



Valoración de Servicios de Ecosistemas: Información de Antecedentes



Dave Batker, Isabel de la Torre y Maya Kocian

Teléfono: +1 253.539.4801

Metodología

Los ecosistemas proporcionan bienes y servicios que son valiosos y esenciales para la calidad de vida, prosperidad económica y belleza natural de nuestro planeta. Cuando se pierde inclusive uno de nuestros dos servicios de ecosistema, es a un gran costo que reemplazamos estos servicios con capital creado por el hombre.

Los servicios de ecosistemas son en gran parte servicios no de mercado y, hasta hace poco, no han sido reconocidos por su importancia local y global (Costanza et al. 1997 y Daily 1997). El trabajo de identificación, clasificación y valoración de los servicios ecológicos es constante (De Groot et al. 2002). La sofisticación y aplicabilidad de valoración de servicios de ecosistemas también se ha expandido rápidamente (Farber et al. 2002).

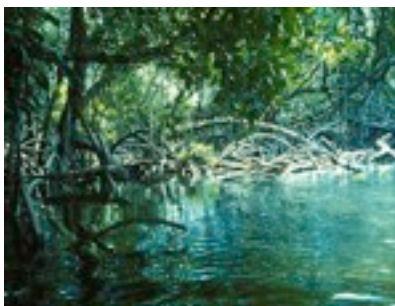
Valorar cada servicio por separado dentro de una línea divisoria de aguas sería extremadamente costoso difícil. Sin embargo, bases de datos tales como las que son mantenidas por la Universidad de Vermont Instituto Gund para Economía Ecológica y métodos para transferencia de beneficio (Desvousseges et al. 1998) aderezado la valoración de los servicios ecológicos en líneas divisorias viables. Nuevos avances importantes desarrollados por el Dr. Roelof Boumans del Instituto Gund /Economía Ecológica también han agregado la habilidad de llevar control de los cambios dinámicos en las condiciones ecológicas y en los valores del servicio del ecosistema (De Groot et al. 2002). Estos análisis del ecosistema pueden ser combinados con análisis socio económicos para dar un mejor cuadro tanto de los

costos y beneficios ecológicos como de mercado de las opciones de gestión (De Groot et al. 2000). Esta información ahora puede ser integrada en una base de conocimiento sobre líneas divisorias o ecosistemas y ha sido usada exitosamente en la administración de líneas divisorias y ecosistemas costeros (Boumans et al. 2004). Fundamentalmente, el propósito de todo este esfuerzo de expandir el análisis socio económico tradicional es el de mejorar la información disponible para los tomadores de decisiones y asegurar una mejor política, mejor restauración y mejores decisiones económicas (Bingham et al. 1995).

Adicionalmente a un análisis de servicios de ecosistema, un análisis socio económico tradicional es significativamente importante e incluiría beneficios y costos que nacen de individuos privados y corporaciones afectadas, al igual que instituciones públicas. Temas de equidad a menudo son pasados por alto en los estudios tradicionales. En lugar de una pérdida económica absoluta, como a menudo es considerada, esto resulta en una transferencia de oportunidad y desarrollo. Desarrollo que hubiera ocurrido en tierra firme ocurre 100 bienes hacia atrás o en alguna otra parte. No hay ninguna pérdida de los beneficios económicos totales sino un cambio en la distribución. La ordenanza de áreas críticas, por ejemplo, puede restringir la actividad en áreas ecológicas críticas. Un tema de equidad es el dejar ecosistemas saludables y los beneficios económicos substanciales que ellos producen para generaciones futuras. Es crucial entender las implicaciones socioeconómicas presentes y futuras de la conservación o restauración de la selva tropical en Ecuador.



Ocelot



Mangrove Forest



Macaw

Estas son las formas muy generales de capital dentro del Ecuador:

1. Capital construido por el hombre, tales como casas y carreteras;
2. Capital natural, que produce bienes y servicios de ecosistema; y
3. Capital humano y social, o comunidad.

Es importante considerar los impactos a largo plazo, Inter-generacionales de la restauración o degradación ecológica en todos los tres tipos de capital. Adicionalmente, es importante considerar la distribución de beneficios y costos a través de las diferentes comunidades (asuntos de equidad) y los cambios en las funciones ecológicas que son de valor, pero que no pueden ser fácilmente descritos en términos de dólares.

El personal de Earth Economics trabaja para estimar el valor de los servicios ecológicos dentro de un área identificada. Los datos del sistema de información geográfica (GIS, siglas en inglés) y tierra relacionada cubren clasificaciones de vegetación que son usadas con una base de datos de periódicos de artículos científicos sobre estudios de valoración de los servicios del ecosistema revisados por pares. Cada estudio usualmente examina el valor dólar por acre de un tipo de vegetación, tales como un bosque nublado o manglar con un servicio de ecosistema, tal como la prevención de inundaciones. Utilizando un método de transferencia de beneficio siempre y cuando exista un rango de valores del servicio del ecosistema dentro de toda la línea divisoria de aguas.

El método de transferencia de beneficio es como la valoración de una casa; nadie sabe el valor de una casa antes de que sea vendida. Primero se identifican los atributos de la casa, tales como el número de dormitorios y el tamaño de la propiedad al igual que el ajuste de condición (“salud”), tales como la condición del techo. Usando las ventas de casas en áreas cercanas con atributos similares, los valoradores de casas estiman el valor de la casa valorada. Como un estudio de valoración no puede ser conducido en cada humedal para cada servicio, el conjunto de estudios más cercano y más apropiado en la base de datos es seleccionado para estimar los valores del servicio del ecosistema de un humedal que no tiene un estudio de valoración específico.

Debido a que estas estimaciones son imprecisas, Earth Economics usa los valores más bajos en la base de datos para cada servicio como valor mínimo, que proporciona gran confianza para un valor de límite más bajo, y el valor más alto, que proporciona una subestimación de un límite alto. No todos los servicios pueden ser valorados. Este rango puede ser amplio, pero es mucho más informativo, veraz y defendible que escoger arbitrariamente un solo valor dólar.

Esta identificación y valoración de los servicios del ecosistema proporcionados por Yasuni o el capital natural de una línea divisoria de aguas le brinda a los tomadores de decisiones información económica crítica. Permite la primera oportunidad de tomar acciones de

valor económico de los activos naturales, el capital natural de Yasuni. Sin considerar el valor socioeconómico total de estos activos ecológicos y los bienes y servicios que ellos producen, la política económica estaría incompleta y las decisiones económicas serían claramente ineficientes.

Este análisis generalizado tiene dos falencias significativas— ni es dinámico (no proporciona tendencias en valores de servicios del ecosistema en el área examinada), ni es lo suficientemente específico en términos de espacio y tiempo como para proporcionar información suficiente para recomendaciones específicas de inversión en las acciones o alternativas de restauración. Esto podría responder a la pregunta sobre dónde deberíamos invertir para obtener el mayor valor combinado de los servicios del ecosistema. Earth Economics actualmente está trabajando en métodos, modelos y herramientas para corregir estas falencias.

2.1.1 Servicios del Ecosistema

El capital natural es capital proporcionado por la naturaleza que contribuye a nuestra economía y calidad de vida. El capital natural de la selva tropical amazónica y el sistema de Ríos incluiría a todos los ecosistemas, cuerpos de agua y formaciones geológicas dentro de los mismos. Incluye los servicios proporcionados por plantas y animales nativos, la topografía, geología, caudales de agua y nutrientes y procesos naturales (bonos o fondos) proporcionados por la naturaleza y que rinden un retorno valioso y regular de beneficios. Los servicios naturales o ecológicos son “las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales, y las especies que los conforman, sostienen y desarrollan la vida humana” (Daily 1997). Estos beneficios son recursos naturales (madera, pescado, minerales, bayas) o servicios naturales (regulación de tormentas e inundaciones, recreación, valor estético) y son proporcionados en perpetuidad y gratuitamente por ecosistemas saludables (Daly et al. 2004).

2.1.2 Bienes y Servicios del Ecosistema

Los ecosistemas brindan una variedad de bienes y servicios que las personas y las comunidades utilizan y en los cuales se apoyan no sólo para su calidad de vida, sino también para la producción económica (Daily 1997; Costanza et al. 1997). Los bienes del ecosistema, tales como medicinas o madera son familiares, pero servicios del ecosistema tales como la transportación de aguas de inundaciones a menudo son pasados por alto hasta que se pierden. La Tabla 1 proporciona una lista general de los servicios del ecosistema.

