

Treball final de Màster

Màster en Enginyeria Industrial

Certificació i rehabilitació energètica de llars en entorns de vulnerabilitat social: el cas d'un habitatge del barri del Raval

MEMÒRIA

Autor: Anna Castella López
Director: Eva Cuerva Contreras
Convocatòria: Gener 2022



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



Resum

El present projecte forma part d'un estudi en col·laboració de l'ONG Oasiurbà, una entitat sense ànim de lucre que treballa per millorar les condicions de vida, des d'un punt de vista tant tècnic com jurídic. En concret, l'objectiu d'aquest projecte és millorar l'eficiència energètica d'un habitatge del barri del Raval, per tal de poder eliminar un dels factors que repercuteixen més en la pobresa energètica. Per fer-ho, inicialment es descriu els conceptes energètics principals que afecten en un habitatge. Seguidament, es realitza una descripció detallada de totes les característiques de l'habitatge, tant dels elements constructius com de les seves instal·lacions i el consum energètic d'aquestes. Totes aquestes dades s'han introduït dins del programa CE3X, per tal d'obtenir la certificació energètica corresponent.

Cal tenir en compte que l'antiguitat del parc d'habitatges del Raval és molt superior a la resta de districtes de Barcelona, ocasionant una falta de dades dels elements constructius, com és el cas present. D'aquesta manera, s'estudia la viabilitat de fer servir les dades suggerides pel programa CE3X en comparació a unes dades estimades, arribant a la conclusió que es poden fer servir sense que afecti molts als resultats.

A continuació, es proposen diferents mesures de millora i s'estudia quina repercussió tenen davant del resultat de la qualificació energètica. Aquestes mesures de millora es classifiquen segons tres criteris: l'econòmic, el pràctic i la repercussió que tenen amb els resultats de la certificació energètica, aconseguint diferents grups de mesures de millora a aplicar segons les necessitats.

Finalment, tenint en compte la situació econòmica de la propietària del pis, es decideix aplicar les mesures que impliquin una menor inversió. Amb aquestes propostes de millora s'assoleix una qualificació F, on les emissions de diòxid de carboni anual són de 50,3 kg/m², una demanda tèrmica de calefacció de 138,4 kWh/m² i una refrigeració de 10,2 kWh/m², suposant un estalvi de gairebé un 15% en la demanda i les emissions de CO₂ de calefacció i un 30% en la demanda i les emissions de refrigeració.

Gràcies a un estudi de viabilitat econòmic, que facilita el mateix programa CE3X, es conclou que la inversió és rendible i viable amb un període de retorn d'aproximadament un any i un VAN (valor anual net) positiu.

Sumari

1.	Prefaci	12
1.1.	Introducció a la problemàtica	12
	Radiografia del barri del Raval	12
	□ Economia del Raval	14
	□ Habitatge del Raval	15
	Pobresa energètica	16
	□ Pobresa energètica per districtes a Barcelona	17
	Oasisurbà	20
1.2.	Origen del projecte	21
1.3.	Motivació	21
1.4.	Objectius	21
1.5.	Abast i limitacions del projecte	22
1.6.	Planificació i programació	23
2.	Eficiència i certificació energètica d'edificis	25
2.1.	Certificat energètic	25
2.2.	Paràmetres a considerar pel càlcul de la certificació energètica	27
	□ Envolupant tèrmica	27
	□ Clima	31
	□ Instal·lacions tèrmiques	31
	□ Ocupació	33
2.3.	Rehabilitació energètica	33
2.4.	Normativa	34
2.5.	Edifici de consum gairebé nul (nZEB)	35
3.	Cas d'aplicació: estudi d'un habitatge al barri del Raval de Barcelona	36
3.1.	Descripció de l'habitatge	36
	□ Característiques generals	36
	□ Plànols de l'habitatge	36
	□ Climatologia	38
	□ Instal·lacions	40
3.2.	Consum energètic i indicadors	42
4.	Certificació energètica de l'habitatge d'estudi	45
4.1.	Programa utilitzat	45
4.2.	Dades Generals	46
4.3.	Evolvent tèrmica	48
	□ Valors per defecte	50
	□ Valors estimats	51

4.4. Definició de les ombres	53
4.5. Instal·lacions de l'edifici	56
5. Resultats obtinguts	57
6. Propostes de millora energètica.....	61
6.1. Millores definides pel programa.....	61
6.1.1 Definició de les millores	62
6.1.2 Parametrització de les solucions.....	69
6.1.3 Qualificació energètica de cada millora.....	71
6.2 Millores definides pel certificador.....	79
6.3 Costos de les mesures de millora.....	81
7. Certificació amb les propostes de millora.....	86
7.1 Resultats certificació energètica per combinacions	88
7.2 Anàlisi econòmic combinacions.....	90
7.2.1 Resultat de l'anàlisi econòmic.....	91
7.3 Planificació implementació de les mesures	91
8. Resultats finals	92
9. Pressupost.....	94
10. Impacte ambiental.....	96
11. Conclusions	97
Possibles treballs futurs	98
12. Agraïments.....	99
13. Bibliografia	100
Annexos.....	106
A. Càlcul patrons d'ombres.....	106
B. Càlcul de càrregues tèrmiques.....	108
C. Certificat d'eficiència energètica dels edificis	109
D. Informe descriptiu de les mesures de millora	110

Taules

Taula 1. Estructura de la població de Barcelona per districtes [4]	13
Taula 2. Origen de la població per districtes de Barcelona [5].....	13
Taula 3. RDL i RDLpc per districtes de Barcelona [6]	14
Taula 4. Diagrama de Gantt organització projecte	24
Taula 5. Transmittàncies màximes en funció de la zona climàtica i del tipus d'element constructiu	30
Taula 6. Zones climàtiques en funció de l'altitud i província	31
Taula 7. Temperatura i humitat relativa de confort en funció estació de l'any.....	32
Taula 8. Càrrega interna W/m^2 en funció del perfil d'ús [23]	33
Taula 9. Superfície estances habitatge	38
Taula 10. Paràmetres climatològics ciutat Barcelona [27]	39
Taula 11. Característiques tècniques escalfador.....	40
Taula 12. Potència, hores de funcionament i consum dels electrodomèstics presents a l'habitatge	41
Taula 13. Comparativa entre el consum d'un habitatge tipus i l'habitatge estudiat	42
Taula 14. Dades generals de l'habitatge estudiat.....	46
Taula 15. Cabals mínims per a la ventilació de cabal constants en locals habitables .	47
Taula 16. Cabal mínim per cada estança.....	47
Taula 17. Ocupació de persones en funció nombre de dormitoris.....	48
Taula 18. Relació entre els tancaments existents i els ponts tèrmics associats [32] ...	50
Taula 19. Característiques evolvent tèrmica habitatge.....	50
Taula 20. Absortivitat dels marcs (HE 1 CTE)	51
Taula 21. Transmissivitat de cada pis del mateix bloc.....	51
Taula 22. Transmittància tèrmica en funció del material de les finestres.....	52
Taula 23. Característiques tèrmiques de les finestres.....	52
Taula 24. Característiques tèrmiques dels murs i coberta.....	53
Taula 25. Azimut i elevació dels diferents punts del balcó	54
Taula 26. Paràmetres per definir les ombres produïdes sobre una façana.....	55
Taula 27. Resultats obtinguts en la certificació energètica amb valors per defecte i amb valors estimats.....	57
Taula 28. Transmittància dels elements constructius.	59
Taula 29. Comparativa entre les dues certificacions energètiques: amb valors per defecte i valors estimats	59
Taula 30. Característiques aïllaments proposats en els murs	64
Taula 31. Característiques aïllaments proposats a la coberta	65
Taula 32. Característiques de les millores en les Finestres.....	67

Taula 33. Dades tècniques split de paret	69
Taula 34. Transmissió tèrmica mur existent.....	69
Taula 35. Valor resistència tèrmiques de l'aire exterior i interior en funció de la posició del tancament i sentit del flux de calor	70
Taula 36. Característiques tèrmiques de les millores aplicades sobre els murs.....	70
Taula 37. Característiques tèrmiques de les millores aplicades sobre el sostre.....	70
Taula 38. Característiques tèrmiques de les millores aplicades a les Finestres.....	71
Taula 39. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant trasdossat de llana de roca.....	72
Taula 40. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant trasdossat amb Ecoplay Plac.....	72
Taula 41. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant trasdossat de cotó.....	72
Taula 42. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant pintura a les façanes interiors	72
Taula 43. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant tapis per mur	73
Taula 44. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant trasdossat de llana de roca al sostre.....	73
Taula 45. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant trasdossat Ecoplay Plac al sostre.....	73
Taula 46. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant trasdossat de cotó al sostre	73
Taula 47. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant trasdossat de plaques de suro al sostre	74
Taula 48. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant panell Sandwich al sostre.....	74
Taula 49. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant doble vidre	75
Taula 50. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant cortines tèrmiques.....	75
Taula 51. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant rivets en les juntes.....	75
Taula 52. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant doble capa	76
Taula 53. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant persianes o porticons.....	76
Taula 54. Qualificació global de totes les propostes de millora a les finestres	76

Taula 55. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant aïllament en la caixa de les persianes.....	77
Taula 56. Resultat certificació energètica i comparativa cas base incorporant equip de climatització	77
Taula 57. Resum de tots els resultats obtinguts amb cada millora energètica	78
Taula 58. Característiques tèrmiques trasdossats proposats per l'instal·lador	80
Taula 59. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant mascaretes de poliamida com aïllant	80
Taula 60. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant trasdossat de cotó.....	80
Taula 61. Cost aplicació trasdossat llana de roca	81
Taula 62. Cost aplicació trasdossat Ecoclay Plac [38]	81
Taula 63. Cost aplicació panells de cotó [39]	82
Taula 64. Cost aplicació placa de cotó amb estructura de fusta [55].....	82
Taula 65. Cost aplicació mascaretes de poliamida i bastida de fusta de pi [56]	83
Taula 66. Cost aplicació trasdossat llana de roca, ecoplac Play i de cotó per sostre ..	83
Taula 67. Cost aplicació panell Sandwich al sostre [43].....	84
Taula 68. Cost aplicació doble vidre [59].....	84
Taula 69. Cost aplicació doble capa, cortines tèrmiques o persianes a les finestres...	85
Taula 70. Cost aplicació aïllament a la caixa de les persianes [49].....	85
Taula 71. Cost instal·lació equip de climatització [51]	85
Taula 72. Resum costos de les propostes de millora	86
Taula 73. Avaluació de les propostes de millora segons tres criteris.....	87
Taula 74. Combinacions de millores en funció del criteri predominant	88
Taula 75. Certificació energètica obtinguda aplicant la combinació 1 de les millores ..	88
Taula 76. Certificació energètica obtinguda aplicant la combinació 2 de les millores ..	89
Taula 77. Certificació energètica obtinguda aplicant la combinació 3 de les millores ..	89
Taula 78. Certificació energètica obtinguda aplicant la combinació 4 de les millores ..	89
Taula 79. Resultats aconseguits amb totes les combinacions.....	90
Taula 80. Anàlisi econòmic per combinació de millores	91
Taula 81. Certificat energètic obtingut amb millores econòmiques sense equip de climatització	93
Taula 82. Certificat energètic obtingut amb millores econòmiques amb equip de climatització	93
Taula 83. Cost total del projecte	95

Il·lustracions

Il·lustració 1. Densitats de població al Raval i Ciutat Vella. Font: BUSQUETS, J ET AL. (2003) La ciutat vella de Barcelona. Un passat amb un futur.	13
Il·lustració 2. RDLpc inferiors als 30% per barris de Barcelona [6].....	14
Il·lustració 3. Intensitat de pobresa energètica per districtes de Barcelona (2016) d'acord amb l'índex compost de l'Agència de Salut Pública de Barcelona (ASPB) elaborat a partir de Thomson y Snell (2013).	17
Il·lustració 4. Indicadors de pobresa energètica per districtes de Barcelona	19
Il·lustració 5. Relació d'habitatges amb certificat d'eficiència energètica al Raval i resultat obtingut	19
Il·lustració 6. Cartell Oasiurbà on es veu algunes escrit algunes activitats que realitzen [12]	20
Il·lustració 7. Parts d'una qualificació energètica.....	26
Il·lustració 8. Càrregues tèrmiques que afecten a un habitatge.....	29
Il·lustració 9. Esquema representatiu de què és un pont tèrmic [20]	30
Il·lustració 10. Qualificació energètica obtinguda en funció de la normativa vigent	34
Il·lustració 11. Parcel·la on s'ubica l'habitatge.....	36
Il·lustració 12. Alçada habitatge	37
Il·lustració 13. Orientació habitatge.....	37
Il·lustració 14. Plànol general habitatge	37
Il·lustració 15. Plànol distribució habitatge	38
Il·lustració 16. Irradiació solar per mes durant un any.....	39
Il·lustració 17. Escalfador actual	40
Il·lustració 18. Placa característiques escalfador	40
Il·lustració 19. Consum elèctric diari	42
Il·lustració 20. Consum elèctric durant 5 dies del febrer.....	43
Il·lustració 21. Preu elèctric per consum diari (€/kWh).....	44
Il·lustració 22. Cost per hora de l'energia elèctrica.....	44
Il·lustració 23. Procediment realitzat per l'eina CE3X.....	45
Il·lustració 24. Façana habitatge estudi.....	49
Il·lustració 25. Perfil de les finestres.....	49
Il·lustració 26. Finestra present en l'habitatge	49
Il·lustració 27. Azimut i elevació dels diferents punts del balcó que poden crear ombres	54
Il·lustració 28. Representació dels parametres per definir les ombres que es fan sobre façana 1.....	55

Il·lustració 29. Diagrama on es visualitza com són les ombres sobre la façana 1	56
Il·lustració 30. Qualificació obtinguda en la demanda de calefacció i refrigeració tant amb valors estimats com per defecte.....	58
Il·lustració 31. Resultat certificació energètica amb valors per defecte	60
Il·lustració 32. Resultat certificació energètica amb valors estimats	60
Il·lustració 33. d'esquerra a dreta: trasdossat autoportant, directa i siemidirecta.....	63
Il·lustració 34. Panell flexible multicapa que s'introdueix dins la caixa de persianes per millorar ponts tèrmics.....	67
Il·lustració 35. Kit multicapa d'alumini per aïllar caixa de persianes	68
Il·lustració 36. Splits de paret per cobrir demanda climatització	68
Il·lustració 37. Comparativa dels resultats obtinguts en cada millora, tant en murs com a la coberta.....	74
Il·lustració 38. Perfil trasdossat de fusta.....	79
Il·lustració 39. Trasdossat amb bastidor de fusta i mascaretes reciclables com a aïllament.....	79
Il·lustració 40. Ombres fetes a la cara NE del pati interior gran.....	106
Il·lustració 41. Ombres fetes a la cara NO del pati interior gran	106
Il·lustració 42. Ombres fetes a la cara SE del pati interior petit	107
Il·lustració 43. Ombres fetes a la cara SO del pati interior petit.....	107

1. Prefaci

1.1. Introducció a la problemàtica

Radiografia del barri del Raval

El raval és el barri més dens dels quatre barris del districte de Ciutat vella, amb una població de 47.274 habitants i una superfície de 109,8 ha, sent així uns 433 hab./ha. [1]

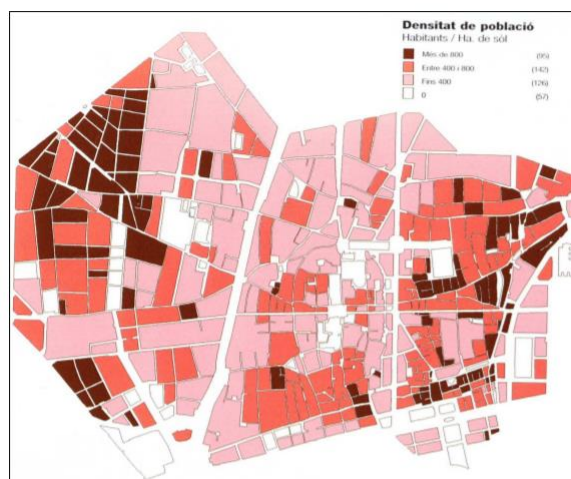
L'origen del barri del Raval té lloc al segle XVIII on tots els terrenys que fins en aquell moment eren horts, es van transformar en empreses manufactureres i habitatges per la gent que tenia els camps. Més tard, es van construir habitatges pels treballadors de les fàbriques. D'aquesta manera, es considerava el barri més dens de tot Europa en aquella època.[2]

Aquest barri era conegut popularment com el "barri Xino", a causa de la proximitat del port i de la proliferació de bars i discoteques.

Si s'analitza el districte de la ciutat vella per zones s'identifiquen les següents característiques [3]:

- Zona Nord/Oest: zona més poblada del Raval amb una alta població d'origen estranger, com per exemple, filipins, pakistanesos, marroquins i equatorians.
- Nord/Est: Es situa un nivell de renda més elevat, en gran part gràcies al procés de transformació amb la construcció del MACBA, el CCCB, la facultat de Geografia i Història.... També es pot trobar comerços dirigits a un consumidor mitjà-alt.
- Zona Sud: Hi ha una gran presència de població estrangera, tot i que és força més heterogeni. En aquesta part hi ha la zona de Drassanes, que es considera una zona més benestant, però que tot i això no hi predominen els nous comerços. En aquesta part, també hi ha la zona del Liceu, que té una alta taxa d'atur.

En el mapa següent es mostra la densitat comentada de tot el districte de la ciutat vella. La zona de l'esquerra (Oest) correspon al barri del raval, on gran part de la població d'aquest districte es concentra.



Il·lustració 1. Densitats de població al Raval i Ciutat Vella. Font: BUSQUETS, J ET AL. (2003) La ciutat vella de Barcelona. Un passat amb un futur.

El districte de la Ciutat Vella és el tercer amb més densitat per quilòmetre quadrat de Barcelona (22.889 hab./km²), seguit de Gràcia (28.810 hab./km²) i de l'Eixample (35.316 hab./km²). És a dir, es troba molt per sobre de la mitja de Barcelona (19.609 hab./km²).

Districtes	Població	Superfície (km ²)	Densitat (hab./ km ²)
Ciutat Vella	100.714	4,4	22.889
Eixample	264.874	7,5	35.316
Sants-Montjuïc	181.303	22,9	7.917
Les Corts	81.755	6,0	13.625
Sarrià-Sant Gervasi	149.112	20,1	7.418
Gràcia	121.005	4,2	28.810
Horta-Guinardó	169.520	11,9	14.245
Nou Barris	167.520	8,0	20.940
Sant Andreu	148.232	6,6	22.459,
Sant Martí	235.960	10,5	22.472

Taula 1. Estructura de la població de Barcelona per districtes [4]

Referent a la població, veiem que en el districte de la ciutat vella el 30% de la població és estrangera, valor bastant elevat en comparació a la resta de Barcelona.

Districtes	Total	Tots espanyols	Tots estrangers	% estrangers
Ciutat Vella	40.932	21.243	12.585	30,75%
Eixample	112.712	85.474	13.818	12,26%
Sants-Montjuïc	74.000	57.768	75.66	10,22%
Les Corts	33.060	28.023	2.342	7,08%
Sarrià-Sant Gervasi	56.567	46.740	4.466	7,90%
Gràcia	52.792	41.809	5.563	10,54%
Horta-Guinardó	69.806	59.242	4.275	6,12%
Nou Barris	66.724	55.679	4.467	6,69%
Sant Andreu	59.508	51.291	3.084	5,18%
Sant Martí	94.712	76.757	8.701	9,19%

Taula 2. Origen de la població per districtes de Barcelona [5]

- Economia del Raval

A Barcelona existeixen desigualtats territorials en l'àmbit econòmic. Alguns dels indicadors que mostren fortament aquestes desigualtats són l'elevat índex d'atur i el baix índex de renda familiar disponible d'alguns barris respecte amb la resta de Barcelona. Està demostrat que una renda baixa implica que la població tingui menys oportunitats laborals, un nivell d'estudi inferiors i una menor qualitat de l'habitatge.[6]

La renda disponible de les llars (RDL) es defineix com la quantitat de recursos que disposen les llars per consumir o estalviar i la renda disponible de les llars per capità (RDLpc) mesura el nivell mitjà de benestar material de la població en el territori estudiat.

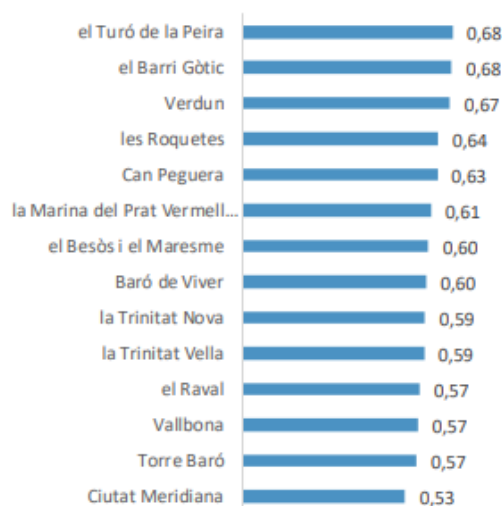
Comparant tots els districtes de Barcelona, Sant Gervasi-Sarrià té el nivell més alt de RDLpc. En canvi, el districte amb menor renda per càpita és ciutat ella. Tot i això, pel que fa al RDL el districte amb un valor inferior és Nou Barris i no Ciutat Vella. Això es deu a l'efecte de les prestacions Socials que Nou Barris rep.

