III Congreso EECN
Edificios Energía Casi Nula
Madrid, 21-22 Junio 2016

Factores arquitectónicos y optimización energética de edificios de oficinas en Madrid. Horizonte 2020-2050.

(a partir de los resultados del Proyecto TOBEEM)

Carlos Expósito Mora

Arquitecto. Director

Alia. Arquitectura Energía y Medio Ambiente SL

Proamas SL

OBJETIVOS Y MARCO DE REFERENCIA DEL PROYECTO TOBEEM

Optimización energética de edificios de oficinas en Madrid. Horizonte 2020.

(DUCH, Aiguasol, Alia)

- **Determinar los límites razonables de prestaciones energéticas exigibles a edificios de oficinas** (Madrid) **en el futuro (2020-2050)**

  - Tecnologías y diseños constructivos y arquitectónicos
  - Costes del ciclo de vida en perspectiva de cost optimal
  - Normativa vigente y tendencias a 2020

- Determinar parámetros que permitan optimizar el ratio costes vs. el binomio operación-confort en distintos escenarios.

- Servir de base para posibles ampliaciones específicas del Código Técnico para Edificios de Oficinas.

CUESTIONES ESENCIALES DESDE UNA PERSPECTIVA ARQUITECTÓNICA:

I.- ¿Cuál es la situación energética actual de los edificios de oficinas?

II.- **¿Cuál puede ser la contribución de la arquitectura en la eficiencia energética de estos edificios?**

III.- **¿Los edificios eficientes energéticamente son más caros que los usuales? Y si es así ¿Cuánto?.**

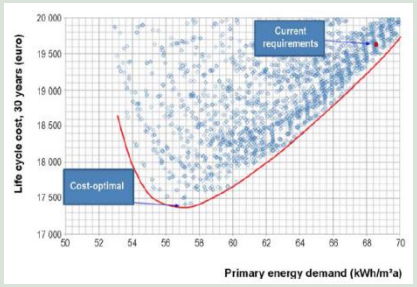
IV.- ¿Podemos reducir la distancia entre los EECN y los edificios de coste óptimo?

V. - **¿ Son viables económicamente los edificios casi cero emisiones ?**

- Intensidad energética de edificios de oficinas 8 veces la de viviendas. Mayor retorno en las inversiones de eficiencia energética

CONTEXTO Y METODOLOGÍA GENERAL

1) CONTEXTO PROCESAL:
Coste óptimo - EPBD 2010



2) COSTE GLOBAL EN EL CICLO DE VIDA DE LOS EDIFICIOS

Coste Global Ciclo Vida =
Coste de Inversión + Coste de Operación y Mantenimiento (+ Precio CO^2) – Valor Residual

3) ENERGÍA PRIMARIA

Se cuantifica la **Energía Primaria Neta que se consume** . (demandada–producida)

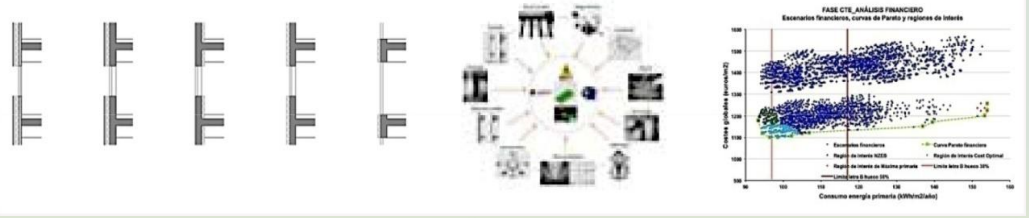
4) METODOLOGÍA

Metodología de análisis de escenarios (constructivos, arquitectónicos y de sistemas por usos) planteada para el análisis genérico de escenarios, y no de casos concretos.

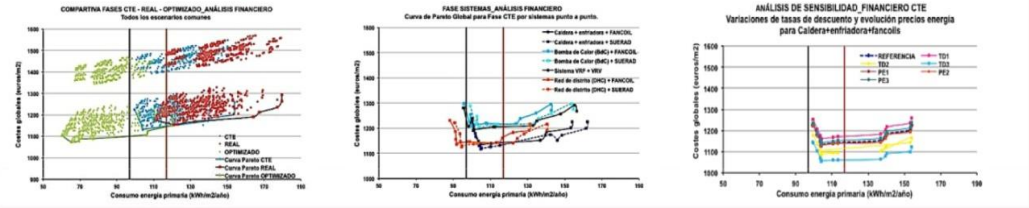
No se consideran energías renovables en el trabajo (consumo de energía primaria).

