

*Cicle "Descarbonització en l'edificació"*

# Construcció Industrialitzada i descarbonització

**Ferran Bermejo Nualart**

*Director Tècnic*

ITeC

22.06.2026

*Amb el suport de*



**Generalitat  
de Catalunya**

*Organitza*

**Enginyers**  
Industrials de Catalunya

**ITeC**

# El Canvi de Paradigma: De “Construir” a “Acoblar”

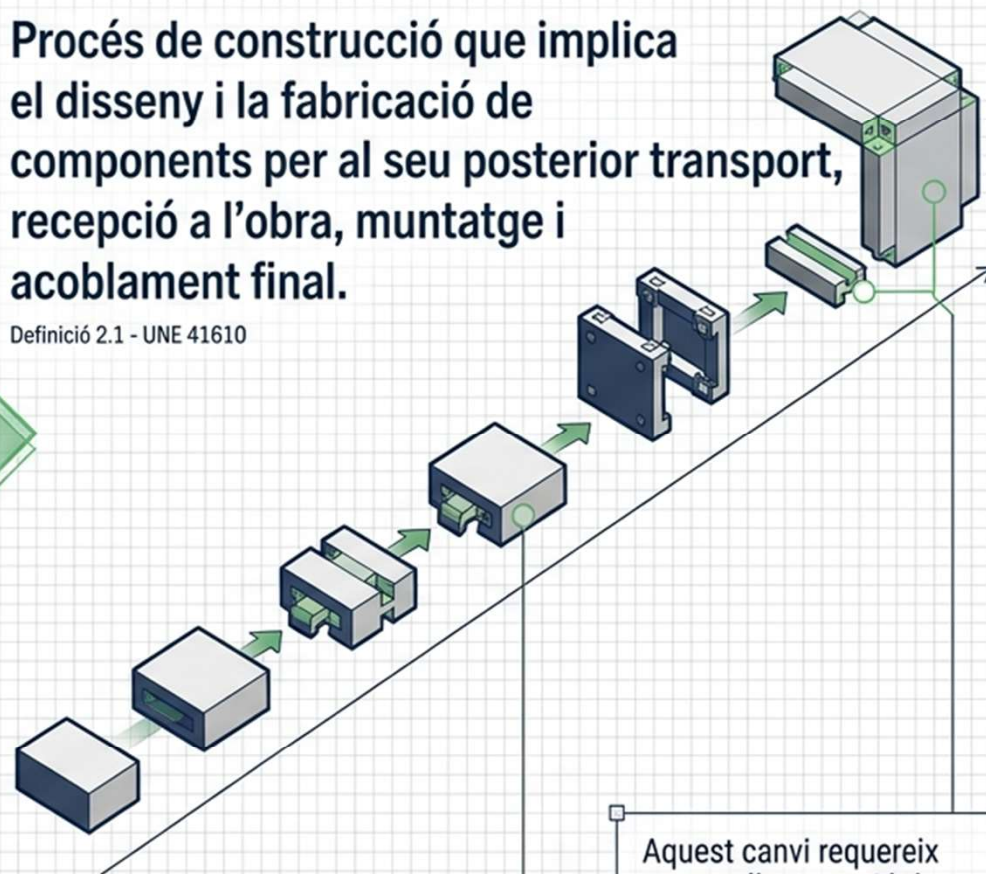
ITeC

La construcció convencional és un procés in situ, lineal i altament dependent de l'entorn, on les matèries primeres es transformen directament a la intempèrie.



Procés de construcció que implica el disseny i la fabricació de components per al seu posterior transport, recepció a l'obra, muntatge i acoblament final.

Definició 2.1 - UNE 41610



Aquest canvi requereix passar d'una gestió de materials a una gestió de processos industrials.

# Matriu Diagnòstica: Dos Models de Treball

Subministrament massiu **in situ**.  
Execució depenent de la climatologia.



Procés de **segon nivell (offsite)**.  
Entorn de fàbrica controlat.

Matèria primera modelada sobre el terreny.



Components de precisió prefabricats.

Alt volum de mermes no classificables.



Optimització estricta;  
residu gairebé nul a l'obra.

