

Banco de la República

Modelo de Equilibrio General con Externalidades y Capital Natural



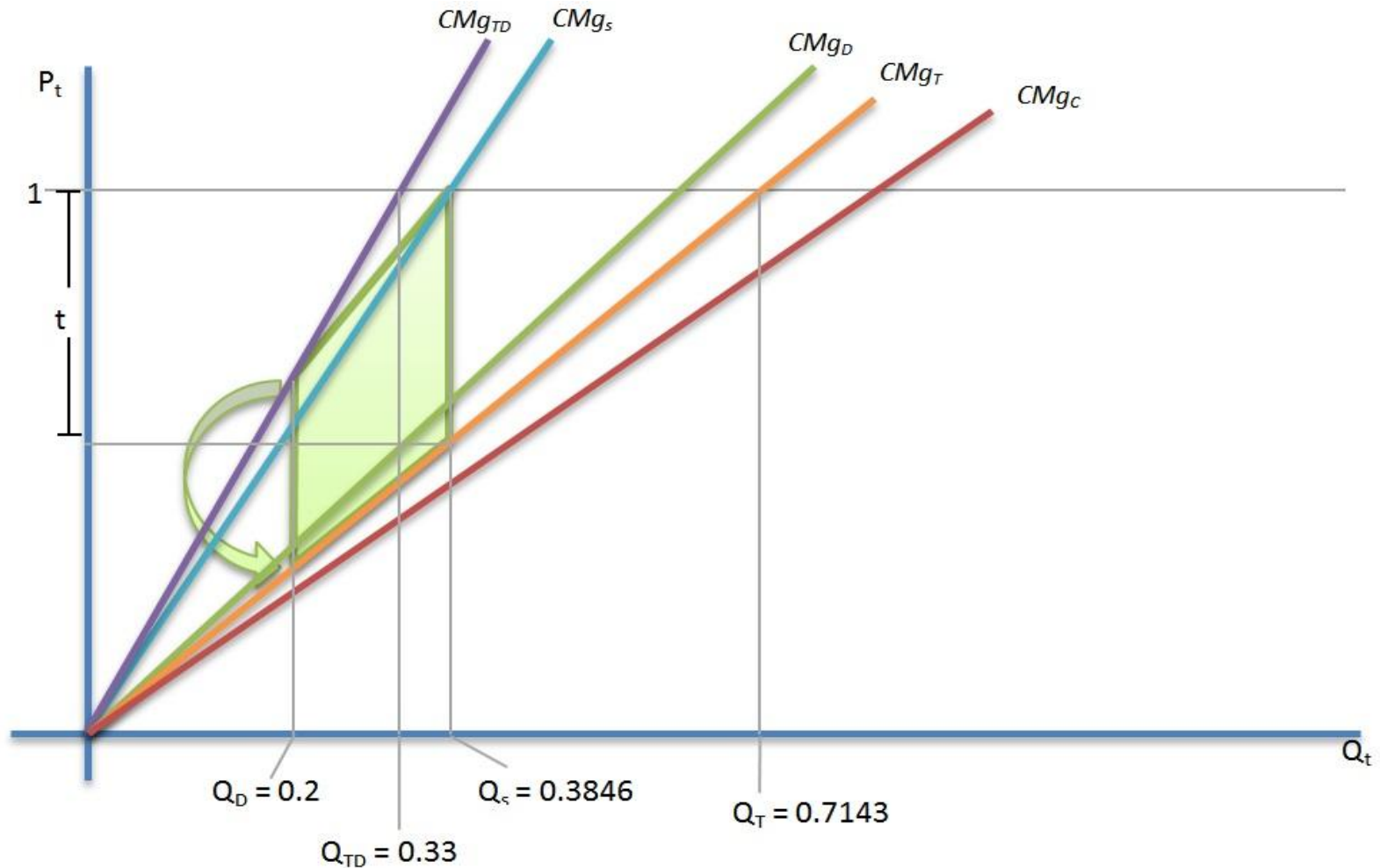
David Tobón Orozco
Profesor Asociado, Director Grupo Microeconomía Aplicada

