PROYECTO CEPAL/PNUMA
ESTILOS DE DESARROLLO Y MEDIO
AMBIENTE EN AMERICA LATINA

Seminario Regional

Santiago de Chile, 19 al 23 de noviembre de 1979

E/CEPAL/PROY.2/R.30
Octubre de 1979

GENERACION DE EMPLEO Y LA CONSERVACION DE LOS RECURSOS NATURALES. UN PROGRAMA PARA EL SALVADOR

Este estudio ha sido preparado por los Sres. Lowell Jarvis y Emilio Klein, Consultor y Experto, respectivamente, del Programa Regional del Empleo para América Latina y el Caribe (PREALC), como un aporte al Seminario Regional sobre Estilos de Desarrollo y Medio Ambiente en América Latina del Proyecto CEPAL/PNUMA. Las opiniones expresadas en este estudio son de la exclusiva responsabilidad de sus autores.

79-9-2312

INDICE

/Introducción

Introducción 1/

Tal vez la característica más relevante de El Salvador sea la presión que ejerce la población sobre los recursos naturales. En 1971 la población total del país era de 3 549 000 personas y la tasa anual de crecimiento era de 3.5, una de las más altas de América Latina. Las estimaciones que se realizan proyectando las tendencias actuales, sugieren que en el año 2000 el país tendrá entre ocho y 9 000 000 de personas.2/ La densidad demográfica en 1971 era de 170 habitantes por km2 y en 1990 esa densidad será casi el doble. Esta presión demográfica creará serios problemas de abastecimiento de ciertos recursos básicos, tales como agua, tierra, bosques, etc.

En relación al sector agrícola, se puede señalar que con la población actual del país la disponibilidad de tierra agrícola (de labranza y de cultivos es de 0.19 há por habitante; en otros términos, cada hectárea debe alimentar a 5.2 personas. Aun reconvirtiendo todas las tierras de pastoreo para uso agrícola se podría elevar la relación actual a sólo 0.37; sin embargo, un proceso de tal naturaleza no podría completarse sino en un plazo similar a aquel en que la población se duplicará, por lo que en términos reales la disponibilidad de tierra agrícola por habitante no aumentaría.

En este contexto, la conservación de los recursos naturales adquiere una relevancia fundamental para el desarrollo del país. Este trabajo tiene como propósito exponer una síntesis de un proyecto de conservación de suelos en el sector agrícola en el marco de un programa de generación de empleo estacional, tomando como base las características de la estructura agraria, el uso de la tierra y el nivel y condiciones del empleo agropecuario. Se trata por lo tanto de un proyecto de generación de empleo estacional de corto plazo, en el que se ha diseñado como instrumento un programa de conservación

---

1/ Este artículo se basa en una sección del estudio realizado por el PREALC para el Gobierno de El Salvador "El Salvador: programas de generación de empleo en el corto plazo". El estudio original de los costos y beneficios de las obras de conservación fue realizado por Lovell Jarvis Los autores agradecen las sugerencias de Nicolo Gligo, Robert Moffet, Osvaldo Sunkel y Steve Wiggins. También al Ministerio de Planificación, al Servicio de Ordenación de Ciencias Hidrográficas y Conservacion de Suelos, y al British Overseas Development Agency por su colaboración al estudio. Los autores son responsables de cualquier error que contengan estas páginas.

2/ Estimaciones del CELADE, Boletín Demográfico, 7 (13), enero 1974 y de CONAPLAN, Política integral de población, San Salvador, CONAPLAN, 1974, anexos.

/de suelos

de suelos. Se analiza el impacto que el programa de conservación de suelos propuesto tiene sobre la producción, los ingresos y el empleo así como también sobre la generación de la energía eléctrica. Este proyecto fue presentado al Gobierno de El Salvador en respuesta a una solicitud de asistencia técnica al PREALC del Ministerio de Planificación y Coordinación del Desarrollo Económico y Social.

/A. LA

A. LA ESTRUCTURA AGRARIA Y LAS FORMAS DE TENENCIA

El Salvador es el país centroamericano cuyo coeficiente de concentración (Gini) de la tierra es el más alto: 0.55.3/ El cuadro 1 indica que el 49% de las explotaciones controlan sólo el 4% de la superficie agrícola en el país, mientras que se estima que las grandes propiedades que son muy pocas (1 000 en total) abarcan una tercera parte de toda la tierra. Entre 1961 y 1971 las explotaciones menores de 1 hectárea aumentaron en 40 mil unidades, sugiriendo ello que hay una gran proliferación de la pequeña explotación.

Las pequeñas propiedades se ubican generalmente en sectores agrícolas marginales desde el punto de vista de la calidad de los suelos, como es común en todos los países de la región. Generalmente están en las laderas de los cerros o en tierras no aptas para cultivos, a lo que se agrega que un porcentaje significativo de las pequeñas explotaciones se hallan en condiciones de tenencia precaria, principalmente bajo la forma de arriendo (cuadro 2). Este tipo de tenencia ha sido tradicionalmente común en el país, pero, a pesar de que se ha tratado de reglamentar su manera de operar, la característica más importante que sigue subsistiendo es la inseguridad de los contratos, los que deben ser renovados año a año. Esta inseguridad ha llevado a considerar que aun en el caso en que los pequeños propietarios contasen con los recursos como para realizar inversiones en su explotación, ello se vería obstaculizado porque normalmente su rentabilidad se da en el mediano y largo plazo. La forma de tenencia se transforma así en uno de los factores explicativos de la resistencia al cambio, en particular de la adopción de nuevas tecnologías cuyo resultado no se produzca durante el ciclo anual de cultivos.

1. Uso de la tierra

La mayor parte de la superficie en las explotaciones pequeñas está bajo tierras de labranza y cultivos, aspecto que contrasta con el hecho de que en las grandes explotaciones la mayor parte de la tierra está con pastos, bosques y otros (cuadro 3).

3/ SIECA, El desarrollo integrado de Centroamérica en la presente década, tomo 5, Desarrollo Agrícola, Buenos Aires, INTAL, 1973, p. 82.

/Cuadro 1

Cuadro 1

EL SALVADOR: ESTIMACION DE LA DISTRIBUCION DE LA TIERRA AGRICOLA: 1971

Tamano en hectáreas	Número de explotaciones		Superficie en hectáreas	
	Miles	%	Miles	%
Menos de 1	132	49	10	4
Entre 1 y 9.9	118	44	324	21
Entre 10 y 199.9	19	7	649	41
200 y más	1	0	538	34
Total	270	100	1 581	100

Fuente: PREALC; Situación y perspectivas del empleo en El Salvador, Santiago, PREALC, 1978, vol. II, cuadro 9, a base del Censo Agropecuario, 1971.

Cuadro 2

EL SALVADOR: SUPERFICIE DE LA TIERRA SEGUN TENENCIA Y TAMAÑO DE LA EXPLOTACION, 1971

(En por ciento)

Tamaño de las explotaciones (hectáreas)	Total	Forma de tenencia			
		Propiedad	Arrendamiento	Propiedad y arrendamiento	Otras
Menos de 1	100	24	42	11	23
1 - 9.9	100	55	15	21	9
10 - 49.9	100	88	2	8	2
50 y más	100	86	3	5	6

Fuente: Comisión Nacional de Desarrollo Comunal, La transformación del campo y la situación económica y social de las familias rurales en El Salvador, San Salvador, 1976.

/Cuadro 3

Cuadro 3

EL SALVADOR: ESTIMACION SOBRE EL USO DE LA TIERRA TOTAL SEGUN TAMAÑO DE LAS EXPLOTACIONES 1971

(En por ciento)

Tamaño (en hectáreas)	Labranza y cultivos	Pastos, bosques montes y otros	Total
Menos de 1	86	14	100
1 - 9.9	69	31	100
10 - 199.9	36	64	100
200 y más	30	70	100
Total	43	57	100

Fuente: Elaboración del PREALC a partir del III Censo Nacional Agropecuario, 1971.

Los cultivos esenciales del país son los granos básicos y los cultivos de exportación (cuadro 4), produciéndose una división de la producción según tamaño de las explotaciones. El cuadro 5, que está planteado en términos del empleo que genera cada grupo de productos según el tamaño del predio, indica que en el estrato más pequeño prácticamente toda la mano de obra ocupada se dedica al cultivo de los granos básicos, mostrando a la vez la relación inversa en la gran propiedad, pues ésta se dedica a los cultivos de exportación.

2. Empleo y estacionalidad

En 1971, alrededor de 650 mil personas trabajaban en el sector rural, lo que corresponde al 57% de la población económicamente activa total del país. En la década anterior a la fecha indicada, la tasa de crecimiento de la PEA rural fue de 3% anual y el empleo agrícola creció al 2.6% al año.4/

4/ PREALC, Situación y perspectivas del empleo en El Salvador, Santiago, PREALC, 1978, Vol. I, p. 325.

/Cuadro 4

Cuadro 4

EL SALVADOR: USO DE LA TIERRA EN LA SUPERFICIE CULTIVADA a/ 1971

	Miles de hectáreas	%
Granos básicos	434.5	63
Maíz	252.4	
Maicillo	123.0	
Frijol	45.4	
Arroz	13.7	
Cultivos de exportación	258.9	37
Café	159.0	
Algodón	72.3	
Caña	27.6	
Total	643.4	100

Fuente: PREALC a base de datos censales.

a/ Incluye sólo granos básicos, café, caña y algodón.

