



ICAO

# INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION

A UN SPECIALIZED AGENCY



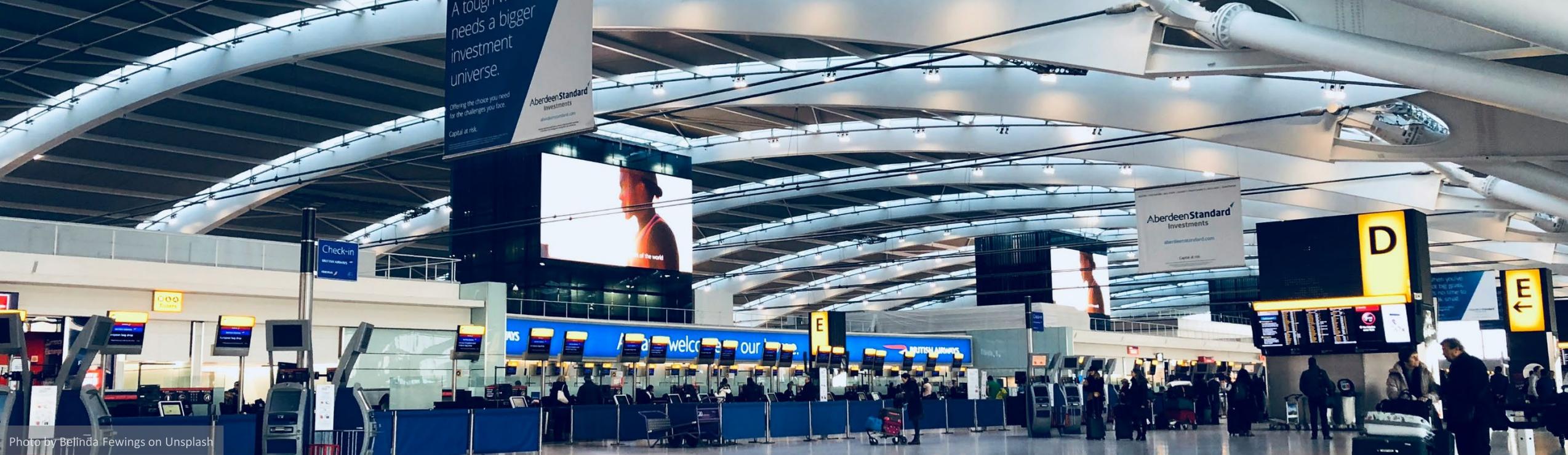


Photo by Belinda Fewings on Unsplash

# Taller sobre planificación estratégica enfocado en navegación aérea y aeropuertos, incluyendo orientación para la toma de decisiones basadas en Análisis costo-beneficio (ACB)

Ciudad de México, México, 17 al 20 de septiembre de 2024

Daniel Tha [daniel.tha@kralingen.com.br](mailto:daniel.tha@kralingen.com.br)

Antônio Marcos Oliveira [amarcosfo@gmail.com](mailto:amarcosfo@gmail.com)

## Generalidades del Taller

---

**01** El caso de la evaluación económica de proyectos y normativa

**02** Fundamentos de planificación y Diseño de proyectos

**03** Determinación de los costos y beneficios pertinentes

**04** Estimación de costos, beneficios y externalidades

**05** Cálculo de indicadores de viabilidad económica

**06** Gestión proactiva del riesgo y la incertidumbre

01a

¿ Por qué una  
valoración  
"económica" ?



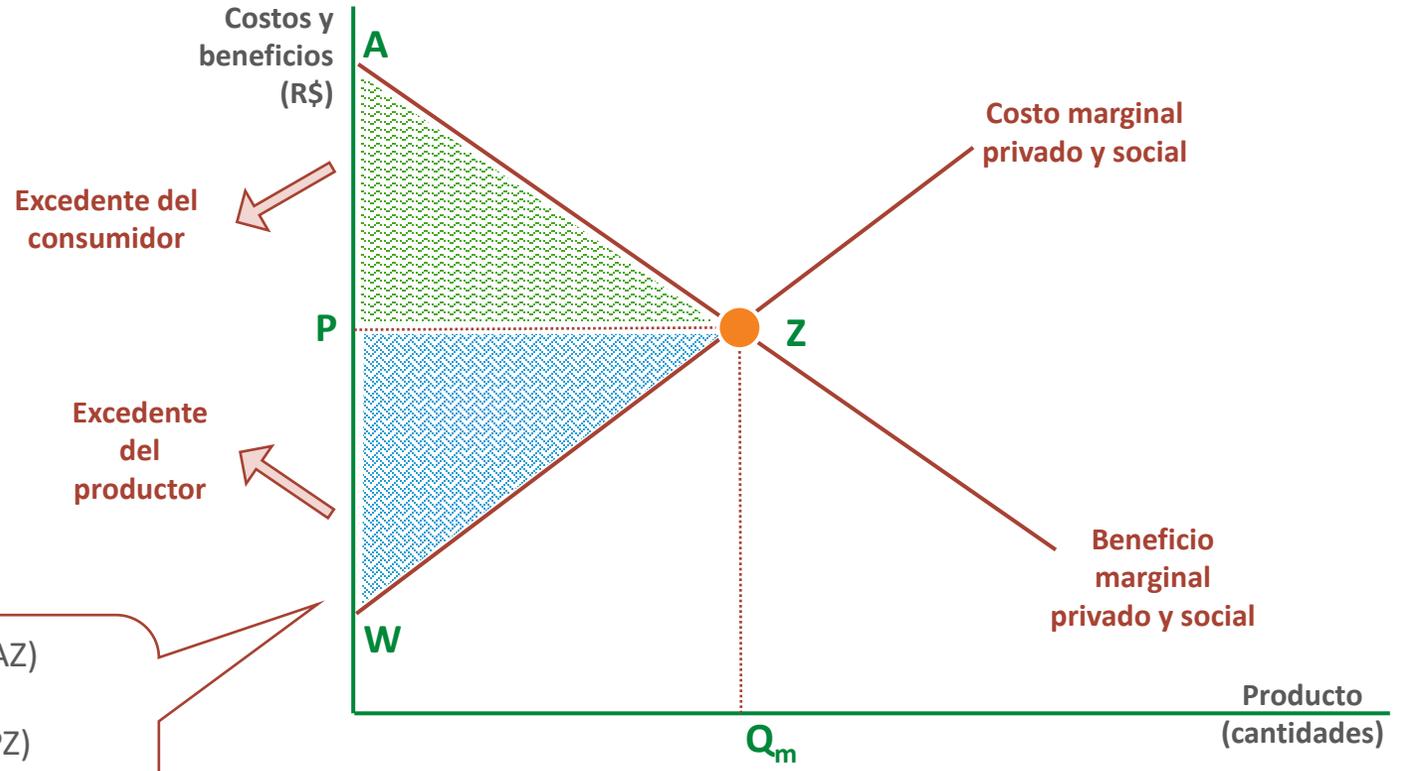
Photo by Simon Mumenthaler on Unsplash

# Socioeconómico = Bienestar social = Excedente social



En mercados hipotéticamente perfectos, los precios de mercado son iguales a los precios sociales y la asignación de recursos de producción escasos es eficiente

$$\begin{aligned}
 &\text{Excedente del consumidor (PAZ)} \\
 &+ \\
 &\text{Excedente del productor (WPZ)} \\
 &= \\
 &\text{Excedente social (WAZ)}
 \end{aligned}$$



## Diversas fuentes de distorsión del mercado

**Componentes fiscales:** impuestos directos e indirectos, aranceles, derechos...



**Subsidios,** por ejemplo, aranceles administrados, transferencias, descuentos o exenciones



**Estructura del mercado** p. ej. monopolios, oligopolios, oligopsonios



**Asimetría informativa,** por ejemplo, carne procedente de la deforestación



**Acceso libre/abierto,** por ejemplo, falta de derechos de propiedad



**Externalidades (positivas y negativas), bienes comunes y públicos:**



contaminación atmosférica, servicios ecosistémicos, deforestación, seguridad...

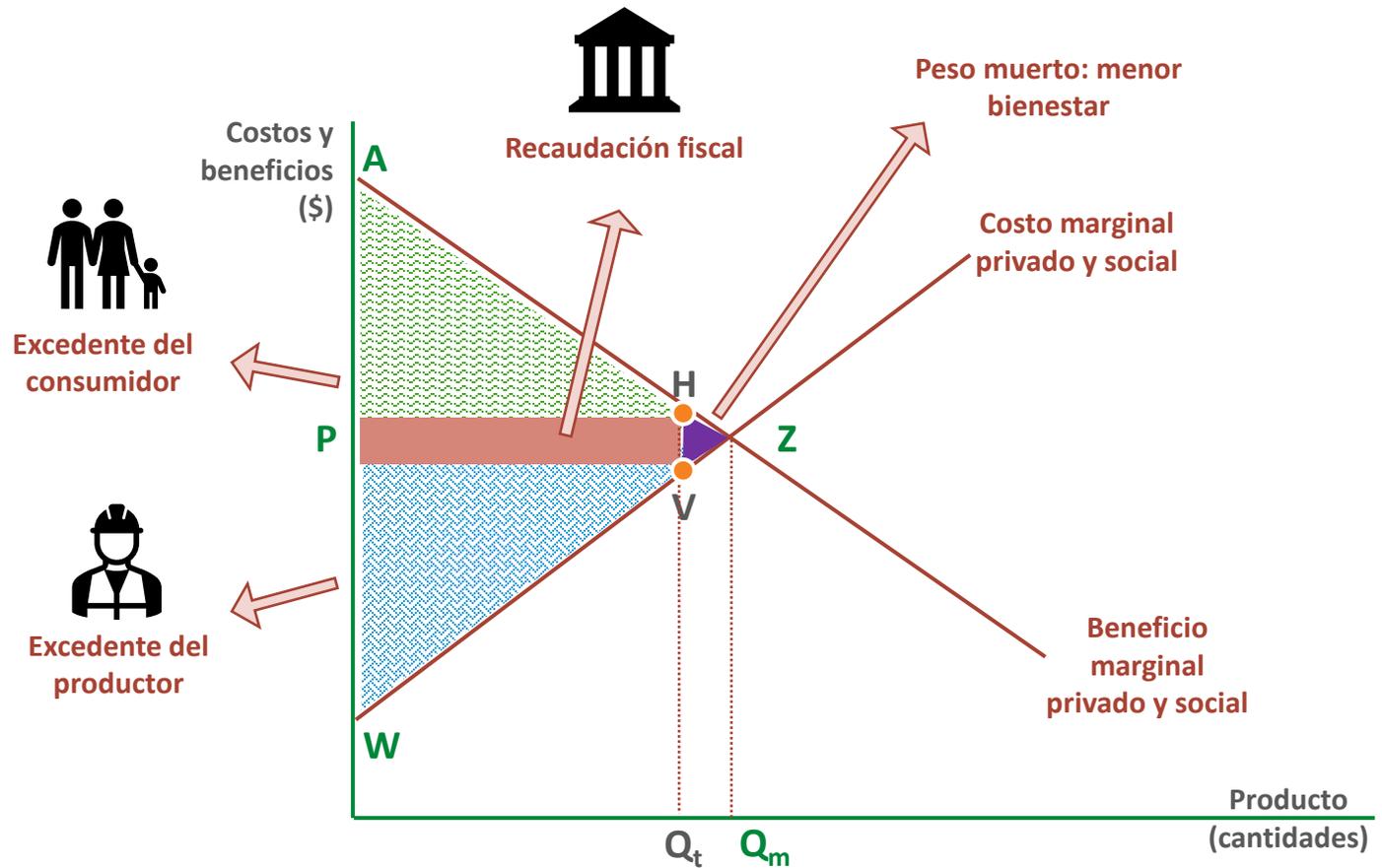
# Las distorsiones generan pérdidas de eficiencia asignativa...



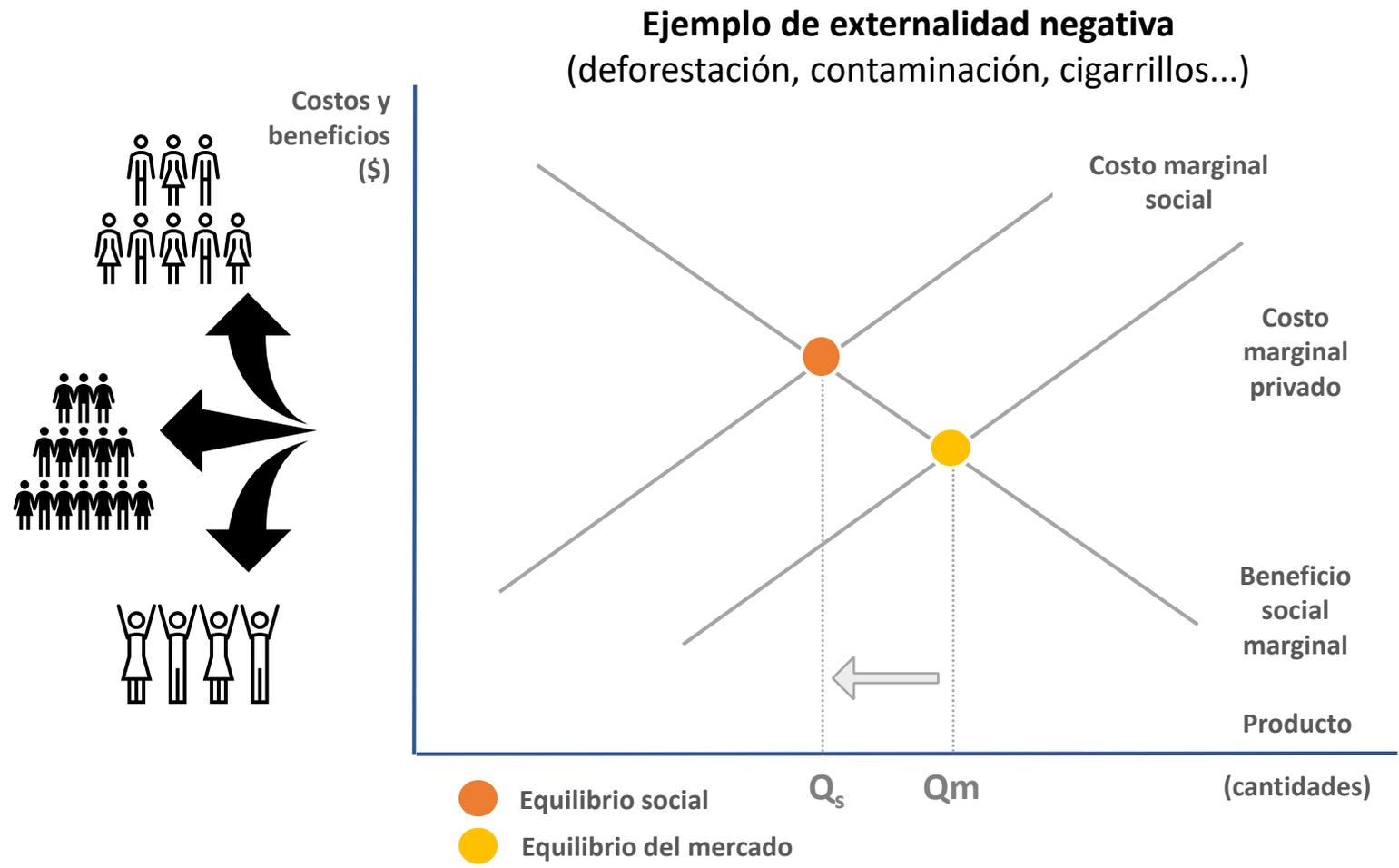
En presencia de distorsiones:  
**precios de mercado**

≠

**precios sociales**



# Los fallos del mercado y las externalidades asignan los recursos de forma subóptima

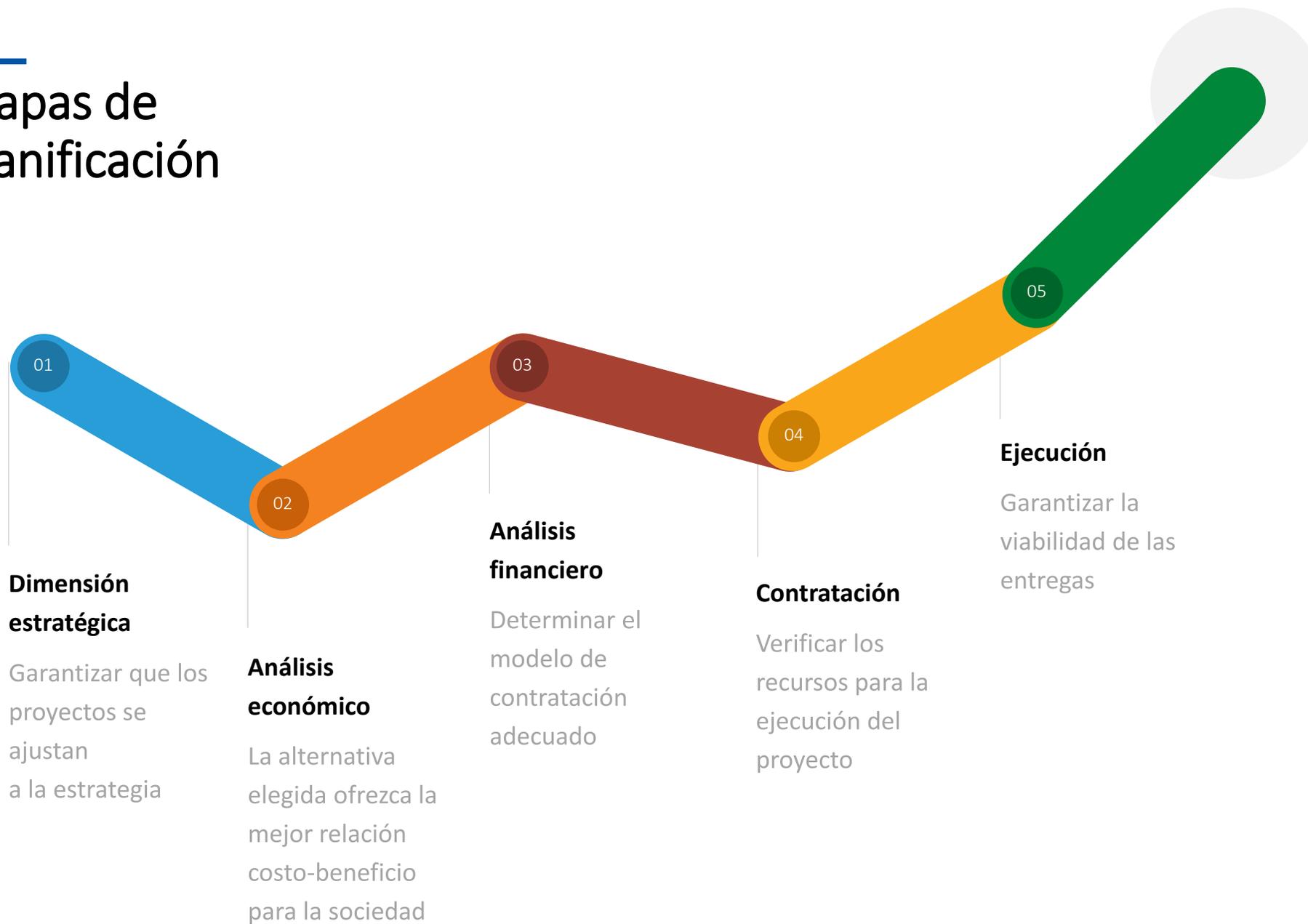


## Los aeropuertos y el control aéreo son de interés "económico"



- **Competitividad:** facilita el comercio y la inversión
- Impacto en la **productividad y eficiencia** de la economía (costos y tiempo de desplazamiento, suministros)
- Implicaciones para el **desarrollo regional**
- **Mejorar las rutas y los procedimientos** tiene repercusiones directas en la sociedad y el medio ambiente
- La gestión del flujo de tráfico aéreo aporta **seguridad y previsibilidad**
- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero
- Interacciones con el uso del suelo, la densificación, los flujos urbanos y la movilidad

## Etapas de planificación



# Importancia de la evaluación económica

Buena planificación = Buena entrega



Garantizar que el proyecto se deriva directamente de los problemas sociales que deben abordarse.



Garantizar que el proyecto ofrezca la mejor relación costo-beneficio para la sociedad.

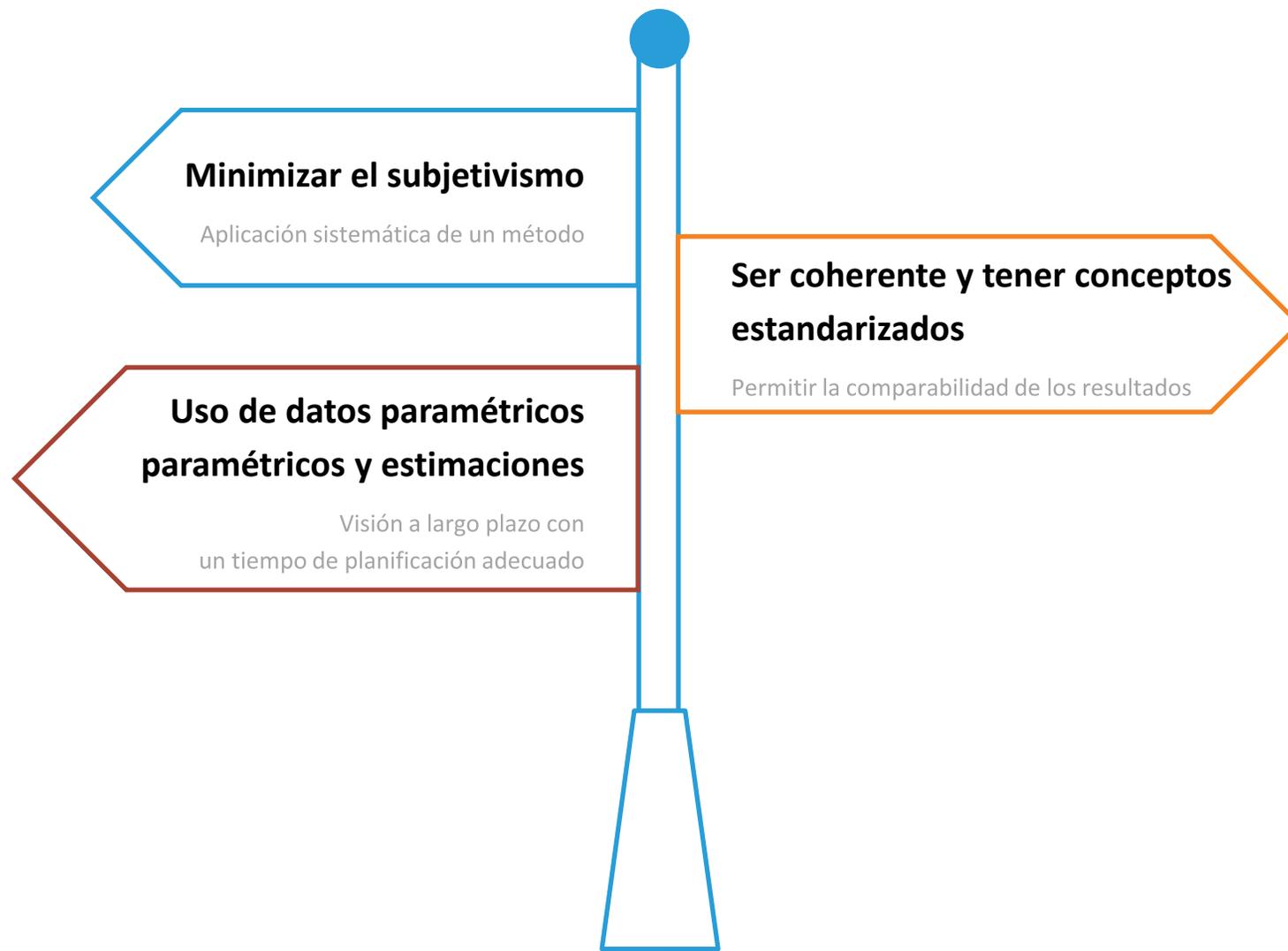


Ejecución directa, Concesión pública, APP, Asociación, Financiación subsidiada, Cobro de tarifas, Subsidios cruzados...



Financiación garantizada y "licencia social" para operar

## ¿Cómo podemos conseguirlo?





## Diferente enfoque del análisis

### Valoración financiera (privada)

#### *Asume la perspectiva del empresario/empresa/gestor de proyectos*

*Considera el efectivo (ingresos y gastos) para y del agente (por ejemplo, empresario) a precios de mercado.*

*Flujo de caja descontado al costo medio ponderado del capital (WACC), que refleja el costo de oportunidad de la empresa.*

- **Valor actual neto (VAN)**
- **Tasa interna de rentabilidad (TIR)**

### Evaluación socioeconómica

#### *Asume la perspectiva de la sociedad (familia, empresas y gobierno) en un territorio determinado*

*Considera todos los costos, beneficios y externalidades a precios sociales, que repercuten en la sociedad en su conjunto.*

*Flujo descontado de C y B al tipo de descuento social (TSD), que refleja el costo de oportunidad de la sociedad.*

- **Valor social actual neto comparativo ( $\Delta$ NPSV)**
- **Tasa de rentabilidad económica (ERR)**



## Prestación de servicios de banda ancha

### Valoración financiera (privada)

#### ***Categorías de ingresos (+)***

- Ingresos por servicios de transmisión de datos
- Ingresos por cesión de fibra y uso de infraestructuras

#### ***Categorías de gastos (-)***

- Costo de inversión a precios de mercado
- Costos de explotación a precios de mercado

### Evaluación socioeconómica

#### ***Categorías de beneficios (+)***

- Beneficios del aumento de la productividad de los trabajadores en las empresas
- Excedente del consumidor doméstico/DAP

#### ***Categorías de costos (-)***

- Costo social de la inversión
- Costo social de la Operación

Valor  
financiero

Corrección de las distorsiones del mercado (monopolios, subvenciones, asimetría de la información y externalidades) y evaluación de las repercusiones y externalidades no relacionadas con el mercado.

