

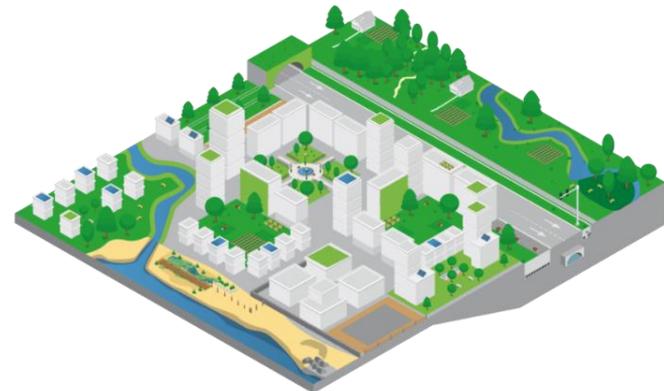
Congreso Nacional del Medio Ambiente
Madrid del 26 al 29 de noviembre de 2018

Evaluación de efectividad y diseño de soluciones naturales como medidas de adaptación al cambio climático

Efrén Feliu (TECNALIA)
Soluciones Basadas en la Naturaleza (GT-10)
#conama2018



- 01 Contexto europeo de las NBS.
- 02 Adaptación al cambio climático (CC).
- 03 Guía soluciones naturales para la adaptación al CC.
- 04 Guía análisis de Efectividad de NBS.
- 05 Apuntes finales.





- 01 Contexto europeo de las NBS.
- 02 Adaptación al cambio climático (CC).
- 03 Guía soluciones naturales para la adaptación al CC.
- 04 Guía análisis de Efectividad de NBS.
- 05 Apuntes finales.



Contexto europeo (NBS- Nature Based Solutions)

Planteamiento general:

- Multifuncionalidad y co-beneficios.
- Coste-efectividad.
- Potencial nicho de actividad económica.

Retos H2020 SCC-02 (GrowGreen / Clever):

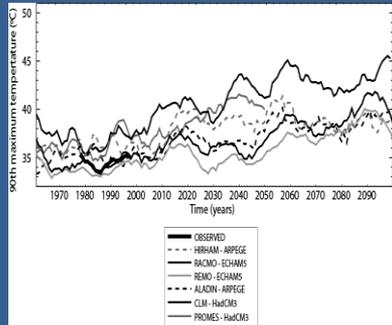
- Monitoreo y Evaluación: generación de evidencias sobre la efectividad de las NBS (adaptación al cambio climático y otros co-beneficios)
- Gobernanza, incluyendo la identificación de mecanismos de financiación y modelos de negocio para la implementación de NBS.
- La integración de las soluciones naturales y los servicios de los ecosistemas en la planificación territorial, el planeamiento y el diseño urbano



- 01 Contexto europeo de las NBS.
- 02 Adaptación al cambio climático (CC).
- 03 Guía soluciones naturales para la adaptación al CC.
- 04 Guía análisis de Efectividad de NBS.
- 05 Apuntes finales.



¿Cómo analizar impactos y vulnerabilidad al CC?



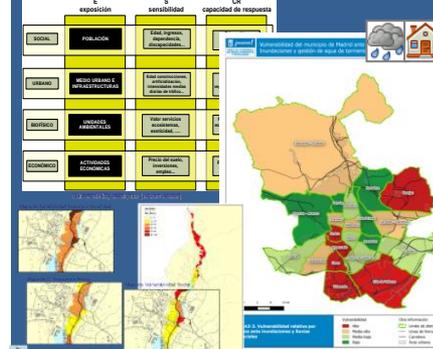
Escenarios de cambio climático (amenaza):

- Selección de escenarios, RCP
- Selección de modelos
- Ajuste de sesgo
- Análisis de tendencias, *spread*, incertidumbre, etc.



Modelización de impactos (exposición):

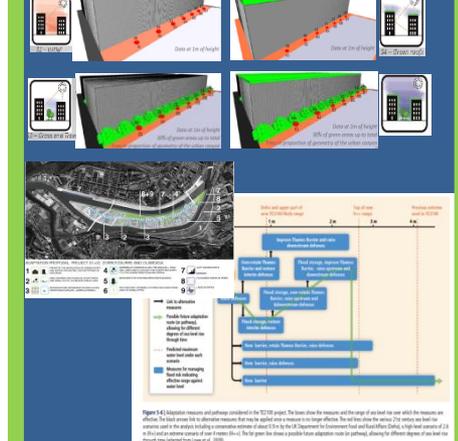
- Inundaciones
- deslizamientos
- UHI
- Calidad aire, etc.



Priorización de vulnerabilidad y riesgos según:

- Exposición
- Sensibilidad
- Capacidad de respuesta

Combinando análisis cualitativo y cuantitativo, GIS, estadística y cálculo probabilista.



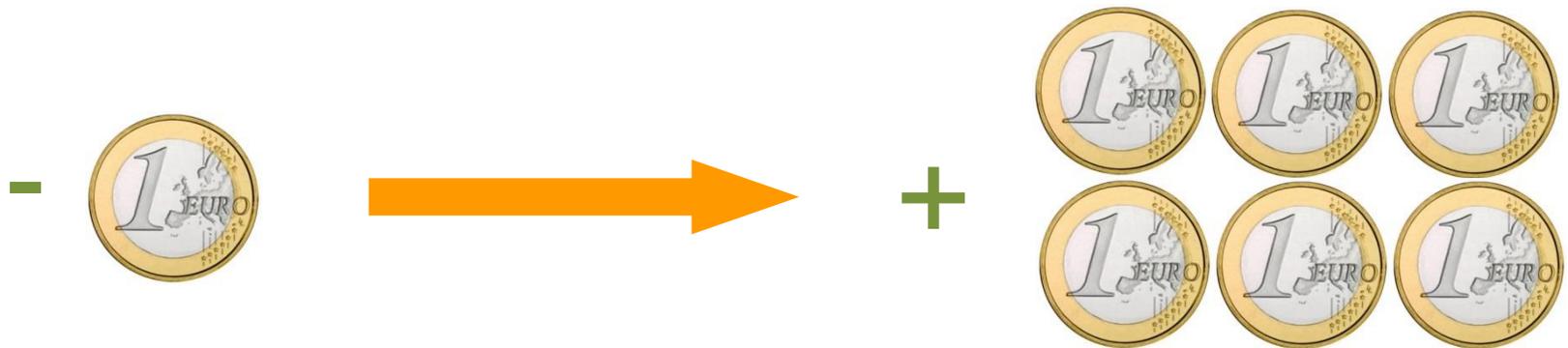
- Selección de medidas adaptación al cambio climático.
- Definición de hojas de ruta y estrategias.
- Integración en la planificación urbana, territorial y sectorial.
- Gestión y Monitoreo

Diseño, desarrollo e implementación de soluciones:

- Materiales y productos.
- Proyectos de ingeniería y construcción.
- Software.
- Legislación, modelos de negocio, etc.



Estrategia europea de adaptación al cambio climático



Por cada € destinado a la protección contra las inundaciones, se podrían ahorrar 6 € en costes producidos por los daños



Factores determinantes

1. Factores determinantes en amenaza inundación:

- Hidrología. Mancha de inundación, calado y velocidad
- Red saneamiento
- Permeabilidad y vegetación

2. Factores determinantes en amenaza temperatura:

- Vientos dominantes, cañones de ventilación y soleamiento
- Albedo
- Vegetación
- Tráfico

3. Factores determinantes en otras amenazas como deslizamientos e incendios: pendientes, geología, orientación, vientos dominantes, vegetación, etc.

4. Factores de vulnerabilidad/riesgo: caracterización usos suelo, infraestructuras, población, actividades económicas.

Aproximaciones o enfoques (básicos)

Importancia del planeamiento urbanístico.

También considerar la situación inicial: consolidado vs. no consolidado.