Taula 2: RDL i RDLpc. Districtes de Barcelona. 2018

Districtes	RDL		RDLpc	
	milers €	%	€	índex
Ciutat Vella	1.460.843	4,2%	14.505	0,68
Eixample	6.418.980	18,4%	24.234	1,13
Sants-Montjuïc	3.392.131	9,7%	18.710	0,87
Les Corts	2.288.497	6,6%	27.992	1,30
Sarrià-St. Gervasi	4.937.484	14,2%	33.113	1,54
Gràcia	2.823.073	8,1%	23.330	1,09
Horta-Guinardó	3.280.889	9,4%	19.354	0,90
Nou Barris	2.673.211	7,7%	15.924	0,74
Sant Andreu	2.863.485	8,2%	19.318	0,90
Sant Martí	4.673.383	13,4%	19.806	0,92
BCN	34.811.975	100,0%	21.484	1,00

Taula 3. RDL i RDLpc per districtes de Barcelona [6]

Si s'analitza per barris, el barri del Raval se situa dins del grup amb una RDLpc inferior al 30% de la mitjana de Barcelona l'any 2018.



Il·lustració 2. RDLpc inferiors als 30% per barris de Barcelona [6]

- **Habitatge del Raval**

El raval és el segon barri de la ciutat de Barcelona, després de la ciutat Meridiana, on un dels principals indicadors de vulnerabilitat és l'habitatge, ja que tenen un problema en l'estat i el manteniment d'aquests. L'antiguitat del parc d'habitatges del Raval és molt superior a la resta de districtes, amb una edat mitjana de 112,2 anys en comparació amb 60,6 anys a Barcelona. D'aquesta manera, aproximadament el 80% dels edificis es van construir abans del 1940. De tots els edificis destinats a l'habitatge, el 42,4% tenen un estat de conservació deficient, mentre que la mitjana de la ciutat no arriba al 14%. Cal destacar també que els habitatges d'aquest barri són molt petits, tenint una superfície mitjana de 65,9 m² respecte a la resta de la ciutat amb una mitjana de 78 m². [7]

Tots aquests factors sumats a la massificació turística i a l'especulació immobiliària afecten el dret a l'habitatge del barri, ja que la pressió immobiliària i turística provoquen un augment dels preus de l'habitatge i fins i tot una migració de la població cap a zones més tranquil·les i al dret de la salut, perquè els veïns no poden descansar correctament a causa del soroll.

La rotació dels veïns provoca que el barri del raval sigui el barri menys envellit de Barcelona amb un índex d'envelliment (Població de 65 anys i més/ població de 0-15 anys) de 117,5 respecte els 159,4 de mitja de Barcelona. Cal destacar, que encara que la població entre 0-15 anys es trobi dins de la mitja de les altres zones de Barcelona, la població de 65 anys en el raval és molt inferior a la mitja. [8]

Pobresa energètica

La primera definició de pobresa energètica sorgeix a la dècada de 1980 en la tesi doctoral de Brenda Boardman, on es considera pobresa energètica a la dificultat o incapacitat de mantenir una llar amb unes condicions de confort [9]. Anys més tard, es va veure que no només depenia d'aquest factor, sinó també del cost de l'energia i de les condicions de l'habitatge.

Actualment, es considera que una llar pateix pobresa energètica quan hi ha dificultat o incapacitat de mantenir unes condicions de temperatura de confort o bé quan les característiques de l'habitatge impliquen un cost energètic superior a la mitjana. La pobresa energètica té diversos efectes molt importants sobre la salut, el benestar i les oportunitats d'igualtat social.

D'aquesta manera, els factors principals que poden influir a la pobresa energètica són els següents:

- Ingressos dels membres de l'habitatge.
- L'eficiència energètica de l'habitatge.
- Els preus de l'energia.
- Formació i conscienciació de l'ús de l'energia.

Tot i això, tal com indica un informe fet per l'ajuntament de Barcelona el 2018 [10], hi ha altres factors a part dels tradicionals comentats anteriorment, que influeixen en la pobresa energètica i són els següents:

- Accés: Poca disponibilitat de recursos per cobrir les necessitats.
- Assequibilitats: problemes per assumir el cost de l'energia amb els ingressos de la llar.
- Flexibilitat: Incapacitat de poder canviar de proveïment d'energia.
- Eficiència energètica: pèrdua d'energia útil.
- Necessitats: Desajust entre els requeriments energètics de la llar i l'energia disponible.
- Pràctiques: Falta de coneixement sobre programes de suport o formes eficients de l'ús de l'energia.

L'indicador de Baixos ingressos Alt cost (LIHC), indica quantes llars estan en pobresa energètica i quina és la gravetat.

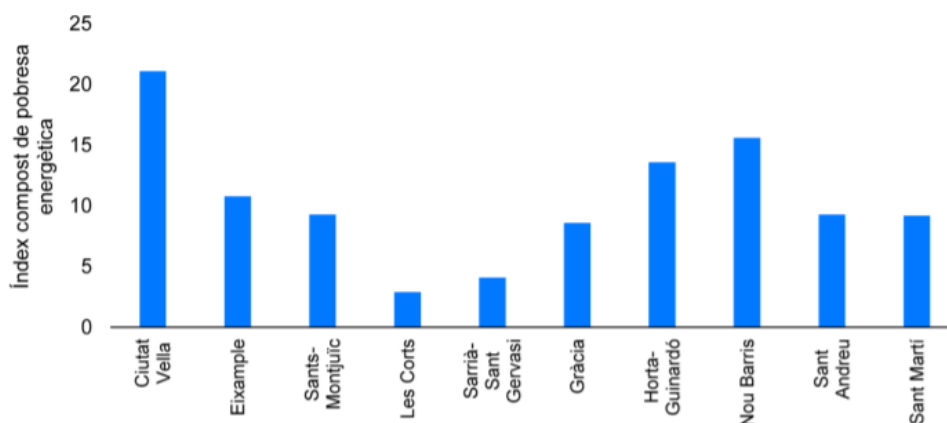
- Pobresa energètica per districtes a Barcelona

Barcelona és una ciutat amb diverses desigualtats, tan econòmiques comen l'àmbit educatiu o en l'accés o el manteniment dels habitatges. Aquestes asimetries es poden observar en estadístiques de pobresa energètica realitzades per la Salut Pública de Barcelona (ESPB) l'any 2016, on s'analitza la pobresa energètica a través de diferents comparatives i paràmetres.

En aquest informe [10] es tenen en compte tres factors per tal d'analitzar la pobresa: incapacitat de mantenir l'habitatge a una temperatura de confort, endarreriment en el pagament de les factures i la presència de goteres o humitats a l'habitatge. Com a resultats, s'obté que Barcelona es troba per sota dels valors calculats per Catalunya i Espanya, tenint un 7% dels barcelonins que viuen en llars incapaces de mantenir la temperatura adequada, un 5% que tenen un endarreriment del pagament de les factures i un 6% que tenen goteres o humitat.

Referent a la classificació dels districtes amb més pobresa, els resultats de l'ESPB 2016 mostren que la Ciutat vella registra una incidència cinc vegades més gran que el districte de les Corts.

En el següent gràfic es mostra l'índex de pobresa energètica dels districtes de Barcelona, identificant els tres districtes amb més baixa incidència (Les Corts, Gràcia i Sarrià-Sant Gervasi) i els tres districtes amb alta incidència (Ciutat Vella, Horta-Guinardó i Nou Barris).



Il·lustració 3. Intensitat de pobresa energètica per districtes de Barcelona (2016) d'acord amb l'índex compost de l'Agència de Salut Pública de Barcelona (ASPB) elaborat a partir de Thomson y Snell (2013).

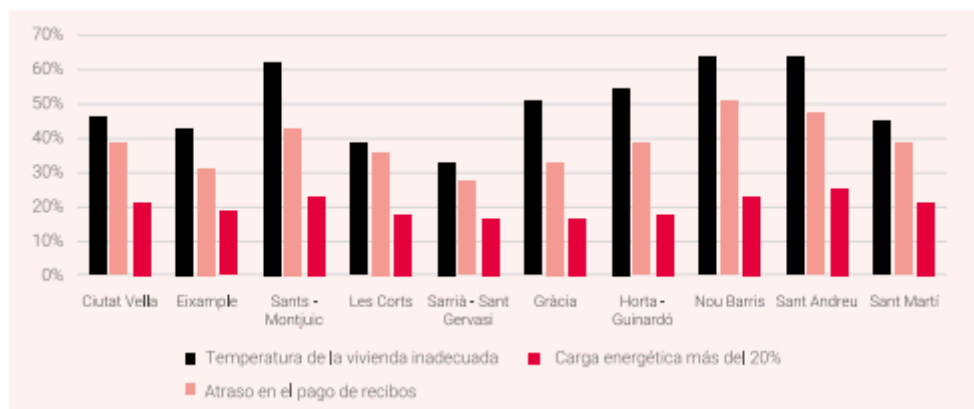
Les diferències per districtes indiquen que la pobresa energètica segueix també un patró semblant a altres formes de pobresa i desigualtat com per exemple: diferenciació de la renda, del nivell educatiu, el lloc d'origen dels residents... Sobretot en el cas de la Ciutat Vella –districte al qual pertany el barri del Raval-, aquest alt índex de pobresa pot ser degut en part a la baixa qualitat i antiguitat de les edificacions, a més de la presència de població amb renda baixa per sota de la mitja, molta d'ella d'origen estranger.

Un altre estudi és l'informe sobre inseguretat residencial a Barcelona realitzat per diverses entitats (Observatori ESC, l'agència de Salut pública, PAH BCN, enginyeria sense fronteres i aliança contra la pobresa energètica). Les dades són recollides gràcies a una enquesta que s'ha dut a terme a totes aquelles persones que s'acosten a la PAH (Plataforma d'afectats per la hipoteca) o a l'APE (aliança contra la pobresa energètica) durant el període de 2017 a 2019.

Aquest estudi també analitza els tres indicadors comentats anteriorment, tenint com a resultat que el 48% de les famílies enquestades declaren no poder mantenir una temperatura de confort a casa seva durant els mesos d'hivern i un 43% en els mesos d'estiu. Amb aquestes dades, es confirma que la pobresa energètica no només afecta els mesos més freds, sinó també els més càlids. Referent al segon indicador, un 40% de les persones manifesten que per el menys una vegada no han patit algun retard en el pagament de les factures. Per últim, un 51% afirmen que el seu habitatge es troba en alguna d'aquestes situacions: que presenta goteres, humitat en les parets o terra...[11]

En conclusió, el 16,2% dels habitatges enquestat es consideren en una situació on s'hi combinen més d'un factor de precarietat energètica. [11]

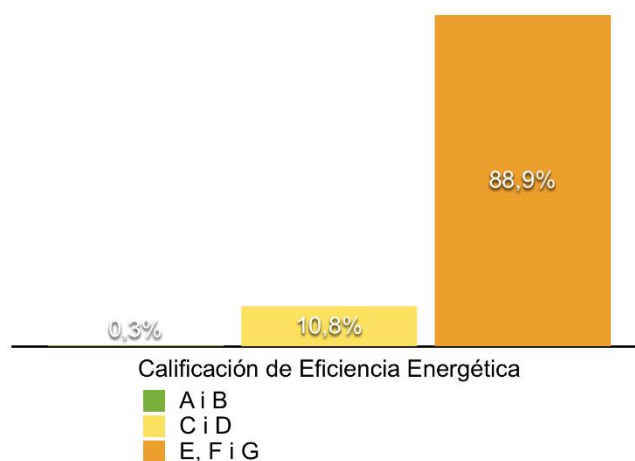
En el següent gràfic es pot veure els tres indicadors de pobresa energètica comentats anteriorment entre els usuaris de serveis socials (106) en funció del districte de la ciutat on viuen. En ell es pot veure que l'indicador més desfavorable és la problemàtica de mantenir la temperatura de l'habitatge adequada, seguida del endarreriment del pagament de les factures i de la càrrega energètica de més del 20%.



Il·lustració 4. Indicators de pobresa energètica per districtes de Barcelona

Actualment, el 48% dels habitatges del Raval disposen de certificat energètic. Si s'analitza la qualificació energètica obtinguda en aquests edificis, el 88,9% obté una lletra E, F o G. Aquesta qualificació implica un estat ineficient dels habitatges del barri, amb uns elements constructius poc resistents que dificulten mantenir un estat de confort tèrmic adequat. Aquest factor, tal com s'ha comentat, influeix en la pobresa energètica del barri del Raval. [12]

7.894 certificadors (46% del total de viviendas)



Relación de viviendas con Certificado de Eficiencia Energética en el Raval

Certificados de Eficiencia Energética: 7.894.

Fuente: Generalitat de Catalunya.

Total de viviendas: 17.200.

Fuente: Asociación B-Raval.

Il·lustració 5. Relació d'habitatges amb certificat d'eficiència energètica al Raval i resultat obtingut

Oasisurbà

Oasiurbà és una associació sense ànim de lucre que lluita des del 2017 contra la precarietat residencial, garantint el dret d'un habitatge digne i millorant les condicions de vida dels residents del Raval.

Per fer-ho, ha creat una metodologia que combina la rehabilitació i les reformes en els edificis amb el suport legal i la salut comunitària, per tal de garantir i cobrir totes les necessitats del veïnat a l'àmbit global. Per aplicar aquesta metodologia es creen els anomenats punts de barri, que detecten les necessitats de cada zona particular.

L'equip està format per diversos professionals del món de l'arquitectura, del dret, de l'enginyeria i de treball social que ofereixen un servei a l'abast de tothom per permetre que tothom pugui accedir a aquestes ajudes i evitar unes condicions indignes d'habitabilitat.



Il·lustració 6. Cartell Oasiurbà on es veu algunes escrit algunes activitats que realitzen [12]

Alguna de les activitats que duen a terme són:

- Rehabilitacions de baix cost i de ràpida implementació per tal de donar la millor resposta a les dificultats actuals de l'habitatge o dels comerços.
- Serveis immobiliaris ètics per evitar que hi hagi persones que visquin en situacions indignes.
- Participació en projectes acadèmics i d'investigació per determinar els aspectes claus de les situacions d'infrahabitatge, pobresa energètica i vulnerabilitat residencial.

1.2. Origen del projecte

Un dels projectes que està duent a terme l'associació Oasiurbà és l'estudi de solucions constructives de baix cost per la rehabilitació energètica d'habitatges degradats al barri del Raval. Aquest projecte es duu a terme amb la col·laboració de grups d'investigació de la UPC, que ajuden a determinar i definir les mesures d'estalvi energètic més adequades per a cada situació, prioritzant les solucions de baix cost i d'aplicació ràpida i senzilla, que no suposin gaire esforç econòmic per part dels residents.

En particular, el present projecte consisteix en l'estudi de la rehabilitació energètica d'un pis situat al carrer Junta del Comerç. En aquest cas d'estudi s'avaluarà el consum energètic a través de la certificació energètica de l'habitatge, per després determinar-ne una sèrie de millores que repercuteixin no només en el consum energètic, sinó també en les condicions de benestar dels habitants, sempre prioritzant aquelles solucions millors des del punt de vista de sostenibilitat, qualitat i economia.

1.3. Motivació

L'habitatge és un dret i un bé de primera necessitat, però existeix un problema molt important tant en l'accés com en les condicions de l'habitatge. Viure en unes bones condicions energètiques repercuteix positivament en la salut de la població. Per això, la rehabilitació energètica és un sector estratègic que cal impulsar.

Així i tot, es sap que el Raval és un barri amb pocs recursos econòmics, on segurament la majoria d'habitants no pot fer front al cost de les millores energètiques. D'aquesta manera, amb aquest projecte es pretén ajudar, aplicant tots els coneixements obtinguts en els estudis del grau i de màster i així poder aportar dades i millores a aplicar a l'abast de tothom.

1.4. Objectius

L'objectiu principal del present projecte és l'avaluació i la implementació de diferents solucions energètiques de baix cost per augmentar l'eficiència energètica d'un habitatge del barri del Raval, tenint en compte l'impacte social i la sostenibilitat que impliquen dites millores.

Per poder aconseguir aquest propòsit, es marquen uns objectius més específics que són els següents:

- Donar una visió general de l'habitatge (característiques, consums energètics, instal·lacions presents, etc.).
- Estudi de l'entorn: dades climàtiques de la zona.
- Analitzar l'estat actual de l'habitatge a través de la certificació energètica.
- Avaluar les propostes de millora, vistes des del punt de vista energètic i econòmic.
- Veure com millora la certificació energètica i els consums energètics amb les propostes de millora.
- Proposar una prioritació de les millores obtingudes per l'habitatge seleccionat, tenint en compte el factor econòmic com a factor limitant.
- Reduir l'impacte ambiental de l'habitatge, considerant les emissions de CO₂.

Per fer-ho, es farà servir el programa CE3X, un programa de la propietat d'IDEA que té reconeixement per realitzar la certificació energètica dels edificis existents.

Cal comentar que, dintre de les propostes de millora, s'avaluaran sistemes tant comercials com experimentals (no comercials, que estan en estudi actualment per part de grups d'investigació de la UPC).

1.5. Abast i limitacions del projecte

L'estudi parteix de la recopilació de totes les dades necessàries de l'habitatge per a realitzar la certificació energètica. Primerament, es proposa fer una visita a l'habitatge, però per dificultats a l'hora de coincidir en horaris amb el fill de la propietària, aquest s'ofereix voluntari per passar-nos tota la documentació necessària (fotografies, dades de consum, plànols de l'habitatge...).

Després es fa una anàlisi de les característiques constructives de l'habitatge. A causa de la impossibilitat d'aconseguir les dades exactes de transmissivitat dels materials (ja que no es disposa de projecte constructiu de l'edifici), es decideix fer dos estudis:

- Calcular la certificació fent servir dades definides pel programa CE3x.
- Calcular la certificació amb dades estimades, utilitzant com a mostra dades existents al cadastre i dades de certificacions existents en altres habitatges del mateix bloc, obtingudes a través de la pàgina web de la Generalitat de Catalunya (Gencat). [13]

Amb aquests dos estudis en paral·lel es pretén comparar els resultats, per tal de valorar si la dificultat per trobar els valors reals de transmissivitat dels elements constructius (cosa molt habitual en edificis existents de certa antiguitat) és un escull molt gran a l'hora de fer la certificació energètica d'un edifici. O si, per contra, els resultats aconseguits amb els dos sistemes d'entrada de dades del programa CE3x (definides o estimades) són equiparables.

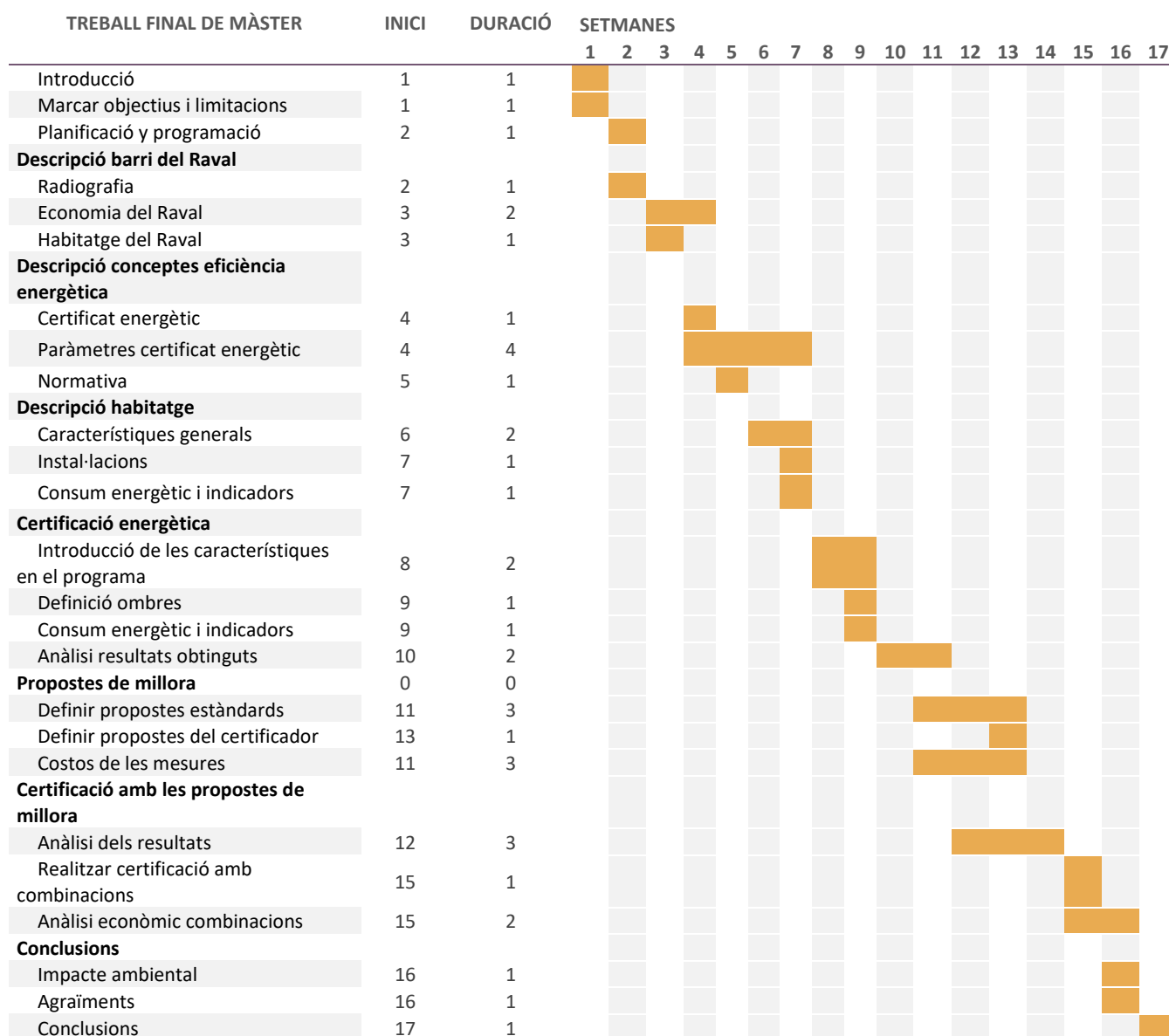
Finalment, es proposen una sèrie de millores constructives amb l'objectiu d'aplicar-los en l'habitatge i reduir sobretot la demanda de calefacció i refrigeració i així obtenir un confort tèrmic de l'habitatge. Aquestes mesures s'analitzen tant energèticament com econòmicament. A més a part de les mesures estàndards, es consideren dues mesures més, les quals un altre company de l'Ebee ha estudiat les característiques tèrmiques. Tot i això, no ha sigut possible aplicar els valors en aquest estudi per falta de temps i s'han estimat aproximadament.