# La Sostenibilitat com a Sistema Integral

La transició cap a la industrialització no respon només a una necessitat de rapidesa, sinó a una reestructuració completa de l'impacte estructural.

**TÈCNIC:** Disseny, desmuntatge i rastreig del cycle de vida.

**ECONÒMIC:** Rendibilitat mitjançant la gestió del temps i la reducció de residus.

**SOCIAL:** Impacte directe sobre els treballadors, la diversitat i l'entorn urbà.

Aquests tres eixos converteixen la **innovació constructiva** en un **estàndard avaluable**.

# Sostenibilitat Tècnica: El Cicle de Vida del Component

## Disseny per al Desmuntatge (DfD)

Creació d'estructures reversibles que permeten la reutilització en lloc de la demolició.

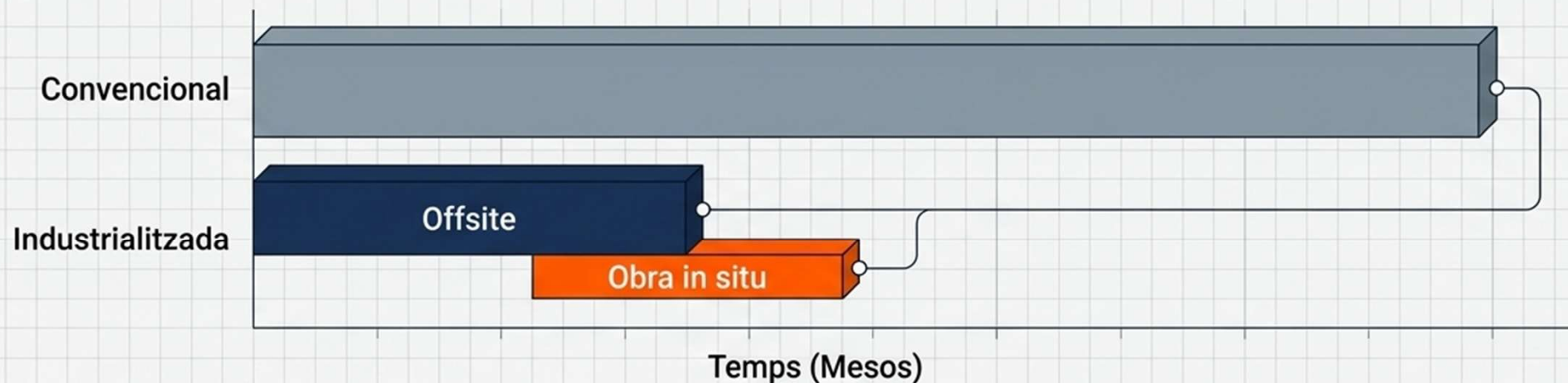
## Eficiència de Materials

Control mil·limètric de toleràncies des de la factoria, eliminant el concepte de merma *in situ*.



# Sostenibilitat Econòmica: L'Equació del Temps

La viabilitat econòmica s'aconsegueix reduint l'exposició a imprevistos i accelerant el retorn de la inversió.



## Estalvi Directe

Reducció dràstica de despeses per gestió de residus a l'abocador i ajustament mil·limètric de la compra de matèria primera.

## Costos Ocults - Indirectes i Financers

Un projecte lliurat en la meitat de temps significa:

- Reducció de costos financers estructurals.
- Menor despesa en infraestructures auxiliars de llarga durada.
- Retorn de la inversió (ROI) més d'hora gràcies a l'explotació anticipada de l'actiu.

# Sostenibilitat Social: L'Impacte Humà i Urbà



## Seguretat i Ergonomia

Traslladar la construcció a un entorn offsite controlat redueix exponencialment els riscos laborals per caigudes o inclemències climàtiques i millora l'ergonomia.



## Inclusió i Relleu

La robotització i la precisió industrial atreuen nous perfils professionals (especialistes digitals i tècnics), facilitant la inclusió natural de dones i perfils joves en un sector tradicionalment envellit.



## L'Entorn Viu

Reducció massiva de la petjada d'impacte en entorns urbans densos: disminució radical del trànsit de camions pesants, de la contaminació acústica (soroll continu) i de la brutícia a peu d'obra.

# Introducció a la Norma UNE 41610:2026

Definició, classificació i càlcul de l'Índex d'Industrialització (IdI).