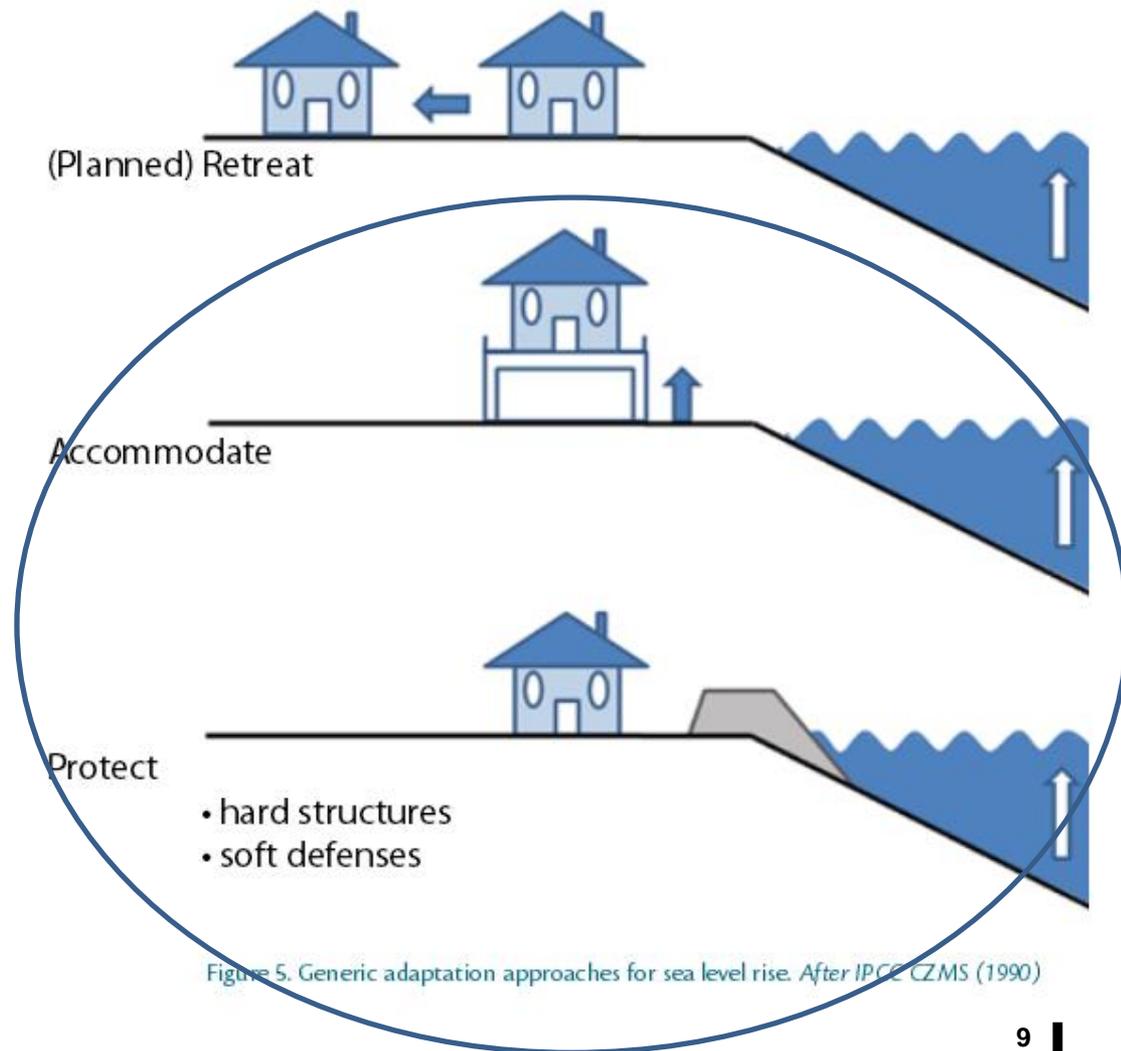


Figure 5. Generic adaptation approaches for sea level rise. After IPCC CZMS (1990)

¿Cómo adaptarnos?

Inundaciones

- Defensas (diques, barreras, etc.)
- Tanques de tormenta.
- Llanuras de inundación, espacios de libertad fluvial, etc.
- Cobertura y permeabilidad de suelos, drenajes urbanos sostenibles, etc.
- Multifuncionalidad de usos del suelo (parques, equipamientos, etc.).
- Planeamiento urbanístico, ordenanzas, etc.
- Seguros, valoración suelo, etc.
- Planes de emergencia, protección civil, etc.

Olas de calor / Efecto isla de calor

- Materiales y mobiliario urbano.
- Vegetación y zonas verdes.
- Agua en la ciudad.
- Estructura, forma y volumetría urbana.
- Planeamiento urbanístico, ordenanzas, etc.
- Sistemas de alerta, planes de emergencia, salud, sensibilización, etc.

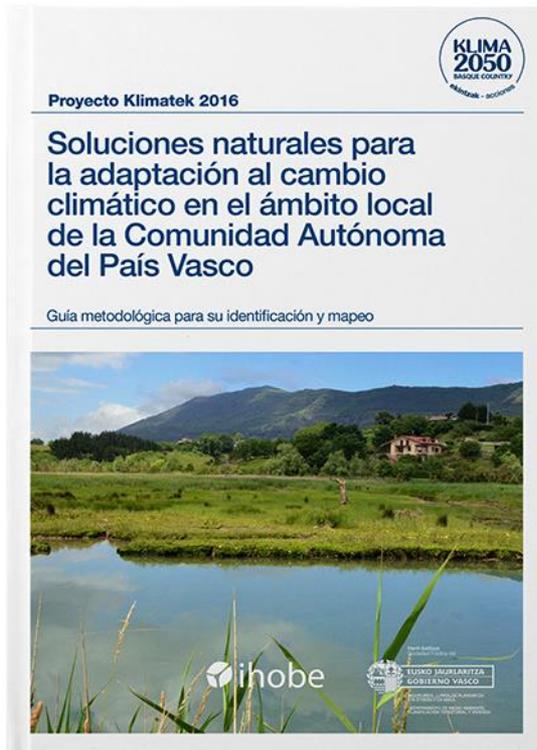
Sequías + aumento de temperaturas

- Cambio de especies en cultivos e infraestructuras verdes.
- Planes de ahorro y gestión de la demanda de agua.
- Tarificación, incentivos, etc.



- 01 Contexto europeo de las NBS.
- 02 Adaptación al cambio climático (CC).
- 03 Guía soluciones naturales para la adaptación al CC.
- 04 Guía análisis de Efectividad de NBS.
- 05 Apuntes finales.





Soluciones naturales para la adaptación al cambio climático en el ámbito local de la Comunidad Autónoma del País Vasco

Guía metodológica para su identificación y mapeo. Caso de estudio Donostia/ San Sebastián

Amenazas climáticas



Inundaciones por precipitaciones extremas (pluvial)



Inundaciones por desbordamiento de ríos (fluvial)



