

# Mercado de compensaciones de Material Particulado en Chile



**Tepual Conservación**

info@tepualconservacion  
www.tepualconservacion.cl

# ¿Qué hacemos?

Tepual se dedica a preservar la diversidad de formas de vida natural. Nos enfocamos en tres áreas clave para ofrecer soluciones efectivas y sostenibles:

## **Financiamiento de la Naturaleza**

Brindamos asesoría especializada para desarrollar estrategias de financiamiento que impulsen iniciativas de conservación, manejo y restauración de la naturaleza.

## **Cambio Climático, Biodiversidad y Capital Natural**

Elaboramos planes de adaptación al cambio climático y realizamos análisis de prefactibilidad para proyectos de bonos de carbono. Además, asesoramos a empresas en temas de biodiversidad, capital natural y soluciones basadas en la naturaleza, promoviendo prácticas empresariales responsables y sostenibles.

## **Planificación y Gestión de Áreas Protegidas**

Realizamos caracterizaciones territoriales detalladas para diseñar y zonificar áreas de conservación. Desarrollamos planes de manejo efectivos y gestionamos los permisos necesarios para la declaración de áreas oficiales de conservación, garantizando la protección y el uso sostenible de estos espacios.





---

## Contenidos

- Mercado de compensaciones de material particulado.
- Proceso y actores relevantes, costos transacción y escala.
- Medidas de compensación, costo efectividad.
- Costos de mercado.
- Valoración cualitativa, externalidades positivas.
- Parametrización territorial.



# Mercado

## Sistema de Compensaciones

PPDA para la Región Metropolitana de Santiago (DS 31 2016) obliga a emisores a compensar emisiones como MP10.

**Legislación genera entonces un mercado obligatorio de compensaciones. El emisor demanda medida de compensación que empieza a ser ofertada para cubrir mercado.**

RCA de proyectos nuevos, modificaciones y/o ampliaciones de proyectos existentes, deberán realizar la compensación de dichas emisiones atmosféricas en un 120%.