Fase 1: CONDICIONES REALES Y DATOS CALIBRACIÓN

Fase 2: DEFINICIÓN Y ANÁLISIS ESCENARIOS CTE



Fase 3 : DEFINICIÓN Y ANÁLISIS ESCENARIOS REAL Y OPTIMIZADO, SISTEMAS Y ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD



Fase 4: CONCLUSIONES FINALES: DIRECTRICES Y OBJETIVOS DE FUTURO

DE UNA SELECCIÓN INICIAL DE 30 EDIFICIOS DOCUMENTADOS

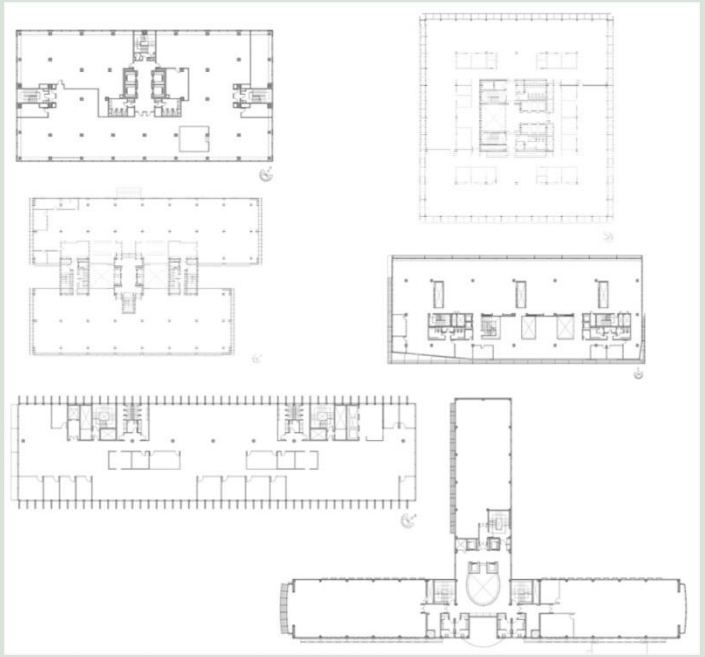
Cuestiones observadas:

- **Abundancia generalizada de fachadas acristaladas,** sin protecciones solares eficientes.
- **Desconocimiento generalizado de criterios y soluciones eficientes.**
- **Gran dispersión de consumos energéticos y una elevada intensidad energética** (técnicamente más de 150 Kwh/m² año, con frecuencia más de 200); superior a la supuesta teóricamente.
- Con excepciones, **ausencia generalizada de sistemas eficientes de gestión y control.**
- **Se requiere una transformación global del sector para responder a las demandas actuales y futuras** (Regulación normativa y condiciones de mercado).

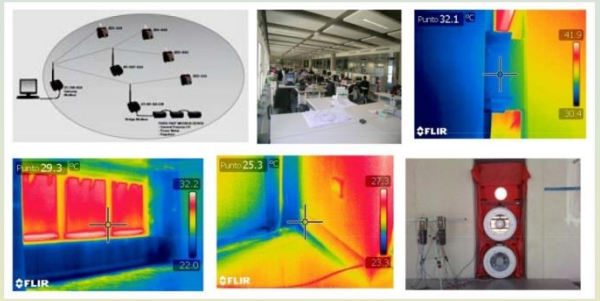
FASE 1: ANÁLISIS DE CONDICIONES REALES Y CALIBRACIÓN DE HERRAMIENTAS

Criterios de selección
6 edificios a monitorizar:

- Diversidad de tipologías arquitectónicas y de fachada.
-Diferentes años de construcción (1975- 2008).
-En uso y accesibles para toma de datos.
-Diferentes condiciones de ubicación.
- Diferentes niveles de mercado y calidad.
-Otros.



	Edificio A	Edificio B	Edificio C
$ELA_{test}(cm^2)$	7,479	5,483	1,295
$ELA_{ZPD}(cm^2)$	3,739	0	0
$ELA\ (cm^2)$	3,739	5,483	1,295
$ELA\ (cm^2/m^2\ fachada)$	6.36	17.69	4.56
Ratio de infiltraciones a través del tejado y los cimientos respecto del total. (R)	0.23	0.02	0.04
Ratio de la diferencia de infiltraciones a través del tejado y los cimientos respecto del total. (X).	0.23	0.02	0.04



Cuestiones observadas

Determinación fehaciente de condiciones y problemáticas reales + calibración herramientas