Carlos Vasco Correa
A. Investigación, Grupo Microeconomía Aplicada

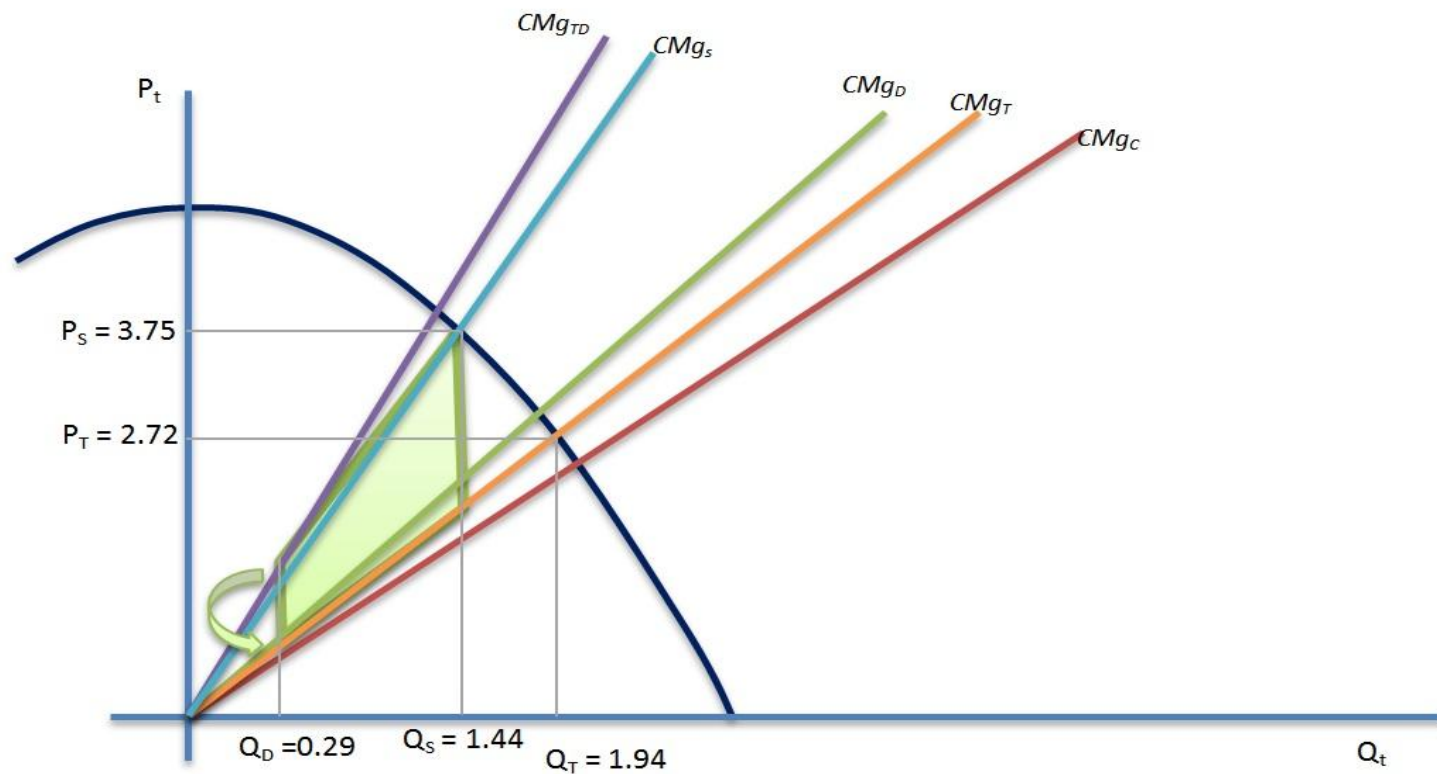
Problema

- En los MEG con externalidades ambientales no se evalúan situaciones en donde las firmas o los consumidores tengan la posibilidad de elegir simultáneamente varias opciones de política para mitigarlas.
- La restricción del capital natural es considerada como un límite finito al desenvolvimiento económico o como un sistema que interactúa y limita el económico.