Tabla 1. Ejemplos de Servicios Naturales

Purificación del aire y el agua
Mitigación de inundaciones y sequías
Recreación
Desintoxicación y descomposición de desperdicios
Generación y renovación del suelo y fertilidad del suelo
Polinización de cultivos y vegetación natural
Control de la vasta mayoría de potenciales pestes agrícolas
Dispersiones semillas y traslocación de nutrientes
Mantenimiento de la biodiversidad
Protección de los dañinos rayos ultravioleta del sol
Estabilización parcial del clima
Moderación de los extremos en la temperatura y la fuerza del viento y las olas
Soporte de culturas humanas diversas
Provisión de belleza estética

Fuente: Daily 1997

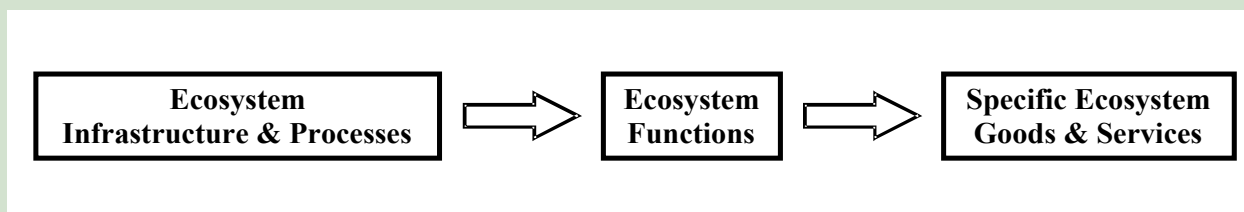


Figura 2. Relación de ecosistemas a servicios del ecosistema

Los ecosistemas tienen componentes (árboles, suelo, pendientes de colinas, caudales de agua, etc.), o infraestructura, que interactúan en procesos complejos, crean funciones y generan bienes y servicios ambientales (ver la Figura 2). La infraestructura del ecosistema está definida como los componentes físicos presentes dentro de los límites del ecosistema. La infraestructura, o activos naturales, incluyen componentes bióticos y abióticos. La infraestructura en sí es dinámica, puesto que las estructuras bióticas migran y los componentes abióticos fluyen a través de una línea divisoria de aguas, por ejemplo, a menudo a través del aire o el agua. Algunos ecosistemas están limitados por fronteras espaciales claras, otros no lo están.

En un sistema natural, interacciones entre los componentes a menudo conforman la gran totalidad en lugar de la suma de partes individuales. Cada uno de los componentes físicos y biológicos de la línea divisoria de aguas, si existiesen por separado, sería capaz de generar los mismos bienes y servicios proporcionados por los procesos y funciones de un sistema intacto de línea divisoria de aguas (EPA 2004). Similarmente, un corazón o pulmones no pueden funcionar fuera de un cuerpo humano. Una buena salud humana requiere que los órganos trabajen conjuntamente. Los servicios del ecosistema están proporcionados por sistemas de enorme complejidad. Los servicios individuales tienen influencia e interactúan entre sí, a menudo en formas no lineales (Limburg et al. 2002).

2.1.3 Resistencia

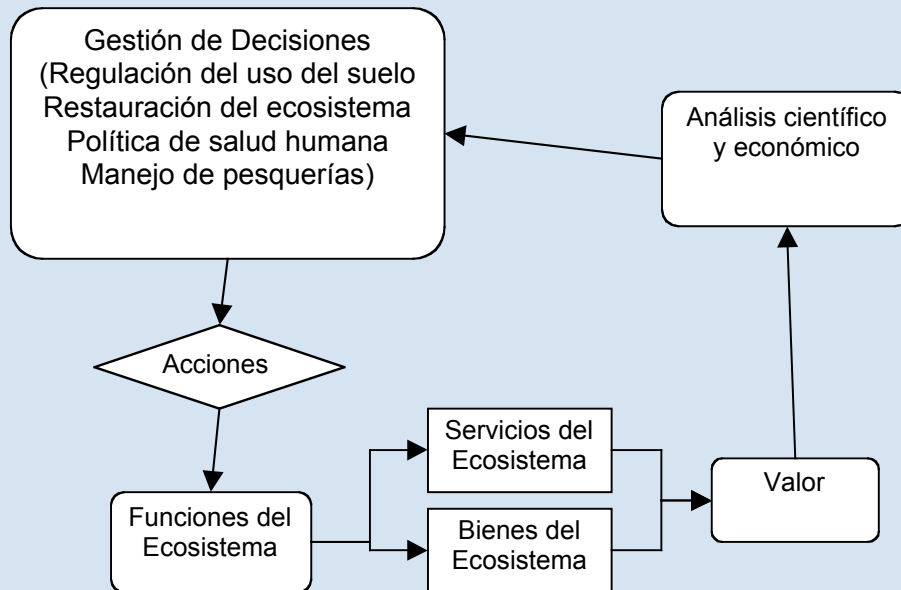
La resistencia implica el potencial de un sistema para regresar a un estado previo después de la perturbación. Se asume que un sistema es frágil cuando la resistencia es baja. Los sistemas frágiles tienden a ser reemplazados con sistemas alternativos después del disturbio. Estos sistemas alternativos a menudo producen cantidades reducidas de servicios de ecosistema y por consiguiente son de menor valor.

Los ecosistemas pueden ser sistemas resistentes o frágiles. Mientras que los signos pueden estar presentes cuando un ecosistema está al borde del colapso, hay poca ciencia disponible para mostrar el umbral mínimo de infraestructura de ecosistema necesario para detener el quebrantamiento de los servicios. Asimismo, se ha demostrado que los ecosistemas son bastante resistentes; en algunos casos la salud y servicios proporcionados por el ecosistema mejoran en gran medida cuando se inician programas de restauración.

Cuando los ecosistemas son saludables, pueden proporcionar servicios ecológicos valiosos gratuitamente y en perpetuidad. Por ejemplo, bosques saludables desaceleran el escurrimiento del agua y, en

combinación con suficientes planicies de inundación, protegen contra inundaciones. Cuando se ha perdido la cobertura del bosque y se han llenado las planicies de inundación, las inundaciones corriente-abajo se incrementan. Si las funciones naturales de prevención de inundación (brindadas gratuitamente) son destruidas, entonces los daños por inundaciones aumentarán los costos para los individuos y las comunidades. Personas naturales, firmas y gobiernos sufrirán todos los costos de los daños por inundaciones o pagarán por la ingeniería de estructuras e infraestructuras de agua de tormentas para compensar la pérdida de la función de prevención de inundación del ecosistema, previamente proporcionada gratuitamente por condiciones geomorfológicas específicas y ecosistemas saludables. Sin ecosistemas saludables, los contribuyentes tributarios, negocios y gobiernos incurrirán en daños o costos para reparar o reemplazar estos servicios del ecosistema. La restauración de especies en peligro de extinción, por ejemplo, no sólo brinda poblaciones viables de las especies en peligro de extinción, sino que también restaura ecosistemas saludables que brindan otros beneficios económicos, tales como la regulación del clima.

La Figura 3 muestra la conexión entre el análisis científico (natural, social y salud) y económico y varias decisiones de administración sobre las funciones biológicas y los servicios del ecosistema. El mejorar las funciones del ecosistema eleva el valor de los bienes y servicios que contribuyen directamente al bienestar económico, social y ecológico. La medición y reconocimiento de estos beneficios deben mejorar de manera notable los sistemas de manejo.



2.1.4 Categorizando los Servicios Ecológicos

De Groot et al. (2002) establece una lista del 23 procesos y funciones del ecosistema de los cuales derivan todos los servicios de ecosistema (ver la Tabla 2). Estos están agrupados en categorías de cuatro funciones:

- 1) regulación;
- 2) hábitat;
- 3) producción; y
- 4) funciones de información.

Las funciones de regulación y hábitat son consideradas funciones esenciales necesarias antes de que las funciones de producción e información puedan ser activas.

Las funciones de regulación son críticas para todas las otras funciones y para la provisión de bienes y servicios del ecosistema como son el aire respirable, agua limpia, madera y pescado. Estas funciones de regulación son esenciales para el mantenimiento de la vida y los sistemas de soporte de la vida. Regulan cómo se mueve el agua, los gases atmosféricos, el clima, suelos, nutrientes y desperdicios a través de los ecosistemas; esto controla la producción de bienes. Las funciones de regulación de paisajes y ecosistemas también sirven de amortiguación contra perturbaciones tales como

tormentas, inundaciones, deslaves, terremotos, erupciones volcánicas, brotes de pestes o enfermedades, y brindan servicios de polinización.

Las funciones de hábitat brindan el espacio vivible para plantas y animales nativos, refugio para aves y animales migratorios, funciones de invernadero para peces migratorios juveniles y otras especies, el mantenimiento de la diversidad y biodiversidad de las especies, y las condiciones para la reproducción de especies nativas y comerciales, tales como la medicina.

Las funciones de producción facilitan el crecimiento y producción de recursos naturales. Estos incluyen el aire respirable, suelo, provisión de vida silvestre para la casa y la pesca, la cosecha de frutas u otras plantas nativas, la producción agrícola, y recursos genéticos, medicinales y ornamentales.

Las funciones de información incluyen oportunidades para el gozo y la apreciación estética, recreación, educación, avances científicos, valor cultural y espiritual y calidad de vida.

Cuatro categorías de las funciones del ecosistema, su infraestructura y procesos y los servicios proporcionados por el ecosistema están listados en la Tabla 2.

