# ¿Es posible mitigar los efectos de El Niño mediante un sistema de pagos por servicios medioambientales? Un estudio de la cuenca del río Piura (Perú)

M. Fernández Barrena, N. Grados, M.S. Dunin-Borkowski, P. Martínez de Anguita y P. Flores Velásquez

Los costos estimados que entrañaría la modificación de las prácticas de uso de la tierra se compararon con las cantidades que los usuarios estarían dispuestos a pagar, a fin de predecir la factibilidad de un sistema de pagos por la protección contra las inundaciones y las alteraciones del ciclo hidrológico.

Mario Fernández Barrena, Pablo Martínez de Anguita y Pablo Flores Velásquez trabajan en la Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles, Madrid (España).

Nora Grados y María Sofía Dunin-Borkowski trabajan en la Universidad de Piura, Piura (Perú).

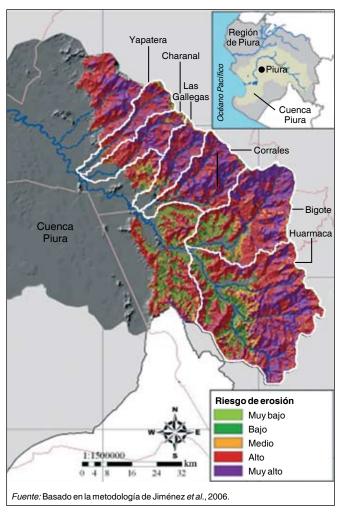
Este artículo ha sido adaptado de un estudio publicado en el número 1, año 4 (2007), de la Revista Electrónica de la Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Manejo de Cuencas Hidrográficas (REDLACH).

os bosques de neblina andinos están desapareciendo a consecuencia del continuo avance de la frontera agrícola. La degradación medioambiental, que resulta de unas prácticas de explotación agrícola inapropiadas, ha desestabilizado el ciclo hidrológico y determinado el aumento de las fluctuaciones estacionales de los caudales de los ríos, y producido perturbaciones tales como corrimientos de tierras e inundaciones. En la región norteña de Piura (Perú), estas alteraciones han agudizado la vulnerabilidad al fenómeno de El Niño, una oscilación del sistema oceánico-atmósferico del Pacífico tropical que tiene consecuencias climatológicas importantes a través del mundo (INRENA, 2005).

En los últimos decenios, las perturbaciones de El Niño han ocasionado daños costosos a la cuenca hidrográfica del río Piura, ya que han causado corrimientos de tierras en zonas de pendiente y graves inundaciones aguas abajo. En 1998 las pérdidas fueron valoradas en más de 100 millones de dólares EE.UU. (CTAR, 1998). A causa de la elevada tasa de deforestación que se registra en la zona, en 1983 un fenómeno de pluviosidad incluso más intenso ocasionó daños mayores que los que se produjeron en 1998.

En la cuenca del río Piura, la erosión ha aumentado a consecuencia de la pérdida de cubierta forestal; el sistema hidrológico podría ser mejorado si se compensara a los pequeños agricultores que se encuentran en las zonas aguas arriba por realizar labores de reforestación y conservación forestal, y por adoptar prácticas agroforestales, silvopastorales y de explotación sostenibles con las que se protegen los suelos





Riesgo de erosión en las principales zonas de subcuenca de la cuenca del río Piura (Perú)

Un estudio de la cuenca hidrográfica de Piura indicó que, en vista de la magnitud de las catástrofes, la población estaba dispuesta a pagar por servicios medioambientales tales como la protección contra las inundaciones y el control del ciclo hidrológico (mejora de la cantidad y calidad del agua y reducción de las fluctuaciones de los cauces estacionales). Se examinó en el estudio la factibilidad de un sistema de pagos por servicios medioambientales en el que las sumas recaudadas podrían destinarse a la conservación de los bosques y a la implantación de técnicas de explotación agrícola y ganadera sostenibles (Martínez de Anguita et al., 2006). El sistema sería financiado por la población que vive en las zonas de aguas abajo y padece los efectos de El Niño. Con los pagos se retribuiría el trabajo de conservación de bosques y cauces fluviales de los pequeños agricultores, se crearían incentivos para el uso de técnicas de protección de la tierra en los sistemas de aprovechamiento agrícola y se ayudaría asimismo a mejorar las condiciones de vida de los ganaderos en esta región montañosa.

