



Instituto de Políticas  
para la Sostenibilidad

# Evaluación Económica del daño ambiental causado por los incendios forestales

**Gerardo Barrantes M.**

[gerardo@ips.or.cr](mailto:gerardo@ips.or.cr)

[www.ips.or.cr](http://www.ips.or.cr)

Tel. 00 506 261 0086

**Conferencia Panamericana sobre  
Incendios Forestales**

**San José, Costa Rica**

**22 de Octubre de 2004**

**Hotel Corobicí**

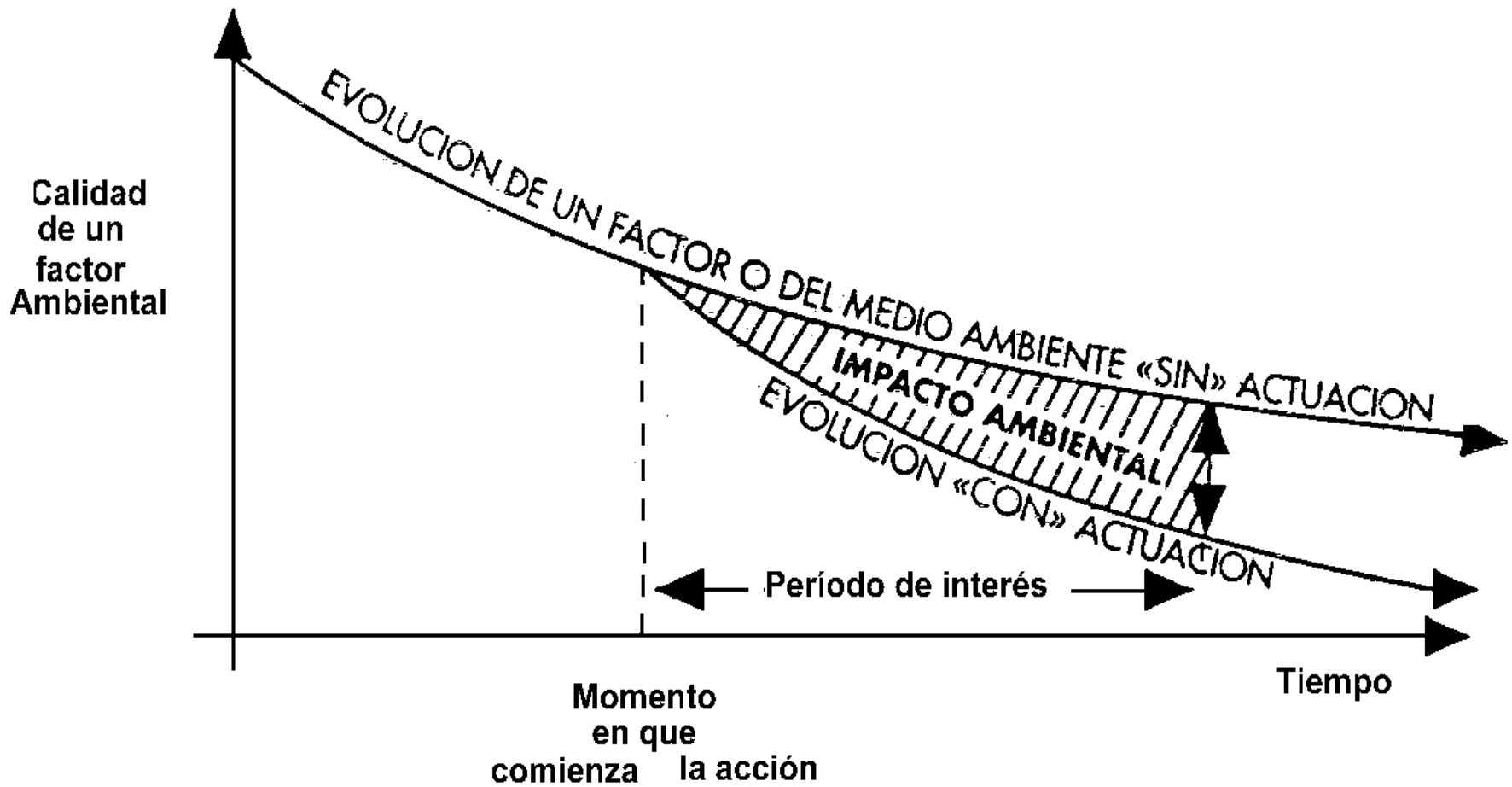


**¿Qué costo económico se puede asociar a los daños que ocasiona un incendio forestal?**

# Los daños por incendios forestales se manifiestan:

- Sobre el clima
- Sobre el suelo (materia orgánica, organismos, humedad, erosión, etc.)
- Sobre la vegetación
- Sobre la fauna
- Calidad de agua (sedimentación, sustancias disueltas, temperatura)
- Bienes de los pobladores
- Sobre la salud y vida humanas

# Ilustración de la zona de análisis para el daño ambiental



---

# Evaluación del daño ocasionado

Se requiere:

- Conocer el estado de conservación inicial para el ambiente afectado
- Conocer el nivel de afectación al ambiente
- Estimar el estado de conservación final