### Límites de emisión establecidos en el PPDA de la RM

MP10	2,5 ton/año
MP2.5	2 ton/año
NOx	8 ton/año
SO2	10 ton/año





Mercado

## **Opciones para compensar Material Particulado**

Recambio de calefactores

Creación y mantención de áreas verdes

Pavimentación

Autocompensación

Filtro para fuentes fijas

Filtro para fuentes móviles

Mejora tecnológica

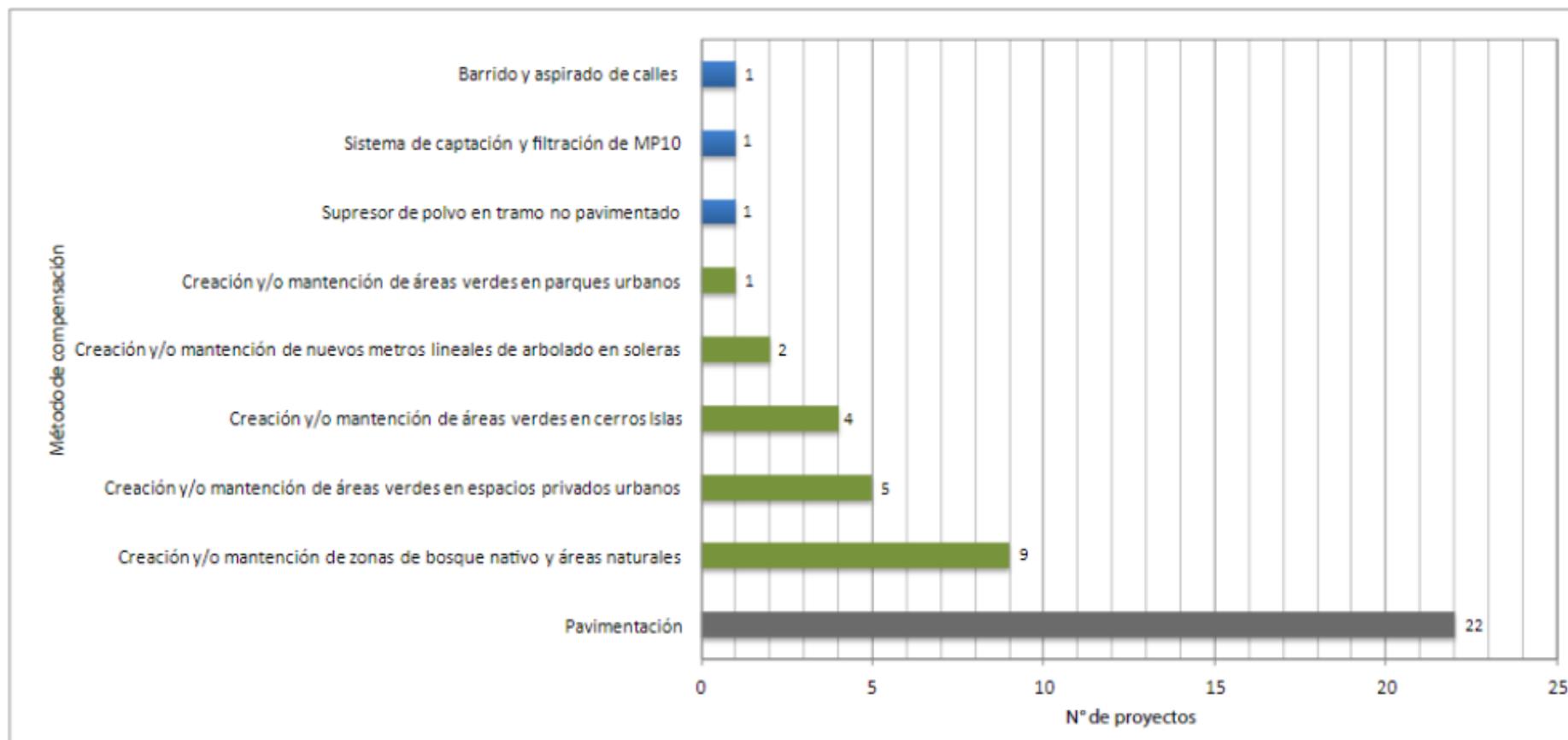
Chatarrización de motores

Traspaso de emisiones



# Mercado

Figura 8-1. Métodos de compensación propuestos por titulaes en la RM antes del año 2013



Fuente: SMA, 2014.

# Mercado

Desde 2012 hasta el 2022 se ejecutaron un total de **220 proyectos de compensación de MP, que equivale a 4.064 toneladas.**