El estudio comprendió un análisis socioeconómico para determinar los proveedores eventuales de servicios de la zona; una encuesta para saber quiénes serían los posibles usuarios de los servicios medioambientales y conocer su disposición a pagar por tales servicios; y un mapa y análisis hidrológico de la cuenca para determinar las principales zonas en que se podrían implantar los servicios de mantenimiento medioambientales. La comparación entre los costos que entrañarían las medidas de conservación de aguas y los pagos eventuales efectuados por usuarios y otros inversionistas sirvió de base para analizar la factibilidad de diversas opciones alternativas para el sistema de pagos por servicios medioambientales.

## MODELO DE UN PLAN DE PAGOS POR SERVICIOS MEDIOAMBIENTALES

La cuenca alta del río Piura tiene una población de unos 70 000 proveedores potenciales de servicios medioambientales; estas personas comparten unos sistemas agrícolas y unas condiciones socioeconómicas similares, y disponen de un ingreso anual promedio de alrededor de 400 dólares EE.UU. La población que vive aguas abajo cuenta unos 300 000 compradores potenciales de estos servicios cuyo ingreso anual promedio supera los 2 400 dólares.

La cuenca comprende seis subcuencas que podrían ser objeto de mejoras gracias a las cuales sería posible llevar a cabo la regulación del ciclo hidrológico. Todas las márgenes del Piura, desde las desembocaduras de sus principales afluentes hasta las del curso que va a dar al océano Pacífico, son zonas vulnerables a crecidas repentinas.

La casi totalidad de la zona, incluidas las tierras labrantías altas, corre un riesgo de erosión elevado o muy elevado (Figura 1). Los análisis efectuados con sistemas de información geográfica mostraron que la cubierta forestal influye más que el tipo de suelo en el riesgo de erosión. Las soluciones que cabe aportar a este problema son claras: conservar los bosques restantes; recuperar las tierras que se han perdido; reforestar los macizos; adoptar sistemas agroforestales y otros sistemas que protejan los suelos de la erosión, y desarrollar las silvopasturas (López Cadenas de Llano, 1990; Braud *et al.*, 2001).

El caudal del río Piura registra fuertes fluctuaciones estacionales, que van de 5,72 m³ por segundo, durante alrededor de diez meses al año, a 200 m³ por segundo durante la época de lluvias. El caudal varía además mucho de un año a otro; por ejemplo en los años de El Niño alcanza puntas de 1 600 m³ por segundo, mientras que en los de La Niña es mucho menor.

Se consideró que las intervenciones serían mayormente beneficiosas para las subcuencas Yapatera y Charanal, que son las más erosionadas (Figura 2). A pesar de ser las subcuencas más pequeñas y ocupar solo el 15,4 por ciento de la superficie total, juntas representan el 38 por ciento de la producción de sedimentos y suministran el 23 por ciento del agua entregada por las seis subcuencas del río Piura.

Una encuesta a casi 200 compradores potenciales de servicios de la ciudad de Piura, junto con otros estudios, indicó que la población de la cuenca estaba dispuesta a pagar por los servicios medioambientales (Cuadro 1). Más del 80 por ciento de los residentes de la ciudad encuestados confirmó su disposición a pagar. Alrededor del 66 por ciento de los encuestados pre-

fería efectuar los pagos a una institución recaudadora independiente. Otro 19 por ciento deseaba, por motivos de comodidad, efectuar los pagos en el momento de cancelar sus facturas por consumo de agua. La elección del 15 por ciento restante se repartía entre pagos a la municipalidad o al gobierno regional o a otras entidades no especificadas.

Dado que algunos grupos socioeconómicos estaban dispuestos a pagar más que otros, se estimó conveniente establecer un plan de pagos diferenciados para maximizar los ingresos del sistema. Multiplicando las cantidades que cada uno de los grupos estaría dispuesto de pagar por el número de hogares de ese grupo Cuadro 2, se calculó que la recaudación anual del sistema equivaldría a una suma superior a los 10 millones de nuevos soles, o 3,2 millones de dólares EE.UU.

