

Treball final de grau

Estudi: Grau en Arquitectura Tècnica

Títol: Estudi comparatiu dels materials usats en façanes a Catalunya i Alemanya

Document: Memòria

Alumne: Marta Portell Campos

Tutor: Maria Mercè Pareta Marjanedas

Departament: Arquitectura i Enginyeria de la Construcció

Àrea: Construccions Arquitectòniques

Convocatòria (mes/any): Setembre de 2015

ÍNDEX

1. OBJECTIUS	pàg. 1
1.1 Antecedents	pàg. 1
1.2 Objecte	pàg. 1
1.3 Abast	pàg. 2
2. INTRODUCCIÓ	pàg. 3
2.1 Temàtica del treball	pàg. 3
2.2 Metodologia de treball	pàg. 5
3. ESTUDI DELS MATERIALS UTILITZATS EN LA FORMACIÓ DE FAÇANES	pàg. 7
A1. MATERIALS UTILITZATS EN LES FAÇANES DE CATALUNYA	
1. Materials d'origen ceràmic	pàg. 7
1.1 Les peces ceràmiques poroses	pàg. 7
1.2 Els blocs de termoargila	pàg. 13
2. El formigó i derivats del ciment	pàg. 20
2.1 El formigó armat in situ	pàg. 20
2.2 El formigó prefabricat	pàg. 25
2.3 Els blocs de formigó	pàg. 32
2.4 Els maons silici-calcaris	pàg. 37

3. La fusta	pàg. 42
3.1 La fusta natural	pàg. 42
3.2 Els prefabricats de fusta	pàg. 47
4. El metall	pàg. 52
4.1 Els panells sandvitx	pàg. 54
5. La pedra natural	pàg. 60
6. El vidre	pàg. 64
6.1 Productes per a la formació del mur cortina	pàg. 66
6.2 L'U-Glas	pàg. 72
6.3 El pavès	pàg. 77

A2. MATERIALS UTILITZATS COM A REVESTIMENTS DE LES FAÇANES A CATALUNYA

1. De ceràmica	pàg. 82
1.1 Les peces de ceràmica impermeable	pàg. 82
1.2 Els revestiments ceràmics per a façana ventilada	pàg. 85
2. De conglomerats	pàg. 88
2.1 Els revestiments de pedra artificial	pàg. 88
2.2 Els revestiments de conglomerats continus	pàg. 92
2.2.1 L'arrebossat	pàg. 92
2.2.2 L'estucat	pàg. 95
2.2.3 Els morters monocapa	pàg. 99

3. De fusta	pàg. 103
3.1 Els revestiments de fusta natural	pàg. 103
4. De metall	pàg. 106
4.1 Les planxes metàl·liques simples	pàg. 106
5. De pedra natural	pàg. 111
5.1 Els revestiments de pedra natural	pàg. 111
5.2 Els revestiments de pedra natural per a façana ventilada	pàg. 115
6. De resines sintètiques formant compòsits	pàg. 120

B1. MATERIALS UTILITZATS EN LES FAÇANES D'ALEMANYA

1. Materials d'origen ceràmic	pàg. 127
1.1 Fachwerkfassaden (Façanes amb peces d'argila cuita tradicional)	pàg. 127
1.2 Klinker (Les peces clínquer)	pàg. 133
1.3 Els blocs ceràmics	pàg. 139
1.1.1 Lochziegel (Bloc de termoargila)	pàg. 139
1.1.2 Wärmedämmziegel (Bloc ceràmic amb aïllament incorporat)	pàg. 144
2. El formigó i derivats del ciment	pàg. 149
2.1 Stahlbeton (El formigó armat in situ)	pàg. 149
2.2 Fertigbeton (El formigó prefabricat)	pàg. 155
2.3 Betonsteine (Els blocs de formigó)	pàg. 159

2.4 Legosystem Betonblöcke (Blocs de formigó amb el sistema “Lego”)	pàg. 165
2.5 Kalksandsteine (Els maons silici-calcaris)	pàg. 169
2.6 Porenbetonsteine (Els maons de formigó cel·lular)	pàg. 175

3. Naturholz (La fusta natural) pàg. 182

3.1 Bauholz (Construcció amb fusta)	pàg. 182
-------------------------------------	----------

4. Metall (El metall) pàg. 196

4.1 Sandwich Paneelen (Els panells sandvitx)	pàg. 198
--	----------

5. Natursteine (La pedra natural) pàg. 201

6. Kunstharz (Les resines sintètiques) pàg. 204

6.1 Styroporsteine (Les peces de poliestirè)	pàg. 206
--	----------

7. Glas (El vidre) pàg. 211

7.1 Glasprodukte für die Glasfassaden (Productes per a la formació del mur cortina)	pàg. 213
7.2 U-Glass (L’U-Glas)	pàg. 219
7.3 Glasteine (El pavès)	pàg. 223

B2. MATERIALS UTILITZATS COM A REVESTIMENTS DE LES FAÇANES A ALEMANYA

1. De ceràmica pàg. 229

1.1 Hinterlüftete Fassaden mit Keramik (Revestiments ceràmics per a façana ventilada)	pàg. 229
---	----------

2. Fassadenverkleidung aus Konglomerate (Els revestiments de conglomerants)	pàg. 232
2.1 Kunststein (La pedra artificial)	pàg. 232
2.2 Fassadenverkleidung aus Putz (Els revestiments continus)	pàg. 235
2.2.1 Putzmörtel (L'arrebossat)	pàg. 235
2.2.2 Zementmörtel (El morter de ciment)	pàg. 239
2.2.3 Stuck (L'estucat)	pàg. 241
3. Naturholz (La fusta natural)	pàg. 245
3.1 Holzverkleidung (Els revestiments de fusta natural)	pàg. 245
4. Metall (De metall)	pàg. 247
4.1 Metallplatten (Les planxes metàl·liques simples)	pàg. 247
5. Naturstein (La pedra natural)	pàg. 251
5.1 Natursteinverkleidung (Els revestiments de pedra natural)	pàg. 251
5.2 Hinterlüftete Fassaden mit Naturstein (Revestiments de pedra natural per a façana ventilada)	pàg. 253
6. Kunststoffverkleidung (Revestiments de resines sintètiques formant compòsits)	pàg. 257
4. POSSIBLES MATERIALS A UTILITZAR D'ALEMANYA	pàg. 261
4.1 Qüestionaris a magatzems de materials de la construcció	pàg. 262
4.2 Qüestionaris a empreses constructores	pàg. 265

4.3 Qüestionaris a arquitectes i arquitectes tècnics pàg. 269

5. CONCLUSIONS pàg. 275

6. BIBLIOGRAFIA pàg. 278

7. AGRAIMENTS pàg. 295

1. OBTECTIUS

1.1 Antecedents

Al realitzar unes pràctiques en un despatx d'enginyeria i arquitectura al sud d'Alemanya (ciutat d'Ulm), vaig tenir la oportunitat de conèixer materials utilitzats per a la formació base de façanes que no havia vist anteriorment; la curiositat i interès van portar a realitzar el present Projecte Final de Grau. El fet de triar les façanes (sempre fent referència a la part no practicable), i no les cobertes o bé tot el conjunt de l'edifici, és perquè amb els coneixements previs a la realització d'aquest projecte, s'ha observat que és la part de l'edifici que més es diferencia en relació als materials que la formen respecte les de casa nostra. Per altra part cal mencionar que de façanes n'hi poden haver moltes de diferents amb variants encara més diferents, però en aquest projecte es volen estudiar les més habituals i característiques de Catalunya i d'Alemanya, amb els usos d'edificis més .

Abans de començar a realitzar aquest projecte, hi ha hagut una tasca prèvia de recerca sobre l'estat de l'art de les façanes a Catalunya i a Alemanya i si ja s'havia fet anteriorment un estudi comparatiu. Certament, hi ha informació que fa referència a les tipologies de façanes, però no s'ha trobat cap tipus de comparativa d'ambdós llocs.

Per tal de poder conèixer de més proximitat els materials d'origen alemany, aquest projecte s'ha realitzat durant un període de 6 mesos al sud d'Alemanya, a la zona de Baden Württemberg, coneguda per haver aportat molts avenços en el camp tecnològic.

1.2 Objecte

L'objectiu d'aquest projecte és fer un estudi comparatiu dels materials usats en la formació exterior de les façanes dels edificis de Catalunya -on he estudiat el Grau en Arquitectura Tècnica- i d'Alemanya, per la raó d'haver vist nous materials, i pel fet que sempre ha sigut un país capdavanter en innovació. Finalment s'ha introduït un segon objectiu, consistent en veure si els materials típics d'Alemanya que no es troben a Catalunya, es coneixen i seria possible d'utilitzar-los a casa nostra.

Aquest segon objectiu s'ha cregut oportú d'introduir, després de veure que en aquests últims anys les normatives referents a la construcció d'edificis s'estan tornant més estrictes en els temes d'eficiència energètica, i sovint impliquen un canvi en la manera de construir.

1.3 Abast

L'abast d'aquest projecte comprèn dos blocs:

-Una primera part de recopilació d'informació de les façanes, dividit en dos apartats, les de Catalunya i les d'Alemanya. De cadascun es diferenciarà el material base de formació de la façana i els revestiments.

-Una segona part, un cop analitzades les diferències de les façanes de cada respecte lloc, realitzant qüestionaris al grup de la població que està més en contacte amb els materials de la construcció (magatzems, empreses constructores i arquitectes i arquitectes tècnics), si els materials d'Alemanya que aquí no es coneixen o utilitzen, podrien ser factibles per a la construcció a Catalunya.

2. INTRODUCCIÓ

2.1 Temàtica del treball

Des de fa molts segles, les façanes han sigut l'element representatiu d'una construcció: segons el material, ens poden indicar l'antiguitat, l'època, el pas del temps i també, per què no, transmetre i expressar l'essència de l'interior d'aquesta, ja que la façana és la carta de presentació de qualsevol tipus d'edifici, i per tant, el primer en què es fixen les persones. Amb el temps, però, les façanes han anat canviant: la revolució industrial, els avenços tecnològics o la incorporació a la Unió Europea, són factors que més directa o indirectament han aportat canvis als materials i a la manera de construir, sense deixar de banda les normatives, noves demandes i exigències. Actualment, Alemanya està sent un dels països més avançats d'Europa en el tema les transmissió tèrmiques de les façanes, amb l'objectiu d'arribar al model "Passivhaus" (consum energètic mínim), mentre Catalunya s'està posant les piles amb normativa més exigent per limitar les transmissió màximes de les façanes.

És evident, que a l'hora de fer una comparativa entre aquests dos llocs, ja d'entrada es pot afirmar que al tenir un clima diferent implicarà unes diferències, si més no, en la composició i el gruix de les façanes. Tanmateix, la normativa europea està posant en comú l'estalvi energètic i les transmissió tèrmiques de les façanes: la Directiva 2002/91/CE, que ha estat refosa per l'actual Directiva 2010/31/UE del Parlament Europeu, introdueix un càlcul dels nivells òptims de rentabilitat dels requisits mínims d'eficiència energètica dels elements de la façana i obliga a que tots els edificis construïts des del 31 de desembre del 2020 (2018 per als ocupats i d'àmbit públic) siguin de consum d'energia casi nul. És per aquesta raó, que a l'hora de fer l'estudi comparatiu es tindrà en compte la normativa actual vigent en els dos llocs que limita la transmissió tèrmica de les façanes, per ajudar a entendre també la composició d'aquestes i veure si els materials s'adapten a les necessitats futures.

En el cas de Catalunya, ve regulat pel Codi Tècnic de l'Edificació, Document Bàsic HE1 (Estalvi d'Energia – Limitació de la demanda energètica) del 2013. Malgrat que el Codi Tècnic de l'Edificació estableix unes zones climàtiques per a cada capital de província en funció de la seva alçada per al càlcul de la demanda energètica, s'utilitzaran els valors orientatius per al predimensionat de solucions constructives de

la taula E.1 de l'Apèndix E del CTE. Aquest fan referència als edificis de tipus residencial, pel què en funció del material podrà ser utilitzat en l'àmbit residencial o no.

Tabla E.1. Transmitància del element [W/m² K]

Transmitància del element [W/m ² K]	Zona Climàtica					
	α	A	B	C	D	E
U_M	0.94	0.50	0.38	0.29	0.27	0.25
U_S	0.53	0.53	0.46	0.36	0.34	0.31
U_C	0.50	0.47	0.33	0.23	0.22	0.19

U_M : Transmitància tèrmica de murs de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

U_S : Transmitància tèrmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior)

U_C : Transmitància tèrmica de cubiertas

Taula 1: Taula que relaciona la transmitància tèrmica de l'element de l'edifici i la zona climàtica per a l'obtenció dels valors de la transmitància tèrmica en W/m²K.
Font: CTE DB HE-1

A Alemanya la normativa reguladora és la Energieeinsparverordnung (EnEV) 2014 , on per a totes les zones hi ha una transmitància límit de 0,24 W/m²K en el cas de les façanes amb temperatures interiors $\geq 19^\circ$. Aquest fan referència als edificis de tipus residencial, pel què en funció del material podrà ser utilitzat en l'àmbit residencial o no.

Tabelle 1

Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen

Zeile	Bauteil	Maßnahme nach	Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten U_{max} ¹	
			Wohngebäude und Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen $\geq 19^\circ\text{C}$	Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen von 12 bis $< 19^\circ\text{C}$
1	Außenwände	Nummer 1 Satz 1 und 2	0,24 W/(m ² ·K)	0,35 W/(m ² ·K)
2a	Fenster, Fenstertüren	Nummer 2 Buchstabe a und b	1,3 W/(m ² ·K) ²	1,9 W/(m ² ·K) ²
2b	Dachflächenfenster	Nummer 2 Buchstabe a und b	1,4 W/(m ² ·K) ²	1,9 W/(m ² ·K) ²
2c	Verglasungen	Nummer 2 Buchstabe c	1,1 W/(m ² ·K) ³	keine Anforderung
2d	Vorhangfassaden	Nummer 6 Satz 1	1,5 W/(m ² ·K) ⁴	1,9 W/(m ² ·K) ⁴
2e	Glasdächer	Nummer 2 Buchstabe a und c	2,0 W/(m ² ·K) ³	2,7 W/(m ² ·K) ³
2f	Fenstertüren mit Klapp-, Falt-, Schiebe- oder Hebe- Mechanismus	Nummer 2 Buchstabe a	1,6 W/(m ² ·K) ²	1,9 W/(m ² ·K) ²

Taula 2: Taula que relaciona la part de l'edifici en funció de si és un edifici residencial o no, per a l'obtenció dels valors de la transmitància tèrmica en W/m²K.
Font: EnEV 2014

2.2 Metodologia de treball

Al tractar-se d'un treball de tipus teòric, serà molt important la consulta de llibres, revistes i catàlegs comercials, tant en paper com digital, de materials i sistemes constructius de façanes. Un dels criteris de treball d'aquest projecte serà que per a la recerca d'informació es recorrerà a les fonts originals de la zona a estudiar malgrat alguns materials/sistemes constructius de façana es trobin ambdós llocs, el que poden implicar algunes petites diferències pel que fa als avantatges i/o inconvenients o bé els usos.

Per a cada tipus de material, ja sigui de formació de façana o de revestiment, es realitzaran una sèrie d'apartats per tal de poder ordenar millor la informació i facilitar així posteriorment la comparació dels materials de les dues zones.

-Descripció del material

S'explica la procedència o fabricació del material, una breu explicació de la seva història o creació, i com es troba en el mercat (format, dimensions...).

-Propietats tècniques

S'enumeren les principals característiques del material, tant mecàniques com físiques o químiques.

-Avantatges i inconvenients

Es mencionen els punts forts i febles que ofereix el material esmentat.

-Usos principals

En aquest apartat, s'especifica primerament en el cas dels materials utilitzats per a la formació de la façana, si fan la funció estructural o de tancament, i segonament, inclosos els revestiments, en quina tipologia d'edificació es poden trobar.

-Composició possible de la façana que forma el material esmentat

Com s'ha dit anteriorment, hi ha molts tipus i possibilitats de façana. Aquí es descriurà la façana més comuna formada per al material al qual s'està fent referència. En el cas dels revestiments, al ser possible amb casi tots els tipus de façana, no es farà menció d'aquest apartat.

-Transmitància tèrmica de la composició de la possible façana

Degut a que la normativa està obligant a introduir canvis, aquí es tindrà en compte si el conjunt de la façana esmentada a l'apartat anterior, compleix amb la normativa segons el valor de transmitància tèrmica. Per obtenir aquest valor, s'ha utilitzat el que ofereixen les cases comercials dels seus productes, però en els casos que no està establert o conformen el conjunt més d'un material, s'ha ajudat del programa CEXv1.3 a Catalunya i del U-Wert Recher a Alemanya. En referència als revestiments, com que el paper que juga en la transmitància tèrmica és mínim, no es farà menció d'aquest apartat.

3. ESTUDI DELS MATERIALS UTILITZATS EN LA FORMACIÓ DE FAÇANES

A1. MATERIALS UTILITZATS EN LA FORMACIÓ DE FAÇANES DE CATALUNYA

1. Materials d'origen ceràmic

1.1 Les peces ceràmiques poroses

Descripció del material

Les peces ceràmiques poroses tenen una existència més de 9000 anys, i van ser objecte de construcció a moltes zones geogràfiques com Palestina i l'antiga Mesopotàmia, on es van construir grans palaus i ciutats emmurallades amb el que llavors s'anomenava tovot¹, i la tècnica tradicional dels maons assecats al sol que recobrien amb uns segons maons cuits en forns i més resistents, i que sovint decoraven amb esmalts brillants. Posteriorment, els romans també van utilitzar peces ceràmiques poroses per a la construcció d'aqüeductes, banys o amfiteatres, així com també ho van fer els grecs, que sovint combinaven amb pedra.

A la Península Ibèrica, la influència musulmana (segles IX-XIV) va tenir una gran importància, la qual es va accentuar a les zones de Castella, Aragó i Andalusia. El llegat va deixar obres i noves tècniques de construcció amb ceràmica. A l'època de l'Edat Mitjana durant l'imperi bizantí, a regions com el nord d'Itàlia, Alemanya o els Països Baixos, de la mateixa manera com altres zones amb escassetat de pedra, els constructors utilitzaven la ceràmica, creant diverses formes com quadres i diferents figures. Amb l'arribada del Renaixement, es van construir molts palaus de tipus toscans amb aquest material, i l'arquitectura georgiana britànica també es va veure influenciada amb la construcció ceràmica.

Finalment, la revolució industrial va influir en la producció de les peces ceràmiques poroses que gràcies al procés industrialitzat va permetre una major producció i menor cost. Obres com la Gran Muralla Xina (segles III a. C-XVII d. C.) o la cúpula de la catedral de Florència (segles XIV-XVI), són exemples de durabilitat i diferents possibilitats constructives que ofereix aquest material.

¹ *Tovot: peça feta amb sorra, argila i aigua, emmotllada en forma de prisma rectangular i assecada al sol.*

Les peces ceràmiques poroses que es fabriquen actualment són peces en forma de prisma rectangular, formades a partir de d'argila com a matèria primera, barrejada amb aigua i posteriorment emmotllades i cuites a temperatures oscil·lants entre els 900 i 1000°C, sense aplicació de cap tipus d'esmaltat o tractament posterior. Les peces ceràmiques poroses es divideixen en:

- Massisses

És la peça que no presenta cap tipus de perforació, o aquesta no és superior al 25% del volum total d'aquesta. Les mides van dels 29x14 cm en el format català, o de 24 x11,5 cm en el format castellà, i gruixos d'entre els 4 - 7 cm. Són estructurals.



*FIG.1 : Peces ceràmiques poroses massisses, la de l'esquerra sense perforació i la de la dreta amb una perforació circular inferior al 25% del seu volum total.
Font: Gremi de Rajolers de Catalunya*

- Perforades o calades

Conegudes també amb el nom de "gero", presenten una perforació d'entre el 25 i 45% del volum total de la peça. Aquesta és perpendicular al pla i pot ser en forma rodona o de rombe. Les mides van dels 29x14 cm en el format català, o de 24x11,5 cm en el format castellà, i gruixos d'entre els 4 - 7 cm per a cara vista, i els 7 – 10 cm en el cas de l'acabat revestit. D'aquesta tipologia també hi ha els totxos clínquer i gresificats, fabricats amb argiles especials que en el seu procés de cocció fan tancar els porus, pel que tenen un percentatge d'absorció (6%) inferior a les tradicionals.



*FIG.2: Maó ceràmic perforat.
Font: Ceràmica Farreny*



FIG.3 : Exemple de maons ceràmics tipus clínquer.

Font: Gremi de Rajolers de Catalunya

- Foradades

Tenen una perforació superior al 45% del volum total. Aquesta és paral·lela al sentit del pla, i sol tenir forma circular o quadrada. Està disponible com a peça de gran format, l'anomenat. No s'utilitza per a paret resistent.



FIG.4 : Totxana ceràmica porosa.

Font: Ceràmica Farreny

Com a material d'unió entre elles, antigament s'utilitzava el fang o l'argila, i amb el temps es va barrejar calç, ciment i sorres, i finalment sorres puzolàniques d'origen volcànic.

Propietats tècniques

- Aïllament tèrmic

Les peces ceràmiques tenen una baixa conductivitat tèrmica, tot i que es pot millorar la propietat afegint aïllament tèrmic.

- Resistència al foc

El comportament de la ceràmica vers el foc és molt bo, ja que aquesta és incombustible i no emet gasos ni fums en contacte amb la flama ni propaguen l'incendi.

- Resistència l'impacte

Gràcies a la duresa i durabilitat de la ceràmica, les parets de ceràmica ofereixen gran resistència vers els impactes.

- Resistència mecànica

Els maons ceràmics permeten la construcció de murs amb altes prestacions mecàniques, tant en parets de tancament com estructurals.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- La relació qualitat preu que ofereix construir amb ceràmica ofereix un gran rendiment econòmic
- Presenten un sistema senzill i ràpid de col·locació
- Permet una construcció sana, ja que no conté elements tòxics i evita l'aparició d'al·lèrgies i altres malalties
- Tant la seguretat com la resistència que ofereixen les parets ceràmiques, garanteixen una bona protecció davant robatoris o intrusions

Com a inconvenients presenta:

- Les peces ceràmiques poroses no són impermeables
- Una mala resolució de les juntes pot afavorir l'entrada d'aigua a l'interior
- La filtració d'aigua pot provocar patologies com capil·laritats i eflorescències.

Usos principals

- Paret estructural

Construïda amb peça massissa o perforada, pot ser acabada vista o per revestir. La tipologia d'edificis construïts són bàsicament habitatges unifamiliars.



FIG.5 : Casa unifamiliar a Catellà del Vallès, amb façana d'obra vista.

Font: Salut Hàbitat

- Obra de fàbrica armada

Per millorar la ceràmica a tracció i a tallant, va sorgir la ceràmica armada. L'armat se situa en planta sobre l'estesa cobrint-se amb morter. S'utilitza acer inoxidable o acer galvanitzat, amb un diàmetre de 5 mm i amb un solapament de 25 cm lateralment.

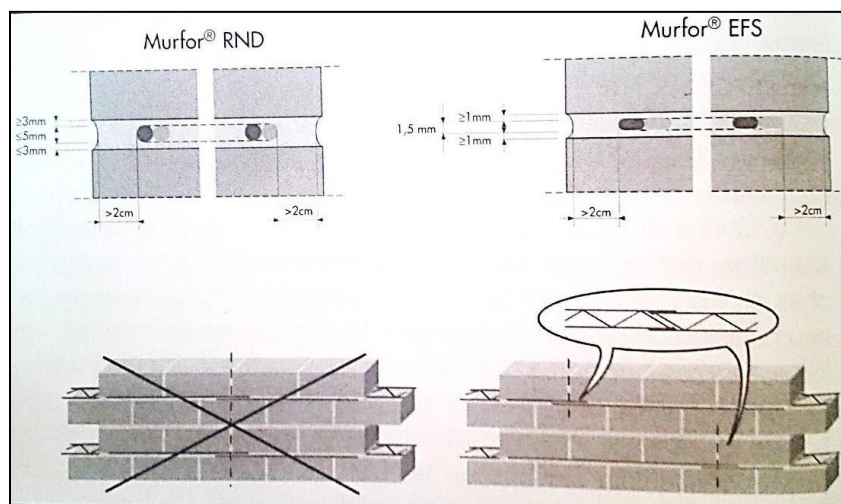


FIG.6 : Detalls constructius de fàbrica armada.

Font: Murfor

- Paret de tancament

Està construïda amb peces perforades o foradades, ja que la funció estructural la fa una estructura de formigó armat o metàl·lica. Pot ser amb acabat vist o revestit. La tipologia

d'edificis construïts amb aquestes peces és molt extens, va des d'habitatges (unifamiliars o plurifamiliars) fins a edificis de docència, oficines o sanitari entre d'altres.



FIG.7 : Edifici plurifamiliar construït amb maó vist de dos colors diferents situat a Palautordera.
Font: Fotografia pròpia

Composició de possibles façanes formades amb peces ceràmiques poroses

Les peces ceràmiques poroses formen diferents tipus de possibles façanes, en funció de si l'acabat és vist o revestit, l'existència o no de cambra d'aire i el tipus d'envà. Així podem trobar:

De l'exterior a l'interior:

- Paret ceràmica d'11,5 cm de gruix, que pot anar revestida amb un revestiment continu o discontinu
- Existència o no de cambra d'aire de 3 cm de gruix
- Aïllament tèrmic de 5 cm de gruix
- Envà interior, de 7 cm si és ceràmic, o amb placa de cartró-guix d'1,5 cm (amb una a l'altre costat de l'aïllament)
- Revestiment interior d'1,5 cm en envans ceràmics
- Acabat pintat o revestit amb rajola

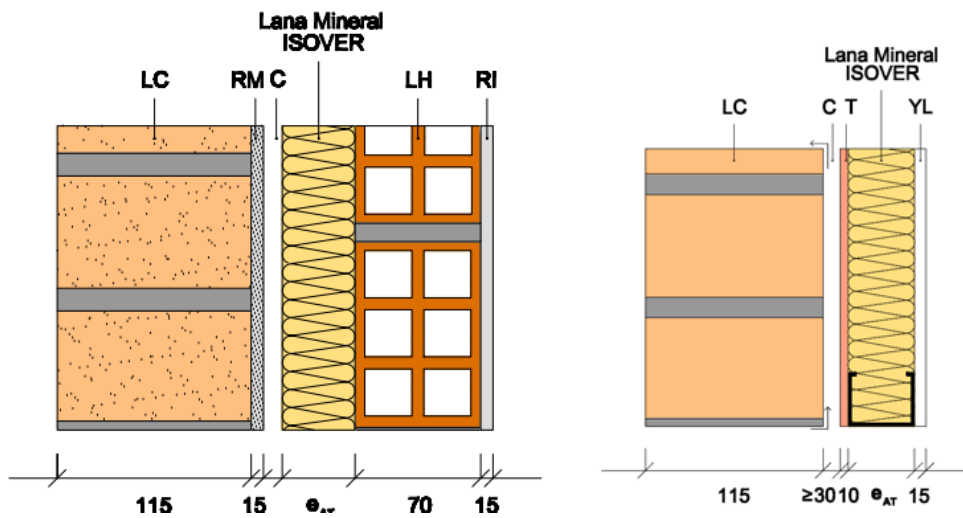


Fig. 8 i 9 :Seccions verticals de façana amb peces ceràmiques poroses amb acabat vist.

Font: Isover

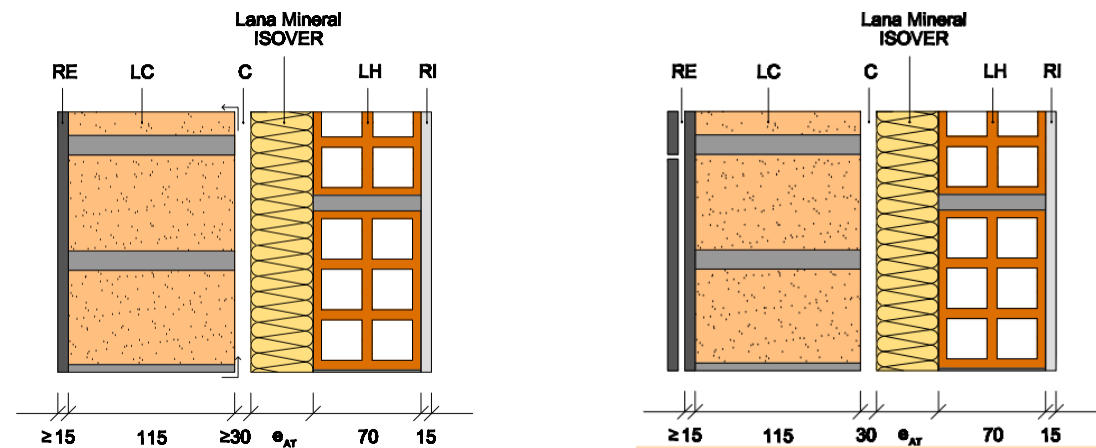


Fig. 10 i 11:Seccions verticals de façana amb peces ceràmiques poroses i revestiment exterior.

Font: Isover

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes de peces ceràmiques poroses

Segons la normativa actual vigent, CTE-DB-HE1, la transmitància màxima permesa és de 0,50 W/m²K a la zona menys desfavorable, i de 0,25 a la zona més desfavorable.

Tabla E.1. Transmitancia del elemento [W/m² K]

Transmitancia del elemento [W/m ² K]	Zona Climática					
	α	A	B	C	D	E
U_M	0.94	0.50	0.38	0.29	0.27	0.25
U_S	0.53	0.53	0.46	0.36	0.34	0.31
U_C	0.50	0.47	0.33	0.23	0.22	0.19

U_M : Transmitancia tèrmica de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

U_S : Transmitancia tèrmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior)

U_C : Transmitancia tèrmica de cubiertas

Per tant, una de les solucions per a aquest tipus de façana seria:

- Peça ceràmica porosa de 11,5 cm de gruix (vista o revestida)
- Cambra d'aire de 5 cm de gruix
- Aïllament tèrmic de 10 cm de gruix
- Envà ceràmic de 7 cm de gruix amb revestiment d'1,5 cm, o placa de cartró-guix d'1,5 cm de gruix
- Acabat pintat o enrajolat

Aquesta solució té una transmitància tèrmica de 0,24 W/m²K, pel què seria apta en el cas més desfavorable de la zona E, de 0,25 W/m²K.

1.2 Els blocs de termoargila

Descripció del material

Es tracta d'un bloc ceràmic de baixa densitat, fet amb argila i altres components a base de poliestirens de tipus granular, encarregats de formar els porus. La seva part interior disposa de forats en la seva transversalitat, aportant una bona resistència mecànica i capacitat d'aïllament tèrmic i acústic. De manera que segons la zona climàtica pot utilitzar-se com a paret d'una sola fulla.



FIG. 12 : Bloc de termoargila.

Font: Terreal

Es tracta d'un tipus de material molt recent, trobat per al científic alemany Fernhof ² a l'any 1966, en barrejar poliestirè amb argila, tot i que a casa nostra no es va comercialitzar fins l'any 1990. La seva formació es fa amb una barreja d'argiles, amb additius alleugerants (com el poliestirè expandit), els quals es gasifiquen durant el procés de cocció superior als 900°C sense deixar residus, formant una porositat homogènia a la massa de tot el bloc. El format de peça estàndard és de 30x19x14/19/24/29 cm. Pel que fa a la construcció del mur de bloc de termoargila, aquesta es fa a trencajunts, essent encaixat gràcies a la forma d'encadellat per la junta vertical, i amb morter per la cara horitzontal. A més, hi ha peces complementàries que ajuden a la formació d'encontres i obertures.

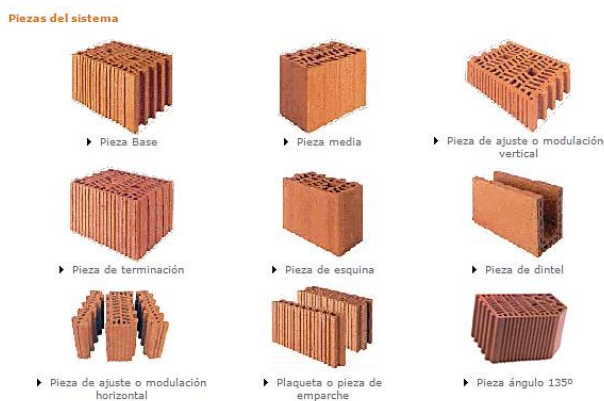


FIG.13 : Peces
especials de
termoargila.
Font: Terreal

Propietats tècniques

- Aïllament acústic

La porositat i a l'estructura interna permeten un esmorteïment del soroll, mentre que l'espessor de la seva massa ajuden a l'aïllament dels sorolls aeris.

- Aïllament tèrmic

Qualitat que s'aconsegueix gràcies a tres factors: la porositat de la massa, l'estructura interna del bloc i la disposició de juntes horitzontals de morter però verticals encadellades.

² Fernhof, Sven

- Impermeabilitat

A diferència de les peces ceràmiques generals, els porus de més gran dimensió interrompen o frenen l'ascens de la capil·laritat. Tot i així, sempre s'aconsella la utilització d'un recobriment en la part exterior de la paret.

- Inèrcia tèrmica

La inèrcia tèrmica es dona en els casos de murs d'una sola fulla, que degut a l'espessor i pes del bloc, evitant canvis de temperatura i aportant estabilitat tèrmica conjuntament amb un bon aïllament tèrmic.

- Resistència al foc

Aquesta propietat no s'obté directament del bloc per si sol, sinó que es garanteix amb un remolinat en la seva cara exterior amb morter d'1,5 cm i d'un enguixat d'1,5 cm per la seva part interior.

- Resistència mecànica

La resistència a compressió és similar a la del rajol ceràmic perforat, mentre que la seva adherència és superior degut a la perforació de les seves cares horitzontals. Com a inconvenient cal apuntar que la falta de morter en la junta vertical empitjora la seva resistència a tallant.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Col·locació fàcil amb estalvi de morter gràcies al format del bloc i al tipus d'unió, el que implica un millor rendiment a l'obra
- Estalvi de temps en l'execució dels murs degut a la bona qualitat tèrmica, que fa que l'ús de l'aïllament sigui menor, aconseguint també un estalvi econòmic
- És un material ceràmic que permet la construcció d'una vivenda sana sense ser tòxic, emetre radiacions o provocar al·lèrgies

Com a inconvenients presenta:

- Es requereix un bon replanteig i tenir en compte la resolució de l'encontre del mur amb les obertures, solucionant-les amb peces especials, ja que no s'aconsella tallar els blocs
- La no previsió o manca del mercat de les peces especials fa que la obra pugui arribar a quedar parada
- La mà d'obra ha de rebre una formació especial per tal de resoldre correctament els encontres i col·locar bé les peces

Usos principals

El bloc de termoargila és utilitzat bàsicament per a la construcció d'habitatges unifamiliars. En funció de l'estructura pot fer la funció de:

- Paret resistent

És una solució possible fins a 3 alçades en el cas de vivendes d'ús residencial i en funció de la zona sísmica. L'espessor del mur vindrà donada en funció del càlcul a excepció dels que estan en contacte amb l'ambient exterior, que com diu el DAU, serà de mínim 24 cm.



FIG.14 : Habitatge unifamiliar amb parets resistents de termoargila.

Font: Eco Habitar



FIG.15 : Les parets interiors, ja siguin resistents o no, es realitzen també en termoargila.

Font: Eco Habitar

- Paret de tancament

En aquest cas, per exemple, en edificis d'ús residencial amb estructura porticada de formigó armat. L'espessor de la paret vindrà determinada pel DAU (Document d'Adequació a l'ús), en funció de la solució i les accions sísmiques.

Com a sistema constructiu de façana, el bloc de termoargila es revesteix en la seva cara exterior amb morter monocapa de ciment o morter monocapa de calç i ciment, amb un acabat pintat, mentre que en la seva part interior s'acaba generalment amb un enguixat.



*FIG.16 : Habitatge unifamiliar construït amb estructura de formigó armat i tancament amb bloc de termoargila, situada a la vall del Montseny.
Font: Fotografia pròpia*

Composició de possibles façanes formades amb blocs de termoargila

- Paret estructural o tancament de façana

Independentment de si fa funció estructural o de tancament.

De l'exterior a l'interior:

- Revestiment exterior continu
- Mur de bloc de termoargila de 24cm de gruix

- Petita cambra igual o superior a 3 cm
- Aïllament tèrmic de 5 cm de gruix
- Envà ceràmic interior de 7 cm
- Revestiment interior d'1,5 cm de gruix acabat pintat o amb rajola

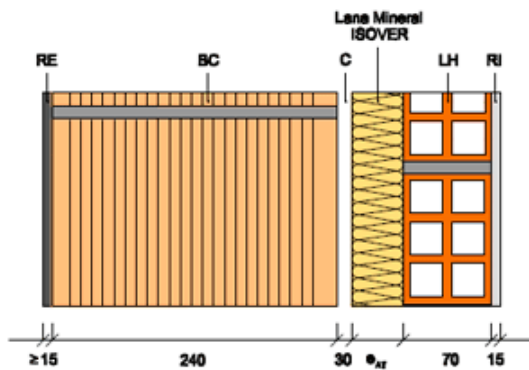


FIG. 17 : Secció vertical amb bloc de termoargila i envà ceràmic
Font: Isover

- Paret estructural o tancament de façana ventilada

De l'exterior a l'interior:

- Revestiment exterior per a façana ventilada de 3 a 5 cm de gruix
- Cambra d'aire de 3 a 5 cm
- Aïllament tèrmic de 5 cm de gruix
- Bloc de termoargila de 14 cm de gruix
- Placa de cartró guix d'1,5 cm
- Revestiment interior d'1,5 cm amb acabat pintat o enrajolat

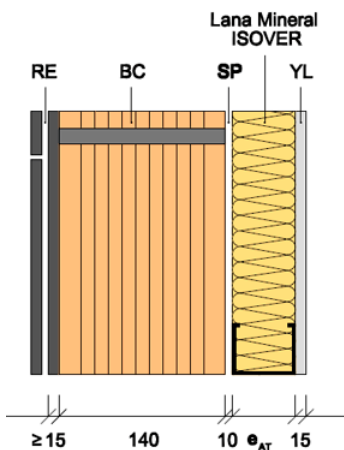


FIG. 18 : Secció vertical per a façana ventilada amb bloc de termoargila i envà de cartró-guix.
Font: Isover

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes amb blocs de termoargila

Segons la normativa actual vigent, CTE-DB-HE1, la transmitància màxima permesa és de 0,50 W/m²K a la zona menys desfavorable, i de 0,25 a la zona més desfavorable.

Tabla E.1. Transmitància del elemento [W/m² K]

Transmitància del elemento [W/m ² K]	Zona Climàtica					
	α	A	B	C	D	E
U_M	0.94	0.50	0.38	0.29	0.27	0.25
U_S	0.53	0.53	0.46	0.36	0.34	0.31
U_C	0.50	0.47	0.33	0.23	0.22	0.19

U_M : Transmitància tèrmica de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

U_S : Transmitància tèrmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior)

U_C : Transmitància tèrmica de cubiertas

Per complir amb els valors límit de la transmitància tèrmica, la façana es pot solucionar amb un gruix d'aïllament tèrmic al voltant dels 10 cm. Ara algunes fàbriques constructores de termoargila, han començat a incorporar al mercat el bloc de termoargila amb aïllament tèrmic incorporat, que sol ser de perlita. Amb el mateix sistema de façana que el bloc de termoargila tradicional, amb el bloc aïllat tèrmicament no cal aïllament tèrmic addicional en les zones menys desfavorables, però si a les més desfavorables, amb un gruix inferior de 5 cm.



FIG.19 : Bloc de termoargila amb aïllament tèrmic incorporat

Font: Tereal

2. El formigó i derivats del ciment

2.1 El formigó armat in situ

Descripció del material

El formigó armat està format pel formigó, compost de ciment, sorra, aigua i possibles additius, i l'acer en forma de barres corrugades. La combinació d'aquests dos ha sigut un material que ha permès complementar el formigó que treballa bé a compressió amb l'armat que treballa bé a tracció.

L'origen es situa a França, a l'any 1854, on J. Lambot³ va descobrir l'augment de la resistència armant el formigó armat; va construir una embarcació. Set anys més tard, Coignet⁴ va obtenir una patent per a la execució d'estructures de formigó armat. El 1867, J. Monier⁵ obté una patent, i aconsegueix reduir l'espessor de les estructures, amb una correcta distribució de les armadures. Anys més tard, l'enginyer Hennebique⁶ estudia el nou tipus de construcció, arribant a realitzar obres de gran magnitud. El 1875, després d'assajos d'aplicació a la construcció, Ward⁷ aplica el formigó armat als edificis, i finalment el 1890 es va generalitzar la construcció de formigó armat.



FIG.20 : Imatge de l'abocament del formigó en estat fresc.

Font: Pulimasa

³ Lambot, Joseph (1814-1887)

⁴ Coignet, François (1814-1888)

⁵ Monier, Joseph, (1823-1906)

⁶ Hennebique, François (1841-1921)

⁷ Ward, William E.

Tot i que va començant sent utilitzat per a obra industrial i civil, i gràcies a la investigació i evolució ha arribat als nostres temps com a un material utilitzat en la construcció d'habitatges, essent un material modern amb un munt de possibilitats i complint els requeriments de confort i durabilitat. El seu ús principal és destinat a estructures i murs, tot i que la seva aplicació s'està estenent a les façanes.

Propietats tècniques

- Aïllament acústic

Per l'espessor i la massa, el formigó presenta reduccions acústiques que poden arribar als 50 dBA.

- Durabilitat

El formigó té una bona durabilitat sempre que la seva dosificació i compactació sigui l'adequada per a l'ús i l'ambient al qual han d'estar. A més, aquest protegeix les armadures de la corrosió i altres agents exteriors.

- Impermeabilitat

El formigó és un material porós, però es considera bo en oposició a la penetració d'aigua.

- Resistència estructural

El formigó té una gran resistència a compressió, i l'acer, ja sigui en peces armades o pretensades, proporciona una resistència a tracció, de manera que el conjunt dels dos permet suportar grans càrregues.

- Resistència al foc

A part de ser incombustible, és mal conductor de la calor, i malgrat tenir les barres d'acer, aquestes estan protegides pel formigó.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Es tracta d'un material que pot tenir molts tipus de textures segons el tipus d'encofrat o motlle, que permet imitar altres materials
- A la seva fabricació, es poden afegir additius i addicions capaços d'afegir i millorar les seves propietats
- El seu manteniment és mínim

Com a inconvenients presenta:

- El seu temps d'enduriment és relativament llarg
- No permet l'encastament de les instal·lacions, a excepció de si hi ha existència de revestiment o es preveuen embegudes
- La posta en obra del formigó requereix molta cura
- En el moment de la construcció s'ha de ser precís ja que un cop endurit el formigó armat no admet modificacions

Usos principals

- Funció estructural

Igual que si es tractés com un mur de contenció de soterrani, el mur de formigó armat pot fer la funció estructural a part de ser la mateixa façana.



FIG. 21: Façana feta amb mur de formigó armat acabat vist i amb funció estructural del nou hospital d'Olot i Comarcal de la Garrotxa.

Font: Nació Digital

- Funció de tancament

De manera menys habitual, però també possible, s'utilitza el mur de formigó armat combinat amb els pilars de formigó armat, on aquest passa a assumir una funció de tancament, en aquest cas també per a façana.



FIG.22 : Façana de formigó armat no estructural de la comissaria de la policia local de Cubelles.
Font: Cubelles

Composició de possibles façanes formades amb formigó armat in situ

Aquesta composició variarà de si es tracta d'una paret estructural o de tancament, o bé si va destinat a la façana ventilada.

- Paret estructural o tancament de façana

Tan si el mur farà la funció estructural, o be de tancament encara que es realitzi amb estructura metàl·lica.

De l'exterior a l'interior:

- Mur de formigó armat acabat vist de façana de 15 a 20 cm de gruix.
- Aïllament tèrmic de 5 cm de gruix.
- Placa de cartró-guix d'1,5 cm de gruix acabat pintat o enrajolat.

- Tancament de façana ventilada

De l'exterior a l'interior:

- Fulla exterior de la paret; revestiment de façana ventilada, amb junta oberta, i subjectat mitjançant ancoratges metàl·lics i inoxidable per evitar possibles patologies, amb un gruix de 3 cm.
- Una càmera ventilada d'aproximadament 5 cm.
- Un aïllament hidròfug adherit a la paret interior, de gruix en funció del càlcul (generalment 5 cm).
- Mur de formigó armat de 15 a 20 cm de gruix.
- Un revestiment interior de cartró-guix 1,5 cm acabat pintat o enrajolat.

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes de formigó armat in situ

Un dels inconvenients del formigó armat com a material, és l'aïllament tèrmic. Tot i tenir inèrcia tèrmica, el seu valor de transmitància tèrmica és força alt. Segons la normativa actual vigent, CTE-DB-HE1, la transmitància màxima permesa és de 0,50 W/m²K a la zona menys desfavorable, i de 0,25 a la zona més desfavorable. Serà necessari l'ajuda de l'aïllament tèrmic, amb un gruix d'entre 10 i 15 cm depenent del gruix del mur de formigó. Una solució seria un mur de 25 cm de formigó armat, 15 cm d'aïllament tèrmic i un revestiment de placa de cartró-guix d'1,5 cm, amb una transmitància de 0,18 W/m²K.

Tabla E.1. Transmitància del elemento [W/m² K]

Transmitància del elemento [W/m ² K]	Zona Climàtica					
	α	A	B	C	D	E
U_M	0.94	0.50	0.38	0.29	0.27	0.25
U_S	0.53	0.53	0.46	0.36	0.34	0.31
U_C	0.50	0.47	0.33	0.23	0.22	0.19

U_M: Transmitància tèrmica de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

U_S: Transmitància tèrmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior)

U_C: Transmitància tèrmica de cubiertas

2.2 El formigó prefabricat

Descripció del material

El formigó prefabricat s'utilitza per a la construcció d'elements, ja siguin en forma d'elements estructurals (com els pilars i les bigues) o en forma de panell: aquests poden ser resistents o portants (aguanten i transmeten les càrregues) o no portants (fan la funció únicament de tancament). Per a l'estudi de les façanes, s'ha centrat en els panells de formigó prefabricat, que són els encarregats de tancar l'edifici, i a la vegada són els que formen l'aspecte exterior de la façana.

Tot i l'antiguitat del formigó armat, l'ús dels panells prefabricats es situa a partir dels anys cinquanta, provinent del moviment Modernista, amb l'arquitecte Le Corbusier⁸ per excel·lència, on els va utilitzar per a les façanes d'un edifici d'habitatges residencial a Marsella.



FIG.23 :Fotografia de l'edifici residencial de Marsella, projectat per Le Corbusier.
Font: Igreens

La seva evolució després de més de cinquanta anys, ha sigut la utilització de formigons lleugers utilitzant l'arilita com a àrid natural per a reduir el pes, la introducció de fibres per augmentar les dimensions i reduint el gruix i finalment la incorporació d'aïllament tèrmic. A casa nostra, la construcció amb panells prefabricats no ha sigut gaire considerable.

Els panells són fabricats en funció del projecte, amb motlles de mida estandarditzada o bé fets a mida els quals ja surten de fàbrica amb les obertures, pas d'instal·lacions i l'acabat de façana. Un cop a l'obra es fixen a l'estructura; els verticals solen anar de forjat a forjat mentre que els horitzontals de pilar a pilar, mitjançant fixació mecànica, i entre ells amb junta i segellat de silicona especial.

⁸ Le Corbusier, pseudònim de Jeanneret-Gris, Charles-Édouard (1887-1965)

A dia d'avui hi ha diversos tipus de panells de formigó prefabricats al mercat:

- Els panells de formigó prefabricat massissos

Es tracta de panells de formigó armat de 6 a 14,4 metres d'amplada i de 2,4 a 3 metres d'alçada, amb gruixos que es troben entre els 10 i els 24 cm.

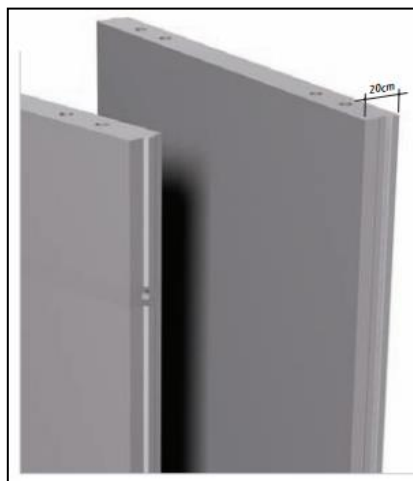


FIG.24 : Panell de formigó prefabricat de tipus massís.

Font: Trumes

- Els panells de formigó prefabricat de doble paret (Double Wall)

El sistema consisteix en dues plaques unides de formigó armat, de 8 a 14 metres d'amplada, 3 metres d'alçada i 6 cm cadascuna amb gruixos totals dels mínim 20 cm als màxim 50 cm , unides per gelosies metàl·liques.



FIG.25 : Panell de formigó prefabricat de doble paret, com s'observa ja duu incorporat l'obertura de la porta i finestra, així com el pas de les instal·lacions.

Font: Archiproducts

- Panell de formigó sandvitx

Es tracta d'un sol panell que duu incorporat una capa intermitja d'aïllament tèrmic, generalment poliestirè expandit. Si les plaques de formigó són independents i lliurament

dilatables, no hi ha existència de ponts tèrmics. Els gruixos totals van dels 16 als 24 cm, amb amplades de 8,8 a 13,2 metres i alçades de com a màxim 3 metres. Els gruixos de construcció van dels 20 als 28 cm.



FIG.26: Panell de formigó prefabricat tipus sandvitx, on es diferencien el panell interior i exterior, i el gruix considerable d'aïllament. També inclou l'obertura de la finestra.
Font: Weckenmann

Un dels tipus de panells de formigó que s'està utilitzant molt actualment són els anomenats "GRC" (Glassfibre Reinforced Cement). Poden ser massissos, dobles o sandvitx. Estan formats per



FIG.27 : Panell de formigó prefabricat tipus GRC, s'observa que el seu acabat és més llis i acurat.

Font: Tecnyconta

morter de ciment armat amb fibra de vidres resistents. El morter pot ser gris o blanc, i amb sorra de silici amb contingut de Quars superior al 96% del pes de la sorra, i granulometria de màxim 1,6 mm. Se li poden afegir additius com plastificants, superplastificants, fluidificants, impermeabilitzants o hidròfugs. Les fibres de vidre, tenen forma de filaments, i són els encarregats d'aportar la resistència.

Propietats tècniques

- Aïllament acústic

És una propietat que li dóna avantatge, per la transmissió acústica respecte els sorolls d'impacte.

- Aïllament tèrmic

De la mateixa manera que aïlla acústicament per la seva espessor i massa, els panells prefabricats (els que porten aïllament incorporat) tenen molt bones prestacions d'aïllament tèrmic, arribant a valors de transmissió de $0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$.

- Durabilitat

Com s'ha comentat en el cas del formigó armat in situ, la dosificació i compactació del formigó són la clau per a la seva llarga vida útil.

- Impermeabilitat

El formigó no es considera 100% impermeable, però sí que oposa molt bona resistència al pas de l'aigua.

- Resistència al foc

Els panells de formigó no es cremen quan hi ha un foc, ofereix estabilitat i no requereix de tractaments de protecció específics addicionals com l'acer.

- Resistència estructural

El formigó armat de per si ofereix una bona resistència a compressió, i els panells prefabricats són capaços d'arribar a valors d'entre $60\text{-}100 \text{ N/mm}^2$.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- S'adapten amb diverses formes, textures, colors i acabats

- Al ser prefabricat, estalvia tots els problemes derivats de la posta en obra del formigó armat
- Es poden resoldre estructures de grans llums amb menys cantell
- Facilitat i rapidesa de muntatge, amb un rendiment de 500 m²/dia
- Manteniment molt baix, i fàcil de netejar

Com a inconvenients presenta:

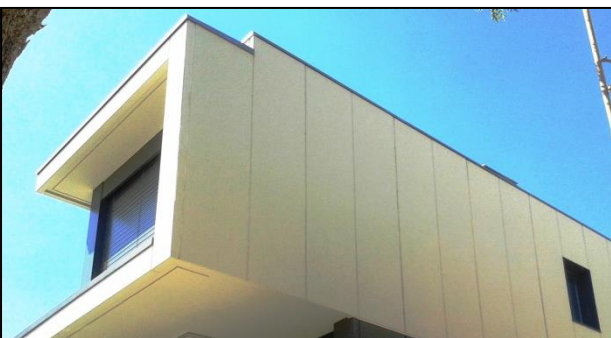
- Les dimensions dels panells es poden veure limitades en funció del transport
- Cal segellar molt bé les juntes per evitar la filtració d'aigua

Usos principals

El seu ús va destinat a edificis d'obra nova de tipologia industrial, docent, administratiu i actualment s'està estenent molt en l'àmbit residencial.



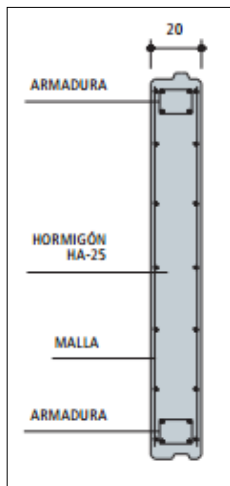
*FIG. 28: Nau industrial realitzada amb panells de formigó prefabricat al Polígon Industrial Santa Maria Park a tocar de Sant Celoni.
Font: Fotografia pròpia*



*FIG.29: Habitatge unifamiliar construït amb panells de formigó prefabricat, situat a Girona.
Font: Fotografia pròpia*

Composició de possibles façanes formades amb formigó prefabricat

- Els panells de formigó prefabricat massissos



Si no estan en un edifici amb necessitat de ser calefactat, es poden posar sense necessitat d'aïllament. En el cas dels habitatges, serà necessari un revestiment interior amb aïllament tèrmic de 5 a 10 cm de gruix, i un revestiment d'1,5 a 2,5 cm de gruix.

FIG.30 : Detall constructiu panell formigó prefabricat massís.

Font: Planasark

- Els panells de formigó prefabricat de doble paret (Double Wall)

La façana la formen els panells dobles, que venen prefabricats a obra, l'interior d'aquests que es formigona un cop a l'obra, i generalment es col·loca un aïllament tèrmic de 5 a 10 cm de gruix, i un revestiment d'1,5 a 2,5 cm de gruix, que acostuma a ser de cartró-guix.



FIG. 31: Imatge lateral de panell de formigó prefabricat doble.

Font: Archiexpo

- Panell de formigó "Sandvitx"

La façana la forma el panell tot sencer. Té una part que forma la façana exterior, l'aïllament interior i l'altre part que forma el revestiment interior.

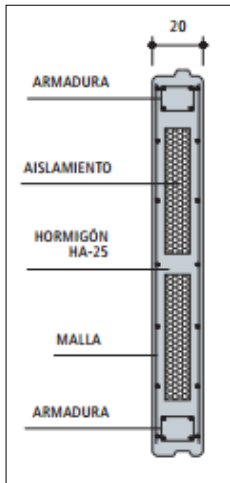


FIG.32 : Detall constructiu de panell formigó prefabricat tipus sandvitx.

Font: Planasark

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes de formigó prefabricat

Segons la normativa actual vigent, CTE-DB-HE1, la transmitància màxima permesa és de 0,50 W/m²K a la zona menys desfavorable, i de 0,25 a la zona més desfavorable.

El panell massís té una transmitància tèrmica de 4,28 W/m²K amb un gruix de 10 cm i de 3,13 W/m²K amb 24 cm de gruix.

El panell doble es situa amb uns valors de transmitància tèrmica de 3,13 W/m²K amb un gruix de 20 cm i de 0,99 W/m²K amb 50 cm de gruix.

El panell sandvitx té una transmitància tèrmica d'1,51 W/m²K amb un gruix de 16 cm i de 1,10 W/m²K amb un gruix de 24 cm en el cas de portar poliestirè expandit, i de d'1,28 W/m²K amb un gruix de 16 cm i de 0,98 W/m²K amb un gruix de 24 cm amb poliestirè extruït.

Tabla E.1. Transmitància del elemento [W/m² K]

Transmitància del elemento [W/m ² K]	Zona Climàtica					
	α	A	B	C	D	E
U_M	0.94	0.50	0.38	0.29	0.27	0.25
U_S	0.53	0.53	0.46	0.36	0.34	0.31
U_C	0.50	0.47	0.33	0.23	0.22	0.19

U_M: Transmitància tèrmica de murs de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

U_S: Transmitància tèrmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior)

U_C: Transmitància tèrmica de cubiertas

D'aquests valors es pot concloure, que cap dels elements prefabricats compleix per a si sol. Per tant, és necessari com a mínim la addició d'aïllament tèrmic amb gruixos entre 5 i 15 cm per a poder satisfer amb els requisits de la normativa.

2.3 Els blocs de formigó

Descripció del material

L'origen del formigó està vinculat al naixement del ciment Pòrtland a principis del segle XIX. El bloc de formigó va sorgir com una alternativa econòmica de la fàbrica de pedra. Els primers blocs eren massissos i amb el pas del temps van alleugerir-se (deixant uns forats verticals a l'interior del bloc) i amb mides diferents. Actualment les dimensions s'han estandarditzat, pensades per a una modulació de 40x20x20 cm; essent el bloc amb mides tipus 39x19x19 cm i deixant 1 cm de junta de morter per a cada costat. El seu procés constructiu es basa en la barreja de l'àrid d'una granulometria compresa entre els 1,6 i 5 mm, amb ciment i additius (generalment solen ser impermeabilitzants), i l'aigua necessària per al procés d'emmotllat, premsat, vibrat i desemmotllat.



FIG.33 : Imatge d'un bloc de formigó.
Font: Casa de la construcció

Propietats tècniques

- Aïllament acústic

Els productes de formigó fabricats actualment permeten arribar als 60 dB, amb molt bona absorció acústica i difusió del soroll, fins i tot amb solucions d'una sola fulla.

- Aïllament tèrmic

Els blocs de formigó, a diferència del formigó armat, posseeix una bona inèrcia tèrmica.

- Protecció a l'aigua

Els blocs utilitzats per a l'exterior tenen un coeficient molt baix d'absorció de l'aigua per capil·laritat al estar hidrofugades, amb un valor de succió de $0,22 \text{ g/m}^2$.

- Resistència a compressió

Els blocs de formigó presenten una resistència a compressió normalitzada superior molt superior als 6 N/mm^2 , de manera que es pot utilitzar en murs resistents.

- Resistència al foc

En cas d'incendi, la seva resistència pot arribar als 240 minuts, conservant les característiques estructurals de les peces. La seva reacció al foc és de classe A1.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Per a la resolució d'entregues o cantonades, hi ha disponibilitat de més peces especials que en la ceràmica
- Al ser el bloc de dimensions superiors a la peça ceràmica, implica un rendiment superior i l'execució de menys juntes: amb la ceràmica hi ha aproximadament 30 peces/m^2 mentre que amb el bloc de formigó hi ha 12 blocs/m^2
- Sempre que es tinguin el compte factors com la densitat del formigó, la presència de cambra d'aire o el gruix de l'aïllament, les prestacions que es poden obtenir d'aïllament acústic, tèrmic o de resistència al foc són molt bones

Com a inconvenients presenta:

- El pes del bloc de formigó és superior al de la peça ceràmica, pel que la seva manipulació resulta menys senzilla (la peça ceràmica es pot agafar amb una sola mà, mentre que amb el bloc costa més)
- Degut a la seva capacitat de deformació que presenta el bloc de formigó respecte a la ceràmica a la fulla exterior, el gruix d'aquest serà sempre superior a 15 cm. També cal tenir en compte que és necessari el reforç omplint els forats verticals amb formigó o armant les juntes horitzontals a les entregues, cantonades i punts singulars

- A l'hora de dur a terme les entregues de la paret, la rigidesa és un condicionant conjuntament amb les seves mesures per acabar amb peces senceres
- Pot presentar dificultat en l'adherència dels revestiments a la paret de bloc

Usos principals

La tipologia d'edifici construït amb bloc correspon sobretot a l'ús industrial, també es pot trobar en el docent i residencial, de manera més reduïda.

- Murs estructurals

Sovint els murs de formigó són utilitzats com a murs de càrrega, sobretot en edificis de poca alçada. Aquests acostumen a anar revestits, tot i que en alguna ocasió es deixa el bloc vist com a propi acabat de façana.



FIG.34: Façana amb bloc de formigó vist situat a la zona del baix Montseny.
Font: Fotografia pròpia

- Murs de tancament

Pot ser utilitzat en estructura de formigó armat o bé metàl·lica. El bloc fa simplement la funció de tancament.

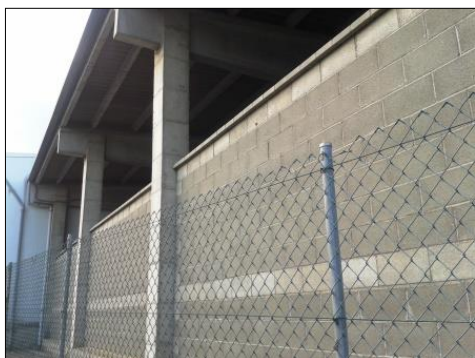


FIG.35: Imatge de la part posterior de l'escorxador de Santa Maria de Palautordera, amb estructura de formigó armat i tancament amb bloc de formigó.
Font: Fotografia pròpia

- Murs per a façana ventilada

Estructural o de tancament, el mur de bloc de formigó és també molt utilitzat en les façanes ventilades.



FIG.36: Façana amb tancament bloc de formigó per a façana ventilada.

Font: Font: Fotografia pròpia

Composició de possibles façanes formades amb blocs de formigó

- Paret estructural o tancament de façana

Independentment de si fa funció estructural o de tancament.