Intuición equilibrio parcial



Oferta y demanda agregadas



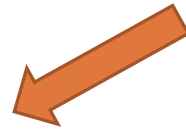
Naturaleza



Industria contaminadora



Consumidor



Industria limpia



Construcción Modelo

$$U = \alpha \text{Ln}X_C + \beta \text{Ln}Y_C + (1 - \alpha - \beta) \text{Ln}N_C - \gamma X$$

$$X = \varepsilon \sqrt{Y_X}$$

$$Y = \theta \sqrt{X_Y} + \pi \sqrt{N_Y} - \rho X$$

$$N = A + \phi \sqrt{Y_N} - \Omega X$$

$$X = X_C + X_Y$$

$$Y = Y_C + Y_X + Y_N$$

$$N = N_C + N_Y$$

Equilibrio vs Eficiencia

$$\frac{1}{\varepsilon} + \left[\frac{\gamma}{\beta} + \rho + \frac{\Omega}{\phi} \right] = \frac{\mu_X}{\mu_Y}, \quad (7)$$

$$\frac{1}{\varepsilon} = \frac{P_X}{P_Y} \quad (8)$$

Asignación derechos de propiedad

$$\text{Max } B_X = P_X X - P_Y Y_X - P_{DC} D_C - P_{DY} D_Y - P_{DN} D_N$$

s.a.

$$X = \varepsilon \sqrt{Y_X}, \quad (9)$$

$$D_C = D_Y = D_N = X$$

Entonces,

$$\frac{\delta B_X}{\delta Y_X} = \frac{\varepsilon}{2\sqrt{Y_X}} (P_X - P_{DC} - P_{DY} - P_{DN}) - P_Y = 0, \quad (10)$$

Cuando X paga impuestos pigouvianos

$$\text{Max } B_X = (P_X - t^*)X - P_Y Y_X \quad \text{s.a. } X = \varepsilon \sqrt{Y_X} \quad (14), \quad \text{con } t^* = \left(\frac{\frac{\gamma}{\beta} + \rho + \frac{\Omega}{\phi}}{\frac{Y_C}{2\sqrt{Y_N}}} \right) P_Y$$

Cuando X paga impuestos y descontamina

$$\text{Max } B_X = P_X X - P_Y Y_X - t^* Z - P_N N_X$$

s.a.

$$X = \varepsilon \sqrt{Y_X} \quad (17)$$

$$Z = X - d$$

$$d = \psi \sqrt{N_X}$$

$$\Psi \geq \frac{\sqrt[3]{\varepsilon^2 (P_X - t^*) P_N}}{t^*}$$

$$\text{Max } B_X = P_X X - P_Y Y_X - P_N N_X \quad (18)$$

$$X = \varepsilon \sqrt{Y_X}, \quad d = \psi \sqrt{N_X} \quad \text{y} \quad d = X$$

Tecnologías descontaminación

- En un mundo sin fricciones los instrumentos económicos generan los incentivos correctos a la innovación.
- Problemas: incertidumbre, asimetrías información, *enforcement* y miopía regulador, delegación I+D, tipo de competencia y homogeneidad producto.

- Innovación es probabilística y bien público, *pollution free technology* es una ficción.
- Tipo de mitigación: por unidad de producto, insumo, reducción consumo energía o sustitución energético.

Equilibrios de mercado

Naturaleza como bien libre

$$\frac{\varepsilon^2}{2} \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) P_X^2 + \frac{\alpha \varepsilon^2}{2} (\rho + K\pi\Omega) P_X - \frac{(1+\alpha)\theta^2}{4} \frac{1}{P_X} - \alpha\pi KA = 0$$

$P_X = ?$

Naturaleza como bien privado

$$\frac{\varepsilon^2 P_X}{2} = \frac{\alpha}{P_X} \left[\frac{\varepsilon^2 P_X^2}{4} + \frac{\theta^2}{4P_X} + \frac{\pi^2}{4P_N} - \rho \left(\frac{P_X \varepsilon^2}{2} \right) + P_N A + \frac{\phi^2 P_N^2}{4} - P_N \Omega \left(\frac{P_X \varepsilon^2}{2} \right) \right] + \frac{\theta^2}{4P_X^2}$$

$$A(\alpha + \beta) P_N + \frac{(1 + \alpha + \beta) P_N^2 \phi^2}{4} - \frac{(\alpha + \beta) \Omega \varepsilon^2 P_X P_N}{2} = \frac{(1 - \alpha - \beta)}{4} \left[\varepsilon^2 P_X^2 + \frac{\theta^2}{P_X} - 2\rho \varepsilon^2 P_X \right] + \frac{\pi^2}{4P_N} (2 - \alpha - \beta)$$

