

Aprovechamiento de aguas pluviales en la planificación sostenible de entornos urbanos. Presentación de casos

Dr. Joan Rieradevall y Pons

Profesor Titular Dep. Eng. Química / Investigador Icta

Dr Xavier Gabarrell, Dr Alejandro Josa, Dr Ramón Farreny, Sara Angrill, Tito Morales.





Instituto de Ciencia y Tecnologías Ambientales



<http://icta.uab.cat/>

- Instituto propio de la UAB
- Equipo multidisciplinar 200 investigadores Ingenieros químicos, ambientólogos, geógrafos, ingenieros agrónomos, arquitectos y diseñadores industriales
- Investigación / másters medio ambiente / doctorado / proyectos

Sostenipra.

www.sostenipra.cat



Áreas de investigación: ACV y Ecodiseño / Ecología Industrial, análisis de flujos
/Sostenibilidad en Sistemas agrícolas

Sostenibilidad en sistemas urbanos: Eco-diseño, Diseño de indicadores urbanos de sostenibilidad, diseño de ecobarrios, ecoparques, edificios, elementos urbanos...

**Sostenibilidad
entorno urbano**

**Herramientas
ambientales**

Objetivos

Sistemas urbanos

Sostenibilidad entorno urbano

Características

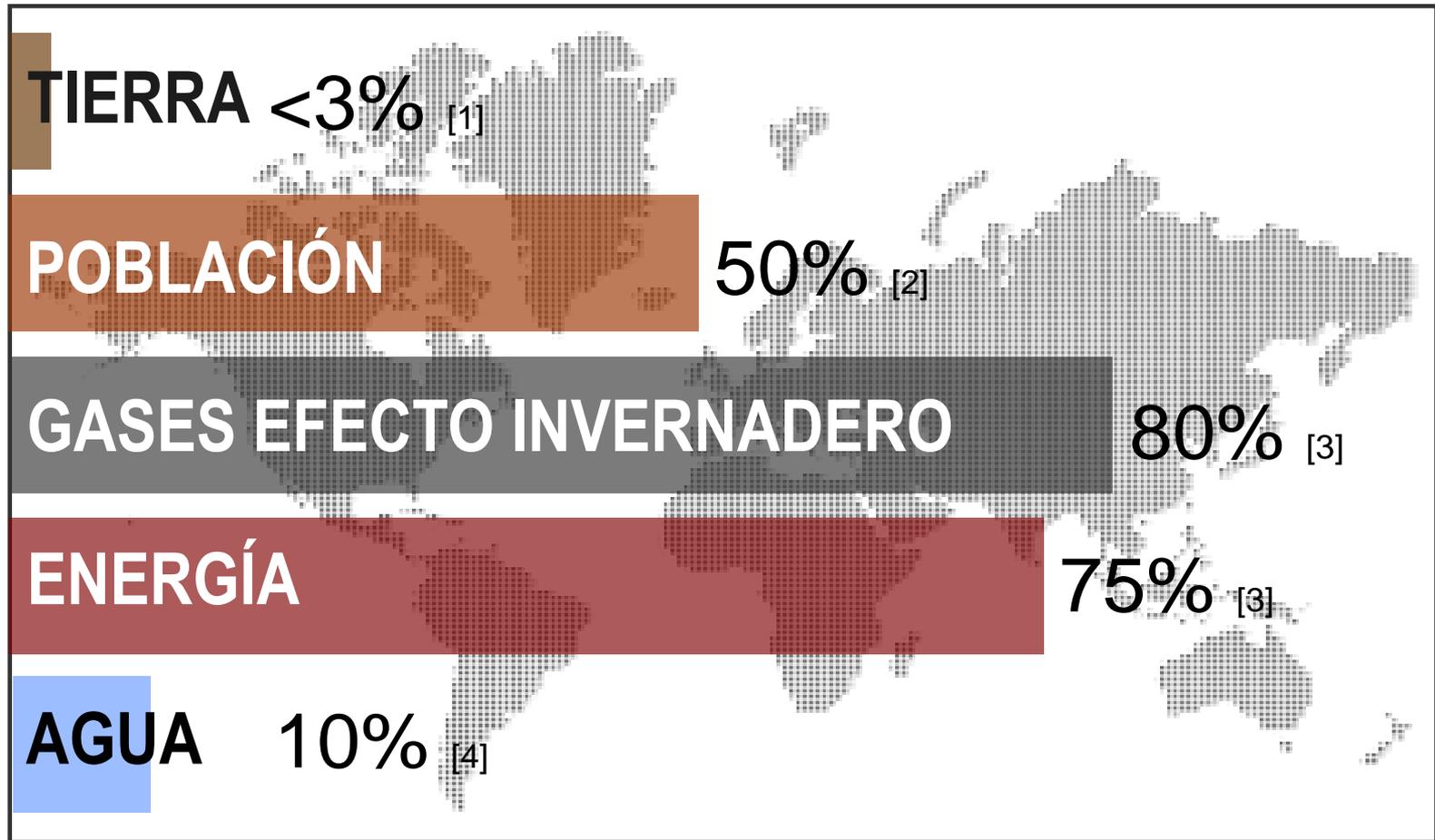
Problemática hídrica zonas urbanas

Estrategias de sostenibilidad urbana

Beneficios aprovechamiento pluviales

Sistema urbano. Características

SISTEMA URBANO



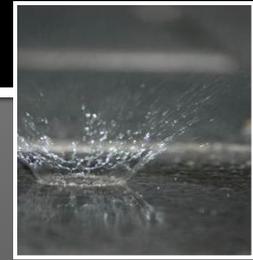
[1] UN (2007) Urban population, Development and the Environment. Department of Economic and Social Affairs.

[2] UN (2008) World Urbanization Prospects: The 2007 Revision Population Database.

[3] Ash C, Jasny BR, Roberts L, Stone R, Sugden A (2008) Reimagining cities - Introduction. Science 319(5864): 739-739.

[4] Aquastat. Municipal water withdrawals. 2010.

Problemática hídrica zonas urbanas



A close-up photograph of parched, cracked earth, illustrating water scarcity.

Escasez hídrica

A photograph of a city skyline with several high-rise buildings, viewed from across a body of water, representing growing urban water demand.

Crecimiento de la demanda de agua

A photograph of a traditional brass water tap against a green background, symbolizing limited conventional water supply.

Oferta de agua convencional limitada

Estrategias sostenibilidad urbana

Autosuficiencia

Materiales

Hídricos

Energéticos

Alimentarios

Flujos circulares

Cerrar los ciclos de flujos
energéticos, **hídricos** y materiales... **En un barrio.**

Sinergias

Prevención ambiental

Ambientalización de los servicios municipales
(gestión residuos, culturales...)

...

Para las personas

Espacio

Minimizar los espacios para los vehículos
Salud ambiental. Reducir contaminación
acústica y atmosférica...

Participación

Educación ambiental

Procesos participativos...