Subida del nivel del mar



Oleaje



Sequias



Incremento de la temperatura



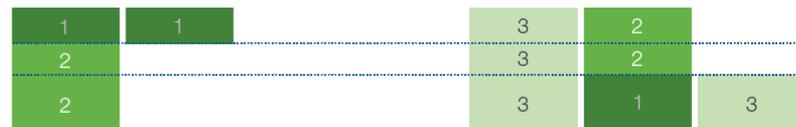
Incendios

AMENAZAS CLIMÁTICAS



EDIFICIO

Azoteas naturales



Fachadas verdes, jardines verticales

Naturalización de espacios de uso comunitario

INTERVENCIONES EN ESPACIO PÚBLICO

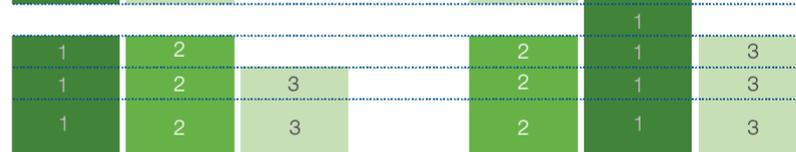
Mobiliario urbano verde



Pavimentos permeables

Plazas confortables

Micro climas de agua



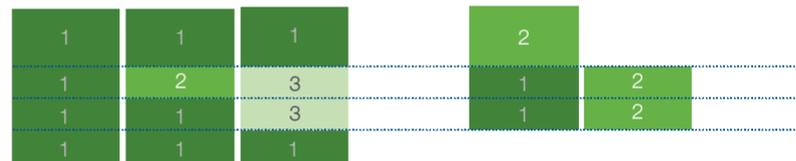
Huertos urbanos

Parques y bosques urbanos

Renaturalización de solares y espacios de oportunidad

INTERVENCIONES MASA DE AGUA Y SISTEMAS DE DRENAJE

Sistemas de drenaje urbano sostenible



Estanques y lagos

Renaturalización de ríos y arroyos

Llanuras de inundación

INTERVENCIONES EN INFRAESTRUCTURAS LINEALES DE TRANSPORTE

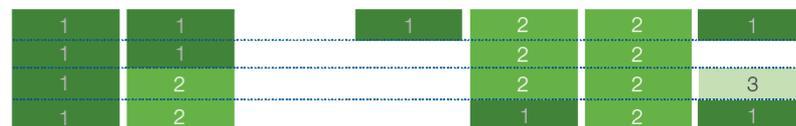
Naturalización de calles



Infraestructuras lineales verdes

INTERVENCIONES EN ESPACIOS NATURALES Y GESTION DEL SUELO RURAL

Espacios naturales protegidos



Humedales

Parques periurbanos

Gestión del suelo rural

Co-beneficios de las Soluciones Naturales

Ambientales

	Regulación del ciclo hidrológico
	Mejora de la calidad del agua
	Mejora de la calidad del suelo, estabilidad y erosión
	Mejora de la calidad del aire
	Mejora de la calidad y confort acústica
	Biodiversidad
	Almacenamiento de carbono

Sociales

	Salud y Calidad de vida ¹⁹
	Recreo y educación ambiental
	Puesta en valor del espacio para el encuentro social

Económicos

	Reducción de la demanda energética
	Empleo local
	Incremento del valor del suelo y la propiedad

CO-BENEFICIOS AMBIENTALES



EDIFICIO

Azoteas naturales

--	--	--	--	--	--	--

Fachadas verdes, jardines verticales

--	--	--	--	--	--	--

Naturalización de espacios de uso comunitario

--	--	--	--	--	--	--

INTERVENCIONES EN ESPACIO PÚBLICO

Mobiliario urbano verde

--	--	--	--	--	--	--

Pavimentos permeables

--	--	--	--	--	--	--

Plazas confortables

--	--	--	--	--	--	--

Micro climas de agua

--	--	--	--	--	--	--

Huertos urbanos

--	--	--	--	--	--	--

Parques y bosques urbanos

--	--	--	--	--	--	--

Renaturalización de solares y espacios de oportunidad

--	--	--	--	--	--	--

INTERVENCIONES MASA DE AGUA Y SISTEMAS DE DRENAJE

Sistemas de drenaje urbano sostenible

--	--	--	--	--	--	--

Estanques y lagos

--	--	--	--	--	--	--

Renaturalización de ríos y arroyos

--	--	--	--	--	--	--

Llanuras de inundación

--	--	--	--	--	--	--

INTERVENCIONES EN INFRAESTRUCTURAS LINEALES DE TRANSPORTE

Naturalización de calles

--	--	--	--	--	--	--

Infraestructuras lineales verdes

--	--	--	--	--	--	--

INTERVENCIONES EN ESPACIOS NATURALES Y GESTION DEL SUELO RURAL

Espacios naturales protegidos

--	--	--	--	--	--	--

Humedales

--	--	--	--	--	--	--

Parques periurbanos

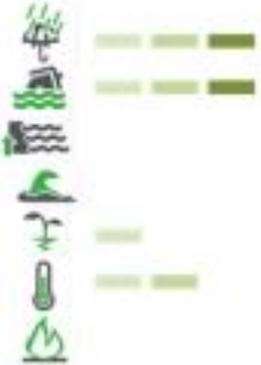
--	--	--	--	--	--	--

Gestión del suelo rural

--	--	--	--	--	--	--

Criterios de implementación

	Inversión inicial
	Requisitos de mantenimiento
	Titularidad del suelo (pública/privada) y/o normativa

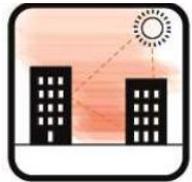
ESCALA DE INTERVENCIÓN: EDIFICIO			
<p>AZOTEAS NATURALES</p> <p>Breve descripción de la solución y cómo ésta contribuye a la adaptación al cambio climático a nivel local.</p>			
<p>AMENAZAS CLIMÁTICAS</p> 	<p>Requerimientos de implementación</p> <ul style="list-style-type: none"> Se hace referencia a los requisitos técnicos o de otra índole bien sea normativa, coordinación institucional, etc., que han de satisfacerse para llevar a cabo la intervención de forma exitosa. <p>Condicionantes de implementación</p> <ul style="list-style-type: none"> Se identifican en este apartado aquellos posibles factores o condiciones que puedan, de alguna forma, influir negativamente en la ejecución exitosa de la intervención. Por ejemplo, conflictos de usos del suelo. <p>Disponibilidad de información/ Posibles fuentes de datos</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="850 706 1110 906"> <p>Opción deseable:</p> <ul style="list-style-type: none"> Cartografía municipal de "edificios". En su defecto: Catastro urbano de las Diputaciones Forales de la CAPV. Ortofotos de GeoEuskadi. </td> <td data-bbox="1110 706 1420 906"> <p>Para estudios de detalle más precisos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Datos LIDAR (acrónimo del inglés Light Detection and Ranging o Laser Imaging Detection and Ranging) </td> </tr> </table>	<p>Opción deseable:</p> <ul style="list-style-type: none"> Cartografía municipal de "edificios". En su defecto: Catastro urbano de las Diputaciones Forales de la CAPV. Ortofotos de GeoEuskadi. 	<p>Para estudios de detalle más precisos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Datos LIDAR (acrónimo del inglés Light Detection and Ranging o Laser Imaging Detection and Ranging)
<p>Opción deseable:</p> <ul style="list-style-type: none"> Cartografía municipal de "edificios". En su defecto: Catastro urbano de las Diputaciones Forales de la CAPV. Ortofotos de GeoEuskadi. 	<p>Para estudios de detalle más precisos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Datos LIDAR (acrónimo del inglés Light Detection and Ranging o Laser Imaging Detection and Ranging) 		
<p>CO-BENEFICIOS</p> 	<p>Método de inventariado</p> <p>Elaboración de un inventario de tejados planos por observación directa.</p> <p>Identificación de azoteas potenciales a partir del análisis de la cartografía digital de "edificios" bien municipal, de las Diputaciones Forales o del Catastro Urbano de la CAPV. Este método conlleva un alto grado de incertidumbre pues no permite distinguir los tejados planos de aquellos con inclinación.</p> <p>Análisis de ortofotos para la identificación tanto de azoteas ya vegetadas como de tejados planos capaces de albergar azoteas naturales.</p> <p>Tratamiento de datos LIDAR y desarrollo de algoritmos, para la identificación de tejados planos o con un umbral de inclinación predeterminado, (>30 grados).</p> <p>Referencias</p> <p>Se incluye una referencia a una buena práctica en la CAPV.</p>		