$P_X = ?$

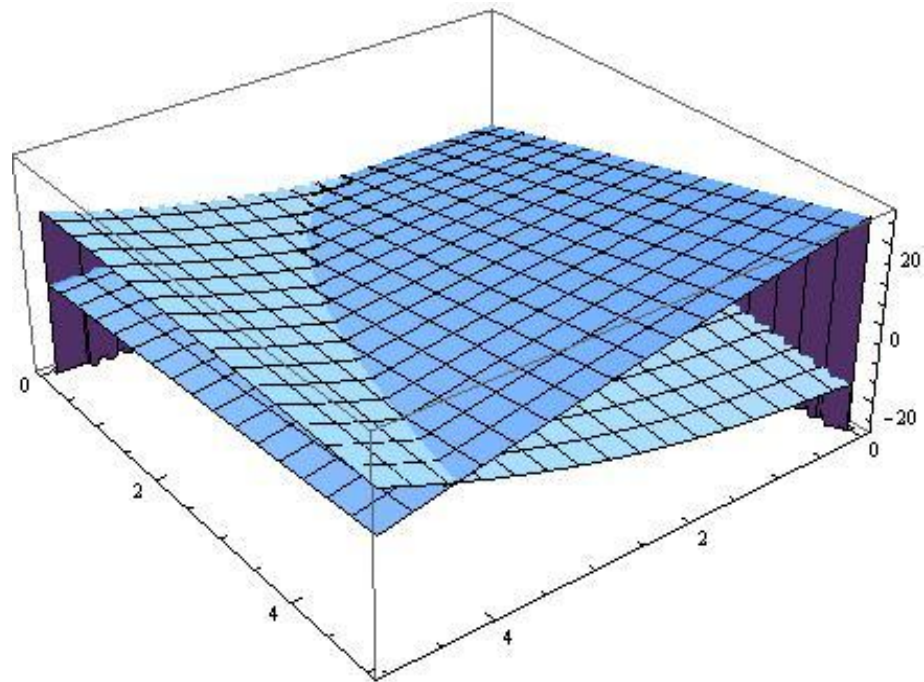
$P_N = ?$



Wolfram
Mathematica[®]8

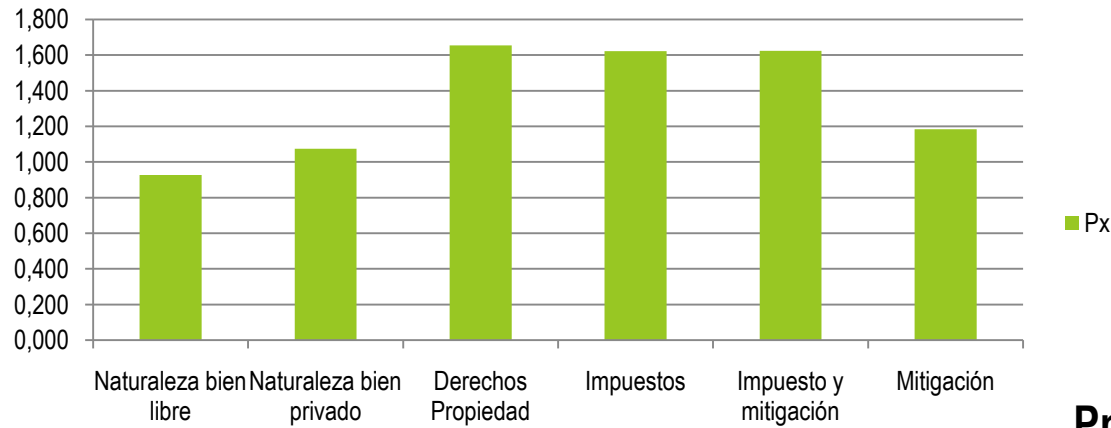
| Parámetro | Restricción | Valor |
|---------------|---|-------|
| ε | $\varepsilon > 0$ | 1 |
| α | $\alpha + \beta < 1$ | 0.4 |
| β | | 0.4 |
| ρ | $0 < \rho < 1$ | 0.33 |
| Ω | $0 < \Omega < 1$ | 0.33 |
| θ | $\theta + \pi = 1$ | 0.5 |
| π | | 0.5 |
| A | $A > 0$ | 5 |
| K | Reparto (%) bien libre entre el consumidor y el sector Y, modelo 1. | 0.5 |
| γ | $\gamma > 0$ | 0.33 |
| φ | $\varphi > 0$ | 1 |
| Ψ | $\Psi \geq \sqrt{\frac{\varepsilon^2 (P_X - t^*) P_N}{t^*}}$ | 0.9 |
| Ψ | $\Psi < \sqrt{\frac{\varepsilon^2 (P_X - t^*) P_N}{t^*}}$ | 0.3 |

