

**INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA  
AGRICULTURA (IICA) – ACT/ REPÚBLICA DOMINICANA  
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS (USDA)  
SERVICIO DE CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES (NRCS)  
en cooperación con  
SECRETARÍA DE ESTADO DE AGRICULTURA (SEA)  
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRÁULICOS (INDRHI)**



***IMPACTOS DEL HURACÁN GEORGES, 22-23 SETIEMBRE 1998,  
SOBRE EL AGUA Y EL SUELO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA***  
**Recomendaciones y Propuesta de Programa Nacional de Conservación  
de Recursos Naturales**

IICA  
3037  
999  
FN--7480

**Santo Domingo, Abril de 1999**



## PROLOGO

Este documento constituye la versión en español del informe sobre la evaluación de los impactos del Huracán Georges cuya primera versión – la mayor parte en inglés, fue divulgada en Abril del presente año. ***El propósito del informe es promover un proyecto nacional de conservación de recursos naturales –cuya propuesta se incluye-, no solamente en la República Dominicana. Un programa de esta naturaleza, además de sus efectos positivos en la productividad de las tierras y en la sostenibilidad del desarrollo, tiene por finalidad preparar al país para resistir en mejores condiciones las tormentas tropicales que de todas maneras se presentarán en el futuro.***

Este informe resulta de la visita de evaluación de los efectos sobre el agua y el suelo del huracán Georges que pasó por la República Dominicana en Setiembre de 1998. A pedido del Representante del IICA en la República Dominicana, Rafael J. Marte, en virtud del Convenio IICA/USDA de 1994, se conformó un equipo compuesto de dos técnicos del Servicio de Conservación de Recursos Naturales del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA/NRCS): Gary Domian, Conservacionista Asistente del Estado de New Hampshire, y Manuel Rosales, Conservacionista del Estado de Colorado. La coordinación fue realizada por Manuel Paulet Especialista Regional del IICA en Suelo y Agua con sede en Costa Rica y Otto González del Servicio Agrícola para el Exterior del USDA. En la República Dominicana, la coordinación la realizó Raúl Pineda, Especialista en Comunicación del IICA. Al equipo se sumaron, además de Manuel Paulet, tres técnicos de los organismos cooperantes en el país: Héctor Melo, de la División de Manejo de Cuencas del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI); Teófilo Payano y Máximo Portoreal del Departamento de Inventario de Recursos Naturales (DIRENA) de la Sub-Secretaría de Recursos Naturales de la Secretaría de Estado de Agricultura (SURENA/SEA). Se contó con la más amplia colaboración de las autoridades del INDRHI y de la SEA, así como con el apoyo e informaciones brindadas por el BID y el AID, a través de Sergio Mora y Carleen Yocum, respectivamente.

Santo Domingo, Abril de 1999

*Foto de la Portada: Mano Matuey, un pueblo rural del área montañosa de la Provincia de San Cristóbal, sufrió estragos considerables. Hubo pérdida de vidas, de hogares, de una escuela y daños importantes en las bases de un puente que ya estaba deteriorado. Puentes como éste representan la única ruta de acceso al pueblo.*

This One

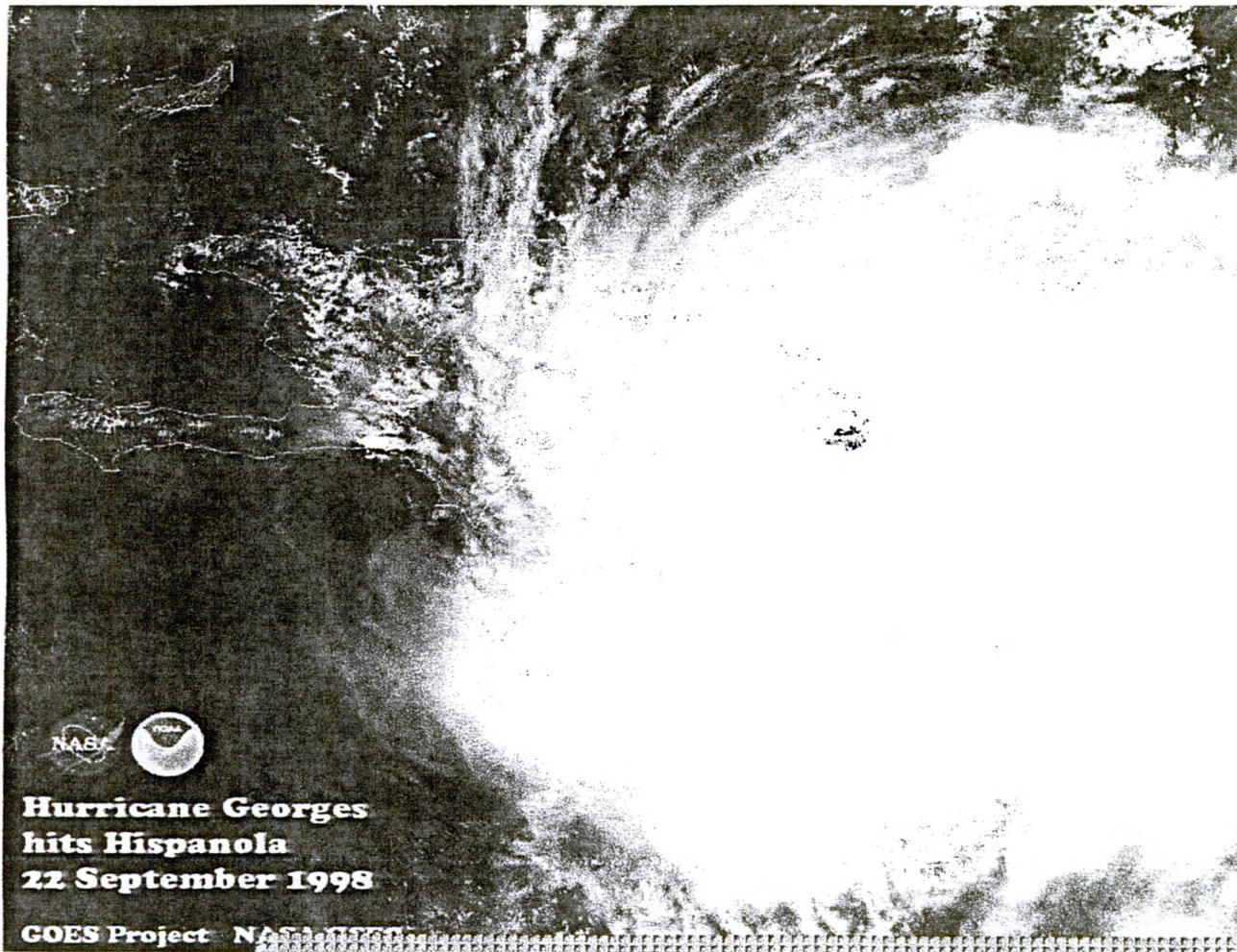


ALF3-7P9-SDGW

Digitized by Google

IICA  
#3037  
6  
7999  
MFN-7480

**El Huracán Georges en movimiento de Este a Oeste a su paso por la Hispaniola, el 22 de Setiembre de 1998. Fotografía obtenida de la NASA.**





**Lista de Contenido**

<b>RESUMEN EJECUTIVO DE LAS PRINCIPALES RECOMENDACIONES</b>	
<b>TÉCNICAS</b> .....	iiv
Obras Públicas .....	iiiv
Salud y Seguridad .....	iv
Recomendaciones Técnicas - Desarrollar Normas y Especificaciones.....	iv
Necesidades de capacitación.....	v
Recomendaciones Programáticas.....	v
<b>PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA APLICACION DE UN ENFOQUE</b>	
<b>INTEGRAL</b> .....	vii
<b>IMPACTOS DEL HURACÁN GEORGES, 22-23 SETIEMBRE 1998, SOBRE EL</b>	
<b>AGUA Y EL SUELO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA</b> .....	1
El Huracán Georges .....	1
La República Dominicana.....	2
Observaciones sobre el terreno .....	5
Criterio para determinar el alcance de los daños a las cuencas.....	6
La necesidad de desarrollar normas y especificaciones para las prácticas de conservación	7
Morfología de los canales y diagnóstico de los daños a lo largo de los ríos y en las	
llanuras aluviales.....	8
Aplicación de las técnicas de bio-ingeniería de suelos .....	12
Disponibilidad de material vegetal y centros de material vegetal para la conservación.	12
Estimación del escurrimiento.....	13
Tiempo de concentración.....	13
La necesidad de un programa de estudios de cuencas y de planificación.....	14
La necesidad de revisar la planificación del riego y de la conservación del agua .....	14
La necesidad de un programa nacional de estudios e inventario de suelos .....	16
La necesidad de un programa educativo para preparación ante emergencias.....	17
<b>ANEXO</b> .....	18
Términos de Referencia .....	18
Itinerario y notas de discusión .....	18
Visitas al campo .....	20
<b>MUESTRA DE INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN</b> .....	23
<b>INFORME DE CAMPO DE EVALUACIÓN DE LOS DAÑOS</b> .....	23
Medidas de conservación recomendadas .....	24
Sitios para la eliminación de escombros.....	24
Recomendaciones para la restauración .....	25
Especies afectadas por este desastre .....	25
<b>REFERENCIAS</b> .....	27
<b>MAPAS</b> .....	28
<b>OBSERVACIONES DE CAMPO</b> .....	29

## RESUMEN EJECUTIVO DE LAS PRINCIPALES RECOMENDACIONES TÉCNICAS<sup>1</sup>

### Obras Públicas

- Retirar inmediatamente las obstrucciones y escombros en los canales donde todavía existe amenaza para la vida y la propiedad
- Quitar inmediatamente de la llanura inundable los árboles desarraigados y otros materiales transportados por el río
- Estabilizar las pendientes empinadas usando una combinación de gaviones, rocalla y técnicas de bio-ingeniería. Para esto, será necesario desarrollar normas.
- Las rocas en los cortes de los caminos expuestas a la intemperie tienden a deslizarse cuando se mojan. Estas formaciones necesitan ser recortadas más aún y cubiertas de redes de acero o rellenas con lechada para mantener los caminos libres de fragmentos.
- Revisar el diseño de puentes para asegurar que cuentan con bases, plataformas y torres metálicas apropiadas, como también la fuerza del concreto
- Seguir inspeccionando los principales canales de desagüe, así como los secundarios, en todas las represas de control de inundaciones y en las de abastecimiento de agua, especialmente durante y después de cada tormenta importante. Se deben documentar las inspecciones.
- Apoyar las recomendaciones del Asesor Ambiental Regional, USAID y USFS/IITF.

### Salud y Seguridad

- Se recomienda establecer estaciones para la destrucción de recipientes de plaguicidas y bolsas plásticas.
- Se recomienda establecer estaciones para la mezcla de plaguicidas como medida adicional para asegurar la calidad del agua.
- Instalar un programa nacional de inspecciones para la seguridad de los puentes
- Realizar diagnósticos del riesgo de inundaciones en áreas más propensas a que ocurran y donde hubo más pérdida de vidas como resultado del Huracán Georges

### Recomendaciones Técnicas - Desarrollar Normas y Especificaciones

- Desarrollar normas y especificaciones para zanjas de desagüe en los caminos. Incluir el mantenimiento como elemento de esas normas, y también normas vegetativas que tomen en cuenta las zonas agro-ecológicas.
- Desarrollar normas y especificaciones con el objetivo de planificar, diseñar e implementar el desarrollo de manantiales en áreas rurales
- Desarrollar normas y especificaciones para pendientes inversas y pendientes con terrazas de banco usados para material de relleno.

---

<sup>1</sup> Pueden ser Aplicadas con la Asistencia Técnica del NRCS

- Desarrollar normas y especificaciones para promover el uso de técnicas de bioingeniería para estabilizar el suelo
- Desarrollar normas y especificaciones para estructuras de caídas usadas a lo largo de los caminos y en áreas agrícolas
- Desarrollar normas y especificaciones para prácticas de conservación que incorporen materia orgánica a los suelos y que mantienen la salud de los suelos para sostener la productividad
- Apoyar las recomendaciones del Asesor Ambiental Regional, USAID, USFS/IITF
- Desarrollar una norma o adoptar un sistema de clasificación para arroyos y ríos, con el objetivo de mejorar el entendimiento y la predicción del comportamiento de las corrientes y canales durante y después de las tormentas.

### **Necesidades de capacitación**

- Capacitar a diseñadores y constructores de caminos sobre el diseño, la construcción y la inspección correctos de los mismos. Se enfatizará en particular los caminos secundarios y caminos rurales de acceso.
- Proveer capacitación en el diseño de sistemas de desagüe que requieren de alcantarillas y otras estructuras debajo de los caminos
- Capacitar y certificar a inspectores que revisan la instalación de estructuras como diques, represas y alcantarillas donde fallas en las estructuras pueden ocasionar pérdida de vidas
- Capacitar a planificadores de recursos naturales en el uso de mapas e información relacionados con la geología de la superficie y de la roca de fondo. Esta información puede ofrecer indicadores sobre ciertos tipos de erosión y de movimientos masivos de suelo que pueden ocurrir.
- Proveer capacitación integral a conservacionistas del suelo. La existencia de erosión en surcos y por abarrancamiento en tierras agrícolas indica la necesidad de realizar planes para la conservación y de aplicar prácticas para el control de la erosión.
- Ofrecer capacitación en la identificación de ecosistemas y las necesidades de diagnóstico, especialmente con relación a la capacidad de determinar el impacto en los ecosistemas de los daños producidos por los huracanes.

### **Recomendaciones Programáticas**

- Se recomienda el establecimiento de un Programa Nacional de Estudios y Planificación de Cuencas, el cual sería diseñado para proteger las cuencas de los daños provocados por la erosión, las inundaciones y los sedimentos. Este programa contribuiría también a la conservación y el desarrollo de los recursos suelo, agua y tierra.
- Se recomienda un Programa de Estudios de los principales ríos y sus cuencas. La finalidad sería la preparación de inventarios y estudios, análisis del riesgo de inundaciones, y la asistencia en el manejo de las llanuras de inundación.

- Se requiere un programa nacional de planificación del riego y de la conservación del agua que establezca normas para asegurar un sistema de riego eficiente en la República Dominicana.
- Se recomienda la realización de un Sistema Nacional de Inventario y Estudios de Suelos como medio clave para proporcionar información consistente y confiable sobre el recurso suelo.
- Se recomienda el establecimiento de un Programa Nacional de Materiales Vegetativos y Centros de Materiales Vegetativos para la Conservación.
- Se recomienda el establecimiento de una iniciativa nacional para incorporar a la bioingeniería de suelos como disciplina técnica.
- Se recomienda la implementación de sistemas automatizados de alerta sobre las inundaciones.
- Se recomienda un programa nacional de educación para asegurar un estado de preparación para emergencias.

**PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA APLICACION DE UN ENFOQUE  
INTEGRAL  
A LA CONSERVACION DE LOS RECURSOS  
NATURALES AL NIVEL DE CUENCA**

**Título Propuesto para el Proyecto:** Conservación de los Recursos Naturales de la República Dominicana (CRNRD), Mediante Iniciativas de Conservación Gestionadas a Nivel Local

**Meta del Proyecto:** La meta del proyecto *Conservación de los Recursos Naturales de la República Dominicana* (CRNRD) es aumentar la producción agropecuaria y los ingresos de los miembros de comunidades locales, y al mismo tiempo minimizar la degradación de suelos por erosión en tierras de aptitud agropecuaria en la República Dominicana (RD). Esto incluirá el manejo de suelos y agua en áreas irrigadas, lo cual se logrará mediante el mejoramiento de sistemas de explotación agropecuaria y el desarrollo de nuevas tecnologías y métodos de manejo aptos para tierras agrícolas altas y bajas.

**Objetivo del Proyecto:** El objetivo del proyecto es aumentar y mejorar las capacidades institucionales, principalmente al nivel provincial, local y de finca, para la experimentación con enfoques alternativos, y la aplicación de éstos.

**Evaluación del Proyecto:** Se establecerán y se evaluarán una serie de objetivos, criterios y metas durante la vida útil del proyecto.