Dentro de las medidas de compensación anteriormente descritas se observa que la que más aplicación tiene en cuanto a cantidad de compensaciones (no a toneladas ni a superficie) es el **recambio de calefactores**

Del total de las compensaciones implementadas, un 28,33% corresponden a creación y/o mantención de áreas verdes. Esto representa 1.741 toneladas de MP10 en los últimos 10 años, **promediando 174 toneladas por año.**

La superficie total compensada entre los años 2012 y 2022, **superó las 3.744 hectáreas**, promediando 374 hectáreas por año.

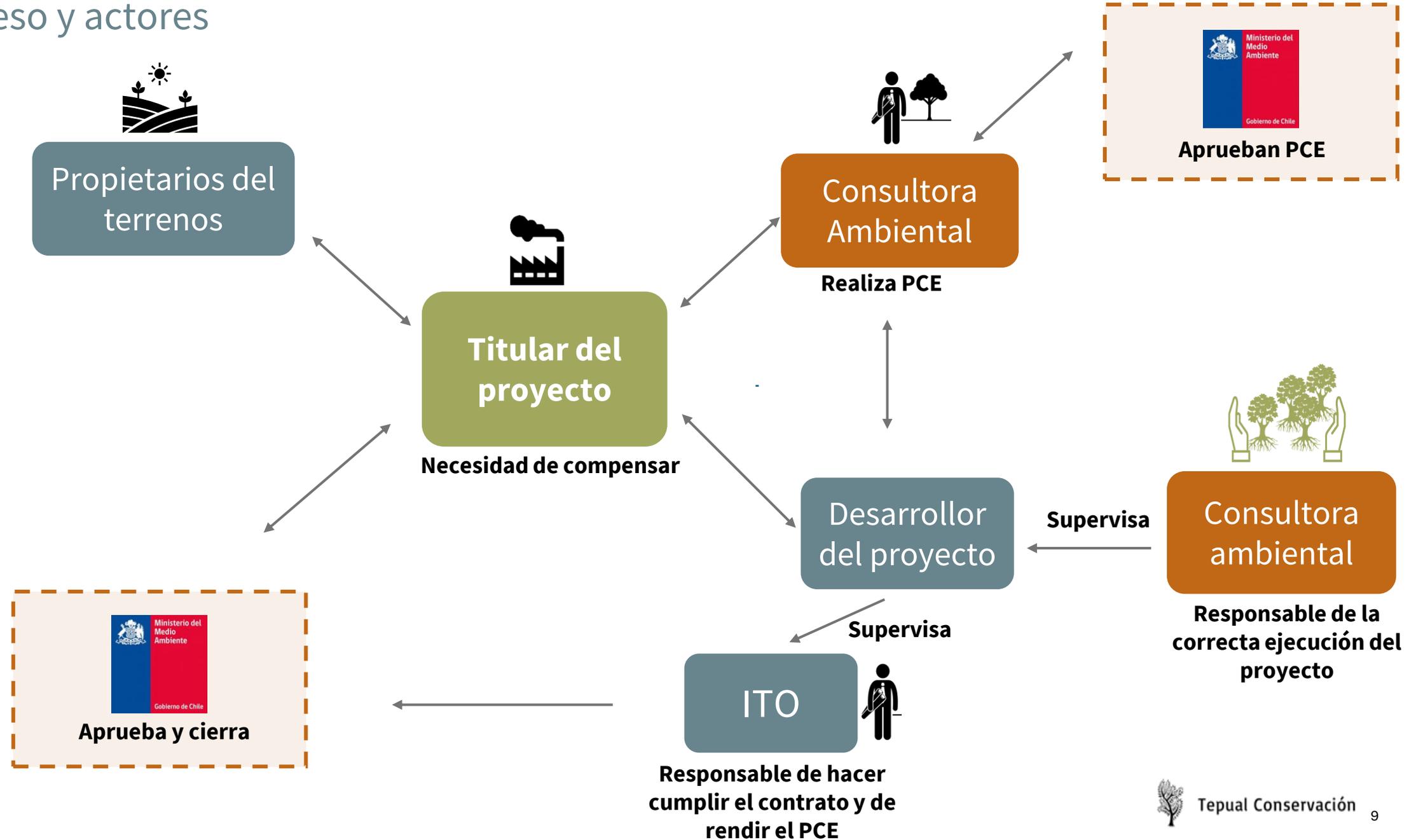
Algunos de los proyectos compensan con dos medidas, compensando un mayor volumen de las emisiones con áreas verdes y complementando el resto con recambio de calefactores.