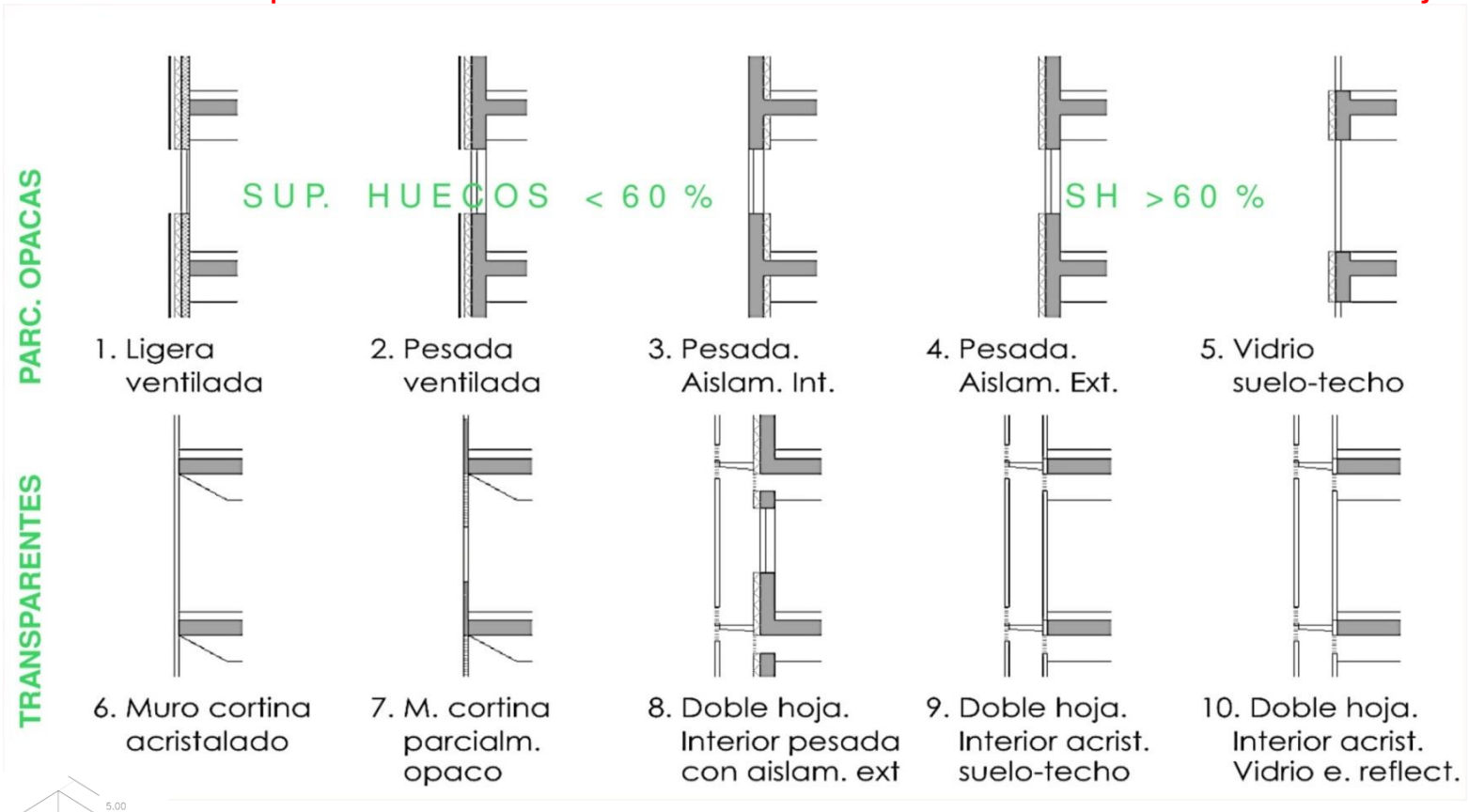
Impactos muy importantes en consumo de energía y desviación de condiciones de confort.

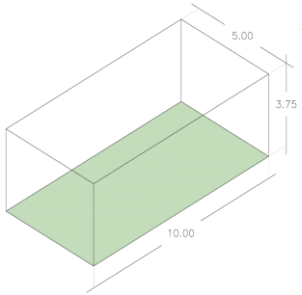
Variaciones relevantes entre condiciones de operación teóricas y datos reales.

Problemáticas fehacientes por patologías de construcción (infiltraciones).