**Resultados Esperados:** La experiencia adquirida y las lecciones aprendidas durante la ejecución del proyecto serán internalizadas por la entidad organizativa e institucional más adecuada en función de la legislación y las políticas. Se espera que ocurra lo siguiente:

- El establecimiento de un *Programa Nacional para la Conservación de Suelos y Aguas*, de carácter permanente y conformado por entidades gubernamentales clave y representantes de los intereses del sector privado.
- La delegación del manejo de cuencas al nivel local, con un vínculo para permitir el apoyo de los gobiernos provincial y nacional.
- Los programas nacionales para la conservación de suelos ofrecerán asistencia técnica a través de oficinas provinciales y locales.
- Una institución especializada en el manejo de cuencas será reconocida para asuntos relacionados con el tratamiento de tierras en cuencas.
- Las instituciones existentes adoptarán el Sistema para el Manejo de Información (SMI) desarrollado por el proyecto.
- El gobierno provincial tendrá la capacidad de procesar la información para el SMI generada al nivel local.
- Las actividades de extensión serán apoyadas y dirigidas para responder a las necesidades en las tierras irrigadas y en las laderas.

- El papel de las organizaciones quedará definido en cuanto a sus responsabilidades en relación con la conservación y el manejo de cuencas.
- La investigación agropecuaria será definida de manera que también apoye la conservación y el manejo de cuencas.

**Organización del Proyecto:** El proyecto será supervisado al nivel nacional por el Comité de Dirección del Programa, conformado por altos funcionarios de los ministerios o instituciones involucrados en el proyecto, y un número similar de representantes del sector privado. Se considerará la posibilidad de crear una *Secretaría Ejecutiva (SE)* para apoyar las operaciones del Comité de Dirección del proyecto. Dicha Secretaría Ejecutiva tendría dos funciones básicas: responsabilizarse por el proyecto a nivel nacional y mantener informados a las instituciones y formuladores de políticas sobre el progreso del proyecto y las lecciones aprendidas. La SE estaría conformada por funcionarios de las organizaciones que participen en el proyecto. La SE sólo funcionaría si contara con personal dedicado a las funciones de la misma.

Habrá una *Oficina Coordinadora del Proyecto (OCP)* en cada provincia. Las OCP tendrán varias funciones importantes. Revisarán y recopilarán solicitudes de presupuesto y reembolsos y las remitirán a la Secretaría Ejecutiva. Asimismo, administrarán su porción del presupuesto para capacitación a nivel de provincia; elaborarán presupuestos anuales o multi-anuales; y recopilarán y difundirán información sobre el manejo del proyecto.

Habrá Unidades para el Manejo del Proyecto (UMP) a nivel local. Las UMP se dedicarán principalmente a la coordinación a nivel local de los insumos provistos por otras organizaciones y grupos para servicios. Se encargarán de la implementación del trabajo al nivel local.

**Componentes del Proyecto:** Los componentes del proyecto deben fortalecer la capacidad institucional a todos los niveles para ejecutar un programa integral. Los principales beneficiarios serán los gobiernos locales y grupos locales de productores que practican la conservación en forma rentable y efectiva en las cuencas altas (laderas). Los beneficiarios secundarios serán los ciudadanos del territorio de la cuenca y áreas de influencia<sup>2</sup>, quienes se verán favorecidos por la conservación aplicada en la cuenca.

- **Sistema de Explotación Agrícola Sostenible (SEAS):** El propósito de este componente es demostrar y extender a los agricultores de tierras agrícolas en laderas combinaciones replicables y costo-efectivas de prácticas agrícolas y forestales orientadas hacia la conservación. Dichas prácticas deben ser justificables en términos económicos y reducir las tasas de erosión a niveles aceptables. Los lugares serán seleccionados por la PMU. Los productores y líderes locales escogerán las parcelas de demostración. Se diseñará un

---

<sup>2</sup> Por ejemplo, caso de la cuenca que deriva agua y/o energía para otras áreas fuera de ella.

programa de financiamiento y subsidios (donde necesario) para hacer la conservación sostenible mediante el fomento a la adopción de medidas de conservación promovidas por el gobierno.

- **Promoción de Irrigación Eficiente (PIE):** El objetivo de este componente es mejorar la capacidad de la RD de brindar asistencia técnica atinada para mantener la productividad del suelo, conservar agua y energía, y mantener o mejorar el nivel de vida y el medio ambiente. Los sistemas de irrigación deben aplicar la cantidad de agua requerida por el cultivo en forma oportuna, sin desperdicio y sin provocar la erosión ni una reducción en la calidad del agua y el aire, y mantener un ambiente de alta calidad para plantas y animales. La irrigación eficiente promueve usos provechosos, tales como el mejoramiento de la calidad de los cultivos, el enfriamiento de los cultivos si es necesario, la fertirrigación, la lixiviación de químicos no deseables, y el establecimiento del equilibrio deseado de sales en el suelo.
- **Investigación sobre Sistemas de Explotación Agrícola (ISAE):** Este componente debe funcionar dentro de micro-cuencas seleccionadas que son representativas de las zonas agroecológicas dominantes en el área del proyecto. Dicha investigación debe ser sensible a las características físicas, biológicas y socioeconómicas específicas de cada sitio. Los investigadores deben aprovechar la experiencia de productores, extensionistas, líderes gubernamentales locales y otros investigadores que manejan tierras frágiles. Laboratorios de campo son importantes para la investigación técnica de largo plazo bajo condiciones controladas. Hará falta una estrategia para el componente de investigación que permita la difusión de los resultados y conclusiones.
- **Desarrollo de Recursos Humanos (DRH):** La meta global de este componente es fortalecer la capacidad del personal del proyecto, a todo nivel, para afrontar las complejidades ecológicas, sociales y económicas de la planificación, ejecución y mantenimiento de sistemas de conservación y producción sostenibles en laderas. El componente de DRH incluye capacitación en el exterior y a nivel nacional de largo plazo, y capacitación a nivel nacional de corto plazo. La capacitación de corto plazo incluye talleres, cursos técnicos intensivos, giras de estudio y visitas a las parcelas de demostración. Las actividades informativas, tales como la producción de folletos para productores, líderes comunales, extensionistas y personal técnico y directivo, también forman parte de este componente.
- **Caminos de Acceso para la Conservación (CAC):** El propósito de este componente es desarrollar o mejorar:
  - El acceso a pueblos muy alejados

- La entrega oportuna de insumos para la producción, tales como semillas y fertilizantes
  - La capacidad para transportar los productos locales al mercado
  - El acceso de los agentes de extensión a los pueblos para brindar asistencia valiosa; y
  - La infraestructura vial, al asegurar que los caminos están mejor construidos, drenados y mantenidos a nivel local. Se estabilizarán *los bancos de los caminos*.
- **Fondo de Innovación del Proyecto (FIP):** Este componente se utilizará para fomentar propuestas de los pueblos y grupos locales que aceleren la conservación de suelos y agua y la sostenibilidad de los recursos naturales dentro de las áreas del proyecto. La innovación debe ser definida y los parámetros establecidos. La innovación debe consistir de iniciativas generadas al nivel local y costo-efectivas, tales como pequeños proyectos piloto. Las propuestas deben estar listas dentro de uno o dos años, y debe elaborarse un documento sobre el éxito de la iniciativa.
  - **Desarrollo de Cuencas Pequeñas Piloto y de un Programa para la Prevención de Inundaciones:** Este componente brindará al gobierno local y a los grupos que existen en la cuenca la oportunidad de ayudar a las personas que viven en ciertas cuencas donde las tormentas tropicales y huracanes con frecuencia provocan inundaciones. Grupos de trabajo locales al nivel de cuenca propondrán recomendaciones y soluciones para los problemas de recursos naturales y los problemas económicos conexos. Como parte de este componente, se fomentarán proyectos locales que pueden incluir la protección de cuencas, la prevención de inundaciones, el control de la erosión y la sedimentación, la creación y rehabilitación de zonas pantanosas, y *áreas de esparcimiento públicas*. Se establecerá una directriz sobre el tamaño máximo de una cuenca definida como "pequeña". Por ejemplo, 10.000 hectáreas.

**Componentes de Apoyo:** Se realizará un *estudio edafológico* en el área del proyecto, antes de proceder a la planificación y aplicación de prácticas de conservación. Se llevarán a cabo *estudios de políticas* a medio término del proyecto y otra vez un año antes de la finalización del proyecto. Un *taller regional (para el Caribe)* tendrá lugar en la República Dominicana con el fin de demostrar el proyecto a representantes de otros países del área. Con el apoyo de donantes, se construirán *Centros de Extensión* locales, que también serán dotados de personal. Mediante el proyecto se financiará *el desarrollo de fuentes de agua locales* para la irrigación conservacionista y el suministro de agua potable.

**Manejo del Proyecto:** Si ha de tener éxito y lograr las metas y objetivos, el manejo del proyecto tiene que estar descentralizado. El manejo del proyecto al nivel nacional y el sistema de presupuesto tienen que estar unificados. El éxito del proyecto dependerá de la

participación de la comunidad en su manejo. Esta propuesta no se debe llevar a cabo como propuesta de proyecto que puede ser implementado solamente al nivel nacional.

**Sistema de Información para el Manejo:** Será necesario dar seguimiento a los resultados del proyecto. Un Sistema de Información para el Manejo (SIM) debe tener la capacidad para generar en forma regular datos sobre el desempeño de insumos y productos, y para brindar información a los responsables del proyecto a los niveles provincial y nacional.

**Informes:** Se programará la producción de una serie de informes durante el proyecto. Será necesario contar con información básica dentro de la cuenca seleccionada en el área del proyecto para poder evaluar éste. Dicha información básica incluirá datos sociales, económicos y culturales que se usarán para producir información sobre el informe. Se realizarán estudios de casos y análisis por series cronológicas de pueblos seleccionados en ciertas subcuencas en un momento posterior del proyecto. Informes evaluativos sobre el uso de tecnologías y capacitación serán importantes para evaluar el éxito del proyecto. Durante el proyecto se desarrollarán instrumentos para la evaluación y planificación de recursos naturales, y se documentará el uso de éstos.

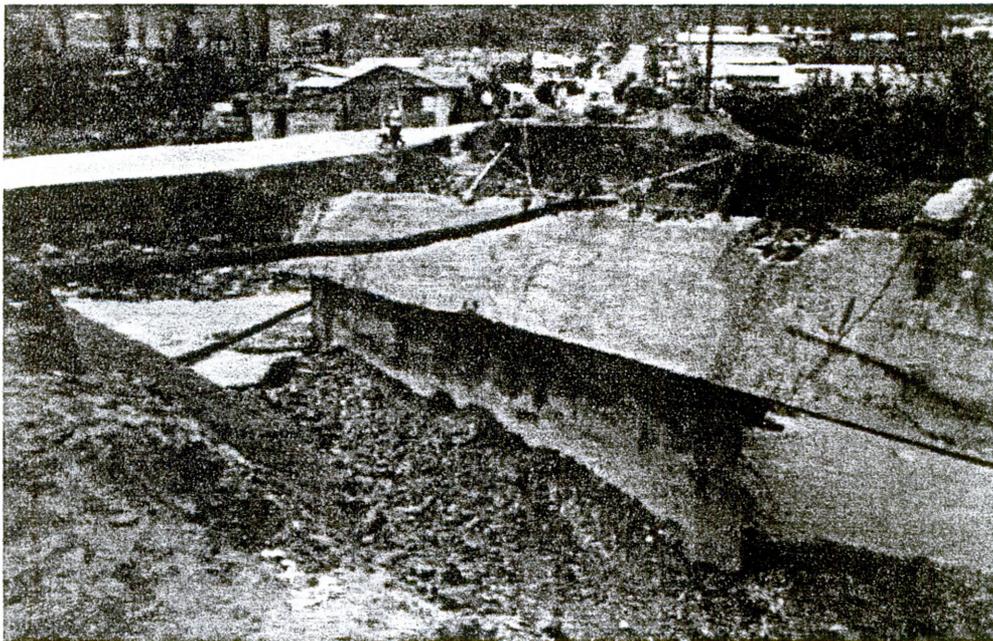
**Personal requerido:** El mejor enfoque sería tener un equipo multidisciplinario destacado en el país. No todos los miembros del equipo tendrían que estar dentro del país al mismo tiempo. El equipo estaría conformado por uno o dos agrónomos especializados en conservación; un ingeniero civil con experiencia en el diseño y construcción de caminos y estructuras para la conservación; un planificador de cuencas; uno o dos especialistas en la conservación de suelos; un especialista en información para el manejo de proyectos; un edafólogo; y un jefe de equipo, quien será el enlace con la Secretaría Ejecutiva y la entidad u organización donante en la República Dominicana.

**Asistencia de corto plazo:** Se utilizará asistencia de corto plazo para llevar asistencia especializada al área del proyecto y así satisfacer las necesidades en materia de capacitación, evaluación, diagnóstico y presentación de informes. Unos ejemplos de la asistencia de corto plazo requerida serían sociólogos rurales, economistas, ingenieros y antropólogos culturales.

**Vida útil del proyecto:** Un período mínimo de cinco años. El primer año será dedicado a las actividades iniciales y destacamiento de los equipos de asistencia técnica en el campo. La ejecución se llevará a cabo en los años 2, 3 y 4, con una evaluación de medio término en el tercer año. La evaluación del proyecto comenzará en el cuarto año, con la formulación de recomendaciones en materia de políticas. Un taller regional deberá realizarse en el año cuarto o quinto. El quinto año será usado para la finalización del proyecto y la elaboración de las últimas evaluaciones y recomendaciones sobre políticas. Un taller nacional será organizado en el quinto año.



***IMPACTOS DEL HURACÁN GEORGES, 22-23 SETIEMBRE 1998, SOBRE EL  
AGUA Y EL SUELO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA***  
**Recomendaciones y Propuesta de Programa Nacional de Conservación de Recursos  
Naturales**



*El puente en Tireo Arriba se derrumbó en el río como resultado de los daños ocasionados por la tormenta. Se empezó de inmediato a retirar los escombros para evitar obstrucciones adicionales y para reducir el riesgo continuo de pérdidas de vida y de propiedad. Se considera esto una acción de exigencia o de urgencia.*

### **El Huracán Georges**

El Huracán Georges tocó tierra en la costa este de la República Dominicana el 22 de setiembre de 1998. El huracán cruzó la República Dominicana hacia el noroeste y el oeste, con una intensidad de II-III en la escala Saffir-Simpson. Se estimó la velocidad del viento en 180 k/h (115 mph) y 200 km/h (130 mph). El paso del huracán fue lento, tardando 12 horas desde que tocó tierra en la costa este hasta que salió por la parte noroeste de la República Dominicana. Aproximadamente el 70% del país fue afectado por el huracán, incluyendo zonas en las extremidades del huracán. Puerto Plata, una provincia en la costa noroeste de la República Dominicana, sufrió daños en su parte suroeste; sectores urbanos sufrieron estragos severos y una gran parte de las tierras agrícolas del país fue arruinada o destruida por el huracán. Además, se observaron daños extensivos desde San Pedro de Macorís hasta Santo Domingo.

Los diagnósticos preliminares señalaron impactos sobre la agricultura, la vivienda y la infraestructura. El 54% de los cultivos perennes y el 40% de los cultivos anuales fueron dañados o destruidos. Se estimó que el 55% de las viviendas, el 43% de los caminos, el 35% de los puentes y el 41% de la infraestructura para el turismo también fueron dañados o destruidos.

### **La República Dominicana**

La República Dominicana se ubica en la parte este de la isla de Hispaniola ubicada en el norte del Caribe; ocupa aproximadamente el 66% de ese territorio. El clima es en gran parte subtropical, variando de los valles y las áreas costaneras del sudoeste extremadamente secos a las pendientes y tierras bajas muy húmedas del noreste. Tiene dos estaciones lluviosas claramente definidas; la más intensa ocurre entre abril y junio y la más moderada, entre setiembre y noviembre. La precipitación anual promedio es de aproximadamente 37.5 pulgadas (952.5 mm).