Mixticidad usos + biodiversidad

**Integrar agricultura, industria,
servicios y vivienda para reducir
cargas ambientales**

Modelo lasaña (mixticidad usos verticales)

Espacios multifuncionales

Proteger la biodiversitat local

Nuevos espacios de biodiversidad

Beneficios aprovechamiento pluviales entornos urbanos

Alternativa a la utilización de agua potable ^(3,7)	E
Reducción de infraestructuras ⁽²⁾	E
Mejora de la gestión separativa de la red	E
Aumenta independencia de la de la red convencional ⁽¹⁾	E
Mejora el control del ciclo hídrico en entornos urbanos ^(5,7)	MA E
Minimiza la desertización y escasez de agua a la región ^(1,4,6)	MA
Utilización del potencial de un recurso natural local	MA E
Prevención de avenidas y inundaciones ⁽¹⁾	MA E
Favorece el desarrollo de una nueva cultura del agua ⁽⁶⁾	S
Actuación favorece el desarrollo sostenible ⁽⁷⁾	MA E S

(Fuente = Elaboración propia en base a: ¹Murase 1999, ²Fewkes 2000, ³Herrmann and Schmida 2000, ⁴Zhu et al. 2004, ⁵Kim et al. 2005a, Kim et al. 2005b, ⁶Villarreal and Dixon 2005, ⁷van Roon 2007).

Herramientas ambientales

Ecología industrial

ACV

Ecodiseño

ECOLOGIA INDUSTRIAL

METABOLISMO URBANO

El metabolismo urbano es un modelo que facilita la descripción y análisis de los flujos de materiales y energía en las ciudades [1].

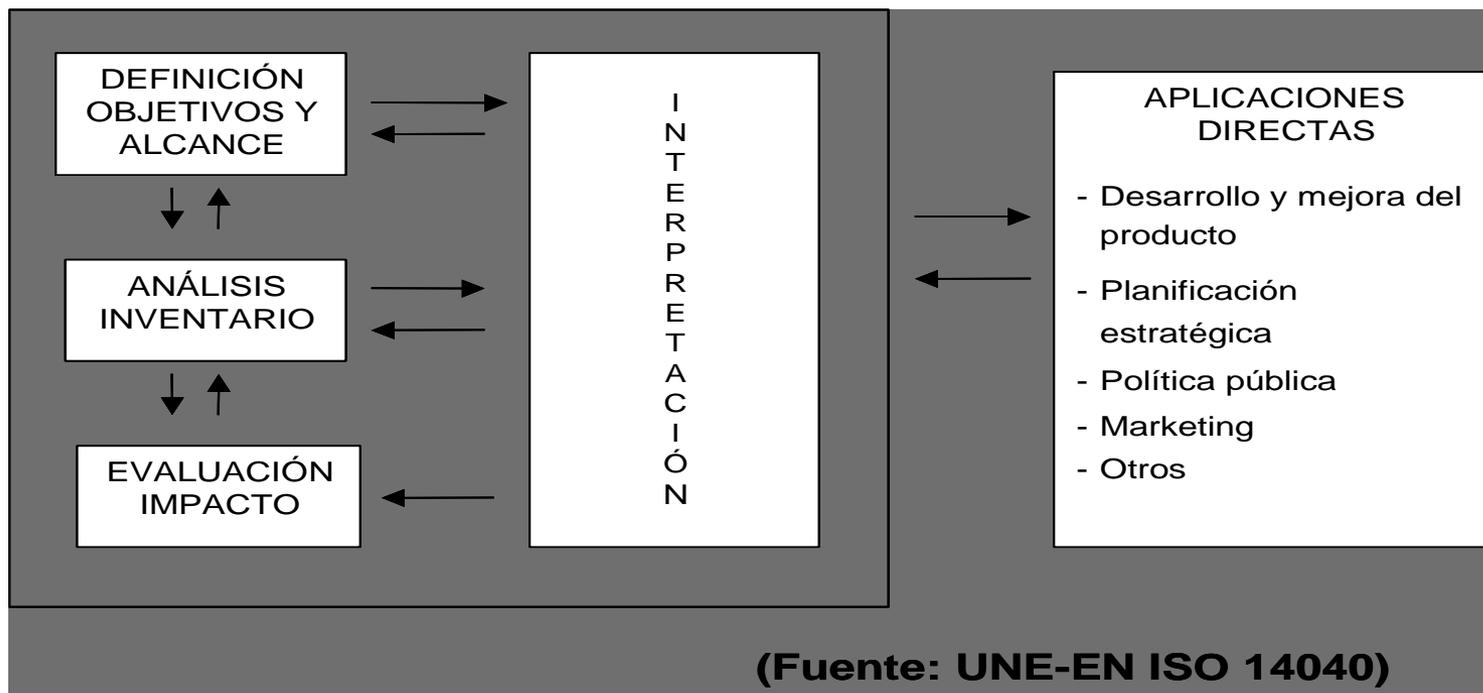


ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA

ACV

El Análisis del Ciclo de Vida es un proceso **objetivo** para **evaluar las cargas ambientales** asociadas a un **producto, proceso o actividad**, identificando y cuantificando tanto el **uso de materia y energía como las emisiones al entorno**, para determinar el **impacto** de ese uso de recursos y esas emisiones y para evaluar y llevar a la práctica **estrategias de mejora ambiental**. El estudio incluye el **ciclo completo** del producto, proceso o actividad, teniendo en cuenta las **etapas** de: extracción y procesado de materias primas, producción, transporte y distribución, uso, reutilización y mantenimiento, reciclado y disposición final

Society of Environmental Toxicology And Chemistry (SETAC)



- Mejoras en su función,
- Selección de materiales menos impactantes,
- Aplicación de las mejores tecnologías disponibles en los procesos productivos
- Disminución del impacto ambiental en el transporte y los envases
- Reducción del consumo de recursos el uso
- Minimización de los impactos en la etapa final de los productos.



Objetivos

Objetivos

Describir el **metabolismo hídrico de subsistemas urbanos (polígonos, barrios...)**

Cuantificar el potencial **cuantitativo y la cualitativo de los recursos pluviales** (físicoquímica y biológica) en función de los subsistemas urbanos de **captación** (cubierta, zonas peatonales, viales de circulación...).

Adaptar e integrar **herramientas de análisis ambiental**, como Ecología Industrial, el Análisis de ciclo de vida (ACV) el exergético, Ecodiseño de los recursos hídricos no convencionales.

Evaluar ambiental y económicamente diferentes estrategias para la gestión de aguas pluviales a diferentes escalas.