The image shows a control interface for a simulation or model. On the left, there are ten sliders, each labeled with a Greek letter: ϵ , α , β , ρ , Ω , θ , Π , ϕ , A , and γ . The α slider is currently set to 0.4, with a small input box and navigation buttons (minus, right arrow, plus, up arrow, down arrow, right arrow) below it. To the right of the sliders is a large rectangular display area containing the text `{Px -> 1.07485, Pn -> 0.142652}`. Each slider has a small square icon with a plus or minus sign at its right end. The entire interface is enclosed in a window with a close button in the top right corner.

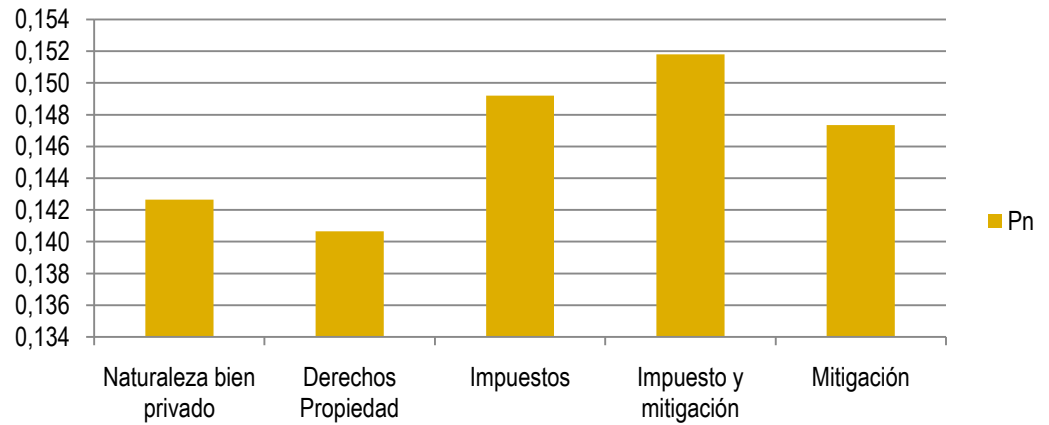


Resultados

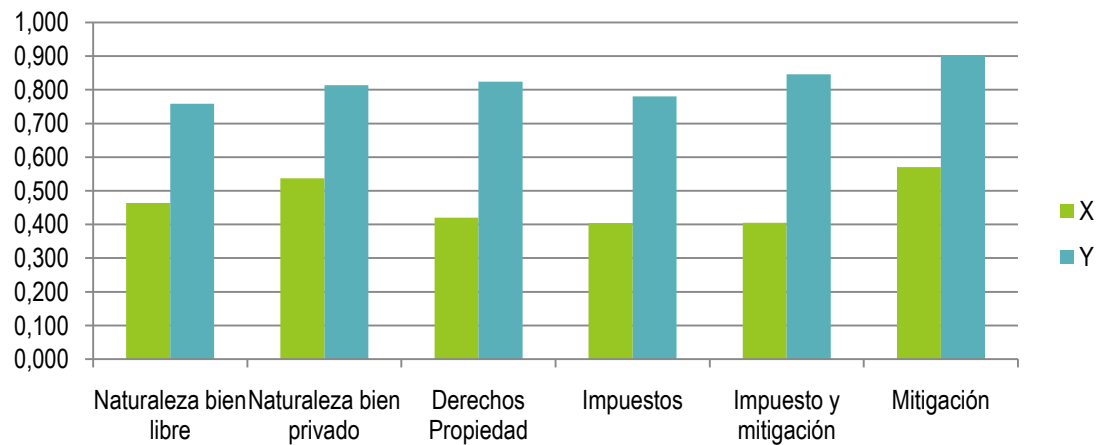
Px



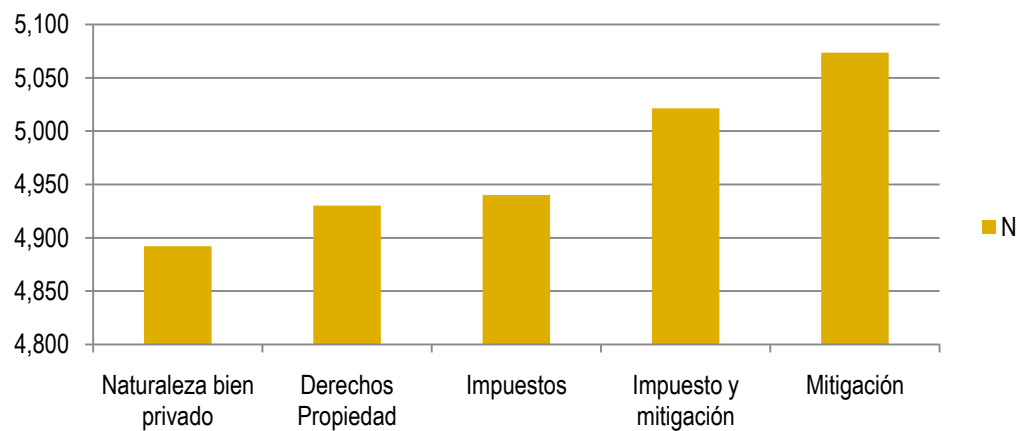
Pn



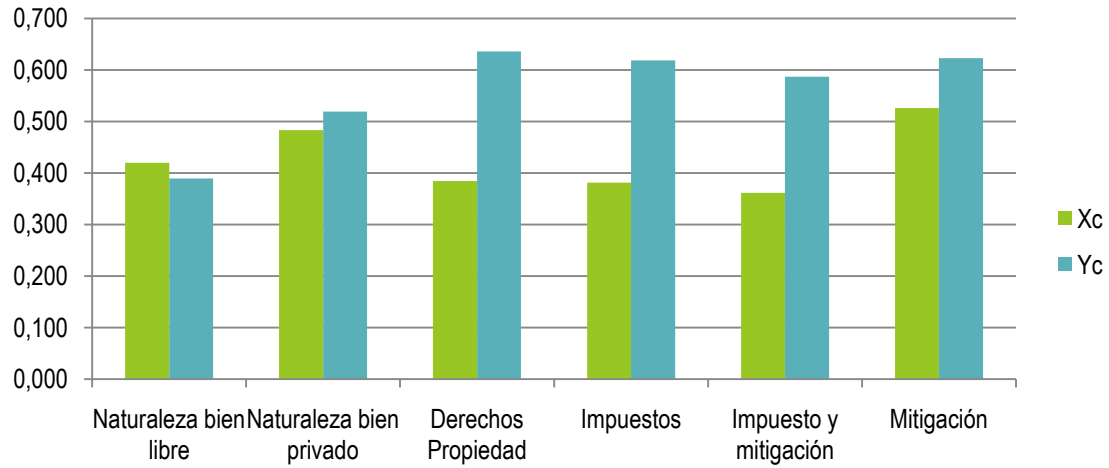
Nivel de Producción



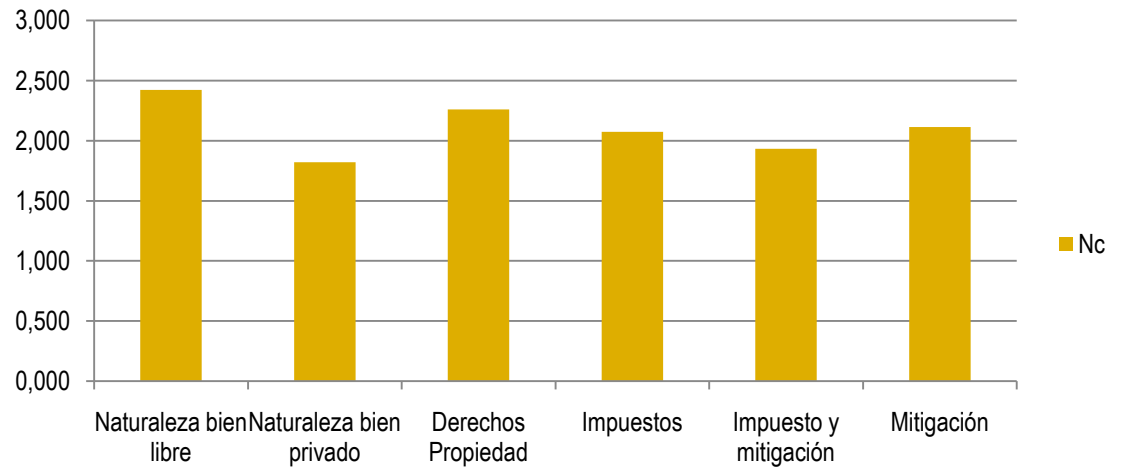
Nivel de Producción



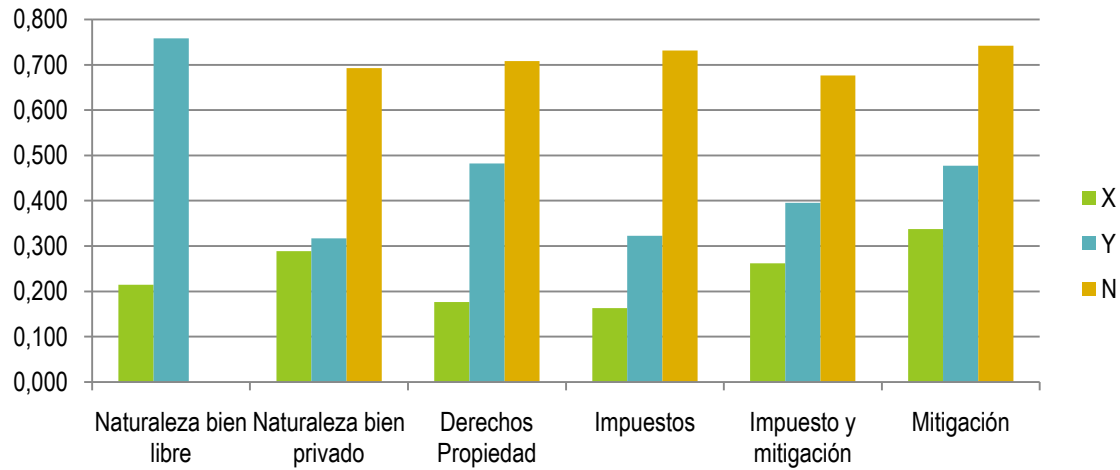
