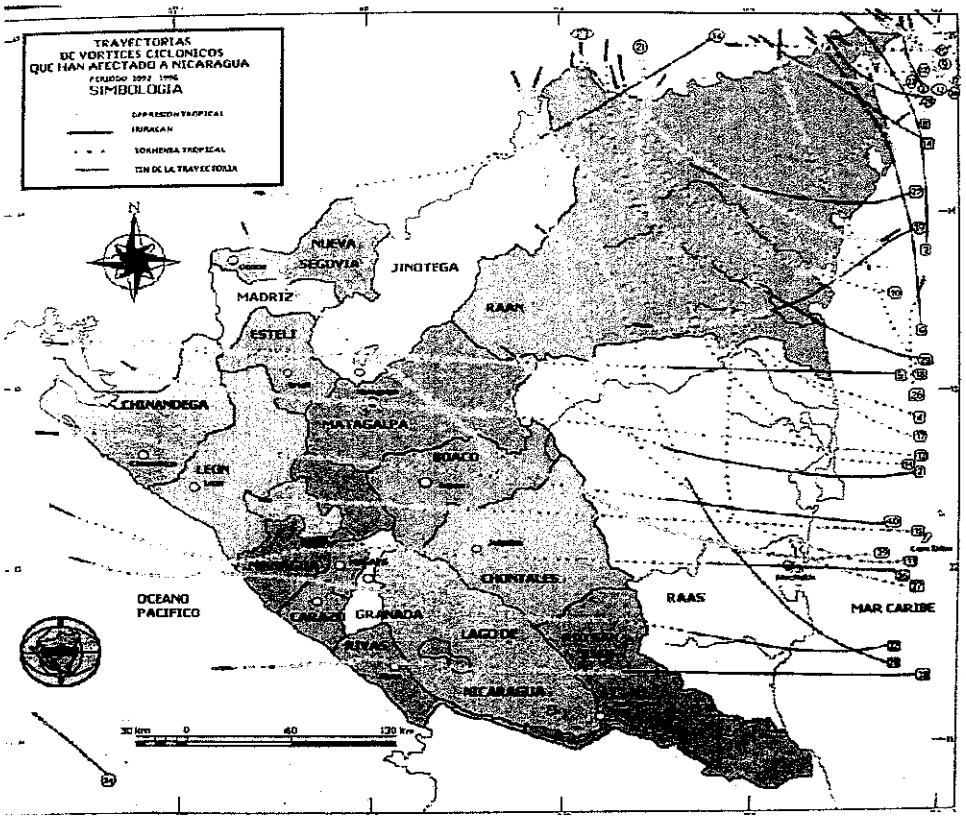
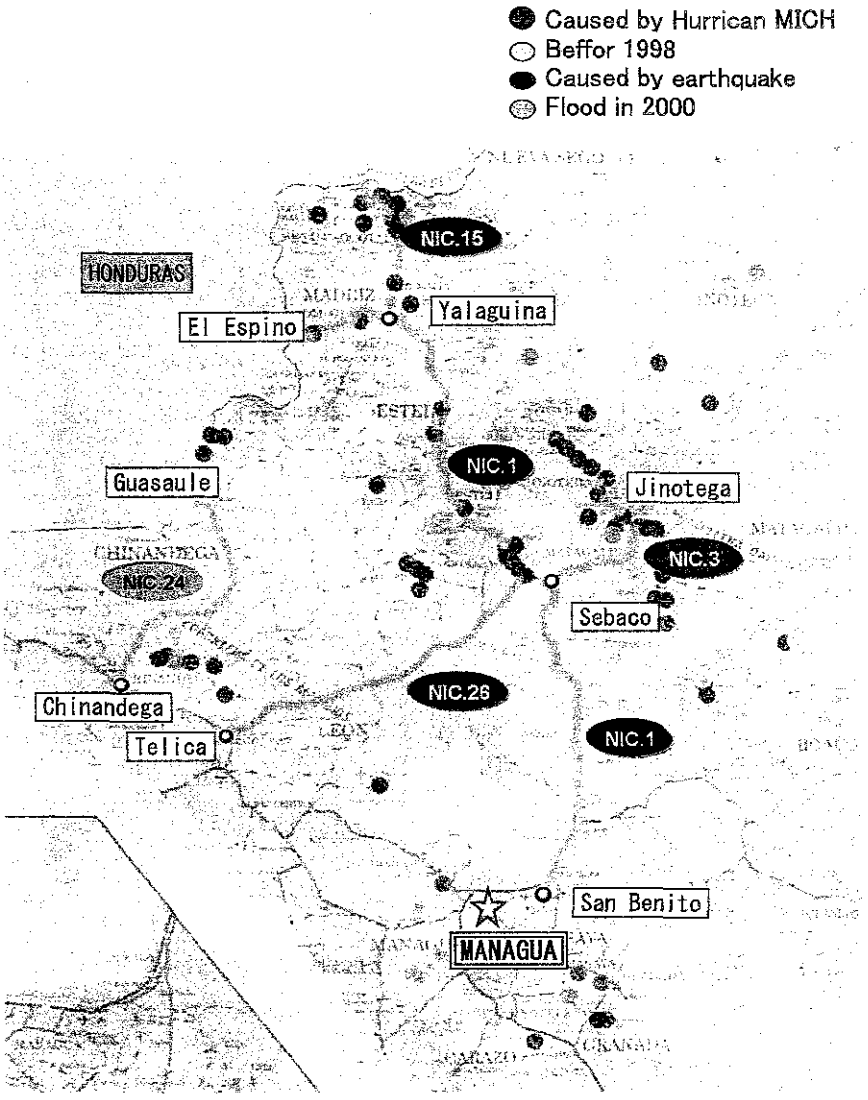