Plantear y analizar cuales son las **nuevas estrategias** de aprovechamiento de aguas pluviales a **diferentes escalas en los entornos urbanos.**

Comparar ambiental y económicamente el aprovechamiento de pluviales con las alternativas de **aguas no convencionales (desalinización, regeneración...).**

Modelos oferta hídrica local de pluviales y reducir la dependencia de las áreas urbanas

Sistemas urbanos:

territorio ciudad

barrios / polígonos

edificio

PROYECTO PLUVISOST

LA CIUDAD COM A SUMA DE POLÍGONOS /BARRIOS

TERRITORIO

CIUDAD

POLÍGONOS / BARRIOS

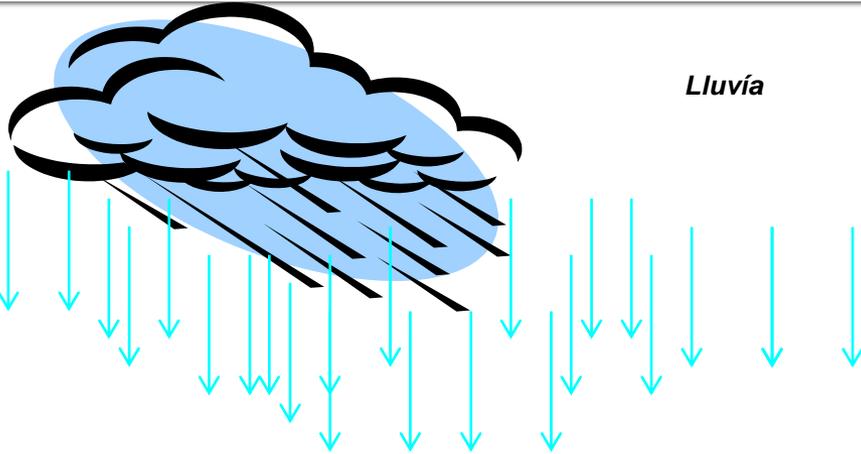
EDIFICIOS

ESPACIO
PÚBLICO

EQUIPAMIENTOS

Territorio / Ciudad

Flujos artificiales de aguas en áreas urbanas



ECOLOGIA INDUSTRIAL / MFA.
Flujos recursos hídricos endógenos
Área del Malgrat-Cubelles.
Plan Estratégico del Litoral



Precipitación
(m³/año)

248.052.700

(m³/hab*año)

100

Potencial pluviales zonas

202.786.900

71

195 litros dia*hab

**HERRAMIENTA AMBIENTAL:
MFA**

**AUTOSUFICIENCIA
HÍDRICA ZONAS
TERRITORIO-CIUDAD**

**RECURSOS
AGUAS NO CONVENCIONALES
EN ZONAS ARTIFICIALIZADAS**

Polígonos / Barrios. ETAPA

PLANEAMIENTO

OPERACIÓN

Polígonos / Barrios. TIPOLOGIA

RESIDENCIALES

COMERCIALES

LOGÍSTICOS

SERVICIOS

UNIVERSITARIOS

**MIXTICIDAD
USOS**

Polígonos / Barrios. TIPOLOGIA



Polígonos / Barrios. TIPOLOGIA



COMERCIALES

LOGÍSTICOS

SERVICIOS

UNIVERSITARIOS

**MIXTICIDAD
USOS**

EBS

Proyecto Ecobarrio Social

Direcció: Dr. Xavier Gabarrell, Dr. Joan Rieradevall

Redacció: Dr. Jordi Oliver, M.Sc. Ramon Farreny, Eng. Raul Garcia



Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient
i Habitatge
Adigsa, empresa pública

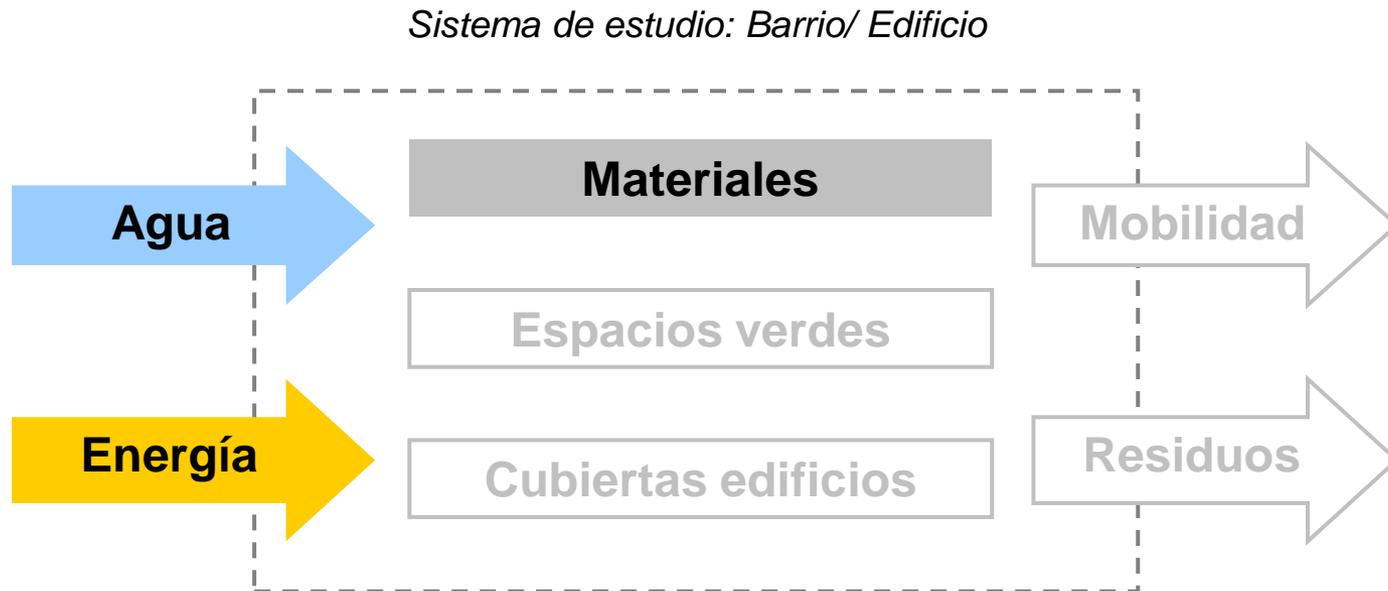
icta



Institut de Ciència
i Tecnologia Ambientals • UAB

Estrategias prioritarias

Vectores considerados



Estrategias prioritarias

Vectores y aspectos considerados para su aplicación al parc de vivendes de Adigsa (Generalitat de Catalunya)

	Aspectos considerados				Ámbito aplicación	
	<i>Técnicos</i>	<i>Económicos</i>	<i>Sociales</i>	<i>Ambientales</i>	<i>Barrio</i>	<i>Edificio</i>
Material	●	●	●	●	●	●
Aigua	●	●		●	●	●
Energía	●	●		●	●	●

Barrio referència

Barrio 1 de Maig (Granollers)

Barrio social, 558 viviendas, 2,6 ha de superficie



Ortofotomapa de la promoció Primer de Maig (Granollers)

Font: ICC

Edificio referència

Tres Torres II (Granollers)

Promoció de alquiler, 48 vivendes, 1600m² de superfície.