La República Dominicana tiene una superficie total de 48,670 km<sup>2</sup> (18,792 mi<sup>2</sup>), o sea, casi el doble del tamaño del estado de New Hampshire en los Estados Unidos. Tiene cuatro cordilleras paralelas que se extienden en dirección noroeste a lo largo del territorio, la más importante de las cuales es la Cordillera Central. El Pico Duarte, que alcanza una elevación de 10,417 pies sobre el nivel del mar, es el punto más alto de todo el Caribe. Aproximadamente el 75% de las tierras son montañosas, con formaciones de tierra caracterizadas de empinadas a muy empinadas. Un 14% de ese territorio está a una elevación de 500 metros o más.

Los bosques cubren la mayor parte del país. El bosque subtropical húmedo ocupa el 46% del área total; bosques subtropicales secos ocupan el 21%; bosques subtropicales muy húmedos ocupan el 14%; bosques montañosos bajos muy húmedos el 7%, y bosques montañosos bajos húmedos ocupan el 8% del total de la superficie.

La población del país se estima en 9.6 millones, cuyo crecimiento ha sido de un 2.2% anual entre 1983 y 1994. La densidad poblacional de 154.2 habitantes por kilómetro cuadrado coloca a la República Dominicana entre los países más densamente poblados del Caribe. Un 45% de la población reside en áreas rurales y el 55% restante en áreas urbanas. Las oportunidades de empleo en servicios y en la industria en el sector urbano ha generado una tendencia en la población rural de desplazarse hacia esas áreas. En las últimas tres décadas, la mano de obra agrícola se ha reducido de manera importante por diversas razones, incluyendo políticas agropecuarias, falta de crédito rural, problemas de comercialización, salarios agrícolas, y crecimiento de oportunidades de empleo en el sector de servicios (turismo, zonas francas y construcción).

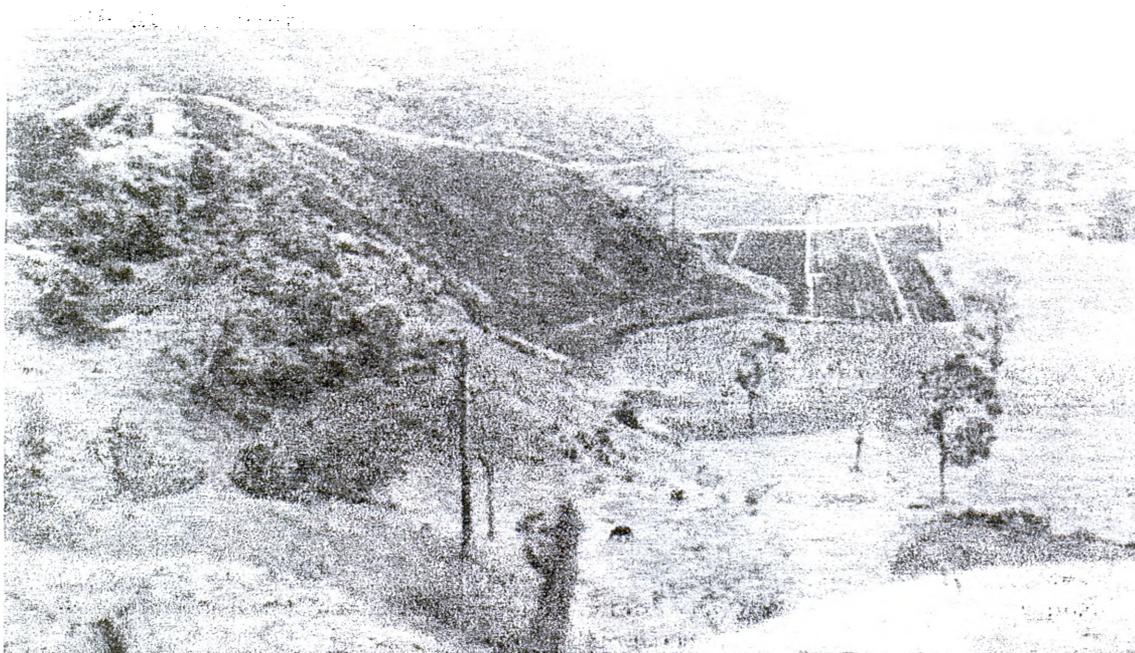
Es importante subrayar la falta de crédito en el sector rural. La ausencia de acceso confiable y permanente a servicios financieros adecuados constituye un obstáculo para las empresas pequeñas que apoyan directamente o indirectamente la agricultura en áreas

grupos meta tienen menores posibilidades de tener éxito con programas de crédito. El apoyo de la banca comercial es clave para fomentar un cambio a una institucionalidad financiera más formal en las áreas rurales.



*Diagnósticos preliminares hechos por especialistas calcularon en 75-90% los daños a los bosques en la trayectoria del huracán. Las copas y troncos de árboles fueron rotos y otros árboles fueron derribados. Es de muy alta prioridad recuperar la madera caída y proteger los bosques de incendios, enfermedades y erosión del suelo.*

Los recursos agrícolas de tierra del país son importantes, y la superficie en tierras irrigadas excede las 250,000 hectáreas (101,173 acres) en las cinco cuencas principales. Las inversiones en obras de riego han sido una alta prioridad de la estrategia agropecuaria para la República Dominicana, y la agricultura sigue siendo el sector económico más importante del país, contribuyendo un promedio de 13% al producto interno bruto (PIB) y generando, en años recientes, aproximadamente el 11% del total de ingresos por exportaciones. La agricultura de cultivos domina la contribución total del sector a la producción nacional bruta. La ganadería constituye un elemento significativo (aproximadamente el 40% en años recientes) y las actividades forestales y pesqueras completan el balance de la contribución del sector a la producción nacional bruta.



*Formas complejas de tierra presentan retos a los planificadores de cuencas y a los especialistas en conservación de suelos. Los bosques y las tierras de pastoreo se encuentran en pendientes empinadas a muy empinadas. Tierras con pendientes moderadamente empinadas apoyan los sistemas de cultivos anuales y perennes. Las tierras con inclinaciones suaves a tierras casi planas apoyan los sistemas de cultivos bajo riego.*

Datos del Censo Agrícola Nacional de 1982 indican que existían más de 11,300 explotaciones agrícolas, ocupando un total de 1.09 millones de hectáreas. Un 72% de esas parcelas eran propiedad de productores con títulos sobre la tierra; productores sin título ocupaban el 19% de las tierras agrícolas en uso entonces. La tierra restante era ocupada bajo varias formas de tenencia, incluyendo propiedades en arrendamiento pertenecientes al Instituto Dominicano de Agricultura. La mayor parte de esas parcelas podían ser clasificadas en términos de dos tamaños: de 12-50 hectáreas y de 55-100 hectáreas. Las tierras cultivadas en esas dos categorías eran de 12% y de 21%, respectivamente. Las estadísticas de ese tiempo indican que el 81% del área apta para la actividad agrícola estaba en uso efectivo. Es importante notar que, al tiempo del censo, las explotaciones en la categoría de 5 hectáreas eran las más importantes desde el punto de vista social, por la producción de alimentos básicos, aunque en menor proporción que las explotaciones mayores. La mayor parte de las tierras arables eran ocupadas para cultivos, seguido por operaciones de ganadería (no avícolas), especialmente en las explotaciones de la categoría de 50-100 hectáreas.

cultivos, seguido por operaciones de ganadería (no avícolas), especialmente en las explotaciones de la categoría de 50-100 hectáreas.

Los problemas ambientales en la República Dominicana están ligados a las consecuencias negativas de la pérdida masiva de la capa fértil, los productos derivados tóxicos, la degradación de la tierra por actividades de extracción de minerales, la contaminación del agua, el uso de la tierra, el manejo de la zona costanera, y los riesgos naturales. Entre los años 1990-1995, por lo menos cinco huracanes y sistemas tropicales severos afectaron la República Dominicana, a un costo estimado de recuperación de US\$16 millones.

### **Observaciones sobre el terreno**

El equipo hizo observaciones sobre el terreno en un área geográfica amplia y en un sistema complejo de configuraciones hidrológicas y geológicas. Por ejemplo, en la República Dominicana existen 14 cuencas principales costaneras y 36 cuencas sub-costaneras, las cuales varían en tamaño de 68 km<sup>2</sup> a más de 7,040 km<sup>2</sup>. Por esa razón, es imposible ofrecer una solución o recomendación sencilla aplicable a todas las cuencas, para evitar el tipo de daño causado por el Huracán Georges. Aún bajo los mejores escenarios de manejo de cuencas, la destrucción causada por el Huracán Georges puede volver a suceder. Entre 1971 y 1998, 51 huracanes y tormentas tropicales ocasionaron daños en la República Dominicana.

Se realizaron visitas de observación los días 4-5 y 7-8 de diciembre de 1998. El equipo visitó más de 30 pueblos y aldeas en ocho provincias. Se realizaron observaciones en 18 sub-cuencas y en 5 cuencas importantes. Las visitas de observación empezaron en Santo Domingo y cubrieron la porción sur-central del país, hasta la provincia Monseñor Nouel en el norte, y terminaron en la parte occidental del país, en la provincia San Juan. Estas áreas registraron las tasas de mortalidad más altas y el número más elevado de personas desplazadas como resultado del Huracán Georges.

Donde sí se puede tener influencia es en la magnitud y la frecuencia de los daños, que pueden ser reducidos mediante técnicas de manejo de cuencas, incluyendo intervenciones para la conservación del suelo y del agua. Sin duda, las políticas gubernamentales relacionadas con el manejo de cuencas pueden ser utilizadas para reducir la pérdida de vidas y de propiedades en áreas con historia previa de inundaciones. El establecimiento de sistemas automatizados de alerta para las inundaciones y la organización de grupos locales para responder a emergencias son ejemplos de cómo la intervención gubernamental puede producir un beneficio en un período de tiempo relativamente corto y a bajo costo.

Las observaciones sobre el terreno están contenidas en un cuadro intitulado *Recorded Field Observations by the Hurricane Georges IICA/NRCS/DR Technical Assistance Team*. El equipo de campo NRCS aplicó el criterio básico para determinar el alcance de los daños a las cuencas, que se describe a continuación.

Proporcionar asistencia técnica para reducir el peligro inminente a la vida y a la propiedad, provocados por inundaciones y los productos de la erosión resultado de los desastres naturales. Los peligros son producidos por un daño repentino a la cuenca. El peligro inminente a la vida o a la propiedad debe exceder significativamente la situación anterior al daño.



*Manuel Rosales, agrónomo del NRCS (izq.), y un aldeano documentan la altura de la inundación. El pueblo de Tamayo, en la provincia de Baoruco, sufrió daños considerables ocasionados por las inundaciones: la altura de las aguas alcanzó 2 metros o más. Además se registraron acumulaciones de sedimentos de casi 1 metro. Las inundaciones causaron pérdidas de inventario en los negocios y provocaron colapso de edificios. La pérdida de vidas fue mínima comparada con otras partes del país.*

### Alcance

#### *Situaciones de emergencia*

La protección de emergencia para cuencas consiste en las medidas de emergencia necesarias para reducir los peligros contra la vida y la propiedad por parte de inundaciones, sequía y productos de la erosión.

#### *Situaciones de exigencia (urgencia)*

### *Situaciones de exigencia (urgencia)*

Existe una exigencia cuando hay un peligro inmediato de daños a la vida y a la propiedad, y mientras la probabilidad de daño continúa a ese nivel tan alto.

### *Situaciones de no-exigencia (no urgentes, pero que necesitan ser abordadas)*

Una situación de no-exigencia ocurre cuando la probabilidad a corto plazo de daños a la vida o a la propiedad es suficientemente alto como para seguir constituyendo un peligro, pero no un peligro inmediato a la vida o a la propiedad. Existe una no-exigencia mientras la probabilidad de daño es suficientemente alta como para considerarse una emergencia.

### *Elegibilidad para la asistencia técnica y para fondos de emergencia*

El gobierno de la República Dominicana establecerá los criterios de elegibilidad. Los donantes o los patrocinadores internacionales podrán establecer sus propios criterios de elegibilidad para el uso de fondos. En general, la asistencia podría ser ofrecida a los sectores privado y público, y a otros que tengan un interés legal en o la responsabilidad por los valores amenazados por una emergencia en la cuenca. Un patrocinador debe tener la autoridad legal para obtener los derechos de propiedad, los derechos de agua y los permisos, si fueran necesarios. Un patrocinador tendrá también que cubrir los costos de la operación y el mantenimiento de las medidas concluidas.

### *Medidas elegibles para Asistencia de Emergencia para la Conservación.*

La medida o la práctica debe retardar el escurrimiento para prevenir la inundación o la erosión, y reducir los peligros a la vida o a la propiedad (mejoras permanentes) ocasionados por una emergencia en la cuenca. Más de una persona debe beneficiarse de la obra de emergencia, a no ser que exista una situación de exigencia donde sólo una persona se beneficia. Estas situaciones deben ser analizadas y aprobadas con antelación.

Todas las medidas deben ser defendibles desde el punto de vista económico y ambiental, y también deben ser técnicamente sólidas (fundadas). Deben ser eficaces en función de los costos y proporcionar un alivio inmediato, adecuado y seguro al peligro que está ocasionando la emergencia.

### **La necesidad de desarrollar normas y especificaciones para las prácticas de conservación**

Las medidas elegibles arriba mencionadas son también prácticas de conservación, las cuales pueden incluir medidas estructurales, medidas vegetativas, o una actividad de manejo para proteger y mejorar los recursos suelo, agua, aire, vegetal, animal y humano.

Una *Norma de Práctica de Conservación* es una serie de declaraciones que define la práctica o la medida. También identifica los propósitos y la aplicabilidad de la práctica; establece los criterios que apoyan cada propósito; enumera cualquier consideración especial útil para la planificación, el diseño y la construcción de la práctica; además, establece los requisitos de instalación, operación y mantenimiento.

Una *Especificación de Práctica de Conservación* contiene documentos específicos al escenario que detallan los aspectos técnicos y las destrezas requeridas para implementar la práctica, de acuerdo con los requerimientos de la norma de la práctica.

### **Morfología de los canales y diagnóstico de los daños a lo largo de los ríos y en las llanuras aluviales**

Las observaciones sobre el terreno fueron hechas rápidamente sin el beneficio de información técnica y levantamientos nacionales. Las conclusiones se basaron en lo que un técnico o especialista observó en el campo, y lo que evaluó con base en su experiencia y las discusiones que sostuvo con otros miembros del equipo. De todos modos, ciertos puntos deben ser considerados para análisis y diagnósticos futuros de los ríos, las llanuras aluviales y las cuencas.

Se deben hacer y contestar las siguientes preguntas al diagnosticar tramos dañados a lo largo de un río:

- ¿Qué ocasionó el problema?
- ¿Cómo respondió el río?
- ¿Cuáles fueron las consecuencias de la respuesta del río?
- ¿Cuál es el remedio para el problema?
- ¿Cómo se puede prevenir una recurrencia del problema?
- ¿Cómo se puede aplicar la mitigación?

Obviamente, se necesita utilizar un enfoque multidisciplinario a los problemas relacionados con una cuenca para obtener las respuestas más idóneas a estas preguntas.

Para empezar el diálogo sobre las preguntas arriba mencionadas, es recomendable tener un conocimiento más profundo sobre la morfología de los ríos, como también de los principios de diseño e ingeniería. Los cambios en una cuenca pueden ocasionar alteraciones significativas en las magnitudes del caudal y en la periodicidad del río, lo cual puede llevar a cambios en las características del canal y en los índices de estabilidad. Varios modelos han sido desarrollados que enfatizan la importancia de reconocer las diferencias inherentes en los tipos de ríos y la diversidad de respuestas de los ríos a la gama de actividades de uso de la tierra.

Muchas de las mediciones (dimensiones, patrones, características del lecho del río, etc.) asociadas con el perfil longitudinal del río están descritas, generalmente, como función del ancho del canal medido durante la etapa de *banco lleno*. Para determinar esta etapa,

es necesario tener tanto capacitación como experiencia en el terreno, pero aún así es importante introducir el concepto para entender mejor la morfología del río. La etapa *banco lleno* corresponde a la descarga en la cual el mantenimiento del canal es el más efectivo. En otras palabras, en esta etapa o altura de la orilla del río, la descarga en el canal está transportando sedimento, formando o deshaciendo barras de sedimento, formando o cambiando los curvas y meandros, y generalmente, haciendo el trabajo que resulta en el desarrollo de las características morfológicas promedio del canal. Los canales de los ríos, como cualquier sistema natural, tienen un equilibrio y cuando ciertos elementos se desequilibran, el río responde como debe. Por ejemplo, Lane (1955) mostró una relación proporcional entre la descarga de sedimento, la descarga de la corriente, el tamaño de las partículas y la inclinación, en el equilibrio estable del canal.