De l'exterior a l'interior:

- Mur de bloc de formigó de 14 cm de gruix
- Petita cambra igual o superior a 3 cm
- Aïllament tèrmic de 5 cm de gruix
- Envà de bloc de formigó de 8 cm
- Revestiment interior d'1,5 cm de gruix acabat pintat o amb rajola

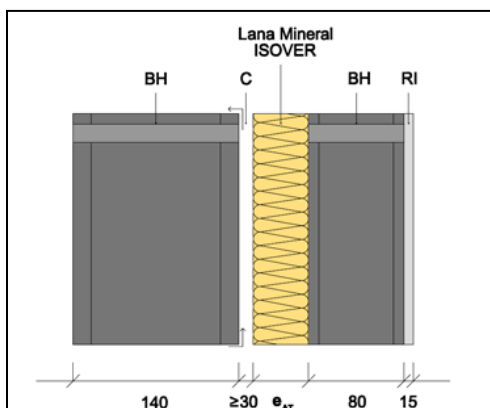


FIG.37 : Detall constructiu de façana amb bloc de formigó

Font: Isover

- Paret estructural o tancament de façana ventilada

De l'exterior a l'interior:

- Revestiment exterior per a façana ventilada de 3 a 5 cm de gruix
- Cambra d'aire de 3 a 5 cm
- Aïllament tèrmic de 5 cm de gruix
- Bloc de formigó armat de 14 cm de gruix
- Revestiment interior d'1,5 cm amb acabat pintat o enrajolat

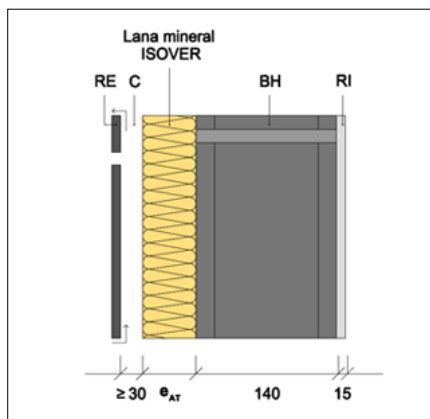


FIG.38: Façana amb bloc de formigó, cambra d'aire i revestiment exterior
Font: Isover

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes amb blocs de formigó

Segons la normativa actual vigent, CTE-DB-HE1, la transmitància màxima permesa és de 0,50 W/m²K a la zona menys desfavorable, i de 0,25 a la zona més desfavorable.

Tabla E.1. Transmitància del elemento [W/m² K]

Transmitància del elemento [W/m ² K]	Zona Climàtica					
	α	A	B	C	D	E
U _M	0.94	0.50	0.38	0.29	0.27	0.25
U _S	0.53	0.53	0.46	0.36	0.34	0.31
U _C	0.50	0.47	0.33	0.23	0.22	0.19

U_M: Transmitància tèrmica de murs de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

U_S: Transmitància tèrmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior)

U_C: Transmitància tèrmica de cubiertas

Una possible solució per a complir amb la normativa seria:

-Mur de bloc de formigó de 0,24 cm de gruix (la façana es podrà revestir independentment de la solució del conjunt.), 15 cm d'aïllament tèrmic i placa interior d'1,5 cm de gruix. La transmitància tèrmica del conjunt és de 0,18 W/m²K, pel que compliria fins i tot en el cas més desfavorable.

2.4 Els maons silici-calcaris

Descripció del material

El maó de silici-calcarí és visualment molt similar al maó ceràmic, la diferència és el seu color blanc. Està format a partir de la barreja d'aigua, ciment blanc i pols de marbre.

En primer lloc es barregen els tres materials principals i es deixen reposar durant aproximadament 3 hores, fent que la calç es torni viva al ser hidratada. Després se li afegeixen àrids de major dimensió i aigua. Finalment es premsa en diverses vegades fins arribar al final. Abans de ser empaquetats per posar a la venda, passen per un procés d'autoclau de 8 hores a 16 atmosferes de pressió.



FIG. 39: Maons silici- calcaris.

Font: All Biz



FIG.40 : Detall d'una façana construïda amb maó silici-calcarí. La seva aparença és igual a la de l'obra vista amb ceràmica porosa.

Font: Fotografia Pròpia

En el mercat hi ha tres tipus de maons silico-calcaris:

- Maó massís: és el format per la peça sencera sense la realització de cap perforació o emmotllat especial.

- Maó perforat: disposa de perforacions circulars verticals al pla en un volum no superior al 10% del volum total. Aquestes perforacions permeten una millor adherència amb el morter, per tal d'assegurar la resistència i estanqueïtat
- Maó aplantillat: s'utilitza per a la construcció a sardinell o realització d'arcs, ja que disposa d'un costat corbat.

El color característic és el blanc, tot i que també se'n fabriquen amb additius colorants, que li donen una tonalitat més rosada o grisa.



FIG. 41: Maons silici-calcaris de diferents colors
Font: All Biz

Propietats tècniques

- Aïllament tèrmic
Propietat aportada per la composició de la peça i estructura molecular.
- Aïllament acústic
Permet aïllar fins a 50 dB, sempre que disposi d'un arrebossat a la cara interior.
- Resistència al foc
És capaç de suportar fins a 4 hores abans de començar a perdre les seves propietats.
- Resistència a la intempèrie i agents químics
Es deu a la composició de silici i calcària, els dos resistents als climes agressius, sulfats i a la salinitat.
- Resistència mecànica
Es tracta d'una peça que treballa a compressió, amb un valor característic superior als 13 N/mm².

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Tot i que el seu color típic és el blanc, hi ha una petita gamma de colors
- El seu manteniment és baix
- No presenten fissuració ni nòduls d'argila

Com a inconvenients presenta:

- S'han de tenir en compte les juntes per evitar problemes de filtració
- El morter per a les juntes ha de ser preparat i executat de manera correcta per evitar eflorescències

Usos principals

És habitual en alguns edificis residencials, però també en edificis de docència.

- Paret estructural i de tancament

El tancament amb peça silico-calcària és existent a Catalunya i s'utilitza, tot i no ser dels sistemes més utilitzats. El seu acabat es deixa vist, molt similar a l'obra vista.



FIG.42 : Edifici de l'Escola Politècnica Superior de Girona, amb façana de maó silico-calcari.

Font: Fotografia pròpia



FIG.43: Detall de façana de maó silici-calcari d'edifici residencial situat a la població de Tordera.

Font: Fotografia pròpia

Composició de possibles façanes formades amb peces silici-calcàries

A Catalunya la façana típica amb maó silici-calcari està composta per:

De l'exterior a l'interior:

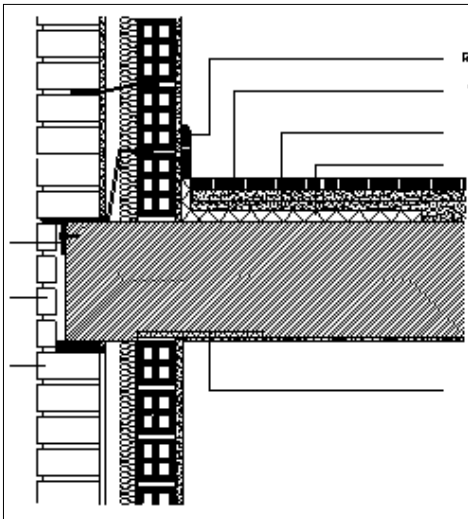


FIG.44: Secció vertical de façana de maó silici calcari.

Font: Construmatica

-Paret de maó silici-calcari d'11,5 cm de gruix.

-Cambra d'aire de 5 a 10 cm

-Pot incloure aïllament de 5 cm de gruix

-Envà interior ceràmic de 5 o 7 cm de gruix amb revestiment 1,5 a 2 cm, o envà de cartró-guix d'1,5 cm de gruix

-Acabat pintat o enrajolat

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes de peces silici-calcàries

Segons la normativa actual vigent, CTE-DB-HE1, la transmitància màxima permesa és de 0,50 W/m²K a la zona menys desfavorable, i de 0,25 a la zona més desfavorable.

Tabla E.1. Transmitància del elemento [W/m² K]

Transmitància del elemento [W/m ² K]	Zona Climàtica					
	α	A	B	C	D	E
U_M	0.94	0.50	0.38	0.29	0.27	0.25
U_S	0.53	0.53	0.46	0.36	0.34	0.31
U_C	0.50	0.47	0.33	0.23	0.22	0.19

U_M : Transmitància tèrmica de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

U_S : Transmitància tèrmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior)

U_C : Transmitància tèrmica de cubiertas

El maó silici-calcari d'11,5 cm de gruix té una transmitància tèrmica de 2,66 W/m²K. Per tal de complir amb la normativa del CTE-DB-HE1, amb un revestiment d'11,5 cm de gruix de maó silicocalcari, la façana ha de disposar dels següents elements:

-Paret de maó silici-calcari d'11,5 cm de gruix.

-Cambra d'aire de 5 a 10 cm

-Pot incloure aïllament de 15 cm de gruix

-Envà interior ceràmic de 5 o 7 cm de gruix amb revestiment 1,5 a 2 cm, o envà de cartró-guix d'1,5 cm de gruix

-Acabat pintat o enrajolat

El valor de la transmitància tèrmica del conjunt de la façana és de 0,21 W/m²K, per tan compliria amb la normativa fins i tot a la zona més desfavorable que és de 0,25 W/m²K.

3. La fusta

3.1 La fusta natural

Descripció del material

La fusta és un material d'origen natural obtinguda dels tronc dels arbres, formada per el duramen (la part central del troc composta per cèl·lules mortes) i l'albeca (situada entre el duramen i l'escorça és la part jove que té els anells de creixement, on la fusta és més clara i menys densa). Aquesta es divideix en dos famílies principals, les fustes coníferes, que comprèn la família dels pins i avets i es caracteritza per a ser molt homogènia, i les frondoses, que representen a la resta i per al contrari són més heterogènies. A Catalunya les més utilitzades són les coníferes, ja que tres quartes parts de la seva extensió està format per aquest tipus de família, seguida per la de roure, alzina, castanyer i pollancre.



FIG.45: Imatge del tronc d'un arbre, on es diferencia el duramen al centre del tronc més fosc, i l'albeca, més clara i situada entre el duramen i l'escorça..

Font: Articles de fusta Puig SCP

La fusta, conjuntament amb la pedra, són els materials més antics de la construcció. La seva evolució va començar quan s'utilitzava com a esquelet i es recobria amb pells d'animals. Durant el període dels anys 4000 a 3000 a.C., es van construir petits habitatges de planta rectangular, amb pals de fusta recoberts de canyes i fang. A Catalunya, un dels exemples més clars eren les cabanyes de fusta, com a medi de refugi i posteriorment d'habitatge. Al cap de molts segles, entre els anys 1700 i 1900, l'ús de la fusta a Europa es va fer molt habitual i es solia combinar amb ceràmica i pedra, ja que fins al segle XIX, era el recurs per als sistemes estructurals abans que l'acer es comencés a utilitzar. Finalment es va introduir un sistema procedent d'Amèrica, el "balloon frame", que consistia en una estructura de xapes i llistons unides mecànicament, enlloc de bigues i pilars. A l'actualitat, s'han introduït els sistemes prefabricats, amb l'objectiu d'accelerar el procés constructiu i de posta en obra. A part d'element constructiu, la fusta també servia (i encara ara) com a mecanisme auxiliar: les cintres per a la formació dels arcs, les corretges i els tirants, els encofrats...

L'estat actual de la fusta natural a casa nostra, és bastant reduït. En el cas de les estructures, el seu ús ha anat minvant per la manca de normativa, escassetat de recurs (la fusta autòctona no serveix per a les estructures) i la competència del formigó, acer i ceràmica, sobretot a termes econòmics, ha fet que sigui un material per a ús estructural que es fa servir de manera molt ocasional. Tanmateix, la introducció dels prefabricats de fusta (veure l'apartat *Revestiments de prefabricats de fusta*) ha disminuït el seu ús sobretot en mobiliari i portes, i amb les finestres d'alumini i PVC, també han deixat de ser utilitzades en aquest sentit. Amb el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE-DB-SE-Madera), s'han establert les bases de càlcul per als elements estructurals de fusta.

Segons la forma d'ús de la fusta, trobem:

- Fusta asserrada massissa: la qual és la fusta que s'obté directament del tronc i va destinada a la fabricació d'elements estructurals. Necessita ser assecada per arribar a uns continguts d'humitat adequats.
- La fusta escairada: és la que un cop obtinguda del tronc, passen per un procés de serratge per transformar-se en taulons, taulers o llistons.

Les unions amb diferents elements de fusta es poden fer amb unions tradicionals de contacte entre dos elements, de manera mecànica amb claus grapes o passadors, o bé amb la utilització de coles.

Propietats tècniques

Cal fer menció que cada tipus de fusta té unes característiques que poden variar, però a continuació s'exposen les més comunes:

- Aïllament tèrmic

La fusta ofereix resistència al pas del fred i de la calor, pel que se'l considera bon aïllant tèrmic, i també elèctric.

- Durabilitat

És un material que té una vida útil sempre que se li apliquin els tractaments corresponents i es faci un manteniment periòdic.

- Duresa

Oposa resistència a elements com els cargols o puntes.

- Ecològic i sostenible

Es tracta d'una matèria primera procedent de la natura, i que posterior a la seva fase de vida útil pot tornar a reciclar-se.

- Higroscopicitat

La fusta és un material porós que absorbeix i desprèn humitat de l'ambient on es troba.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- La fusta és un material que aporta molt de confort a l'ambient interior
- Dóna un aspecte òptic molt elegant
- Es pot treballar fàcilment amb l'ajuda d'eines i permet obtenir moltes formes i elements

Com a inconvenients presenta:

- Requereix un manteniment constant i específic
- És un material més car en comparació amb altres sistemes constructius
- Malgrat la normativa que obliga a tenir resistència contra el foc, la fusta és un material sensible al foc, agents biòtics i abiòtics i als raigs ultraviolats del sol

Usos principals

Com s'ha mencionat anteriorment, la fusta s'utilitza com a element estructural en forma de bigues i pilars, i com a element en forma de placa o peça, ja sigui resistent o no. En obra nova, es construeix molt poc amb fusta, tot i que segueix sent un material bàsic en moltes obres de rehabilitació, sobretot estructurals. Dins el camp de les façanes, la fusta a nivell més reduït però

no sense extingir-se, es segueix utilitzant sobretot dins l'àmbit residencial, concretament a les zones de muntanya, i també com a reclam turístic dins el sector hotelier de les zones rurals.



FIG.46: Hotel construït amb façana de fusta, situat al baix Montseny.

Font: Hotel l'Om

Composició de possibles façanes formades amb fusta natural

- Façana estructural

Es construeix mitjançant elements amb fusta asserrada, els quals donen l'aspecte final de la façana a la vegada que fan la funció de paret resistent.

- El sistema "steko block"

Aquest sistema es basa en blocs prefabricats de format petit, que encaixats permeten la construcció de parets. Disposen d'un espai per al pas d'instal·lacions i aïllament.



FIG.47: Imatge d'una peça de fusta del sistema "steko block".

Font: Institut Tecnològic de Lleida

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes de fusta natural

Segons la normativa actual vigent, CTE-DB-HE1, la transmitància màxima permesa és de 0,50 W/m²K a la zona menys desfavorable, i de 0,25 a la zona més desfavorable.

Tabla E.1. Transmitància del elemento [W/m² K]

Transmitància del elemento [W/m ² K]	Zona Climàtica					
	α	A	B	C	D	E
U_M	0.94	0.50	0.38	0.29	0.27	0.25
U_S	0.53	0.53	0.46	0.36	0.34	0.31
U_C	0.50	0.47	0.33	0.23	0.22	0.19

U_M : Transmitància tèrmica de murs de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

U_S : Transmitància tèrmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior)

U_C : Transmitància tèrmica de cubiertas

En el cas del sistema estructural, la transmitància tèrmica podrà variar en funció dels gruixos i materials que es determinaran abans de la fabricació, segons exigències de projecte, malgrat que l'aïllament tèrmic serà l'encarregat d'evitar bona part de la transmitància tèrmica.

En canvi, pel que fa al sistema de "steko block", hi ha establerts uns valors estandarditzats per la casa comercial on especifiquen en funció de d (Gruix aïllament tèrmic), el valor de la transmitància tèrmica. En el cas de Catalunya, a les zones A i B compliríem amb 40 mm, a la C amb 60 mm, a la D amb 80 mm i a la E amb 100 mm.

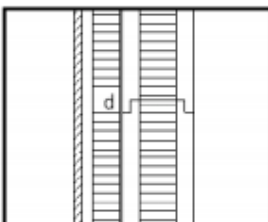


FIG.48: Imatge d'una peça de fusta del sistema "steko block".

Font: Institut Tecnològic de Lleida

d	Coefficiente U
40 mm	0,31 W/m ² K
60 mm	0,27 W/m ² K
80 mm	0,25 W/m ² K
100 mm	0,23 W/m ² K
120 mm	0,21 W/m ² K
140 mm	0,19 W/m ² K
160 mm	0,18 W/m ² K

3.2 Els prefabricats de fusta

Descripció del material

Els prefabricats de fusta són aquells que s'obtenen a partir d'un procés de transformació de la fusta natural, o bé també utilitzant la fusta reciclada. La seva primera ressenya història els situa a principis del segle XX. El primer tauler va ser el contraxapat, sorgit de les coles i adhesius utilitzats durant l'inici d'aquell segle, i gràcies també a nou mètodes de tall de xapes de fusta. Posteriorment van arribar els aglomerats i ja per últim els de fibres. Els productes prefabricats de fusta que trobem actualment són els següents:

- Taulers de xapes (contraplacats): es fabriquen a partir de xapes de fusta natural d'1,6 a 3,2 mm de gruix, encolant-les transversalment amb l'ús de resines sintètiques aplicant calor i pressió. Sovint es poden veure revestits amb una làmina de fusta natural o prefabricada d'imitació de la fusta. Aquests taulers es caracteritzen per tenir una gran resistència en totes les direccions, flexibilitat i fàcil manipulació. El contacte amb la humitat provoca la seva deformació i pèrdua de propietats.



FIG.49: Detall de taulers de xapa (contraplacat).

Font: Som arquitectura

Dins dels taulers aglomerats, cal destacar el OSB (Oriented Strand Board), amb flocs orientats, i que es caracteritzen per a tenir una resistència major a la dels aglomerats tradicionals.

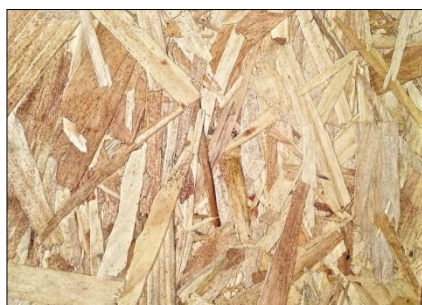


FIG.50: Imatge de tauler OSB, on s'observen les estelles de fusta de mida més gran.

Font: Mecakim

- Taulers de partícules (aglomerats): es fabriquen amb partícules o encenalls de fusta, encolades amb resines sintètiques a base de formaldehid que posteriorment passen per un procés de premsat per tal d'aconseguir un bon grau de compacitat. Són menys densos que la fusta natural o els mateixos taulers contraplacats, però en canvi ofereixen una menor resistència i mal comportament enfront la humitat. Per millorar la seva resistència i aspecte visual, es solen revestir amb làmines de fusta natural o de melamina.



FIG.51: Detall de tauler de partícules.
Font: Som arquitectura

- Taulers de fibres: estan formats per fibres de fusta molt petites, que essent humides passen per un procés de premsat per tal de ser reconstituïdes. Es caracteritzen per una bona duresa però en canvi ofereixen poca resistència. Es poden dividir en funció del tipus d'aglutinant d'unió i densitat: per una part tenim les DM o MDF (de mitja densitat) i per altre les HPL o compacte fenòlic (alta densitat). Les DM o MDF tenen les dues cares llises i són fabricades per un procés en sec, i és un adhesiu de resines sintètiques que aglutinen les fibres, obtenint una densitat de 700 Kg/m^3 . Les HPL o compacte fenòlic, s'utilitzen les resines fenòliques termoendurides, que li aporten resistència a l'abradió i impermeabilitat, amb una densitat de 1400 Kg/m^3 .



FIG.52: Detall de taulers de fibres amb recobriments de diferents colors.
Font: Som arquitectura

- Taulers de llistons (enllistonats): són llistons de fusta tova encolats lateralment amb resines sintètiques, i que sovint van revestits per les dues cares amb xapes de fusta, per tal de millorar el seu aspecte.



FIG.53: Detall de tauler de llistons, on sobretot en el lateral es pot observar els diferents llistons, cadascun d'ells amb un sentit de les fibres diferent.
Font: Crearlab

D'aquests tipus de prefabricats de fusta anomenats, el més utilitzat és el d'alta densitat com a revestiment de façana, a vegades només pintats. Pel que fa a la fixació d'aquest tipus de revestiment, es sol fer per encaix amb una subestructura metàl·lica de perfil·leria oculta, o bé fixats mecànicament directe sobre el suport.

Propietats tècniques

- Aïllament acústic

El coeficient d'absorció acústica és força alt, sobretot en els taulers aglomerats i DM.

- Lleugeresa

Els taulers de fusta artificial, tot i que variarà en funció del tipus, tenen un pes inferior a la fusta massissa.

- Maquinabilitat

Els taulers de fusta artificial tenen la propietat de poder-se treballar molt bé, a excepció dels taulers de fibres d'alta densitat, que pot ser necessari la utilització d'eines especials.

- Resistència a la humitat

Aquesta propietat no es pot aplicar a tots els taulers, bàsicament només als d'alta densitat, però si que en comparació amb la fusta natural el seu comportament és millor.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Permeten evitar alguns defectes que presenta la fusta natural, com la deformació, l'atac d'agents biòtics o la pudrició
- Es poden fabricar peces de més grans dimensions que amb la fusta natural, i els acabats arriben a ser més plans i llisos
- Requereixen manteniment, però molt inferior al de la fusta natural
- La fusta artificial és més econòmica

Com a inconvenients presenta:

- La qualitat és inferior a la de la fusta natural
- El seu aspecte, malgrat cada cop imitar la fusta natural, és molt inferior a aquesta

Usos principals

Els prefabricats de fusta s'utilitzen en les façanes combinats amb fusta natural. Aquests permeten alleugerar a la vegada que tenen un cost menor, mentre que la fusta natural és la utilitzada per a la part estructural i com a revestiment exterior. Es poden construir in situ, o venir ja fetes de fàbrica i simplement col·locar-les a l'obra.

De la mateixa manera que les façanes de fusta natural, les combinades amb prefabricats de fusta es poden trobar bàsicament en obra nova o rehabilitació d'habitatges de la zona de muntanya o hotels o apartaments rurals.



FIG.54: Fotografia d'una paret de fusta prefabricada construïda amb taulers de fusta prefabricats situant-la a l'obra.

Font: Fustes Ansa

Composició de possibles façanes formades amb prefabricats de fusta

De l'exterior a l'interior:

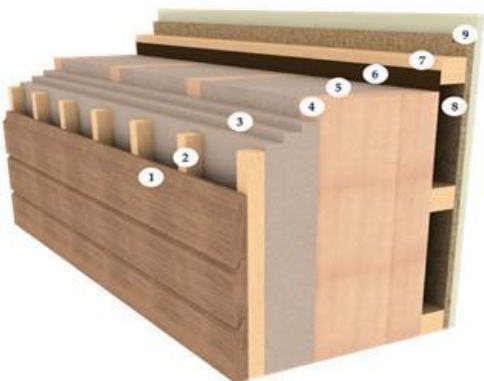


FIG.55: Esquema d'imatge de façana de fusta natural combinada amb prefabricats de fusta feta in situ.

Font: Elicsia

1. Revestiment exterior de fusta, generalment en lames horitzontals
2. Cambra d'aire on es troben els muntants verticals de fusta per a la fixació del revestiment exterior
3. Aïllament tèrmic amb barrera impermeable de 4 a 8 cm de gruix
4. Caixons de fusta
5. Aïllament tèrmic de fins a 20 cm de gruix
6. Barrera de vapor (opcional segons càlcul de façana)
7. Entramat de muntants (poden ser verticals o horitzontals) per a fixació de la placa de revestiment
8. Espai per al pas d'instal·lacions
9. Acabat interior amb tauler de fusta d'1,2 a 2,5 cm de gruix
10. Acabat pintat o revestiment

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes de prefabricats de fusta

Segons la normativa actual vigent, CTE-DB-HE1, la transmitància màxima permesa és de 0,50 W/m²K a la zona menys desfavorable, i de 0,25 a la zona més desfavorable.

Tabla E.1. Transmitància del elemento [W/m² K]

Transmitància del elemento [W/m ² K]	Zona Climàtica					
	α	A	B	C	D	E
U_M	0.94	0.50	0.38	0.29	0.27	0.25
U_S	0.53	0.53	0.46	0.36	0.34	0.31
U_C	0.50	0.47	0.33	0.23	0.22	0.19

U_M: Transmitància tèrmica de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

U_S: Transmitància tèrmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior)

U_C: Transmitància tèrmica de cubiertas

Amb una façana d'entramat de fusta fet in situ com la descrita a l'apartat anterior, surt una transmitància tèrmica de 0,22 W/m²K. Per tant, aquest compleix amb les exigències de la taula

E.1., sobretot en el cas més desfavorable, que és on hi ha més possibilitat de trobar aquest tipus de façana, amb una transmitància màxima de $0,25 > 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$.

En el cas del sistema prefabricat, la transmitància tèrmica podrà variar en funció dels gruixos i materials que es determinaran abans de la fabricació, segons exigències de projecte, malgrat que l'aïllament tèrmic serà l'encarregat d'evitar bona part de la transmitància tèrmica.

4. El metall

Descripció del material

Els metalls són elements que es poden obtenir directament en estat pur a la natura (metalls natius), o bé a partir de la transformació d'alguns minerals que són a les roques. Sovint s'utilitzen els aliatges, que són la combinació de dos metalls.

El ferro va ser el metall més utilitzat antigament, des de l'Antiga Grècia, on alguns temples ja tenien bigues de ferro, així com a l'Edat Mitjana en alguns elements de les catedrals. A partir del segle XVIII es van començar a fabricar elements estructurals de ferro, principalment a Anglaterra, fins que amb la revolució industrial va aparèixer el perfil de doble "T", que es va començar a produir en sèrie. Posteriorment es van produir els perfils que es coneixen actualment, com el "H" o "I", i les seves variants. A la construcció, un dels metalls més utilitzats és l'acer, una aliatge de carboni i ferro, que gràcies a les seves propietats permet la construcció d'estructures; a continuació s'adjunten les seves característiques.



FIG.56: Fotografia d'un perfil metàl·lic encara amb el ferro en estat calent.

Font: Ahmsa Perfiles metálicos

Propietats tècniques

- Alta resistència

En comparació amb el seu pes, l'alta resistència permet elaborar estructures lleugeres, sobretot a tracció i flexió.

- Ductilitat

L'acer permet una gran deformació abans d'entrar a l'estat plàstic o de ruptura.

- Elasticitat

Té un comportament linealment elàstic.

- Tenacitat

L'acer té una capacitat d'absorció d'energia.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Són bons conductors de la calor i de l'electricitat
- Es pot reciclar, a part de que amb el temps es degrada
- Permet realitzar diverses formes
- En el cas de les estructures d'acer, amb més secció aguanten més càrrega
- A més, la construccions metàl·liques tenen una execució més ràpida que en el cas de les de formigó

Com a inconvenients presenta:

- La corrosió es pot considerar un dels principals inconvenients de l'acer, pel que és necessari la previsió d'un tractament
- L'acer té un mal comportament a la calor, i en el cas d'incendis es propaga més fàcilment

Usos principals

Com s'ha dit abans, a la construcció un dels materials més utilitzat és l'acer, en forma d'elements estructurals, com les bigues i pilars, o en forma de xapes, per al revestiment. L'acer, a les façanes, difícilment es troba a excepció de casos puntuals, on l'estructura forma part d'aquesta. En canvi, és més possible quan es tracta de revestiments o d'elements prefabricats com els panells sandvitx, que es desenvoluparan a continuació.



*FIG.57: Hotel Arts de Barcelona, on l'estructura metàl·lica de l'edifici forma part de la façana.
Font: Amat Immobiliaris*



*FIG.58 (dreta) : Hospital Universitari Sant Joan de Reus, on l'estructura metàl·lica que forma part de la façana es combina amb un mur cortina de vidre.
Font: Lamp*

4.1 Els panells sandvitx

Descripció del material

Tot i que són més coneguts pel nom de panells sandvitx, el seu nom principal és el de panell compost. Els primers productes sandvitx van sorgir dins la indústria aeronàutica alemanya, i no va ser fins als anys seixanta que es van introduir en el món de la construcció. A Espanya es van començar a fabricar a principis dels anys noranta per manca d'homologació, fins a la creació del Document d'Idoneïtat Tècnica (DIT), que va certificar la capacitat mecànica del panell, l'aïllament, la impermeabilitat i durabilitat entre d'altres propietats, i va ser la solució constructiva per al sector de la indústria. Actualment ha passat de ser una solució per al sector de la indústria a ser un tancament molt utilitzat en l'àmbit comercial arribant fins i tot als habitatges, gràcies a l'evolució en el seu disseny exterior, amb diverses formes i superfícies d'acabat. Malgrat que s'acostuma a

construir amb panells de tipus prefabricats, el panell sandvitx es pot realitzar in situ amb el muntatge d'una xapa interior, l'aïllament i la xapa exterior, on acostumen a ser per a façanes on l'estètica no hi juga el paper principal. En aquest apartat, es farà menció als panells prefabricats.

Els panells estan formats per dues superfícies d'alumini o acer (una interior i una exterior) d'un gruix entre 0,4 i 0,7 mm, i un nucli interior d'aïllament tèrmic amb espuma de poliuretà, poliisocianurat de baixa densitat, i ara també es fabriquen amb llana mineral, que pot anar dels 3 als 20 cm de gruix en funció del tipus d'aïllament i casa comercial. Pel que fa a les dimensions d'aquests, variaran en funció de la casa comercial, encara que en funció del disseny de façana que es vulgui donar s'adaptarà la mida.



FIG.59: Imatge de diferents tipus de panell compost o de tipus "sandvitx", amb diferents colors i textures d'acabat, i encaix lateral.
Font: Doval Building

La junta entre panells pot variar, tot i sempre han de tenir un nucli interior aïllant que impedeixi la formació de ponts tèrmics, i un cop encaixats entre ells, s'aplica un sellant que fa la funció impermeable a l'aigua i aire. El sistema de fixació pot ser amb fixació vista o oculta. Els panells són autoportants, tot i que s'acostumen a fixar a una perfil·leria metàl·lica.

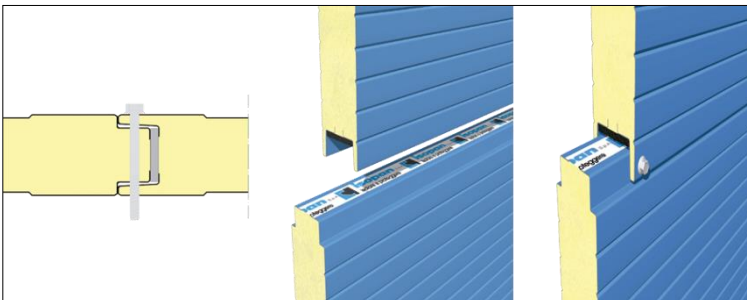


FIG.60: Panell amb sistema de fixació vista passant i junta únicament horitzontal.
Font: BT Paneles

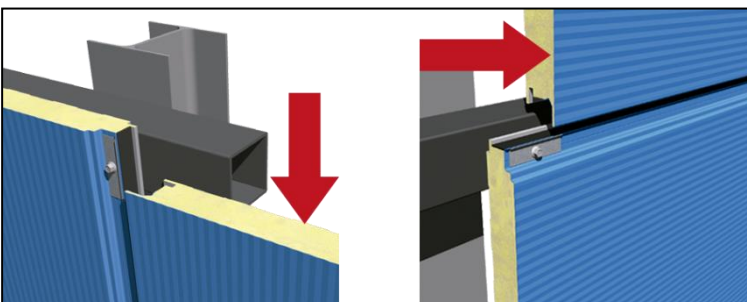


FIG.61: Panell amb sistema de fixació oculta fixat a subestructura metàl·lica i junta vertical o horitzontal.
Font: BT Paneles

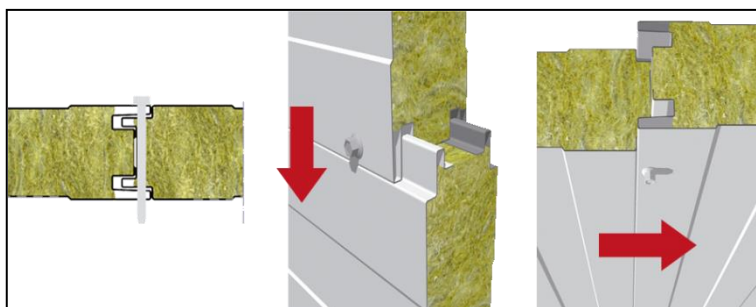


FIG.62: Panell resistent al foc, amb encaix vertical o horitzontal, i fixació passant.

Font: BT Paneles

Propietats tècniques

- Aïllament acústic

Aquesta propietat la aporta el material aïllant, tot i que sempre es pot millorar amb l'aplicació de materials fono-absorbents.

- Aïllament tèrmic

Tant si l'aïllament és d'espuma com de llana, li aporten molt bon aïllament tèrmic amb molt poc gruix (a partir dels 5 cm en espumes i 9 en llanes).

- Durabilitat

Gràcies al seu tractament d'acabat metàl·lic, els panells sandvitx tenen una llarga vida útil.

- Lleuger

En el cas d'un panell de 3 cm d'aïllament tèrmic, inclosos els suports, té un pes de $8,80 \text{ kg/m}^2$, i amb un panell de 20 mm de gruix inclosos els suports $20,40 \text{ kg/m}^2$.

- Protecció de la calor i estanqueïtat a la humitat

La superfície metàl·lica exterior ofereix una gran estanqueïtat a l'aire i l'aigua, el que evita la formació d'humitats, i el segellat de les juntes evita la creació de ponts tèrmics.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- La capacitat portant és elevada malgrat el seu poc pes
- Muntatge fàcil i ràpid
- Disposen de superfícies exteriors capaces d'oferir resistència als agents atmosfèrics i ambients agressius
- Els costos de manteniment són molt baixos i en cas de dany es poden reparar o substituir
- Els que tenen nucli amb llana mineral disposen de molt bona resistència al foc

Com a inconvenients presenta:

- Els de nucli d'espuma no tenen un bon comportament al foc
- Tenen una baixa capacitat tèrmica
- Poden arribar a la deformació quan un costat està exposat a forta calor, com és el cas de la llum solar
-

Usos principals

El més rellevant és l'industrial, seguit del d'oficines, centres culturals, d'oci, hotels, sanitari i últimament s'hi ha afegit el residencial. La majoria són en obra nova, però s'estan sumant també en el camp de la rehabilitació.



*FIG.63: Nau de la Brigada Municipal de Cubelles. En aquesta façana el panell sandvitx sembla un simple revestiment amb xapa metàl·lica ondulada.
Font: Copegam*

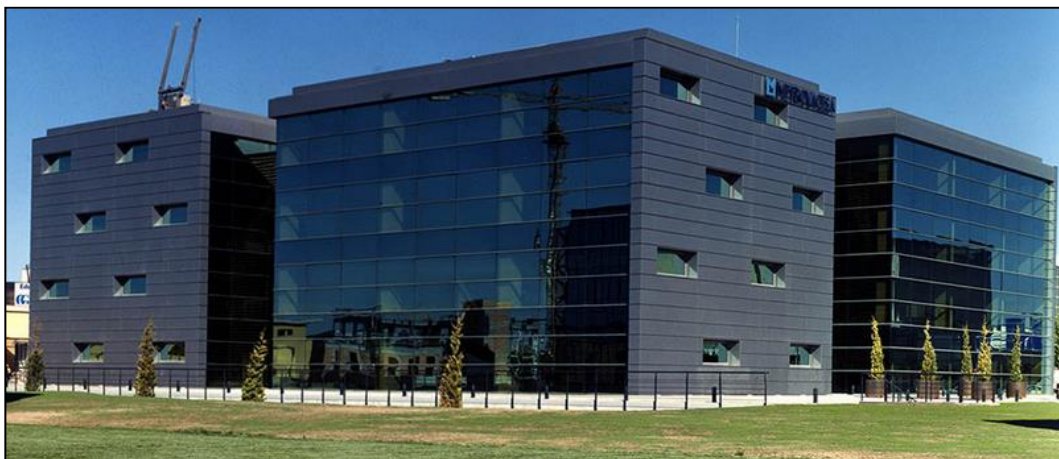


FIG.64: Edifici d'oficines amb façana de panells compostos color gris, format mitjà i junta horitzontal, combinat amb murs cortina a Barcelona.

Font: Alucobond Alucore.

Composició de possibles façanes formades amb panells sandvitx

Un dels casos generals de façanes amb panell sandvitx, és complementat amb una estructura metàl·lica, la qual disposa de corretges per a la fixació dels panells. Sovint s'hi pot trobar un mur de tancament que acostuma a ser amb blocs de formigó armats.

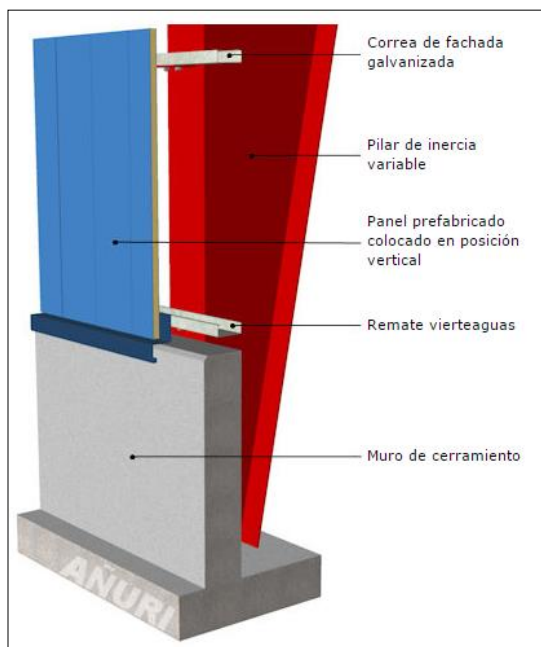


FIG.65: Esquema de muntatge dels panells sandvitx fixat sobre corretges metàl·liques, les quals es fixen als pilars metàl·lics.

Font: Añuri

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes de panell sandvitx

Segons la normativa actual vigent, CTE-DB-HE1, la transmitància màxima permesa és de 0,50 W/m²K a la zona menys desfavorable, i de 0,25 W/m²K a la zona més desfavorable.

Tabla E.1. Transmitància del elemento [W/m² K]

Transmitància del elemento [W/m ² K]	Zona Climàtica					
	α	A	B	C	D	E
U_M	0.94	0.50	0.38	0.29	0.27	0.25
U_S	0.53	0.53	0.46	0.36	0.34	0.31
U_C	0.50	0.47	0.33	0.23	0.22	0.19

U_M : Transmitància tèrmica de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

U_S : Transmitància tèrmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior)

U_C : Transmitància tèrmica de cubiertas

Els panells són l'element prefabricat que tanca i fa la funció de revestiment a la vegada, és el que forma la façana. A l'hora de determinar la transmitància tèrmica, aquesta la aporta tota el panell, i depèn sobretot del gruix de l'aïllament. A continuació s'exposen dos exemples, però el valor de la transmitància pot variar en funció de l'empresa que els fabrica.

-En panells amb nucli de poliuretà, amb una espessor mínima de 5 cm i una transmitància de 0,47 W/m²K es compliria a la zona menys desfavorable, mentre que amb uns gruixos mínims de 10-15 cm s'obtenen unes transmitàncies d'entre 0,25 i 0,20 W/m²K per a les zones més desfavorables.

-En canvi, amb panells amb nucli de llana mineral, amb una espessor mínima de 8 cm i una transmitància de 0,47 W/m²K es compliria a la zona menys desfavorable, mentre que amb uns gruixos mínims de 15 cm s'obtenen unes transmitàncies d'entre 0,24 W/m²K per a les zones més desfavorables

5. La pedra natural

Descripció del material

Les pedres naturals es troben a la naturalesa en forma de masses rocoses i les característiques variaran en funció de la composició dels minerals que la formen. La pedra com a material per a la construcció s'ha utilitzat des de fa segles per les seves propietats i abundància a la majoria de territoris. En el cas de Catalunya, ja a l'Època Mitjana els castells es construïen amb pedra, i la tradicional masia catalana, ja provenia d'anteriors construccions amb pedra. Al segle X, les cabanes ja es construïen amb murs de pedra seca poc treballada on s'hi afegien branques per a la formació de la coberta. Més tard van començar a construir adossant les barraques a roques o marges, que arribaven a superfícies de fins a 50 metres i es dividia en dues estances. Finalment al segle XII, amb la prosperitat econòmica, van millorar els habitatges amb l'aparició de noves construccions. Així va ser com va aparèixer el mas, antecessor de l'actual masia, amb parets massisses de pedra ja més treballada aferrada primer amb fang, i posteriorment ja amb morter pobre. Els forjats es feien amb bigues de fusta i poc a poc es va anar introduint la ceràmica.

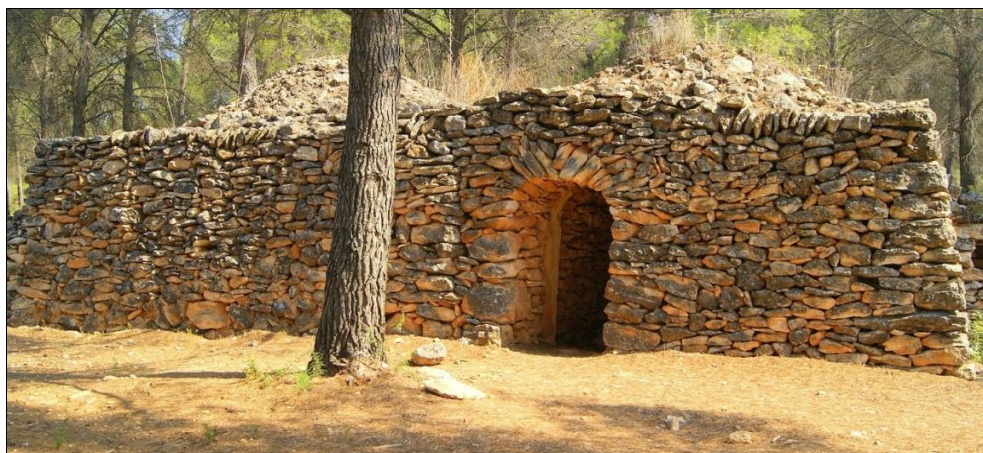


FIG.66: Fotografia d'una antiga barraca de pedra, situada al Pla de Santa Maria. Aquestes van ser les antecessores dels posteriors murs de maçoneria de les masies.

Font: Muntanyes i Camins

Actualment, encara tenim un patrimoni ric en edificis de pedra massissa. Rarament es construeix amb mur massís, però moltes rehabilitacions encara busquen les pedres per mantenir el material original. Tradicionalment les pedres s'obtenien de la zona on es construïa; en els nostres dies hi ha pedreres o alguns magatzems que en disposen a la venda, tot i que el seu ús es destina més a la decoració.

Propietats tècniques

Les propietats tècniques de les pedres depenen principalment del tipus de pedra. A continuació s'anomenen les propietats de les pedres més utilitzades en les façanes:

- Calcària: és molt utilitzada, és de fàcil treball i manipulació. De duresa mitja, tot i que amb el pas del temps es veu afectada per la humitat i contaminació per la seva porositat.
- Pissarra: tot i que s'utilitza més en cobertes i paviments, també es pot utilitzar en les façanes. És molt durable i resistent a la intempèrie i pas del temps. De duresa mitja, és relativament fàcil de tallar, perforar o asserrar.
- Marbre: és característic per la varietat de colors i la polimentació com a acabat. Per a façanes presenta l'inconvenient de malmetre's quan està exposat a la contaminació o ambients agressius.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- La seva durabilitat, la qual s'ha demostrat que les construccions realitzades en pedra poden perdurar segles.
- El seu manteniment és molt senzill.
- Bones qualitats com a aïllament aïllant: tot i que no s'utilitza com a aïllament tèrmic com a tal, però sí que la seva inèrcia tèrmica ajuda a mantenir les temperatures constants a l'interior de l'edifici.

Com a inconvenients presenta:

- Dificultat de transport i manipulació de la pedra
- Comparat amb altres sistemes, el seu cost és elevat: casi el doble que una façana ceràmica i casi el triple de l'enfoscat i pintat

Usos principals

Malgrat que s'ha deixat de construir façanes i parets de càrrega amb pedra natural, a Catalunya hi ha un bon llegat històric d'edificis construïts amb aquest material:

- Mur de maçoneria

Són els murs formats per pedra sense treballar, unint les pedres amb argamassa o morter. Aquests eren de tipus estructural i tenien una baixa capacitat d'aïllament tèrmic, degut al ser un material pesat amb una transmissió tèrmica gran. Van ser molt utilitzats per a la construcció de masies i altres edificacions, tot i que en l'actualitat només s'utilitzen en rehabilitacions.



FIG.67: Fotografia d'una masia amb murs de maçoneria, situada a la vall del Montseny.
Font: Fotografia pròpia



FIG.68: Antiga casa consistorial de Santa Maria de Palautordera, Can Rahull, amb la façana arrebossada i pintada, deixant vistos els brancals, dentells i laterals.
Font: Fotografia pròpia

- Mur de carreus

En aquest cas, la pedra utilitzada per a la construcció del mur està treballada, és a dir, un projectista traçava sobre un pla la façana, i cada pedra havia de tenir les mides i forma segons el plànol. Aquestes es podien posar a la vegada que es formava la junta de morter, o bé primer es feia la col·locació de les pedres i al final un rejuntat amb morter líquid.



FIG.69: Imatge del Palau de la Generalitat de Catalunya (Barcelona).

Font: Enciclopèdia Catalana

Composició de possibles façanes formades amb pedra natural

En aquest cas estan formats només per una sola fulla en contacte amb l'interior i l'exterior d'un gruix oscil·lant entre els 30 i 50 cm. La part interior del mur s'arrebossava per revestir amb rajoles en el cas de les cambres humides, o de calç o guix i posteriorment pintat.

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes de pedra natural

Segons la normativa actual vigent, CTE-DB-HE1, la transmitància màxima permesa és de 0,50 W/m²K a la zona menys desfavorable, i de 0,25 a la zona més desfavorable.

Tabla E.1. Transmitància del elemento [W/m² K]

Transmitància del elemento [W/m ² K]	Zona Climàtica					
	α	A	B	C	D	E
U_M	0.94	0.50	0.38	0.29	0.27	0.25
U_S	0.53	0.53	0.46	0.36	0.34	0.31
U_C	0.50	0.47	0.33	0.23	0.22	0.19

U_M : Transmitància tèrmica de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

U_S : Transmitància tèrmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior)

U_C : Transmitància tèrmica de cubiertas

Actualment no es construeixen façanes amb pedra massissa, s'utilitza més en els casos de rehabilitació. Una de les causes és la seva transmitància tèrmica. Si es volgués complir amb les exigències, s'hauria d'incloure la quantitat d'aïllament suficient per tal de complir amb les exigències. Igualment, les obres de nova construcció es realitzen amb el sistema de façana ventilada, ja que entre d'altres prestacions, presenta una transmitància molt inferior, a part de regular la humitat.

6. El vidre

Descripció del material

El vidre és un material d'origen amorf, que es construeix amb sílice (element vitrificant), sosa - carbonat càlcic- (element fundent) i calci (estabilitzador), a part d'altres additius com el potassi o el sodi per a la fabricació de finestres i portes (per tal de permetre el pas de la llum) i fusionat a altes temperatures. D'addició d'òxids metàl·lics li aporta la coloració.

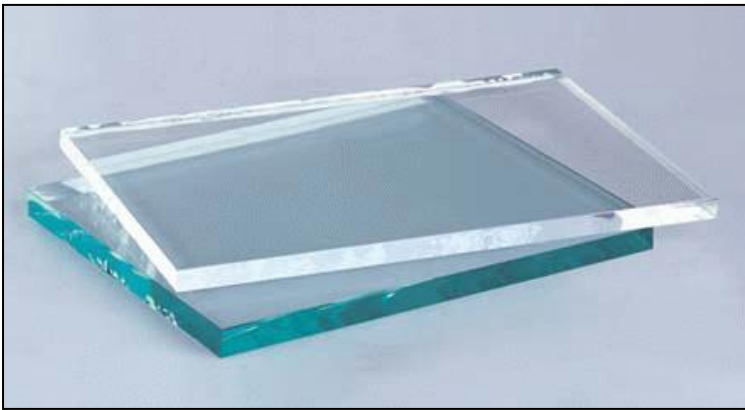


FIG.70: Imatge de dues làmines de vidre simple.

Font: Cristalería Vitralba

Es pot considerar un dels materials més antics fabricats per l'home des de fa mil·lennis. Els primers objectes de vidre van ser fabricats per artesans en els anys 1500-1400 a.C. a Egipte; es tractaven de collars i peces d'ús decoratiu. No va ser fins als segles XV, que el vidre es va començar a utilitzar en el camp de la construcció, per al revestiment de finestres i obertures, en petites dimensions. Un clar exemple són els vitralls, molt típics de l'època gòtica. Tres segles més tard, es va produir un avenç millorant la transparència del vidre, i amb la construcció de finestres amb vidres de major tamany. Finalment, al segle XIX, gràcies al canvi de les estructures amb paret de càrrega per les estructures porticades, va permetre la creació de finestres de majors dimensions, sumat a la millora de les qualitats del vidre. Amb el pas del temps i les millores tecnològiques, s'han aconseguit millores importants, com els tractaments tèrmics i la creació dels vidres de seguretat o antibandàlics.

Propietats tècniques

- Duresa

El vidre té una duresa del 6 al 7 a l'escala de Mohs.

- Impermeable

El vidre no té porus, pel que presenta aquesta propietat.

- Resistència a la intempèrie

No presenta canvis al estar exposat a l'exterior o als efectes meteorològics.

- Resistència química

Excepte l'àcid fluorhídric i l'àcid fosfòric a altes temperatures, el vidre és resistent a la resta d'àcids.

- Reciclable

Actualment el vidre es pot reciclar en la seva totalitat fonent el vidre vell i creant-ne de nou

- Transparència

És una de les propietats més característiques d'aquest material; té una transmissió de la llum arribant al 87% en funció del tipus de vidre.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- El vidre té un ampli ventall models: diferents colors, textures i grafiats
- Mal conductor de l'electricitat

Com a inconvenients presenta:

- Es tracta d'un material fràgil, pel que sovint s'utilitza l'aplicació de tractaments tèrmics

Usos principals

A la construcció, el vidre s'utilitza principalment per a les obertures (portes i finestres), tot i que també s'utilitza en sistemes de façana, com s'explica a continuació.

6.1 Productes per a la formació del mur cortina

Descripció del material

Les façanes on el material principal utilitzat és el vidre, corresponen al sistema constructiu anomenat mur cortina. Cal destacar que el vidre no només és l'únic material que forma aquest sistema, sinó que disposa d'una estructura auxiliar, que pot ser formada per perfils metàl·lics o bé panells metàl·lics, i que garanteixen la subjecció del vidre i a la vegada la unió de l'envolvent amb l'estructura de l'edifici.

L'origen d'aquest sistema de façana sorgeix amb la necessitat de realitzar obertures en els murs per obtenir il·luminació i una ventilació. Durant el segle XIX van sorgir una sèrie d'innovacions tecnològiques en el vidre i el metall, que fan canviar el concepte de la façana; deixa de ser cega i massissa amb finestres per passar de tenir més finestres que part cega. L'avanç del tipus de construcció, amb l'ús de l'acer i el formigó, creen la necessitat d'utilitzar altres tipus de tancaments no estructurals, pel que el vidre va guanyant terreny, fins a arribar a ser considerat el material més idoni com a resolució de tancament. Cal tenir en compte que ha d'oferir una seguretat adequada, pel que s'utilitzen vidres laminats (unió de diversos vidres mitjançant làmines de butiral polivinílic (PVB) i trempats (vidre que en el seu procés s'escalfa fins a arribar a alta temperatura per després refredar-lo sobtadament). Fins a l'actualitat s'han anat millorant a nivell de tancament incloent noves milloren en els vidres i en la estructura auxiliar. Combina una part vidriada que és la que permet el pas de la llum, i d'una part opaca que acostuma a ser d'alumini, fusta, PVC rígid, acer o acer inoxidable.

Actualment s'està investigant sobre nous murs cortina amb l'objectiu de millorar-los convertint-los en façanes de doble pell o multifuncionals, amb la presència d'una cambra intermitja de circulació d'aire i zones de pas entre els forjats, així com la introducció de lames o panells solars. També s'estan incorporant sobre la base de vidre i metall nous elements complementaris com la vegetació.

Propietats tècniques

- Aïllament acústic

Tot i que els murs cortina convencionals ja disposaven de doble vidre, actualment han millorat el seu aïllament acústic canviant el perfil d'alumini que els separa per un perfil de material termoplàstic.

- Aïllament tèrmic

La propietat d'aïllar tèrmicament la aporta la cambra d'aire que hi ha entre els dos vidres, amb un baix coeficient de transmissió, que fa que la part interior del vidre es mantingui amb la temperatura interior i donant major sensació de confort.

- Resistència contra el foc

Actualment els edificis amb mur cortina presenten molt bones prestacions enfront al foc, i entre els passos de forjat en edificis de més de 25 metres es disposen elements resistents al foc per evitar el pas de la propagació.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Es tracta d'una façana de tipus lleugera amb un gruix molt prim, el que fa que ocupi menys superfície en planta i per tant permet obtenir més superfície útil
- Permet l'entrada de llum natural i una visió completa de l'exterior.
- Es pot jugar amb la combinació de les zones vidriades i opaques creant un disseny exterior
- La solució constructiva és relativament econòmica en comparació amb altres sistemes
- El seu muntatge és fàcil ja que ve muntat de fàbrica i no és necessària la realització in situ

Com a inconvenients presenta:

- Per al seu muntatge és necessari una bastida, el que suposa un increment de cost i de muntatge
- El seu manteniment i neteja són costosos i complexos
- A diferència d'altres sistemes no permet modificació com un pintat o un revestiment

Usos principals

El mur cortina s'utilitza en edificis de mitja i gran alçada. Normalment solen ser edificis amb façanes grans, amb usos com l'administratiu, cultural i destinats al turisme. Pel que fa a la ubicació, es situen a les zones cèntriques de la ciutat, molt sovint en edificis aïllats.

Composició de possibles façanes formades amb el mur cortina

En aquests tipus de façana, el vidre fa una funció únicament de tancament i mai estructural. Evidentment ha de complir la funció d'aïllament i la de impermeabilitat. Hi ha quatre tipus de sistema de façana en funció de la subjecció del vidre:

- Sistema mur cortina

Tanca l'edifici completament envoltant-lo passant per davant dels forjats. S'utilitza en edificis de petita a mitjana dimensió.



FIG.71: Fotografia de la façana de l'hotel Carlemany, situada al centre de Girona, amb el sistema mur cortina.

Font: Fotografia pròpia

- Sistema cinta finestra

Va de forjat a forjat i deixa cada planta de manera independent. S'utilitza també en edificis de petita a mitjana dimensió.



FIG.72: Façana del teatre de Lleida, amb revestiment de pedra i obertures en forma de mur cortina amb el sistema cinta finestra.
Font: Teatre de la Llotja de Lleida

- Sistema “spider” o de vidre embotonat

El vidre es subjecta per una subestructura interior vertical generalment metàl·lica a través d'uns connectors que estableixen el vidre anomenats aranyes.



FIG.73: Façana de mur cortina amb el sistema “spider”, característic de la terminal 2 de l'aeroport de Barcelona.
Font: Panoramio

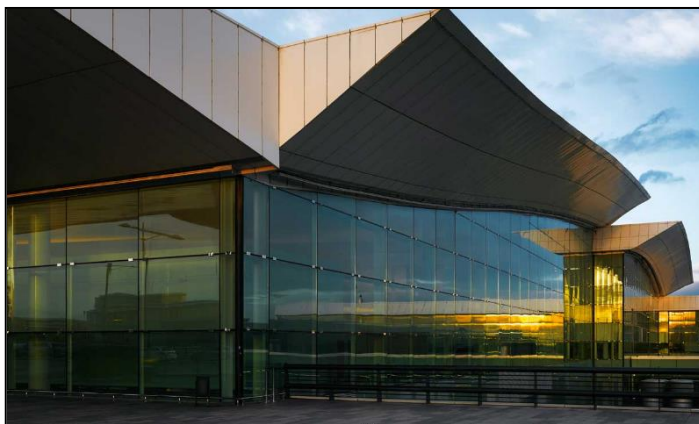


FIG.74: Imatge de mur cortina amb sistema de fixació vist, de la nova terminal 1 de l'aeroport de Barcelona.
Font: Ricardo Bofill Arquitecto

- Sistema de façana ventilada

La façana ventilada de vidre disposa d'un sistema de doble pell: és a dir, un sistema d'envidriament sobre un mur cortina existent. Permet moltes millores com el control de temperatura de l'edifici i la protecció de la pell interior dels agents externs.

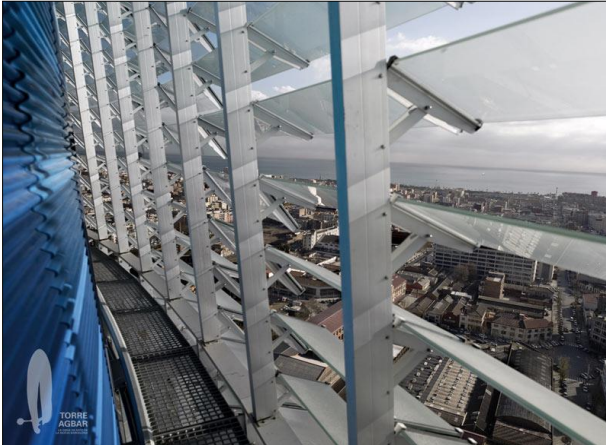


FIG.75: Detall de la façana de la torre Agbar de Barcelona, on s'observa el sistema de ventilació.

Font: Torre Agbar

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes de mur cortina

Segons la normativa actual vigent, CTE-DB-HE1, la transmitància màxima permesa és de 0,50 W/m²K a la zona menys desfavorable, i de 0,25 a la zona més desfavorable.

Tabla E.1. Transmitància del elemento [W/m² K]

Transmitància del elemento [W/m ² K]	Zona Climàtica					
	α	A	B	C	D	E
U_M	0.94	0.50	0.38	0.29	0.27	0.25
U_S	0.53	0.53	0.46	0.36	0.34	0.31
U_C	0.50	0.47	0.33	0.23	0.22	0.19

U_M : Transmitància tèrmica de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

U_S : Transmitància tèrmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior)

U_C : Transmitància tèrmica de cubiertas

En el cas dels murs cortina, la transmitància de la façana ve donada pel vidre, i en segon lloc per la perfil·leria. Degut a que el vidre és el material principal, cal tenir en compte dos factors: el factor solar (cal tenir en compte que no hi ha existència de persianes o altre tipus de barrera que impedeixi el pas de la llum), i per altra el coeficient de transmissió del vidre.

Pel que fa a la regulació del factor solar, s'utilitzen els següents vidres:

- Vidres PARSOL: o també anomenat acolorit en massa, és un vidre que durant el procés de fabricació se li han afegit òxids metàl·lics, i que li proporcionen un enfosquiment.
- Vidres de capa superficial: consisteix en dipositar una o diverses capes metàl·liques per mitjà d'un bombardeig iònic en buit elevat, oferint la possibilitat de controlar la transmissió de llum i d'energia.
- Vidres serigrafiats: vidre que en una de les seves cares ha rebut un esmalt vitrificat.

S'ha fet menció del factor solar ja que en el clima de Catalunya, hi juga un paper més important que en el cas d'Alemanya. Per al control del coeficient de transmissió, s'utilitzen els següents vidres:

- Vidres amb cambra: estan formats per dos o més vidres separats amb un perfil d'alumini buit, per una cambra d'aire o gas deshidratat, el conjunt del qual redueix molt les pèrdues de calor.
- Vidres de baixa emissivitat: o de doble envidrament TPS, similars als vidres de cambra però enlloc d'alumini els separa un perfil de material termoplàstic, el que permet una distribució més uniforme de la temperatura de tota la superfície de la finestra.

Cal tenir en compte, que el fabricant del mur cortina ens ha de subministrar el producte de fabrica complint la normativa actual vigent. Dependrà del tipus de mur cortina, el tipus de vidre i l'existència o no de la cambra d'aire, que en tot el conjunt hi hagi una transmitància màxima no superior a $0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ en el cas menys desfavorable i no superior a $0,25$ en el cas més desfavorable.

6.2 L'U-Glas

Descripció del material

L'U-Glas és un material procedent del vidre, seccionat en forma d'U". Es tracta d'un perfil de vidre imprès que pot anar armat o no, i que amb la secció que té és capaç d'aportar-li gran rigidesa, el que permet realitzar obertures de fins a 6 m d'alçada, ja sigui amb un continuïtat recta o corba. Tot i la gran aportació de llum que presenta, es poden realitzar obertures sempre que hi hagi un reforç amb perfil·leria d'alumini. En aquest sistema de façana hi ha dos tipus de segellats:

-Entre els perfils d'U-Glas, el sistema queda estanc a través d'un segellat de silicona, a part d'un recalç perimetral de poliestirè i segellat elàstic.

-El segellat perimetral, amb bastidors que generalment són d'alumini, tot i que també poden ser de xapa galvanitzada.



FIG.76: Detall de secció de tancament amb U-Glas amb bastidor perimetral d'alumini.

Font: Centro Cristal

A les zones on hi ha d'haver un grau de seguretat especial degut a la ubicació on es troba la façana i les activitats que es realitzen, els perfils han d'anar armats. Aquests perfils venen reforçats amb fils d'acer verticals, introduïts en el moment de la fabricació, impedit que en cas de trencament, els fragments de vidres no es desprenguin. Aquests fils metàl·lics, però, han d'anar protegits enfront la corrosió.

A Catalunya, aquest sistema no té una data d'aparició concreta, però sí que ha aparegut posterior a altres països. La seva facilitat de muntatge així com l'efecte estètic que aporta, el fa d'un material cada cop més utilitzat per a obra nova, per a l'aportació de llum natural a la vegada que és un sistema amb una eficiència energètica molt bona.