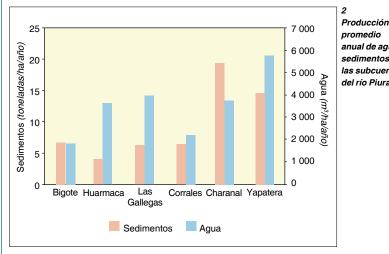
Los oferentes de servicios determinados eran propietarios de tierras situadas en la parte alta de la cuenca del río Piura que estarían en condiciones de mantener o mejorar la calidad de las aguas mediante

prácticas idóneas o un uso de la tierra diferente. Estos oferentes serían remunerados por servicios varios de reforestación y ordenación de zonas reforestadas, conservación de bosques o adopción de prácticas agroforestales. El territorio en que se encontraban los oferentes se dividió en diversas zonas de acuerdo con un modelo de planificación física diseñado según la metodología de Jiménez et al. (2006) (Figura 3), a saber:

- · zona de máxima protección medioambiental: terrenos de gran pendiente en donde el riesgo de erosión es mayor; estos terrenos se subdividen en dos subzonas:
  - zona de máxima protección 1: terrenos de pendientes mayores del 60 por ciento (40 728 ha);
  - zona de máxima protección 2: terrenos de pendientes comprendidas entre el 40 y el 60 por ciento (63 070 ha);
- zona de protección hidrológica: terrenos situados a 150 m de los cauces y manantiales y dotados de una cubierta vegetal que ofrece protección a los cauces y sirve también de hábitat y corredor para una gran diversidad de especies de flora y fauna (35 333 ha);
- · zona de conservación del servicio medioambiental: zona de bosque natural o primario que es fundamental proteger tanto para preservar la calidad de los servicios proporcionados por la cuenca como para conservar la biodiversidad (16 091 ha);
- zona de explotación sostenible: tierras utilizadas para la agricultura y la ganadería (71 696 ha).

Se ha propuesto diferentes tipos de contratos de servicios medioambientales a los oferentes con el objeto de maximizar las superficies de protección no obstante se disponga de unos recursos financieros limitados (véase el recuadro). Para conservar y mejorar los servicios medioambientales y la calidad de vida de las familias que residen en las zonas de montaña -aumentando sus ingresos-, se han creado incentivos que fomentan la adopción de prácticas idóneas para cada zona.

Basándose en los ingresos de los compradores de servicios que viven en la ciudad de Piura, y suponiendo que todas las propiedades de la cuenca han sido adscritas al sistema de pagos por servicios medioambientales, se calculó la cantidad promedio



promedio anual de agua y sedimentos en las subcuencas del río Piura

CUADRO 1. Compradores potenciales de servicios medioambientales en la zona de la cuenca hidrográfica del río Piura

Comprador determinado	Servicio medioambiental solicitado	Motivo de la compra del servicio
Gobierno regional de Puira, habitantes de la ciudad de Piura y de otras ciudades más pequeñas (Tambo Grande, Morropón, Chulucanas)	Mitigación de los riesgos de inundación	Catástrofes causadas por el fenómeno de El Niño de 1983 y 1998, con pérdidas por un total de más de 100 millones de dólares EE.UU. (CTAR, 1998)
Agricultores de las partes bajas de las montañas	Calidad y cantidad del agua, y reducción de las fluctuaciones estacionales	Mejora de los cultivos destinados a la exportación a mercados nacionales e internacionales
Empresa eléctrica Enosa	Cantidad de agua y reducción de las fluctuaciones estacionales	Producción reducida las pequeñas empresas hidroeléctricas
Empresas o industrias	Algún servicio o mejora de la imagen social	Mejoras o reducción de riesgos