Canasta de Consumo



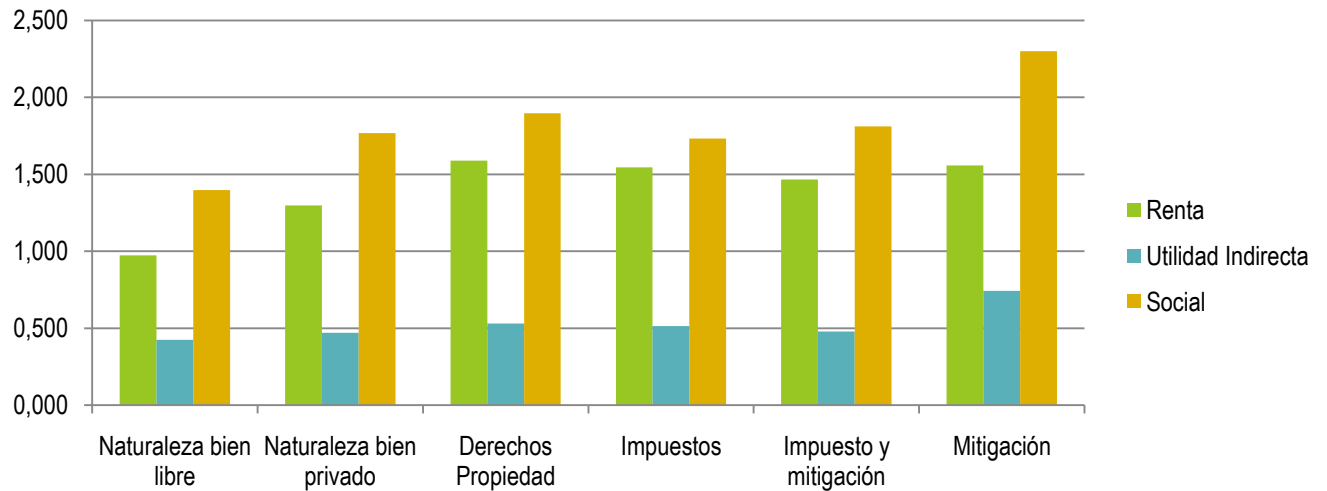
Canasta de Consumo



Beneficios



Bienestar




Conclusiones

- Los instrumentos económicos disponibles tienen efectos diferenciados en cuanto a: beneficios de las empresas, utilidad indirecta consumidor y bienestar social, siendo mejor la solución de Coase que los impuestos pigouvianos.
- Para el sector contaminador los impuestos son más costosos e incentivan más la adopción de tecnologías mitigadoras, sin requerir subsidios.
- Con tecnologías de mitigación los agentes mejoran su bienestar y pueden llegar a estar todos en el mejor de los mundos.
- Obviamente es un modelo de agentes representativos, no se detallan las dinámicas que pueden ocurrir al interior de ellos:
 - Las actividades de I+D con varios agentes en un sector generador de externalidades adopta la figura de un bien público y es probabilístico.