Valor del  
bienestar





## Construcción de una nueva terminal de pasajeros en un aeropuerto

### Valoración financiera (privada)

#### ***Categorías de ingresos (+)***

- Ingresos tarifarios (pasajeros y empresas)
- Ingresos no arancelarios (arrendamiento comercial, aparcamiento...)

#### ***Categorías de gastos (-)***

- Costo de inversión a precios de mercado
- Costos de explotación a precios de mercado

### Evaluación socioeconómica

#### ***Categorías de beneficios (+)***

- Ahorro de tiempo para los pasajeros
- Confort de los pasajeros

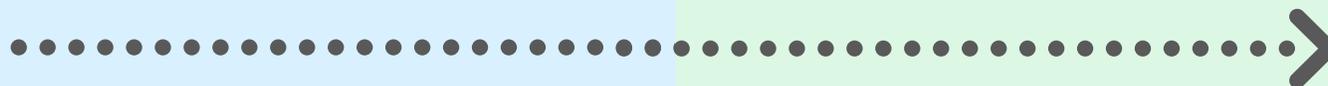
#### ***Categorías de costos (-)***

- Costo social de la inversión
- Costo social de la Operación

Valor  
financiero

Corrección de las distorsiones del mercado (monopolios, subvenciones, asimetría de la información y externalidades) y evaluación de las repercusiones y externalidades no relacionadas con el mercado.

Valor del  
bienestar



		Evaluación socioeconómica	
		Factible	Inviabile
Valoración financiera (privada)	Rentable	A	D
	No rentable	C	B

- **Situación A** = Sin conflicto, situación con decisión y financiación fáciles
- **Situación B** = Mal proyecto, generalmente no realizado (sin interés)
- **Situación C** = Proyecto social (**déficit de** financiación); el Gobierno financia o forma una APP
- **Situación D** = Externalidad **negativa** para la sociedad (la sociedad pierde, aunque un actor gane); iel Gobierno debe utilizar la función reguladora para frenarla!

01b

## Ventajas de la planificación previa



Photo by Praveen Thirumurugan on Unsplash

Proyectos que contribuyen al bienestar de la sociedad pero que no se habrían llevado a cabo

## Fondo de Cohesión de la Unión Europea (cerrando la brecha financiera)

### Resultados medios de los proyectos aprobados entre 2011 y 2016

Diferentes puntos de vista:



SECTOR	Tasa de rendimiento financiero (%)	Tasa de rendimiento económico (%)
Transporte	-3.9	14.4
Infraestructuras medioambientales	-3.7	14.7
Investigación, desarrollo e innovación	0.7	21.1
Infraestructuras energéticas	3.5	16.0
Tecnologías de la información y la comunicación (TIC)	-6.4	33.8
Infraestructuras sanitarias	-1.6	18.5
Media global (varios sectores)	-2.9	16.2

Florio, M., Morretta, V., Willak, W. 2018. Cost-Benefit Analysis and European Union Cohesion Policy: Economic Versus Financial Returns in Investment Project Appraisal. J. Benefit Cost Anal. 2018; 9(1):147-180.

## Ventajas de la planificación previa: Reducción de conflictos

¡El BID mapeó 200 conflictos locales relacionados con proyectos de infraestructura en América Latina (53 en transporte, 5 de ellos aeroportuarios), encontrando **retrasos en el 81% de los casos y sobrecostos en el 58%** de ellos, así como rediseño de proyectos (42%) y cancelación (18%)!

Por término medio, los proyectos de esta muestra se **retrasaron cinco años**, lo que supuso costos adicionales de unos 1.200 millones de dólares, es decir, **el 69% de sus presupuestos originales**

BID/IDB [Inter-American Development Bank]. 2017. Lessons from four decades of infrastructure project related conflicts in Latin America and the Caribbean. [Watkins, G.; Mueller, S-U.] Inter-American Development Bank.  
<https://publications.iadb.org/publications/english/document/Lessons-from-Four-Decades-of-Infrastructure-Project-Related-Conflicts-in-Latin-America-and-the-Caribbean.pdf>

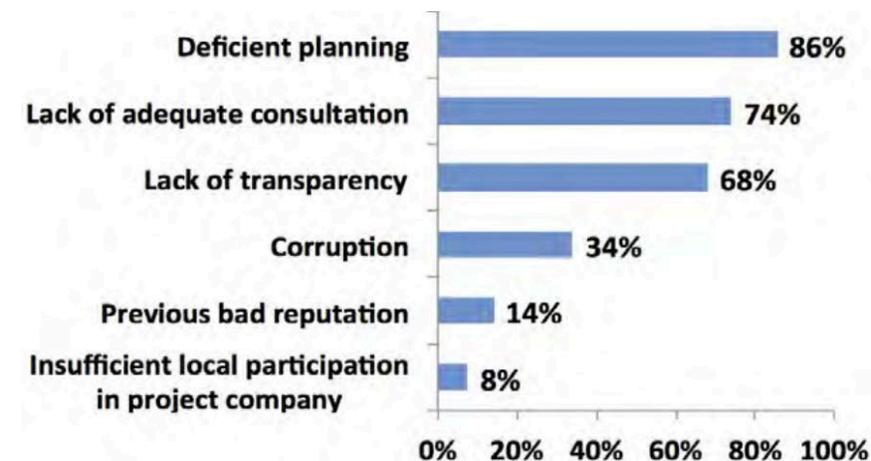


FIGURE 8. SUMMARY OF GOVERNANCE DRIVERS OF CONFLICT, ALL PROJECTS.



FIGURE 11. SUMMARY OF CONSEQUENCES OF CONFLICT AT THE PROJECT LEVEL, ALL PROJECTS.

## Ventajas de la planificación previa: **Se puede gestionar el sesgo optimista**

Sólo el 8,5% de los proyectos de la base de datos de Oxford alcanzaron los objetivos de costos y plazos, y sólo el 0,5% alcanzaron también los objetivos de beneficios

Los proyectos de construcción modular obtuvieron mejores resultados

Flyvbjerg, B., & Bester, D. 2021. The Cost-Benefit Fallacy: Why Cost-Benefit Analysis Is Broken and How to Fix It. *Journal of Benefit-Cost Analysis*, 12(3), 395-419.

[<https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-benefit-cost-analysis/article/abs/costbenefit-fallacy-why-costbenefit-analysis-is-broken-and-how-to-fix-it/608C8A0D37D38653846B9CF9DBC1DB49>]

Project type	Mean cost overrun (%)	Projects (A) with $\geq 50\%$ overruns (%)	Mean overruns of A projects (%)
Nuclear storage	238	48	427
Olympic Games	157	76	200
Nuclear power	120	55	204
Hydroelectric dams	75	37	186
IT	73	18	447
Nonhydroelectric dams	71	33	202
Buildings	62	39	206
Aerospace	60	42	119
Defence	53	21	253
Bus rapid transit	40	43	69
Rail	39	28	116
Airports	39	43	88
Tunnels	37	28	103
Oil and gas	34	19	121
Ports	32	17	183
Hospitals, health	29	13	167
Mining	27	17	129
Bridges	26	21	107
Water	20	13	124
Fossil thermal power	16	14	109
Roads	16	11	102
Pipelines	14	9	110
Wind power	13	7	97
Energy transmission	8	4	166
Solar power	1	2	50

# Ventajas de la planificación previa: Promover la resistencia al cambio climático

## Beneficios colaterales

Co-Benefits



Eficiencia energética ↔ Aire más limpio

## Resiliencia a través del proyecto

Resilience through the project



Elevación de carreteras y aumento de la capacidad de drenaje en Miami-FL

## Resistencia del proyecto

Resilience of the project



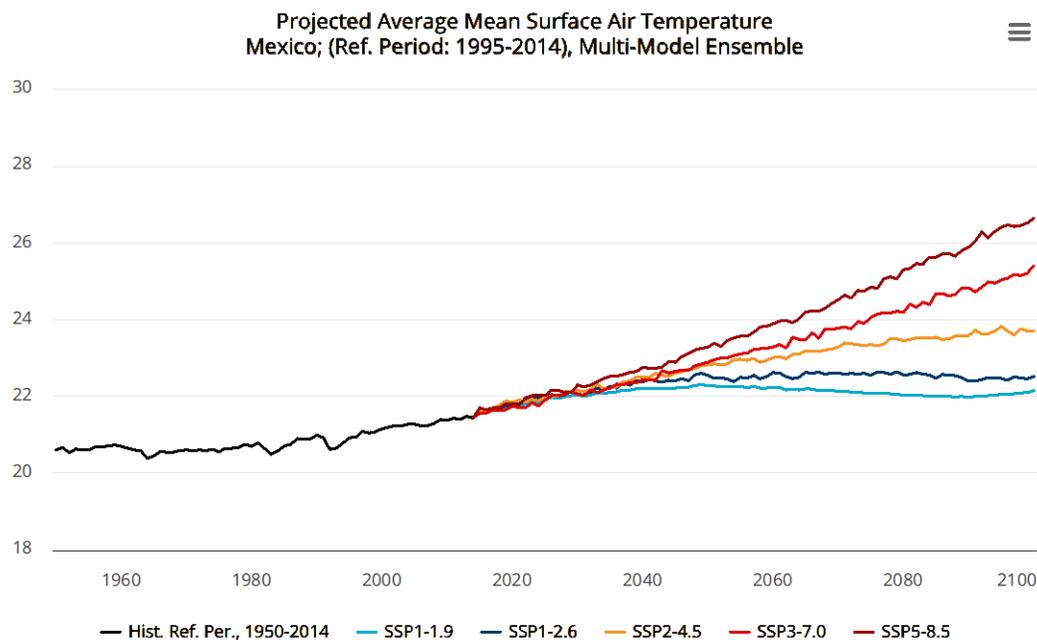
Instalación de grupos electrógenos de reserva

# Perfil de la amenaza climática (didáctico)

## Amenazas crónicas

### Cambios en la climatología (clima)

- Aumento medio de la temperatura
- Cambio progresivo del régimen de lluvias
- La subida del nivel del mar...

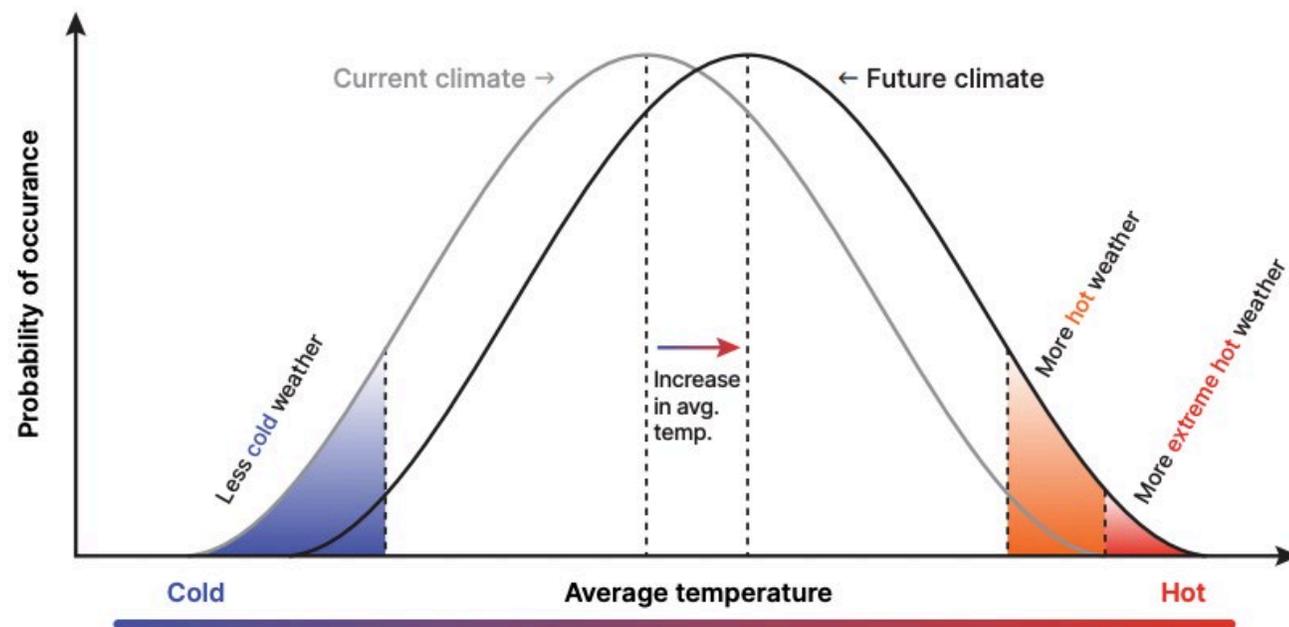


<https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/brazil/climate-data-projections>

## Amenazas AGUDAS

### Cambios en la frecuencia y/o intensidad y/o extensión espacial de los extremos climáticos (tiempo)

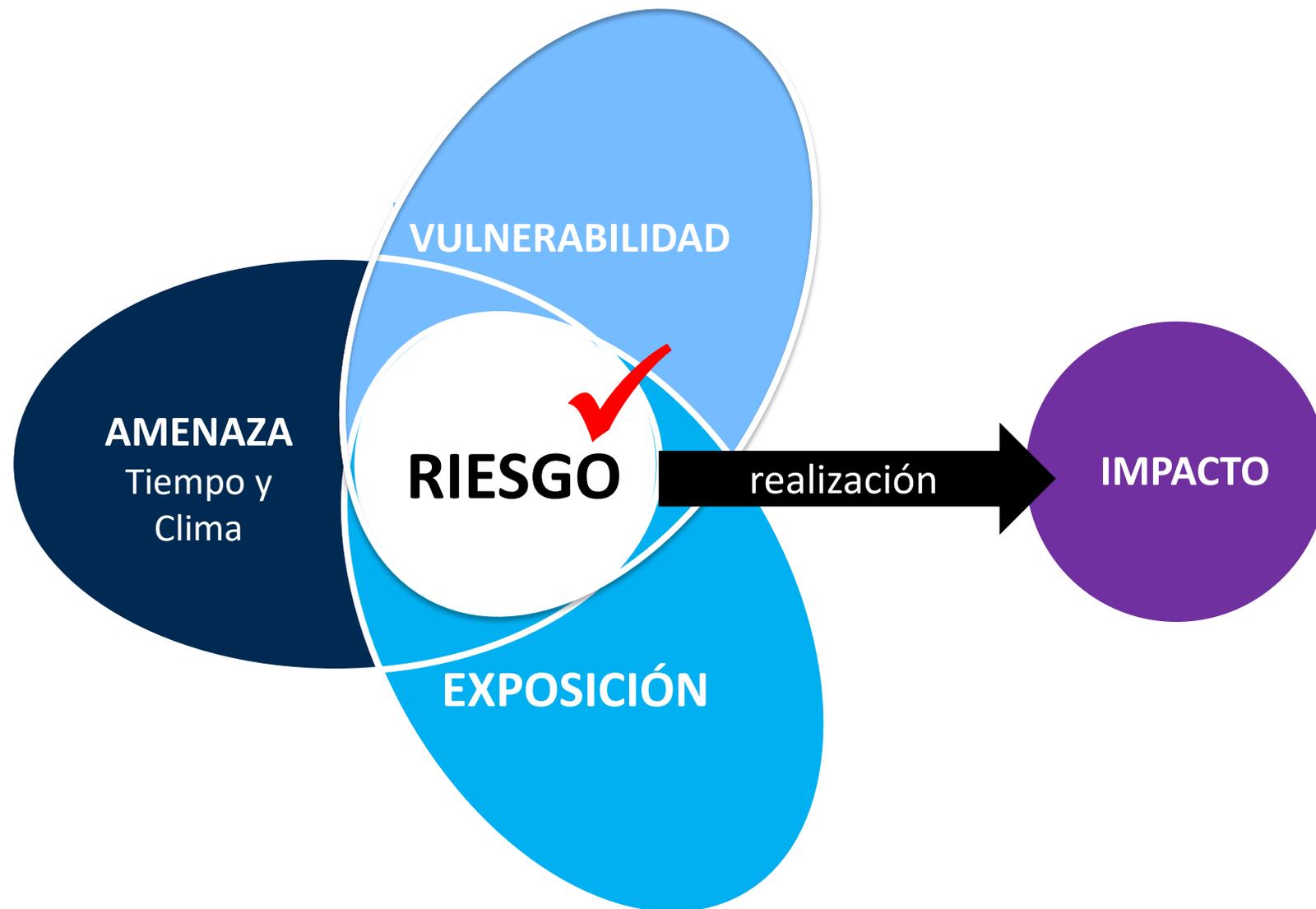
- Tormentas, inundaciones
- Olas de calor o frío, sequías...



---

## Efectos e impactos del cambio climático en el transporte aéreo

- **Las condiciones meteorológicas adversas**, como la niebla marina, las lluvias torrenciales y los cambios en la dirección del viento, pueden provocar la cancelación o el retraso de las operaciones aéreas
- **Los huracanes, las tormentas y las lluvias torrenciales** pueden dañar las estructuras aeroportuarias, inundar pistas y terminales y afectar también a los alrededores de los aeródromos
- **Las temperaturas extremas** pueden desgastar las superficies de las pistas y limitar el peso máximo de despegue de los aviones
- **Los cambios en las condiciones climáticas** pueden afectar a la demanda y la oferta de aeródromos (lugares que dejan de ser atractivos para una actividad económica concreta, como el turismo de nieve o playa)



# ¿Cómo afrontar la amenaza climática?

- El riesgo climático afecta a las previsiones de demanda y oferta de servicios, alterando el **diseño del proyecto**, su **tamaño** (costos) y/o **beneficios** y (generalmente) **externalidades**
- Considerar el **riesgo adicional** ( $\Delta$  efecto del cambio climático)
  - El análisis *por defecto* ya debe incorporar los daños esperados por la ocurrencia de fenómenos extremos en las condiciones actuales (Período base)
  - Para simplificar, podemos suponer que sólo se verán afectadas las probabilidades de ocurrencia (tiempos de retorno) {la gravedad es **f**(combinación desconocida de su duración e intensidad)}
- Es necesario establecer la **curva de probabilidad de superación de daños**
  - Relación entre la **magnitud de los impactos** (en valor monetario) y la **probabilidad de que se produzcan** (tres o cuatro eventos y sus respectivos tiempos de retorno)
  - Se utiliza para calcular el **valor anualizado de los daños**, es decir, lo que se espera que se materialice en un año determinado durante el horizonte de análisis del proyecto



02a

## Evaluación económica con ACB



Photo by Ryan Miller on Unsplash

## Evaluación socioeconómica: el punto de vista de la sociedad

- Equilibrio general computable - EGC
  - Efectos macroeconómicos, con posibles módulos (agua, energía...)
- Análisis costo-beneficio - ACB
  - Efectos microeconómicos, preliminares o completos, comparativos
- Análisis costo-eficacia - ACE
  - Más sencillo que el ACB, útil para comparar y clasificar proyectos de la misma naturaleza
- Análisis multicriterio - MCD
  - Muy útil para racionalizar decisiones difíciles, juno de los criterios puede ser el resultado (simplificado) de un ACB!
- Otros...

## ACB: un método con características muy ventajosas

- **Análisis costo-beneficio - ACB**
  - Efectos microeconómicos, preliminares o completos, comparativos

### **Comparativo (costo de oportunidad)**

- La relación beneficio/costo no es exclusiva del proyecto, sino de la diferencia entre el proyecto y no hacer nada (o hacer lo mínimo)

### **Herramienta de toma de decisiones**

- Ayuda para las comparaciones
  - Explica las ventajas e inconvenientes de una decisión
  - Minimiza el subjetivismo

### **Método sistemático**

- Añade calidad a la planificación
- Resistencia al cambio climático desde el diseño
  - Financiación pública
- Ayuda a comunicar los resultados

### **Maximiza la eficacia**

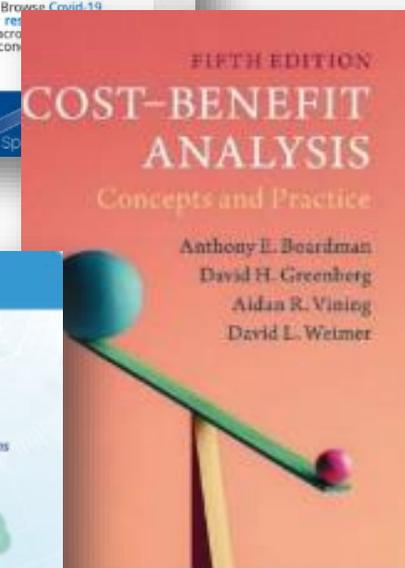
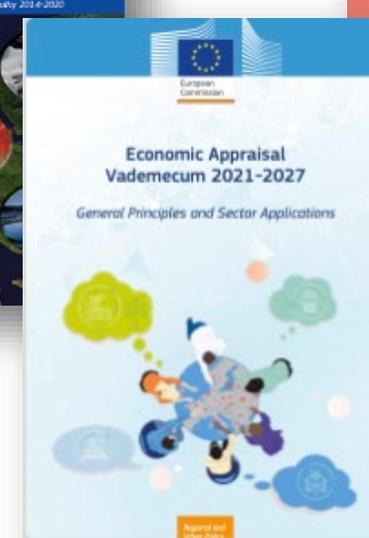
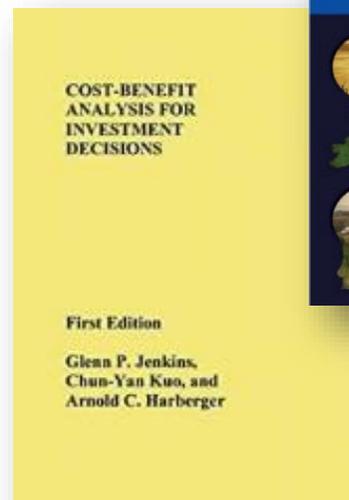
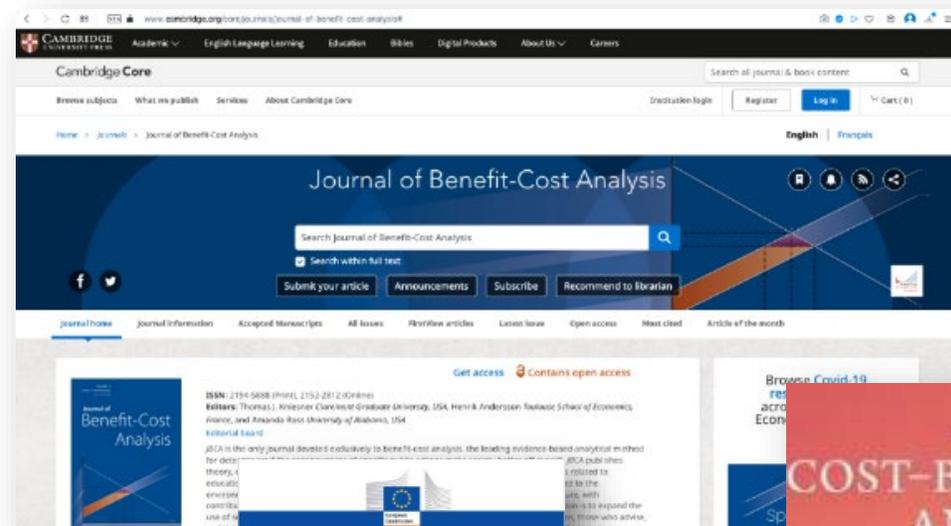
- Utiliza el valor monetario como métrica común (cuantitativo)
  - + beneficios (incluidos los intangibles)
  - costos (incluidas las externalidades)

# El ACB es un método bien establecido de evaluación socioeconómica

... **obligatorio en EUA** para actos normativos de gran repercusión económica desde 1980...

... para el **análisis de proyectos multilaterales de desarrollo y cooperación económica** del BID, el BIRF, la JICA, el BAD, la Comisión Europea...

... evaluación "oficial" de la inversión en infraestructuras, constituyendo un "sistema de decisión": **Chile, Reino Unido, Australia, Nueva Zelanda, Corea del Sur, Países Bajos...**



## La ACB también puede utilizarse para regular los aeropuertos

### 6.3. ACI recommendations for guidance on airport charges and regulation

Having the above economic characteristics of airports in mind, ACI puts forward the following key recommendations for guidance on airport charges.