FASE 2: DEFINICIÓN DE ESCENARIOS DE SIMULACIÓN

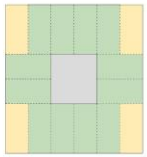
Tipos básicos de fachadas considerados en el desarrollo del trabajo :



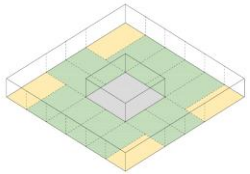


Módulo tipo: 5 x 10 m2

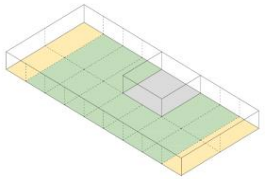
VARIABLES TIPOLÓGICAS CONSIDERADAS



Planta cuadrada



Bloque lineal

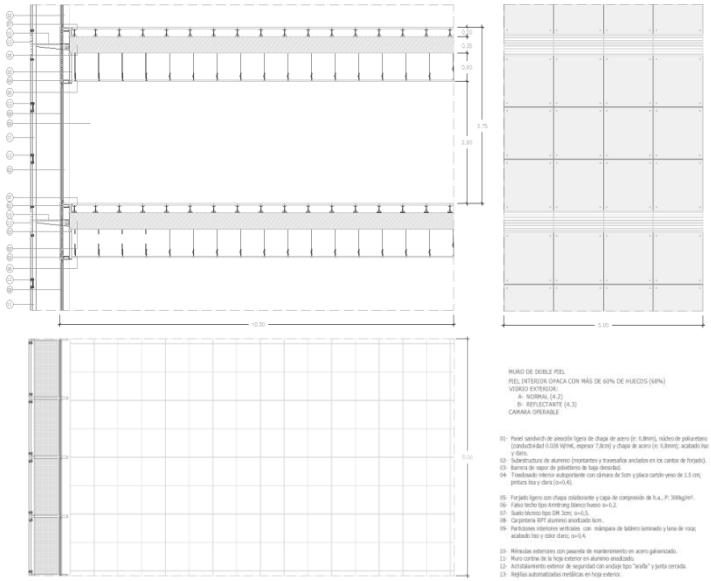


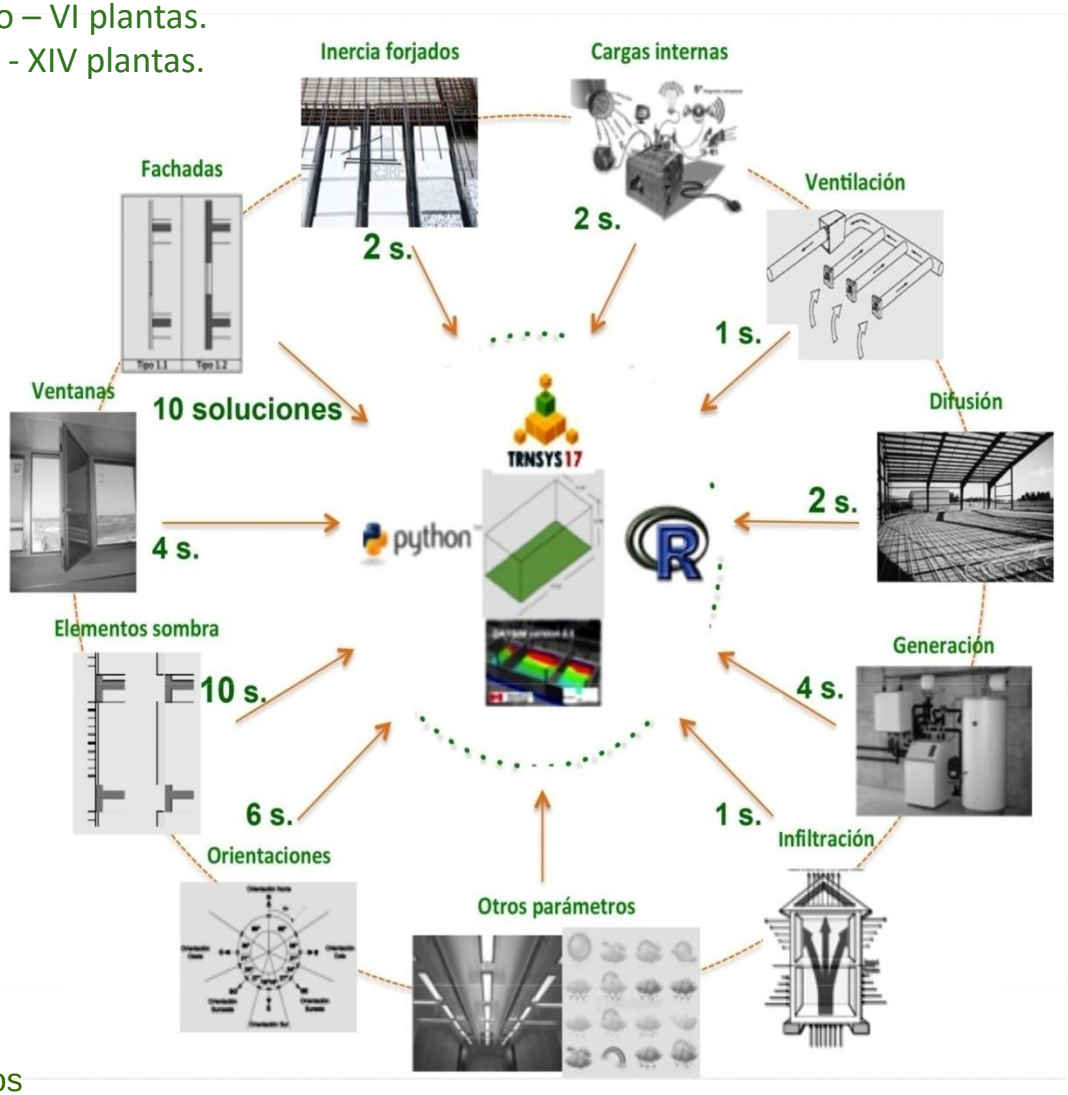
(Superf.: 900 m2 en planta)