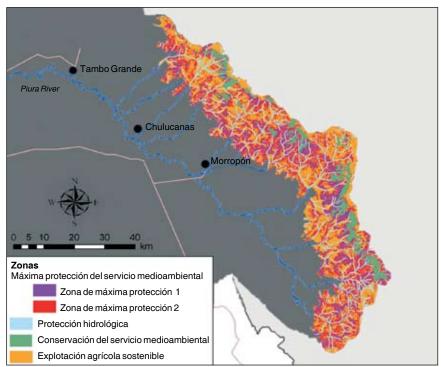
CUADRO 2. Estructura demográfica de la ciudad de Piura, por grupos socioeconómicos y la disposición de éstos a pagar por los servicios medioambientales

Gastos mensuales	Disponibilidad de pago mensual	Hogares		Habitantes	
(S/.)	promedio (S/.)	Número	Porcentaje del total	Número	Porcentaje del total
>920	29,9	7 000	9,7	39 000	10,8
636–920	17,8	20 400	28,1	97 700	27
457–636	9,4	28 000	38,6	128 100	35,4
<457	n.d.	17 100	23,6	96 900	26,8

Nota: S/.1 = \$EE.UU. 0,3194 (3/8/2007)

Fuentes: Encuesta de los autores; APOYO Opinión y Mercado, 2003; INEI, 2005.

Plano de la zona de los oferentes de servicios



#### **CUADRO 3. Opciones alternativas**

Opción	Superficies comprendidas en el plan	Superficie total (ha)	Retribución promedio (soles/ha/año)
1	La totalidad de la zona, para el mejor servicio medioambiental posible y beneficios para el mayor número de habitantes	195 945	51,2
2	La totalidad de la zona, excepto la subcuenca de Huarmaca, que recibió menor prioridad en el modelo hidrológico porque su grado de degradación era menor	130 846	76,7
3	Todas las subcuencas excepto Huarmaca	115 419	86,9
4	Unidades de respuesta hidrológica prioritarias de los cultivos de tierras altas con la mayor producción de sedimentos por hectárea, y zonas que no requieren desembolsos iniciales (bosques y zonas de protección hidrológica)	82 579	121,5

que podía pagarse por hectárea en concepto de coste de oportunidad. Se establecieron cuatro opciones alternativas con arreglo a las porciones decrecientes de superficie de cuenca (Cuadro 3). La suma promedio por pagarse por hectárea se ajustaría de acuerdo con los diferentes contratos firmados por los propietarios y dependería del tipo de tierras en su posesión y de los intereses específicos de cada propietario.

Con arreglo a la Opción 1, se estimó que se necesitaría una inversión inicial de 28,7 millones de dólares (Cuadro 4); y con arreglo a las Opciones 2 y 3 se necesitaría un desembolso análogo. Esta suma se destinaría al suministro de los materiales requeridos por los oferentes, sin que éstos deban invertir

capital inicial alguno ya que ellos mismos aportarían la mano de obra necesaria para llevar a cabo los cambios en el uso de la tierra. Una aportación de 10,9 millones de dólares del gobierno local (estimando el costo de la mano de obra a su valor de mercado) y otros 3,2 millones de dólares anuales provenientes de los compradores de servicios de la ciudad de Piura no serían suficientes para financiar la propuesta. Este costo sería también demasiado alto para atraer la ayuda internacional o un préstamo.

Las alternativas más factibles serían sin embargo la Opción 4, que consiste en las unidades de respuesta hidrológica prioritarias (definidas por el tipo de suelo, la cubierta vegetal y las condiciones meteo-

#### Tipos de contrato propuestos

#### TIPO I: PROPIETARIOS FORESTALES

- Bosque primario. La cantidad de dinero recibida por unidad de superficie debe ser igual o superior a la que un agricultor percibiría mediante el sistema de pagos por servicios medioambientales. Algunas actividades quedan restringidas.
- Bosque secundario o reforestado. La cantidad de dinero recibida debe ser menor que la que reciben los propietarios de bosques primarios, pero mayor que la de las demás categorías.

En cada uno de estos casos, se añade un incentivo suplementario cuando la propiedad se encuentra en una de las zonas de protección definidas en el plan físico.