#### Any consideration of whether to regulate, or continue to regulate, airport charges should be subject to a cost-benefit analysis

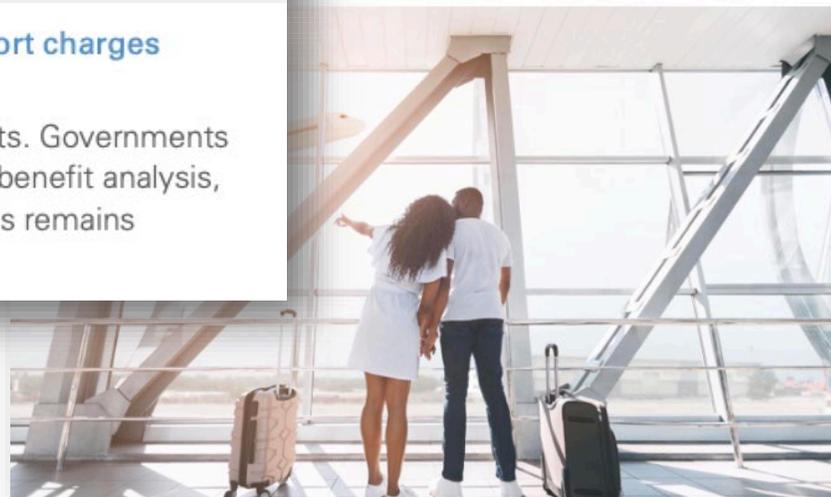
Regulation should only be used if the benefits of regulation exceed the costs. Governments should require any new regulation of airport charges to be justified by cost-benefit analysis, and they should periodically review whether continued regulation of charges remains justified on a cost-benefit basis.



## Policy Brief

Modernizing Global Policy Frameworks on Airport Charges: Ensuring the Efficient Use of Infrastructure for the Benefit of the Travelling Public

2021



## Ejercicio en grupo

### Caso estilizado de evaluación económica



Grupos de 4 a 6 personas  
¡Mezclemos competencias y perspectivas!



La tarea consiste en desarrollar un estudio de caso **conceptual** para proyectos de navegación aérea



Los grupos lo desarrollarán a lo largo del curso, así que cíñete a la tarea que tienes entre manos ahora mismo ->

## 1<sup>st</sup> tarea

### ¿Qué problema abordamos?



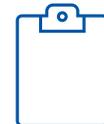
Debatir los problemas de la navegación aérea y los aeropuertos que deben abordarse

Elija un problema (sencillo) como caso estilizado del grupo.



Discutir el contexto del problema y los principales factores subyacentes.

Identifique posibles proyectos que puedan soportarlo



Enumere las cuestiones clave para la toma de decisiones en relación con el proyecto o proyectos

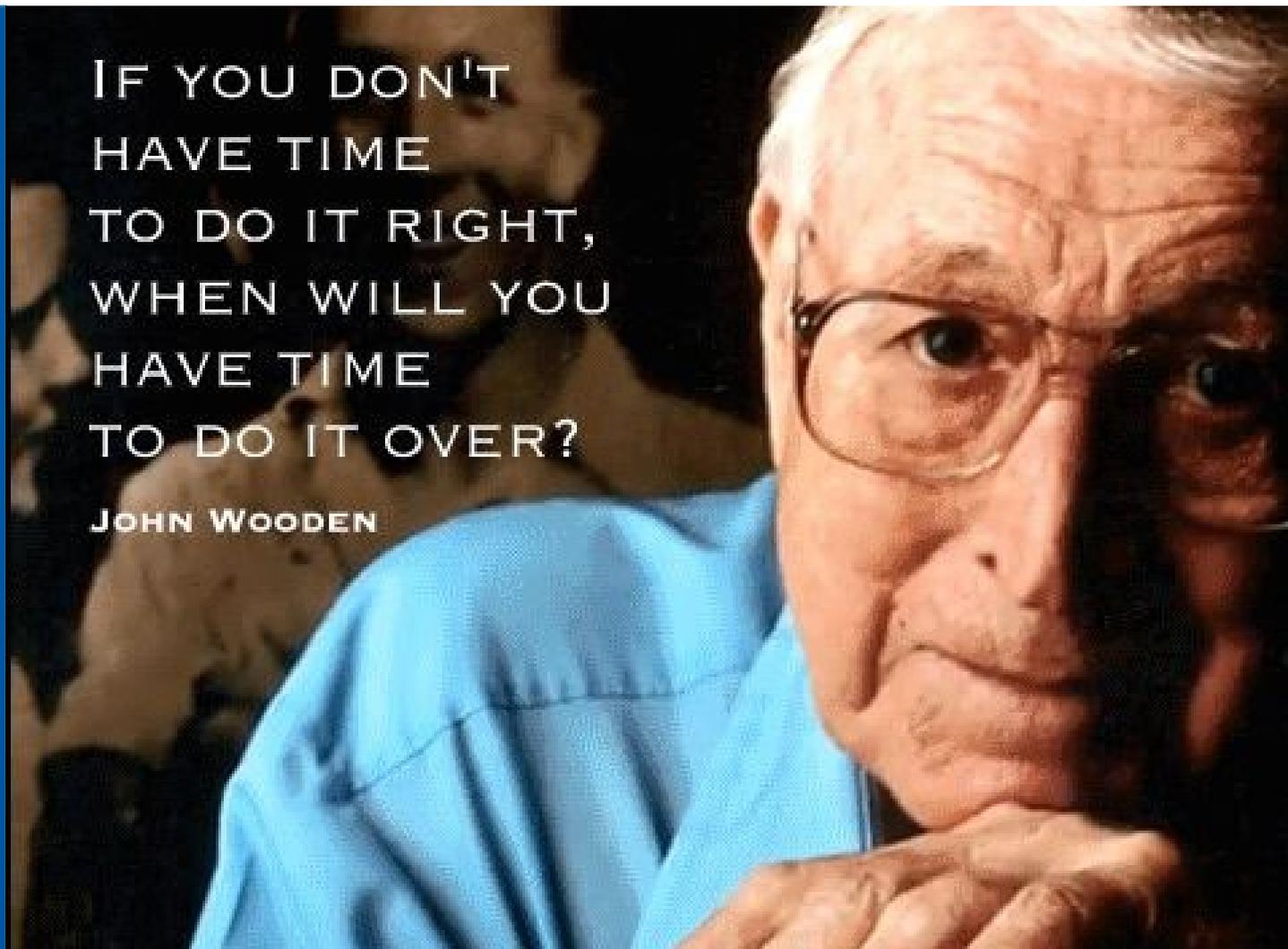
Piense en las formas en que se abordan regularmente

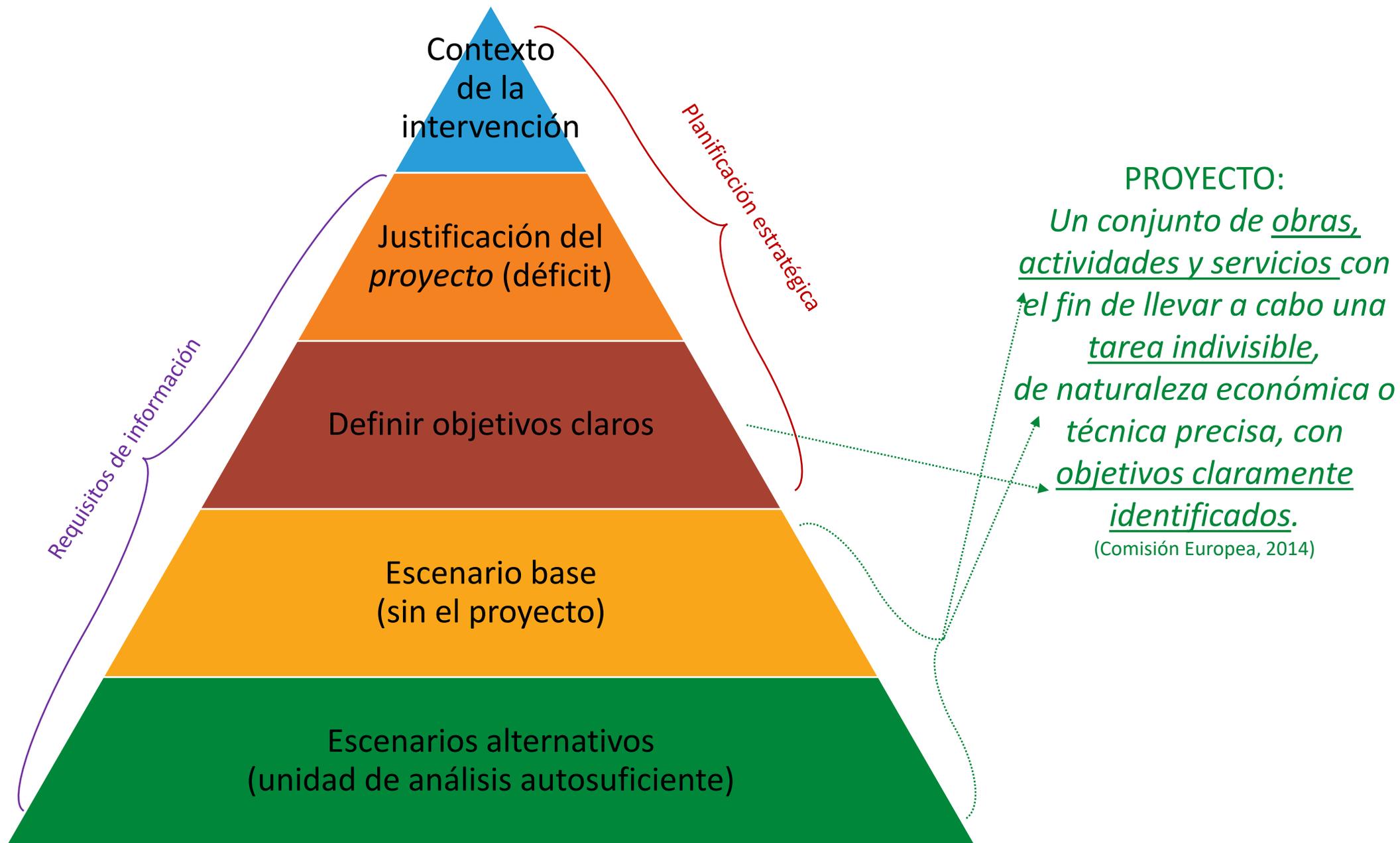
02b

## Planificación Fundamentos

IF YOU DON'T  
HAVE TIME  
TO DO IT RIGHT,  
WHEN WILL YOU  
HAVE TIME  
TO DO IT OVER?

JOHN WOODEN





---

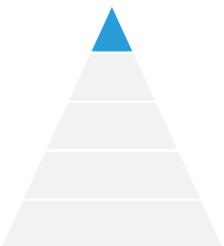
# Contexto de la intervención

## Contexto político, institucional y normativo

- Acuerdos y objetivos internacionales (integración de rutas)
- Políticas y programas federales o regionales de desarrollo (integración nacional)
- Etapas ASBU (APTA, ASUR, FICE, FRTO, NAVS...)

## Contexto socioeconómico (volumen de servicio)

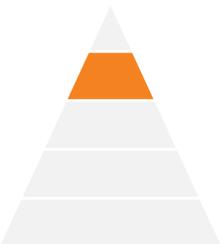
- Crecimiento demográfico (densificación, región turística, grandes proyectos de construcción)
- Crecimiento económico y competencia (multimodal)
- Avances tecnológicos



---

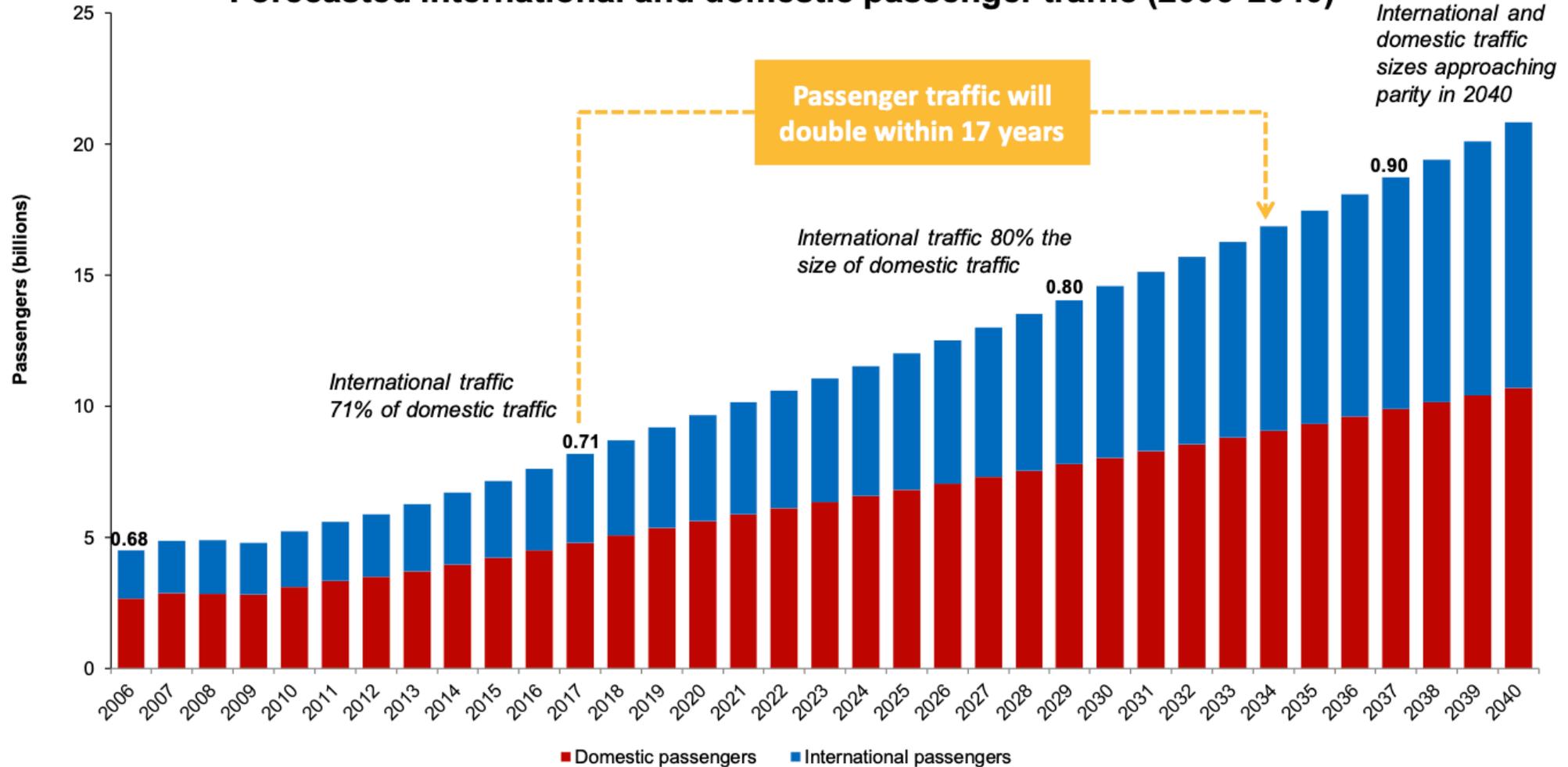
## Justificación del proyecto: ¿cuál es el problema que la sociedad necesita abordar?

- Demandas insatisfechas de la sociedad
- Saturación de un servicio (congestión)
- Recursos no utilizados o infrautilizados
- Limitaciones del proceso de desarrollo
- Deseo de desarrollar la capacidad local
- Complementar otras inversiones
- Cumplimiento de los objetivos nacionales y regionales
- Catástrofes naturales

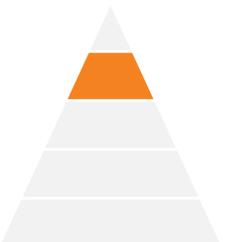
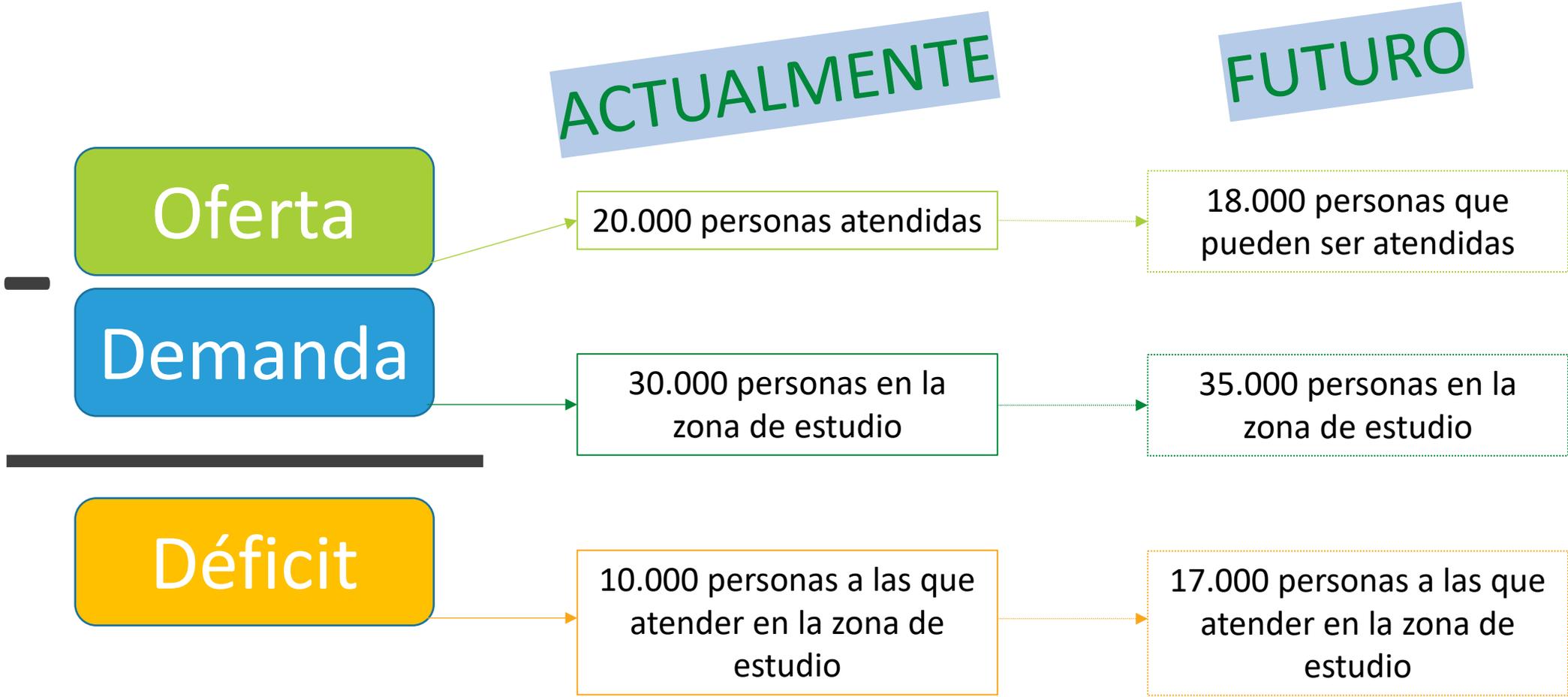


# Traffic double within 17 years

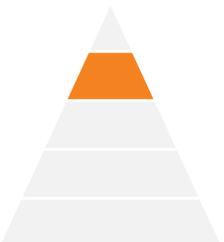
## Forecasted international and domestic passenger traffic (2006-2040)



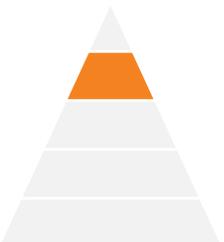
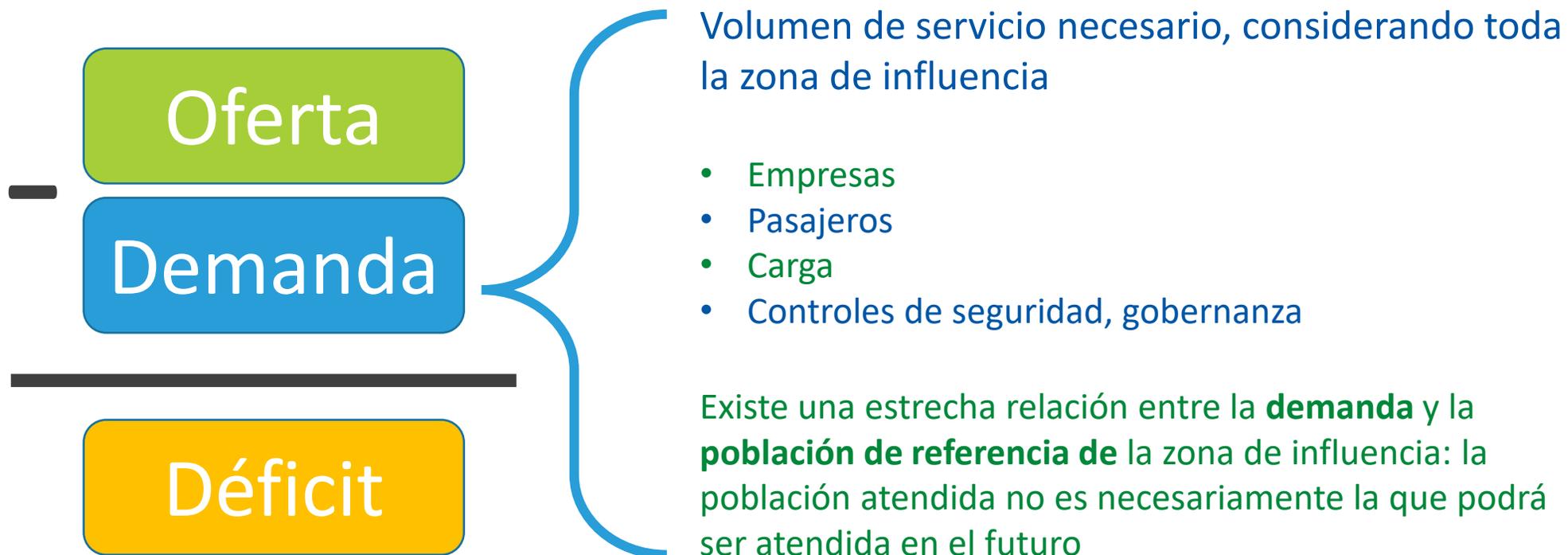
# El déficit depende de las previsiones de oferta y demanda



## Identificar el problema: **determinar el déficit**



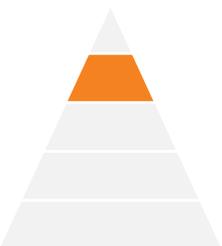
## Identificar el problema: **determinar el déficit**



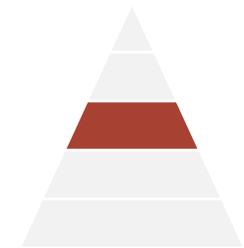
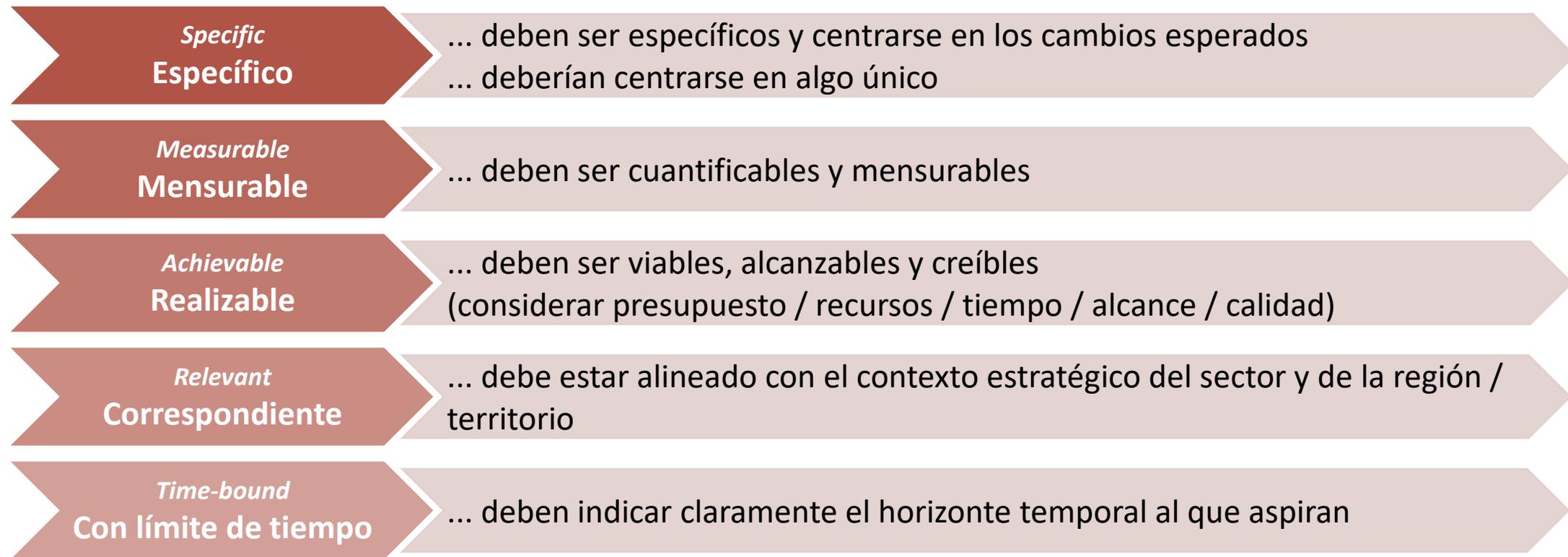
## Identificar el problema: **determinar el déficit**



- Revisar la coherencia entre el diagnóstico realizado y el problema propuesto inicialmente.
- En el diagnóstico pueden aparecer elementos que provoquen ajustes / redefinición del problema inicial