## **Nivel de daño ocasionado**

**Diferencia entre el estado de conservación inicial y el estado de conservación final**

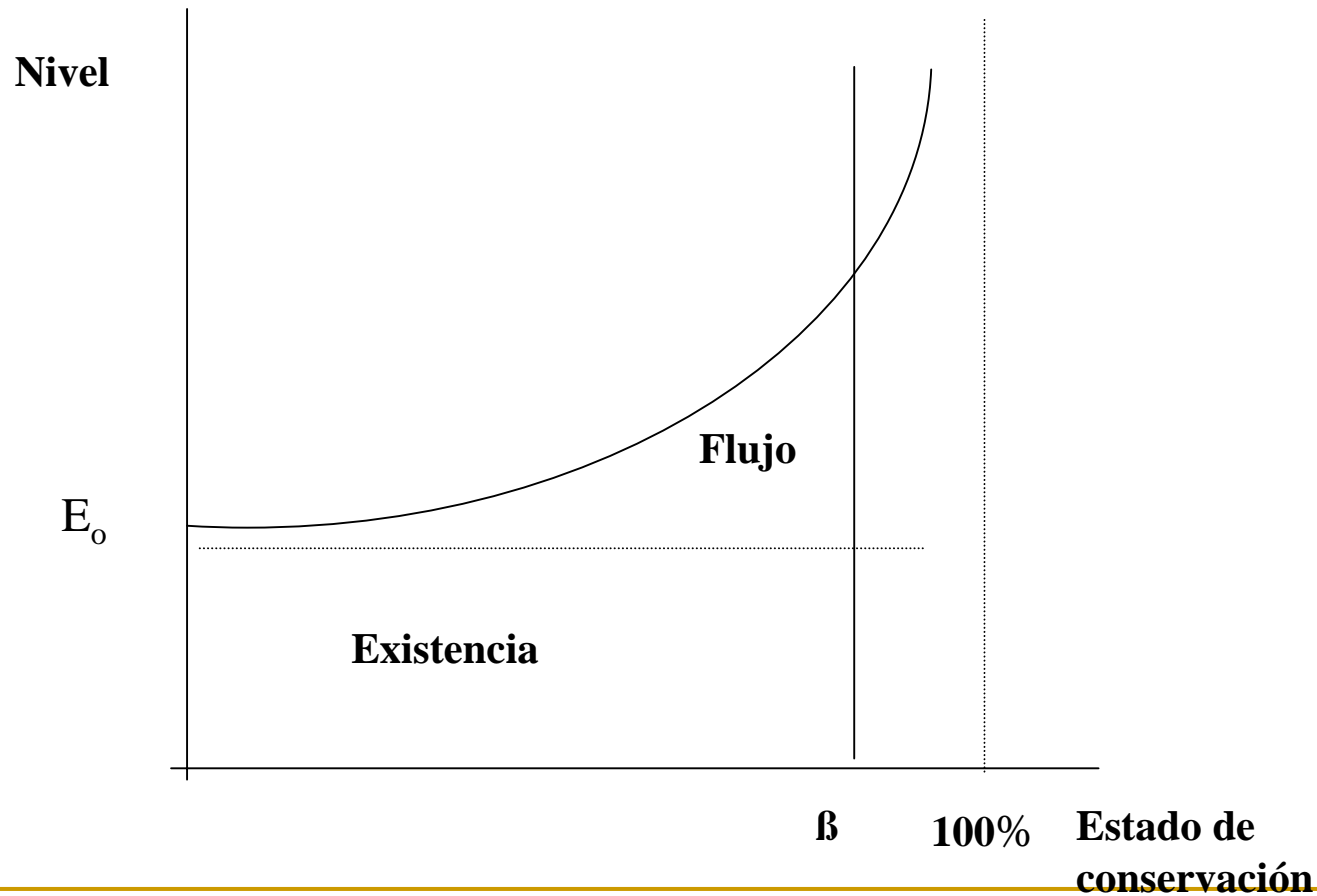
---

---

# Estimación del estado de conservación

- ▶ Método de estimación:
    - ▶ Con información científica disponible
    - ▶ Consulta de experto en ausencia de información
    - ▶ Combinación de información científica y consulta de experto
  - Procedimiento
    - ▶ Definir indicadores para evaluar el estado de conservación
    - ▶ Ponderación indicadores seleccionados
    - ▶ Evaluación y cálculo el estado de conservación de cada indicador
-

# Estado de conservación



# Ponderación de indicadores

- \*  $u$ : Ponderación del indicador  $j$  por el experto  $i$
- \*  $\alpha$ : Ponderación promedio para el indicador  $j$
- \*  $n_j$ : Número de expertos para el indicador  $j$