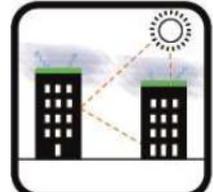
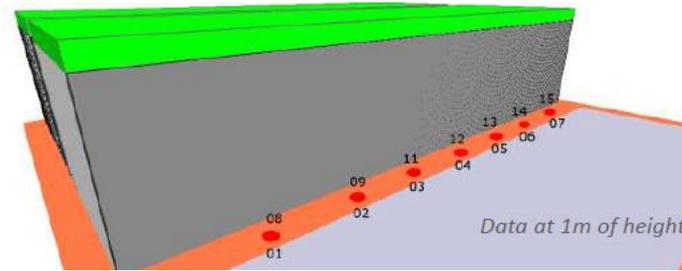
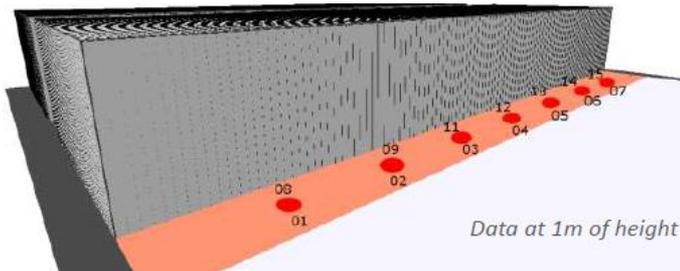
- 01 Contexto europeo de las NBS.
- 02 Adaptación al cambio climático (CC).
- 03 Guía soluciones naturales para la adaptación al CC.
- 04 Guía análisis de Efectividad de NBS.
- 05 Apuntes finales.



Análisis Coste-Efectividad de NBS (alternativas de diseño)



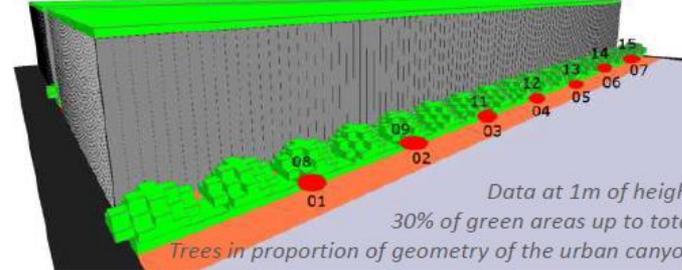
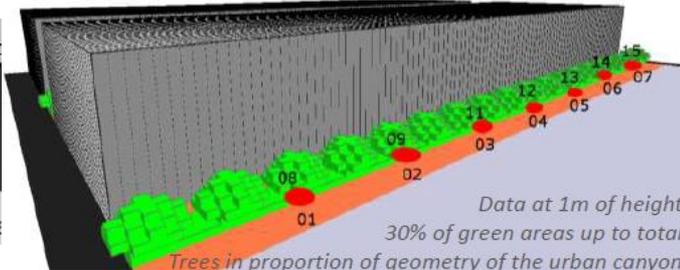
S1 - Initial



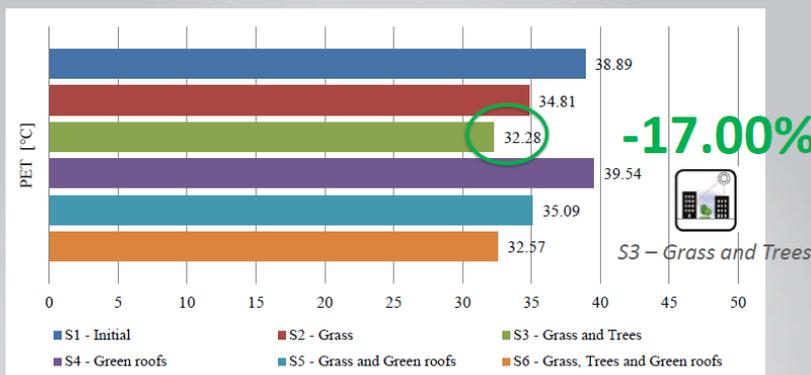
S4 - Green roofs



S3 - Grass and Trees



Scenarios of the Compact Lowrise urban areas



Guía para la evaluación de la efectividad y el diseño de Soluciones Naturales como medidas de mitigación y adaptación al cambio climático

CREANDO ESPACIOS URBANOS
SALUDABLES, SEGUROS Y CONFORTABLES

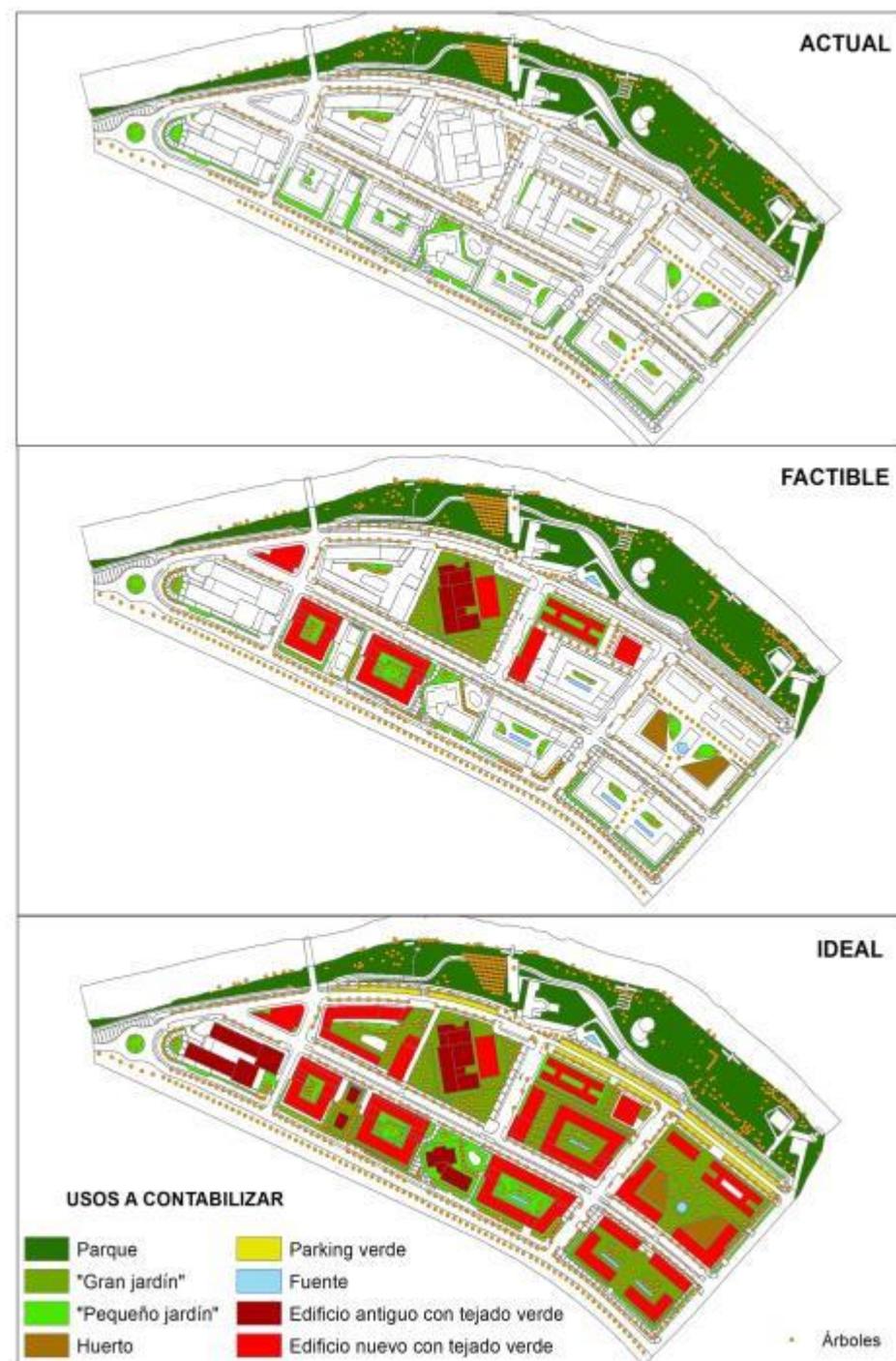


Con el apoyo de:



Propuesta de Soluciones Naturales en Txomin Enea

1. Cobertura de suelo y vegetación
2. Densidad de árboles
3. Pavimentos permeables
4. Huertos urbanos
5. Vegetación en patios de manzana
6. Parking verde
7. Cubiertas verdes
8. Fuentes
9. Praderas más diversas
10. Cajas nido para la conservación de aves

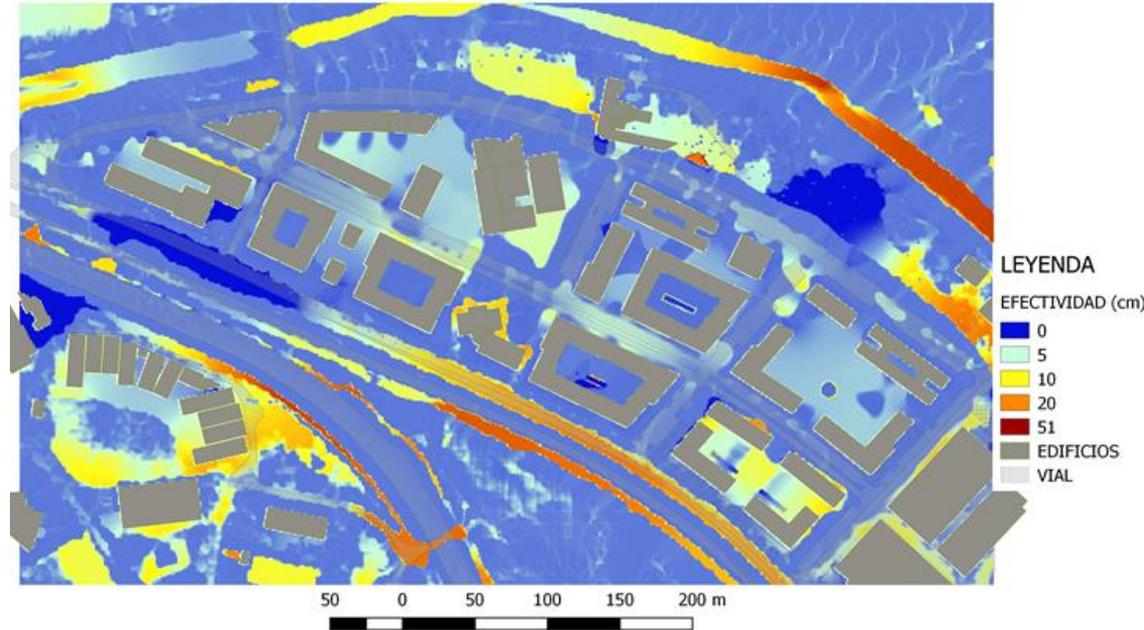


Reducción de las inundaciones

- En algunas zonas del área de estudio las Soluciones Naturales llegan a reducir hasta un máximo de 51 cm (para el PT10) y 23 cm (para el PT25)
- En la mayoría de las zonas la reducción es de entre 5 y 20 cm.

Cuanto mayor es la precipitación simulada menor es el efecto de las soluciones verdes debido a que el suelo se satura más rápido

EFFECTIVIDAD DE LA ALTERNATIVA IDEAL, PRECIPITACION PT10



DIFERENCIA ENTRE LA ALTERNATIVA IDEAL Y LA FACTIBLE, PRECIPITACION PT10



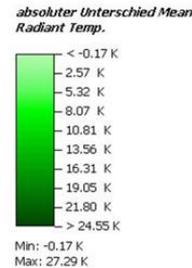
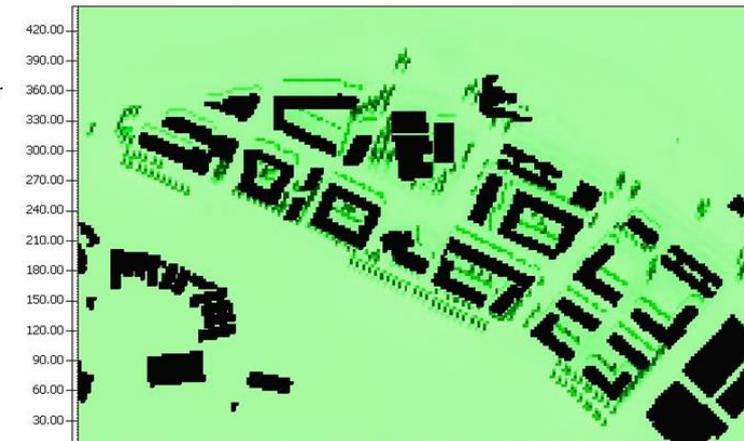
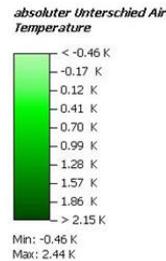
Reducción de T^a y efecto isla de calor

H: 6:00:00	ACTUAL	FACTIBLE	IDEAL
T^a aire min($^{\circ}$ C)	21,26	18,97	18,98
T^a aire max($^{\circ}$ C)	23,56	23,56	23,49
H: 14:00:00			
T^a aire min($^{\circ}$C)	34,04	32,75	32,67
T^a aire max($^{\circ}$ C)	36,42	36,44	36,42

Actual/Ideal (1.5 m, 14.00 am)

T° aire

T_{mrt}

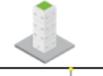
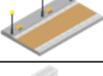
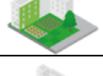
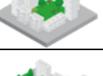
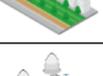


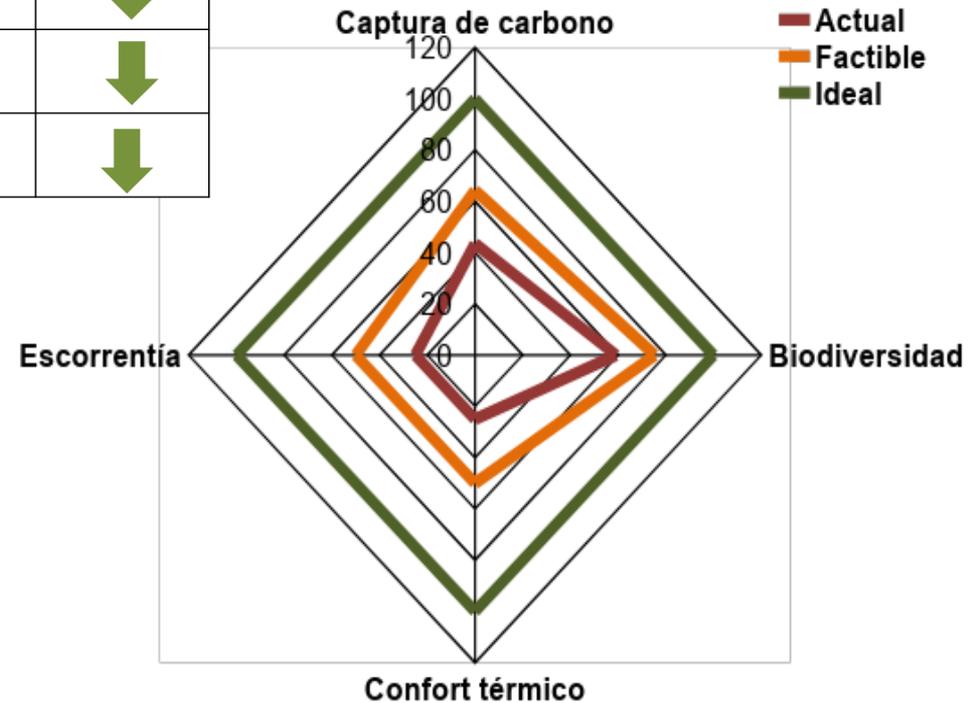
La influencia de las fuentes en la T^a del aire es evidente en las proximidades de las mismas, llegando a ser la mejora de casi $2,5^{\circ}$ C.