## Definición de un **objetivo** claro, preciso y alcanzable, derivado del problema (**¡seamos S.M.A.R.T.!**)



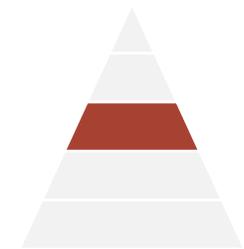


## Objetivos en el sector aeroportuario

En general, el objetivo es hacer frente a la creciente **congestión**

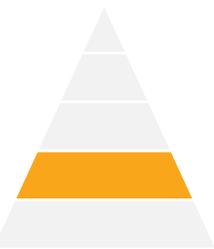
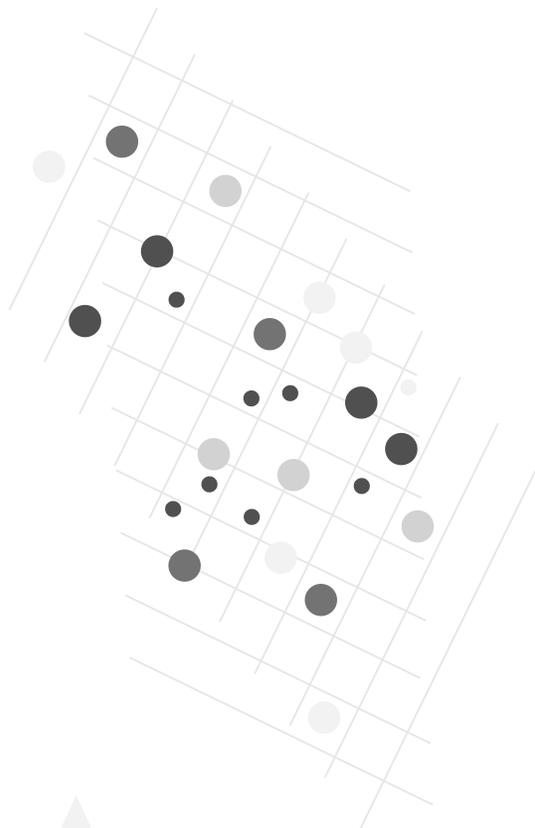
Uno, algunos o varios enfoques posibles:

- **Mejoras operativas (eficiencia)**
  - Tecnología, coordinación y mejores prácticas para optimizar el uso de los recursos y minimizar los retrasos y las interrupciones (incluida la seguridad y la gestión de equipajes)
- **Ampliación de las infraestructuras (suministro)**
  - Inversión en nuevas infraestructuras (ampliación de terminales, pistas y plataformas)
- **Gestión del tráfico aéreo (eficiencia)**
  - Afectar a las operaciones en la zona de operaciones (intermedio entre las mejoras de los procedimientos operativos y las instalaciones de infraestructura aeroportuaria)
- **Gestión de la demanda**
  - Precios, incentivos y normativas para influir en el comportamiento de aerolíneas y pasajeros



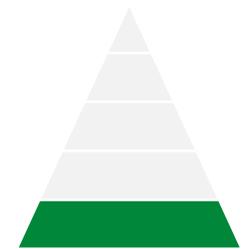
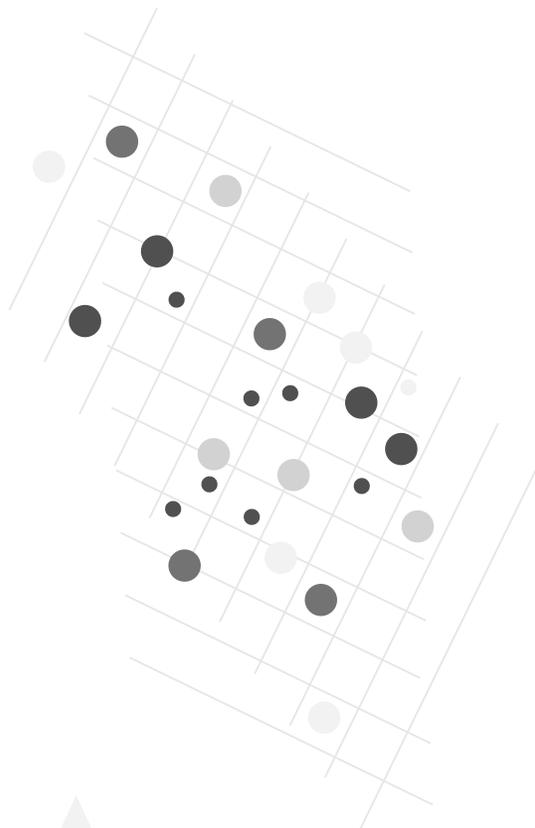
## Definición del escenario base (*contrafactual*)

- Tras definir el problema, sus causas y efectos, es necesario **caracterizarlo** para comprender los **cambios que debe promover el proyecto** (solución)
- En esta fase identificamos el **escenario base** => situación que se produce en ausencia del proyecto, es decir, el contrafactual
- Para este escenario, se realizan **proyecciones de todos los flujos de** beneficios, costos y externalidades relacionados con las operaciones en la zona del proyecto **durante su vida útil**
- Puede ser **business as usual** (ausencia de servicios o continuidad de los actuales) o **hacer lo mínimo** (adaptaciones y mejoras ya programadas o que deberán producirse independientemente del desarrollo del proyecto)



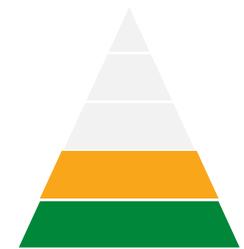
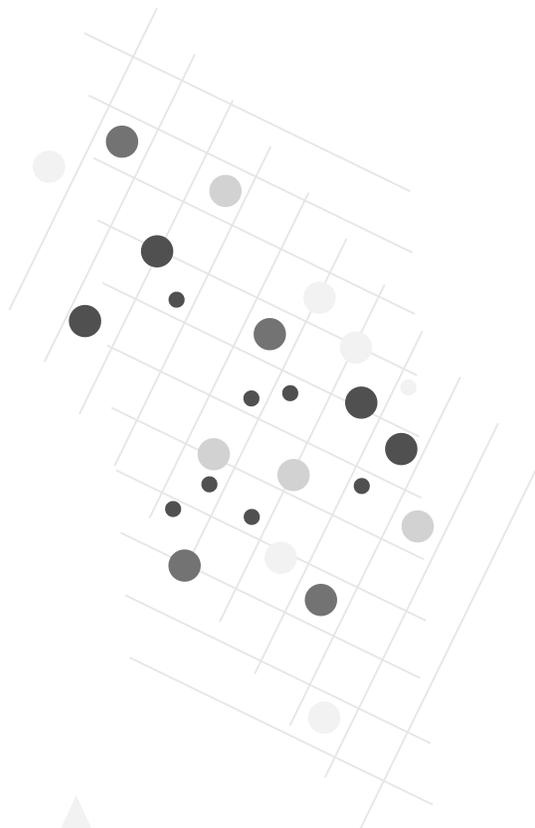
## Definición de escenarios alternativos (*proyecto*)

- Al decidirnos por una solución concreta, **renunciamos a alternativas viables** (costo de oportunidad)
- Por lo tanto, hay que considerar y priorizar una **lista adecuada de alternativas** mediante el ACB
- Las alternativas deben comprender **unidades de análisis autosuficientes**
- Se recomienda **un análisis estratégico de las opciones** antes de considerarlas como posibles alternativas

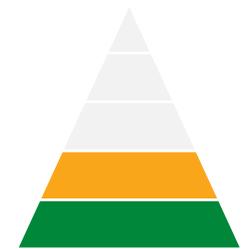
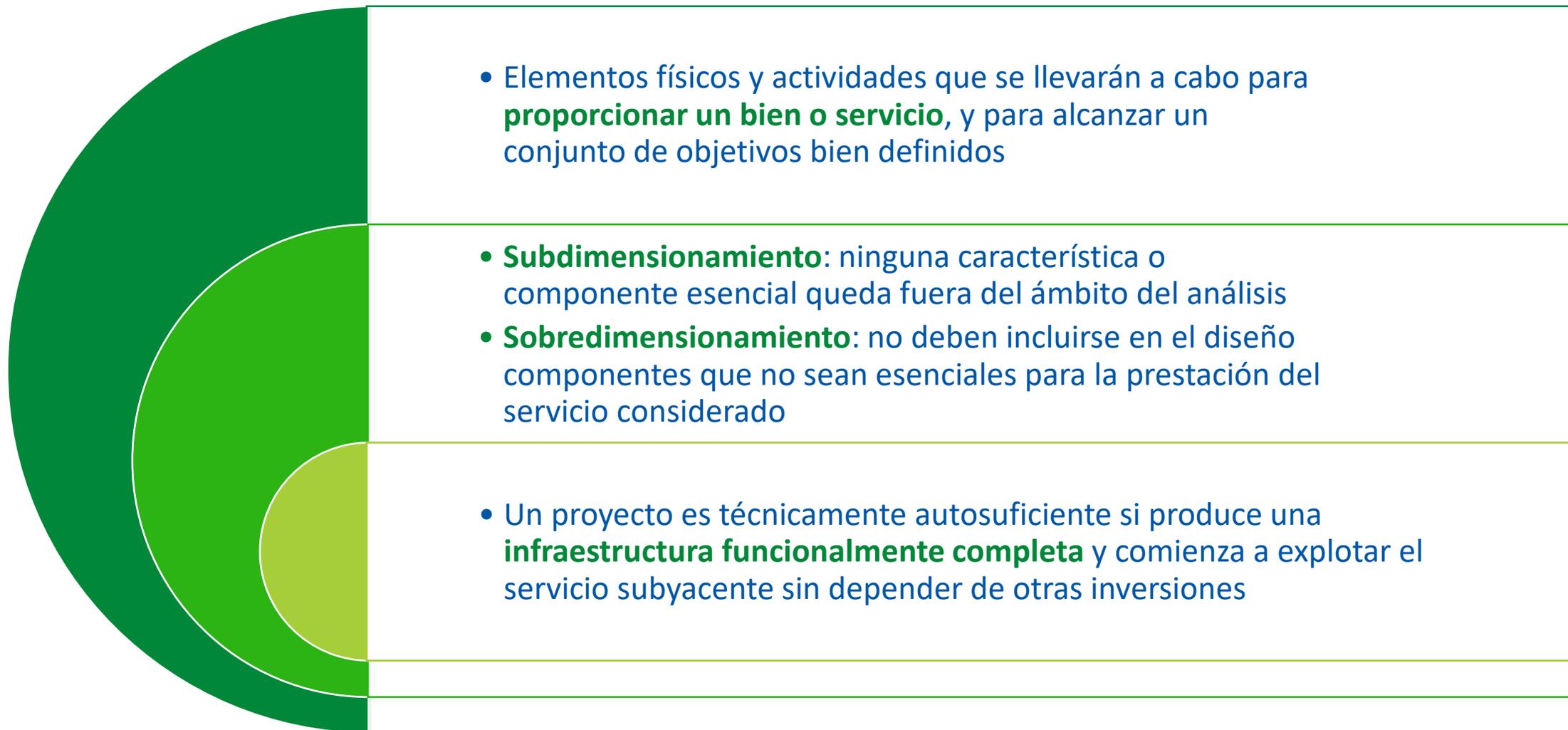


## Interacción entre planificación y gestión de riesgos e incertidumbres

- Las decisiones de ampliación de capacidad se ven influidas por incertidumbres: variabilidad de la demanda de tráfico, dinámica de la capacidad y modelos de negocio aeroportuarios
- Hay un desfase entre las decisiones y la finalización de la adición de capacidad (intervenciones costosas, con conflictos potenciales y generalmente lentas en completarse)
- Una de las soluciones es modular las soluciones para tener adaptabilidad y flexibilidad a lo largo del tiempo => **planificación dinámica adaptativa**
  - Despliegue en el diseño de diversas opciones de intervención combinadas (eficiencia, oferta y demanda)



## Unidad de análisis autosuficiente



## Ejemplos de unidad de análisis autosuficiente

Puerto + Ferrocarril



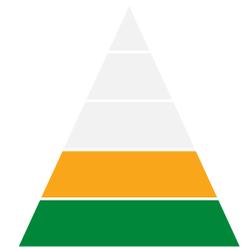
Vertedero + Acceso adecuado por carretera



Generación + Transmisión



Presa + Infraestructura de riego



## Ejercicio en grupo

### Caso estilizado de evaluación económica



Es hora de presentar y debatir nuestros resultados

## 1<sup>ra</sup> tarea

### ¿Qué problema abordamos?



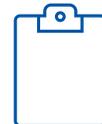
Debatir los problemas de la navegación aérea y los aeropuertos que deben abordarse

Elija un problema (sencillo) como caso estilizado del grupo



Discutir el contexto del problema y los principales factores subyacentes

Identifique posibles proyectos que puedan soportarlo



Enumere las cuestiones clave para la toma de decisiones en relación con el proyecto o proyectos

Piense en las formas en que se abordan regularmente

## 03

# Determinación de los costos y beneficios pertinentes



NATIONAL  
GEOGRAPHIC  
Photograph by Bruce Dale

50 GREATEST PHOTOGRAPHS  
© COPYRIGHT NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY. ALL RIGHTS RESERVED.

# Directrices generales para la evaluación socioeconómica



**Costo social de oportunidad.** Beneficio de la mejor alternativa. Aborda los conflictos de elección (trade-off). Utilización de la tasa social de descuento (TSD)



**Enfoque microeconómico.** La viabilidad se evalúa en función de la promoción incremental generada por el proyecto: diferencia entre el escenario base y el del proyecto (efectos específicos del proyecto)



**Asignación de un valor monetario.** Todos los efectos (positivos y negativos) se consideran en sus variaciones monetarias, cuyo resultado neto se evalúa mediante indicadores de viabilidad como  $\Delta$ NPSV y ERR



**Horizonte de análisis a largo plazo.** No existe una prescripción clara sobre el horizonte temporal de los ACB, pero es habitual adoptar un plazo de 20 a 30 años (que debe reflejar la vida útil del activo). Las proyecciones conllevan incertidumbres que deben tratarse en el análisis de riesgos

## Identificación de las categorías de efectos

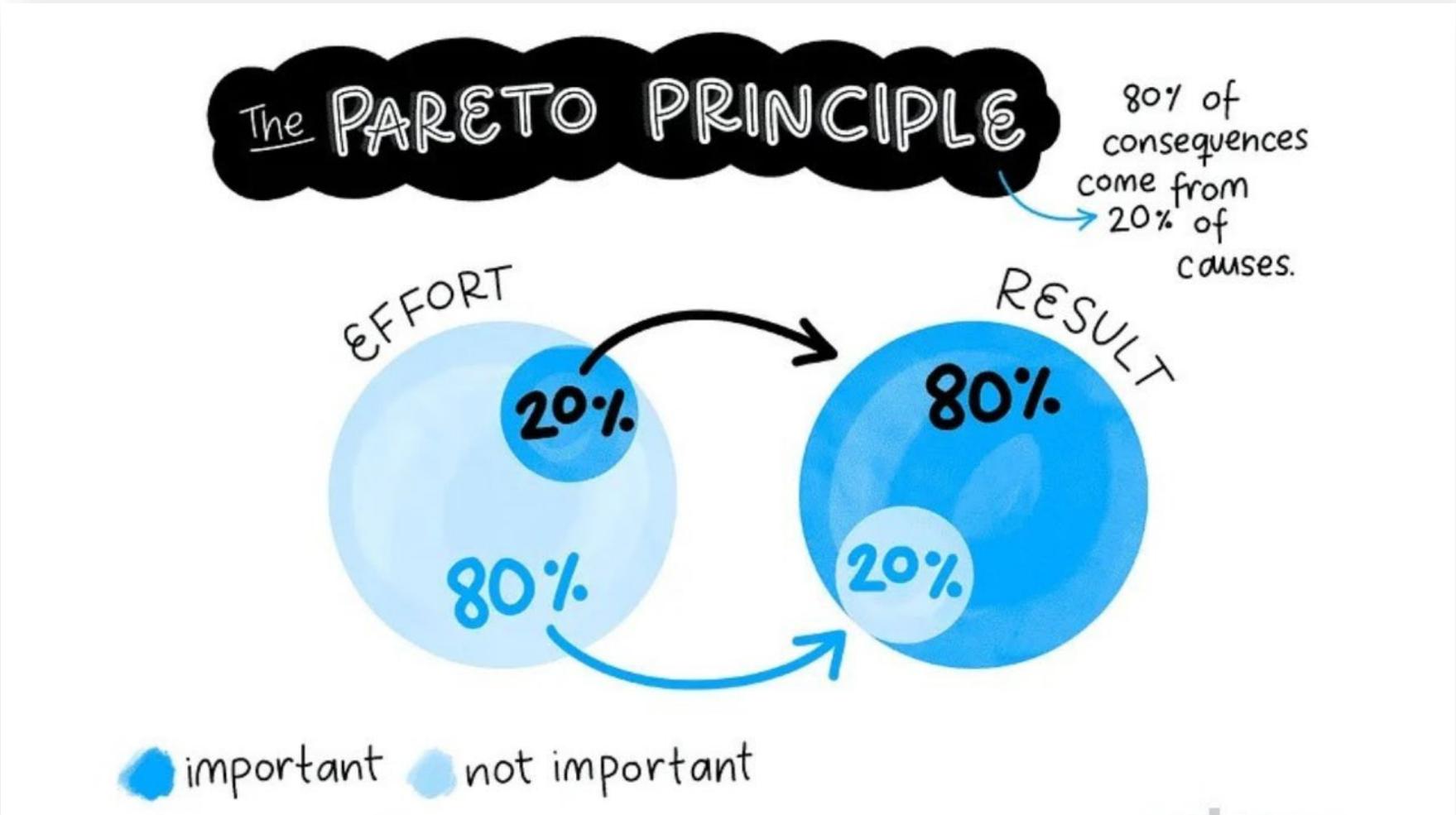


Para establecer **qué y cómo** cuenta para el ACB, hay que considerar **todos los resultados del proyecto en la sociedad**

Los resultados se distribuyen de forma diferente entre los agentes y pueden tener repercusiones en términos de costos, beneficios y/o externalidades...

	Directamente implicado A	Directamente implicado <i>n</i>	Indirectamente afectado A	Indirectamente afectado <i>n</i>
<b>Costos asignativos</b> (efectos reales negativos)	<input type="radio"/> Costo	<input type="radio"/> Costo	<input type="radio"/> Externidad	<input type="radio"/> Externidad
<b>Beneficios asignativos</b> (efectos reales positivos)	<input type="radio"/> Beneficios	<input type="radio"/> Beneficios	<input type="radio"/> Externidad	<input type="radio"/> Externidad
<b>Transferencias</b> (puramente redistributivas, efectos neutros)	<input type="radio"/> Mero traslado			

# Identificación de las categorías de efectos



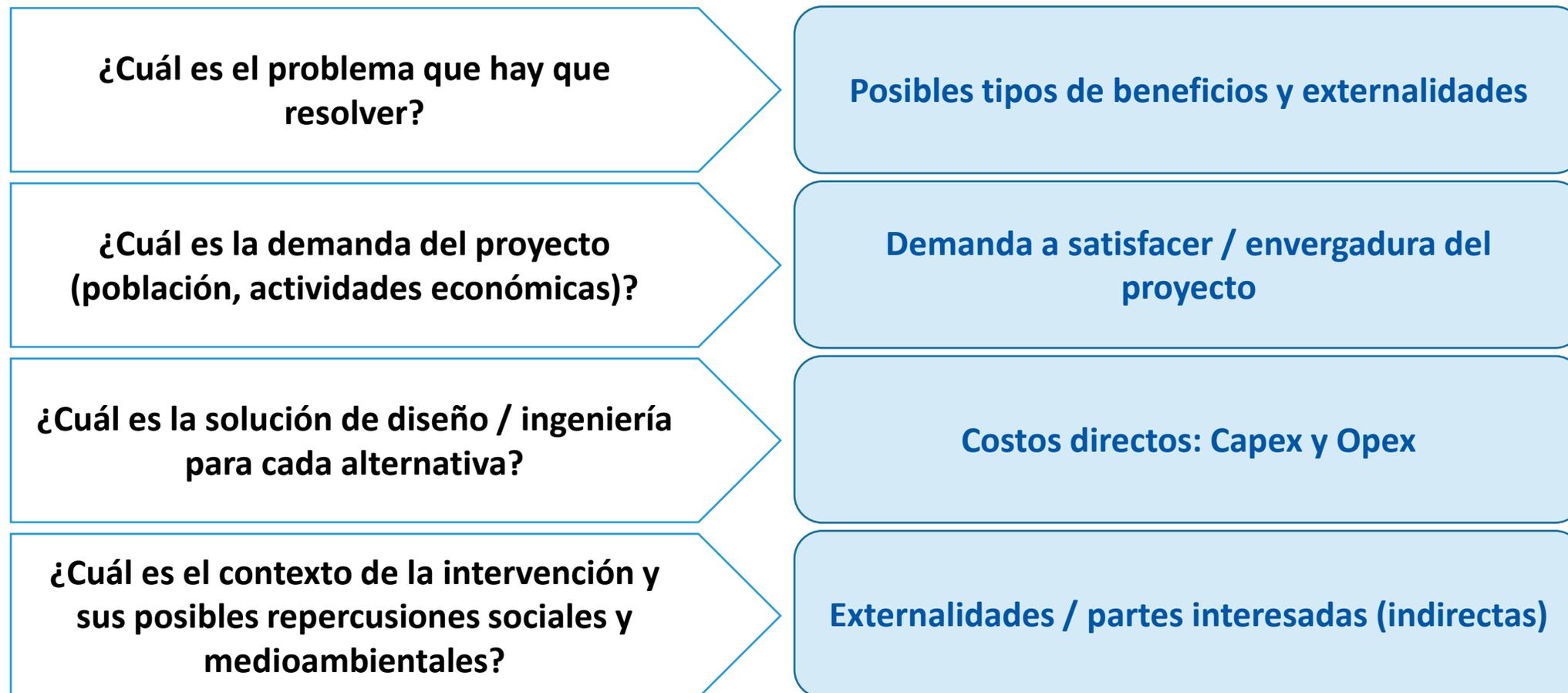
## Identificación de las categorías de efectos



Ejemplo de categorías (incidencia) de costos y beneficios de un *Programa de formación para desempleados*

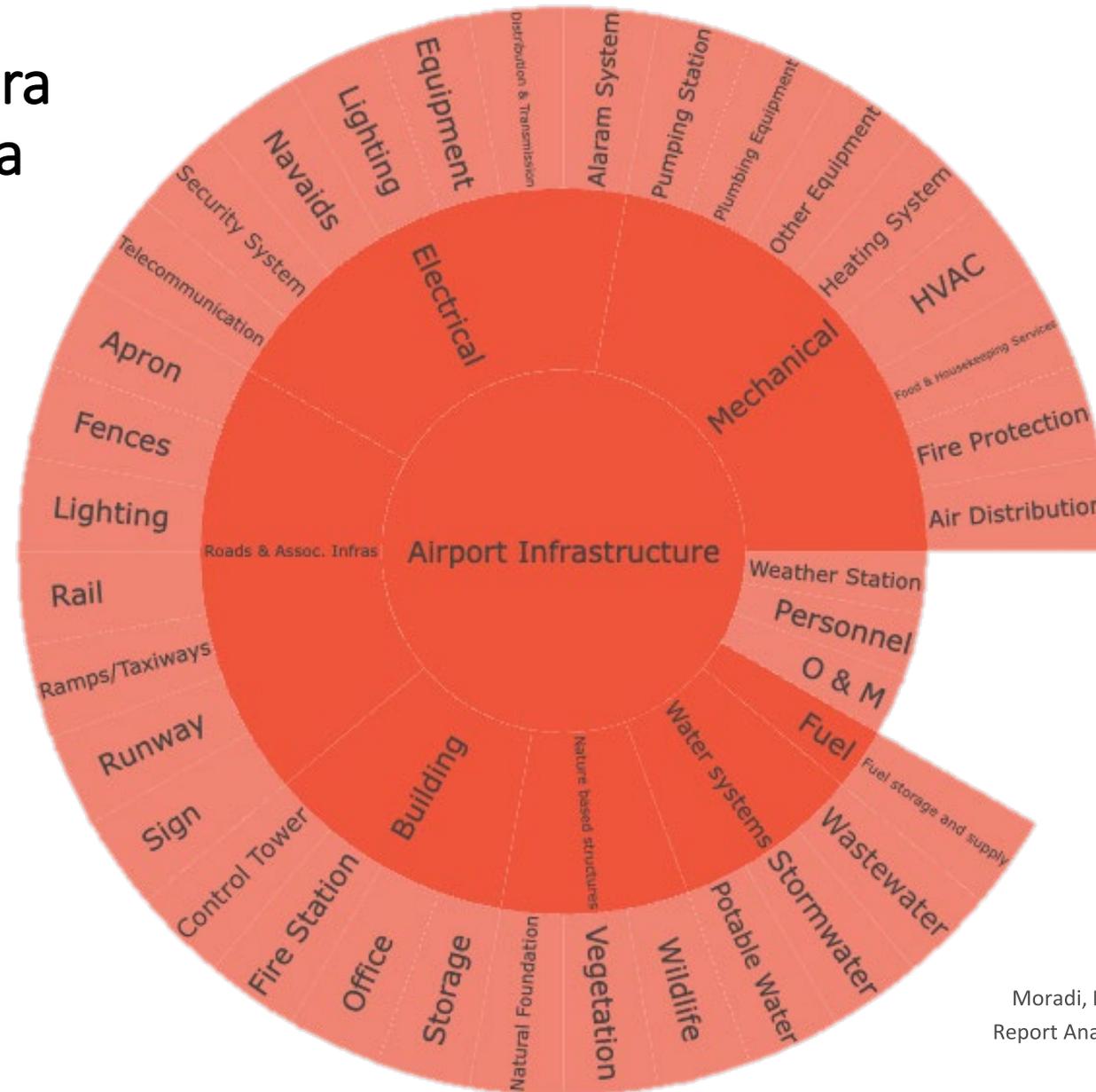
	Agente A directamente implicado	Agente B indirectamente afectado
<b>Costos asignativos (efectos reales negativos)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajos informales que ya no se realizan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costos de formación (per se)</li> <li>- Gastos de administración / gestion</li> </ul>
<b>Beneficios asignativos (efectos reales positivos)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor bienestar y autoestima</li> <li>- Aumento de los ingresos tras la formación (neto de impuestos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posible aumento de la oferta para las empresas (¡difícil de medir!)</li> <li>- Subida de impuestos (dado el aumento de los ingresos)</li> </ul>
<b>Transferencias (puramente redistributivas, efectos neutros)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ingresos complementarios durante la formación</li> <li>- Pérdida del subsidio de desempleo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pago de ingresos complementarios durante la formación</li> <li>- Ahorro en prestaciones de desempleo no abonadas</li> </ul>