$$\alpha_j = \frac{\sum_{i=1}^n u_{ij}}{n_j}$$

$$\sum_{j=1}^m \alpha_j = 1$$



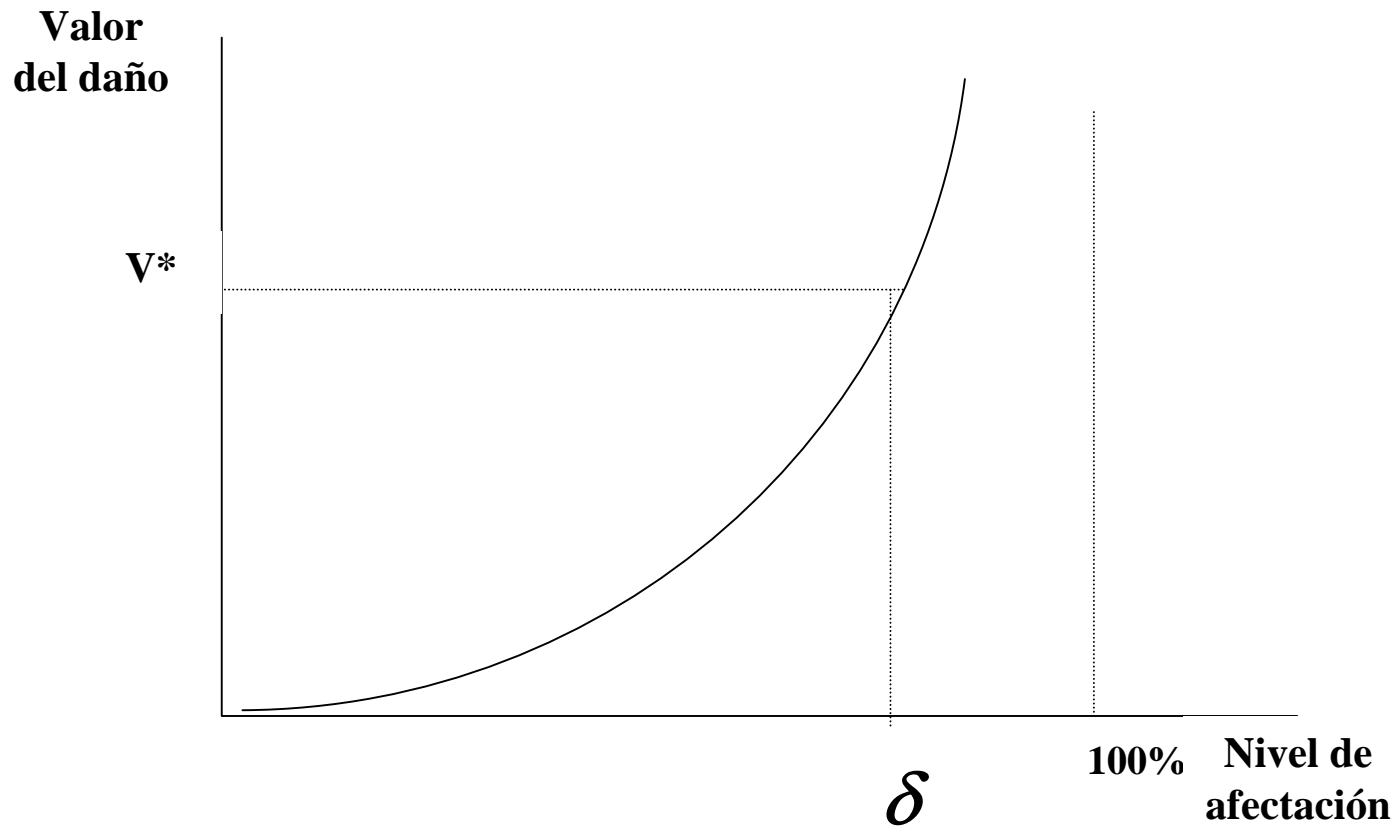
# Evaluación de indicadores

- \*  $x$ : Valor del indicador  $j$  por el experto  $i$
- \*  $Y$ : Valor promedio para el indicador  $j$
- \*  $\beta$  Estado de conservación

$$Y_j = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}}{n}$$

$$\beta = \sum_{j=1}^m \alpha_j Y_j$$

# Nivel de afectación



# Evaluación de la afectación ocasionada

- \*  $v$  Valor de Afectación al indicador  $j$  dado por el experto  $i$
- \*  $NA$  Valor promedio para el indicador  $j$
- \*  $\delta$  Índice de afectación

$$NA_j = \frac{\sum_{i=1}^n v_{ij}}{n}$$

$$\delta = \sum_{j=1}^m \alpha_j NA_j$$

# Caso RNVS Caño Negro

- El RNVS Caño Negro lo afectaron unos 10 incendios forestales en marzo, abril y mayo de 2003. El área aproximada quemada es de 906.5 ha, la cual incluye zonas de humedal (134 ha), pastos (462 ha), guabales con pasto (290 ha), yolillales (16 ha) y marillales (10 ha).
- Los incendios causaron daño a un sitio que se caracteriza por ser humedal protegido internacionalmente (sitio RAMSAR desde 1991). Además es sitio de gran riqueza faunística, entre los que destacan aves, peces, reptiles, etc. También es punto turístico importante en la zona e incluso sitio de interés espiritual para grupos (por ejemplo la tribu Maleku).

---

# Evaluación del daño ocasionado en el Refugio de Vida Silvestre Caño Negro

Se determinó para la estimación:

- El estado de conservación inicial para el ambiente afectado
    - ▶ Taller de expertos y testimonios
    - ▶ Giras de campo
    - ▶ Investigación en estudios y documentos generados.
  