Las inundaciones catastróficas como las causadas por el Huracán Georges dificultan la estimación de los parámetros de la llanura inundable activa. Después de eventos de tormentas como el Huracán Georges, se observan con frecuencia inundaciones en llanuras aluviales abandonadas o en terrazas bajas. Es importante conocer las llanuras aluviales activas para poder desarrollar estrategias de planificación para las cuencas. Esto no quiere decir que no se deben abordar las terrazas bajas o las llanuras aluviales abandonadas, sino que es necesario planificar para estas áreas tomando en cuenta inundaciones de mayor magnitud. Las inundaciones en la etapa *banco lleno* ocurren con mayor frecuencia en llanuras aluviales de elevación más baja que en llanuras aluviales abandonadas o terrazas bajas.

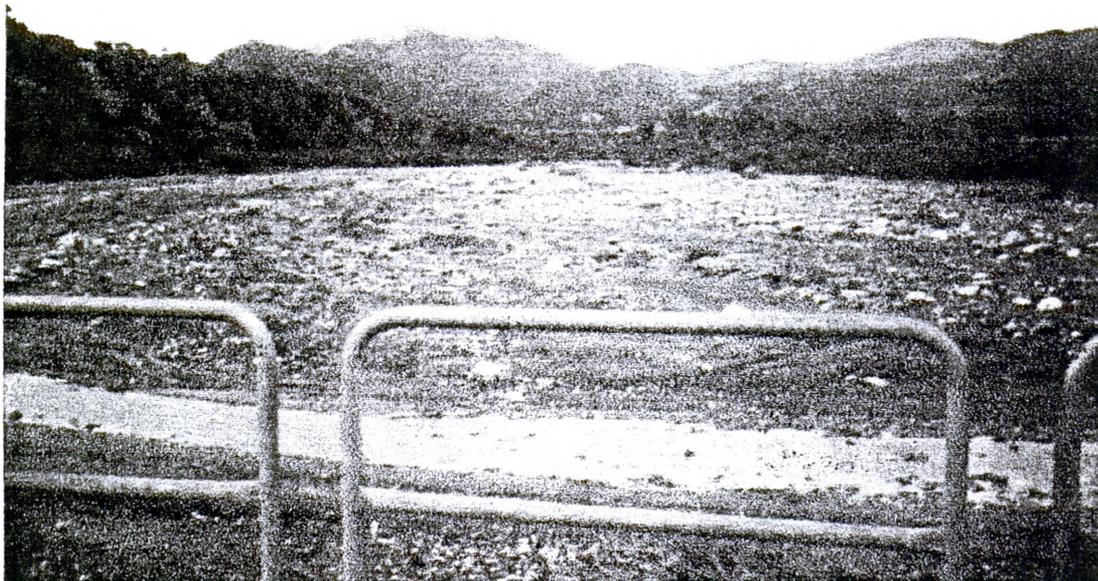
Muchos de los canales de los ríos y de los afluentes fueron alterados como consecuencia del huracán. El ancho y la profundidad de los canales también se afectaron. El ancho de la corriente está en función de:

- la manifestación y la magnitud de la corriente del río
- el tamaño y el tipo de sedimento transportado, y
- los materiales del lecho y de la orilla del canal.

La profundidad del canal es más difícil de predecir y entender porque cada extensión del río tiene sus variables. La profundidad del canal varía mucho entre los tramos como resultado de la secuencia de condiciones de rápidos y puntos de baja energía del caudal. El régimen actual de la corriente y sedimento, como también la morfología, el relieve de la cuenca y la naturaleza de la materia del lecho y de la orilla, influyen en la morfología del río. Estas variables explican la diversidad en la intensidad de los daños por inundación de acuerdo con diferentes características geológicas, de suelo, topográficos y del uso de la tierra.

Los daños por el huracán también cambiaron el modelo o la configuración de algunos ríos. Esto es importante, especialmente si los ríos han sido clasificados en términos cualitativos como rectos, caracterizados por meandros, o que se abren en varios ramales. No se pudo determinar si en la República Dominicana se han clasificado cualitativamente los ríos. El objetivo de un sistema de clasificación de ríos es:

- proporcionar un marco de referencia consistente para la descripción de la morfología y la condición del río, para una diversidad de disciplinas y partes interesadas



*En el caso del Huracán Georges, los cambios en el ancho del canal fueron influenciados por disturbios previos en el canal, como, por ejemplo, la canalización y los cambios en la vegetación ribereña que pueden haber alterado la resistencia de los bordes y la susceptibilidad a la erosión; otros cambios en los regímenes de la corriente ocasionados por cambios en la cuenca; y finalmente, cambios en el balance de sedimentos también son importantes.*

El enderezamiento de los canales de los ríos no es siempre la mejor solución, porque puede provocar un estado de inestabilidad. Con frecuencia, el enderezar el canal de un río causa un atrincheramiento del río y cambios en su morfología y estabilidad. Será entonces necesario alterar los canales en muchos de los afluentes más importantes observados sobre el terreno. Esta medida puede aumentar la capacidad del canal, aumentar la capacidad de transportar sedimento, prevenir la intrusión de la inundación en llanuras aluviales, e incrementar la profundidad de la corriente. De todas maneras, es necesario contar con ingeniería apropiada y analizar la hidrología de la cuenca y la hidráulica del río.

En casi todos los ríos y los afluentes observados, se detectó una erosión grave de las orillas. Los conceptos básicos de planificación pueden llevar a la aplicación de medidas

que permitan a la orilla del río resistir la erosión. La planificación debe considerar y examinar:

- la relación entre la altura de la orilla del río y la etapa *banco lleno*,
- la relación entre la profundidad de las raíces de la vegetación ribereña y la altura de la orilla del río,
- la densidad de enraizamiento,
- la composición del material de la orilla,
- el ángulo de la orilla,
- la estratigrafía del material de la orilla y la presencia de lentes de suelo, y
- la protección ofrecida a la superficie de la orilla por escombros y vegetación.



*La pendiente del canal del río, el ancho, el volumen de agua y la naturaleza de los materiales del lecho y de la orilla fueron distintas en cada sitio. Común a casi todos fue el gran volumen de material depositado en el canal. Además, volúmenes grandes de desechos flotantes fueron transportados por las corrientes altas y quedaron trabados contra los estribos y los pilares de los puentes, creando una presión adicional sobre los mismos. En algunos casos, la materia flotante bloqueó por completo el flujo de la corriente por debajo de los puentes y las alcantarillas, ocasionando fallas en los mismos.*

#### **Aplicación de las técnicas de bio-ingeniería de suelos**

Se observó numerosas instancias en que las técnicas de bio-ingeniería pueden ser utilizadas para restaurar y proteger las orillas de los caminos y los ríos (para algunos ejemplos de los daños, favor refiérase a la descripción de las observaciones sobre el terreno en el anexo).

### **Aplicación de las técnicas de bio-ingeniería de suelos**

Se observó numerosas instancias en que las técnicas de bio-ingeniería pueden ser utilizadas para restaurar y proteger las orillas de los caminos y los ríos (para algunos ejemplos de los daños, favor refiérase a la descripción de las observaciones sobre el terreno en el anexo).

La bio-ingeniería de suelos es un enfoque que utiliza plantas vivas, muchas veces combinadas con materiales estructurales, para empotrar materiales vegetales vivos, inactivos o muertos en el suelo. Combinada con diseños de ingeniería y principios geomorfológicos, la bio-ingeniería de suelos puede servir como un instrumento valioso en la conservación de los recursos naturales. Unos pocos ejemplos de técnicas de bio-ingeniería son: gaviones de roca vegetadas, cajas de caudales vivas, muros de roca vegetadas, estacas vivas, fajinas vivas, capas de broza, empacamiento de ramas, y reparación viva de barrancos.

Las técnicas de bio-ingeniería de suelos son apropiadas para la protección inmediata de pendientes contra la erosión superficial, movimiento superficial de masas de suelos, estabilización de pendientes por cortes y rellenos, protección con terraplenes de tierra, y tratamiento para la reparación de barrancos. Otras áreas donde se puede aplicar efectivamente la bio-ingeniería de suelos incluyen: las áreas que quedan al descubierto inmediatamente aguas arriba cuando el nivel del agua desciende, donde la vegetación puede quedar sumergida durante períodos largos; áreas con suelos de alta toxicidad; estabilización de dunas; buffers de humedales; y estabilización de los bordes de las playas y las orillas de los ríos.

### **Disponibilidad de material vegetal y centros de material vegetal para la conservación**

Según lo observado sobre el terreno, el material vegetal es usado para la conservación en ciertos sitios pero no en todos donde su uso sería beneficioso. Mediante un programa nacional de material vegetal, el gobierno de la República Dominicana podría proporcionar plantas nativas para ayudar en los esfuerzos por superar problemas relacionados con los recursos naturales. El material vegetal tiene uso en la conservación de suelos, como también en la producción de biomasa, captura de dióxido de carbono, la reducción de la erosión, la restauración de los humedales, el mejoramiento de la calidad del agua, la protección de las áreas ribereñas y otras necesidades especiales de tratamiento para la conservación.

Un programa nacional de material vegetal tendría varios centros de material vegetal en sitios estratégicos de la República Dominicana, los cuales serían responsables de identificar y probar su desempeño. Si la planta se desempeña bien, sería liberada a nivel nacional para uso en trabajos de conservación.

## **Estimación del escurrimiento**

No se realizó una estimación del escurrimiento en cada sitio. La República Dominicana utiliza ciertos parámetros para estimar el escurrimiento y tiene una serie de estaciones meteorológicas en el país donde se recopilan datos. Algunas de las estaciones meteorológicas automáticas fueron dañadas por el huracán y, por lo tanto, ciertas tasas de precipitación y de escurrimiento no son conclusivas. El NRCS utiliza una ecuación para estimar el escurrimiento, usando el método Número de Curva de Escurrimiento (NC). Esta sección no tiene como fin hacer una comparación del método del NRCS con otros métodos; sólo discutirá algunos de los factores que son considerados al determinar “Q” o escurrimiento. El NC es de importancia clave para los cálculos de la ecuación de escurrimiento del NRCS. Los factores principales que determinan el NC son el grupo hidrológico de suelo, tipo de cubierta, tratamiento, condición hidrológica y condiciones de escurrimiento anteriores. Otro factor considerado es si las áreas impermeables descargan directamente en un sistema de desagüe (conectado) o si fluye sobre áreas permeables antes de entrar al sistema de desagüe (no conectado).

Según las observaciones sobre el terreno, la geología superficial y los suelos variaron ampliamente en el corte transversal diario. Las tasas de infiltración de los suelos varían mucho y son afectadas por la permeabilidad sub-superficial, como también por las tasas de infiltración superficial. El sistema NRCS clasifica los suelos en cuatro grupos, A, B, C y D, según su tasa de infiltración mínima, que es obtenida en suelos desnudos después de estar mojados durante un período prolongado.

Las áreas urbanas también fueron dañadas por el Huracán Georges. La mayor parte de estas áreas están cubiertas sólo parcialmente por superficies impermeables; el suelo continúa siendo un factor importante en las estimaciones del escurrimiento. La urbanización tiene un mayor impacto en cuencas con suelos caracterizados por tasas altas de infiltración, que en cuencas con tasas bajas de infiltración.

Hubo mucha discusión sobre la condición hidrológica de las cuencas donde se produjeron la mayor parte de los daños y la sedimentación. Para obtener un estimado razonable, es necesario considerar varios factores, algunos de los cuales requieren verificación en el terreno. Para estimar el efecto del cubierto sobre la infiltración y el escurrimiento, es necesario considerar los siguientes factores:

- a) follaje o densidad de los cultivos u otras áreas vegetativas
- b) cantidad de cobertura durante todo el año
- c) cantidad de pastos o leguminosas de cultivo denso en rotación
- d) porcentaje de cobertura residual
- e) grado de irregularidad de la superficie

## **Tiempo de concentración**

El tiempo de concentración es un concepto importante, especialmente cuando se está trabajando en cuencas complejas como las de la República Dominicana. El tiempo de

recorrido ( $T_r$ ) es el tiempo que tarda el agua en viajar de un sitio a otro, dentro de una cuenca. El tiempo de recorrido es un componente del tiempo de concentración ( $T_c$ ), que es el tiempo que dura el escurrimiento en viajar desde el punto hidráulico más distante de la cuenca, a un punto de medición del flujo dentro de la cuenca. El  $T_c$  influye la forma y el pico del hidrograma de escurrimiento. *Para tormentas de las mismas características, cuando mayor el  $T_c$ , menor el riesgo de picos o avenidas.* Una buena cobertura de una cuenca determina un  $T_c$  mas largo en contraste con una cuenca de las mismas característica que está degradada por lo que tendría un  $T_c$  de menor duración. Los factores que afectan el tiempo de concentración y el tiempo de recorrido son: irregularidad de la superficie, forma del canal, patrones de flujo y pendientes.

### **La necesidad de un programa de estudios de cuencas y de planificación**

Un programa nacional, similar al programa de estudios de cuencas y de planificación administrado por el NRCS en los Estados Unidos, permitiría al gobierno de la República Dominicana trabajar con gobiernos provinciales y locales y ONGs para promover un manejo efectivo de cuencas.

El propósito de un programa de esa naturaleza en la República Dominicana sería de proteger las cuencas de daños ocasionados por la erosión, las inundaciones y los sedimentos, y de conservar y desarrollar los recursos agua y tierra. En cuanto a recursos, este programa abordaría lo siguiente:

- calidad del agua
- oportunidades para la conservación del agua
- humedales y capacidad de almacenar agua
- problemas de sequías en la agricultura
- desarrollo rural
- necesidades de agua en los municipios y las industrias
- daños ocasionados por inundaciones río arriba
- necesidades de agua para la pesca, la fauna y las industrias basados en los bosques

Un programa nacional efectivo realizaría los levantamientos y formularía los planes, incluyendo planes para las cuencas, levantamientos y estudios de las cuencas de los ríos, análisis de peligros de inundación, y asistencia en el manejo de las llanuras aluviales. Los planes servirían para identificar soluciones que usan medidas de tratamiento de la tierra y medidas no-estructurales para resolver los problemas de los recursos.

### **La necesidad de revisar la planificación del riego y de la conservación del agua**

Durante la revisión sobre el terreno del daño ocasionado por Huracán Georges, los sistemas de riego recibieron menos atención que sitios donde había un potencial peligro de daños a la vida o daños continuos a propiedades e infraestructura. Los sistemas de riego observados se podrían caracterizar de básicos a modernos, y utilizan estructuras para la conducción del agua, tubos, bombas y regaderas para irrigar los campos.

Aparentemente, la mayor parte de las tierras bajo riego son usadas para la producción de plátanos y verduras.