Tabla 2. Servicios del Ecosistema

Funciones		Infraestructura y Procesos del Ecosistema	Bienes y Servicios (ejemplos)
Funciones de Regulación		<i>Mantenimiento de procesos ecológicos esenciales y sistemas de soporte de vida</i>	
1	Regulación de gas	Función de los ecosistemas en los ciclos bio-geoquímicos	Brinda la aire limpio, respirable, prevención de enfermedades y un planeta habitable
2	Regulación del clima	Influencia de la cobertura del suelo y de los procesos biológicos mediados sobre el clima	Mantenimiento de un clima favorable promueve la salud humana, productividad de cultivos, recreación, y otros servicios
3	Prevención de perturbaciones	Influencia de la estructura del ecosistema en la reducción de perturbaciones ambientales	Previene y mitiga los peligros naturales y los eventos naturales, generalmente asociados con tormentas y otro clima severo
4	Regulación del agua	Función de la cobertura del suelo en la regulación del escurrimiento y descarga de ríos	Brinda irrigación natural, drenaje, regulación de flujo de canal, y transportación navegable
5	Suministro de agua	Filtrado, recreación y almacenaje de agua fresca (ej. en acuíferos y pacas de nieve)	Provisión de agua para consumo, incluye tanto calidad como cantidad,

6	Retención del suelo	Funciones de la matriz de raíz de la vegetación y biota del suelo en la retención del suelo	Mantiene tierra arable y evita el daño por erosión, y promueve la productividad agrícola
7	Formación del suelo	Desgaste de roca, acumulación de materia orgánica	Promueve la productividad agrícola y la integridad de ecosistemas naturales
8	Regulación de nutrientes	Función de biota en el almacenaje y reciclaje de nutrientes	Promueve suelos sanos y productivos, y regulaciones de gas, clima, y agua
9	Tratamiento de desperdicios	Función de la vegetación & biota en la remoción o desglose de nutrientes y compuestos xénicos	Control de la contaminación/ desintoxicación; filtrado de partículas de polvo a través de los servicios de techo foliar
10	Polinización	Función de la biota en el movimiento de los gametos florales	Polinización de especies de plantas silvestres y cultivos cosechados
11	Control biológico	Control de la población a través de relaciones trófico- dinámicas	Brinda control de pestes y enfermedades, reduce el daño a cultivos
Funciones de Hábitat <i>Brindando hábitat (espacio habitable adecuado) para especies de plantas y animales silvestres</i>			
12	Función de refugio	Espacio habitable adecuado para plantas y animales silvestres	Mantenimiento de diversidad biológica y genética (y por ende la base para la mayoría de las otras funciones)
13	Función de invernadero	Hábitat adecuado para la reproducción	Mantenimiento de especies cosechadas comercialmente
Funciones de Producción <i>Provisión de Recursos Naturales</i>			
14	Alimentos	Conversión de energía solar a plantas y animales comestibles	Cacería, recolección de pescado, presas, frutas, etc.; granjería y acuicultura de subsistencia a pequeña escala
15	Materia prima	Conversión de energía solar en biomasa para la construcción humana y otros usos	Construcción y fabricación; combustible y energía; forraje y fertilizante
16	Recursos genéticos	Material genético y evolución de plantas y animales silvestres	Mejorar la resistencia de cultivos a patógenos y pestes
17	Recursos medicinales	Variedad en sustancias (bio) químicas, y otros usos medicinales de la biota natural	Drogas, farmacéuticos, modelos químicos, herramientas, organismos de prueba y ensayo
18	Recursos ornamentales	Variedad de la biota en ecosistemas naturales con (potencial) uso ornamental	Recursos para la moda, manualidades, joyas, mascotas, adoración, decoración y recuerdos
Funciones de Información <i>Brindando oportunidades para el desarrollo cognitivo</i>			
19	Información estética	Características de paisajes atractivos	Disfrute del paisaje
20	Recreación	Variedad en paisajes con (potencial) uso recreativo	Viajes a ecosistemas naturales para el ecoturismo, deportes al aire libre, etc.

21	Información cultural y artística	Variedad en características naturales con valor cultural y artístico	Uso de la naturaleza como motivos en libros, filmaciones, pintura, folklore, símbolos nacionales, arquitectura, publicidad, etc.
22	Información espiritual e histórica	Variedad en características naturales con valor espiritual e histórico	Uso de la naturaleza para fines religiosos o históricos (es decir, valor patrimonial de ecosistemas y características naturales)
23	Ciencia y educación	Variedad en la naturaleza con valor científico y educativo	Uso de sistemas naturales para excursiones escolares, etc. Uso de la naturaleza para la investigación científica

Table 2. Ecosystem Services

Al revisar los servicios ecológicos presentes en la cuenca de la Amazonia ecuatoriana, por ejemplo, es importante considerar dos factores claves que tienen impacto sobre la habilidad de la cuenca para producir servicios ecológicos. El primero es la cantidad de cobertura del suelo no desarrollada dentro de la cuenca, y el segundo es la calidad, condición o salud de los ecosistemas. Suelos desarrollados y parcialmente desarrollados también pueden producir cantidades significativas de servicios de ecosistema si el hábitat crítico es preservado y otras funciones del ecosistema son preservadas y restauradas con un desarrollo apropiado. El desarrollo propio de los servicios y funciones del ecosistema a menudo es muy costoso porque los servicios de ecosistemas perdidos tienen que ser reemplazados o se tiene que incurrir en costos. Por ejemplo, en un daño por inundación, es necesario un seguro contra inundaciones o una ingeniería de prevención de inundaciones si las funciones naturales de protección contra inundaciones se han perdido.



2.1.5 Cobertura de Suelo y Servicios Ecológicos

Los servicios ecológicos son producidos por ecosistemas. Una verificación completa del campo de ecosistema del Ecuador sería el mejor método para examinar los servicios del ecosistema, pero también sería muy costoso y demorado. En su lugar, las calificaciones de la cobertura del suelo fueron usadas para definir los ecosistemas, mientras que los indicadores de salud del ecosistema derivan de datos remotos (GIS, siglas en inglés). Por ejemplo, aunque la clasificación del suelo para un bosque recientemente

talado es la misma que para un bosque de crecimiento antiguo, no entregan los mismos servicios. Los datos GIS para el Parque Nacional Yasuní incluyen edades de existencia de bosques, a cada clasificación de edad le es asignado un coeficiente de salud del ecosistema según la efectividad de la provisión de servicios del ecosistema. Por ende, un área recientemente talada tiene un valor de protección contra inundaciones de cero, porque no brinda ningún beneficio de protección contra inundaciones, mientras que un bosque de crecimiento antiguo proporciona el máximo beneficio de protección contra inundaciones para un bosque (idealmente, esto podría ser fortalecido con datos topológicos, y esto será incluido en la siguiente generación de modelos de servicio de ecosistema bajo construcción). Este es un

método aceptado para establecer un medidor de la salud del ecosistema y un rango de valores para los servicios del ecosistema (Darwin et al. 1996). Una valoración reciente de los servicios ecológicos en Massachusetts indicó que el 85% del valor creado por servicios ecológicos era generado por humedales, bosques y cuerpos de agua en contraste con el suelo que había sido alterado por el desarrollo (Breunig 2003). En general, los bosques, áreas costeras y de esteros, y humedales son algunos de los generadores más prolíficos de los servicios ecológicos (Costanza et al. 1997). Debido a que la mayor amenaza a los servicios del ecosistema es la destrucción del hábitat causada por los cambios en el uso del suelo (Pearce 2001; Heal 2000), es valioso examinar las tendencias que pueden impactar los servicios ecológicos

producidos dentro del Parque Nacional Yasuní con el paso del tiempo.

Tradicionalmente, la pérdida de servicios ecológicos no ha sido contada durante las decisiones de desarrollo, causando costos incrementados para el remplazo de servicios de ecosistema perdidos, incluyendo drenaje del agua de tormentas, asimilación de desperdicios, protección contra inundaciones, restauración de especies amenazadas y otros. El cambio en la cobertura del suelo reducirá los servicios ecológicos

2.2.1 Valoración de los servicios ecológicos

Antecedentes

Unidades de Valoración

Para medir el valor de los servicios ecológicos los científicos y economistas a menudo describen el flujo de servicio (las acciones proporcionan un flujo de beneficios físicamente medibles, cuyos servicios proporcionan un flujo de beneficios no necesariamente físicamente medibles, tales como el valor estético o la protección contra tormentas) en términos del valor dólar que genera por unidad de área en un periodo de tiempo dado. Para poder estandarizar el lenguaje en el cual son descritos los servicios ecológicos, los investigadores están cada vez más expresando el valor rendido por los servicios ecológicos en dólares por hectárea por año (De Groot et al. 2002). Una hectárea es equivalente a 2.471 acres (Conversiones Métricas n.d.). Sin embargo, debido a que un sinnúmero de estudios de valoración fueron conducidos antes de que los investigadores empezaran a trabajar para estandarizar las mediciones de los servicios ecológicos, la mayoría, pero no todos los estudios que utiliza Earth Economics están dentro de ésta metodología estandarizada.

Dificultades en la Valoración de Dólar e Identificación de Servicio

Aunque son fácilmente identificados como valiosos, muchos servicios ecológicos son difíciles de valorar. El valor cultural de Yasuní — para los indígenas y otros residentes— es obvio, muy grande y difícil de vincular con un valor en dólares. Aspectos de valor estético encaran la misma problemática (incremento en valores de vivienda debido a la vista o al paisaje proporciona un valor dólar para una porción del valor estético total). Adicionalmente, muchos servicios ecológicos pueden no ser identificados. La total importancia de la capa de ozono no era conocida hasta los años 80, mientras que los químicos que destruyen el ozono han sido producidos desde 1930.

producidos dentro de la línea divisoria de aguas. Es vital para el desarrollo económico mantener una escala sustentable de capital natural crítico, ecosistemas y funciones. Caso contrario, los beneficios de los servicios ecológicos en el presente y a través del tiempo se irán erosionando y los costos para reemplazar estos servicios o para vivir sin ellos se incrementarán sustancialmente. Para entender completamente la importancia de capital natural, es importante valorarlo.