Cuadro 5

EL SALVADOR: GENERACION DE EMPLEO AGRICOLA SEGUN TAMAÑO DE LA EXPLOTACION Y TIPO DE PRODUCTO 1971

(En por ciento)

Producto	Tamaño de la explotación en hectáreas			
	Menos de 1	1 - 9.9	10 - 199.9	200 y más
Granos básicos a/	91	71	13	4
Exportación b/	9	29	87	96

Fuente: Elaboración del PREALC.

a/ Incluye maíz, frijol y maicillo.

b/ Incluye café, caña y algodón.

/La tasa

La tasa de subutilización global en el sector agrícola prácticamente se mantuvo en la década en referencia, y sigue siendo alta: en promedio las personas que trabajan en la agricultura lo hacen sólo 143 días al año sobre un total de 260.5/

La cifra de subutilización, sin embargo, debe analizarse con cautela pues esconde importantes disparidades en los requerimientos de mano de obra en los distintos meses del año. Los meses de más baja actividad son los de febrero-marzo (espera de las primeras lluvias antes de la siembra de granos básicos) y septiembre-octubre (período anterior a la cosecha de productos de exportación). Los meses de mayor demanda son noviembre y diciembre, durante los cuales la demanda de empleo es superior a la oferta de mano de obra agrícola por lo que se debe importar mano de obra desde las ciudades. El cuadro 6 muestra las grandes variaciones en la demanda, considerando los meses de mayo (período normal) y diciembre (período de alta). Por lo tanto, el problema de la subutilización de la mano de obra en el sector agrícola es causado en gran parte por la estacionalidad en la demanda del empleo.

Con este diagnóstico sobre la estructura agraria y la situación ocupacional y teniendo como propósito generar empleo estacional en el corto plazo se elaboró un proyecto de conservación de suelos.

5/ La cifra de subutilización global es una ficción estadística que considera todas las formas de subutilización de la mano de obra, incluye por lo tanto desempleo abierto y subempleo. Considera como día de trabajo una jornada completa con productividad normal designada a partir de los estudios de coeficientes de uso de mano de obra por cultivo según nivel tecnológico.

/Cuadro 6

Cuadro 6

EL SALVADOR: VARIACIONES EN LA DEMANDA DE MANO DE OBRA AGRICOLA

Tamaño en hectáreas	Requerimientos de mano de obra (Hombres)	
	Mayo	Diciembre
Menos de 1	37 813	32 534
Entre 1 y 9.9	119 765	130 952
Entre 10 y 199.9	95 496	248 615
200 y más	62 923	209 499
Totales	315 997	621 600
% de subutilización global a/	47.7	-

Fuente: Elaboración PREALC.

a/ PEA: 605 000.

/B. EL

B. EL DETERIORO DE LOS RECURSOS NATURALES

1. La erosión y su impacto sobre la producción agrícola y el empleo

La mayor parte de las 130 000 explotaciones de menos de una hectárea de superficie de tierra agrícola están ubicadas en terrenos de gran pendiente y se dedican al cultivo de maíz, porotos, sorgo y arroz. El cultivo del maíz, el más importante de los cultivos, bajo tales condiciones, conduce en forma ineludible a una aguda erosión. La técnica típica de manejo consiste en despejar el terreno y quemar los residuos justo antes del inicio de la estación de lluvias. El agua procedente de las torrenciales precipitaciones, por una parte, y el hecho de que las siembras se hagan en fila a lo largo de la pendiente y no por el contorno, provocan la erosión de los terrenos.

La erosión del suelo, que produce una reducción o eliminación de la capa vegetal, genera una baja significativa en los rendimientos. En las tierras bajo arriendo se alternan años de cultivo con períodos de descanso para así permitir una recuperación parcial del suelo. Sin embargo, cada ciclo de cultivos produce un progresivo deterioro de los suelos. En las pequeñas explotaciones trabajadas directamente por sus dueños, las presiones económicas imponen el cultivo contínuo con lo cual el suelo se agota con mayor rapidez. En algunas áreas la capa vegetal ya se ha perdido completamente por lo que los cultivos se hacen en lo que antes era el subsuelo, con la consiguiente baja en los rendimientos. En la medida en que la erosión continúa, el subsuelo también se pierde dejando sólo las rocas.6/

Hay indicios de que este fenómeno ya está provocando un efecto perceptible sobre la producción. Si bien los rendimientos totales y los del maíz acusaron mejoras durante el decenio del sesenta, ellos han permanecido

---

6/ La fertilidad del suelo, medida en el porcentaje de pérdida de rendimientos por centímetro de capa vegetal erosionada, se comporta aparentemente en forma lineal. Aunque no hay evidencia directa para El Salvador, la relación se ha establecido en países desarrollados. Véase Swanson y Harschberger, "An Economic Appraisal of Soil Loss" Journal of Soil and Water Conservation, 1964. Estos autores desarrollaron un análisis similar al usado en este trabajo. Conocimos su investigación una vez terminado el presente estudio.

/estancados en

estancados en el transcurso de toda la actual década.7/ La incorporación de nuevas tierras, progresivamente menos apropiadas para el cultivo del maíz, más la sistemática difusión de las semillas mejoradas, fertilizantes y pesticidas, se ha visto anulada en lo fundamental - es lo que nosotros tememos - por el deterioro de los suelos. En todo caso, si no se adoptan medidas para detener la erosión en las tierras dedicadas al maíz, se tornará aún más difícil alcanzar en el futuro aumentos de producción.

En la peor área de El Salvador, la de la cuenca de Las Palmas, la erosión que afecta a las tierras cultivables asciende en promedio a unas 300 toneladas por hectárea al año. Suponiendo una densidad específica de 1.3 para este tipo de suelo; la pérdida asciende a unos 230 m3 por hectárea al año. En Metapán, otra región más extensa, el fenómeno degradatorio alcanza a unas 127 toneladas por hectárea al año, lo que equivale a un centímetro de capa vegetal, cifra esta última probablemente representativa de lo que sucede en suelos en pendiente dedicados al cultivo de cereales básicos. Aunque no hay datos precisos se estima que más de 300 mil hectáreas cultivadas con granos básicos están expuestas a una erosión grave.

La pérdida de suelo producida por la erosión es muy dependiente del cultivo que se produce y de la técnica utilizada. Parece improbable que alguna de ambas pueda ser cambiada a menos que se realicen importantes inversiones en conservación en aquellas tierras donde la erosión es más grave. Estas inversiones pueden tener un impacto significativo. En un proyecto piloto en Metapán, la conversión de tierras de ladera en terrazas de banco (explicadas más adelante) redujo la erosión desde 135 a 53 m3/há/año en el cultivo del maíz. Sin embargo los resultados no se logran automáticamente sino que se requieren avances técnicos y un cuidadoso mantenimiento de las inversiones. Experimentos llevados a cabo con prácticas mejoradas de cultivo en arroz, frejoles y hortalizas en terrazas de banco en El Salvador, sugieren que la erosión se puede reducir a alrededor de 10 m3/há/año en tierras que en la actualidad tienen una alta erosión.

7/ Las estadísticas oficiales indican que el área cultivada con maíz se expandió en 14% entre 1970 y 1977, pero no muestra ningún progreso significativo en rendimientos ni producto. De hecho, el (reducido) coeficiente estimado para el incremento potencial de los rendimientos durante este período, acusa signo negativo.

/Las inversiones

Las inversiones en conservación de suelos generan una considerable demanda de mano de obra, tanto por permitir el aumento de la productividad de la tierra como por detener la erosión, la cual de otra manera conduciría a un gradual descenso del producto agrícola. La situación es representada en el gráfico 1.

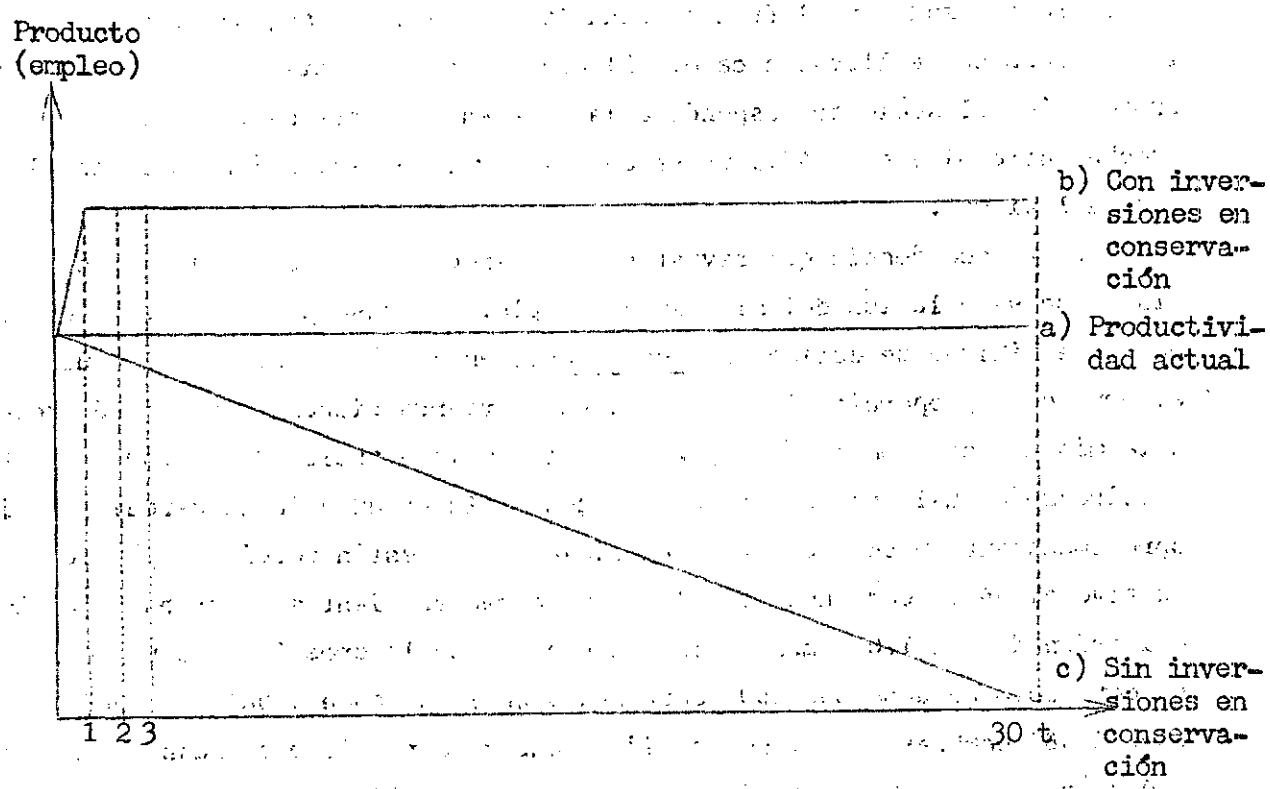
El gráfico muestra: a) el nivel actual de producción; b) aquél que podría alcanzarse si se efectuasen las inversiones requeridas, y c) el que se irá registrando en el futuro gradualmente en descenso, si es que tales inversiones no se llevan a cabo. El alza en el rendimiento atribuible a la protección del suelo corresponde a la diferencia entre b) y c), y no a la brecha entre b) y a). Adviértase que el nivel de beneficios sube con el paso del tiempo.