 - X como un todo está en una peor situación, pero en su interior habrá quienes se beneficien y quienes terminen perjudicados en una mayor proporción.

Limitaciones $N = A + \phi \sqrt[2]{Y_N} - \Omega X$

- Relaciones causa- efecto aún no están comprendidas.
- Procesos de reproducción naturales son no lineales, altamente interconectados e interdependientes; en escalas de tiempo mucho mayores a los de un sistema económico; límites espaciales difíciles de definir.
- La dinámica de los ecosistemas también se afecta por fenómenos naturales endógenos o exógenos de naturaleza incierta.
- Posibilidades de sustitución entre los insumos bastante limitadas e incluso imposibles para algunos.
- No está claro a partir de qué magnitud de carga de externalidades o de extracción un ecosistema es resiliente, es decir, capaz de mantener sus patrones característicos, estructuras, funciones y tasas de procesos (tales como la productividad primaria, asignación de fotosíntesis, intercambio de energía, ciclo de nutrientes y estructura de la cadena alimentaria).

- Un ecosistema puede tener estados estacionarios alternativos y su respuesta a perturbaciones evolucionar de una tendencia “suave” a una discontinua, existiendo una masa de capital crítico a partir de la cual el sistema se torna inestable, explosivo o implosivo.
- La redundancia, o la respuesta de un ecosistema a una perturbación podría depender no solamente de una fracción de un grupo de especies, las especies críticas pueden aparecer en situaciones específicas y ser raramente anticipadas.
- Los ecosistemas ofrecen servicios adicionales de detoxificación y descomposición de residuos, purificación de aire y agua, de estabilización y regeneración por sí mismos no contabilizados en una SAM.
- No está claro qué parte de un ecosistema está sujeto a la definición de derechos de propiedad, apropiable o sujeto a intervención humana.



Para mas información visite
www.microaplicada.tk