Medida	2012	2013	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022 <sup>5</sup>	Total	%
Autocompensación					1	4					5	2,7%
Chatarrización de motores				1		1	1		1		4	2,2%
Creación y/o mantención de áreas verdes		1	1	2		6	18	8	14	1	51	28,3%
Filtro para fuentes fijas									1		1	0,5%
Filtro para fuentes móviles			1								1	0,5%
Mejora tecnológica							1	1			2	1,1%
Pavimentación	1	2		2	7	2	2	3			19	10,5%
Recambio de calefactores					1	2	18	23	27	12	83	46,1%
Traspaso de emisiones					2	8	2	2			14	7,7%
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>23</b>	<b>42</b>	<b>37</b>	<b>43</b>	<b>13</b>	<b>180</b>	<b>100%</b>

**Implementaciones de PCE en los últimos 10 años. Fuente: FCI en base a información solicitada por Ley Transparencia.**



# Proceso y actores



## Costo efectividad

### Actividades para compensar con mantención de masas boscosas

#### **EJE DE PROTECCIÓN, CONTROL Y VIGILANCIA**

- Construcción y/o reparación de cercos perimentrales
- Implementar medidas de protección contra incendios forestales
- Casetas, torres y/o miradores de vigilancia
- Construcción y mantención de sendero y/o camino de vigilancia
- Instalación de señalética
- Construcción de Vivero y/o Invernadero

#### **EJE REHABILITACIÓN Y RETAURACIÓN ECOLÓGICA**

- Enriquecimiento
- Manejo fitosanitario y silvicultural
- Recolección de semilla y viverización
- Control de erosión y cárcavas
- Control de especies invasoras
- Cosecha y almacenamiento de agua

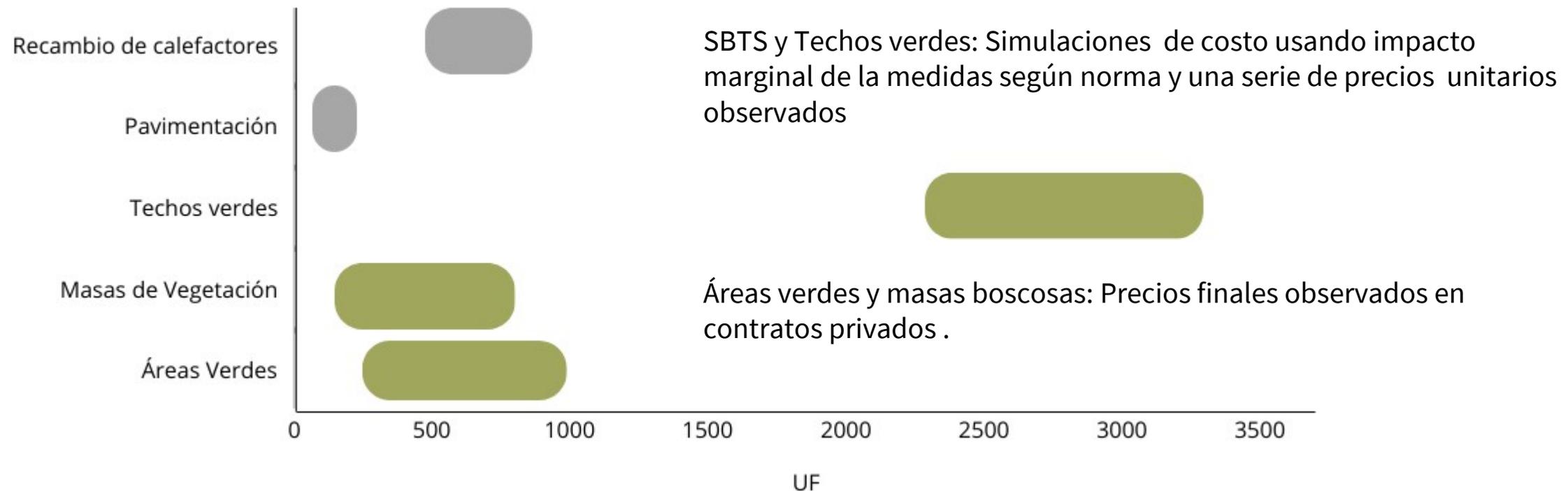
#### **EJE DE EDUCACIÓN AMBIENTAL**

Se puede complementar con actividades de educación ambiental en tres grandes temas:

- La importancia de las masas de vegetación para la biodiversidad
- El rol de los servicios ecosistémicos que ofrece la zona a compensar
- La prevención de los incendios forestales

## Costos de Mercado

Los costos de creación de áreas verdes y mantenimiento de masas boscosas son comparados con los de las soluciones basadas en tecnologías. Los PCE en ambas modalidades difieren en distintos aspectos: **Temporalidad, territorios, actividades incorporadas, ejecutor**. Esto se traduce en una heterogeneidad amplia de costos.

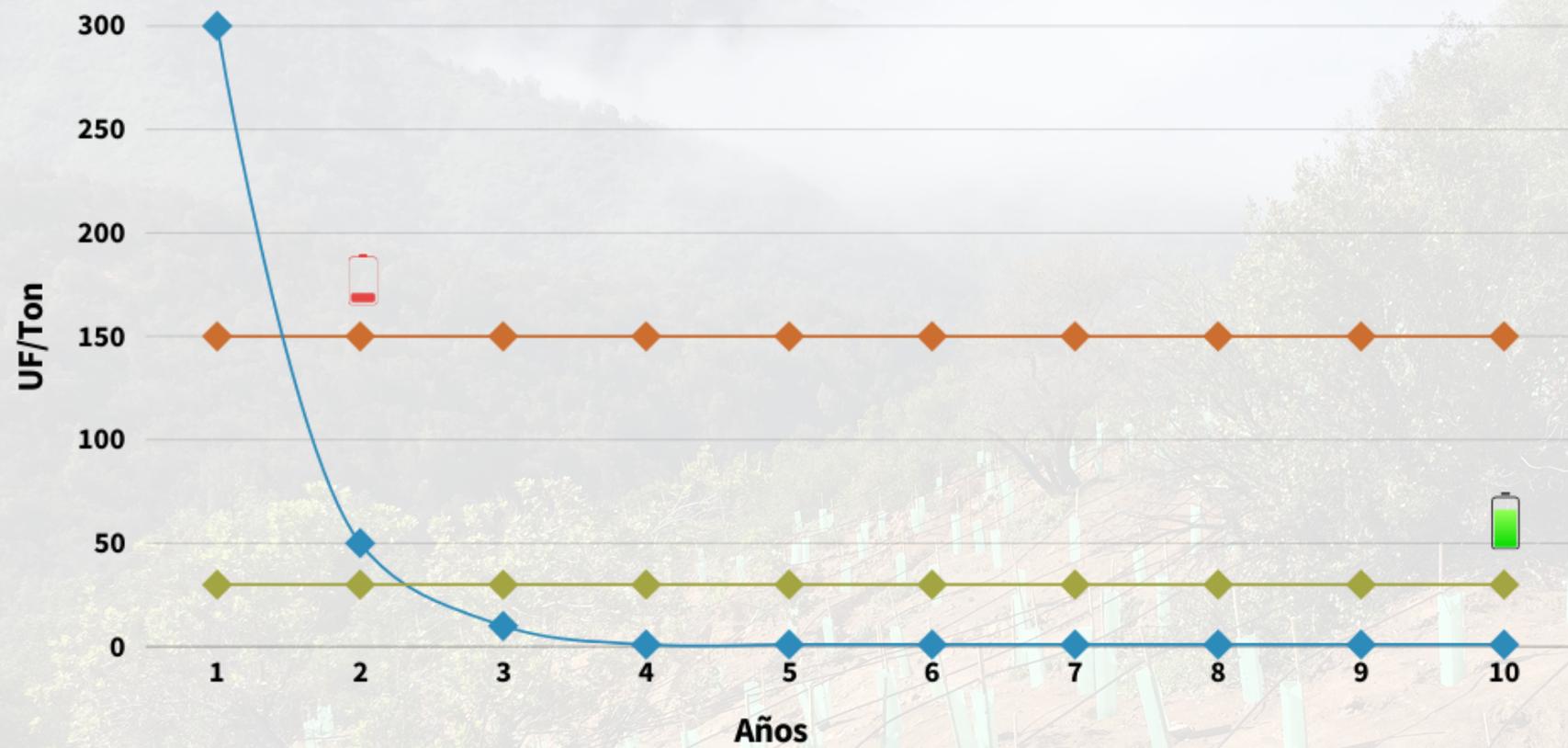


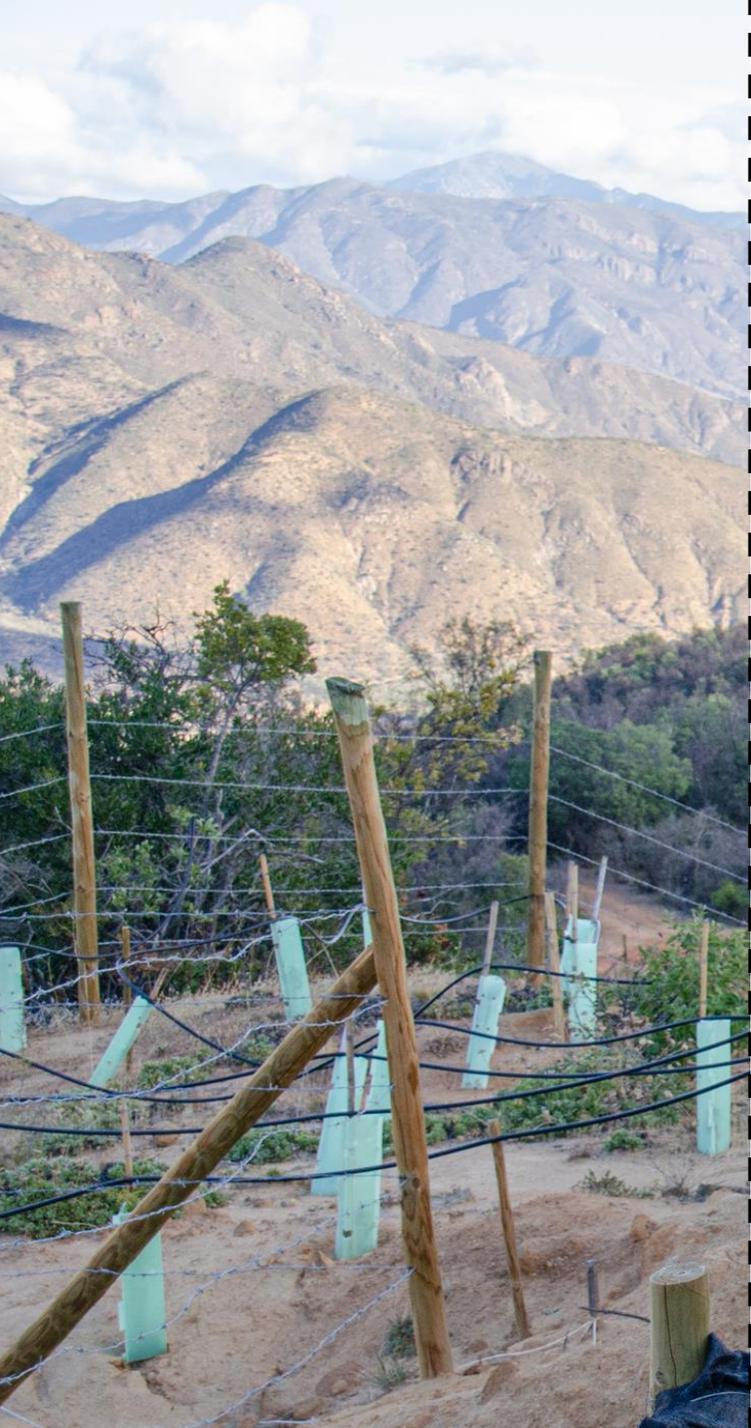
Fuente: Elaboración propia. Temporalidad contratos privados es normalizada a 3 años de mantenimiento para su comparación.