La T_{mrt} se reduce en las zonas en las que se incrementa la vegetación.

Se aprecia el efecto de los tejados verdes y el arbolado

Análisis global de efectividad

		BIODIVERSIDAD	CAPTURA CARBONO	TEMPERATURA	ESCORRENTIA
Árboles		↑↑	↑↑	↓↓	↓
Tejados verdes		↑	↑	↓	↓↓
Pavimento permeable				↓	↓
Huertos		↑	↑		↓
Patios verdes		↑↑	↑↑	↑	↓
Parking verde		↑	↑	↓	↓
Fuentes				↓	↓

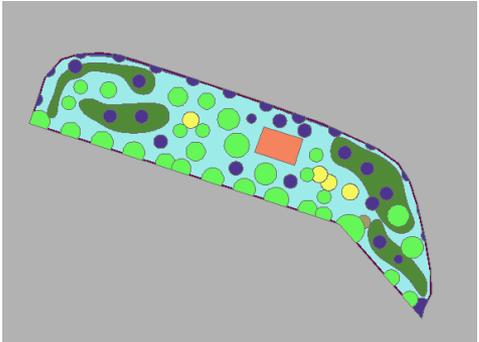
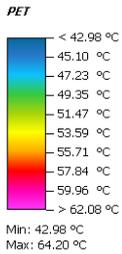




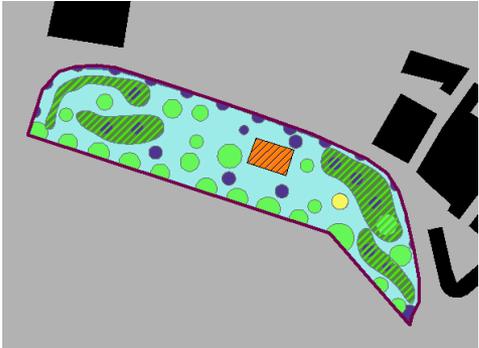
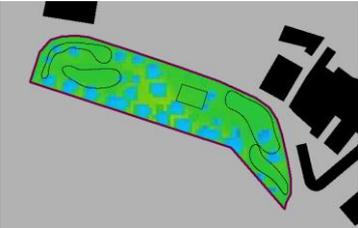
- 01 Contexto europeo de las NBS.
- 02 Adaptación al cambio climático (CC).
- 03 Guía soluciones naturales para la adaptación al CC.
- 04 Guía análisis de Efectividad de NBS.
- 05 Apuntes finales.



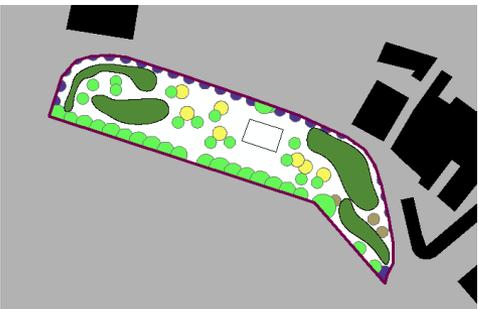
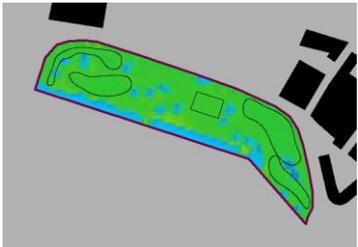
Modelización PET en alternativas de diseño en intervención NBS en VALENCIA (Grow Green)



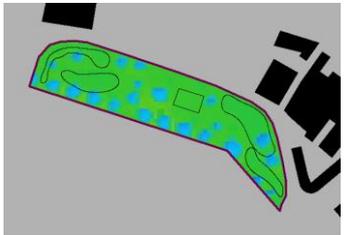
REUBICACION



REDUCCION



AMPLIACION



Más no siempre es más efectivo

El número de pies no condiciona el resultado del TMRT si no el diámetro total de copa.

Importante también considerar que los arboles frenan el viento y la T^a es mayor.

Ulmus aportan mejores superficies de sombra.

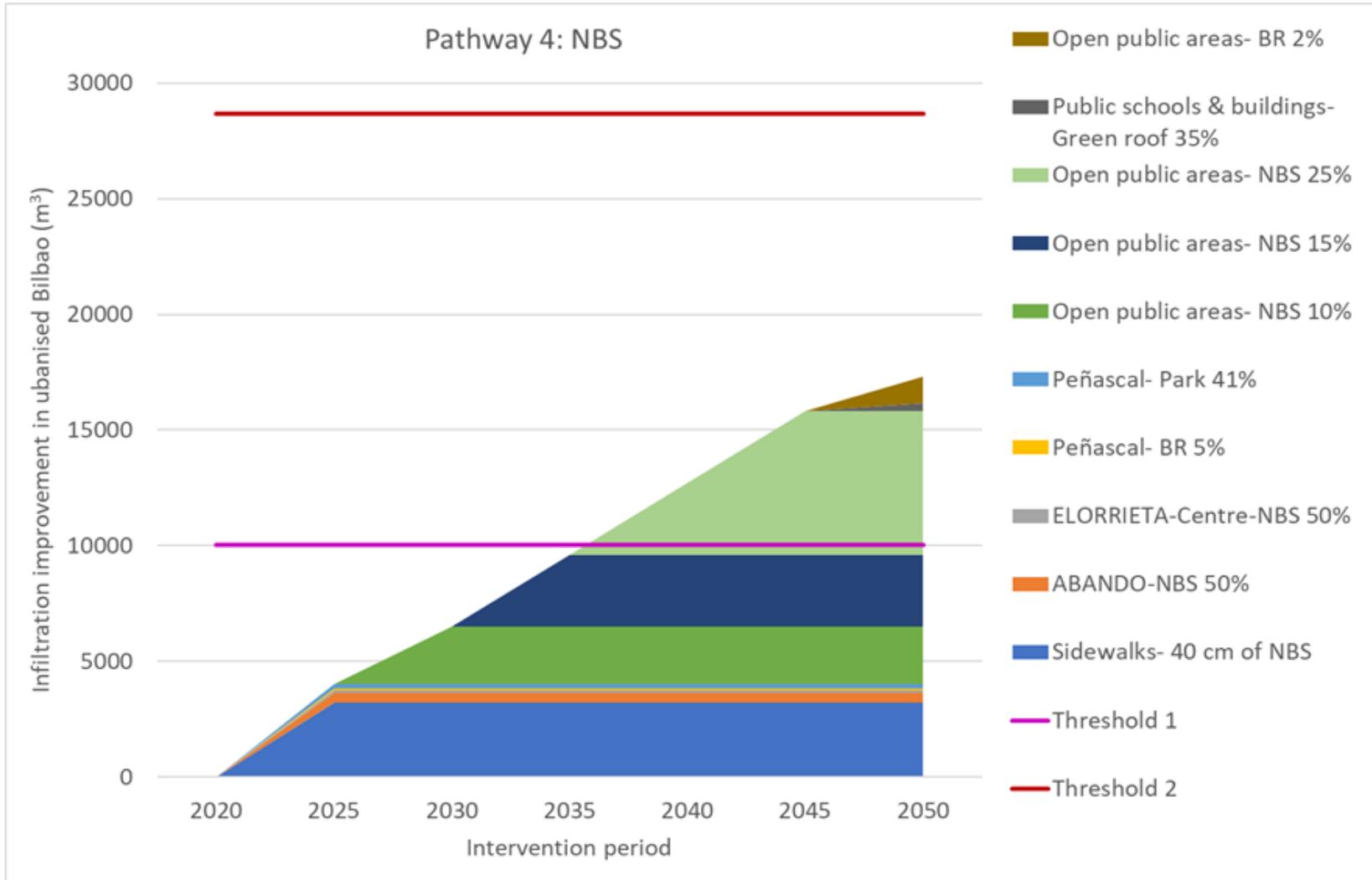
	PARKING	AMPLIACION	REDUCCION	REUBICACION
NUMERO TOTAL DE ARBOLES	104	77	53	67
TIPO DE ARBOLES	Naranjos/Ulmus Minor	Naranjos /Ulmus Minor	Naranjos /Ulmus Minor	Naranjos /Ulmus Minor
Nº ARBOLES POR TIPO	70pies/34pies	40 pies/37 pies	30 pies/23 pies	37pies/30 pies
ALTURA	2 m / 7 m	2 m / 7 m	2 m / 7 m	2 m / 7 m
DIAMETRO COPA	2m/5m	5m/8m	5m/8m	5m/8m
DIAMETRO TOTAL COPA	310	496	334	425
% de incremento con respecto al parking		160	108	137
RANGOS				
	AREA(%)			
	Tmrt PARKING	Tmrt AMPLIACION	Tmrt REDUCCION	Tmrt REUBICACION
52-57	5,7	15,1	10,3	12,8
57-62	3,8	6,8	7,6	9,1
62-67	5,0	3,3	2,9	3,3
67-72	22,4	32,3	28,7	29,7
72-77	63,1	42,5	50,5	45,2
	100,0	100,0	100,0	100,0
Indicador propuesto	222,4	201,7	210,3	204,3
% de mejora con respecto al parking		110	106	109