Valor a través del Tiempo

La vasta mayoría del valor proporcionado por un ecosistema saludable se guarda en el futuro indefinido. Hoy en día, desgarramos una delgada tajada anual de beneficios de esta corriente continua de 23 servicios. La gran mayoría de los beneficios que brinda un ecosistema están en el futuro. Esto es diferente a los recursos no-renovables que son convertidos en productos no utilizables, tales como la quema de gasolina, o un vehículo nuevo que se depreciará y eventualmente será reciclado o desechado. Los beneficios primordiales del capital no-renovables y desarrollado por el hombre se guardan mucho más cerca al presente. Esta es una distinción importante de capital creado por el hombre. Adicionalmente, el valor no es fijado en el tiempo. En total, los valores de muchos servicios ecológicos se están incrementando rápidamente mientras se vuelven cada vez más escasos (De Groot et al. 2002).

Los ecosistemas tienen cualidades que son diferentes de los bienes capitales producidos por el hombre. Los ecosistemas son auto-organizadores, no se desprecian. Si son saludables, los ecosistemas proporcionan bienes servicios virtualmente en perpetuidad. Los ecosistemas guardan vastas cantidades de valores en un futuro distante. Por estas razones, se ha sugerido que la producción del valor de los servicios de ecosistemas sea tratado con un índice de descuento muy bajo, de cero o inclusive negativo.

El propietario actual de un vehículo será el beneficiario primario del uso de ese carro, no las generaciones futuras. La mayor parte del valor de un carro se habrá agotado dentro de veinte años o menos. Sin embargo, la mayoría del agua proporcionada por la línea divisoria de aguas amazónica a lo largo de la vida geológica de la línea divisoria de aguas, en un futuro distante, y en los próximos 20 años representa solamente una porción muy pequeña de los beneficios de agua totales que se producirán.

La mayor parte del valor que produce un vehículo es para el usuario actual, mientras que la gran mayoría del valor que produce un ecosistema saludable es reconocido por las generaciones futuras. Esto no significa que los beneficios actuales de los servicios del

ecosistema son triviales o no-esenciales. Debido a que los ecosistemas (capital natural) son no-comerciales, física y económicamente diferentes al capital construido, requieren un análisis diferente al de los bienes de mercado.

Nosotros somos la Generación Futura de Nuestros Abuelos

Eventualmente, los costos a largo plazo recaen sobre alguien, y el costo de perder la salud del ecosistema impacta a todos. Los costos actuales para la restauración de manglares, purificación de agua, agua de tormentas, protección contra inundaciones y limpieza de desechos tóxicos son en parte el resultado de decisiones pasadas y descontaron los costos para generaciones futuras, incluyendo la nuestra.

Los Rangos de Valores son Subestimaciones

Las estimaciones en dólar del valor producido por sistemas naturales son inherentemente subestimaciones. No todos los valores pueden ser identificados (en los años 30 nadie sabía que la capa de ozono los estaba protegiendo contra mortales rayos ultravioleta). No todos los valores que son identificables pueden ser valorados. Muchos estudios usados son fechados y los valores de los servicios del ecosistema se han elevado más rápido que la inflación. La vasta mayoría del valor de los recursos renovables yace en el futuro distante por estas razones, los rangos altos y bajos en el valor son subestimaciones del verdadero rango en el valor de los ecosistemas. Por ejemplo, valores en dólar pueden ser establecidos para servicios de filtración de agua proporcionados por un bosque, en cambio, es muy difícil capturar totalmente el valor dólar del placer estético que ganan los humanos al contemplar un bosque. La mayoría de los aspectos valiosos de la función del bosque al dar soporte a la intrincada telaraña de la vida no puede ser valorada monetariamente en la actualidad.

Las valoraciones de los servicios de ecosistemas no están pretendidas para capturar todo el valor, sino más bien para servir como marcadores en alguna parte por debajo del valor mínimo del verdadero valor social, ecológico y económico del servicio ecológico. En completas y perfectas como son estas valoraciones, proporcionan una mejor estimación, más informada de los beneficios económicos que brinda en los ecosistemas que un valor de cero, que a menudo ha

sido el valor económico adscrito a los ecosistemas y a los bienes y servicios que ofrecen.

2.2.2 Técnicas de valoración

Las técnicas de valoración usadas para valorar los servicios ecológicos desarrollados dentro de la economía de recursos ambientales y naturales son ampliamente aceptadas por la profesión de economía y en varias Cortes de la Ley. Todos los documentos de referencia y estudios de valoración en este documento fueron revisados por pares y publicados en diarios académicos. La Tabla 8 muestra las técnicas de valoración. La mayoría de las técnicas de valoración usadas en los estudios a los cuales se ha hecho referencia en este documento involucran la fijación de precios directa del mercado, reemplazo y costos evitados, y costos de viaje. En unos pocos casos, se usan cifras de valoración contingente.



Valores Directos	
Precio de Mercado	Los precios fijados en el mercado apropiadamente reflejan el valor para el "comprador marginal". El precio de un bien nos dice cuánto ganaría la sociedad (o perdería) si un poco más (o menos) del bien estuviera disponible.
Valores Indirectos	
Costo evitado	Valor de costos evitados por servicios de ecosistema en los que se hubiera incurrido en ausencia de esos servicios. Una línea divisoria de aguas superior purifica naturalmente el agua gratuitamente. Si se removiera, se necesitaría plantas de filtración y tratamiento mucho más costosas.
Costo de Reemplazo	El costo de reemplazar los servicios del ecosistema con sistemas hechos por el hombre. Por ejemplo, ciclado de nutrientes el tratamiento de desperdicios puede ser reemplazado con sistemas de tratamiento costosos.
Factor de Ingreso	El realce del ingreso por la provisión de servicios del ecosistema. Por ejemplo, la mejora en la calidad del agua incrementan el valor comercial de las pesquerías y los ingresos de los pescadores.
Costo de Viaje	Costos de viajes requeridos para consumir o disfrutar de los servicios del ecosistema. Los costos de viajes pueden reflejar el valor implicado del servicio. Por ejemplo, las áreas de recreación atraen a visitantes lejanos cuyo valor colocado en esa área tiene que ser por lo menos lo que ellos están dispuestos a pagar por viajar hacia allá. Los gastos identifican una frontera más baja de lo que los visitantes están dispuestos o en capacidad de pagar.
Precio Hedónico	El reflejo de la demanda del servicio en los precios que las personas pagarán por bienes asociados. Por ejemplo
Valoración Contingente	Valor por demanda de servicio al plantear escenarios hipotéticos que tienen cierto valor para el uso alternativo de suelos. Por ejemplo, las personas estarán dispuestas a pagar una incrementada conservación de playas y costas.
Valoración de Grupo	Discurso basado en la valoración contingente, usualmente reuniendo a un grupo de actores para discutir los valores y determinar la voluntad o predisposición de la sociedad a pagar.

Tabla 8. Métodos de Valoración y Metodología

Valor de Uso Directo

El valor de uso directo involucra interacciones inmediatas con el ecosistema en lugar de a través de los servicios que proporciona. Puede ser para uso de **consumo**, tal como la cosecha de árboles o de pescado, o puede ser para el **no-consumo**, tales como escalar, observar aves o actividades educativas.

Valor de Uso Indirecto

El valor de uso indirecto es un beneficio recibido sin la interacción directa con el ecosistema. Por ejemplo, esto incluye la prevención de inundaciones, los servicios de filtración, almacenaje y liberación de agua, y la provisión de un suministro de agua limpio, confiable para aquellos que se encuentran corriente abajo. Las personas corriente abajo que se benefician de la protección contra inundaciones no necesitan ir a la línea divisoria de aguas superior para tenerla. Los estudios pueden derivar valores de precios de mercado asociados, tales como valores de propiedad o costos de viaje. Los valores también pueden derivarse de los

costos sustitutos— por ejemplo, del costo para construir una planta de filtración de agua cuando los servicios naturales de filtración de agua del ecosistema se han perdido. La valoración contingente es un método adicional que involucra el preguntarle a personas individuales o grupos que es lo que están dispuestos a pagar por un buen servicio.

2.2.3 Revisión de la Literatura de los Servicios del Ecosistema

Un gran número de estudios examinan el valor económico de los servicios ecológicos. Estos estudios pueden ser el uso del suelo, y tipo de vegetación, o basados en los servicios. Unos cuantos estudios de servicios y valoración son analizados a continuación.

Protección contra Tormentas y Protección contra Inundaciones

El manejo de aguas-lluvias y la protección contra inundaciones que brindan los humedales y otros ecosistemas son de un gran valor (Farber et al. 1987;

Kenyon et al 2001; Thibodeau et al. 1981). Los humedales en los Estados Unidos bordeando el Golfo de México, por ejemplo, amortiguan huracanes y picos en las marejadas. Consecuentemente, como los amortiguadores en los humedales entre el Golfo de México y Nueva Orleans se han perdido, el daño causado por tormentas se ha incrementado dramáticamente. Los humedales existentes evitan miles de millones de dólares en daños causados por tormentas en cada tormenta.

La ciudad de Bahía de Caráquez, después de haber sufrido deslaves especialmente severos en 1998, se comprometió en crear una comunidad ecológicamente sostenible. Personas de todas las edades participaron en la “re vegetación” de las laderas de las colinas circundantes, y la ciudad se ha comprometido a restaurar los manglares cercanos al igual que llevar a cabo futuros eco-proyectos, tales como un parque eco-urbano, mejorando la provisión de agua local, proporcionando carriles para peatones y ciclistas, y ofreciendo fuentes de energía alternativas (Berg 2001).