# INCERTIDUMBRE DEL PRECIO

## EFFECTO TEMPORALIDAD

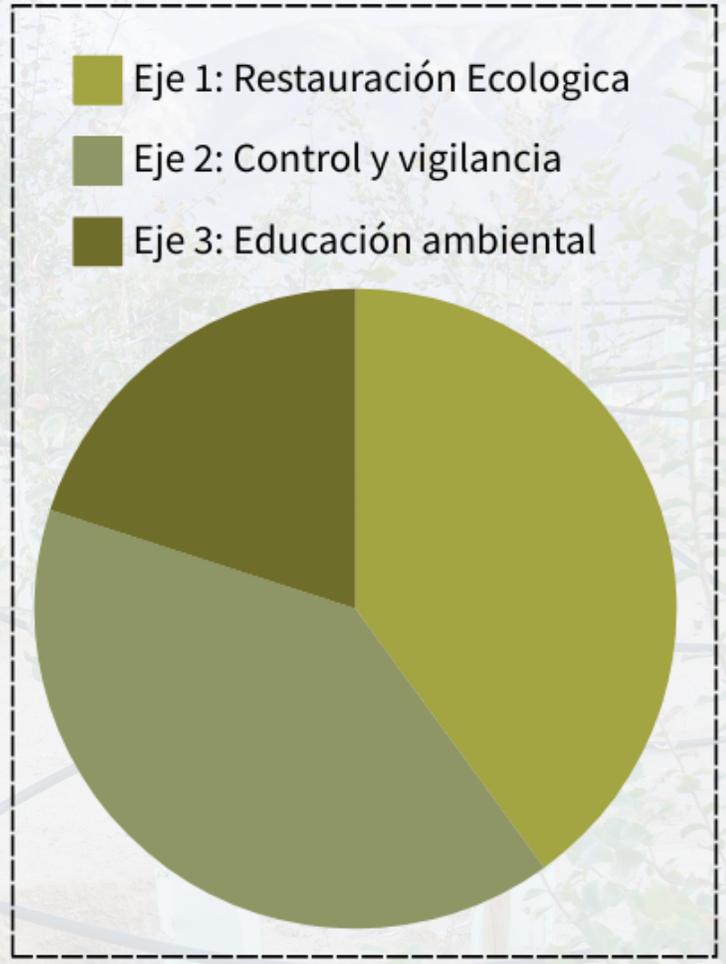
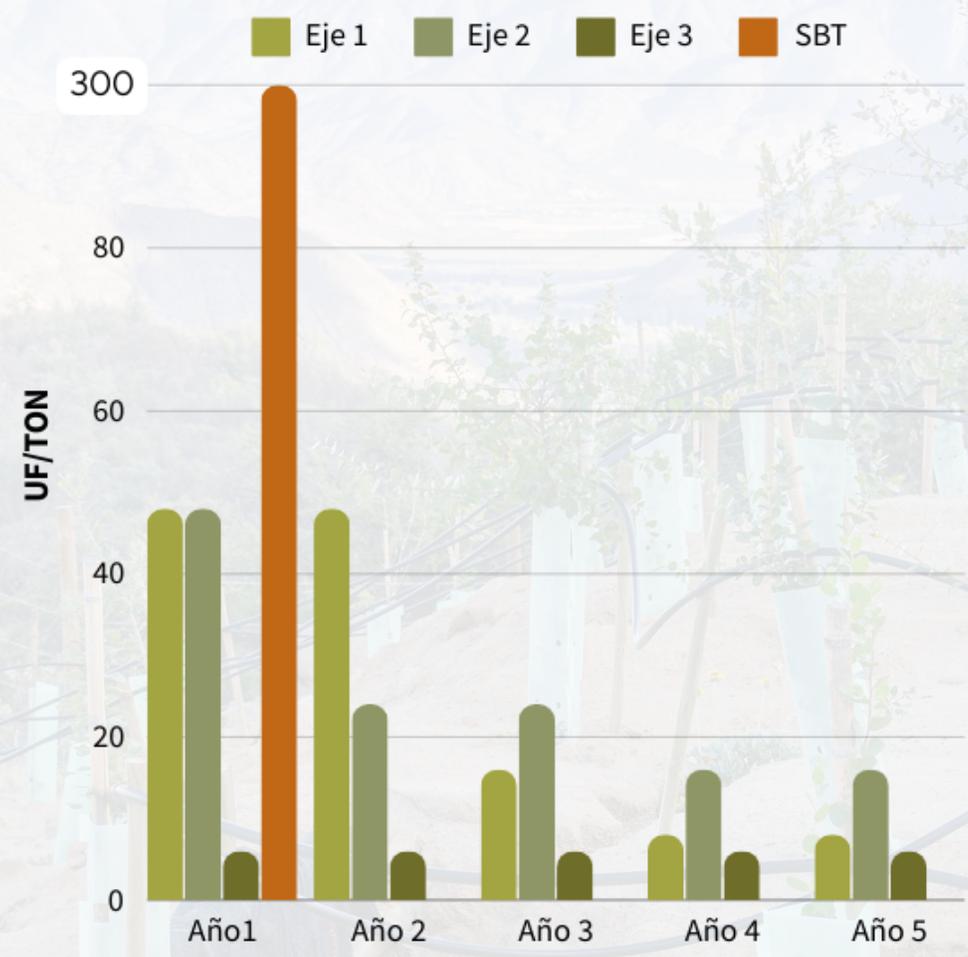
- Solución basada en tecnología
- Solución basada en naturaleza (SBN)
- SBN (Ajustado)





# INCERTIDUMBRE DEL PRECIO

## EFFECTO DE LAS ACCIONES



# Valoración cualitativa

Las puntuaciones cumplen el siguiente principio:

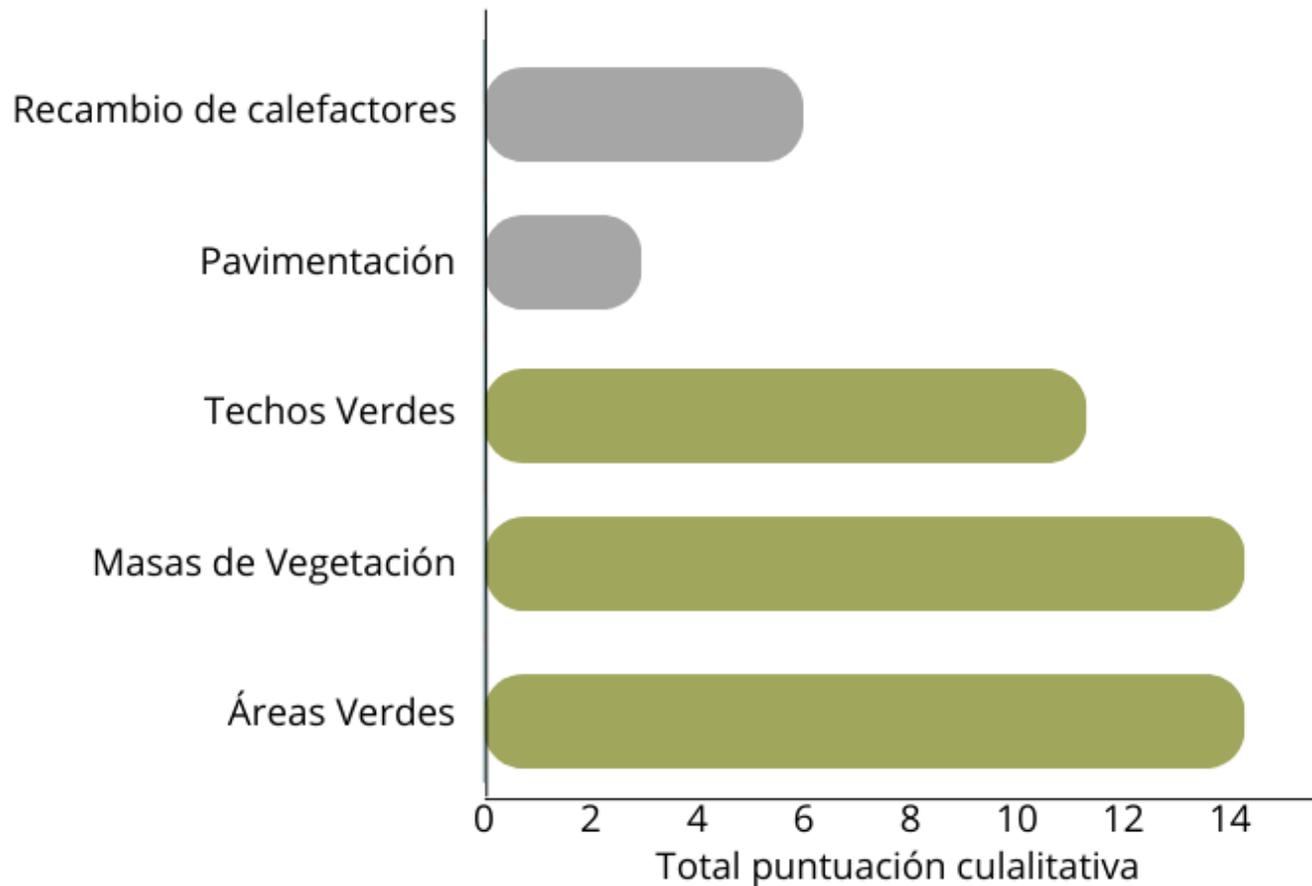
- 3 si la medida cumple la condición definida;
- 2 si la medida cumple la condición, pero no a la perfección;
- 1 si la medida técnicamente cumple la condición, pero muy pocas veces ocurre en la práctica;
- 0 si la medida no aporta en absoluto a la condición; y
- -1 si la medida tiene un efecto negativo en la condición

<b>Factibilidad</b>	Facilidad de implementar la medida de compensación en términos de sus requisitos exigidos, excluyendo los costos de inversión en el análisis. Se centra en la claridad y regulación de los requisitos a cumplir.
<b>Mitigación del cambio climático (CC)</b>	Evalúa si la medida contribuye a mitigar el cambio climático. Específicamente, se analiza si la medida reduce las emisiones de CO2 o si las absorbe.
<b>Percepción del entorno</b>	Se refiere a los efectos de la medida en la satisfacción de las personas directamente afectadas por ella.
<b>Efectos psicosociales y en salud</b>	Este apartado evalúa si la medida de compensación mejora la calidad de vida de las personas, contribuyendo a la salud mental y física, y fomentando la actividad física, entre otros beneficios.
<b>Servicios ecosistémicos</b>	Se refiere a si la medida tiene efectos positivos sobre servicios ecosistémicos, como la conservación de la biodiversidad o la regulación de la temperatura.

Fuente: Análisis de prefactibilidad económica de plataforma de Compensaciones para la recuperación ecológica y social de los cerros islas 2023. Tepual.



## Valoración cualitativa



Fuente: Elaboración propia. Asignación de puntaje se realizó en base a entrevistas de expertos. Promedio asignando ponderación simétrica para cada categoría.