3. Develop pathway alternative

- Aggregating different adaptation options
- Sequencing them over the time (according the turning points, objectives and scenarios)



PATHWAYS DESIGN

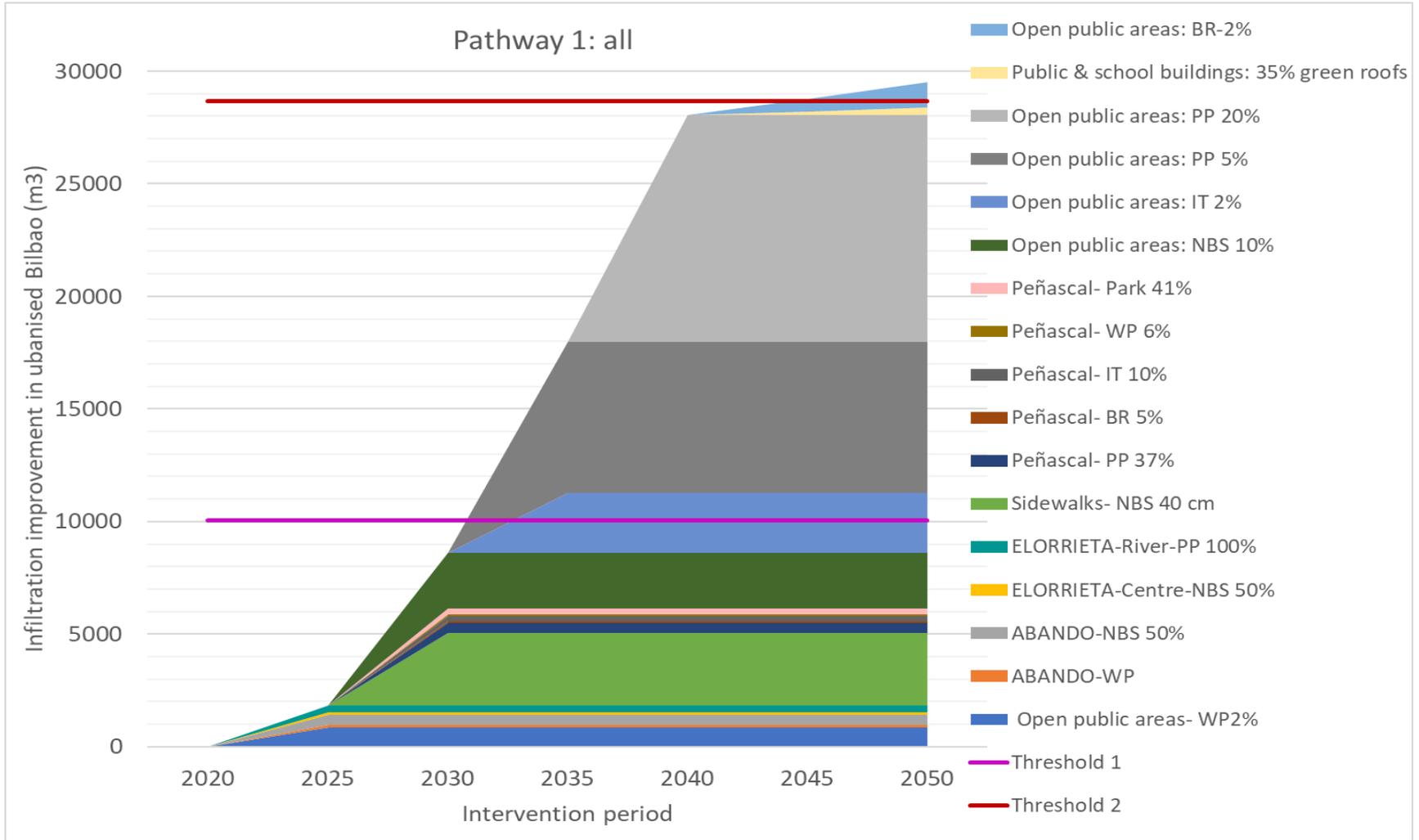


3. Develop pathway alternative

- Aggregating different adaptation options
- Sequencing them over the time (according the turning points, objectives and scenarios)