## Desde cuestiones clave de planificación hasta requisitos de información y cantidades de referencia





# Infraestructura aeroportuaria *dura*





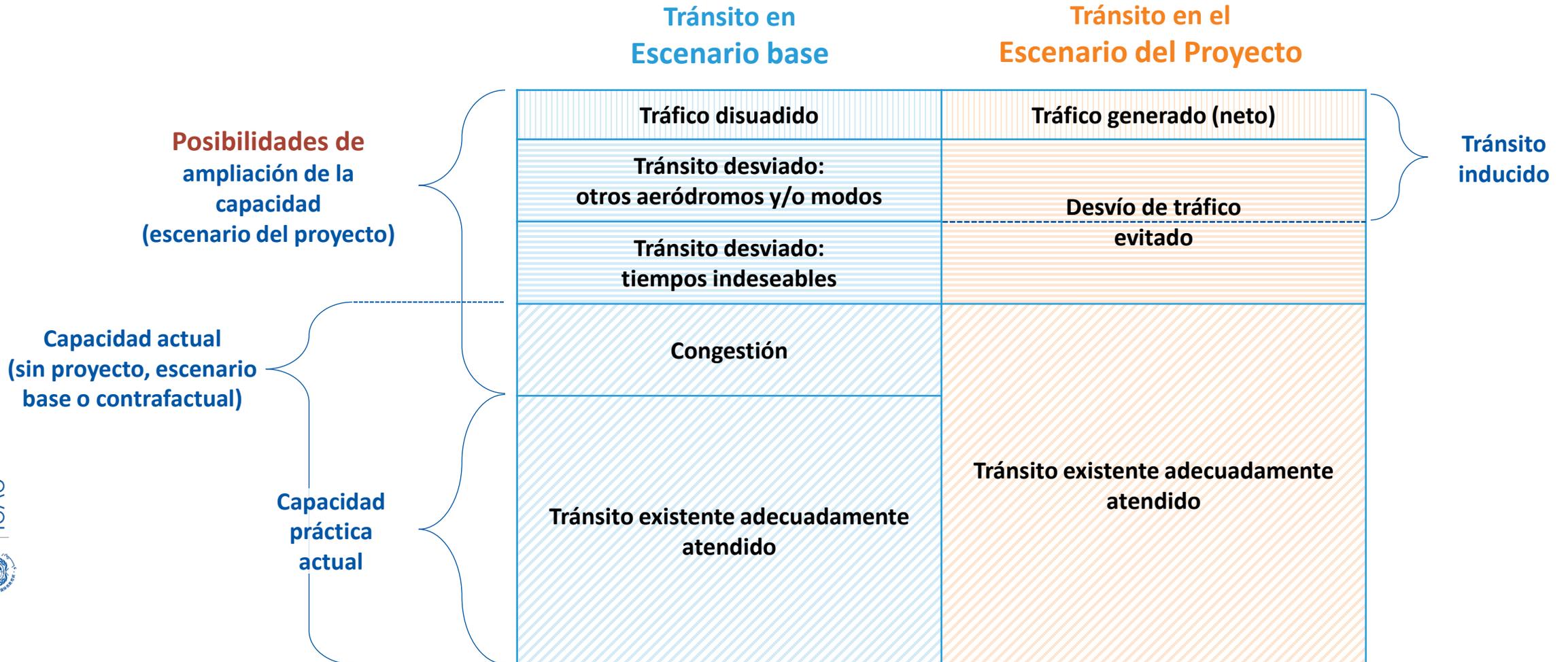
## Inversiones más allá de las infraestructuras materiales

### Aumento de la eficacia (gestión del tráfico aéreo y/o mejoras operativas):

- Permite **aumentar la frecuencia de las salidas** y el **número de rutas disponibles**
  - Reduce la diferencia entre la hora de salida preferida por el pasajero y la hora de salida real más cercana que sea aceptable
  - Puede reducir el tiempo total de viaje
  - Puede permitir la operación de aeronaves de distintos tamaños (más grandes o más pequeñas)
- **Reducir el tiempo de procesamiento de los aviones**
  - Reduce los costos de explotación de las compañías aéreas
  - Los vuelos más eficientes reducen el consumo de combustible y las emisiones contaminantes

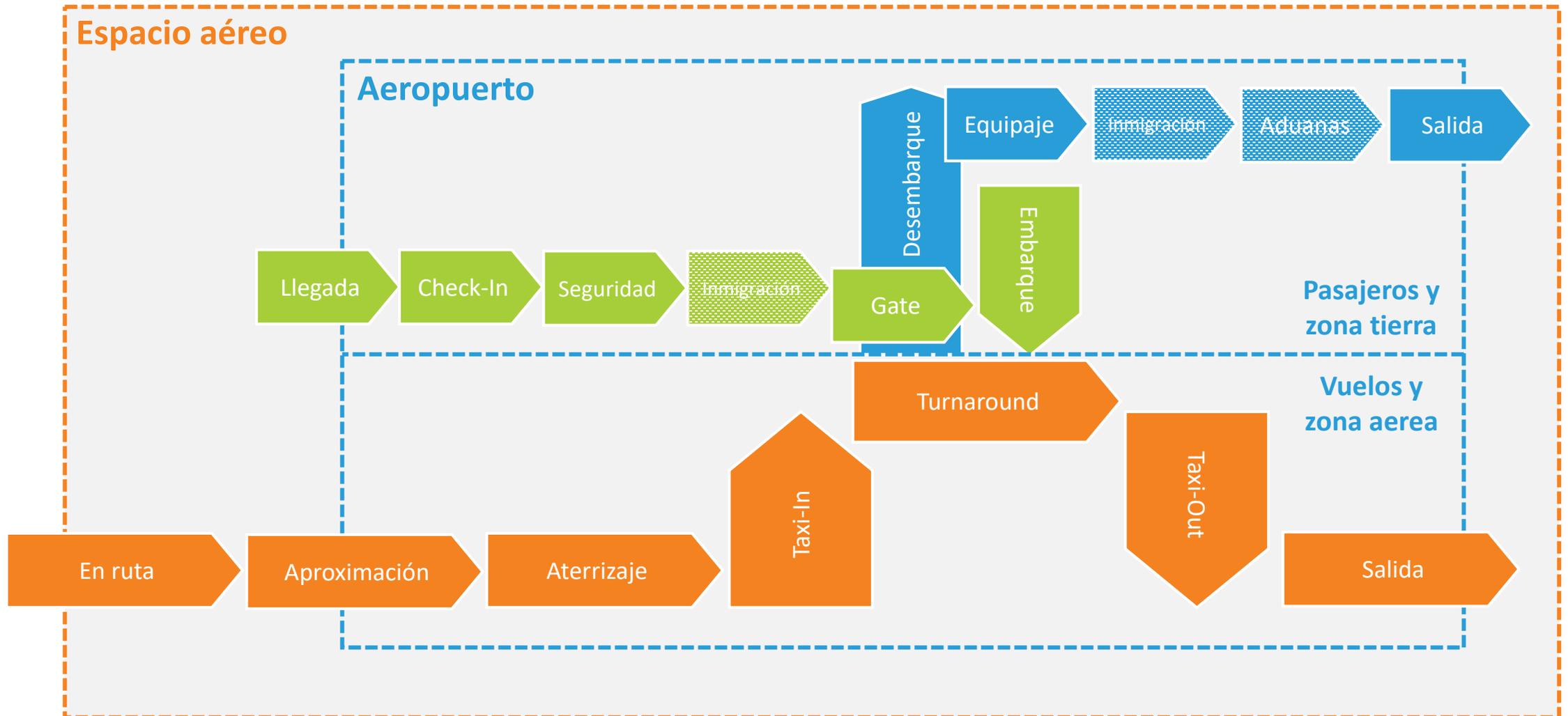


# Ampliación de la capacidad y tránsito previsto





# Otras interacciones (unidad de análisis autosuficiente)



04a  
Costos  
sociales:  
Capex &  
Opex



Photo by Josue Isai Ramos  
Figueroa on Unsplash

---

## Costos de inversión, explotación y mantenimiento (basados en precios de mercado)

### CAPEX (inversión inicial, aplicación)

- **Incluye los costos de capital de todos los activos fijos** (por ejemplo, terrenos, edificios, instalaciones y maquinaria, equipos, etc.) y **no fijos** (por ejemplo, costos de estructuración, como estudios de ingeniería y medioambientales, asesoramiento técnico, supervisión de la construcción, publicidad, obtención de permisos, aplicación de planes y programas medioambientales, compensación medioambiental, etc.).
- A veces es necesario **incurrir en gastos de sustitución** (Repex), como en el caso de maquinaria y/o equipos con una vida útil más corta (por ejemplo, equipos eléctricos, plantas de ingeniería, instrumentos, vehículos, mobiliario, equipos informáticos y de oficina, etc.)

---

## Costos de inversión, explotación y mantenimiento (basados en precios de mercado)

### OPEX (explotación, mantenimiento y gestión)

- **Incluye:** nóminas, materiales necesarios para el mantenimiento y reparación de activos, materias primas, combustible, energía, otros consumibles en el proceso de producción, servicios de terceros, alquiler de inmuebles, alquiler de maquinaria, gastos administrativos, costos de seguros, control de calidad, eliminación de residuos, costos recurrentes de cumplimiento de la normativa medioambiental, programas medioambientales, etc.
- **Excluye:** costos de financiamiento (pago de intereses), que no deben incluirse en los costos de funcionamiento de la evaluación socioeconómica (transferencia entre agentes)
- **Las previsiones de costos pueden basarse en datos históricos, siempre que los gastos de explotación y mantenimiento en el pasado cumpla con las normas mínimas de calidad**



## Ejemplos (a precios de mercado)

### Familias de servicios

- Movimiento de tierras, Pavimentación, Señalización, Drenaje...

### Categorías de costos

- Pista de aterrizaje, RESA (zona de seguridad de final de pista), calle de rodaje, patio de aeronaves, SESCINC (servicios de emergencia y extinción de incendios), terminal de pasajeros, terminal de carga, estacionamiento de vehículos, equipos de navegación aérea

### Costos de explotación basados en el personal y el mantenimiento

- por ejemplo, MX\$ 10.00 / vuelo manejado en personal
- por ejemplo, MX\$ 2.50 / vuelo atendido en mantenimiento

---

## Precio sombra: conversión a precios sociales

- Ajustar los precios de mercado para **reflejar los verdaderos costos** y beneficios **sociales** de los bienes y servicios
- Consiste en recalcular **los precios de mercado conocidos** para tener en cuenta la corrección de las distorsiones de precios (imperfecciones del mercado)
- **Atención:** si existe una distorsión para corregir una **externalidad**, ¡ya se expresa como precio social (o al menos se aproxima a él)!
- **Los catálogos de conversión** son herramientas que se utilizan junto con los precios sombra para convertir los precios de mercado en precios sociales (proporcionan factores de conversión)
- En caso de que no exista ningún catálogo de conversión, sólo corregimos **algunos** elementos **muy relevantes...**

## Elementos relevantes

Elemento	¿Por qué?	Método del precio sombra
<b>Trabajo</b>	<p>Generalmente un componente de costo importante</p> <p>Los mercados laborales pueden ser muy imperfectos en presencia de sindicatos, salarios mínimos y desempleo estructural</p> <p>Puede haber grandes diferencias entre cualificados y no cualificados</p>	Salario en la sombra
<b>Terreno</b>	<p>¡El suelo es siempre único (y expansivo)! El terreno puede ser expropiado por el sector público a un precio distinto del valor de mercado o incluso regalado a los promotores del proyecto (¡pero hay que tener en cuenta el costo social para contabilizar el costo de oportunidad!)</p>	Valor de mercado
<b>Servicios</b>	<p>Para impulsar una determinada industria/sector o atraer inversiones, las empresas pueden beneficiarse de precios subvencionados para comprar electricidad, gas y agua. Los precios de la energía también suelen estar distorsionados por impuestos y externalidades</p>	Costo marginal del servicio a largo plazo (CMLP)
<b>Productos importados</b>	<p>Pueden introducirse aranceles o cuotas sobre las importaciones para proteger los mercados nacionales (incluido el de los combustibles), por lo que debe aplicarse un precio en frontera (factor de conversión). En su ausencia, estimar los precios de eficiencia o costos de oportunidad</p>	Precio en frontera

## Precio sombra: conversión a precios sociales



- $CF > 1$  : el precio de mercado observado es **inferior** al precio social (subvención y otras distorsiones que reducen el precio de mercado)
- $CF < 1$  : el precio de mercado observado es **superior** al precio social (impuestos y otras distorsiones que se suman al valor social marginal del bien y dan lugar a un precio de mercado más elevado).

## Precio sombra: conversión a precios sociales

La mano de obra es uno de los principales elementos no comercializables

EJEMPLOS EN AMÉRICA LATINA		
País	Categoría	Factor Conv.
Bolivia	Expertos	1,00
	Semicualificado	0,43
	Rural no cualificado	0,23
	Urbano no cualificado	0,64
Chile	Expertos	0,98
	No cualificado	0,68
	No cualificado	0,62
Colombia	Expertos	1,00
	No cualificado	0,60

Elementos comercializables

SECTORES ECONÓMICOS (catálogo de BR)	FCS
Carbón mineral (nacional)	1,794
Carbón mineral (importado)	1,000
Minerales no metálicos	0,960
Petróleo, gas natural y servicios auxiliares	0,998
Mineral de hierro	0,997
Minerales metálicos no férreos (nacional)	1,014
Minerales metálicos no férreos (importados)	0,881
Cemento	0,908
Cemento, yeso y artículos similares	0,868
Vidrio, cerámica y otros productos minerales no metálicos	0,927
... (128 sectores de actividad)	...

## Ejercicio en grupo

### Caso estilizado de evaluación económica



Grupos de 4 a 6 personas  
¡Mezclemos competencias y perspectivas!



La tarea consiste en desarrollar un estudio de caso **conceptual** para proyectos de navegación aérea



Los grupos lo desarrollarán a lo largo del curso, así que cíñete a la tarea que tienes entre manos ahora mismo ->

## 2<sup>da</sup> tarea

### ¿Cuáles son los costos?



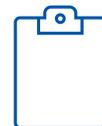
Continuando con el caso estilizado del grupo:

Enumerar y discutir los principales costos



Discutir las partes interesadas en cada costo social

¿A qué distancia está el precio de mercado de su costo social?

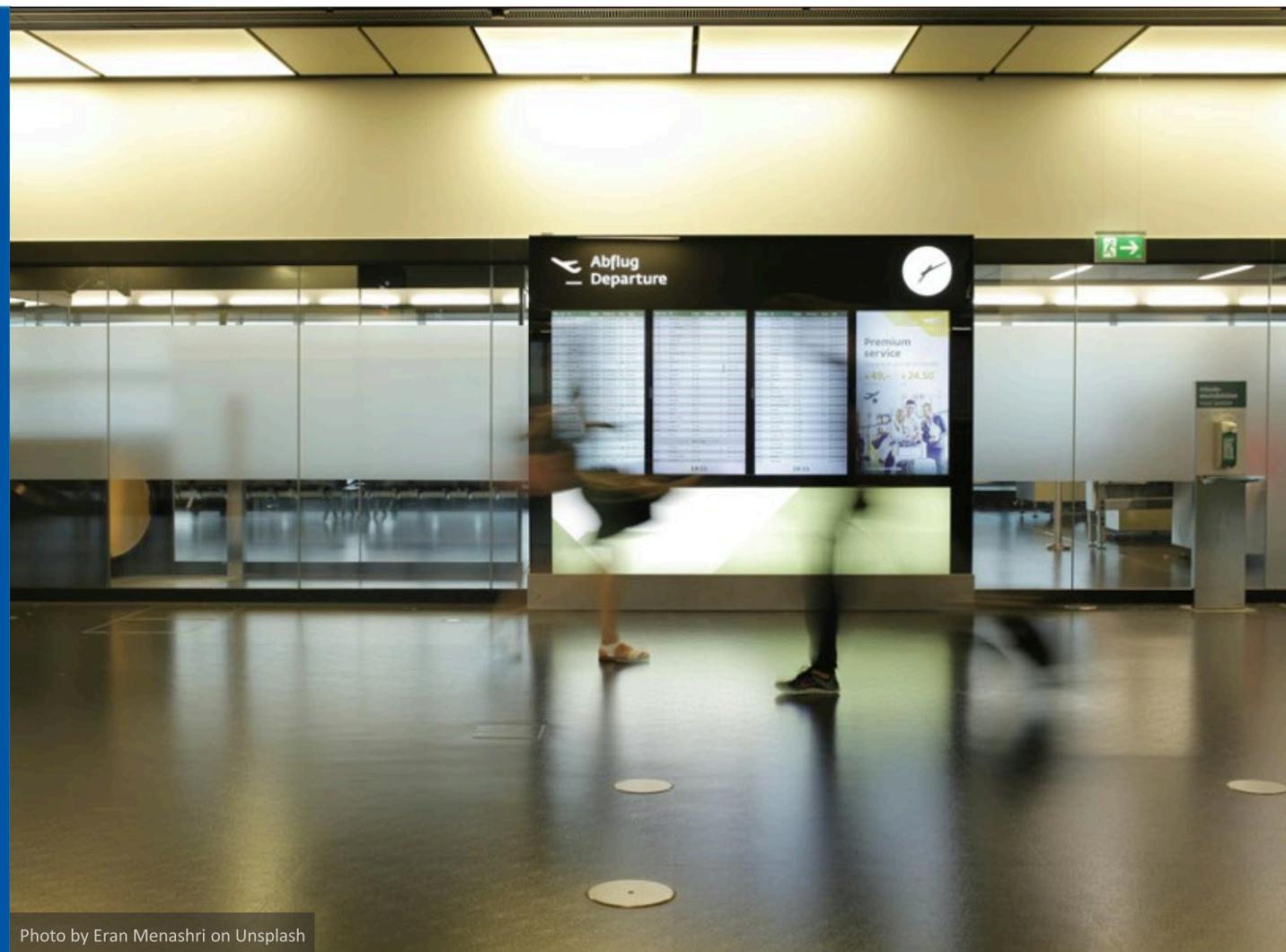


¿Podemos calcular los costos?

- bases de datos de proyectos...
- catálogos de precios...

## 04b

# Beneficios y Externalidades



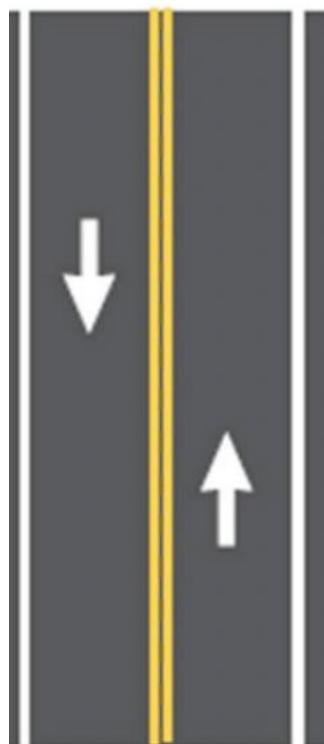
---

## Beneficios

A grandes rasgos, sólo hay 3 categorías de beneficios, aunque hay muchos tipos anidados en cada uno...

- **Beneficios de productividad** : aumento de la cantidad o calidad de los bienes/servicios y/o reducción de los costos de producción
  - Afectan directamente a la **cantidad o calidad de** un bien o servicio para los hogares
  - Afectan (directa o indirectamente) a **los costos de los insumos** para las empresas
- **Beneficios para la salud** : mayor longevidad, seguridad o cualquier otra mejora del estado de salud
- **Beneficios recreativos** : mejoras no comerciales de las experiencias recreativas o la calidad de vida

## ESCENARIO BASE



Valor estadístico  
de la vida

\$ 5.500.000

Variación muertes/año

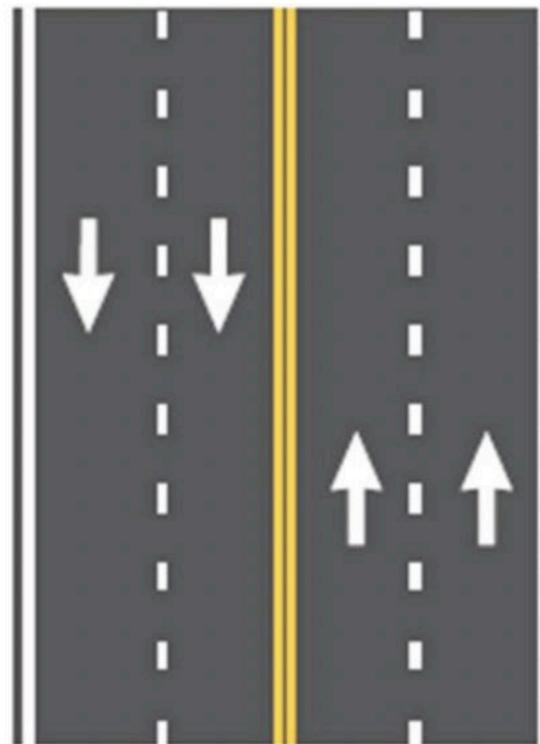
-26

Muertes previstas/año

100

74

## ESCENARIO ALTERNATIVO



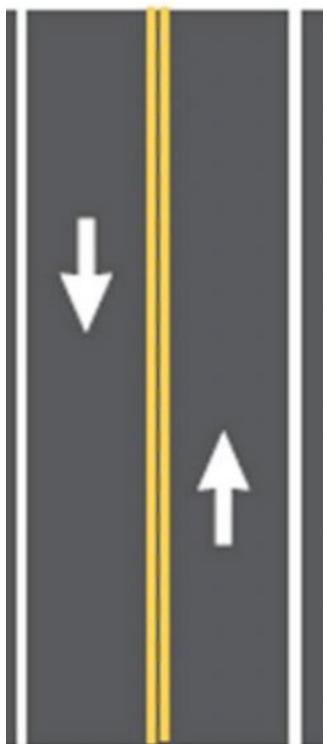
## BENEFICIOS DEL PROYECTO

26 x \$ 5.500.000

= 143.000.000 \$/año

= Mayor seguridad operativa

## ESCENARIO BASE



Beneficio de 0,40 \$/km  
veces el número de km

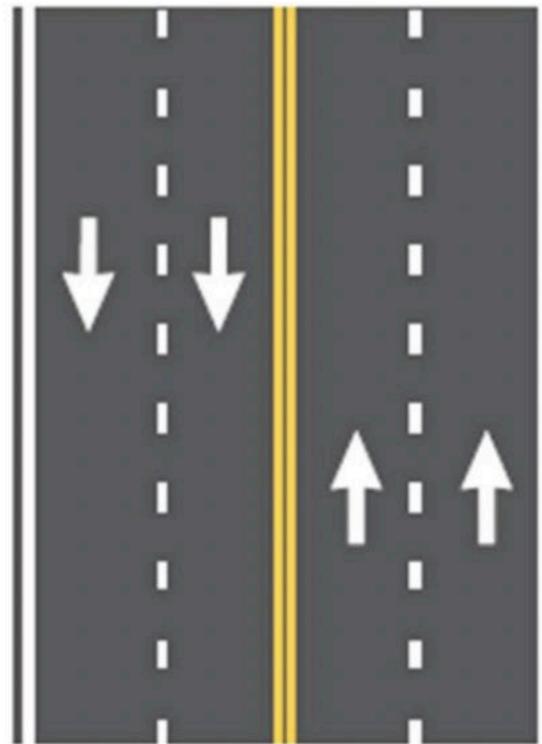


Costos de explotación

3,00 \$/km

2,60 \$/km

## ESCENARIO ALTERNATIVO

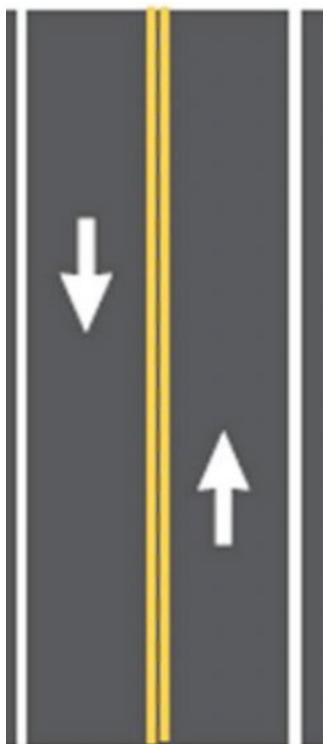


## BENEFICIOS DEL PROYECTO

=

Reducción de los costos de explotación para los usuarios del transporte

## ESCENARIO BASE

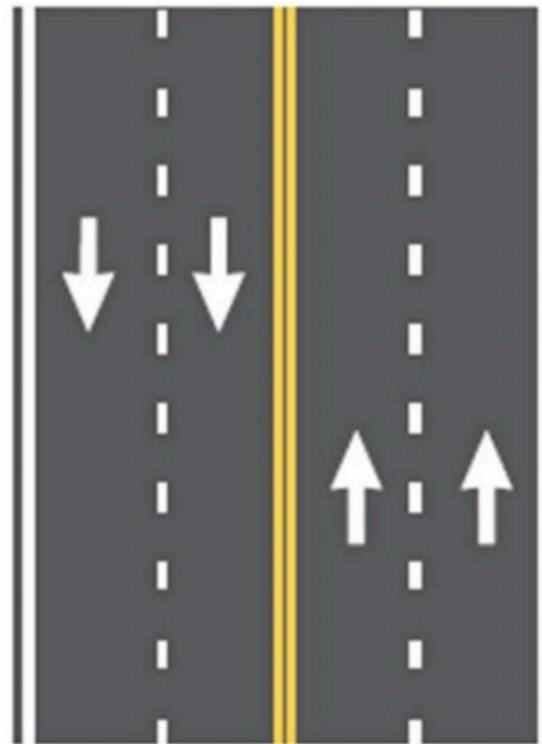


Velocidad media

67 km/h

75 km/h

## ESCENARIO ALTERNATIVO



## BENEFICIOS DEL PROYECTO

=

Reducción del tiempo de  
viaje

No hay mercado para este tercer beneficio...  
 ¡aunque estos conductores pueden estar  
 (bastante) **dispuestos a pagar por ello!**