Figure 3.3.10 Ruta de los Huracanes en el Pasado

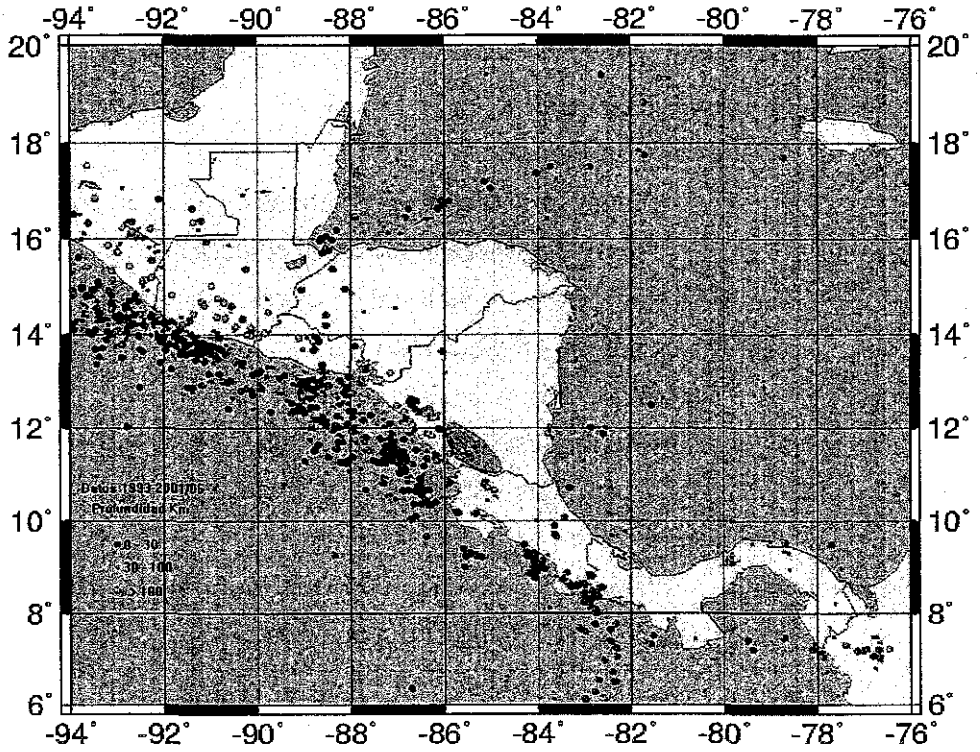


(INETER)

Figura 3.3.11 Mapa de Localización de los Deslizamientos de Tierra

Tabla 3.3.11 Clasificación Sísmica de las Carreteras en Estudio

Carretera	Sección	Nivel
Nic1	Desde San Benito hasta Las Maderas	4
	Desde Las Maderas hasta Ciudad Dario	3
	Desde Ciudad Dario hasta Sebaco	2
	Desde Sebaco hasta El Espino	2
Nic 3	Desde Sébaco hasta Jinotega	2
Nic15	Desde Yalagüina hasta Las Manos	2
Nic 24	Desde Chinandega hasta Estero Real	4
	Desde Estero Real hasta Guasaule	3
Nic26	Desde Telica hasta El Jicaral	5
	Desde El Jicaral	3