## OBJECTE:

Establir un marc comú de referència, per tal de permetre una avaluació objectiva, comparable i reproduïble de la industrialització assolida, independentment de la tipologia edificatòria o tecnologia emprada.

**CAMP D'APLICACIÓ:** Edificis de nova planta i intervencions de rehabilitació, ampliació o reforma (residencial, terciari, industrial, dotacional). Ús voluntari, rigor estandarditzat.

## Índice

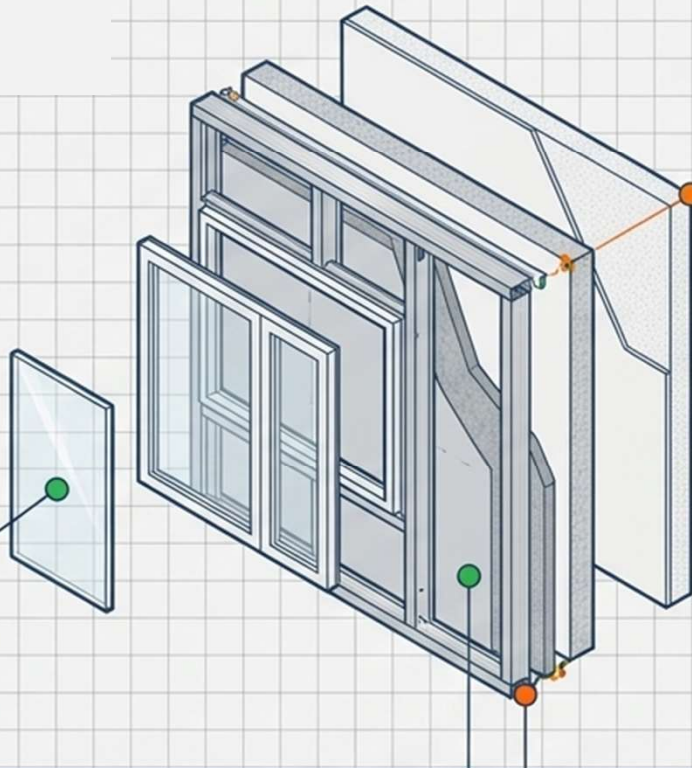
|                       |                                                                   |   |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------|---|
| 0                     | Introducción.....                                                 | 4 |
| 1                     | Objeto y campo de aplicación.....                                 | 4 |
| 2                     | Términos y definiciones.....                                      | 5 |
| 3                     | Clasificación.....                                                | 6 |
| 3.1                   | Generalidades.....                                                | 6 |
| 3.2                   | Según su función o funciones en la edificación.....               | 6 |
| 3.2.1                 | Generalidades.....                                                | 6 |
| 3.2.2                 | Estructurales.....                                                | 6 |
| 3.2.3                 | Envolvente.....                                                   | 6 |
| 3.2.4                 | Divisiones interiores.....                                        | 6 |
| 3.2.5                 | Instalaciones.....                                                | 6 |
| 3.2.6                 | Acabados.....                                                     | 7 |
| 3.3                   | Según su geometría predominante.....                              | 7 |
| 3.3.1                 | Generalidades.....                                                | 7 |
| 3.3.2                 | Lineales o unidimensionales (1D).....                             | 7 |
| 3.3.3                 | Bidimensionales (2D).....                                         | 7 |
| 3.3.4                 | Tridimensionales (3D).....                                        | 7 |
| 4                     | Método de cuantificación del IdI.....                             | 7 |
| 5                     | Bibliografía.....                                                 | 8 |
| Anexo A (Informativo) | Índices complementarios al Índice de Industrialización (IdI)..... | 9 |