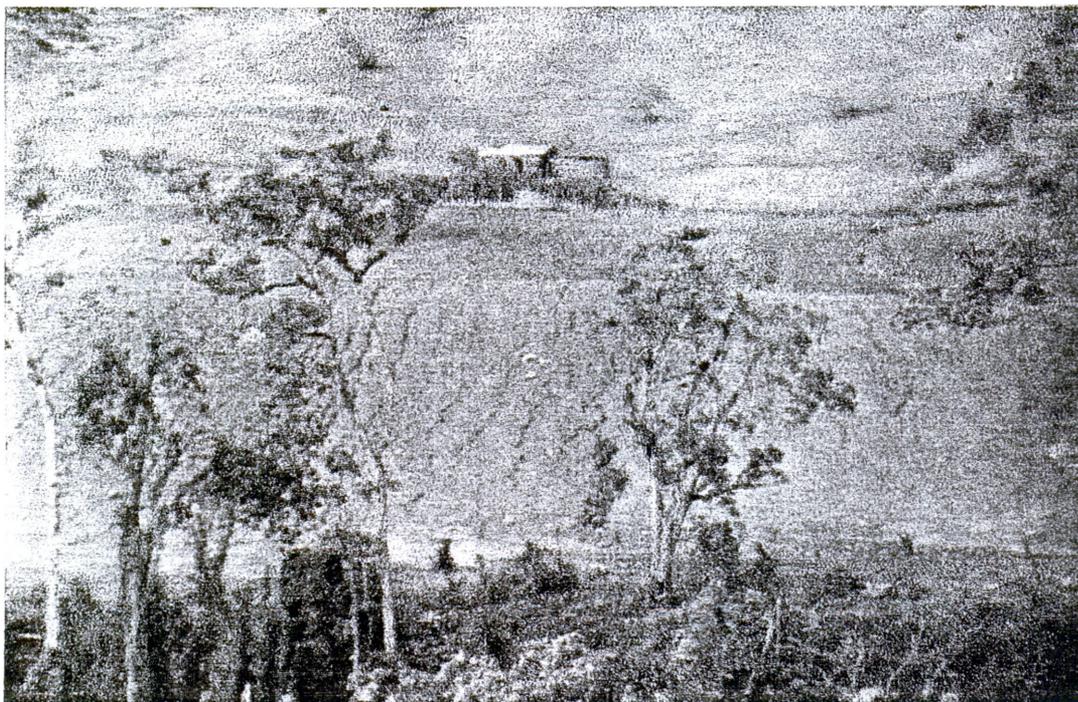
Los daños eran más extensivos en áreas donde la tierra fue inundada (en las calles de los ríos) y donde cantidades grandes de sedimentos se depositaron en los campos irrigados y en los sistemas de riego. En esos casos, hubo grandes pérdidas en los cultivos como también en los sistemas.

Es importante planificar los sistemas de riego como una parte integral del sistema de la cuenca. Se recomienda un programa para el desarrollo de planes de riego como parte de un plan global de conservación. La planificación de los sistemas de riego incluye:

- mantener o mejorar la condición del suelo, incluyendo la productividad
- mantener o mejorar la calidad y la cantidad del agua subterránea y de la superficie
- hacer uso más eficiente de los limitados recursos agua
- proveer un ambiente que maximice la producción sin degradar otros recursos
- considerar el uso del agua para animales domésticos y fauna silvestre
- reducir los impactos causados por la erosión del suelo y la deposición
- considerar las necesidades de agua para consumo humano

El proceso recomendado de planificación consiste de nueve pasos básicos para desarrollar un sistema global de manejo de la conservación. Este proceso puede ser utilizado también para diagnosticar si los daños provocados por el Huracán Georges fueron, en todos los casos, resultado de la planificación o la falta de planificación.

- Paso 1. Identificar el problema, incluyendo los recursos de interés.* Recurso agua, calidad y cantidad, erosión del suelo, mano de obra y energía.
- Paso 2. Determinar los objetivos.* Se incluyen las necesidades de los usuarios y otros asuntos relacionados con las cuencas y la comunidad.
- Paso 3. Inventario de recursos.* Suelos, agua, aire, recursos vegetal y animal, incluyendo desagüe, salinidad, sistemas existentes de riego, y la mano de obra disponible.
- Paso 4. Analizar los datos sobre recursos.* Considerar el impacto de cada recurso sobre el otro.
- Paso 5. Formular alternativas.* Seleccionar alternativas para el método, el sistema y los componentes de riego; incluir métodos apropiados de programación del riego para el regador.
- Paso 6. Evaluar las alternativas.* Considerar los posibles impactos y los costos ambientales, como también la mano de obra y las destrezas disponibles en la explotación.
- Paso 7. Decisión del usuario del agua.* El usuario decide que método, sistema y componentes a usar, como también sus preferencias sobre el manejo general del agua.
- Paso 8. Usuario del agua implementa el plan.*
- Paso 9. Seguimiento.* Evaluar los resultados de la implementación del plan, en el sitio y fuera del sitio. Ajustar el plan, si fuera necesario.



*Algunos suelos son más susceptibles que otros a la erosión en surcos o por abarrancamiento. La falta de un levantamiento de suelos dificulta el proceso de predecir como responderán los suelos a ciertos tratamientos. Un programa nacional de levantamiento de suelos permitirá a los usuarios de las tierras, y a los que toman decisiones sobre el uso de la tierra, contar con la información necesaria para entender, manejar, conservar y sostener los limitados recursos de suelo de la República Dominicana. Los levantamientos de suelos proporcionan un inventario ordenado, sobre el terreno y científico de los recursos suelo, e incluyen mapas que muestran la extensión de los suelos como también datos sobre las propiedades físicas y químicas de los mismos.*

### **La necesidad de un programa nacional de estudios e inventario de suelos**

Se recomienda que se continúen los esfuerzos por llevar adelante un levantamiento nacional de suelos. Básicamente, un programa nacional de estudios e inventario de suelos facilitará información consistente y confiable sobre el recurso suelo. La agencia o el ministerio encargado del programa de levantamiento tendría la responsabilidad, a nivel nacional, de:

- realizar los estudios de descripción de los suelos y preparar los informes necesarios para la clasificación y la interpretación de suelos
- intensificar el uso y los beneficios de un sistema cooperativo nacional sobre los suelos –que incluye las informaciones de los diferentes organismos que trabajan en ello

- proporcionar la asistencia, técnica u otra, necesaria para llevar a cabo el levantamiento
- consultar con otros ministerios y departamentos a nivel nacional para implementar el levantamiento de suelos según lo estipula la legislación

*La disponibilidad de información proporcionada por un programa nacional de estudios e inventario de suelos es un requisito indispensable para planificar el uso de la tierra y de cuencas y para tomar decisiones sobre el mejor manejo de estos recursos en el nivel de municipio, paraje, sección, agricultor o finca.*

### **La necesidad de un programa educativo para preparación ante emergencias**

La República Dominicana ha sufrido con alta frecuencia huracanes y sistemas tropicales severos. Se recomienda y se subraya la importancia de contar con un programa educativo para el estado de preparación ante emergencias. Un programa tal debe abordar lo siguiente:

- Programar conferencias para discutir los procedimientos a seguir en caso de emergencia y realizar ensayos para demostrar los mismos
- Establecer lugares que pueden servir como albergues en casos de emergencia
- Establecer planes de emergencia para familias, escuelas y lugares de trabajo
- Determinar rutas de evacuación y alternativas
- Colocar afiches con números telefónicos de emergencia, incluyendo el control de venenos
- Establecer sistemas de emisión radial y televisiva para emergencias
- Establecer lineamientos para emergencias y educar a las personas sobre procedimientos de emergencia relacionados con los alimentos y el agua
- Establecer una red, manejada al nivel local, de personas capacitadas para velar sobre asuntos de importancia crítica como el mantenimiento de carreteras, de puentes, medidas de control de inundaciones, y otros. Estas personas trabajarían a la par de las autoridades gubernamentales para llevar a cabo las acciones necesarias y corregir cualquier funcionamiento defectuoso que puede representar un peligro a la vida y a la propiedad.

## ANEXO

### Términos de Referencia

Los Términos de Referencia formulados por el IICA orientaron el trabajo asumido por el equipo de asistencia técnica del NRCS a:

- producir un informe sobre los impactos del Huracán Georges en la erosión del suelo y de la sedimentación, como también del daño a los recursos hídricos en la República Dominicana
- hacer referencia a los impactos principales de las inundaciones y del escurrimiento excesivo sobre el riego y otra infraestructura
- hacer observaciones cuantitativas sobre los daños y explicar la causa de los mismos
- usar la información existente disponible sobre los recursos en la República Dominicana
- pasar 4-5 días en viajes de reconocimiento sobre el terreno
- dedicar 3 días a la preparación del informe y presentarlo a las autoridades locales
- incluir en el informe recomendaciones para un análisis posterior cuando se cuente con más datos y mejores instrumentos

### Itinerario y notas de discusión

2 diciembre 1998 - Equipo de asistencia técnica (TAT) del NRCS viaja a la República Dominicana

3 diciembre 1998 - Contactos realizados durante el día:

- Manuel Paulet, Especialista en Conservación de Suelos y Agua. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)
- Rafael Marte, Director, IICA
- Frank Rodríguez. Director, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI)
- Teófilo Payano y Máximo Portorreal, Secretaría de Estado de Agricultura
- Hector Malo, INDRHI
- Sergio Mora C., Banco Interamericano de Desarrollo
- Kevin Smith, USDA-FAS Agregado Agrícola, República Dominicana
- Luis C. González B., MA, Coordinador de Política Económica. Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID), República Dominicana
- Carleen Yokum. Asesora Regional para Asuntos Ambientales en el Caribe, USAID, República Dominicana

## *Discusión*

Se estableció un equipo para priorizar las cuencas dañadas por el Huracán Georges los días 21-23 de setiembre de 1998. Funcionarios del IICA, USDA-NRCS, SEA y INDRHI estaban presentes en el equipo. Funcionarios de la SEA y el INDRHI aportaron información sobre el huracán y la naturaleza de las cuencas.

Antes de planificar el análisis sobre el terreno programado para el 4 de diciembre de 1998, el equipo revisó los datos sobre cada cuenca y asignó prioridad a las que debían ser observadas sobre el terreno. El propósito del análisis fue determinar el alcance de los daños a los recursos suelo y agua, incluyendo áreas bajo riego, erosión, y sedimentación. Se acordó que la cuenca del Río Yaque del Sur merecía primera prioridad. Las cuencas del Río Yaque del Sur Norte, Azua, Baní y San Cristóbal, y Río Yuna siguieron en importancia.

Manuel Paulet del IICA explicó los términos de referencia a Frank Rodríguez, Director del INDRHI, que es el organismo líder en los esfuerzos por desarrollar una estrategia para implementar un "Manejo de Cuencas a Nivel Local" en la República Dominicana. El INDRHI ofreció apoyo de recursos humanos y de transporte en las visitas al campo.

Sergio Mora, del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) se reunió con IICA, NRCS e INDRHI. El Sr. Mora explicó que el huracán había dañado la mayor parte de los dispositivos automáticos de monitoreo pluviométrico y que, por lo tanto, no existían datos consistentes sobre la intensidad de la precipitación y del escurrimiento. La duración de la precipitación intensa duró de 14 a 26 horas en un solo sitio; aproximadamente 650mm de lluvia cayó en ese período.

Funcionarios del BID sobrevolaron el área dañada y prepararon mapas a escala de 1:500,000 y varios informes sobre el Huracán Georges. Encontraron que los informes preparados por el gobierno de la República Dominicana y por otros donantes internacionales contenían datos diferentes y que cada informe presentó los datos con lo que parecían ser justificaciones fundadas. El informe del BID analizó la intensidad de los derrumbes, las inundaciones y los daños a los bosques.

El Sr. Mora indicó que, debido a los daños ocasionados por el Huracán Georges, sería difícil cuantificar los datos pluviométricos. Además, había una falta de datos básicos consistentes para todo el país. Sin embargo, el BID tiene la mira puesta en el futuro para el manejo de cuencas en la República Dominicana, y desea establecer un frente común para la planificación del uso de la tierra, la política como estrategia para el estado, y la sostenibilidad de los recursos naturales en ese país. La estrategia del BID buscará contestar preguntas sobre quién es responsable; la medición del progreso; cuáles condiciones impondría el banco; y qué se necesita para abordar los asuntos relacionados con el manejo de cuencas.

El BID proporcionó material de referencia al equipo.

Kevin N. Smith, Agregado Agrícola del USDA-FAS, se reunió con IICA, INDRHI y el NRCS. Los términos de referencia del NRCS fueron explicados al Agregado. Luego, Kevin presentó información al equipo sobre la República Dominicana y compartió algunas observaciones relacionadas con una reunión a la que recientemente había asistido. Explicó que la USDA estaba usando el programa Title 416 para ayudar a la República Dominicana a recuperarse del impacto del Huracán Georges. Recomendó que el equipo se reuniera con Luis C. González B., sobre aspectos políticos y económicos de la República Dominicana.

El equipo se reunió con Luis C. González B., Coordinador de Política Económica de USAID. Luis habló del concepto de la Secretaría Técnica en la administración del programa Title 416 en la República Dominicana. En esencia, la Secretaría es auto financiada. El Gobierno de la República Dominicana (GORD) tiene una forma muy centralizada para gobernar, lo que representa un reto para proyectos que son dirigidos y manejados a nivel local. La Secretaría está constituida de varias oficinas del GORD, que incluyen la Oficina Nacional de Presupuesto, la Oficina Nacional de Planificación, y otras.

El equipo se reunió con Carleen Yocum, Asesora Regional para Asuntos Ambientales de la USAID, USFS/IITF. Carleen comentó sobre sus observaciones durante un viaje al campo el 19-23 y el 29-31 de octubre de 1998. Compartió documentación fotográfica y las observaciones de las discusiones del equipo sobre su informe de viaje relacionado con los daños al recurso bosque. Carleen había visitado tierras públicas manejadas por la Dirección General Forestal (Foresta o DGF); operaciones privadas, así como también sitios manejados por ONGs. La recomendación relacionada con la conservación de suelos hacía un llamado para un mayor apoyo a actividades existentes de prácticas de conservación de suelos. Se recomendó hacer uso de barreras vivas vegetadas, agro-silvicultura, siembra en los bancos de caminos, etc. Además, se recomendó que la programación a largo plazo considere asistencia a medidas para la desviación de aguas y/o reglamentos de almacenamiento.

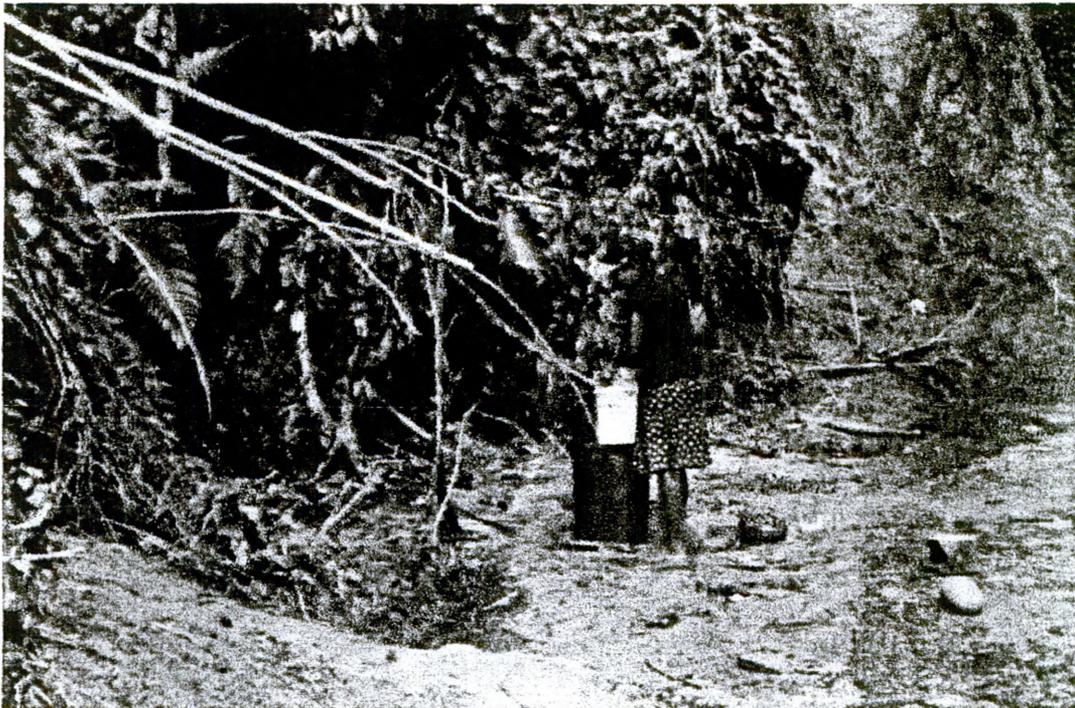
### **Visitas al campo**

4-5 diciembre 1998. El equipo de asistencia técnica hizo 17 paradas en cuatro provincias (Monseñor Nouel, La Vega, San Cristóbal y Peravia). Las paradas permitieron al equipo de asistencia técnica identificar los daños y clasificarlos entre *Exigencia* o *No-exigencia*.

