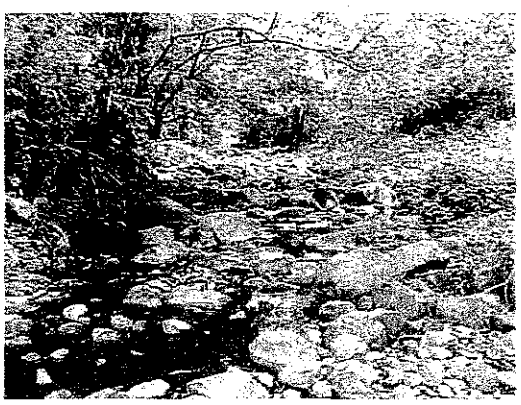
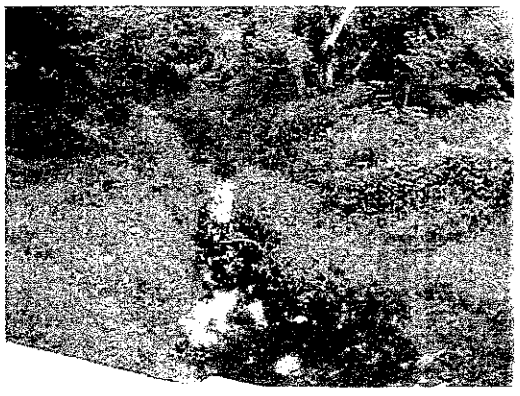
Canal principal de Papalón, aguas arriba del puente. n = 0.016

Canal principal de Las Banderitas, aguas arriba del puente. n = 0.027

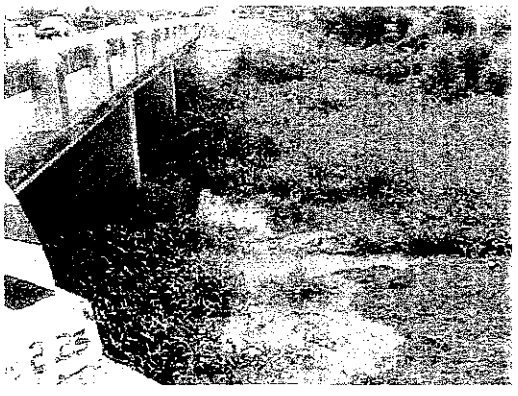
Canal principal de San Juan de Dios, aguas arriba del puente. n = 0.027



Canal principal de San Nicolás, aguas arriba del puente. n = 0.020

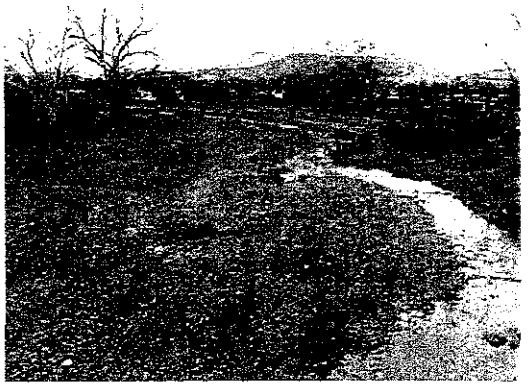


Canal principal de San Ramón, aguas arriba del puente. n = 0.045



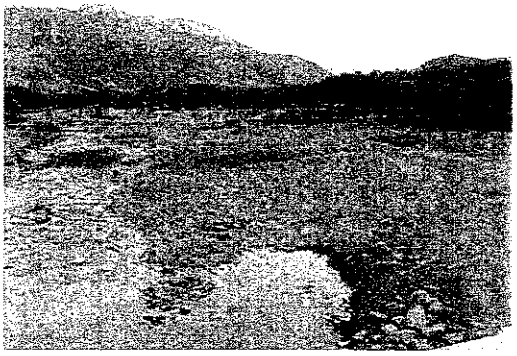
Canal principal de El Junquillal, aguas arriba del puente. n = 0.027

Canal izquierdo de El Guayacán, aguas arriba del puente. n = 0.027



Canal principal de Las Chanillas, aguas arriba del puente. n = 0.028

Canal principal de Inalí, aguas arriba del puente. n =0.028



Canal principal de Tapacalí, aguas arriba del puente. n = 0.028

f) Resultados de nivel de agua

En las Tablas 5.1.9 y 5.1.10 se presentan los niveles de agua de las secciones verticales de los grupos que se describieron antes. Se presentan estimaciones de las secciones verticales del puente (la estructura del puente mismo no se tomó en cuenta).

Tabla 5.1.9. Nivel del Agua en la Sección Vertical de los Puentes del Grupo 1

Cuenca	Velocidad (m/s)			Caudal (m^3/s)			Nivel del agua en la sección vertical del puente (m)			EL de puente (m)
Período de retorno (años)	25	50	100	25	50	100	25	50	100	
Solís	2.28	2.34	2.37	10.59	11.47	12.34	-4.61	-4.58	-4.55	0.28
Papalón	2.47	2.61	2.76	8.12	8.79	9.79	-3.2	-3.14	-3.08	0.30
San Juan de Dios	1.04	1.05	1.07	67.22	72.72	81.19	-0.28	-0.21	-0.11	-0.03
Las Banderitas	1.19	1.22	1.26	60.12	65.04	72.62	-6.37	-6.25	-6.06	-0.01
San Nicolás	1.72	1.78	1.84	68.89	64.94	83.77	-4.13	-4.22	-3.80	0.40
San Ramón	2.36	2.46	2.54	34.85	38.78	42.3	-3.4	-3.33	-3.26	0.48

Los niveles de agua no están relacionados a ninguna cota geodésica.

Tabla 5.1.10. Nivel del Agua en la Sección Vertical de los Puentes del Grupo 2

Cuenca	Velocidad (m/s)			Caudal (m^3/s)			Nivel del agua en la sección vertical del puente (m)			EL de puente (m)
Período de retorno (años)	25	50	100	25	50	100	25	50	100	
El Junquillal	1.86	1.89	1.91	246.28	274.28	306.10	0.92	0.98	1.04	0.205
El Guayacán	1.02	1.04	1.07	149.08	166.03	185.29	>0.86*	>0.86 *	>0.86 *	0.86
Ls Chanillas	4.76	4.88	5.03	668.61	725.92	802.33	-4.1	-3.95	-3.75	0.18
Inalí	4.69	4.80	4.92	579.58	635.18	694.94	-3.61	-3.46	-3.3	0.32
Tapacalí	2.65	2.78	2.90	886.75	1013.44	1266.80	295.76	296.06	296.61	299.618

Los niveles de agua no están relacionados con ninguna cota geodésica sino a Tapacalí.

* Elevación de la carretera

g) Evauación de resultados

<Grupo 1>

Dos de las cuencas (Solís y Papalón) se encuentran al occidente del país. Cuatro (San Juan de Dios, Las Banderitas, San Nicolás y San Ramón) se encuentran al norte. Las áreas de drenaje menores de 10 Km son las de Solís y Papalón, que tienen las menores áreas de drenaje, de 0.8 y 0.6 Km . Esa es la razón de que para ellas se tengan estimaciones muy bajas de gastos (3.76 y 2.51 m /s) para períodos de retorno de 100 años.

- **Solís, Papalón, Las Banderitas, San Nicolás y San Ramón**: los niveles del agua en las secciones verticales de los puentes son menores que la línea de la carretera para los períodos de retorno de 100 años. Ello indica que los canales analizados tienen capacidad hidráulica para transportar tales gastos, bajo el supuesto de que la estructura del Puente mismo no se está considerando en el análisis.

- **San Juan de Dios**: El gasto de los periodos de retorno de 25, 50 y 100 años supera la línea del Puente, lo que indica que el canal no tiene capacidad hidráulica para transportar tales gastos. Las secciones verticales que se estudiaron se extienden a lo largo de la margen derecha, con pendiente de 3%, tratando de aproximarse más al área hidráulica.

<Grupo 2>

Las cinco cuencas (El Junquillal, El Guayacán, Las Chanillas, Inalí y Tapacalí) se encuentran al norte del país. Sus áreas de drenaje son mayores que las del Grupo 1, y varían de 28.3 Km^2 (El Guayacán) a 147 Km^2 (Inalí). Las estimaciones de gastos máximos para un período de cien años son de entre 185.29 y 1,140.19 m^3/s, y son valores de gasto máximo más altos que los del Grupo 1.

- **El Junquillal:** Las estimaciones de nivel de agua superan la línea del puente. La característica particular es que las áreas adyacentes a los sitios de estudio son arrozales con superficies casi planas e impermeables, completamente saturadas. La sección vertical que se estudio aguas arriba se extendió hacia la margen derecha, con un 3% de pendiente, tratando de aproximarse lo más posible al área hidráulica. Los resultados de la simulación indican que el canal analizado no tiene capacidad hidráulica para transportar el gasto máximo.

- **El Guayacán.** El canal no es capaz en absoluto de transportar gastos mayores de 185.29 m^3/s, que corresponden a un período de retorno de 25 años. La estructura del puente se compone de arcos, cuya forma produce valores mayores de resistencia porque contraen la sección del flujo. Por lo tanto, la resistencia de la estructura al flujo incrementara los niveles de agua que se presentan. Considerando esta situación se estimó un valor de gasto máximo que se supone que alcanzaría la línea del puente, que correspondió a un valor de 35 m^3/s (período de retorno menor de 1.5 años). El valor podría ser menor si se en el análisis se tomara en cuenta la estructura del puente. Por lo tanto, los niveles de agua que se dan para los períodos de retorno de 25, 50 y 100 años no son físicamente correctos; la razón de darlos es sólo la de ilustrar la magnitud que alcanzan.

- **Las Chanillas, Inalí y Tapacalí.** Son los que tienen las mayores áreas de drenaje (114.61, 84.80 y 147.11 Km^2) entre los sitios que se estudiaron, y por supuesto también son los que presentan mayores valores de gasto máximo posible (657.87, 694.94 y 1,140.19 m^3/s). Los canales son muy anchos, con pendientes suaves y riberas muy planas; las secciones de los puentes son más profundas que los canales de los ríos analizados. Los gastos máximos alcanzaron a un 40-50% de la sección vertical de la altura del puente, bajo el supuesto de que la estructura misma del puente no se considera para el análisis. Las secciones verticales que se estudiaron se extienden en la margen derecha, con una pendiente de 3%, tratando de aproximarse al área hidráulica. Sin embargo, Las Chanillas e Inalí indican altas velocidades en

todos los períodos de retorno, aunque contienen gastos máximos posibles. Parece que estos fenómenos se dan en toda la anchura del lado aguas arriba, y son causa de que el puente se estreche rápidamente. Puede decirse que no hay otra forma en la situación actual, pero que no se produce una buena influencia en el puente y no se hacen mejorías al río. Puede decirse especialmente que la tendencia es notoria, y que es uno de los factores del socavamiento de las fundaciones del puente en el río Inalí.