## BENEFICIOS DEL PROYECTO

=

Reducción del tiempo de  
viaje

=

Reducción de los costos de  
explotación para los  
usuarios del transporte

=

Mayor seguridad operativa

## Adecuación de la valoración a la realidad

- Alineación con **la disposición a pagar (DAP)** de los beneficiarios
  - **La DAP** es el **valor monetario máximo** que la gente está dispuesta a pagar por un determinado bien o servicio y **la DAR (DAA)** es el valor mínimo... a **recibir** (o aceptar) por un inconveniente o pérdida
    - Empíricamente **DAR > DAP > CMLP**
  - La DAP **refleja la utilidad esperada** y, por tanto, es una medida del bienestar que respeta la autonomía y la libertad de elección de las personas ("*principio del daño*" de John Stuart Mill)
  - La **capacidad de pago** - obviamente - influye en la DAP, pero no la invalida: cuando es baja debido a restricciones financieras, el papel del gobierno es intervenir para garantizar que los beneficios de la regulación sean accesibles, **sin obligar a los individuos a pagar más de lo que están dispuestos o son capaces de pagar**
- Aborda el **costo de oportunidad**
  - Los beneficios deben reflejar **los costos más bajos de la alternativa más factible** para cambiar la realidad analizada

## Beneficios de ampliar el transporte aéreo

Efecto (beneficio o externalidad)	Beneficiario	Racional	Métodos habituales de estimación de los precios sociales
<b>Variación del tiempo de viaje</b>	<b>Usuarios del transporte</b>	<p>Tiempo empleado (normalmente) por los usuarios para ir de un punto a otro</p> <p>Afecta directamente a la eficacia y la calidad percibida del servicio de transporte</p> <p>La reducción de los tiempos de viaje proporciona más tiempo para otras actividades (costo de oportunidad)</p>	<p>Preferencias declaradas</p> <p>Función de producción</p> <p>Preferencias reveladas (precios hedónicos)</p>
<b>Variación de los costos de explotación</b>	<b>Usuarios y empresas de transporte</b>	<p>Todos los costos de funcionamiento de los vehículos, incluidos el combustible, el mantenimiento, el desgaste y los costos de tiempo debidos a la gestión del tráfico</p> <p>Las reducciones implican una mayor viabilidad económica de los servicios de transporte, lo que puede hacerlos más asequibles para los usuarios (costo de oportunidad del dinero) y más rentables para las empresas</p>	<p>Costos evitados (valores de mercado)</p>

## Beneficios de ampliar el transporte aéreo

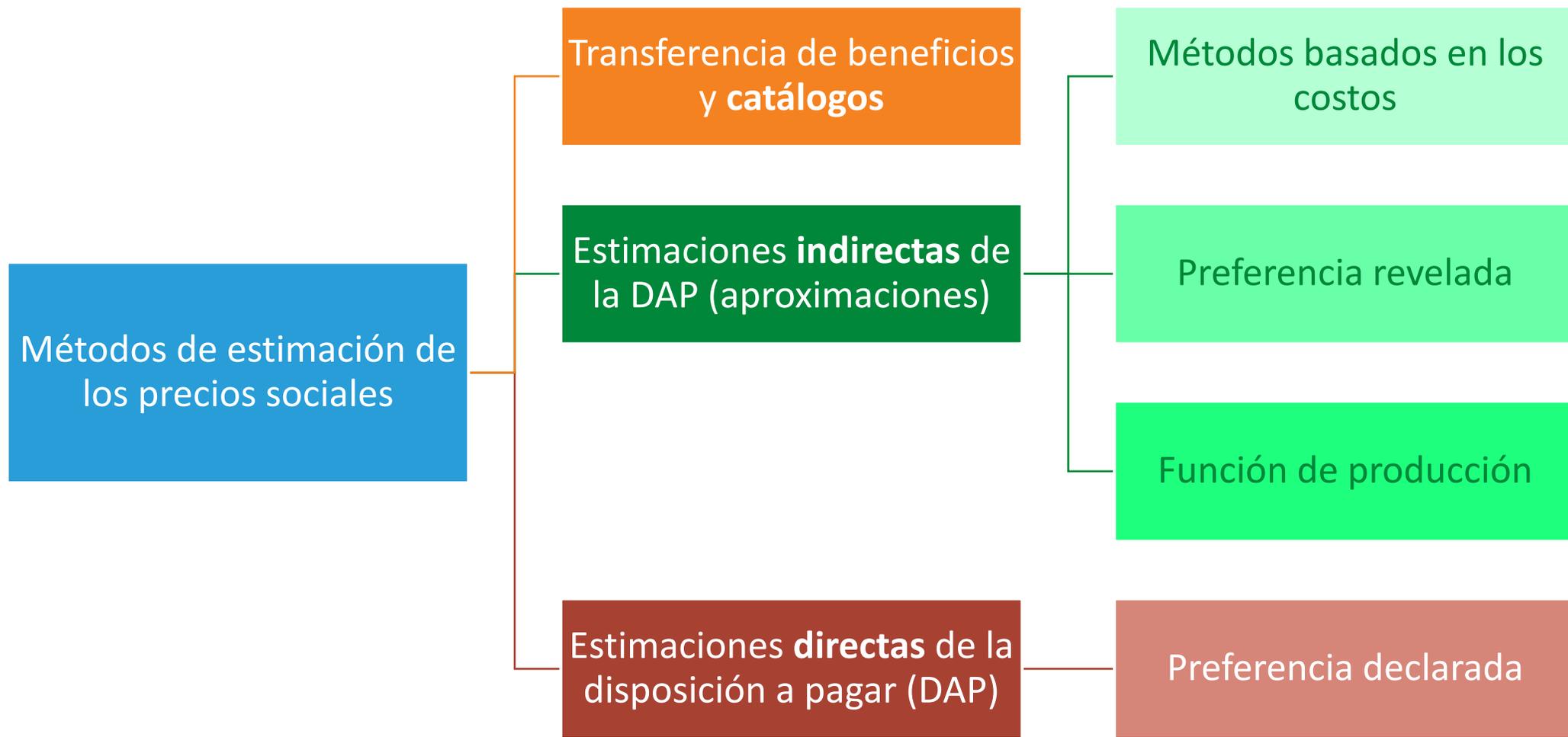
Efecto (beneficio o externalidad)	Beneficiario	Racional	Métodos habituales de estimación de los precios sociales
<b>Cambio en la congestión</b> <i>(¡cuidado con la doble contabilidad!)</i>	<b>Usuarios y empresas de transporte</b>	<p>La congestión es un exceso de demanda que reduce la fluidez de un movimiento en una condición o franja horaria determinada</p> <p>Las reducciones mejoran la fluidez del tránsito, reduciendo los tiempos de viaje de los pasajeros (costo de oportunidad) y los costos de explotación (para empresas y pasajeros)</p>	<p>Ver: Variación del tiempo de viaje y Variación de los costos de explotación</p>
<b>Variación de los accidentes</b>	<b>Usuarios del transporte y sociedad en general</b>	<p>Frecuencia y gravedad de los accidentes de tránsito, que pueden implicar muertos, heridos, ilesos y daños materiales</p> <p>La reducción de accidentes evita costos en términos de muertos, heridos, ilesos y daños materiales</p>	<p>Valor estadístico de la vida</p> <p>Costo de la enfermedad</p> <p>Costos evitados (valores de mercado)</p>

## Beneficios de ampliar el transporte aéreo

Efecto (beneficio o externalidad)	Beneficiario	Racional	Métodos habituales de estimación de los precios sociales
<b>Confort de los pasajeros</b>	<b>Usuarios del transporte</b>	Independientemente del tiempo que se tarde en viajar entre dos puntos, el nivel de comodidad ofrecido (intangibles) tiene su propia disposición a pagar (por ejemplo, las salas VIP de los aeropuertos)	Preferencias declaradas Preferencias reveladas (precios hedónicos)
<b>Se evitan desvíos de tráfico</b>	<b>Usuarios, aeropuertos, empresas y comercios</b>	La ampliación de un aeropuerto determinado puede evitar la pérdida prevista de tráfico hacia otros modos y/o hacia otros aeropuertos, aumentando el tráfico y toda la actividad económica asociada	Costos evitados (valores de mercado)
<b>Crecimiento del tráfico aéreo</b>	<b>Usuarios, aeropuertos, empresas y comercios</b>	El crecimiento de la actividad aeroportuaria desplaza la curva de la oferta, lo que se traduce en mayores ingresos En un aeropuerto determinado, el crecimiento puede generarse o desviarse de otros lugares	Valores de mercado

## Beneficios de ampliar el transporte aéreo

Efecto (beneficio o externalidad)	Beneficiario	Racional	Métodos habituales de estimación de los precios sociales
<b>Cambio en contaminación acústica</b>	<b>Comunidades cercanas a las vías de transporte</b>	<p>Los niveles de ruido generados por el tráfico influyen en la calidad de vida de las personas que viven cerca</p> <p>La reducción del ruido mejora el confort y la salud (estrés y problemas relacionados)</p>	<p>Preferencias declaradas</p> <p>Costo de la enfermedad</p> <p>Preferencias reveladas (precios hedónicos)</p>
<b>Cambio en contaminación atmosférica</b>	<b>Comunidades cercanas a las vías de transporte</b>	<p>El funcionamiento de los vehículos emite contaminantes locales como óxido de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y partículas finas (PM<sub>2,5</sub>)</p> <p>La reducción de la contaminación evita costos de enfermedades respiratorias y otras</p>	<p>Costo social de la contaminación</p> <p>Costo de la enfermedad</p>
<b>Cambio en las emisiones de gases de efecto invernadero</b>	<b>Sociedad en general</b>	<p>El funcionamiento de los vehículos emite contaminantes globales, especialmente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)</p> <p>La reducción de las emisiones disminuye los costos asociados al cambio climático</p>	<p>Costo social del carbono</p>



# Uso de catálogos



<http://www.imt.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt679.pdf>

- Valor del tiempo de los pasajeros, por día:
  - por avión: R\$ 17,745.72
  - vehículo propio: R\$ 259.93
  - autobús: R\$ 170.02
- Valor medio de la carga general: R\$ 4.774,13/tonelada

Promedio nacional de MX\$ 237.86 por hora de ahorro para un vehículo de carga

En la Ciudad de México: MX\$ 429.03  
En Chiapas MX\$ 108.16



<https://ontl.infrasa.gov.br/planejamento/metodologias/>

# Catálogos



<https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2024-05/eurocontrol-standard-inputs-economic-analyses-ed-10.pdf>

## Cost of fuel

The cost of fuel used in this document is based on the 2022 average jet fuel price provided by IATA,<sup>3</sup> unless otherwise specified. All conversions are done using the values specified in Table 4.

Currency	Price per barrel	Price per gallon	Price per kg
USD	\$ 136	\$ 3.2	\$ 1.1
EUR	€ 129	€ 3.1	€ 1.0

Table 3: Average jet fuel price in 2022

This section provides the average number of kilograms per minute of fuel burn, by aircraft segment, in different flight phases.

Flight phase	Taxi	En-route	Arrival Management
Scheduled aviation	12.7	51.6	38.6
<i>Regional aircraft</i>	8.2	24.6	19.9
<i>Narrow body aircraft</i>	11.7	40.1	35.2
<i>Wide body aircraft</i>	25.8	113.9	85.2
Business aviation	NA	9.3	7.7
Rotorcraft	NA	8.8	8.8

Table 9: Average fuel burn rates (kg/minute)

Table 16 presents an assessment of the costs of noise for short, medium, and long-haul flights based on an analysis of 33 EU airports.

	Total costs	Average costs			
	€ <sup>1</sup>	€ per LTO <sup>1</sup>	€ per pax <sup>2,1</sup>	€ per tonne <sup>1</sup>	€ per km <sup>1</sup>
Short-haul (< 1,500 km)	€ 1bn	€ 305	€ 2.43	€ 10.71	€ 0.55
Medium-haul (1,500 km > 5,000 km)	€ 1bn	€ 305	€ 2.43	€ 10.71	€ 0.33
Long-haul (> 5,000 km)	€ 1bn	€ 305	€ 2.43	€ 10.71	€ 0.01

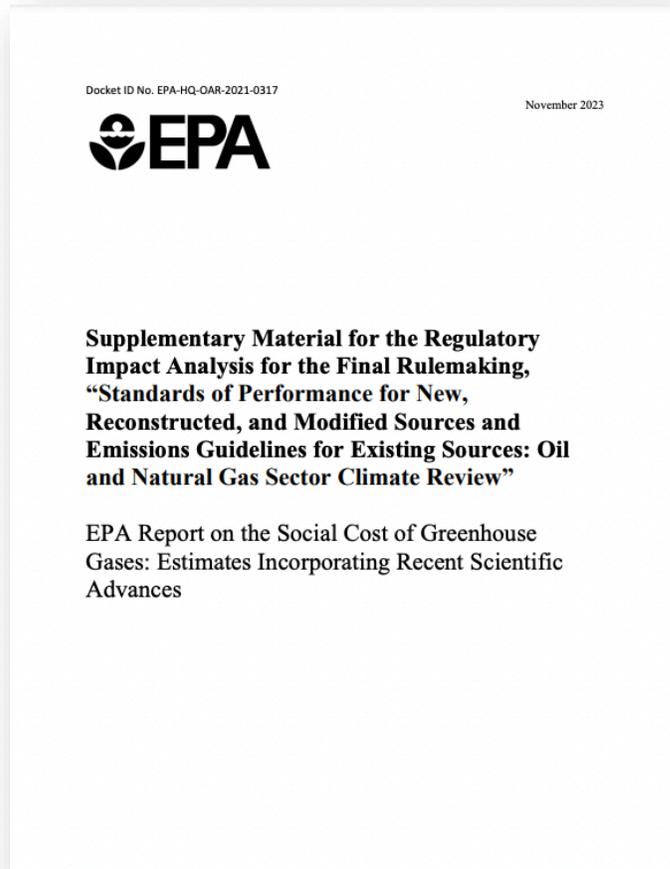
<sup>1</sup>The monetary values originate from Table 36 of the source document and are adjusted from 2016 to 2022 prices

<sup>2</sup>Costs per pax include the complete flight (not only the half-way principle)

Table 16: Total and average costs of noise cost for aviation at 33 selected EU airports<sup>42</sup>

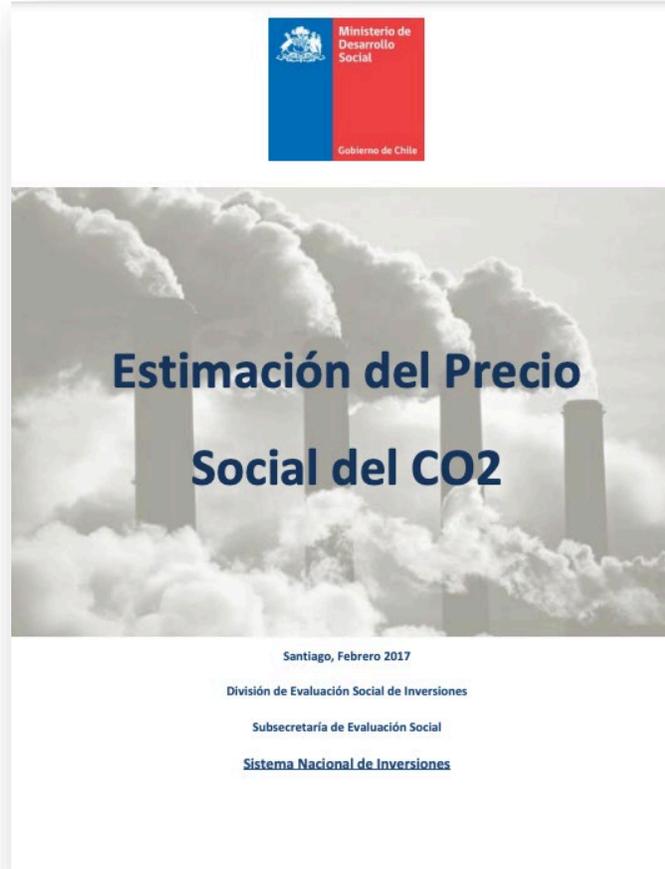
# Catálogos

USD 120/tonCO<sub>2</sub>e



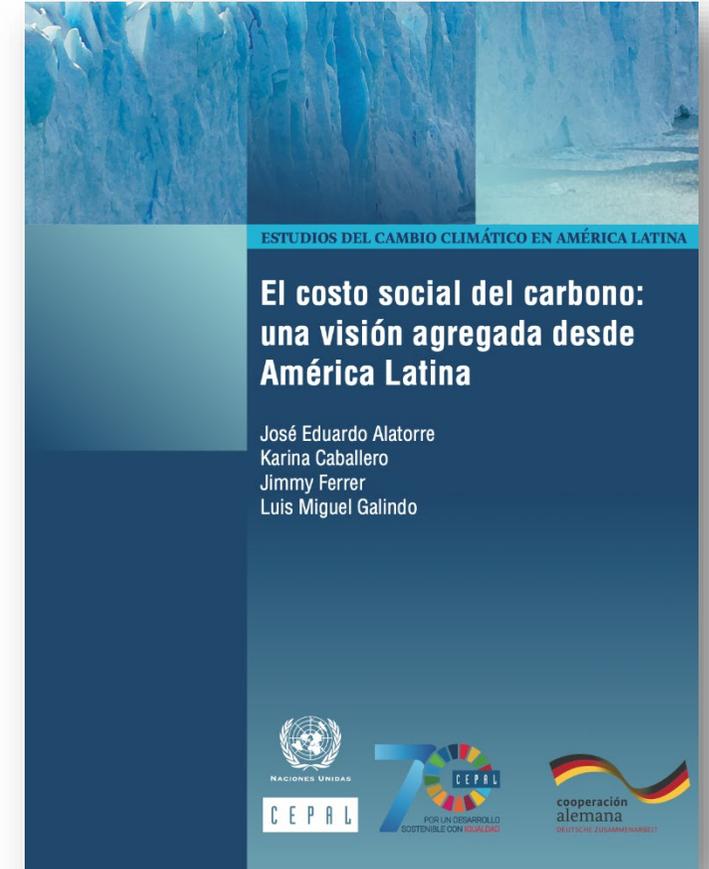
[https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-12/epa\\_scghg\\_2023\\_report\\_final.pdf](https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-12/epa_scghg_2023_report_final.pdf)

USD 32,50/tonCO<sub>2</sub>e



<https://sni.gob.cl/storage/docs/Precio%20Social%20del%20CO2.pdf>

USD 25,83/tonCO<sub>2</sub>e



<https://www.cepal.org/es/noticias/nuevo-documento-la-cepal-analiza-valores-costosocial-carbono-la-construccion-politicas>

Table 5-1. Benefit transfer tools and data sources from U.S. government agencies

Name	Agency	Description	Source
Benefit Transfer Toolkit	USGS	Nonmarket valuation database, statistical forecasting models, and recreation activities map	<a href="https://sciencebase.usgs.gov/benefit-transfer/">https://sciencebase.usgs.gov/benefit-transfer/</a>
Recreation Use Values	USFS	Estimated recreation use values for 14 recreational categories using the Recreation Use Values Database	<a href="https://www.fs.fed.us/pnw/pubs/pnw_gtr957.pdf">https://www.fs.fed.us/pnw/pubs/pnw_gtr957.pdf</a>
Recreation Unit Day Values	USACE	Estimated day use values for recreation by quality tier	<a href="https://planning.erdc.dren.mil">https://planning.erdc.dren.mil</a>
Ecosystem Service Benefits	FEMA	Allowable ecosystem service values for Hazard Mitigation Assistance programs by land use type	<a href="https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema_innovative-drought-flood-mitigation-projects.pdf">https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema_innovative-drought-flood-mitigation-projects.pdf</a> (Table 2-2)
EcoService Models Library	USEPA	Library of ecological production models	<a href="https://www.epa.gov/eco-research/ecoservice-models-library">https://www.epa.gov/eco-research/ecoservice-models-library</a>
Value of water quality changes meta-analysis	USEPA	Meta-analysis for improvements in water quality based on 51 original studies	<a href="https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-10/documents/steam-electric_benefit-cost-analysis_09-29-2015.pdf">https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-10/documents/steam-electric_benefit-cost-analysis_09-29-2015.pdf</a> (Appendix H)
BlueValue	NOAA	Database of ecosystem service values focused on coastal areas	<a href="https://imagery2.coast.noaa.gov/digitalcoast/tools/gecoserv.html">https://imagery2.coast.noaa.gov/digitalcoast/tools/gecoserv.html</a>

Table 5-2. Selected benefit transfer tools and data sources from non-U.S. government sources

Name	Organization	Description	Source
Ecosystem Services Value Database (ESVD)	TEEB	Database of ecosystem services values	<a href="https://www.esvd.info/">https://www.esvd.info/</a>
Recreation Use Values Database	Oregon State University	Database of recreation use values in the U.S. and Canada	<a href="https://recvaluation.forestry.oregonstate.edu/databas_e">https://recvaluation.forestry.oregonstate.edu/databas_e</a>
National Ocean Economics Program Non-Market Database	Center for the Blue Economy, Middlebury Institute of International Studies at Monterey	Database of ecosystem service values related to coastal areas	<a href="https://oceanomics.org/nonmarket/NMsearch2.asp">https://oceanomics.org/nonmarket/NMsearch2.asp</a>
Environmental Valuation Reference Inventory (EVRI)	Environment and Climate Change Canada (with international partners)	Database of empirical studies on the economic value of environmental assets and human health effects	<a href="https://www.evri.ca/en">https://www.evri.ca/en</a>

## Transferencia de Beneficios

- Equivalencia del servicio o bien o de sus funciones entre el centro de estudio y el centro de referencia
- Equivalencia de las características de la población afectada
- Equivalencia en la asignación de derechos de propiedad
- Posiblemente requiera ajustes en el ámbito, la escala geográfica y la sustituibilidad del bien o servicio
- Utilizar preferentemente parámetros derivados de metaanálisis (sabiduría de la multitud... ¡o la teoría de la anulación de errores!)