## Exemple: un component industrialitzat 2D



**Fabricació Offsite (2.9):**  
Acció realitzada en instal·lació industrial.

**Element (2.3):**  
Peça o part fabricada industrialment.



**Component (2.2):**  
Part de l'edifici formada per l'agregació d'elements, fabricada industrialment, amb traçabilitat.

### L'ACCIÓ A L'OBRA

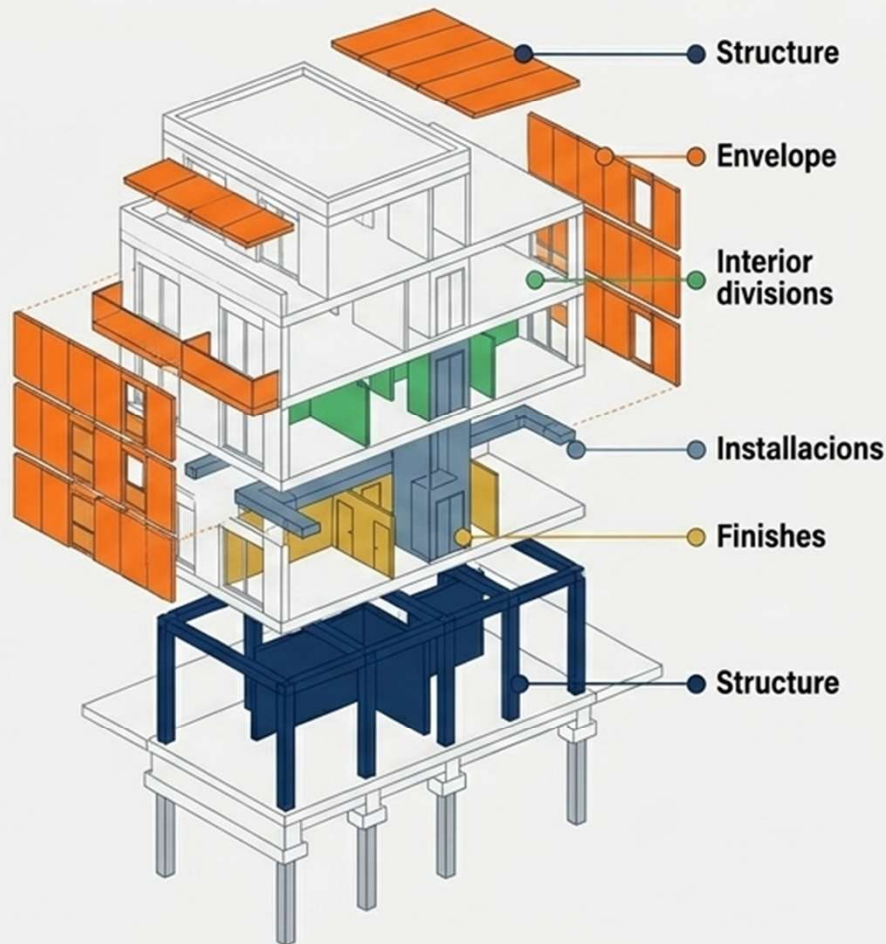


**Muntatge (2.4):**  
Operacions per col·locar el component (itzat, ajust, toleràncies).



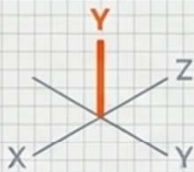
**Acoblament (2.5):**  
Fase final de connexió definitiva en la posició prevista pel projecte.

# Classificació Funcional de Components (UNE 3.2)



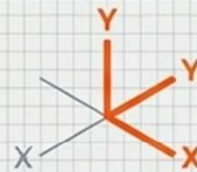
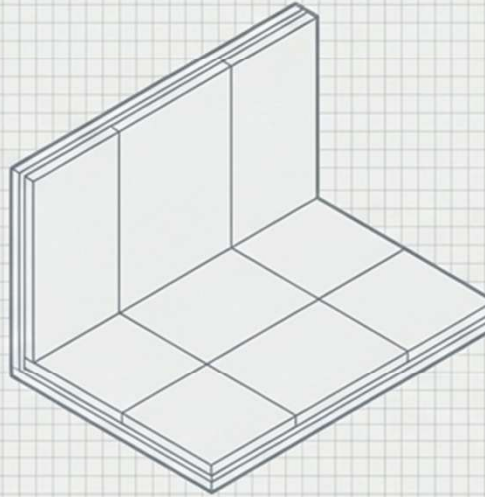
- Classe 1: Estructurals (3.2.2)**  
 Pilars, bigues, forjats, murs portants, nuclis d'escala o cimentacions (sabates, pilots).
- Classe 2: Envolupant (3.2.3)**  
 Panells de tancament vertical, panells de coberta, balcons, fusteria exterior.
- Classe 3: Divisions interiors (3.2.4)**  
 Envans i particions lleugeres.
- Classe 4: Instal·lacions (3.2.5)**  
 Conductes de clima, unitats-3D per a lavabos, nuclis verticals, ascensors.
- Classe 5: Acabats (3.2.6)**  
 Fusteria industrialitzada (portes), revestiments modulars.