5.1.3 Estudio Geológico

1) Objetivo y Método del Estudio

a) Objetivo (Perforación, Sondeo y Muestreo)

La exploración por perforación se ejecutó en las caras del talud y los sitios de puentes que se habían seleccionado en la primera fase como sitios críticos de desastre.
Obtener la información básica pareció necesario para evaluar la estabilidad de la pendiente o de la totalidad de la pendiente, incluyendo su cara.
Además, obtener la información básica pareció ser necesario para evaluar la estabilidad de la roca madre, considerando la morfología del lecho en la ubicación del puente, los sedimentos del río, y la predicción sobre la situación de la roca madre, etcétera. Se tomaron muestras del material base y se ejecutó en el sitio una prueba normal de penetración.

b) Método del Estudio

El método de investigación en Nicaragua no utilizó métodos distintos de los de ASTM, que se tomaron como los básicos.
La perforación se hizo con un barreno a presión de aceite, de tipo rotatorio, y se hizo la prueba normal de penetración dentro de las áreas que pudieron examinarse.
El material de las muestras se tomó para comprender las propiedades físicas del estrato objeto, el análisis del tamaño de sus partículas, una prueba de gravedad específica de las partículas de suelo, su contenido de humedad, y LLPL. Además, se obtuvo una muestra de roca para examinar la prueba de compresión no confinada como examen mecánico, además de la prueba de unidades de peso para comprender las propiedades físicas de la roca madre.

c) Selección de la Posición de Perforación

Una vez que se decidió el lugar y el número de perforaciones, se investigó nuevamente las características de la verificación de prevención de desastres de la primera fase, y la parte objeto fue investigada visualmente otra vez. Se tomaron en cuenta las características geográficas y geológicas que afectarán la estabilidad. Las zonas objeto de la perforación se clasificaron en cinco etapas para la cara del talud, y se eligieron para los puentes las dos etapas. En la Tabla 5.1.11 se presenta la disposición de las perforaciones en los taludes objeto.

Tabla 5.1.11. Clasificación de la Exploración por Perforación (Talud)

Clase	Características	Cantidad de Perforación
Tipo-A	Repetidas veces, porque es un estado de estratos alternos incluso si se trata de una sola capa o de un estrato de composición combinada. Lugar donde la fase rocosa y la meteorización se comprendan fácilmente. Cuando se pueda suponer en un solo lugar de barrenado la composición del estrato promedio, etcétera, que afecten la estabilización.	BH=1
Tipo-B	Se observa cambios en la composición del estrato y el estado de la meteorización del sitio. Cuando se pueda evaluar la composición del estrato, etcétera, que afecten la estabilización, el barrenado deberá hacerse al menos en dos lugares.	BH≧2
Tipo-C	El grado de composición y meteorización del estrato es complejo. Cuando se necesite evaluar la estabilidad de la totalidad de la pendiente, serán necesarias al menos tres perforaciones, o más. Y cuando se establezca una presa para controlar erosión y torrentes se supondrá que la inclinación del lecho del río en la ubicación que cruza el camino será de 3° o menos en el lugar donde se prevé que se genere la avalancha de arena y piedras.	BH≧3
Tipo-D	Por ejemplo, la roca madre expuesta elimina la necesidad de barrenar cuando la mayor parte de la información puede apreciarse en la roca dura y observar los signos de estabilidad.	BH=0
Tipo-E	Puntos en que el grado de la composición y la meteorización son extremadamente complejos debido a la alteración de fallas y regiones volcánicas. Con la excepción de los puntos que se mencionen arriba.	Depende de la situación. Arbitrario

A continuación, en la Tabla 5.1.12 se presenta la disposición de barrenado en los puentes objeto.

Tabla 5.1.12. Clasificación de las Exploraciones por Perforación(Puentes)

Clase	Características	Cantidad de Perforación
Tipo α	La composición del estrato en el punto del puente, las características geográficas, y la roca desnuda de los ríos con características geológicas promedio de grosor, etcétera, son apreciables con un barrenado en un solo lugar. Se aplica especialmente cuando la parte plana y la longitud del puente sean cortas.	BH=1
Tipo β	Se predice el cambio de lo que se menciona arriba por el paisaje fluvial y la composición de los estratos, y cuando las características geológicas promedio y el grosor, etcétera, sean apreciables por un barrenado en dos o más sitios.	BH≧2

A continuación se presentan ejemplos concretos de la disposición de la perforación en los taludes objeto.

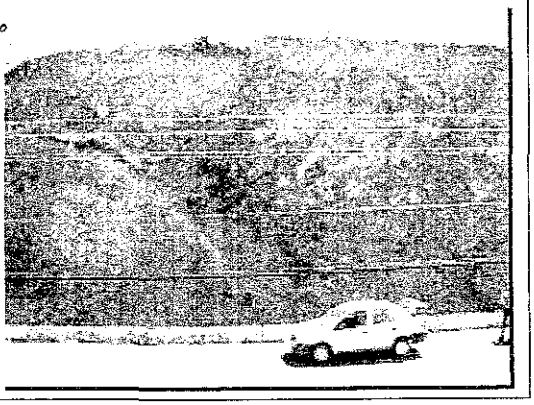
Ejemplo de Tipo A	N° de serie 8 (ID- No.001B230) Debido a que la composición de la cara del talud es grande y la variación es simple y se puede realizar una investigación visual, y además las condiciones de meteorización son las mismas, sobre todo la cara de la pendiente no se barrena. Para examinar deslizamiento de talud que incluyan al camino, se puede ejecutar una perforación al pie del talud o en el borde de la carretera.	
Ejemplo de Tipo B	N° de serie 32 (ID- No.003C150) Las características geográficas del talud y la meteorización de tobas tienen influencia y facilitan la argilación y el movimiento de la pendiente. Hay movimientos a pequeña escala (el terreno plano forma el pie del cerro) en la pendiente. Y se ha generado diferencia en el hombro. Se comprende el cambio de la composición de las características geológicas con uno o dos perforaciones.	
Ejemplo de Tipo C	N° de serie.35 (ID- No.005A010) Ejemplo de la inclusión del colapso de la cara del talud que se muestra en NIC.5, por agua de infiltración de la composición del estrato y la planicie de lava en la parte posterior de la pendiente, que influyen sobre la estabilidad de toda la cara de la pendiente. Debido a la altura y la anchura de la cara de la pendiente, es necesario examinar la estabilidad, inclusive en la longitud total del camino, y deberán hacerse muchas perforaciones para poder proceder a una evaluación general.	
Ejemplo de Tipo D	N° de serie.22 (ID- No.001A010) No hay vegetación y la situación de la roca madre en la totalidad de la cara de la pendiente. Las rocas se componen de masas de aglomerados debido al flujo de lava andesítica de la parte receptora. Es posible la evaluación del grado de meteorización y de la estabilidad es posible observando solamente.	

Figura 5.1.6. Ejemplo de la Clasificación de Exploración por Perforación

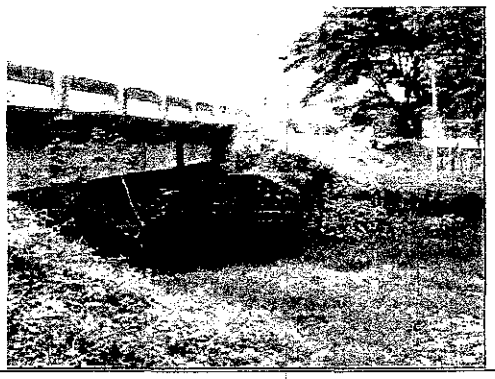
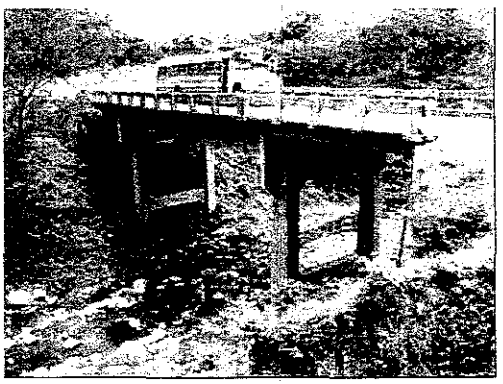
Tipo α	N° de serie.4 (ID- San Ramón) Es un puente de longitud comparativamente corta ubicado en características geográficas en que no existen cambios en las partes planas.. En cuanto a la composición de los estratos, no cabe suponer un gran cambio en la composición de las riberas, las características geológicas y el grosor, etcétera. Es apreciable un promedio singular en el barrenado.	
Tipo β	N° de serie.45 (ID: Las Banderitas) El puente tiene un alineamiento vertical cóncavo con el valle del área montañosa. Existe la posibilidad de que haya cambios en la composición de los estratos del lado derecho y de la ribera izquierda del río. Se deben llevar a cabo dos o más perforaciones y evaluarse las características geológicas, la composición, espesor, etcétera.	

Figura 5.1.7. Ejemplo de la Clasificación de la Exploración por Perforación (Puentes)

Además, es importante contar con un punto de vista técnico, y el aspecto de seguridad del trabajador y del transporte de la maquinaria debe ser suficiente en cada ubicación.

Como resultado del examen, las exploraciones por barrenado se dispusieron en la forma en que presenta la Tabla 5.1.13.

Tabla 5.1.13. Disposición de la Exploración por Perforación

Carretera N° NIC.1

Número de serie de sitio crítico de desastre	Número de identificación	Distancia desde Managua, en Km	Tipo de barrenado
1	N001A290	60.9	A
2	N001A280	73.2	C
3	Jungquilal	113.19	□¿
4	San Nicolas	135.64	□¿
5	Las Chanillas	150.33	□À
6	San Ramón	151.85	□À
7	N001A240	168.4	A
8	N001B230	168.6	A
9	N001B200	169.8	D
10	N001B190	170.7	D
11	N001B170	171.3	A
12	N001B150	175.0	A
13	N001B120	176.2	A
14	N001A110	178.7	A
15	N001B100	187.3	D
16	N001B070	204.7	A
17	N001A050	214.7	A
18	Río Tuma	226.89	□À
19	Río Tapacali	233.245	□À
20	N001B030	232.5	D
21	N001A020	233.7	D
22	N001A010	235.6	D

Carretera N° NIC.3

Número de serie de sitio crítico de desastre	Número de identificación	Distancia desde Sébaco (en Km) [*Puente: desde Managua]	Tipo de barrenado
23	003B420	3.9	A
24	003B400	6.9	B
25	003B370	7.4	A
26	El Guayacan	119.05	□¿
27	N003B320	22.1	A
28	N003B240	32.7	A
29	N003C230	32.9	B
30	N003E170	35.2	C
31	N003C160	35.9	B
32	N003C150	38.9	B
33	N003C140	39.4	B
34	N003B120	40	A

Carretera N° NIC 5

Número de serie de sitio crítico de desastre	Número de identificación	Distancia desde Matagalpa, en Km	Tipo de barrenado
35	N005A010	24.6	C

Carretera N° NIC.15

Número de serie de sitio crítico de desastre	Número de identificación	Distancia desde Las Manos, en Km	Tipo de barrenado
36	N015E010	9.9	C
37	N015E020	11.1	C
38	N015E050	11.7	A
39	N015E060	13.6	A

Carretera N° NIC.26

Número de serie de sitio crítico de desastre	Número de identificación	Distancia de I.C. entre San Isidro y Sébaco (Km) [*Puente desde Managua]	Tipo de barrenado
40	N026A010	9.0	D
41	N026A020	12.7	D
42	N026A030	19.9	D
43	N026A040	20.9	D
44	N026A060	24.7	A
45	La Banderita	170+952	□À
46	N026A100	28.3	A
47	N026B110	29.8	D
48	N026A130	33.6	A
49	N026B140	34.0	A
50	N026A150	34.2	C
51	N026B160	37.0	A
52	San Juan de Dios	156+795	□¿
53	N026B210	45.5	A
54	Papalón	106+154	□¿
55	Solís	107+533	□¿

R.F. : Caída de rocas
R.C. : Colapso de rocas
S.S. : Deslizamiento de pendiente
D.F. : Flujo de agua con sedimentos
Puente : Socavamiento de fundaciones

2) Resultados del Estudio

En la Tabla 5.1.14 se presentan los resultados del estudio de posición que se menciona arriba.