La trascendencia que revisten estos efectos para el empleo puede visualizarse a la luz del siguiente ejemplo. La tasa promedio de deterioro de la fertilidad se estima, a grosso modo, en 3.33% al año. Si se supone que el empleo es proporcional a la cantidad de tierra disponible, este decrecerá a la misma tasa. De manera, pues, que si en la actualidad son 200 000 las hectáreas de suelo de este tipo dedicadas a la producción de cereales básicos, aproximadamente 6 666 hectáreas equivalentes se están perdiendo para el cultivo al año. Cada una de ellas genera requerimientos de trabajo anuales del orden de los 120 hombres-día, de manera que la erosión está provocando un deterioro de unos 800 000 hombres-día en la demanda anual, es decir, unos 3 080 hombres-año si se considera que un agricultor trabaja en promedio 260 días al año. Se trata de un impacto acumulativo en el transcurso del tiempo. Presumiendo, por otra parte, que el efecto es lineal, al cabo de 10 años la erosión habrá reducido en 30 800 hombres-año la demanda de mano de obra existente en el medio rural. Como la mayoría de los pequeños agricultores complementan los ingresos que obtienen de la explotación de sus predios con la realización de trabajos fuera de sus propiedades, trabajando en sus explotaciones sólo parte del tiempo de que disponen, el deterioro del ingreso afectaría en términos apreciables a por lo menos el doble de la cifra señalada, es decir, a casi 62 000 familias. Ello equivale a un 30% del total de hogares que viven de la agricultura.

/Gráfico 1

Gráfico 1

RELACION ENTRE PRODUCCION AGRICOLA Y CONSERVACION DE SUELOS



/Cabe reconocer

Cabe reconocer que en el corto plazo un programa de protección de los suelos puede abarcar sólo una pequeña parte de la superficie afectada por la degradación, por lo que no logrará impedir la pérdida de todas las oportunidades ocupacionales en que se está incurriendo. Sin embargo, someter a tratamiento una moderada cantidad de hectáreas provoca un efecto apreciable, sobre todo cuando se considera en debida forma el impacto sobre la ocupación permanente. De acuerdo al gráfico 1, si se efectúan inversiones de protección de 1 000 hectáreas de tierras degradadas y el número de hombres-día ocupados por hectárea aumenta así de 120 a 155 al año (a) se transforma en b)), el incremento global del empleo es entonces de 35 000 hombres-día o 135 hombres-año. El hecho de detener la erosión generaría un ahorro adicional (c) pasa a ser a)) equivalente en el primer año a 4 000 hombres-día (0.0333 x 120 x 1 000) o 15 hombres-año. En el segundo año, el empleo ahorrado ascendería a 30 hombres-año, y en el décimo a 154. Así, el hecho de reducir la erosión provoca, en el transcurso de una década, un efecto sobre el empleo que excede el impacto original conseguido vía un incremento de la producción.

2. Pérdidas no-agrícolas asociadas a la erosión del suelo

Además de la reducción en la producción agrícola, la erosión del suelo está produciendo la sedimentación de las represas hidroeléctricas, aumentando los daños que son producto de las inundaciones y disminuyendo el caudal de aguas en muchos esteros y pozos. Estos costos también son importantes aun cuando no afectan directamente a los agricultores cuya tierra se está erosionando. En la sección siguiente se realiza un esfuerzo por cuantificar los costos asociados a la sedimentación de las represas.

3. La sedimentación de las represas que generan energía eléctrica

En la actualidad, El Salvador genera un porcentaje considerable de su energía eléctrica usando las dos instalaciones hidroeléctricas que utilizan el caudal del Río Lempa: 5 de noviembre y Cerrón Grande. Para satisfacer la creciente demanda por este insumo, se programa en el futuro próximo construir nuevas represas. Es que la disponibilidad de energía eléctrica barata constituye uno de los factores que El Salvador espera usar para promover una mayor industrialización.

/La erosión

La erosión originada en las áreas en declive, particularmente de aquéllas en las que se cultivan cereales básicos, es la causante de la fuerte sedimentación que se observa en el Río Lempa. La represa 5 de noviembre, construida hace 20 años, está ya copada en un 50% de su capacidad. En cuanto a Cerrón Grande, terminada en 1977, se pensaba que iba a tener una vida útil superior a un siglo, pero la erosión está provocando en su lecho una sedimentación mucho más alta que la prevista, por eso ahora se cree que la estimación original se reducirá en el hecho a la mitad. Las demás represas cuya construcción se tiene planeada iniciar en el futuro próximo, sufrirán también los efectos de la sedimentación, a menos que el fenómeno sea drásticamente reducido mediante proyectos de conservación de suelos.

La información con que se cuenta para realizar el análisis no es en absoluto exacta y por lo tanto, los cálculos que se realizan posteriormente deben ser analizados con cautela. No se trata de allegar antecedentes demasiado rigurosos. Lo que se pretende es esclarecer el tipo de problemas que se plantean y su incidencia económica potencial, e identificar los parámetros más importantes de los que depende aquel impacto. Mejorando la calidad de los datos y la metodología podrían efectuarse estudios adicionales orientados a verificar la hipótesis básica. Se limitará el análisis a la instalación de Cerrón Grande, utilizando en todo momento cifras que parecen conservadoras.

La cuenca de Cerrón Grande abarca unas 900 000 hectáreas. Cuando se hizo la evaluación del proyecto, se estimó que la sedimentación de toda esta superficie ascendería a unos 7 millones de metros cúbicos al año, lo que implicaba un promedio inferior a ocho metros cúbicos por hectárea.8/ Sheng ha señalado que dicha tasa es muy baja, inferior incluso al promedio estimado para la tierra en los Estados Unidos (aproximadamente 10 m3 por hectárea al año), donde los declives son mucho más suaves, las precipitaciones menos intensivas y el uso de la tierra más adecuado.9/ Como se mencionó recién, la erosión típica en las laderas de Metapán es de unos 100 m3 por hectárea

8/ Harza Engineering Company, Proyecto Cerrón Grande, San Salvador, 1972.
9/ T.C. Sheng, Soil Conservation: El Salvador, FAO, 1977, pp. 77-78.

/al año

al año, llegando a 230 en Las Palmas, donde la tasa de erosión de algunos suelos ascendería a 540 m3 por hectárea al año.

Sheng calcula que la tasa promedio de erosión en la cuenca de Cerrón Grande es de unos 16 m3 por hectárea al año, estimación que nos sirve a nosotros de punto de partida. La superficie de tierra cultivada en las laderas asciende, también según el autor citado, a unas 100 000 hectáreas. Suponemos que la tasa de erosión de 30 000 de éstas es del orden los 100 m3 por hectárea al año, pero que llega a apenas 50 en la superficie restante. La erosión en el resto de la cuenca se aproximaría en promedio a unos 11 m3 por hectárea al año, todavía por encima de la estimada para Estados Unidos en conjunto.

C. PROGRAMA DE CONSERVACION DE SUELOS AGRICOLAS

1. Descripción operativa y características tecnológicas

El proyecto consiste en la construcción de terrazas de banco y acequias de laderas en las zonas de mayor pendiente que están en la actualidad bajo cultivos, principalmente de granos básicos. Se propone realizarlo mediante el uso intensivo de mano de obra en la época de baja demanda de empleo que corresponde al período 15 de febrero a 15 de marzo.