# Classificació Geomètrica: L'Evolució Dimensional (UNE 3.3)



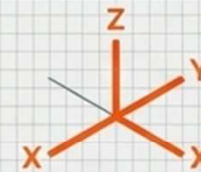
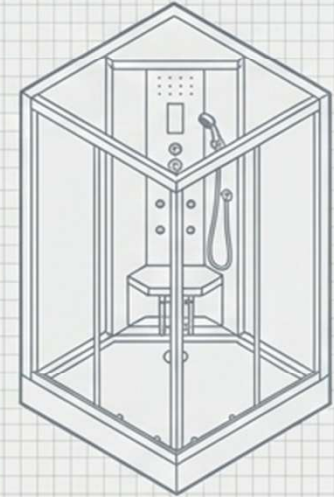
## 1D - Lineals.

Predomina una de les tres dimensions fonamentals (x, y, z).  
Ex: Pilars, bigues.



## 2D - Bidimensionals.

Dues dimensions predominants.  
Formen components superficials.  
Ex: Panells, lloses.



## 3D - Tridimensionals.

Cap dimensió predomina.  
Components volumètrics complets.  
Ex: Lavabos o habitacions completes.

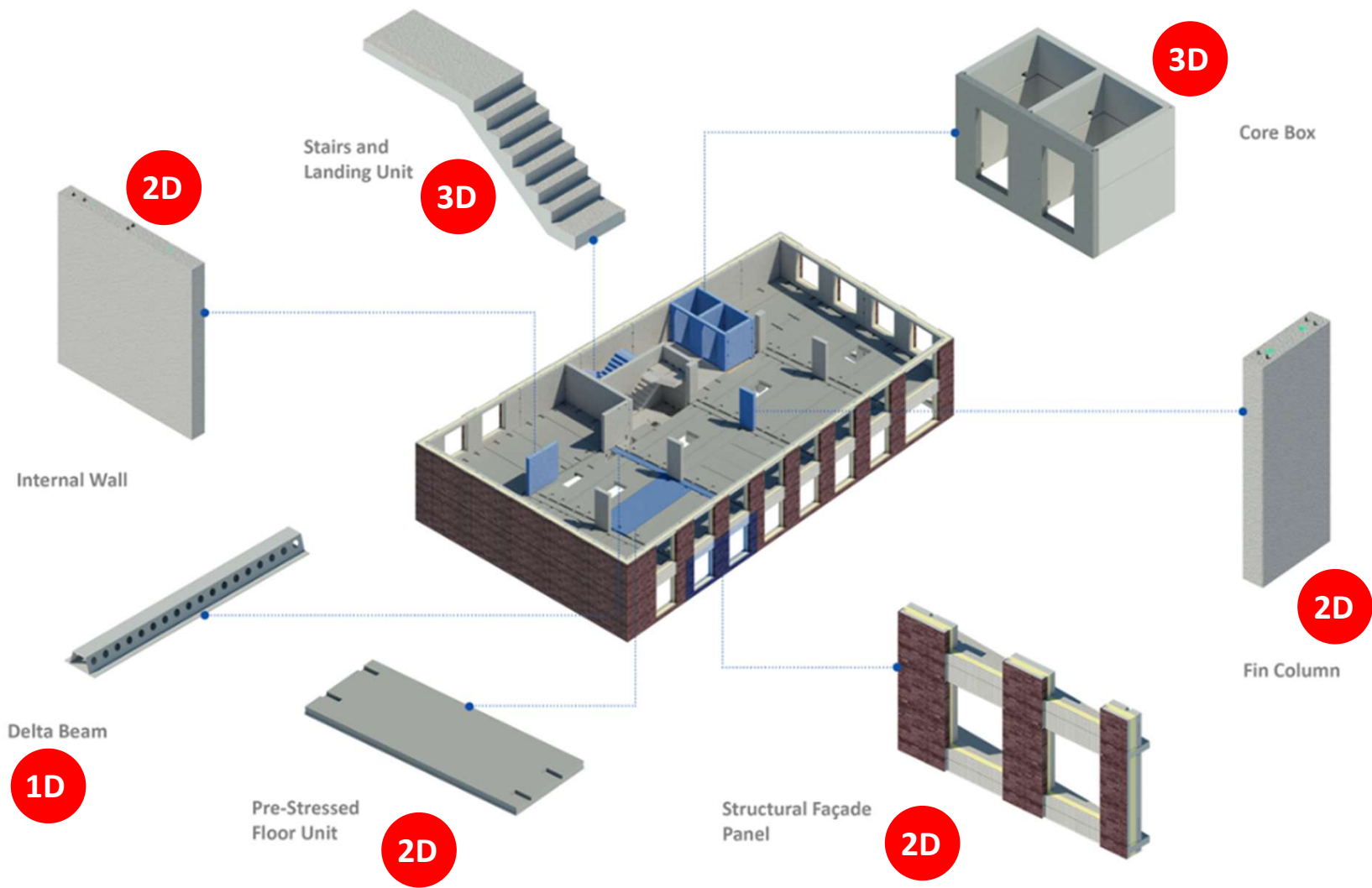
## Mesurant la Industrialització: L'Índex (IdI)