Tabla 5.1.14. Resultados del Estudio

Carretera: NIC.1

N° de Serie	Situación del Sitio	Resultados del Estudio
1 N001A290	Las rocas madres compuestas son tobas fusionadas, tobas y andesitas. Los flujos de lava constituyen la alternación de los estratos. Debido al relieve accidentado, las fisuras son notables. Pero debido a que hay un estrato débil de toba, se planea la evaluación de las fases rocosas y la condición de meteorización de los estratos, que pueden ser de preocupación por asentamiento. Deberá elegirse un (1) perforación.	De acuerdo al resultado del estudio de barrenado, la capa superficial, de cerca de un metro, contiene grietas capilares y estratos meteorizados. A niveles de profundidad mayor de un metro las rocas son duras, pero hay fisuras pequeñas. La andesita puede no tener deterioro de gran escala porque consiste en parte de un flujo de lava estratificado. Sin embargo, las grietas se han vuelto más anchas, y ha llegado la estación lluviosa, de manera que no puede evitarse que las rocas caigan.
2 N001A280	Pendiente ligera donde se distribuyen tobas. Existe una torre de transmisión de electricidad en la parte superior de la pendiente. Hay dos (2) declives principales en esta pendiente, y la variación y profundidad del deterioro se pueden estimar a partir de las condiciones de cambio de la superficie del suelo. Deben planearse varias perforaciones s para confirmar las fases rocosas, la meteorización y la existencia de estratos débiles de toba en las partes más profundas del pie de la pendiente, debido a que es necesario verificar la existencia de una capa profunda que se deslice y que afecte la deposición de la totalidad de la pendiente.	Parte de la toba que se encuentra en la cara de la pendiente ha sido muy meteorizada, hasta una profundidad de hasta 7 metros. El nivel que se encuentra por debajo de los 7 metros consiste de toba-brecha y andesita. Incluso con pocas lluvias hay afloramiento de agua y se observan dos declives principales en la pendiente. Puede ser necesaria la observación continua de la totalidad de la cara de la pendiente.

N° de Serie	Situación del Sitio	Resultados del Estudio
3 El Junquillal	El puente es de corta longitud y el área que lo rodea es plana. La alteración geológica parece ser pequeña tanto al lado izquierdo como al derecho. Una (1) perforación debe ser suficiente para evaluar.	De acuerdo a los resultados del estudio de barrenado, a una profundidad de tres metros existe una faja meteorizada, cuya mayor parte se ha convertido en suelo. Existe una faja meteorizada de andesita con muchas fracturas a una profundidad mayor de tres metros. Parte de la andesita se ha convertido en suelo, pero la andesita alterada no puede afectar la capacidad de resistencia ni el tamaño del puente.
4 San Nicolás	El puente es de corta longitud. La alteración geológica parece ser pequeña tanto la lado izquierdo como el derecho. Una (1) perforación es suficiente para evaluar.	De acuerdo al resultado del estudio de barrenado, a tres metros de profundidad existe toba soldada, cuya mayor parte se ha convertido en suelo. En cuanto a niveles que se encuentran a una profundidad mayor de 3 metros, la meteorización es relativamente poca.
5 Las Chanillas	El Puente tiene una gran longitud. Parece existir alteración geológica en ambas riveras. Dos (2) perforaciones deben ser suficientes para evaluar.	El resultado del estudio de los dos barrenados muestra que la alteración a suelo ha alcanzado alrededor de 5 metros. Sin embargo, a profundidades mayores de cinco metros los niveles son un poco estables, y la alteración para convertirse en suelo meteorizado se puede observar a lo largo de las grietas.
6 San Ramón	Las condiciones de la toba pueden juzgarse a partir de una investigación visual, que se distribuye principalmente en la cara de la pendiente. Es necesario una (1) perforación para confirmar el alcance de la meteorización.	De acuerdo a los resultados del barrenado, la toba que se encuentra a una profundidad de unos tres metros de la superficie se ha convertido en suelo. Además, a niveles más profundos, puede observarse toba alterada y meteorización debida a grietas capilares por hasta doce metros continuos. No son tan serios como para asignar un valor N.

N° de Serie	Situación del Sitio	Resultados del Estudio
7 N001A240	En cuanto a composición geológica, la toba y la toba-brecha constituyen la alteración de los estratos. Debido a que las rocas han quedado expuestas en la cara de la pendiente, puede hacerse una confirmación por observación visual. Sólo con el fin de estudiar la estabilidad del lado del valle, confírmese la condición de la roca madre que se encuentra a profundidad mayor que el pie de la pendiente. Deberá elegirse una (1) perforación.	Los resultados del estudio de barrenado muestran que la toba contiene muchas grietas capilares hasta una profundidad de 3 o 4 metros, y que no puede evitarse la infiltración de agua de lluvia. Puede observarse que la andesita se ha convertido en bloques, de unos doce centímetros, debido a las grietas, y no puede evitarse su caída. La toba que se encuentra debajo de la parte de la carretera contiene muchas grietas capilares, y las grietas forman el paso de agua hacia la superficie del relleno de la carretera y constituyen una mala influencia para el terraplén de la carretera.
8 N001B230	El flujo de toba y de lava andesítica constituyen la alteración de los estratos. Debido a que las rocas están expuestas en la cara de la pendiente, puede realizarse una confirmación mediante investigación visual de la totalidad de la cara. A fin de estudiar la estabilidad que exista hacia el lado del valle, deberá confirmarse la condición de la roca madre que se encuentre a mayor profundidad que el pie de la pendiente.	De acuerdo al resultado del estudio de barrenado, la tendencia a convertirse en suelo puede observarse hasta una profundidad de unos dos metros, y la meteorización alcanzó hasta unos cuatro metros. No se identificaron estratos débiles alrededor del pie de la pendiente, hacia el valle. Sin embargo, debido a que existen grietas en intervalos de 10 a 50 cm en la cara de la pendiente, puede ser necesaria la remoción de lajas. En general, la meteorización alcanzó una profundidad de hasta al menos dos metros de toba.
9 N001B200	La mayor parte de la cara de la pendiente consiste de andesita, y aparecen afloramientos en toda el área. Por lo tanto, es posible juzgar el grado de la meteorización y la estabilidad mediante una investigación visual	Aunque la andesita de la cara de la pendiente contiene muchas grietas y está abierta hasta cierto grado, los estratos son estables como un todo. No se observan cambios con respecto hacia los resultados del estudio de la Fase 1.

N° de Serie	Situación del Sitio	Resultados del Estudio
10 N001B190	La alteración de los estratos consiste de un flujo de toba y de lava andesítica. Debido a que las rocas quedan expuestas en la cara de la pendiente, puede procederse a una confirmación mediante la inspección visual de la totalidad de la cara. Debe confirmarse la condición de la roca madre que se encuentra a profundidad mayor que el pie de la pendiente, a fin de estudiar la estabilidad hacia el lado del valle.	Aunque puede observarse la exfoliación de la cara de la pendiente y rocas pequeñas que caen, no hay cambios en comparación con el resultado del estudio de la Fase 1. Sin embargo, debido a que la totalidad de la cara de la pendiente tiene una estructura de toba-brecha, el sitio puede meteorizarse con facilidad. Son necesarias medidas para prevenir la meteorización.
11 N001B170	Debido a que la toba blanca, que se afecta fácilmente con la meteorización, se encuentra entre capas de andesita dura, se pueden observar voladizos allí donde la toba se ha exfoliado. A fin de confirmar la distribución de la toba blanca, debe elegirse una (1) perforación a una profundidad mayor que el pie de la pendiente.	De acuerdo a los resultados del estudio de barrenado, la tendencia a convertirse en suelo puede observarse hasta una profundidad de unos 4 metros. Es seguro que la parte firme se encuentra a una profundidad de alrededor de 10 metros. La condición de formación es mala en la cara de la pendiente.
12 N001B150	La andesita, que se rompe sola, se convirtió en brecha, y el deterioro ha alcanzado una etapa avanzada especialmente en el pie de la pendiente. Debido que allí están expuestas las rocas, debe seleccionarse una (1) perforación a fin de confirmar las condiciones de la roca madre.	El resultado del estudio de barrenado muestra que se han formado grietas capilares hasta una profundidad de 2 metros. Los niveles que se encuentran a profundidad mayor de 2 metros consisten de andesita y toba-brecha, y no hay otros materiales. Sin embargo, es prominente el riesgo de que se desprendan lajas del voladizo que se encuentra en la parte superior de la pendiente, y será necesario un recorte temprano.

N° de Serie	Situación del Sitio	Resultados del Estudio
13 N001B120	Aunque la andesita, que aparece desde la parte superior hasta la mitad de la pendiente, es roca dura, la meteorización y exfoliación de la toba que se encuentra debajo de ella ha alcanzado una etapa avanzada. Debe fijarse una (1) perforación para confirmar esta condición de meteorización.	De acuerdo al resultado del estudio de barrenado, no existen alteraciones extremas en el suelo; pueden observarse grietas capilares hasta una profundidad de 6 metros. Se observa no sólo exfoliación, sino también derrumbes en forma de cuña, que, junto con la altura de la cara de la pendiente, tiene como resultado que a menudo caigan piedras peligrosas.
14 N001A110	Entre dos estratos de toba existe un estrato delgado de flujo de lava andesítica, con una anchura de unos 0.8 metros. La meteorización de la toba ha alcanzado una etapa avanzada y la exfoliación es notable. Especialmente con el propósito de comprender la fase rocosa en la parte media o inferior de la cara de la pendiente, deberá procederse a una (1) perforación.	De acuerdo al resultado del estudio de barrenado, la andesita es estable como parte del afloramiento. De manera que parece que no habrá un problema serio si las lajas se manejan apropiadamente. Sin embargo, aunque no sea continuamente, parecen existir grietas hasta una profundidad de más de 10 metros, y puede ser necesario realizar un trabajo preventivo de medidas de construcción para las piedras que caen.
15 N001B100	El esquisto negro se distribuye en la parte más inclinada de la cara de la pendiente. La misma fase rocosa existe continuamente en el pie de la pendiente y a una profundidad mayor. De manera que no es necesario la perforación.	Aunque en la cara de la pendiente puede observarse la exfoliación de la clase de piezas de esquisto negro hasta cierto grado, no hay problema con la estabilidad de la totalidad de la cara de la pendiente. Sin embargo, debido a que se generará un voladizo a medida que avance la meteorización de la toba, será necesario dar mantenimiento a la cara de la pendiente.