(from INETER)

Figura 3.3.12 Distribución de Epicentro

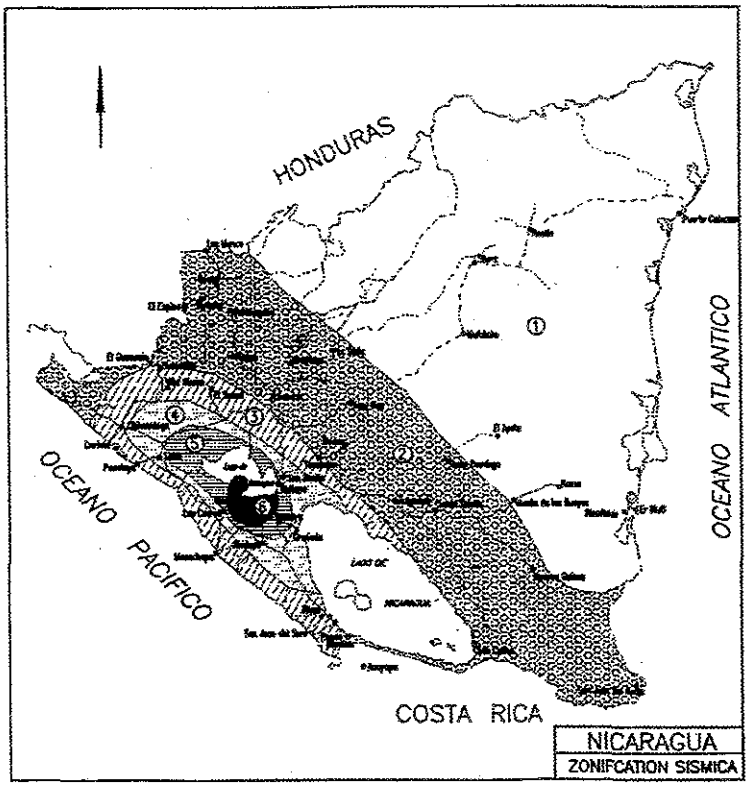


Figura 3.3.13 Clasificación Sísmica

3.4 Tabla de Inspección

3.4.1 Tabla de Inspección de Estabilidad

"La Tabla de Inspección de Estabilidad" consiste en varios ítems de acuerdo con los tipos de desastres en cada carretera. Los factores claves para cada tipo de desastres son como sigue.

- Caída de Rocas/Colapso:contramedidas, registro de desastres, estabilidad en caso de terremoto y evaluación total
- Colapso de Roca : contramedidas y evaluación total
- Deslizamiento de talud : registro de desastres, contramedidas y evaluación total
- Alud de Fango : contramedidas, estructura vial, evaluación total, registro de desastres,

  Socavación de Puente : Estabilidad del lecho del río y revestimiento, situación de estribo y cimiento del pilar, anormalidad, evaluación total

Un ejemplo de la Tabla de Inspección de Estabilidad se muestra en la Figura 3.4.1. Otras tablas se presentan en la página desde A1-5 a página A1-9 en el Ápendice-1.