Un estudio en el bosque nublado de los Andes en el Estado de Mérida, Venezuela, encontró que las tierras se transformaron de bosque nublado a pasto kikuyu que retenía mucha menos agua que el bosque, la pérdida es equivalente a hasta un mes de precipitaciones. Adicionalmente, el suelo del bosque retenía el agua de manera mucho más efectiva que el pasto (Ataroff and Rada 2000). La pérdida de agua indica que los bosques naturales ayudan a prevenir la escasez de agua, un creciente problema que cada vez se hace más preocupante alrededor del mundo, exacerbado por el inadecuado manejo ambiental. Estudios sobre el valor de los bosques tropicales / humedales muestran la protección de establecimientos humanos contra la erosión, inundaciones, deslaves, etc. Un estudio en el Estado de Washington evaluó el valor de la protección de los humedales contra inundaciones en \$41,300 – \$48,200 por acre (Leschine et al. 1997). Similarmente, un borrador de estudio conducido en Portland, Oregón indica que la creación de un humedal para evitar la inundación en un área frecuentemente inundada del Sureste de Portland evitaría daños que ascienden a más de \$500,000 por inundación. Esta cifra está basada en daños reales a los propietarios de viviendas locales en anteriores inundaciones en el área (Rojas-Burke 2004).

Calidad y Suministro de Agua

La regulación de la calidad y suministro de agua es quizás el servicio de ecosistema más reconocido y estudiado. Estudios han demostrado que el valor de las mejoras en la calidad del agua para áreas específicas va desde los \$100 hasta más de \$1,000 por hectárea

(Bockstael et al. 1988; Bouwes et al. 1979; Ribaud et al. 1984; d’Arge 1989; Desvousages et al. 1987; Cho 1990). Se estima que los amortiguadores de bosque ribereños reducen los niveles de escurrimiento de nitrato en un 84% y reducen el sedimento en más del 80% (Northeast Midwest Institute 2004).

Los sistemas de purificación de agua proporcionados por los ecosistemas naturales son mucho menos costosos que los establecimientos de filtración y tratamiento de agua. La ciudad de Nueva York proporcionó más de \$1.5 mil millones de dólares para medidas de conservación de líneas divisorias de aguas para restaurar la filtración de los ecosistemas naturales para satisfacer los estándares de calidad de agua, en lugar de decidir gastar \$8 mil millones (aparte de costos anuales de mantenimiento) para construir una planta de filtración (Krieger 2001). Otras jurisdicciones han seguido un patrón similar. Para evitar la necesidad de construir una planta de filtración de agua de \$200 millones con gastos adicionales de operación y mantenimiento, Portland, Oregón gasta \$920,000 cada año para proteger y restaurar la línea divisoria de aguas llamada Bull Run, manteniendo la filtración natural de su suministro de agua potable (Krieger 2001). Los costos operativos anuales de la filtración artificial de agua varían. Sólo los costos operativos anuales estimados para los establecimientos de filtración de agua en Portland, Maine fueron de \$750,000, \$3.2 millones en Salem, Oregón, y \$300 millones en la ciudad de Nueva York (Krieger 2001). Los ecosistemas saludables de líneas divisorias de aguas proporcionan permanentemente servicios de filtración, en gran parte gratuitamente sin costos de capital, mantenimiento u operación.

Árboles: Agua de Precipitaciones, Regulación del Clima, y Remoción de Contaminantes Atmosféricos

Los ecosistemas saludables brindan muchos servicios. Dentro de estos sistemas, los árboles proporcionan un sinnúmero de servicios de ecosistema críticos, y la regulación del clima y el aire también han sido valorados. Un acre de bosque puede eliminar 40 toneladas de carbono del aire y producir anualmente 108 toneladas de oxígeno (Northeast Midwest Institute 2004). Los valores de mercado del secuestro de carbono van desde \$10–100 por tonelada (Antle et al. 1999; McCarl et al. 2000; Haener et al. 2000) y \$650 a \$3,500 por hectárea (Bishop et al. 2002).

El nivel de servicio diferirá en base a la estructura del ecosistema (Bishop et al. 2002). Por ejemplo, una plantación de árboles de monocultivo de 10 años no producirá el mismo conjunto de servicios que un bosque tropical natural de crecimiento antiguo. El potencial para el secuestro de carbono en los bosques

secundarios ecuatorianos de altitud elevada varía con la antigüedad de sus árboles (Fehse et al. 2002). El uso de los bosques secundarios como lavatorios de carbono es una alternativa factible y económica para el secuestro temporal del carbono por los humanos (de Koning et al. 2005). Réditos adicionales de ese secuestro de carbono, como han sido generados por el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto (Clean Development Mechanism of the Kyoto Protocol), pueden hacer a la reforestación competitiva con otros usos de tierra ecológicamente dañinos, tales como pasto para ganado (Olschewski et al. 2005). El secuestro de carbono en King County, Estado de Washington fue estimado en alrededor de 56 millones de toneladas métricas en el 2000, y se ha pronosticado que llegue a un promedio de alrededor de 68 toneladas por acre en el 2005, pero el servicio varía significativamente entre los tipos de crecimiento (Turnblom et al. 2002).

La purificación y recuperación de nutrientes móviles – servicios de tratamiento de desperdicios – brindados por los bosques han sido valorados en \$35 por acre (Loomis et al. 2000).

Usando el análisis de la cobertura del suelo, un reporte de 1998 por American Forests (Bosques Americanos) relacionó los cambios en la cantidad de vegetación y cobertura de árboles en la región Puget Sound con el manejo del agua de tormentas y la calidad del aire. El reporte colocó un valor económico sobre la ecología de las partes más urbanizadas de la línea divisoria de aguas de Puget Sound en el Estado de Washington. El análisis valoró la calidad del aire por los contaminantes que fueron eliminados por la cobertura foliar de las copas de los árboles en \$166.5 millones anualmente, y estimó que los beneficios por las aguas de tormentas llegaban a \$5.9 mil millones. Se calcula que el área boscosa ahorra alrededor de \$21,000 por acre en los costos de retención del agua de tormentas al capturar hasta un 50% de precipitación en la región (American Forests 1998).

Cabe recalcar que en la Sierra Andina, un incremento en la deforestación resulta en índices más elevados de erosión del suelo, especialmente en áreas con pendientes pronunciadas, tales como la Paute. La erosión existente ha causado problemas corriente abajo, particularmente en la reserve hidroeléctrica Paute. Un sedimento incrementado reduce la confiabilidad de la producción de energía ya que interfiere con los equipos, incrementa los costos de drenaje, y posiblemente acorta la vida del complejo. La protección de los bosques de las líneas divisorias de aguas existentes y la reforestación reduce los costos para el complejo y evita la perturbación local por la pérdida de sus servicios (Southgate and Macke 1989).

Tratamiento de Desperdicios

Los humedales brindan otra función importante para purificar el agua. En los Estados Unidos un estudio de 1990 encontró que el pantano de 11,000-acres, Congaree Bottomland Hardwood Swamp, en Carolina del Sur eliminaba la misma cantidad de contaminantes que el equivalente a una planta de tratamiento de agua servida de \$5 millones (EPA 2003). Un estudio en Georgia reveló que un humedal de 2,500-acres les ahorra a los contribuyentes \$1 millón en costos de reducción de contaminación del agua (EPA 2003).

Tierras agrícolas

Un estudio basado en el uso del suelo y políticas (Ribaud et al. 1989) estimó el siguiente beneficio promedio por acre de tierra agrícola bajo el Programa de Conservación de Reserva de los Estados Unidos: \$36 para productividad del suelo, \$79 para calidad del agua, \$12 para calidad del aire y \$86 para la vida silvestre. La tala de áreas forestadas relativamente no adecuadas para la agricultura es algo común en el Ecuador, creando costos elevados de oportunidad. El mismo Ministerio de Agricultura estimó que si el 84% del suelo en la parte noreste del país no fuera talada para el uso agrícola debido a la erosión, mal drenaje, y fertilidad limitada. El posible ingreso en esas áreas, por la alta diversidad biológica, supera los retornos generados por cualquier uso deforestado. (Southgate and Whitaker 1992).

Polinización

Las abejas han sido valorados como polinizadoras naturales para las tierras de cultivos de los Estados Unidos en \$9 - \$20 por hectárea, y los servicios de polinización brindados a la agricultura de los Estados Unidos por todos los otros polinizadores están calculados en más de \$4 mil millones anualmente (Southwick et al. 1992). Los servicios de polinización proporcionados por los bosques cercanos a pequeñas haciendas cafeteras en el Ecuador están valorados en \$36 por hectárea con un margen de distancia de bosque de 32 hectáreas. Una deforestación completa llegaría a un monto de pérdida de \$49 por hectárea. Los sistemas intensivos del manejo de café causan una pronunciada declinación en el ingreso neto cuando bosques adyacentes son destruidos; aunque, cuando esa tierra es puesta a su siguiente mejor uso, entonces los réditos exceden a la pérdida. Una solución para motivar la protección de los bosques restantes podría ser el alentar la demanda de café cultivado en la sombra (Olschewski et al. 2006).

Control de Plagas

Los sistemas naturales también brindan servicios de control contra plagas. Las estimaciones indican que costaría más de \$7 por acre reemplazar con pesticidas químicos los servicios de control contra plagas brindados por las aves en los bosques (Krieger 2001).