N° de Serie	Situación del Sitio	Resultados del Estudio
16 N001B070	Andesita y toba constituyen la alteración de los estratos. La meteorización alcanzó una etapa avanzada, y la exfoliación y las pérdidas de piezas de roca son notables. A fin de confirmar la profundidad de la meteorización del estrato y la apariencia de los estratos que se encuentran al pie de a pendiente, deberá seleccionarse una (1) perforación.	De acuerdo a los resultados del estudio de barrenado, existe una capa de tierra vegetal que tiene una profundidad de 0.7-0.8 m, que a una profundidad de 2-3 metros cambia a suelo. Debido a esto se ha producido erosión en la cara de la pendiente. Existen clases de andesita y toba a niveles más profundos que ese suelo, y son notorias las grietas hasta unos 6-7 metros de profundidad. De manera que es necesario tomar medidas preventivas tempranas para las piedras que caigan.
17 N001A050	La toba ha adquirido un color verde. Se desconoce el alcance de la meteorización, sus características físicas y sus características de resistencia. Aunque la cara de la pendiente es larga, el mismo estrato existe continuamente. Será suficiente con realizar una (1) perforación.	De acuerdo al resultado del barrenado, la toba alterada se ha meteorizado hasta una profundidad cercana a los 7 metros, y puede juzgarse que el grado de meteorización es grande. Bajo las condiciones actuales, la pendiente es muy aguda, de manera que serán necesarias medidas preventivas contra la meteorización y el examen del ángulo de la cara de la pendiente
18 Rio Inalí	La longitud del puente es larga, y puede suponerse que hay alteración geológica. Para evaluar serán necesarias dos (2) perforaciones.	De acuerdo a los resultados del estudio de barrenado, aunque la capa meteorizada en que existen grietas de intervalos de 5 cm en la ribera izquierda se prolonga hasta una profundidad cercana a los 7 metros, la fundación se adhiere firmemente a la parte de andesita. De manera que no es necesario preocuparse de diferencias en el asentamiento.
19 Río Tapacalí	El puente es de gran longitud y puede suponerse que haya alteración geológica. Dos (2) perforaciones serán suficientes para evaluar.	De acuerdo al resultado del estudio de barrenado, existe toba, que se ha convertido en suelo hasta una profundidad de cerca de 4 metros. Hay rocas meteorizadas, inclusive toba y toba-brecha, a niveles de profundidad mayor de 4 metros.

N° de Serie	Situación del Sitio	Resultados del Estudio
20 N001B030	La composición geológica (alternación de estratos de andesita y de toba) puede juzgarse por examen visual. El grado de la meteorización puede suponerse por investigación visual de la cara de la pendiente vecina que fue cortada (son caras vecinas de la misma colina)	Se anticipa que la andesita de la cara de la pendiente se convierta en voladizo a medida que avance la meteorización de la toba. Pero no hay síntomas especiales
21 N001A020	La toba, que ha adquirido un color verde, se distribuye ampliamente, lo mismo que en los alrededores del lugar N° 17 (N001A050). El estudio puede omitirse porque se trata de la cara de una pendiente donde acaba de finalizar una construcción.	Las características geológicas son tobas del mismo tipo que en el N° 17 (N001A050). Sin embargo, también presentan diferencia, puesto que debido al suave ángulo de corte de la pendiente no puede observarse progreso serio ni alteración debida a la meteorización
22 N001A010	El flujo de lava andesítica se distribuye en el aglomerado. Hay vestigios de actividades volcánicas violentas, pero actualmente no puede observarse más exfoliación. No hay motivo para realizar perforación.	Se observa una pequeña exfoliación en la cara de la pendiente. Aunque la tendencia a ser leve parece progresar en comparación con los resultados del estudio anterior, no hay cambios grandes.

Carretera: NIC.3

N° de Serie	Situación del Sitio	Resultados del Estudio
23 N003B420	Masas de toba masiva se han convertido en bloques debido a grietas y han caído. Para fines de comparación, y a fin de comprender las características de resistencia de las rocas frescas, deberá realizarse una (1) perforación.	De acuerdo a los resultados del estudio de barrenado, en este sitio la toba masiva se distribuye en la superficie de la pendiente, y no es un síntoma serio de procesos de meteorización desde el punto de vista de la calidad de la roca. Además, no hay diferencias con respecto a la Fase 1.
24 N003B400	Este sitio consiste de toba (parte superior) y clastos volcánicos. Debido a que la meteorización de ambas capas parece ser profunda, deberán realizarse dos (2) perforaciones.	De acuerdo a los resultados del estudio de barrenado, la toba se ha convertido en suelo hasta una profundidad de dos metros. A una profundidad mayor de dos metros existe una capa meteorizada, cuya mayor parte se ha convertido en suelo a lo largo de las grietas capilares. Como un todo, las grietas capilares parecen existir incluso adentro, y la meteorización parece haber alcanzado una etapa avanzada.
25 N003B370	Existen tres (3) estratos, inclusive uno de andesita (parte superior de la cara de la pendiente), rocas clásticas volcánicas (parte inferior de la cara de la pendiente) y toba (cerca del pie de la pendiente). La capa meteorizada de rocas clásticas volcánicas produjo un deterioro poco profundo de la capa de la pendiente. Debido a que la meteorización de la toba del pie de la pendiente ha alcanzado una etapa avanzada, allí deberá realizarse una (1) perforación.	De acuerdo al resultado del barrenado, el pie de la pendiente consiste de una faja meteorizada que contiene muchas grietas. Las rocas son firmes y estables no hay deterioro a niveles profundos. Sin embargo, se observa que la cara de la pendiente como un todo está suelta. Será necesario modificar el ángulo de la pendiente y tomar medidas preventivas contra la meteorización.
26 El Guayacán	La longitud del Puente es corta, y parece haber poca alteración geológica de las orillas izquierda y derecha. La evaluación deberá hacerse mediante una (1) perforación.	De acuerdo al resultado del barrenado, existe una capa de tierra vegetal hasta una profundidad de un metro, y hay rocas meteorizadas de toba-brecha a una profundidad mayor de 1 metro. El estrato posterior también es de buena profundidad.

N° de Serie	Situación del Sitio	Resultados del Estudio
27 N003B320	La totalidad de la cara de la pendiente consiste de toba meteorizada. La cara expuesta de la pendiente forma una capa meteorizada de 4-5 metros. Una parte ha adquirido color rojo debido a las aguas subterráneas. Deberá seleccionarse una (1) perforación para estudiar el grado de la meteorización.	De acuerdo al resultado del barrenado, hay toba desde la superficie del suelo hasta una profundidad de dieciséis (16) metros, y la toba se ha meteorizado en alto grado. Especialmente, el grado de meteorización alcanza una etapa más avanzada en el estrato de escoria que empieza a aparecer al nivel de profundidad de seis metros. En la cara de la pendiente, la toba se ha convertido en suelo en alto grado, y la meteorización alcanza una etapa avanzada. Debido a que en la cara de la pendiente se está construyendo un edificio, puede haber un aumento de riesgo debido al drenaje del mismo.
28 N003B240	La cara de la pendiente consiste de toba-brecha que ha cambiado de calidad. Como parte de un estudio de medidas de estabilidad de la cara de la pendiente, deberá realizarse una (1) perforación con el propósito de entender la meteorización de las partes profundas.	El resultado del estudio de barrenado muestra que hay toba que se ha convertido en terrones hasta una profundidad de 1 metro, y toba que consiste de rocas firmes a profundidades mayores de 1 metro; y asimismo que hay partes con meteorización avanzada en varias zonas del estrato. Además debido a fisuras por cizallamiento, existe la preocupación de que se precipiten residuos formados por exfoliación y por cizallamiento de las rocas en forma de cuña.
29 N003C230	La exfoliación de la capa superficial que produce la meteorización de la clase de toba alcanzó una etapa avanzada La meteorización parece haber alcanzado zonas profundas. A fin de estudiar el deterioro de las partes profundas, deberán realizarse tres perforaciones.	Los resultados del barrenado muestran que la toba se distribuye en la superficie del suelo, y que la alteración que la ha convertido en suelo café ha alcanzado una etapa avanzada hasta una profundidad de unos seis metros. Se han formado grietas capilares a más de 6 metros de profundidad. Es posible que la totalidad de la cara de la pendiente se haya deteriorado hasta cierta profundidad.

N° de Serie	Situación del Sitio	Resultados del Estudio
30 N003E170	La carretera actual fue arrastrada por una avenida repentina y por una avalancha de lodo proveniente de la pendiente de la montaña. Deberán realizarse cinco perforaciones para estudiar las medidas de construcción para todo el sitio.	Los resultados del barrenado muestran que la andesita, relativamente firme, se distribuye en el pie de la cara de la pendiente. Sin embargo, una faja meteorizada se forma hasta unos dos metros de profundidad de la cara de la pendiente, a la mitad de la elevación. De manera que hay un riesgo de que la pendiente pueda deteriorarse hasta ese nivel de profundidad. Existe un talud detrítico en cono de unos dos metros en la fundación de la estructura, y se ha formado una capa meteorizada hasta una profundidad de unos 5 metros.
31 N003C160	El cambio geográfico y el deterioro son notables. Deberán realizarse tres perforaciones para estudiar el deterioro, inclusive el de la carretera actual.	Los resultados del barrenado muestran que los estratos ubicados alrededor de los dos agujeros de barrenado han adquirido un color rojizo-pardo, se han convertido en suelo, y se ha formado un "paso de agua". Hay toba meteorizada hasta una etapa avanzada a un nivel de profundidad mayor de 7-8 metros. Alrededor del tercer agujero de barrenado existen una capa meteorizada, y rocas, que se ha convertido en suelo hasta cierto grado, a una profundidad de entre 2 y 10 metros. En conclusión, la toba se ha meteorizado y se ha convertido en suelo hasta una profundidad de unos 10 metros, y contiene un paso de agua. Puede ser necesario estabilizar la totalidad de la pendiente.
32 N003C150	El cambio geográfico y el deterioro son notables hasta cierto grado. Deberán realizarse dos perforaciones para estudiar el deterioro, inclusive el de la carretera que existe.	Según los resultados del barrenado, la toba se ha meteorizado y convertido en suelo, hasta cierto grado y a un nivel bastante profundo. Existe un "paso de agua" a un nivel de 7 metros de profundidad o más. Será necesario drenar superficialmente a la carretera y el tratamiento del agua de infiltración del relleno.