#### TIPO II: PROPIETARIOS DE RIBERAS DE RÍO SIN VEGETACIÓN NATURAL

Los propietarios de tierras situadas a 150 m de ríos y fuentes de agua (zona de protección hidrológica) recibirán pagos similares a los indicados en el contrato de Tipo I para compensarles por los costos de oportunidad de mantener esos terrenos con una cubierta vegetal natural.

#### TIPO III: PROPIETARIOS DE TIERRAS AGRÍCOLAS

La cantidad de dinero recibida se debe ajustar para que, combinada con las ganancias de la producción, el beneficio obtenido por el propietario que ha suscrito el contrato sea mayor que el que habría obtenido eliminando el bosque.

## TIPO IV: PROPIETARIOS DE TERRENOS DE PASTOS

La cantidad de dinero ofrecida debe constituir un aliciente suficiente para inducir al propietario a adherirse al sistema. El pago se recibirá una vez que el modelo de explotación silvopastoral ha sido completado.

## TIPO V: BOSQUES Y TIERRAS COMUNALES

Los contratos anteriores se deben ajustar según se trate de tierras forestadas o de tierras forestables. El pago deberá ser percibido por el consejo municipal, el cual deberá utilizar los fondos para la conservación y ordenación de estos bosques.

CUADRO 4. Costo inicial estimado de la Opción 1, con una aportación del gobierno local en pago por la mano de obra

Zona	Superficie	Costo inicial		Costo de la mano de obra	
	(ha)	(S/. per ha)	(S/.)	(S/. per ha)	(S/.)
Máxima protección 1	28 931	792	22 913 252	173.5	5 019 507
Máxima protección 2	49 954	792	39 563 873	173.5	8 667 086
Conservación del servicio	16 091	0	0	0	0
Protección hidrográfica	35 333	0	0	0	0
Actividades agrícolas sostenibles	71 696	382.5	27 421 710	283.5	20 325 757.3
Total			89 898 835 \$EE.UU. 28 714 387		34 012 350 \$EE.UU. 10 863 787

Fuente: Elaborado en base a los modelos agrícolas y costos propuestos por la Universidad de Piura para el Programa de Desarrollo Sostenible de Ecosistemas de Montaña del Perú.

## CUADRO 5. Costos de implementación por etapas del sistema de pagos por servicios medioambientales, atendiendo a las zonas prioritarias hasta alcanzar el ideal propuesto en la planificación física

Zona	Superficie	Costo inicial		Costo de la mano de obra		
	(ha)	(S/. per ha)	(S/.)	(S/. per ha)	(S/.)	
Año 0: Opción 4 (49% de servicios medioambientales)						
Máxima protección 1	3 446	792.0	2 729 559	173.5	597 953	
Máxima protección 2	9 651	792.0	7 643 727	173.5	1 674 478.0	
Protección hidrológica	35 333	0	0	0	0	
Conservación	16 091	0	0	0	0	
Agricultura sostenible	18 058	382.5	6 906 792	283.5	5 119 512	
Total			17 280 078 \$EE.UU. 5 514 855		7 391 943 \$EE.UU.2 361 042	
Año 2: Opción 3 (68% de servicios m	edioambient	ales)				
Máxima protección 1	14 004	792.0	11 091 133	173.5	2 429 686	
Máxima protección 2	18 235	792.0	14 441 802	173.5	3 163 703	
Protección hidrológica	0	0	0	0	0	
Conservación	0	0	0	0	0	
Agricultura sostenible	26 265	382.5	10 045 716	283.5	7 446 173	
Total			35 578 651 \$EE.UU. 11 354 757		13 039 562 \$EE.UU. 4 164 934	
Año 4: Opción 2 (75% de servicios m	edioambient	ales)				
Máxima protección 1	2 045.9	792.0	1 620 376	173.5	354 968.6	
Máxima protección 2	4 818.6	792.0	3 816 363	173.5	836 034.1	
Protección hidrológica	0	0	0	0	0	
Conservación	0	0	0	0	0	
Agricultura sostenible	5 337.7	382.5	2 041 509.0	283.5	1 513 225.0	
Total			7 478 248 \$EE.UU. 2 386 647		2 704 228 \$EE.UU. 863 751	
Año 5: Opción 1 (100% de servicios medioambientales)						
Máxima protección 1	10 227	792.0	8 099 665	173.5	1 774 358	
Máxima protección 2	17 696	792.0	14 015 443	173.5	3 070 302	
Protección hidrológica	0	0	0	0	0	
Conservación	0	0	0	0	0	
Agricultura	21 350	382.5	8 165 962	283.5	6 052 845	
sostenible						
sostenible Total			30 281 070 \$EE.UU. 9 664 060		10 897 506 \$EE.UU.3 480 745	