Ortofotomapa de la promoció Tres Torres II (Granollers)

Font: ICC

Resultados: Agua

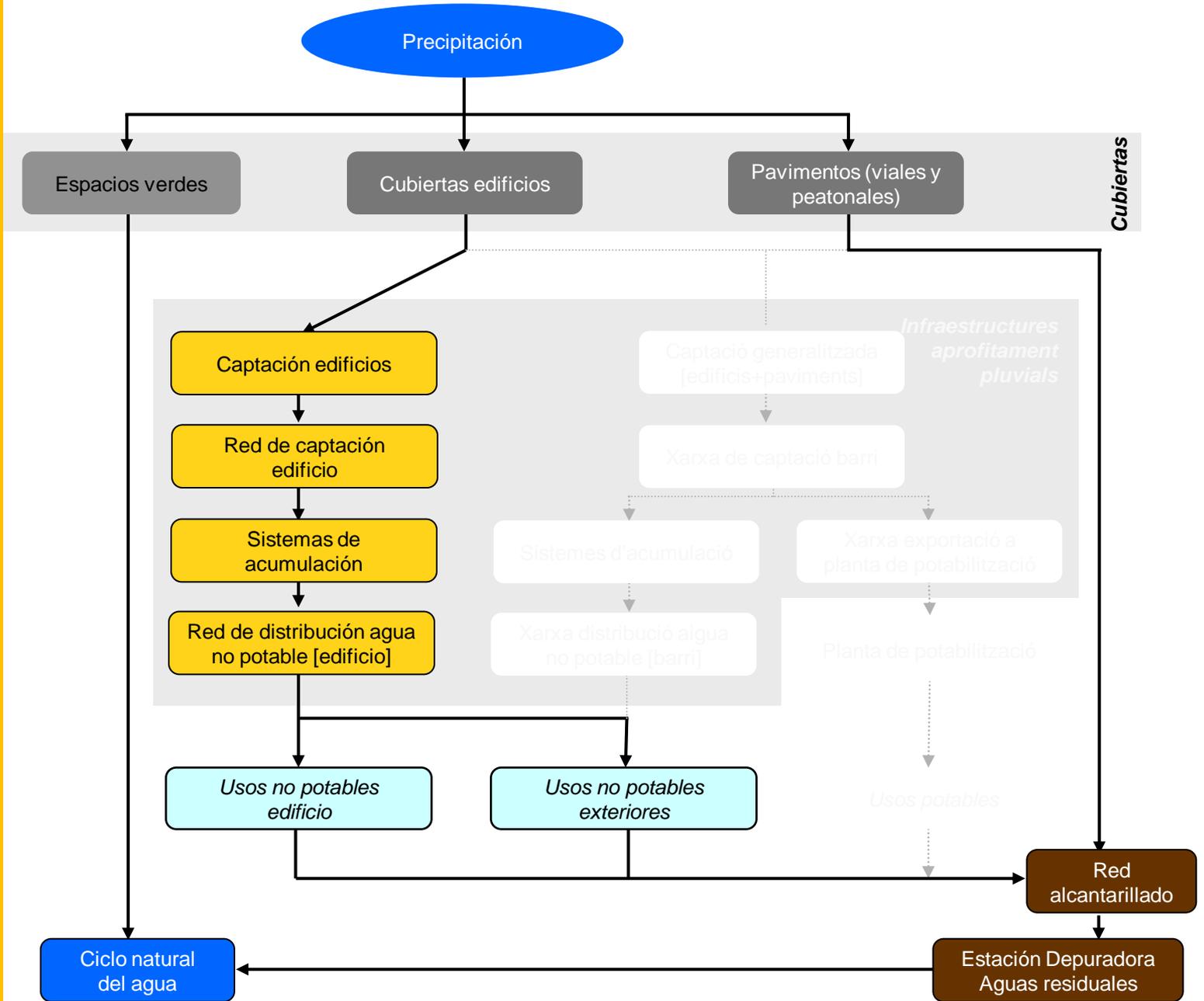
Aprovechamiento aguas pluviales (cubiertas de edificios).

Resultados en base a unidad de vivienda y tomando como referencia el barrio Primer de Maig:

TÉCNICO	4 escenarios de recogida de pluviales: <ol style="list-style-type: none">1. Escala edificio, rehabilitación2. Escala edificio, obra nueva3. Escala barrio, rehabilitación4. Escala barrio, obra nueva (escenario más favorable)	Infraestructuras necesarias <ul style="list-style-type: none">• Dimensionamiento redes• Depósitos de pluviales:<ul style="list-style-type: none">– 10 m³ (escala edificio)– 275 m³ (escala barrio)
ECONÓMICO	Coste de construcción de infraestructuras menor: escenario 4 <ul style="list-style-type: none">•Costes de inversión de 700 €/habitatge•Període de amortitzación de 62 anys (inversión)	És esencial incorporar estrategias de captación de pluviales en la etapa de ecodiseño del barrio o edificio. La normalización del precio del agua europeu reduce el período de amortitzación a: <ul style="list-style-type: none">•20 años en obra nueva (escala barrio).•40 años en obra nueva (escala edificio).
AMBIENTAL	Ahorro agua red por vivienda y año: <ul style="list-style-type: none">•Barrio: 8.600L/año y vivienda•Edificio: 7.800L/año y vivienda	Capacidad autosuficiencia de agua <ul style="list-style-type: none">•Barrio: 9%•Edificio: 8%

Agua: Escala barrio, obra nueva

Escenario de aprovechamiento de aguas pluviales mas favorable



EXTRAPOLACIÓ AL PARQUE DE VIVIENDAS DE ADIGSA (CATALUNYA)