N° de Serie	Situación del Sitio	Resultados del Estudio
33 N003C140	Se produjo un deterioro en la sección media del relleno por agua que penetraba del lado de la montaña. El deterioro es notable. Deberán realizarse dos perforaciones para estudiar el deterioro, incluyendo a la carretera que existe.	Los resultados del estudio de barrenado muestran que la mayor parte de la toba se ha convertido en suelo y constituye una capa meteorizada a un nivel bastante profundo. Será necesario estabilizar la totalidad de la cara de la pendiente.
34 N003B120	La cara de la aguda pendiente consiste de esquisto Negro. Y existe una dirección deslizable de capa en la fase de esquistos. Deberán confirmarse la meteorización y la solidez de las rocas duras. Deberá realizarse una (1) perforación.	El resultado del barrenado muestra que la capa meteorizada de rocas de esquisto Negro se distribuye en la parte inferior al mismo grado que en la cara de la pendiente. Hay muchas grietas. Casi todas las formas de esquisto tienen direcciones estables, pero una parte forma una dirección deslizable de capa.

Carretera: NIC.5

N° de Serie	Situación del Sitio	Resultados del Estudio
35 N005A010	La cara de la pendiente es prolongada, y se desconoce la anchura del talud detrítico en cono. El borde entre la fase que sufre meteorización y la roca madre deberá estudiarse ampliamente mediante varias perforaciones.	Hay más caída que en la Fase 1, y se ha generado colapso. Sin embargo, debido a que existe una capa de toba de color pardo cerca del pie de la pendiente, y el barrenado confirma una toba masiva y firme, es posible juzgar que si el colapso progresa el cuerpo principal de la carretera rodará, y no habrá posibilidad de colapsar. Sin embargo, existe un viejo declive 100 metros al interior de la pendiente, y parece que se expandirá si se le deja hacer. Es indispensable tratar de cortarla y tomar medidas de tratamiento de las descargas de agua, etcétera. Se juzgó que el talud detrítico es una capa del período Terciario.

Carretera: NIC.15

N° de Serie	Situación del Sitio	Resultados del Estudio
36 N015E010	Debido a que la carretera actual cruza la corriente de agua que produce avalanchas, para mantener el ángulo del lecho de río a menos de tres grados allí donde el río cruza, será necesario estudiar la construcción de medidas de control (presas). Serán necesarios varios barrenados para confirmar el grosor del depósito del lecho del río, y demás. Las perforaciones deberán realizarse en direcciones horizontales y verticales.	En las cercanías de este sitio, muchas corrientes pequeñas de agua se unen al río Pipilis. De manera que es necesario un punto de vista integral. El estudio de barrenado muestra que la anchura del depósito que se encuentra en el lecho del río es de dos metros, en promedio, y que el principal constituyente de los niveles que se encuentran debajo del lecho del río es porfirita dura y pequeña. No se identificó granito descompuesto.
37 N015E020	Depósito de suelo de granito descompuesto. Para los fines de realizar medidas de control (presa), a fin de medir la anchura del depósito, y para confirmar la condición de meteorización de la roca madre, será necesario realizar varios barrenados. Las perforaciones deberán disponerse en direcciones horizontales y verticales.	A ambos lados del río se ha formado una terraza fluvial de 20-400 metros de altura. En algunas partes de esa terraza se encuentran rocas duras expuestas, inclusive granito y porfirita. El estudio de barrenado dejó claro que la anchura del depósito que se encuentra en el lecho actual del río es de cerca de dos metros, y que todo el granito que puede formar fundaciones es de color pardo y está meteorizado. Puesto que la parte de la terraza fluvial donde se ha de colocar el pie del puente consiste de suelo de granito descompuesto y rocas meteorizadas, la longitud del terraplén puede ser larga.
38 N015E050	Depósito de suelo de granito descompuesto. Será necesario confirmar la anchura del depósito. La evaluación podrá hacerse mediante una (1)perforación.	Forma caracterizada por el deterioro de granito, que se ha convertido en vertedero, y el deterioro prevalece en la totalidad del vertedero. Los resultados del estudio de barrenado muestran que el suelo de granito descompuesto está meteorizado hasta un nivel profundo. Una estructura que necesite fundaciones no será adecuada en esta zona de amortiguación.

39 N015E060	Depósito de suelo de granito descompuesto. Será necesario confirmar la anchura del depósito. La evaluación podrá hacerse mediante una (1) perforación.	El corte del pie de la montaña desencadenó la repetición de un deterioro poco profundo de la cara de la pendiente, del lado de la colina, y la caída de rocas, que ahora se da en la totalidad de la pendiente. El suelo consiste de granito descompuesto que se ha originado de granito meteorizado y rocas masivas de granito. Esta condición de suelo se extiende hasta la profundidad. Los resultados del barrenado muestran que las rocas de granito duro se distribuyen a un nivel cercano a los 14 metros de profundidad.

Carretera: NIC.26

N° de Serie	Situación del Sitio	Resultados del Estudio
40 N026A010	La meteorización de rocas clásticas volcánicas en la cara inferior de la pendiente avanza rápidamente y los bloques de toba caen. Esto puede confirmarse mediante inspección visual	Generalmente la velocidad de meteorización de la rocas clásticas volcánicas es rápida, y la toba de las formas de partes superiores forma voladizos. Los bloques que estén en condiciones de caer deberán retirarse. Las partes peligrosas podrán manejarse fácilmente porque son evidentes.
41 N026A020	Hay exfoliación en la parte meteorizada de la andesita, y caída de rocas en forma de cuña. Existe una zona de amortiguamiento. Puede confirmarse mediante inspección visual	Aunque hay exfoliación de la andesita, no se observó cambios en el progreso de la meteorización.
42 N026A030	El grado de la meteorización de la andesita puede confirmarse por inspección visual.	No se ha producido deterioro de la totalidad de la cara de la pendiente. No se observa cambios en el progreso de la meteorización, aunque sí una exfoliación de la toba, producida por meteorización.
43 N026A040	El grado de la meteorización de la andesita y la grava de toba puede confirmarse suficientemente mediante inspección visual.	No hay continuidad en los estratos, y la andesita y la toba parecen haber quedado aisladas por fallas. Aunque puede identificarse exfoliación y rocas que caen, el progreso de la meteorización no ha cambiado.

N° de Serie	Situación del Sitio	Resultados del Estudio
44 N026A060	La cara de la pendiente consiste de toba y andesita. Deberá realizarse una (1) perforación para confirmar el grado de meteorización.	De acuerdo a los resultados del barrenado, existe toba que contiene grietas abiertas (a través de las cuales pasa el agua) continuamente hasta una profundidad de 9 metros. Debido a que las grietas pueden tener efectos, hay muchas lajas y rocas que ruedan por la cara actual de la pendiente.
45 Las Banderitas	El sitio se encuentra en un valle con alineamiento cóncavo. Parece existir alteración geológica entre las riberas derecha e izquierda. La evaluación deberá realizarse mediante dos (2) perforaciones.	La anchura del suelo superficial es de 40-50 cm. Existe una capa meteorizada de toba hasta una profundidad de cuatro metros. Los estratos más profundos supuestamente consisten de rocas duras. Como resultado, casi no hubo diferencias entre los resultados de los dos barrenados de ambas riberas, y pueden adoptarse sin problemas como fundaciones de puentes. Deberán tomarse algunas medidas de precaución en esa parte, porque hay afloramientos en la cimentación.
46 N026A100	La constitución geológica (compuesta de toba, andesita y rocas clásticas volcánicas) puede confirmarse mediante observación visual. Pero será necesario confirmar el grado de la meteorización. Deberá realizarse una (1) perforación.	De acuerdo a los resultados del estudio de barrenado, existen aglomerados con grietas abiertas hasta una profundidad de entre 0 y 4 metros. El aglomerado que existe entre los 4 y los 8 metros de profundidad es compuesto, aunque tiene grietas cerradas. Los estratos que se encuentran a profundidad mayor de ocho metros se unen firmemente. Debido a que la meteorización de la superficie ha alcanzado una etapa avanzada y hay muchas exfoliaciones y rocas que caen de la cara actual de la pendiente, será necesario tomar medidas de prevención contra las rocas.
47 N026B110	El grado de meteorización de la andesita puede confirmarse mediante observación visual.	En esta ubicación no hay continuidad entre los estratos de andesita y toba, y el sitio está aislado. Parece que la circunstancia es una falla. Aunque hay exfoliación, no hay diferencia en el progreso de meteorización con respecto a la Fase 1.

N° de Serie	Situación del Sitio	Resultados del Estudio
48 N026A130	La toba, que se distribuye principalmente en la cara de la pendiente, puede confirmarse por un estudio visual. Deberá realizarse una (1) perforación para confirmar el grado de la meteorización.	De acuerdo a los resultados del barrenado, la anchura de la tierra vegetal es de 40 cm, y existe una capa de toba meteorizada con grietas capilares desde la superficie hasta una profundidad de unos 2 metros. Aunque el número de grietas capilares se incrementa a profundidades mayores de 2 metros, la toba se encuentra en buenas condiciones. En las circunstancias actuales, el flujo de agua de lluvia que llega desde la cima de la pendiente genera una cárcava, y las exfoliaciones se repiten. Es necesario tomar medidas al respecto del drenaje de la parte superior de la pendiente.
49 N026B140	Existe una capa con alteraciones estructurales cuya longitud es de unos 30 metros, y que se ve afectada por la falla y las alteraciones volcánicas que le están asociadas en la toba, que se distribuye principalmente en la cara de la pendiente. Ya colapsó una inmensa roca que se convirtió en bloques. Debido a que se necesita un estudio detallado, por el momento puede considerarse una (1)perforación.	De acuerdo a los resultados del barrenado, la granulación debida grietas capilares alcanzó una profundidad de hasta 8 metros en el pie de la pendiente. En las condiciones actuales, la caída de rocas grandes y el deterioro de la capa alterada continuarán, e involucrarán a la carretera que existe. Este sitio tiene una situación peligrosa.
50 N026A150	La cara de la pendiente constituye un compuesto de toba y andesita, y se decoloró por la acción de gases volcánicos. Hubo un caso que produjo deterioro a gran escala, y la geología es complicada. La profundidad de la meteorización deberá evaluarse mediante varias perforaciones.	Debido a que el grado de la alteración producida por los gases volcánicos en la cara de la pendiente es débil, en las condiciones actuales no sucede más que la caída de rocas. Sin embargo, debido a que la meteorización alcanzó una profundidad de hasta 8 metros en algunos barrenados, el riesgo es tan serio a este respecto que el deterioro de la parte de paso de agua que se encuentra a mitad de la pendiente puede producirse por la penetración de agua de lluvia. Se necesitan medidas no solo para la cara de la pendiente, sino para toda ella.