FASE 2: ESCENARIOS DE SIMULACIÓN. VARIABLES CONSIDERADAS

Localización y Alturas: Urbano – VI plantas.
Suburbano - XIV plantas.

Definición de soluciones para bases de datos y de costes





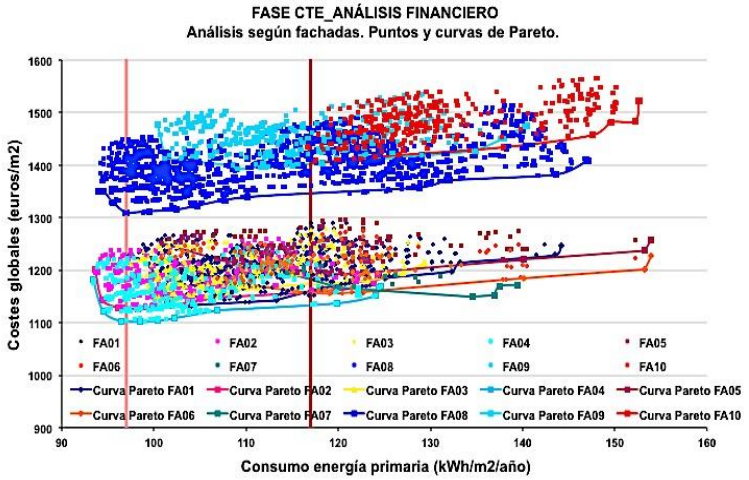
- BBDD de precios : costes asociados a cada uno de los escenarios definidos, que permiten desarrollar el análisis de coste óptimo.

- Síntesis de escenarios:

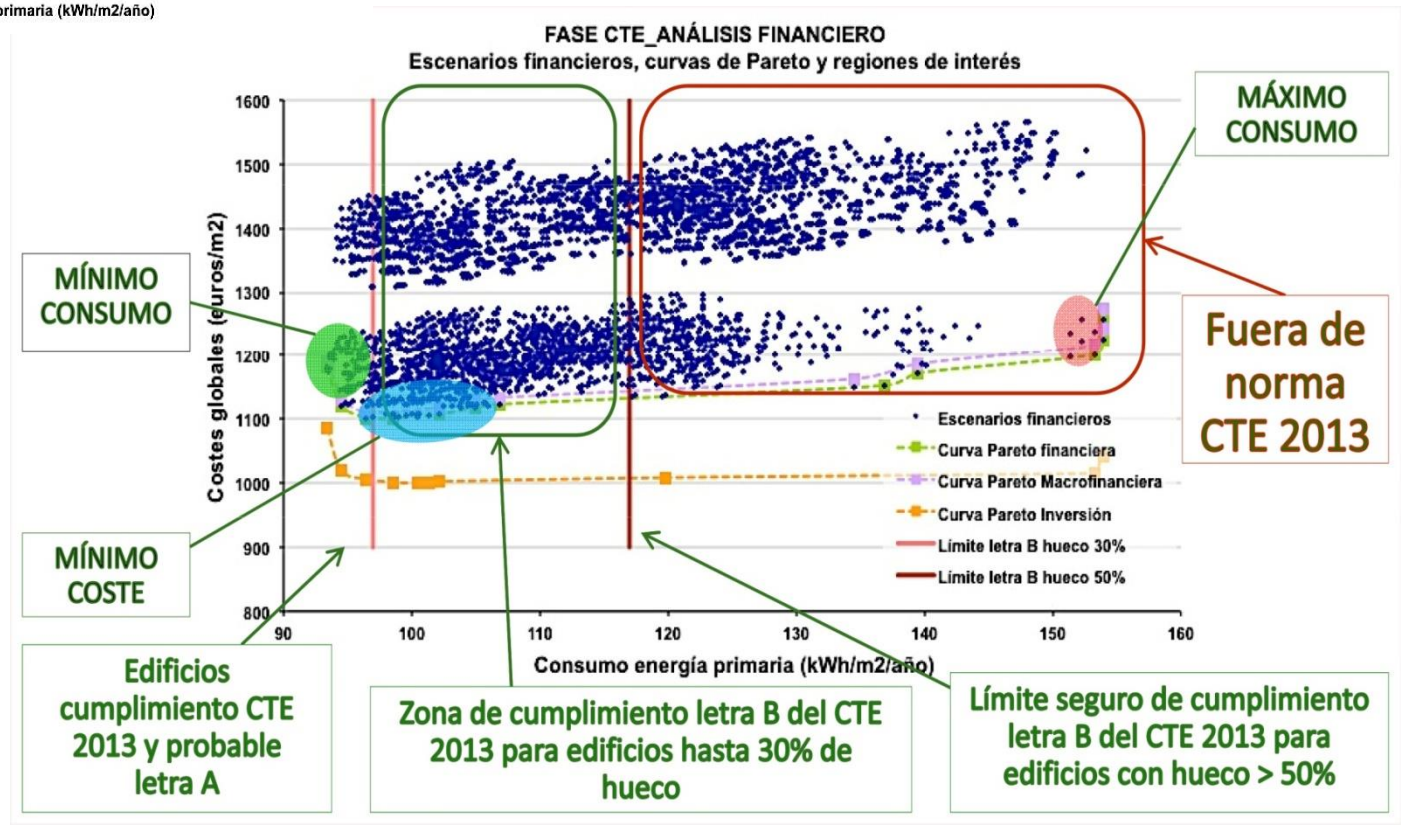
26.000.000 de casos a 12.000 escenarios energéticos

… además de variaciones en gestión y operación, y análisis de sensibilidad según evolución del precio de la energía y de la tasa de descuento.(más de 20.000 escenarios)

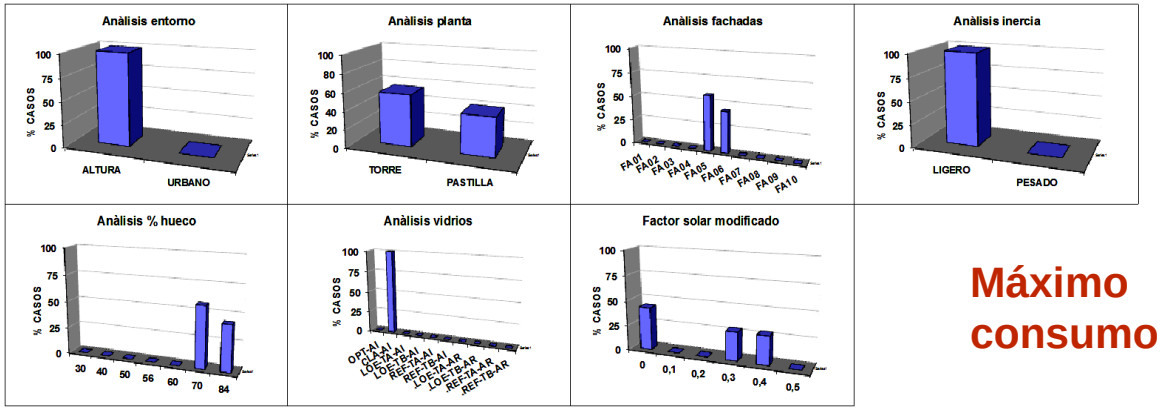
RESULTADOS POR VARIABLES. FACHADAS I



Cada punto es un edificio en su ciclo de vida (análisis financiero, macroeconómico e inversión)