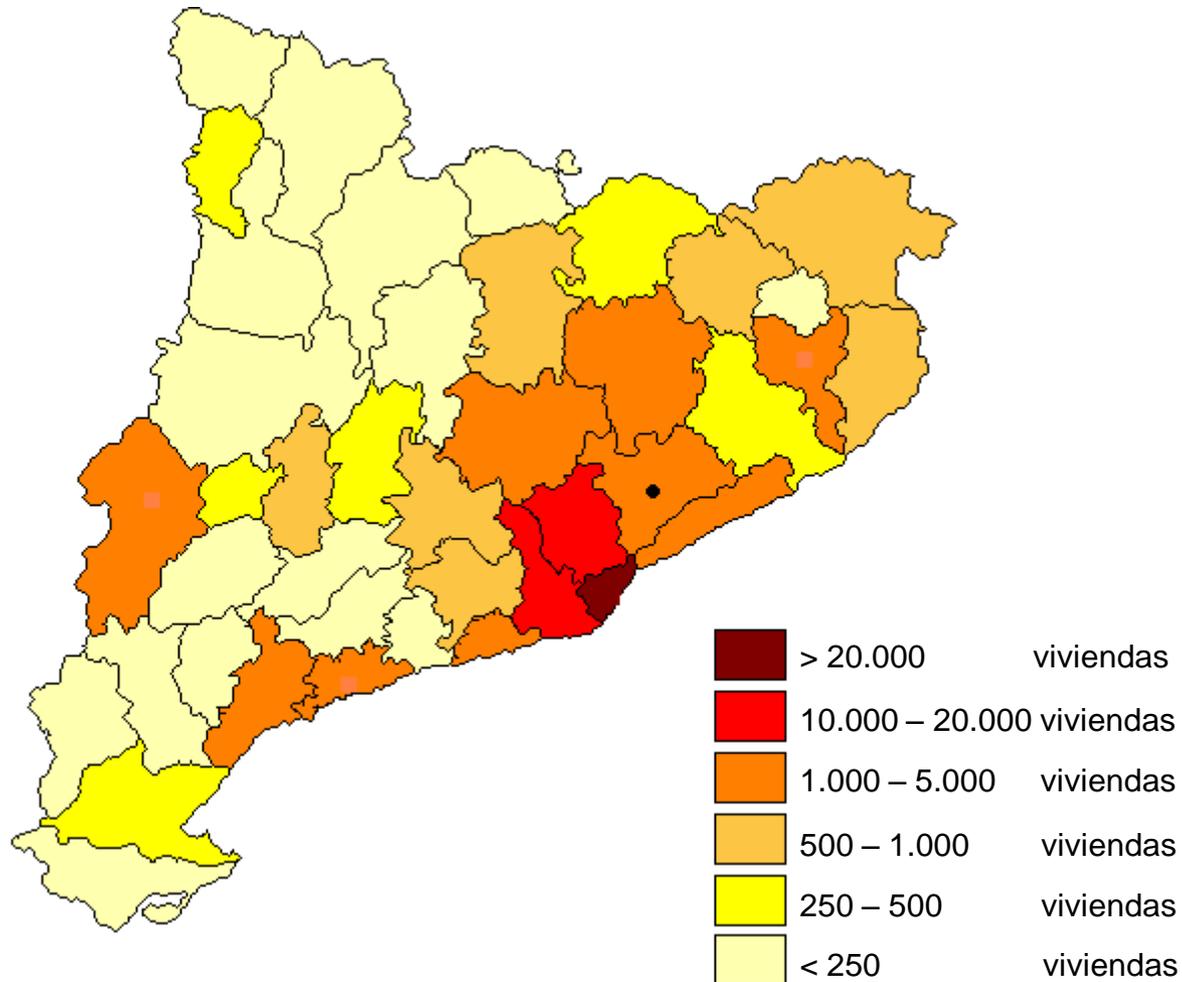
Proyecto EBS

Direcció: Dr. Xavier Gabarrell, Dr. Joan Rieradevall

Redacció: Dr. Jordi Oliver, M.Sc. Ramon Farreny, Eng. Raul Garcia

Adigsa a Catalunya (2008)

Distribución geográfica del parque de viviendas



Resultados a escala Catalunya: Agua

Aprovechamiento de aguas pluviales (solo cubiertas de 85.000 edificios)

Resultados para el total del parque de viviendas de Adigsa a Catalunya **86.500** (tomando como referencia el barrio Primer de Maig y el edificio Tres Torres II):

GRAU AUTOSUFICIENCIA

Ahorro entre 11.000 y 30.000 L/año .vivienda

Potencial Autosuficiencia de Agua (PAA) Barrio: **0,10 a 0,28**

PAA Edificio: **0,07 a 0,19**

Muy heterogéneo en el territorio.

RECURSOS y EMISIONES

Potencial de captación de pluviales es de **1,65 hm³/año**.

Ahorro medio de **19.000 L/ año · vivienda de agua de red**.

ORDEN DE MAGNITUD

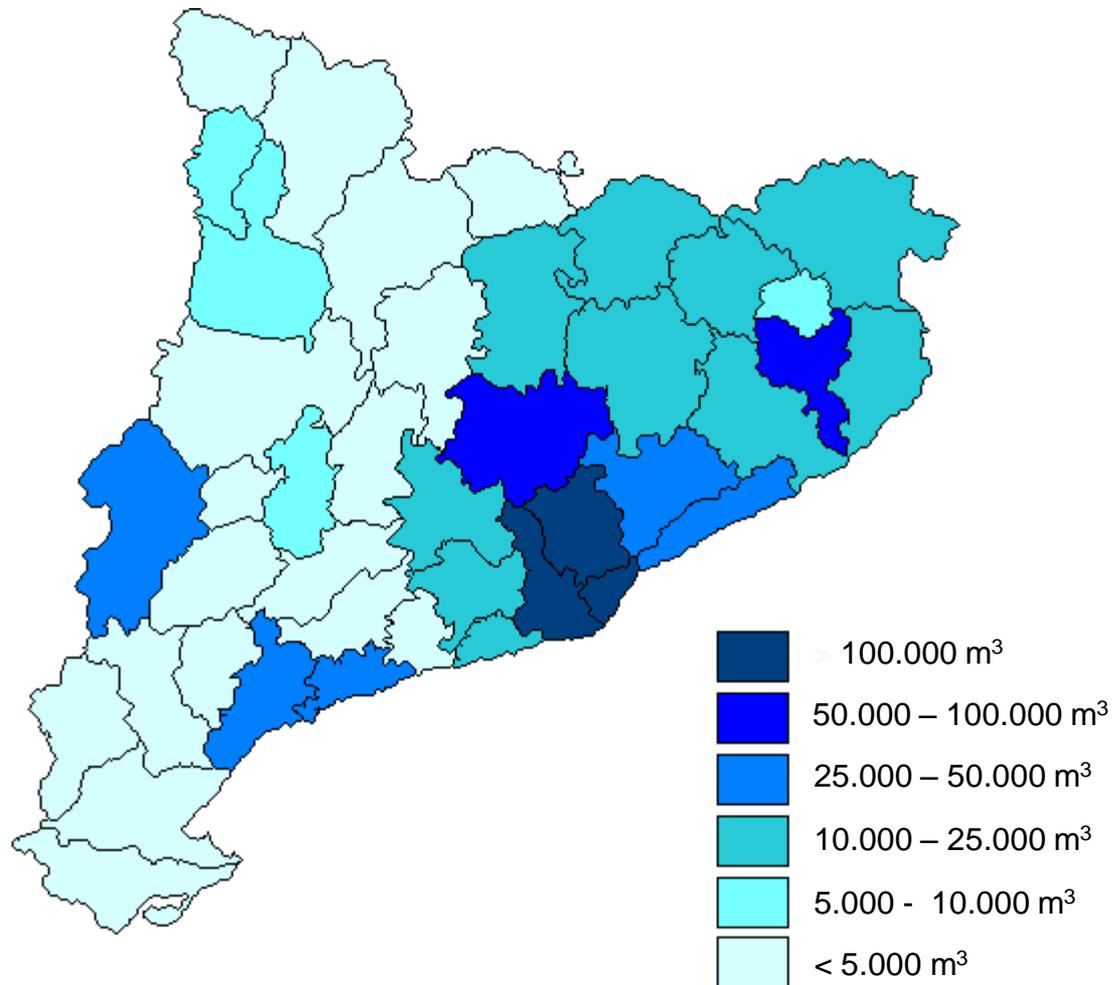
Potencial de captación de pluviales equivale a:

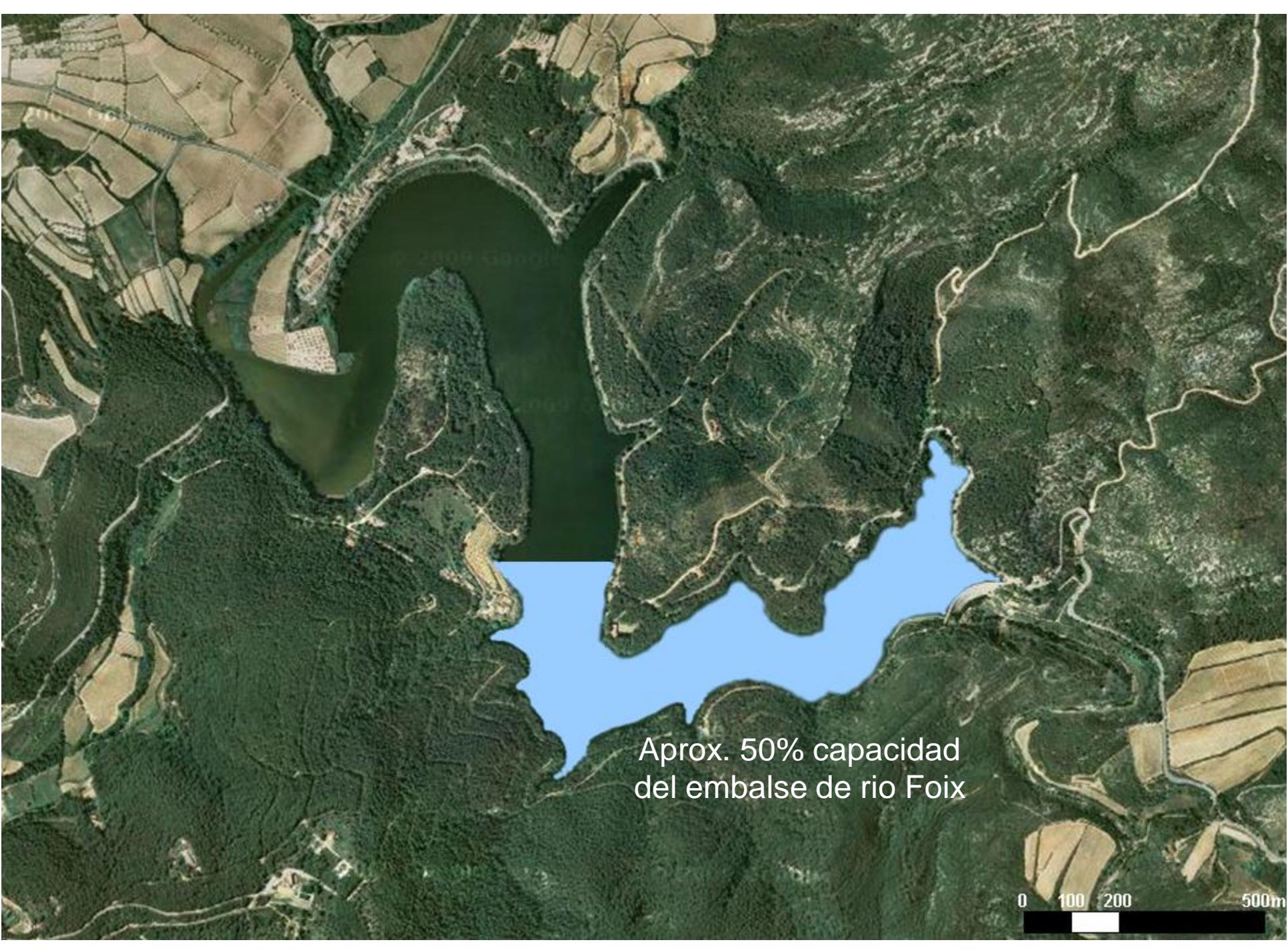
Demanda doméstica de agua de una **población de 45.000 habitantes durante un año**

La mitad de la capacidad del embalse del rio Foix

Resultados a barrios Adicsa Catalunya

Potencial captación aguas pluviales anual en base comarcal





Aprox. 50% capacidad
del embalse de rio Foix

0 100 200 500m

**HERRAMIENTA AMBIENTAL:
MFA**

**ECODISEÑO
BARRIOS /
INTEGRACIÓN
PLUVIALES**

**IMPACTO LOCAL Y REGIONAL
APROVECHAMIENTO PLUVIALES**

Polígonos / Barrios. TIPOLOGIA

RESIDENCIALES

COMERCIALES



Maó, Menorca
Aeropuerto
Operación

SERVICIOS

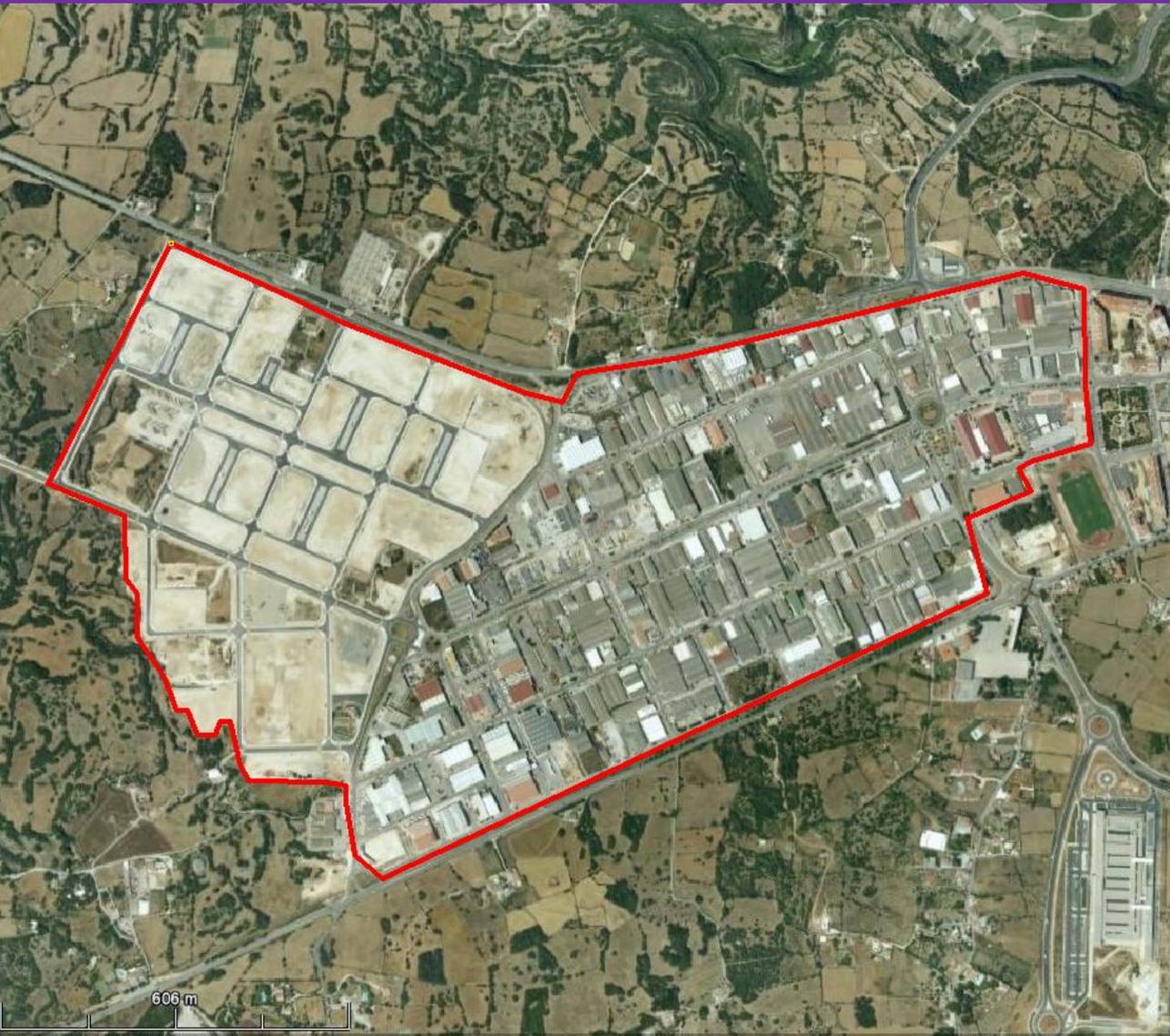
UNIVERSITARIOS

MIXTICIDAD
USOS

HUERTO HÍDRICO

Proyecto polígono logístico y industrial

MAÓ Y ENTORNO POLÍGONO INDUSTRIAL



MAÓ Y ENTORNO AEROPUERTO



CIUDAD MAÓ Y ENTORNO

POLIGONO INDUSTRIAL + AEROPUERTO

DEMANDA AGUA RED MUNICIPAL CIUDAD DE MAÓ

Población habitantes (2008)	28.900	Población censada
Consumo de agua/habitante a Maó (L/hab-día)	255	doméstico+turístico+industrial
Demanda total anual d'agua (m ³ /año)	2.690.240	