N° de Serie	Situación del Sitio	Resultados del Estudio
51 N026B160	La constitución geológica (compuesta de toba, andesita y rocas clásticas volcánicas) puede confirmarse mediante observación visual. Pero será necesario confirmar el grado de meteorización. Deberá realizarse una (1) perforación.	De acuerdo a los resultados del estudio de barrenado, la meteorización alcanzó una profundidad de hasta 3 metros. Las rocas madres que se encuentran a una profundidad mayor de tres metros son sólidas. Sin embargo, el sitio es peligroso por la caída de lajas en las aceras.
52 San Juan de Dios	El puente es de escasa longitud y sus alrededores son tierras planas. Parece haber poca alteración geológica, y una (1) perforación deberá ser suficiente para evaluar.	De acuerdo a los resultados del barrenado, existen rocas madres de andesita a un nivel más profundo que la tierra vegetal. Aunque hay muchas grietas, no parece haber factores de problemas relacionados con la capacidad de resistencia del terreno.
53 N026B210	El flujo de lava andesítica con muchas grietas abiertas se distribuye en la toba. Una parte de las grietas forma el plano de declive, y los derrumbes. Una (1) perforación deberá ser suficiente para confirmar el grado de meteorización de la toba a la base de andesita.	De acuerdo a los resultados del estudio de barrenado, la meteorización llegó hasta una profundidad de 4.0 metros en la capa inferior de toba. Permitir que la toba se meteorice es la que causa la caída de rocas de andesita que se encuentran en posiciones inestables en la parte superior de la pendiente.
54 Papalón	El puente es de escasa longitud y sus alrededores son tierras planas. Parece haber poca alteración geológica, y una (1) perforación deberá ser suficiente para evaluar.	De acuerdo a los resultados del estudio de barrenado, existe una capa meteorizada que se ha convertido en suelo a un nivel de profundidad que va de la superficie a los 15 metros. No existe roca madre dura en absoluto. Sin embargo, el valor N es plenamente satisfactorio al nivel de unos 8 metros o más de profundidad.
55 Solis	El puente es de escasa longitud y sus alrededores son tierras planas. Parece haber poca alteración geológica, y una (1) perforación deberá ser suficiente para evaluar.	De acuerdo a los resultados del estudio de barrenado, existe una capa de toba meteorizada y andesita desde la capa de tierra vegetal hasta 4-15 metros de profundidad. El valor N es plenamente satisfactorio incluso en la capa meteorizada.

3) Factores para la Selección y Medidas de Evaluación

Aunque la evaluación geológica se condujo integralmente en el estudio que se realizó durante la Fase 1, la evaluación que se realice durante este estudio deberá basarse en la posibilidad de riesgo, incluso la confirmación de las condiciones de avance de la meteorización y el colapso, y la condición de la meteorización hacia los estratos interiores. En cuanto a los puentes, la evaluación se basa en el impacto de las condiciones de socavamiento y el resultado del análisis hidrológico de los puentes mismos. A continuación presentamos cinco (5) calificaciones (en el caso en que un elemento de la evaluación no es aplicable, el indicador contiene seis [6] calificaciones) que indican los resultados de la evaluación.

a) Evaluación de las pendientes

A: La meteorización y el colapso alcanzó una etapa avanzada y la emergencia aumentó. La posibilidad del riesgo, incluyendo la etapa avanzada de la meteorización dentro de las pendientes, es alta (10 puntos).

B plus (B+): Aproximadamente el medio entre A y B (8 puntos).

B: La meteorización y el colapso han alcanzado una etapa mediana. La posibilidad del riesgo, incluyendo la etapa media de la meteorización de las partes interiores, es mediana (6 puntos).

B menos (B -): Aproximadamente el medio entre B y C (4 puntos).

C: La meteorización y el colapso no avanzaron tanto. La meteorización no alcanzó las partes internas de la pendiente (2 puntos).

D: Totalmente deteriorada. O bien las medidas de control se realizaron completamente. Por estas razones, este caso debe excluirse de la evaluación (0 puntos).

b) Evaluación del Socavación de Cimiento de Puente

A: El socavamiento ha alcanzado una etapa avanzada, y la emergencia ha aumentado. Existe una restricción notoria a la velocidad y el volumen del caudal, que incluye una sección vertical estrecha para el agua, y el factor de avance del socavamiento es muy notorio (10 puntos).

B plus (B+): Aproximadamente el medio entre A y B (8 puntos).

B: El socavamiento alcanzó una etapa mediana. Existe una restricción mediana a la velocidad y el volumen del caudal en la parte de cruce del puente (6 puntos)

B menos (B -): Aproximadamente el medio entre B y C (4 puntos).

C: El socavamiento no progresó mucho. En la parte de cruce del puente no hay restricciones para la velocidad ni el volumen del caudal (2 puntos).

D: El puente cayó totalmente. O bien las medidas de control se han ejecutado totalmente. Por estas razones, este caso debe excluirse de la evaluación (0).

El estudio tuvo como resultado la siguiente Tabla 5.1.15.

Tabla 5.1.15 Evaluación del estudio de condiciones naturales

N° de Serie	N° de Identificación	Evaluación	Puntajes
1	N001A290	A	10
2	N001A280	A	10
3	Junquillal	B	6
4	San Nicolás	C	2
5	Las Chanillas	B	6
6	San Ramón	C	2
7	N001A240	B	6
8	N00B230	B+	8
9	N001B200	C	2
10	N001B190	B-	4
11	N001B170	B	6
12	N001B150	A	10
13	N001B120	A	10
14	N001A110	B+	8
15	N001B100	B-	4
16	N001B070	B+	8
17	N001A050	A	10
18	Rio Inalí	B-	4
19	Rio Tapacalí	C	2
20	N001B030	B	6
21	N001A020	C	2
22	N001A010	B-	4
23	003B420	C	2
24	003B400	B+	8
25	003B370	B+	8
26	El Guayacán	A	10
27	N003B320	B+	8
28	N003B240	B-	4
29	N003C230	A	10
30	N003E170	A	10
31	N003C160	A	10
32	N003C150	B+	8
33	N003C140	A	10
34	N003B120	B	6
35	N001A050	A	10
36	N015E010	A	10
37	N015E020	A	10
38	N015E050	B-	4
39	N015E060	B-	4
40	N026A010	B	6
41	N026A020	B	6
42	N026A030	C	2
43	N026A040	C	2
44	N026A060	A	10
45	Las Banderitas	C	2
46	N026A100	B	6
47	N026B110	C	2
48	N026A130	B	6
49	N026B140	A	10
50	N026A150	A	10
51	N026B160	A	10
52	San Juan de Dios	B-	4
53	N026B210	B	6
54	Papalón	C	2
55	Solís	C	2

5.2 Marco Socio-económico

5.2.1 Revisión de Plan de Mejoramiento/Desarrollo

1) Economía

a) Referencias

En el período de 1960 a 1977, el producto interno bruto (PIB) de Nicaragua aumentó tres veces. El PIB alcanzó su punto máximo en 1977, cuando llegó a ser de 2,934.3 millones de dólares, con un ingreso per cápita de 1,169.8 dólares. Las exportaciones fueron de 941.6 millones de dólares. El déficit fiscal fue sólo un 9.8% del PIB, y la cuenta corriente de la balanza de pagos fue de 8.1% del PIB, mientras la deuda externa era de casi un 39.0% del PIB.

Durante la década de 1980 la economía de Nicaragua registró el deterioro más drástico de su historia. La inflación de 1988 fue de 33,000 %; el menor PIB se registró en 1991, año en que fue apenas un 62% del PIB de 1977. Las exportaciones y el ingreso per cápita fueron apenas un 40% de sus niveles de 1977.

El déficit fiscal del sector público no financiero fue de 20.3% del PIB. El déficit de cuenta corriente de la balanza de pagos aumentó hasta un 59.4% en 1992, y las pérdidas del sistema financiero estatal aumentaron hasta un 48% del PIB. En aquel momento, los bancos estatales estaban técnicamente quebrados.

b) Construcción de las Bases de la Economía de Mercado

Desde 1990 Nicaragua empezó a combatir la hiperinflación y a sentar las bases del desarrollo económico del país. A fin de ejecutar un programa de estabilidad y ajuste estructural, el país inició un proceso de políticas de crecimiento económico y control de la inflación, y de flujos importantes de recursos externos suministrados por el apoyo de la comunidad internacional.

Con este fin, se tomaron medidas de restauración monetaria y fiscal para detener el escape de la tasa de cambio, y para controlar inmediatamente la inflación. Se redujo el papel del estado y se aplicaron privatizaciones y reformas financieras para reducir la burocracia estatal y reforzar al sector privado.

c) Reforma Monetaria y Ajuste del Sistema Financiero

La reforma monetaria de febrero de 1991 incluyó el cambio en el valor de la moneda. El gobierno introdujo el córdoba oro, con una paridad de un córdoba oro por un dólar estadounidense o cinco millones de córdobas viejos), y una macrodevaluación de 400%. Los salarios del sector público se congelaron para reducir la demanda y bajar los precios.

La reforma incluyó el fortalecimiento del mercado financiero a través de la liberalización de los intereses, la reducción y unificación del sistema legal y la eliminación de la interferencia del gobierno en la política crediticia del Banco Central. Estas reformas apoyaron la refinanciación de los bancos privados y redujeron el papel de los bancos estatales en el manejo de los recursos financieros.

Todos estos cambios se hicieron para crear las condiciones para una economía fuerte con estabilidad de precios. En 1998, los depósitos totales en los bancos privados fueron de 61.0% del PIB, y los depósitos en moneda extranjera representaron el 41.8% del PIB.

5.2.2. Potencial de Mejoramiento/Desarrollo en el Plan

1) Datos de Antecedentes y Pronósticos

La Figura 5.2.1 muestra el crecimiento de la población de Nicaragua en el período 1980 a 2002. Durante ese período la población creció un 87%, a una tasa anual de crecimiento de 2.9%.