Se hicieron muchas otras observaciones sobre el terreno para determinar el alcance del daño en términos cuantitativos como también cualitativos. Esta fue una de las partes más difíciles de la tarea, debido a la falta de información de base y el tiempo requerido para hacer mediciones sobre el terreno. Los miembros del IICA y los funcionarios del Gobierno de la República Dominicana ayudaron enormemente al equipo NRCS al proporcionar la información a su disposición.

contiene más de 60 de dichas observaciones. Ese cuadro indica la ubicación, las notas de observación, causa/efecto, y conclusiones basadas en las observaciones sobre el terreno.

7-8 diciembre de 1998. El equipo de asistencia técnica continuó haciendo diagnósticos sobre el terreno de los daños provocados por el Huracán Georges. El equipo se trasladó más al occidente y al norte hasta San Juan. Se hicieron observaciones en o cerca de 9 pueblos o aldeas en cuatro provincias: Azua, Baoruco, Barahona y San Juan.



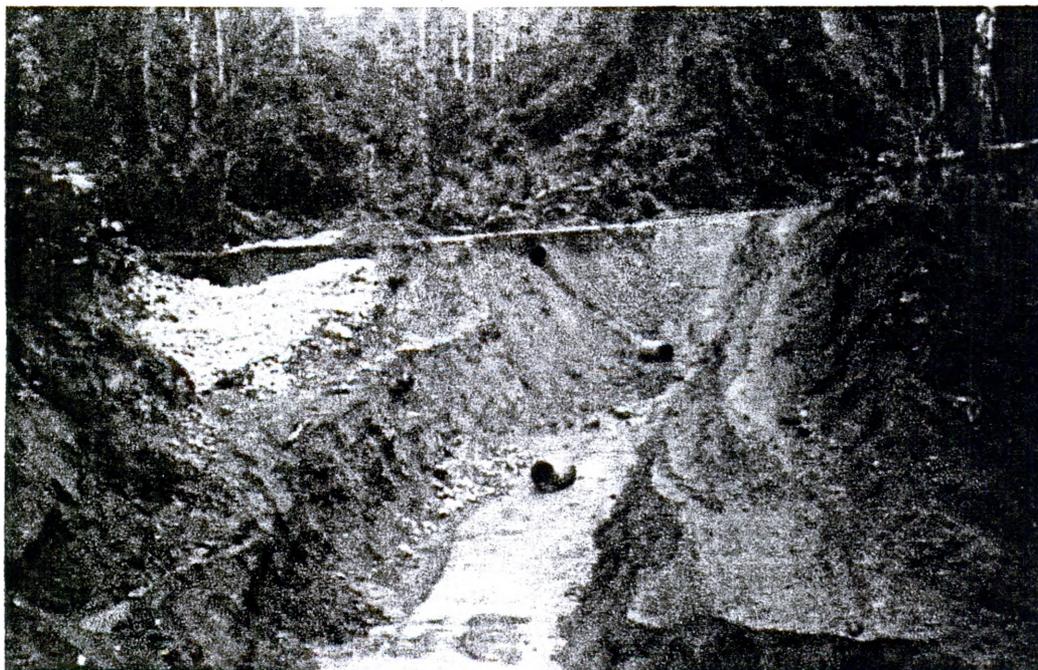
*Con frecuencia, los desastres de recursos naturales acompañados de movimientos de tierra cortan o destruyen las fuentes superficiales de agua utilizados por los campesinos para uso doméstico, para la ganadería y para el riego a pequeña escala de huertos familiares. Además, aumenta de manera importante el peligro de contaminación de estas fuentes de agua, como también las posibilidades de contraer enfermedades. La existencia de instalaciones de bajo costo para el almacenamiento de agua y sistemas de distribución del agua puede reducir la ocurrencia de enfermedades causadas por aguas contaminadas después de las tormentas.*

9 diciembre de 1998. El equipo del NRCS presentó su informe final al Gobierno de la República Dominicana, el IICA, la USAID, y las ONGs en la República Dominicana. La presentación fue bilingüe y se concentró en las áreas siguientes:

- Repaso de los Términos de Referencia
- Ubicación de las cuencas
- Cuencas principales visitadas
- Criterios para situaciones de *exigencia* y de *no-exigencia*
- Asistencia técnica requerida durante una situación de emergencia

- Criterios para medidas o tratamientos elegibles
- Consideraciones sobre recursos naturales
- Daños a las cuencas ocasionados por el Huracán Georges
- Usos de tierra afectados
- Vínculos importantes a los daños causados por el Huracán Georges
- Conservación de suelo como parte de la solución
- Pasos para la planificación de los recursos
- Recomendación: Manejo de Cuencas a Nivel Local
- Recomendación: Liderazgo nacional para las cuencas de la República Dominicana
- Recomendación: Levantamientos y planificación de cuencas
- Componentes recomendados de proyectos de conservación
- Agradecimientos

10 de diciembre de 1998. Viaje de regreso del equipo del NRCS a los Estados Unidos.



*Los caminos en sus áreas rurales y montañosas fueron gravemente golpeados por el huracán Georges. Muchos factores contribuyeron a las fallas que ocurrieron en las plataformas y los sistemas de desagüe de los caminos. Algunos de los factores incluyen: material de relleno inadecuado; pobre mantenimiento de las zanjas de desagüe; alcantarillas muy pequeñas; y alcantarillas bloqueadas. El mantenimiento y cortes estabilizantes de caminos con métodos vegetativos y estructurales pueden prevenir fallas en las plataformas de los caminos y en sus sistemas de desagüe.*

**MUESTRA DE INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN**

**INFORME DE CAMPO DE EVALUACIÓN DE LOS DAÑOS**

Fecha de la observación:

Número de sitio visitado:

UBICACION (Provincia, pueblo, río, ruta, etc.) _____ _____
---

**Tipo de impedimento:** Favor indicar el tipo de impedimento o escriba una descripción breve del mismo.

- |                                     |   |                             |
|-------------------------------------|---|-----------------------------|
| Derrumbe                            | Erosión por cárcavas (tierras cultivadas) | Erosión por cárcavas (otro) |
| Erosión de la orilla del río        | Movimiento de sedimento                   | Llanura aluvial rellenada   |
| Río descargándose del canal natural | Humedales rellenados                      |                             |

\_\_\_\_\_

**Hidráulica del canal u otro flujo impedido por el siguiente tipo de escombros:**

- |                     |                     |                  |                    |
|---------------------|---------------------|------------------|--------------------|
| Arboles caídos      | Material de suelo   | Rocas y suelo    | Arboles/suelo/roca |
| Escombros del hogar | Escombros de camino | Puentes de acero | Puentes de madera  |

\_\_\_\_\_

*Favor anotar estimaciones de los volúmenes y un boceto del área, e incluir las recomendaciones*

<p><b>BOCETO</b></p>
<p><b>ESTIMACIONES DE VOLUMEN</b></p>
<p><b>SITIOS DE ELIMINACION</b></p>

**Narrativo y recomendaciones**



***Sitios culturales, arqueológicos e históricos***

¿Los daños a la cuenca han puesto en peligro sitios culturales, arqueológicos e históricos?

Si la respuesta es positiva, favor enumerar:

***Otros asuntos ambientales***

¿ Los daños a la cuenca han destruido o dañado el hábitat pesquero o de la vida silvestre?  
 ¿Han sido destruidos, o su ambiente destruido, plantas y/o animales amenazados o en peligro de extinción?

Hábitat en áreas elevadas	Hábitat en áreas bajas	Hábitat costanera	
Aves			
Mamíferos	Peces	Plantas	Flores
Cambio en vegetación	_____	_____	
_____	_____		

***Favor incluir un boceto del área y las recomendaciones***

**BOCETO**

**Recomendaciones para la restauración**

---

**Especies afectadas por este desastre**

**Narrativo y recomendaciones (continuar al dorso)**

### ***Embalses***

#### **Una represa se considera peligrosa si se aplica lo siguiente:**

- Los principales canales de desagüe están degradados o llenos de escombros
- Las estructuras de desagüe de emergencia están con cárcavas y desprotegidos
- Se ha abierto una brecha en la represa o el dique, sin destruirlo completamente
- Una falla en la represa resultaría en una pérdida inmediata de vida o de propiedad
- La elevación del pozo se mantiene en la etapa de inundación, dejando poco o ningún espacio para almacenamiento
- No hay cubierta vegetativa ni de rocas en pendientes críticas
- El sedimento en el pozo excede la vida de diseño de la represa
- Hay filtración y flujo permanente al pie de la represa o del dique
- No se ha realizado un análisis de brechas, poniendo en peligro a las personas río abajo

#### **Los sistemas de riego requerirán de reparaciones de emergencia si:**

- Los canales de riego están llenos de sedimento o destruidos
- Se necesitan levantamientos sobre el terreno para reconstruir las estructuras de conducción de las aguas de riego
- Las líneas principales y laterales portátiles han sido llevadas por las aguas, están enterradas o se han derrumbado
- Se necesita re-nivelar los campos de riego
- Bombas, pozos, válvulas y tubería arregladas han sido destruidos
- Las boquillas y cabezas de los rociadores, como también los dispositivos de micro-emisión están dañados o fueron llevados por las aguas
- Los embalses del agua de riego han sido destruidos o su capacidad reducida, por lo que la fuente de agua es ahora inadecuada

### ***Boceto y notas***

## REFERENCIAS

- BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID): Sánchez, O. L. y Chinchilla. R.M. (1998): El Efecto Sobre la Geodinámica Externa y el Impacto Ambiental del Huracán Georges en la República Dominicana.
- BRADY, NYLE C. (1990): Factors Affecting Bulk Density, pp. 104-110.
- DOMIAN, GARY S. (1989): Final report of USDA/SCS Technical Assistance to the Center for Soil Research for the UACP-Indonesia
- DUESTERHAUS, R.L. y DOMIAN, G.S. (1993): Watershed Management Strategic Planning: An Approach to Total Resource Management Systems. Jakarta, Indonesia.
- EL CARIBE (10 diciembre 1998, p. 8): Reforestarán Cuencas Presas
- EI-SWAIFY, DANGLER, E.W. y ARMSTRONG, C.L. (1982): Soil Erosion by Water in the Tropics. Universidad de Hawaii.
- FRENCH, JAMES (1992): Final report of Research-Extension Advisor; Upland Agriculture and Conservation Project (UACP)-Indonesia
- GEMINI (1991): From the Core: On Targeted Credit. pp 1-3.
- PAULET I., MANUEL (1998): Manejo del Agua y del Suelo en la República Dominicana
- LOUIS BERGER INTERNATIONAL (1989): Midterm Evaluation of the Upland Agriculture and Conservation Project (UACP)-Indonesia.
- MORA C., SERGIO (1987): Estudio Preliminar del Fenómeno de Erosión Acelerada en la Localidad de Banica, Elias Pina. San José, Costa Rica.
- MORGAN, RPC, (1986): Process and mechanics of erosion, pp 12-39.
- NITROGEN FIXING TREE ASSOCIATION (1989): Gliricidia Production and Use. Waimanalo, HI.
- PRISMA (1978): Rural Development Strategy: Learning from an Area Development Program. Jim Schiller.
- PT. ANDAL AGRIKARYA PRIMA (1992): Final Report "Strengthening of National Watershed Management Organization". Jakarta. Indonesia
- ROSALES, M., M.SUCIK, y J. SAUNDERS (1997) : Feeding the Soil: Carbon Nitrogen Ratio. USDA-NRCS, Soil Quality Team
- ROSGEN, DAVID (1996): Applied River Morphology. Wildland Hydrology, Pagosa Springs, Colorado
- USAID y BIRF (1993) : Laporan Akhir Proyek Pertanian Lahan Kering dan Konservasi Tanah/Tingkat Nasional (Final Report of the UACP-National Level Government of Indonesia)
- USDA NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE –NRCS (*Formerly the Soil Conservation Service-SCS*) : Guidelines for Developing SCS Conservation Practice Standards
- USDA SOIL CONSERVATION SERVICE (1981) : Erosion and Sediment Control. A Guide for Hawaii. Various tables on grasses, legumes and other conservation plants.

USDA SOIL CONSERVATION SERVICE (1986): Technical Release 55, Segunda edición, junio 1986.

USDA SOIL CONSERVATION SERVICE : National Irrigation Manual

USDA NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE (1998): National Planning Procedures Handbook, Amendment 2.

USDA NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE (1997): Riparian Areas. Implications for Management. Issue Brief 13.

### *MAPAS*

DAÑOS A LOS RECURSOS NATURALES HURACAN GEORGE (October 1998)

MAPA DE LA REPUBLICA DOMINICANA DIVISION POLITICA (1997): Instituto Geográfico Universitario, Universidad Autónoma de Santo Domingo, Santo Domingo, RD.

CAPACIDAD PRODUCTIVA DE LOS SUELOS/ ZONAS DE VIDA(1997) : Secretaría de Estado de Agricultura, Subsecretaría de Recursos Naturales. Provincia Azua y San Juan.

CONSORCIO TECNOAMBIENTE – AGROECONOMICA-SUELOS/CAPACIDAD PRODUCTIVA(1997): Estudio y Diagnóstico Biofísico y Socioeconómico de las Cuencas de los Ríos Panzo y Majagual. Neyba Bahoruco

MAPA DE CUENCAS HIDROGRAFICAS (JULY 1998): Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.

MAPA DE CUENCA HIDROGRAFICA DE LA REPUBLICA DOMINICANA: Por DIRENA

TOPOGRAPHIC MAPS - EDITION 3 - ICM (DMA), SERIES E733: Varias hojas.

Fecha	Kilometraje	Lugar	Observación	Causa - Efecto - Conclusión
4 de dic. 1998	NR (no registrado)	Tireo Arriba	<p>Puente y carretera caídos; 40 casas destruidas; no hubo pérdida de vidas; maquinaria pesada en el sitio; zona muy utilizada para el cultivo de hortalizas; se utiliza el riego por aspersión.</p>	<p>Se deben retirar de inmediato las obstrucciones y los escombros (el puente); se necesita un área segura donde llevar los escombros y residuos; planicie de inundación ancha con ondulaciones constituye un problema hidráulico; la eliminación de escombros es apremiante; el problema de hidrología comprende el tiempo de concentración y el nivel máximo de descarga.</p>
		Constanza	<p><i>Agricultura en laderas; cultivos hortícolas; mano de obra intensiva; pastoreo; para controlar la erosión se utiliza el abalancamiento; fuerte uso de químicos.</i></p>	<p>Los taludes arriba de la planicie de inundación parecen estar en buenas condiciones; los canales de riego han sido limpiados y el riego por aspersión funciona; preocupa el uso de plaguicidas y su efecto en los alimentos, el agua, el aire y las personas; zona con potencial para proyectos de conservación y de ordenación de cuencas dirigidos localmente. Se observó erosión por surcos, lo que indicando que es necesario aplicar medidas para la conservación del suelo.</p>
		Constanza	<p>La caña de azúcar agota los nutrientes de la tierra y aumenta el costo de producción. Tubería de agua expuesta; se utilizan soportes temporales.</p>	<p>Hay que reforzar las líneas de abastecimiento de agua expuestas para evitar que se rompan las líneas y se contamine el agua; se puede explorar la posibilidad de desarrollar manantiales para usar el agua en forma más eficiente; verificar la eficiencia del riego.</p>
		Saliendo de Constanza hacia el río	<p>Se utilizan taludes de corte alto para el material de préstamo en la construcción de carreteras.</p>	<p>Las áreas de préstamo son ocupadas por personas después de la construcción. Estas personas están en riesgo debido a la posibilidad de hundimiento de la tierra y a los deslizamientos de tierra en los cortes de talud. Se recomienda cortar hacia atrás y banquear los cortes de talud que están casi verticales para desviar los escurrimientos fuera del talud. Reubicar a las personas fuera de estas áreas.</p>
		La Cotorra	<p>Cunetas llenas de sedimento. Pinos derribados por los fuertes vientos a ambos lados de la carretera. Los agricultores estaban derribando los árboles con bueyes.</p>	<p>Debe darse mantenimiento a las cunetas, lo cual sería un buen proyecto para la comunidad. El sedimento debe ser colocado donde no se vuelva a depositar en las cunetas. Los árboles caídos deben ser retirados, ya que representan una amenaza de incendio y enfermedades, así como un riesgo a la seguridad para las personas que trabajan en el bosque. Se debería contemplar el uso de molinos portátiles y máquinas de desbarbe grandes para crear un mantillo con los desechos de la madera.</p>