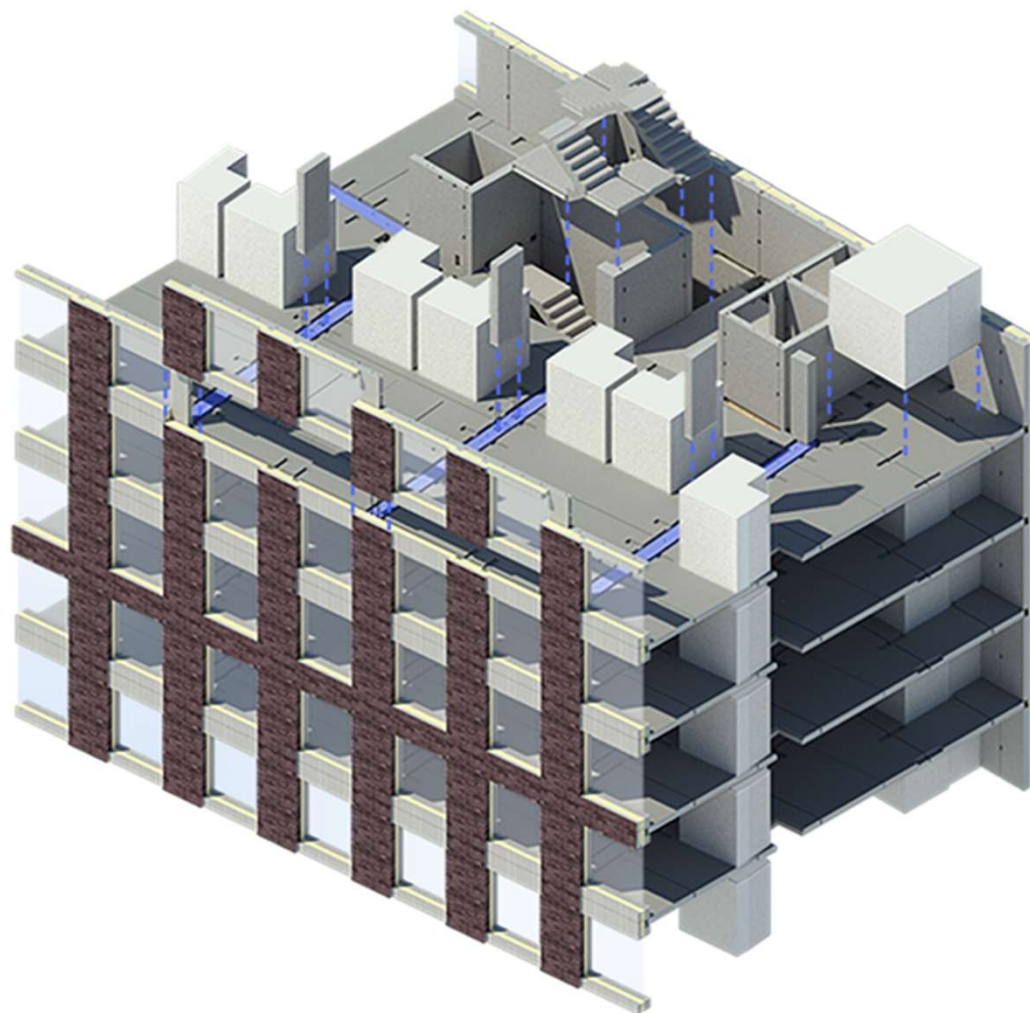
PEM industrialitzat: El Pressupost d'Execució Material corresponent exclusivament als components industrialitzats.