Respecte al subministrament, hi ha poques empreses cristalleres que ho ofereixin. Es tracta d'un sistema estandarditzat, però a la vegada que s'adapta a cada projecte en funció de l'ús i mides. El que si hi ha són uns valors aproximats de mides establertes:

- Longituds màximes de fins a 5 – 6 metres
- Amplituds de 26,2 cm, amb ales de 4,1 a 6 cm
- El gruix del perfil va dels 6 o 8 mm de gruix

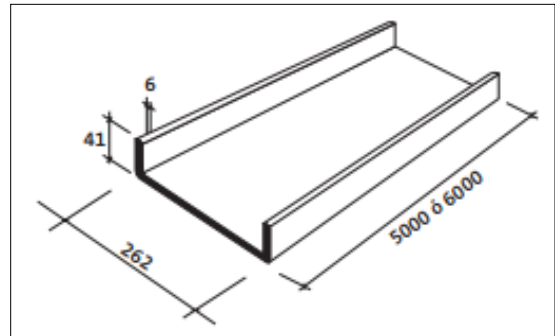


FIG.77: Dimensions bàsiques d'un perfil d'U-Glas.
Font: Saint Gobain

Propietats tècniques

- Aïllament acústic

Aquest sistema presenta un bon índex d'atenuació acústica.

- Aïllament tèrmic

Aquesta propietat ve donada per al tancament simple, però sobretot amb el doble, ja que la cambra d'aire millora els nivells d'aïllament tèrmic.

- Impermeabilitat

El conjunt de la façana presenta un sistema 100% estanc, entre els perfils amb els segellats, i de la façana amb la resta dels elements, a través dels perfils d'alumini inferiors, superiors i laterals.

- Seguretat de la façana

Els vidres utilitzats per a la fabricació d'U-Glas han de ser resistents sobretot perquè formen part del tancament de l'edifici i ha de servir d'element de protecció, sobretot de l'impacte. Els perfils tenen ja la suficient resistència, però tot i així, es poden armar amb barres d'acer, que a més li aporta una decoració amb línies verticals.

- Resistència mecànica

El sistema en general presenta bona resistència sobretot pel que fa a les càrregues del vent. Variarà en funció de l'alçada del tancament, i del sistema de muntatge utilitzat.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Té gran transmitància de llum a la vegada que respecta una certa intimitat de l'ambient interior gràcies a la difusió de la textura gravada del vidre
- La seva instal·lació és senzilla i relativament ràpida
- Permet diferents textures i tractaments del perfil d'U-Glas
- El seu manteniment és mínim

Com a inconvenients presenta:

- Aquest sistema no permet realitzar modificacions en la façana, com si es volgués pintar

Usos principals

L'U-Glas es fa servir dins el conjunt de la façana com a tancament. És un sistema de moment bastant innovador a casa nostra, però que s'està utilitzant molt en obra nova. Les seves propietats el fan apte per als edificis d'oficines, biblioteques, escoles i hotels, i en general tots els edificis amb demanda de llum.



FIG.78: Fotografia de la biblioteca Carles Rahola de Girona, amb façana d'U-Glas.

Font: Fotografia pròpia



Fig.79: Centre de Tecnificació de Tennis Taula, a les Borges Blanques, amb tancaments realitzats amb U-Glas..

Font: Garrigues al dia

Composició de possibles façanes formades amb U-Glas

Aquesta façana té la peculiaritat que està formada només per l'element U-Glas. El gruix per tant, és mínim; des dels 5 cm en el cas simple, fins als 10 o superiors en el cas del tancament doble. Sigui com sigui, la façana queda emmarcada per un perfil superior i inferior metàl·lics per donar més estanqueïtat, així com les unions entre les diferents peces d'U-Glas, realitzades amb silicones. L'existència de cambra d'aire hi és present en els casos de tancament doble. Aquest sistema, a més, permet la incorporació de finestres.

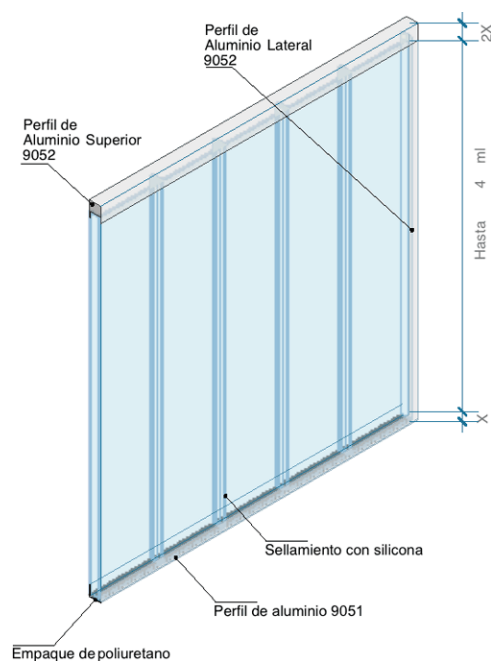


FIG.80: Esquema dels diferents elements d'un tancament amb U-Glas.

Font: Saint Gobain

L'U-Glas permet tres tipus d'instal·lació possible: a "peine", a "greca" o a "càmara".

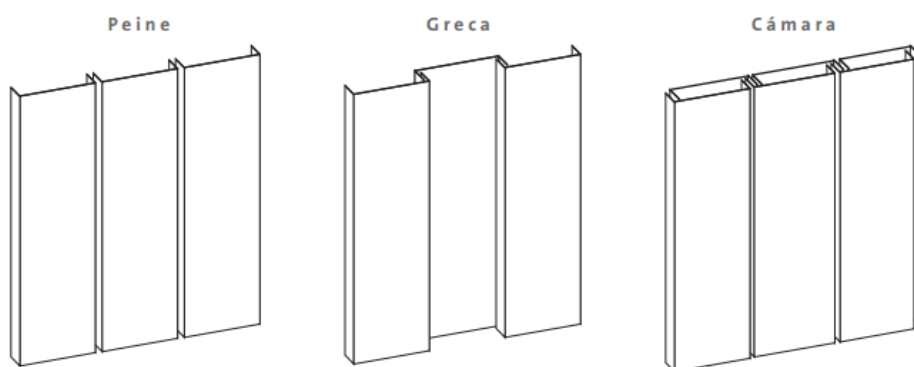


FIG.81: Detalls dels tres tipus d'instal·lació amb U-Glas.

Font: Saint Gobain

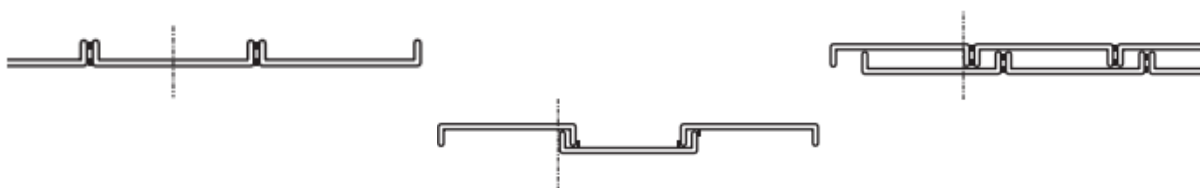


FIG.82: Seccions horitzontals dels tres tipus de tancament amb U-Glas.

Font: Saint Gobain

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes d'U-Glas

Segons la normativa actual vigent, CTE-DB-HE1, la transmitància màxima permesa és de 0,50 W/m²K a la zona menys desfavorable, i de 0,25 a la zona més desfavorable.

Tabla E.1. Transmitància del elemento [W/m² K]

Transmitància del elemento [W/m ² K]	Zona Climàtica					
	α	A	B	C	D	E
U_M	0.94	0.50	0.38	0.29	0.27	0.25
U_S	0.53	0.53	0.46	0.36	0.34	0.31
U_C	0.50	0.47	0.33	0.23	0.22	0.19

U_M : Transmitància tèrmica de murs de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

U_S : Transmitància tèrmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior)

U_C : Transmitància tèrmica de cubiertas

L'U-Glas és un material encara força nou, i que s'està començant a utilitzar amb més freqüència just en el moment en què les normatives estan exigint més. Les cases comercials que fabriquen aquest producte, ho fan partint de la base que els elements que ells subministren no poden establir el límit màxim establert de la transmitància tèrmica, ja que en aquest cas és l'únic element que conforma la façana.

Per als tancaments simples hi ha una transmitància de $U = 5,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, mentre que en el cas dels tancaments dobles tenim una transmitància de $U = 3 \text{ W/m}^2\text{K}$. Per tant, segons les exigències del CTE-DB-HE1, aquest sistema compleix en totes les zones climàtiques que es troben a Catalunya.

6.3 El pavès

Descripció del material

El pavès (també anomenat bloc de vidre) és una peça de vidre obtinguda per un procés d'emmotllament i que són buits de dins. L'origen del pavès remunta al segle XIX, on el seu ús era per a la construcció de finestres en el camp de la indústria, on permetia a les fàbriques l'entrada de llum, oferint una major seguretat i privacitat que en les finestres tradicionals. Amb l'arribada del moviment Art Déco (anys 1920-1939), es van utilitzar en els habitatges, tant a l'interior com a l'exterior, i a dia d'avui, són molt demanats en els soterranis i garatges per la seva propietat de seguretat.



FIG.83: Detall d'una peça de pavès quadrada tallada diagonalment on s'observa el seu interior.

Font: Fotografia Pròpia

El seu format és quadrat o rectangular, amb mides de $19 \times 19 \times 8 \text{ cm}$ i $19 \times 9,4 \times 8 \text{ cm}$ respectivament. La seva instal·lació es pot fer in situ de manera individual, o bé amb panells on els blocs ja estan units, i a l'obra només cal fixar-los. Una darrera innovació ha sigut la fabricació amb acrílic, per reduir el pes de cada peça.



FIG.84: Fotografia de diferents blocs de vidre, quadrat transparent amb relleu, quadrat acolorit de color verd, i rectangular amb to blau cel.

Font: Mundo Pavés

Propietats tècniques

- Aïllament acústic

El bloc ofereix grans nivells de protecció acústica, arribant als 40 dB.

- Durabilitat

Ofereix més durabilitat que les finestres normals.

- Resistència al foc

Els blocs ofereixen una estabilitat tèrmica elevada, protecció del fum i resistència durant 30, 60 o 90 minuts en funció del tipus de tractament proporcionat.

- Seguretat

Aquests blocs sovint són utilitzats com a antibales, degut a la seva resistència.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Permet l'entrada de llum natural
- Diferents tipus de textura i color, el que li dóna un disseny més exclusiu
- Facilitat i rapidesa de muntatge

Com a inconvenients presenta:

- No té bones prestacions tèrmiques
- El manteniment i sobretot la substitució d'una peça és bastant complex

Usos principals

L'ús del pavès a la façana és de tancament. Sovint s'utilitza per realitzar una entrada de llum natural, com si d'una finestra fixa es tractés, dins d'un altre tipus de façana. Es destina a tipologies d'edificis de qualsevol tipus: residencial sobretot, docent, sanitari, i esportiu, com és el cas de moltes piscines cobertes.



FIG.85: Façana construïda amb estructura metàl·lica i tancament amb blocs de pavès.

Font : Bricolaje Facilísimo

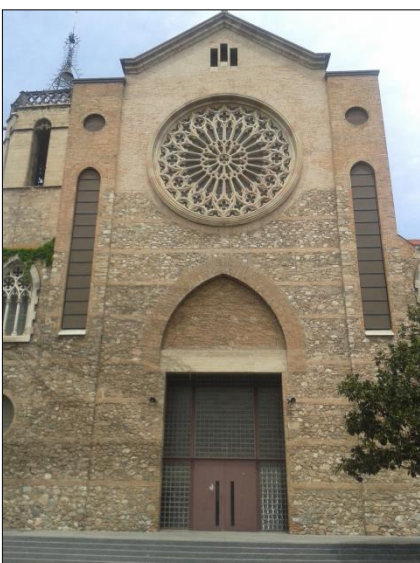


FIG.86 i 87: Detall de la façana de l'església de Sant Esteve de Granollers, on l'entrada principal està envoltada per vidre pavès sobre una estructura metàl·lica, afavorint l'entrada de llum natural.

Font: Fotografia pròpia

Composició de possibles façanes formades amb vidre pavès

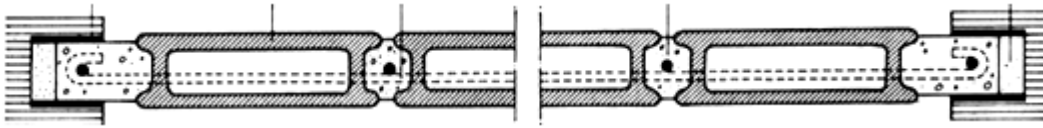


FIG.88: Secció horitzontal de finestra construïda amb vidre pavès.

Font: Tecno UPC

El pavès forma una façana monolítica, és a dir, està formada només per la peça de vidre. L'obertura es delimita per un marc, i els blocs de pavès s'uneixen els uns als altres amb els travessers i les unions verticals. A part del muntatge en paret recta, se li pot donar la forma corbada sense cap problema. L'últim avenç són els blocs de pavès amb cambra d'aire, els quals milloren les prestacions tèrmiques de la façana.

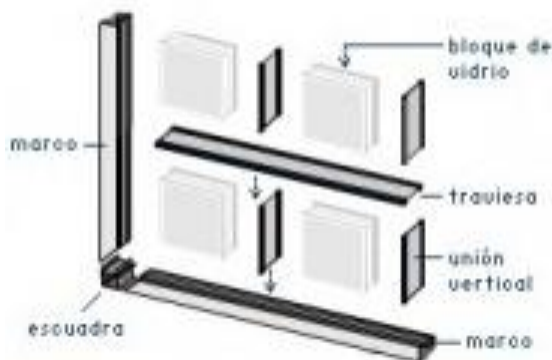


FIG.89: Esquema de muntatge dels blocs de vidre.

Font: Mundo Pavés

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes de pavès

Segons la normativa actual vigent, CTE-DB-HE1, la transmitància màxima permesa és de 0,50 W/m²K a la zona menys desfavorable, i de 0,25 a la zona més desfavorable.

Tabla E.1. Transmitància del elemento [W/m² K]

Transmitància del elemento [W/m ² K]	Zona Climàtica					
	α	A	B	C	D	E
U _M	0.94	0.50	0.38	0.29	0.27	0.25
U _S	0.53	0.53	0.46	0.36	0.34	0.31
U _C	0.50	0.47	0.33	0.23	0.22	0.19

U_M: Transmitància tèrmica de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

U_S: Transmitància tèrmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior)

U_C: Transmitància tèrmica de cubiertas

Com ja s'ha comentat, el bloc de vidre no té gaires bones prestacions tèrmiques. Aquests tipus de façana, no compleixen amb la normativa, pel que la única solució passa per a la fabricació de peces amb molt baixa inèrcia tèrmica, capaç de complir amb els mínims exigits.

A2. MATERIALS UTILITZATS COM A REVESTIMENTS DE LES FAÇANES DE CATALUNYA

1. De ceràmica

1.1 Les peces de ceràmica impermeable

Descripció del material

La ceràmica com a material, ja es feia servir des del Neolític, però en el cas de les rajoles ceràmiques, van començar a sorgir al voltant l'any 4000 a.C. a Egipte, llavors formades per una composició de sorra i sílice, recobertes amb un vernís blau verdós. Segles més tard, aproximadament el IX a.C., hi havia panells i frisos amb rajol esmaltat, de funció decorativa, amb diversos colors i relleu. A Europa, va ser a Roma i Grècia, on es van començar a utilitzar paviment d'argila cuita. La gran evolució del revestiment vidriat va arribar a Europa amb els àrabs, on van introduir les seves tècniques amb rajoles de 14x28 cm; moltes de les seves obres es conserven a Andalusia, una ben tradicional són els mosaics de l'Alhambra de Granada. Una altra introducció segles més tard, va ser la influència d'Itàlia, país que va importar nous mètodes de fabricació. Així els revestiments ceràmics han evolucionat fins a arribar als nostres dies, amb una introducció de millores que l'han fet un dels materials més utilitzats per a revestir.

Segons el Comitè Europeu de Nacionalització (C.E.N.), les rajoles ceràmiques són plaques de poca espessor, fabricades amb argiles, sílice, fundents, colorants i altres materials, utilitzades per al revestiment de terres, parets i façanes. El procés de fabricació es basa a mòlta, barreja, amassat, humectació, i modelatge per encolat, extrusió o pretensat. Finalment passen per un procés d'assecat i posteriorment cuites a altes temperatures. Segons la seva classificació a les façanes podem trobar:

- Esmaltades: són les de suport més o menys porós, on se li aplica un esmalt, o en forma de dibuix.



FIG.1: Imatge d'una rajola esmaltada de color verd.
Font: Ceràmiques Bosch

- Gres: es couen al voltant dels 1200°C pel que s'aconsegueix un efecte de vitrificació pel que queden casi impermeables.



FIG.2: Mostres de diferents tipus de rajoles de gres.
Font: Ceràmiques Vives

Propietats tècniques

- Durabilitat

Presenta molt bona resistència al desgast, del que en fa un material amb una llarga vida útil; actualment hi ha moltes ceràmiques amb més de 500 anys d'antiguitat.

- Resistència al foc

Ja que és un producte fet amb argila, i que s'ha cuit a altes temperatures, presenta molt bona resistència davant el foc.

- Resistència a la humitat

Tot i ser un material porós, un cop cuit es transforma en un material casi impermeable, pel que és molt utilitzat en cambres humides.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Hi ha molts tipus de colors, textures i acabats
- Necessita poc manteniment i es neteja fàcilment

Com a inconvenients presenta:

- No té bona resistència a l'impacte
- La falta d'adherència entre la rajola i el morter, pot provocar el despreniment d'aquesta

Usos principals

Dins el conjunt de la façana, fa la funció de revestiment exterior. Aquest pot ser en la seva totalitat o només parcialment, i en qualsevol tipus d'edifici, tot i que es troba més en edificis de vivendes, tant uni com plurifamiliar.



FIG.3: Detall de façana amb rajola vitrificada en la seva part inferior.

Font: Fotografia pròpia

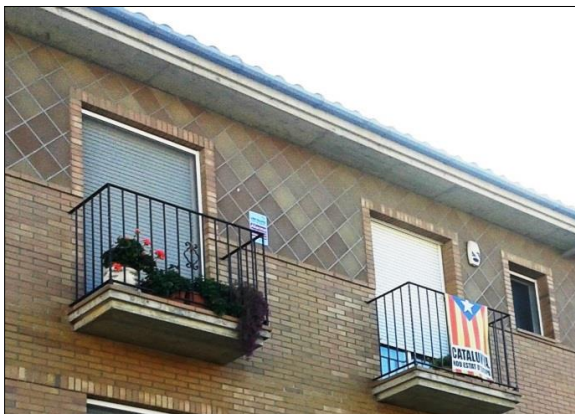


FIG.4: Detall de façana amb revestiment de rajola ceràmica a Girona.

Font: Fotografia pròpia



FIG.5: Imatge d'un habitatge plurifamiliar del centre de Girona, revestit amb rajoles ceràmiques vitrificades.

Font: Fotografia pròpia

1.2 Els revestiments ceràmics per a façana ventilada

Descripció del material

Aquest revestiment per a façana ventilada, es pot dir que és com una modernització dels sistemes de façana tradicional ceràmics. Juntament amb el sistema de façana, permeten una millora respecte a les façanes tradicionals. L'aparició de la façana ventilada a Catalunya ve del seu antecessor, l'envà pluvial, introduint una cambra d'aire entre la paret estructural o de tancament i el revestiment exterior. Això va implicar un canvi en la fixació del revestiment, passant a introduir una subestructura de perfil·leria metàl·lica amb muntants i travessers que els subjecten. Actualment resulta un sistema cada cop més aplicat, en obra nova però també com a bona solució per a la rehabilitació de façanes.

El revestiment ceràmic està fabricat amb ceràmica extrudida (la qual té un grau alt d'impermeabilitat), té una forma rectangular, de longitud des dels 50 cm fins a 150 cm, amb alçada de 20 a 50 cm (cada casa comercial té unes mides estandarditzades) i un gruix de 2,8 cm de gruix. La peça està alleugerida a la seva part interior, i en la seva part superior i inferior té forma d'encadellat per facilitar l'encaix de les plaques.



FIG.6: Imatge de revestiment ceràmic per a façana ventilada.

Font: Faveton Ceram



FIG.7: Detall d'encaix de revestiment ceràmic per a façana ventilada.

Font: Fotografia pròpia

Propietats tècniques

- Aïllament acústic

Aquesta propietat li ve atorgada pel tipus de façana, ja que són capaces de reduir entre un 10 i un 20% la contaminació acústica.

- Aïllament tèrmic

La cambra ventilada de la façana provoca l'anomenat "efecte xemeneia", encarregat de la regulació tèrmica, i que permet un estalvi d'energia d'entre un 25 i un 40%.

- Lleugeresa

El pes per metre quadrat de la façana ceràmica ventilada, està situat entorn a 35 kg, a diferència dels 75-100 kg/m² dels sistemes tradicionals. A més, les peces no són massisses, pel que ajuden a reduir el pes del revestiment.

- Higroscopicitat

La cambra ventilada també ajuda a regular la humitat i per tant eliminar la problemàtica de les condensacions.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Es tracta d'un producte industrialitzat que permet diverses formes, colors i acabats
- Actualment estan a l'avantguarda pel que fa a la investigació i desenvolupament en les façanes ventilades

- Permet substituir peces trencades de manera individual

Com a inconvenients presenta:

- La seva resistència a l'impacte no és molt bona

Usos principals

S'utilitza sobretot en obra nova tot i que també és molt aconsellable en rehabilitació. Pel que fa a la tipologia, bàsicament edificis de varies plantes i gran superfície de façana, destinats a oficines, vivendes, escoles, hotels o centres comercials entre d'altres.



FIG.8: Fotografia d'un edifici residencial de Montblanc, amb revestiment ceràmic amb el sistema de façana ventilada.

Font: Faveton Ceram



FIG.9: Imatge de la façana principal dels jutjats d'Olot, amb el sistema de façana ventilada i revestiment ceràmic, en aquest cas de color fosc.

Font: Faveton Ceram

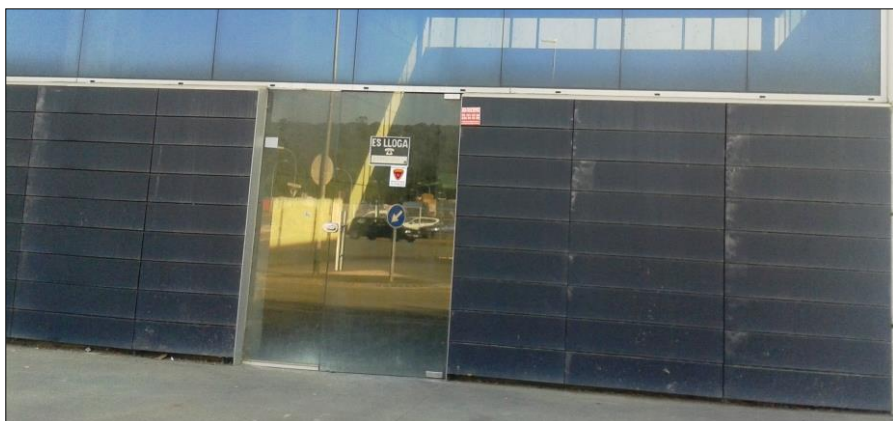


FIG. 10: Imatge d'una façana ventilada amb revestiment ceràmic fosc, d'un taller mecànic situat a prop de Sant Celoni.

Font: Fotografia pròpia

2. De conglomerats

2.1 Els revestiments de pedra artificial

Descripció del material

A finals del segle XVI, molts jardins anglesos estaven decorats amb figures i baranes de ciment i àrids triturats, el que llavors s'anomenava pedra artificial. Un segle mes tard, aquesta decoració de jardí es va estendre a la resta d'Europa i sobretot a Itàlia. En aquest mateix segle es va començar a utilitzar aquesta pedra artificial per al revestiment de façanes.

Actualment, les pedres artificials conglomerades són aquelles que estan formades per tres elements bàsics: els àrids - que s'utilitzen restes de pedres naturals – el conglomerant (ciment), que uneix els àrids, i l'aigua, que és l'encarregada de provocar la hidratació del conglomerant, de manera que ho converteix en una massa compacta. També s'hi posen afegir colorants, que permeten imitar els colors de les pedres naturals, i armadura per obtenir més resistència. Posteriorment s'emmotllen i es deixen refredar, al contrari del que es fa amb la ceràmica, que necessita un procés de cocció.



FIG. 11: Detall de revestiment de pedra artificial.

Font: Archiproducts



FIG. 12: Detall de revestiment de pedra artificial.

Font: Piedra artificial Menqual

La seva fabricació es basa en el principi de la naturalesa: les roques sedimentàries es formen amb les restes de les roques eruptives. Amb motlles de diferents tipus i formes es poden imitar quasi tots els tipus de pedra, des de manera individual fins a imitar un revestiment o aplacat.



FIG. 13: Imatge de diferents motlles de pedres artificials.

Font: Built in home



FIG. 14: Desemmotllament de les pedres

Font: Built in home

Les pedres artificials, es poden classificar en dos tipus:

- Pedres artificials aèries

Són les que es conserven i endureixen en un ambient sec.

- Pedres artificials hidràuliques

Són les que a part de poder conservar-se i endurir en un medi sec, també poden fer-ho en un ambient humit o fins i tot dins l'aigua.

Propietats tècniques

- Alta resistència

Els àrids, amb el conglomerat, permeten adquirir un alt grau de resistència, que es pot millorar introduint armadura en el seu procés de fabricació, millorant la resistència a tracció de la qual no disposen les pedres naturals.

- Durabilitat

Aquesta propietat ve donada perquè no s'erosiona, és resistent a la força del vent i l'aigua.

- Resistència als agents químics

Les pedres artificials són resistents als atacs o ambients agressius.

- Resistència al foc

Presenta una baixa conductivitat tèrmica, i no s'inflama, pel que també es pot utilitzar per al recobriment de xemeneies.

- Resistència a la humitat

Degut a que no absorbeix la humitat, ni les seves propietats es veuen alterades pels canvis d'humitat, no hi ha presència de fongs o floridures a la superfície de la pedra.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Visualment tenen el mateix aspecte que la pedra natural, i permeten aconseguir un color i textura molt realista
- El seu procés de fabricació és senzill i ràpid, permetent realitzar molts models de pedra diferents
- El seu preu és inferior al de la pedra natural

- Es tracta d'un revestiment amb un manteniment molt baix

Com a inconvenients presenta:

- Les pedres artificials tenen menys durabilitat que les naturals
- La seva resistència a l'abrasió és inferior
- Alguns tipus de pedra artificial tenen un comportament no gaire bo als canvis de temperatures

Usos principals

La pedra artificial, ja sigui en forma de revestiment o d'aplatat, s'utilitza molt ens els habitatges, més concretament en els unifamiliars. Els aplacats s'utilitzen més en edificis de gran alçada, degut al pes i gruix inferior. També se'ls pot trobar en edificis públics, com ajuntaments, biblioteques, o en hotels, per la seva elegància.

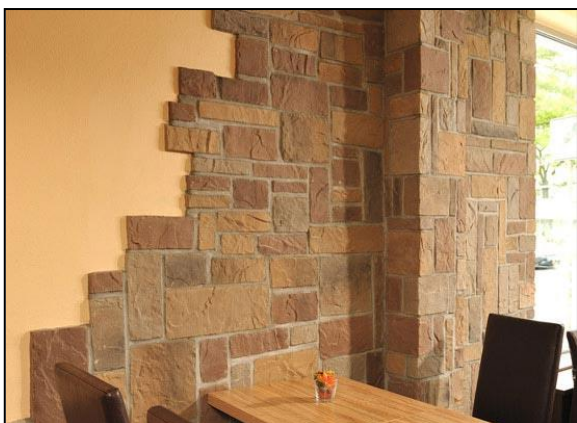


FIG.15: Revestiment de pedra artificial; si no fos pel seu gruix, es podria confondre perfectament amb la pedra natural. Font: Archiproducts



FIG.16: Façana construïda amb pedra artificial formada per dos tipus de pedra, un de més allargat i gran i un altre de forma més quadrada i petita. Font: Piedra Artificial

2.2 Els revestiments continus de conglomerats

2.2.1 Els arrebossats

Descripció del material

L'arrebossat és un tipus de revestiment continu fet a base de morter de ciment, cal o mixt. La seva composició està formada per ciment (el tipus dependrà de l'ambient a què estigui exposat), àrids amb un tamany màxim de 2,5 mm, aigua i finalment additius, que es tracten d'un component de tipus secundari (s'utilitzen quan es necessita obtenir o potenciar alguna propietat del conglomerat); aquests poden ser airejants, plastificants, anticongelants, retardadors o acceleradors de fraguat, hidròfugs, preenduridors, actius d'efectes varis o colorants. Els seu ús variarà en funció de les necessitats a l'hora d'aplicar el revestiment, i es faran gruixos d'entre 2 i 3 cm en funció de si es vol aplicar pintura o bé un revestiment de tipus discontinu.

El morter s'ha utilitzat en diverses civilitzacions al llarg de la història, canviant el tipus de conglomerant en funció del material disponible de cada regió. El seu ús que en feien els egipcis o babilonis fa milers d'anys, era la d'unir blocs de pedra o adobes per a la formació dels murs. No va ser fins al naixement del ciment al segle XVIII, que va sorgir l'anomenat morter de ciment, el qual va millorar en tots els aspectes la seva funció i es va començar a aplicar com a revestiment.

Actualment es troben diferents tipus d'arrebossats en funcions de l'acabat:

- Lliscat



FIG.17: Acabat de tipus lliscat.
Font: Tecno UPC

- Raspat



FIG.18: Acabat de tipus raspat.
Font: Tecno UPC

- Remolinat



FIG.19: Acabat de tipus remolinat.
Font: Tecno UPC

Propietats tècniques

- Durabilitat

Malgrat tractar-se d'un revestiment relativament modern, ofereix una llarga vida útil, sempre que s'hagi aplicat correctament, sobretot en una superfície neta i llisa.

- Duresa

El ciment, és l'element que li aporta duresa al conjunt del revestiment.

- Rigidesa

El ciment és un material que adquireix rigidesa a mesura que passa el temps després del procés d'hidratació (barreja amb aigua), de manera proporcional a l'adquisició de resistència (màxima als 28 dies).

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Té una aplicació molt fàcil i ràpida
- No es necessita mà d'obra qualificada per a la seva execució
- A diferència de l'estucat o els morters monocapa és més econòmic

Com a inconvenients presenta:

- Generalment s'acaba aplicant pintura o bé un revestiment discontinu ja que la seva estètica no és molt bona
- No es poden fer grans gruixos ja que es tracta d'un revestiment pesat i rígid, i podria despendre's, provocant la fissuració

Usos principals

L'arrebossat és possiblement un dels revestiments continus comuns més utilitzats actualment. És possible tan en obra nova com en rehabilitació, i com s'ha mencionat anteriorment, pot ser un acabat per aplicar pintura o bé com a base de revestiments discontinus, com revestiments ceràmics porosos o de pedra entre d'altres. A dia d'avui, l'arrebossat es troba en l'àmbit residencial, habitatges uni i plurifamiliars sobretot, malgrat poder-se trobar dins l'àmbit docent, cultural i administratiu en menor quantitat.



FIG.20: Façana amb arrebossat remolinat sense pintar.

Font: Fotografia Pròpia



FIG.21: Façana de l'església "nova" de Sant Andreu de Tona, amb un acabat arrebossat i pintat.

Font: Conèixer Catalunya

2.2.2 L'estucat

Descripció del material

L'estucat és un tipus de revestiment tradicionalment fet a base de ciment blanc, calç amb sorra i pols de marbre, aigua, i sovint amb la pigmentació del color que es vol.

L'estucat té una llarga tradició dins el món dels revestiments, utilitzat des de l'època dels romans, els quals havien heretat de l'antiga Grècia. Amb el moviment Renaixentista, va ser molt utilitzat a França en els seus palaus, i que mica en mica es va estendre arreu d'Europa, arribant fins i tot a Amèrica. Actualment és una tècnica molt utilitzada arreu del món. La seva aplicació es feia antigament de manera directa sobre la superfície, ja fos rajola o pedra, i fins i tot els edificis de fusta, s'aplicava sobre la veta de fusta. Actualment, l'aplicació es fa sobre una malla metàl·lica, amb una capa de protecció contra la humitat.

Els tipus d'estucat més habituals en funció de l'acabat són:

- Llis



FIG.22: Estucat llis amb pigment de tipus rosat.

Font: Parex

- Raspat



FIG.23: Estucat amb acabat raspat i pigmentació color crema.
Font: Weber

- Tirolès



FIG.24: Estucat amb acabat de tipus tirolès.
Font: Daniel decoración

- Buixardat

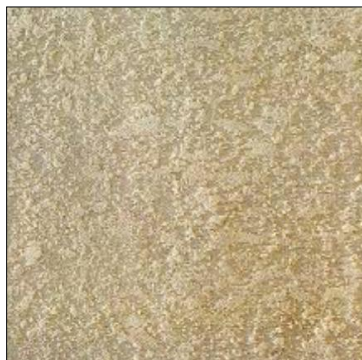


FIG.25: Estucat amb acabat de tipus buixardat.
Font: Monocapes Lara

- Esgrafiat



FIG.26: Estucat amb acabat esgrafiat al voltant de la finestra.
Font: Masico Aguilar

- Marbrejat



FIG.27: Estucat amb acabat marbrejat, que imita el marbre.

Font: GTA Europa rehabilitación de edificios

Propietats tècniques

- Durabilitat

L'estucat, sempre que sigui ben executat, té una llarga vida útil; només cal veure les façanes realitzades amb aquest revestiment i encara es conserven en bon estat a dia d'avui.

- Resistència a la humitat

Deixa transpirar el mur, de manera que evita la humitat, capil·laritat, i amb conseqüència el desprendiment del revestiment a llarg termini.

- Resistència al foc

La composició amb calç, tenen un bon comportament al foc.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Els seus acabats permeten imitar materials com el marbre
- Permet diferents tipus d'acabat i textures
- Té un manteniment relativament fàcil
- Tenen una bona qualitat, donant un bon aspecte estètic

Com a inconvenients presenta:

- L'aplicació s'ha de fer sobre una superfície completament llisa i ben acabada
- Els estucs actuals, degut a la seva preparació, són incompatibles amb els tradicionals
- Es necessita una mà d'obra especialitzada per a una correcta execució
- El seu cost és superior a altres tipus de revestiments

Usos principals

L'estucat s'ha utilitzat molt en l'àmbit residencial, tot i que sovint e pot trobat en edificis d'àmbit cultural o bé religiós.



FIG.28:Fotografia de la Villa Maria de Taradell, amb diversos tipus d'estucats.

Font: Conèixer Catalunya.



FIG.29: Imatge de la façana principal del Pavelló poliesportiu de Cervera, revestida amb la tècnica de l'estucat amb diferents tonalitats de color verd, i amb juntes imitant les plaques d'un revestiment discontinu.

Font: Cervera Paeria

2.2.3 Els morters monocapa

Descripció del material

Els morters monocapa són un tipus de revestiments continus sintètics formats per una barreja de conglomerant hidràulic preparat o sintètic, aigua, i un àrid de granulometria molt fina. En la seva composició s'utilitza el ciment Pòrtland blanc, àrids de granulometria de 0 a 3 mm en el cas d'un acabat raspat o llis, d'entre 5 a 9 mm o 9 a 12 mm en el cas d'anar projectat i l'aspecte exterior desitjat.

Van sorgir a finals dels anys setanta, amb la industrialització de la construcció, satisfent la necessitat d'obtenir un revestiment econòmic, ràpid, amb una col·locació fàcil a la vegada que s'obtingués una nova estètica en el camp dels revestiments, diferents a la que hi havia fins llavors.

Segons el tipus d'acabat, els morters monocapa poden ser:

- Amb acabat raspat



FIG.30: Morter monocapa amb acabat raspat.

Font: Vilca

- Amb acabat rugós



FIG.31: Morter monocapa amb acabat rugós.

Font: Vasi Revestimientos

- Amb acabat de projectat de pedra



FIG.32: Morter monocapa amb acabat projectat de pedra.

Font: Anpazul

Propietats tècniques

- Gran adherència

Els revestiments han de tenir certa adherència per evitar els desprendiments; en el cas dels morters monocapa, aquesta s'accentua gràcies a l'addició de resines sintètiques, essent superiors al pes del revestiment.

- Homogeneïtat

Per la seva composició, tenen una textura uniforme proporcionant també una coloració sense necessitat d'aplicar pintura.

- Impermeabilitat

Propietat que la aporten els additius i la fina granulometria dels àrids, de manera que no hi ha existència de porus i per tant, priva de l'entrada d'aigua i la seva textura té gran capacitat d'assecatge.

- Lleugeresa

Els morters tenen una densitat més baixa, per tenir un pes més reduït i fent així que sigui més difícil de desprendre pel seu propi pes.

- Permeabilitat al vapor d'aigua

Permeten de manera constant un intercanvi higromètric entre el suport i l'ambient exterior.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Es poden aplicar a qualsevol suport, tant en murs ceràmics, com blocs de formigó o murs de formigó armat
- Al ser un revestiment industrialitzat, implica el pas d'una sèrie de controls de qualitat, els quals fan que no hi hagi la presència de sals solubles
- La duració d'aquest tipus de revestiment és superior a la dels revestiments tradicionals continus, sempre que hi hagi una bona adherència entre aquest i el suport, i no hi hagi fissuracions

Com a inconvenients presenta:

- És necessària la mà d'obra especialitzada per a la bona execució d'aquest tipus de revestiment
- El seu cost és superior a la d'altres revestiments continus

Usos principals

El revestiment amb morter monocapa, amb l'avantatge de poder-se aplicar a la majoria de suports, permet utilitzar-se tant en obra nova com en rehabilitació.



FIG.33: Façana de la escola municipal de música de Tortosa.
Font: Estucs



FIG.34: Façana de la Biblioteca Can Pedrals.
Font: RGA Arauitectes

3. De fusta

3.1 Els revestiments de fusta natural

Descripció del material

Els revestiments de fusta natural es tracten de peces de forma, generalment en forma de làmines rectangulars, llistons, o panells de mides diverses, que es fixen sobre uns rastells que van fixats a la paret mecànicament. Els revestiments poden ser continus un al costat de l'altre, solapats, encaixats, o bé situats a una certa distància entre ells.

Els primers revestiment eren les lames de fusta, que anaven solapades o unides per un encadellat, i fixades mecànicament sobre rastells de fusta, que van sorgir amb l'objectiu d'obtenir una façana amb la òptica de la fusta però podent utilitzar una paret de tancament o estructural d'un altre material més econòmic.



FIG.35: Detalls de diferents tipus de revestiments de fusta natural.
Font: Bioma Exteriors

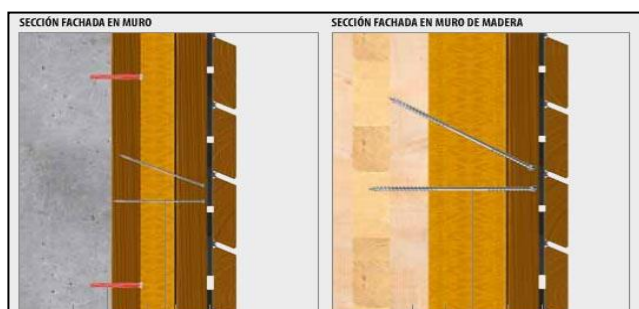


FIG.36: Esquema de fixació de revestiments de fusta sobre mur de formigó (esquerra) i sobre paret de fusta.

Font: Madera Sostenible

Propietats tècniques

- Durabilitat

Malgrat els inconvenients que presenta davant els atacs químics, biològics, i els rajos ultraviolats, amb un manteniment constant té una llarga vida útil.

- Ecològic i sostenible

La fusta és un material d'origen natural, i que passada la vida útil pot reciclar-se.

- Higroscopicitat

La fusta té la propietat d'absorbir i desprendre la humitat.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Permeten una gran varietat de formes i colors d'acabats
- Són més econòmics que les parets de fusta massissa
- En cas de que una peça es faci malbé, es pot substituir sense problemes

Com a inconvenients presenta:

- Cal realitzar un manteniment periòdic
- Al estar constantment exposades amb exterior, s'ha de vigilar l'exposició ambient i l'atac d'agents biòtics

Usos principals

S'utilitza com a revestiment per a tot tipus d'edificis, tant habitatges unifamiliars com plurifamiliars, edificis en planta baixa i de diverses plantes, i sovint es barreja amb altres sistemes com poden ser les façanes ventilades o els murs cortina. També resulta una solució òptima per a la rehabilitació de façanes.



FIG.37 i 38: Revestiment d'una fusteria feta a base de trossos de fusta en relleu, situada a Cassà de la Selva.

Font: Fustes Garolera



FIG.39: Cases unifamiliars situades al Pirineu Lleidatà, amb revestiment de pedra natural a la planta baixa i revestiment de fusta natural a la part de sota coberta

Font: Fustes Lamora



FIG.40: La façana del Parc de Recerca Biomèdica de Barcelona té un revestiment amb rastells de fusta situat a la part exterior dels balcons, que regula l'entrada de llum a la vegada que li dona un toc natural.

Font: IMIM

4. De metall

4.1 Les planxes metàl·liques simples

Descripció del material

Les tècniques per a la realització d'aquest tipus de revestiments van venir de l'Europa central, tradicionalment utilitzats com a elements de cobertura. El seu ús va començar al segle XX, variant amb el temps el tipus de metall utilitzat. El primer va ser l'acer, durant els anys vint i trenta, sota el sistema de muntatge Fillod, que consistia en muntants dobles de tubs d'acer units amb abraçaderes que subjectaven una planxa interior i una d'exterior, que formaven una cambra que posteriorment s'omplia amb aïllament tèrmic. En aquests mateixos anys, van sorgir les cases prefabricades de Walter Gropius¹, revestides amb un panell de xapa de coure corrugat de 0,5 mm de gruix i fixades a l'estructura del panell. Més tard, al voltant dels anys quaranta, van sorgir les primeres obres construïdes amb alumini de la mà de Buckminster Fuller² amb la casa Dymaxion, revestida amb xapa d'alumini. Amb els anys s'han anat introduint nous tipus de metalls com l'acer inoxidable, l'acer corten o el zinc.

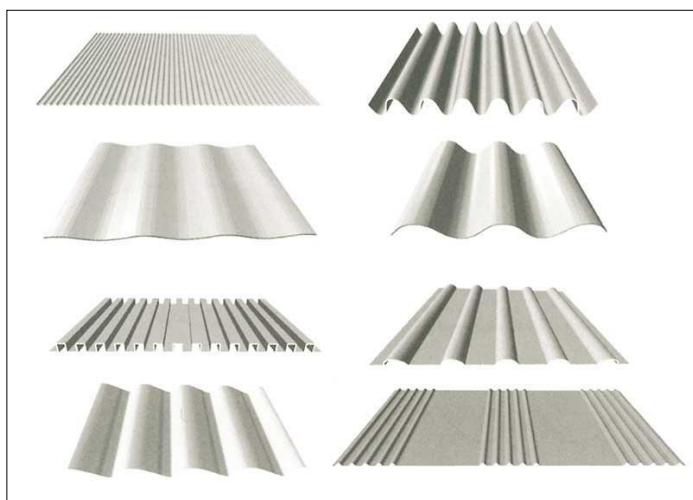
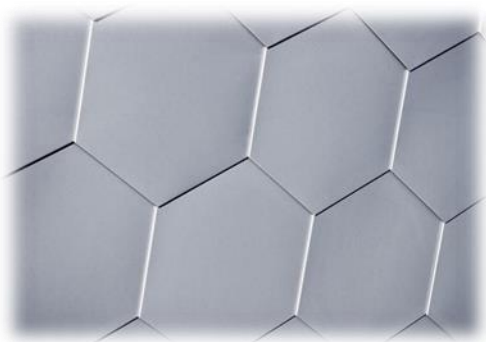


FIG.41: En aquesta imatge es poden observar diferents tipus de xapa metàl·lica simple llisa i amb diferents tipus d'ondulacions.
Font: Welltec

¹ Gropius, Walter (1883-1969)

² Fuller, Buckminster (1895-1983)

A part del material que la forma, les xapes es caracteritzen per la forma dels panells i el tipus d'acabat que tenen, que amb el temps s'han anat modernitzant i millorant. Respecte a la fixació, se sol fer mecànicament (mitjançant cargols) o bé per encaix.



FIGS. 42,43 i 44: En aquests detalls es poden veure diferents tipus d'acabats de planxes metàl·liques simples, amb diferents colors, formes i textures.

Font: Incoperfil

Propietats tècniques

En primer lloc s'enumeraran les propietats dels metalls més comuns utilitzats com a revestiments.

- Acer: presenten gran resistència i durabilitat, però per al contrari baixa ductilitat i soldabilitat. D'acer es presenta el de baix aliatge, el cor-ten, que la seva pròpia oxidació provocada li dóna gran resistència a la corrosió, o l'inoxidable, molt utilitzat en ambients marins o presència d'àcids.
- Alumini: és format per l'aliatge de l'alumini pur i altres components com coure, magnesi, sílice o zinc. Es protegeix amb una oxidació prèvia (anodització).
- Coure: se sol utilitzar coure pur en un 99,9%. Es caracteritza per ser mal·leable, tou i de fàcil fusió.
- Bronze: és un aliatge de coure i estany, que també pot incloure petites proporcions de zinc, alumini i plom.

- Zinc: s'utilitza com aliatge de zinc coure i titani. Antigament va ser molt utilitzat com a revestiment de cobertes. Presenta gran mal-leabilitat.
- Titani: ha sigut dels últims tipus de metalls utilitzats com a revestiment de façanes. Es produeix en fulles amb espessors de 0,38 a 6,35 mm. Admet tractaments superficials per bany electrolític. S'oxida en contacte amb l'aire protegint-se ell mateix de la gradació, essent el metall amb major resistència a la corrosió dels utilitzats a la construcció.

Propietats tècniques

- Durabilitat

Sempre que disposin del correcte tractament en funció de l'ambient a què estiguin exposat, les planxes tenen una llarga vida útil.

- Estanqueïtat

El metall és un material impermeable i estanc, sempre que es resolguin correctament les entregues entre planxes i obertures.

- Mal-leabilitat

La planxa, per la seva secció, permet adaptar-se a qualsevol forma.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Ofereix un disseny que avarca moltes possibilitats tant de colors com d'acabats
- Es tracta d'una solució fàcil i econòmica
- La seva execució és ràpida
- El seu manteniment és mínim

Com a inconvenients presenta:

- Cal tenir en compte la ventilació per evitar que es produeixin condensacions
- S'ha de vigilar la planeïtat de les xapes; aquesta es pot evitar en funció de les dimensions de la peces o bé nervalant la xapa perquè sigui més rígida

- Si no es fa un correcte tractament pot aparèixer corrosió a la xapa

Usos principals

Per la diversitat de formes de les xapes i el gran ventall de colors i acabats, es tracta d'un revestiment que es pot utilitzar en tots els àmbits, des de l'industrial al residencial, passant per el docent o cultural. Ja sigui en obra nova, però també en rehabilitació, dóna una visió moderna i a la vegada singular d'una façana.

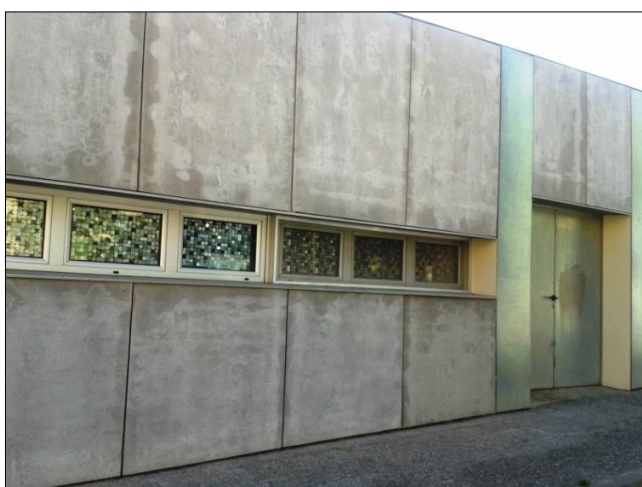


FIG.45: Tot i que de lluny presenta un aspecte similar al que podria ser un mur de formigó armat, es tracta d'una façana amb revestiment de xapa metàl·lica llisa, a la llar d'infants L'Olivera a Girona.

Font: Fotografia Pròpia



FIG.47: Aquest detall corresponent a la fotografia anterior, mostra la resolució de l'ampit metàl·lic amb el revestiment, i també es pot observar la fixació mecànica vista.

Font: Fotografia Pròpia

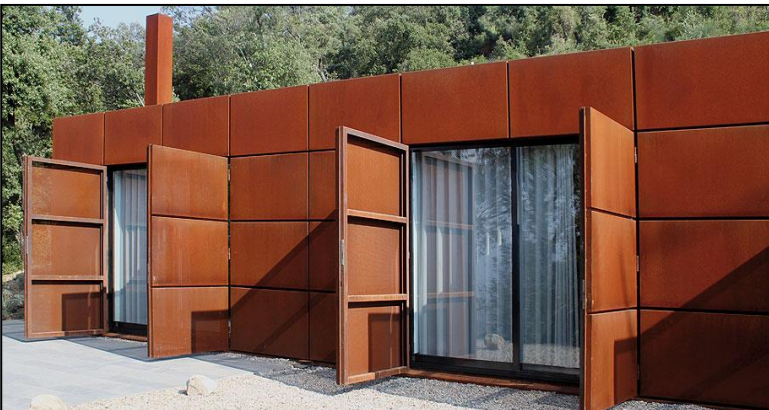


FIG.48: Ampliació de l'escola de primària Vallmanya a Sant Esteve de Palautordera, amb façana revestida amb xapa metàl·lica ondulada.

Font: Fotografia Pròpia



*FIG.49: El teatre l'Atlàntida de Vic, té la part superior de la façana amb revestiment de xapa metàl·lica, que li dona un color daurat.
Font: Jaume Prat Arquitecte*



*FIG.50: Un clar exemple que els revestiments metàl·lics han entrat a l'ús residencial, és aquest habitatge unifamiliar de Besalú, on façana i porticons de les finestres s'han fet amb el mateix tipus de metall.
Font: Metàl·lics Cabratosa*

5. De pedra natural

5.1 Els revestiments de pedra natural

Descripció del material

El revestiment de pedra han substituït els antics murs de mamposteria, amb la industrialització i aparició de la ceràmica i el formigó. Els murs de pedra van evolucionar per uns de menor espessor, on la funció estructural la tenia una paret ceràmica, l'acer o el formigó, pel que la pedra tenia una funció d'acabat; per tant aquí la pedra deixa de tenir funció estructural i passa a ser un revestiment.

Els revestiments de pedra natural poden ser:

-Amb la pedra obtinguda directament de la natura sense cap tipus de transformació



FIG.51: Imatge de pedres naturals obtingudes directament de la natura.

Font: Pedra Llicorella

-Pedra en forma d'aplatat



FIG.52: Mostrari d'aplatats de pedra.

Font: Revestimientos WS.

Propietats tècniques

- Durabilitat

Si en els nostres dies encara hi ha edificis de pedra centenaris és gràcies a la propietat de perdurar en el temps.

- Resistència a la intempèrie

Ja que és una matèria procedent de la natura i existent des de tants milions d'anys, ofereix molt bones prestacions a les inclemències i agents exteriors.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- El pes de la façana és inferior al dels murs de pedra massissa
- El revestiment de pedra és més resistent
- Els aplacats permeten la realització de més alçada
- En els dos casos el manteniment és mínim

Com a inconvenients presenta:

- Els revestiment/aplacats amb morter, poden presentar problemes d'adherència, arribant al despreniment
- Els aplacats amb fixacions metàl·liques, presenten debilitacions que poden arribar al trencament a la zona en contacte amb aquest

Usos principals

L'ús a la façana variarà en funció del revestiment o aplacat de pedra i la seva tècnica d'adherència/fixació. Generalment es troba en edificis residencials, i d'altres com ajuntaments o hotels, els quals volen un disseny natural i molt valorat.

Així es troben:

- Revestiments amb pedres naturals tal i com s'han obtingut de la natura:



FIG.53: Imatge duna façana amb els dentells de les finestres de pedra natural, d'un edifici entre mitgeres a Tordera. La seva fixació és amb morter.

Font: Fotografia pròpia



FIG.54: Fotografia d'una casa revestida amb pedra natural en la seva totalitat. És adherida amb morter.

Font: Fotografia pròpia

- Revestiments amb aplacats de pedra natural



FIG.56: Detall d'un aplacat de pedra natural que decora la façana des del costat del carrer fins l'ampit de la finestra.

Font: Fotografia pròpia



FIG.55: Fotografia d'un habitatge plurifamiliar amb aplacat de pedra fixat mecànicament amb fixacions vistes, situat a Palautordera.

Font: Fotografia pròpia

5.2 Els revestiments de pedra natural per a façana ventilada

Descripció del material

Els revestiments de pedra ja existien al segle XX, però presentaven força problemes d'adherència, sovint creant greus accidents degut als desprendiments del aplacat de la façana. La façana ventilada amb aplacat de pedra natural prové de dos avenços diferents: per una part, la disminució del gruix de l'aplacat de pedra i el canvi d'adherir l'aplacat per introduir les fixacions, i per altra la introducció de la cambra ventilada. El primer canvi procedent de l'aplacat va venir a l'any 1929, en la construcció del Pavelló de la Exposició Internacional de Barcelona, per l'arquitecte alemany Mies van der Rohe³, que per estalviar costos i no fer tots els murs massissos, van utilitzar l'aplacat amb fixacions metàl·liques, i amb un gruix de pedra inferior al tradicional.

El segon va venir després dels anys setanta, quan els anglosaxons van exportar arreu del món l'anomenada "rain screen", el que aquí s'utilitzava com a envà pluvial, i que anys més tard va evolucionar amb la incorporació de l'aïllament tèrmic fins a arribar al que avui en diem façana ventilada.

Avui en dia la façana ventilada amb aplacat de pedra és molt utilitzat en obra nova. Es comercialitzen mides estandarditzades longituds de 0,30 a 1 metre, alçada de fins a màxim 1 metre i amb gruixos de 3 cm.



FIG.57: Detall constructiu de façana ventilada formada per guies metàl·liques fixades sobre la paret de suport, aïllament tèrmic i una cambra d'aire ventilada entre l'aïllament i el revestiment de pedra natural.

Font: Sto Ventec

³ Mies van der Rohe, Ludwig (1886 -1969)

Les pedres més utilitzades per a les seves propietats són: el granit, el travertí, el marbre i l'Espectre. Respecte als sistemes de fixació, n'hi ha de tres tipus; aquests dependran bàsicament del tipus de suport.

- Amb ancoratge encastat

El suport es fixa amb resines a la paret de suport.



FIG.58: Detall d'un ancoratge de tipus encastat.

Font: Fachadas del noroeste

- Amb ancoratge fixat mecànicament

Aquest ancoratge es fixa mecànicament a la paret de suports, i disposa de pivots o unghes, que poden ser vistes o ocultes.



FIG.59 i 60: Detalls d'ancoratge fixat mecànicament de tipus ocult.

Font: Fachadas del noroeste

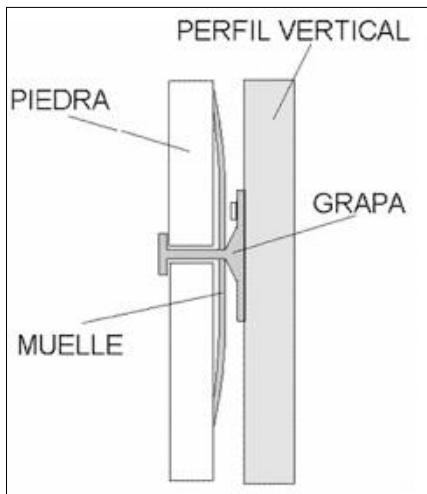


FIG. 61: Detall d'ancoratge fixat mecànicament amb grapa de tipus vista.

Font: Fachadas del noroeste

- Amb ancoratge fixat a la subestructura

Es tracta d'un sistema de muntants i travessers fixats mecànicament al suport, que disposen d'uns encaixos on es col·loca la pedra.

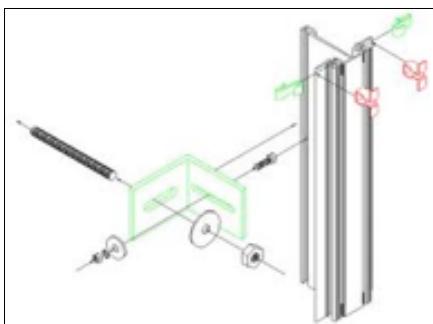


FIG.62 i 63 : Detall d'ancoratge fixat a la subestructura.

Font: Fachadas del noroeste

Propietats tècniques

- Aïllament acústic

L'aïllament tèrmic, sobretot si es tracta de la llana de roca, ajuda a impedir el soroll, així com la cambra d'aire.

- Aïllament tèrmic

Aquesta propietat la aporta l'aïllament tèrmic, i gràcies a l'aïllament exterior.

- Ecològic

La pedra és un material d'origen natural que un cop passada la fase de vida útil pot tornar a reciclar-se.

- Protecció a la condensació i humitat

Gràcies a la cambra d'aire permet la renovació constant de l'aire evacua el vapor d'aigua.

- Resistència al foc

Tot i que la cambra d'aire ajuda a la propagació del foc, la pedra és un material incombustible, i la compartimentació cada dues plantes de la cambra d'aire, li donen aquesta propietat.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Es tracta d'un revestiment de pedra més lleuger l'aplatat de pedra adherit, i encara més lleuger que el mur de pedra massís, i que no presenta problemes d'adherència a diferència dels esmentats anteriorment
- Les diferents pedres permeten una gran varietat de colors i textures

Com a inconvenients presenta:

- Els punts de fixació de les pedres són zones de fragilitat, que en alguna ocasió poden acabar trencant la pedra

Usos principals

El revestiment s'utilitza amb el sistema de façana ventilada, en edificis amb gran superfície de façana, amb usos residencial, d'oficines, hotels, escoles o teatres.



FIG.64: Façana del teatre municipal Pare Casals, a la localitat de Sant Esteve de Palautordera. Combina un revestiment de pedra natural a planta baixa, i una façana ventilada amb acabat de pedra natural a les plantes superiors.

Font: Fotografia pròpia

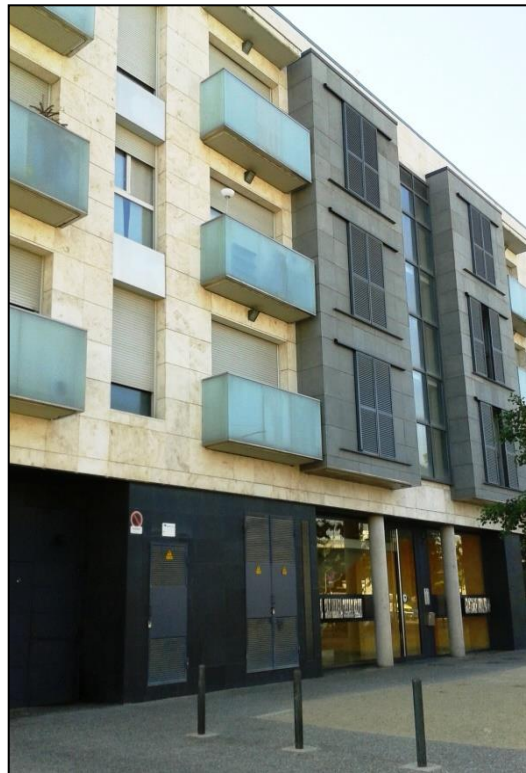


FIG.65: Edifici plurifamiliar amb façana ventilada i acabat de pedra natural, situat a Girona.

Font: Fotografia pròpia

6. De resines sintètiques formant compòsits

Descripció del material

Les resines sintètiques o artificials són una substància d'origen químic, que es poden presentar en estat sòlid o semisòlid, i que s'obtenen a partir de reaccions químiques provinents de matèries primeres de tipus resinoses o no resinoses. Quan es parla de revestiments, es fa referència al terme compòsit ja que aquest no el formen mai la resina sintètica per si sola, sinó que sempre està format per aquesta i com a mínim un material més.

Malgrat que des de segles s'han utilitzat les resines naturals com el betum o la goma, no va ser fins el 1860 que l'inventor Wesley Hyat⁴ va desenvolupar un producte anomenat cel·luloide. A l'any 1907 es van introduir els polímer sintètics a mà del Dr Leo Baekeland⁵, que va comercialitzar dos anys més tard. Anys, més tard, en el 1920, el químic alemany Hermann Staudinger⁶, gràcies a un estudi molecular del plàstic, va permetre un gran avanç en el desenvolupament de materials plàstics, que van portar al descobriment del polietilè, polipropilè, PVC dècades més tard. Durant els anys trenta, a Alemanya es va desenvolupar el poliestirè, com a material d'emalatge posteriorment utilitzat en el món de la construcció. En aquells mateix període, es va crear la primera fibra artificial, el niló, descoberta pel químic Wallace Carothers⁷. Durant l'època de la postguerra, amb la necessitat de trobar nous materials degut a l'esgotament de moltes matèries en la Segona Guerra Mundial, es van desenvolupar el polietilè pel químic alemany Karl Ziegler⁸ a l'any 1953 i un any després el polipropilè a mans de l'italià Giulio Natta⁹. Finalment, dins els plàstics es va introduir el tereftalat de polietilè (PET), més utilitzat en el camp de la indústria alimentària. Actualment, les investigacions segueixen orientades a les combinacions de polímers per formar barreges polimèriques i aleacions plàstiques.

⁴Wesley Hyatt, John (1837-1920)

⁵Hendrik Baekeland, Leo (1863-1944)

⁶Staudinger, Hermann (1881-1965)

⁷Hume Carothers, Wallace (1896-1937)

⁸Ziegler, Karl Waldemar (1898-1973)

⁹Natta, Giulio (1903-1979)

Dins el conjunt de la façana, els compòsits van sorgir com a solució de revestiment de façana amb productes de poca espessor, i per altra part com a substitució de l'amiant. La cel·lulosa va permetre aglomerar productes de base cimentosa, i aglomerants formats per resines compactes. S'utilitza el benefici de les fibres orgàniques o minerals per donar resistència a flexió i rigidesa. Exemples: plaques de ciment reforçat amb fibra de cel·lulosa, polièster reforçat amb fibra de vidre i les plaques de resina termoendurides reforçades amb fibra de cel·lulosa. Els tipus de revestiments compòsits més utilitzat en les façanes són:

- Les plaques compòsits

Els compòsits són plaques compactes formades per diferents capes de materials adherides (que li aporta rigidesa i planeïtat); aquests solen ser adheisus de contacte de noeoprè, poliuretà de mono o bicomponent o resina epoxi mono o bicomponent.