1.6. Planificació i programació

Amb la finalitat d'organitzar les hores de treball que es disposen, es realitza un diagrama de Grantt on s'estableix una planificació per totes les tasques que s'han de tractar.

Es consideren disset setmanes de treball des del 29/09/2021, data d'inici del quadrimestre de tardor, fins al 17/01/2022 que és l'última setmana abans de presentar el treball final de màster, amb data límit pel 25/01/2022.

A continuació es mostra el diagrama:



Taula 4. Diagrama de Gantt organització projecte

2. Eficiència i certificació energètica d'edificis

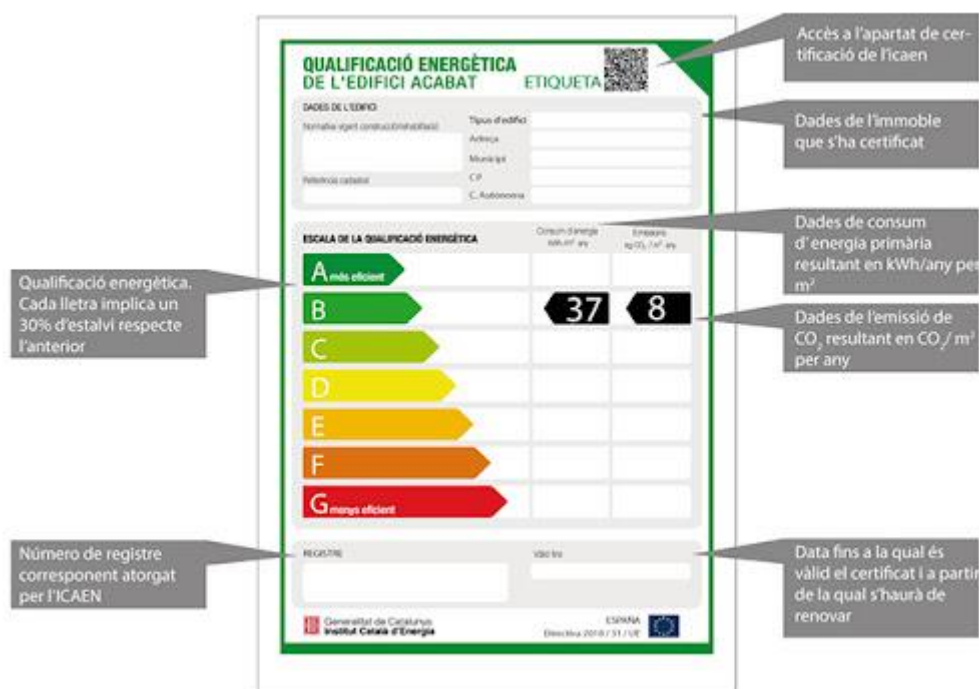
L'eficiència energètica d'un edifici es refereix a l'optimització de l'energia dels equips, mantenint la funcionalitat d'aquests. D'aquesta manera, permet l'ús eficient de l'energia, reduint les pèrdues i obtenint un estalvi energètic i econòmic.

L'eficiència d'un edifici es calcula mesurant l'energia que es consumeix durant un any, ja sigui per calefacció, per aigua calenta sanitària, per il·luminació... Amb aquest consum, es realitzen indicadors i ratis que mesuren el grau d'eficiència (emissions anuals de CO₂ per cada kWh consumit, el consum anual d'energia primària no renovable, etc.).

No hi ha cap procediment definit per tal d'assolir aquesta eficiència en un edifici. Aquesta optimització pot anar des de la consciència de no malbaratar l'aigua i la llum elèctrica, a la substitució dels tancaments per millorar els aïllaments tèrmics o bé a la implementació de noves tecnologies renovables com les instal·lacions fotovoltaïques per produir energia o l'aerotèrmia/geotèrmia per climatitzar l'edifici.

2.1. Certificat energètic

Aquest certificat és un document oficial que indica que eficaç és un edifici pel que fa al consum energètic; conté informació objectiva sobre la gestió de l'energia, les emissions de CO₂, etc. És a dir, recull tots els ratis i indicadors d'eficiència energètica i verifica el compliment dels límits de la demanda (corresponents a la calefacció i refrigeració) del HE1 (Document d'estalvi – Condicions pel control de la demanda tèrmica) i la verificació del límit del consum no renovable del HE0 (Document d'estalvi d'energia – Limitació del consum energètic). Els resultats obtinguts es plasmen en una qualificació energètica, expressada de la A a la G, on la qualificació A correspon al sistema més eficient.[14]



II-lustració 7. Parts d'una qualificació energètica

Segons el Reial Decret 235/2013, és obligatori realitzar una certificació energètica en edificis de nova construcció, quan es realitzin reformes que puguin modificar la qualificació energètica o bé si l'habitatge està sotmès a un procediment de compravenda o lloguer.

D'aquesta manera, l'objectiu d'aquest document és:

- Reduir el consum energètic
- Augmentar la informació del comprador o arrendatari sobre l'habitatge que adquireix
- Informació de les emissions de CO₂ emeses.
- Conscienciació de l'eficiència energètica.
- Facilitar mesures per reduir emissions.

El Codi tècnic de l'Edificació (CTE), modificat el 2019 (RD 732/2019), estableix els requeriments que han de complir els edificis i les instal·lacions, pel que fa a la seguretat i habitabilitat. [15] Aquest codi està format per diversos documents que regulen diversos aspectes del procés edificatori. Un dels documents, el document bàsic d'estalvi d'energia o DB-HE, determina criteris objectius per la limitació de la demanda i el consum energètic d'edificis i les condicions que han de complir els edificis nous i de reformes o de canvi d'ús. D'aquesta manera, el document es divideix en els següents apartats:

- HE01: limitació del consum energètic.
- HE1: condicions pel control de la demanda energètica.
- HE2: Condicions de les instal·lacions tèrmiques
- HE3: Condicions de les instal·lacions d'il·luminació
- HE4: Contribució mínima d'energia renovable per cobrir la demanda d'ACS.
- HE5: Generació mínima d'energia elèctrica

Existeixen diferents eines oficials per la certificació energètica dels edificis i la validació dels diferents apartats del DB-HE. Aquests generen un certificat gràcies a la simulació energètica de l'habitatge. Per això, es necessita informació dels elements constructius per tal de calcular la transmissió tèrmica, així com informació de tots els equips instal·lats. Les eines més utilitzades són les següents:

- HULC: unificació entre el procediment LIDER, introduït el 2006 per la verificació de la demanda tèrmica dels edificis i el CALENER, introduït el 2007 per la certificació d'edificis de nova construcció. D'aquesta manera, el HULC es va crear el 2014.
- CE3X: el programa és propietat de l'IDAE i de distribució gratuïta. El programa s'adapta a diverses situacions a la que el tècnic certificador es pot trobar, donant diferents opcions a l'hora d'introduir les dades: amb valors coneguts, amb valors estimats o amb valors per defecte.
- Altres: CYPERTHERM, SGSAVE, CERMA....

2.2. Paràmetres a considerar pel càlcul de la certificació energètica

La demanda tèrmica i en conseqüència la certificació energètica d'un edifici ve marcada pels següents paràmetres:

- Envolupant tèrmica
- Clima existent a la localització de l'edifici
- Instal·lacions tèrmiques
- Ocupació
- Envolupant tèrmica

L'envolupant tèrmica fa referència als tancaments de l'edifici que separen els recintes habitables de l'ambient exterior, i també les particions interiors que separen els recintes habitables dels no habitables.[16]

L'envolupant d'un edifici i les seves característiques condicionen diferents tipologies de càrrega tèrmica: la transmissió, la radiació solar, les infiltracions...

És molt important per tal de reduir el consum energètic, controlar primer la demanda energètica. S'entén com a demanda la quantitat d'energia que els equips han d'aportar durant un temps per tal de garantir les condicions de confort tèrmic i cobrir altres necessitats com l'ACS. Per fer-ho, s'ha de definir correctament les càrregues tèrmiques de l'habitatge amb els seus paràmetres de transmissió, radiació i infiltracions.

Càrregues tèrmiques

Les càrregues tèrmiques són les sol·licitacions de calor o fred que un habitatge es veu sotmès en funció del seu entorn, de les característiques constructives... Per tant, l'envolupant d'un edifici i les seves característiques condicionen diferents tipologies de càrrega tèrmica: la transmissió, la radiació solar, les infiltracions...

Segons la incidència de les càrregues es poden classificar en sensibles, que originen una variació de la temperatura de l'aire, o latents que modifiquen la humitat de l'ambient.

Les càrregues sensibles principals són les següents [17]:

- Radiació solar a través de vidres, finestres, claraboies... (Q_{sr})
- Càrregues a través de les parets i cobertes exteriors (Q_{spe})
- Càrregues a través de les parets interiors (Q_{spi})
- Ventilació/Infiltracions de l'aire (Q_{sv})
- Il·luminació interior (Q_{si})
- Ocupació del local (Q_{so}).
- Aportació a través dels aparells electrònics (màquines, electrodomèstics, ordinadors...) (Q_{sm})

Pel que fa a les càrregues latents, que afecten la humitat de l'habitatge:

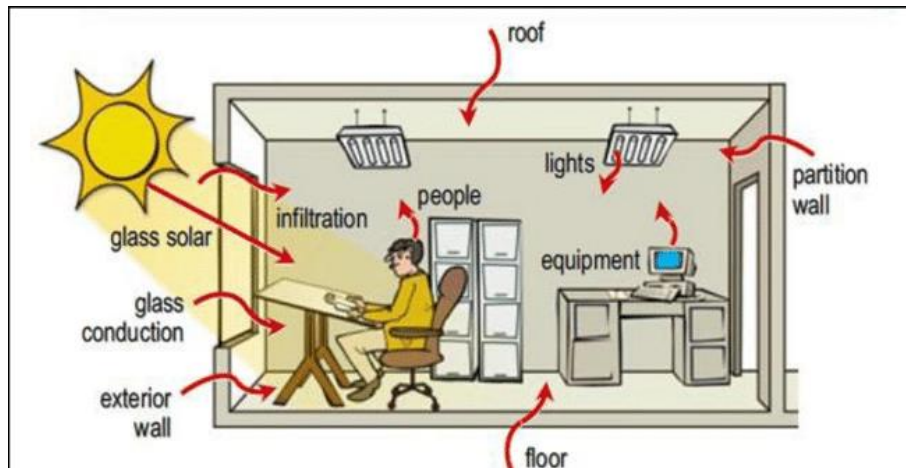
- Ocupació del local (Q_{lo})
- Infiltracions/ventilació de l'aire (Q_{lv})

D'aquesta manera, la càrrega total tèrmica de l'habitatge s'obté amb la suma de totes les càrregues tèrmiques anteriors.

$$Q_{sensible} = Q_{sr} + Q_{spe} + Q_{spi} + Q_{sv} + Q_{si} + Q_{so} + Q_{sm}$$

$$Q_{latent} = Q_{lo} + Q_{lv}$$

$$Q_{total} = Q_{sensible} + Q_{latent}$$



Il·lustració 8. Càrregues tèrmiques que afecten a un habitatge

Transmissió tèrmica

La transmissió tèrmica és la quantitat d'energia que travessa dues superfícies quan hi ha una diferència de temperatura d'un grau. És a dir, com més petit sigui aquest valor, menys energia es transmet a través del material i en conseqüència serà més bon aïllant.

És important garantir que els agents exteriors influeixin el més mínim l'interior de l'habitatge. Això s'aconsegueix amb una bona transmissió tèrmica.

Per calcular aquest paràmetre, es parteix de la resistència tèrmica que es refereix a l'oposició del pas del flux d'energia a través del material. La resistència ve definida pel gruix i per la conductivitat tèrmica del material. La conductivitat tèrmica es pot o bé calcular experimentalment o bé són valors facilitats pel fabricant.

La majoria de vegades, els tancaments dels habitatges estan formats per més d'un material. D'aquesta manera, la resistència total (R) és la suma de totes les resistències dels materials que ho formen. [18]

$$R = \frac{b}{\lambda}$$

$$R = Rt1 + Rt2 + Rt(n + 1)$$

La transmissió (U) es calcula com l'invers de la resistència.

$$U = \frac{1}{Rt}$$

Per evitar descompensacions entre la qualitat tèrmica de les estances, cada un dels tancaments i de les particions de l'evolvent tèrmica ha de tenir una transmitància no superior als valors indicats en la taula següent, en funció de la zona climàtica on es trobi ubicat l'habitatge. [19]

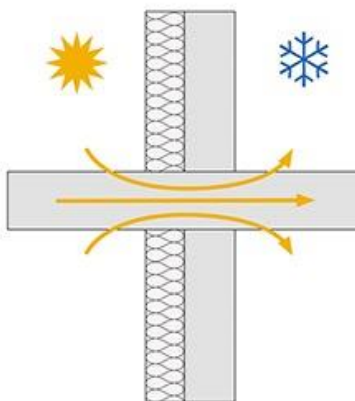
Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos ⁽²⁾	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

Taula 5. Transmitàncies màximes en funció de la zona climàtica i del tipus d'element constructiu

Ponts tèrmics

Es refereix com a pont tèrmic totes aquelles zones puntuals on es trenca l'element constructiu aïllant, reduint així la resistència tèrmica. El canvi de gruix del mateix element constructiu, superfícies diferents en l'interior que en l'exterior, filtracions d'aire no controlades per forats en els tancaments, etc. donen lloc a ponts tèrmics.

La presència dels ponts produeix pèrdues notables d'energia i, per tant, influeix en el valor de la demanda energètica.[20]



Il·lustració 9. Esquema representatiu de què és un pont tèrmic [20]

- **Clima**

Les condicions climàtiques de l'entorn poden influir de manera notable amb la demanda energètica. El Codi Tècnic de l'Edificació divideix Espanya en diferents zones climàtiques identificant-les a través d'una lletra, corresponent a la severitat climàtica d'estiu i en un número, a la d'hivern.

Per tal de verificar les exigències de la demanda i el consum del DB-HE, les zones climàtiques es descriuen considerant l'altitud i la ubicació de l'habitatge.

Es considera severitat climàtica d'hivern en el següent ordre A<B<C<D<E i una severitat climàtica d'estiu els següents números 1<2<3<4. A continuació es pot veure un exemple de les diferents zones climàtiques en las que es divideix Espanya.[21]

Tabla a-Anejo B. Zonas climáticas

Provincia	Altitud sobre el nivel del mar (h)																								
	≤ 50 m	51 - 100 m	101 - 150 m	151 - 200 m	201 - 250 m	251 - 300 m	301 - 350 m	351 - 400 m	401 - 450 m	451 - 500 m	501 - 550 m	551 - 600 m	601 - 650 m	651 - 700 m	701 - 750 m	751 - 800 m	801 - 850 m	851 - 900 m	901 - 950 m	951 - 1000 m	1001 - 1050 m	1051 - 1250 m	251 - 300 m	≥ 1301 m	
Albacete	C3							D3							E1										
Alicante/Alacant	B4				C3							D3													
Almería	A4		B4		B3			C3				D3													
Araba/Álava	D1							E1																	
Asturias	C1	D1							E1																
Ávila	D2							D1							E1										
Badajoz	C4					C3			D3																
Balears, Illes	B3				C3							E1													
Barcelona	C2			D2				D1			E1														
Bizkaia	C1			D1							E1														
Burgos	D1							E1																	
Cáceres	C4							D3							E1										
Cádiz	A3			B3				C3			C2			D2											
Cantabria	C1		D1							E1															
Castellón/Castelló	B3		C3					D3			D2				E1										
Ceuta	B3							E1																	
Ciudad Real	C4					C3			D3																
Córdoba	B4		C4							D3															
Coruña, A	C1			D1							E1														
Cuenca	D3							D2							E1										
Gipuzkoa	D1							E1																	
Girona	C2		D2				C3			E1															
Granada	A4	B4				C4				C3			D3			E1									

Taula 6. Zones climàtiques en funció de l'altitud i província

- **Instal·lacions tèrmiques**

Les instal·lacions tèrmiques són totes aquelles destinades a climatitzar l'habitatge i a obtenir aigua calenta sanitària (ACS). És molt important que els sistemes de climatització tinguin un bon rendiment energètic i a més que l'aportació d'energia sigui procedent d'energies renovables com per exemple l'energia fotovoltaica, la solar tèrmica, eòlica, biomassa...

Les instal·lacions de climatització que es poden trobar en un habitatge són aquelles amb sistemes radiants o sistemes d'aire.

- **Sistemes radiants:** Escalfen els objectes sense alterar a curt termini la temperatura de l'aire interior. L'efecte radiant només pot contrarestar la càrrega sensible de l'estança. Amb aquest sistema es minimitza la càrrega sensible per conducció i l'estratificació. Això implica un estalvi energètic, ja que no cal consumir energia per tractar l'aire del local i es minimitzen les pèrdues i el desaprofitament energètic. Aquests equips poden ser alimentats per calderes o bombes de calor. Algun dels exemples són terres i sostres radiants, radiadors, etc.
- **Sistemes per aire:** equips que introdueixen aire a l'espai a climatitzar. Quan funcionen en règim de calefacció actuen només sobre la càrrega sensible i en règim de refrigeració actuen tant sobre la sensible com a la latent. Aquests equips solen estar alimentats per bombes de calor que permeten proporcionar calor o fred segons les condicions exteriors. El canvi de funcionament es realitza gràcies a una vàlvula de 4 vies que inverteix el mode de funcionament del condensador i de l'evaporador.

Per la correcta climatització és important mantenir unes temperatures de confort que venen marcades per la temperatura, la humitat i la qualitat de l'aire.

Tal com s'indica en el reglament d'instal·lacions tèrmiques en edificis (RITE), s'assoleix el confort tèrmic en l'interior quan la temperatura a l'hivern és entre 21°C i 23°C i a l'estiu entre 23°C i 25°C. Pel que fa a la humitat relativa, ha de tenir un valor entre 45% i 60% a l'estiu i entre un 40% i un 50% a l'hivern. [22]

Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Taula 7. Temperatura i humitat relativa de confort en funció estació de l'any

Finalment, també s'ha de tenir en compte la qualitat de l'aire de l'ambient. Els cabals mínims per una òptima renovació de l'aire venen imposats pel codi tècnic de l'edificació (CTE). Aquests depenen de diferents factors com el nombre d'ocupants, els metres quadrats de cada estança...

- Ocupació

Les característiques ocupacionals i funcionals de l'edifici tenen una influència sobre la demanda energètica, ja que fixen els horaris de funcionament, les condicions de disseny, els nivells de lluminació... En la següent taula de l'annex D del CTE_DB_HE es mostren les càrregues internes en funció de l'ocupació i els horaris pel cas d'edifici residencial d'ús privat.

Tabla b-Anejo D. Perfil de uso de espacios en uso residencial privado

Carga interna W/m ²		Horario (semana tipo)					
		0:00	7:00	15:00	18:00	19:00	23:00
		6:59	14:59	17:59	18:59	22:59	23:59
Ocupación (sensible)	L	2,15	0,54	1,08	1,08	1,08	2,15
	S y F	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15
Ocupación (latente)	L	1,36	0,34	0,68	0,68	0,68	1,36
	S y F	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36
Iluminación	L, S y F	0,44	1,32	1,32	2,20	4,40	2,20
Equipos	L, S y F	0,44	1,32	1,32	2,20	4,40	2,20

L: día laboral, S: sábado, F: domingo y festivo.

Taula 8. Càrrega interna W/m² en funció del perfil d'ús [23]

2.3. Rehabilitació energètica

Per millorar l'eficiència energètica d'un edifici s'ha de procedir a la realització del que s'anomena rehabilitació energètica.

S'entén per a rehabilitació energètica totes les actuacions que es poden realitzar a les cobertes, façanes i instal·lacions d'edifici per tal de reduir el consum energètic, millorar el confort i en conseqüència, reduir també la facturació.

Els beneficis de la rehabilitació energètica són els següents:

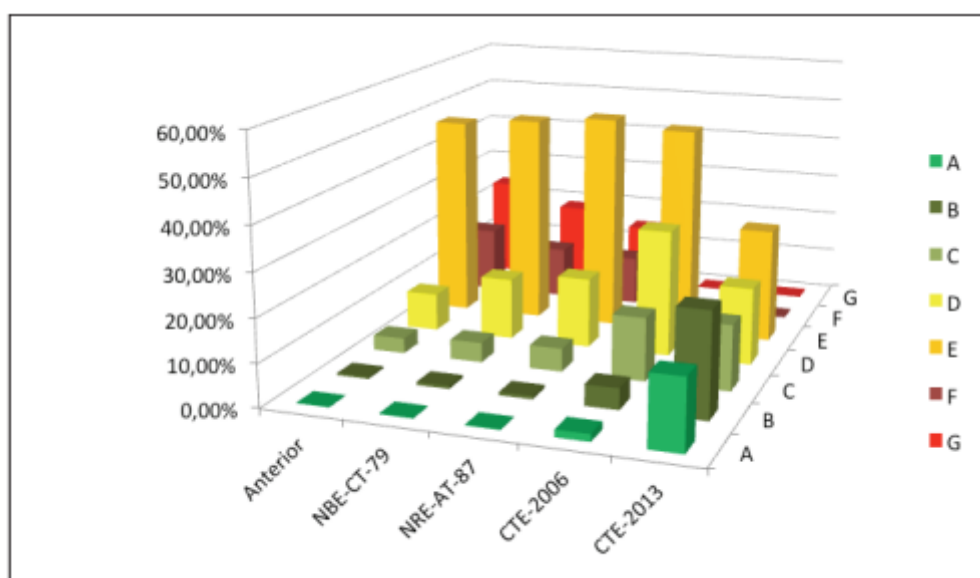
- Redueix el consum energètic de l'edifici.
- Redueix les emissions de CO₂.
- Augmenta el confort tèrmic i acústic.
- Resol problemes d'humitats, pèrdues i corrents d'aire.