rológicas); o un enfoque por etapas que comenzaría por las zonas de prioridad más alta (Cuadro 5); o las Opciones 2 y 3. La Opción 2 sería la más eficiente, ya que proporcionaría el 75 por ciento de los servicios medioambientales a un costo de 19,2 millones de dólares.

#### CONCLUSIONES

La puesta en práctica de un sistema de pagos por servicios medioambientales para mitigar los daños causados por el fenómeno de El Niño podría ser factible. A pesar de los altos costos iniciales, que harían descartar la posibilidad de implantar un plan óptimo de conservación, unas opciones menos completas podrían ejecutarse mediante aportaciones del gobierno o de donantes internacionales además de los pagos de los usuarios de los servicios medioambientales. Otros compradores potenciales de servicios, especialmente los agricultores de las partes bajas, que pagarían por un suministro regular de una cantidad suficiente de agua de buena calidad -y cuya aportación sería no obstante menor que la de los pobladores de la ciudad de Piura-, podrían añadir su contribución a la suma total requerida. La diferenciación de los pagos, en base a la capacidad de pago de los compradores de servicios, aumentaría los ingresos del sistema y contribuiría a la equidad social. Especialmente en los países andinos, donde las desigualdades sociales constituyen un problema común, la relación entre compradores y oferentes ayudaría a nivelar las disparidades sociales. El método que se describe aquí, pese a ser específico de la zona de cuenca del río Piura, podría también extrapolarse a otras situaciones.

Se necesitaría la asistencia del gobierno, o en su defecto la asistencia internacional, para la realización de este plan, y tal asistencia estaría justificada. Baste recordar que en 1998 el fenómeno de El Niño causó en la región de Piura daños a las infraestructuras por un valor de más de 100 millones de dólares EE.UU., cantidad mayor que la que se precisaría para ejecutar el plan propuesto. •



#### Bibliografía

**APOYO Opinión y Mercado.** 2003. *Informe Jefes de Hogar*. Miraflores, Perú.

Braud, I., Vich, A.I.J., Zuluaga, J., Fornero, L. y Pedrani, A. 2001. Vegetation influence on runoff and sediment yield in the Andes region: observation and modelling. *Journal* of Hydrology, 254: 124–144.

Consejo Transitorio de Administración Regional (CTAR). 1998. Evaluación de los daños ocasionados por el fenómeno El Niño (período de emergencia 1998). Piura, Perú, Dependiente del Ministerio de Economía y Finanzas. Disponible en: www.mef.gob.pe

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) del Perú. 2005. *Censo de 2005*. Lima, Perú. Disponible en: www.inei.gob.pe

Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). 2005. Evaluación de la vulnerabilidad física natural futura y medidas de adaptación en áreas de interés en la cuenca del río Piura. Lima, Perú. Disponible en: www.conam.gob.pe

Jiménez, L., Martínez de Anguita, P., Gómez,

I., Romero, R., Ruiz, M.A., Dunin-Borkwski, M.S. y Guerrero, D. 2006. Metodología para la zonificación del riesgo de erosión en cuencas andinas. Estudio de caso en el río Chalaco, Piura. En *Ordenación territorial y medio ambiente*. Madrid, España, Dykinson.

**López Cadenas de Llano, F.** 1990. El papel del bosque en la conservación del agua y del suelo. *Ecología*, 1: 141-156.

Martínez de Anguita, P., Rivera, S., Beneitez, J.M. y Cruz, F. 2006. Establecimiento de un mecanismo de pago por servicios ambientales sobre un soporte GIS en la cuenca del río Calan, Honduras. *Geofocus*, 6: 152-181. ◆