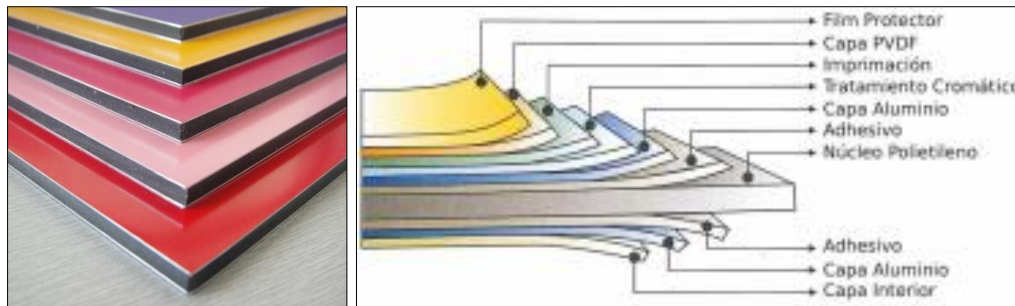


FIG. 66 i 67: A la imatge de l'esquerra es poden observar diferents mostres de plaques compòsits amb acabat de diferents colors, i a la imatge de la dreta es mostra un esquema de les diferents capes que formen els compòsits.

Font: Sumtec

- Panells de ciment reforçat amb fibres de cel·lulosa

Aquests tipus de panells, com el nom indica, són fabricats amb ciment i reforçat amb fibres de cel·lulosa, molt similars als panells GRC (veure apartat panells formigó prefabricat). Es caracteritzen per tenir una alta densitat així com homogeneïtat, són incombustibles, i tenen gran resistència a l'impacte, aigua i agents químics i biològics. Poden arribar a dimensions de 3000 x 1200 mm i gruixos de 6 a 9 mm. El seu acabat pot ser amb colors, ja que en el seu procés de fabricació se li poden afegir colorants. S'utilitza tant per a façana ventilada com a acabat de façana, introduint una capa d'aïllament tèrmic entre aquest i la paret de tancament.



FIG.68: Imatge que mostren els panells de ciment reforçat amb fibres de cel·lulosa.

Font: Teoria de Construcció

- Panells de polièster reforçat amb fibra de vidre

Són panells fabricats amb polièster reforçat amb fibres de vidre. Imiten als panells metàl·lics, i gràcies al procés d'emmotllament, permeten un alt grau de curvatura, amb un bon comportament a la oxidació i és molt lleuger. Com a inconvenient presenta la mala resistència al foc.

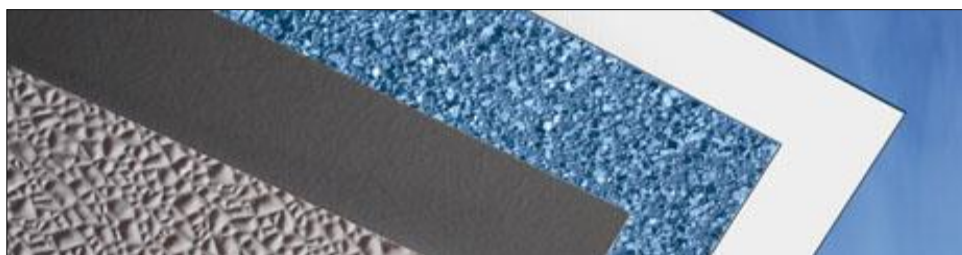


FIG.69: Imatges de diferents mostres de làmines de polièster reforçat amb fibres de vidre.

Font: Lamilux

- Panells de resina reforçada amb fibres de cel·lulosa

Es tracta de panells produïts a base de resines termoendurides d'alta densitat, i reforçada amb fibra de vidre i fabricada a altres temperatures i alta pressió. Són dures, tenen un bon comportament al foc mantenint la seva estabilitat, no és porós i fàcil de netejar. Hi ha un tipus d'imitació de la fusta, que té millors prestacions que els taulers de fusta artificial, ja que té un nucli de baquelita (amb fibra de cel·lulosa impregnada amb resina fenòlica) i les cares de xapa de fusta vista protegides amb films fenòlics.



FIG.70: Detall de diferents panells de resina reforçada amb fibres de cel·lulosa, i acabat de diferents colors.

Font: Trespa

- Xapes sintètiques: són obtingudes a través de les resines sintètiques, com solen ser la melamina o el fenol. La seva exclusivitat està en l'acabat que s'aconsegueix que imita perfectament al de la fusta natural.



FIG.71: Carta de mostres de diferents tipus de xapes sintètiques d'imitació de la fusta natural.

Font: Mecakim

El sistema de fixació a façana variarà del tipus i dimensions del revestiment. Els més habituals són amb perfil·leria vista, oculta o perfil·leria amb subestructura auxiliar de façana ventilada.

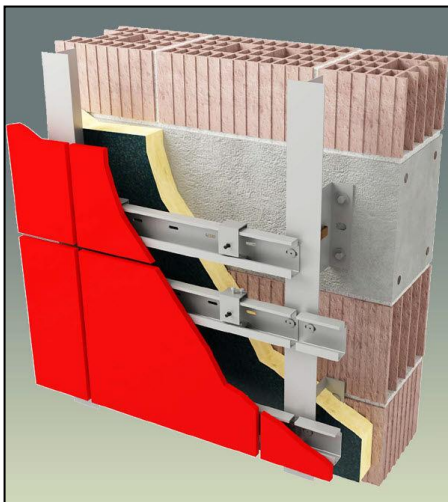


FIG.72: Detall constructiu de façana ventilada amb revestiment de panells de resina sintètica.

Font: Archiexpo

Propietats tècniques

Cada compòsit té les seves propietats, però en general se'ls hi atribueixen les següents propietats:

- Aïllant elèctric

Propietat adquirida de tots els materials d'origen plàstic.

- Impermeable

Els compòsits es consideren impermeables.

- Resistència a l'impacte

Generalment són força resistents a l'impacte, i en cas de trencar-se, no solen ser tan perillosos com el vidre.

- Resistència als agents exteriors

És molt resistent a la corrosió i a molts productes químics.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- El seu cost de producció és baix comparat amb altres tipus de revestiments
- Són fàcils de donar forma i treballar
- Permeten molts colors i textures, pel que és un material amb múltiples possibilitats d'acabats

Com a inconvenients presenta:

- Té un mal comportament davant la llum solar
- La seva durabilitat queda limitada pel canvi de color, augment de la fragilitat i pèrdua de la flexibilitat

Usos principals

Dins del conjunt de la façana, els plàstic fan la funció de revestiment, en qualssevol tipus de façana. Aquestes són molt utilitzades en edificis d'oficines, centres comercials, mercats, escoles, hotels i fins i tot actualment també en habitatges.



FIG.73: Imatge de la llar d'infants de Besalú, on s'han utilitzat els revestiments plàstics de colors per a la façana.

Font: HIC Arquitectura



FIG.74: Façana d'un edifici d'ús residencial del projecte 22 @ de Barcelona, amb revestiment de plaques de resines sintètiques en diferents tonalitats de blau.

Font: Arquitectes.cat



FIG.75: Façana de la comissaria dels Mossos d'Esquadra de Cambrils, construïda amb façana ventilada i revestida amb plaques de ciment reforçades amb fibres de cel·lulosa.

Font: Euronit

B1. MATERIALS UTILITZATS EN LA FORMACIÓ DE FAÇANES D'ALEMANYA

1. D'origen ceràmic

1.1 Fachwerkfassaden (Façana amb peces d'argila cuita tradicional)

Descripció del material

La Fachwerkfassade és una façana molt típica d'Alemanya, formada per un entramat estructural de fusta tancat amb peces d'argila cuita tradicionals. En aquest apartat el material estudiat són les peces d'argila cuita tradicional, ja que l'entramat estructural s'explicarà a l'apartat de fusta.



FIG. 1: Detall de la composició d'una Fachwerkfassade.
Font: Spolia Backsteine

La tradició de la Fachwerkfassade ve dels segles V-VI d.C., amb cases construïdes amb pals de fusta i fang. A l'Edat Mitjana van evolucionar a les cases amb entramat de fusta, que van passar a ser les més habituals a part dels grans castells de pedra. El seu moment de màxima esplendor va ser entre els segles XII-XVI, on es decoraven les façanes amb palla o vegetació, arribant als 7 i 8 metres d'alçada. Al segle XX, la Fachwerkhaus va esdevenir un habitatge tradicional, millorat amb una estructura de gelosia de fusta. Aquest canvi va d'una casa-refugi feta manualment, a una casa feta amb una estructura feta per un fuster, i amb el tancament amb peces d'argila fetes amb una petita premsa de fusta. Les peces d'argila es feien manualment i de mida estandarditzada, amb argila del mateix terreny on es feia la casa o bé l'anaven a buscar a llocs propers, deixant-la assecar un cop desemmotllada al sol. Per obtenir resistència, sovint s'hi afegia palla barrejada amb l'argila. Mica en mica es va anar modernitzant el mètode de fabricació de les peces, amb el sistema industrialitzat (ja no s'assecava al sol, sinó en forns) fins i tot arribant a utilitzar peces ceràmiques o pedres per al tancament.

La majoria de Fachwerkfassaden que trobem avui en dia estan construïdes amb peces tradicionals d'argila cuita aferrades amb morter, molt similars a les peces ceràmiques actuals. Aquestes tenen unes dimensions de 24 x 11,5 x 5,2 cm i no tenen cap tipus de forat o perforació i es fabriquen amb argila, posteriorment cuita en una bòbila a 900°C.



FIG.2: Peces d'argila cuita tradicionals.
Font: Spolia Backsteine

Les Fachwerkfassaden sovint són descrites com un tipus de construcció artesanal que a dia d'avui poca gent sap construir, i que amb l'evolució de la construcció i el sorgiment de normatives i exigències han fet que deixessin de construir-se a finals del segle XX. Actualment, a cada població hi ha existència de cases construïdes amb aquest tipus de façana, sobretot cases rurals, i les normatives municipals vetllen per la seva conservació i el seu manteniment periòdic.

Propietats tècniques

- Aïllament tèrmic i acústic

En funció de la composició de l'argila, podrà variar el valor de la transmitància, i amb l'argila expandida, es pot arribar a millora; cal destacar la capacitat d'emmagatzematge de calor.

- Durabilitat

Es tracta d'un material amb una llarga vida útil, ja que moltes de les Fachwerkfassaden que es troben avui en dia són centenàries.

- Reciclable

Es tracta d'un material 100% reciclable, i en el cas de les Fachwerkfassaden, tan les peces com la fusta són reciclables.

- Regulació de la humitat interior

L'argila crea un clima interior saludable, és transpirable i a la vegada controla la humitat de l'aire interior, que permet que sigui constant en el 50%.

- Resistència al foc

Aquesta propietat l'aporta l'argila cuita, que posseeix bona resistència al foc.

- Resistència al sisme

Les parets amb blocs d'argila tenen una bona resistència a compressió, formen parets estructurals i resistents al sismes.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- L'argila és un material que no emet substàncies tòxiques sempre que s'hagi realitzat un control dels seus components
- El seu manteniment és mínim, ja que es tracta bàsicament de l'acabat de pintura (si és que n'hi ha), i la seva durabilitat és llarga

Com a inconvenients presenta:

- Les peces són força poroses, pel que sovint duen una capa de revestiment per quedar més protegides
- S'han de vigilar molt bé les juntes de manera que no hi hagi filtracions ni es creïn patologies com eflorescències o capil·laritats

Usos principals

Aquest sistema es troba com a tancament de façana en edificis residencials (unifamiliars i plurifamiliars de fins a 3 pisos d'alçada), i moltes d'aquestes s'han rehabilitat passant a ser molt sovint ajuntaments o hotels.



FIG.3: Antiga Fachwerkhaus rehabilitada i transformada en hotel.

Font: Fotografia pròpia



FIG.4: Fachwerkhaus revestida i pintada a l'estil tradicional de la zona de Bavària.

Font: Fotografia pròpia

Composició de possibles façanes formades amb argila cuita

La Fachwerkfassaden més modernes que es van construir consten dels següents materials:

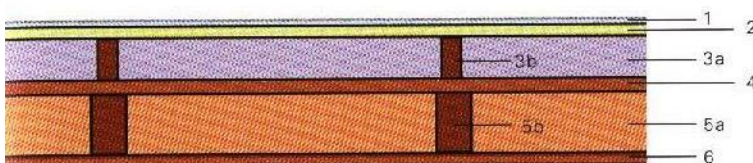


FIG.5: Detall de secció horitzontal de la façana amb peces d'argila cuita.

Font: Das Fachwerk Haus

1. Revestiment amb calç de 2.5 cm
2. Placa d'aïllament de 2 cm
3. Aïllament tèrmic de 12 cm, on es troben els llistons
4. Entramat estructural de fusta omplert amb peces d'argila cuita de 16 cm
5. Revestiment d'argila interior.



FIG. 6: Paret interior de la Fachwerkhaus sense revestir, on es pot observar l'estructura de fusta, i les peces d'argila que omplen els espais de la paret.
Font: Kalk Lehmputz

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes d'argila cuita

Degut a que ja no es construeixen les Fachwerkhäuser, la normativa EnEV 2014 només regula els casos de restauració de les Fachwerkfassaden. A continuació es mostren tècniques per a la millora de la façana a nivell energètic:

-Realitzar una segona fulla amb peces d'argila, deixant un espai de 8 cm, el qual s'omple amb argiles. Es pot afegir també un revestiment interior de calç o argila.

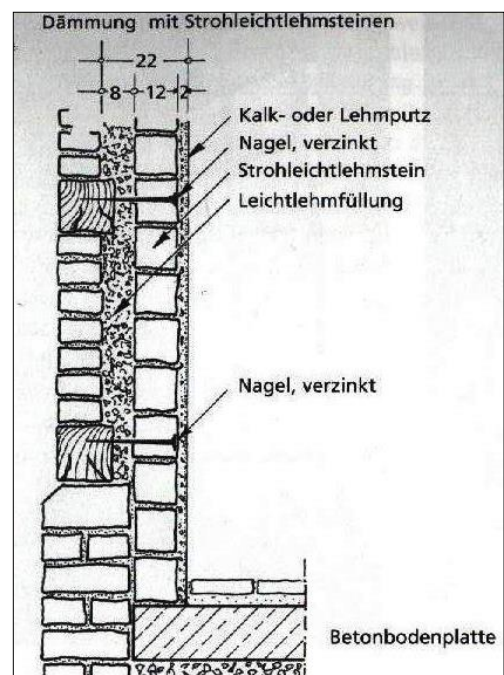


FIG. 7: Restauració de la façana amb doble fulla i omplert d'argila.

Font: Das Fachwerkhaus

-Amb rastells de fusta fixats a l'esquelet de fusta, es fa un revestiment amb barrera de vapor. S'omple la cambra amb un gruix de 9 cm d'argiles.

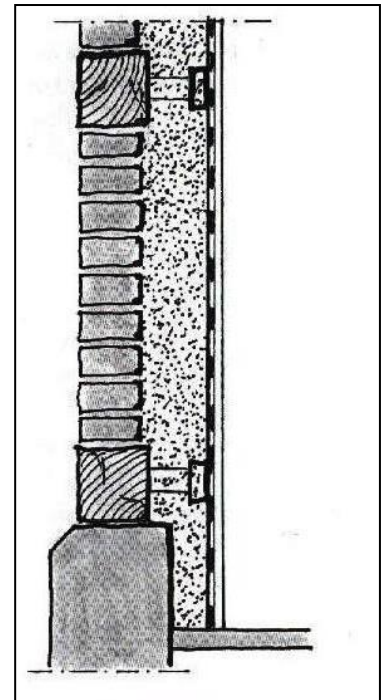


FIG. 8: Restauració de la façana amb la incorporació d'argila i tancament amb barrera de vapor.
Font: Das Fachwerkhaus

-Amb la paret existent, es fa un remolinat d'argila d'aproximadament 3 cm a la part inferior de les peces. Es revesteix amb aïllament tèrmic de 4 cm i finalment un revestiment interior de 3 cm.

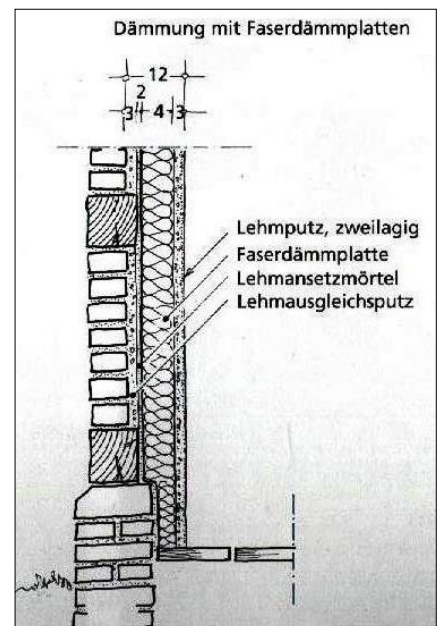
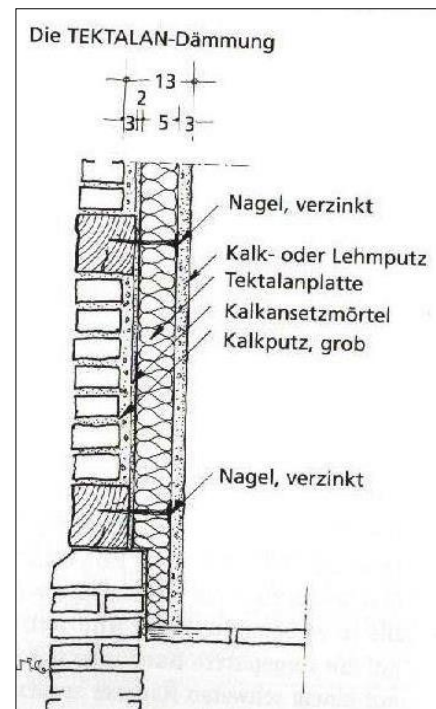


FIG. 9: Restauració de la façana amb la incorporació d'aïllament tèrmic.
Font: Das Fachwerkhaus

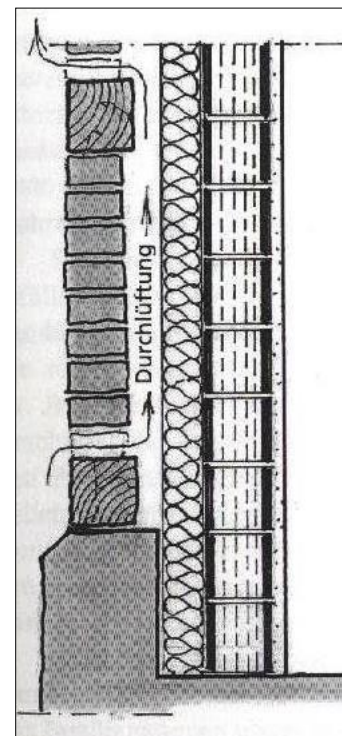
-Aquesta solució és força similar a la interior. Es fa un remolinat de 2 cm amb morter de calç, posteriorment es posa una placa de cartró guix, s'aïlla tèrmicament amb 5 cm i finalment es fa un revestiment interior de 3 cm.

FIG. 10: Restauració amb la incorporació d'aïllament tèrmic i revestiment interior de calç.
Font: Das Fachwerkhaus



-Aquesta solució és possiblement la més cara però també la més eficient. Es realitza una cambra d'aire ventilada a la part posterior de la façana, seguida per un aïllament hidròfug d'aproximadament 5 cm. Es revesteix per la cara interior amb una paret de blocs, bé d'argila o ceràmics d'11,5 cm de gruix i finalment un revestiment.

FIG. 11: Restauració de la façana incloent una cambra ventilada, aïllament tèrmic i paret interior.
Font: Kalk Lehmputz



1.2 Klinker (Les peces clínquer)

Descripció del material

El Klinker és un maó ceràmic que es distingeix per passar per un procés de cocció a temperatures superiors a les de la ceràmica convencional, d'entre 1100 i 1300 °C, el que fa que els porus es tanquin. La tonalitat característica de les peces Klinker ve donada per les quantitats variables d'òxid de ferro i alumnia en el moment de la seva producció. La textura la aporta l'acabat flamejat, llit, polit o en relleu.



FIG. 12: Diferents mostres de peces Klinker.

Font: Unikeramik

Fins a principis del segle XIX els maons es feien manualment, i va no va ser fins a mitjans de segle que Hoffmann¹ va introduir un procés de cocció permanent amb maquinària. A partir del segle XX, l'automatització va entrar en el cicle de producció del maó Klinker, afavorint la reducció de costos i l'augment de la producció. Actualment, el procés de fabricació s'ha agilitzat encara més amb la robotització.

El seu format convencional és en les peces ceràmiques de mida estandarditzada de 24x11,5x71 mm i de 24x54x7,1 mm. A més, hi ha disponibles peces especials compatibles per a la realització de formes o acabats. Com a innovació del material, cal destacar la varietat de formes i textures que fan possible la varietat de models. Respecte al seu ús, cal destacar que a Alemanya les peces Klinker mai es poden utilitzar com a paret estructural, sinó que requereixen d'una segona paret com pot ser amb bloc ceràmic.

¹ Hoffmann, Friedrich-Eduart (1818-1900)



FIG. 13: Diferents peces especials Klinker, per a la construcció de façanes.

Font: Font: Heinze

Propietats tècniques

- Aïllament tèrmic

El Klinker a la paret exterior, protegeix la façana de l'entrada de l'aigua de la pluja, la cambra d'aire i l'aïllament són els encarregats de proporcionar un bon aïllament tèrmic, i finalment la paret interior que pot ser estructural o no, dóna un gruix extra que sempre ajuda a millorar.

- Sostenible

El Klinker és d'origen ceràmic, per tant no s'utilitzen materials contaminats en la seva fabricació, i fa que puguin ser reciclats. La normativa obliga a que els additius colorants de les peces no siguin d'origen químic sinó natural.

- Resistència a la intempèrie

És deguda al seu procés de fabricació, on els porus s'acaben tancant.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- El seu manteniment és relativament fàcil i mínim, a diferència dels revestiments continus que requereixen un manteniment més regular
- Actualment hi ha disponibles al mercat una àmplia gamma de formats, colors i textures
- El Klinker és un material amb una llarga vida útil

Com a inconvenients presenta:

- No es pot modificar tan fàcilment com un altre tipus de revestiment
- S'han de vigilar les juntes de morter, que estiguin ben executades ja que es podria filtrar aigua i penetrar a l'interior

Usos principals

Es tracta d'un material molt abundant al nord d'Alemanya per la disponibilitat de la matèria primera. Es destina sobretot a ús residencial, però gràcies a la varietat i millora del seu acabat, actualment es troba també en edificis administratius o bé culturals, així com en cases consistorials d'obra nova.



*FIG. 14: Casa unifamiliar construïda amb Klinker a la població de Lonsee.
Font: Fotografia pròpia*



*FIG. 15: Edifici amb façana Klinker de dos colors a Colònia.
Font: Fotografia pròpia*



FIG.16: Ajuntament construït amb Klinker a la zona d'Alb Donau Kreis.
Font: Fotografia pròpia

Composició de possibles façanes formades amb Klinker

De l'exterior a l'interior:

1. El Klinker com a paret de tancament exterior, amb mida estàndard utilitzada de 11,5 cm
2. Una cambra d'aproximadament 1 cm de gruix
3. Un aïllament tèrmic d'entre 8 a 20 cm
4. Una fulla resistent (o no) d'un gruix igual o superior als 17,5 cm
5. Finalment, com a revestiment interior, el més utilitzat en aquests sistemes de façana és una placa de cartró guix d'1,5 cm
6. Acabat pintat o enrajolat

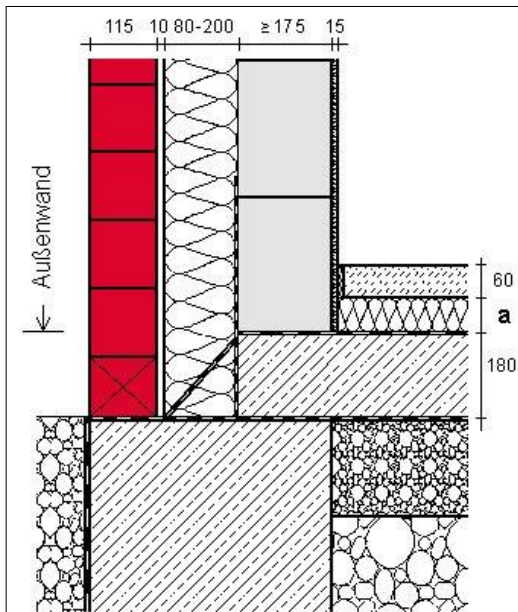


FIG. 17: Detall constructiu d'una secció de façana amb Klinker.

Font: Röben Tonbaustoffe



FIG. 18: Imatge on es pot veure la construcció d'una façana amb acabat de Klinker i paret resistent de bloc ceràmic, aïllament tèrmic i tancament amb Klinker.

Font: Backstein

Una part important en la composició de la façana és la subestructura que uneix les peces Klinker amb la paret principal. A continuació es mostren dues seccions verticals i un d'horitzontal, on es mostra de manera esquemàtica la utilització d'aquest sistema auxiliar.

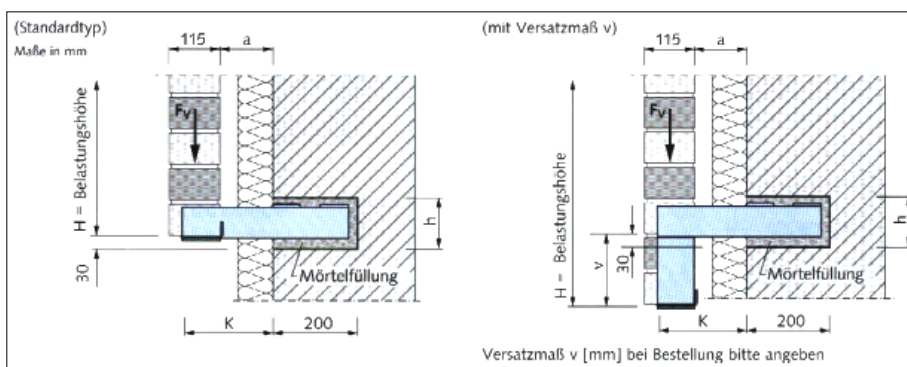


FIG. 19: Seccions verticals de façana amb Klinker, on es pot observar com es realitzen les unions de la paret de tancament amb la paret resistent.

Font: Halfen

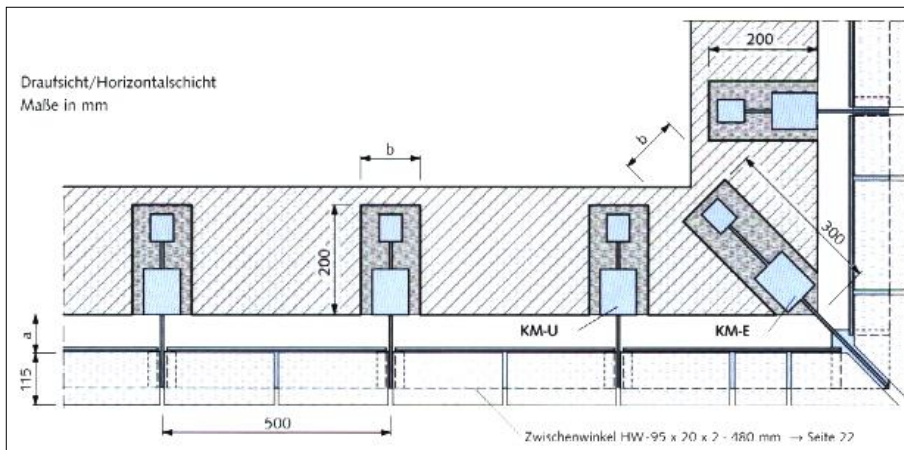


FIG. 20: Secció horitzontal on es veuen les unions de la fulla interior i exterior de la paret mitjançant fixacions metàl·liques.

Font: Halfen

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes amb peces Klinker

El Klinker com a revestiment no està regulat de manera específica per la EnEV 2014, sinó que com s'ha dit anteriorment, com a part de sistema de tancament de paret resistent com pot ser el Lochziegel, Porenbeton, Kalksandsteine, Porenbeton o Styropor Steine que es veuran a continuació.

1.3 Els blocs ceràmics

1.3.1 Lochziegel (Bloc de termoargila)

Descripció del material

El bloc ceràmic de termoargila, anomenat en alemany *Lochziegel*, és un dels materials més utilitzats del país, i actualment gairebé un terç dels nous habitatges uni i plurifamiliars que es construeixen es fan amb aquest tipus de bloc ceràmic. Va sorgir a l'any 1970 com a evolució del bloc ceràmic massís (fora d'ús en l'actualitat) pel científic alemany Sven Fernhof², amb la introducció de porus d'aire per a la millora de l'aïllament tècnic arribant a una conductivitat tèrmica de 0,08 W/mK, ja que el bloc ceràmic massís no es podia qualificar com a bon aïllant tèrmic.

²Fernhof, Sven

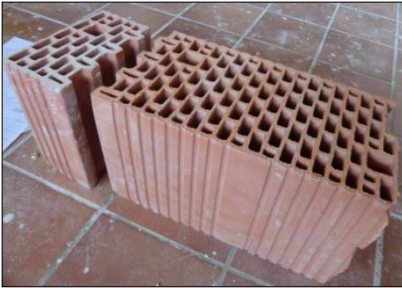


FIG. 21: Imatge d'un bloc ceràmic de termoargila.

Font: Fotografia pròpia

Està format a partir d'argila triturada, la qual passa per un procés de modelatge per extrusió, assecat i finalment de cocció a temperatures entre els 500 i 1800°C. A diferència del bloc ceràmic massís, s'afegeixen substàncies com el poliestirè o les serradures, raó per la qual es generen els porus. La seva forma és rectangular de mides estandarditzades de 45x24x25 cm, corresponents al gruix de la paret de tancament i estructural dels habitatges d'Alemanya.



FIG. 22,23 i 24: Imatges de diferents tipus de blocs de termoargila,
Font: Bellenberg LWF Ulm Messe 2015

A la testa tenen un encadellat per encaixar lateralment amb junta seca, i en la base superior i inferior presenta una perforació que varia la seva forma en funció de la casa comercial que la fabrica, el tipus d'obra per al qual s'utilitza (en alguns casos ha d'anar armat), i que s'uneix amb els altres blocs amb junta superior i inferior de morter.

Propietats tècniques

- Aïllament tèrmic

Té molt bones propietats d'aïllament del fred a l'hivern i calor a l'estiu.

- Resistència al foc

El bloc ceràmic correspon al grup de materials no combustibles de classe A1.

- Resistència a la intempèrie

Es tracta d'un material robust resistent a la calor, gelades, productes químics o infestació de paràsits.

- Resistència mecànica

En funció del tipus i característiques del bloc, els seus valors oscil·len entre els 7,5 i 10 N/mm²

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- La relació cost-rendiment és bona, pel que permet un cert grau d'estalvi
- El material disposa d'un equilibri de regulació de la humitat: absorbeix l'excés d'humitat deixant-lo anar posteriorment, evitant així la proliferació de la floridura i creant un clima confortable
- Es tracta d'un material respectable amb el medi ambient, ja que la seva matèria primera prové de la natura i pot ser reciclada
- No desprèn cap tipus de substàncies nocives ni conté metalls pesats ni gasos

Com a inconvenients presenta:

- Respecte a altres sistemes constructius de façana, el gruix de la paret és superior, de manera que es perd més superfície útil
- S'han de resoldre correctament les juntes horitzontals per evitar la filtració d'aigua

Usos principals

El Lochziegel és un tipus de material molt utilitzat a Alemanya, ja sigui per obra nova o rehabilitació (on sigui necessari intervenir en la paret estructural). La tipologia d'edifici a la qual correspon es centra sobretot en l'àmbit residencial, seguit del administratiu i cultural. Gràcies a la seva capacitat resistent es pot utilitzar en:

- Paret resistent

Degut a la seva resistència, es poden construir parets estructurals amb el bloc ceràmic.



FIG. 25: Casa unifamiliar construïda amb parets de càrrega de bloc de termoargila a la zona de Baden Württemberg.

Font: Fotografia pròpia

- Paret de tancament

Amb els blocs ceràmics es poden fer parets de tancament no estructurals, així com per al sistema de façana ventilada.



FIG. 26: Casa unifamiliar construïda amb estructura metàl·lica i i parets de tancament de bloc de termoargila a la zona d'Alb Donau Kreis.

Font: Fotografia pròpia

Composició de possibles façanes formades amb bloc de termoargila

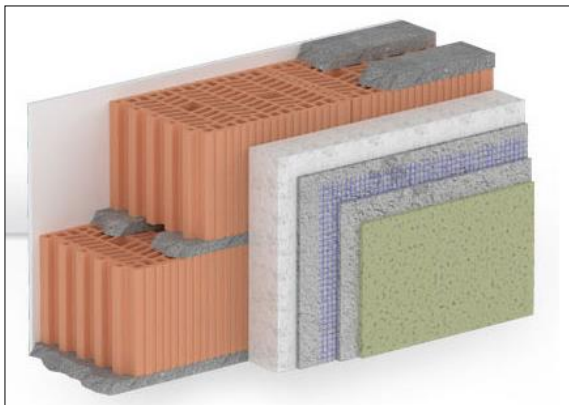


FIG. 27: Esquema de materials d'una façana típica de bloc de termoargila.

Font: Wienerberger

De l'exterior a l'interior:

1. Revestiment exterior de 2 cm
2. Aïllament tèrmic de 10 cm de gruix
3. Bloc ceràmic de 24 a 36,5 cm de gruix
4. Revestiment interior d'1,5 cm
5. Acabat pintat o enrajolat

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes amb blocs de termoargila

Segons els requisits de la ordenança d'estalvi d'energia vigent a Alemanya, la EnEV 2014 (Energieeinsparverordnung), permet una transmitància tèrmica màxima de $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$. Els Lochziegel que es troben actualment al mercat, els valors de la transmitància varien en funció del bloc i de la casa comercial: així es troben blocs en el cas més desfavorable de 30 cm de gruix amb una transmitància de $0,36 \text{ W/m}^2\text{K}$, el qual necessita aïllament tèrmic complementari, i en el cas menys desfavorable un bloc de 42,5 cm de gruix amb una transmitància de $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$, pel que el bloc ceràmic per si sol ja compleix amb la demanda màxima exigida. Per tant, amb una paret superior als 42,5 cm (tenint en compte els revestiments), ja estariem complint amb la normativa sense necessitat d'afegir aïllament tèrmic.

1.3.2 Wärmedämmziegel (Bloc ceràmic amb aïllament incorporat)

Descripció del material

Els blocs ceràmics amb aïllament tèrmic incorporat tenen són similars als blocs ceràmics descrits anteriorment (Lochziegel), amb la diferència que porten aïllament tèrmic incorporat a la part foradada. Com a materials aïllants hi ha disponibles la perlita o la llana mineral.

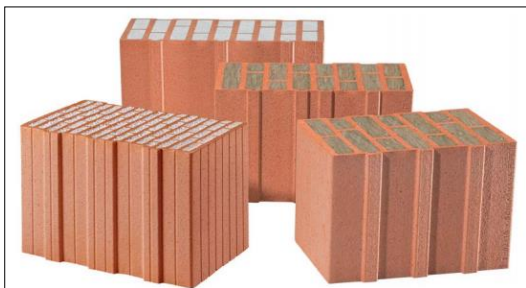


FIG.28: Imatge de diferents blocs ceràmics amb aïllament tèrmic incorporat.
Font: Wienerberger

Va ser a l'any 2000, que va sortir al mercat el primer mur amb blocs ceràmics aïllats amb perlita granular. Amb els blocs ceràmics aïllats, s'ha aconseguit una conductivitat tèrmica de 0,07 W/mK. Posteriorment, anys més tard altres fabricants van fabricar blocs ceràmics aïllats amb llana mineral. Ha sigut gràcies a la llana mineral, que s'ha arribat a una conductivitat tèrmica de 0,03 W/mK.

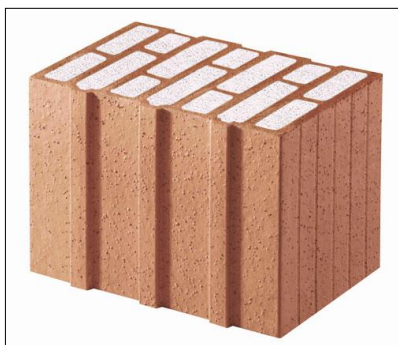


FIG. 29: Bloc ceràmic amb aïllament de perlita.
Font: Poroton



FIG. 31: Bloc ceràmic amb aïllament de llana mineral.
Font: Fotografia pròpia



FIG. 30: Perlita en estat natural.
Font: Poroton



FIG. 32: Manta de llana mineral.
Font: Poroton

A la testa tenen un encadellat per encaixar lateralment amb junta seca, i en la base superior i inferior s'uneix amb els altres blocs amb morter. A diferència dels Lochziegel, a la base superior i inferior es pot observar l'aïllament tèrmic optimitzant al màxim la part ceràmica per poder aïllar millor.

Propietats tècniques

En aquest cas, les propietats fan referència tant per als blocs aïllats tant amb perlita com amb llana mineral.

- Aïllament acústic

La perlita i la llana mineral, són bons aïllants acústics, pel que incorporats en els blocs ceràmics fan que aquests siguin més eficaços aïllant acústicament.

- Aïllament tèrmic

Si el bloc ceràmic aïllat amb porus es considera bon aïllant, la millora amb la injecció d'aïllament tèrmic només pot millorar-lo. La utilització dels blocs ceràmics amb aïllament incorporat a les parets de tancament de façana, fan que tant a l'hivern com a l'estiu, les temperatures interiors siguin constants.

- Resistència al foc

Les parets amb bloc ceràmic aïllat són resistents al foc, ja que la perlita i la llana mineral no són inflamables, i compleixen amb els requisits més exigents de seguretat contra incendis, amb classe de resistència F90-AB. Tampoc emeten gasos nocius provinents del material.

- Resistència mecànica

Els blocs ceràmics són un material resistent amb valors d'entre 8 i 10 N/mm², i malgrat contenir aïllament tèrmic, aquests no debiliten la seva resistència a compressió, utilitzada en la construcció de parets estructurals.

- Ecològic

Tant en la composició del bloc ceràmic, com l'aïllament que conté (llana mineral o perlita natural), són materials d'origen natural, sense addició de materials contaminants o nocius,

pel que el fan un material que en tot el seu cicle de vida sigui ecològic, a part de ser reciclable.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Els Wärmedämmziegel no emeten cap tipus de substància nociva
- Al tractar-se de blocs de grans dimensions, el seu rendiment és superior de manera que s'optimitza el temps, i de la mateixa manera que es construeix la paret s'està executant l'aïllament tèrmic, el que guanya temps i facilitat de muntatge i evita un seguiment exclusiu per a cada material
- La relació prestacions/preu és molt bona
- En el mercat hi ha peces especials que complementen el sistema de construcció amb blocs ceràmics aïllats, com són les caixes de persiana o l'encofrat perdut per al cercol perimetral del forjat

Com a inconvenients presenta:

- El gruix de la paret és més gran respecte a altres tipus de façana
- S'ha de vigilar a l'hora de manipular els blocs, que tota peça contingui aïllament després de ser tallada
- A diferència d'altres sistemes constructius, és més difícil obtenir formes desitjades o molt concretes

Usos principals

Malgrat que a dia d'avui el Lochziegel encara segueix sent el més utilitzat, tot apunta que el Wärmedämmziegel serà el seu successor en els propers anys per a la demanda de la reducció de la transmitància tèrmica de les façanes.

- Paret resistent

Per a la seva resistència, es poden construir parets resistents de fins a 3 alçades, amb l'avantatge que si compleix tèrmicament, no cal una capa d'aïllament tèrmic exterior.



FIG. 33: Casa unifamiliar construïda amb parets resistents de bloc de termoargila amb aïllament incorporat.

Font: Ratgeberbauen 24

- Paret de tancament

Ja sigui amb estructura de formigó o metàl·lica, o bé com a fulla resistent en una façana ventilada, la paret de tancament es pot fer amb blocs ceràmics aïllats, i com s'ha dit en el cas de les parets resistents, si per càlcul es compleix estalviar de posar aïllament tèrmic.



FIG. 34: Construcció d'un bloc d'habitatges plurifamiliars amb estructura de formigó armat i tancament amb bloc ceràmic amb aïllament incorporat.

Font: Ratgeberbauen 24



FIG. 35: Construcció d'una casa unifamiliar amb estructura metàl·lica i tancament amb bloc ceràmic amb aïllament incorporat a la zona d'Alb Donau Kreis.

Font: Fotografia pròpia

Composició de possibles façanes formades per Wärmedämmziegel



FIG. 36: Esquema de materials d'un tipus de façana amb blocs ceràmics aïllats tèrmicament.
Font: PR Grosse

De l'exterior a l'interior:

1. Revestiment exterior de 2 a 11,5 cm de gruix (en aquest cas amb Klinker)
2. Un petit gruix d'aïllament tèrmic (si és necessari segons el càlcul de la transmitància tèrmica)
3. Bloc amb aïllament d'entre 30 a 42,5 cm de gruix
4. Revestiment interior d'1,5 cm
5. Acabat pintat o enrajolat

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes de Wärmedämmziegel

Els blocs ceràmics aïllats, ja sigui amb llana mineral o perlita, compleixen perfectament amb la normativa actual vigent d'estalvi d'energia EnEV 2014. Amb un bloc de gruix oscil·lant entre els 30 i 39 cm es compleix amb el KfW-Effizienzhäuser 70 (casa eficient), i amb un bloc 42,5 cm es compleix amb el nivell de Passivhaus (casa passiva).



FIG. 37: Logotip de la e4 Ziegelhaus-Konzept.
Font: Poroton

A part de complir amb la normativa actual vigent i mirant de cara al futur, els Wärmedämmziegel ja permeten construir la e4 Ziegelhaus-Konzept, és a dir, la anomenada casa d'energia 0 amb ceràmica. Aquest concepte té en compte quatre principis:

- Energy: edifici eficient des del punt de vista energètic
- Environment: ús de fonts d'energies renovables

-Economy: els costos de construcció i de l'energia han de ser assequibles

-Emotion: qualitat de vida única

2. De formigó i derivats del ciment

2.1 Stahlbeton (El formigó armat in situ)

Descripció del material

El formigó armat és el material obtingut del formigó reforçat amb barres d'acer. El formigó s'obté amb la barreja de ciment, sorra, grava, aigua i additius o addicions en funció del tipus, i protegeix les armadures de la corrosió.



FIG. 38: Formigonat d'un forjat amb l'armadura ja col·locada.

Font: Gartenhaus Portal

A Alemanya la presència del formigó apareix l'any 1885 quan G. Wayss³ i C. Freytag⁴ van comprar la patent de J. Monnier⁵. Poc temps després, Mathias Koenen⁶, un enginyer alemany, anomenat posteriorment com a un dels fundadors de l'estructura de formigó armat, va realitzar l'obra del Reichstag (Edifici del Parlament Alemany). Un any després, Emil Mörsch⁷ va portar una primera representació de base científica sobre el funcionament del formigó armat amb una sèrie de proves i va ser un dels primers professors d'estructures d'Alemanya.

³ Wayss, Gustav Adolf (1851-1917)

⁴ Freytag, Conrad (1846-1921)

⁵ Monnier, Joseph (1823-1906)

⁶ Koenen, Mathias (1849-1924)

⁷ Mörsch, Emil (1872-1950)



FIG. 39: Imatge del Reichstag a Berlin.

Font: Sudwestweb Berlin

L'evolució del coneixement del formigó com a material i la utilització cada vegada més freqüent en la construcció de nous edificis, va passar a anomenar-se "el material del segle XX".

Actualment el formigó armat continua sent un dels materials més utilitzats, sobretot per a la construcció d'estructures. Ha millorat molt amb la incorporació d'additius i addicions. Així es pot trobar la fibra de ciment amb l'addició d'acer o fibres de vidre, el formigó lleuger o el formigó autocompactant.

Propietats tècniques

- Aïllament acústic

El formigó es considera bon material amb resistència al soroll aeri i d'impacte.

- Alta resistència a compressió / tracció

La resistència la proporciona el formigó, mentre que la tracció bé donada per les barres d'acer (la tracció del formigó és d'aproximadament un 10% de la resistència a compressió).

- Hidròfug

Tot i ser un material amb existència de porus, comparat amb altres materials ofereix més resistència al pas de l'aigua.

- Resistència al foc

El formigó armat està classificat amb classe resistent al foc A1, ja que no produeix flama, i en cas d'incendi no és un material combustible. La seva resistència mínima al foc és F30 (període de 15 a 360 minuts sense perdre resistència). Després de l'incendi es pot reparar, per exemple, amb formigó projectat.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Amb el sistema d'encofrat es poden realitzar múltiples textures i acabats
- A diferència de les façanes amb peces o blocs, amb el formigó armat es permet jugar amb les juntes entre encofrats
- Permet realitzar qualsevol tipus de forma d'edifici
- Amb els additius es poden millorar propietats del formigó, i amb les addicions se'ls hi poden afegir colorants o altres propietats d'acabat

Com a inconvenients presenta:

- Baix aïllament tèrmic
- El formigó pot desprendre substàncies tòxiques
- El formigó no es pot reciclar gaire fàcilment, i ecològicament no és gaire aconsellable

Usos principals

El formigó armat és bàsicament utilitzant en obra nova, en qualsevol tipologia d'edificis possible. Per la seva versatilitat permet construir:

- Mur estructural

Ja sigui en forma de pilar o bé de pantalla, es pot realitzar una façana amb formigó armat, amb acabat vist o per revestir.



FIG. 40: Construcció d'un edifici plurifamiliar amb estructura de formigó a la nova zona residencial d'Ulm.

Font: Fotografia pròpia



FIG. 41: Edifici residencial d'estudiants de Baviera, amb estructura de formigó armat, el qual s'ha pintat posteriorment.

Font: Fotografia pròpia



FIG. 42: Phaeno Science Center a Wolfsburg, un museu dedicat a la ciència, realitzat amb un volum de formigó armat, amb diferents finestres integrades a mode asimètric, i zones amb murs cortina integrats al volum, que permeten una gran entrada de llum natural.

Font: Phaeno

- Mur de tancament

De manera més minoritària, hi ha murs en parets de tancament, deixat vist o amb algun tipus d'acabat.



FIG. 43: Edifici comercial amb voladís realitzat amb murs de formigó no estructural a la zona peatonal i comercial d'Ulm.
Font: Fotografia pròpia

Composició de possibles façanes formades amb formigó armat in situ

En funció de si es vol deixar el formigó vist o revestit, hi ha dues modalitats de façanes:

- Formigó vist: en aquest cas l'aïllament tèrmic ha de ser per la cara interior de la paret de formigó armat.



FIG. 44: Secció vertical de façana amb aïllament interior.
Font: Beton ORG

De l'exterior a l'interior

1. Paret de formigó armat de 20 cm amb acabat vist
 2. Aïllament tèrmic de 10 cm
 3. Revestiment interior d'1-1,5 cm
 4. Acabat pintat o enrajolat
- Formigó amb revestiment: per un millor rendiment de l'aïllament tèrmic, aquest es col·loca a la part exterior de la paret de formigó armat.



FIG. 45: Imatge de mur de formigó armat estructural, amb aïllament tèrmic per l'exterior.

Font: Fotografia pròpia

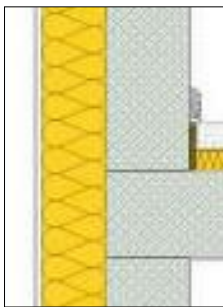


FIG. 46: Secció vertical de façana de formigó armat amb revestiment exterior.

Font: U-Wert Rechner

De l'exterior a l'interior:

1. Revestiment exterior d'1-2 cm
2. Aïllament tèrmic de 10 cm
3. Paret de formigó armat de 20 cm
4. Revestiment interior d'1-1,5 cm
5. Acabat pintat o enrajolat

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes de formigó armat in situ

Per exigències de la normativa EnEV (Energieeinsparverordnung) 2014, la transmitància màxima de la façana pot ser de com a màxim $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$. Per tal de complir-la, en un gruix estàndard de 20 cm de paret de formigó armat, seria necessari com a mínim 20 cm d'aïllament tèrmic, pel que s'obtidria una $U = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$. Aquesta solució és vàlida tan en el mur de formigó vist com revestit.

2.2 Fertig Beton (El formigó prefabricat)

Descripció del material

El Fertig Beton, formigó prefabricat, es fabrica en forma de panells prefabricats. Aquests es realitzen en un procés industrialitzat a fàbrica, i es porta a l'obra ja preparat per al seu muntatge. El formigó amb el qual es realitza té un alt grau de compacitat, i com a àrid sovint s'hi afegeix argila expandida, també per a millorar les seves propietats.

Actualment es troben diferents tipus de panell en el mercat:

- Panell de formigó massís

Està format per formigó amb armadura interior.



FIG. 47: Imatge de la fixació d'un panell prefabricat de formigó armat simple.

Font: Schwarzwälder Bote

- Doble pell

Són un sistema semiprefabricat. Estan formats per dos panells de formigó prefabricat de 4 a 6 cm, amb un espai intermig buit on hi ha una biga de gelosia metàl·lica que els uneix, i que un cop muntat a l'obra, on es deixen unes esperes, es formigona. Tenen molt bona propietat d'aïllament acústic i de protecció contra incendis. És molt utilitzat per a la construcció de parets de soterranis o entre mitgeres.



FIG. 48: Imatge de la col·locació d'un panell prefabricat de formigó de doble pell a l'obra.

Font: Beton ORG

- "Sandwich"

Com el seu nom indica, està format per dues capes de formigó amb aïllament tèrmic al mig. El panell ve a l'obra amb l'aïllament incorporat, les obertures fetes i els forats per al pas d'instal·lacions.



FIG. 49: Panells prefabricats tipus Sandwich.

Font: Top Fertighaus

Propietats tècniques

- Aïllament acústic

El formigó com a material té bones propietats d'aïllament acústic, tot i que aquesta propietat millora quan s'hi afegeix l'argila expandida i encara més en els panells de dues pells.

- Bones propietats d'aïllament i emmagatzematge de calor

El formigó sol no és gaire bon aïllant, però amb l'addició d'argila i d'aïllament, millora notablement aquesta propietat.

- Hidròfug

El formigó es realitza amb un grau alt de compacitat, de manera que sigui menys porós i guanyi en impermeabilitat.

- Resistència al foc

Els panells tenen un alt grau de compacitat, el que fa que proporcioni més incombustibilitat.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Procés de construcció ràpid
- Les parets tenen poc gruix, pel que es pot estalviar espai, però a la vegada bones propietats
- Menors costos d'energia durant la fase de construcció
- Es poden realitzar peces de diferents mides i models

Com a inconvenients presenta:

- Per realitzar aquest sistema, ha de ser accessible per al transport i muntatge

- El sistema s'utilitza en façanes grans, ja que aquest sistema no surt a compte en façanes petites, amb formes geomètriques complicades o de difícil accés

Usos principals

Les peces prefabricades de formigó aprofiten per tancar l'edifici, a la vegada que dona l'aspecte final de la façana. Va començar com a solució de l'àmbit industrial, però amb les propietats, versatilitat i rapidesa de muntatge, es va començar a establir en edificis d'oficines i comercials, amb gran superfície de façana i generalment aïllat. Sempre acostumen a ser en obra nova.



FIG. 50: Edifici de la caixa d'estalvis Sparkasse Ulm, amb la façana formada per peces prefabricades de formigó.

Font: Fotografia pròpia

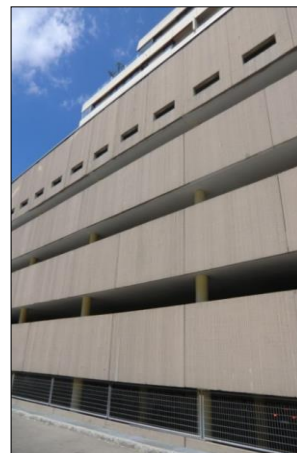


FIG. 51: Aparcament amb tancaments parcials de panells de formigó prefabricats a la vora del Donau.

Font: Fotografia pròpia

Composició de possibles façanes formades amb panells de formigó prefabricats

Tant en els casos dels panells prefabricats de formigó com els de tipus "sandwich", formen la façana únicament amb aquest panell. La part exterior vista, però, permet un tipus d'acabat visualment més atractiu, amb textures i colors.

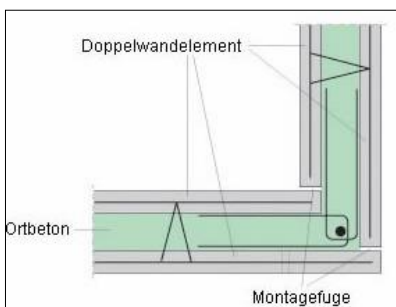


FIG. 52: Secció horitzontal de panell de formigó prefabricat de tipus doble.

Font: Beton ORG

Els panells de formigó doble, són un sistema semiprefabricat. A obra es subministren peces formades per dos murs primats armats, i units per una armadura de gelosia. Un cop a obra, es fa la junta vertical amb els altres panells i finalment es formigona

El panell Sandwich és el més habitual, està format per dos panells de formigó, un interior igual o superior a 14 cm, un aïllament interior de mínim 10 cm, que acostuma a ser de polièstirè o fibra mineral, i un panell exterior de gruix superior als 8 cm, que pot disposar d'un acabat concret per millorar el seu aspecte visual. Les juntes entre panells, a part de ser un punt d'unió entre panells, poden crear-se de manera que òpticament donin una certa geometria, i es segellen amb una silicona elàstica.

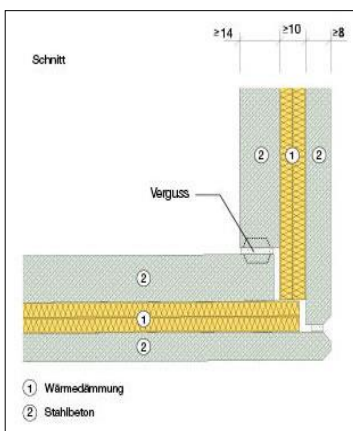


FIG. 53: Secció horitzontal de panell de formigó prefabricat tipus Sandwich.

Font: Beton ORG

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes de formigó prefabricat

Al tractar-se d'elements prefabricats, la casa comercial ha d'assegurar que compleix amb les normatives vigents. Gran part del compliment de la normativa EnEV (Energieeinsparverordnung) 2014, passa per l'augment de l'aïllament tèrmic interior dels panells en els casos dels panells prefabricats simples o de doble pell, i l'aïllament existent entre les dues fulles de formigó en el cas dels panells sandwich, per tal de complir amb la transmitància màxima permesa de 0,24 W/m²K.

2.3 Betonsteine (Els blocs de formigó)

Descripció del material

Les Betonsteine, o també anomenades Schalungssteine, són les pedres de formigó, l'equivalent al bloc de formigó. N'hi ha de diferents tipus, com el Leichtbeton (Bloc lleuger) o Vollblock (Bloc

massís); però el més utilitzat en les façanes és el foradat, que és el que es comentarà a continuació. N'hi ha de dues classes, l'acabat rectangular o l'acabat amb prolongació horitzontal.



FIG. 54: Blocs de formigó amb dos forats per a l'armat i tancats lateralment.

Font: Hausjornat



FIG. 55: Bloc de formigó amb sistema d'encaix per a l'armat, i laterals semioberts.

Font: Hausjornal

El sistema constructiu consta de posar els blocs a trencajunta, formigonar-los i armar-los depenent de l'estructura. Els blocs són de forma rectangular, de mides estàndards de 15 a 25 cm d'alçada i gruixos dels 17,5 fins als 49 cm.

La llargada acostuma a ser de 50 cm. En el seu interior disposen de dos forats, els quals serveixen per al posterior formigonat i armat. A part, hi ha disponibles una gamma de peces auxiliars per tal de poder resoldre els encontres i acabats.

Les noves normatives exigeixen un millor aïllament tèrmic i acústic, pel què el bloc ceràmic s'ha tingut que adaptar. De la mateixa manera que va passar amb el bloc ceràmic, que va evolucionar amb un bloc integrat amb aïllament, el bloc ha evolucionat amb un aïllament amb flocs de fusta.

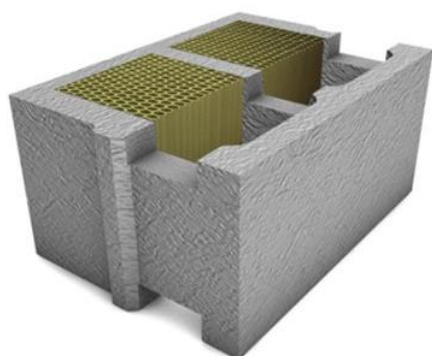


FIG. 56: Bloc de formigó amb aïllament incorporat.

Font: Knobel

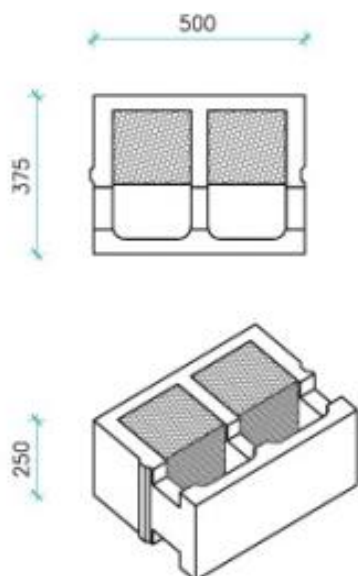


FIG. 57: Mides dels blocs de formigó amb aïllament incorporat.

Font: Knobel

Propietats tècniques

- Aïllament acústic

Amb l'alta densitat que s'aconsegueix armant i formigonant els blocs, permet obtenir un aïllament acústic. El gruix de la paret redueix de bona manera el soroll aeri.

- Aïllament tèrmic

Els blocs de formigó, se'ls hi pot atorgar la propietat de bon aïllament tèrmic, amb la variant que presenten els blocs amb estelles de fusta incorporades. A la part foradada, hi ha 2/3 amb flocs de fusta i 1/3 amb l'espai buit per al formigonat i armat.

- Difusió del vapor

Aquesta propietat ve perquè els blocs no disposen d'una barrera tèrmica tancada, pel que el vapor d'aigua pot ser expulsat a l'exterior. Això fa que es pugui evitar el creixement de floridura a la paret.

- Emmagatzematge de la calor

El nucli de formigó armat és capaç de retenir la calor. Amb la varietat de bloc amb aïllament de flocs de fusta aquesta propietat pot millorar.

- Resistència al foc

Les parets de bloc a partir de 20 cm, estan certificades per la normativa antiincendi com a murs tallafoc.

- Resistència mecànica

Amb el sistema de construcció de blocs de formigó es pot construir una alçada de cinc pisos, sempre que es formigoni l'interior i s'armi, segons les normes exigides.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- És de fàcil producció; es realitza amb matèries primes (aigua, ciment, sorra i grava). En aquest cas no s'utilitzen additius com en el formigó armat
- La seva utilització és apta per a murs de soterrani

Com a inconvenients presenta:

- S'ha de vigilar amb el bon segellat de les juntes
- En el cas d'utilitzar en llocs inundables o en soterranis, s'han d'impermeabilitzar per evitar que es filtri cap a l'interior
- S'ha de tenir en compte la normativa, sobretot pel seu formigonat i armat si és necessari

Usos principals

A Alemanya els blocs de formigó s'utilitzen en obra nova bàsicament en l'àmbit industrial (per a la construcció de naus) i per a ús residencial sobretot per a la construcció de garatges i murs de soterrani. Per a rehabilitació també són aptes tot i que de menor manera en les façanes. En funció del tipus de tancament poden ser:

- Paret resistent

Per la seva resistència adquirida un cop formigonat i armat, el bloc de formigó la construcció d'una paret estructural.



FIG. 58: Construcció d'una paret amb bloc de formigó i armat.

Font: Unser Haus entsteht

- Paret de tancament

Sovint, complementari a una estructura de formigó, s'utilitza com a paret de tancament el bloc de formigó. També és el cas de les façanes ventilades, on es fa la paret de tancament amb bloc de formigó.

Composició de possibles façanes formades amb blocs de formigó

Com s'ha mencionat, el bloc de formigó es pot fer servir també en façanes ventilades o amb revestiment exterior discontinu. El més utilitzat, però, és el que es menciona a continuació.

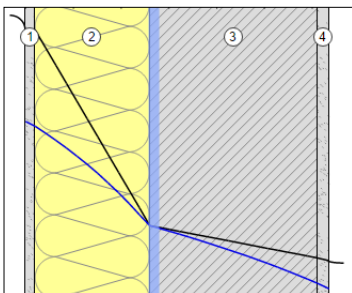


FIG.59: Secció vertical de paret de tancament amb bloc de formigó, aïllament tèrmic i revestiment per l'exterior.

Font: : U-Wert Rechner

De l'exterior a l'interior:

1. Revestiment continu exterior
2. Aïllament tèrmic de 10 cm
3. Bloc de formigó de 20 cm
4. Revestiment interior
5. Acabat pintat o enrajolat

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes amb blocs de formigó

Com a la resta de façanes, la transmitància màxima que permet la EnEV (Energieeinsparverordnung) 2014 és de $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tan sols amb el bloc de formigó, amb un gruix estandarditzat de 36,5 cm s'obté una transmitància de $0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$, la qual no compleix amb la normativa actual. Per tal de complir, un exemple de tancament amb bloc de formigó seria:

- Un revestiment exterior, generalment continu d'1 cm
- Aïllament tèrmic de mínim 11 cm de gruix
- Barrera de vapor, si és necessari
- Bloc de formigó de 30 cm de gruix (sobretot pel tema de l'acústica i protecció contra el foc)
- Revestiment interior d'1 a 1,5 cm

Amb aquesta solució s'obté una transmitància de $0,23 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Amb els nous blocs amb aïllament incorporat, seria suficient només:

- Un revestiment exterior, generalment continu d'1 cm
- Bloc de 37,5 cm de gruix amb aïllament incorporat
- Revestiment interior d'1 a 1,5 cm

Amb aquesta solució s'obté una transmitància de $0,195 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.4 Legosystem Betonblöcke (Els blocs de formigó amb el sistema "Lego")

Descripció del material

El Legosystem Betonblöcke es tracta d'un sistema constructiu modular format per peces rectangulars de formigó en massa en forma de peça de construcció com la dels jocs infantils, on sobresurt la part d'encaix superior, i a la inferior hi ha els forats per encaixar amb la peça inferior. A diferència dels blocs de formigó tradicionals, aquest van amb junta seca, és a dir, no necessiten morter.



FIG. 60: Bloc de formigó en massa amb forma de peça de "Lego".