El proyecto tendrá los siguientes efectos:

a) Generará un volumen importante durante la etapa de construcción del proyecto, aumentando los ingresos de los trabajadores agrícolas pobres.

b) Aumentará la producción agrícola y el empleo en la medida en que incorpore más y mejor tierra arable, proveyendo las bases para la producción agrícola permanente y moderna. Estas inversiones ayudan a conservar la humedad de los suelos tratados y facilitan la irrigación en pendientes en las cuales en la actualidad ello es imposible. La calidad de los suelos puede ser mejorada a lo largo del tiempo con cultivos adecuados, en vez de degradar su calidad como ocurre en la actualidad. Las tierras así tratadas aumentan la productividad de los granos básicos, frutas, verduras, pastos mejorados y productos forestales.

c) Reduce los riesgos de inundaciones en tierras bajas e incrementa la disponibilidad de agua a lo largo del año en pequeños esteros y ríos en las áreas rurales, donde actualmente el agua es escasa incluso para el consumo humano durante los meses secos.

d) Ahorrará energía eléctrica por medio de la reducción de flujos de sedimentos, que en la actualidad está poniendo en peligro el funcionamiento técnico de los complejos hidroeléctricos en el río Lempa. A través de la conservación de suelos se puede evitar una parte importante de estos efectos. Si en la actualidad la erosión es de 100 m3 por hectárea en la cuenca de Cerrón Grande, el ahorro de reducirla a 20 m3 por hectárea, lo que es

/perfectamente factible

perfectamente factible, representa cifras de entre 90 y 180 dólares por hectárea. Este monto cubre una parte importante del costo del programa de empleo.10/

El programa comenzaría con el tratamiento de 1 500 hectáreas durante el primer año, incrementando las inversiones anuales a un nivel de 5 000 hectáreas en el quinto año, para completar un total de 17 550 hectáreas durante el período del proyecto (véase el cuadro 8). Estamos suponiendo que el 70% de las inversiones se harán en acequias de laderas y un 30% en terrazas de banco; para ello se requiere un promedio de 200 hombres-día al año por hectárea tratada.

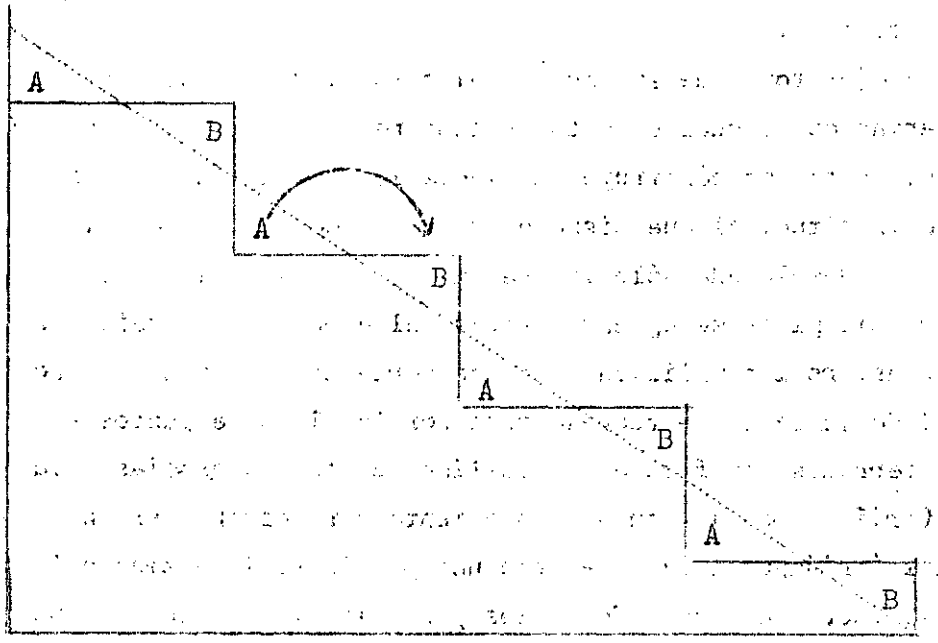
La mejor forma de explicar cuáles son los procedimientos más adecuados de conservación de suelos es tomar como referencia la construcción de terrazas de banco. Estas se construyen mediante la remoción de tierra a lo largo de un corte longitudinal que sigue el contorno de la pendiente. La tierra removida es desplazada sólo ligeramente más abajo del declive, de manera que la superficie plana se agrande gracias al armado. El gráfico 2 muestra un corte transversal simplificado de una serie de terrazas de banco. La pendiente original de la ladera - representada por la línea de puntos - se ha transformado en terrazas, graficada por la línea contínua, gracias a la remoción de tierra (triángulos A) y su desplazamiento para establecer un área agrícola adicional (triángulos B). Se crea una pendiente ligeramente invertida para romper la fuerza del desagüe de las precipitaciones, conservando agua en la tierra y permitiendo su drenaje sin perjudicar las terrazas. Aparte de éstas, propiamente tales, y según cuál sea el tipo de suelo y la inclinación de la pendiente, es posible que se requieran obras de albañilería, barreras forestales y de praderas y zanjas de drenaje. Aunque las terrazas posibilitan una explotación más intensiva, su creación exige sacrificar algo de tierra de uso directo, ya que se necesita espacio para las paredes de retención, barreras y zanjas de drenaje.

10/ Aunque originalmente se pensó que esta era una estimación conservadora, con posterioridad a la elaboración del informe se obtuvieron datos que sugieren que los beneficios en energía eléctrica serían mucho menores. Ahora, las estimaciones son de alrededor de 20 dólares por hectárea.

/Gráfico 2

Gráfico 2

CORTE TRANSVERSAL DE UNA SERIE DE TERRAZAS DE BANCO



/De las

De las alternativas técnicas de conservación, la de las terrazas es la que se traduce en la mayor cantidad de camas intensivas de cultivo, por lo que cabe esperar que genere el impacto productivo más apreciable. Es, asimismo, la fórmula más adecuada para el regadío cuando se dispone de agua. Sin embargo, es posible que el incremento de la producción no sea el suficiente como para justificar el alto costo relativo que esta alternativa involucra, caso en el cual lo aconsejable sería adoptar tratamientos menos intensivos.

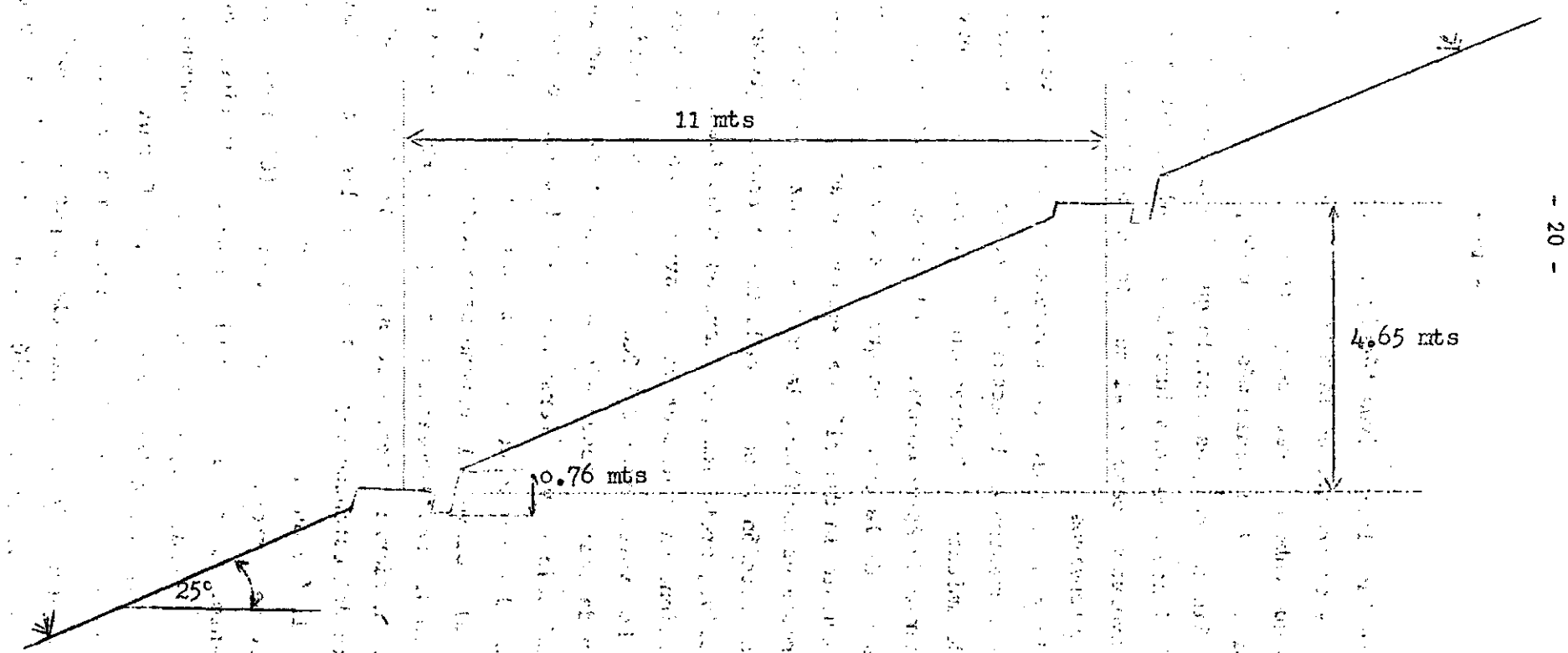
Un equipo inglés de asistencia técnica (Overseas Development Agency), que se encuentra en la actualidad trabajando, en colaboración con el Servicio de Ordenamiento de Cuencas Hidrográficas y de Conservación de Suelos del Ministerio de Agricultura, en el diseño de un proyecto de conservación para el desagüe de la cuenca en que se encuentra ubicada la ciudad de San Salvador, ha propuesto la difusión del empleo de acequias de laderas en esta zona. La fórmula es similar a la de las terrazas de banco, pero consulta únicamente la construcción de una de cada tres terrazas, quedando el resto del terreno en declive, protegido por barreras vivas (naturales - praderas). El gráfico 3 proporciona una perspectiva transversal de un tipo de acequia de ladera.