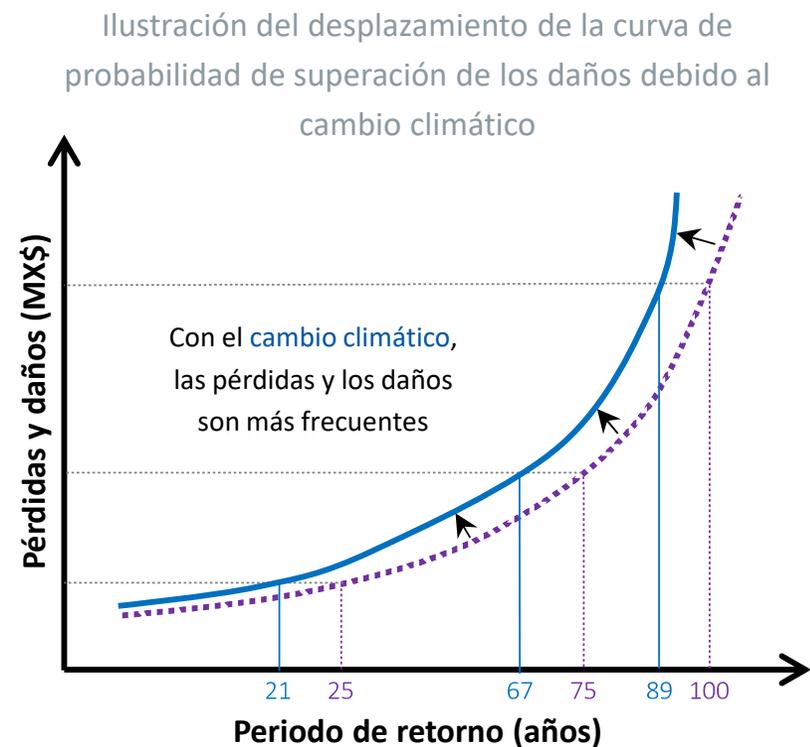
FISCHBACH, Jordan R.; BOND, Craig A.; DALYANDER, Soupy; CARRUTHERS, Tim; HEMMERLING, Scott A. Planning and Valuation Methods for Case Study Analysis. Enhancing benefits evaluation for water resources projects: Towards a more comprehensive approach for Nature-based Solutions. The Water Institute of the Gulf. Vicksburg, MS. January 2023.  
[https://ewn.erdc.dren.mil/wp-content/uploads/2023/01/BCA\\_MethodsReport\\_Final\\_01022023.pdf](https://ewn.erdc.dren.mil/wp-content/uploads/2023/01/BCA_MethodsReport_Final_01022023.pdf)

## Métodos basados en los costos

- **Costos de daños evitados**
  - El valor económico se basa en **los costos necesarios para prevenirlos o mitigarlos**
  - Costo de los accidentes de tránsito evitados; valor económico de los daños que se producirían en ausencia de medidas para evitar las inundaciones de las pistas de rodaje
- **Costo de sustitución**
  - Valor económico de un bien o servicio (normalmente servicios ecosistémicos) basado en el **valor de mercado de otro bien o servicio que pueda sustituir las funciones realizadas**
  - La pérdida de un ecosistema costero debido a la construcción de un puerto, donde el valor de los SE perdidos puede estimarse por el costo necesario para construir un sistema artificial que ofrezca la misma protección contra las tormentas y la regulación climática
- **Gastos paliativos / preventivos**
  - Valor económico de un bien o servicio (normalmente servicios ecosistémicos) basado en el **valor de mercado de mitigar o evitar los efectos negativos de su pérdida**
  - El costo de una estación de tratamiento de agua en caso de que la calidad del agua del manantial no sea apta para el consumo humano

## Racionalidad de los métodos basados en los costos

- **Medidas sustitutivas del valor**, suponiendo que es más fácil estimar los costos
- Los costos no tienen por qué formar parte del "proyecto", son referencias hipotéticas de valor, es decir, son una aproximación a los beneficios
- Su uso es habitual para:
  - hacer frente al **cambio climático** (daños evitados), o el costo de "no hacer nada"
  - hacer frente a la exposición a la contaminación y otras medidas **sanitarias** (costo de la enfermedad)
- **Ventaja: más fácil que la DAP/DAR**
- **Desventaja: no se tienen en cuenta las preferencias sociales** (¡y podrían ser mucho mayores!)



Por ejemplo, si una carretera se inunda con más de un metro de agua, el costo de reparación ronda el 15% del costo inicial de construcción...

## Enfoque del costo de la enfermedad

Combina **los costos sanitarios directos e indirectos evitados** para obtener una estimación aproximada del beneficio desde una perspectiva social

- **Costos directos:** costos médicos necesarios para el tratamiento de una enfermedad específica (por ejemplo, hospitalización, suministros médicos, cuidados de rehabilitación, pruebas diagnósticas, prescripción de medicamentos, etc.), así como el costo estadístico de la vida en el caso de fallecimientos relacionados con la enfermedad
  - Se calcula caso por caso, en función del tipo y la gravedad de la enfermedad y de la población expuesta a ella
- **Costos indirectos:** valor de la pérdida de producción debida a la reducción del tiempo de trabajo a causa de una enfermedad específica
  - Se calcula multiplicando el período total de ausencia (número de días) por el salario bruto diario del trabajador ausente
  - En el caso de los niños, las personas con discapacidad y los ancianos, los días de trabajo perdidos por los miembros de la familia (o por los cuidadores) pueden utilizarse como indicador del valor económico de reducir el riesgo o la duración de la enfermedad

## Ejemplo de contaminación atmosférica local

- Los óxidos de nitrógeno (NOx) son emitidos por los aviones, especialmente durante las fases de vuelo cercanas al aeropuerto, como el rodaje, el despegue y el aterrizaje
- La exposición a NOx está relacionada con problemas respiratorios y un mayor riesgo de hipertensión, infarto de miocardio y accidente cerebrovascular, tanto mortales como no mortales

www.gov.uk/government/publications/assess-the-impact-of-air-quality/air-quality-appraisal-damage-cost-guidance#annex-a

Contents

1. Damage costs
2. Applying the updated damage costs
3. Worked example
4. Activity costs
5. Working with legal limits
6. Annex A: updated 2023 damage costs
7. Annex B: national air quality objectives

[Print this page](#)

### 6.1 Table 8: updated national damage costs (2022 prices)

Pollutant emitted	Central damage cost (£/t)	Damage cost sensitivity range (£/t): low	Damage cost sensitivity range (£/t): high
NOx	£8,148	£1,567	£30,282
SO2	£16,616	£6,615	£43,850
NH3	£9,667	£3,727	£26,172
VOC	£172	£104	£309
PM2.5	£74,769	£29,631	£212,839

# Valor estadístico de la vida

- **Valor monetario de la reducción del riesgo de muerte:** la tasa marginal de sustitución entre dinero y riesgo
- Puede estimarse mediante la DAP o mediante el diferencial salarial
- En Brasil, vía DAP: R\$ 56,80 para un riesgo de 1/100.000, o sea, R\$ 5.580.000
- En EUA, a través de la DAP: USD 10 millones

injuryfacts.nsc.org/all-injuries/preventable-death-overview/odds-of-dying/

**nsc**  
INJURY FACTS

Home All Injuries Motor Vehicle Home & Community Work State Data International Donate

**Lifetime odds of death for selected causes, United States, 2022**

Cause of Death	Odds of Dying
Heart disease	1 in 6
Cancer	1 in 7
All preventable causes of death	1 in 19
COVID-19	1 in 23
Chronic lower respiratory disease	1 in 29
<b>Opioid overdose (accidental)</b>	1 in 55
Suicide	1 in 87
Guns (all intents)	1 in 89
Suicide with gun	1 in 159
Gun assault	1 in 219
Accidental gun discharge	1 in 9,288
<b>Fall</b>	1 in 92
<b>Motor-vehicle crash</b>	1 in 93
<b>Pedestrian incident</b>	1 in 468
<b>Motorcyclist</b>	1 in 722
<b>Drowning</b>	1 in 1,032
<b>Fire or smoke</b>	1 in 1,236
<b>Choking on food</b>	1 in 2,482
<b>Bicyclist</b>	1 in 3,162
Sunstroke	1 in 4,402
Electrocution, radiation, extreme temperatures, and pressure	1 in 15,037
Sharp objects	1 in 21,941
<b>Cataclysmic storm</b>	1 in 27,925

# Racionales de métodos de preferencia revelada

- El comportamiento observado de la población revela el valor subyacente de determinados bienes o servicios
- Basado en la teoría del comportamiento del consumidor: la gente valora el bien o servicio **por sus características**, no por el bien o servicio en sí
- Las **variaciones** en los niveles de las características, por tanto, pueden **revelar** el valor / utilidad conferida al bien o servicio
- Permite obtener una **aproximación** razonablemente precisa de la **DAP**, ya que el comportamiento observado se da en la práctica (aunque no lo realice toda la población afectada)





Photo by Bornil Amin on Unsplash

## Precios hedónicos

- Supone que **los precios inmobiliarios** reflejan el valor de los atributos medioambientales y de bienestar (uno de ellos es ruido)

**Precio de la vivienda =  $f$  (variables estructurales, características del barrio, accesibilidad, entorno)**

- El objetivo es **aislar estadísticamente el valor monetario** del atributo deseable mediante el análisis de transacciones inmobiliarias (datos detallados sobre ventas de propiedades, como precio, tamaño, ubicación, comodidades, ...)
- Para afinar, se pueden realizar **entrevistas** con agentes inmobiliarios y tasadores locales
- **Precaución 1:** es susceptible al tamaño y la apertura del mercado inmobiliario y al tamaño de la muestra (muy adecuado para contextos urbanos con mercados inmobiliarios dinámicos)
- **Atención 2:** sólo capta la percepción de las diferencias percibidas (la contaminación puede no tener *relación*)

### Ejemplo brasileño

El Instituto Trata Brasil utilizó microdatos de una encuesta por muestreo de hogares (que se realiza en capitales y grandes ciudades) para descubrir las siguientes diferencias en el valor de los alquileres residenciales:

Las viviendas conectadas a la red de alcantarillado son 16,4% más caras; la ausencia de cuarto de baño reduce el alquiler en 7,4%; las viviendas con suministro de agua, red de alcantarillado y cuarto de baño son 33% más caras

Freitas, F. G. et al. (2018). Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento no Brasil. Relatório de pesquisa apresentado ao Instituto Trata Brasil. São Paulo: Ex Ante Consultoria Econômica.

# Ejemplo de precios hedónicos

## Ejemplo de contaminación atmosférica

En Yakarta, Indonesia, los autores probaron la teoría de que **el aire limpio** tiene un valor percibido y, por tanto, es un diferencial para los precios de la vivienda

Analizaron los datos de las propiedades y sus características, junto con los niveles de exposición a seis contaminantes

Los resultados mostraron que la calidad del aire afecta al valor de las propiedades en la ciudad: el valor puede aumentar hasta 28 dólares por cada reducción de  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en los niveles de azufre

La disposición a pagar en los países desarrollados para reducir la exposición es mayor (entre 58 y 328 dólares)

**Table 1 – Summary of existing hedonic price studies related to air pollution**

No <sup>a</sup>	Authors (publication year)	Study location	Pollutant(s)	Sign and significance
1.	Ridker and Henning (1992)	St. Louis, USA	Index of sulfation levels	Negative, significant at 5% level
2.	Wieand (1973)	St. Louis, USA	Suspended particulates SO <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	Negative, not ss <sup>b</sup> Negative, not ss Positive, not ss
3.	Deyak and Smith (1974)	Some US cities	Suspended particulates.	Negative, ss at 10% level
4.	Smith and Deyak (1975)	85 central US cities	Suspended particulates.	Negative, not ss
5.	Harrison and Rubinfeld (1978)	Boston, US	NO <sub>2</sub>	Negative, ss at 1% level
6.	Nelson (1978)	Washington DC, USA	Particulate concentration, summer oxidant concentration	Negative, ss at 5% level
7.	Li and Brown (1980)	Boston, USA	TSP SO <sub>2</sub>	Negative, not ss Positive, not ss
8.	Palmquist (1982)	20 US cities	TSP, O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub>	Mixed <sup>c</sup>
9.	Palmquist (1983)	14 US cities	TSP, O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , and index of pollution	Mixed <sup>d</sup>
10.	Murdoch and Thayer (1988)	California, USA	Four indicator of visibility	All negative and ss at 10% level
11.	Graves et al. (1988)	California, USA	TSP, visibility	TSP is negative and ss at 5% level, but mixed for visibility
12.	Zabel and Kiel (2000)	4 US cities	NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , TSP	23 of 80 coefficients are ss at 5% level, 19 of them are negative
13.	Kim et al. (2003)	Seoul, Korea	SO <sub>2</sub> Nox	Negative, ss at 5% level Positive not ss
14.	Yang (1996)	Taipei	TSP	Negative, significant at 5% level
15.	Kwak et al. (1996)	Seoul, Korea	TSP	Negative, significant at 5% level

<sup>a</sup> Rows No. 1 to 12 are adopted from Boyle and Kiel (2001).

<sup>b</sup> ss stands for statistically significant.

<sup>c</sup> Negative half the time for TSP and ss in 6 of the 20 TSP coefficients; all negative for NO<sub>2</sub> and ss in 8 of these 18 coefficients; all negative for ozone and ss in 8 of 12 these coefficients; 5 of 20 SO<sub>2</sub> coefficient negative and ss while 1 positive and ss.

<sup>d</sup> For index variable, the estimated coefficient was negative and statistically significant in six of the 14 cities in their study.

## Ejemplo de precios hedónicos

Impacto del ruido de la aviación en los precios inmobiliarios en torno al aeropuerto internacional de Taoyuan (Taiwán)

Basándose en el método de precios hedónicos, los autores encuentran resultados empíricos que apuntan a un impacto negativo significativo en los precios de la vivienda en las zonas de contorno de ruido de 60-64 dB y  $\geq 65$  dB (nivel sonoro medio día-noche)

La depreciación del precio de la vivienda es de aproximadamente USD 2356,02 por dB en la zona de 60-64 dB y de USD 3622,78 por dB en la zona  $\geq 65$  dB

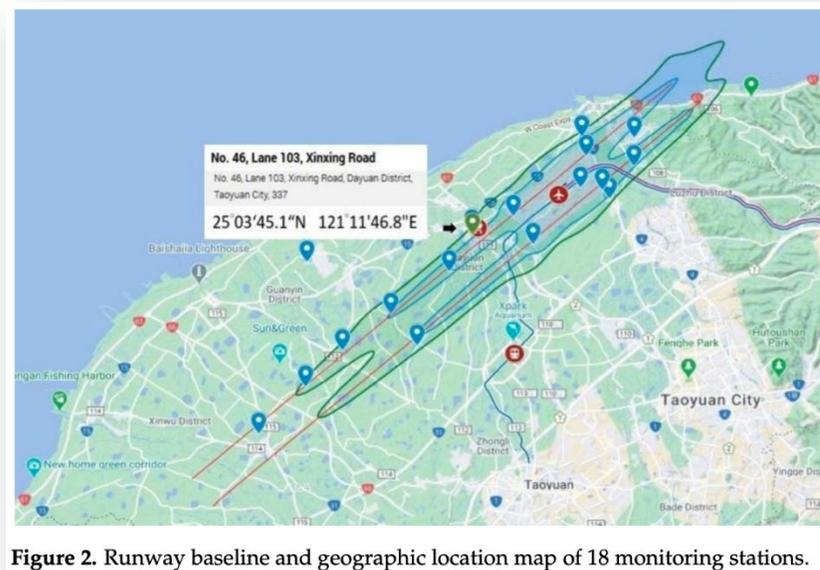


Figure 2. Runway baseline and geographic location map of 18 monitoring stations.

Modelos probados: Semilogarítmico, Semilogarítmico inverso, **Modelo doble logarítmico**

Variables utilizadas:

- Características de la casa: Superficie total, antigüedad de la vivienda, número de plantas, distancia a mercados públicos, distancia a estaciones de tren de alta velocidad y distancia al aeropuerto
- Variables relacionadas con el ruido: Valor estimado del ruido de la aviación y fondo de recompensa por ruido

## Otros métodos de preferencias reveladas

Todos siguen la misma lógica...



### Comportamiento defensivo / preventivo

- Instalar ventanas de doble cristal para evitar el ruido



### Gastos de viaje

- Cantidad gastada (dinero y tiempo) para acceder a un sitio determinado



### Autoabastecimiento

- Suministro de agua camión cisterna
- Instalación y funcionamiento de fosas sépticas

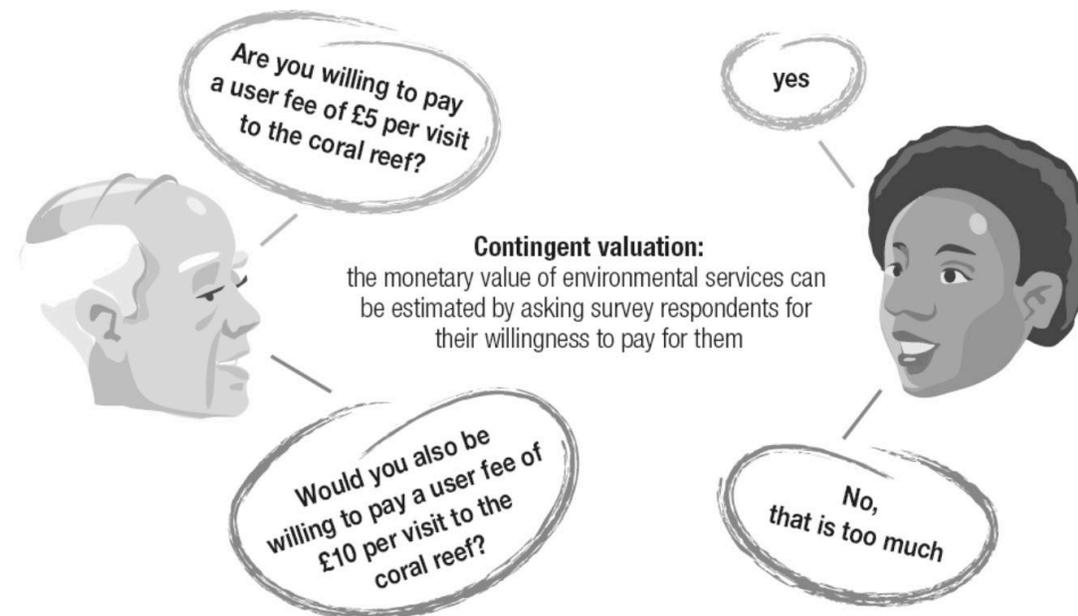
## Método de la función de producción

- Se utiliza cuando el bien o servicio (no de mercado) que se valora es un insumo de producción de otro bien o servicio con valor de mercado
- Los cambios en la cantidad o calidad del bien o servicio que se valora provocan cambios en el producto final, lo que afecta al excedente social que se negocia en los mercados (precio sombra)
  - Δ calidad o precio para los consumidores: Δ excedente del consumidor
  - Δ productividad o el costo para los productores: Δ excedente del productor
- Estimado con **datos de mercado observables** (convertidos a precios sociales)
- Normalmente se utiliza para valorar **servicios ecosistémicos** como el agua, la calidad del suelo, la regulación del clima, la polinización, el control biológico, el control de la erosión, etc.
- Puede aplicarse al **ahorro de tiempo**, ya que es un insumo escaso que afecta a la producción
- Requiere datos de mercado para los insumos de producción y el bien o servicio final
- **Advertencia: no tiene en cuenta las preferencias sociales, por lo que puede dar valores subestimados**

## Métodos de preferencia declarada

### Método de valoración contingente

- Los cuestionarios se aplican directamente a la población beneficiada/afectada (¡el tamaño de la muestra debe tener validez estadística!)
- Los cuestionarios (o tarjetas de elección) deben tener en cuenta los comportamientos; presentar claramente el escenario contingente; empezar con un precio bajo e ir subiendo hasta el punto de rechazo
- Las técnicas estadísticas establecen la relación entre las características del bien o servicio y la preferencia de un grupo de individuos



- Es importante que el cuestionario aborde claramente la forma hipotética de pago (DAP o DAR) y su frecuencia

## Un ejemplo en el sector vial

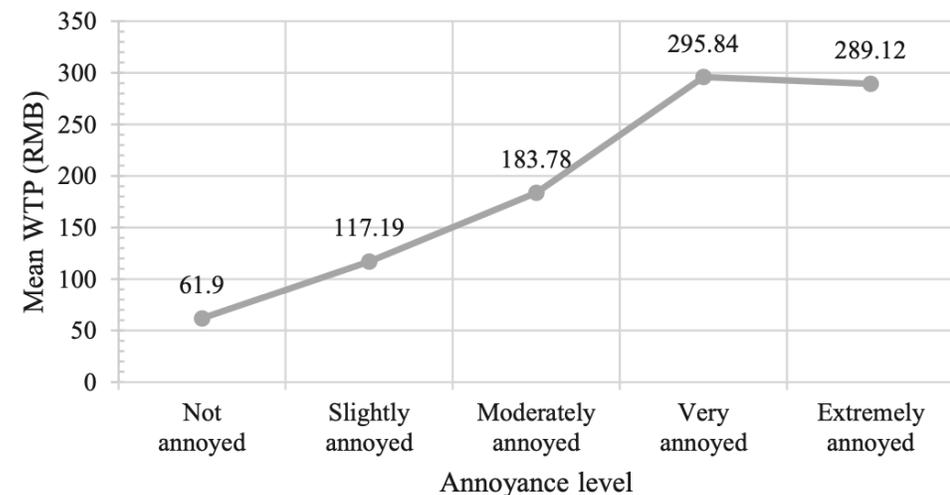
Evaluación económica del ruido del tráfico rodado en China mediante el método de valoración contingente

En Tianjin, una ciudad de rápido crecimiento, se seleccionaron doce zonas residenciales, clasificadas por niveles de exposición al ruido

Se administraron 1.800 cuestionarios (1.604 válidos)

El cuestionario constaba de 4 secciones:

- Actitud medioambiental: un rompehielos con la actitud ante la contaminación medioambiental en la ciudad
- Respuesta a la exposición: sobre las molestias generales causadas por el ruido del tráfico rodado
- Disposición a pagar (DAP): cuánto estarían dispuestos a pagar para reducir el ruido
- Información de control socioeconómico



**Fig. 4.** The mean WTP for different annoyance levels.

El nivel de molestia, la edad, los ingresos y los métodos de prevención del ruido utilizados anteriormente influyen significativamente en la DAP de los residentes

Ma, H., Wen, M., Xu, L., & Zhang, Z. (2021). Contingent valuation of road traffic noise: A case study in China. School of Architecture, Tianjin University.

## Un ejemplo en la aviación

### Valoración de las externalidades medioambientales de la contaminación acústica y atmosférica en el aeropuerto Suvarnabhumi de Bangkok

Se utilizó el método de preferencias declaradas para determinar la disposición a pagar (DAP) de los residentes locales (206 entrevistas) y los pasajeros aéreos (400 pasajeros) para reducir estas externalidades

Los resultados (Modelo Logit Multinomial (MNL)) muestran que los residentes valoran más la reducción del ruido de los aviones, con una DAP de USD 104,76 al año para reducir a la mitad los niveles de ruido, mientras que los pasajeros muestran una DAP de USD 70,63

En cuanto a la contaminación atmosférica, los pasajeros están dispuestos a pagar más (151,18 dólares al año) que los residentes (86,52 dólares)

Table 1 – Experimental Design Attributes

Attributes	Levels
<b>Aircraft Noise</b>	25%, 50% less noise As now 25%, 50% more noise
<b>Aircraft Engine Emissions</b>	25%,50% less air pollution As now 25%, 50% more air pollution
<b>Carbon offsetting</b>	Yes/No
<b>Air fare/ Airport Impact Relief Scheme or payment</b>	Increased by 300, 700, 1100, 1500 Baht As now Reduced by 300, 700, 1100, 1500 Baht

Figure 1- Choice Card Example – Residents

Attribute	OPTION A	OPTION B	OPTION C
Aircraft are	25% louder	50% quieter	As now
Aircraft engines produce	25% less air pollution	25% more air pollution	As now
Carbon offsetting	Yes	Yes	No
Airport Impact Relief Scheme	You would pay 1,500 baht/month	You would pay 1,100 baht/month	No payment/compensation
<u>I would choose</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>

Cheramakara, N., Bristow, A., Budd, L., & Zanni, A. (2014). Stated choice valuation of aircraft noise and other environmental externalities at Bangkok Suvarnabhumi Airport. Loughborough University, United Kingdom.

# ¡Cuidado con los sesgos cognitivos!

El análisis de la DAP para reducir la contaminación acústica y atmosférica del transporte en la Comunidad Foral de Navarra, España, buscaba identificar problemas metodológicos en el proceso de valoración, como el sesgo hipotético, el efecto correlación y el efecto secuencia

Se utilizó un experimento de valoración contingente (MVC) y un experimento económico con incentivos reales, en el que participaron 50 individuos, divididos en dos grupos de 25

Se expuso a los participantes a dos secuencias de valoración para observar diferentes sesgos conductuales

**Sesgo hipotético:** la DAP fue mayor en los escenarios hipotéticos que en los escenarios con incentivos monetarios reales

**Efecto de correlación:** La DAP por la mitigación de la contaminación se aproxima a la establecida por la reducción del ruido

**Efecto de secuencia:** se encontraron pruebas mixtas, con el efecto presente sólo en la parte de la encuesta de valoración contingente

Resumen:

¡Los sesgos cognitivos afectan a la valoración económica en los estudios de preferencias declaradas!

## Impactos económicos más amplios (WEI)

- WEIs: Efectos más amplios (2ª orden), efectos inducidos y efectos indirectos
- **La aplicación de precios sociales a los costos y beneficios, además de la monetización de las externalidades, ya representa los principales impactos al bienestar**
- Por consiguiente, las **repercusiones económicas de mayor alcance no deberían incluirse en el ACB** porque, en mercados razonablemente eficientes, son irrelevantes desde el punto de vista del equilibrio general
  - Si se añaden estos efectos, suele producirse un doble cómputo
- Dos de ellos pueden considerarse en proyectos que promuevan **cambios estructurales en la competitividad**, o que afecten a **mercados secundarios ineficientes**:
  - Efectos en el mercado laboral : efectos indirectos en la productividad de la región de los cambios de comportamiento relacionados con la oferta de mano de obra
  - Efectos de aglomeración : ganancias de productividad resultantes de un aumento de la densidad de la actividad económica, como consecuencia del efecto combinado de diversas reducciones de los costos de transacción

## Ejercicio en grupo

### Caso estilizado de evaluación económica



Grupos de 4 a 6 personas  
¡Mezclemos competencias y perspectivas!