  - El nivel de afectación al ambiente
  
  - El estado de conservación final y Nivel de daño ocasionado (Diferencia entre el estado de conservación inicial y el estado de conservación final)
-

# Indicadores, ponderación y valoración para la evaluación del daño en el Refugio de Vida Silvestre Caño Negro

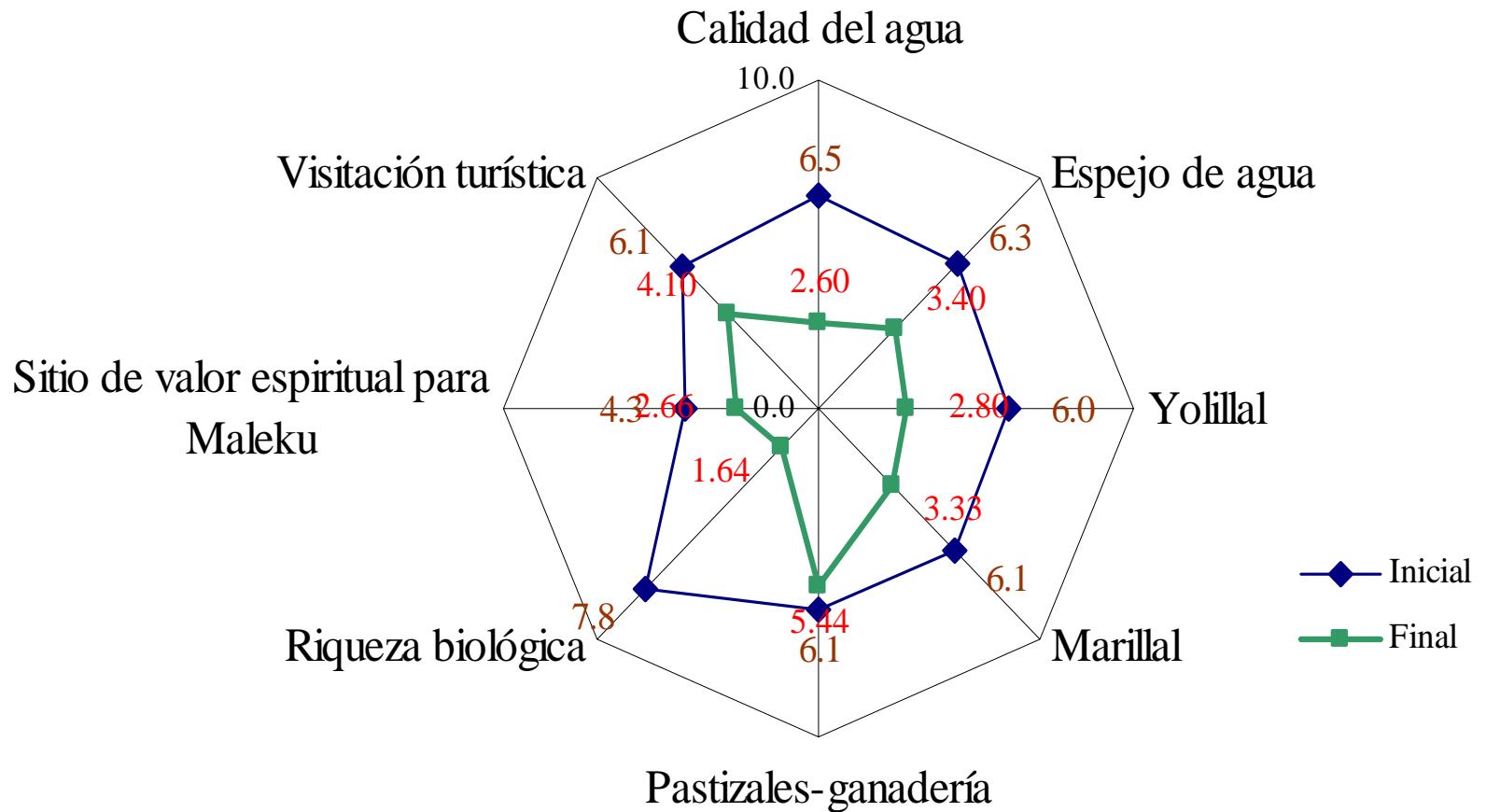
<i> criterio</i>	<b>Ponderación</b>	<i>Valoración 1 a 10</i>	<i>Valoración ponderada (%)</i>
Calidad del agua	14.3	6.5	0.93
Espejo de agua	8.7	6.3	0.54
Yolillal (tipo de palma)	10.3	6.0	0.62
Marillal (árboles de hoja ancha)	10.2	6.1	0.62
Pastizales-ganadería	7.1	6.1	0.43
Riqueza biológica	20.6	7.8	1.60
Sitio de valor espiritual para Maleku	5.5	4.3	0.23
Visitación turística	7.9	6.1	0.49
Situación socioeconómica de los habitantes	9.7	6.0	0.58
Cambio climático	5.8	6.3	0.36
<b>Estado de conservación</b>	100.0		<b>6.40</b>