D'aquesta manera, gràcies a la rehabilitació obtindrem una millora de l'eficiència energètica, plasmant-se en el certificat energètic i passant d'una classificació inferior a una superior.

2.4. Normativa

La normativa sobre eficiència energètica a Catalunya ha variat durant el pas dels anys. En funció de l'any de construcció de l'habitatge, aquest es regeix per una normativa o una altra. D'aquesta manera, tots els edificis d'abans del 1981 no tenien cap normativa específica sobre l'evolvent tèrmica. Entre el 1981 i el 2006 s'estableix la normativa NBE-CT-79 (Norma bàsica de l'Edificació sobre Condicions Tèrmiques), on els tancaments dels edificis tenen unes transmitàncies màximes. A partir del 2006, s'aplica el CTE, comentat anteriorment i desapareix tota la normativa anterior. Finalment, el 2014 els edificis s'han de regir pel Reial Decret 235/2013, que obliga que els habitatges tinguin un certificat energètic.

Gràcies a l'exigència de la legislació, el percentatge d'edificis amb alta qualificació (A i B) ha augmentat. Actualment per complir amb la legislació vigent (CTE-2013), els edificis terciaris han de tenir com a mínim una qualificació energètica B.



Il·lustració 10. Qualificació energètica obtinguda en funció de la normativa vigent

Per altra banda, en la gràfica es pot veure com els edificis existents són poc eficients energèticament, sobretot els anteriors al CTE-2006. Això fa que hi hagi un gran potencial d'estalvi amb rehabilitacions energètiques. [24]

En el marc Europeu, la Comissió Europea [25] va presentar el 2016 una sèrie de mesures per tal de facilitar la transició cap a una energia neta i garantir una eficiència energètica dels edificis, on segons ells un 40% de l'energia total és consumida per l'edificació.

Els objectius principals d'aquests era reduir un 40% les emissions de gasos d'efecte hivernacle, aconseguir que el 30% del consum final d'energia sigui provinent de fonts renovables i augmentar l'eficiència energètica amb l'objectiu d'estalviar un 27% del consum energètic de la UE.

Per altra banda, el Consell Europeu va revisar la directiva 2010/31/UE el 2018, on incrementava l'eficiència energètica dels edificis i fomenta la rehabilitació.

2.5. Edifici de consum gairebé nul (nZEB)

L'edifici de consum nul es defineix com un edifici amb un nivell d'eficiència energètica molt alt, on la quantitat gairebé zero o molt baixa d'energia ha d'estar coberta per energia procedent de fonts renovables.

Quan la quantitat d'energia utilitzada per l'edifici anualment és aproximadament igual a la quantitat d'energia renovable generada, es considera com a edifici de consum nul (NZEB).

3. Cas d'aplicació: estudi d'un habitatge al barri del Raval de Barcelona

3.1. Descripció de l'habitatge

- Característiques generals

L'habitatge del present estudi es tracta d'un pis construït l'any 1900, situat al barri del Raval de la ciutat de Barcelona. L'immoble, d'ús residencial, té una superfície total construïda de 72 m² distribuïts en la mateixa planta. Aquest es troba en la cinquena planta de l'edifici, compartint replà amb dos pisos més. En el plànol cadastral es pot observar la parcel·la del bloc de pisos, amb totes les zones comunes (patis interiors).



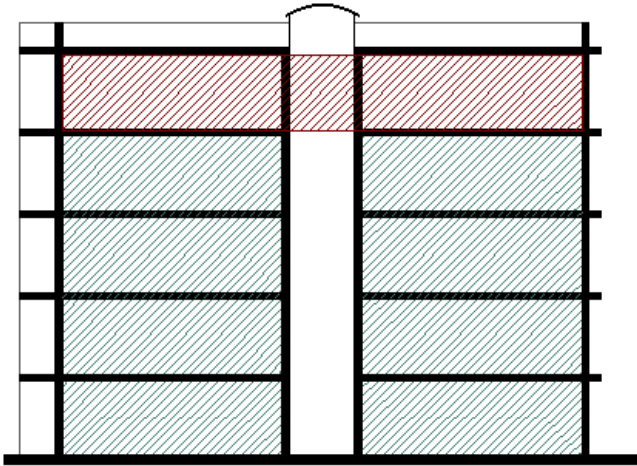
Il·lustració 11. Parcel·la on s'ubica l'habitatge

La casa està ocupada per una sola persona de setanta-sis anys. La mitja d'hores que passa en l'habitatge és d'unes catorze, on l'espai més utilitzat és el menjador. Les activitats que realitza en aquest temps són quotidianes que no suposen cap esforç físic. Totes aquestes dades són importants a l'hora de dur a terme el càlcul de càrregues tèrmiques de l'habitatge, ja que és important tenir en compte la calor despresada per l'activitat metabòlica dels ocupants.

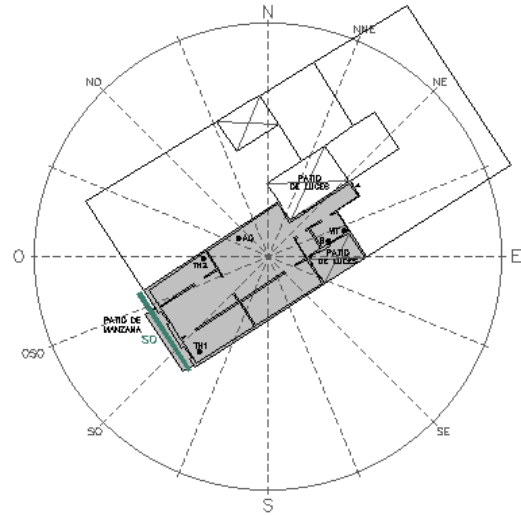
- Plànols de l'habitatge

El domicili està situat al cinquè pis, sent aquest l'últim pis del bloc. En el mateix replà, s'hi troben dos pisos més de dimensions similars. L'habitatge compta gairebé amb totes les dependències exteriors. D'aquesta manera, hi ha finestres a cada estança que donen a patis interiors. També disposa d'un balcó amb sortida des del menjador i des d'una de les habitacions.

El balcó està situat cap al Sud-oest i les dues mitgeres que donen a altres pisos estan orientades cap al Nord-oest i el Sud-est. L'orientació del balcó permet que el sol incideixi sobre la casa des de les 12 hores del migdia fins a les 19 hores de la tarda. En la figura 13 es veu clarament les orientacions de cada estança.

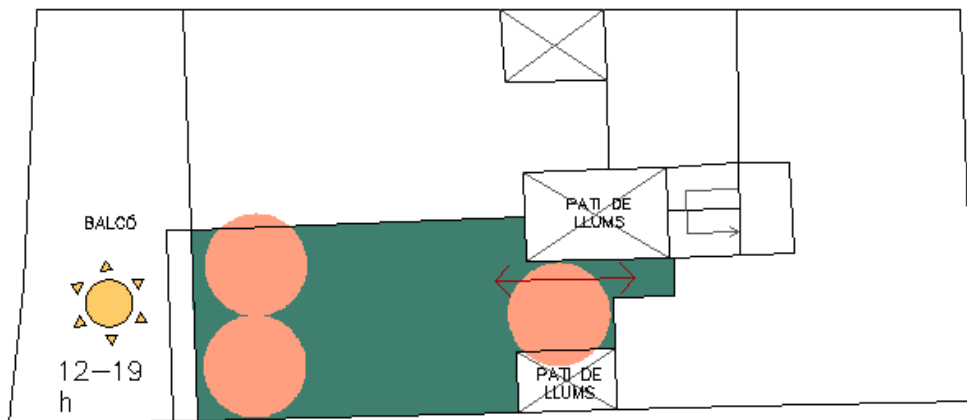


Il·lustració 12. Alçada habitatge

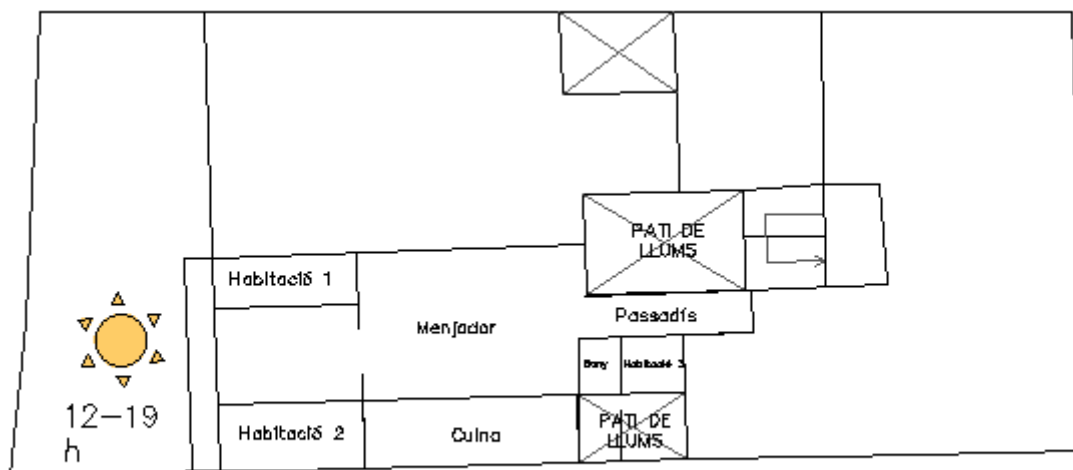


Il·lustració 13. Orientació habitatge

La superfície de l'habitatge està repartida en una cuina, tres habitacions, un lavabo, el menjador amb sala d'estar i un passadís d'entrada.



Il·lustració 14. Plànol general habitatge



Il·lustració 15. Plànol distribució habitatge

Estança	Superfície
Menjador	38,2
Cuina	12,46
Habitació 1	6,15
Habitació 2	7,92
Habitació 3	4,5
Bany	3

Taula 9. Superfície estances habitatge

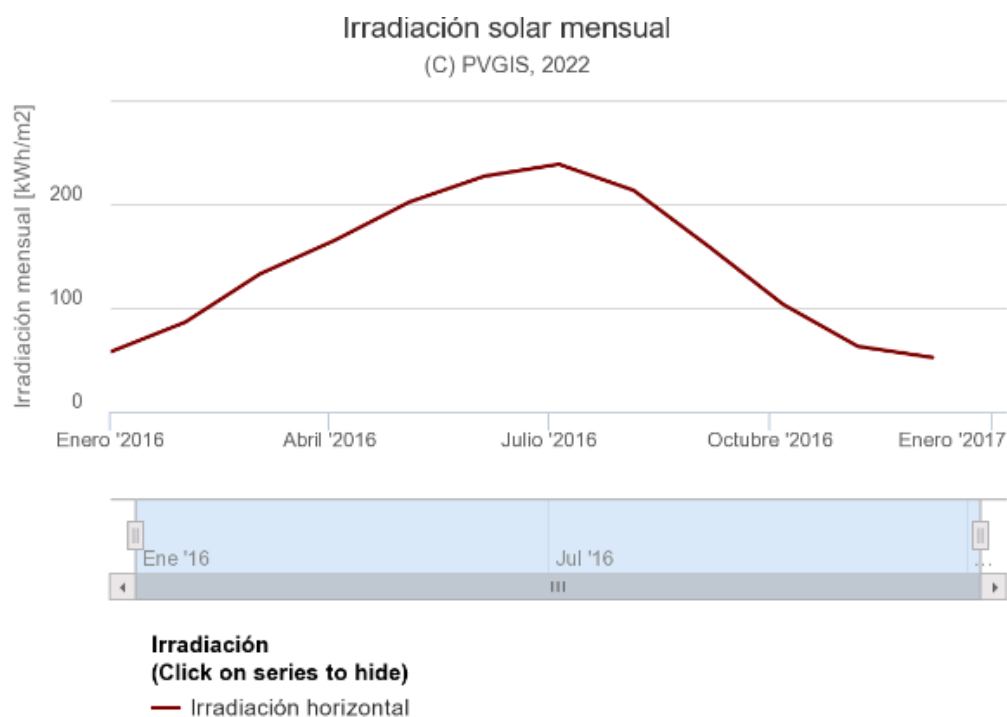
- **Climatologia**

L'habitatge d'estudi es troba, com ja s'ha esmentat, a Barcelona, que és una ciutat costanera situada al Nord-est d'Espanya que gaudeix d'un clima mediterrani litoral. Aquesta es caracteritza per uns hiverns suaus, amb una temperatura mitjana de 9/12°C i uns estius calorosos amb temperatures de 23/26°C durant els mesos de Juliol i Agost. Referent a les precipitacions, la mitjana anual se situa entorn dels 600 mm. A continuació es mostra una taula resum de tots els paràmetres climatològics mitjos de la ciutat de Barcelona al llarg de tot un any.[26]

	GEN	FEB	MARÇ	ABR	MAIG	JUNY	JUL	AG	SET	OCT	NOV	DES	ANY
T mitjana mensual	11,8	12,4	14,2	15,8	19,3	23,0	25,7	26,1	23,0	19,5	14,9	12,3	18,2
Mitjana de la T màxima	14,8	15,6	17,4	19,1	22,5	26,1	28,6	29,0	25,9	22,5	17,9	15,1	21,2
Mitjana de la T mínima	8,8	9,3	10,9	12,5	16,1	19,8	22,7	23,1	20,0	16,5	11,9	9,5	15,1
T màxima absoluta	22,4	24,8	28,8	26,7	31,6	35,8	36,8	38,2	33,4	32,6	26,1	23,1	38,2
dia	19/01/07	28/02/90	23/03/01	23/04/01	29/05/01	29/06/05	23/07/09	27/08/10	14/09/87	10/10/97	16/11/09	18/12/87	27/08/10
Mitjana de les màximes absolutes	19,9	20,4	23,7	24,4	27,7	31,4	32,7	33,8	30,0	26,9	23,0	20,4	
T mínima absoluta	-1,0	0,6	0,4	6,2	6,3	12,4	15,5	15,2	12,5	6,4	1,7	0,7	-1,0
dia	27/01/05	12/02/10	08/03/10	04/04/96	09/05/91	07/06/92	19/07/01	11/08/02	26/09/95	29/10/08	21/11/99	20/12/09	27/01/05
Mitjana de les mínimes absolutes	4,1	4,7	6,2	8,2	11,6	15,3	17,9	18,6	15,4	12,1	6,8	4,8	
Precipitació mitjana mensual	43,7	31,4	33,0	47,7	47,4	25,5	25,1	40,8	81,9	96,5	45,1	46,8	565,0
Precipitació màxima en 24 hores	51,1	34,9	45,8	55,3	81,7	54,7	122,6	67,9	109,1	132,6	48,6	65,2	132,6
dia	15/01/01	25/02/03	01/03/91	02/04/07	08/05/91	02/06/96	31/07/02	24/08/95	12/09/06	08/10/02	08/11/87	16/12/97	08/10/02
Dies de precipitació	7,0	5,0	6,2	7,9	7,5	5,5	3,1	5,8	8,0	9,0	6,6	7,0	78,5
Dies de glaçada	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Taula 10. Paràmetres climatològics ciutat Barcelona [27]

Referent a la irradiació solar, Barcelona presenta una irradiació solar de 5,2kWh/m²·dia amb 2.453 hores de sol a l'any. Si es compara la irradiació mensual, veiem que aquesta creix notablement a mesura que avancem cap als mesos d'estiu (de més calor) i que disminueix després del mes de juliol. [28]



Il·lustració 16. Irradiació solar per mes durant un any

- Instal·lacions

L'habitatge compta únicament amb una instal·lació elèctrica i una instal·lació de gas natural per generar ACS. No es disposa de cap instal·lació per a la climatització de les estances.

Aigua calenta Sanitària (ACS)

Per tal de proporcionar aigua calenta sanitària a la dutxa i a les aixetes, es disposa d'una caldera de gas natural. Es tracta d'un escalfador de gas natural de 10 litres estanc que posseeix una modulació automàtica de la potència en funció de la temperatura seleccionada.

Els escalfadors CPE T disposen d'una cambra de combustió estanca i una extracció de fums forçats. Cal comentar que disposa d'un cremador exclusiu dissenyat de tal manera que permet refrigerar la base de la flama al llarg del seu recorregut i així, disminuir les emissions de NO_x a l'atmosfera. D'aquesta manera i gràcies a totes les característiques comentades, aquest model obté una classificació energètica A+.

Referent a les característiques tècniques de l'escalfador es poden visualitzar a la següent taula:

Caudal ACS (l/min)	10,2
Potència útil (kW)	17,8 (màxima)/7,6 (mínima)
Caudal mínim de funcionament (l/min)	1,5
Pressió mínima funcionament (bar)	0,2
Nivell sonor (dBA)	53

Taula 11. Característiques tècniques escalfador



Il·lustració 17.
Escalfador actual



Il·lustració 18. Placa característiques
escalfador

Instal·lació elèctrica

L'habitatge disposa d'una instal·lació monofàsica amb una tarifa contractada 2.0A fins al juny del 2021. A partir d'aquesta data i amb el canvi de tarifacions, la tarifa actual és la 2.0TD. La tarifa 2.0TD es tracta d'una tarifa nova, amb tres períodes de facturació, és a dir, el cost de l'energia és diferent en funció del període consumit. En canvi, la tarifa 2.0A no tenia discriminació horària, sent el mateix cost independentment de l'hora en què es consumeix.

Els principals electrodomèstics que consumeixen aquest tipus de font són els que apareixen a la llista següent, amb la potència màxima corresponent. La potència considerada són valors estàndards del mercat actual. [29]

- Nevera (400W). Potència funcionament 300W
- Rentadora (1500W)
- Televisió (150W)
- Il·luminació: Es tracta de bombetes incandescent de 600 lúmens. Es consideren en total 20 bombetes amb una potència cadascuna de 60 .
(20x60W=1200W)
- Forn (1000W)
- Assecador cabell (1500W)

D'aquesta manera, el consum mensual aproximat de tots els electrodomèstics és el següent:

Electrodomèstic	nº aparells	Potència [W]	Potència total [kW]	Hores per dia [h/dia]	Hores al mes [h/mes]	Consum per mes [kWh/mes]
Nevera	1	400	0,4	24	150	60
Rentadora	1	1500	1,5	0,5	10	15
Televisió	1	200	0,2	2	62	12,4
Il·luminació	20	60	1,2	3,5	100	120
Forn	1	1500	1,5	0,5	10	15
Assecador cabell	1	1500	1,5	0,5	6	9
Aspiradora	1	900	0,9	0,5	2,5	2,25
					Total	233,65

Taula 12. Potència, hores de funcionament i consum dels electrodomèstics presents a l'habitatge

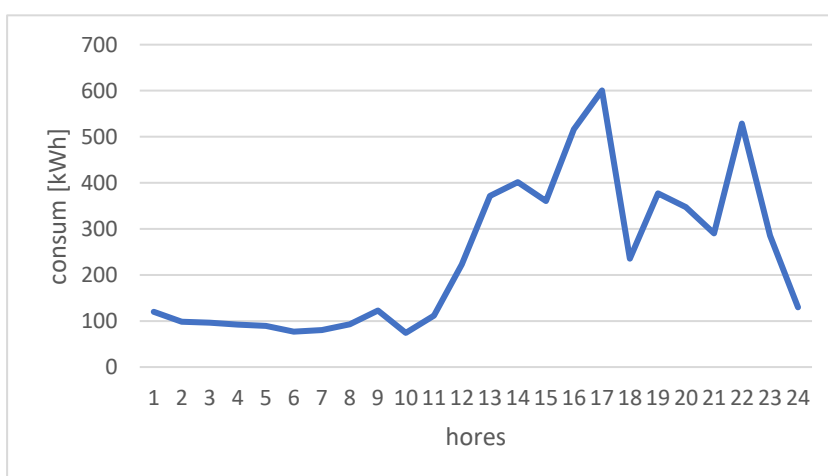
És interessant fer una comparativa del consum elèctric anual amb un habitatge fictici resultant de la mitjana espanyola. El consum anual de l'habitatge és de 2.800kWh, valor inferior al consum d'electricitat mig per habitatge, que és de 3.487 kWh []. Si analitzem el consum d'electromètrics segons el tipus d'equipament s'aconsegueix que els consums de l'habitatge no es disparen molt. La diferència principalment és deguda al fet que molts electrodomèstics no es troben instal·lats en l'habitatge (congelador, assecadora o rentaplats). Això fa que els consums elèctrics per electrodomèstics siguin gairebé els de la mitja segons l'IDAE. [30]

	Habitatge Estudiat	IDAE	Diferència
Nevera	52,8%	30,6%	22,2%
Congelador	0,0%	6,1%	-6,1%
Rentadora	13,2%	11,8%	1,4%
Assecadora	0,0%	3,3%	-3,3%
Rentaplats	0,0%	6,1%	-6,1%
Televisió	10,9%	12,2%	-1,3%
Forn	13,2%	8,3%	4,9%
Ordenadors	0,0%	7,4%	-7,4%
Altres	9,9%	14,2%	-4,3%

Taula 13. Comparativa entre el consum d'un habitatge tipus i l'habitatge estudiat

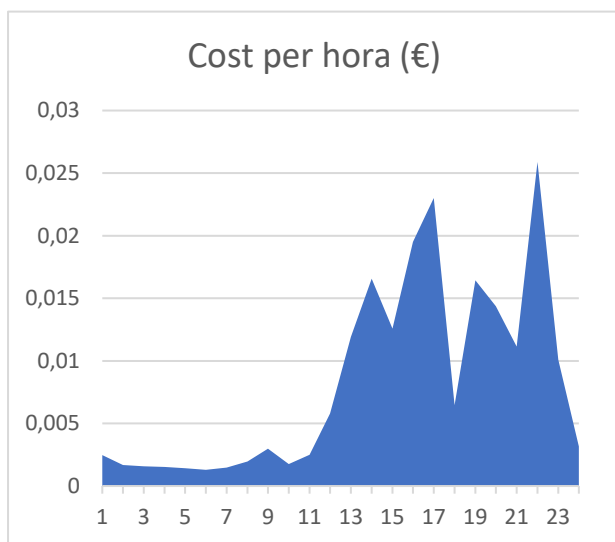
3.2. Consum energètic i indicadors

L'objectiu d'aquest apartat és definir de manera aproximada el consum elèctric de l'habitatge a través d'una petita anàlisi del consum realitzat durant un dia sencer. S'obtenen dades horàries durant cinc dies del mes de febrer (corresponents del dia 18 al 22) i es fa la mitja dels valors obtinguts. A continuació es mostra el gràfic amb les dades aconseguides.