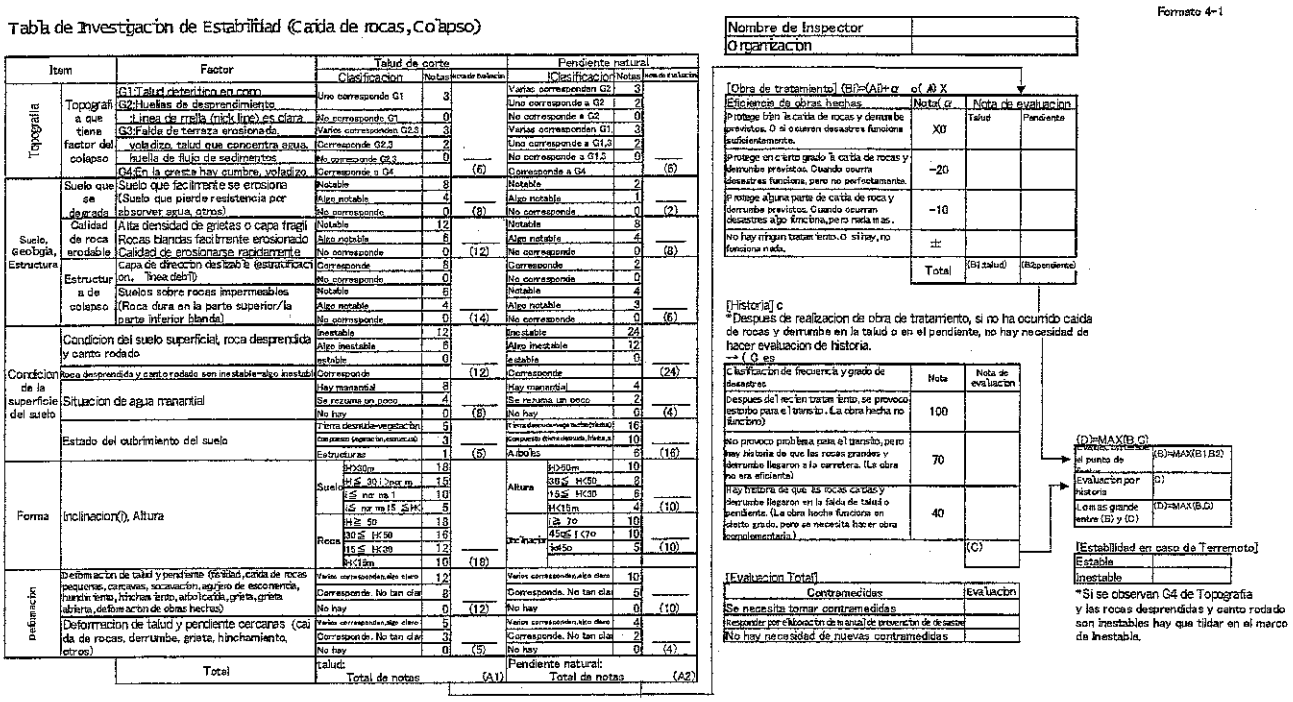


Figura 3.4.1 Ejemplo de Tabla de Inspección de Estabilidad (Caída de Roca/Colapso)

3.4.2 Tablas del Resultado de Inspección

Los resultados de la inspección del sitio del mismo deben ser incorporados en la "Tabla del Resultado de Inspección" conforme a los ítems siguientes. (Las Tablas del resultado de Inspección se presentan en la página A1-1 del Ápendice-1).

- No. : Número del sitio que debe ser controlado
- Nombre de la Vía
- Clasificación de la Vía : Carretera Nacional, Camino Rural, etc.
- Nombre del Sitio
- Ítems de Inspección
  - A: Caída de Rocas/Colapso
  - B: Colapso de Masa de Roca
  - C: Deslizamiento del Talud
  - E: Alud de Fango
  - H: Socavación de Cimiento del Puente
- Restricción del Tráfico : En Avance- 1, En Especial - 2, No - 3
- Criterio de Restricción:
- Desvío: Existe- 1, No hay-2
- Inspección del año resultante **
- Historial de Desastres :Sí– 1, No pero admisible– 2, No - 3
- Resultado de Inspección del año 2002 :Puntaje de factor, contramedidas y registro de desastres

  Evaluación Total : se necesita tomar algunas contramedidas- 1
  : registro de prevención de desastres es necesario- 2
  : no necesario- 3
- Obras de Contramedidas Propuestas : tipo, norma, cantidad, costo
- Estabilidad en caso de terremoto : estable - 1, inestable - 2.

3.4.3 Figuras del Resultado de Inspección

Los resultados de la inspección deben ser escritos en el mapa contenido en la "Figura del Resultado de Inspección" conforme a los ítems siguientes. (El ejemplo de figura del resultado de inspección se presenta en la página A1-2 de Ápendice-1).

Identificar como sigue

N001 A 030 (1)

No.de Ruta

Ítems de Inspección

No. de serie del sitio

Evaluación integral

- No. de Ruta : N001 (Esto significa Nic. 1)
- Ítems de inspección
  - A: Caída de Rocas/Colapso
  - B: Colapso de Masa de Roca
  - C: Deslizamiento del Talud
  - E: Alud de Fango
  - H: Socavación de Cimiento del Puente
- No. de serie del sitio: Sitio treinta (30) en Nic.1
- ○,△,x : Marca para la inspección del sitio
  - ○ : Sitio de inspección en 2002
  - △ : Sitio de inspección antes de 2002
  - x : Sitio de inspección con registro de daños
- Evaluación integral
  - (1) : Es necesario tomar algunas contramedidas
  - (2) : Es necesario considerar obras de prevención
  - (3) : No es necesario tomar algunas contramedidas

3.4.4 Registro de Sitio de Inspección

Los registros de la inspección de sitios deben ser escrito en la tabla de "Registro por el sitio de inspección". Una muestra de la tabla de inspección se presenta en la página A1-3 de Ápendice-1.