Font: Fotografia pròpia



FIG. 61: Detall de les obertures de la part inferior del bloc.

Font: Fotografia pròpia



FIG. 62: Mur executat amb bloc de formigó del sistema "Lego".

Font: Fotografia pròpia

Les peces tenen una forma estandarditzada que generalment depèn de la marca comercial. Es realitzen en motlles d'acer d'alta qualitat.



FIG. 63: Imatge de diferents motlles metàl·lics per a la fabricació del bloc de formigó amb el sistema "Lego".

Font: Fotografia pròpia



FIG. 64: Detall d'un motlle de tipus estàndard de 150x60x60 cm patentat sota la marca de Betonblock.

Font: Fotografia pròpia

Propietats tècniques

- Aïllament acústic

La bona acústica ve donada pel formigó, tenint en compte que una peça té gruixos oscil·lants entre els 60-80 cm.

- Durabilitat

És un sistema pensat per estar en contacte amb l'ambient exterior, i també per ser utilitzat de manera flexible; ser muntat de manera provisional i posteriorment desmuntat i tornat a muntar, en el cas de murs o parets provisionals, tot i que en el cas de les façanes permanents, la durabilitat exigida és la mateixa.

- Estabilitat

L'estabilitat del sistema ve donada gràcies al pes de les pedres i del principi d'encaix "Lego".

- Resistència al foc

Els blocs presenten una molt bona protecció contra els incendis, amb proves que justifiquen la resistència de dues hores al foc, sense emetre flama ni explosió.

- Resistència a la intempèrie

El sistema de bloc està pensat per ser la part de la façana en contacte amb l'exterior, pel que en el seu procés de fabricació, igual que es fa amb el formigó armat, es té en compte l'ambient i classe d'exposició.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- El seu rendiment és molt alt i la execució és molt ràpida
- Facilitat de muntatge i desmuntatge

Com a inconvenients presenta:

- El muntatge s'ha de fer amb maquinària, ja que pel pes i les dimensions no es pot realitzar manualment
- El gruix de façana és gran, i més en el cas d'habitatges
- Es tracta d'un sistema poc desenvolupat el que encara no està gaire estandarditzat i la seva distribució no es troba a tots els magatzems

Usos principals

Malgrat ser un sistema força nou, el sistema "Lego" està pensat per a la realització de murs i de parets resistents. Permet una alçada de fins a 8,80 metres. Actualment s'utilitza en petites construccions, magatzems o naus industrials d'obra nova.



FIG. 65: Construcció d'una caseta amb blocs de formigó del sistema "Lego".

Font: Betonblock Bayern



FIG. 66: Nau industrial construïda amb el sistema de blocs de formigó "Lego"

Font: Betonblock Bayern

Composició de possibles façanes formades amb bloc de formigó amb el sistema "Lego"

Els blocs estan pensats per anar vistos, com si es tractés de la mateixa obra vista, a diferència de que el material és el formigó i les dimensions són molt superiors. En el cas de les naus o magatzems, el gruix de la paret depèn del gruix del bloc, ja que pel tipus d'activitat que s'hi duu a terme no és necessari aïllar tèrmicament.

En el cas d'un habitatge, la façana es resoldria de la següent manera

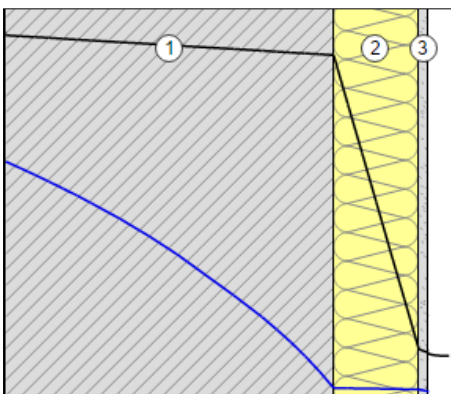


FIG. 67: Secció vertical de façana realitzada amb blocs de formigó del sistema "Lego".

Font: U-Wert Rechner

De fora cap a dins:

1. Bloc de formigó de 60 cm
2. Aïllament tèrmic de 13 a 20 cm
3. Revestiment interior de 1,5 cm
4. Acabat pintat o enrajolat

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes de bloc de formigó amb el sistema "Lego"

Cal tenir en compte que aquest és un sistema pensat per a ús industrial i que per tant no ha de complir amb la transmitància màxima permesa, ja que un bloc de 60 cm de gruix té una transmitància de $2,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ i en el cas d'un bloc de 80 cm, $1,75 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tot i així, en el cas de que es volgués complir, seria necessària la següent solució:

Agafant el bloc de menor gruix de 60 cm, caldria un aïllament mínim de 13 cm de llana mineral i finalment un revestiment interior d'1,5 cm amb placa de guix. El valor obtingut d'aquesta façana és de $U = 0,239 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$; tot i complir, no surt viable per als edificis calefactats una paret de 74,5 cm de gruix.

2.5 Kalksandsteine (Els maons silici-calcaris)

Descripció del material

La presència natural de la pedra és limitada i poc freqüent a Alemanya, és per això que la producció de la pedra calcària es fa industrialment. La matèria primera és el calc, la sorra (amb una proporció del 01:12) i l'aigua, sense la presència d'additius químics. La barreja es pressiona i posteriorment es cura en una caldera sota pressió. L'addició d'aire crea buits en les peces, i a través d'aquests porus es millora la propietat d'aïllament tècnic.

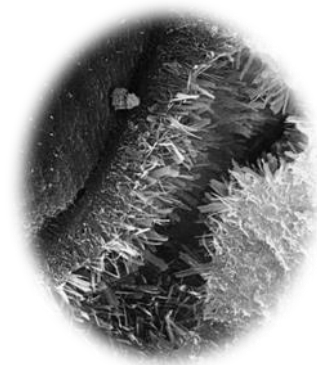


FIG. 68: Imatge des del microscopi de l'estructura interna de la Kalksandsteine.

Font: Kalksandstein

Malgrat que a l'època dels romans ja es coneixien les propietats de la calç, no va ser fins al segle XIX, que es va barrejar de sorra, calç i aigua en format de pedra seca, on la resistència encara era molt minoritària. Un avenç important el va aportar el metge alemany Dr. Bernhardt⁸ a l'any 1954, on es va introduir un premsat amb un banc de fusta i la introducció d'aire, i va permetre la construcció d'un edifici de dos pisos amb pedra arenisca calcària. Es va millorar en el procés constructiu però la resistència encara era insuficient a la desitjada. Finalment al 1880 el químic Dr. Wilhelm Michaelis⁹ va modificar la tècnica de fabricació, a través de l'experiment de barrejar la sorra i morter de calç, afegint una mica d'aigua, premsat i l'addició de vapor d'aigua. No va ser fins al segle XX que es va començar la producció de manera industrialitzada, i millorant fins a l'actualitat.



FIG. 69 i 70: Imatges històriques de la producció de Kalksandsteine un cop iniciat el procés industrial.

Font: Kalksandsteine

En el mercat hi ha una gran varietat de mides i formes de blocs de pedra calcària. Els massissos van destinats en parets resistents, mentre que els perforats es destinen a les parets de tancament. Destaca el seu aspecte visual, pel que sovint es deixa vist però també es pot aplicar un revestiment.

⁸ Bernhardt, Friedrich August Anton (1813-1889)

⁹ Michaelis, Wilhelm (1896-1965)



FIG. 71: Diferents formats de peces i blocs silici calcaris.

Font: Kalksandsteine

Propietats tècniques

- Aïllament acústic

Gràcies a la densitat del bloc, presenta un bon aïllament acústic.

- Alta resistència i densitat

Per la seva gran resistència i densitat, es poden realitzar murs de càrrega de només 11.5 cm de gruix.

- Ecològic

Està fet amb materials d'origen natural, sense additius químics, i no emet substàncies tòxiques.

- Regulació del clima interior

Per la seva estructura interior, els blocs tenen la propietat d'autoregulació de la temperatura de l'aire i l'excés de la humitat dels espais interiors.

- Resistència al foc

La Kalksandsteine té una protecció automàtica contra incendis, ja que ni la sorra ni la calç no són inflamables, i en cas d'incendi manté la integritat de l'edifici i té un bon comportament al foc.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Es poden construir parets de càrrega amb molt poc gruix, pel que s'estalvia espai del gruix de façana
- Permet un acabat vist o bé revestit, tant per a tancament de façana com per a paret resistent
- Es tracta d'un sistema constructiu amb un cost econòmic baix

Com a inconvenients presenta:

- No és bon aïllament tèrmic, pel que necessita d'un aïllament tèrmic complementari

Usos principals

El seu ús principal es troba en l'àmbit residencial, sobretot en edificis unifamiliars, però gràcies als seus avantatges també es poden trobar en hotels o naus industrials. Segons la façana formi part de l'estructura o no, la Kalksandsteine pot formar:

- Paret resistent

Com s'ha comentat a la descripció del material, les peces de Kalksandstein tenen la resistència suficient per a ser utilitzades en funció estructural. Aquest ús es troba en habitatges unifamiliars, escoles, edificis públics i hotels de com a màxim 3 pisos d'alçada.



FIG. 72: Hotel construït amb façana de Kalksandstein.

Font: Der Kalksandstein



FIG. 73: Imatge d'una nau industrial, on una cara s'ha construït amb Kalksandstein.

Font: Fotografia pròpia

- Paret de tancament

Ja sigui amb una estructura de formigó armat, amb una paret resistent de la mateixa Kalksandstein, i per a la façana ventilada, es pot fer una paret de tancament, ja sigui acabada vista o no.



FIG. 74: Edifici d'habitatges plurifamiliars, on l'entrada s'ha fet amb façana de kalksandstein.

Font: Der Kalksandstein

Composició de possibles façanes formades amb Kalksandsteine.

Es poden distingir dos tipus de façanes:

- Per una part, una façana sense cambra d'aire i amb revestiment continu

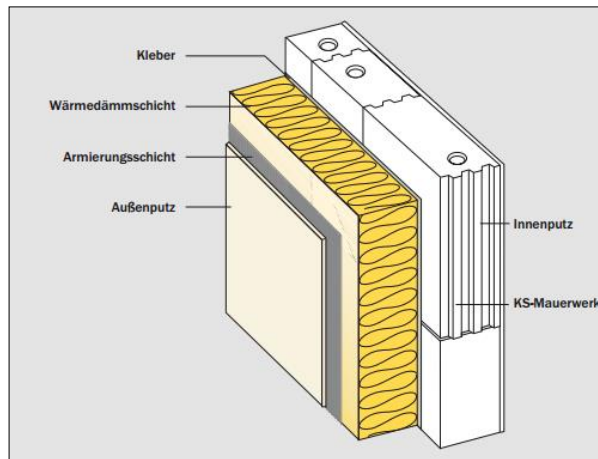
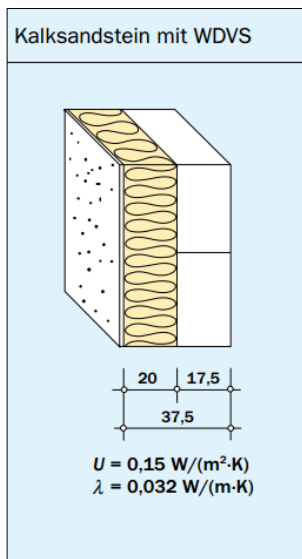


FIG.75 i 76: Secció vertical de façana amb Kalksandstein.

Font: Kalksandstein

De l'exterior a l'interior:

1. Revestiment exterior d'1 cm
 2. Aïllament tèrmic de 20 cm
 3. Bloc de Kalksandsteine de 17,5 cm de gruix
 4. Revestiment interior d'1 a 1,5 cm de gruix
 5. Acabat pintat o enrajolat
- O bé amb peça de klinker, la qual disposa d'una cambra d'1 cm per al sistema auxiliar de fixació del revestiment.

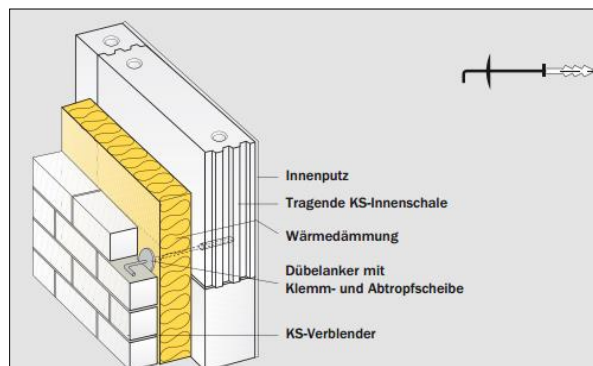
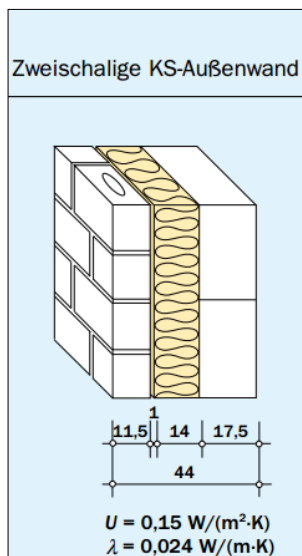


FIG.77 i 78 : Secció vertical de façanes realitzades amb kalksandstein i tancament amb klinker.

Font: Kalksandstein

De l'exterior a l'interior:

1. Bloc de Kalksandstein d'aproximadament 11,5 cm de gruix vist
2. Cambra d'aire d'1 cm
3. Aïllament tèrmic de 20 cm
4. Bloc de Kalksandsteine de 17,5 cm de gruix
5. Revestiment interior d'1 a 1,5 cm de gruix
6. Acabat pintat o enrajolat

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes de Kalksandsteine

La normativa EnEV (Energieeinsparverordnung) 2014, permet una transmitància màxima de $U=0,24 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, i tenint en compte que un bloc de 24 cm de gruix té una transmitància de $2,58 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, necessita la incorporació d'aïllament tèrmic. Les solucions constructives amb un bloc de 17,5 cm de gruix i 20 cm d'aïllament tèrmic en el cas de façanes amb revestiment continu exterior, i igualment de bloc de 17,5 cm de bloc, 14 d'aïllament, una cambra d'1 cm i un revestiment exterior de bloc d'11,5 cm, compleixen de sobres tenint una transmitància de $0,15 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, el que representa casi la meitat del màxim exigint per la normativa actual vigent Alemanya.

2.6 Porenbetonsteine (Els blocs de formigó cel·lular)

Descripció del material

El formigó cel·lular, en alemany Porenbeton, és un material de la família del ciment, que s'utilitza en la construcció en forma de blocs massissos, tot i que també es pot utilitzar per al reomplert de cambres o projectat.



FIG.79: Bloc de Porenbeton.

Font: Fotografia pròpia

La composició principal dels blocs de formigó cel·lular (en funció de la densitat varia la proporció del percentatge) és de:

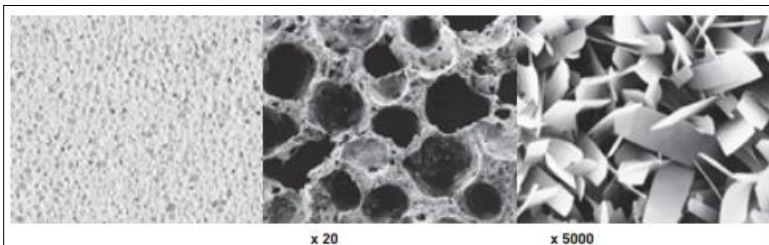
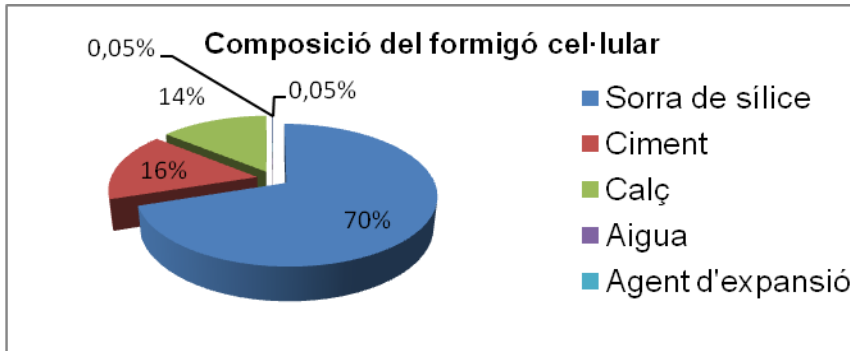


FIG.80: Imatge obtinguda des del microscopi de l'estructura interior del Porenbeton.

Font: Ytong

La primera referència històrica que es té del material és del 1880, on va sorgir de dues combinacions anteriors: del tractament en autoclau de la barreja de sorra, ciment, calç i aigua, i l'aplicació d'un agent d'expansió sobre una barreja de sorra, ciment, calç i aigua, realitzat per W. Michaelis⁸. Una segona invenció va ser atribuïda a l'any 1889 a E. Hoffmann¹, per l'expansió de morters. La següent data històrica en referència al formigó cel·lular sorgeix al 1924, per l'arquitecte suec J.A. Eriksson¹⁰, qui va començar a produir i comercialitzar-lo; en aquest cas va variar la composició que hi havia inicialment per la barreja de sorra fina, calç, aigua i una petita addició de pols metàl·lic. Va ser tres anys després se li va afegir un curat amb autoclau, segons la patent de Michaelis⁸. Finalment, la tercera etapa històrica del formigó cel·lular es situa als anys 40, amb la fabricació en sèrie de blocs de petit i gran format, i elements reforçats amb armadures metàl·liques anticorrosiu. A Europa va ser molt utilitzat després de la Segona Guerra Mundial, arribant també a altres països del món del continent Asiàtic i Amèrica.

⁸ Michaelis, Wilhelm (1896-1965)

¹ Hoffmann, Friedrich-Eduard (1818-1900)

¹⁰ Eriksson, Johan Axel

Actualment, els blocs de formigó cel·lular són de tipus rectangular i massissos, de 62,5 cm de longitud i 25 cm d'alçada, amb espessors des dels 20 als 26,5 cm i densitats dels 350 als 500 kg/m³.

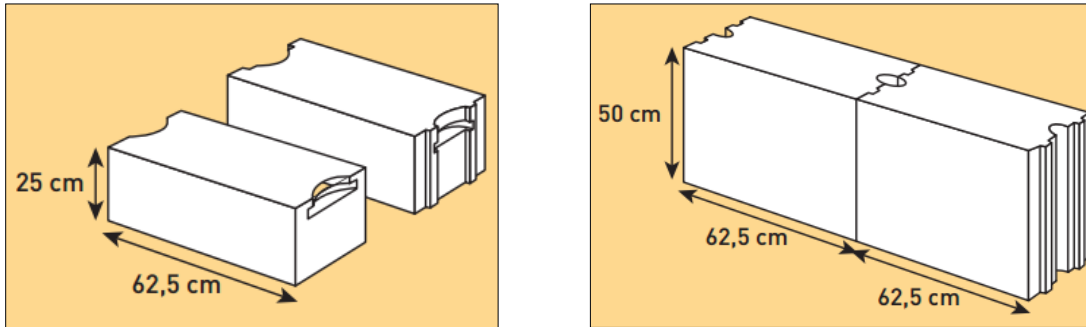


FIG. 81 i 82: Dimensions de les peces i blocs de Porenbeton.

Font: Ytong

La testa pot ser de tres tipus: llisa, encadellada o encadellada amb nanses. Les unions entre els blocs es fa amb junta vertical seca encaixada, i amb junta horitzontal de morter. En funció de la càrrega, pot anar armada horitzontalment.



FIG.83: Construcció d'una paret amb blocs de porenbeton.

Font: Baupraxis

Propietats tècniques

- Aïllament acústic

És per la gran porositat del formigó cel·lular, que fan que la seva absorció acústica sigui elevada, i redueixin el temps de reverberació (sempre que no hi hagi existència del revestiment o altre material que tanqui els porus).

- Aïllament tèrmic

El formigó cel·lular està format per microporus d'aire tancats, distribuïts homogèniament, pel que poden arribar al 80% del volum total, el que fan d'aquest material un gran aïllant tèrmic.

- Higrorregulació

Els murs amb bloc de formigó cel·lular permeten l'autoregulació de la humitat de l'aire interior, així com l'excés d'humitat que es genera en les cambres humides, arribant a poder transportar-la a l'exterior. Pel que fa a la part exterior del mur, aquest té un coeficient d'absorció molt baix. Això és possible perquè malgrat el bloc de formigó està constituït per porus, aquest no interconnecten entre sí.

- Inèrcia tèrmica

La inèrcia tèrmica dels blocs de formigó fa possible l'amortiguació de la calor provinent de l'exterior fins a un 89% en blocs de 25 cm de gruix, de la mateixa manera que és possible l'amortiguació del fred a l'hivern.

- Resistència al foc

Gràcies a la resistència tèrmica i al seu origen mineral, el formigó cel·lular està classificat amb classe de reacció al foc A1, pel que és considerat incombustible. En cas d'incendi aquest no es fissa ni desprèn cap tipus de gas. Per tal de satisfer la normativa vigent, és necessària poca espessor i no cal l'existència de revestiment.

- Resistència mecànica

Els blocs massissos presenten una gran resistència a la compressió, tot i que varia en relació a la densitat de la peça. És per aquesta raó que s'utilitzen com a paret de càrrega, permetent estructures de diverses plantes.

- Resistència sísmica

La resistència davant els sismes, ve relacionat per les propietats del material i el sistema constructiu.

-La homogeneïtat del material: els blocs són massissos, el seu comportament és isòtrop i la col·locació es fa amb junta fina.

-La lleugeresa del bloc permet minimitzar les càrregues sísmiques que el mur pugui rebre.

-Ductilitat: els blocs tenen una ductilitat que permeten amortiguar l'energia sísmica.

- Sostenibilitat i ecologia

Es tracta d'un material d'origen 100% mineral ja que està format per aigua, sorra, calç i ciment. Per a la fabricació de 5 m³ de formigó cel·lular són necessaris 1 m³ d'aigua, sorra, calç i ciment.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- És un material molt lleuger però a la vegada resistent
- És molt bon aïllant tant tèrmica com acústicament amb blocs de molt poc gruix
- És un material amb gran confort climàtic que permet l'autorregulació de l'ambient de l'habitatge
- El sistema de col·locació és molt ràpid i fàcil col·locat amb "junta fina", amb un rendiment de 9 m²/h
- Té una junta molt fina, pel que s'obtenen parets amb molta planeïtat i el seu assecatge és més ràpid

Com a inconvenients presenta:

- A diferència d'altres materials, aquest no permet realitzar totes les formes desitjables amb els blocs de formigó
- Està certificat que el bloc de formigó cel·lular presenta certa radioactivitat despreciable, tot i ser inofensives per al ser humà

Usos principals

El Porenbeton es troba majoritàriament en l'àmbit residencial en obra nova tan d'habitatges unifamiliars com plurifamiliars. També es pot utilitzar en l'àmbit de la rehabilitació gràcies a les seves propietats, així com en obres d'ampliació.

- Paret resistent

Tant per la seva resistència mecànica com davant els sismes, el bloc de formigó cel·lular és bastant utilitzat com a paret estructural en la construcció d'habitatges unifamiliars, permetent arribar a vàries alçades.



FIG.84: Cases aparellades construïdes amb blocs de Porenbeton paret a la zona de Sinnabron.
Font: Fotografia pròpia

- Paret de tancament

Per les seves propietats tècniques s'utilitza el bloc de formigó en parets de tancament d'habitatges plurifamiliars amb estructura de formigó armat.



FIG.85 i 86: Edifici d'habitatges plurifamiliar realitzat amb estructura de formigó armat i parets de tancament de Porenbeton, a la zona residencial d'Ulm.

Font: Fotografia pròpia

Composició de possibles façanes formades amb bloc de Porenbeton



FIG. 87: Detall constructiu d'un possible tipus de façana construïda amb Porenbeton.

Font: Greisel

De l'exterior a l'interior:

1. Revestiment exterior d'1 a 2 cm
2. Aïllament tèrmic de 8 a 10 cm
3. Barrera de vapor (si fos necessària)
4. Bloc de Porenbeton de 20 a 36,5 cm de gruix
5. Revestiment interior d'1 a 1,5 cm de gruix
6. Acabat pintat o enrajolat

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes de Porenbeton

Un bloc de Porenbeton de 36,5 cm de gruix i de densitat 300 kg/m^3 , té una transmitància tèrmica de $0,186 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, pel que tan sols amb una façana formada per aquest bloc ja compliria sense necessitat d'aïllament tèrmic addicional amb la demanda màxima permesa per la EnEV (Energieeinsparverordnung) 2014, que és de $0,24 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. El Porenbeton és possible per a la construcció de cases passives, i s'avança al futur, complint amb les exigències de la EnEV (Energieeinsparverordnung) 2020.

3. Holz (La fusta)

3.1 Naturholz (La fusta natural)

Descripció del material

La fusta natural és el material obtingut de la part llenyosa dels troncs dels arbres. La fusta és molt utilitzada a Alemanya, és un recurs molt abundant i és per això que l'ús dels prefabricats de fusta queda minimitzat. Com a material de construcció és molt versàtil, i contribueix en una construcció ecològica partint del sistema que els arbres utilitzats es poden renovar quan creixin de nou. La utilització de fusta com a material de construcció a Alemanya, data dels anys abans de Crist, a l'actual poble d'Erkelenz (Renània), on es van construir petites cabanes fetes amb roure, material autòcton de la regió, d'uns 3x3 metres aproximadament. El seu ús ha evolucionat de les cabanes a les cases, adaptant-se als nous temps, noves necessitats i a les noves exigències de les normatives actuals.



FIG.88: Fotografia de troncs tallats destinats a la construcció amb fusta.

Font: Fotografia pròpia

Ara per ara, la fusta es segueix utilitzant però més per a la construcció de cobertes, revestiments exteriors i interior. Tot i així, a la zona dels Alps, encara es segueixen construint cases al 100% de fusta, ja que resulta un material molt abundant a la zona i resulta més econòmic que haver de transportar altres materials. El nom d'aquest tipus de construcció s'anomena de fusta massissa natural, tot i que la fusta obtinguda com a matèria primera passa per un procés per tal d'obtenir les peces desitjades per a la construcció dels habitatges.

Propietats tècniques

Les propietats tècniques de la fusta depenen en gran part del tipus de fusta. Per fer-ho de manera més esquemàtica s'han reunit les propietats generals de la fusta com a material.

- Aïllament acústic

La seva funció d'aïllament acústic permet l'absorció i l'acondicionament de les ones sonores evitant la reverberació.

- Aïllament tèrmic

La fusta té una capacitat d'aïllar tèrmicament, 15 vegades superior a la d'un mur de formigó. A més, regula l'ambient permetent calidesa a l'hivern i frescor a l'estiu.

- Ecològica i sostenible

Es tracta de la matèria prima més ecològica i el material constructiu més sostenible, a part de ser reciclable i biodegradable.

- Higroregulació

Sempre que estigui ben tractada, la fusta absorbeix o cedeix humitat a l'entorn.

- Múltiples possibilitats de treball

És un material que es pot utilitzar tant en interior com exterior, és modelable i adaptable, i molt valorada estèticament.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Es tracta d'un material natural que aporta confort a l'habitatge
- Depenent del tipus de fusta utilitzat i d'un manteniment adequat, la fusta pot tenir una llarga vida
- El període de construcció pot ser significativament més curt que en altres tipus de materials
- El seu aïllament tèrmic en períodes hivernals és òptim

Com a inconvenients presenta:

- Requereix un manteniment més exhaustiu respecte altres materials
- Els rajos solars són perjudicials per la fusta, pel que s'ha de protegir

- Agents biòtics i abiòtics són un altre factor de risc, pel que en funció del lloc i l'ambient caldrà prendre precaucions

Usos principals

A Alemanya, sobretot a la part dels Alps, es construeix molt amb fusta, bàsicament en tipologies d'edificis d'obra nova residencial, així com apartaments i hotels rurals. En funció del sistema constructiu utilitzat, es troben:

- Blockhausbau (Casa de troncs)

El seu origen prové de la cabana. La façana es fa amb troncs pelats de manera manual encaixats entre si, els quals fan la funció de tancament i estructural, sense passar per cap tipus de maquina o procés industrial. Actualment, es fan modelades a través d'un motlle per obtenir majors grandàries i homogeneïtzació.



*FIG.89 : Casa unifamiliar realitzada amb façana de troncs de petites dimensions, situada a Altheim/Alb.
Font: Fotografia pròpia*



*FIG.90: Casa realitzada amb façana de troncs de grans dimensions, a la zona del Schwäbische Alb.
Font: Fotografia pròpia*

- Fachwerkbau (Construcció amb entramat de fusta)

Es tracta d'una estructura de càrrega, o també anomenat esquelet de fusta, que s'omple posteriorment amb un altre material no resistent. Veure la *Fachwerkfassade*.



FIG.91: Façana construïda amb entramat de fusta, corresponent a l'anomenada Fachwerkhaus, situada al Altstadt d'Ulm.
Font: Fotografia pròpia

Composició de possibles façanes formades amb fusta natural

A continuació, es farà la descripció dels sistemes de façana de fusta mencionats anteriorment. S'exceptua la Fachwerkfassade, descrita a l'apartat de les peces d'argila cuita tradicionals.

- Blochausbau

Tradicionalment la construcció de la façana es feia amb troncs pelats units entre ells. Degut a l'aparició de normatives, la composició d'aquesta façana s'ha vist afectada amb la introducció de l'aïllament tèrmic per la millora de les seves prestacions. Aquest es pot posar a la cara interior, quan hi hagi l'existència d'un revestiment interior (generalment plaques de cartró-guix), o bé al mig de la façana, com si es tractés d'un panell "sandvitx", amb un revestiment exterior de fusta igualment encaixades horitzontalment entre sí. Els gruixos de la paret varien entre sí: els diàmetres dels troncs van dels 12,5 als 16 cm, mentre que en els perfils rectangulars van dels 9 als 16 cm. L'aïllament variarà en funció de la exigència, dels mínim 5 cm fins als 15, i el revestiment interior dels 1,5 fins 5 cm.



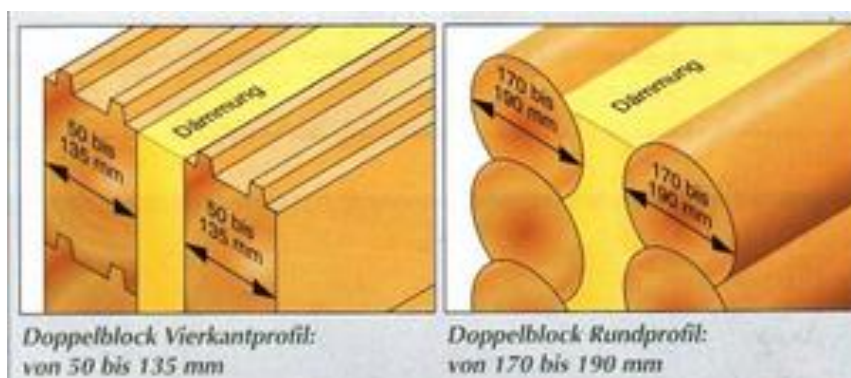


FIG. 92: Imatges de diferents seccions de façana Blochausbau.
Font: Massivblockhausvertrieb Werner Hollmann

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes de fusta natural

Com s'ha vist anteriorment, tots els sistemes de façana amb fusta s'han vist modificats amb la incorporació d'aïllament per satisfer les necessitats de la normativa. Malgrat la incorporació d'aïllament, s'ha de satisfer les exigències de la normativa actual vigent en referència a les façanes, la EnEV (Energieeinsparverordnung) 2014, on es permet una transmitància tèrmica de $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$. Per tant, tots els sistemes hauran de complir amb aquest valor, ja sigui millorant l'aïllament i el gruix de la fusta, la qual en funció del tipus també ajudarà a les millores per evitar la transmitància. Tot i així la fusta és un material molt volgut per les seves propietats, i que ja s'ha introduït en la Passivhaus.

Un exemple de façana amb fusta i aïllament que compleix la normativa:

- Revestiment de 2 cm de fusta de roure
- Aïllament tèrmic de 15 cm
- Fusta massissa d'1,5 cm
- Acabat pintat o enrajolat

$$U = 0,215 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$$

3.2 Holzwerkstoffe (Els prefabricats de fusta)

Descripció del material

El Holzwerkstoffe comprèn aquells productes fabricats amb fibres o encenalls procedents de la fusta natural, que passen per un procés d'encolat o premsat, amb els quals es produeixen taulers, panells i xapes. A diferència de la fusta natural, amb els prefabricats es poden eliminar errors com els nusos, deformació o altres irregularitats, a la vegada que es poden arribar a fabricar elements de dimensions més grans que amb la fusta natural no és possible.

Malgrat que els prefabricats de fusta semblen un producte relativament modern, es va considerar el primer tipus de contraxapat a Egipte, fa aproximadament 2000 anys, fetes amb processos manuals. No va ser fins al 1870 que es va patentar la primera màquina per a tallar taulers durs, els quals tenien l'origen en el desenvolupament de la indústria del paper. El 1934, Asplund¹¹ va desenvolupar a Suècia el tauler de fibra de fusta aglomerada, malgrat la gran indústria dels taulers prefabricats de fusta es va situar a Alemanya. Va ser al 1937 que Félix Pfohl¹² va rebre la patent per al seu mètode de preparació dels aglomerats. Anys més tard van començar els avenços més significatius dels prefabricats de fusta, paral·lelament al desenvolupament d'adhesius a base de resines sintètiques. Al 1946 es va realitzar ja la primera producció industrial del tauler de partícules i vint-i-tres anys més tard, va aparèixer el OSB procedent d'Amèrica del Nord. A dia d'avui, els taulers han anat presentat millores gràcies als avenços tan industrials com tecnològics.

Actualment a Alemanya els prefabricats de fusta més usats són:

- Sperrholz (Contraplacat)

El Sperrholz, és un tauler contraplacat format per com a mínim unes tres capes de plaques de fusta amb un gruix molt prim orientades a 90°. Aquestes s'adhereixen i es premsen per tal d'obtenir una peça consistent.

¹¹ Asplund, Erik Gunnar (1885-1940)

¹² Pfohl, Félix



FIG.93: Vista interior de paret construïda amb el sistema de Brettstapelbau.

Font: Wonneman Holzwerk

- Grobspanplatte (OSB)

L'OSB (Oriented Strand Board) és un tipus de prefabricat de fusta format per serradures i encenalls procedents del rebuig de la indústria de la fusta. Aquestes es pressen i s'encolen amb una estructura sense una direcció concreta; aproximadament el 70% van en direcció longitudinal i el 30% transversal. Amb aquest tipus de prefabricat s'aconsegueix una resistència de dues a tres vegades superior a la dels taulers de partícules normals.



FIG.94: Vista interior de paret construïda amb el sistema de Brettstapelbau.

Font: Pixelot-Fotolia.com

- Spanplatte (Tauler aglomerat)

El Spanplatte és un tipus de tauler fabricat amb partícules de fusta, procedent del serrat i d'altres residus de la fusta natural. Aquestes s'aglutinen i es pressionen a certa temperatura per tal d'obtenir un producte compacte



FIG.95: Vista interior de paret construïda amb el sistema de Brettstapelbau.

Font: Wecobis

- Faserplatte (Tauler de fibres)

La Faserplatte es tracta d'un tauler produït amb fibres procedent de la fusta natural. Aquestes reben un tractament que pot ser en procés humit i sense aglutinants, o bé en un procés en sec i amb adhesiu, amb alta pressió i calor, com el es cas dels DM (Taulers de densitat mitjana). El seu acabat és molt fi, pel que sovint se li apliquen pintures per aconseguir un bon acabat per quedar vist.



FIG.96: Vista interior de paret construïda amb el sistema de Brettstapelbau.

Font: Holzplatten Steiermark

Propietats tècniques

- Aïllament acústic

Les fibres de fusta conformen una estructura porosa, les que permeten absorbir el soroll i amortiguar els impactes.

- Lleugeresa

A diferència de la fusta massissa, els prefabricats de fusta tenen una estructura interior porosa, pel que el seu pes és inferior.

- Maquinabilitat

A l'hora de construir amb taulers, aquests són més lleugers i permeten ser treballats d'una manera més fàcil i ràpida.

- Resistència a la humitat

Alguns dels prefabricats de fusta, on el seu acabat no és porós, presenten un bon comportament als ambients humits.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- El seu preu és inferior al de la fusta natural.
- Permeten millorar defectes de la fusta natural, a la vegada que es poden aconseguir dimensions i formes superiors.
- El seu manteniment és baix.

Com a inconvenients presenta:

- Tant la qualitat com la durabilitat són inferiors a la de la fusta natural.
- Des del punt de vista del disseny, són menys atractius i acollidors quan queden vistos.

Usos principals

A Alemanya els prefabricats de fusta s'utilitzen per a complementar un altre sistema de façana i mai solen anar vistos. Generalment es troba combinat amb façanes de fusta natural, en edificis destinats a ús residencial.

- Massivholzbau (Fusta massissa)

El nom d'aquest tipus de construcció s'anomena de fusta massissa, tot i que la fusta obtinguda com a matèria primera passa per un procés per tal d'obtenir les peces desitjades. En primer lloc la fusta es lamina, formant capes, sempre amb nombre imparells, de manera que els extrems sempre quedin amb làmines en sentit vertical. Finalment les capes es connecten entre si enganxades amb resines, connectats amb clavilles o tatxes de fusta. Les peces formades per les capes són elements que formen la paret, o ja s'inclouen els forats per a les finestres i portes. A vegades, sobre les peces prefabricades es col·loca un revestiment o fins i tot rastells de fusta.



FIG. 97: Façana de fusta massissa amb la part baixa revestida, típica de les cases de la zona dels Alps alemanys (Bad Hindelang).

Font: Fotografia pròpia

- Brettstapelbau (Construcció amb taulers encaixats)

El sistema consisteix en l'encaix de taulers de fusta massissa de 25 a 40 mm de gruix mitjançant tacs, formats per un tauler exterior de façana, aïllament tèrmic i la paret resistent interior. El sistema de fabricació es duu a terme en tallers, de manera sistematitzada. El tipus de fusta utilitzat són generalment els taulers d'abet assecats. Es col·loquen verticalment i es connecten entre sí per tacs de fusta de manera contínua. El seu ús es troba com a estructura de suport de càrrega.



FIG.98: Vista interior de paret construïda amb el sistema de Brettstapelbau.

Font: Brettstapel

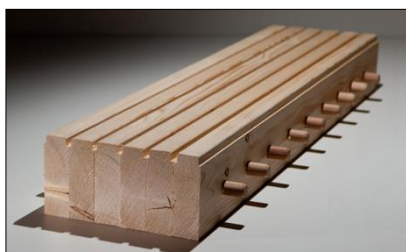


FIG.99: Detall d'una peça formada per diferents taules, on es poden observar els tacs que uneixen unes peces amb les altres.

Font: Brettstapel

- Holzrahmenbau (Sistema Balloon Frame o amb bastidors)

També conegut amb el nom de Holztafelbau, el sistema consisteix en marcs de fusta, que pot ser massissa o laminada, el qual s'omple amb aïllament i posteriorment es revesteix amb taulers de fusta. A Alemanya aquest sistema es construeix en tallers, i arriba a l'obra en peces prefabricades.



FIG.100: Vista de la façana lateral d'un habitatge unifamiliar, on s'observen els marcs de fusta prefabricats on encara no s'hi ha posat l'aïllament tèrmic, a Altheim/Alb.

Font: Fotografia pròpia



FIG.101: Imatge de l'obertura per a l'entrada al garatge d'un habitatge unifamiliar construït amb el sistema Holztafelbau, a Altheim/Alb.

Font: Fotografia pròpia

Composició de possibles façanes formades amb prefabricats de fusta

- Massivholzbau

La façana està composta per fusta massissa laminada, amb gruixos dels 20,5 als 34 cm, que forma la paret resistent. Originàriament la façana tenia com a únic material el panell prefabricat, però per exigències s'hi ha tingut que posar un aïllament tèrmic per la cara interior oscil·lant entre els 5 -20 cm i un revestiment interior d'1,5 cm.



FIG.102: Imatge d'un tram de façana construït amb el sistema Massivholzbau.

Font: Brettstapel

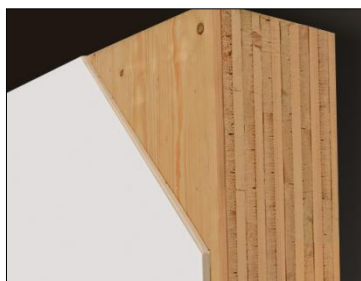


FIG.103: Secció d'una façana tipus Massivholzbau.

Font: Brettstapel

- Brettstapelbau

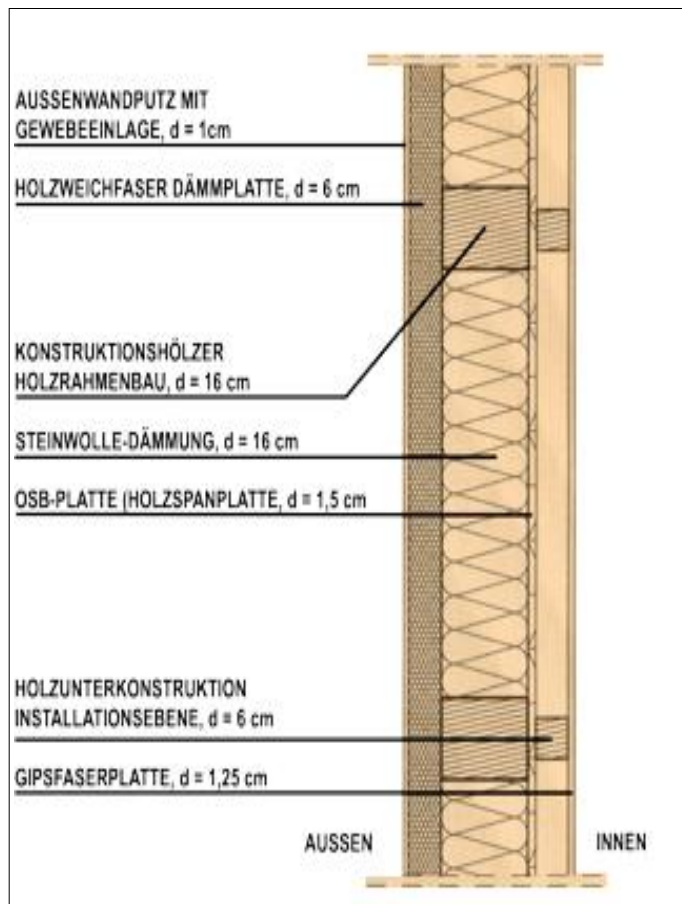
La façana està formada per un revestiment exterior de fusta que acostuma a ser de 2 cm, l'aïllament de 14 cm, posteriorment hi ha un tauler d'OSB d'1,5 cm i al darrere els taulers encaixats de fusta. Si no es vol deixar la fusta vista, es pot posar un revestiment d'1,5 cm.



FIG.104: Imatge d'una part prefabricada de façana tipus Brettstapelbau. Es pot observar la seva part interior amb les obertures marcades, al mig un bon gruix de plaques d'aïllament tèrmic i a la dreta, el revestiment exterior amb lames de fusta.

Font: Brettstapel

- Holzrahmenbau



La composició del sistema Holzrahmenbau, està format per una placa exterior de estelles de 6 cm, un aïllament tèrmic de 16 cm on hi ha els muntants verticals i horitzontals de fusta del mateix gruix, una placa OSB d'1,5 cm i finalment un revestiment interior de plaques de cartró-guix d'1,5 cm fixats sobre rastells de 6 cm de gruix.

FIG. 105: Secció de façana de fusta de tipus Holzrahmenbau.
Font: Zimmerei Jonuscheit

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes de prefabricats de fusta

Com s'ha dit anteriorment, els prefabricats de fusta es troben en façanes de fusta natural, ja siguin prefabricades o fetes in situ. Generalment es necessita d'aïllament tèrmic, el gruix del qual variarà en funció del tipus de fusta i sistema constructiu. Per tal d'adaptar-se a la normativa EnEV 2014, les façanes amb presència d'elements prefabricats de fusta passen per utilitzar gruixos d'aïllament superiors, amb l'objectiu de no superar els $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$.

4. Metall (El metall)

Descripció del material

Els acers són els materials metàl·lics més utilitzats. Són un aliatge de ferro i carboni, amb una fracció de massa de ferro superior a la de qualsevol altre element, on el carboni té un contingut inferior als 2% en pes. Per a realitzar aliatges, es combinen amb un tractament tèrmic per arribar a la deformació plàstica, amb un punt de fusió que pot variar en funció de les proporcions d'aliatge.



FIG. 107: Imatge del metall en estat líquid.

Font: Plonsker - Server



FIG. 108: Imatge on s'observen dues peces cilíndriques de metall acabades de conformar.

Font: Schneider Stahl - und EdelStahlhandel

Mirant enrere, a Alemanya l'aparició de l'acer estructural va aparèixer al segle XIX, amb el perfil de "doble T", tot i que el seu ús va minvar amb el formigó armat. Actualment a la construcció, l'acer més utilitzat és en forma de perfils, ja sigui conformats en calent o en fred.

Propietats tècniques

- Durabilitat

Sempre que es realitzi un correcte tractament per a la corrosió i el foc.

- Flexibilitat del sistema estructural

Les estructures metàl·liques permeten construir tan estructures rígides com articulades.

- Gran capacitat resistent

Permet solucionar estructures de grans dimensions.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Els seus perfils estructurals permeten absorbir més càrrega en menys secció
- La posta en obra es fa més ràpid que la del formigó armat
- Es poden fer estructures per a cobrir grans llums
- Són molt útils per a edificis amb previsió d'ampliació o canvi de càrregues

Com a inconvenients presenta:

- S'ha de protegir contra el foc
- Ha d'incloure tractaments per evitar la corrosió

Usos principals

L'acer estructural s'utilitza molt puntualment en façanes. D'aquests pocs casos, la majoria són grans edificis de molta envergadura, com museus, biblioteques, concessionaris o bé seus de grans empreses.

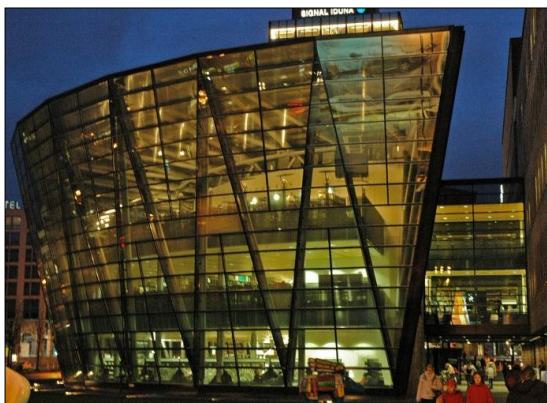


FIG. 109: Fotografia de la Zentralbibliothek de Dortmund
Font: Dortmund

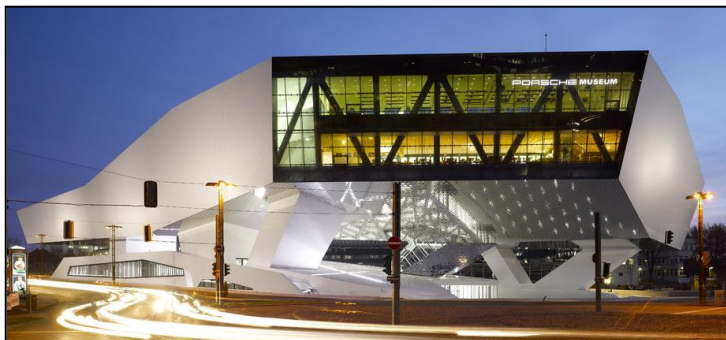


FIG. 110: Imatge del museu Porsche a Stuttgart, on a la façana principal l'estructura de gelosia metàl·lica queda incorporada, tancant-la amb un mur cortina.
Font: 9 Magazine

4.1 Sandwich Paneelen (Els panells sandvitx)

Els panells metàl·lics, també coneguts amb el nom de panells "sandwich" (escrit en alemany), es poden considerar l'evolució del revestiment de xapa metàl·lica simple. Estan format per una xapa d'acer galvanitzat, un aïllament tèrmic interior i una segona xapa metàl·lica, en forma de panell; el que es pot equiparar als panells "sandwich" de formigó armat. Lateralment formen una junta amb forma d'encaix. Pel que fa a la xapa, la part vista pot tenir algun tipus d'acabat o tractament. Com a aïllaments s'utilitzen principalment el poliuretà o la llana mineral.



FIG. 111: Panell sandvitx amb juntes laterals.

Font: Fotografia pròpia

Com s'ha comentat a l'apartat anterior, les façanes amb panells sandvitx estan únicament compostes per aquest panell (exterior de xapa metàl·lica i farcida amb aïllament tèrmic). El seu gruix és variable i està estandarditzat per les cases comercials que el fabriquen, amb gruixos oscil·lants dels 5 cm per a panells no ignífugs, fins als 8 cm dels panells ignífugs. Una diferència és el tipus d'unió entre panells en funció de la junta d'estanqueïtat, i de la presència o no de junta talla-foc.

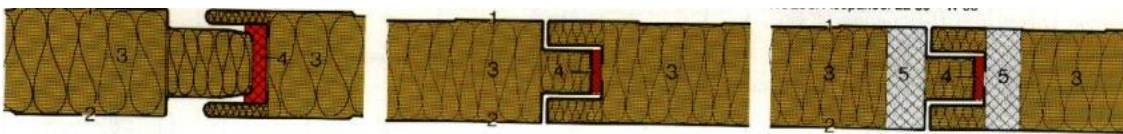


FIG. 112: Detalls de diferents juntes entre panells sandvitx.

Font: Hoesch

La seva funció és única i exclusivament de tancament. Entre ells es fixen per la junta, i respecte a l'estructura d'edifici es fixen amb cargols inoxidables a una subestructura d'acer que connecta amb l'estructura principal de l'edifici. A Alemanya la producció d'aquests panells va començar a l'any 1965, i ara s'ha convertit en una solució constructiva prefabricada molt utilitzada.

Propietats tècniques

- Aïllament acústic

Amb un gruix de tan sols 6 cm, s'obté un aïllament acústic de 32 dB. Per tant, amb gruixos inferiors com són els utilitzats actualment per la normativa tenen un major aïllament.

- Aïllament tèrmic

Degut a que el material amb més representació és l'aïllament tèrmic, i el sistema d'encaix que evita ponts tèrmics, proporciona molts bons resultats enfront l'estalvi d'energia.

- Durabilitat

Es tracta d'un material amb poc manteniment i amb una llarga vida útil, per les bones propietats de què disposa.

- Resistència al foc

Els panells en sí, ja presenten resistència al foc, tot i que hi ha una gamma feta expressa per als llocs amb exposició al foc, amb classe resistent W 60-A (panell de 6 cm) / W 90-A (panell de 8 cm).

- Resistència a la intempèrie

La fulla d'acer galvanitzat de manera contínua, fan dels panells un material resistent a la tensió mecànica i impermeable de l'aigua i els agents exteriors.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Els panells són lleugers i de poc gruix
- El seu muntatge és fàcil i ràpid
- El manteniment és mínim

Com a inconvenients presenta:

- La dificultat està en la bona solució entre les juntes dels panells per tal d'evitar ponts tèrmics o la filtració de l'aigua
- No es poden realitzar totes les formes de façana desitjada
-

Usos principals

A diferència de la xapa metàl·lica, on formava part del conjunt de la façana essent un revestiment, aquí el panell tanca per complet el conjunt de la façana, és a dir, el panell fa la funció de revestiment exterior, aïllament tèrmic i revestiment interior, sense ser estructural. L'altre diferència respecte al revestiment de xapa metàl·lica, és que l'ús està més destinat a la indústria i naus d'ús comercial (supermercats, concessionaris...).



FIG. 113: Nau industrial amb façana de panell sandvitx.
Font: Fotografia pròpia



FIG. 114: Façana de botiga a Altheim/Ab construïda amb panells sandvitx de diferents colors.
Font: Fotografia pròpia

5. Naturstein (La pedra natural)

Descripció del material

La pedra natural és un material que es troba des de fa milers de milions d'anys a la Terra. El seu ús en la construcció s'estén a fa molts segles, tot i que a Alemanya de manera menys freqüent que en altres països, ja que és un recurs força escàs, al contrari de la fusta, i actualment encara s'ha d'importar d'altres països. Inicialment, les façanes es feien amb pedres aferrades amb fang i posteriorment es va introduir morter.



FIG. 115: Imatge d'una excavació a la zona del Schwäbische Alb, característica per la gran quantitat de pedra que s'hi troba en el subsòl, de tipus calcària.

Font: Fotografia pròpia

Les propietats tècniques de les pedres depenen principalment del tipus de pedra. A continuació s'anomenen les propietats de les pedres més utilitzades en les façanes:

- Gres: s'endureix en climes secs i es degrada amb la humitat i la contaminació. Per altra part és més manipulable i més fàcil de treballar.
- Calcària: és molt utilitzada, és de fàcil treball i manipulació. De duresa mitja, tot i que amb el pas del temps es veu afectada per la humitat i contaminació per la seva porositat.
- Pissarra: tot i que s'utilitza més en cobertes i paviments, també es pot utilitzar en les façanes. És molt durable i resistent a la intempèrie i pas del temps. De duresa mitja, és relativament fàcil de tallar, perforar o asserrar.
- Marbre: és característic per la varietat de colors i la polimentació com a acabat. Per a façanes presenta l'inconvenient de malmetre's quan està exposat a la contaminació o ambients agressius.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- La seva durabilitat, la qual s'ha demostrat que les construccions realitzades en pedra poden perdurar segles
- El seu manteniment és molt senzill
- Bones qualitats com a aïllament aïllant: tot i que no s'utilitza com a aïllament tèrmic com a tal, però sí que la seva inèrcia tèrmica ajuda a mantenir les temperatures constants a l'interior de l'edifici

Com a inconvenients presenta:

- Dificultat de transport i manipulació de la pedra
- Comparat amb altres sistemes, el seu cost és elevat: casi el doble que una façana ceràmica i casi el triple de l'enfoscat i pintat

Usos principals

Actualment els murs massissos de pedra natural ja no es construeixen. Queden però els edificis existents, que es conserven com a part del patrimoni. Entre d'altres es troben els castells i esglésies com als més antics, edificis històrics del centre de la ciutat, o els últims a ser construïts amb aquesta tècnica com poden ser algunes estacions de ferrocarril o escoles.



FIG. 116: Imatge d'un dels castells més importants i reconeguts d'Alemanya, el Neuschwanstein Schloss, construït amb pedra a l'any 1869 a Füssen.
Font: Baviere Quebec



FIG. 117: Imatge d'un dels edificis històrics de la ciutat d'Ulm, realitzat amb pedra natural .
Font: Fotografia pròpia



*FIG.118: L'estació de ferrocarril de Stuttgart, façana de la qual es va realitzar en pedra natural.
Font: Fotografia pròpia*

Composició de possibles façanes formades amb murs massissos de pedra natural

La composició de façana més utilitzada és la del mur massís d'una sola fulla, amb gruixos oscil·lants al voltant dels 50 cm, i en el cas d'edificis més moderns, amb revestiment interior.

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes amb murs massissos de pedra natural

Aquesta transmitància dependrà del gruix, tipus de pedra i tipus de mur. La normativa actual vigent, no regula les façanes d'aquest tipus, ja que des de fa anys està prohibida la seva construcció per les males condicions d'aïllament.

6.Kunstharz (Les resines sintètiques)

Descripció del material

Les resines sintètiques són una substància sòlida o semi sòlida, que s'obté a partir de matèries primes de tipus resinoses i no resinoses a través d'una reacció química. Les resines sintètiques es poden dividir en dos grups principals: per una part les termoestables, que a través de la calor i pressió es polimeritzen (molècules de poca massa, s'enllacen formant molècules de massa elevada) de manera que queden infusibles i insolubles, i per l'altra les termoplàstiques, que per al contrari, queden fusibles un cop enduredes i posteriorment refredades.

A Alemanya, l'origen de les resines sintètiques es troba a l'any 1902, on es va desenvolupar la primera resina comercial, la resina fenol-formaldehid, a mans de Carl Heinrich Meyer¹³. Cinc anys després, el químic nord-americà Leo Hendrik Baekeland¹⁴ obté la patent del primer plàstic termostable, la baquelita. La resina sintètica pintura soluble en oli fenòlic i formaldehid (pintura per a automòbils), va ser patentada a l'any 1910 pel Doctor Kurt Albert¹⁵ i el Doctor Ludwig Berend¹⁶; aquesta va ser l'origen de les posteriors resines sintètiques que es troben a l'actualitat.

Actualment les resines sintètiques més habituals que es troben són:

- Resines termoestables:
 - Baquelita
 - Resines epòxid
- Resines termoplàstiques:
 - Polietilè
 - Poliestirè
 - Polivinil
 - Resines acríliques

¹³Meyer, Carl Heinrich (1863-1945)

¹⁴Baekeland, Leo Hendrik (1863-1944)

¹⁵Albert, Johann Heinrich (1835-1908)

¹⁶Berend, Ludwig (1857±2 - 1935±7)

Propietats tècniques

- Aïllant elèctric

Aquesta qualitat és comuna en els materials d'origen plàstic.

- Impermeable

Aquesta propietat es pot aplicar a les resines sintètiques en funció de la seva porositat, però no a tots els productes derivats d'aquestes.

- Resistència a l'impacte

Els productes obtinguts a partir de les resines sintètiques són resistents als impactes, pel que cada cop són més utilitzats, per exemple com a revestiments de façana.

- Resistència als agents exteriors

Les resines sintètiques poden estar exposades a l'exterior, així com en ambients químics, que no presenten cap tipus de degradació.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Tenen una bona maquinabilitat pel que es poden realitzar moltes formes i tipus d'objectes diferents
- El seu cost és baix
- Es poden imitar altres materials millorant algunes de les seves propietats

Com a inconvenients presenta:

- La seva durabilitat no és tan llarga com en altres materials
- El contacte amb la llum ultraviolada fa que perdin color

Usos principals

En el camp de la construcció i en concret dins l'àmbit de les façanes, a Alemanya les resines sintètiques es poden trobar en forma de peça per a la formació de façanes (s'explica a continuació), i en forma de revestiment (veure apartat de revestiments), així com en forma de pintures.

6.1 Styroporsteine (Les peces de poliestirè)

Descripció del material

Les Styroporsteine, traduïdes al català com a "pedres de poliestirè", formen part d'un sistema constructiu format per l'encaix de les peces fetes d'escuma de poliestirè expandit (EPS), com si es



tractés d'un sistema de peces constructives de "Lego", les quals s'armen interiorment i posteriorment es formigonen. Es pot equiparar al sistema del formigó armat, on les peces actuen d'encofrat perdut i aïllament tèrmic a la vegada. A la part interior de la peça es disposa d'un pont rígid soldat per suportar la pressió del formigonat.

FIG. 119: Imatge de la construcció d'una paret amb el sistema de Styroporsteine.
Font: Styropor Steine

L'origen es troba a l'any 1950, just un any després que l'empresa BASF hagués patentat el Poliestirè Expandit (EPS) sota el nom comercial de *Styropor*, amb l'anomenat *IGLU-System*. Posteriorment es constitueix una societat americana que obté les patents del *Styropor*. No és fins a l'any 1994 que es constitueix la oficina principal d'Europa a Bèlgica, per introduir un nou sistema europeu del *Styropor*, i un inici de la producció del material a Polònia.

Actualment la comercialització de les Styroporsteine té un ampli ventall de peces i formats per adaptar-se a les necessitats del client: des de les peces de format estàndard rectangulars i modulades amb gruixos a partir de 25 cm, fins a les peces de cantonada, peces arrodonides o suplementes.

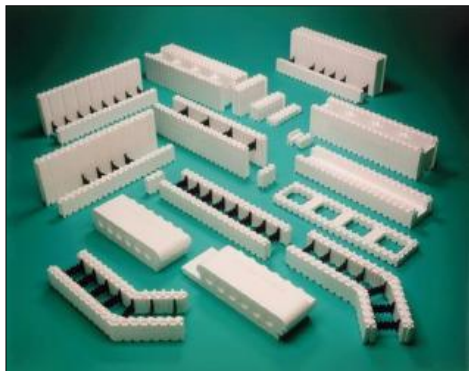


FIG. 120: Diferents tipus de peces que conformen el sistema de construcció amb peces de poliestirè.

Font: Styro Stone

Propietats tècniques

- Aïllament acústic

Tan el poliestirè expandit com el formigó es consideren materials amb bones propietats d'aïllar acústicament, pel que la combinació d'aquests dos només pot ser positiva.

- Aïllament tèrmic

Per sistema de les peces aïllat per les dues bandes, disposa de baixa conductivitat tèrmica, el que permet un estalvi de climatització del 50-70%. Amb poc gruix de paret s'aconsegueix un major aïllament que altres façanes amb més gruix.

- Resistència a compressió

Amb un gruix de paret relativament petit, s'aconsegueix la resistència necessària per a realitzar parets resistents estructurals.

- Resistència a la intempèrie

El poliestirè expandit té l'avantatge que estant en contacte amb l'ambient exterior no es descompon amb el pas del temps, i en el cas de material de façana, no es formen niu de microorganismes.

- Sistema impermeable

Una altra de les característiques que tenen en comú el formigó i el poliestirè expandit és la impermeabilitat, pel que aquest sistema al estar format pels dos, compleixen amb aquesta propietat.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- La construcció amb peces de poliestirè permet estalviar temps: un equip ben coordinat pot construir les parets d'una planta d'un habitatge unifamiliar
- El seu manteniment és baix, ja que l'estructura es troba protegida de la intempèrie
- El gruix de paret és inferior al d'altres sistemes, pel que es pot obtenir més superfície útil

Com a inconvenients presenta:

- En aquest sistema les parets no són transpirables
- El poliestirè ofereix una baixa resistència al foc

Usos principals

- Paret resistent

Aquest sistema constructiu s'ha desenvolupat per a la realització d'una estructura amb parets de càrrega, ja que es complementa amb un mateix sistema de forjats de formigó i poliestirè expandit.

Les construccions més habituals són per a habitatges unifamiliars, petits recintes industrials i també en piscines.



FIG. 121: Construcció d'un habitatge unifamiliar amb peces de Styroporsteine
Font: Styro Stone



FIG. 122: L'habitatge unifamiliar anterior ha estat acabat i pintat, i no s'aprecia que ha estat construïda amb els sistema de peces de poliestirè. Font: Styro Stone



FIG. 123: Nau industrial construïda amb la tècnica de les Styroporsteine.