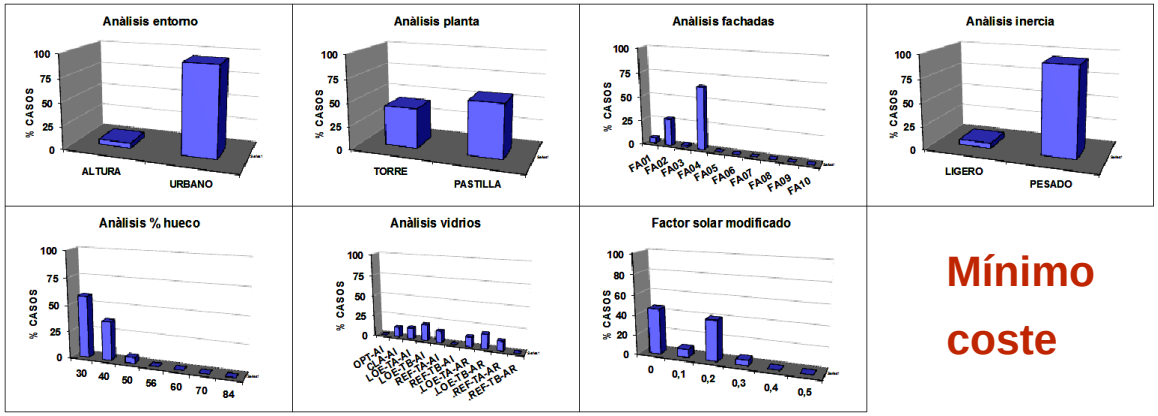


RESULTADOS POR VARIABLES: FACHADAS FASE CTE



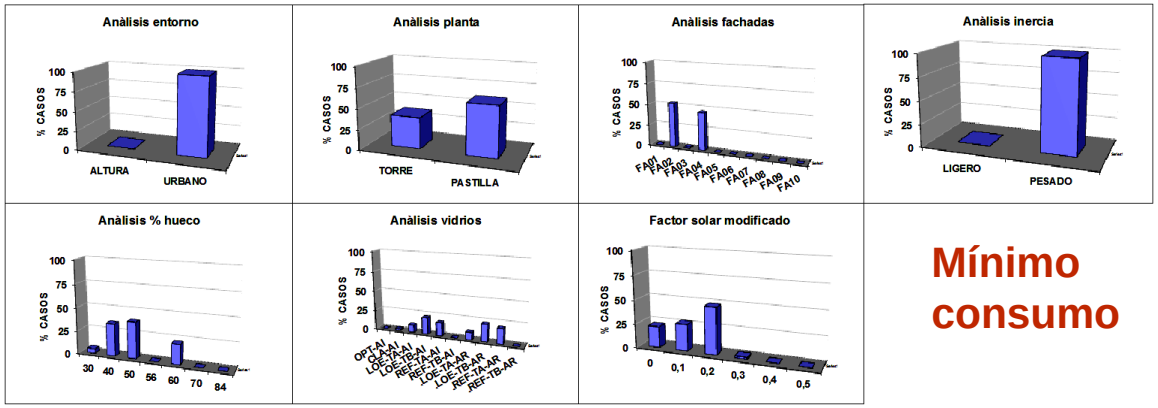
Máximo consumo

Construcciones en altura
Fachada totalmente transparente (FA05) o tipo muro cortina (FA06)
Estructura ligera
Planta tipo cuadrada o pastilla
Proporción de huecos elevada (>70 %)
Vidrios convencionales
Factores solares modificados medios o elevados.



Mínimo coste

Construcciones en entorno urbano
Fachadas convencionales e inerciales (FA02 y FA04)
Planta tipo cuadrada o pastilla
Reducidas proporciones de hueco (30-40%)
Vidrios predominantemente bajo-emisivos
Factores solares modificados medios.

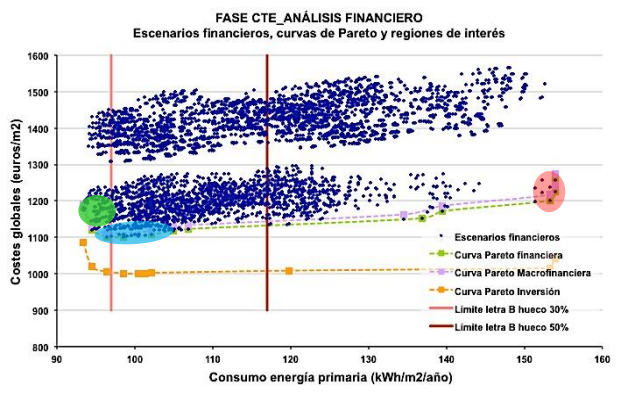


Mínimo consumo

Condiciones parecidas a costes mínimos
Con variaciones en planta (predomina la planta tipo pastilla)
Porcentajes de hueco (cabida de porcentajes algo más elevados)

1. Construir edificios con 1/3 del consumo actual, a coste actual

- Consumos reducidos a costes globales significativamente inferiores a los usuales en mercado Objetivo razonable: **consumos en torno a 60kWh/m2 año, en construcciones con costes globales entre 1.100 y 1.200 €/m2**.