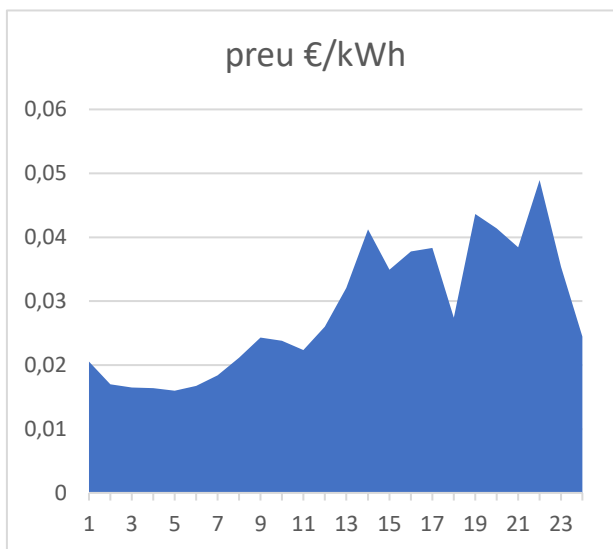


Il·lustració 19. Consum elèctric diari

contractada, al lloguer del comptador i als impostos associats en la factura elèctrica. A continuació, es mostra el preu per kWh i el cost total per hora durant tot un dia.



Il·lustració 21. Preu elèctric per consum diari (€/kWh)



Il·lustració 22. Cost per hora de l'energia elèctrica

Com és lògic, el preu per kWh es manté constant gairebé durant tot el dia, tot i que hi ha un augment sobretot durant el dia on són les hores de major consum per tota la població i que, per tant, el preu de l'electricitat és més car.

Referent al cost per hora va associat al preu i a l'energia consumida, per la qual cosa durant la nit coincideix on hi ha menys consum, però també quan l'electricitat és més barata.

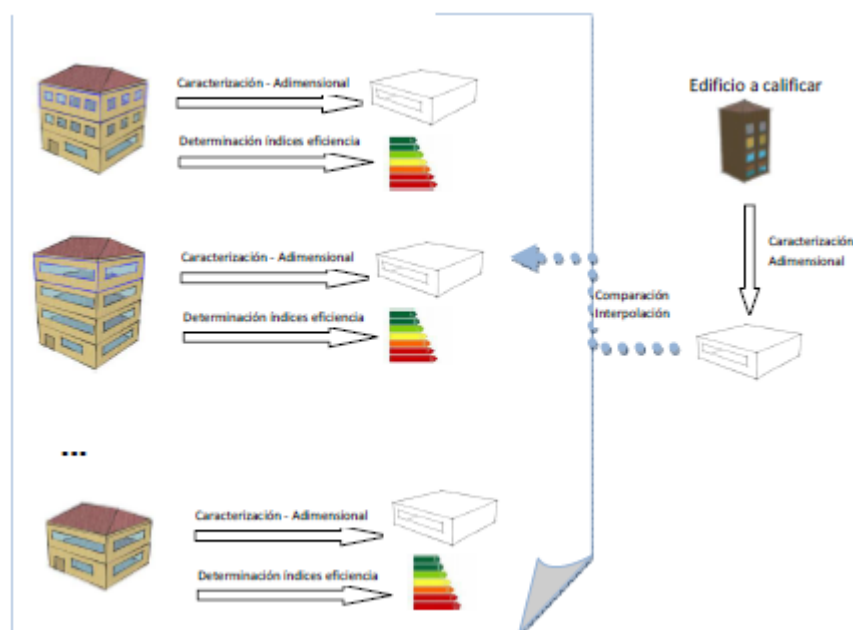
4. Certificació energètica de l'habitatge d'estudi

4.1. Programa utilitzat

Per tal de realitzar la certificació de l'habitatge d'estudi, s'ha utilitzat el programa CE3X, que és una eina que permet obtenir la certificació d'eficiència energètica d'edificis existents. Aquest programa no només permet aconseguir l'etiqueta d'eficiència energètica sinó que també proposa una sèrie de mesures de millora i t'indica quina seria la nova qualificació amb l'aplicació de cada una d'elles, amb la possibilitat de elaborar un anàlisi econòmic de l'impacte que suposarien.

Per fer la certificació, el software fa una comparació de l'edifici a estudiar i una base de dades que ha sigut elaborada per cada una de les ciutats representatives de les zones climàtiques e interpola respecte a elles les demandes de calefacció i de refrigeració, assolint així la demanda de l'edifici objecte.

A continuació es mostra un exemple del procediment que du a terme el programa. A l'esquerra es pot veure tots els edificis certificats anteriorment, recopilats a una base de dades generada amb Calener. La part dreta mostra l'edifici que es vol qualificar, on a partir de les dades entrades pel tècnic, s'aconsegueixen variables adimensionals per comparar-les amb les de la base de dades.



Il·lustració 23. Procediment realitzat per l'eina CE3X

El programa permet introduir diferents tipus de dades, en funció del grau de coneixement de les característiques tèrmiques de l'edifici.

1. Valors per defecte: En el cas que es desconeix les característiques tèrmiques dels edificis. Són valors establerts per la normativa tèrmica vigent i garanteixen les qualitats tèrmiques mínimes dels diferents elements de l'evolvent.
2. Valors estimats: Es dedueixen d'un valor conegut o justificat d'un element similar.
3. Valors coneguts o justificats: S'obtenen mesurant els tancaments reals o d'un monitoratge de les instal·lacions tèrmiques.

4.2. Dades Generals

En el present projecte, es fan dos estudis de certificació energètica per l'habitatge actual: un utilitzant valors per defecte i un altre utilitzant valors estimats. L'objectiu d'aquesta comparativa és verificar si existeix molta diferència en els resultats aconseguits fent servir les dues tècniques; en cas de no ser així, la utilització de valors per defecte es podria considerar prou per a obtenir resultats representatius. Això facilitaria molt la tasca de certificar edificis existents antics, on es desconeix la composició dels tancaments i no es disposa de material justificatiu al respecte (projecte constructiu, memòria de materials, etc.).

El primer pas per realitzar la certificació és la introducció de dades generals i administratives de l'habitatge. Això serveix per saber quin tipus d'habitatge es tracta i en quina zona climàtica se situa, per fer la simulació. A continuació es mostren aquestes dades pel cas d'estudi:

Dades Generals	
Localització	Barcelona
Zona climàtica	C2
Any construcció	1900
Tipus Edifici	Bloc d'habitatges
Norma Vigent	Anterior NBE-CT-79
Superfície útil habitable	75
Nombre de plantes habitables	1
Ventilació immoble	0.66 ren/h
Massa particions internes	Mitja
Demanda diària d'ACS	84 l/dia

Taula 14. Dades generals de l'habitatge estudiat

Per calcular les renovacions hores de l'habitatge es considera la secció HS3 del document bàsic CTE DBS HS. Segons aquest document, el cabal mínim de ventilació en habitatges es calcula segons la següent taula. [31]

Tabla 2.1 Caudales mínimos para ventilación de caudal constante en locales habitables

Tipo de vivienda	Caudal mínimo q, en l/s				
	Locales secos ^{(1) (2)}			Locales húmedos ⁽²⁾	
	Dormitorio principal	Resto de dormitorios	Salas de estar y comedores ⁽²⁾	Mínimo en total	Mínimo por local
0 ó 1 dormitorios	8	-	6	12	6
2 dormitorios	8	4	8	24	7
3 o más dormitorios	8	4	10	33	8

(1) En los locales secos de las viviendas destinados a varios usos se considera el caudal correspondiente al uso para el que resulte un caudal mayor

(2) Cuando en un mismo local se den usos de local seco y húmedo, cada zona debe dotarse de su caudal correspondiente

(3) Otros locales pertenecientes a la vivienda con usos similares (salas de juego, despachos, etc.)

Taula 15. Cabals mínims per a la ventilació de cabal constants en locals habitables

S'ha de tenir en compte que l'aire d'admissió entra per les estances seques (menjadors, dormitoris...) i s'extreu per les estances humides (banys i cuina).

En aquest cas, com que l'habitatge disposa de tres dormitoris ens trobem en el tercer cas. Per tant, el cabal mínim haurà de ser de 33 l/s. A continuació s'ha dimensionat els cabals per les diferents estances de l'habitatge, tenint en compte els cabals mínims comentats i que el cabal total d'impulsió ha de ser el mateix que el d'extracció. [31]

Estança	Impulsió	Extracció
Cuina	-	8
Menjador	10	-
Bany	-	8
Dormitori 1	5	-
Dormitori 2	5	-
Dormitori 3	5	-
TOTAL	25	16

Taula 16. Cabal mínim per cada estança

D'aquesta manera, com que el valor d'impulsió és de 25 l/s i es troba per sota del valor mínim marcat pel CTE, considerem que el cabal necessari de ventilació és de 33l/s. Aquest valor correspon a 118,8 m³/h que considerant un volum de 180 m³ d'habitatge (72 m² x 2,5m) equival a 0,66 renovacions/hora

Per altra banda, el nou document d'estalvi d'energia del codi tècnic de l'edificació, mostra en el seu Annex F, un mètode de càlcul de la demanda de referència de ACS. Es considera una demanda d'ACS per habitatges d'ús residencial de 28 litres/dia·persona amb una ocupació del menys igual a la mínima d'acord amb la següent taula [31]:

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de Personas	1,5	3	4	5	6	6	7

Taula 17. Ocupació de persones en funció nombre de dormitoris

Encara que en el pis actualment només hi visqui una persona, es considera que hi ha tres habitacions i, per tant, el nombre de persones és 3. D'aquesta manera, en total hi ha una demanda d'ACS de 84 litres/dia.

Finalment, pel que fa a la massa de les particions hi trobem tres classificacions:

- Partició lleugera que té una massa inferior a 200 kg/m². Exemples: Estructura metàl·lica, forjat a base de xapa metàl·lica, partició d'envà de cartó-guix amb aïllament incorporat...
- Partició de massa mitja amb una massa entre 200 i 500 kg/m². Exemple: Estructura porticada de formigó armat, Façana de fulla interior de fàbrica ceràmica, Forjat de biguetes de xapa d'acer conformat en fred...
- Partició pesada amb una massa superior a 500 kg/m². Exemples: Partició d'envà ceràmic, forjat reticular sobre pilars de formigó, façana convencional de dues fulles de maó ceràmic i aïllament...

Es considera que la façana de l'edifici estudiat és de maó ceràmic, per la qual cosa es classifica dins de la partició de massa pesada.

4.3. Evolvent tèrmica

El següent pas és la introducció de l'evolvent tèrmica, que està constituïda dels murs (façanes i mitgeres), el terra, la coberta, ponts tèrmics i els forats.

La façana és una doble filera de maó ceràmic massís sense cambra d'aire. Referent a la coberta, aquesta és una coberta catalana sense càmera d'aire, és a dir, una coberta planta sensiblement horitzontal amb un pendent inferior al 5% que permet a les persones transitar per la superfície o la col·locació de maquinària.



Il·lustració 24. Façana habitatge estudi

En total hi ha cinc murs de façana i tres mitgeres. Dues mitgeres tenen contacte amb els pisos de la mateixa planta de l'edifici (3º 1ª i 3º 3ª). L'altre mitgera és la que toca amb el bloc veí. Tots els murs tenen forats en forma de finestres.

Pel que fa a les finestres, aquestes tenen un marc metàl·lic de color marro fosc i són de vidre simple.



Il·lustració 26. Finestra present en l'habitatge



Il·lustració 25. Perfil de les finestres

Per últim, els ponts tèrmics s'han definit per defecte, on el programa CE3x facilita uns valors de transmitància tèrmica lineal. La relació entre els tancaments i els ponts tèrmics associats és la següent:

Cerramientos			Puentes térmicos asociados	
Muro de fachada			Pilar integrado en fachada	
			Pilar en esquina	
			Encuentro de fachada con forjado	
Cubierta en contacto con el aire	+	Muro de fachada	Encuentro de fachada con cubierta	
Suelo en contacto con el aire	+	Muro de fachada	Encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire	
Suelo en contacto con terreno	+	Muro de fachada	Fachada con solera	
Huecos	+	Muro de fachada	Contorno de huecos	
			Caja de persiana	

Taula 18. Relació entre els tancaments existents i els ponts tèrmics associats [32]

D'aquesta manera, els ponts tèrmics que s'han seleccionat són els següents:

- Pilar integrat en la façana
 - Pilar en la cantonada.
 - Contorn del forat.
 - Caixa de persiana.
 - trobada de façana amb forjat.
- Valors per defecte

La següent taula es recopilen totes les característiques de les evolvents amb un valor de transmissió per defecte. Aquests valors els aporta el mateix programa basant-se en l'any de construcció de l'edifici i de la normativa vigent en aquell moment. A falta d'informació, aquests valors garanteixen les qualitats tèrmiques mínimes dels diferents elements que componen l'evolvent tèrmica.

Parts evolvent tèrmica habitatge						
Element	Nom	Dimensions	Superfície	Orientació	U (W/m ² k)	Patró d'ombres
Coberta	Coberta		75	-	2,17	Sense patró
Mur	Mur balcó	6,23 x 2,7	16,82	SO	2,38	Balcó
Mur	Mur pati llum Gran NE	4,83 x 2,7	13,04	NE	2,38	Ombres pati gran NE
Mur	Mur pati llums petit SO	3,21 x 2,7	8,67	SO	2,38	Ombres pati petit SO
Mur	Mur pati llums gran NO	1,46 x 2,7	3,94	NO	2,38	Ombres pati gran NO
Mur	Mur pati llums petit SE	1,99 x 2,7	5,37	SE	2,38	Ombres pati petit SE

Taula 19. Característiques evolvent tèrmica habitatge

En aquest cas, els paràmetres característics de les finestres s'estimen directament pel programa considerant que el tipus de vidre és simple i el marc és metàl·lic sense ruptura del pont tèrmic (RPT). Com el marc és de color Marro amb una tonalitat mitjana (ni clara ni fosca), el valor d'absortivitat del marc per radiació solar és de 0,75, tal com s'observa en el CTE. [33]

Color	Clar	Mitjà	Fosc
Blanc	0,20	0,30	—
Groc	0,30	0,50	0,70
Beix	0,35	0,55	0,75
Marro	0,50	0,75	0,92
Vermell	0,65	0,80	0,90
Verd	0,40	0,70	0,88
Blau	0,50	0,80	0,95
Gris	0,40	0,65	—
Negre	—	0,96	—

Taula 20. Absortivitat dels marcs (HE 1 CTE)

- Valors estimats

En aquest cas, els valors es determinen a través d'un valor conegut o mitjançant càlculs justificatius d'un element similar.

En el cas dels murs, es considera que tots els habitatges de l'edifici tindran aproximadament el mateix valor de transmissivitat, ates no s'han fet rehabilitacions exteriors o interiors en l'edifici que afectin a aquests elements.

Com que es disposa de la certificació energètica d'alguns dels habitatges de l'edifici, disponibles a la pàgina web de la Generalitat de Catalunya (Gencat) [34] s'ha pres el valor mitjà per fer la certificació de l'habitatge d'estudi. En la següent taula es mostra la transmissivitat certificada de cada apartament i el valor mitjà obtingut.

Pis	U tancament [W/m ² k]
Pr 2	2,07
1 ^o 1 ^a	2,04
1 ^o 2 ^a	2,15
1 ^o 3 ^a	1,84
3 ^o 1 ^a A	2,12
3 ^o 1 ^a B	1,82
Valor mig	2,01

Taula 21. Transmissivitat de cada pis del mateix bloc

Pel que fa a la coberta, es considera una coberta plana amb un tipus unidireccional de forjat, sent la transmitància tèrmica de $2,17 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, tal com indica el programa de manera estimada amb aquestes característiques de la coberta.

Les finestres són de vidre monolític en posició vertical i els marcs són metàl·lics sense RPT, per tant, la transmitància és de $5,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ tant pel vidre com pel marc. [35] Es considera que tots els marcs ocupen un 15% de la superfície de la finestra, menys dos que ocupen un 20%. Com a excepció, hi trobem la finestra del lavabo amb un marc de fusta i una transmitància de $2,2 \text{ W/m}^2$.

Material del perfil	Transmitància tèrmica $\text{W/m}^2\text{K}$
Poliuretà amb nucli metàl·lic. Gruix $\geq 5 \text{ mm}$	2,8
Perfils perforats de PVC (2 cambres)	2,2
Perfils perforats de PVC (3 cambres)	1,8
Fusta dura (densitat = 700 kg/m^3 , $\lambda = 0,18 \text{ W/mK}$), gruix del perfil 60 mm	2,2
Fusta toba (densitat = 500 kg/m^3 , $\lambda = 0,13 \text{ W/mK}$), gruix del perfil 60 mm	2,0
Metàl·lic sense RPT	5,7
Metàl·lic amb ruptura de pont tèrmic, ruptura entre $4\text{mm} \leq d < 12 \text{ mm}$	4,0
Metàl·lic amb ruptura de pont tèrmic, ruptura $\geq 12 \text{ mm}$	3,2

Taula 22. Transmitància tèrmica en funció del material de les finestres

Referent a la permeabilitat, en ser un edifici molt antic sense rehabilitar, es considera que té una alta permeabilitat ($100 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ a 100 Pa)

D'aquesta manera, les característiques d'evolvents tèrmiques amb valors estimats es resumeixen en la següent taula:

Element	Nom	Dimensions	Superfície	Multiplicador	Percentatge marc	U vidre	G vidre	U marc	Patró d'ombres
Finestra	Balconera	1,5x2	3	1	15	5,7	0,83	5,7	Balcó
Finestra	Balcó	2x2	4	1	15	5,7	0,83	5,7	Balcó
Finestra	Finestra passadís	1,5x1,2	3,6	2	15	5,7	0,83	5,7	Ombres pati gran NE
Finestra	Finestra balcó	1,5x2	3	1	20	5,7	0,83	5,7	Ombres pati gran NO
Finestra	Finestra habitació	1,5x1,2	1,8	1	15	5,7	0,83	5,7	Ombres pati petit SO
Finestra	Finestra lavabo	0,5x0,8	0,4	1	15	5,7	0,83	2,1	Ombres pati petit SO
Finestra	Finestra cuina	1,5x1,2	1,8	1	20	5,7	0,83	5,7	Ombres pati petit SE

Taula 23. Característiques tèrmiques de les finestres

Parts evolvent tèrmica habitatge						
Element	Nom	Dimensions	Superfície	Orientació	U (W/m ² K)	Patró d'ombres
Coberta	Coberta		75	-	2,27	Sense patró
Mur	Mur balcó	6,23 x 2,7	16,82	SO	2,00	Balcó
Mur	Mur pati llum Gran NE	4,83 x 2,7	13,04	NE	2,00	Ombres pati gran NE
Mur	Mur pati llums petit SO	3,21 x 2,7	8,67	SO	2,00	ombres pati petit SO
Mur	Mur pati llums gran NO	1,46 x 2,7	3,94	NO	2,00	ombres pati gran NO
Mur	Mur pati llums petit SE	1,99 x 2,7	5,37	SE	2,00	ombres pati petit SE

Taula 24. Característiques tèrmiques dels murs i coberta

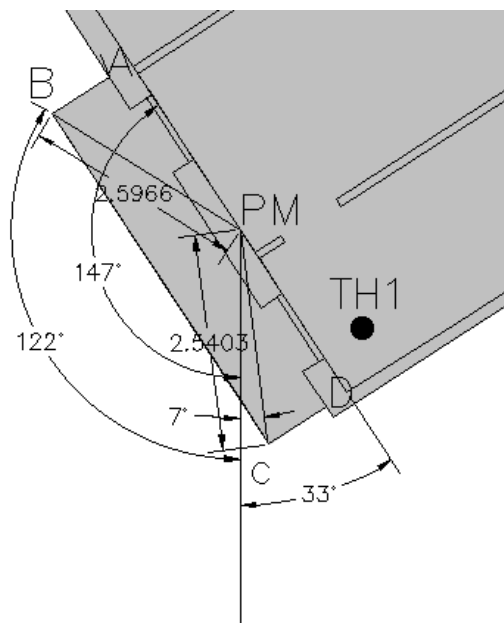
4.4. Definició de les ombres

Els patrons d'ombra dels obstacles que poden haver-hi al voltant de l'edifici, permeten determinar la influència que tenen les ombres sobre de l'edifici. La projecció d'ombres sobre la façana de l'edifici limita la incidència solar a través dels forats, de manera que redueix la càrrega tèrmica a l'interior de l'edifici. Això serà beneficiós a l'estiu, ja que limitarà els sobreescalfaments, però perjudicial a l'hivern, atès que augmentarà la demanda de calefacció de l'habitatge.