Font: Styro tone

Composició de possibles façanes formades amb peces de poliestirè

La façana variarà sobretot en funció del tipus de gruix, que vindrà donat pel tipus d'edifici a realitzar i la seva ubicació. A continuació, s'ha adoptat el model estandarditzat amb una peça de 35 cm de gruix.

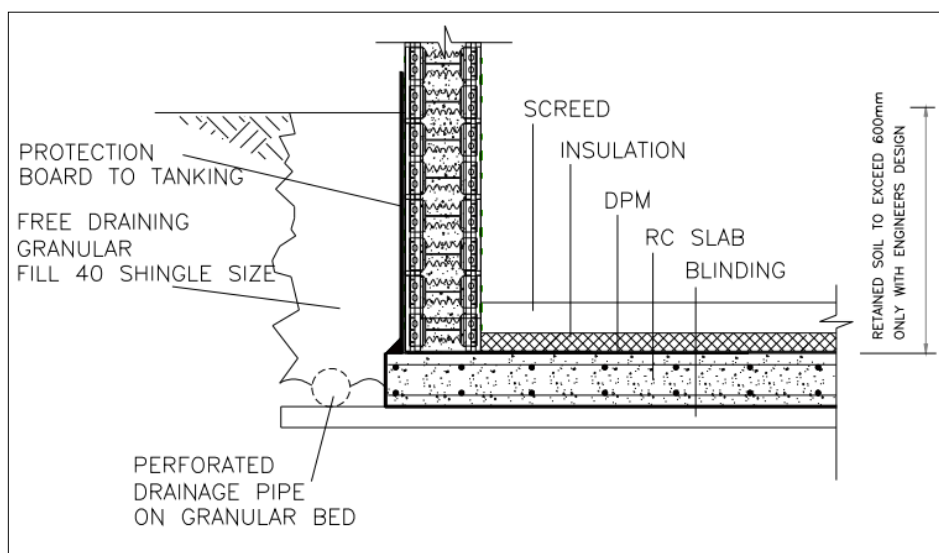


FIG. 124: Secció vertical de façana construïda amb styroporsteine (Arranc des de fonamentació).
Font: Styro Stone

De l'exterior a l'interior:

1. Revestiment exterior de 2 cm
2. Poliestirè de 5 cm de gruix
3. Formigó armat 15 cm de gruix
4. Poliestirè de 5 cm de gruix
5. Revestiment interior d'1,5 cm
6. Acabat pintat o enrajolat

De manera menys usual però també existent, es revesteix la façana amb clínquer:

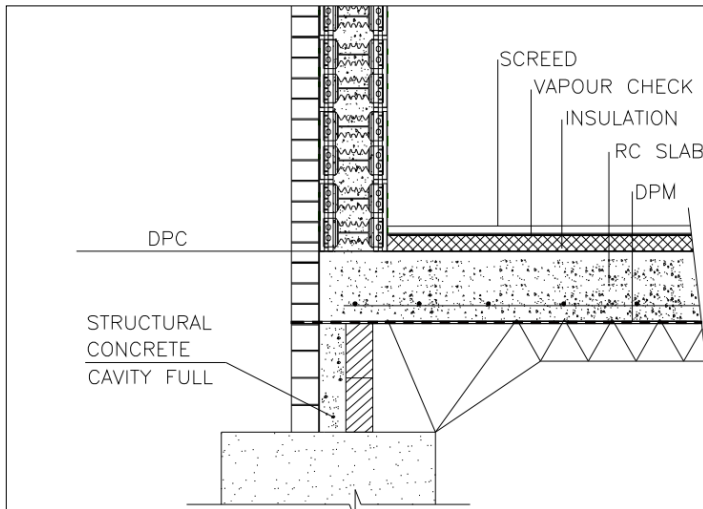


FIG. 125: Secció vertical de façana construïda amb Styroporsteine (Arranc des de fonamentació) i amb tancament de klinker.

Font: Styro Stone

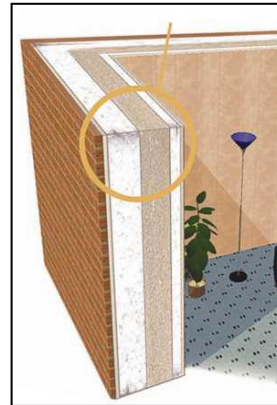


FIG. 126: Detall de façana construïda amb Styroporsteine.

Font: Styro Stone

1. Peça clínquer d'11,5 cm
2. Polièstirè de 5 cm de gruix
3. Formigó armat 15 cm de gruix
4. Polièstirè de 5 cm de gruix
5. Revestiment interior d'1,5 cm
6. Acabat pintat o enrajolat

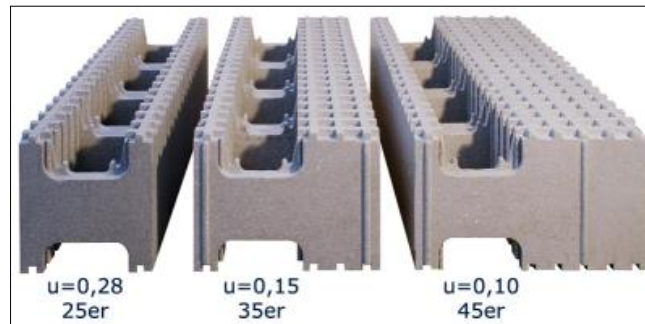
Transmitància tèrmica formada per possibles façanes de polièstirè

Per poder complir amb la normativa actual vigent, la EnEV (Energieeinsparverordnung) 2014, el conjunt de la façana no pot tenir una transmitància tèrmica superior a $0,24 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, que és la transmitància màxima permesa per la normativa, s'ha d'utilitzar la peça de 35 cm de gruix, que té una $U= 0,15 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. A més, aquest sistema constructiu de façana ja és apte per a la construcció de la anomenada Passivhaus, principis de la qual regula la normativa EnEV 2020, sempre que

s'utilitzin les peces de mínim 45 cm de gruix. Per tant, se'l pot considerar un bon material a utilitzar de cara al futur.

FIG. 127: Diferents tipus de peces de Styropor Steine en funció del seu gruix i de la seva transmitància tèrmica.

Font: Styropor Steine



7.Glas (El vidre)

Descripció del material

El vidre és un material sòlid amorf format a partir de matèries primeres inorgàniques les quals es troben fàcilment a Alemanya de manera generalitzada. Aquests són: sorra de sílice, carbonat de sodi, òxid de calci com a components principals, ja que cada tipus de vidre en funció de les seves característiques i propietats té uns additius o altres. Els diferents components es couen a 1500°C, obtenint una massa viscosa, la que permet posteriorment ser treballada i donar una forma, i finalment es refreda obtenint la forma final.



FIG. 128: Imatge del vidre en estat semi sòlid, el que li permet ser treballat i donar la forma desitjada.

Font: Glasbläserei Schmidt

Malgrat no hi ha una data concreta de la fabricació del primer vidre, es tracta d'un material que històricament ha estat present canviant el seu ús, procés de fabricació i prestacions. Les troballes més antigues conegudes daten de l'any 3000 a.C. a Egipte, en forma de joies. El primer avenç va

ser a l'any 100 a.C. amb la invenció del vidre bufat, el que va permetre la producció d'ampolles i d'altres envasos. Segles més tard (XI-XII d.C.) la producció del vidre s'estableix a Europa, concretament a Venècia, i a França apareix la finestra desenvolupada per un fabricant de vidre a Rouen. Ja a l'any 1688 apareix el procés de laminació del vidre, i un segle més tard a Alemanya es desenvolupa amb el vidre venecià la decoració amb escenes de caça i paisatges característics del barroc. El segle XIX es caracteritza per la industrialització del procés de fabricació del vidre fins arribar a l'any 1970, on va aparèixer la primera màquina de control electrònic per a la producció del vidre. A dia d'avui, el vidre és molt utilitzant en molts camps, i concretament en el de la construcció on la nova arquitectura aposta per aquest material.

Propietats tècniques

- Duresa

Una de les bones propietats del vidre és la dificultat que aquest oposa a ser ratllat o penetrat.

- Impermeable

Aquest material, gràcies a la seva estructura, fa que l'aigua no pugui passar a través seu.

- Resistència a la intempèrie

Permet suportar molt bé tan l'aigua com el vent com la llum solar.

- Resistència química

El vidre és molt resistent als àcids, menys l'àcid fluorhídric i l'àcid fosfòric a altes temperatures.

- Reciclable

El vidre és un material 100% reciclable.

- Transparència

És possiblement una de les qualitats preferides: permet el pas de la llum així com separar dos ambients permetent veure-hi a través de manera total.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Actualment es poden realitzar vidres amb diferents tipus de colors i textures.
- Gràcies als tractaments se li poden modificar o afegir més propietats
- És aïllant elèctric

Com a inconvenients presenta:

- El vidre sense cap tractament és un material molt fràgil i que es trenca amb facilitat

Usos principals

El vidre és molt utilitzat en la construcció, sobretot per a les finestres i portes, ja que separa dos espais però permet veure-hi a través d'ell gràcies a la seva transparència. A part, es pot trobar el vidre com a part d'un sistema de façana en el mur cortina, en forma de peces com a sistema de façana com és el U-Glass, o bé en forma de blocs com el pavès, els tres desenvolupats en els següents apartats.

7.1 Glasprodukte für die Glasfassaden (Productes per a la formació del mur cortina)

Descripció del material

El mur cortina es tracta d'un sistema constructiu format per un tancament de vidre (és el material principal), el qual es subjecta per una subestructura generalment de tipus metàl·lic, tot i que també pot ser de PVC o de fusta. La subestructura està formada per muntants i travessers, i aquesta pot ser vista o oculta.

El sistema de mur cortina es van utilitzar en edificis de magatzems i fàbriques, satisfent la manca de llum natural, amb tècniques procedents d'Amèrica i Anglaterra. En l'àmbit comercial, el mur cortina va aparèixer a l'any 1899, a la façana dels magatzems Tietz a Berlin.



FIG. 129: Fotografia de la façana dels magatzems Tietz a Berlin.

Font: Zeno Images

Cal considerar que a Alemanya, l'origen propi del mur cortina s'ubica principis del segle XX, amb l'estil Bauhaus: van ser les primeres cases construïdes amb grans elements de vidre, amb l'objectiu d'aconseguir més llum, l'entrada del sol i més prosperitat a la natura. L'estil Bauhaus es va estendre, creant una fundació de l'estil Bauhaus a l'any 1925 pel mateix arquitecte de l'edifici "Bauhaus", Walter Gropius¹⁷. A l'any 1930, Ludwig Mies van der Rohe¹⁸ el va succeir en la direcció de la fundació; ell va ser el que va exportar l'estil Bauhaus a altres països. A causa de la segona guerra mundial, l'estil Bauhaus es va quedar estancat.



FIG. 130: Imatge de l'edifici Bauhaus.
Font: Bauhaus Architektur.

Després de la postguerra, amb l'evolució de la construcció i els canvis de l'alliberació de l'estructura de la façana, va permetre utilitzar el vidre com a tancament de façana, introduint millores fins arribar als nostres dies. Ara per ara, es troben els següents tipus de sistema de mur cortina:

- Estructural

El mur està subjectat per la part interior del mur, per una estructura fixada a l'interior de l'edifici, però independent de l'estructura de l'edifici. El seu aspecte exterior és generalment el del vidre amb els punts de subjecció de la subestructura. No és un tipus gaire utilitzat.



FIG. 131: Detall del sistema de fixació del mur cortina estructural .
Font: FPD Systems

¹⁷ Gropius, Walter (1883-1969)

¹⁸ Mies van der Rohe, Ludwig (1886-1969)

- No estructural: aquest es fixa a l'edifici amb muntants i travessers d'alumini. El seu aspecte exterior pot ser amb tapetes vistes o amb juntes de silicona, creant un aspecte quadriculat. Aquest és més utilitzat, ja que ha evolucionat favorablement creant el mur de doble pell, el qual pot incorporar un sistema de ventilació que millora l'eficiència de la façana.

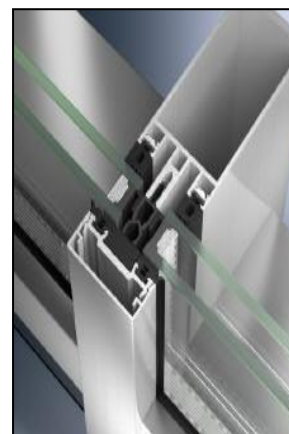


FIG. 132: Detall de mur cortina no estructural amb tapeta vista.

Font: SPD Systems

Propietats tècniques

A continuació s'exposen les propietats del vidre en el sistema de mur cortina:

- Aïllament acústic

Gràcies al tancament amb vidre de cambra doble i triple i els guixos del vidre, permeten aïllar acústicament l'edifici del soroll exterior.

- Aïllament tèrmic

L'aïllament tèrmic no era precisament una de les millors propietats d'aquests tipus de façana, però amb la introducció dels vidres calents, s'ha millorat molt aquesta propietat.

- Resistència al foc

Malgrat que el vidre i l'acer són materials vulnerables al foc, els murs cortina actuals disposen d'una franja de sectorització horitzontal, que permet actuar com a talla-focs en cas d'incendi.

Avantatges i inconvenients

Els següents avantatges i inconvenients fan referència al sistema de mur cortina i no del vidre per a si sol. Com a avantatges principals destaquen:

- La sensació d'espai que crea i d'amplitud fa que sigui un sistema molt utilitzat, sobretot en edificis de gran alçada, com oficines o hotels
- Aporta lluminositat, ja que l'ús del vidre en un sistema de façana en el mur cortina no utilitza cap tipus de protecció exterior com persianes
- El seu gruix és molt inferior al d'altres façanes; actualment es poden construir murs cortina eficients energèticament amb un gruix molt inferior al d'altres tipus de façanes
- Hi ha molts tipus de vidre, textures i colors, tenint en compte a que el vidre es pot adaptar a cada tipus de situació i necessitat gràcies a les noves propietats que aporten millores al vidre

Com a inconvenients presenta:

- El seu manteniment és complex i costós
- Requereix de mitjans auxiliars per a la seva construcció, el que implica uns costos superiors
- Es tracta d'una façana que no permet modificacions de disseny

Usos principals

Com s'ha comentat anteriorment, aporta lluminositat, i a la vegada permet donar singularitat i caràcter a la façana. És un sistema molt utilitzat en edificis d'oficines, biblioteques o hotels.



FIG. 133: Biblioteca municipal d'Ulm, en forma de piràmide de vidre, amb el sistema de mur cortina.

Font: Fotografia pròpia

FIG. 134: Edifici d'oficines situat a Colònia, amb façana de mur cortina que s'adapta a la seva forma, i escala aïllada envoltada també amb vidre transparent.

Font: Fotografia pròpia

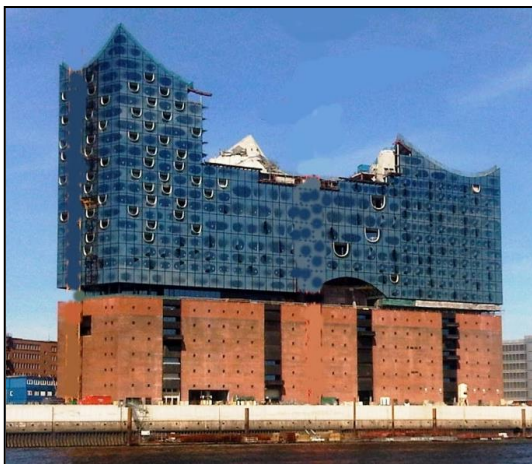


FIG. 135: Façana de l'Elbphilharmonie de Hamburg, amb mur cortina no estructural i tapeta vista.

Font: Elbphilharmonie-Bilder Bibliothek

Composició de possibles façanes formades amb mur cortina

El mur cortina forma la façana amb una estructura auxiliar, encarregada de subjectar el vidre. Aquesta pot ser exterior o interior, amb perfileria o punts de subjecció. En aquest cas, a diferència d'altres tipus de façana, no hi ha revestiment ni interior ni exterior ni una capa d'aïllament tècnic. El que sí que hi pot haver és una cambra d'aire entre el vidre interior i l'exterior. Els gruixos variaran en funció del vidre, les fulles de vidre que està composta, i si té cambra simple o doble.

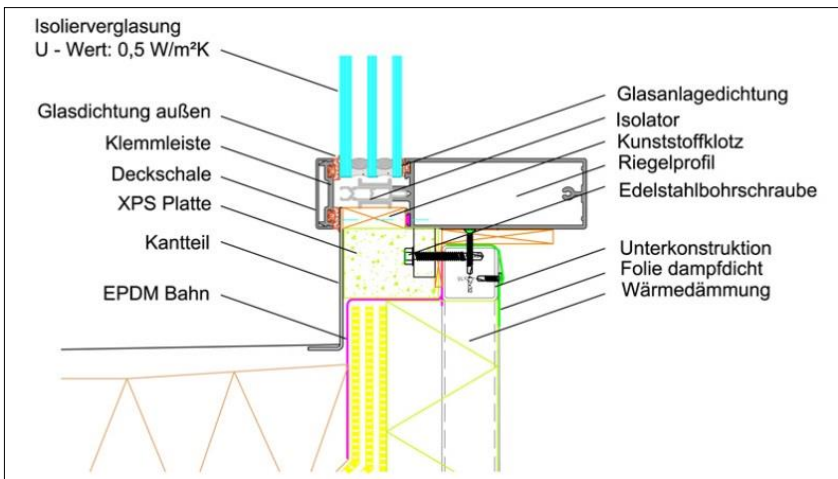


FIG. 136: Secció de mur cortina formada per tres vidres i dues cambres d'aire
Font: WAF

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes de mur cortina

Gràcies a l'evolució i millora dels murs cortina, avui en dia es pot dir que es tracta d'un tipus de façana que ja s'ha adaptat a la normativa actual vigent EnEV (Energieeinsparverordnung) 2014. Als inicis una façana de vidre volia dir escalfament a l'estiu i refredament a l'hivern, però amb l'aparició dels vidres calents utilitzats com a aïllants i la incorporació de la ventilació en aquests tipus de façana, s'ha arribat a valors de transmitància energètica molt inferiors. A continuació es mostra una taula on es relaciona la transmitància tèrmica, que com es pot observar, són valors de 0,6 a 1,4 W/m²K, i que compleixen perfectament amb la transmitància màxima de normativa de 24 W/m²K. Aquests valors van relacionats en funció del tipus de façana.

U _g -Wert in W/m²K	Scheibenzwischenraum in mm bei		
	Luft	Argon	Krypton
0,6		2 x 14	
0,7		2 x 12	
1,0			10
1,1		16	
1,4	16		

Taula 1: Taula on es relaciona la transmitància tèrmica en funció del gas que hi ha entre els vidres de cambra i el nombre d'aquestes.

Font: WAF

7.2 U-GLASS (L'U-Glas)

Descripció del material

L'U-Glass és un tipus de vidre imprès, que es troba en format de peces en forma de "u" (d'aquí li ve el nom), amb una gran rigidesa, el que permet la construcció de tancaments amb un bastidor metàl·lic. Les peces de vidre poden tenir textures i diferents tipus d'imprès com en els vidres convencionals. Es poden armar, per tal de tenir una major resistència, seguretat en cas d'impacte, i a la vegada li confereix un efecte a ratlles.



FIG. 137: Detall del perfil en "U" del U-Glass.

Font: U-Glass Technology



FIG. 138: Detall d'encaix de dos perfils d'U-Glass.

Font: U-Glass Technology

Els primers U-Glass, van ser originàriament inventats i produïts a Alemanya. El seu color tradicional era el verd, perquè la normativa alemanya obligava a que un percentatge específic de la matèria primera havia de ser procedent de vidre reciclat. La fabricació d'aquest vidre, actualment, es fa amb un baix contingut d'òxid de ferro, el que li aporta l'aspecte opac que permet el pas de llum però sense ser del tot transparent.

Les peces de vidre tenen unes mides de 262 mm d'ample, 60 mm d'ales i 7 mm de gruix. Les unions entre ells es fan amb silicona, el que li proporciona una qualitat de segellat i estanqueïtat, de 3 mm de gruix. Aquestes es poden muntar simples, o bé dobles, que inclouen una cambra d'aire. El muntatge es fa in situ, és a dir, no venen els bastidors amb el tancament de vidre ja realitzat.

Propietats tècniques

- Aïllament tèrmic i acústic

Les dues propietats d'aïllament no les proporciona el vidre com a tal, però sí que amb la incorporació de cambra d'aire i els tractaments de millora del vidre es poden aconseguir.

- Higroscòpic

Aquesta propietat la aporta, per una part, la silicona de segellat externa entre les peces de vidre, i conjuntament, amb la resta de l'edifici amb el bastidor d'alumini.

- Resistència al foc

L'U-Glass ofereix una resistència al foc de 30 minuts, sense tenir en compte l'aïllament tèrmic.

- Resistència a la força del vent

La resistència és molt bona sobretot en els trams horitzontals llargs, tot i així, per a cada projecte es farà un càlcul de disseny per un enginyer, on es calcularà la mida del panell en funció de la ubicació de l'edifici. L'enquadrament del perímetre ajuda a la resistència, i igualment es pot fer ús d'àncores de vent.

- Resistència a l'impacte

El tipus de vidre utilitzat per a la façana d'U-Glass ja disposa de bona resistència a l'impacte, però que es pot millorar encara més amb l'addició de barres d'acer interiors.

- Baixa transmitància tèrmica

Per tractar-se de vidre, presenta un valor de transmitància tèrmica molt inferior al del vidre convencional. Cal afegir a més, que la incorporació de la cambra d'aire i el doble envidriament milloren encara més els resultats.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Gran varietat de disseny, colors i textures

- El seu manteniment és mínim
- Permet el pas de la llum natural
- Instal·lació senzilla i ràpida

Com a inconvenients presenta:

- A diferència de les façanes amb revestiment, aquest no es pot modificar
- L'entrada de llum és permanent, pel que s'han de disposar de mitjans interiors per tal d'evitar el pas de la llum

Usos principals

L'U-Glass fa dins la façana, la funció principal de tancament. Degut a les mides i formes de la peça, es pot jugar amb el disseny de la façana. Tot i que es tracta d'un material força nou, a Alemanya els seus usos ara per ara van destinats a façanes majoritàriament d'edificis d'oficines, hotels, centres esportius, a combinació amb altres sistemes en hospitals, però també en aparcaments cèntrics en ciutats, o en les naus industrials, a la part d'oficines.



FIG. 139: Centre esportiu Am Utzweg, a Unterhaching, amb la façana construïda amb U-Glass.

Font: Architekten 24



FIG. 140: Edifici d'aparcaments tancat amb façana d'U-Glass a les afores d'Ulm.

Font: Projektentwicklungsgesellschaft Ulm mbH

Composició de possibles façanes formades amb U-Glass

La façana formada amb U-Glass consta dels perfils de vidre, que poden ser simples o dobles. Els simples s'utilitzen quan no hi ha exigències energètiques, com pot ser en garatges, ús industrial o per decoració. En el cas dels compostos, s'utilitzen en edificis d'oficines o hotels, on hi ha exigències d'aïllament en la façana. Aquests es poden solucionar amb el gruix del vidre i de la cambra intermitja que formen. La singularitat de la façana ve donada pel color, la forma i tipus de posició de l'U-Glass.



FIG. 141: Secció de tancament amb U-Glass.

Font: Guangzhou Lepond Glass

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes d'U-Glass

Al tractar-se d'un material relativament jove, ha sorgit en el moment en què ja s'està tenint en compte l'eficiència de les façanes. En el cas de la façana amb U-Glass simple, la normativa no especifica les exigències en comparació amb el U-Glass doble. En els edificis calefactats, la EnEV (Energieeinsparverordnung) 2014, igual que altres façanes, permet una transmitància màxima de $0,24 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, però a diferència d'altres façanes, aquesta transmitància ha de venir donada només per les dues peces d'U-Glass i la cambra interior. Aquest valor ve donat per la casa comercial, la qual té la obligació de proporcionar aquests valors ajustant-se a la normativa. El gruix de la peça, el tipus i l'acabat, així com la cambra existent en el cas de l'U-Glass doble, són factors clau a l'hora del càlcul de la transmitància tèrmica.

7.3 Glassteine (El vidre pavès)

Descripció del material

Les Glassteine (traduïdes literalment com a "pedres de vidre"), és el que s'anomena vidre pavès. Es tracta de blocs de vidre de forma quadrada, rectangular o triangular, transparents o acolorits, plans o amb relleu. El sistema consisteix en muntar els blocs units entre ells sempre coincidint les juntes verticals i horitzontals, les quals s'adhereixen amb morter o adhesiu de muntatge.

Van ser inventats per l'arquitecte suís Gustave Falconnier¹⁹ entorn l'any 1880, com un maó de vidre bufat a mà i units entre sí amb una junta de vidre fos. El seu principal inconvenient era l'alta transmitància tèrmica, oferint un mal aïllament al fred i a la calor, causa per la qual van deixar d'utilitzar-se a passats els anys setanta. Vint anys més tard es van començar a produir els primers blocs de colors, introduïdes millores com un millor aïllament i una àmplia varietat de models, han ressorgit amb més possibilitats constructives.

Actualment en el mercat alemany es poden trobar peces de $19 \times 190 \text{ mm}$ i $190 \times 94 \text{ mm}$, en format quadrat i rectangular respectivament, amb gruixos de 80 mm en el cas del bloc simple, i de 160 mm en el cas del bloc doble. S'han introduït com a novetat les peces amb acabat angular, i les peces especials amb aïllament tèrmic, acústic, de seguretat, practicable (fa funció de finestra) o bé els que inclouen mòduls solars per captar la llum i posteriorment transformar-la en electricitat.

¹⁹Falconnier, Gustave (1845-1913)

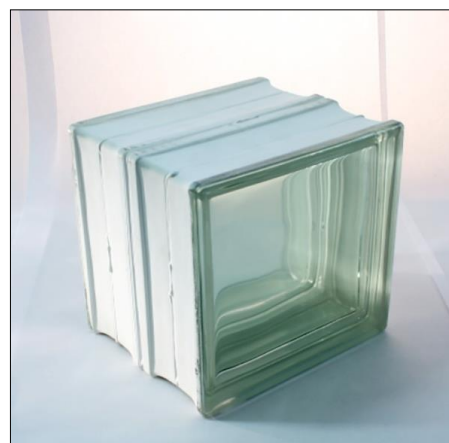


FIG. 142 i 143: Imatges de Blocksteine amb forma quadrada i amb acabament circular.

Font: Glasbau Nymeyer

FIG. 144: Imatge de bloc de de vidre de tipus doble.

Font: Glas und Form

Propietats tècniques

- Aïllament acústic

Per la composició del bloc de vidre, i sobretot pel seu propi pes, aquest material aïlla acústicament de bona manera, sempre que les juntes entre aquests s'hagin resolt correctament i amb el material adequat; actualment es troba una gamma de blocs amb tractament d'aïllament acústic. Mentre que en blocs normals de 190x190x40 mm s'obté un aïllament acústic de 40 dB, amb blocs de les mateixes dimensions amb tractament acústic aplicat s'aconsegueix un aïllament de fins a 45 dB.

- Aïllament tèrmic

La textura i composició de les Glassteine, permet el pas de la llum directe a l'hivern, quan la llum solar és baixa, i en canvi s'oposa a l'entrada de calor a l'estiu quan el sol incideix de manera vertical, de manera que el bloc per si sol contribueix a l'aïllament de l'edifici.

- Resistència a compressió

El vidre es caracteritza per a tenir una bona resistència a compressió. El bloc de vidre té aquesta propietat, amb valors que oscil·len entre els 6 i els 7,5 N/mm².

- Resistència al foc

Una altra de les propietats que adopten les Glassteine del vidre convencional, és la resistència al foc. Una façana construïda amb els blocs de vidre, permet evitar la propagació del foc i del fum, amb una classe de resistència al foc G/E en un període de 30-120 minuts.

- Resistència a l'impacte

Les Glassteine compleixen els requisits de vidre de seguretat, pel que fa que s'utilitzin en finestres de soterrani, sales d'emmagatzematge o entitats financeres.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Permeten el pas de la llum a la vegada que ofereixen una distorsió de la transparència, aportant així una intimitat respecte els llocs que es volen separar.
- La seva gamma cada vegada més àmplia de formes, colors i textures permeten originals solucions i diferents tipus de dissenys.
- El seu muntatge és ràpid i fàcil
- El manteniment és senzill
- Tenen una llarga vida útil

Com a inconvenients presenta:

- Els blocs de vidre, a diferència dels ceràmics o de formigó, no es poden tallar, pel que és la obertura que s'ha d'adaptar a la forma i dimensions del bloc.
- El seu reciclatge un cop passada la seva vida útil, no es pot fer de la mateixa manera que el vidre convencional.
- Un cop construïda una façana amb Glassteine, aquesta no permet ser modificada, s'ha d'enderrocar.

Usos principals

Les façanes construïdes amb Glassteine, es solen trobar en edificis generalment de grans dimensions, on es vol aportar llum natural a la vegada d'oferir una certa intimitat de l'interior respecte de l'exterior. Les tipologies d'ús industrial, cultural, esportiu així com docent, dominen respecte al residencial, on es pot trobar el Glassteine en funció de finestra fixa a cambres humides, escales i garatges.



FIG. 145: Edifici d'ús administratiu a Augsburg realitzat amb façana ventilada i l'escala principal envoltada de forma circular amb blocs de vidre quadrats de tipus transparent.

Font: Fotografia pròpia



FIG. 146: Detall de la façana de la biblioteca Stadtbibliothek de Stuttgart, construïda amb blocs de vidre al voltant de cada balcó.

Font: HDM-Stuttgart



FIG. 147: La mateixa façana construïda amb blocs de vidre, queda il·luminada a la nit, donant un aspecte molt singular a aquest edifici de Stuttgart.

Font: Art Magazin

Composició de possibles façanes formades amb Glassteine

Quan es parla d'una façana construïda amb Glassteine, generalment s'està parlat de façanes mixtes, on aquest apareix parcialment, sovint en funció de finestra o bé jugant amb diferents formes, de manera que també fa funció decorativa. Les parts tancades amb Glassteine, únicament la formen aquestes peces i les seves juntes de morter. En tot el seu perímetre hi haurà una junta elàstica de 50 a 100 mm que permeti la lliure dilatació, la qual pot anar emmarcada amb un perfil que faci la funció de marc. En el cas que el tancament de blocs arrenqui des del terra o ampit de façana, es posarà una làmina impermeable en la seva part inferior, i es segellarà amb una junta elàstica impermeable.

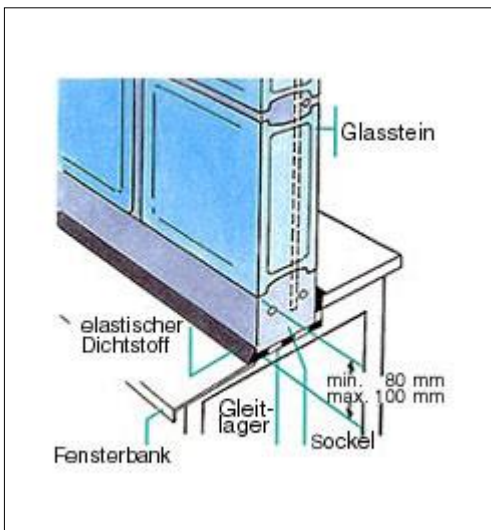


FIG. 148: Detall constructiu vertical d'una façana construïda amb vidre pavès.

Font: Baumarkt

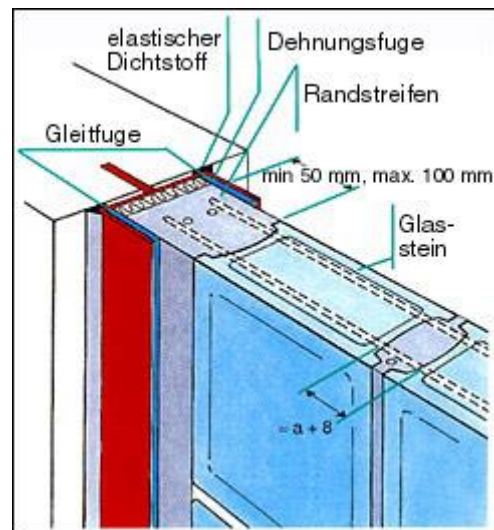


FIG. 149: Detall constructiu horitzontal d'una façana construïda amb vidre pavès.

Font: Baumarkt

En cas que els Blocksteine es trobin només parcialment, la resta de la façana pot ser amb qualssevol altre tipus de material, predominant la ceràmica i el formigó armat. Com s'ha dit anteriorment, en funció de la formació i tipus de bloc s'obindran unes prestacions o altres, així com el color i relleu d'aquests.

Transmitància tèrmica formada per possibles façanes de Glassteine

En aquest apartat, es fa referència al Glassteine en concret, on el seu valor de transmitància variarà en funció del tipus de bloc: a Alemanya trobem blocs de vidre amb una transmitància màxima de $3,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, i d' $1,30 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ de transmitància mínima, ambdós fent referència a blocs de 8 a 16 cm de gruix. La EnEV (Energieeinsparverordnung) 2014, igual que altres façanes, permet una transmitància màxima de $0,24 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, per tant les Glassteine a dia d'avui no compleixen amb la normativa en les façanes dels habitatges, malgrat si compliria en garatges o edificis no calefactats on la transmitància pot ser superior.

B2. MATERIALS UTILITZATS COM A REVESTIMENTS DE LES FAÇANES D'ALEMANYA

1. Keramik (De ceràmica)

1.1 Hinterlüftete Fassaden mit Keramik (Revestiments ceràmics per a façana ventilada)

Descripció del material

A Alemanya, els revestiments ceràmics utilitzats a les façanes són per al sistema de façana ventilada. Es tracta d'un sistema encara força nou i relativament poc utilitzat, que apunta un ascens satisfent les necessitats actuals i futures.



El revestiment va sorgir als anys vuitanta, com a una modernització de les façanes ceràmiques, per a utilitzar en un sistema de façana ventilada, amb l'ajuda d'un subsistema auxiliar de perfil·leria d'alumini o fusta. Les peces es produeixen amb el procés que la ceràmica tradicional, amb la diferència de la tecnologia de combustió, que es fa a temperatures de fins a 1250° C durant 48 hores, el que li proporciona una alta resistència, densitat i alt grau d'impermeabilitat.

En el mercat hi ha disponibles gran varietat de formes, colors i textures. Les mides estandarditzades dels revestiments són de 30x20 i 40x20 cm.

FIG. 1: Peces ceràmics per al sistema de façana ventilada, amb diferents colors, gruix molt petit i amb forma d'encaix per a la guia.

Font: Wienerberger

Propietats tècniques

- Durabilitat

Es tracta d'un revestiment que té una llarga durabilitat, a part de ser més resistent que la ceràmica convencional.

- Eficiència energètica

El revestiment funciona amb una façana ventilada, amb una cambra d'aire ventilada gràcies a les juntes obertes, i un aïllament tèrmic que proporciona una millora a nivell tèrmic de la façana. Es disposa d'una paret interior de tancament que pot ser tan amb bloc ceràmic com de formigó.

- Resistència a la intempèrie

Són resistents a les gelades, llum solar i tenen una absorció d'aigua inferior al 3%. A més, no són inflamables.

- Sostenible

El revestiment és d'origen 100% ceràmic, per tant hi ha la possibilitat de ser reciclat, a part de no contenir materials químics ni substàncies tòxiques.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Revestiment prim i lleuger (31 kg/m^2), el que fa que es pugui minimitzar el gruix del conjunt per part del revestiment, i fa que els costos de transport siguin menors
- El sistema d'instal·lació és simple, fàcil i amb un major rendiment. És aconsellat fins a una alçada de 100 m
- Permet una gran varietat de formes de la peça, mides, colors i textures

Com a inconvenients presenta:

- Un cost més elevat respecte les façanes convencionals
- Una resistència a l'impacte menor que les peces ceràmiques poroses tradicionals

Usos principals

Tot i que el més habitual és trobar-lo en edificis plurifamiliars, també s'està començant a utilitzar en habitatges unifamiliars. Al ser un revestiment, el seu ús, com s'ha dit anteriorment, es fa amb una façana ventilada.



FIG. 2: Edifici d'oficines amb façana ventilada revestida de peces ceràmiques.

Font: Wienerberger

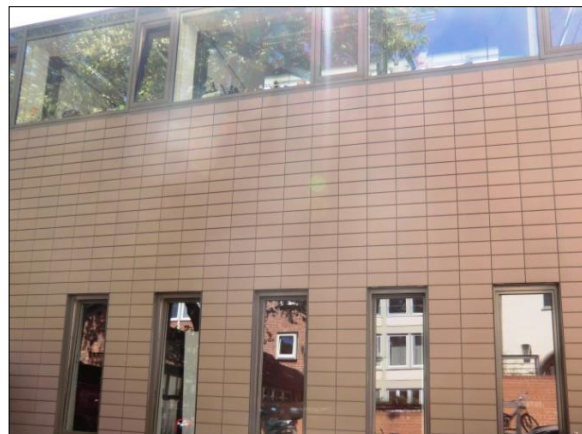


FIG. 3: Façana ventilada amb revestiment de peces ceràmiques d'un edifici d'us administratiu situat a Ulm.

Font: Fotografia pròpia



FIG. 4: Habitatge unifamiliar amb façana ventilada i revestiment de peces ceràmiques.

Font: Wienerberger

Per tal de millorar l'aspecte visual i donar un toc de modernitat, a la vegada de renovar i millorar les propietats de la façana, els revestiments ceràmics s'utilitzen també en la rehabilitació de façanes, amb la façana antiga com a paret resistent o de tancament, on es fixa la perfil·leria per al muntatge del revestiment, deixant una cambra d'aire i posant aïllament tèrmic.



FIG. 5: Façana de klinker, on es pot veure que a la planta baixa s'ha reconstruït amb el sistema de façana ventilada amb revestiment ceràmic.

Font: Wienerberger

2. Fassadenverkleidung aus Konglomerate (Els revestiments de conglomerants)

2.1 Kunststein (La pedra artificial)

Descripció del material

Rep el nom de pedra artificial aquella fabricada amb àrids, ciment i aigua, amb pigments per obtenir un color, i possibilitat d'altres additius per a millorar les seves propietats. La barreja es posa en motlles en funció de la mida i forma desitjada, i un cop curada s'obté la pedra artificial. Aquestes revesteixen la façana adherides amb morter a la seva part posterior.



FIG. 6: Fotografia on es poden veure quatre pedres artificials de color ataronjat, i el seu respectiu motlle de fabricació.

Font: M-Pferrer

Malgrat que va ser a partir del segle XVII que la pedra artificial-aleshores era una barreja de ciment i àrids triturats- a Alemanya no és fins al segle XIX que es comença a fabricar i s'introdueix com a nou material, com a alternativa a les pedres naturals, sobretot en zones on hi ha manca d'aquesta. Amb el moviment Art Nouveau, la pedra artificial es troba com a substituta de la pedra

natural per a ampits, cornises, brancals i altres elements decoratius. És a finals de la Segona Guerra Mundial, que a l'est d'Alemanya hi ha una gran demanda de pedres artificials per manca de les d'origen natural i per la necessitat d'haver de reconstruir molts edificis. Als anys 60 s'introdueix una novetat: l'armat en el procés de fabricació, que li aporta millor resistència a tracció, qualitat de la qual manca en les pedres naturals. Actualment les pedres artificials es segueixen utilitzant en la construcció, i s'estan fabricant també una altra varietat on les resines sintètiques apareixen com a aglutinant en lloc del ciment.



FIG. 7: Detall del revestiment d'una paret amb pedra artificial aferrada amb morter.

Font: Soliflex



FIG. 8: Peca de revestiment de pedra artificial de tipus prefabricat amb encaix.

Font: RP Bauelemente

Com s'ha dit anteriorment, les pedres artificials es poden trobar a la venda ja fetes o bé es poden fer a casa. Les que venen ja fetes, quan es tracten de mides petites es troben en malles per a una major facilitat de muntatge, les quals només s'han d'enganxar a la paret amb morter, i com a novetat es troben les que ja venen enganxades sobre un fons de morter, amb peces que es fixen a la paret amb ciment cola i mecànicament a uns muntants de fusta, i s'uneixen entre sí amb un sistema d'encaix.

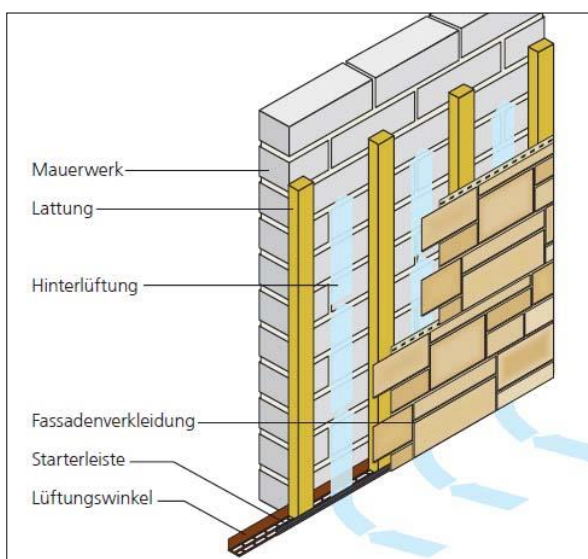


FIG. 9: Font: Detall constructiu d'un revestiment de pedra artificial on a la seva part superior presenta el sistema per encaixar amb les altres peces.

Font: Fassadenverkleidung

Propietats tècniques

- Bona resistència mecànica

La barreja composta pels àrids amb el ciment aporta una bona resistència, que es pot millorar amb armat interior

- Resistència al foc

Les pedres artificials estan formades per materials incombustibles, pel que en entrar en contacte amb el foc no produeix cap tipus de flama o explosió.

- Resistència a la humitat

Al ser considerades impermeables, quan entra en contacte amb l'aigua o està en un ambient humit, aquestes no pateixen cap tipus d'alteració.

- Resistència a la intempèrie i als agents químics

Les pedres artificials tenen un bon comportament al vent i a la pluja, així com als atacs químics o ambients agressius, ja que l'addició d'additius en la seva fabricació pot millorar aquestes propietats

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- A dia d'avui es poden fabricar molts tipus de pedra artificial, de diferents mides i colors que imiten perfectament la pedra natural
- Es poden comprar fetes o bé realitzar-ho un mateix
- El seu cost és inferior al de la pedra natural
- No necessiten cap tipus de manteniment

Com a inconvenients presenta:

- La seva durabilitat és inferior a la de les pedres naturals
- Ofereixen una menor resistència a l'abració

- En funció a l'ambient on estiguin situades, algunes no accepten gaire bé els canvis de temperatura

Usos principals

Les pedres artificials com a revestiment van guanyant terreny a les pedres naturals, sobretot en façanes amb molta superfície, gràcies al seu preu més assequible. Es troben tant en obra nova com en rehabilitació, destacant l'àmbit residencial en primer lloc, seguit d'edificis on la decoració destaca per l'ús d'aquest o bé per la seva ubicació: apartaments rurals o hotels, on es vol donar un ambient rústic, situats majoritàriament en zones de muntanya.



*FIG. 10: Detall d'una façana revestida amb pedra artificial a Berchtesgaden (Baviera); el seu aspecte és casi idèntic a la pedra natural.
Font: Gewena Stone Manufaktur*

2.2 Fassadenverkleidung aus Putz (Els revestiments continus)

2.2.1 Putzmörtel (Arrebossat)

Descripció del material

L'arrebossat és un tipus de revestiment continu fet a base de morter de ciment, cal o mixt. La seva composició està formada per ciment (el tipus dependrà de l'ambient a què estigui exposat), àrids amb un tamany màxim de 4 mm en el cas d'Alemanya, aigua i finalment additius, que es tracten d'un component de tipus secundari (s'utilitzen quan es necessita obtenir o potenciar alguna propietat del conglomerat); aquests poden ser airejants, plastificants, anticongelants, retardadors o acceleradors de fraguat, hidròfugs, preenduridors, actius d'efectes varis o colorants. Els seu ús variarà en funció de les necessitats a l'hora d'aplicar el revestiment, i es faran gruixos d'entre 2 i 3 cm en funció de si es vol acabar amb una capa de pintura o bé un revestiment de tipus discontinu.

El morter s'ha utilitzat en diverses civilitzacions al llarg de la història, canviant el tipus de conglomerant en funció del material disponible de cada regió. El seu ús que en feien els egipcis o babilonis fa milers d'anys, era la d'unir blocs de pedra o tovots per a la formació dels murs. No va ser fins al naixement del ciment al segle XVIII, que va sorgir l'anomenat morter de ciment, el qual va millorar en tots els aspectes la seva funció i es va començar a aplicar com a revestiment. A Alemanya es poden trobar els següents acabats amb aquest tipus de revestiment:

- Kratzputze (raspatllat)

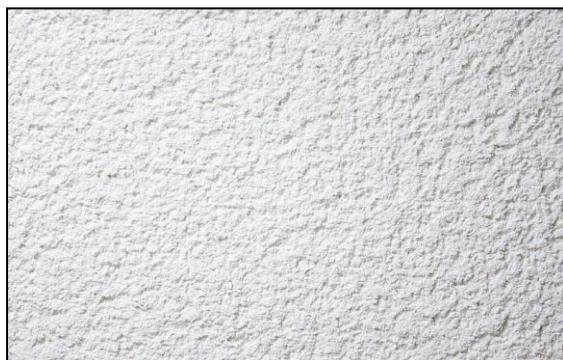


FIG. 11: Mostra de revestiment de morter amb acabat de tipus raspallat.

Font: Modernisierer

- Scheibenputz (netejat)

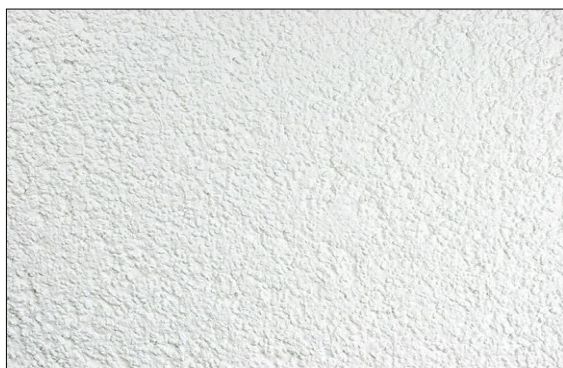


FIG. 12: Revestiment de Putzmörtel amb acabat de tipus netejat.

Font: Modernisierer

- Modellierputz (Modelat)



FIG. 13: Revestiment amb acabat tipus modelat.

Font: Modernisierer

- Reibeputze (fregat)



FIG. 14: Revestiment amb acabat tipus fregat.

Font: Modernisierer

- Müncher Rauputz (Estil de Munich)



FIG. 15: Estil típic i tradicional de la zona de Baviera.

Font: Modernisierer

Propietats tècniques

- Durabilitat

Malgrat tractar-se d'un revestiment relativament modern, ofereix una llarga vida útil sempre que s'hagi aplicat correctament, sobretot en una superfície neta i llisa.

- Duresa

El ciment és l'element que li aporta duresa al conjunt del revestiment.

- Rigidesa

El ciment és un material que adquireix rigidesa a mesura que passa el temps després del procés d'hidratació (barreja amb aigua), de manera proporcional a l'adquisició de resistència (màxima als 28 dies).

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Té una aplicació molt fàcil i ràpida
- No es necessita mà d'obra qualificada per a la seva execució
- Permeabilitat al vapor d'aigua, permetent la retenció temporal de la humitat

Com a inconvenients presenta:

- Generalment s'acaba aplicant pintura o bé un revestiment discontinu per donar color a la façana
- No es poden fer grans gruixos ja que es tracta d'un revestiment pesat i rígid, i podria despendre's, provocant la fissuració

Usos principals

El Putzmörtel serveix per revestir en obra nova com en rehabilitació, essent la primera la més habitual. Igualment, pot servir com a base per acabar pintat, o bé per a un revestiment discontinu. La categoria d'edificis és sobretot la d'ús residencial, seguida pel cultural i docent.



*FIG. 16: Casa cultural d'Ulm, amb façana revestida amb Putzmörtel i acabat de Kratzputz..
Font: Fotografia Pròpia*



FIG. 17: Imatge d'una vivenda amb revestiment arrebossat de tipus "Scheibenputz" i pintat amb tonalitat blavosa.

Font: Fotografia Pròpia



FIG. 18: Fotografia de la façana de l'ajuntament de Lindau, on sobre una capa de Putzmörtel, s'han realitzat diversos motius amb pintura.

Font: Fotografia Pròpia

2.2.2 Zementmörtel (Morter de ciment)

Descripció del material

El Zementmörtel, és un revestiment a base de morter de ciment i sorra, malgrat molts cops se li afegeix calç per millorar propietats; la seva composició està feta amb morter de ciment, sorra, i aigua, necessària per a la formació de la pasta. Aquest revestiment va aparèixer posterior al ús convencional del ciment, en el segle XVII. Per les seves propietats cada vegada és més utilitzat, arribant a substituir altres mètodes tradicionals menys eficaços. No presenta diferents tipus d'acabat a diferència d'altres revestiments, es col·loca de manera que quedi llis i sense irregularitats, i el toc final sempre el dona una capa de pintura.



FIG. 19: Revestiment d'una antiga façana amb Zementmörtel.

Font: Altbau-Ausbau

Propietats tècniques

- Adherència

Es tracta d'un revestiment amb bona adherència, pel que evita en major part el seu possible despreniment.

- Resistència a l'aigua

Al ser molt poc porós, aquest evita el pas de l'aigua de l'exterior a la paret de suport.

- Resistència a l'impacte

Gràcies a la seva estructura i adherència, ofereix bona resistència a l'impacte, pel que s'evita la seva caiguda.

- Resistència a la intempèrie

El ciment, component principal d'aquest revestiment, obté una bona resistència als agents exteriors així com a les gelades.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- S'obté una superfície d'acabat molt llisa
- Es pot aplicar a qualssevol tipus de suport, sempre que anteriorment s'hagi preparat correctament
- No es necessita mà d'obra especialitzada per a la seva execució

Com a inconvenients presenta:

- Endureix més lentament que altres tipus de ciments
- Durant la seva execució s'ha vigilar que no hi hagi pèrdua d'humitat ni estigui en contacte directe amb la llum solar

Usos principals

El revestiment s'aplica tant en obra nova com per a la restauració de façanes. El seu ús es destina bàsicament als edificis d'ús residencial, malgrat molts centres educatius infantils també l'utilitzen per la seva bona resistència a l'impacte.



FIG. 20: Habitatge restaurant a Kerpen, revestit amb Zementmörtel i pintat.

Font: Stuckateurmeister Markus Hoffmann



FIG. 21: Llar d'infants Marco Bock Kindergarten, a Leinefelde (Thüringen), amb façana revestida amb Zementmörtel, acabada amb un pintat de diferents colors.

Font: Deutsches Architektenblatt

2.3 Stuck (L'estucat)

Descripció del material

El Stuck, de nom molt similar al català estuc, és un revestiment fet a partir de ciment Pòrtland i aigua, on se li poden afegir calç per disminuir la permeabilitat i pols de marbre, a part dels pigments per aportar color (Antigament es feia només amb calç, sorra i aigua). Quan es parla de Stuck, a part del revestiment, també es fa referència la decoració que sovint l'acompanya, com poden ser els ampits de les finestres, brancals i cornises decoratives fetes amb el mateix material que el revestiment, utilitzat sobretot en l'època barroca, i que actualment es conserven o bé es decoren amb el mateix estil antic, ja sigui en obra nova sobre l'estucat antic o bé sobre un altre tipus de revestiment existent.

Sigui com sigui, l'estuc s'ha d'aplicar sempre sobre una superfície neta i llisa per tal de poder-se adherir bé. Un cop aplicat, s'hi poden imprimir textures o grafiats, així com els detalls esmentats anteriorment, els que generalment es fan amb un motlle. Aquest comença a curar passats 15 minuts des de la seva aplicació.



FIG. 22: Detall de façana amb revestiment d'estuc.

Font: Stuckleisten hersteller

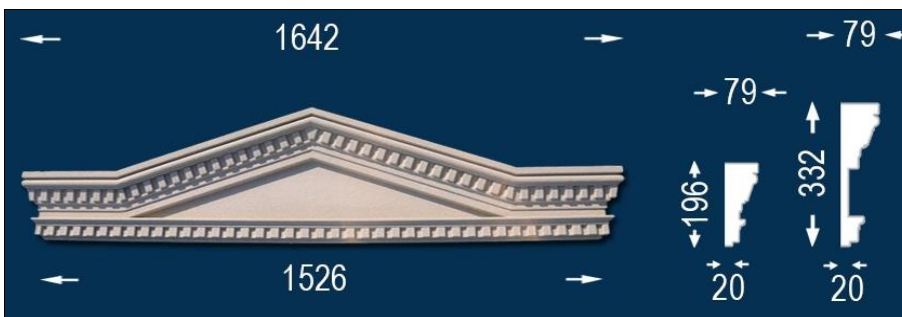


FIG.23: Imatge d'elements prefabricats per a decorar la façana amb revestiment d'estucat.

Font: Stucco Decoration

El Stuck va ser un revestiment originari del moviment renaixentista italià a partir del segle XVI, amb el seu moment de màxima esplendor en l'època del Barroc i del Rococó (segles XVII i XVIII respectivament), sobretot a la zona de Baviera, al sud-est d'Alemanya, on moltes esglésies van ser decorades amb aquest revestiment, on es feien una gran quantitat d'elements decoratius en els ampits i voltants de les finestres, així com cornises i coronacions. La possibilitat d'imitar altres materials, va fer que es deixés d'utilitzar el marbre original per el Stuck, de manera que permetia fer formes més grans i acurades que no es podien realitzar amb la pedra natural. La patent va ser obtinguda per l'alemany Carl Rabitz¹, ideant el seu mètode de realització.

Actualment, després de molts anys de passar desapercebut, està tornat a ser força demandat per part de particulars.

¹Rabitz, Carl (1823-1891)

Tot i que el revestiment el pot realitzar un mateix, generalment són les empreses especialitzades qui ho duen a terme, per a una ràpida i millor execució. Una de les novetats ue es troben en aquest revestiment és la utilització de l'escuma de poliuretà, el qual permet fer les decoracions dels ampits i cornises de manera més lleugera, a la vegada que s'aconsegueix un resultat igual de bo que els fets amb la mateixa pasta que l'estucat.

Propietats tècniques

- Durabilitat

Un estucat ben fet pot durar molts anys oferint un bon aspecte sense degradar-se.

- Resistència al foc

Amb la seva composició de calç, ciment i pols de marbre, fan que sigui un revestiment incombustible i no inflamable.

- Transpirable

És un revestiment que afavoreix l'intercanvi de l'aire, de manera que en cas d'entrar en contacte amb la humitat aquest no la retén, i evita també la possible capil·laritat de la façana.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Es tracta d'un revestiment antic que actualment segueix sent molt valorat pel seu aspecte decoratiu que ofereix
- Permet una gran varietat de textures i detalls
- Un bon estuc permet imitar materials com el marbre

Com a inconvenients presenta:

- En el cas de l'estuc de barreja de calç i ciment a vegades pot resultar difícil de processar i es pot trencar amb facilitat

- El seu cost és superior al de revestiments com l'arrebossat
- Es necessita mà d'obra especialitzada per a la seva correcta execució

Usos principals

A Alemanya, l'anomenat Stuck és un tipus de revestiment que es troba en molts edificis històrics com ajuntaments, museus, esglésies i algunes escoles. Les normatives municipals són les encarregades de vetllar per la seva conservació i restauració, de manera que conservin el mateix aspecte que en els seus orígens. Quan es tracta d'obra nova, el Stuck el trobem en edificis residencials més aviat en cases unifamiliars, en les que els propietaris hi volen donar un aspecte tradicional.



*FIG. 24: Edifici de la Schwaben Regierung (Autoritat de seguretat de la zona de Baviera) a Augsburg, amb la façana decorada amb estuc i detalls
Font: Fotografia pròpia*



*FIG. 25: Escola Nikolaischule a Görlitz, on actualment s'ha restaurat la façana, oferint el mateix tipus d'estucat.
En aquest cas no hi ha elements decoratius al voltant de les finestres.
Font: Stuck Krausche*

3. Naturholz (La fusta natural)

3.1 Naturholzverkleidung (Els revestiments de fusta natural)

Descripció del material

La fusta és un material molt valorat a Alemanya, tant pel seu aspecte com naturalitat, però que resulta relativament car. Quan va començar la revolució industrial, la ceràmica i el formigó van ser els principals materials, i es va trobar a faltar la fusta. Va ser llavors quan van sorgir els revestiments de fusta, que permetien una solució amb fusta de manera més econòmica, però amb un acabat visual igual que el de la fusta estructural, o fins i tot millor, per la varietat de dissenys i acabats que es poden fer amb els revestiments de fusta. Aquests es troben en forma de lames, peces o rastells, i generalment amb la fusta autòctona de la zona.



FIG. 26 i 27: Diferents mostres de revestiments de fusta natural per a la façana.

Font: BildBurg/Tischler Schreiner

Propietats tècniques

- Ecològica i sostenible

Es tracta de la matèria prima més ecològica i el material constructiu més sostenible, a part de ser reciclable i biodegradable.

- Higroregulació

La fusta natural absorbeix o cedeix humitat a l'entorn.

- Múltiples possibilitats de treball

És un material que es pot utilitzar tant en interior com exterior, és emmotllable i adaptable, i molt valorada estèticament.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- El seu aspecte visual permet obtenir la mateixa imatge que les façanes o elements de fusta
- El preu és inferior al de la façana de fusta tradicional
- Es pot revestir quasi qualsevol tipus de façana
- Es pot modificar o substituir peces fàcilment

Com a inconvenients presenta:

- Necessiten un manteniment
- S'han de protegir contra els incendis
- S'han de fer un tractament addicional en zones on hi hagi agents biòtics

Usos principals

En habitatges unifamiliars i plurifamiliars, ja sigui a la part superior de la façana, o a la inferior amb rastells, o com a barana per al balcó, la fusta s'utilitza en molts tipus de façanes com a complement per a revestir i donar un toc més natural a la façana. Actualment, aquest tipus de revestiment també s'està estenent a edificis públics, donant un toc de modernitat amb un material utilitzat des de fa milers d'anys.



FIG. 28: Façana del Fraunhofer Institut a Straubing revestida amb rastells de fusta horitzontals.

Font: ing Finder



FIG. 29: Façana del Fraunhofer Institut a Straubing revestida amb rastells de fusta horitzontals.

Font: ing Finder

4. Metall (De metall)

4.1 Metallplatten (Les planxes metàl·liques simples)

Descripció del material

El revestiment amb Metallplatten es tracta d'una xapa metàl·lica conformada amb fred, amb un tractament per a la durabilitat i resistència a la intempèrie. Aquest es pot fixar mecànicament, per encaix (generalment a una subestructura metàl·lica) o bé directament a la paret de tancament. Les mides estan estandarditzades en funció de la casa que els subministra, però presenten una gran varietat de formes de perfil i de colors disponibles, així com relleus i gravats.

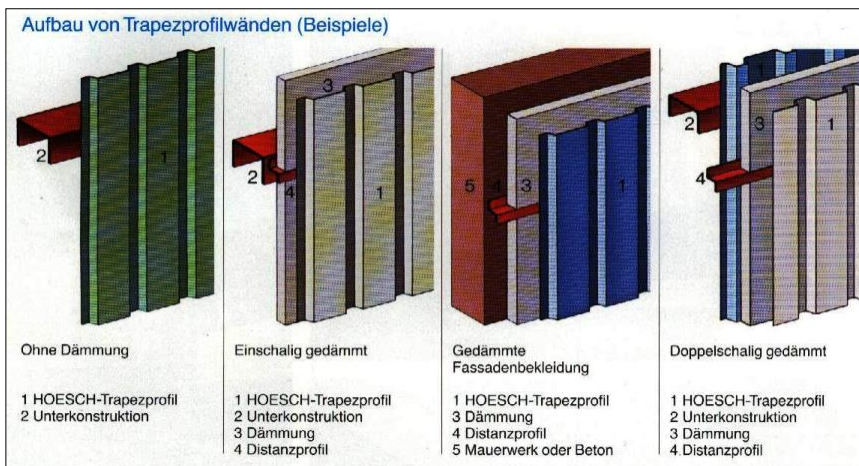


FIG. 30: Exemples de revestiment de façana amb xapa metàl·lica simple.

Font: Hoesch



FIG. 31: Imatge de planxes metàl·liques ondulades.

Font: Duden

Malgrat que les xapes metàl·liques ja s'utilitzaven a Alemanya en els anys seixanta dins el camp de l'aviació, no va ser fins anys més tard que es va començar a utilitzar en el camp de la construcció, per a la fabricació de naus industrials, degut seva rapidesa de muntatge i baix cost. Amb el temps, van passar de ser d'una simple xapa a un tipus de revestiment elaborat, en molts casos donant un toc de disseny especial i singular a la façana. Actualment, el seu ús s'ha estès en edificis de comerços, oficines i fins i tot alguns habitatges.



FIG. 32: Planxa metàl·lica blava ondulada
fixada mecànicament a perfil·leria metàl·lica.
Font: Hoesch Bau

FIG. 33: Planxes metàl·liques en forma
de revestiment, de colors diferents, i
fixades amb el sistema d'encaix.
Font: Hoesch Bau



Propietats tècniques

- Aïllament acústic

Aquesta propietat pot variar en funció de tot el conjunt de la façana i no només del revestiment, però sí que cal mencionar la bona absorció acústica que presenten les xapes metàl·liques.

- Durabilitat

Gràcies al seu tractament, es tracta d'un revestiment amb llarga vida útil, i que en cas de que alguna xapa resulti malmesa, es pot substituir individual i còmodament.

- Resistència a la intempèrie

Independentment de la capa de color o textura d'acabat, s'aplica un tractament galvanitzat com a mínim a la cara en contacte amb l'exterior, essent anticorrosiu i protector.

- Resistència al foc

Amb una classificació F30-A i W90-A, el revestiment metàl·lic pot millorar si se li afegeix un aïllament tèrmic de tipus mineral.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- En el mercat hi ha una gran varietat de materials, models, textures i acabats que en fan d'un revestiment visualment força atractiu
- Es requereix un manteniment mínim
- És de fàcil muntatge
- És un revestiment de tipus lleuger

Com a inconvenients presenta:

- S'ha de realitzar un bon tractament per evitar la corrosió, sobretot a l'estar exposat a la intempèrie

Usos principals

El principi va començar dins l'àmbit industrial, per al revestiment de naus o oficines, però en els últims temps ha estat molt ben rebut en façanes d'edificis comercials i fins i tot d'habitatges. De manera general es fa servir per obra nova, però també s'està estenent dins l'àmbit de la rehabilitació per la seva facilitat de muntatge i aspecte modern.