Fecha	Kilometraje	Lugar	Observación	Causa – Efecto - Conclusión
		Zona del río a lo largo del río Jimenoa	Desechos boyantes en la planicie de inundación y en el canal que serán arrastrados y luego se alojarán ocasionando presas intermitentes durante las inundaciones.	Se deben retirar los desechos de árboles grandes arrancados de raíz, tallos rotos, broza y otros desechos orgánicos de la planicie de inundación y del canal del río. Se deben retirar otros elementos como contenedores y bolsas de plaguicida de uso agrícola, desechos domésticos, cercas de alambre y demás obstrucciones. Los lugares más críticos son aquellos donde los desechos se han acumulado en recodos y curvas en el río, en especial las áreas donde el recodo fluye al lado de un banco de la carretera.
		El río	Cunetas llenas de sedimento; frecuentes deslizamientos de tierra y hundimientos; valles profundos y estrechos que descargan directamente en los tragantes de las carreteras.  Las carreteras están siendo socavadas por ríos de corriente rápida y tributarios.	Debe retirarse el sedimento antes de que empiece la temporada de lluvias. Deben instalarse sumideros y tragantes en los lugares donde sea menos probable que se llenen de sedimento debido a la presencia de suelos inestables. Hay que estabilizar los taludes sobre estructuras como sumideros y tragantes.  Es necesario proteger los bancos con gran inclinación entre el borde de la carretera y el río hasta la elevación del banco. Se recomienda utilizar el zampeado. Se puede aplicar la bioingeniería en los cortes de la carretera y en ciertas áreas a lo largo del río. Se puede establecer vegetación ribereña encima de los niveles protegidos por el zampeado y en el margen del río.
4 de dic. 1998	515.3	Río Arroyo	Se hicieron observaciones a lo largo de un segmento de 20,8 kilómetros hacia el noreste, hacia Jima y Pringamosa.	Las observaciones indican que la pérdida de tierra es considerable incluso durante la época normal de lluvias. Al no contarse con datos de laboratorio o con un estudio sobre el suelo, se utilizará una medida volumétrica del suelo de 92 lb/pie cúbico para un suelo con greda para calcular el volumen de suelo erosionado. Los estimados se basan exclusivamente en la observación visual. Idealmente, las medidas efectuadas en el campo incluirían perfiles y secciones transversales. Se observa que el subsuelo compacto puede tener una densidad de 125 lbs/pie cúbico. Las cunetas en esta área tenían una sección transversal de 3 a 4 pies cuadrados. <b>POR EJEMPLO:</b> 30 metros de cuneta con una sección transversal de aproximadamente 1 metro cuadrado equivale a 11,3 metros cúbicos. 11,3 metros cúbicos X 42 kg/metro cúbico =16.692 kilogramos (16,6 toneladas métricas de material orgánico en esa sección de la cuneta.

Fecha	Kilometraje	Lugar	Observación	Causa - Efecto - Conclusión
	516.0		Drenaje de carreteras dañado.	Se necesita llevar a cabo labores de mantenimiento para eliminar el sedimento.
	517.25		Movimiento de tierras grande.	Aproximadamente 10 000 pies/370 yardas cúbicas de material.
	517.8		Movimiento de tierras pequeño.	Aproximadamente 4 000 pies cúbicos/148 yardas cúbicas de material.
	517.82		Movimiento de tierras grande.	Aproximadamente 8 000 pies cúbicos/296 yardas cúbicas de material.
	517.83		Movimiento de tierras pequeño.	Aproximadamente 2 000 pies cúbicos/74 yardas cúbicas de material.
	518.0		Movimiento de tierras pequeño.	Aproximadamente 1 500 pies cúbicos/56 yardas cúbicas de material.
	518.8		Las canastas de gavión están siendo socavadas.	-
4 de dic. 1998	519.3-4		Movimiento de tierras muy grande.	Aproximadamente 50 000 pies cúbicos / 1 850 yardas cúbicas de material.
	519.9		Movimiento de tierras grande.	Aproximadamente 10 000 pies cúbicos / 370 yardas cúbicas de material.
	520.4		Movimiento de tierras grande.	Aproximadamente 7 000 pies cúbicos / 259 yardas cúbicas de material.
	521.2		Movimiento de tierras grande.	Aproximadamente 8 000 pies cúbicos / 296 yardas cúbicas de material.
	522.8		Movimiento de tierras grande.	Carretera cruzada.
	523.8-9		Movimiento de tierras muy grande.	La formación geológica contribuyó a que la cuneta se llenara. La formación geológica se deteriora cuando está expuesta a la lluvia y a los deslizamientos de tierra.
4 de dic. 1998			Fuera de las comunidades rurales, es posible que no haya cunetas en las carreteras.	
	524.9		Vertiente de montaña con agua a punto de caer.	Los cortes de talud en la carretera no muestran indicios de haber sido puestos. El sedimento se está desplazando del lugar y con el tiempo penetrará en un curso de agua principal o tributario.
4 de dic. 1998	526.4		Gaviones en uso.	
	528.4		Lecho de roca expuesto.	
5 de dic. 1998	-	Sur de Cambita Garabito	Deslizamientos de tierra y carreteras arrasadas. Grandes depósitos de sedimento mineral en carreteras principales y	Es necesario revisar la geología en todas las secciones dañadas para determinar si el daño es predecible y evitable. Este aspecto será importante para cualquier modelo de predicción.

Fecha	Kilometraje	Lugar	Observación	Causa – Efecto - Conclusión
			secundarias.	
	708.8		Talud de piedra vertical; la piedra está bien intemperizada y fragmentada.	Los deslizamientos de roca llenaron las cunetas y dejaron la carretera casi intranisible. En este tipo de formación con frecuencia ocurren deslizamientos de piedra pequeños y cada uno deposita cerca de 150-200 yardas cúbicas.
	709.3		Hundimientos de tierra con árboles que bloquean las cunetas e impiden el paso de vehículos.	Los hundimientos de tierra suelen ser más pequeños y depositan hasta 76-153 metros cúbicos.
	709.8		40-80 pies de taludes de piedra casi verticales. El material orgánico se ha deslizado por los taludes.	Debe banquearse la formación rocosa intemperizada susceptible a deslizamientos de piedra en el momento de la construcción o cubrirla con un material impermeable y una malla de acero, si la piedra continúa deslizándose.
	710.2		La cuneta está llena de piedras y material de suelo. El lecho de roca está casi vertical, con cavidades bajas llenas de material de suelo.	Aproximadamente 10-50 yardas cúbicas de material.
	711.7		Taludes casi verticales con formación rocosa suave.	Material rocoso de tamaño variable.
	712.8		Jardines mixtos alrededor de las casas del pueblo.	También se observó material vegetal de conservación que se podría utilizar en aplicaciones de bioingeniería. Los materiales de plantas son <i>Gliricidia sepium</i> , <i>Leucaena glauca</i> y <i>Bemisiaetum clandestinum</i> . Una revisión más detenida revelará otras plantas para usos múltiples.
	713		La geología está distribuida en forma horizontal.	
	713.4		Los árboles adultos fueron mochados, más del 60% de las copas fueron destruidas.	Potencial de incendios y enfermedades. Además, las ramas y tallos colgantes presentan peligro para las personas que están limpiando los desechos. Es necesario ofrecer capacitación en técnicas seguras para limpiar este tipo de desechos. Se necesitan molinos portátiles y maquinaria de desbarbe comercial para ayudar en la limpieza. La leña para uso local se debe colocar en un lugar seguro.
5 de dic. 1998	714.2		Árboles de 20 a 30 metros de alto con el 60 a 90% de las coronas dañadas o mochadas. Algunos de los troncos principales se quebraron.	Es necesario limpiar el daño pero también se deben atender otros problemas importantes: ¿Cómo cambiarán las condiciones biológicas y agroecológicas del bosque? ¿Llegarán los agricultores a esta tierra y la abrirán a la siembra de cultivos anuales?

Fecha	Kilometraje	Lugar	Observación	Causa – Efecto - Conclusión
5 de dic, 1998	715.4	Sur de La Colonia	Entre el 70 y el 80% de las cunetas están llenas de sedimento.	Cerca de aquí se encuentra una estación repetidora de comunicaciones por microondas.
	716.6		Por el pavimento se filtra agua de manantial.	Es fundamental preparar adecuadamente la superficie de rodamiento de la carretera. Se deben eliminar las fuentes de agua de la superficie de rodamiento. Con el tiempo, la filtración producirá el deterioro de la superficie de la carretera y posibles deslizamientos.
	717.9		Agua de manantial utilizada con propósito de consumo humano.	El desarrollo de fuentes de agua de manantial ocupa una tecnología de bajo costo que aísla y protege contra la contaminación las fuentes de agua subsuperficial. Los sistemas generalmente requieren cisternas de concreto y líneas principales y laterales hacia el punto de uso. El costo es de \$600-\$1.500 cada uno.
	718.3		Terreno montañoso, valles estrechos con avenidas de diseño estrechas. El sistema de drenaje de carreteras está dañado debido a la presencia de grandes depósitos de grava, piedras, rocas y pedregones.	La corriente arrasó con una escuela, una tienda, una carretera de acceso, un sistema de drenaje con tragantes múltiples y tragantes sencillos. Se registraron 27 personas muertas por el repentino deslizamiento de tierras y la crecida. Entre las víctimas mortales se incluyen 8 niños y una familia de 13 haitianos.
	720-720.5	Mano Matuey	El sistema de drenaje con 4 tragantes debajo de la carretera está destruido. Para volverlo a usar, es necesario revisar la integridad estructural del sistema.	Un sistema de drenaje que consistía de 4 tragantes, cada uno de aproximadamente 0,7 metros de diámetro. La estructura estaba bien construida, pero el diseño puede haber ocasionado una falla temprana. Quizás habría sido más adecuado colocar uno o dos tragantes grandes de cajón o un puente. El zampeado y los cabezales de desfogue de esta estructura están socavados en el extremo de la salida. La entrada está completamente enterrada bajo el sedimento. La salida está relativamente estable pero se está erosionando. Se debe proteger con un zampeado grande.
			Los estribos del puente están seriamente socavados y es necesario inspeccionar la estructura para determinar el peso máximo para los vehículos. Quizás sea necesario reducir los límites de peso debido a los daños.	El puente estaba debilitado antes del huracán. La carretera de circunvalación que se construyó aguas arriba para el paso de vehículos pesados, puso esto en evidencia. Se presume que esta carretera restringió el flujo bajo el puente y puede haber contribuido al tipo de daño observado. El valle estrecho también estaba lleno y se construyó una escuela, un campo de juegos y un estacionamiento. Los informes locales indican que en esta zona también se construyó una tienda. Estos son factores adicionales que posiblemente produjeron la pérdida

Fecha	Kilometraje	Lugar	Observación	Causa – Efecto - Conclusión
5 de dic, 1998	722.2		Se observó un cambio en la geología.	de vidas y serios daños a la propiedad. La falta de seguridad del puente, las construcciones locales sobre las principales vías de drenaje, el desarrollo no supervisado en las zonas con avenidas de diseño, así como la falta de advertencias o de preparación, condujeron al desastre. Las prácticas de uso de la tierra en las tierras altas también fueron motivo de sospecha pero no fueron evaluadas en el campo. Debido a que los taludes son muy inclinados, hay poco terreno sobre el cual se puede construir, por lo que la gente emigrará hacia las áreas más bajas y planas.
			Planos de deslizamiento.	Deslizamientos frecuentes observados al este. Pequeños hundimientos ocurrieron frecuentemente a lo largo de la carretera. El substrato parece ser roca muerta a partir de la cual se forma el suelo. La interfaz entre el suelo no consolidado y el substrato firme crea un plano de deslizamiento.
	723.1		Hacia el este se observan rastros de deslizamientos.	Los cortes de talud en la carretera debilitan la estructura geológica y de suelo natural. El plano de deslizamiento es la superficie de contacto entre la cubierta y un material rocoso o de suelo denso consolidado. El agua corre a lo largo del plano de deslizamiento cuando la cubierta se satura o se desprende y forma una abertura haciendo que el agua penetre y luego fluya a lo largo del plano superficial. Una vez que el plano ha sido lubricado por el agua, entra en acción la gravedad y ocurren los hundimientos, generalmente de abajo hacia arriba. Los árboles y el pasto parecen estar intactos sobre un hundimiento porque la acción empieza por debajo, no por encima. Básicamente, el suelo se desliza hacia abajo.
	727.1		Punto débil en carreteras rurales en zonas con una pendiente bastante inclinada.	Una serie de observaciones indicó que con frecuencia existe un punto débil en una carretera donde la curva está sobre alcantarillas de drenaje. También parece haber fallas mayores cuando la parte externa de la curva se encuentra en la entrada o en el extremo aguas arriba del sistema de drenaje. De las observaciones en el campo se presume que antes de la acumulación de sedimento ocurre un empozamiento, por lo que el agua fluye sobre la carretera y empieza a erosionar la superficie de la carretera aguas abajo. También es posible que se produzca una

Fecha	Kilometraje	Lugar	Observación	Causa - Efecto - Conclusión
5 de dic. 1998	727.8		El muro cabecero resistió.	filtración subterránea a lo largo de las cunetas si los muros cabeceros, los zampeados y las juntas de construcción no han sido instalados correctamente, produciéndose además un flujo laminar sobre la carretera, lo que con el tiempo erosiona la superficie de la carretera hasta ocasionar su colapso.
	729.2	Los Cacaos		Un muro cabecero de roca y concreto de 4 m de profundidad por X 40 m de ancho X 60 m de largo, aguas arriba de la carretera, soportó el escurrimiento. La carretera aguas abajo también estaba protegida con un muro cabecero de roca y concreto.
	732.1-732.8		Frecuentes deslizamientos de tierra y hundimientos en estas secciones.	Los hundimientos y deslizamientos de roca ocurren más a menudo en material no consolidado, seriamente intemperizado. En la carretera se encuentran fragmentos de roca. Los deslizamientos de roca parecen comenzar en la cima del talud y terminar en un patrón con forma de abanico, en el fondo del talud. Los pedazos más grandes de roca se observan en el frente del movimiento y los pedazos más finos se encuentran hacia arriba del talud, en la cola del abanico.
5 de dic, 1998	737.3	Los Mineros	Taludes de piedra verticales banqueados para reducir los deslizamientos.	El banqueo o el abalancamiento es costoso pero efectivo.
	738.5		Represas y estructuras de caída.	Las represas y las estructuras de caída se usan con buenos resultados en esta área para controlar los escurrimientos normales.
	739		Una serie de grandes deslizamientos de tierra ocasionó considerables daños a los sistemas de drenaje de las carreteras.	
	740.5		Un buen ejemplo de un sistema de alcantarilla, muro cabecero y drenaje con zampeado bien construido.	
	743		Alcantarilla y zampeado arrasados en la curva de la carretera. La entrada está aguas arriba.	
	746.2		Vista de la presa (Presa Jigüey) en Los Naranjos.	
	747-753		Carretera en malas condiciones y muy sinuosa. Se observó pasto <i>King Grass</i> , <i>Gliricidia</i> y <i>Flemingia</i> a lo largo de la	

Fecha	Kilometraje	Lugar	Observación	Causa – Efecto – Conclusión
5 dic. 1998	755		carretera y cerca de las casas del pueblo. Cambio en la geología.	La geología cambió en esta zona, la tierra era roja y muy resbalosa cuando se mojaba. Las carreteras no estaban pavimentadas y, por estar tan mojadas, eran prácticamente intransitables. Esto obedecía más al diseño y construcción de las carreteras que a las lluvias del huracán. Todas las carreteras requieren de una capa de base y drenaje apropiados. La superficie de rodamiento debe ser sobreelevada en el centro y los escurrimientos deben dirigirse hacia la cuneta. Las cunetas deben dirigirse hacia salidas seguras y las cunetas en pendientes deben tener estructuras de caída instaladas. Los cortes de carretera deben estabilizarse cortando el talud hacia atrás y mediante el uso de controles vegetales. La superficie de rodamiento debe pavimentarse con grava y piedra y compactado con aplanadora.
	760		Reunión con grupo de ONG que realiza un ejercicio de conservación con los agricultores. Reunión con el Padre Luis Quinn y Carlos Bonilla, directivos de ADESJO.	Un grupo de agricultores afiliados a ADESJO (Asociación para el Desarrollo de Ocoa) sembraron macadamia en la parte alta de la montaña. El terreno es bastante montañoso con agricultura en curvas de nivel y abalancamiento. Se ve bien.
	763		Carretera asfaltada.	
	774.2		San José de Ocoa, río Ocoa	Este puente muestra indicios de erosión severa alrededor de los estribos. Los estribos son una zona problemática con los puentes viejos donde los cimientos no son lo suficientemente profundos o están apoyados sobre pilotes. En estos casos, los estribos se falsean y se salen causando que el puente colapse en el punto más cercano al camino.
5 dic. 1998	784-789		Se observaron hundimientos y deslizamientos.	En esta sección de 8 kilómetros se observaron 17 hundimientos o deslizamientos. Según un cálculo conservador, deben retirarse 3 000 yardas cúbicas.
7 dic. 1998	043	Río Bani	La planicie de inundación tiene diques a lo largo del río y se está llenando de basura y desechos del huracán.	La gente vive entre el dique y lo que parece ser una terraza alta, lo que podría estar empeorando la situación. Existen factores sociales y económicos que considerar en esta zona. Esta la probabilidad de que ocurran inundaciones detrás de los diques. Construir diques sin contar con un análisis de inundaciones es peligroso y no se considera una buena práctica de ingeniería.