Los voluntarios del Cuerpo de Paz han propiciado en Morazán la utilización de instalaciones aún más rudimentarias, que incluyen desagües de precipitaciones y barreras naturales (pastos) o inertes (piedras) para incrementar el grado de humedad del suelo, combatir la erosión y atenuar gradualmente el declive del terreno bajo cultivo. Esta técnica se muestra en el gráfico 4. Los depósitos captadores de agua se cavan en el lado de la colina (A) y la tierra extraída se emplea para expandir la capacidad de almacenamiento del estanque (B). El agua que llega al depósito se filtra hasta el subsuelo (E) aumentando el grado de humedad, en beneficio de los cultivos. El uso de barreras naturales o inertes (C) protege los depósitos de almacenamiento. La erosión proveniente de los declives paulatinamente refuerza tales barreras (D), reduciendo el declive. Cuando las barreras se extienden en altura, la pendiente tiende a transformarse en una terraza. Las ventajas de este sistema residen en su simplicidad y bajo costo; las desventajas, en que no proporciona terrazas llanas para explotación inmediata, en su relativa lentitud y en que la erosión no se reduce en el mismo grado en que lo

/Gráfico 3

Gráfico 3

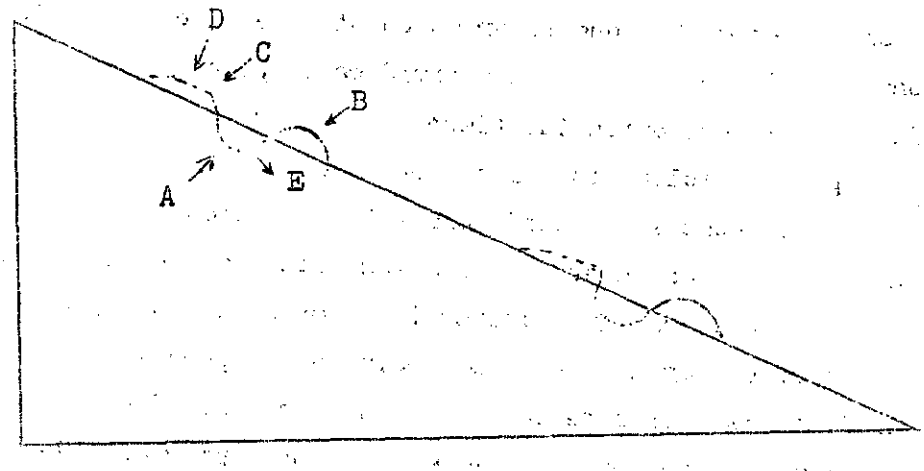
CORTE TRANSVERSAL DE UN TIPO DE ACEQUIA DE LADERA CON PENDIENTE DE 25°



/Gráfico 4

Gráfico 4

CORTE TRANSVERSAL DE CANALES DE CAPTACION DE AGUA Y BARRERAS



/consiguen las

consiguen las terrazas o las acequias de laderas. Se trata, sin embargo, de un progreso apreciable con respecto a la falta absoluta de métodos de protección que se observa en la actualidad en la mayoría de los suelos, sistema por otra parte, que puede ser adoptado incluso por los pequeños agricultores más pobres con un efecto positivo perceptible en el corto plazo.

Las terrazas de banco pueden ser construidas con mano de obra usando herramientas relativamente sencillas. Su construcción es muy intensiva en trabajo pues 1 hectárea requiere de aproximadamente 350-450 días-hombre, de tal modo que los costos por concepto de mano de obra pueden ascender hasta un 75% del costo total. En cambio, las acequias de laderas requieren sólo 65 días-hombre por hectárea tratada, representando el costo por este concepto un porcentaje similar al de las terrazas de banco.

Sin embargo, hay que tomar en cuenta que el costo de las inversiones en conservación de suelos es aproximadamente proporcional al grado de pendiente en la que están las tierras tratadas.

Se piensa implementar el programa de conservación por el Servicio de Ordenación de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelo, que actuará como el agente gubernamental. Los mecanismos de incentivo que deben establecerse para que los agricultores incorporen las inversiones recomendadas deben basarse en dos distintos procedimientos operativos. En el primer procedimiento las obras de construcción serán llevadas a cabo directamente por el Servicio, que contrataría mano de obra, proveería la supervisión, y requerirá una contribución en dinero del propietario en el cual se ejecute el proyecto para pagar una parte del costo de la inversión.11/ La contribución en dinero que se recomienda es de 40 colones por hectárea para acequias de ladera y 520 colones por hectárea para terrazas de banco (la contribución variará según sea la inclinación de la tierra tratada).12/ En el segundo procedimiento, a los pequeños propietarios se les dará un pequeño curso en obras de conservación y si se juzga que están preparados, su participación será aprobada en el programa. Se les entregarán herramientas, insumos no

---

11/ Cuando los agricultores tengan insuficiente liquidez para hacer la contribución, debería existir la posibilidad de conseguir créditos para realizar la inversión.

12/ US$ 1 = 2.5 colones.

/materiales, un

materiales, un plan de trabajo, y supervisión inicial. Serán pagados sobre la base del trabajo completo. Estos agricultores deberán hacer la misma contribución por hectárea, pero tal contribución puede ser deducida de los pagos en dinero una vez que el trabajo está terminado, sobre una base proporcional a la mano de obra que ellos hayan aportado. La proporción del costo total que será pagado por el gobierno y el propietario se basa en a) la diferencia entre el costo privado y social del trabajo en la época de baja demanda de empleo; b) la disponibilidad de asistencia del Programa Mundial de Alimentos para financiar parte de los costos de mano de obra y c) estimaciones del beneficio social que surge del ahorro de energía eléctrica proveniente de bajar los actuales niveles de erosión. Estos últimos beneficios se encuentran detallados en la sección e) a continuación, y representan al menos 220 colones por hectárea.

El pago a los trabajadores en los proyectos de conservación de suelos, ya sean propietarios o mano de obra contratada, debería ser alrededor de cuatro colones por hombre-día. Este salario se hallaría dividido en dos partes: 2.5 colones hombre-día en raciones alimenticias, que serían proveídas por el Programa Mundial de Alimentos y 1.5 colones hombre-día en dinero.13/

El proyecto debería iniciarse en las áreas en las que la erosión sea más seria. Estas son las tierras en la cuenca de 5 de noviembre y Cerrón Grande, y el desagüe de la cuenca en la cual está localizada

---

13/ A partir del salario existente en el mercado del trabajo rural durante la época de baja actividad agrícola, se estimó el costo de oportunidad de la mano de obra ocupada en proyectos de inversión, en suelos, en alrededor de 2 colones diarios (véase la discusión en PREALC, El Salvador: Proyectos ..., op.cit., anexo 2). El salario pagado en proyectos de conservación de suelos debería probablemente estar en el rango de 4-5 colones diarios, pagado ya sea en el equivalente a 2.5 colones en alimentos y 1.5 colones en dinero, o 4 colones en alimentos y 1 colón en dinero, para así proporcionar suficientes incentivos para atraer el volumen deseado de mano de obra y obtener una productividad del trabajo adecuada. La elección del monto del salario pagado y de su distribución entre alimentos y dinero, afectará el impacto macroeconómico del proyecto, como se explica en el anexo 1 del documento citado recién. Sin embargo, dentro del rango del salario especificado más arriba, la variación en el impacto macroeconómico será pequeña.

/San Salvador.

San Salvador. En la actualidad en la subcuenca de Tamulasco se está llevando a cabo un proyecto, usando raciones del Programa Mundial de Alimentos, y se está estudiando otro proyecto para el desagüe de la Cuenca de San Salvador. Se recomienda que el programa de empleo esté concentrado en un comienzo en estas áreas y si la implementación es exitosa, el área del proyecto puede ser gradualmente expandida hacia otras regiones.

Se ha realizado un esfuerzo para identificar los municipios rurales más pobres en El Salvador, usando estadísticas disponibles en vivienda, educación y estadísticas económicas.14/ De los 53 municipios más pobres identificados, 15 de ellos caen dentro del área del proyecto como ha sido descrito. Estos 15 municipios abarcan el 20% de la población total de los 53 municipios más pobres.

Aun cuando las inversiones en suelos deberían ser hechas sobre la base de su rentabilidad, y de la voluntad de los agricultores para participar en el programa, se recomienda que el gobierno haga esfuerzos especiales para promover las inversiones en los siguientes municipios:

Chalatenango: Arcatao, Nueva Trinidad, Nombre de Jesús, San Antonio de la Cruz, Cancasque, San Ignacio, Cítala.

Cuscatlán: Monte San Juan, San Cristóbal, San José, Guayabal, San Ramón.

Cabañas: San Isidro, Jutiapa, Cinquera.

San Vicente: San Cayetano, Istepeque.

2. El impacto del programa sobre el empleo

En el primer año la construcción demandará 1 150 hombres-año de trabajo. Suponiendo que 0.5 puestos de trabajo adicionales fueran creados por cada puesto directo, por el resultante incremento en demanda agregada (efecto multiplicador), los gastos directos del proyecto crearían un total de 1 925 hombres-año de trabajo.15/ En el quinto año, esta cantidad se incrementaría a 5 775 hombres-año de empleo. (Véase el cuadro 7.)

14/ La metodología y los resultados detallados se presentan en PREALC, El Salvador: Proyectos ..., op.cit., anexo 3.

15/ Véase el anexo 1 para el cálculo del probable multiplicador de empleo en PREALC, El Salvador: Proyectos ..., op.cit.