Valor Recreacional

Otros servicios valiosos que brindan los ecosistemas es la recreación. Usos tales como la pesca y la caza han sido valorados en \$3 y \$54 por viaje (Adamowicz 1991). El sector de pesca y vida silvestre es una principal fuerza económica en Washington. Más de \$854,000 fueron invertidos en el 2002 sólo en la pesca recreativa, mientras que un adicional de \$980 millones fue invertido en la observación de la vida silvestre y \$408 millones en la caza (WDFW 2002). La pesca comercial agregó \$140 millones a la economía de Washington en el 2002 (WDFW 2002). Por sí sola la observación de la vida silvestre genera significativamente más ingresos para la economía de Washington que la industria de manzanas y genera más de 21,000 plazas de empleo en el estado— más que cualquier otro empleador en Washington aparte de Boeing (WDFW 1997). Estudios han encontrado que la calidad de agua para fines recreativos está valorada en \$10 y \$80 por año (Adamowicz 1991).

Valor Estético

Las selvas tropicales, humedales, y otros ecosistemas saludables también brindan valor estético. Los precios más elevados de las propiedades que se encuentran alrededor de los humedales y bosques refleja este fenómeno en los Estados Unidos. Un estudio en el área de Portland, Oregón encontró que los valores de propiedades residenciales se incrementaba \$436 por cada 1,000 pies en los que una propiedad se acerca más a un humedal (Mahan et al. 2000). Investigaciones adicionales también han evaluado cómo otras amenidades ambientales realzan los valores de las propiedades (Crompton 2001; Anderson et al. 1988; Laverne et al. 2003; Dorfman et al. 1996). En el Ecuador, los réditos que la selva tropical amazónica y las islas Galápagos generan de las actividades de turismo es un claro ejemplo del valor estético.

Uso en el Hogar

Los Huaorani que viven en el Parque Nacional Yasuní y una Reserva Étnica Huaorani han tomado ventaja de la diversidad de las especies del Amazonas. Se ha documentado que los Huaorani tienen 191 usos diferentes para 37 especies de Palma, incluyendo alimento, construcción de vivienda, utensilios domésticos, y utensilios de caza y pesca (Macía 2004).

2.2.4 Valoración de Contingencia, Restauración y Conservación de Especies

La valoración de contingencia valora los bienes no-mercado al entrevistar a los actores humanos. Las valoraciones del hábitat dependen de las especies para las cuales es el hábitat, y el uso de esas especies para la demanda humana. Muchos hábitats son valorados en base a las especies usadas para el consumo, tales como las ostras y la producción de otros mariscos. (Batie et al. 1978). Muchos otros hábitats son protegidos por su valiosa mega fauna y especies en peligro de extinción protegidas (ocelote, tapir de montaña, mono aullador). Estudios de valores de viviendas en el Pacífico Noroeste reflejan fuertes preferencias hacia la protección de bosques, peces y vida silvestre. En un estudio de función de esteros, residentes del área Tillamook, Oregón estimaron el valor de cada acre adicional de hábitat de salmón en aproximadamente \$5,000 (Gregory et al. 2001). Olsen y otros (1991) encontraron que los hogares en el Pacífico Noroeste estaban dispuestos a pagar entre \$26 y \$74 al año para doblar el tamaño de las corridas de salmón y steelhead en el río Columbia (Quigley 1997). Otro estudio encontró que las viviendas en Oregón estaban dispuestas a pagar \$2.50 a \$7.00 al mes para proteger o restaurar el salmón, un valor acumulativo de \$2 millones a \$8.75 millones de dólares al mes (ECONorthwest 1999). El valor medio anual por vivienda de restauración del río y pesca en la Península Olímpica fue de \$59 en el Condado de Clallam y \$73 para el resto de Washington (Loomis 1996). Otro estudio encontró que los hogares de Oregón estaban dispuestos a pagar \$380 anualmente para incrementar la conservación de los bosques de crecimiento antiguo, \$250 al año para incrementar la protección de las especies en peligro de extinción, y \$144 para incrementar la protección del hábitat del salmón (Garber-Yonts et al. 2004).

Referencias

- Adamowicz, W. 1991. Valuation of environmental amenities. *Canadian Journal of Agriculture Economics* 39: 609-618.
- American Forests. 1998. *Regional ecosystem analysis Puget Sound metropolitan area: Calculation the value of nature*. American Forests, Washington D.C. http://www.americanforests.org/downloads/rea/AF_PugetSound.pdf (accessed June 2004).
- Anderson, L. and H. Cordell. 1988. Influence of trees on residential property values in Athens, Georgia: A survey based on actual sales prices. *Landscape and Urban Planning* 15: 153-164.
- Antle J. and S. Capalbo. 2002. Agriculture as a managed ecosystem: Policy implications. *Journal Of Agricultural And Resource Economics* 27(1): 1-15.
- Antle, J., S. Capalbo, J. Johnson and D. Miljkovic. 1999. The Kyoto Protocol: Economic Effects of Energy Prices on Northern Plains Dryland Grain Production. *Agricultural and Resource Economics Review*, April 28, 1999.
- Ataroff, Michele, and Fermín Rada. 2000. Deforestation Impact on Water Dynamics in a Venezuelan Andean Cloud Forest. *Ambio* 29: 440-444.
- Batabyal, A., J. Kahn, and R. O'Neill. 2003. On the scarcity value of ecosystem services. *Journal of Environmental Economics and Management* 46: 334-352.
- Batie, S. and J. Wilson. 1978. Economic values attributable to Virginia's coastal wetlands as inputs in oyster production. *Southern Journal of Agricultural Economics*: 111-118.
- Berg, Peter. 2001. Conservation, Preservation, and Restoration in Ecuador. *Earth Island Journal* 16(1): 25-28.
- Bingham, G., R. Bishop, M. Brody, D. Bromley, E. Clark, W. Cooper, R. Costanza, T. Hale, G. Hayden, S. Kellert, R. Norgaard, B. Norton, J. Payne, C. Russell and G. Suter. 1995. Issues in ecosystem valuation: improving information for decision making. *Ecological Economics* 14: 73-90.
- Bishop, J. and N. Landell-Mills. 2002. Forest Environmental Services: An Overview, in *Selling forest environmental services*, ed. S. Pagiola, J. Bishop, & N. Landell-Mills. Sterling, VA: Earthscan Publications Limited.
- Blamey, R. 1996. Citizens, consumers, and contingent Valuation: Clarification and the expression of citizen values and issue-opinions in Forestry, Economics, and the Environment, ed. W. Adamowicz et al. Wallingford: CAB International.
- Bockstael, N., K. McConnell and I. Strand. 1988. Benefits from Improvements in Chesapeake Bay Water Quality, Benefit Analysis Using Indirect or Imputed Market Methods, in EPA Agreement No. 811043-01-0, U.S., Vol. 3. Washington D.C.: Environmental Protection Agency.
- Boumans, R., R. Costanza, M. Wilson and S. Liu. 2004. Integrated assessment and valuation of ecosystem goods and services provided by coastal systems. *Biology and the Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy, Dublin Ireland* (accepted and in press).
- Bouwes, N. and R. Scheider. 1979. Procedures in estimating benefits of water quality change. *American Journal of Agricultural Economics*: 534-539.
- Bolund, P. and S. Hunhammar. 1999. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics* 29: 293-301.
- Bowker, J., D. English and J. Donovan. 1996. Toward a value for guided rafting on southern rivers. *Journal of Agricultural and Applied Economics* 28(2): 423-432.
- Brand, D. 2002. Investing in the environmental services of Australian forests. In *Selling Forest Environmental services*, in *Selling forest environmental services*, ed. S. Pagiola, J. Bishop, & N. Landell-Mills. Sterling, VA: Earthscan Publications Limited.
- Brown, R. and K. Marshall. 1996. Ecosystem management in state governments. *Ecological Applications*, 6(3):721-723.
- Breunig, K. 2003. *Losing Ground: At What Cost? Technical Notes*. Boston: Mass Audubon.