$$IdI = \frac{\text{PEM industrialitzat}}{\text{PEM}} \times 100(\%)$$

PEM: El Pressupost d'Execució Material total de l'edifici (incloent-hi costos directes i control de Seguretat i Salut).

**Nota de càlcul:** El càlcul es basa exclusivament en magnituds econòmiques objectives. L'índex final s'expressa sempre com un percentatge quantitatiu que indica l'esforç industrial d'un projecte.

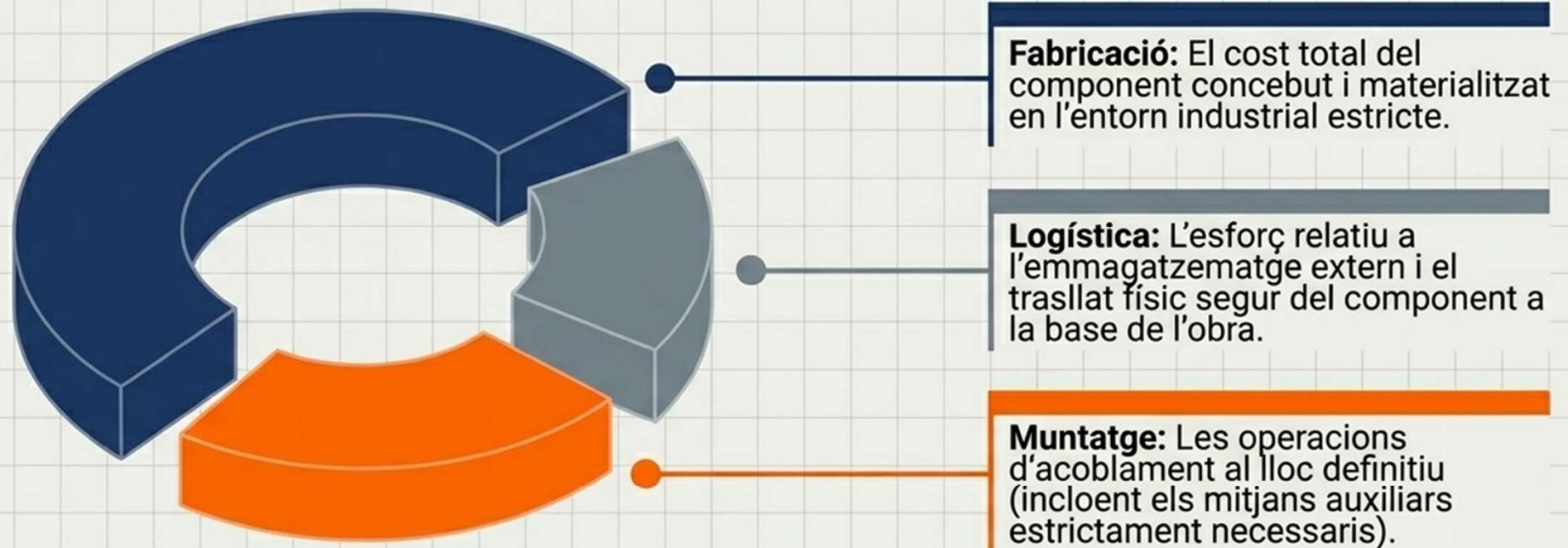






# Anatomia del PEM Industrialitzat

Segons l'apartat 4 de la norma UNE 41610, la part del PEM que consolida la industrialització es compon exclusivament d'aquests tres grans blocs:



**Exclusió explícita:** Aquesta norma no inclou aquelles tasques realitzades a obra diferents a la recepció, muntatge i acoblament dels components industrialitzats.