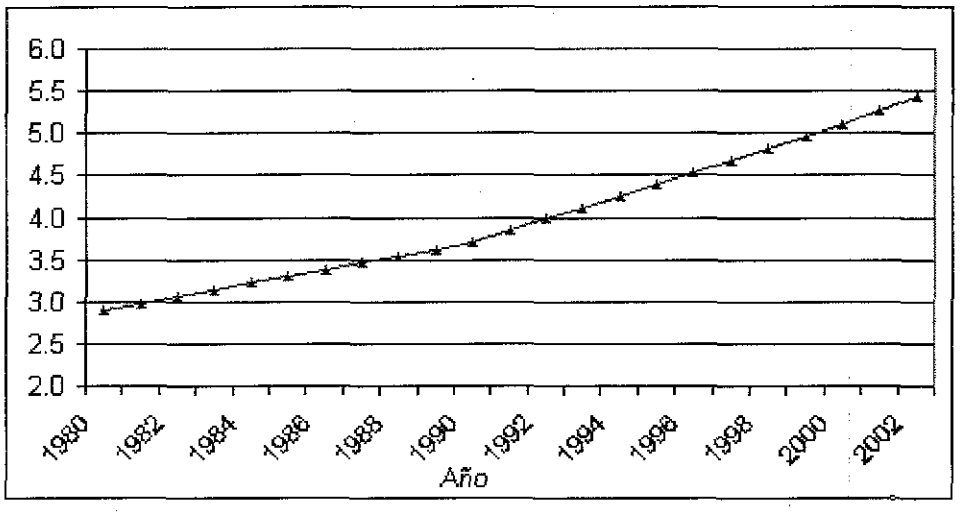


Tabla 5.2.1. Población de Nicaragua de 1980 a 2002, en millones

La estructura de edades de la población está extremadamente sesgada hacia los grupos etáreos más jóvenes. Como consecuencia, se espera que el crecimiento de la población sea mucho mayor en el futuro que en el pasado. La Figura 5.2.2 presenta las previsiones del crecimiento de la población hasta el año 2020. Se estima que el crecimiento entre 2002 y 2020 será de 78%, a una tasa anual de 3.25%.

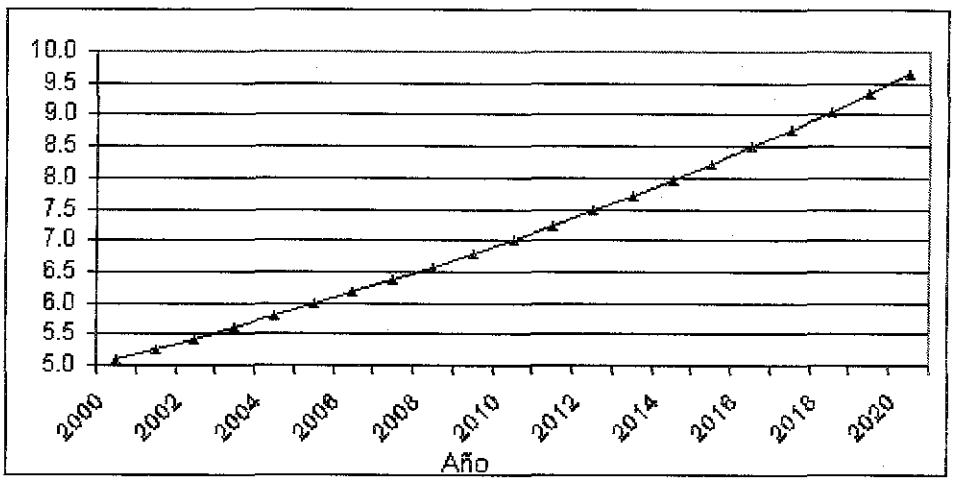


Figura 5.2.2. Pronósticos sobre la Población de Nicaragua, de 2002 a 2020. (en millones)

La tabla 5.2.1 presenta las contribuciones quinquenales sectoriales al PIB previstas para el período 2002 a 2020. Muestra la importancia de la agricultura en la economía nacional, y revela que la predicción a este respecto es que crezca de 27.1% en 2000 a 29.0% en 2020. La predicción es que la economía como un todo crezca en un 6.5% anual entre 2000 y 2005, en un 6.0% anual entre 2005 y 2010, en 5.5% anual entre 2010 y 2015, y en un 5% anual entre 2015 y 2020. La Figura 5.2.3 muestra las tasas anuales de crecimiento por sector y enfatiza las altas tasas de crecimiento de los sectores agrícola, de la construcción, industrial y de servicios.

Tabla 5.2.1 Predicciones de PIB por sector, Nicaragua. 2000 a 2020. Millones de dólares de Estados Unidos.

	2000	2005	2010	2015	2020
Agricultura	681.9	951.5	1301	1718.4	2231.6
Otros del sector primario	55.3	62	69.2	84.4	92.4
Industria	503.2	706.7	955	1254.1	1608.3
Construcción	130.8	179.3	244.5	331.6	432.2
Otros del sector secundario	42.8	51.7	59.9	72.4	68
Servicios	1102.2	1496.2	1983.9	2568.6	3262.8
Total	2516.2	3447.4	4613.5	6029.5	7695.3

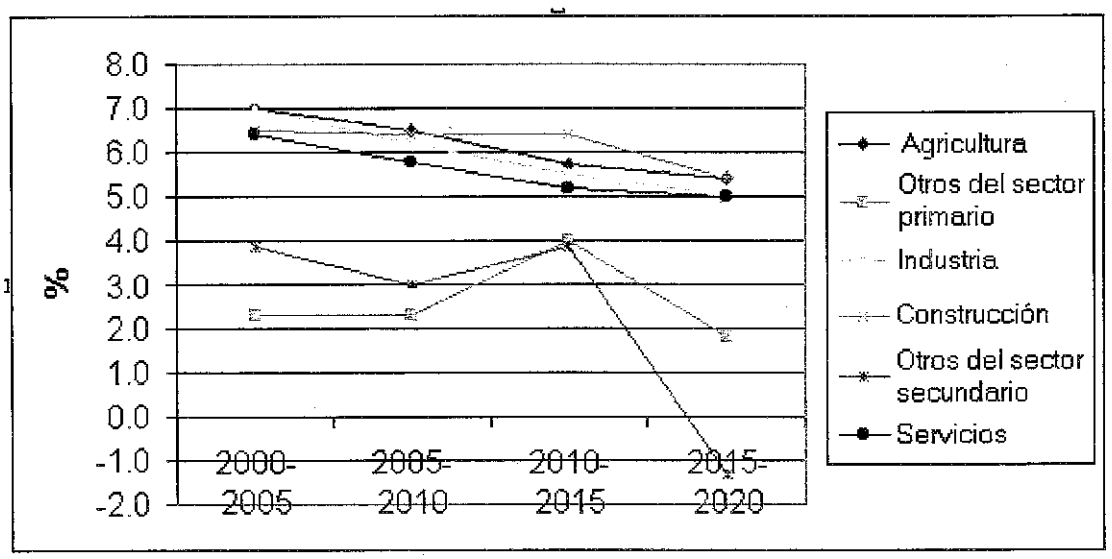


Figure 5.2.3 Tasas de Crecimiento Anual por Sector de la Economía, 2000 a 2020

La Figura 5.2.4 presenta el PIB por persona para el período de 1980 a 2000 y las predicciones de 2000 a 2020. El PIB por persona se redujo drásticamente desde mediados de la década de 1980, a lo largo de un período de quince años, lo que lo llevó a ser uno de los más bajos del hemisferio occidental. A partir de 1998 el PIB por cabeza empezó a crecer de nuevo, y hoy la predicción es que aumentará en un 2.3% anual hasta el año 2020.

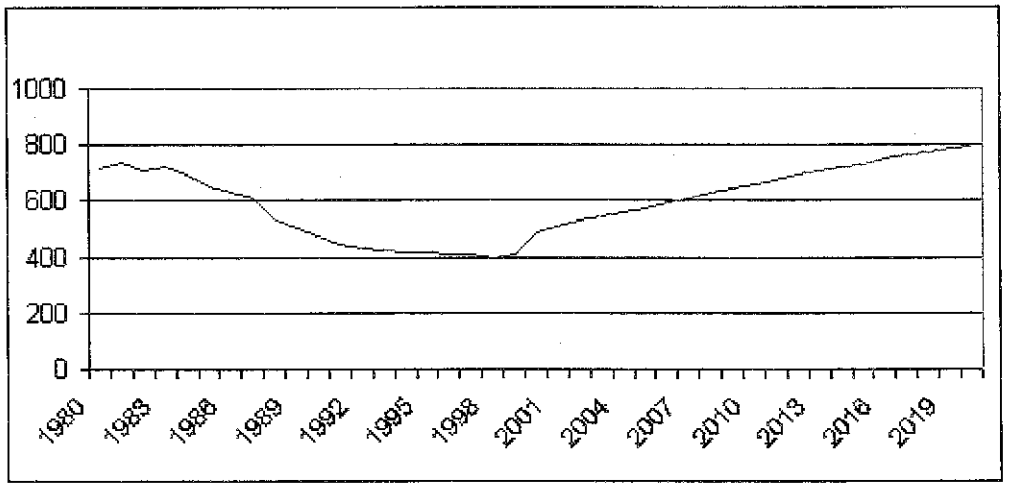


Figura 5.2.4. PIB Promedio por Persona, (dólares de Estados Unidos). Nicaragua: 1980 a 2020

5.3 Estudio Ambiental

5.3.1 Preservación Ambiental en Nicaragua

1) Gestión Ambiental

En Nicaragua la gestión ambiental está a cargo del Ministerio de Recursos Naturales y del Ambiente (MARENA; véase la Figura 5.3.1). MARENA ejecuta las leyes ambientales y su administración a la vez que coopera con las organizaciones relacionadas. La Dirección General de Calidad Ambiental del MARENA ejecuta los exámenes relacionados con la ejecución de proyectos, como por ejemplo evaluaciones de impacto ambiental.
En el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), la División General de Gestión Ambiental y Control Técnico ejecuta la gestión de los temas ambientales concernientes a los proyectos de construcción y prepara las guías técnicas en asuntos ambientales, etcétera.

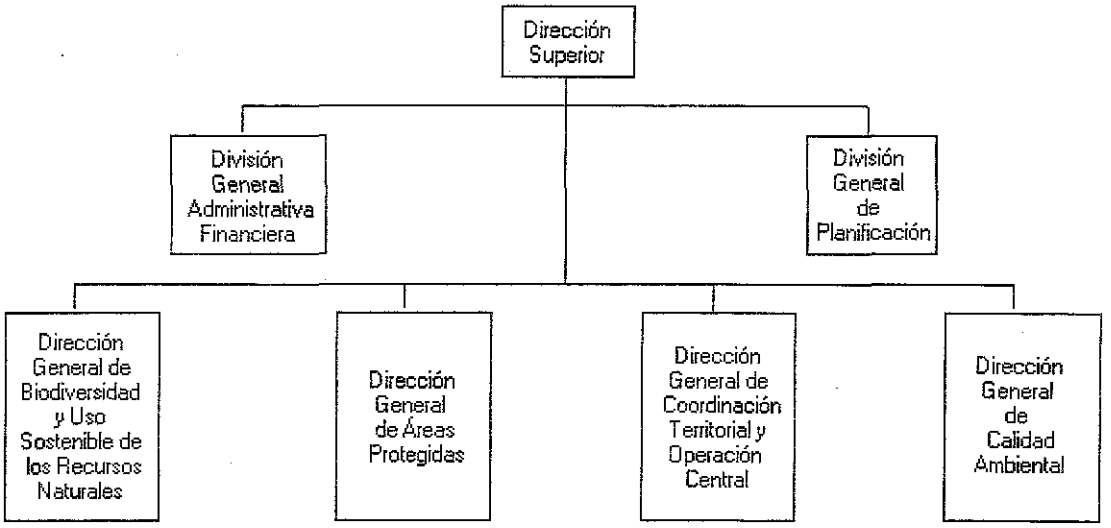


Figura 5.3.1. Organización de MARENA

2) Leyes y Normas Ambientales

El MTI publicó las "NIC2000", que se basan en las normas de construcción de carreteras. Las normas ambientales relativas a la construcción de carreteras se dan en ellas. Los antecedentes de la creación de las NIC2000 son los siguientes:

A. Apuntan que en Nicaragua la construcción de carreteras se lleva a cabo sobre la base de la Ley 217 y sus reglamentos, así como otros reglamentos relacionados con el ambiente.