FIG. 34 : Revestiment de xapa metàl·lica en forma de plafons a Ulm. Font: Fotografia pròpia



FIG. 35: Revestiment metàl·lic en forma de lames. Font: Natur Bauhof



FIG. 36: Revestiment metàl·lic amb formes que s'adapten al gir de la façana del museu BMW Welt a Munich. Font: Fotografia pròpia

5. Naturstein (La pedra natural)

5.1 Natursteinverkleidung (Els revestiments de pedra natural)

Descripció del material

La pedra natural amb funció de revestiment va començar en el món de l'arquitectura a l'any 1929, amb el Pavelló d'Alemanya de l'Exposició Universal de Barcelona, dissenyat per l'arquitecte Mies van der Rohe², on es va utilitzar travertí romà, marbre verd dels Alps, marbre verd antic de Grècia i ònix daurat de l'Atlas. A partir de l'any 1930 la pedra es va començar a utilitzar com a revestiment de façana, degut a la reducció d'edificis de pedra natural resistent, per la introducció del formigó armat.



FIG. 37: Imatge del pavelló d'Alemanya de l'Exposició Universal de Barcelona (estat actual restaurat).

Font: Deutsches Architektur Forum

Al principi, el revestiment s'aferrava amb morter, però degut al pes del revestiment i la problemàtica de les juntes, no resultava viable. En referència al formigó armat, van introduir anclatges de ferro que subjectaven els panells de fusta i es fixaven a la paret amb el formigó. Aquesta solució però, va aportar altres problemes: el ferro feia reacció amb el morter, provocava la corrosió i afavorint l'entrada d'aigua i el dany de les gelades. A més, l'expansió tèrmica provoca tensió entre les plaques, el que esquerdava les lloses de pedra i el morter. El desenvolupament i la producció de l'acer inoxidable després de la segona guerra mundial, van substituir els anclatges de ferro per els d'acer inoxidable. Va ser normalitzat al 1961 per la Deutsche Naturwerksteinverband, on a més es el professor Schaupp³ va assenyalar la importància de la ventilació i la difusió del vapor d'aigua i aïllament

²Mies van der Rohe, Ludwig (1886-1969)

³Schaupp, Wilhelm (1922-2005)

tèrmic, a part de les juntes de dilatació entre les plaques de pedra. A dia d'avui, aquesta norma segueix vigent, amb plaques de gruix de fins a 3 cm i muntats sobre 4 punts d'ancoratge, deixant a més una cambra de ventilació de 2 cm d'aire. Pel que fa l'ancoratge amb formigó i maçoneria, és només per al suport d'una resistència mínima de 12 N/mm². Les noves façanes es fan amb pedres subjectades per fixacions mecàniques, que poden ser vistes o ocultes, o bé directament amb la tècnica de la façana ventilada amb acabat de pedra natural.

Propietats tècniques

- Duresa

La pedra oposa gran resistència a ser deformada per un altre material.

- Gran inèrcia tèrmica

Les pedres tenen la capacitat d'emmagatzemar la calor a l'estiu i el fred a l'hivern.

- Material natural i ecològic

La pedra és matèria prima obtinguda directament de la natura. L'ús d'energia en la seva producció es redueix al tallat i si és necessari algun tipus d'acabat, sense cap tipus d'additiu químic. Tot i així, després del seu cicle de vida útil es pot reciclar.

- Resistència

La pedra natural és un material amb resistència per a sí mateix, i és capaç de suportar els canvis de temperatura i gelades.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Les pedres naturals presenten gran varietat de tipus, colors, textures d'acabat i mides
- El seu manteniment és baix
- Té molt bona resistència a la intempèrie

Com a inconvenients presenta:

- És un revestiment força pesat
- Sovint es fan servir tècniques d'extracció que són perjudicials per al medi ambient

Usos principals

La funció dins del conjunt de la façana, és la de revestiment exterior, ja que actualment la normativa prohibeix els murs massissos de pedra, tot i que encara se'n troben i es conserven per motius històrics. En els edificis de nova construcció els revestiments es subjecten amb el mètode d'acer inoxidable o juntes de morter en funció del tipus d'aplatat, així com de l'alçada de l'edifici.



FIG. 38: Façana de la Messeturm de Frankfurt am Main amb revestiment de pedra natural fixada mecànicament.
Font: Maidhof Photography



FIG. 39: Façana amb aplacat de pedra natural aferrat amb morter, corresponent a la nova sinagoga d'Ulm.
Font: Fotografia pròpia

5.2 Hinterlüftete Fassaden mit Naturstein (Revestiments de pedra natural per a façana ventilada)

Descripció del material

El revestiment de pedra utilitzat per a les façanes ventilades, es distingeix del de la pedra tradicional per un gruix i pes inferiors de les peces i pel seu sistema de col·locació. Va sorgir com a solució del sistema constructiu de façana ventilada, després dels revestiments ceràmics i com a evolució dels revestiments de pedra tradicionals.

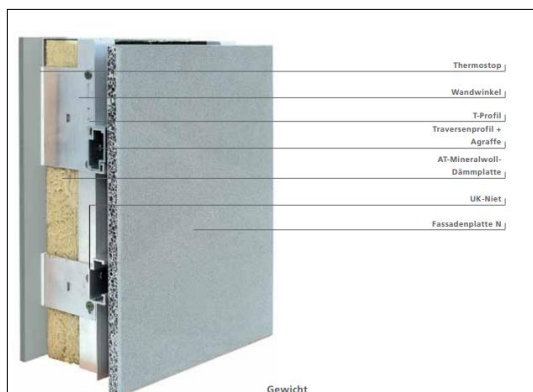


FIG. 40: Detall de façana ventilada amb revestiment de pedra.

Font: Litodecor

El format de les peces varia en funció del tipus de pedra, tot i que en el mercat alemany estan estandarditzats del format I al VI (Des de la superfície de la peça d'1 m² fins a 4,70 m²). Les pedres disponibles han de resistir a la intempèrie i tenir durabilitat perquè no suposin un risc en cas de degradació o gelades, que pugui provocar el despreniment del revestiment.



FIG. 41: Exemples de pedres naturals per al revestiment de façanes ventilades.

Font: Litodecor

Propietats tècniques

- Durabilitat

El revestiment de pedra natural té una durabilitat assegurada mínima de 50 anys.

- Resistència al foc

La façana, està formada per capes amb materials que presenten protecció contra els incendis.

- Resistència a la intempèrie

La pedra com a material té un bon comportament a la intempèrie, pel que ofereix una durabilitat de la façana i que amb el pas del temps exposat al clima i altres factors, el material no es degradi ni es faci malbé.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Les pedres naturals presenten gran varietat de tipus, colors, textures i mides, que donen un molt bon aspecte visual
- El seu pes és fins a un 60% inferior a l'aplatat de pedra tradicional
- En el cas que una peça es trenqui, es pot reemplaçar fàcilment per una altra gràcies a la subjecció individual
- El seu manteniment és baix

Com a inconvenients presenta:

- El seu cost és lleugerament superior al de les façanes tradicionals
- Es requereix una mà d'obra especialitzada per al sistema de façana ventilad

Usos principals

Actualment, cada vegada són més els edificis que es construeixen amb els sistema de façana ventilada. Amb el revestiment de pedra es pot obtenir el toc rústic amb un sistema modern més lleuger. Es pot trobar des d'un habitatge uni o plurifamiliar, passant per un edifici d'oficines, de comerç, hotel, escola o hospital.



FIG. 42: Donauklinik (Clínica Donau) amb façana ventilada revestida de pedra natural, amb totes les peces de la mateixa mida a excepció dels pilars superiors.
Font: Fotografia pròpia



FIG. 43: Edifici plurifamiliar amb façana ventilada amb revestiment de pedra natural a Ulm.
Font: Fotografia pròpia



FIG. 44: Hotel amb façana ventilada revestida de pedres naturals de dues mides diferents combinades entre si.
Font: Fotografia pròpia

6. Kunststoffverkleidung (Revestiment de resines sintètiques formant compòsits)

Descripció del material

Quan es parla de resines formant compòsits, fa referència que el material és obtingut a partir de la resina sintètica (*veure apartat Kunstharz*) i com a mínim un altre material més. Dels revestiments de resines formant compòsits més habituals a Alemanya trobem:

Faserzement (Ciment reforçat amb fibres de cel·lulosa)

Es tracta de plaques formades per ciment (65-80%) on en la seva composició s'hi poden afegir pigments per a la seva coloració, alcohol de polivinil (2%) per absorbir els esforços de tracció i flexió, fibres de cel·lulosa (3-5%) encarregades d'augmentar la flexibilitat i durabilitat, i finalment additius (10-25%), per afegir propietats desitjades. Es caracteritzen per ser lleugeres mal·leables, el que permeten amb poc gruix realitzar la funció de revestiment. Tot i tenir en la seva composició fibres de cel·lulosa (les més habituals), les plaques tenen una bona resistència al foc al estar barrejades amb el ciment.



FIG. 45: Placa de revestiment de ciment reforçat amb fibres de cel·lulosa.

Font: Eternit Fassade

-Hochdrucklaminatplatten (Panells laminats a alta pressió)

Coneguts també amb el nom de HPL (High Pressure Laminate), són panells fenòlics laminats, formats per diferents capes de cel·lulosa (70%) unides mitjançant melamina (30%), un tipus de resina sintètica. i premsades a 150 °C, fins a quedar endurides. Les seves cares superiors i inferiors van acabades amb algun tipus de color o decoració. Com a avantatges destaquen la superfície resistent als impactes, alta resistència a flexió i a la intempèrie i bona durabilitat.



FIG. 46: Diferents mostres de colors de panells laminats a alta pressió.

Font: Prostprostor

-Holz-Polymer-Werkstoff (Compost de fusta i polímer)

El material compost està format per fusta (sovint reciclada) i un polímer, els més utilitzats són el polietilè, polipropilè, poliuretà i policlorur de vinil. Se li acostuma a afegir pigments per a la coloració, es dona la forma amb la tècnica d'emmotllament per injecció i finalment passen per un procés d'escalfament. El seu aspecte final es caracteritza per una imitació molt bona de la fusta, i es troben en diverses formes; les més habituals són les rectangulars, com si es tractés d'un revestiment amb rastells de fusta. Com a propietats destaquen la resistència a flexió, a la intempèrie i a l'aigua.



FIG. 47: Mostres de revestiments de compost de fusta i polímer.

Font: Holz Mayrhofer

Pel que fa a la tipologia de façana formada, els revestiments poden ser en una façana ventilada o no, depenent de si es deixen o no obertures per a la circulació de l'aire.

Propietats tècniques

- Aïllament elèctric

En el cas de la formació de compòsits, és el material d'origen plàstic el que aporta aquesta propietat

- Impermeable

Com s'ha dit anteriorment, un compòsit és un material format per dos o més materials. D'aquests, el format per resines sintètiques li aporten impermeabilitat al conjunt.

- Resistència als agents exteriors

Es tracta de revestiments amb bon comportament enfront els agents meteorològics.

- Resistència a l'impacte

Les resines sintètiques tenen en comú la bona resistència a l'impacte, qualitat que en el cas d'imitació del revestiment de tipus ceràmic en façana ventilada es veu solucionada.

Avantatges i inconvenients

Com a avantatges principals destaquen:

- Disposen d'una àmplia gamma de colors, textures i mides
- El seu muntatge és relativament ràpid i fàcil
- No necessiten manteniment i es poden netejar fàcilment
- Quan una peça del revestiment es trenca o queda malmesa, es pot substituir fàcilment

Com a inconvenients presenta:

- En general les resines sintètiques no tenen gaire bon comportament a la llum ultraviolada, provocant un destenyiment del color.
- Malgrat que actualment cada cop es fabriquen materials amb una major durabilitat, aquests tipus de revestiments tenen una durabilitat relativament curta en comparació amb altres materials, com podria ser la pedra.

Usos principals

Les façanes amb revestiments de polímers formant compòsits es troben principalment en edificis destinats a usos cultural, administratiu, docent-esportiu i residencial. Majoritàriament és un tipus de revestiment que es troba en obra nova, però que mica en mica en va introduint en les rehabilitacions, com és el cas del compost de fusta i polímer, gràcies a les seves propietats com la durabilitat i el baix manteniment i que visualment són pràcticament iguals, substitueixen els revestiments de fusta natural.



FIG. 48: Imatge de la façana de l'institut Glienicke Gymnasium, revestida amb panells laminats a alta pressió, que li donen cert volum sortint al voltant de les finestres.

Font: Trespa



FIG. 49: Imatge d'una casa unifamiliar a Schondra, on el cos sortint on es troba l'entrada principal s'ha revestit amb peces de compost de fusta i polímer, on a simple vista sembla fusta natural.

Font: Holz Scherf

4. POSSIBLES MATERIALS A UTILITZAR D'ALEMANYA

Un cop hem pogut estudiar els diferents materials base per a les façanes de Catalunya i Alemanya, hem pogut observar que Alemanya disposa de materials que a Catalunya no hi són presents o bé només de manera molt minoritària.

Com que el segon objectiu plantejat en aquest projecte és veure la possibilitat d'utilitzar materials d'Alemanya, s'ha optat per a fer una sèrie de preguntes a tres dels col·lectius que estan més implicats en els materials: els magatzems de materials per a la construcció, les empreses constructores i els arquitectes i arquitectes tècnics. En primer lloc s'ha volgut fer referència a la família de materials més usats a Catalunya, i posteriorment s'ha qüestionat si es coneixen els materials d'Alemanya i si hi han treballat algun cop, per tal d'esbrinar com es troba la situació d'aquests materials a casa nostra i així veure per què no s'utilitzen, ja que molts d'altres sistemes vistos en la comparació i són presents en ambdós llocs.

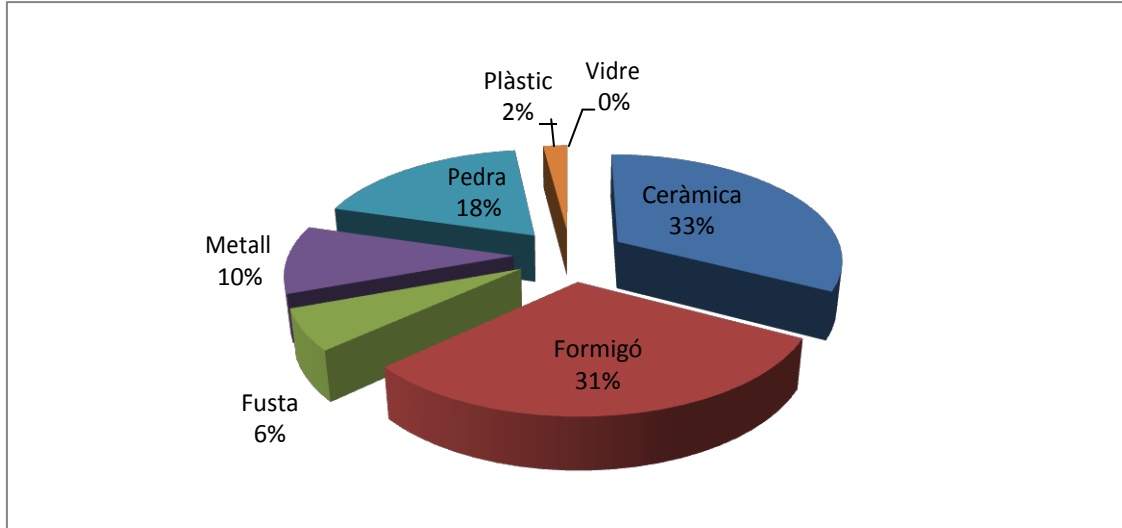
Sobre els materials d'Alemanya preguntats, són els següents: les peces d'argila cuita tradicionals (provinents de la Fachwerkfassade), el bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral), el sistema "Lego" de blocs de formigó, el sistema de peces d'escuma de poliestirè, els blocs de formigó cel·lular, i per acabar, les peces silici calcàries, que malgrat han sortit com a material de Catalunya, s'utilitzen molt poc i com s'han vist, els seus avantatges són bastants.

Les entrevistes s'han realitzat dins l'àmbit de Catalunya, agafant una mostra representativa de 4 entrevistes per col·lectiu i per província. La tria dels llocs a entrevistar s'ha realitzat de manera aleatòria, centrant-se en primer llocs a les capitals de província, i en segon lloc a les capitals de comarca i altres punts que s'han cregut interessants per a la seva ubicació. El mètode a realitzar l'entrevista ha sigut en directe o per correu electrònic, i el període de realització de les entrevistes ha sigut de l'1 de maig al 15 de juny.

Després d'haver consultat a magatzems de la construcció, empreses constructores i arquitectes i arquitectes tècnics de diversos punts de Catalunya (*Veure Annex I*), a continuació es farà un anàlisi dels resultats obtinguts expressats en forma de percentatge per a cada tipus de pregunta formulada.

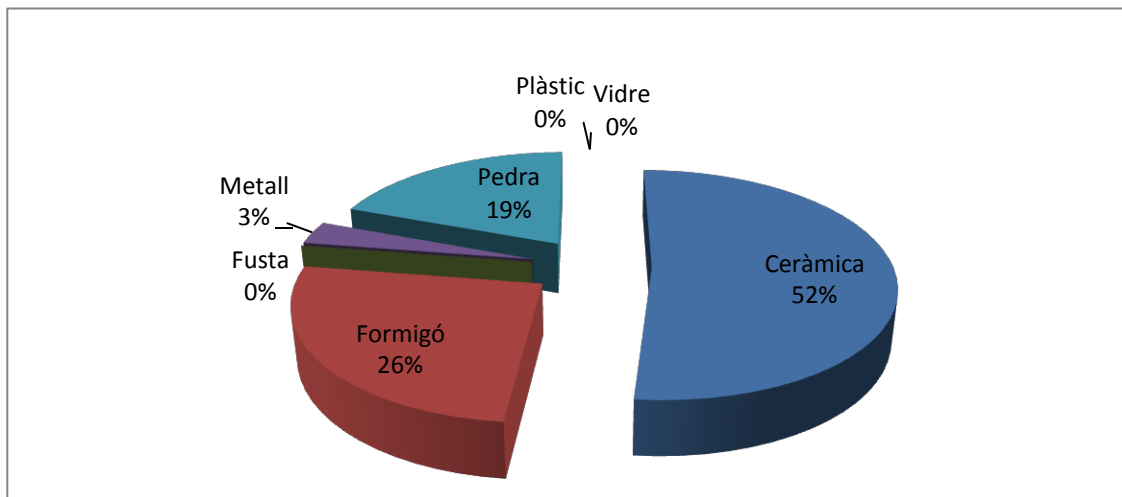
4.1 Qüestionaris a magatzems de materials de la construcció

-Els materials que més estan en estoc als magatzems



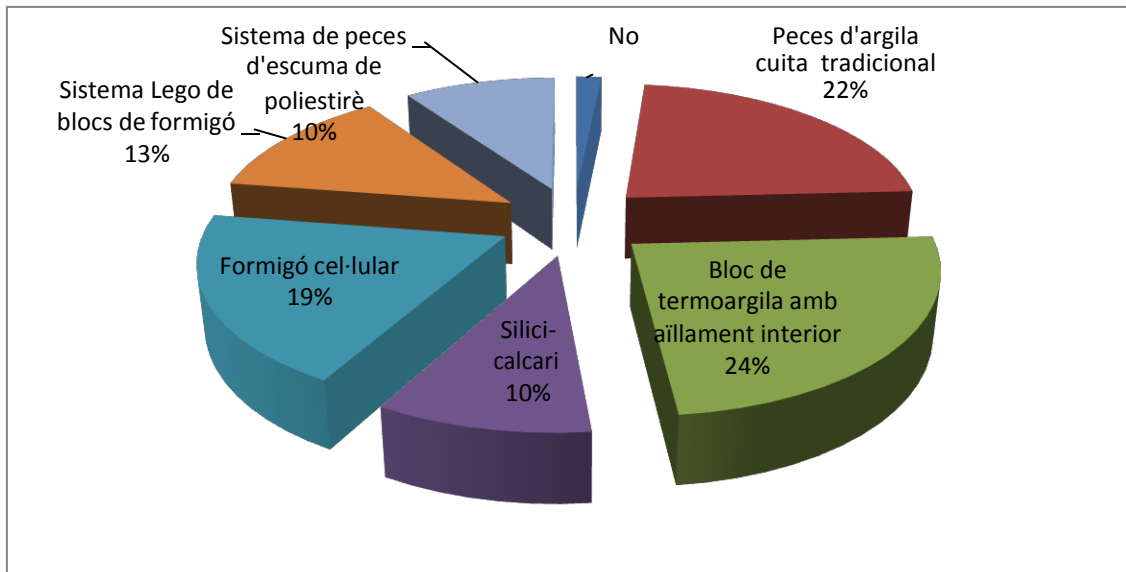
Es pot observar que els materials que els magatzems consultats més disposen són la ceràmica, seguit del formigó, per sobre la meitat la pedra, seguida del metall i per sota queden la fusta i el plàstic.

-El material més venut



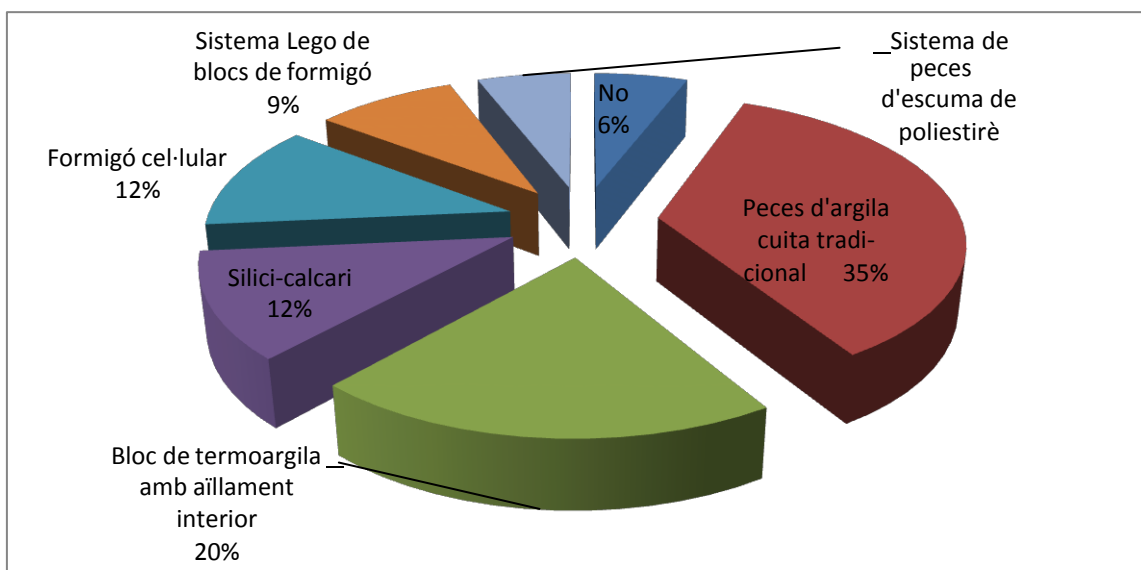
En canvi, quan es parla del material més venut dels que tenen a la venda, clarament es veu que domina la ceràmica, lleugerament per sobre de la meitat, en segon lloc el formigó, que representa la meitat de la ceràmica, i en tercer lloc la pedra i mínimament el metall.

-Quin dels materials/sistemes utilitzats a Alemanya coneixen



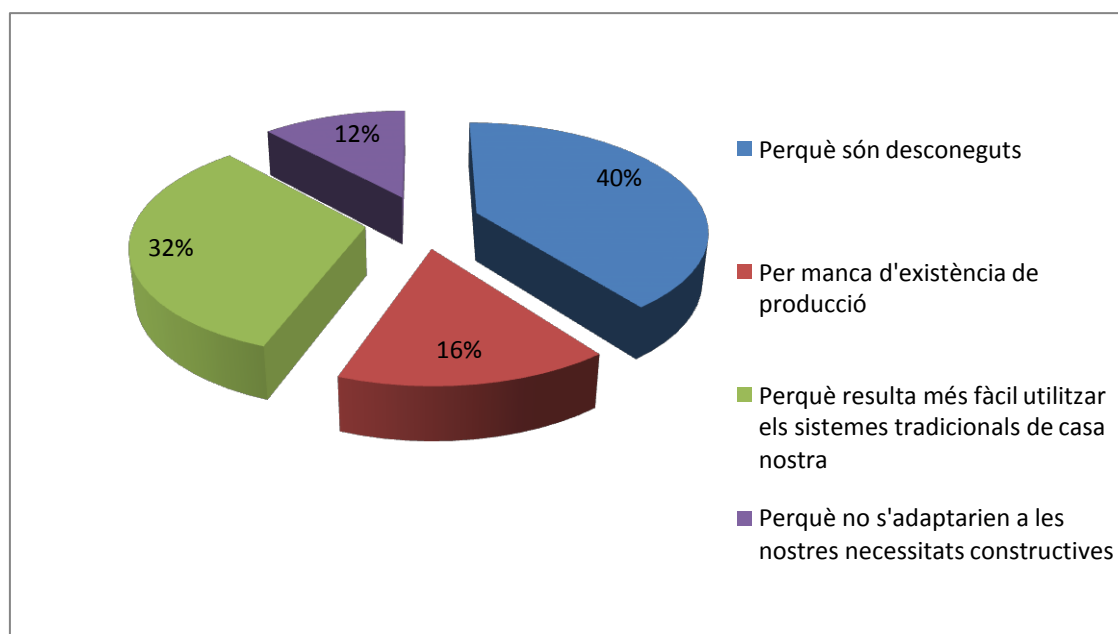
Els materials d'Alemanya més coneguts són les peces d'argila cuita tradicional, seguides del bloc de termoargila amb aïllament interior, el formigó cel·lular, el sistema "Lego" de blocs de formigó, i finalment per igual les peces d'escuma de poliestirè i les peces silici-calcàries. Només un 2% dels preguntats no en coneixien cap, això vol dir que la majoria dels materials d'Alemanya són molt coneguts per als magatzems.

-Dels anteriors materials / sistemes, tenen a la venda



Els materials que estan disponibles a la venda són les peces d'argila cuita tradicional, seguit del bloc de termoargila, les peces silici-calcàries i el de formigó cel·lular, i finalment el sistema "Lego" i el de peces d'escuma de poliestirè. El 6% no disposen de cap d'aquests materials a la venda, per tant, podem dir que hi ha més magatzems que els coneixen, però per al contrari menys que el tinguin a la venda.

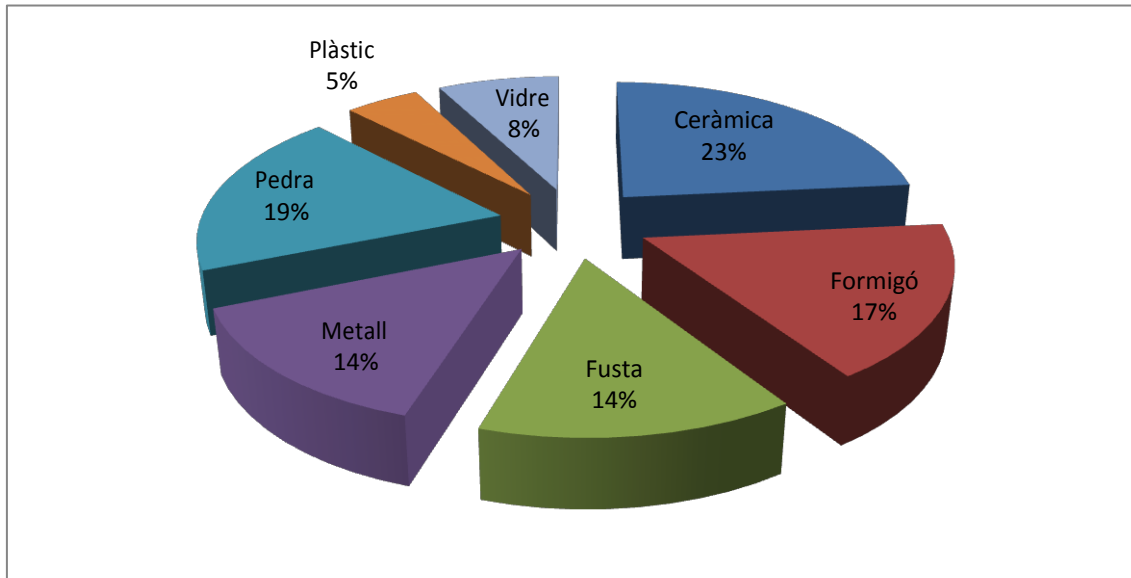
-Per què creuen que els materials/sistemes utilitzats a Alemanya aquí no s'utilitzen



Finalment, un dels punts que en interessa saber des de l'inici, és per què els materials/sistemes utilitzats a Alemanya, aquí no ho són: el 40% creu que és perquè són desconeguts, seguits pel 32% que creuen que és més fàcil utilitzar els sistemes de casa nostra. La meitat d'aquests, creuen que es deu a la manca d'existència de producció, mentre que només el 12% creuen que no s'adaptarien a les necessitats constructives.

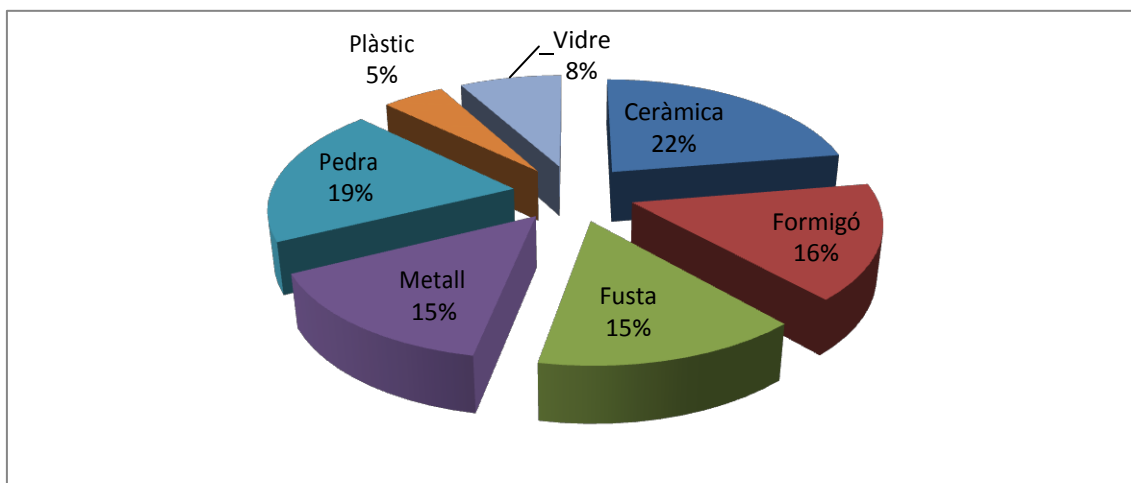
4.2 Qüestionaris a empreses constructores

-De les últimes obres de nova construcció que han realitzat, els materials que hi estaven més presents



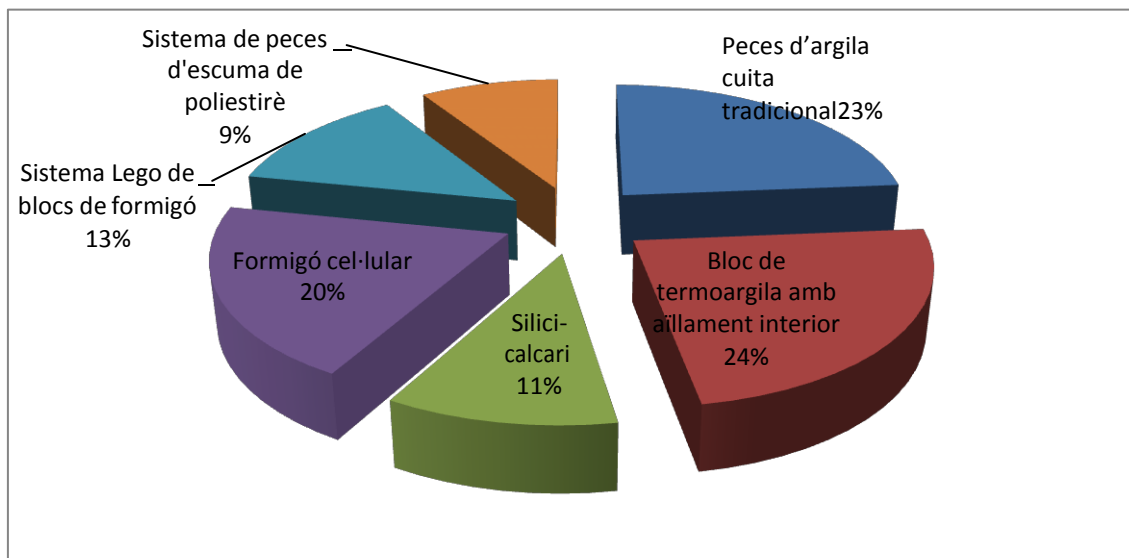
En el cas de les empreses constructores, el materials més utilitzat en les obres noves és en primer lloc la façana amb un 23%, seguida de la pedra i el formigó, d'un percentatge molt igualat el segueixen el metall i la fusta amb un 14%, i els materials que menys presents hi ha estat són el vidre i el plàstic amb un 8%.

-De les últimes obres de rehabilitació que han realitzat, els materials que hi estaven més presents



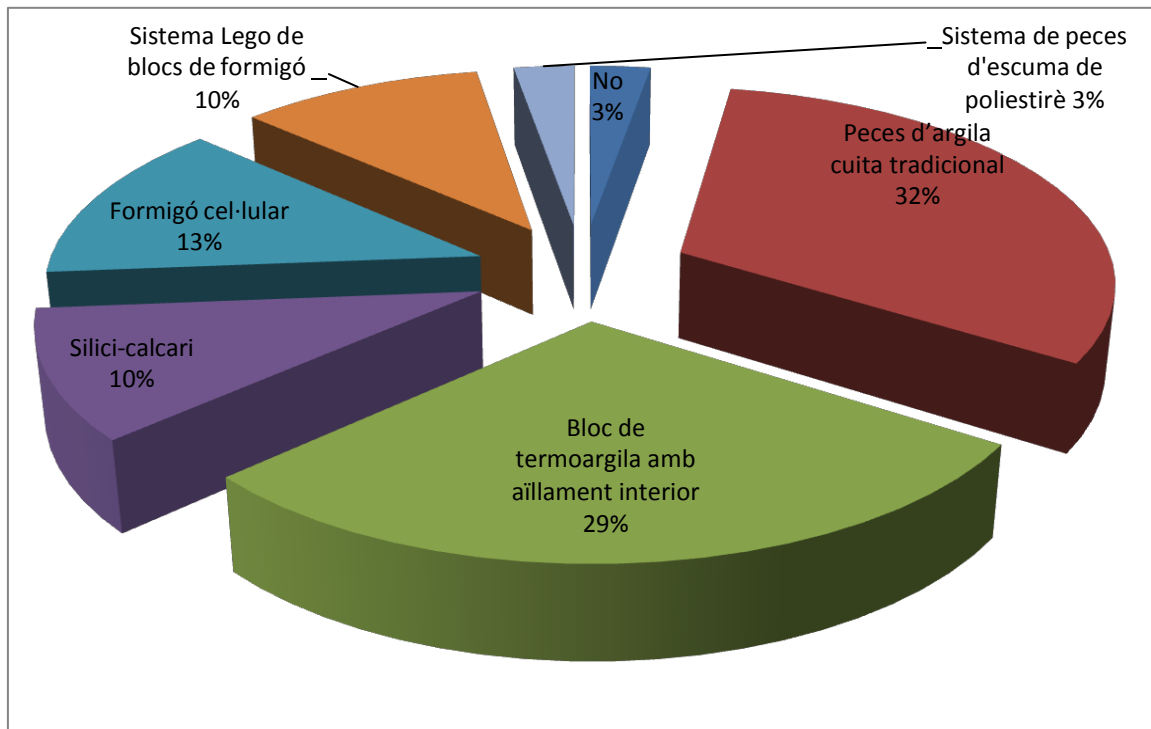
En el cas de les últimes obres de rehabilitació realitzades per a les empreses consultades, el material més utilitzat segueix sent la ceràmica, seguida de la pedra i del formigó, i la fusta i el metall passen a ser més utilitzats en un 1% respectivament del que ho eren en obra nova. Malgrat aquesta diferència, el vidre i el plàstic segueixen sent els menys utilitzats en la mateixa proporció.

-Quin dels materials/sistemes utilitzats a Alemanya coneixen



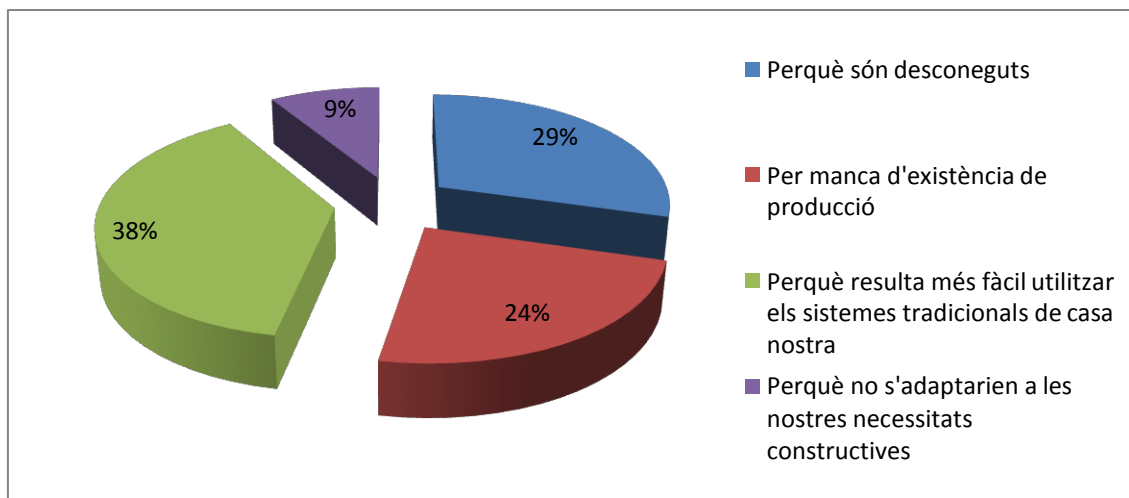
Quan se'ls ha preguntat pel materials utilitzats a Alemanya, en primer lloc cal destacar que totes les empreses han dit conèixer com a mínim algun dels materials/sistemes anomenats. El més conegut és el bloc de termoargila amb aïllament interior, seguit de les peces d'argila cuita tradicionals i del formigó cel·lular. El segueixen el sistema Lego de blocs de formigó amb un 13%, seguit de les peces de silici-calcàries i finalment es troben com les menys conegudes les peces d'escuma de poliestirè amb un 9%.

-Dels anteriors materials / sistemes, han treballat algun cop



Les empreses constructores preguntades, un 32% ha afirmat haver treballat alguna vegada amb façanes amb peces d'argila cuita tradicionals, seguida de les de bloc de termoargila amb aïllament interior. En formigó cel·lular només hi han treballat menys de la meitat dels casos que en blocs de termoargila amb aïllament interior, seguida de les peces silici-calcàries i el sistema Lego de blocs de formigó amb només un 10% dels casos. El material en què diuen haver treballat menys és amb el sistema de peces d'escuma de poliestirè. Cal destacar també, que només un 3% de les empreses preguntades afirma no haver treballat mai amb cap dels sis materials esmentats, pel què es pot afirmar que aquests materials/sistemes d'Alemanya ja s'estan utilitzant a dia d'avui a casa nostra.

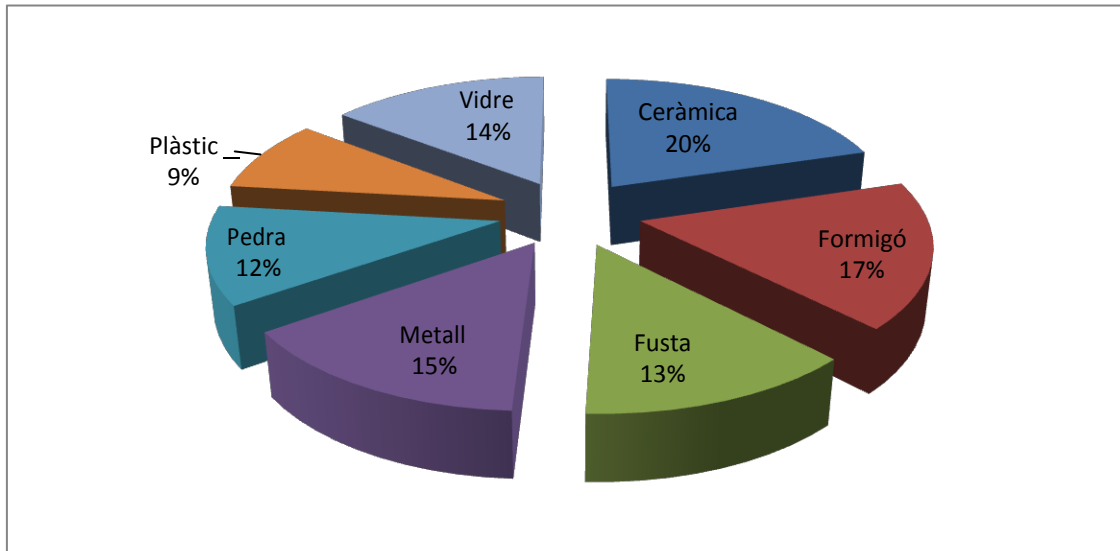
-Per què creuen que els materials/sistemes utilitzats a Alemanya aquí no s'utilitzen



Menys de la meitat (38%) creuen que resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra, seguit d'un 9% menys que afirmen que són desconeguts. Poc menys d'una quarta part defensa que la causa de no ser utilitzats es deu a la manca de producció, mentre que només el 9% creu que no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives.

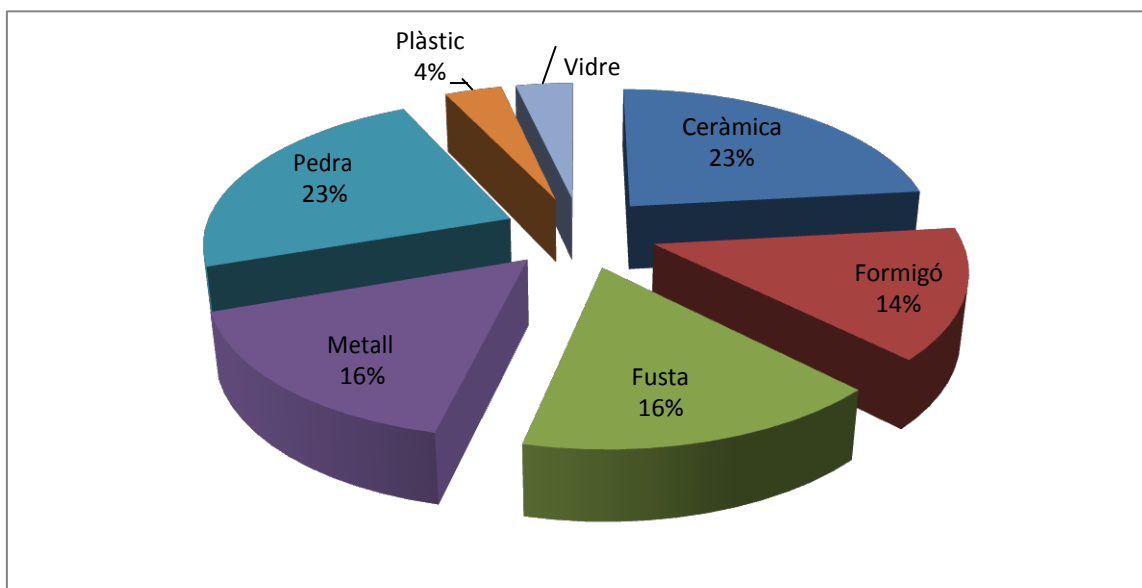
4.3 Qüestionaris a arquitectes i arquitectes tècnics

-De les últimes obres de nova construcció que han realitzat, els materials que hi estaven més presents



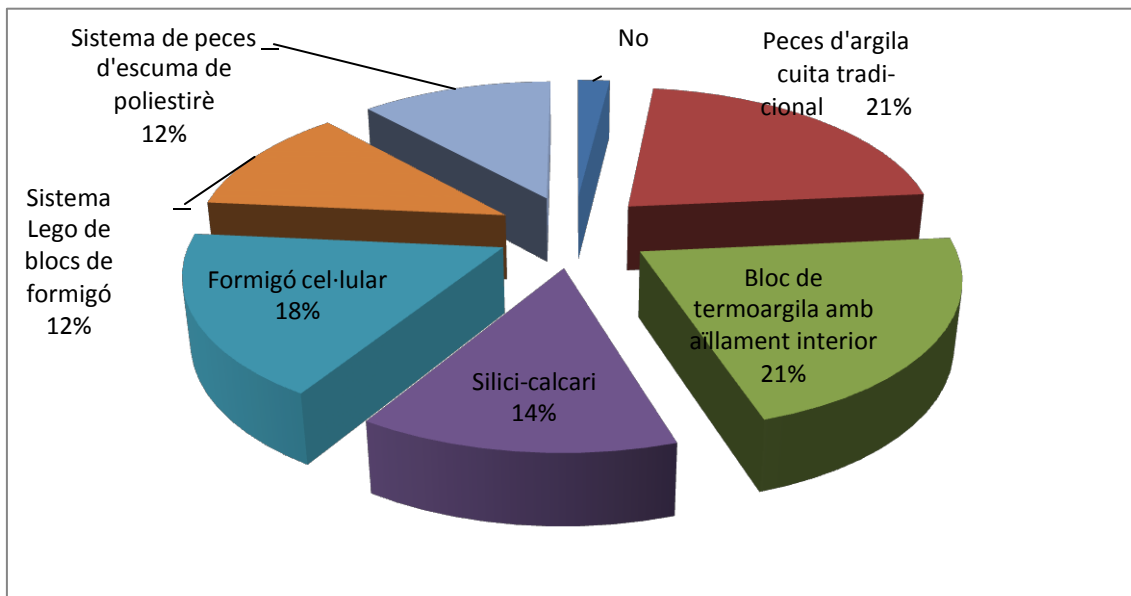
En les últimes obres de nova construcció que han intervinguts els tècnics preguntats, els materials utilitzats estan en percentatges relativament poc dispersats. El més utilitzat ha sigut la ceràmica en un 20% dels casos, seguida del formigó, metall, vidre, fusta i pedra, i finalment el plàstic en un 9%.

- De les últimes obres de rehabilitació que han realitzat, els materials que hi estaven més presents



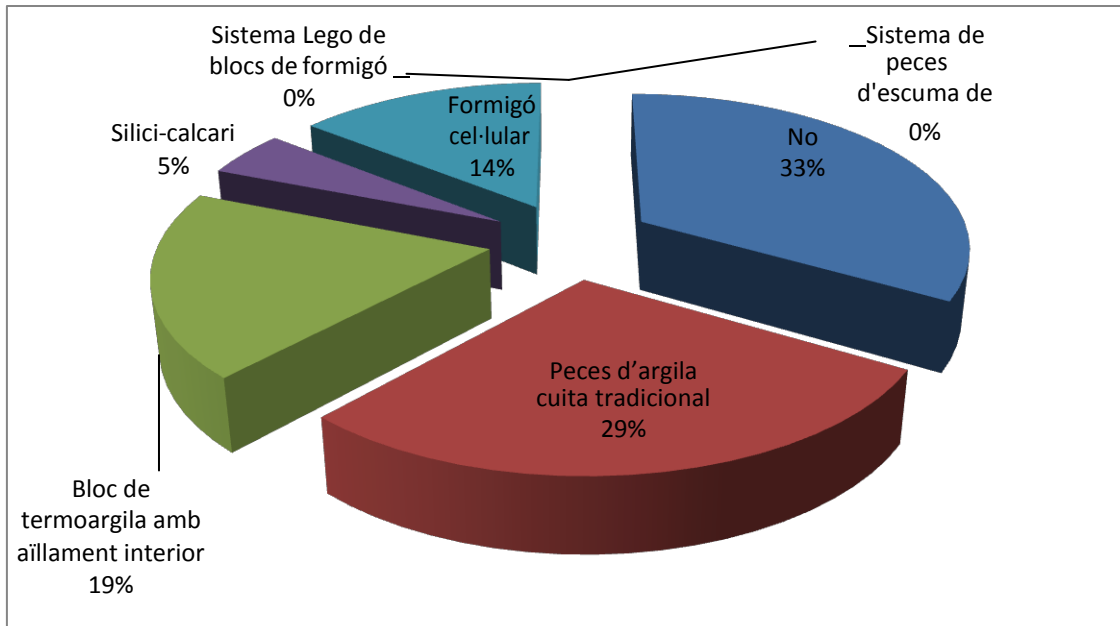
En el cas de les obres de rehabilitació els percentatges tornen a estar més dispersats. Els materials més utilitzats són la pedra i la ceràmica per igual, seguit pel metall i la fusta també en la mateixa proporció, seguit del formigó, i els que menys, ho són el plàstic i el vidre.

-Quin dels materials/sistemes utilitzats a Alemanya coneixen



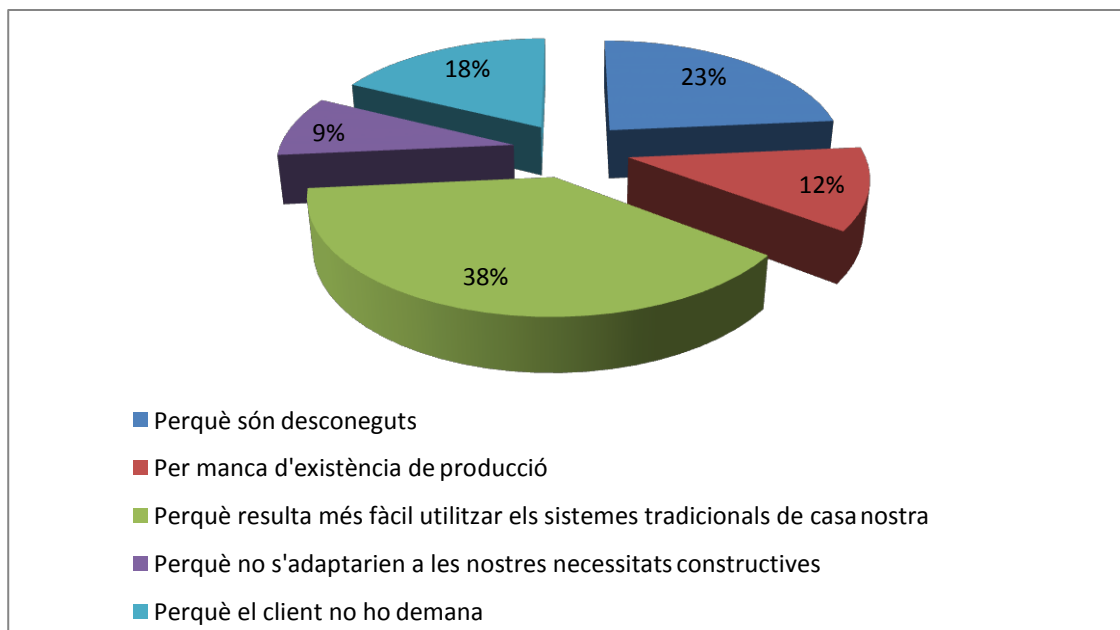
A diferència dels magatzems de materials o empreses constructores, s'observa que els tècnics coneixen d'una manera més igualada els materials/sistemes esmentats. Els més coneguts resulten ser les façanes amb peces d'argila cuita tradicionals, seguida dels blocs de termoargila amb aïllament interior (un 21% respectivament), seguit del bloc de formigó cel·lular, les peces silici-calcàries i finalment de la mateixa manera el sistema Lego de blocs de formigó juntament amb les peces d'escuma de poliestirè en un 12%. Només un 2% dels preguntats afirmen no conèixer cap dels sis materials/sistemes esmentats. Un cop més es pot afirmar que els possibles materials a utilitzar d'Alemanya són molt coneguts a casa nostra.

-Dels anteriors materials / sistemes, han treballat algun cop



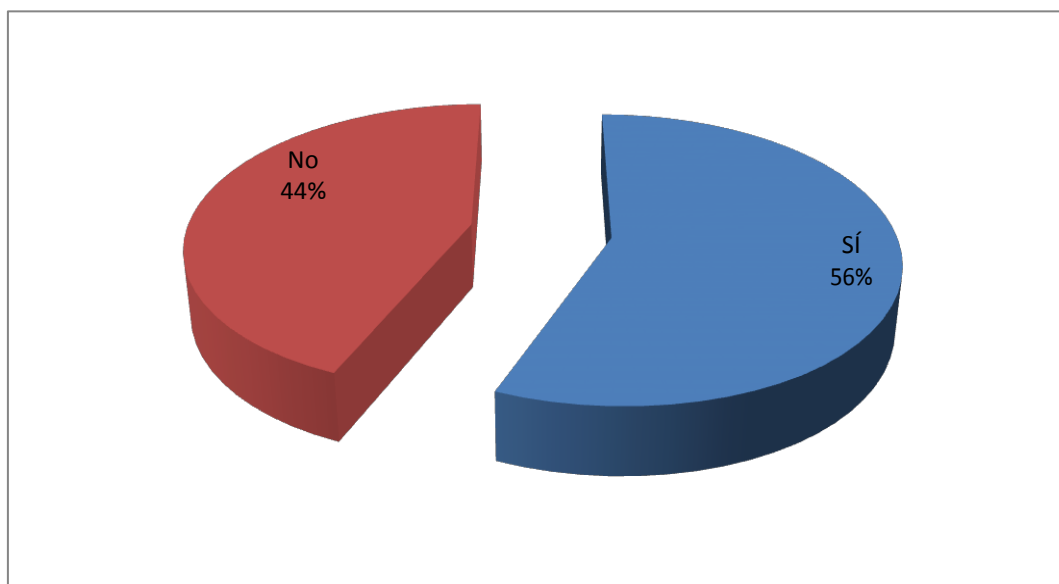
El 33% dels tècnics preguntats, ha dit no haver treballat mai amb els materials mencionats. Del 66% restant, el material més utilitzat és el bloc d'argila cuita, seguit amb el bloc de termoargila amb aïllament, el formigó cel·lular i el silici-calcari. Cap dels tècnics preguntats ha treballat amb el sistema Lego de blocs de formigó ni amb les peces d'escuma de poliestirè. Aquest és el col·lectiu que amb més diferència ha treballat menys amb els materials d'Alemanya.

-Per què creuen que els materials/sistemes utilitzats a Alemanya aquí no s'utilitzen



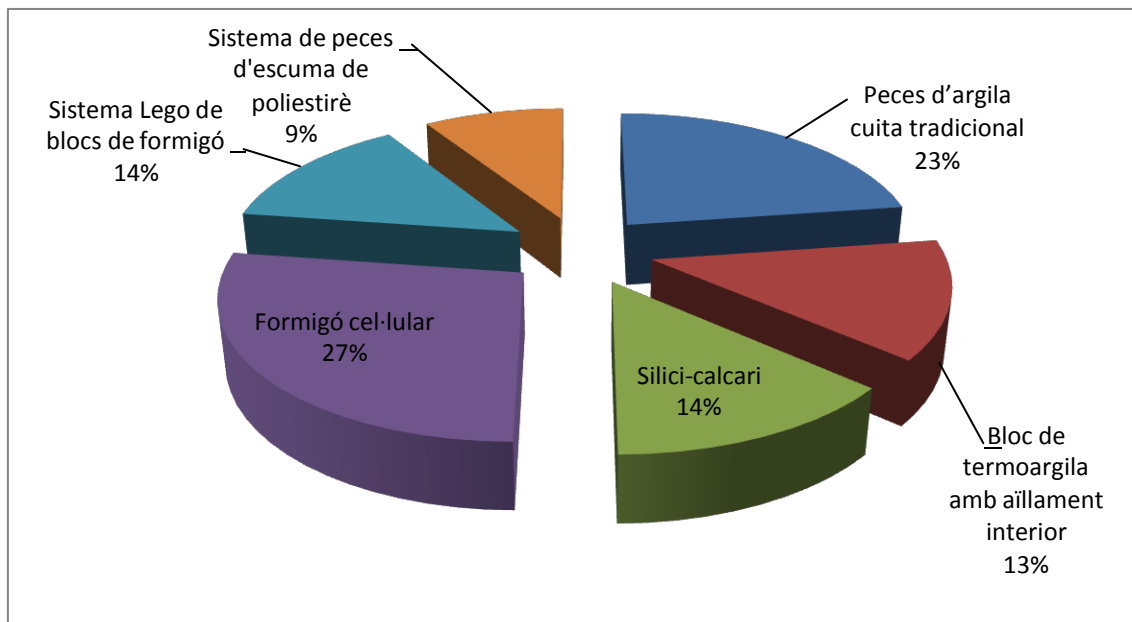
Els tècnics preguntats han respost d'una manera molt similar a les empreses constructores quan se'ls ha preguntat per què creien que els materials utilitzats a Alemanya no ho eren aquí: el mateix percentatge (38%) creu que és degut a que resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra, seguit de que són desconeguts. En el cas dels tècnics, s'ha cregut important preguntar si una causa podria ser que el client no ho demana, la que creuen com a tercera causa, seguida de la manca de producció i finalment també amb un 9% del casos que no s'adaptarien a les necessitats constructives de casa nostra.

-En cas d'haver producció i estoc de vendes aconsellarien la utilització d'alguns dels d'aquests materials en els seus projectes



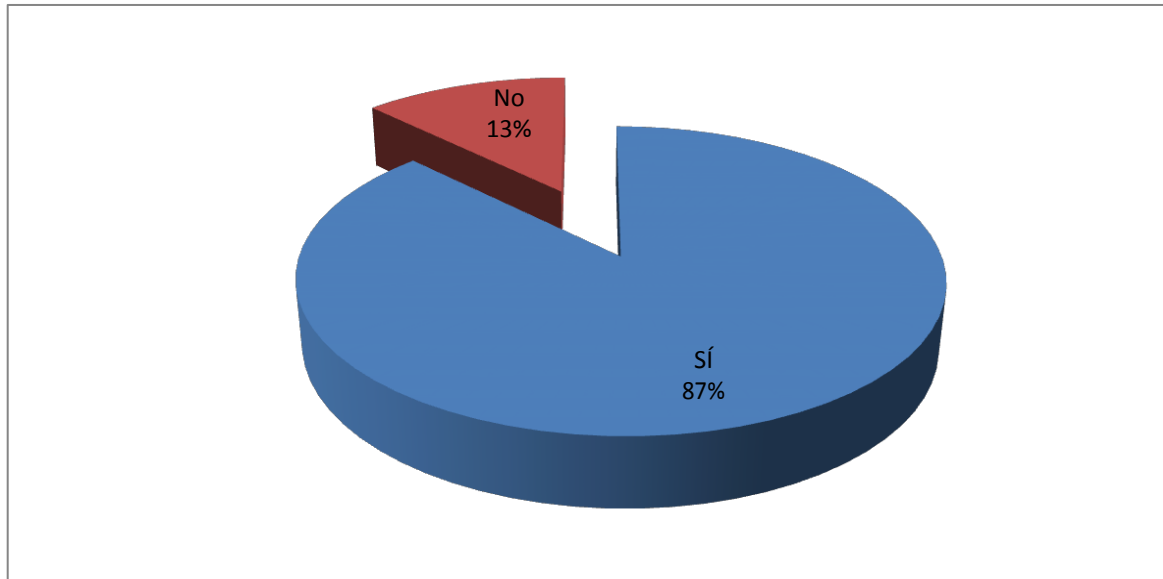
Amb una diferència de només un 12%, els tècnics responen que en cas d'haver producció i estoc de vendes, aconsellarien la utilització dels materials utilitzats a Alemanya.

-Quins dels mencionats anteriorment



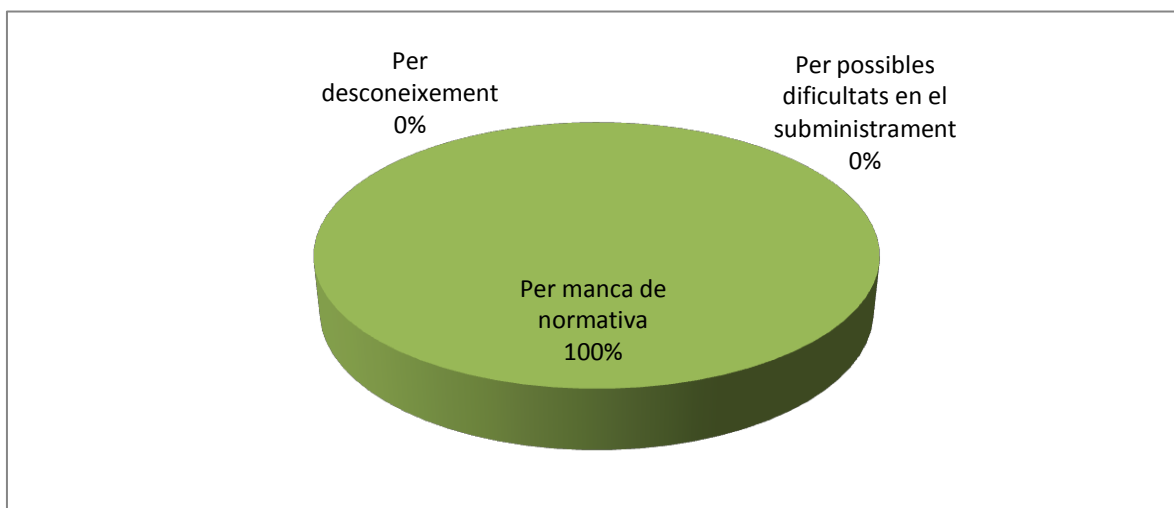
Una mica més de la majoria dels tècnics que en cas d'haver estoc de ventes aconsellarien aquests materials, en primer lloc seria el formigó cel·lular (27% dels casos), seguit de molt a prop de les peces d'argila cuita tradicionals, el sistema Lego de blocs de formigó i les peces silici-calcàries en un 14%, seguit del bloc de termoargila amb aïllament interior i finalment les peces d'escuma de poliestirè.

-En cas que el client els demanés algun dels sistemes anteriorment mencionats per a la realització del seu projecte, acceptarien:



Més de tres quartes parts dels tècnics preguntats acceptarien utilitzar els materials esmentats anteriorment en el seus projectes si el client els ho demanés.