Hi ha dues maneres d'especificar les ombres en el programa CE3X, a través d'una introducció simplificada d'obstacles rectangulars o bé definint l'azimut i l'elevació.

L'azimut (graus) defineix l'angle de desviació en el pla horitzontal respecte la direcció sud. En canvi, l'elevació defineix l'alçada de l'ombra que produeix l'obstacle sobre l'edifici que s'analitza.

Aquest procediment es decideix realitzar per definir les ombres del balcó. Per fer-ho, se assenyala un punt situat al mig de la paret del balcó (PM) i es divideix la planta del balcó en quatre punts (A,B,C i D). D'aquesta manera, se assenyala l'azimut de tots els punts i l'elevació es calcula a través de la distància que hi ha entre els punts i el punt mitjà, a través de les relacions trigonomètriques.



Il·lustració 27. Azimut i elevació dels diferents punts del balcó que poden crear ombres

En la següent taula es recopilen els dos paràmetres de cada punt:

Punts	Azimut (α)	Elevació (β)
A	147°	30,8°
B	122°	28,04°
C	-7°	28,04°
D	-33°	30,8

Taula 25. Azimut i elevació dels diferents punts del balcó

Cal comentar, que es considera un valor negatiu d'azimut quan es va de Sud (azimut 0) cap a l'Est (azimut -90°)

Per definir la resta d'ombres, les que fan els patis interiors sobre algunes parets de l'habitatge, es decideix fer-ho a través de l'opció simplificada. En aquest cas, s'han de definir els següents paràmetres:

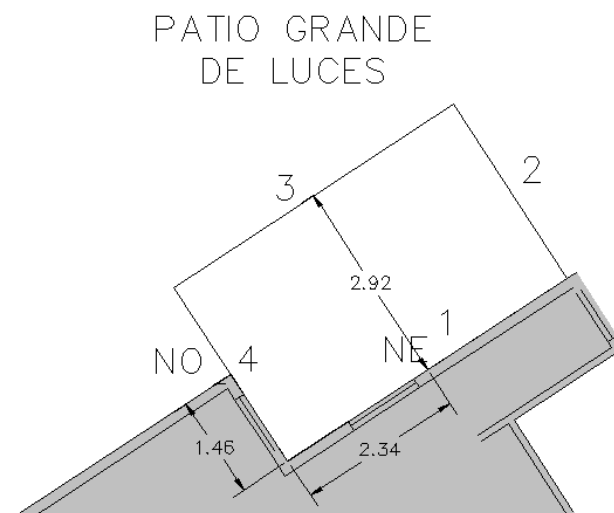
- Orientació: Des del punt mitjà de la paret al qual s'està fent l'estudi d'ombres es traça una recta perpendicular al pla que projecti l'ombra. L'orientació d'aquesta perpendicular és el valor que hem de ficar.
- d(m): Distància entre el pla al qual s'ha li aplica el patró d'ombres amb el pla que provoca l'ombra.

- $d_1(m)$: Situant-se en el punt de càlcul del patró d'ombres de la paret objecte, d_1 és la distància que hi ha entre la projecció d'aquest punt sobre la paret que provoca ombra fins al final de la paret cap a l'esquerra.
- $d_2(m)$: Situant-se de nou en el punt de càlcul del patró d'ombres de la paret objecte, d_2 és la distància que hi ha des de la projecció d'aquest punt sobre la paret que provoca ombra fins al final de la paret cap a la dreta.
- Elevació (m): És la diferència de cotes entre el punt de la superfície considerant per trobar el patró d'ombres i l'elevació total de l'edifici que projecti l'ombra. En aquest cas, com que es tracta de l'últim pis de tot l'edifici, l'alçada entre el punt mitjà de les parets i la part superior de la coberta és de 2,77 m.

Per exemple, pel pati interior gran, les façanes d'estudi són la Nord-est i la Nord-oest. Si estudiem les ombres que li fan totes les altres 3 parets a la paret Nord-est (façana 1), obtenim els següents paràmetres:

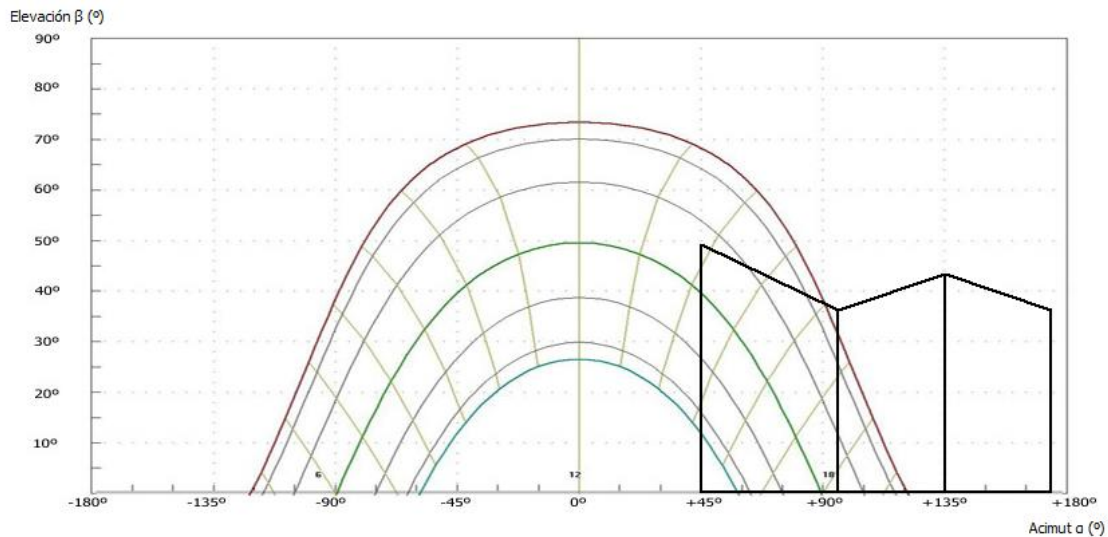
	Façana 2 sobre 1	Façana 3 sobre 1	Façana 4 sobre 1
Orientació	NE	NO	SO
D (m)	2,34	2,92	2,34
D1 (m)	2,92	2,34	0
D2 (m)	0	2,34	2,92
H (m)	2,77	2,77	2,77

Taula 26. Paràmetres per definir les ombres produïdes sobre una façana



Il·lustració 28. Representació dels paràmetres per definir les ombres que es fan sobre façana 1.

Introduint aquestes dades en el programa, ens apareix un gràfic de la trajectòria solar i les ombres que produiran les altres façanes sobre la Nord-est. D'aquesta manera, es pot veure que només dues façanes apareixen en el gràfic, però només una d'elles coincidirà amb la trajectòria solar i per això produirà ombra durant la tarda.



Il·lustració 29. Diagrama on es visualitza com són les ombres sobre la façana 1

L'eix d'ordenades del gràfic mostra l'elevació i l'eix d'abscissa l'azimut de les ombres produïdes sobre la façana estudiada. Les corbes transversals fan referència a l'horari on hi ha incidència solar. Aquest horari va de les 6 del matí a les 6 de la tarda, situant les 12 del migdia just al mig del gràfic (recta perpendicular a l'eix x). La resta de corbes de colors fan referència als mesos de l'any.

Com a resultat obtenim que la façana estudiada rebrà ombra de dues de les tres façanes introduïdes (cada façana correspon a un dels polígons). Les ombres començaran a sortir cap a les 14h del migdia i fins a les 18-19h. Aquestes apareixeran cada mes de l'any.

Aquest procediment es fa de la mateixa manera tant per les parets del pati petit (parets Sud-est i Sud-oest), com per l'altra paret del pati gran (paret Nord-oest) i també pel balcó. A l'annex 1 es pot veure tots els patrons d'ombra generats i els paràmetres de cadascun d'ells.

4.5. Instal·lacions de l'edifici

Tal com s'ha comentat en l'apartat 3.1, només hi ha una caldera de gas per produir ACS. Cobreix el 100% de la demanda, amb una potència nominal de 24kW i un rendiment de combustió del 90%. No es considera cap aïllament de la caldera.

5. Resultats obtinguts

Una vegada s'han introduït tots els valors comentats anteriorment en el programa CE3X, podem passar a la realització de la certificació energètica. Tal com s'ha comentat anteriorment, s'han realitzat dues certificacions pel mateix habitatge existent: una amb valor per defecte i una altra amb valors estimats.

Quan es du a terme la certificació de l'edifici, apareixen dues parts diferenciades:

- Escala de qualificació amb els valors de kgCO_2/m^2 i el valor concret d'emissions per l'habitatge objecte.
- Dades de l'edifici objecte: demanda de calefacció i refrigeració que ha de tenir per cobrir les necessitats i les emissions de CO_2 per metre quadrat provocades per la demanda de calefacció, refrigeració, d'ACS i d'il·luminació i l'eficiència de les instal·lacions que donen servei a la dita demanda.

D'aquesta manera, els resultats que s'han obtingut per cada certificació són els següents:

	Valor per defecte	Valor estimat
Qualificació energètica en emissions CO_2 ($\text{kg CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{any}$)	F: 53,6	G: 57,4
Qualificació energètica en consum energia primària no renovable ($\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{any}$)	G: 256,3	G: 274,8
Demanda calefacció ($\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{any}$)	G: 147,2	G: 162,3
Demanda refrigeració (kWh/m^2)	F: 15,6	F: 14,5
Emissions de calefacció ($\text{kg CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{any}$)	E: 40,3	F: 44,6
Emissions de refrigeració ($\text{kg CO}_2/\text{m}^2$)	D: 2,6	D: 2,4
Emissions d'ACS ($\text{kg CO}_2/\text{m}^2$)	G: 10,7	G: 10,7

Taula 27. Resultats obtinguts en la certificació energètica amb valors per defecte i amb valors estimats

Amb els resultats de cada qualificació veiem que no hi ha moltes diferències, tot i que passem de la qualificació F a la G quan introduïm un valor estimat. Bàsicament, els paràmetres que tenen una diferència notable són la demanda de calefacció i refrigeració, ja que depenen de les característiques de l'evolvent de l'edifici (valor que es modifica).

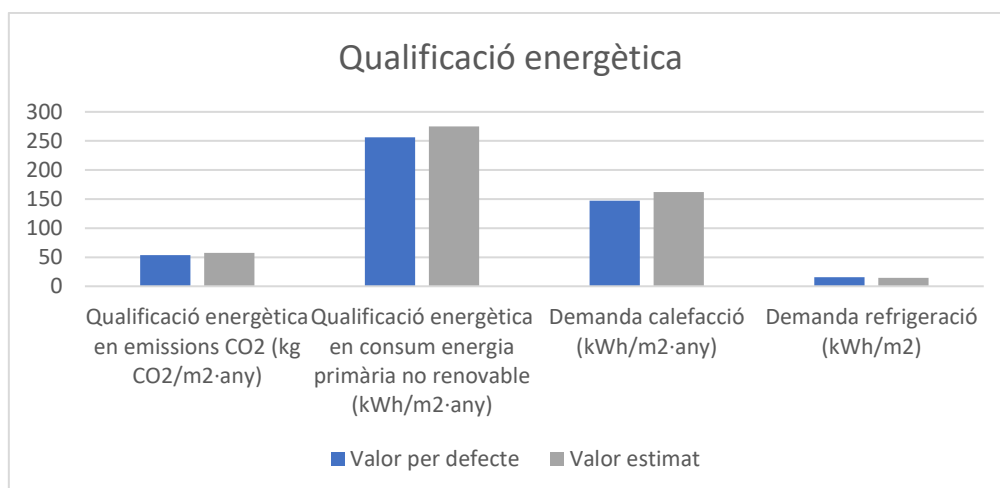
Els diferents factors que influeixen en el consum d'energia primària i, per tant, en els resultats de la certificació energètica són:

1. Zona climàtica: El consum energètic augmenta segons augmenta la severitat climàtica. Barcelona es troba en una zona climàtica C2, per la qual cosa la C

indica que es troba en unes condicions intermèdies (ni molt càlida ni molt freda). D'aquesta manera, aquesta condició no afecta molt a l'estudi.

2. Factor de forma: Els habitatges unifamiliars tenen més superfície de tancament amb l'exterior en relació amb el volum que tanquen i, per tant, tenen major demanda de calefacció i refrigeració. L'habitatge estudiat s'ubica en un bloc d'habitatges plurifamiliar, contigu a uns altres edificis, per la qual cosa, només té un mur en contacte amb l'exterior.
3. Any de construcció: Els edificis de nova construcció tenen consums d'energia inferiors, ja que es regeixen per una normativa més exigent. Aquesta condició és la que afectarà notablement als nostres resultats.

La demanda de calefacció/refrigeració és l'energia que cal proporcionar a un edifici per mantenir-lo a la temperatura de consigna establerta per la normativa vigent. Aquesta demanda depèn de les característiques constructives de l'edifici, de les renovacions per aire per ventilar i les infiltracions que existeixin en els tancaments. El gràfic indica la qualificació que s'obté de l'habitatge, tant pel que fa a la calefacció com a la refrigeració.



Il·lustració 30. Qualificació obtinguda en la demanda de calefacció i refrigeració tant amb valors estimats com per defecte.

Es pot veure com el resultat assolit a través de valors per defecte és inferior que al de valors estimats. Això és degut al fet que els valors per defecte són valors establerts per la normativa tèrmica vigent durant el desenvolupament del projecte i garanteixen les qualitats tèrmiques mínimes dels diferents elements. En canvi, els valors estimats es dedueixen dels altres edificis ja certificats. Com que el nostre edifici és del 1900, pot ser que no hi hagués uns valors mínims i que la construcció tingui unes característiques molt més desfavorables.

Si comparem les transmissivitats de cada element constructiu, veiem que entre una certificació i l'altra, els valors que es modifiquen són la transmissivitat de la coberta i dels murs.

	Valor per defecte CE3x	Valor estimat
Element	U (W/m ² k)	U (W/m ² k)
Coberta	2,17	2,27
Murs	2,38	2
Finestres	5,7	5,7
Qualificació energètica	F: 53,6	G: 57,4

Taula 28. Transmissivitat dels elements constructius.

Veiem que la coberta és l'element constructiu que empitjora respecte al valor per defecte definit pel programa CE3X. Com que la qualificació energètica també empitjora, veiem que la coberta afecta notablement al resultat. Això és pel fet que es tracta d'un pis sota coberta, per la qual cosa té lògica que la coberta afecti negativament en els resultats, demostrant que gran part de les pèrdues són originades per aquest element constructiu i afirmant que hem d'actuar sobretot en aquest element per tal d'obtenir millores.

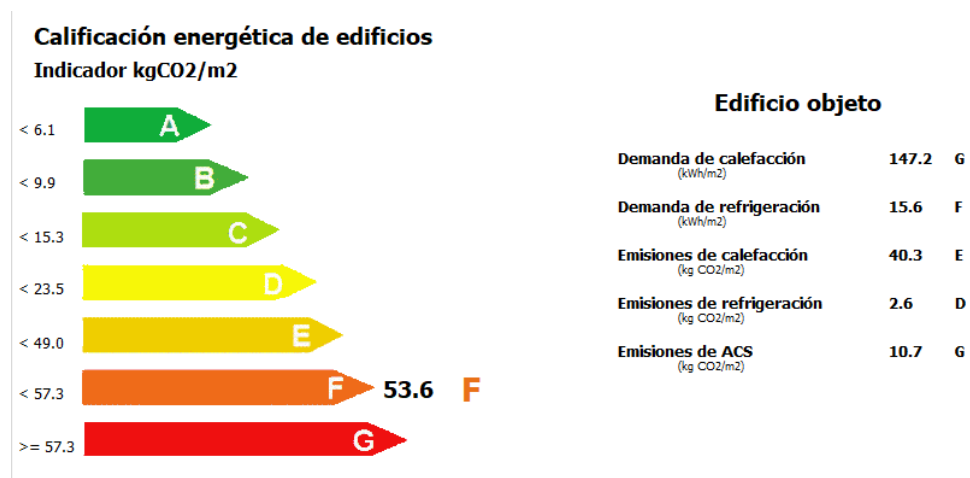
D'aquesta manera, donem per certificació més real l'obtinguda amb valors estimats (qualificació G). Així i tot, és important comentar que tant amb uns valors com amb els altres, el resultat obtingut és molt elevat i desfavorable, ja que la demanda de calefacció és molt alta i això vol dir que no compleix amb els mínims de confort tèrmic, cosa que demostra que hi ha molt potencial de millora.

En el cas que no es disposi de les transmissivitats, cosa molt probable quan se certifica edificis molt antics sense informació dels elements constructius, amb els resultats obtinguts es pot afirmar que utilitzant els valors per defecte pel programa CE3X es pot obtenir una certificació molt pròxima a la realitat, ja que la diferència obtinguda és inferior al 10%.

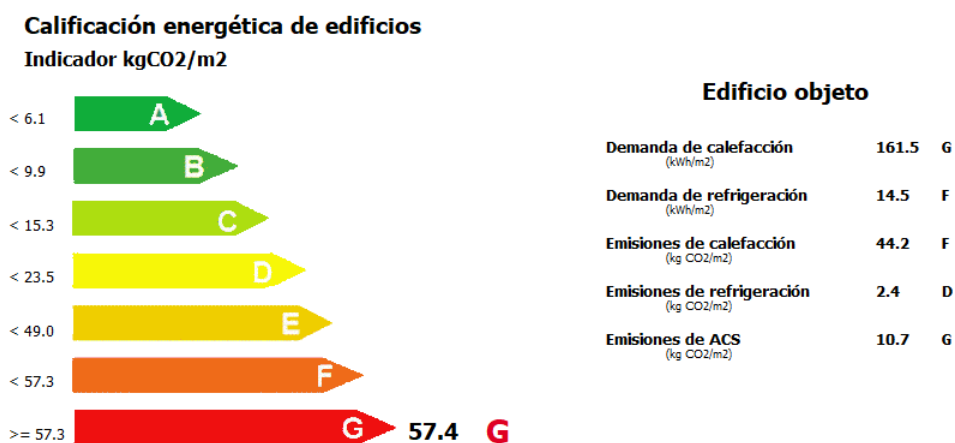
	Valor per defecte [kWh/m ²]	Valor estimat [kWh/m ²]	Diferència (%)
Qualificació energètica en emissions de CO ₂	53,6	57,4	6,62%
Qualificació energètica en consum energia primària no renovable	256,3	274,8	6,73%
Demanda calefacció (kWh/m ²)	147,2	161,5	8,85%
Demanda refrigeració (kWh/m ²)	15,6	14,5	-7,59%
Emissions de calefacció (kg CO ₂ /m ²)	40,3	44,2	8,82%
Emissions de refrigeració (kg CO ₂ /m ²)	2,6	2,4	-8,33%
Emissions de ACS (kg CO ₂ /m ²)	10,7	10,7	0,00%

Taula 29. Comparativa entre les dues certificacions energètiques: amb valors per defecte i valors estimats

A continuació es mostren les etiquetes aconseguides amb les dues certificacions i els resultats.



Il·lustració 31. Resultat certificació energètica amb valors per defecte



Il·lustració 32. Resultat certificació energètica amb valors estimats

6. Propostes de millora energètica

El programa CE3X proposa una sèrie de mesures de millora d'eficiència energètica de l'habitatge estudiat. Les millores poden ser o bé definides pel programa o suggerides per certificador. Les definides es troben classificades en aïllament tèrmic, forats, ponts tèrmics e instal·lacions.

És important recordar que la certificació energètica s'està realitzant sobre un habitatge del barri del Raval, on com s'ha comentat en apartats anteriors, les condicions econòmiques dels residents no són molt favorables. Per això, un dels objectius del present projecte és aconseguir mesures d'eficiència energètica "low cost", és a dir, que al propietari no li suposi una despesa econòmica molt gran a dur a terme. Tot i així, primer s'avaluarà quin impacte tenen les millores en quant a la certificació energètica i després s'analitzaran econòmicament.

Es portaran a cap dos estudis de propostes de millora: un amb les propostes per defecte i un altre estudi amb propostes definides pel certificador. Els dos estudis de millora es fan sobre la certificació amb valors estimats, ja que com s'ha comentat anteriorment, es creu que és la certificació que més s'aproxima a la realitat.

6.1. Millores definides pel programa

Les mesures definides pel programa es poden classificar segons l'element constructiu que es pretén millorar:

1. Millora de l'aïllament tèrmic: Fa referència a millorar l'aïllament de les façanes, tant interiors com exteriors, com del sostre.
2. Millora dels forats: Consisteix a aplicar millores en les finestres, ja sigui substituint els vidres per altres més aïllants o ficant doble finestra.
3. Millora dels ponts tèrmics: Afegir d'aïllament en les caixes de les persianes.
4. Millora de les instal·lacions: Instal·lació d'algun equip per tal de generar calefacció, refrigeració o ACS.

Totes aquestes millores s'han avaluat, de manera qualitativa, segons 3 criteris diferents: criteri econòmic (cost d'implantació de la mesura); criteri mediambiental (quan millora l'eficiència la mesura); i criteri funcional (dificultat tècnica o logística per implantar la mesura).

Cada mesura s'ha avaluat amb una codificació amb 3 valors: ALT, si la mesura contribueix molt al criteri (cost alt; millora d'eficiència alta; dificultat d'implantació alta); BAIX, si la mesura contribueix poc al criteri; i MIG en els casos entremitjos.

De la mateixa manera, s'han fet diferents combinacions de mesures de millora en funció del criteri que es prioritza, per tal de veure quin afecte tenen en conjunt en els resultats obtinguts de la certificació energètica.

Finalment, aquestes combinacions també s'han analitzat des del punt de vista econòmic i s'ha realitzat un estudi d'amortització.