/Cuadro 7

Cuadro 7

IMPACTO DEL PROGRAMA DE EMPLEO

Año	Nuevas hás tratadas en cada año	Efecto de empleo hombres-año					
		Construcción a/	Efecto multiplicador b/	Aumento anual en empleo permanente c/	Incremento acumulativo en empleo permanente d/		Aumento total anual en empleo e/
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)
				(a) + (b)			
1	1 500	1 150	575	290	23	290 + 23 = 313	2 038
2	2 500	1 925	965	480	61	770 + 84 = 854	3 744
3	3 500	2 700	1 350	675	115	1 445 + 199 = 1 644	5 694
4	4 500	3 460	1 730	865	184	2 310 + 383 = 2 693	7 883
5	5 000	3 850	1 925	960	261	3 270 + 644 = 3 914	9 689
Total	17 550	13 085	6 545			8 085 + 1 333 = 9 418	29 048

a/ Col. (3) igual a col. (2) x 200 hombres-días por hectárea ÷ 260 hombres-días por hombre año.

b/ Col. (4) igual a col. (3) x .5; suponiendo 1.5 de efecto multiplicador.

c/ Col. (5) igual a)col. (2) x (170-120) hombres-días de trabajo permanente creado ÷ 260 hombres-días por hombre-año; b) 1 500 (.0333); 1 500 (.0333) 2 + 2 500 (.0333); etc.

d/ Col. (6) igual a la suma acumulativa de empleo permanente actual y previo que aparece en col (5).

e/ Col. (7) igual a col. (3) + col. (4) + col. (6); el aumento de hombres-año de empleo en el año 1 está compuesto por el número de hombres-años de trabajo el cual habría existido sin el programa.

/Cuadro 8

Cuadro 8

EL SALVADOR: SUBSIDIO PAGADERO PARA CONTROL DE LA EROSION DE MODO DE PREVENIR LA SEDIMENTACION DE CERRON GRANDE

(Tasa de descuento: r=12.0)

Volumen y momento del tratamiento	1 000 há ahora	5 000 há ahora	1 000 há en 10 años 1 000 há ahora	1 000 há en 10 años 1 000 há ahora sin tratamiento
Caso 1	$ 89 (1.11)	$ 87 (1.09)	$ 205 (2.56)	$ 207 (2.59)
Caso 2	$ 27 (0.33)	$ 26 (0.32)	$ 66 (0.83)	$ 67 (0.84)

Fuente: PREALC, El Salvador: Proyectos, ..., op.cit., anexo 5.

Aparte de los resultados en empleo surgidos durante la construcción, el proyecto tendrá un impacto acumulativo y significativo sobre la creación de empleo permanente, al incrementar la productividad de la tierra en la que las inversiones se realicen. En el primer año, el incremento en empleo permanente por este concepto es de 313 hombres-año; en el quinto año será de 3 914 hombres-año. (Véase el cuadro 7.) 16/ El impacto del proyecto en la creación de empleo permanente sobrepasará en forma gradual su impacto sobre la creación de empleo temporal. Por lo tanto, el proyecto está diseñado para ayudar a resolver el problema del empleo tanto en el corto como en el largo plazo. Durante el período de cinco años, el número de hectáreas tratadas con inversiones en suelos será de 17 000. El número total de hombres-año en mano de obra que el proyecto había proveído al término de cinco años es de 29 000.

16/ Las bases para el cálculo relacionado con el incremento en empleo permanente se encuentran en el anexo 4, sección 1 y 4, en PREALC, El Salvador: Proyectos ..., op.cit.

/3. El

3. El impacto del programa sobre los ingresos

El impacto que el proyecto tiene sobre la distribución del ingreso también es importante. Estamos suponiendo que los trabajadores en los proyectos de conservación de suelos participarán en un promedio de 44 días al año (dos meses). Si se calcula a cuatro colones el día, esto le proporcionará un ingreso de 176 colones por concepto del período trabajado. Suponiendo que sin la existencia del proyecto habrían obtenido en promedio durante este período solamente un colón al día, y que su ingreso promedio anual sin el proyecto sería de entre 675 y 1 350 colones, el proyecto les proporcionará un incremento de entre el 10 y el 20% por sobre su ingreso anual normal.17/ Como cada trabajador estará empleado durante dos meses, los 3 850 hombres-año de trabajo creados en el proyecto serán compartidos, durante el quinto año, por 21 000 trabajadores. Esto corresponde aproximadamente al 3% de la población rural económicamente activa. Además del efecto empleo que tiene el proyecto, se estima que el efecto multiplicador sobre el producto nacional bruto y sobre la creación de empleo permanente será aproximadamente el doble en los nuevos puestos de trabajo creados.

4. El impacto del programa sobre la producción

Por desgracia, los antecedentes disponibles acerca de la productividad económica de las terrazas y las acequias de laderas son escasos y más bién difíciles de interpretar. Sheng, por ejemplo, sostiene que es posible que las terrazas induzcan una expansión de entre dos y ocho veces en el rendimiento bruto, dependiendo del cultivo que se considere, la disponibilidad de agua y el empleo de insumos complementarios. Es evidente que los incrementos pueden ser extremadamente grandes bajo determinadas circunstancias,

---

17/ Ingreso personal por grupos de trabajadores agrícolas a precios de 1975

	1961	1975
Trabajadores sin tierra	464	429
0-1 há	594	663
1-9.9 há	835	1 055
9.9-50 há	2 161	2 763

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Diagnóstico del sector agropecuario, San Salvador, MAG, 1977.

/pero éstas

pero éstas resultan más bien excepcionales. El autor recién aludido estima que las expansiones de producción derivadas de tratamientos de conservación de suelos en superficies considerables deberían, en promedio, ser del orden del 25 al 30%. Sin embargo, Sheng no desagrega sus cálculos, así es que no es posible conocer las tasas que generarían los diversos tipos de tratamientos. Por nuestra parte, estimamos que la producción agrícola en las tierras tratadas con acequias de ladera crecerá en alrededor de 10%, y en alrededor de 100% en suelos tratados con terrazas de banco. Sobre esta base, aun cuando las tierras tratadas en el proyecto cubren solamente el 4% de las tierras actualmente dedicadas a la producción de granos básicos, deberían incrementar la producción total de granos básicos en alrededor de 1.6% el quinto año, siempre y cuando todas las tierras incorporadas en el proyecto se dediquen a estos cultivos.

Hay que poner énfasis en que las inversiones en conservación de suelos requieren de insumos adicionales para alcanzar el efecto deseado. Así, se requiere de asistencia técnica, semillas mejoradas, fertilizantes y crédito agrícola. Estos insumos deben estar incorporados en el mismo proceso mediante el cual las obras de conservación se planifican, diseñan e implementan. Adicionalmente, estas inversiones pueden jugar un papel importante no sólo en incrementar la producción de un cultivo determinado, sino que pueden también generar un cambio en el uso de la tierra hacia una intensificación y diversificación de cultivos.

5. Costos y beneficios

Se pueden comparar los costos y beneficios de la conservación de suelos, y así conseguir una medida de su rentabilidad privada (al productor agrícola) y social (a la nación en su conjunto). La rentabilidad indicaría el incentivo para el productor, o para el gobierno, de hacer tales inversiones.

Los costos de las terrazas de banco y de las acequias de ladera son los siguientes:

/El Salvador

El Salvador: Costos Estimados de Construcción a/

(En colones)

		Terrazas de Banco		Acequias de ladera
Construcción de Terrazas-Acequias				
Mano de obra	(400 días)	1 600	(65 días)	260
Otros insumos		350		60
Construcción de canales de drenaje				
Mano de obra	(40 días)	160	(40 días)	160
Otros insumos		150		150
Diseño, supervisión y administración		240		50
Total		2 500		680

Fuente: PREALC, a base de datos de la British Overseas Development Agency.

a/ Se presume que la mano de obra pueda mover 3.5 m3 de tierra por día, a 4 colones por día. Los datos se refieren a tierras con 15 grados de pendiente.

Los costos incluyen la construcción de inversiones tanto en las parcelas individuales como en canales de drenaje para así evitar el daño a propiedades ajenas. Los costos son aproximadamente proporcionales a la pendiente de la tierra; con pendientes mayores de 20-25 grados, no será rentable hacer inversiones del tipo señalado. Más bien, la solución sería dedicar la tierra a huertas, praderas mejoradas o bosques.

Los beneficios privados de las terrazas de banco no son suficientes como para justificar su construcción salvo en casos excepcionales, cuando la tierra es muy fértil, hay agua disponible para riego, o existe la posibilidad de cultivos múltiples durante el año. Los beneficios de las acequias de ladera darán una rentabilidad de aproximadamente 4 a 12%, suponiendo un incremento en la producción bruta de 10 a 15%. Esta rentabilidad, aunque aceptable, podría ser demasiado baja para inducir grandes inversiones en conservación de suelos, más aun cuando el aumento en la producción neta ocurriese lentamente a través del tiempo, y podría no ser totalmente reconocida por los productores. En este caso, un fuerte apoyo del gobierno,

/incluyendo promoción

incluyendo promoción y subsidios, es necesario. El apoyo económico del gobierno se justifica por varias razones: 1) a pesar que el salario de mano de obra es cuatro clones por día, se estima que el costo de oportunidad de ese factor es cercano a dos colones por día, 2) hay donaciones de alimentos disponibles a través del Programa Mundial de Alimentos, reduciendo asimismo el costo nacional aún más, y 3) la inversión en conservación de suelos tendrá un beneficio fuera del predio en la medida en que baje la sedimentación de las represas, conservando así la generación de electricidad en el futuro.

La inclusión de estos factores indica que la rentabilidad social de las acequias de ladera subiría a 17%, y que el gobierno debería pagar hasta 85% del costo total de esas inversiones. Con este subsidio, la rentabilidad privada estaría en alrededor de 30%.