- Cho, Y. 1990. Willingness to pay for drinking water quality improvements: A contingent valuation study for southwestern Minnesota. Graduate thesis, University of Minnesota.
- Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. O'Neill, J. Paruelo, R. Raskin, P. Sutton, and M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.
- Crompton, J. 2001. The impact of parks and open space on property values and the property tax base. Ashburn, VA: National Recreation and Park Association. <http://rptsweb.tamu.edu/faculty/pubs/property20value.pdf> (accessed June 2004).
- D'Arge, R. and J. Shogren. 1989. Okoboji experiment: Comparing non-market valuation techniques in an unusually well-defined market for water quality. *Ecological Economics* 1(1): 251-259.
- Darwin, R., M. Tsigas, J. Lewandrowski, and A. Raneses. 1996. Land use and cover in ecological economics. *Ecological Economics*, 17(3): 157-181.
- Daily, G., ed. 1997. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington D.C.: Island Press.
- Daily, G. and K. Ellison. 2002. *The New Economy of Nature*. Washington, D.C.: Island Press.
- Daly, H. and J. Farley. 2004. *Ecological Economics: Principles and Applications*. Washington, DC: Island Press.
- De Groot, R. 1992. *Functions of Nature: Evaluation of Nature in Environmental Planning, Management, and Decision Making*. Amsterdam: Wolters-Noordhoff.
- De Groot, R., J. van der Perk, A. Chiesura and S. Marguliew. 2000. Ecological functions and socio-economic values of critical natural capital as a measure for ecological integrity and environmental health, in *Implementing ecological integrity: Restoring regional and global environmental and human health*, ed. P. Crabbe, A. Holland, L. Ryszkowski and L. Westra. NATO-Science Series, IV. Earth and Environmental Sciences, I. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers.
- De Groot, R., M. Wilson, and R. Boumans. 2002. A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods, and services. *Ecological Economics* 41: 393-408.
- De Koning, Free, Roland Olschewski, Edzo Velkamp, and Pablo Benitez. 2005. The Ecological and Economic Potential of Carbon Sequestration in Forests: Examples from South America. *Ambio* 34: 224-230.
- Desvousages, W., V. Smith and A. Fisher. 1987. Option price estimates for water quality improvements: a contingent valuation study for the Monongahela River. *Journal of Environmental Economics and Management* 14: 248-267.
- Desvousages, W., F. Johnson and H. Banzhaf. 1998. *Environmental policy analysis with limited information: Principles and applications of the transfer method*. Northampton, MA: Edward Elgar Publishing.
- Dolsak, N. and E. Ostrom. 2003. The challenges of the commons, in *The commons in the new millennium: challenges and adaptation*, ed. N. Dolsak and E. Ostrom. Cambridge, MA: MIT Press.
- Dorfman, J., A. Keeler and W. Kriesel. 1996. Valuing risk-reducing interventions with hedonic models: The case of erosion protection. *Journal of Agricultural and Resource Economics* 21(1): 109-119.
- Dudley, N. and S. Stolton. 2003. *Running Pure: The Importance of Forest Protected Areas to Drinking Water*. World Bank/WWF Alliance for Forest Conservation and Sustainable Use. <http://www.panda.org/downloads/freshwater/runningpurereport.pdf> (accessed June 2004).
- ECONorthwest. 1999. *Salmon, timber and the economy* <http://www.salmonandeconomy.org/pdf/SalmonTimberEconomy.pdf> (accessed February 2004).
- Ekins, P. 2003. Identifying critical natural capital: Conclusions about critical natural capital. *Ecological Economics* 44(2-3): 277-292.
- Ekins, P. C. Folke and R. de Groot. 2003. Identifying critical natural capital. *Ecological Economics* 44(2-3): 159-163.
- Environmental Protection Agency. (2004). *Watershed Academy Training*. Author. <http://www.epa.gov/watertrain/> (accessed June 2004).

- Environmental Protection Agency. 2003. Wetlands and people. <http://www.epa.gov/owow/wetlands/vitalpeople.html> (accessed February 2004).
- Farber, S. and R. Costanza. 1987. The economic value of wetlands systems. *Journal of Environmental Management* 24(1): 41-51.
- Farber, S., R. Costanza and M. Wilson. 2002. Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecological Economics* 41: 375–392.
- Fehse, J., R Hofstede, N Aguirre, C Paladines, A Koojiman, and J Sevink. 2002. High altitude tropical secondary forests: a competitive carbon sink? *Forest Ecology and Management* 163(1-3): 9-25.
- Florida Department of Environmental Protection. 2004. Preservation 2000/ Florida Forever Home Page. Author. <http://www.dep.state.fl.us/lands/acquisition/p2000/> (accessed June 2004).
- Forest Ecosystem Management Assessment Team. 2004. Forest Ecosystem Management: An Ecological, Economic, and Social Assessment. <http://pnwin.nbio.gov/nwfp/FEMAT/> (accessed June 2004).
- Forest Outreach Network. n.d. Home Page. Author. <http://dnr.metrokc.gov/wlr/lands/forestry/FON.htm> (accessed June 2004).
- Freeman, A., III. 2003. The measurement of environmental and resource values: Theory and methods. 2nd ed. Washington, D.C.: Resources for the Future.
- Garber-Yonts, B., J. Kerkvliet and R. Johnson. 2004. Public values for biodiversity conservation policies in the Oregon Coast Range. *Forest Science*.
- Geores, M. 2003. The relationship between resource definition and scale: Considering the forest, in *The Commons in the New Millennium*, ed. N. Dolsak and E. Ostrom. Cambridge, MA: MIT Press.
- Gregory, R. and K. Wellman. 2001. Bringing stakeholder values into environmental policy choices: A community-based estuary case study. *Ecological Economics* 39: 37-52.
- Haener, M. and W. Adamowicz. 2000. Regional forest resource accounting: A northern Alberta case study. *Canadian Journal of Forest Research*, 30(2): 264-273.
- Hardin, G. 1968. The tragedy of the commons. *Science* 162: 1243-1248.
- Hawken, P. 1993. *The Ecology of Commerce*. New York: HarperCollins.
- Heal, G. 2000. *Nature and the Marketplace: Capturing the Value of Ecosystem Services*. Washington, D.C.: Island Press.
- Jones, P. and B. Downey. 2004. Multi-species conservation value, in *MULTISAR: The Milk River Basin Project, A Multi-Species Conservation Strategy For Species at Risk: Year 2-Progress Report*, ed. R. Quinlan, B. Downey, B. Downey and P. Jones. Alberta Sustainable Resource Management, Fish and Wildlife Division, Alberta Species at Risk Report No. 87. http://www3.gov.ab.ca/srd/fw/riskspecies/pdf/SAR_87.pdf (accessed June 2004).
- Kenyon, W. and C. Nevin. 2001. The use of economic and participatory approaches to assess forest development: a case study in the Ettrick Valley. *Forest Policy and Economics* 3(1-2): 69-80.
- Kerwin, J. and T. Nelson, eds. 2000. *Habitat Limiting Factors and Reconnaissance Assessment Report, Green/ Duwamish and Central Puget Sound Watersheds (WRIA 9 and Vashon Island)*. Washington Conservation Commission and the King County Department of Natural Resources.
- King County. n.d. Public Benefit Rating System & Timber Land Program. www.dnr.metrokc.gov/wlr/lands/incentiv.htm (accessed June 2004).
- King County Agriculture Program. n.d.. [brochure]. King County Department of Natural Resources and Parks.
- King County Department of Natural Resources and Parks. 2004. *Ecological Economic Evaluation: Maury Island, King County, Washington*. King County Department of Natural Resources and Parks, Land and Water Division.

- King County Department of Natural Resources and Parks. 2004. Necessary Future Conditions for WRIA 9, Draft. King County Department of Natural Resources, Water and Land Resources Division.
- King County Department of Natural Resources and Parks. 2004. WRIA 9 Value by Jurisdiction. King County Department of Natural Resources and Parks, Land and Water Division.
- King County Department of Natural Resources Program. 2001. Green River Flood Control Zone District 2001 Annual Report. King County Department of Natural Resources and Parks, Water and Land Resources Division. <http://dnr.metrokc.gov/wlr/flood/GRFCZD.htm> (accessed June 2004).
- King County Department of Natural Resources Program. 2004. Juvenile Salmonid Composition, Timing, Distribution, and Diet in Marine Nearshore Waters of Central Puget Sound in 2001-2002. King County Department of Natural Resources and Parks, Water and Land Resources Division. <http://dnr.metrokc.gov/wlr/watersheds/puget/nearshore/juvenile-salmonid-report.htm> (accessed November 2004).
- King County Forestry Program. n.d. [brochure]. King County Department of Natural Resources and Parks.
- Krieger, D. 2001. Economic value of forest ecosystem services: A review. The Wilderness Society.
- Laverne, R. and K. Winson-Geideman. 2003. The influence of trees and landscaping on rental rates at office buildings. *Journal of Arboriculture* 29(5): 281-290.
- Leach, W., N. Pelkey and P. Sabatier. 2002. Stakeholder partnerships as collaborative policymaking: Evaluation criteria applied to watershed management in California and Washington. *Journal of Policy Analysis and Management* 21(4): 645-670.
- Leschine, T., K. Wellman and T. Green. 1997. The economics value of wetlands: Wetlands' role in flood protection in Western Washington. Washington State Department of Ecology.
- Limburg K., R. O'Neill, R. Costanza, and S. Farber. 2002. Complex systems and valuation. *Ecological Economics* 41(3): 409-420.
- Lippke, B. 1996. Incentives for managing landscapes to meet non-timber goals: Lessons from the Washington Landscape Management Project, in *Forestry, Economics, and the Environment*, ed. Adamowicz et al.
- Loomis, J. 1996. Measuring the economic benefits of removing dams and restoring the Elwha River: Results of a contingent valuation survey. *Water Resources Research* 32(2): 441-447.
- Loomis, J. and R. Richardson. 2000. Economic values of protecting roadless areas in the United States. The Wilderness Society.
- Mahan, B., S. Polasky, and R. Adams. 2000. Valuing urban wetlands: a property price approach. *Land Economics* 76(1): 100-113.
- Macía, M. J. Multiplicity in Palm Uses by the Huaorani of Amazonian Ecuador. *Botanical Journal of the Linnean Society* 144(2): 149-159.
- May, P., F. Neto, V. Denardin, and W. Loureiro. 2002. Using fiscal instruments to encourage conservation: Municipal responses to the 'ecological' value-added tax in Parana and Minas Gerais, Brazil, in *Selling forest environmental services*, ed. S. Pagiola, J. Bishop, & N. Landell-Mills. Sterling, VA: Earthscan Publications Limited.
- McCarl, B. and U. Schneider. 2000. U.S. agriculture's role in a greenhouse gas emission mitigation world: An economic perspective. *Review of Agricultural Economics* 22: 134-159.
- McKean, M. 2000. Common property: What is it, what is it good for, and what makes it work?, in *People and Forests*, ed. C. Gibson, M. McKean and E. Ostrom. Cambridge, MA: MIT Press.
- McPherson, E., J. Simpson and K. Scott. 1998. Estimating cost effectiveness of residential yard trees for improving air quality in Sacramento, California, using existing models. *Atmospheric Environment* 32(1): 75-84.
- Metric Conversions. n.d. Hectare Conversions. <http://www.metric-conversions.org/area/hectare-conversion.htm> (accessed March 2004).