OFERTA AGUA DE LLUVIA ELEMENTOS DE CAPTACIÓN

	Superficie	RC	Pluviometría (L*m ² /año)	Potencial (m ³ /año)
Polígono Industrial de Maó	1.165-969	0,75	543.,6	475.366
Aeropuerto de Maó	767.750	0,85	575,3	375.434
				850.799

Índice Autosuficiencia

0,32 actualidad

1,00 futuro (80 L/hab.día) (OMS 50 L/hab.día)

HERRAMIENTA AMBIENTAL: ECOLOGIA INDUSTRIAL

HUERTOS
HÍDRICOS+

FLUJOS
CIRCULARES

EDIFICOS / EQUIPAMIENTOS



Edificios ACV.METODOLOGIA



Subsistemas de estudio:

CAPTACIÓN

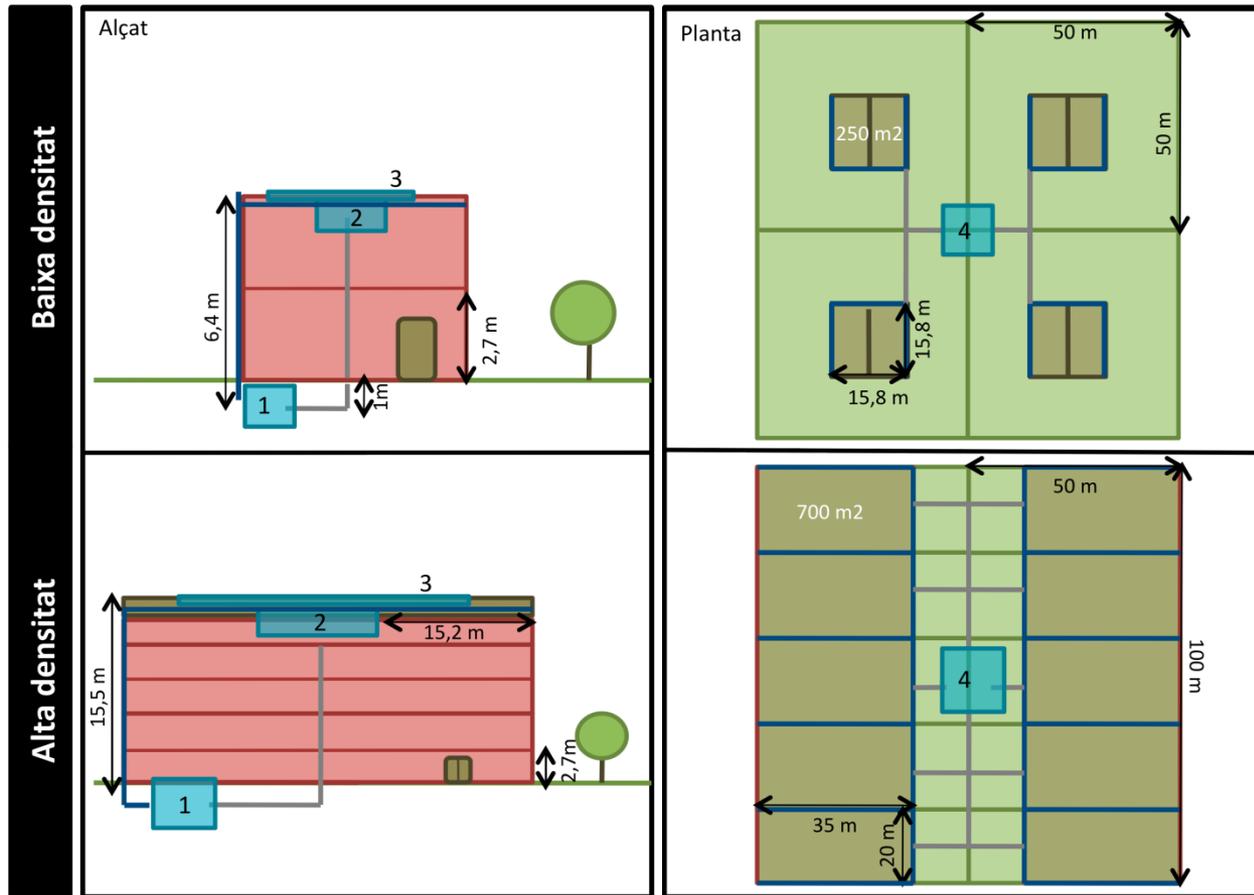
- Tuberías de recogida

ALMACENAJE

- Deposito almacenaje

DISTRIBUCIÓN

- Bomba
- Tuberías suministro



1: Deposito subterràneo
3: Deposito aljibe techo

2: Deposito bajo cubierta
4: Deposito islas de casas

Edificios. Impactos ambientales pluviales

- Los **impactos ambientales** están asociados a los **materiales deposito**, excepto en el sistema isla que es el bombeo
- Escenario **menor impacto ambiental deposito aljibe integrado en el techo** en obra nueva, 4 veces menos deposito subterráneo
- Menos impactos **integrar pluviales en obra nueva** que en rehabilitación
- **Investigar impactos globales evitados** (minimización construcción redes convencionales, potabilización de agua para usos no potables, bombeo agua red, tratamiento aguas residuales...)
- Aprovechamiento pluviales estrategia **reducción de la huella de carbono ciudades**

HERRAMIENTA AMBIENTAL: ACV / ECODISEÑO

DEPOSITO
PLUVIALES
CUBIERTA >+

IMPACTOS AMBIENTALES
GLOBALES EVITADOS
DE LA RED ABASTECIMIENTO AGUA

Análisis ambiental del aprovechamiento de las aguas pluviales urbanas.

PLUVISOST.

CTM2010-17365. Ministerio de Ciencia y Tecnología
Enero 2011-Diciembre 2013

icta



Institut de Ciència
i Tecnologia Ambientals • UAB

sostenipra

Sostenibilitat i Prevenció Ambiental



investigadores



- **Investigador Principal :**

- Dr Xavier Gabarrell Durany

ICTA. Dep. Enginyeria Química. UAB

- **Investigadores :**

- Dr Joan Rieradevall Pons
- Dr Gara Villalba Méndez
- Dr Maria Rosa Rovira Val
- Dr Diego Varga Linde
- Mohammad Hoque
- Tito Morales Pinzón
- Joan Manuel Fernández Mendoza
- Violeta Vargas
- Sara Angrill

ICTA. Dep. Enginyeria Química. UAB
ICTA. Dep. Enginyeria Química. UAB
ICTA/ Dep. Economia Empresa. UAB*
Universitat de Girona*
PIF. Dep. Enginyeria Química. UAB
Becario predoctoral. COLCIENCIAS
Becario Gob. Basco
Becario predoctoral.
Becario predoctoral.