-En cas negatiu, per



En el cas dels tècnics que no acceptarien la utilització dels materials esmentats anteriorment, tots han defensat com a causa principal que no ho farien per manca de normativa.

5. CONCLUSIONS

A continuació s'exposaran les conclusions obtingudes del present Projecte Final de Grau, per una part les obtingudes de l'estudi comparatiu, i per l'altre les obtingudes respecte a la possibilitat d'utilitzar els materials d'Alemanya a Catalunya.

Respecte al l'estudi comparatiu dels materials usats en façanes a Catalunya i Alemanya:

- ❖ Dels materials base per a la formació de façana, els més habituals de Catalunya són la pedra (més la natural que la artificial) i la ceràmica, mentre que a Alemanya ho són la fusta i la ceràmica. A Catalunya la família de materials que disposa de més varietat és la ceràmica, mentre que a Alemanya ho és la del formigó. Els productes derivats dels materials d'origen metàl·lic i de vidre, s'utilitzen de la mateixa manera en les façanes de Catalunya com d'Alemanya.
- ❖ S'ha pogut constatar que Alemanya disposa de materials base per a la formació de la façana que a Catalunya no es coneixen o bé no són gaire habituals. Molts dels materials més innovadors, procedeixen d'Alemanya, com és el cas del Legosystem Betonblocksteine, el Styropor Steine o l'U-Glas.
- ❖ Els revestiments són la part de la façana que tenen més en comú Catalunya i Alemanya, sobretot als continus (arrebossat i estucat) mentre que dels discontinus a Catalunya predominen més els revestiments ceràmics i de pedra natural i a Alemanya els de fusta natural. Els revestiments ceràmics i de pedra natural per a façana ventilada s'utilitzen de la mateixa manera ambdós llocs, gràcies a les propietats que aporta el sistema de façana ventilada.
- ❖ A través de l'anàlisi de la normativa s'observa que el clima hi juga un paper important: mentre que a Catalunya la transmitància tèrmica màxima de les façanes segons el CTE-DB-HE1 es situa entre $0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ en el cas menys desfavorable i $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ en el cas més desfavorable, mentre que a Alemanya és de $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ per a tots els casos. A partir de les exigències de la normativa i en funció dels materials, Alemanya disposa de solucions de façana amb transmitàncies més baixes, sovint incloent aïllament tèrmic a productes ja existents (com és el cas del bloc ceràmic o el bloc de formigó amb aïllament tèrmic incorporat) mentre que a Catalunya es segueixen utilitzant els materials tradicionals amb incorporació de més aïllament tèrmic.

Respecte a la possibilitat d'utilitzar els materials d'Alemanya a casa nostra:

- ❖ Els materials com les peces d'argila cuita tradicionals, els de termoargila amb aïllament interior, el sistema "Lego" de blocs de formigó, el sistema de peces d'escuma de poliestirè, el formigó cel·lular i les peces de silici-calcari, són els sistemes d'Alemanya que aquí no són típics o coneguts. Per les seves propietats i baixa transmitància tèrmica, els més adequats per utilitzar a Catalunya serien les peces de formigó cel·lular, el bloc ceràmic amb aïllament incorporat i les peces de poliestirè.
- ❖ Els materials/sistemes constructius d'Alemanya més coneguts per els magatzems de materials de la construcció, empreses constructores, arquitectes i arquitectes tècnics són les façanes amb peces d'argila cuita tradicional i el bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/lana mineral), mentre els que menys són les peces de silici-calcari i el sistema de peces d'escuma de poliestirè.
- ❖ Degut a que la majoria coneixen com a mínim un dels materials/sistemes esmentats, se'ls ha preguntat si disposen o han treballat mai amb alguns d'aquests materials o sistemes. Els magatzems tenen a la seva disposició les peces d'argila tradicional cuites i els blocs amb aïllament tèrmic interior. Les empreses constructores amb els materials que han treballat més són les peces d'argila cuita tradicionals i els blocs amb aïllament tèrmic incorporat. En el cas dels tècnics es troba la diferència més important, ja que el 33% dels qüestionats han dit no haver treballat mai amb cap dels tipus de materials o sistemes d'Alemanya, i els que ho han fet ha sigut amb les peces d'argila cuita tradicionals.
- ❖ En quan a per què creuen que els esmentats materials/ sistemes constructius d'Alemanya no s'utilitzen a casa nostra, els magatzems coincideixen que és a causa de la seva desconexió, mentre que les empreses constructores i els arquitectes/arquitectes tècnics creuen que perquè és més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra. En el cas d'aquests últims, afirmen com a segona causa que els clients no demanen la utilització d'aquests materials/sistemes, i que si ho fessin la majoria acceptarien utilitzar-los.
- ❖ Per tant, el fet d'introduir aquests materials en els magatzems, com per part dels tècnics com a proposta de materials per un projecte, ajudaria a fer conèixer aquests nous materials i sistemes. Tanmateix, seria convenient per part de la legislació, la redacció de normativa per als materials/sistemes anomenats, ja que els tècnics que no acceptarien un projecte amb els anteriors materials, seria a causa de la manca de normativa.

Com a conseqüència, les empreses constructores els podrien utilitzar en les seves obres, les quals ajudarien també a que molts clients veiessin aquests materials i possiblement, un cop conegudes les seves bones propietats, apostessin per aquests.

6. BIBLIOGRAFIA

Normativa

- CTE DB HE1 - Código Técnico de la Edificación Documento Básico Ahorro de Energía – Limitación de la demanda energética
- Directiva 2002/91/CE del Parlament Europeu
- Directiva 2010/31/UE del Parlament Europeu
- EnEV 2014 – Energiesparverordnung 2014

Libres

- Puerta García, A. (1988). *Elementos de edificación. Revestimientos cerámicos* (1a ed.). Madrid: Fundación Escuela de la Edificación.
- Barahona Rodríguez, C. (1992). *Revestimientos Contínuos en la Arquitectura Tradicional Española*. (1a ed.). Madrid: Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Dirección General para la Vivienda y Arquitectura.
- Fernández Ruiz, E. (1995). *Revestimientos de fachadas. Manual práctico*. (1a ed.). Sevilla: Progenza.
- Barbany, C., Cantarell, C., Dantí, R., Garcia, M.R., Ribas, P., Terrades, M.E., (1996). *De la Balma a la Masia. L'hàbitat medieval i modern al Vallès Oriental*. (1a ed.). Granollers: Treballs del Museu de Granollers.
- Siegfried, H., Günther, K., Klausen, D. (1996). *Technologie der Baustofe: Handbuch für Studium und Praxis* (1a ed.). Heidelberg: Müller.
- Vaquero, J., Castro, T., Concejo, F., González, J. C., Lleyda, J. L., Valle, J., (1996). *Edificación con prefabricados de hormigón. Para usos Industriales, Comerciales, aparcamientos y servicios*. (1a ed.). Madrid: IECA (Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones), con la colaboración de ANDECE (Asociación Nacional de prefabricados y Derivados del CEmento).

- Espuga Bellafort, J., Berasategui Berasategui, D., Gibert Armengol, V. (1997). *Arrebossats i Estucats. Teoria i Pràctica* (1a ed.). Barcelona: Edicions UPC Barcelona.
- Meyer, R. (1997). *Das selbst gebaute Haus: Rohbau: Eigenleistungen beim Hausbau vom Erdaushub bis zum Dach* (1a ed.). Taunusstein: Blottner Fachverlag GmbH & Co. KG.
- Avellaneda, J. Paricio, I. (1999). *Los revestimientos de piedra* (1a ed.). Barcelona: Bisagra.
- Walter, G., Ries, K. (2000). *Ein Haus aus Holz: Planen, Bauen, Wohnen* (1a ed.). München: Typodata.
- Glancey, J. (2001). *Historia de la arquitectura* (1a ed.). Barcelona: Art Blume, S.L.
- Kliczkowski, H. (2003). *Mario Botta* (1a ed.). Barcelona: Only Books, S.L.
- Zogler, O. (2003). *Das gesunde Haus* (1a ed.). München: Deutsche Verlags-Anstalt GmbH.
- Garí, J., i Soto, S. (2005). *Monografías de la construcción. Cerraminetos verticales-fachadas* (2a ed.). Barcelona: Grupo Editorial CEAC.
- González Martín, J. (2005). *Revestimientos continuos tradicionales y modernos. Cerraminetos verticales-fachadas* (2a ed.). Madrid: Fundación Escuela de la edificación.
- Zamora, J-L., Castelló, D., Calderón, J.M. (2006). *Façanes lleugeres. Manual del projecte arquitectònic* (1a ed.) Barcelona: Edicions UPC.
- Argüelles Alvarez, R., Argüelles Bustillo, J. M., Argüelles Bustillo, R., Arriaga Martitegui, F., Atienza Reales, J. R., (2007). *Estructuras de acero. Uniones y sistemas estructurales* (2a ed.). Madrid: Bellisco. Ediciones Técnicas y Científicas.
- Ballarín, A., Casinello, J., Cebrián, F., Die, A., García, S., García, A., Inglés, F., Neila, J., i Bedoya, C., González, F., Sánchez-Ortiz, A., San Salvador, L., Rolando, A., (2007). *Tratado de construcción. Fachadas y cubiertas (I)*. Madrid: Munilla-Lería.
- Brooks Pfeiffer, B., (2008). *Frank Lloyd Wright* (1a ed.) Köln: Taschen Benedikt.

- Basterra Otero, L. A., (2009). *Construcción de Estructuras de madera* (1a ed.) Valladolid: Universidad de Valladolid, Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial.
- Tejela Juez, J., Navas Delgado, D. , Machín Hamalainen, C.,(2011). *Rehabilitación, mantenimiento y conservación de fachadas* (1a ed.) Madrid: Tornapunta Ediciones.
- Der Schwörer Haus. (2013). *Das Energiesparhaus* (1a ed.). München-Haar: Journal Media GmbH.
- Lenze, W. (2013). *Fachwerkhäuser: restaurieren-sanieren-modernisieren* (9a ed.). Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.
- Neufert, E. (2013). Neufert: *Arte de proyectar en arquitectura* (16a ed.). Barcelona: Editorial Gustavo Gili, SL.

Llibres electrònics

- Parro. (2015).*Diccionario de Arquitectura y Construcción*. Recuperat des de <http://www.parro.com.ar/definicion-de-piedra+artificial> [8 Juny 2015]

Articles de revistes

- Avellaneda, J. "Cases de fusta". Quaderns d'arquitectura i urbanisme (2009), núm. 258, p. 78-79.
- Aguiló, C. "Casa amb panells de fusta laminada de gran format". Quaderns d'arquitectura i urbanisme (2009), núm. 258, p. 80-81.
- Sánchez, C. "El renàixer de la nova Atlàntida". Eben Interiors (2010), núm. 67, p. 28-33.
- Leitartikel "Mehr Sein als Schein". Öko Test- Richtig gut leben. Spezial bauen und wohnen (2013), núm. 1304, p. 6-16.
- Leitartikel "Das Niedrig-Passiv-Sonnen-Effizienzhaus". Öko Test- Richtig gut leben. Spezial bauen und wohnen (2013), núm. 1304, p. 46-49.

Articles de revistes electròniques

- M. Olivares Santiago, C. Galán Marín, J. Roa Fernández. (24 Noviembre 2003). *Los composites: características y aplicaciones en la edificación (Composites: characteristics and Applications in Building construction)* .Dpto. Construcciones Arquitectónicas 1. Escuela T. Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla

Recursos electrònics

- Boixeda González, R. (2006). *Document Tècnic de l'Edificació (DTE) Façana Ventilada Ceràmica (plaques ceràmiques)*. Recurs electrònic Biblioteca Universitat de Girona Montilivi.

Catàlegs comercials

- HOESCH BAUSYSTEME. Hoesch isowand integral: Technische Information Ausgabe 3/94. Siegen-Geisweid: Hoesch Siegerlandwerke GmbH, [1994].
- HOESCH BAUSYSTEME. Hoesch isowand integral. Siegen-Geisweid: Hoesch Siegerlandwerke GmbH, [1995].
- HOESCH BAUSYSTEME. Hoesch-Wand: Vielseitig, funktionsgerecht, anpassungsfähig. Siegen-Geisweid: Hoesch Siegerlandwerke GmbH, [1995].
- HOESCH BAUSYSTEME. Die nichtbrennbaren Alternativen: Hoesch-isowand NB und Hoesch-isopaneel. Siegen-Geisweid: Hoesch Siegerlandwerke GmbH, [1995].
- HOESCH BAUSYSTEME. Die Hoesch Kassettenwand: Technische Informationen Bemessungstabellen. Siegen-Geisweid: Hoesch Siegerlandwerke GmbH, [1995].
- HALFEN-DEHA. Halfen Konsolanker Produktinformation Technik Fassade. Langenfeld: Halfen Vertriebsgesellschaft mbH, [2008].
- HALFEN-DEHA. Verankerungssysteme für Naturstein. Produktinformation Technik Fassade. Langenfeld: Halfen Vertriebsgesellschaft mbH, [2008].

- TERREAL TERRACOTA. Catálogo caravista clinker y gres. La Pera: Gham, [2009].
- WIENERBERGER. Das Original. Gefüllte Ziegel von Wienerberger: Poroton-P und Poroton-MW. Hannover: Wienerberger GmbH, [2011].
- KNOBEL. Preisliste 2014. Albstadt: Knobel GmbH & CO. KG, [2014]
- ZIEGELWERK BELLENBERG. Bellenberger Preisliste 2015: Technische Daten. Produktinformationen. Bellenberg: Ziegelberg Bellenberg, [2015].
- INGENIEUR ERWIN THOMA. Thoma Holz100. Goldegg: Ing. Erwin Thoma Holz GmbH, [2015].

Pàgines web

- Consorcio Termoarcilla. (2015). *¿Qué es Termoarcilla?*. Recuperat des de http://www.termoarcilla.com/reportaje.asp?id_rep=9 [Consulta: 3 Febrer 2015]
- Consorcio Termoarcilla. (2004). *Guía para el uso del bloque de termoarcilla*. Recuperat des de <http://www.tabicesa.es/Documentacion-tecnica/Guia-para-el-uso-del-Bloque-Termoarcilla-Octubre-2004.pdf> [Consulta: 3 Febrer 2015]
- Hyspalit. (2015). *Productos y Sistemas constructivos*. Recuperat des de <http://www.hispalyt.es/> [Consulta: 24 Febrer 2015]
- Silensis. (2015). *Las 10 ventajas de SILENSIS*. Recuperat des de http://www.silensis.es/reportaje.asp?id_rep=79 [Consulta: 24 Febrer 2015]
- Terreal. (2015). *Productos y Sistemas constructivos*. Recuperat des de <http://www.terreal.es/bloque-ceramico/> [Consulta: 24 Febrer 2015]
- Promateriales. (2015). *La fachada cerámica: ventajas, innovación y versatilidad para la arquitectura*. Recuperat des de <http://www.promateriales.com/pdf/pm4107.pdf> [Consulta: 24 Febrer 2015]
- Euronit. (2015). *Sistemas Tonality*. Recuperat des de http://www.euronit.es/descargas/Manual-de-instalaci%C3%B3n-Tonality_634913339293750000.pdf [Consulta: 24 Febrer 2015]

- ASCER. (2015). *Cerámica para la arquitectura. Fachadas ventiladas y pavimentos técnicos*. Recuperat des de <http://www.ascer.es/verFotoHD.ashx?id=38> [Consulta: 24 Febrer 2015]
- Norma Bloc. (2015). *Bloques y ladrillos de hormigón*. Recuperat des de <http://www.normabloc.org/> [Consulta: 24 Febrer 2015]
- Fenoblock. (2015). *Productos*. Recuperat des de <http://www.fenoblock.com/> [Consulta: 24 Febrer 2015]
- Metàl·lics Cabratosa. (2015). *Revestiments de façana*. Recuperat des de http://www.cabratosa.cat/revestiments-de-facana-3_ca.html [Consulta: 25 Febrer 2015]
- Sumuvesa. (2015). *Façanes metàl·liques/industrials*. Recuperat des de <http://www.sumuvesa.com/cat/fa%C3%A7anes-industrials/fa%C3%A7anes-metaliques> [Consulta: 25 Febrer 2015]
- Panel Sandwich. (2006). *Panel para fachadas*. Recuperat des de <http://www.panelessandwich.com/index-2.html> [Consulta: 25 Febrer 2015]
- Trumes. (2015). *Panel de cerramiento*. Recuperat des de <http://www.trumes.es/PDF/f1.pdf> [Consulta: 26 Febrer 2015]
- Hormipresa. (2011). *Paneles arquitectónicos*. Recuperat des de <http://www.hormipresa.com/prefabricados-de-hormigon/paneles-arquitectonicos/> [Consulta: 26 Febrer 2015]
- Riphorsa. (2010). *Catálogo Riphorsa*. Recuperat des de http://www.riphorsa.com/download/catalogo_riphorsa_2010_rev2.pdf [Consulta: 26 Febrer 2015]
- Planasark. (2015). *Panell GRC sandvitx*. Recuperat des de <http://www.planasark.com/ca/productes/grc/panells-grc-sandwitx> [Consulta: 26 Febrer 2015]
- Planasark. (2015). *Manual de proyecto GRC*. Recuperat des de http://www.planasark.com/pdf/arxiu_56_1.pdf [Consulta: 26 Febrer 2015]

- Prefabricados Agustín (2015). *Per què formigó prefabricat?*. Recuperat des de <http://www.prefabricadosagustin.com/ca/per-que-formigo-prefabricat/> [Consulta: 26 Febrer 2015]
- Halinco. (2015). *Nociones sobre el hormigón armado*. Recuperat des de http://www.halinco.de/html/proy-es/tec_const/Horm-Armado/Hn-Ao-01.html [Consulta: 26 Febrer 2015]
- Bauen. (2015). *Ziegelsteine für den Hausbau: das Ziegelhaus*. Recuperat des de <http://www.bauen.de/ratgeber/hausbau/bauweise/massivhaus/artikel/artikel/ziegelsteine-fuer-den-hausbau.html> [Consulta: 27 Febrer 2015]
- Erhard Bauunternehmen. (2015). *Gute Gründe ein Ziegelniedrigenergiehaus zu bauen*. Recuperat des de <http://www.erhard-bauunternehmen.de/de/> [Consulta: 27 Febrer 2015]
- Baustoffwissen. (2015). *Gefüllt oder ungefüllt?*. Recuperat des de http://www.baustoffwissen.de/fachwissen/wPages/index.php?action=showArticle&article=Fachwissen-Beitrag_Gefuellt_oder_ungefullt_Welche_Vorteile_haben_Mauerwerkziegel_mit_integriertem_Daemmstoff.php [Consulta: 27 Febrer 2015]
- Ytong Silka. (2015). *Porenbeton*. Recuperat des de <http://www.ytong-silka.de> [Consulta: 2 Març 2015]
- Zuhause. (2015). *Wohnen im Holzhaus: vor-und nachteile*. Recuperat des de http://www.zuhause.de/wohnen-im-holzhaus-vor-und-nachteile/id_50792020/index [Consulta: 5 Març 2015]
- Gamper. (2015). *Holzbau*. Recuperat des de <http://www.holzbau-gamper.de/navi-allgemein/so-bauen-wir/gamper-holzbauweise/> [Consulta: 5 Març 2015]
- Styroporhaus.(2011). *Styroporhaus*. Recuperat des de <http://www.styroporhaus.com/> [Consulta: 6 Març 2015]
- ISO Massivhaus. (2015). *Massivhäuser selber bauen*. Recuperat des de www.iso-massivhaus.de [Consulta: 6 Març 2015]

- Zuhause. (2015). *Porenbeton: vor-und nachteilei des Baustoffs*. Recuperat des de http://www.zuhause.de/porenbeton-vor-und-nachteile-des-baustoffs/id_51744224/index [Consulta: 17 Març 2015]
- Xella. (2015). *Geschichte*. Recuperat des de <http://www.xella.com/de/content/geschichte.php> [Consulta: 17 Març 2015]
- Dennert. (2015). *KS-STEINE Kalksandstein fürs gesunde Raumklima*. Recuperat des de <http://www.dennert-baustoffe.de/de/produkte/wandbaustoffe/ks-steine.html> [Consulta: 31 Març 2015]
- Bauen. (2015). *Guter Schallschutz: Kalksandstein*. Recuperat des de <http://www.bauen.de/ratgeber/hausbau/bauweise/massivhaus/artikel/artikel/guter-schallschutz-kalksandstein.html> [Consulta: 31 Març 2015]
- Massivhaus Massivbau. (2014). *Massivbau-Massivhaus beuen mit Mauerwerk aus Kalksandstein*. Recuperat des de <http://www.massivhaus-massivbau.de/kalksandstein.php> [Consulta: 31 Març 2015]
- Bauen. (2015). *Klinker-Häuser punkten auch bei Energieeffizienz*. Recuperat des de <http://www.bauen.de/ratgeber/ausbau-renovierung/fassade/fassadenvarianten/artikel/artikel/klinker-haeuser-punkten-auch-bei-energieeffizienz.html> [Consulta: 31 Març 2015]
- Deutsche UNESCO-Kommission e.V.. (2015). *Fassade: Das Bauhaus und seine Stätten in Weimar und Dessau*. Recuperat des de <http://www.unesco.de/kultur/welterbe/welterbe-deutschland/bauhaus-weimardessau.html> [Consulta: 3 Abril 2015]
- Architekturbüro Waschitza. (2015). *Glasfassaden: nur ein schöner Anblick-oder doch Energieeffizient?*. Recuperat des de <http://www.waschitza.de/glasfassaden-nur-ein-schoener-anblick-oder-doch-energieeffizient/> [Consulta: 3 Abril 2015]
- Baulinks. (2009). *SFS intec-Gesamtkatalog "Glas-Befestigungssysteme"*. Recuperat des de <http://www.baulinks.de/webplugin/2009/1292.php4> [Consulta: 3 Abril 2015]
- ODC Systems. (2013). *Fensterglas*. Recuperat des de <http://www.odcsystems.de/fensterglas/> [Consulta: 3 Abril 2015]

- Hoesch Bausysteme (2015). *Wandsysteme*. Recuperat des de <http://www.hoesch-bau.com/> [10 d'Abril 2015]
- Catalana de Fusta. (2015). *Cases de fusta*. Recuperat des de <http://www.catalanadefusta.com/casas-de-madera.html> [Consulta: 26 Abril 2015]
- Elicsia. (2015). *Estructura lleugera de Tauler de partícules orientades-OSB*.
- Institut Tecnològic de Lleida. (2015). *Estat de l'art: façana de fusta*. Recuperat des de <http://www2.itl.cat:8080/Formacio/Cat/web/DOCS/Recerca/Fa%C3%A7ana%20fusta.pdf> [Consulta: 26 Abril 2015]
- Fachwerk Lehmbau. (2015). *Lehmbau*. Recuperat des de <http://www.fachwerk-lehmbau.de/> [Consulta: 6 Maig 2015]
- Fachwerk. (2015). *Die Entstehung des Fachwerkbau*. Recuperat des de <http://www.fachwerk.de/fachwerkhaus/entstehung.html> [Consulta: 6 Maig 2015]
- Wienerberger. (2015). *Fassadenlösungen - Argenton*. Recuperat des de <http://www.wienerberger.de/fassadenloesungen/argeton> [Consulta: 8 Maig 2015]
- Beton. (2015). *Aktuell*. Recuperat des de <http://www.beton.org/startseite/> [Consulta: 11 Maig 2015]
- Styro Stone. (2015). *Niedrigenergiehaus, Passivhaus, Aktivhaus: Die Vorteile auf einen Blick*. Recuperat des de <https://www.styrostone.de/> [Consulta: 12 Maig 2015]
- Hausjournal. (2015). *Die Preise für Mauersteine aus Beton sind moderat*. Recuperat des de <http://www.hausjournal.net/beton-mauersteine-preise> [Consulta: 14 Maig 2015]
- Uniblock. (2015). *Uniblock-das flexible Wandsystem*. Recuperat des de <http://www.uniblock-online.com/> [Consulta: 14 Maig 2015]
- Legioblock. (2015). *Betonblocksteine*. Recuperat des de <http://www.legioblock.com/de/> [Consulta: 14 Maig 2015]
- Europeblock. (2015). *Betongießformen für die Herstellung der Betonblöcke*. Recuperat des de <http://www.europeblock.com/de/> [Consulta: 14 Maig 2015]
- Betonblock Bayern. (2015). *Betonblöcke als flexible Bauelemente nutzen*. Recuperat des de <http://www.betonblock-bayern.de/> [Consulta: 14 Maig 2015]

- Schalungsstein. (2015). *Der Schalungsstein im Tiefbau*. Recuperat des http://www.cemex.de/UserFiles/Infomaterial/orange_wanne_mit_Doppelwand.pdf <http://www.schalungsstein.com/index.php?page=3&lang=de> [Consulta: 16 Maig 2015]
- Beton Stigloher. (2015). *Schalsteine*. Recuperat des http://www.cemex.de/UserFiles/Infomaterial/orange_wanne_mit_Doppelwand.pdf <http://beton-stigloher.de/schalsteine.html> [Consulta: 16 Maig 2015]
- RAU Fertigteilwerk. (2015). *Schalungssteinsysteme*. Recuperat des http://www.cemex.de/UserFiles/Infomaterial/orange_wanne_mit_Doppelwand.pdf <http://fertigteilwerk-rau.de/> [Consulta: 16 Maig 2015]
- Brettstapel. (2015). *Produkte, Informationen*. Recuperat des de <http://www.brettstapel.de/> [Consulta: 20 Maig 2015]
- Massiv Blockhaus Vertrieb W. Hollmann. (2015). *Holzhaus-das ideale Baumaterial*. Recuperat des de <http://www.massivblockhaus.de/> [Consulta: 20 Maig 2015]
- Zimmerei Jonuscheit. (2015). Was bietet Holzrahmenbau?. Recuperat des de <http://www.zimmerei-jonuscheit.de/html/holzrahmenbau.html> [Consulta: 20 Maig 2015]
- Moeding. (2015). *MOEDING Ziegelfassade*. Recuperat des de <http://www.moeding.de> [Consulta: 22 Maig 2015]
- AIS. (2015). *Befestigungstechnik für Natursteinfassaden*. Recuperat des de <http://www.ais-online.de/firma/halfen-vertriebsgesellschaft/produktinformation/befestigungstechnik-fuer-natursteinfassaden/9903352/1/> [Consulta: 22 Maig 2015]
- VHF STO. (2015). *Naturstein*. Recuperat des de <http://vhf.sto.de/de/material-emotion/material/news.html> [Consulta: 22 Maig 2015]
- FVHF. (2015). *VHF*. Recuperat des de <http://www.fvhf.de/Fassade/index.php> [Consulta: 22 Maig 2015]
- FVHF. (2015). *VHF*. Recuperat des de <http://www.fvhf.de/Fassade/index.php> [Consulta: 22 Maig 2015] SFHF. (2015). *Geschichte*. Recuperat des de <http://www.sfhf.ch/de/verband/geschichte/index.php> [Consulta: 22 Maig 2015]

- Beton. (2015). *Themen im Bereich Wissen*. Recuperat des de <http://www.beton.org/wissen/wohnungsbau/wand/> [Consulta: 23 Maig 2015]
- Greten. (2015). *Beton Sandwichwände – dauerhaft und energiesparend*. Recuperat des de <http://www.greten.de/index.php?id=121> [Consulta: 23 Maig 2015]
- Pillat Bau. (2010). *Ab vier Wänden ist es ein Haus. Was muss ich bei Wänden beachten?*. Recuperat des <http://www.pillat-bau.de/produkte/waende> [Consulta: 23 Maig 2015]
- Ideal Beton. (2015). *Individuelle Vielfalt*. Recuperat des de <http://www.ideal-beton.com/produkte.html> [Consulta: 24 Maig 2015]
- Cemex. (2015). *Orange Wanne. Das Betonabdichtungssystem für Keller*. Recuperat des <http://www.cemex.de/UserFiles/Infomaterial/orange%20wanne%20mit%20Doppelwand.pdf> [Consulta: 24 Maig 2015]
- Kalksandstein. (2015). *Kalksandstein hat Format*. Recuperat des de http://www.kalksandstein.de/bv_ksi/produkte.php?page_id=13064 [Consulta: 30 Maig 2015]
- Baunetz Wissen. (2015). *Fassade: Glas*. Recuperat des de http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Fassade_Glas-Transparentes-und-transluzentes-Glas_154467.html [Consulta: 30 Maig 2015]
- Baunetz Wissen. (2015). *Fassade: Glas*. Recuperat des de http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Fassade_Glas-Transparentes-und-transluzentes-Glas_154467.html [Consulta: 30 Maig 2015]
- Baunetz Wissen. (2015). *Fassade: Glas*. Recuperat des de http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Fassade_Glas-Transparentes-und-transluzentes-Glas_154467.html [Consulta: 30 Maig 2015]
- Saint-Gobain. (2015). *U-Glass Technology*. Recuperat des de <http://uglass.net/> [Consulta: 3 Juny 2015]
- Glass Partners Solutions. (2012). *U Glass*. Recuperat des de <http://www.uglas.es/> [Consulta: 5 Juny 2015] Saint-Gobain. (2015).

- *Aplicaciones de exteriores – Fachadas y Cerramientos*. Recuperat des de <http://es.saint-gobain-glass.com/commfunction/1878/960/fachadas-y-cerramientos> [Consulta: 5 Juny 2015]
- Saint-Gobain. (2015). *SGG U-GLAS*. Recuperat des de <http://es.saint-gobain-glass.com/product/2208/sgg-u-glas%C2%AE> [Consulta: 5 Juny 2015]
- Grupo Corbalán. (2013). *U-Glas. Vidrio impreso en “U”* <http://www.corbalan.com/Productos/vidriosdecoracion/Uglas/Uglas.html> [Consulta: 5 Juny 2015]
- Sogestone. (2011). *Aplacados en piedra natural*. Recuperat des de <http://sogestone.com/tecnicas/aplacados.html> [Consulta: 6 Juny 2015]
- Levantina. (2015). *Fachadas ventiladas. Soluciones Arquitectónicas en Piedra Natural*. Recuperat des de <http://sogestone.com/tecnicas/aplacados.html> [Consulta: 6 Juny 2015]
- Sto. (2015). *Emotional by nature*. Product range Natural Stone panels. Recuperat des de [http://www.sto.es/143998_ES-Folletos-StoVentec_Stone_%E2%80%93_Fachada_ventilada_\(ingl%C3%A9s\).htm.pdf](http://www.sto.es/143998_ES-Folletos-StoVentec_Stone_%E2%80%93_Fachada_ventilada_(ingl%C3%A9s).htm.pdf) [Consulta: 6 Juny 2015]
- Arqhys Arquitectura. (2015). *Ladrillos sílico-calcareos*. Recuperat des de <http://www.arqhys.com/construccion/silicos-ladrillos.html> [Consulta: 7 Juny 2015]
- Constructivo. (2001). *Ladrillo silico calcareo KK11H*. Recuperat des de <http://www.constructivo.com/cn/d/novedad.php?id=284> [Consulta: 7 Juny 2015]
- Mineraluren. (2015). *Procesos Ladrillos silico-calcareos*. Recuperat des de http://www.mineraluren.com/Procesos_Ladrillos.html [Consulta: 7 Juny 2015]
- Stac Bond. (2015). *Fachada Ventilada Sistema SZ*. Recuperat des de http://www.stacbond.es/paginas/fachada_ventilada_sistema_sz [Consulta: 9 Juny 2015]
- Polimer Tecnic. (2015). *Façanes amb materials plàstics*. Recuperat des de http://www.polimertecnic.com/cat/metacrilat-policarbonat-arquitectura_i_contruccio/productes/construccio_exterior/facanes_amb_materials_plasti_cs.html [Consulta: 9 Juny 2015]

- Resopal Construcción. (2015). *Catálogo edificios*. Recuperat des de <http://resopal.com/Construccion/catalogo/edificios.html> [Consulta: 9 Juny 2015]
- Complas. (2015). *Productes*. Recuperat des de <http://ca.complasbcn.com/> [Consulta: 9 Juny 2015]
- Realt 5000. (2015). *Les rajoles ceràmiques*. Recuperat des de <http://www.realt5000.com.ua/news/utf/ca/2036419/> [Consulta: 9 Juny 2015]
- Vitralba. (2015). *Vidrio pavés*. Recuperat des de <http://www.vitralba.com/paves-vidrio.html> [Consulta: 25 Juny 2015]
- Mundo pavés. (2014). *Novedades*. Recuperat des de <http://www.mundopaves.es/122-novedades-mundopaves> [Consulta: 25 Juny 2015]
- Tecno UPC. (2015). *Façana d'emmotllats de vidre: pavès* <http://tecno.upc.edu/bt/Tema-11/FasanaPaves.htm> [Consulta: 25 Juny 2015]
- Construmática. (2015). *Piedras artificiales conglomeradas*. Recuperat des de [http://www.construmatica.com/construpedia/Tecnolog%C3%ADa%20de%20la%20Construcci%C3%B3n%20Conglomerantes%20Morteros%20y%20Hormigones: Piedras Artificiales Conglomeras](http://www.construmatica.com/construpedia/Tecnolog%C3%ADa%20de%20la%20Construcci%C3%B3n%20Conglomerantes%20Morteros%20y%20Hormigones%20Piedras%20Artificiales%20Conglomeradas) [Consulta: 25 Juny 2015]
- Balaustres Martinez. (2015). *Historia de la Piedra Artificial*. Recuperat des de <http://www.piedra-artificial.es/blog-de-piedra-artificial/noticias-en-la-piedra-artificial/item/156-historia-de-la-piedra-artificial> [Consulta: 25 Juny 2015]
- Chemie. (2015). *Stahl*. Recuperat des de <http://www.chemie.de/lexikon/Stahl.html> [Consulta: 25 Juny 2015]
- Bymolly. (2015). *Verschiedene Arten von Holzverkleidung*. Recuperat des de <http://www.chemie.de/lexikon/Stahl.html> [Consulta: 25 Juny 2015]
- EcoSiglos. (2015). *Ventajas y desventajas medioambientales de la madera en las construcciones*. Recuperat des de <http://www.ecosiglos.com/2013/06/ventajas-desventajas-medioambientales-de-la-madera-en-edificios.html> [Consulta: 25 Juny 2015]

- GRUPOPANEL Prefabricados Metálicos S.L.. (2015). *Ventajas y desventajas medioambientales de la madera en las construcciones*. Recuperat des de <http://www.grupopanel.com/pdf/panel-sandwich-grupopanel.pdf> [Consulta: 30 Juny 2015]
- Materials no metàl·lics. (2015). *Les fustes: La fusta artificial* . Recuperat des de <http://ti-materialsnometalics-fusta.blogspot.com.es/p/fu.html> [Consulta: 30 Juny 2015]
- Som arquitectura Estudio de Arquitectura Técnica. (2015). *Madera natural & madera artificial*. Recuperat des de <https://somarquitectura.wordpress.com/2014/04/14/madera-natural-madera-artificial-2/> [Consulta: 30 Juny 2015]
- CAVIPLAN. Ing. Carlos Pearson. (2015). *Manual del Vidrio Plano*. Recuperat des de http://www.caviplan.org.ar/files/manual_vidrio_plano.pdf [Consulta: 2 Juliol 2015]
- Construmática. (2015). *El Vidrio*. Recuperat des de <http://www.construmatica.com/construpedia/Vidrio> [Consulta: 2 Juliol 2015]
- CEFAX. (2015). *Materials: Els Metalls* . Recuperat des de <http://www.cefax.org/digitals/segon/tecnologia/Metalls-Resum.pdf> [Consulta: 2 Juliol 2015]
- Civilgeeks. Ingeniería y Construcción. (2015). *Acero, ventajas y desventajas*. Recuperat des de <http://civilgeeks.com/2011/09/08/acero-ventajas-y-desventajas/>[Consulta: 2 Juliol 2015]
- Arqhys. (2015). *Historia del acero*. Recuperat des de <http://www.arqhys.com/arquitectura/acero-historia.html> [Consulta: 2 Juliol 2015]
- Seves Glass Block. (2015). *Historia*. Recuperat des de <http://www.sevesglassblock.com/es/historia.html> [Consulta: 3 Juliol 2015]
- eHow en Español. (2015). *Información sobre los bloques de vidrio de las ventanas*. Recuperat des de http://www.ehowenespanol.com/acerca-bloques-vidrio-ventanas-sobre_146231/ [Consulta: 3 Juliol 2015]
- Bloc de Plàstic. (2015). *Els plàstics*. Recuperat des de <http://blocdeplastic.blogspot.com.es/> [Consulta: 4 Juliol 2015]

- Ingeniería Plástica. (2008). *La Historia del Plástico; Un siglo de Desarrollos para la sociedad del futuro*. Recuperat des de http://www.ingenieriaplastica.com/novedades_ip/instituciones/cipres_historia.html [Consulta: 4 Juliol 2015]
- Plastics Europe. (2015). *Edificación y Construcción*. Recuperat des de <http://www.plasticseurope.es/usos-de-los-plasticos/edificacion-y-construccion.aspx> [Consulta: 4 Juliol 2015]
- Canal Construcción. (2015). *Estuco*. Recuperat des de <http://www.canalconstruccion.com/estuco.html> [Consulta: 7 Juliol 2015]
- Albayalde. (2009). *Ventajas de estucos de Cal*. Recuperat des de <http://www.albayalde.net/ventajas-estuco-de-cal.html> [Consulta: 7 Juliol 2015]
- Aerodurit. (2001). *Putzmörtel*. Recuperat des de <http://www.aerodurit.de/downloads/Putzmoertel-Allgemeinwissen.pdf> [Consulta: 8 Juliol 2015]
- Zuhause. (2015). *Zementmörtel: verarbeitung und anwendung*. Recuperat des de http://www.zuhause.de/zementmoertel-verarbeitung-und-anwendung/id_59133314/index [Consulta: 8 Juliol 2015]
- Möрте.info. (2015). *Was ist Zementmörtel?*. Recuperat des de <http://xn--mrtel-ua.info/was-ist-zementmoertel/> [Consulta: 8 Juliol 2015]
- Solaris Glasstein. (2015). *Verleger/Handel*. Recuperat des de <http://www.solaris-glasstein.de/verleger-handel.html> [Consulta: 10 Agost 2015]
- Seves Glass Block. (2015). *Glassteine*. Recuperat des de <http://www.sevesglassblock.com/de/home.html> [Consulta: 10 Agost 2015]
- Haus Journal (2015). *Glasbausteinwand*. Recuperat des de <http://www.hausjournal.net/glasbausteinwand> [Consulta: 10 Agost 2015]
- Magazin Wohnen. (2015). *Glasbausteine*. Recuperat des de <http://magazin.wohnen.de/Glasbausteine.html> [Consulta: 10 Agost 2015]
- Chemie. (2015). *Harz (Material)*. Recuperat des de [http://www.chemie.de/lexikon/Harz_\(Material\).html#Kunstharz/](http://www.chemie.de/lexikon/Harz_(Material).html#Kunstharz/) [Consulta: 11 Agost 2015]

- Hilfreich. (2015). *Kunststofffassade -Vor- und Nachteile*. Recuperat des de http://www.hilfreich.de/kunststofffassade-vor-und-nachteile_16908 [Consulta: 11 Agost 2015]
- Cembrit. (2015). *Faserzement – Was ist das?*. Recuperat des de <http://www.cembrit.de/Faserzement-28625.aspx> [Consulta: 11 Agost 2015]
- Baunetz Wissen. (2015). *Hochdrucklaminatplatten (HPL). Bekleidungs-elemente für hinterlüftete Fassaden und Balkone*. Recuperat des de http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Fassade-Hochdrucklaminatplatten-HPL-_2401459.html [Consulta: 11 Agost 2015]
- Werzalit. (2015). *Das Beste aus Holz und Kunststoff*. Recuperat des de <http://werzalit.com/de/s2-holz-polymer-werkstoff-wpc.html> [Consulta: 11 Agost 2015]
- Böhm. (2012). *Kunststein*. Recuperat des de <http://www.boehm-on.de/silestone/kunststein/herstellung.html> [Consulta: 12 Agost 2015]
- Geopietra. (2015). *Produktdatenblatt Kunststein Geopietra*. Recuperat des de http://geopietra.de/sites/default/files/01sch_geopietra_de15_0.pdf [Consulta: 12 Agost 2015]
- Schöner Wohnen. (2015): *Stuck*. Recuperat des de <http://www.schoener-wohnen.de/einrichten/dekorieren/27636-rtkl-stuck> [Consulta: 13 Agost 2015]
- Backstein. (2012). *12 Gute Gründe für Backstein*. Recuperat des de http://www.backstein.com/de/bauherren/vorteile-von-backstein/12-gute-grunde-fur-backstein/6_732.html [Consulta: 14 Agost 2015]
- BV Glas. (2015). *Die Geschichte des Werkstoffes*. Recuperat des de <http://www.bvglas.de/der-werkstoff/geschichte-entwicklung/> [Consulta: 14 Agost 2015]
- Eduardo Pouler (Slideshare). (2015). *Resinas sintéticas*. Recuperat des de <http://de.slideshare.net/epouler1/presentacin3ppt-resinas-sinteticas> [Consulta: 20 Agost 2015]
- Ökologisch Bauen (2015). *Holzwerkstoffplatten*. Recuperat des de <http://www.oekologischbauen.info/hausbau/bauweisen/holzbau/holzwerkstoffplatten.html> [Consulta: 3 Setembre 2015]

- Schadstoffberatung Tübingen. (2006). *Spanplatten und andere Holzwerkstoffe*. Recuperat des de <http://www.schadstoffberatung.de/holz.htm> [Consulta: 3 Setembre 2015]
- Lerntippsammlung. (2015). *Geschichte der Holzwerkstoffe*. Recuperat des de <http://www.lerntippsammlung.de/Geschichte-der-Holzwerkstoffe.html> [Consulta: 3 Setembre 2015]

7. AGRAÏMENTS

Voldria agrair en primer lloc a la Maria Mercè Pareta, la tutora d'aquest Projecte Final de Grau, per la seva dedicació i consell al llarg de la realització.

També aprofitar agrair a l'enginyer Josef Schreiber (Schreiber-Bautec Beratende Ingenieure), per haver-me ajudat durant l'estada a Alemanya a entendre la construcció i materials típics d'Alemanya, i a tots els magatzems de materials de construcció, empreses constructores, arquitectes i arquitectes tècnics, per haver volgut participar voluntàriament a respondre els qüestionaris que han fet possible poder obtenir una sèrie de resultats objectius per a la meva recerca.

Finalment als pares, per tot el temps que m'han vist endinsada realitzant el projecte i que m'han donat suport i ànims en tot moment, i a tu, Alexander Schlögl, per tot aquest temps que has estat ajudant-me i aportant fotografies per al meu projecte (*Vielen Dank Schlögl Alexander, für die Zeit, die ich mit verbringen dürfte und du mit mir wichtige Bilder für mein Abschlussprojekt gemacht hast*).

Treball final de grau

Estudi: Grau en Arquitectura Tècnica

Títol: Estudi comparatiu dels materials usats en façanes a Catalunya i Alemanya

Document: Annex I

Alumne: Marta Portell Campos

Tutor: Maria Mercè Pareta Marjanedas

Departament: Arquitectura i Enginyeria de la Construcció

Àrea: Construccions Arquitectòniques

Convocatòria (mes/any): Setembre de 2015

ÍNDEX

1. Qüestionari a magatzems de materials per a la construcció	pàg. 1
2. Qüestionari a empreses constructores	pàg. 33
3. Qüestionari a tècnics	pàg. 65

QÜESTIONARI A MAGATZEMS DE MATERIALS PER A LA CONSTRUCCIÓ

Nom del magatzem: Materiales Moras S.A.

Ubicació: Barcelona

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials teniu en estoc de venda en el vostre magatzem?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials és la més venuda?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

- ❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Teniu a la venda algun dels materials anteriorment esmentats? Si és així, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials esmentats anteriorment?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A MAGATZEMS DE MATERIALS PER A LA CONSTRUCCIÓ

Nom del magatzem: Inter-Avia S.A. (Grup Bigmat)

Ubicació: Parets del Vallès (Barcelona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials teniu en estoc de venda en el vostre magatzem?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials és la més venuda?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

- ❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Teniu a la venda algun dels materials anteriorment esmentats? Si és així, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials esmentats anteriorment?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A MAGATZEMS DE MATERIALS PER A LA CONSTRUCCIÓ

Nom del magatzem: Mach, Materials per a la Construcció S.L.

Ubicació: Premià de Mar (Barcelona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials teniu en estoc de venda en el vostre magatzem?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials és la més venuda?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Teniu a la venda algun dels materials anteriorment esmentats? Si és així, quin/s?**

No

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials esmentats anteriorment?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A MAGATZEMS DE MATERIALS PER A LA CONSTRUCCIÓ

Nom del magatzem: FECA - Ferret Casulleras S.L.

Ubicació: Vilafranca del Penedès (Barcelona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials teniu en estoc de venda en el vostre magatzem?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials és la més venuda?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

- ❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calçari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Teniu a la venda algun dels materials anteriorment esmentats? Si és així, quin/s?**

No

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calçari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials esmentats anteriorment?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A MAGATZEMS DE MATERIALS PER A LA CONSTRUCCIÓ

Nom del magatzem: Gotarra S.L.

Ubicació: Fornells de la Selva (Girona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials teniu en estoc de venda en el vostre magatzem?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials és la més venuda?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

No

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Teniu a la venta algun dels materials anteriorment esmentats? Si és així, quin/s?**

No

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials esmentats anteriorment?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A MAGATZEMS DE MATERIALS PER A LA CONSTRUCCIÓ

Nom del magatzem: Materials Miquel Alt Empordà S.L. (Grup Gamma)

Ubicació: Santa Llogaia D'Àlguema (Girona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials teniu en estoc de venda en el vostre magatzem?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials és la més venuda?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

- ❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Teniu a la venda algun dels materials anteriorment esmentats? Si és així, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials esmentats anteriorment?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A MAGATZEMS DE MATERIALS PER A LA CONSTRUCCIÓ

Nom del magatzem: Materials del Freser S.L.

Ubicació: Ribes de Freser (Girona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials teniu en estoc de venda en el vostre magatzem?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials és la més venuda?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

- ❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Teniu a la venta algun dels materials anteriorment esmentats? Si és així, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials esmentats anteriorment?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A MAGATZEMS DE MATERIALS PER A LA CONSTRUCCIÓ

Nom del magatzem: Materials i Transports Coll,S.L.

Ubicació: Olot (Girona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials teniu en estoc de venda en el vostre magatzem?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials és la més venuda?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

- ❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Teniu a la venta algun dels materials anteriorment esmentats? Si és així, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials esmentats anteriorment?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A MAGATZEMS DE MATERIALS PER A LA CONSTRUCCIÓ

Nom del magatzem: Materials per a la Construcció i Adobs J. Piñol S.L.

Ubicació: Lleida

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials teniu en estoc de venda en el vostre magatzem?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials és la més venuda?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

- ❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Teniu a la venda algun dels materials anteriorment esmentats? Si és així, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials esmentats anteriorment?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A MAGATZEMS DE MATERIALS PER A LA CONSTRUCCIÓ

Nom del magatzem: Nicanor Mateu S.L.

Ubicació: Les Borges Blanques (Lleida)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials teniu en estoc de venda en el vostre magatzem?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials és la més venuda?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

- ❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Teniu a la venda algun dels materials anteriorment esmentats? Si és així, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials esmentats anteriorment?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A MAGATZEMS DE MATERIALS PER A LA CONSTRUCCIÓ

Nom del magatzem: Materials i Distribucions RBF LA SEU S.L.

Ubicació: La Seu d'Urgell (Lleida)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials teniu en estoc de venda en el vostre magatzem?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials és la més venuda?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

- ❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Teniu a la venta algun dels materials anteriorment esmentats? Si és així, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials esmentats anteriorment?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A MAGATZEMS DE MATERIALS PER A LA CONSTRUCCIÓ

Nom del magatzem: Jordi Vilar S.L. (Grup GAMMA)

Ubicació: Solsona (Lleida)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials teniu en estoc de venda en el vostre magatzem?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials és la més venuda?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

- ❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calçari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Teniu a la venta algun dels materials anteriorment esmentats? Si és així, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calçari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials esmentats anteriorment?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A MAGATZEMS DE MATERIALS PER A LA CONSTRUCCIÓ

Nom del magatzem: Bigmat Sans

Ubicació: Tarragona i Montblanc (Tarragona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials teniu en estoc de venda en el vostre magatzem?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials és la més venuda?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

- ❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Teniu a la venta algun dels materials anteriorment esmentats? Si és així, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials esmentats anteriorment?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A MAGATZEMS DE MATERIALS PER A LA CONSTRUCCIÓ

Nom del magatzem: Mayor, Materials per a la Construcció S.L.

Ubicació: Tortosa (Tarragona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials teniu en estoc de venda en el vostre magatzem?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials és la més venuda?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

- ❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Teniu a la venda algun dels materials anteriorment esmentats? Si és així, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials esmentats anteriorment?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A MAGATZEMS DE MATERIALS PER A LA CONSTRUCCIÓ

Nom del magatzem: Comercial Llauradó S.A.

Ubicació: Móra d'Ebre (Tarragona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials teniu en estoc de venda en el vostre magatzem?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials és la més venuda?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

- ❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Teniu a la venta algun dels materials anteriorment esmentats? Si és així, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials esmentats anteriorment?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A MAGATZEMS DE MATERIALS PER A LA CONSTRUCCIÓ

Nom del magatzem: Ramon Magriñà Batalla S.A.

Ubicació: Valls (Tarragona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials teniu en estoc de venda en el vostre magatzem?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **Quina/es de les següents famílies de materials és la més venuda?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

- ❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/lana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Teniu a la venta algun dels materials anteriorment esmentats? Si és així, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/lana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials esmentats anteriorment?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A EMPRESES CONSTRUCTORES

Nom de l'empresa: Roig Construcciones y Servicios, S.L.

Ubicació: Barcelona

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

- ❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A EMPRESES CONSTRUCTORES

Nom de l'empresa: Construcciones Mena e Hijos S.C.P.

Ubicació: Santa Maria de Palautordera (Barcelona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A EMPRESES CONSTRUCTORES

Nom de l'empresa: Chacosa Construccions S.L.

Ubicació: Mataró (Barcelona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

- ❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A EMPRESES CONSTRUCTORES

Nom de l'empresa: Construccions Tabaquista S.L.

Ubicació: Sant Sadurní d'Anoia (Barcelona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

- ❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A EMPRESES CONSTRUCTORES

Nom de l'empresa: Construccions Rebutent S.A.

Ubicació: Sant Gregori (Girona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

No

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A EMPRESES CONSTRUCTORES

Nom de l'empresa: Construccions Pòrfit S.L.U.

Ubicació: Port de la Selva (Girona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A EMPRESES CONSTRUCTORES

Nom de l'empresa: Construccions Freixenet Camprodón S.L.

Ubicació: Camprodon (Girona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A EMPRESES CONSTRUCTORES

Nom de l'empresa: Pla d'Olot S.L.

Ubicació: Olot (Girona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció i/o comercialització

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A EMPRESES CONSTRUCTORES

Nom de l'empresa: Dolomada Grupo S.L.

Ubicació: Lleida

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

- ❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A EMPRESES CONSTRUCTORES

Nom de l'empresa: Construccions Ribes Bosch, S.L.

Ubicació: Torregrossa (Lleida)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A EMPRESES CONSTRUCTORES

Nom de l'empresa: Construccions Bellver (Grup FILA)

Ubicació: Bellver de Cerdanya (Lleida)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A EMPRESES CONSTRUCTORES

Nom de l'empresa: Consvefra S.L.

Ubicació: Alcarràs (Lleida)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A EMPRESES CONSTRUCTORES

Nom de l'empresa: Ramon Mata i fills S.L.

Ubicació: Tarragona

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?**

No fem rehabilitacions

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calçari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calçari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A EMPRESES CONSTRUCTORES

Nom de l'empresa: Promontblanc S.L.U.

Ubicació: Montblanc (Tarragona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?**

No fem rehabilitacions

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A EMPRESES CONSTRUCTORES

Nom de l'empresa: Construccions Jaen Valles S.L.

Ubicació: Gandesa (Tarragona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

- ❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A EMPRESES CONSTRUCTORES

Nom de l'empresa: Construccions Torres i Fills S.L.

Ubicació: Santa Bàrbara (Tarragona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

QÜESTIONARI A TÈCNICS

Nom del tècnic: Marc Trepà Carbonell

Professió: Arquitecte

Ubicació del lloc de treball: Barcelona

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

- ❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

No

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

Perquè el client no ho demana

- ❖ **En cas d'haver producció i estoc de vendes, aconsellaries la utilització d'algun d'aquests materials en els teus projectes?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que sí, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Si fos el client que et demanés algun dels sistemes mencionats anteriorment, ho acceptaries?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que no, per què?**

Per desconeixement

Per possibles dificultats en el subministrament

Per manca de normativa

QÜESTIONARI A TÈCNICS

Nom del tècnic: Jordi Planelles

Professió: Arquitecte

Ubicació del lloc de treball: Vilafranca del Penedès (Barcelona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

- ❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

Perquè el client no ho demana

- ❖ **En cas d'haver producció i estoc de vendes, aconsellaries la utilització d'algun d'aquests materials en els teus projectes?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que sí, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Si fos el client que et demanés algun dels sistemes mencionats anteriorment, ho acceptaries?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que no, per què?**

Per desconeixement

Per possibles dificultats en el subministrament

Per manca de normativa

QÜESTIONARI A TÈCNICS

Nom del tècnic: Bernat Batlle Montserrat

Professió: Arquitecte Tècnic

Ubicació del lloc de treball: Mataró (Barcelona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

No

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

Perquè el client no ho demana

- ❖ **En cas d'haver producció i estoc de vendes, aconsellaries la utilització d'algun d'aquests materials en els teus projectes?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que sí, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Si fos el client que et demanés algun dels sistemes mencionats anteriorment, ho acceptaries?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que no, per què?**

Per desconeixement

Per possibles dificultats en el subministrament

Per manca de normativa

QÜESTIONARI A TÈCNICS

Nom del tècnic: Tomàs Pardo

Professió: Arquitecte Tècnic

Ubicació del lloc de treball: Sabadell (Barcelona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

- ❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

Perquè el client no ho demana

- ❖ **En cas d'haver producció i estoc de vendes, aconsellaries la utilització d'algun d'aquests materials en els teus projectes?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que sí, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Si fos el client que et demanés algun dels sistemes mencionats anteriorment, ho acceptaries?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que no, per què?**

Per desconeixement

Per possibles dificultats en el subministrament

Per manca de normativa

QÜESTIONARI A TÈCNICS

Nom del tècnic: Simon Kapp

Professió: Arquitecte

Ubicació del lloc de treball: Castelló d'Empúries (Girona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

Perquè el client no ho demana

- ❖ **En cas d'haver producció i estoc de vendes, aconsellaries la utilització d'algun d'aquests materials en els teus projectes?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que sí, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Si fos el client que et demanés algun dels sistemes mencionats anteriorment, ho acceptaries?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que no, per què?**

Per desconeixement

Per possibles dificultats en el subministrament

Per manca de normativa

QÜESTIONARI A TÈCNICS

Nom del tècnic: Quim Gallart

Professió: Arquitecte

Ubicació del lloc de treball: Olot (Girona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

Perquè el client no ho demana

- ❖ **En cas d'haver producció i estoc de vendes, aconsellaries la utilització d'algun d'aquests materials en els teus projectes?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que sí, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Si fos el client que et demanés algun dels sistemes mencionats anteriorment, ho acceptaries?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que no, per què?**

Per desconeixement

Per possibles dificultats en el subministrament

Per manca de normativa

QÜESTIONARI A TÈCNICS

Nom del tècnic: Joan Llorens Sulivera

Professió: Arquitecte Tècnic

Ubicació del lloc de treball: Universitat de Girona

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

Perquè el client no ho demana

- ❖ **En cas d'haver producció i estoc de vendes, aconsellaries la utilització d'algun d'aquests materials en els teus projectes?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que sí, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Si fos el client que et demanés algun dels sistemes mencionats anteriorment, ho acceptaries?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que no, per què?**

Per desconeixement

Per possibles dificultats en el subministrament

Per manca de normativa

QÜESTIONARI A TÈCNICS

Nom del tècnic: Núria Saura

Professió: Arquitecte Tècnica

Ubicació del lloc de treball: Camprodon (Girona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

- ❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

No

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

No

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

Perquè el client no ho demana

- ❖ **En cas d'haver producció i estoc de vendes, aconsellaries la utilització d'algun d'aquests materials en els teus projectes?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que sí, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Si fos el client que et demanés algun dels sistemes mencionats anteriorment, ho acceptaries?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que no, per què?**

Per desconeixement

Per possibles dificultats en el subministrament

Per manca de normativa

QÜESTIONARI A TÈCNICS

Nom del tècnic: Orland Martí Rovira

Professió: Arquitecte

Ubicació del lloc de treball: Lleida

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

- ❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

No

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

Perquè el client no ho demana

- ❖ **En cas d'haver producció i estoc de vendes, aconsellaries la utilització d'algun d'aquests materials en els teus projectes?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que sí, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calçari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Si fos el client que et demanés algun dels sistemes mencionats anteriorment, ho acceptaries?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que no, per què?**

Per desconeixement

Per possibles dificultats en el subministrament

Per manca de normativa

QÜESTIONARI A TÈCNICS

Nom del tècnic: Lluís Moreu Hostenh

Professió: Arquitecte

Ubicació del lloc de treball: Val d'Aran (Lleida)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

Perquè el client no ho demana

- ❖ **En cas d'haver producció i estoc de vendes, aconsellaries la utilització d'algun d'aquests materials en els teus projectes?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que sí, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Si fos el client que et demanés algun dels sistemes mencionats anteriorment, ho acceptaries?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que no, per què?**

Per desconeixement

Per possibles dificultats en el subministrament

Per manca de normativa

QÜESTIONARI A TÈCNICS

Nom del tècnic: Ramon Hernandez

Professió: Arquitecte Tècnic

Ubicació del lloc de treball: Agramunt (Lleida)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

Perquè el client no ho demana

- ❖ **En cas d'haver producció i estoc de vendes, aconsellaries la utilització d'algun d'aquests materials en els teus projectes?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que sí, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Si fos el client que et demanés algun dels sistemes mencionats anteriorment, ho acceptaries?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que no, per què?**

Per desconeixement

Per possibles dificultats en el subministrament

Per manca de normativa

QÜESTIONARI A TÈCNICS

Nom del tècnic: Jordi Vilana Vilarrubla

Professió: Arquitecte Tècnic

Ubicació del lloc de treball: Organyà (Lleida)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

Perquè el client no ho demana

- ❖ **En cas d'haver producció i estoc de vendes, aconsellaries la utilització d'algun d'aquests materials en els teus projectes?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que sí, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calçari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Si fos el client que et demanés algun dels sistemes mencionats anteriorment, ho acceptaries?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que no, per què?**

Per desconeixement

Per possibles dificultats en el subministrament

Per manca de normativa

QÜESTIONARI A TÈCNICS

Nom del tècnic: Victor Sans Cosculluela

Professió: Arquitecte

Ubicació del lloc de treball: Tarragona

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ **De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ **De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?**

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

Perquè el client no ho demana

- ❖ **En cas d'haver producció i estoc de vendes, aconsellaries la utilització d'algun d'aquests materials en els teus projectes?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que sí, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/lana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Si fos el client que et demanés algun dels sistemes mencionats anteriorment, ho acceptaries?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que no, per què?**

Per desconeixement

Per possibles dificultats en el subministrament

Per manca de normativa

QÜESTIONARI A TÈCNICS

Nom del tècnic: Carlos Vergés

Professió: Arquitecte

Ubicació del lloc de treball: Tortosa (Tarragona)

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

No

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

Perquè el client no ho demana

- ❖ **En cas d'haver producció i estoc de vendes, aconsellaries la utilització d'algun d'aquests materials en els teus projectes?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que sí, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Si fos el client que et demanés algun dels sistemes mencionats anteriorment, ho acceptaries?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que no, per què?**

Per desconeixement

Per possibles dificultats en el subministrament

Per manca de normativa

QÜESTIONARI A TÈCNICS

Nom del tècnic: Oscar Parra Vallverdu

Professió: Arquitecte Tècnic / Enginyer de l'Edificació

Ubicació del lloc de treball: Tarragona

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

No

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

Perquè el client no ho demana

- ❖ **En cas d'haver producció i estoc de vendes, aconsellaries la utilització d'algun d'aquests materials en els teus projectes?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que sí, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Si fos el client que et demanés algun dels sistemes mencionats anteriorment, ho acceptaries?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que no, per què?**

Per desconeixement

Per possibles dificultats en el subministrament

Per manca de normativa

QÜESTIONARI A TÈCNICS

Nom del tècnic: Cecília Cardiel Rull

Professió: Arquitecte Tècnic

Ubicació del lloc de treball: Tarragona i rodalies

Sobre els materials utilitzats a Catalunya

- ❖ De les últimes obres de nova construcció que has realitzat, quin dels següents materials hi estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

- ❖ De les últimes obres de rehabilitació que has realitzat, quin dels següents materials estava present?

Ceràmica

Formigó

Fusta

Metall

Pedra

Plàstic/compòsits

Vidre/Mur cortina

Sobre els materials utilitzats a Alemanya

❖ **Coneixes algun dels següents materials/sistemes constructius de façanes?**

Façana amb peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Has treballat mai amb algun dels materials mencionats anteriorment?**

No

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

❖ **Per què creus que aquí no s'utilitzen aquests materials?**

Perquè són desconeguts

Per manca d'existència de producció

Perquè resulta més fàcil utilitzar els sistemes tradicionals de casa nostra

Perquè no s'adaptarien a les nostres necessitats constructives

Perquè el client no ho demana

- ❖ **En cas d'haver producció i estoc de vendes, aconsellaries la utilització d'algun d'aquests materials en els teus projectes?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que sí, quin/s?**

Peces d'argila cuita tradicional

Bloc de termoargila amb aïllament interior (perlita/llana mineral)

Peces de silici-calcari

Peces de formigó cel·lular

Sistema "Lego" de Blocs de formigó

Sistema de peces d'escuma de poliestirè

- ❖ **Si fos el client que et demanés algun dels sistemes mencionats anteriorment, ho acceptaries?**

Sí

No

- ❖ **En el cas que no, per què?**

Per desconeixement

Per possibles dificultats en el subministrament

Per manca de normativa