6. Efectos sobre el costo de la generación de energía eléctrica

El análisis de este problema puede, teóricamente, ser acometido a través de un enfoque clásico. Las variables importantes son: la tasa de erosión de los diferentes tipos de suelo, bajo la hipótesis de que no se realizan trabajos de conservación; el costo de diferentes sistemas de conservación en las distintas clases de suelos y la incidencia de cada uno de aquéllos sobre la erosión; el impacto de la erosión-sedimentación sobre la generación de energía eléctrica; el costo de la energía en el transcurso del tiempo; y la tasa de interés que debe emplearse para convertir los costos y beneficios futuros en valores actuales. Conocidas estas variables, es posible determinar la tierra que debería ser tratada cada año para detener el fenómeno degradatorio.

Un enfoque alternativo del problema consiste en suponer que, por razones administrativas, sólo un determinado número de hectáreas pueden ser sometidas a tratamiento al año. En este caso se puede utilizar la tasa actual de descuento; en la medida que este valor sea más alto que el costo de las inversiones requeridas, estas últimas serían procedentes. En este último enfoque se recurrirá a una variante.

/Se estimará

Se estimará el valor actual de descuento de someter a tratamiento 1 000 hectáreas de suelo erosionado, suponiendo que en esta superficie se están perdiendo 100 m3 de tierra por hectárea al año. Se presume, por otra parte, que las inversiones en conservación permiten salvar 80 m3 por hectárea al año. Ello reducirá el deterioro de la capacidad de generación de energía eléctrica, lo cual tiene un valor económico. La tasa actual de descuento de tal ahorro indica el subsidio que resultaría justificado pagar para la conservación de cada hectárea de estos suelos. El mismo valor, dividido por 80, determina el subsidio que puede cancelarse por metro cúbico de erosión impedida en cualquier tipo de suelo dentro de la cuenca.

El costo del fenómeno degradatorio depende del impacto de la sedimentación sobre el potencial de generación eléctrica, el costo de sustituir la energía desperdiciada y la tasa de descuento. Se formularán dos hipótesis diferentes respecto al impacto de la sedimentación sobre la generación de energía: una que refleja lo que parece más probable y otra que considera sólo lo que sería el efecto más bajo concebible, y que constituye, en consecuencia, la alternativa más conservadora.

En el primer caso, se supone que la erosión sólo comienza a afectar la generación de energía cuando la sedimentación ha llenado la mitad del depósito artificial de la represa. A partir de ese momento la generación de energía eléctrica disminuye al mismo ritmo en que se va embancando la segunda mitad, y llega a cero cuando la acumulación de tierra rellena por completo la represa. En el segundo caso, supone que el embalse funciona de manera normal, hasta que el depósito se repleta, momento a partir del cual la generación de energía se hace igual a cero. Se trata del caso extremo, ya que resulta extremo suponer que el último terrón de suelo que entra al embalse va a provocar, así súbitamente, un descenso desde el nivel normal a cero en la generación de energía eléctrica.

El costo marginal de sustituir la energía perdida se calcula a partir de los antecedentes que se manejan para la construcción de la próxima represa sobre el Río Lempa. Cerrón Grande tiene una capacidad de 270 Mw. San Lorenzo, que es el nombre de la proyectada, tendrá un costo que se estima en 200 millones de dólares y generará 180 Mw. El costo de sustituir Cerrón Grande por una fuente que posea semejante capacidad asciende, por lo tanto, a unos

/300 millones

300 millones de dólares. La tasa de descuento elegida, 12%, es la que emplea el Ministerio de Planificación para evaluar los proyectos de inversión pública.

Ahora se pueden reunir las diferentes partes del problema. En el primer caso, en el que la generación de energía va disminuyendo en forma paulatina con el aumento de la sedimentación, la tasa actual de descuento de reducir el fenómeno degradatorio está dada por la ecuación:

$$PDV = \int_{t_2}^{t_3} \frac{C}{t_3 - t_2} e^{-rt} dt - \int_{t_2}^{t_3} \frac{C}{t_3' - t_2'} e^{-rt} dt$$

$$= \left[\frac{C}{r} \frac{e^{-rt}}{t_3 - t_2} \Big|_{t_2}^{t_3} - \frac{e^{-rt}}{t_3' - t_2'} \Big|_{t_2'}^{t_3'} \right], \text{ donde}$$

PDV = Valor actual de descuento de reducir en una cantidad fija por hectárea la erosión en determinada superficie dada de la cuenca.

t_2 = Momento en el cual el depósito estará a medio llenar si es que no se implementan planes de control de la erosión, por ejemplo si la intensidad que exhibe hoy día el fenómeno, se mantiene constante.

t_3 = Momento en el cual el depósito estará completamente lleno, suponiendo que no se acometen planes de control de la erosión.

C = Costo de construir una nueva represa con una capacidad de generación de energía eléctrica igual a la de Cerrón Grande.

r = Tasa de descuento.

t_2' = Momento en el cual el depósito estará a medio llenar, siempre que se implementen los programas de control de la erosión.

t_3' = Momento en el cual el depósito estará lleno por completo si es que se ponen en ejecución los programas de control de la erosión.

Las fechas claves (por ejemplo t_2, t_2') pueden ser calculadas en forma directa a partir del tamaño del depósito artificial y de la magnitud total de la erosión al año, con o sin programas de control, La capacidad de almacenamiento de Cerrón Grande ha sido estimada en casi 750 millones de m3. La erosión y sedimentación anual, en ausencia de programas de conservación de suelos, se calcula que es ligeramente superior a los 14 millones de m3.

/El depósito

El depósito estará, entonces, a medio llenar al cabo de 26 años (t_2) y repleto al término de 52 años (t_3).

Si la erosión se reduce de 100 a 80 m3 por hectárea al año en una superficie, el descenso total de la sedimentación al año será de (80 m3) há/año. Restando de la cifra original, se llega a una nueva tasa de erosión anual para la cuenca: por ejemplo, 14.4 - (0.00008). Si se someten 1 000 hectáreas a tratamiento de conservación, la nueva tasa de erosión para el conjunto de la cuenca será de 14.32. La represa entonces demorará 26.15 años en llenarse a medias, y 52.3 en repletarse. Estas fechas corresponden a t_2' y t_3'.

Es imprescindible tener claro que si bien la prolongación de la vida útil de la represa como consecuencia del tratamiento de 1 000 hectáreas de terreno es pequeña (apenas 15 semanas), el valor de la electricidad ganada en el transcurso de los 26 años del período es todavía grande en relación a los costos de las inversiones en conservación de la superficie en referencia. Más aún, el tratamiento de las 30 mil hectáreas que acusan los más altos índices de erosión, pero que conforman apenas el 3% de la superficie de la cuenca, prolongaría a nueve años la vida útil de la represa, cerca del 17% de su duración productiva actualmente prevista.

Téngase en cuenta que el valor de acometer planes de control de la erosión en cualquier momento del futuro puede ser establecido restando la sedimentación total ocurrida en el período que media entre la construcción de la represa y aquel momento (tomando en consideración todo cambio en la intensidad del fenómeno durante este lapso) de la capacidad original de la represa, calculando el tiempo en el que ella estará a medio llenar y aplicando luego la metodología reseñada antes.

En el segundo caso, es decir cuando se supone que la generación de energía eléctrica sólo resulta afectada a partir del momento en que la represa está embancada por completo, se tiene:

$$PDV' = C\left(\frac{1}{(1+r)}\ t_3 - \frac{1}{(1+r)}\ t_2\right)$$

lo cual corresponde simplemente al valor presente de postergar la construcción de una nueva represa.

/Se han

Se han efectuado numerosas estimaciones para uno y otro caso, suponiendo que se someten a tratamiento superficies diferentes de tierra y en distintos momentos en el tiempo. Los resultados son elocuentes, en especial los del caso uno, que representan en forma más adecuada los efectos del fenómeno degradatorio sobre la generación de energía. Se consideran primero estos resultados, suponiendo que la tasa de descuento es del 12% anual. (Véase el cuadro 8.)

1) Si inmediatamente después de la construcción de la represa el gobierno hubiese acometido un programa de inversiones para la conservación de 1 000 hectáreas de terreno de la cuenca de Cerrón Grande, en virtud del cual el fenómeno habría podido reducirse a la quinta parte, hubiera resultado rentable gastar 89 000 dólares. Esa suma se justificaría sólo por concepto de ahorro de la pérdida de energía eléctrica en que, en caso contrario, se incurre. Considerando esto desde otra perspectiva, el gobierno podría pagar hasta 89 dólares por hectárea para hacer que el trabajo se llevara a cabo.

2) Si se hubiese iniciado un programa más amplio, de modo de someter a tratamiento inmediato 5 000 hectáreas de terreno, el programa habría sido aconsejable si se hubiese podido alcanzar la misma reducción por hectárea a través de un gasto bruto del orden de 445 000 dólares, es decir, 87 por hectárea. Mientras más son las hectáreas, el valor promedio del tratamiento disminuye, aunque sólo en forma ligera, debido a que los beneficios de energía eléctrica derivados del tratamiento marginal ocurren en un momento más lejano del tiempo. Sin embargo, dentro de lo que parece administrativamente posible, los beneficios no varían en términos sustanciales.

3) Si el tratamiento se posterga por un cierto número de años, su valor subirá en forma abrupta debido a que estará mucho más próxima la fecha en que los efectos del fenómeno degradatorio comenzarán a repercutir sobre la generación de energía. Diez años después del término de la construcción de la represa, el valor por hectárea tratada habrá subido a 207 dólares.

4) Si una parte de la superficie afectada fuese sometida a tratamiento inmediato y otra comenzara a ser atendida en el futuro, los efectos discutidos en 3) y 4) actuarían en sentido contrario en términos de la determinación del valor de las inversiones posteriores. Sin embargo, el efecto dominante consistirá en un alza del valor del tratamiento dentro del rango de los niveles plausibles de los programas de inversión.