3.4.5 Registro de Desastres en el Pasado del Sitios de Inspección

Los registros de desastre anteriores de sitios de inspección también deben ser escrito en la tabla de "Registro por el sitio de la inspección". Una muestra de la tabla se presenta en la página A1-4 del Apéndice-1.

3.5 Ítems de Evaluación/ Puntuación de Sitios Potenciales y Críticos de Desastres

3.5.1 Generalidades

Como se describió en el Capítulo 2, Después de la terminación del tamizado en los sitios de inspección, los ingenieros deben llevar a cabo el estudio de estabilidad. Al mismo tiempo, los ingenieros deben hacer la puntuación en la tabla de inspección. Después de la inspección, será muy difícil de acceder al sitio de inspección que se van a identificar como sitios potenciales y/o críticos de desastres.

Los factores importantes adoptados para definir los sitios potenciales y críticos son como sigue.

3.5.2 Definición del Sitio Potencial de Desastres

Las carreteras objeto del estudio presentan diferentes volúmenes de tráfico con gran incremento para 2019. Por lo tanto, en esta sección, el volumen de tráfico no se considera como factor de la evaluación.

Los sitios potenciales de desastres se definieron por la existencia de los siguientes:

- Rocas desprendidas en la superficie del talud,
- Muchas grietas en la superficie de la roca,
- Caída de rocas de pequeña escala, y
- Registros de desastres relacionados con caída de rocas, colapso de masa de roca, deslizamiento del talud y socavación del cimiento del puente.

- **Para Puente : Puntaje más de Setenta (70).**

<Definición>

El puntaje debe ser evaluado de la siguiente manera: la gradiente del lecho del río (15) la ubicación del puente (20), la longitud mínima de la luz (15), la razón de bloqueo de la corriente del río por pilares (15) y el espacio libre debajo de la viga(10). La puntuación máxima es 75 puntos. Por lo tanto,cuando el puntaje alcanza a 70 se define como el sitio potencial de desastres.

Sin embargo, los puentes de puntaje inferior de 70 también puede ser designado como sitio potencial de desastres en caso de que el puente se ubique en la curva del río, el estribo sobresalga en el río y los cimientos estén construidas con caballetes de pilotes.

- **Para talud del corte/terraplén: Puntaje más de sesenta (60)**

<Definición>

El puntaje del talud de corte y terraplén debe ser definido conforme a : la estructura del suelo o la roca (8 o 12), mecánica vulnerable (14), rocas sueltas o rocas desprendidas que se encuentren en superficies del talud (12), gradiente o altura del talud (18) y transformación del talud (12). La puntuación máxima de cada factor es 64 o 68 puntos. Los sitios potenciales de desastres seleccionados deben tener más de 60.

Los factores de importancia son la escala de grietas de las rocas (30), grietas continuas horizontales (10), condición de rocas blandas o duras (11 o 15) y dirección de la roca madre (15). La puntuación máxima es 66 o 70 puntos. Los sitios seleccionados como sitios potenciales de desastres deben tener más de 60.

Los factores de puntación son el área de la cuenca (10), la gradiente del monte (10), gradiente del talud con 30 grados o más (8) y área del prado o bosque (8). La puntuación máxima es 36 puntos, pero el puntaje original total es 56. La razón de estos factores altamente importantes y el puntaje original total es 0.64. El sitio seleccionado como sitio potencial de desastres deben tener más de 60.

El resultado de la definición relacionada con cada tipo de sitios potenciales se presenta en el Apéndice-3.

3.5.3 Definición de Sitios Críticos de Desastres

Los sitios críticos de desastres deben identificarse considerando los siguientes ítem:

- Escala/registros de desastres en el área de los sitios
- Sitios necesarios para emergencias
- Sitios críticos para terceros
- Datos topográficos del levantamiento topográfico preliminar, y
- Plano de las condiciones del sitio.

Como se describió en la Sección 3.5.1 (Definición de Sitios Potenciales de Desastres), existen definiciones claves para evaluar los sitios críticos de desastres. Los resultados de las definiciones para cada tipo de sitios críticos de desastres se presentan en el Apéndice-3.

A través de estas definiciones, el puntaje para los sitios críticos de desastres en cuanto a socavación de cimiento del puente es 90 y 70 para la caída de roca, colapso de masa de roca y deslizamiento del talud.