La tarea consiste en desarrollar un estudio de caso **conceptual** para proyectos de navegación aérea



Los grupos lo desarrollarán a lo largo del curso, así que cíñete a la tarea que tienes entre manos ahora mismo ->

## 3<sup>ra</sup> tarea

### ¿Cuáles son los beneficios y externalidades?



Continuando con el caso estilizado del grupo:

Enumere y discuta los principales beneficios y externalidades implicados



Hablar de las partes interesadas en cada beneficio

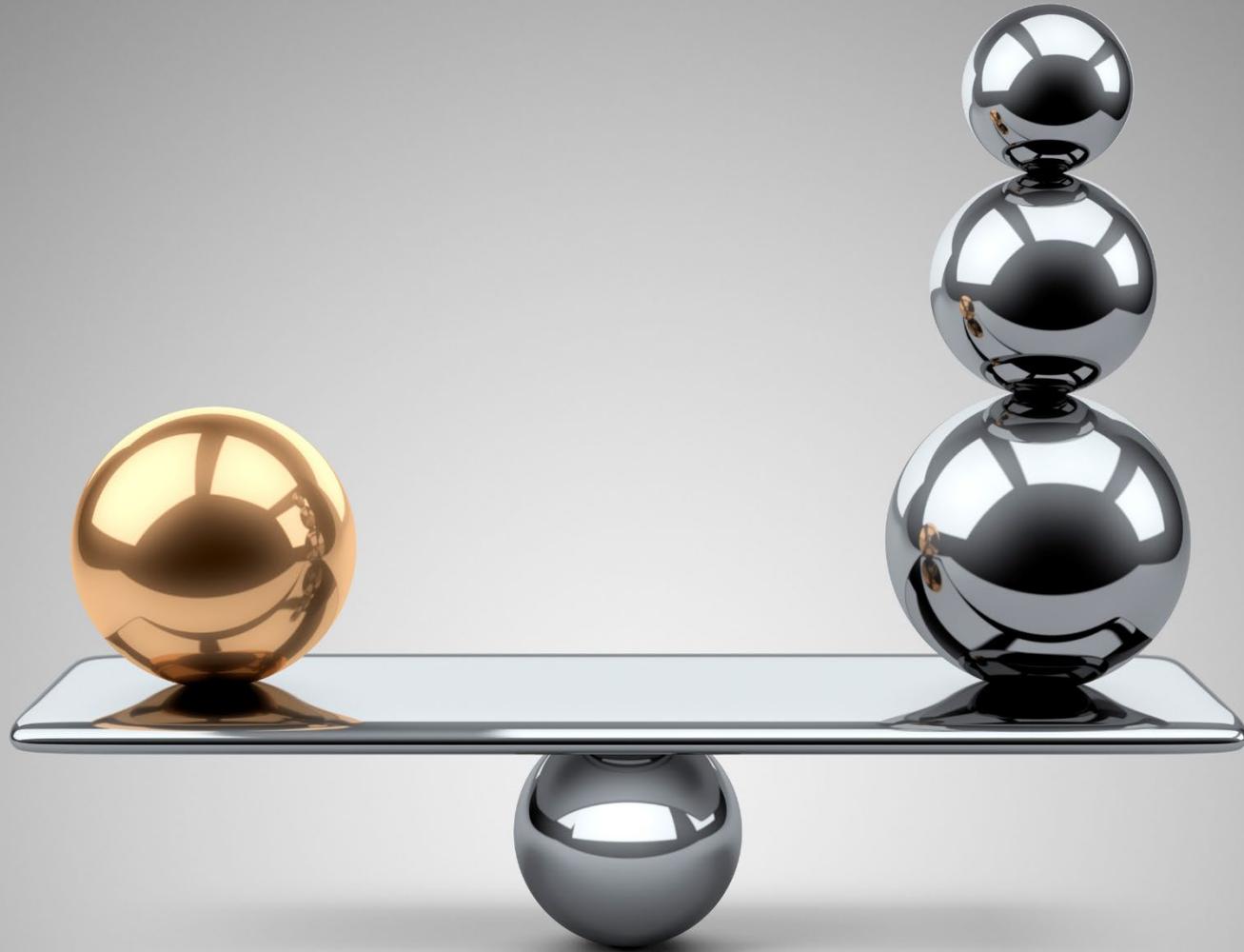
¿Existen precios de mercado sustitutivos de los beneficios?



¿Podemos estimar los beneficios?

- bases de datos de proyectos...
- catálogos de prestaciones...

05  
Indicadores  
de viabilidad  
costo-  
beneficio



## Flujo monetario de costos, beneficios y externalidades

- **Es necesario asignar anualmente los calendarios de costos y los beneficios y externalidades esperados**
  - La distribución del porcentaje anual debe respetar las relaciones causa-efecto
- **La vida útil de los activos clave debe ser compatible con el horizonte de análisis**
  - Si es más larga, inserte el valor residual (beneficio) al final de la serie temporal
  - Si la vida útil es más corta, confíe en Repex
- **El horizonte de análisis debe ser compatible entre las alternativas analizadas**
  - Repite los más cortos hasta que se cumpla el plazo
  - Si esto no es posible/suficiente, considere el valor anual equivalente (VAE)
- **Evaluar la consideración de perpetuidad (sí para características de continuidad)**
  - Perpetuidad = valor anual en el último año del flujo / tasa social de descuento

# Flujo monetario de costos, beneficios y externalidades

Escenario  
base

Cenário Base (fazer o mínimo)											
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
CAPEX (R\$)	0	113.202.743	149.070.691	124.925.438	94.831.355	72.523.241	14.522.145	33.768.361	56.076.475	79.959.279	67.011.825
OPEX (R\$)	0	27.140.934	19.814.547	15.235.555	15.735.082	16.317.862	16.650.880	18.149.459	18.232.714	18.149.459	18.149.459
Valor do Tempo - Total (R\$)	0	388.007.240	404.006.454	418.575.346	435.180.043	451.608.441	468.329.752	485.871.916	503.805.722	522.071.511	540.669.285
Segurança operacional - Total (R\$)	0	178.569.996	180.102.806	180.620.446	185.414.805	186.232.575	186.750.215	188.800.665	189.318.305	190.136.075	191.886.395
Custos emissões GEE - Total (R\$)	0	114.791.690	120.753.750	126.683.180	132.683.200	139.335.040	146.005.080	152.063.730	158.790.840	165.538.620	172.307.070
Custos de transporte - Total (R\$)	0	1.750.239.169	1.841.906.008	1.933.348.541	2.025.507.985	2.128.055.419	2.230.844.503	2.323.769.572	2.427.230.594	2.530.964.637	2.634.971.699
Total Cenário (R\$)		2.571.951.772	2.715.654.256	2.799.388.506	2.889.352.469	2.994.072.578	3.063.102.574	3.202.423.703	3.353.454.649	3.506.819.581	3.624.995.733

Escenario  
projecto

Cenário Alternativo (projeto de duplicação integral da rodovia)											
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
CAPEX (R\$)	0	192.899.574	442.662.968	587.272.036	796.618.377	648.422.514	91.419.526	35.168.086	87.657.766	88.095.180	89.407.422
OPEX (R\$)	0	41.960.218	49.203.350	53.615.834	56.612.992	59.027.370	60.442.694	60.525.949	60.609.203	60.692.458	60.692.458
Valor do Tempo - Total (R\$)	0	388.007.240	399.585.768	407.124.841	411.372.112	414.549.619	417.089.489	432.713.539	448.686.592	464.954.688	481.517.826
Seg. Operacional - Total (R\$)	0	178.569.996	174.062.703	165.459.898	154.334.519	139.334.163	123.977.831	125.218.926	125.495.397	125.942.523	127.012.963
Custos emissões GEE - Total (R\$)	0	114.791.690	119.908.474	124.466.224	128.039.288	132.019.950	135.784.724	141.419.269	147.675.481	153.950.917	160.245.575
Custos de transporte - Total (R\$)	0	1.750.239.169	1.832.498.046	1.908.632.823	1.973.677.755	2.046.279.087	2.116.429.913	2.204.542.080	2.302.610.182	2.400.945.844	2.499.549.065
Total Cenário (R\$)		2.666.467.886	3.017.921.310	3.246.571.657	3.520.655.043	3.439.632.703	2.945.144.178	2.999.587.848	3.172.734.621	3.294.581.608	3.418.425.309

Flujo neto

Cenário Comparativo (Cenário Base - Cenário Alternativo)											
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Δ CAPEX (R\$)	0	-79.696.831	-293.592.277	-462.346.598	-701.787.022	-575.899.272	-76.897.381	-1.399.725	-31.581.291	-8.135.900	-22.395.597
Δ OPEX (R\$)	0	-14.819.283	-29.388.803	-38.380.278	-40.877.910	-42.709.507	-43.791.814	-42.376.490	-42.376.490	-42.542.998	-42.542.998
Δ Valor do Tempo (R\$)	0	0	4.420.686	11.450.505	23.807.931	37.058.822	51.240.262	53.158.377	55.119.130	57.116.823	59.151.459
Δ Segurança Operacional (R\$)	0	0	6.040.102	15.160.547	31.080.285	46.898.411	62.772.384	63.581.739	63.822.908	64.193.552	64.873.431
Δ Custos das emissões (R\$)	0	0	845.276	2.216.956	4.643.912	7.315.090	10.220.356	10.644.461	11.115.359	11.587.703	12.061.495
Δ Custos de transporte (R\$)	0	0	9.407.962	24.715.718	51.830.230	81.776.331	114.414.590	119.227.491	124.620.412	130.018.793	135.422.634
Total (R\$)	0	-94.516.114	-302.267.054	-447.183.151	-631.302.574	-445.560.126	117.958.396	202.835.855	180.720.027	212.237.973	206.570.424

Es el flujo neto comparativo ("con" proyecto - "sin" proyecto) que se trae a valor presente mediante la tasa social de descuento (TSD)

# Flujo monetario de costos, beneficios y externalidades

## Tasa social de descuento (TSD)

Sopesa el *costo de oportunidad social*, basándose en:

- Tasa de ahorro interno (consumo de los hogares)
- Rendimiento del capital privado (rentabilidad de las empresas)
- Costo de la deuda externa (costo del capital público)

## Ejemplos:

- México: 10%
- Canadá: 8%
- EUA: 2% a 3%
- Brasil: 8,5%

Cenário Comparativo (Cenário Base - Cenário Alternativo)											
Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Δ CAPEX (R\$)	0	-79.696.831	-293.592.277	-462.346.598	-701.787.022	-575.899.272	-76.897.381	-1.399.725	-31.581.291	-8.135.900	-22.395.597
Δ OPEX (R\$)	0	-14.819.283	-29.388.803	-38.380.278	-40.877.910	-42.709.507	-43.791.814	-42.376.490	-42.376.490	-42.542.998	-42.542.998
Δ Valor do Tempo (R\$)	0	0	4.420.686	11.450.505	23.807.931	37.058.822	51.240.262	53.158.377	55.119.130	57.116.823	59.151.459
Δ Segurança Operacional (R\$)	0	0	6.040.102	15.160.547	31.080.285	46.898.411	62.772.384	63.581.739	63.822.908	64.193.552	64.873.431
Δ Custos das emissões (R\$)	0	0	845.276	2.216.956	4.643.912	7.315.090	10.220.356	10.644.461	11.115.359	11.587.703	12.061.495
Δ Custos de transporte (R\$)	0	0	9.407.962	24.715.718	51.830.230	81.776.331	114.414.590	119.227.491	124.620.412	130.018.793	135.422.634
Total (R\$)	0	-94.516.114	-302.267.054	-447.183.151	-631.302.574	-445.560.126	117.958.396	202.835.855	180.720.027	212.237.973	206.570.424

Flujo neto

Es el flujo neto comparativo ("con" proyecto - "sin" proyecto) que se trae a valor presente mediante la tasa social de descuento (TSD)

# Cálculo de los indicadores de viabilidad

$$\Delta NPSV = \sum_{t=0}^T \frac{NetBenefits_t}{(1 + SDR)^t}$$

$$0 = \sum_{t=0}^T \frac{NetBenefits_t}{(1 + ERR)^t} + \frac{RV \text{ or } PT}{(1 + ERR)^T}$$

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{Benefits_t}{(1 + SDR)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{Costs_t}{(1 + SDR)^t}}$$

## Valor social actual neto comparativo ( $\Delta NPSV$ )

Expresado en unidades monetarias (MX\$), es la diferencia entre el total de beneficios y costos traídos a valor presente por la Tasa Social de Descuento (TSD). Resume el saldo monetario neto, permitiendo compararlo con cualquier otra opción de inversión

## Tasa de rentabilidad económica (ERR)

Porcentaje (%), corresponde a la rentabilidad socioeconómica (tasa de descuento que pone a cero el  $\Delta NPSV$ ). A continuación, se compara con la Tasa Social de Descuento (TSD): ¡superarla cubre totalmente el costo de oportunidad!

## Relación costo-beneficio (B/C)

Sin dimensiones (relación entre los valores actuales de los beneficios y los costos económicos). Muestra el resultado del análisis de forma muy clara y sencilla: los beneficios superan a los costos cuando la relación B/C es  $>1$

06  
Afrontar el  
riesgo y la  
incertidumbre



---

# Teoría de la decisión y gestión de riesgos

- **Sesgos conductuales**, que reconocen que no somos *tan* racionales...
- **Imprecisiones derivadas de la modelización**, como la inclusión de una externalidad, los supuestos sobre el crecimiento de la demanda, las personas afectadas, los parámetros de valoración (DAP), las estimaciones de costos, las valoraciones como el precio social del carbono, ...
- **Riesgos** pueden ser de diversa índole (técnicos, políticos, contractuales, climáticos...) y son exógenos al control del responsable de la toma de decisiones, pero pueden establecerse probabilidades y severidades (con cierto grado de precisión...), lo que permite un enfoque cuantitativo (recordando que siempre habrá algún riesgo remanente)
- **Incertidumbre** se produce cuando puede estimarse la gravedad de un suceso, pero no pueden establecerse probabilidades, lo que requiere un análisis cualitativo y basado en juicios (¡pensemos en un atentado terrorista!)
- **Ignorancia** es la situación más frágil, en la que no se conocen ni la gravedad potencial ni las probabilidades, lo que plantea un reto importante para la toma de decisiones, ya que hay pocas formas de evaluar las posibles consecuencias

# Teoría de la decisión y gestión de riesgos

- **Sesgos conductuales**
- **Imprecisiones**
- **Riesgos**

## Tratamiento proactivo de los sesgos y las imprecisiones

- Consideración cuidadosa de las valoraciones con DAP
- Incorporación de incoherencias en la toma de decisiones (muchas simulaciones y rangos de resultados en lugar de cifras únicas)
- Análisis probabilístico de riesgos (método de Monte Carlo), calibrado para detectar sesgos e incoherencias

- **Incertidumbre**

## Juicios basados en algunos principios rectores

- **maximin** (optar por la alternativa con el "mejor" de los peores escenarios)
- **punto de equilibrio** (comprueba la razonabilidad)
- **principio de precaución**, especialmente cuando los beneficios no realizados son pequeños (¡cuidado con comprar riesgo-riesgo!)

- **Ignorancia**

Construcción de conocimiento y adquisición de datos...

---

# Los sesgos conductuales y sus contornos

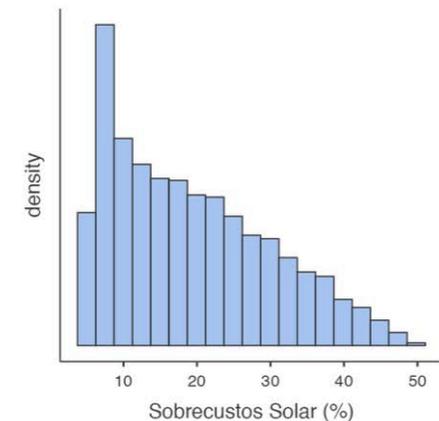
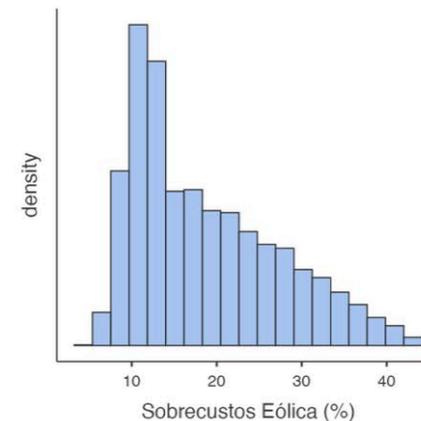
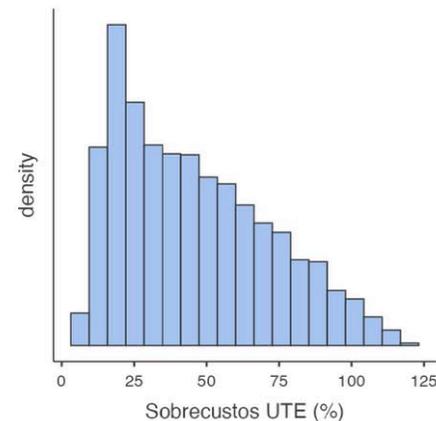
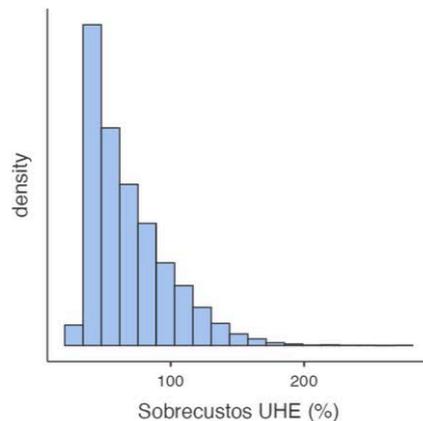
Los sesgos conductuales fueron revelados por la psicología moderna y expone las limitaciones del enfoque neoclásico del "agente racional maximizador de la utilidad"

En el ACB, podemos tener en cuenta las cuestiones más importantes utilizando la misma metodología marco

- **Ajustar la percepción del riesgo y la aversión a las pérdidas**
  - Incorporar la aversión a las pérdidas en la función de utilidad, que prescribe una mayor sensibilidad a las pérdidas y una sensibilidad decreciente a las ganancias
- **Incorporar las desviaciones esperadas a la utilidad esperada**
  - Utilizar el análisis probabilístico de riesgos para comprobar activamente si existe un falso "anclaje" en relación con un punto de referencia poco probable o desconectado de la evidencia (una de las principales razones de los sobrecostos y retrasos)
- **Simular la incoherencia temporal**
  - Utilización de una tasa social de descuento no exponencial para introducir el riesgo en el valor temporal (impaciencia del capital)

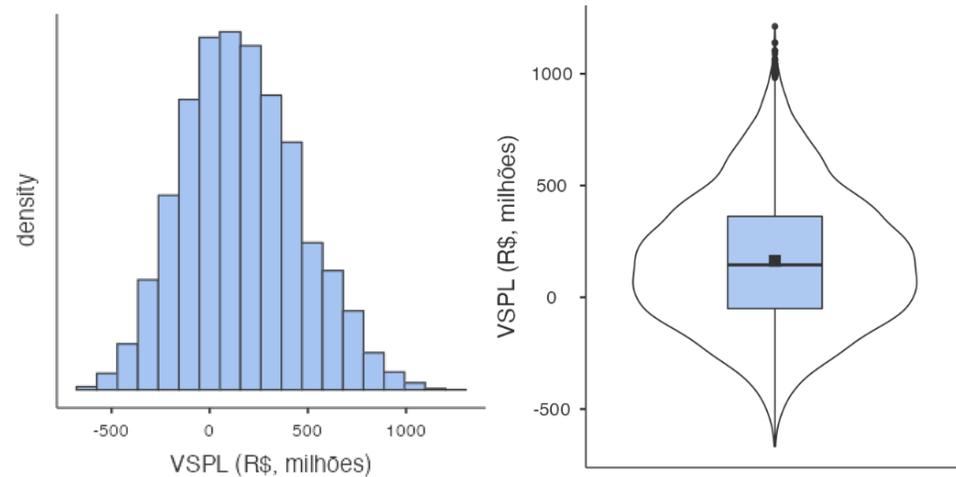
## Análisis probabilístico (método Monte Carlo)

- Se asigna una **distribución de probabilidad** a cada **variable crítica**, definida como un rango de valores en torno a la mejor estimación disponible
- Esta distribución puede derivarse de distintas fuentes (datos experimentales, distribuciones encontradas en la bibliografía, consulta a expertos, etc.)
- Ejemplo: variabilidad en la incidencia de los sobrecostos (que afectan al Capex) de los proyectos energéticos en Brasil, siguiendo la **distribución triangular** y los valores **mínimo, máximo y moda**: 1,2 - 120 - 14,3 para UTE; 0,4 - 44,4 - 8,6 para eólica; y 2 - 50 - 4,8 para solar



## Análisis probabilístico (método Monte Carlo)

- Se realiza una estimación de 9.999 resultados a partir de la extracción aleatoria de las variables, teniendo en cuenta sus distribuciones de probabilidad y sus valores
- El resultado de un análisis de Montecarlo es en sí mismo una **distribución de probabilidad de posibles resultados**



Resultados agregados de 9.999 simulaciones	$\Delta$ NPSV Valor social actual neto Social (R\$, millones)
Indicador final ACB ( <i>base</i> )	252,49
Media	163,23
Desviación típica	296,37
Mínimo	-668,38
1er cuartil	-50,73
Mediana	145,11
3er cuartil	361,53
Máximo	1.212,28

## No todos los CBA serán iguales...

Suponiendo que algunos beneficios clave sean difíciles de cuantificar, o que exista un grado considerable de incertidumbre, podemos llevar a cabo un **ACB condicional** o un **ACB de equilibrio**

- Si las ganancias sociales serán sustanciales, podemos razonar, por ejemplo: "si cada consumidor obtiene sólo MX\$ 0,20 de beneficio, el proyecto ya compensa sus costos"
- La razonabilidad de la decisión se comprueba en función de sus costos (y al menos los beneficios se expresan cualitativamente, lo que ayuda en el proceso de toma de decisiones)
- Cuantificar los costos sociales y algunos beneficios ya forma parte de un proceso mucho más informativo y sistemático que no cuantificar nada...
- Las hipótesis / suposiciones / extrapolaciones deben exponerse y justificarse basándose en el análisis de sucesos similares ocurridos en el pasado (en otras jurisdicciones / países / sectores)
- El seguimiento de los indicadores permite revisar las hipótesis en las que se basan las intervenciones futuras... en otras palabras, hacer frente de forma proactiva al desconocimiento

## Cómo tratar la **información incompleta**

- **¡Déjelo claro! Haga explícitas las premisas, los supuestos y las extrapolaciones más importantes**
  - Permite subsidios, análisis de sensibilidad y análisis ex post
- **Obtener subvenciones informativas (informales y formales)**
  - Dispersión entre las partes interesadas (compañías aéreas, organismos reguladores, usuarios, mundo académico...)
- **Análisis ex post**
  - Permite mejorar las prácticas de diseño de proyectos (¡su proyecto no es el último proyecto!)
- **Evaluación y experimentación**
  - El uso de ensayos aleatorios proporciona **información real** (puede ser muy difícil, pero es el "patrón oro")
- **Adoptar, medir y reaccionar**
  - En caso de cambios modulares o reversibles, puede medir los resultados en "tiempo real" para cambiar de rumbo si es necesario (requiere indicadores precisos y desencadenantes preestablecidos)

---

## Ante el cambio climático medidas de adaptación...

Si el proyecto **sigue siendo viable (beneficio > costo)**, incluso en ausencia de impactos climáticos.

- **alternativa sin remordimientos (*no regret*)**

En caso de que el proyecto siga siendo viable con **pocos gastos adicionales**

- **alternativa de bajo arrepentimiento (*low regret*)**

Si el proyecto **sólo es viable** en situaciones atípicas (riesgos extremos, por ejemplo)

- **declarado inviable...** y de nuevo a la mesa de dibujo

En caso de que el proyecto **sólo sea inviable** en situaciones atípicas

- **se declara la viabilidad...** y **hay que abordar el riesgo residual** (por ejemplo, seguros, implantación por fases o incluso mejoras de diseño que puedan hacerse más adelante)

## Ejercicio en grupo

### Caso estilizado de evaluación económica



Grupos de 4 a 6 personas  
¡Mezclemos competencias y perspectivas!



La tarea consiste en desarrollar un estudio de caso **conceptual** para proyectos de navegación aérea



Los grupos lo desarrollarán a lo largo del curso, así que cíñete a la tarea que tienes entre manos ahora mismo ->

## 4<sup>ta</sup> tarea

### ¿Cuáles son los riesgos y las incertidumbres?



Continuando con el caso estilizado del grupo:  
Debatir los riesgos y las incertidumbres



¿Cómo afrontar los riesgos y las incertidumbres en el marco del ACB?



Ajuste de referencia de clase:  
¿qué se puede aprender de las experiencias pasadas?

## Ejercicio en grupo

### Caso estilizado de evaluación económica



Es hora de presentar y debatir nuestros resultados.



---

Thank You!