# Evaluación de la afectación en el Refugio de Vida Silvestre Caño Negro

<b>Criterio</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Afectación 1-10</b>	<b>Valoración ponderada 1-10</b>
Calidad del agua	14.3	6.0	0.86
Espejo de agua	8.7	4.6	0.40
Yolillal	10.3	5.3	0.55
Marillal	10.2	4.6	0.46
Pastizales-ganadería	7.1	1.1	0.08
Riqueza biológica	20.6	7.9	1.63
Sitio de valor espiritual para Maleku	5.5	3.8	0.21
Visitación turística	7.9	3.3	0.26
Situación socioeconómica de los habitantes	9.7	4.2	0.41
Cambio climático	5.8	3.8	0.22
<b>Índice de afectación</b>	<b>100.0</b>		<b>4.44</b>

# Nivel de daño y estado de conservación final

**Gráfico 5. Estado de conservación del Sitio**





# Evaluación económica del daño ambiental

- Costo de restauración del ambiente afectado  
Se procura restaurar el ambiente hasta el nivel en que se encontraba antes del daño
- Compensación social por los beneficios perdidos  
Se procura compensar al afectado, por lo menos, durante el período que tarda la restauración del ambiente dañado
- Otros costos asociados
- Costo total del daño ambiental

# Propuesta metodológica para estimar el costo de restauración

$$CR = \sum_{t=0}^T \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m p_i q_{tji} (1+r)^{-t}$$

CR	Costo de restauración (¢/UN del factor)
$p_i$	Precios de insumos (¢/UN del insumo)
$q_{ij}$	Cantidades de insumos
$r$	Tasa de descuento (%)
$t$	Tiempo
$T$	Tiempo total requerido para la restauración
$m$	Insumos requeridos en la restauración
$n$	Recursos naturales afectados

# Evaluación de la afectación en el Refugio de Vida Silvestre Caño Negro

<b>Criterio</b>	<b>Tiempo de restauración Años</b>
Calidad del agua	2.5
Espejo de agua	4.0
Yolillal	42.0
Marillal	46.7
Pastizales-ganadería	1.1
Riqueza biológica	12.1
Sitio de valor espiritual para Maleku	23.7
Visitación turística	1.7
Situación socioeconómica de los habitantes	3.3
Cambio climático	2.7
<b>Tiempo Máximo</b>	<b>46.7</b>