B. Se establecen normas ambientales básicas para la ejecución apropiada de obras de construcción de caminos, normas que aplican supervisores, administradores ambientales y contratistas.

Por encima de la Ley 217 (Ley General del Ambiente y los Recursos Naturales) se encuentra la Ley Ambiental Básica que entró en vigor en 1996, que es la base de la totalidad de la legislación ambiental. Los objetivos de la Ley 217 son los siguientes:

1. Regular, ajustar y prevenir cualquier causa y acción que produzca daño al ambiente y al ecosistema.
2. Establecer el método, forma y tiempo del desarrollo racional de los recursos naturales, considerando la igualdad social, la justicia social y la diversidad cultural, y a la vez respetando los derechos de las Regiones Autónomas de la Costa Atlántica y las autoridades locales.
3. Desarrollar adecuada y apropiadamente al país a través de un plan de desarrollo que reconozca la protección del medio ambiente y los recursos naturales como base del desarrollo de las varias actividades humanas.
4. Establecer un sistema nacional para la conservación de áreas naturales, la protección de la biodiversidad y otros recursos.
5. Poner en vigor la legítima utilización y manejo de las cuencas y recursos hídricos, y asegurar su durabilidad.
6. Promover y ayudar a la educación ambiental de manera que la sociedad pueda estar en armonía con la naturaleza
7. Crear un medio ambiente sano de manera que se contribuya a la salud y la prevención de las enfermedades del pueblo nicaragüense.
8. Motivar y apoyar las variadas actividades y planes necesarios para aplicar la ley.
9. Y las demás disposiciones que contiene la ley.

En la Tabla 5.3.1 se presentan las normas y leyes ambientales relacionadas con la construcción de carreteras, inclusive la Ley 217.

Los proyectos previstos para las evaluaciones de impacto ambiental que se muestran en la Tabla n° 6 se abordan en la lista que sigue (de la A a la M). Las obras de reconstrucción de carreteras ya existentes, como por ejemplo las que constituyen el objeto de este trabajo, no se abordan. Sin embargo, sin importar el tamaño del proyecto, el permiso del MARENA es necesario para todos los proyectos. En el caso de los proyectos privados, las firmas privadas presentan una solicitud de permiso, y en el caso de los proyectos públicos ello corre por cuenta de las agencias gubernamentales.

Tabla 5.3.1. Lista de Normas y Leyes Ambientales Relacionadas con la Construcción de Carreteras

N°	TÍTULO	N° de decreto Y fecha	N° y fecha de La Gaceta
1	Documentos legales y actividad del proyecto (DLC)	-	-
2	Ley General del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA)	Ley n° 217 (27-3-96)	106 (6-6-96)
3	Reglamento de la Ley General del Ambiente (MARENA)	9-96 (25-7-96)	163 (29-8-96)
4	Permisos, regulación y evaluación de impacto ambiental (MARENA)	45-94 (28-1094)	203 (Octubre de 1994)
5	Ley de contratación administrativa del Estado, entes descentralizados y municipalidades	809-81 (28-08-81)	202-81 (7-9-81)
6	Reglamento genera de la ley de contratación administrativa del gobierno central	60-91 (6-11-91)	
7	Disposiciones sanitarias (MINSA)	394 (30-09-88)	200 (21(10-88)
8	Reglamento de Inspección Sanitaria (MINSA)	432 (10-04-89)	71 (17-04-89)
9	Normas y resoluciones ministeriales sobre las disposiciones básicas de higiene y seguridad en los lugares de trabajo (MITRAB)	1-90 (21-04-90)	165 (01-09-93)
10	Código Civil de la República de Nicaragua	Segunda edición, 1997	
11	Acuerdo Centroamericano de Circulación en Carreteras	8-59 (11-3-59)	226 a 32 7 a 14 (Octubre 1959)
12	Resolución ministerial (MCT): multa por la violación del decreto 01-96	01-96 (25-1-96)	-
13	Resolución ministerial (MCT) sobre incrementos en el peso de los vehículos	17-95 (28-3-95)	-

En la Figura 5.3.2 se muestra un proceso de evaluación de un proyecto.

De acuerdo al Artículo 5 de la Ley de permisos, regulación y evaluación del impacto ambiental, son necesarias investigaciones y la presentación de documentos para la adquisición de permisos para los siguientes proyectos y actividades:

a) Exploración y explotación de oro, zinc, cobre, hierro, plata, hidrocarburos y recursos geotérmicos.
b) Exploración y explotación de otros minerales cuando los yacimientos estén ubicados en área ecológicamente frágiles o protegidas por la legislación.
c) Granjas camaroneras semi-intensivas e intensivas y acuicultura de nivel semi-intensivo e intensivo de otras especies;
d) Cambios en el uso de tierras forestales, planes de manejo forestal en áreas mayores de 5,000 has, aprovechamiento forestal en pendientes iguales o mayores de 35% o que prevean apertura de caminos forestales de todo tiempo;
e) Plantas de generación de energía de cualquier fuente arriba de 5 MW de potencia; y líneas de transmisión de energía con un voltaje mayor de 69 KW;
f) Puertos, aeropuertos, aeródromos de fumigación, terminales de minería e hidrocarburos y

sus derivados;

g) Ferrovías y carreteras troncales nuevas;

h) Oleoductos, gasoductos y mineroductos;

i) Sistemas y obras de macrodrenaje, estaciones de depuración, sistemas de alcantarillado, y emisarios de aguas servidas, presas, micropresas y reservorios;

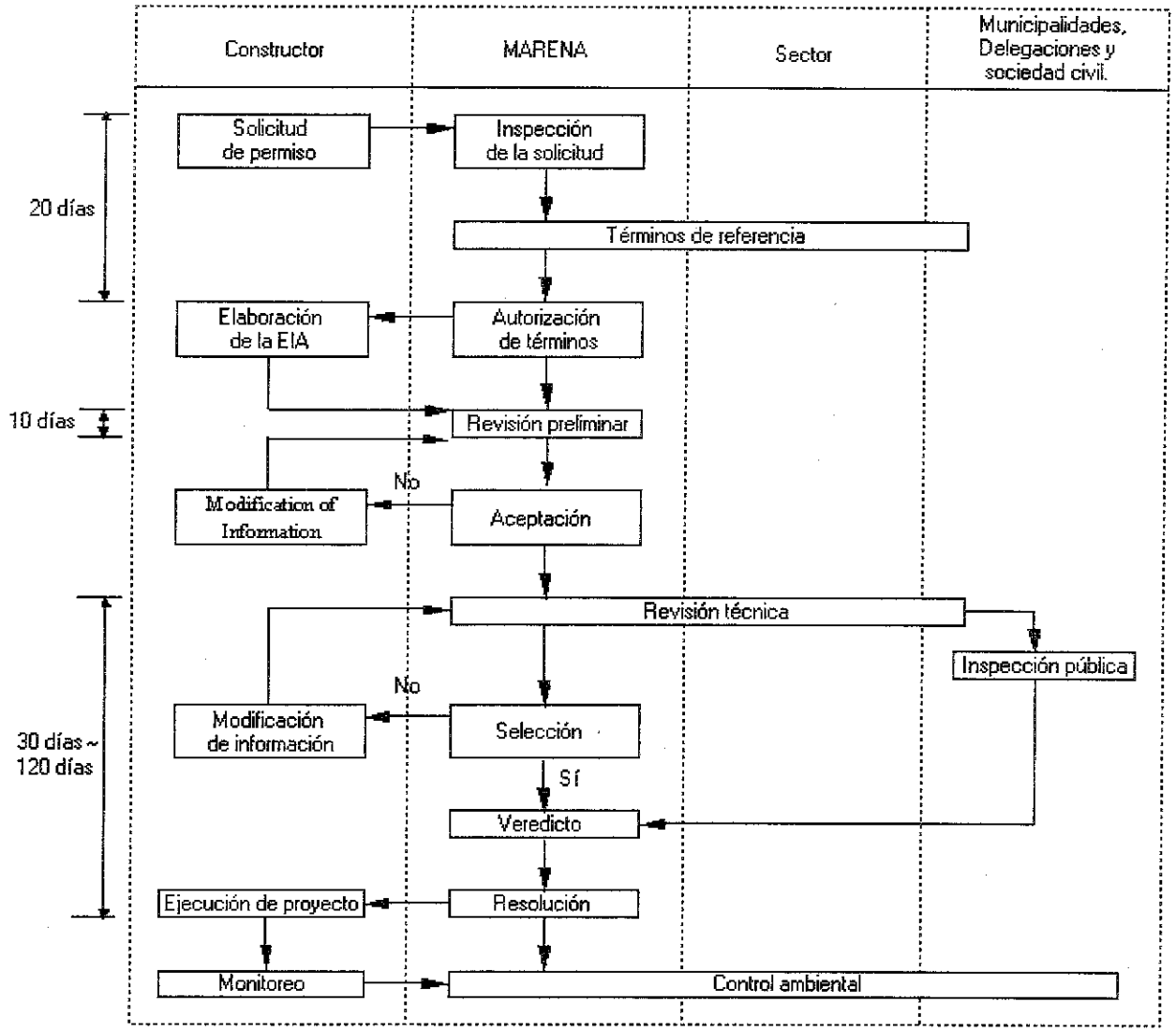
j) Obras de dragado y variación de curso de cuerpos de agua superficiales;

k) Incineradores de uso industrial y de sustancias químicas, otras formas de manejo de sustancias tóxicas, rellenos sanitarios contratados y de seguridad;

l) Rellenos para recuperación de terreno, complejos turísticos, y otros proyectos de urbanización y deportes cuando estén ubicados en áreas ecológicamente frágiles o protegidas por legislación.

m) Complejos y plantas industriales pesqueras; mataderos industriales; industrias de alimentos y bebidas; ingenios azucareros y destilerías de alcohol; industrias de tejido y acabado de telas; curtiembre industrial de cuero; manufactura y formuladoras de agroquímicos; fabricación de pinturas, barnices, lacas y solventes; refinerías de petróleo; industria siderúrgicas; industria metalúrgica no ferrosa; industrias de cromado, industria química, petroquímica y cloro química; industria de cemento; producción industrial de batería o acumuladores.

Actualmente el MARENA está preparando guías para el banco de materiales, etcétera.



Fuente: MARENA, 1998.

Sector: La sección que influye sobre un proyecto.

Figura 5.3.2. Proceso de Evaluación Ambiental