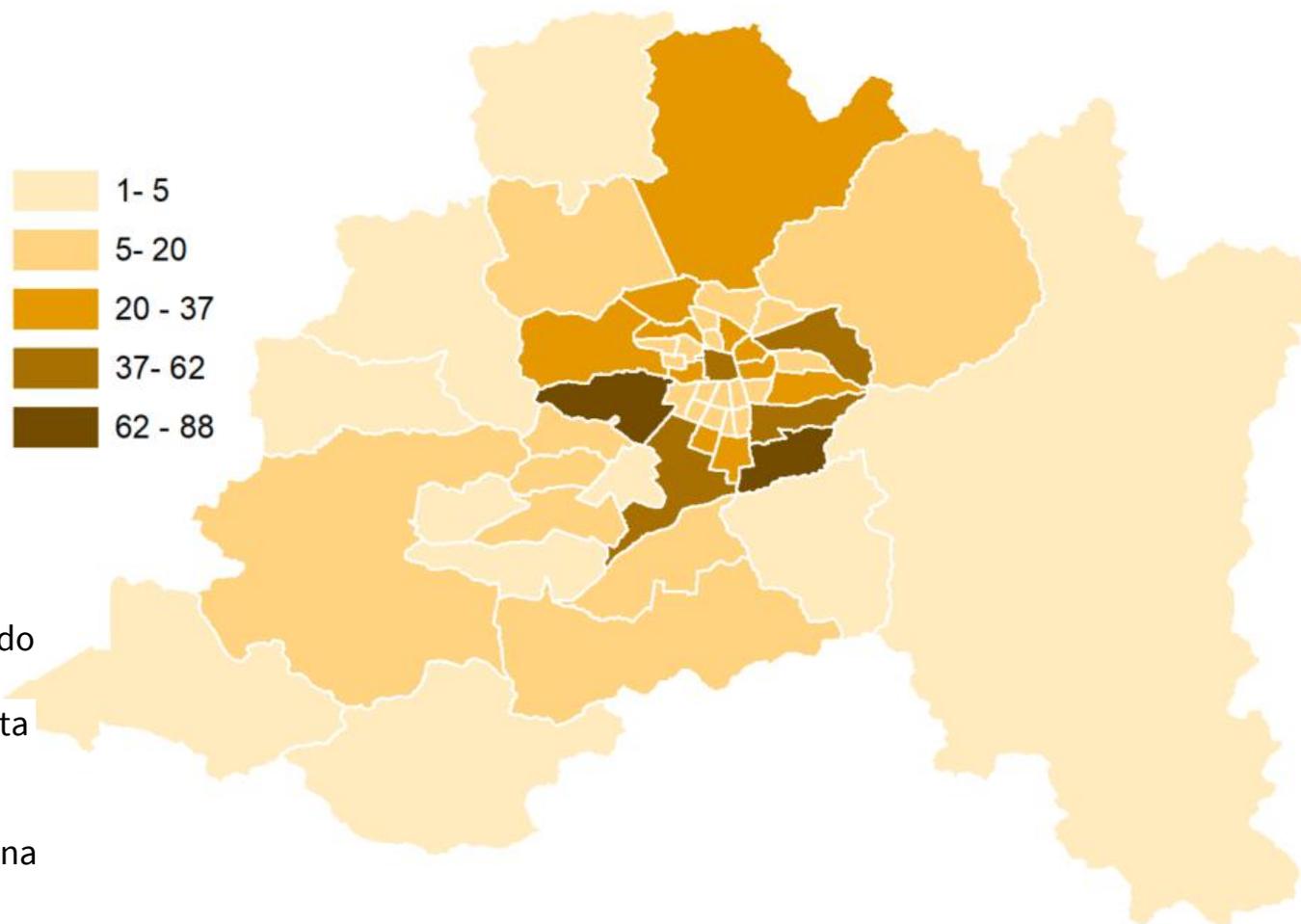
# Parametrización territorial

## Reforma Tributaria

Determina la tasa del impuesto según comuna y zona.

$$Tij = CCAji \times CSCpci \times Pobj$$

- Tij = Tasa del impuesto por tonelada del contaminante "i" emitido en la comuna "j" medido en US\$/Ton.
- CSCpci = Costo social de contaminación per cápita del contaminante "i".
- Pobj = Población de la comuna "j".
- CCAji = Coeficiente de calidad del aire en la comuna "j" para el contaminante "i".



Proporción de la tasa de impuesto por comuna

## Conclusiones

Mercado en desarrollo, pero con experiencias (Red de SN y CI) que han permitido aprovechar **economías de escala** y agregar **experiencia**.

Flexibilidad de las actividades asociadas a mantención de masas boscosas y creación de áreas verdes permite diseñar compensaciones **costo efectivas**.

Externalidad positivas de la mantención en masas boscosas y creación de áreas verdes presentan a esta alternativa como una elección que entrega altos beneficios sociales, particularmente en contexto actual de altas tasas de pérdida de biodiversidad y riesgos asociados a cambio climático.



Tepual Conservación





## Conclusiones

Diseño flexible de las actividades asociadas a los PCE en masas boscosas y áreas verdes permite estructurar **flujos financieros óptimos** para diferentes contextos.

Instituciones establecidas como SN o FCI actúan como garantes y presentan probablemente menos costos de mantención haciendo proyectos financieramente viables.

Tiempo de duración de los proyectos impacta en la viabilidad de los proyectos financieramente. **Flexibilidad tiempo escala** es deseable.

Diseño de parámetros en función del territorio, tanto en costos como beneficios, aún ausente.



Tepual Conservación