# Valor del Control y Protección (US\$)

## Primeros 4 años

<i>Insumo</i>	<i>U. de M.</i>	<i>Q</i>	<i>Precio US\$</i>	<i>Vida Útil</i>	<i>Gasto anual US\$</i>
GR operador eq. Móvil	funcionario	9	7,214		64,926
Jefe de Puesto	funcionario	1	7,386		7,386
Gastos operativos menores		10	3,314		33,140
Equipo personal guardaparques	unidad	10	400	5	800
Lancha fibra vidrio 18 pies	unidad	1	4,000	5	800
Motor fuera de borda 40 hp	unidad	1	2,938	5	588
Vehículo Rural	unidad	1	20,000	7	2,857
Gasto combustible	galones/año	5,031	0.60		3,019
Gastos mantenimiento		1	1,347		1,347
<b>TOTAL</b>					<b>114,862</b>
<b>VALOR ACTUAL DE LA BRIGADA POR 4 AÑOS:</b>					<b>364,098</b>

Valor Actual del Control y Protección US(\$)  
Años 5° a 46.7°

<i>Insumo</i>	<i>U. de M.</i>	<i>Q</i>	<i>Precio</i>	<i>Gasto anual</i>
GR operador eq. Móvil	funcionario	5	7,214	36,070
Jefe de Puesto	funcionario	1	7,386	7,386
Gastos operativos menores		6	3,314	19,884
Equipo personal		6		480
Lancha fibra vidrio 18 pies				800
Motor fuera de borda 40 hp				588
Vehículo Rural				2,857
Gasto combustible	galones/año	5,031	0.60	3,019
Gastos mantenimiento		1	1,347	1,347
<b>TOTAL</b>				<b>71,525</b>
<b>VALOR ACTUAL DE LA BRIGADA POR 42.7 AÑOS:</b>				<b>436,526</b>

# Valor de la repoblación

<i>Insumo</i>	<i>Unidad de Medida</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Tiempo</i>	<i>Gasto anual</i>
Mano de Obra	peón agrícola	5	7.9	22	869
Semilla de Yolillo	quintal	15	5.3		79
Semilla de Marillal	quintal	10	2,300		23,000
<b>TOTAL</b>					<b>23,948</b>
<b>VALOR ACTUAL</b>					<b>23,948</b>

# Valor de otra infraestructura de protección

<i>Insumo</i>	<i>U. de M.</i>	<i>Q</i>	<i>Precio</i>	<i>Gasto anual</i>
Retroescabación contratada	horas	30	37	
<b>TOTAL</b>				<b>1,116</b>
Mano de Obra	funcionario	2	8.7	35
Piletas	unidad	3	345	1,034
Bombas	unidad	2	345	690
Mangueras de 75 mts.	unidad	2	920	1,839
Gastos mantenimiento		1	80	80
<b>TOTAL</b>				<b>3,598</b>
<b>VALOR ACTUAL AMBOS TOTALES</b>				<b>4,714</b>

# Valor de monitoreo áreas quemadas

<i>Insumo</i>	<i>Unidad de Medida</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Tiempo</i>	<i>Gasto anual</i>
Mano de Obra	profesionales	2	21.8	28	1,220
Alquiler de eq. especial	quintal	1	100.0	28	100
<b>TOTAL</b>					<b>1,320</b>
<b>VALOR ACTUAL</b>					<b>13,042</b>



# Evaluación económica del daño ambiental

## En US dólares

<b>Componente</b>	<b>Monto US\$</b>
Brigada de incendios, control y protección fase intensiva	364,098
Brigada de incendios, control y protección fase moderada	436,526
Repoblamiento de especies	23,948
Infraestructura preventiva	4,714
Monitoreo de áreas quemadas	13,042
<b>VALOR ACTUAL</b>	<b>842,329</b>

# **EVALUACION SOCIAL DEL DAÑO AMBIENTAL**

## **Alternativas para la sociedad ante daños ambientales**

- ✓ **Disponer de los flujos en una menor cantidad y calidad.**
- ✓ **Sustituir la oferta de flujos con otros bienes y servicios**
- ✓ **Perder la oportunidad de aprovechar esos flujos**

**Cualquier alternativa implica pérdida de bienestar social que debe ser compensado**

**Dos métodos para la evaluación del daño ambiental**

**Directo**

**Indirecto**

# Clasificación de beneficios perdidos

- Materias primas y productos de consumo final
- Protección y Seguridad en el abastecimiento de bienes y servicios
- Daño a la salud de la población
- Afectación al esparcimiento y al desarrollo espiritual