PATHWAYS DESIGN



BILBAO - PATHWAYS DESIGN

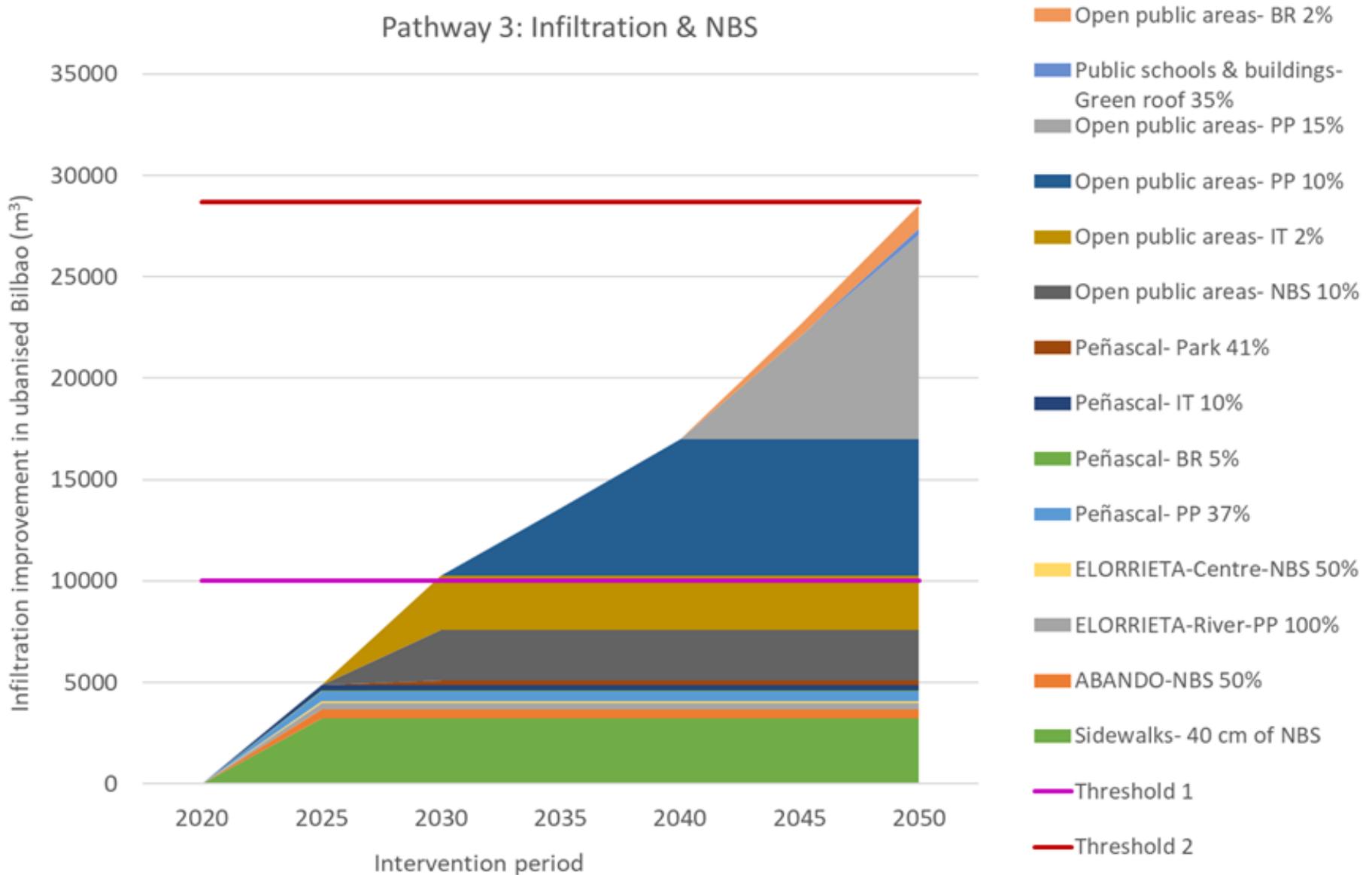
PATHWAYS DESIGN

3. Develop pathway alternative

- Aggregating different adaptation options
- Sequencing them over the time (according the turning points, objectives and scenarios)



Pathway 3: Infiltration & NBS

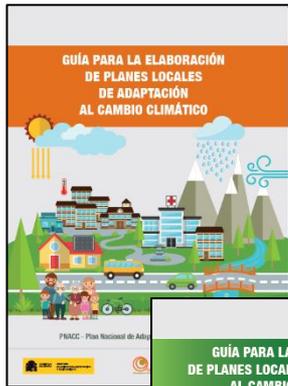


Análisis coste-efectividad Centrales Hidroeléctricas (Ecuador)

MEDIDAS / ESCENARIOS	Costes USD* 10 ⁶	Beneficios			Beneficios-coste	
		Impacto en el sistema energético (centrales y SNI)	Beneficios directos y externalidades (sin CO ₂)	Fijación de carbono	Valor presente neto (VPN)	Tasa interna de retorno (TIR)
		USD* 10 ⁶			USD* 10 ⁶	%
Medida 1 	-23	33	0	14	23	--
Medida 2p 	-1	11	2	23	35	--
Medida 2ab 	-2	11	7	26	42	--
Medida 2aa 	-3	12	7	26	42	--
Medida 2pab 	-3	12	9	45	62	--
Medida 2paa 	-5	12	9	46	62	--
Medida 3 	-32	13	82	7	70	36%
Escenario 4+1 	-30	54	0	19	43	483%
Escenario 1+2pab 	-26	35	9	55	73	--
Escenario 1+2paa 	-26	34	9	55	72	--
Escenario 1+2pab+4 	-33	56	9	61	92	--
Escenario 1+2paa+4 	-34	56	9	61	92	--
Escenario 2pab+3 	-35	13	91	48	117	67%
Escenario 2paa+3 	-36	14	91	48	116	65%
Escenario 1+2pab+3 	-57	40	91	58	132	109%
Escenario 1+2paa+3 	-58	42	91	58	133	110%
Escenario 1+2pba+3+4 	-64	63	91	64	153	96%
Escenario 1+2paa+3+4 	-65	63	91	64	153	94%

Consideraciones finales

- Efectividad como criterio de selección de alternativas de diseño
- Integración de las variables climáticas junto con otras variables ambientales calidad aire/ ruido en el diseño urbano: sinergias y evitando conflictos
- Integración de nuevas tecnologías, innovación en métodos de mapeo, monitoreo y gestión.
- Hibridación y combinación con soluciones de infraestructura tradicional.
- Perspectiva multiescalar (funcional, regulación, planificación, gestión, etc.)
- Desarrollo de estándares aplicables a la ordenación territorial y el planeamiento así como mecanismos para su despliegue (normativa, incentivos, etc.)



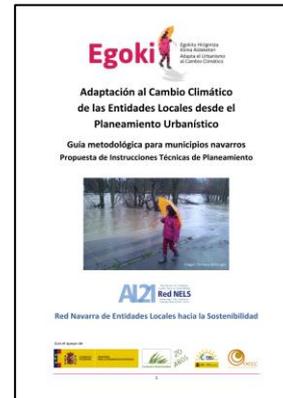
Guía para la elaboración de Planes de Adaptación, OECC, 2015

<https://www.adaptecca.es/recursos/buscador/guia-para-la-elaboracion-de-planes-locales-de-adaptacion-al-cambio-climatico-vol-i>



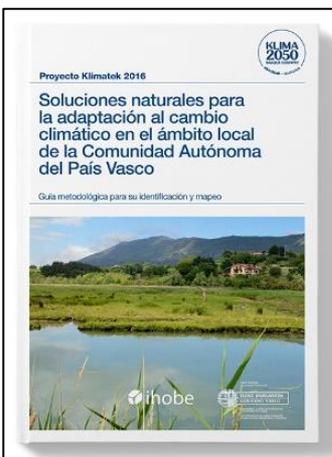
Manual planeamiento urbanístico en Euskadi, Udalsarea 2012

<http://www.euskadi.eus/manual/manual-de-planeamiento-urbanistico-en-euskadi-para-la-mitigacion-y-adaptacion-al-cambio-climatico/web01-a2ingkli/es/>



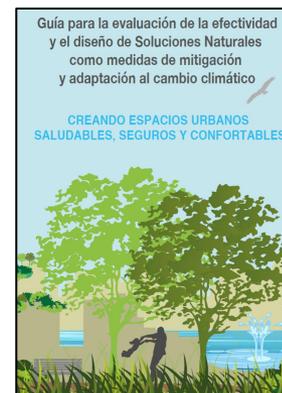
Guía para municipios Navarros de Adaptación al CC desde el Planeamiento Urbanístico, Red NELS 2018

<https://www.adaptecca.es/recursos/buscador/adaptacion-al-cambio-climatico-de-las-entidades-locales-desde-el-planeamiento>



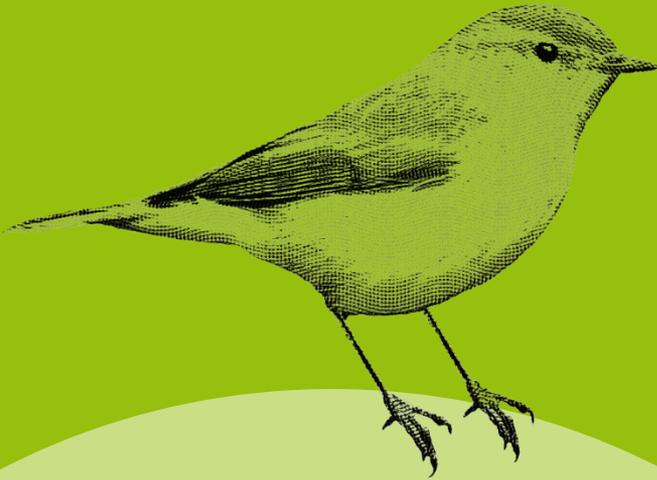
Mapeo de soluciones naturales para la adaptación en Euskadi, Udalsarea 2016

http://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/soluciones_naturales/es_de_f/adjuntos/SOLUCIONESNATURALES.pdf



Evaluación de la efectividad y el diseño de soluciones naturales. Fundación Biodiversidad, 2018

<http://www.neiker.net/src/uploads/2018/07/NATURADAPT-LR.pdf>



¡Gracias!

efren.feliu@tecnalia.com

gemma.garcia@tecnalia.com

maddalen.mendizabal@tecnalia.com

#conama2018