## Anàlisi de detall: Índexs Complementaris (Annex A)

Per comparar solucions constructives de manera eficaç, la norma permet descompondre el cost del component en **tres percentatges respecte al Cost Total del Component Industrialitzat**.

( Costefabricació + Costelogística + Costemontaje )

ICF = [ Coste fabricació / Coste Componente Industrializado ] × 100 (%)



**Índex Complementari de Fabricació.**

Mesura el pes de les hores de factoria.

$$\left[ \frac{\text{Cost Fabricació}}{\text{Cost Total}} \right] \times 100$$

ICL = [ Coste logística / Coste Componente Industrializado ] × 100 (%)

ICS = [ Coste montaje / Coste Componente Industrializado ] × 100 (%)



**Índex Complementari de Logística.**

Avalua l'impacte d'acostar la cadena de subministrament.

$$\left[ \frac{\text{Cost Logística}}{\text{Cost Total}} \right] \times 100$$



**Índex Complementari de Muntatge.**

Quantifica la facilitat mecànica de l'acoblament en obra.

$$\left[ \frac{\text{Cost Muntatge}}{\text{Cost Total}} \right] \times 100$$

## Sostenibilitat Tècnica

| Concepte clau                      | Contribució descarbonització                            |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Optimització estructural</b>    | Ajust de càlcul i ajust de coeficients                  |
| <b>Tria de materials/productes</b> | Materials de baixa energia embeguda o embornals de CO2  |
| <b>Eficiència de muntatge</b>      | Reducció de maquinària, menys pesada i menys temps d'ús |
| <b>Qualitat energètica</b>         | Major control per a garantir mínims d'energia operativa |
| <b>Eficiència en desmuntatge</b>   | En treballs de manteniment i al final de vida útil      |

## Sostenibilitat Econòmica

| Concepte clau                  | Contribució descarbonització                                                                      |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Reducció de residus</b>     | Política de zero residus a fàbrica front a gestió de residus, valorització o transport a abocador |
| <b>Logística Just in Time</b>  | Transport òptim, reducció d'aplegaments. Menor quantitat de viatges de petits proveïdors.         |
| <b>Durabilitat dels actius</b> | Reducció i facilitació del manteniment, amb repercussió sobre vida útil millorada                 |
| <b>Certesa econòmica</b>       | Limitació de les desviacions econòmiques que respecten les previsions de projecte.                |
| <b>Economia circular</b>       | L'edifici com a banc de materials.                                                                |

## Sostenibilitat Social

| Concepte clau                        | Contribució descarbonització                                                                                          |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Mobilitat laboral</b>             | Desplaçaments de personal optimitzats i estables, amb accés a transport col·lectiu i reduint la dispersió geogràfica. |
| <b>Seguretat laboral</b>             | Entorn controlat, reducció d'accidents, de baixes i rescats.                                                          |
| <b>Treball més inclusiu</b>          | Major accessibilitat general i de la dona en particular.                                                              |
| <b>Tracció i retenció de talent</b>  | Condicions de treball bones, digitalització, automatització, robòtica.                                                |
| <b>Reducció de molèsties urbanes</b> | Menor ocupació de via pública, de contaminació acústica, i millora de salut urbana                                    |

## Estratègia de prioritització de descarbonització

| Prioritat   |                    | Aspectes a considerar         |
|-------------|--------------------|-------------------------------|
| Prioritat 1 | (80% de l'impacte) | Estructura i envolupant       |
| Prioritat 2 | (15% de l'impacte) | Eficiència en l'etapa d'ús    |
| Prioritat 3 | (5% de l'impacte)  | Logística, mobilitat, residus |

**Potencial reducció de CO2 de la construcció industrialitzada  
front a la construcció convencional**

**30% - 60%**

Segons índex d'industrialització i d'altres variables

**Ferran Bermejo Nualart**

Director tècnic de l'ITeC

[fbermejo@itec.cat](mailto:fbermejo@itec.cat)

[www.itec.cat](http://www.itec.cat)

*Amb el suport de*



**Generalitat  
de Catalunya**

*Organitza*

**Enginyers**  
Industrials de Catalunya

**ITeC**