- **Investigadores colaboradores**

- Dr Alejandro Josa (UPC), Dr Carles Martínez Gasol (Inèdit).

Objetivos



- **Calidad de las aguas recogidas:** Realizar análisis de muestras de agua de lluvia recogidas de las superficies propuestas para evaluar su calidad.

● **Cantidad potencial de recogida:** Determinar el coeficiente de escorrentía (*runoff coefficient*) y determinar la captación potencial de agua de lluvia de cada superficie.

Estudiar los potenciales subsistemas de aprovechamiento de agua de lluvia en diferentes superficies (viales, cubiertas edificios y aparcamientos)

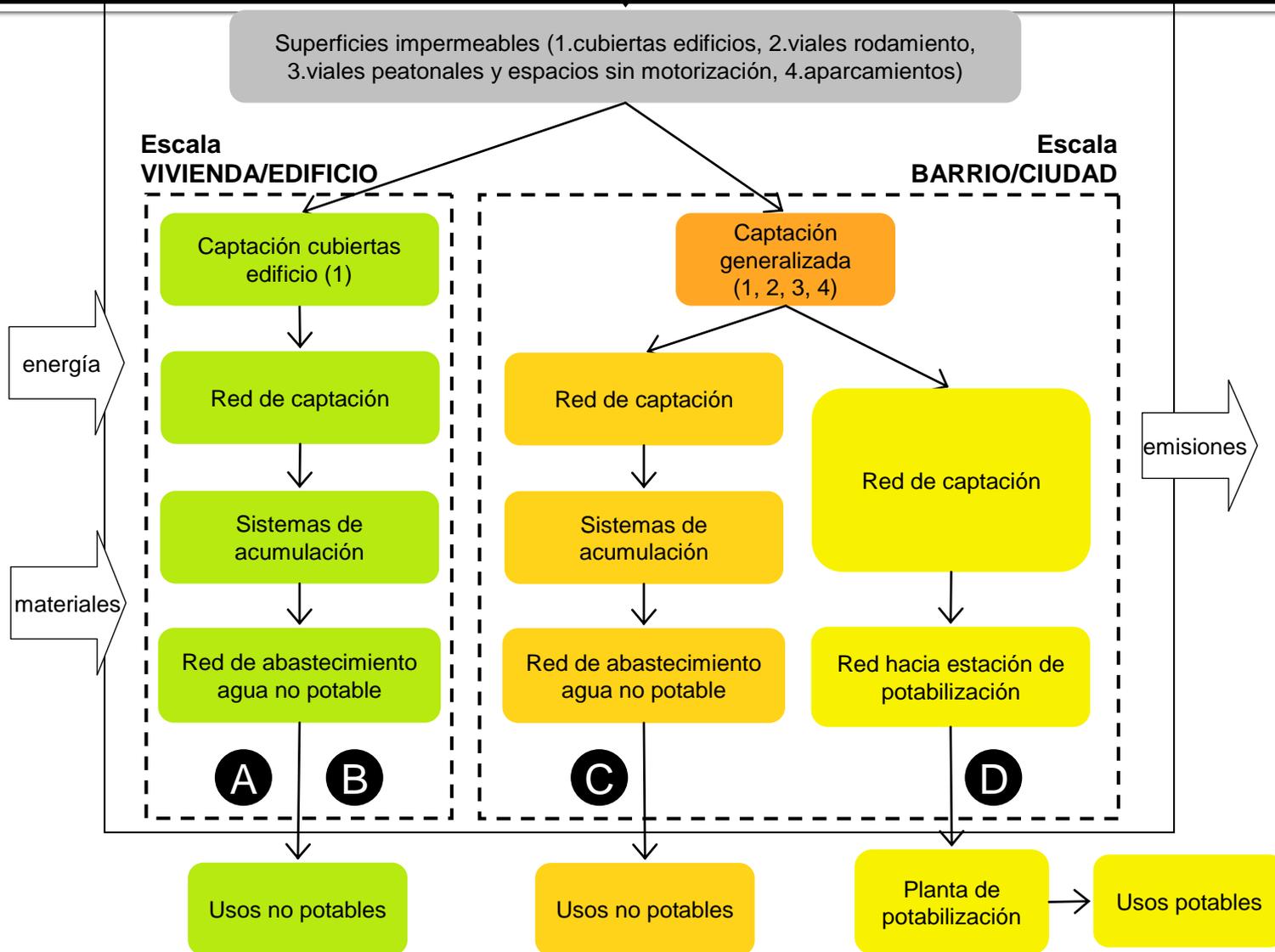
● **Cuantificar ambientalmente las infraestructuras** de aprovechamiento de aguas pluviales mediante el Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

- Evaluación de los potenciales impactos ambientales generados y evitados

- **Cuantificar económicamente** estas infraestructuras
- Introducir herramientas de la ecología industrial para **optimizar flujos hídricos y conexiones con su entorno**
- Comparar ambiental y económicamente el aprovechamiento de pluviales con dos alternativas de referencia: **la reutilización de aguas tratadas y la desalinización.**
- **Análisis de SOSTENIBILIDAD.**

El sistema

Lluvia



Workshop: primer semestre 2012

- EPOs. Se espera incorporar nuevas EPOs
- Monografías workshop sobre distintos aspectos científicos, técnicos y gestión asociados a la alternativa pluviales en el marco del cambio climático (2).
- Presentación inventario ambiental, energético y de recursos de Pluviales en el marco del cambio climático.

- Farreny R, Gabarrell X, Rieradevall J (2011a) Cost-efficiency of Rainwater Harvesting Strategies in Dense Mediterranean Neighbourhoods. *Resour Conserv Recycl.* doi:10.1016/j.resconrec.2011.01.008

- Farreny R, Guisasola A, Morales-Pinzón T, Tayà C, Rieradevall J, Gabarrell X (2011b) Roof selection for rainwater harvesting: quantity and quality assessment. *Water Res.* 10.1016/j.watres.2011.03.036.

Proyectos relacionados



- Proyecto LIFE+: AQUAENVEC (pendiente)
 - Assessment and improvement of the urban water cycle eco-efficiency using LCA and LCC
 - CETaqua, Centro Tecnológico del Agua,
 - USC, Universidad de Santiago de Compostela
 - UAB, Universitat Autònoma de Barcelona
 - UVEG, Universitat de València
 - **The main objective of the project is to provide decision-making tools to optimise eco-efficiency, through environmental and economic analysis thus ensuring sustainable management of the urban water cycle.**

Aprovechamiento de aguas pluviales en la planificación sostenible de entornos urbanos. Presentación de casos

www.sostenipra.cat

Dr. Joan Rieradevall y Pons. Profesor Titular Dep. Eng. Química / Investigador Icta
Dr Xavier Gabarrell, Dr Alejandro Josa, Dr Ramón Farreny, Sara Angrill, Tito Morales.