6.1.1 Definició de les millores

- Millores que afecten l'aïllament tèrmic

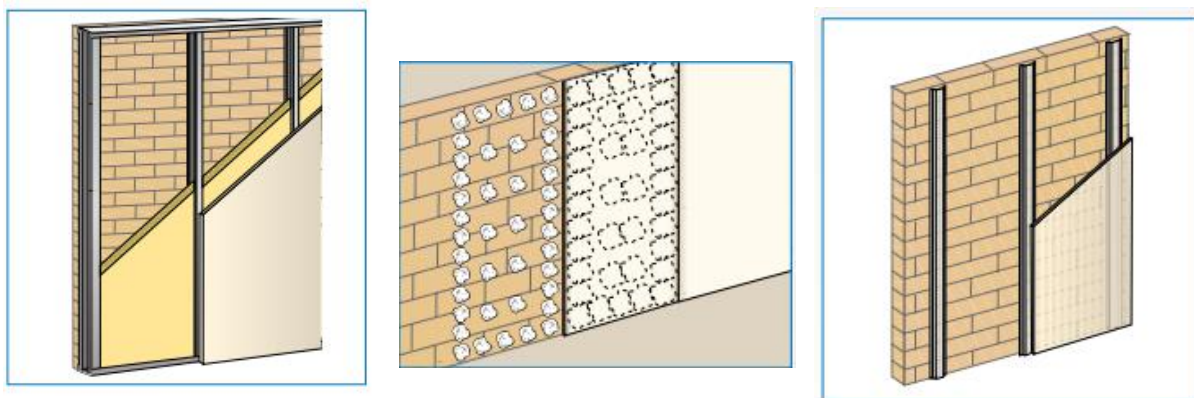
Les façanes i cobertes són els elements constructius on se solen produir més pèrdues tèrmiques. L'aïllament d'aquests elements ho pot moderar significativament, millorant l'eficiència energètica dels edificis i en conseqüència, reduir els costos de calefacció i refrigeració.

Es proposa realitzar un aïllament tèrmic per l'interior de l'edifici per tal de no afectar a la resta de veïns. També perquè actuar sobre l'exterior de la façana és més complex i, moltes vegades, no està permès perquè els edificis estan catalogats o no s'hi poden afegir trasdossats que modifiquin l'estètica de la façana. A més, aquest sistema interior permet millorar l'aïllament tèrmic i a més també l'acústic, sent de ràpida i fàcil instal·lació.

En afegir un trasdossat interior, però, es perd espai útil a l'interior de l'habitatge. Això pot ser crític en casos de llars de petites dimensions on conviuen famílies nombroses; en el cas d'estudi, tanmateix, aquesta no és una limitació important, ja que a la habitança només viu una persona.

Pel que fa als murs, hi ha diferents tipus de trasdossats [36]:

- Trasdossat autoportant: estant formats per una estructura metàl·lica sobre la qual es caragolen la placa de pladur o guix. D'aquesta manera es forma una cambra d'aire entre el mur suport i la placa. En el seu interior contenen el material d'aïllament escollit (fibra de vidre, llana mineral, llana de roca...)
- Trasdossat semidirecte: En el tancament es fixen unes omegues de baix gruix sobre les quals es caragolen les plaques de guix laminat.
- Trasdossat directa: Les plaques de guix són adherides al tancament directament a través d'un morter adhesiu.



Il·lustració 33. d'esquerra a dreta: trasdossat autoportant, directa i semidirecta

Pel present projecte, es proposen totes les solucions per un trasdossat directa amb diferents materials aïllants. Considerat que es tracta d'una rehabilitació i que volem que sigui el més pràctica possible i amb un cost econòmic, es considera que el més convenient és el trasdossat amb diferents materials que facin de barrera tèrmica.




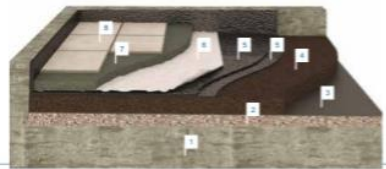

D'aquesta manera, les propostes a aplicar tant en els murs com a les cobertes són les següents:

	ID	Millora	Descripció		Imatge
Murs	B1	Trasdossat Llana de Roca[37]	Trasdossat directe amb sistema de plaques de guix laminat amb aïllant tèrmic de llana de roca incorporat.	40 mm llana	
	B2.1	Ecoclay Plac [38]	Panell d'argila 100% natural que regula la humitat relativa de l'estança, permeabilitat el vapor d'aigua i té una baixa conductivitat i alta inèrcia tèrmica per aconseguir el confort amb un menor cost	50 mm ecoclay plac	

B2.2	Trasdossat de cotó [39]	<p>Panell de cotó reciclat. Aquest material proporciona una bona resistència tèrmica i minimitza el gruix de les parets a causa de la seva baixa conductivitat. No és irritant per la pell ni per les vies respiratòries.</p>	40 mm de panell de cotó	
B3	Pintura per a façanes [40]	<p>Pintura de ceràmica líquida formada per microsfères ceràmiques que formen un matalàs d'aire virtual sobre la superfície de les nostres parets creant una barrera tèrmica.</p>	10 mm de pintura	
B4	Tapís per mur [41]	<p>Revestiment de llana. També permet aïllar acústicament l'habitatge.</p>	10 mm de tapís	

Taula 30. Característiques aïllaments proposats en els murs




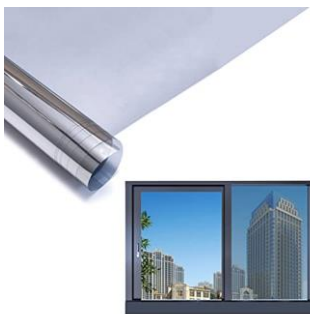
Referent a les millores per la coberta, considerem gairebé les mateixes propostes de millora, considerant un gruix més gran i afegint dues més: aïllament a través de plaques de suro o amb un panell Sandwich.


ID	Millora	Descripció		Imatge
A1	Trasdossat Llana de Roca [37]	Trasdossat directe amb sistema de plaques de guix laminat amb aïllant tèrmic de llana de roca incorporat.	60 mm llana	
A2.1	Ecoclay Plac[38]	Panell d'argila 100% natural	40 mm ecoclay	
A2.3	Trasdossat de cotó [39]	Panell de cotó reciclat	60mm de panell de cotó	
A3	Plaques de suro [42]	Els aglomerats de suro expandit són pràcticament inerts i totalment compatibles amb els materials utilitzats en la construcció.	60 mm de plaques de suro	
A4	Panel Sandwich [43]	Panell sandwich de fusta que conté una capa de guix variable de polietilè que permet aconseguir aïllament tèrmic i acústic	40 mm de capa de polietilè	

Taula 31. Característiques aïllaments proposats a la coberta

- Millora dels forats

Les infiltracions a través de les finestres de les façanes s'han de tenir en compte a l'hora de millorar la qualificació, ja que és un dels elements més molestos cara el confort.

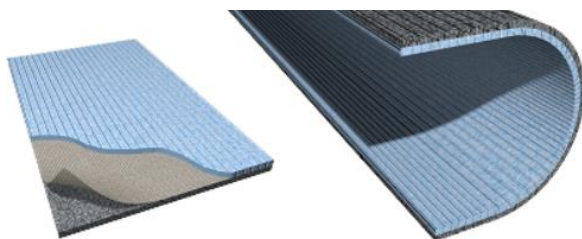
	ID	Millora	Descripció	Imatge
Finestres	C1	Doble vidre[44]	Substitució de vidre senzill per doble envidrament 4/8/4 (ext./cambra/int.)	
	C2.1	Col·locació cortines tèrmiques (hivern)[45]	Col·locació de cortines amb material tèrmic o, si escau, col·locació d'un folre tèrmic d'hivern a la cara exterior de les cortines existents.	
	C2.2	Rivets en les juntes[46]	Tira, comunament de material plàstic que es disposa a portes i finestres per reduir les infiltracions d'aire.	
	C2.3	Doble capa [47]	Col·locació de làmina de PET i PE amb adhesiu d'acrilat, a disposar sobre fusteria existent i simular l'efecte del doble vidre.	

	C2.4	Persianes o porticons [48]	Col·locació de persianes de lamel·les de fusta, amb una doble funció. Evita la incidència de la radiació solar a estiu i funciona com a amortidor tèrmic a l'hivern	
--	------	----------------------------	---	---

Taula 32. Característiques de les millores en les Finestres

- Millora dels ponts tèrmics

Les caixes de les persianes generen unes grans pèrdues de calor i fred, augmentant la demanda energètica. Per solucionar-ho es proposa incorporar un aïllament tèrmic en la caixa tradicional de la persiana, format per un panell flexible multicapa que consta de tres capes: una de polietilè expandit d'alta densitat, una capa de difusió i una tercera capa de poliestirè expandit amb partícules de grafit.[49]



Il·lustració 34. Panell flexible multicapa que s'introdueix dins la caixa de persianes per millorar ponts tèrmics

Una altra alternativa molt més econòmica és introduir un kit multicapa fabricat en alumini i bombolles de polietilè de color gris metal·litzat, per aïllar la caixa de les persianes. Aquest kit és de fàcil col·locació, cobrint tot el forat amb un tall a mesura, grapant-lo i donant un acabat amb un adhesiu.[50]



Il·lustració 35. Kit multicapa d'alumini per aïllar caixa de persianes

- Millora de l'equipament de calefacció, refrigeració i ACS.

Aquesta mesura implica un cost econòmic bastant elevat, ja que no només implica instal·lar una font d'energia, sinó que també algun emissor radiant (radiadors, fancoils...), la qual cosa això fa augmentar encara més el cost. Així i tot, es considera que es necessita una font d'energia sobretot per fer calefacció i tenir l'habitatge a una temperatura de confort.

Per tal d'afavorir que el cost sigui el mínim possible i considerant que la caldera que produeix ACS és bastant nova, es proposa instal·lar una bomba de calor de producció de calefacció i refrigeració. Per evitar material, es considera que la millor opció és instal·lar un Split de paret on la unitat interior s'ubiqui al menjador, estança on la propietària passa gran part del temps.

El menjador té una superfície de 28 m². Considerant una demanda tèrmica de 101,6 W/m² [Veure càlcul carga tèrmica Annex 2], la potència necessària a instal·lar per cobrir les necessitats és d'aproximadament 2,84 kW. Es decideix instal·lar un Split de paret de la marca Baxi, gama LSG25.



Il·lustració 36. Splits de paret per cobrir demanda climatització

Aquest aparell té una potència nominal de calefacció de 2,9 kW i de 2,65 kW en refrigeració. A continuació es mostren les dades tècniques més importants a considerar: [51]

Dades tècniques	Split paret KSG25
Potència refrigeració nom (min.-màx.)	2,65 (0,5-3)
Potència calefacció nom (min.-màx.)	2,90 (0,5-3,20)
SEER/SCOP	6,15/4,07
Classificació energètica refrigeració/calefacció	A++/A+
Potència consumida refrigeració nom. (min.-màx.)	0,83 (0,10-1,44)
Potència consumida calefacció nom(min.-màx.)	0,80(0,2-1,4)
TCO ₂ equivalents	0,36

Taula 33. Dades tècniques split de paret

6.1.2 Parametrització de les solucions

Un cop definides totes les mesures de millora i materials escollits, s'elabora un anàlisi detallat del gruix i la transmitància per tal d'obtenir la transmissivitat tèrmica dels elements constructius i poder introduir els valors al programa CE3x.

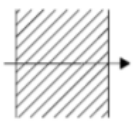
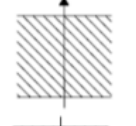
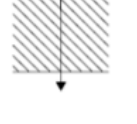
- Millores que afecten l'aïllament tèrmic

El mur existent és de maó ceràmic massís. Consultant la web del codi tècnic de l'edificació, es troben les característiques que defineixen aquest material. Si a més considerem les resistències tèrmiques corresponents a l'aire interior (Rsi) i exterior (Rse), obtenim la següent transmitància tèrmica [52]:

Material	Gruix (mm)	Conductivitat (W/m·K)	Resistència tèrmica (m ² ·K/W)	Transmitància tèrmica (W/m ² ·K)
Rsi	-	-	0,13	1,8
Maó ceràmic massís	0,35	0,85	0,42	
Rse	-	-	0,04	

Taula 34. Transmitància tèrmica mur existent

Les resistències tèrmiques de l'aire exterior i interior s'han considerat a través del DA-DB-HE 1 on en funció de la posició del tancament i el sentit del flux de calor, es defineixen els valors [53].

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo Horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente (Techo)		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (Suelo)		0,04	0,17

Taula 35. Valor resistència tèrmiques de l'aire exterior i interior en funció de la posició del tancament i sentit del flux de calor

D'aquesta manera, es parametriza totes les solucions i es comparen amb la resistència tèrmica actual.

	ID	Millora	Gruix (m)	Conductivitat tèrmica (W/m·k)	Resistència tèrmica ($m^2 \cdot K/W$)	Transmitància tèrmica ($W/m^2 \cdot K$)	Millora transmitància tèrmica (%)
Murs	B1	Trasdossat directe de Llana de Roca [37]	0,04	0,037	1,67	0,6	66,8%
	B2.1	Ecoclay Play o morter [38]	0,05	0,240	0,80	1,25	30,4%
	B2.2	Trasdossat Panells de cotó [39]	0,04	0,032	1,84	0,54	69,8%
	B3	Pintura per a façanes [40]	0,01	0,033	0,89	1,12	37,8%
	B4	Tapís per mur [41]	0,010	0,033	0,59	1,69	5,9%

Taula 36. Característiques tèrmiques de les millores aplicades sobre els murs

Referent a la coberta, es tracta d'una coberta catalana sense cambra d'aire i amb una transmitància tèrmica de $2,27 W/m^2 \cdot K$. A continuació es mostren els paràmetres de les propostes de millora per la coberta i quin percentatge de millora s'obté.

	ID	Millora	Gruix (m)	Conductivitat tèrmica (W/m·k)	Resistència tèrmica ($m^2 \cdot K/W$)	Transmitància tèrmica ($W/m^2 \cdot K$)	Millora transmitància tèrmica (%)
Sostre	A1	Trasdossat Llana de Roca [37]	0,06	0,037	2,08	0,48	78,8%
	A2.1	Ecoclay Plac [38]	0,04	0,2	0,66	1,51	33,4%
	A2.3	Trasdossat de cotó [39]	0,06	0,032	2,34	0,43	81,1%
	A3	Plaques de suro baix [42]	0,06	0,038	2,04	0,49	78,4%
	A4	Panell Sandwich [43]	0,040	0,041	1,44	0,70	69,3%

Taula 37. Característiques tèrmiques de les millores aplicades sobre el sostre

- Millores en els forats

Tal com hem comentat, les finestres actuals són metàl·liques sense RPT i de color marró fosc amb una transmitància tèrmica de $5,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Les noves propostes de millora tenen les següents transmitàncies.

	ID	Millora	Transmitància tèrmica ($\text{W/m}^2\cdot\text{K}$)	Millora transmitància tèrmica (%)
Finestres	C1	Doble vidre [44]	2,1	63,2%
	C2.1	Col·locació cortines tèrmiques [45]	4,845	15,0%
	C2.2	Rivets en les juntes [46]	2,85	50,0%
	C2.3	Doble capa [47]	4,104	28,0%
	C2.4	Persianes o porticons [48]	4,275	25,0%

Taula 38. Característiques tèrmiques de les millores aplicades a les Finestres

- Millora dels ponts tèrmics

L'aïllament tèrmic del calaix de les persianes s'aconsegueix amb un panell flexible multicapa de $1000 \times 500 \times 30$, format per una capa de polietilè expandit d'alta densitat i amb una conductivitat tèrmica de $0,035 \text{ W/mK}$, una capa de difusió i una tercera capa de polietilè expandit amb partícules de grafit amb una conductivitat tèrmica de $0,031 \text{ W/mK}$. D'aquesta manera, la resistència tèrmica és de $0,45 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ i una transmitància tèrmica de $2,2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. [49]

6.1.3 Qualificació energètica de cada millora

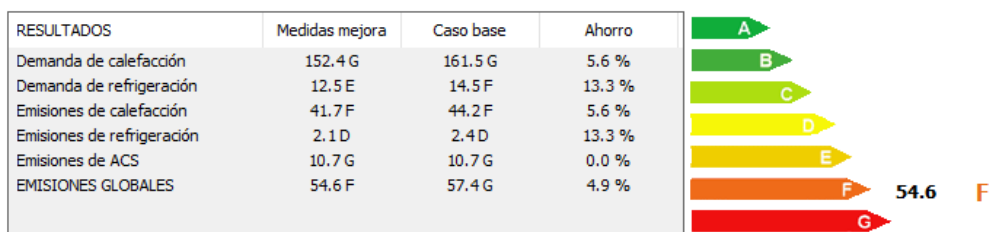
En aquest apartat s'analitza quina qualificació i quin estalvi s'obté aplicant cada millora per separat.

Qualificació aconseguida amb aïllament tèrmic.

El trasdossat interior es pot aplicar en diferents ubicacions, valorant quina és la que millora més les condicions i així prioritzar-la en cas de no tenir suficients recursos econòmics. D'aquesta manera, apareixen dues alternatives:

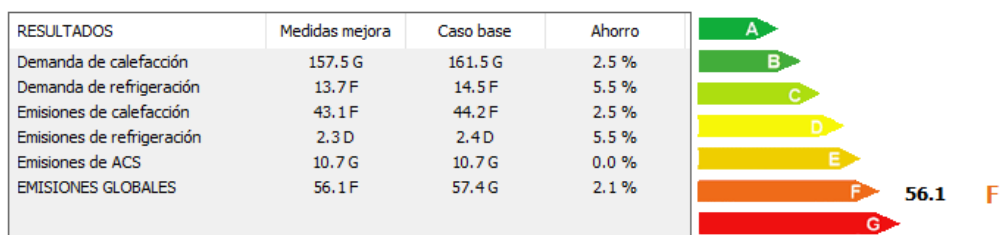
1. Alternativa 1: Aplicar el trasdossat als murs de totes les façanes.

○ Trasdossat de llana de roca:



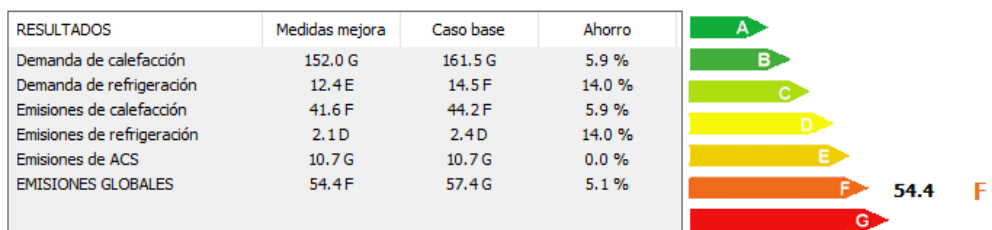
Taula 39. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant trasdossat de llana de roca

○ Trasdossat amb Ecoplay Plac



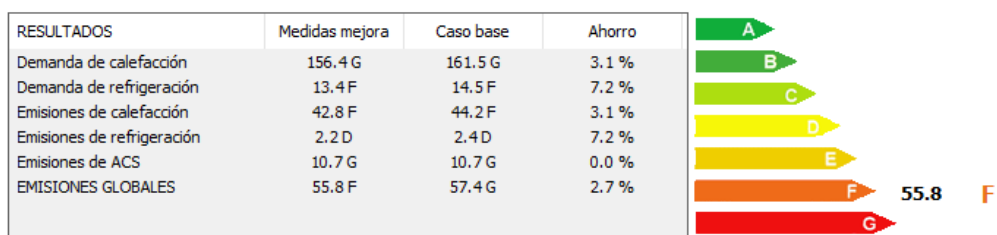
Taula 40. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant trasdossat amb Ecoplay Plac

○ Trasdossat de cotó



Taula 41. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant trasdossat de cotó

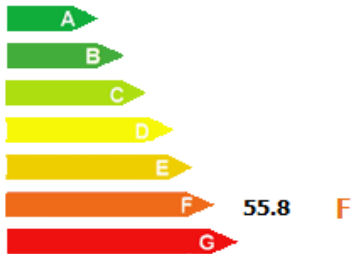
○ Pintura per façana interior



Taula 42. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant pintura a les façanes interiors

○ Tapis per mur

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	156.4 G	161.5 G	3.1 %
Demanda de refrigeración	13.4 F	14.5 F	7.2 %
Emisiones de calefacción	42.8 F	44.2 F	3.1 %
Emisiones de refrigeración	2.2 D	2.4 D	7.2 %
Emisiones de ACS	10.7 G	10.7 G	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	55.8 F	57.4 G	2.7 %

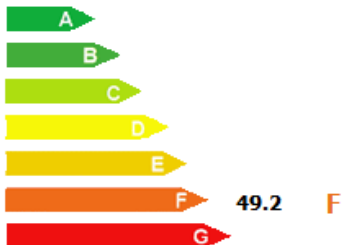


Taula 43. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant tapis per mur

2. Alternativa 2: Aplicar el trasdossat al sostre.

○ Trasdossat llana de roca

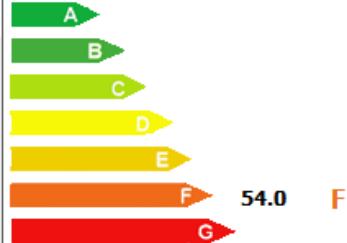
RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	133.5 G	161.5 G	17.3 %
Demanda de refrigeración	11.8 E	14.5 F	18.3 %
Emisiones de calefacción	36.6 E	44.2 F	17.3 %
Emisiones de refrigeración	2.0 D	2.4 D	18.3 %
Emisiones de ACS	10.7 G	10.7 G	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	49.2 F	57.4 G	14.1 %



Taula 44. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant trasdossat de llana de roca al sostre