- Northeast Midwest Institute. 2004. Forests: Summary of our Forestry Work. <http://www.nemw.org/forests.htm> (accessed December 2004).
- Nunes, P.A.L.D., J.C.J.M. van den Bergh, and P. Nijkamp. 2003. The ecological economics of biodiversity. Northampton, MA: Edward Elgar Publishing.
- Olschewski, R., and P. C. Benitez. 2005. Secondary Forests as Temporary Carbon Sinks? The Economic Impact of Accounting Methods on Reforestation Projects in the Tropics. *Ecological Economics* 55: 380-394.
- Olschewski, R., T. Tschardtke, P. C. Benitez, S. Schwarze, and A. Klein. 2006. Economic evaluation of pollination services comparing coffee landscapes in Ecuador and Indonesia. *Ecology and Society* 11(1): 7. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art7/>
- Ostrom, E. 1997. The comparative study of public economies. Memphis, TN: P.K. Seidman Foundation, 1998.
- Pacheco, A. and T. Tyrrell. 2003. The economic value of Narragansett Bay: A review of economic studies. Kingston, RI: University of Rhode Island.
- Pagiola, S. 2002. Paying for water services in Central America: Learning from Costa Rica, in *Selling Forest Environmental Services*, ed. S. Pagiola, J. Bishop and N. Landell-Mills. Sterling, VA: Earthscan Publications Limited.
- Pagiola, S., N. Landell-Mills and J. Bishop. 2002. Market-based mechanisms for forest conservation and development, in *Selling Forest Environmental Services*, ed. S. Pagiola, J. Bishop and N. Landell-Mills. Sterling, VA: Earthscan Publications Limited.
- Pate, J. and J. Loomis. 1997. The effect of distance on willingness to pay values: A case study of wetlands and salmon in California. *Ecological Economics* 20(3): 199-207.
- Pearce, D. 2001. The economic value of forest ecosystems. *Ecosystem Health* 7(4): 284-296.
- Pearce, D., K. Hamilton and G. Atkinson. 2001. Valuing Nature, in *Economic growth and valuation of the environment: A debate*, ed. E. van Ierland, J. van der Straaten, H. Vollebergh and E. Elgar.
- Perkins, S. 1993. Green River channel migration study. King County Department of Public Works Surface Water Management Division, Seattle WA.
- Pimentel, D. 1998. Benefits of biological diversity in the state of Maryland. Ithica, NY: Cornell University, College of Agricultural and Life Sciences. Puget Sound Regional Council. n.d. Home Page. <http://www.psrc.org/> (accessed June 2004).
- Pritchard, L. Jr., C. Folke and L. Gunderson. 2000. Valuation of ecosystem services in institutional context. *Ecosystems*, 3(1): 36-40.
- Quigley, T. and S. Arbelbide. 1997. An assessment of ecosystem components in the Interior Columbia Basin. United States Department of Agriculture—Forest Service.
- Ramsar Convention Bureau. 2002. Background papers on Wetland Values and Functions, the Ramsar Convention on Wetlands. http://www.ramsar.org/values_intro_e.htm (accessed December 2004).
- Reinelt, Lorin, ed. 2004. WRIA 9 Strategic Assessment Report - Scientific Foundation for Salmonid Habitat Conservation. King County Department of Natural Resources and Parks, WRIA 9 Technical Committee.
- Ribaudo, M. and D. Epp. 1984. The importance of sample discrimination in using the travel cost method to estimate the benefits of improved water quality. *Land Economics* 60(4): 397-403.
- Ribaudo, M., S. Piper, G. Schaible, L. Langner and D. Colacicco. 1989. CRP: What economic benefits? *Journal of Soil and Water Conservation* 44: 421-424.
- Rojas-Burke, J. 2004. Johnson Creek study puts price on benefits. *The Oregonian*. <http://www.oregonlive.com/morenews/oregonian/index.ssf?month> (accessed March 2004).

- Salzman, J. and J. Ruhl. 2002. Paying to protect watershed services: Wetland banking in the United States, in *Selling Forest Environmental Services*, ed. S. Pagiola, J. Bishop and N. Landell-Mills. Sterling, VA: Earthscan Publications Limited.
- Shared Strategy for Puget Sound. (2004). Home Page. <http://www.sharedsalmonstrategy.org> (accessed June 2004).
- Southgate, D. and R. Macke. 1989. The Downstream Benefits of Soil Conservation in Third World Hydroelectric Watersheds. *Land Economics* 65(1): 38-48.
- Southgate, D. and M. Whitaker. 1992. Promoting Resource Degradation in Latin America: Tropical Deforestation, Soil Erosion, and Coastal Ecosystem Disturbance in Ecuador. *Economic Development and Cultural Change* 40(4): 787-807.
- Southwick, E. and L. Southwick. 1992. Estimating the economic value of honey-bees (Hymenoptera, Apidae) as agricultural pollinators in the United-States. *Journal of Economic Entomology* 85(3): 621-633.
- Thibodeau, F. and B. Ostro. 1981. An economic analysis of wetland protection. *Journal of Environmental Management* 12: 19-30.
- Turnblom, E., M. Amoroso, K. Ceder, B. Lippke, C. Mason and J. McCarter. 2002. Estimation of Sequestered Carbon in King County Forests. King County Department of Natural Resources. http://dnr.metrokc.gov/wlr/lands/forestry/pdfs/KC_Carb_Proj_Rep.pdf (accessed June 2004).
- Turner, R., W. Adger and R. Brouwer. 1998. Ecosystem services value, research needs, and policy relevance: A commentary. *Ecological Economics*, 25(1): 61-65.
- United States Army Corp of Engineers. 2004. Puget Sound and Adjacent Waters Ecosystem Restoration Program, Phase 1 Report. United States Army Corp of Engineers, Seattle District. http://www.nws.usace.army.mil/publicmenu/DOCUMENTS/Enclosure_2_Phase_1_Report_9_Jun_04_rev3HQ1.doc (accessed December 2004).
- US Census Bureau. 2000. Educational Attainment in the United States (Update): Population Characteristics. www.census.gov/population/socdem/education/p20-536/p20-536.pdf (accessed June 2004).
- Van Beukering, P., H. Cesar, and M. Janssen. 2002. Economic valuation of the Leuser ecosystem in Sumatra. Asean Biodiversity. www.theGEF.org (accessed June 2004).
- Washington Department of Fish and Wildlife. 1997. Wildlife Watching: Untapped Economic Boost for Rural Communities. Washington Department of Fish and Wildlife, Watchable Wildlife Industry. <http://wdfw.wa.gov/viewing/watchwld/watchwld.htm> (accessed December 2004).
- Washington Department of Fish and Wildlife. 2002. Adding it Up: Washington communities profit from fish, wildlife recreation. Washington Department of Fish and Wildlife Public Affairs Office. http://wdfw.gov/pubaffrs/adding_it_up_lg.pdf (accessed December 2004).
- Washington Workforce Explorer Labor Market Info. 2004. Home Page. <http://www.workforceexplorer.com/> (accessed December 2004).
- Washington Workforce Explorer Labor Market Info. 2004. King County Profile. <http://www.workforceexplorer.com/cgi/databrowsing/localAreaProfileQSResults.asp?selectedarea=King+County&selectedindex=17&menuChoice=localAreaPro&state=true&geoArea=5304000033&countyName=> (accessed December 2004).
- Watershed Resources Inventory Area 9. 2004. Home Page. <http://dnr.metrokc.gov/Wrias/9/> (accessed June 2004).
- Wilson, M. and S. Carpenter. 1999. Economic valuation of freshwater ecosystem services in the United States: 1971-1997. *Ecological Applications* 9(3): 772-783.
- WRIA 9 Watershed Coordination Services Team. 2004. Draft Feasibility and Effectiveness Criteria, October 6, 2004. King County Department of Natural Resources, Water and Land Resources Division.
- WRIA 9 Watershed Coordination Services Team. 2004. Marine Nearshore Subwatershed Report: Actions,

- Opportunities, and Constraints, October 6, 2004. King County Department of Natural Resources, Water and Land Resources Division.
- WRIA 9 Watershed Coordination Services Team. 2004. Lower Green River Subwatershed Report: Actions, Opportunities, and Constraints, October 13, 2004. King County Department of Natural Resources, Water and Land Resources Division.
- WRIA 9 Watershed Coordination Services Team. 2004. Middle Green River Subwatershed Report: Actions, Opportunities, and Constraints, October 13, 2004. King County Department of Natural Resources, Water and Land Resources Division.
- WRIA 9 Watershed Coordination Services Team. 2004. Upper Green River Subwatershed Report: Actions, Opportunities, and Constraints, October 13, 2004. King County Department of Natural Resources, Water and Land Resources Division.
- WRIA 9 Watershed Coordination Services Team. 2004. WRIA 9 Conservation Hypothesis: Summary of Tiered Conservation Hypotheses, October 11, 2004. King County Department of Natural Resources, Water and Land Resources Division.
- WRIA 9 Watershed Coordination Services Team. 2004. Duwamish Estuary Subwatershed Habitat Projects, Draft November 15, 2004. King County Department of Natural Resources, Water and Land Resources Division.
- WRIA 9 Watershed Coordination Services Team. 2005. Preliminary Cost Estimate Range of Site Specific Projects, Draft. King County Department of Natural Resources, Water and Land Resources Division.