2. Construir edificios eficientes es más económico

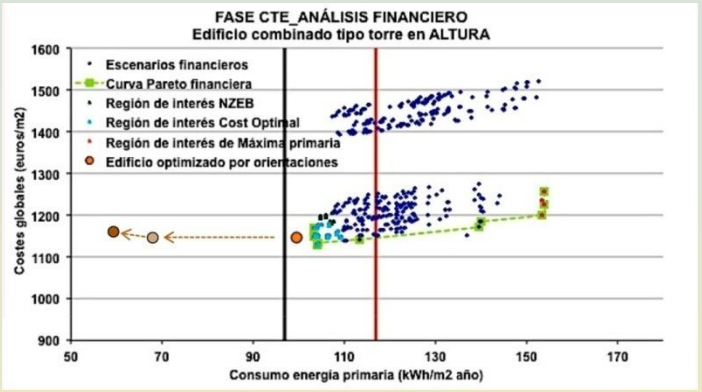
Construir edificios de oficinas energéticamente eficientes a costes óptimos resulta más económico, considerando tanto costes globales del ciclo de vida, como costes de inversión

3. Variaciones pequeñas entre coste óptimo y mínimo consumo.

Si se consideran edificios optimizados, las diferencias se reducen aún mas.

4. Importancia del diseño pasivo por encima de otras variables

A nivel de **costes económicos**, **el diseño de la edificación tiene un peso 3 veces más relevante** que la operación o los sistemas energéticos.
En **consumos de energía**, la correcta operación tiene un peso casi 3 veces superior al diseño y casi 9 veces superior al sistema de energía propuesto.



5. Costes y consumos elevados en fachadas transparentes

Los edificios transparentes tienen asociado, de promedio, un sobrecoste de más de 300 €/m^2 (dobles pieles) y un aumento de consumo en energía primaria de más de 25 kWh/m^2 año. **Tanto en inversión, como en operación y mantenimiento, los edificios transparentes no son ni económica ni energéticamente rentables.**

6. La correcta operación resulta crucial para alcanzar los objetivos

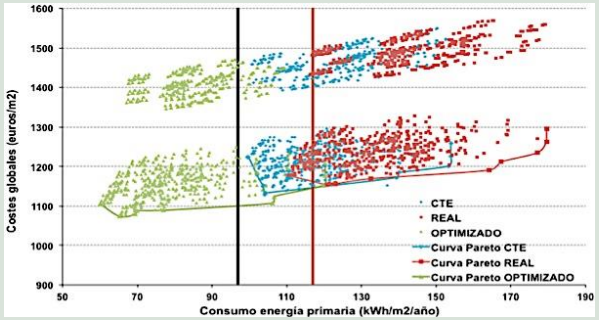
La correcta operación de los edificios proviene de un planteamiento sistémico (diseño, construcción, operación y usuarios), y da cabida a tecnologías más eficientes y/o renovables.

7. Implicaciones directas de la evolución normativa

La normativa vigente ya considera un limitante que se revela complejo (la obtención de la letra B), en un futuro próximo se introducirán **condicionantes en valor absoluto de consumos energéticos que invalidarán soluciones constructivas predominantes en los últimos años**.

8. Limitaciones por variaciones entre condiciones reales y teóricas

Existe un **margen muy amplio entre las evaluaciones a nivel normativo y los consumos reales** de los edificios, fruto tanto de patologías derivadas de mala ejecución, como de la divergencia entre condiciones operacionales reales y normativas.



DESARROLLOS FUTUROS PENDIENTES

1. Aproximar económicamente los NZEB a la región de coste óptimo

2. La metodología seguida permitiría adaptar costes finales y resultados energéticos, obtenidos para nueva edificación, **a escenarios de rehabilitación integral de edificios**

3. La profundización en el análisis de condiciones reales versus escenarios de diseño: es fundamental para pasar del paradigma actual a la realidad requerida.

MUCHAS GRACIAS

Carlos Expósito Mora

Arquitecto. Director

Alia. Arquitectura Energía y Medio Ambiente SL – **Proamas** SL

Dirección facultativa: Luis Irastorza

Dirección técnica: Jordi Pascual

Coordinación arquitectónica: Carlos Expósito

EQUIPO DE DESARROLLO:

DUCH aiguasol alia Colaboración Servando Álvarez

FINANCIACIÓN:

DUCH remica TYPSA ¡MADRID! gasNatural fenosa LKS ARMN IDAE uponor asprima Jones Lang LaSalle PLADUR uralita