/Por ejemplo,

Por ejemplo, si El Salvador hubiese desarrollado un programa de conservación de suelos en 25 000 hectáreas en el transcurso de la década siguiente al término de la construcción de la represa, los beneficios derivados del tratamiento adicional de 1 000 hectáreas en el undécimo año habrían sido al menos de 182 dólares por hectárea.18/ Así, es posible esperar que los beneficios de los programas de conservación de suelos crezcan, aun suponiendo que ahora se acomete un programa masivo.

Los resultados que se consignan en el cuadro 8 aparecen como conservadores debido a que:

- La erosión y la sedimentación consiguiente han reducido ya en un 50% de la capacidad de almacenamiento de la represa 5 de noviembre y afectarán con rapidez y en un futuro no lejano su potencial de generación de electricidad. Las acciones de conservación que se adopten, en consecuencia, tendrán un efecto favorable que será perceptible en el corto plazo.

- Se ha estimado que el costo de sustituir Cerrón Grande asciende a unos 300 millones de dólares, basándonos en el costo estimado de la represa San Lorenzo. Pero una vez que el potencial hidroeléctrico del Río Lempa se agote, lo cual puede acontecer antes de 20 años, El Salvador se verá obligado a recurrir a fuentes nuevas y probablemente más caras de energía eléctrica.

- El costo de construcción de San Lorenzo fue estimado hace varios años, pero en términos nominales se encuentra en constante aumento como consecuencia de la inflación. Para obtener un cálculo más preciso del valor presente de la conservación del suelo, el costo de sustituir la capacidad de generación de energía eléctrica debería ser ajustado de acuerdo a la tasa de variación de los precios internos, procedimiento que habría que seguir aplicando en el futuro si es que se desea formular comparaciones adecuadas de costos y beneficios.

- En casi todos los grandes proyectos de ingeniería se incurre en gastos superiores a los proyectados debido a que durante las faenas de construcción surgen dificultades técnicas y administrativas no esperadas.

18/ El valor mínimo se obtiene con facilidad si se supone que las 25 000 hectáreas comienzan a ser tratadas en el año 1.

/La brecha

La brecha entre costos previstos y costos reales es por lo general considerable, aun cuando se hagan ajustes por concepto de la inflación esperada. Es probable que con los cálculos de costos de la represa San Lorenzo se produzca una situación de esta naturaleza.

- Se ha supuesto que la represa Cerrón Grande acaba de ser construida, que no se ha producido sedimentación alguna y que las inversiones destinadas a conservar los suelos pueden iniciarse de inmediato. En la práctica. la represa tiene un año de antigüedad y la ejecución de inversiones de conservación demoraría por lo menos un año más. Ello eleva el valor de cualquier inversión de conservación en alrededor de un 15% por encima de lo consignado en el cuadro 8.

El efecto combinado de los cinco factores recién descritos, los cuales se potencian entre sí, duplicará, por lo menos, los valores que aparecen en el cuadro 8. Por ejemplo, si cada uno de los factores provocara una elevación del 15% en el costo del tratamiento y cada uno de los tres primeros generara un impacto mucho mayor, el valor se duplicaría ($1.15^5 = 2.01$). Seguiremos operando con los antecedentes que se suministran en el cuadro 8 pero es conveniente destacar que ellos revisten un carácter conservador.

Los beneficios delineados pueden cotejarse sumariamente con los costos de los proyectos de conservación de suelos. La construcción de terrazas de banco, la más costosa de las alternativas, requiere el concurso de unos 440 hombres-día por hectárea. Si a cada obrero se le paga dos colones al día y las faenas se efectúan durante la época de inactividad (21 hombres pueden completar una hectárea en alrededor de un mes), el costo por concepto de mano de obra ascendería a 880 colones.19/ Si se agregan los restantes insumos y los costos administrativos del proyecto, se llega a un total del orden de los 1 620 colones, es decir, casi 648 dólares. De esta manera, los beneficios de reducir la sedimentación de la represa habrían costeado el 14% de los costos de la construcción de terrazas cuando la represa estuviera terminada, relación que subiría al 31% hacia 1986.

19/ Se supone que durante la época de inactividad el costo de oportunidad del factor trabajo es de 2 colones al día.

/La construcción

La construcción de terrazas en lugar de acequias de laderas se justifica cuando lo que se pretende no es sólo reducir la erosión, sino además conseguir un sustancial incremento de la productividad por hectárea. En muchos casos, entonces, será rentable incorporar primero acequias de laderas, para posteriormente ir mejorando esta infraestructura hasta llegar a terrazas mediante el concurso de inversiones privadas, y siempre y cuando los agricultores dispongan de los insumos y del conocimiento técnico requeridos.

Las acequias de laderas demandan unos 105 hombres-día por hectárea, lo que significa un gasto de 210 colones por concepto de mano de obra, cifra que sube a 470 colones, casi 190 dólares, cuando se considera el total de rubros involucrados. Los beneficios derivados del ahorro de generación de energía eléctrica habrían justificado pagar el 48% de los costos de estas inversiones al momento de la puesta en funciones de la represa y, en la actualidad, alrededor del 56%. En siete años más, el ahorro de energía eléctrica pagaría por sí solo los costos de las inversiones de conservación.

Los beneficios de las inversiones en conservación de suelos resultan considerables. Cuando se incorporan a la evaluación los restantes beneficios, dicha tasa sube a 17%. Esa tasa indica la alta rentabilidad social de una inversión en obras de conservación de suelos.

/D. EPILOGO

D. EPILOGO

Investigaciones realizadas en El Salvador durante el último año sugieren que hay que alterar algunos resultados que se presentan en este trabajo. El análisis inicial puso un fuerte énfasis en las externalidades económicas de las inversiones en conservación de suelos, debido a que los ahorros en la futura generación de energía eléctrica justificaban un importante subsidio gubernamental. La capacidad de almacenamiento de la represa 5 de noviembre había sido copada por sedimentos en un 50% durante los primeros 20 años. El análisis de Sheng indicaba que Cerrón Grande estaría prácticamente copada en 50 años. Usando esta información, se calculó la pérdida económica implícita. Sin embargo, la información era incorrecta y por lo tanto los cálculos son falsos. Discusiones llevadas a cabo con posterioridad a la entrega de este informe sugieren que la capacidad efectiva de almacenamiento de Cerrón Grande es tres veces mayor que la supuesta originalmente. Entonces, aun cuando la tasa de erosión se incremente debido a la presión demográfica sobre la tierra, en parte como producto de la estructura agraria predominante, Cerrón Grande se llenará en el largo plazo. Por lo tanto, el valor actual de descuento es mucho menor.

Adicionalmente, aunque el modelo provee una primera aproximación sobre el efecto de la erosión del suelo sobre la generación de energía eléctrica, se requiere de un modelo más complejo para incorporar numerosos factores adicionales que tienen importancia en El Salvador. Por ejemplo, Cerrón Grande está más arriba de 5 de noviembre y San Lorenzo y ambas represas dependerán de la capacidad reguladora de Cerrón Grande para generar energía durante la época seca. Por lo tanto, la sedimentación de Cerrón Grande implica una pérdida de energía eléctrica que excede a su propia capacidad. Este factor por lo tanto agrava la situación. Hay otros que atenúan los efectos negativos. Así, aunque todas las represas se llenen con sedimento, cada una seguiría generando electricidad pero solamente durante la época de lluvias, como efecto del caudal de los ríos. Claro está que como dicha generación de energía sería estacional, sólo podría ser considerada como una fuente complementaria. Por esta misma razón, el costo por unidad de energía producida sería mayor que la energía producida en una

/represa que

represa que funcione durante todo el año. Finalmente, se pueden continuar construyendo represas río arriba de modo de reducir la sedimentación en las anteriores represas.20/

Aun cuando las externalidades de la erosión son menores de las supuestas, el impacto sobre la producción agrícola de las inversiones en conservación de suelos parecen ser mayores que las estimadas originalmente, al menos en algunas tierras, de modo que la rentabilidad privada es también mayor. En efecto, evaluaciones de modelos llevadas a cabo por Steve Wiggins de la British Overseas Development Agency, sugieren que en tierras de moderada pendiente, en las cuales todavía hay capa vegetal, la rentabilidad privada de las inversiones es del orden del 20 al 25%. En aquellas de pendiente mayor y donde no hay capa vegetal, la rentabilidad baja a alrededor de 10%.

Por lo tanto, consideraciones estrictamente económicas sugieren que los esfuerzos de conservación deberían dirigirse, antes que nada, a las tierras con menor pendiente. Sin embargo, desde el punto de vista distributivo ello sería problemático pues estas tierras pertenecen precisamente a los agricultores más ricos, mientras que las tierras con mayor pendiente a los campesinos pobres. Si se consideran los beneficios de una distribución del ingreso como objetivo del proyecto, se debería poner más énfasis en las tierras de mayor pendiente.

Se estima que, debido a imperfecciones en el mercado, la tasa social de retorno de estas inversiones es superior a la privada. Wiggins estimó que en el primer tipo de tierras la tasa social de retorno sería de 22 a 27%, mientras que en las segundas de 14 a 16%. La imperfección del mercado que tiene un mayor impacto es el grado en el que el costo privado de la mano de obra excede el costo social. Así, un subsidio gubernamental de 25 a 35% del costo total de las inversiones parece económicamente justificable. Si se incluyen los beneficios de una distribución del ingreso, o de la mayor difusión de una tecnología altamente rentable, entonces el subsidio podría ser mayor.

20/ Otro caso en el que se discute el efecto de la erosión del suelo sobre la sedimentación se encuentra en Allen, R.N. "The Anchicaya Hydroelectric Project in Colombia" en Farrar and Milton (Eds.) The Careless Technology. The National History Press, 1972.