# Pérdida Materias primas y productos de consumo final

$$BP_1 = \sum_{t=1} \sum_{j=1} \sum_{i=1} (p_{ji}^{mp} q_{tji}^{mp} + p_{ji}^{cf} q_{tji}^{cf}) (1 + r)^{-t}$$

$BP_1$  Beneficios perdidos

$p^{mp}$  Precios de materias primas

$p^{cf}$  Precios de productos de consumo final

$q^{mp}$  Cantidades de materias primas

$q^{cf}$  Cantidades de productos de consumo final

# Protección y Seguridad en el abastecimiento de bienes y servicios

$$BP_2 = \sum_{i=1}^n (c_i^{pr} q_i^{pr} + c_i^{afp} q_i^{afp}) + \sum_{t=1}^T (G_t + M_t)(1+r)^{-t}$$

**BP<sub>2</sub>** Beneficios perdidos

**c<sup>pr</sup>** Costos de insumos para medidas de protección

**c<sup>afp</sup>** Costos de insumos de establecimiento de medidas sustitutivas

**q<sup>pr</sup>** Costos de insumos para medidas de protección

**q<sup>afp</sup>** Costos de insumos de establecimiento de medidas sustitutivas

**G** Gastos de gestión y administración

**M** Gastos en mantenimiento de infraestructuras

# Daño a la salud de la población

$$BP_3 = \sum_{t=0}^{T_H} [c_t^{tre} H_t^e + c_t^{mpp} H_t^{mpp}] (1+r)^{-t} +$$
$$\sum_{t=0}^{T_H} \sum_{i=1}^n (c_{ti}^{pl} q_{ti}^{pl} + c_i^m q_{ti}^m) (1+r)^{-t} + \sum_{k=1}^K c_k^{\inf r} q_k^{\inf r}$$

Enfermedades, Plagas, Deterioro a infraestructuras básicas

# Afectación al esparcimiento y al desarrollo espiritual

$$BP_4 = \sum_{t=1}^T c_t^d H_t^d (1+r)^{-t}$$

$BP_4$  Beneficio perdido

$c$  Costos de desplazamientos

$H$  Población afectada

El costo debe contemplar la población que se encuentra en el área de afectación directa y en el área de influencia total

# Método indirecto para la evaluación económica del daño ambiental

$$CS = \sum_{t=0}^T \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \frac{p_i q_{tji} (1+r)^{-t}}{1 - \omega_{tj}}$$

w      Cambio en el estado de conservación



# Estimación indirecta del costo social aplicando la ecuación anterior

Componentes	Valores
Costo de restauración	US\$ 842,329.00
Estado de conservación inicial	64.00%
Índice de afectación	44.40%
Cambio en el estado de conservación	28.42%
<b>Costo social indirecto *</b>	<b>US\$ 1,176,700.29</b>

\* Nota: En el documento principal del estudio no se incorporó esta estimación debido a la subjetividad. Aquí se usó para ilustrar el método

---

# Costo de la atención de la emergencia

En el *“Informe final de Incendios Temporada 2002-2003”* del Programa de Manejo de Fuego de ACAHN (MINAE, Julio 2003) se determinó un gasto correspondiente al RNVSCN de  $\text{¢}34,260,358$ , ó **US\$78,759**.

---

# Evaluación económica del daño ambiental en el Refugio de Vida Silvestre de Caño Negro

<b>Costos</b>	<b>Monto (US\$)</b>
Costo de recuperación	842,329
Costo social*	1,176,700
Costo atención de la emergencia	78,759
<b>Total</b>	<b>2,097,788</b>

\* Nota: En el documento principal del estudio no se incorporó esta estimación debido a la subjetividad. Aquí se usó para ilustrar el método