Fecha	Kilometraje	Lugar	Observación	Causa - Efecto - Conclusión
7 dic. 1998	071.8	Oeste de Galeón	Antes de llegar al río Ocoa se observó a los agricultores recuperando las tierras agrícolas.	La inundación depositó grandes cantidades de sedimento en las tierras agrícolas y en los canales de irrigación abiertos. Los agricultores estaban desbrozando la tierra y limpiando los canales de irrigación. La tierra depositada en los terrenos agrícolas puede requerir de suplementos de materia orgánica para ser productiva.
	076.1		Se observó un cambio en la geología.	
	088	Oeste de Hiatillo	Esta es una zona de agricultura de alta tecnología, incluyendo el uso de riego por goteo.	
	094	Estebanía	Es otra zona de agricultura de alta tecnología con tierras de regadío.	
	107		En esta zona se cayeron 4 puentes.	
	140-145.8	Azúa a Peralta Río Yaque del Sur	Planicies de inundación anchas. Se dañaron las plantaciones de banano y coco. Los canales de irrigación estaban llenos de sedimento. La planicie de inundación tenía desechos y árboles caídos.	Los desechos deben retirarse de la planicie de inundación.
	164	Río Yaque del Sur	El puente soportó la crecida y las grandes cantidades de desechos acumuladas en los estribos y pilares de apoyo.	Los cimientos de los estribos del puente han sido apoyados en estructuras hincadas. Deben retirarse los desechos arrastrados y limpiarse el canal debajo del puente. Las barandillas fueron dañadas y deben repararse. Debe efectuarse un análisis de riesgo de inundaciones en el tramo del río donde existen puentes de importancia estratégica y daños potenciales para la infraestructura urbana y los habitantes a los lados del río.
	166	Tamayo	Esta zona fue cubierta por el agua y por los desechos transportados por la crecida. Se observaron líneas de aguas altas de 1,98 metros en edificios y marcas de nivel del sedimento, de 0,61 metros. Como resultado de la inundación se registraron dos personas muertas. Las estructuras colapsaron por el peso del agua y del sedimento.	El huracán desencadenó este desastre, pero la magnitud de los daños va más allá del huracán. La inundación se extendió a todo lo largo de la costa (Bahía de Neiba) al oeste hasta Batey y al noreste hasta Quita Coraza. Uno de los factores del desastre fueron los escurrimientos y sedimentos provenientes de los tramos superiores de la cuenca colectora. Un estudio de la cuenca fluvial del río Yaque del Sur permitiría encontrar una solución definitiva a este problema. Una situación apremiante es retirar los desechos de los canales fluviales de manera que en la temporada de lluvias las crecidas rodeen Tamayo. Esto debe efectuarse con urgencia. Deben retirarse los desechos y sedimentos ya que pueden crear una amenaza a la salud y requerir el

Fecha	Kilometraje	Lugar	Observación	Causa – Efecto - Conclusión
7 dic. 1998	182	Jaquimeyes	Planicie de inundación y paso a nivel del río Yaque del Sur. El paso a nivel fue arrasado y los canales de irrigación sufrieron leves daños.	<p>control de vectores. La calidad del aire también es un problema ya que la materia orgánica y mineral transportada por el aire y proveniente del sedimento dejado por la inundación, disminuye la calidad del aire en el pueblo.</p> <p>Esto presenta una oportunidad para que pueblos como Tamayo se asocien con grupos aguas arriba para desarrollar un proceso de conservación, dirigido por los habitantes locales, que pueda aminorar los daños ocasionados por la inundación mediante esfuerzos solidarios.</p> <p>Se observó que varios pasos a nivel fueron arrasados debido a su diseño y a la instalación inadecuada de tragantes. Los daños indicaron que el agua se desvió alrededor de los pasos a nivel causando que cedieran en sus extremos. Deben revisarse las normas y especificaciones vigentes y desarrollarse nuevas para el diseño e instalación de tragantes en las zonas rurales. Una vez más, los puntos débiles fueron los estribos. En lo posible, los pasos a nivel deben instalarse en partes elevadas, de manera que las crecidas pasen sobre ellos en lugar de bordearlos. Es muy importante usar tragantes de cajón e instalar los cimientos de los estribos con la gradiente apropiada. Debe instalarse un dissipador de energía en el extremo de salida de los tragantes.</p>
	183	Pueblo (Mayagual)	La construcción de la carretera creó una presa detrás de la cual subió el agua de la crecida. Las casas estaban en la planicie de inundación detrás de la carretera, por lo tanto, el agua las inundó.	<p>En este lugar existe un problema socioeconómico y otro relacionado con los recursos naturales. Los sedimentos dejados por las aguas en retroceso elevaron el nivel del suelo entre 0,60 y 1,22 metros. Esto significa que ahora las casas están por debajo del nivel del suelo. Ya existía un problema de drenaje de la tierra debido a la falta de salidas. La zona estará sujeta a represamiento durante las lluvias normales y a inundaciones si la carretera continúa actuando como una presa. Se puede aliviar la presión en las partes bajas a lo largo de la carretera. Un estudio de avenidas de diseño y un análisis de riesgos puede encontrar soluciones eficaces.</p>
8 dic. 1998	NR	San Juan	Reunión con el Dr. Cesar V. Paniagua y Leonel Duarte, directivos del Programa de Desarrollo Agrícola en San Juan de la Manguana (PRODAS)	<p>La cuenca colectora de San Juan es un tributario principal del río Yaque del Sur. En la parte sur de la cuenca se practica la agricultura tradicional, en el sudeste y centro de la cuenca se observa la agricultura de regadío; la parte central también se conoce por la</p>

Fecha	Kilometraje	Lugar	Observación	Causa - Efecto - Conclusión
	301.3	San Juan	<p>La comunidad sufrió daños considerables y pérdidas de vida y materiales por causa de la inundación. Todo un poblado aguas arriba del puente principal fue destruido. Pareciera que el poblado fue construido en una planicie de inundación. Los daños a la propiedad fueron severos y las casas no son habitables. No se disponía de agua ni de sistemas sanitarios. El agua subió por encima de los 2,44 metros. El nivel de desechos orgánicos arrastrados y alojados contra los edificios fue mucho mayor que en otros lugares.</p>	<p>práctica de agricultura intensiva. En la parte noroccidental de la cuenca se encuentra una presa hidroeléctrica. La cuenca está forestada en su mayor parte. La sección noreste está ocupada por bosques nacionales. En la cuenca se están instalando estaciones telemétricas y su construcción será a prueba de huracanes.</p> <p>Algunos factores que influyeron en este desastre son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de precipitación y escurrimientos subsecuentes</li> <li>• El puente aguas abajo se inundó por el volumen de agua y la cantidad y el tamaño del material arrastrado contra él</li> <li>• Por ello, el puente actuó como presa reteniendo el agua</li> <li>• La carretera principal de acceso al puente, en el lado occidental del río estaba elevada, aumentando por ello la zona de retención de la crecida</li> <li>• El poblado aguas abajo y la parte inferior de la carretera sufrieron daños mínimos</li> <li>• Las personas en el poblado aguas arriba no estaban preparadas y algunas se quedaron para proteger sus propiedades</li> <li>• El poblado se construyó en una planicie de inundación y la invasión de la avenida} empezó hace más de 20 años</li> <li>• El nivel de las aguas subió rápidamente y hubo pánico cuando las personas creyeron que se había abierto una brecha en la presa aguas arriba.</li> </ul> <p>Como respuesta a la inundación, el Ministerio de Obras Públicas de San Juan está estudiando la posibilidad de converger dos carreteras principales en un puente de seis carriles. De esta forma habría dos rutas de entrada y salida de San Juan, ya que en la actualidad sólo existe una.</p>
8 dic. 1998				<p>Mientras los materiales arrastrados permanezcan alojados contra el puente y sigan esparcidos en la planicie de inundación, existirá una situación de urgencia. Los materiales acumulados deben retirarse hasta al menos la elevación del banco. Los desechos deben retirarse de la planicie de inundación.</p> <p>San Juan presenta otra oportunidad para que las comunidades en el tramo inferior de la cuenca colectora se asocien con otras</p>

Fecha	Kilometraje	Lugar	Observación	Causa – Efecto - Conclusión
				comunidades, organismos y grupos en la cuenca con el fin de planificar de forma eficiente y eficaz los medios para reducir los daños causados por la inundación.
				Los estudios de la cuenca fluvial y el análisis de inundaciones deben formar parte de la evaluación gubernamental sobre cómo reducir los daños de inundaciones. Por ejemplo, se puede calcular y establecer las elevaciones de las crecidas para ciertas frecuencias de tormentas, lo cual sería un primer paso importante para ayudar a las comunidades a planificar para inundaciones futuras.
8 dic. 1998	NR	Juan de Herrera	Aquí existen tierras de pastoreo y se siembran cultivos como hortalizas y arroz. Se emplea la irrigación y la pluviosidad es de 600-800 mm/año.	
	NR	Guazumal	Un estribo del puente fue socavado y desplazado, lo que causó que la estructura del puente se cayera. Se permite un tránsito limitado de vehículos pero se duda de que sea seguro permitirlo. Se ha hecho un desvío aguas abajo del puente en un arroyo angosto.	El estribo y la estructura del puente deben cambiarse.
	NR		Se hizo un cruce temporal usando sacos de cemento y piedra debajo del puente dañado.	Se debe quitar el puente dañado. Este tipo de estructura temporal se recomienda precisamente sólo como medida temporal.
	NR	Hato Nuevo	Las casas del pueblo tienen jardines muy bien cuidados.	
	327	Sabaneta-Presa Sabaneta	Observaciones hechas en la base de la presa. Se está dando mantenimiento a la presa y se construyeron muros de retención aguas abajo para evitar la erosión. Según el personal que opera la presa, durante el huracán no se abrieron las compuertas de desfogue.	El sedimento y los desechos ya fueron retirados de la parte inferior de la presa.
			El vertedor de demasías principal recibe su nombre, Morning Glory, por su diseño y su entrada acanalada. Según el personal de la	No había parrillas coladeras visibles en esta estructura. Quizás el diseño y el tamaño de la entrada acanalada del vertedero de demasías principal no requiere de parrillas coladeras. Estas parrillas hubieran

Fecha	Kilometraje	Lugar	Observación	Causa - Efecto - Conclusión
			<p>presa, este vertedor funcionó correctamente durante la tormenta y no se obstruyó con los desechos ya que el personal logró retirar los desechos durante la mayor parte de la tormenta.</p>	<p>evitado el ingreso de desechos flotantes en el vertedero. <i>Este diseño debe revisarse para determinar si se necesitan parrillas coladeras.</i></p>
			<p>El vertedero de emergencia sufrió daños en el extremo de salida debido al alto flujo. El canal localizado inmediatamente debajo del vertedero de emergencia sufrió una erosión severa y tiene una grieta profunda y ancha cerca del borde de la carretera debajo del vertedero. La carretera servía como un tipo de distribuidor de niveles para permitir el flujo laminar. Esta parte de la estructura se vio amenazada por el huracán. La erosión del canal del vertedero de emergencia era casi total en el extremo de salida donde se unía con el río. Al extremo de salida del vertedero se formó una grieta entre la tierra y la formación de roca.</p>	<p>Se hicieron varias observaciones del vertedero de emergencia. Primero, el daño inmediatamente debajo del vertedero era extenso y digno de preocupación. <i>Si la geología del vertedero no es adecuada para soportar el flujo en caso de emergencia, la salida del vertedero debe reforzarse o relocarse.</i></p> <p>La carretera que está paralela al vertedero de demasías se usó o actuó como distribuidora de niveles para crear un flujo laminar en una extensión amplia. Sin embargo, el banco aguas abajo de la carretera se erosionó probablemente debido a la condición hidráulica causada por el gran volumen del flujo. Es probable que el zameado colocado contra el banco fuera arrancado hidráulicamente cuando el agua fluyó sobre la carretera. <i>Aunque todavía no hay evidencias concluyentes de por qué fallaron los tragantes, se recomienda que los ingenieros evalúen la posibilidad de entubar el material orgánico a lo largo de las juntas para evitar este tipo de situaciones. Por ejemplo, las juntas de construcción retrasan y evitan los daños a los tragantes. La compactación alrededor de los tragantes parecía buena pero debe inspeccionarse durante su construcción. Los sellos de neopreno entre los tragantes deben ser de alta calidad y también deben inspeccionarse.</i></p>
8 dic. 1998			<p>Observación del vertedero de emergencia y la inundación en San Juan.</p>	<p>La presa se terminó en 1979, el mismo año en que el huracán David azotó República Dominicana. La presa fue inaugurada en 1980. Se indicó que el vertedero de emergencia operó por primera vez durante el huracán Georges y no funcionó durante el huracán David. Según el personal local, cuando se presentó el huracán David, el embalse detrás de la presa no estaba lleno y los escurrimientos del huracán elevaron el nivel del embalse tan sólo hasta la altura del vertedero principal.</p> <p>Por lo tanto, las personas que vivían en la parte inferior de la presa</p>

Fecha	Kilometraje	Lugar	Observación	Causa – Efecto - Conclusión
8 dic. 1998	400	Yayas de Viajama	Dos puentes quedaron enterrados bajo el sedimento. Existe una planicie de inundación ancha y se ha creado una serie de canales nuevos. Se está construyendo un canal de irrigación.	nunca vieron flujos mayores a los permitidos a través del vertedero principal, el Morning Glory. Durante el huracán Georges, las personas que vivían en la parte inferior de la presa, en San Juan, observaron un rápido aumento en el nivel del agua. Esto se atribuye a varios factores, sin embargo, el flujo del vertedero principal, junto con el del vertedero de emergencia, bastaban para enviar un volumen de agua corriente abajo no visto desde 1979. Además, la invasión de tierras en la planicie de inundación, que tuvo lugar entre 1979 y 1998, pudo haber sido un factor. El uso de fotografías aéreas puede determinar si la invasión de tierras fue un factor.  <i>Sin importar la causa, los sistemas de alerta en caso de inundación fueron inadecuados y ocasionaron la pérdida de vidas y propiedades. Se recomienda efectuar un Análisis de Apertura de Brechas y un Estudio de Planicies de Inundación con el fin de determinar las elevaciones de las crecidas y desarrollar planes de evacuación en caso de inundación.</i>
	411			Los sistemas automatizados de alerta en caso de inundación son relativamente económicos de instalar pero requieren de personal, mantenimiento y cooperación de todas las comunidades con el sistema.
	413	Amiama Gómez	Uno de los estribos del puente está dañado. Se está protegiendo el área mediante la instalación de gaviones.	
	418	Las Guanábanas	Grandes acumulaciones de sedimento y puentes dañados. <b>Fin de las observaciones registradas en el campo</b>	