○ Trasdossat Ecoplay Plac

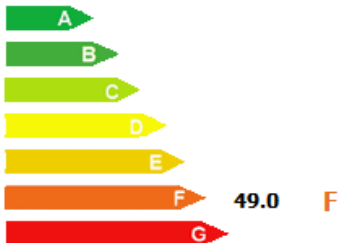
RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	149.7 G	161.5 G	7.3 %
Demanda de refrigeración	13.6 F	14.5 F	6.2 %
Emisiones de calefacción	41.0 F	44.2 F	7.3 %
Emisiones de refrigeración	2.2 D	2.4 D	6.2 %
Emisiones de ACS	10.7 G	10.7 G	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	54.0 F	57.4 G	5.9 %



Taula 45. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant trasdossat Ecoplay Plac al sostre

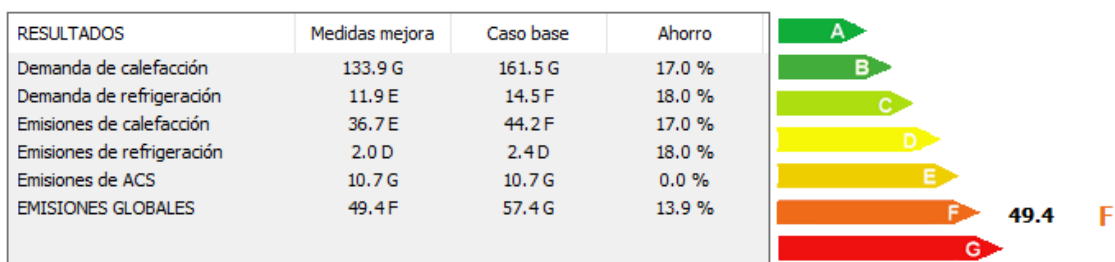
○ Trasdossat de cotó

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	132.7 G	161.5 G	17.8 %
Demanda de refrigeración	11.7 E	14.5 F	19.0 %
Emisiones de calefacción	36.3 E	44.2 F	17.8 %
Emisiones de refrigeración	1.9 D	2.4 D	19.0 %
Emisiones de ACS	10.7 G	10.7 G	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	49.0 F	57.4 G	14.5 %



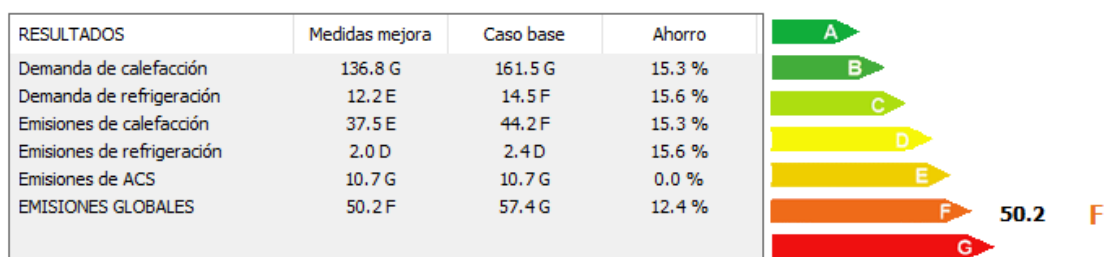
Taula 46. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant trasdossat de cotó al sostre

○ Plaques de suro



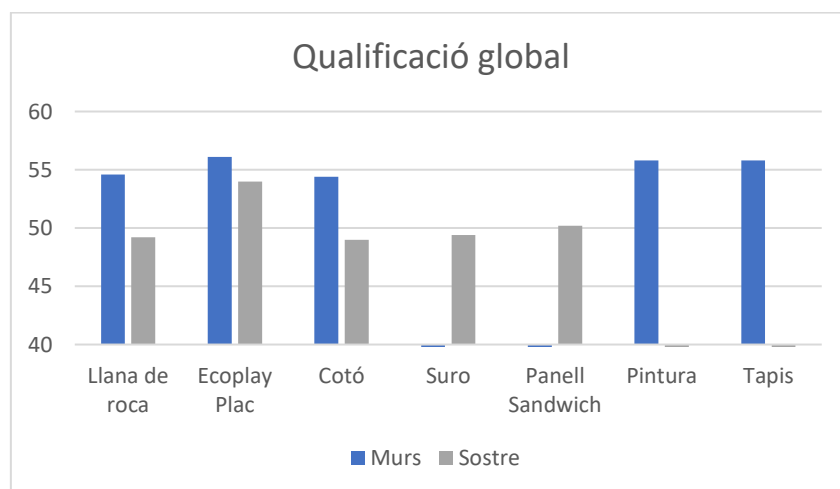
Taula 47. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant trasdossat de plaques de suro al sostre

○ Panell Sandwich



Taula 48. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant panell Sandwich al sostre

Efectivament, les millores aplicades en el sostre permeten millorar la qualificació energètica en comparació a les mesures aplicades als murs. Això ens indica que en el cas de tenir en compte només una de les millores, s'ha de prioritzar les del sostre. Per altra banda, els materials que més afecte tenen respecte al resultat (tant pels murs com pel sostre) són el trasdossat de llana de roca i el trasdossat de cotó, ja que com s'ha vist anteriorment, tenen una resistència tèrmica més gran que fan que la calor/fred no entri dins de l'habitatge i mantingui l'interior a una temperatura de confort.



Il·lustració 37. Comparativa dels resultats obtinguts en cada millora, tant en murs com a la coberta

Qualificació obtinguda amb la millora dels forats

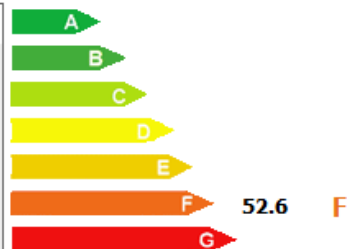
Només es consideraran en el procediment de certificació aquells dispositius que siguin fixos o controlats per un sistema domòtic. Aquells elements que depenen dels usuaris com les persianes o les cortines no s'introdueixen directament, sinó que el programa les considera com un factor de correcció del factor solar.

El factor solar és el quocient entre la radiació solar amb una incidència normal que s'introdueix en l'edifici a través del vidre i la que s'introduiria si el vidre fos completament transparent. D'aquesta manera, un valor pròxim a zero significa que el vidre no permet el pas de la radiació solar i un valor pròxim a 1 significa que si permet. [42]

Aquest factor solar el definirem per les següents mesures: cortines i persianes.

- Doble vidre

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	146.7 G	161.5 G	9.1 %
Demanda de refrigeración	10.1 D	14.5 F	30.4 %
Emisiones de calefacción	40.2 E	44.2 F	9.1 %
Emisiones de refrigeración	1.7 C	2.4 D	30.4 %
Emisiones de ACS	10.7 G	10.7 G	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	52.6 F	57.4 G	8.3 %

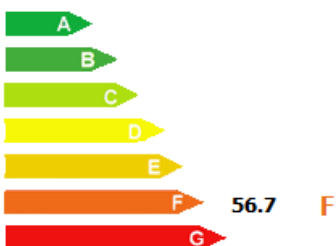


Taula 49. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant doble vidre

- Cortines tèrmiques

Es considera un factor solar de 0,8 a l'hivern i 0,5 a l'estiu, és a dir, a l'hivern només bloqueja un 20% la radiació solar i un 50% a l'estiu. Tot i que a l'hivern bloqueja un 20% la radiació solar, la transmitància tèrmica es redueix.

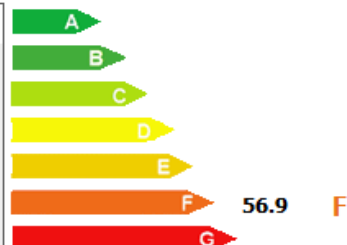
RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	163.0 G	161.5 G	-1.0 %
Demanda de refrigeración	8.2 D	14.5 F	43.5 %
Emisiones de calefacción	44.7 F	44.2 F	-1.0 %
Emisiones de refrigeración	1.4 C	2.4 D	43.5 %
Emisiones de ACS	10.7 G	10.7 G	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	56.7 F	57.4 G	1.1 %



Taula 50. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant cortines tèrmiques

- Rivets en les juntes

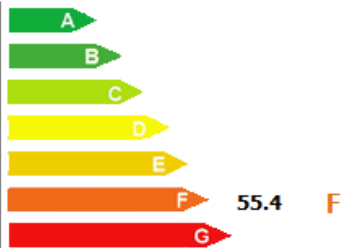
RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	160.9 G	161.5 G	0.4 %
Demanda de refrigeración	12.8 E	14.5 F	11.5 %
Emisiones de calefacción	44.1 F	44.2 F	0.4 %
Emisiones de refrigeración	2.1 D	2.4 D	11.5 %
Emisiones de ACS	10.7 G	10.7 G	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	56.9 F	57.4 G	0.8 %



Taula 51. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant rivets en les juntes

○ Doble Capa

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	154.2 G	161.5 G	4.5 %
Demanda de refrigeración	14.7 F	14.5 F	-1.7 %
Emisiones de calefacción	42.2 F	44.2 F	4.5 %
Emisiones de refrigeración	2.4 D	2.4 D	-1.7 %
Emisiones de ACS	10.7 G	10.7 G	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	55.4 F	57.4 G	3.4 %

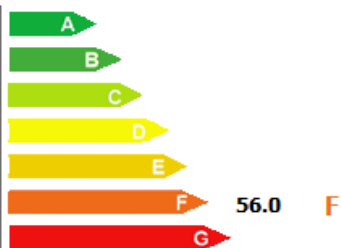


Taula 52. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant doble capa

○ Persianes o porticons

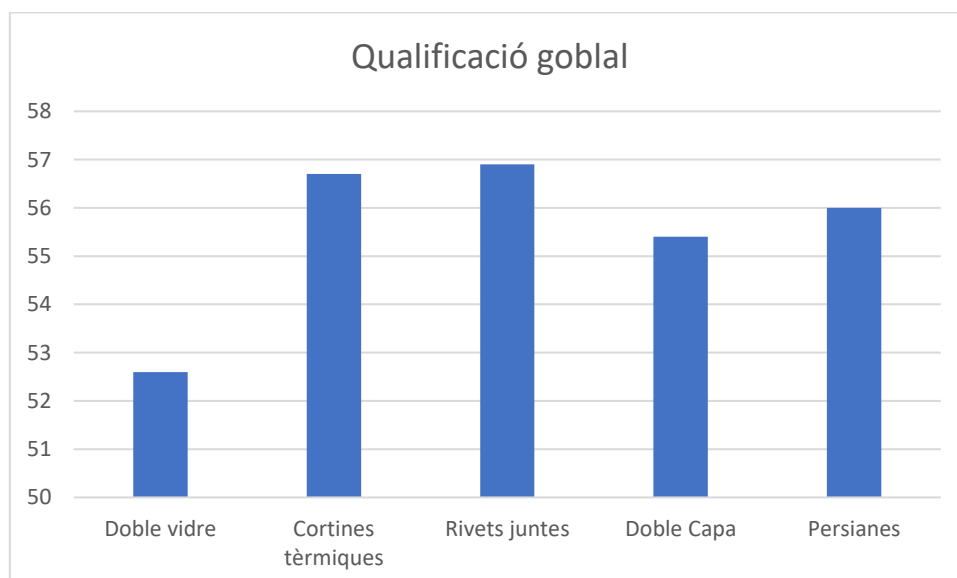
Es considera el mateix factor solar que amb les cortines tèrmiques, però considerant una resistència tèrmica de 4.275 W/m²·K.

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	160.4 G	161.5 G	0.6 %
Demanda de refrigeración	8.2 D	14.5 F	43.4 %
Emisiones de calefacción	43.9 F	44.2 F	0.6 %
Emisiones de refrigeración	1.4 C	2.4 D	43.4 %
Emisiones de ACS	10.7 G	10.7 G	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	56.0 F	57.4 G	2.3 %



Taula 53. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant persianes o porticons

En definitiva, les propostes de millora aplicades als forats que més afecten i milloren el certificat energètic són la incorporació de doble vidre o de doble capa, tot i que totes milloren la situació inicial.



Taula 54. Qualificació global de totes les propostes de millora a les finestres

Qualificació obtinguda amb la millora dels ponts tèrmics

- Aïllament en la caixa de la persiana.

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	156.4 G	161.5 G	3.1 %
Demanda de refrigeración	14.6 F	14.5 F	-1.2 %
Emisiones de calefacción	42.8 F	44.2 F	3.1 %
Emisiones de refrigeración	2.4 D	2.4 D	-1.2 %
Emisiones de ACS	10.7 G	10.7 G	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	56.0 F	57.4 G	2.4 %

Taula 55. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant aïllament en la caixa de les persianes

Qualificació obtinguda amb incorporació equip climatització

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	161.5 G	161.5 G	0.0 %
Demanda de refrigeración	14.5 F	14.5 F	0.0 %
Emisiones de calefacción	31.0 E	44.2 F	30.0 %
Emisiones de refrigeración	1.9 D	2.4 D	19.0 %
Emisiones de ACS	10.7 G	10.7 G	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	43.6 E	57.4 G	23.9 %

Taula 56. Resultat certificació energètica i comparativa cas base incorporant equip de climatització

La instal·lació d'un equip de climatització a primeres no afectaria els resultats, però perquè aquest equip no està modificant cap element constructiu que afecti les condicions de calefacció i refrigeració. El que si modifica són les emissions globals, ja que s'utilitza un equip bastant eficient que fa servir electricitat i aquesta es considera com una font renovable.

Si comparem totes les propostes de millora, veiem que la que té un major estalvi és l'aïllament del sostre amb cotó amb un 14,5% respecte al cas inicial, tot i que totes les mesures aplicades a la coberta repercuteixen amb com a mínim més d'un 10%.

Com que no s'ha modificat el consum ni la manera de fer aigua calenta sanitària, les emissions per ACS tenen el mateix valor per a totes les propostes.

Finalment, la proposta que afecta més a la demanda de refrigeració són les cortines tèrmiques, ja que aquestes permeten retenir la radiació solar gairebé un 50% a l'estiu, però en canvi, l'estalvi només suposa un 1,1% respecte al cas base.

Pel que fa a la demanda de calefacció, totes les propostes se situen amb un coeficient entre 164 kWh/m² i 133 kWh/m², fent que la qualificació obtinguda en tots els casos sigui de G.

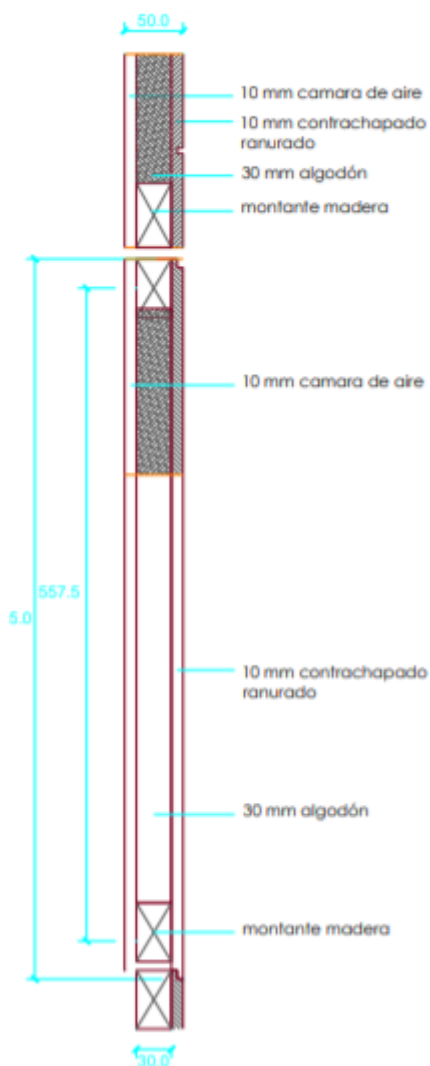
Medidas de Mejora	Dda Cal.	Dda Ref.	Emis. Cal.	Emis. Ref.	Emis. ACS	Emis. Glob...	Ahorro
CASO BASE	162.3 G	14.5 F	44.5 F	2.4 D	10.7 G	57.6 G	-
Trasdossat llana de roca	153.3 G	12.6 E	42.0 F	2.1 D	10.7 G	54.8 F	4.9%
Trasdossat Ecoplay Plac	158.3 G	13.7 F	43.4 F	2.3 D	10.7 G	56.4 F	2.1%
Pintura façana	157.3 G	13.4 F	43.1 F	2.2 D	10.7 G	56.0 F	2.7%
Tapis per mur	151.0 G	12.0 E	41.4 F	2.0 D	10.7 G	54.1 F	6.1%
Sostre llana de roca	152.2 G	12.3 E	41.7 F	2.0 D	10.7 G	54.5 F	5.4%
Sostre Ecoplay Plac	150.5 G	13.6 F	41.2 F	2.2 D	10.7 G	54.2 F	5.9%
Sostre cotó	133.5 G	11.7 E	36.6 E	1.9 D	10.7 G	49.2 F	14.5%
Sostre plaques de suro	134.8 G	11.9 E	36.9 E	2.0 D	10.7 G	49.6 F	13.8%
Sostre panell sandwich	137.7 G	12.2 E	37.7 E	2.0 D	10.7 G	50.5 F	12.4%
doble vidre	147.6 G	10.1 D	40.4 E	1.7 C	10.7 G	52.8 F	8.3%
cortines tèrmiques	163.9 G	8.2 D	44.9 F	1.4 C	10.7 G	57.0 F	1.1%
rivets juntes	161.8 G	12.8 F	44.3 F	2.1 D	10.7 G	57.2 F	0.7%
Poliamida	157.3 G	13.4 F	43.1 F	2.2 D	10.7 G	56.0 F	2.7%

Taula 57. Resum de tots els resultats obtinguts amb cada millora energètica

6.2 Millores definides pel certificador

A més de les mesures habituals per millorar l'aïllament dels murs, a continuació s'avaluarà la millora que suposaria la implantació d'un sistema de baix cost experimental, format per un trasdossat on el material aïllant està format per restes de materials tèxtils (rebuig industrial). Aquest tipus de sistema suposa donar una segona vida a un material que a priori suposaria un rebuig.

El sistema consisteix en un trasdossat per instal·lar a la paret interior de l'habitatge. Està format per un bastidor de fusta de pi que disposa d'un aplacat en la part en contacte amb l'ambient de l'habitatge. Aquesta placa d'acabat té un gruix de 10 mm. La part de contacte amb la paret existent no disposa d'aplat. El bastidor conforma una cambra d'aire de 40 mm de gruix, que es pot omplir de diferents materials aïllants. El sistema en total té un gruix de 50 mm.



Il·lustració 39. Trasdossat amb bastidor de fusta i mascaretes reciclables com a aïllament

Il·lustració 38. Perfil trasdossat de fusta

Es consideren tres tipus de material que facin la funció d'aïllament:

1. Material aïllant de mascareta (poliamida 6,6) amb un gruix de 40mm amb una conductivitat tèrmica de 0.2575 W/m·K [55]
2. Cotó reciclat tractat amb una conductivitat 0,033 W/m·K i un gruix de 40 mm [56]

D'aquesta manera, i considerant els valors de resistència tèrmica calculats anteriorment, per l'aire exterior, interior i pel mur de maó massís existent, es calcula la transmitància tèrmica d'aquests tres materials:

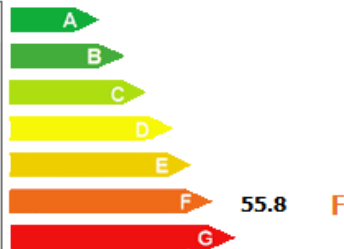
	Capa	Gruix (m)	Conductivitat tèrmica (W/m·k)	Resistència tèrmica (m ² ·K/W)	Resistència total (m ² ·K/W)	Transmitància tèrmica (W/m ² ·K)
Mascareta amb Poliamida	Rsi	-	-	0,13	0,80	1,25
	Fusta	0,01	0,17	0,06		
	Poliamida	0,04	0,26	0,16		
	Mur maó massís	-	-	0,42		
	Rse	-	-	0,04		
Cotó	Rsi	-	-	0,13	0,78	1,29
	Fusta	0,01	0,17	0,06		
	Cotó	0,033	0,26	0,13		
	Mur maó massís	-	-	0,42		
	Rse	-	-	0,04		

Taula 58. Característiques tèrmiques trasdossats proposats per l'instal·lador

Si analitzem a través del programa CE3X quina certificació energètica obtenim aplicant aquestes mesures d'aïllament tèrmic als murs, s'obtenen els següents resultats:

- Resultat amb mascaretes de poliamida com a material aïllant:

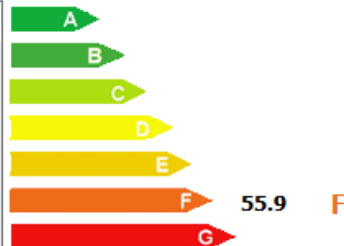
RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	156.4 G	161.5 G	3.1 %
Demanda de refrigeración	13.4 F	14.5 F	7.1 %
Emisiones de calefacción	42.8 F	44.2 F	3.1 %
Emisiones de refrigeración	2.2 D	2.4 D	7.1 %
Emisiones de ACS	10.7 G	10.7 G	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	55.8 F	57.4 G	2.7 %



Taula 59. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant mascaretes de poliamida com aïllant

- Resultat amb Cotó

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	156.7 G	161.5 G	3.0 %
Demanda de refrigeración	13.5 F	14.5 F	6.7 %
Emisiones de calefacción	42.9 F	44.2 F	3.0 %
Emisiones de refrigeración	2.2 D	2.4 D	6.7 %
Emisiones de ACS	10.7 G	10.7 G	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	55.9 F	57.4 G	2.6 %



Taula 60. Resultat certificació energètica i comparativa cas base aplicant trasdossat de cotó

6.3 Costos de les mesures de millora

Els costos de cada mesura aplicada són valors realistes obtinguts a través del catàleg de preus online de CYPE o consultant la pàgina web de la marca escollida.

S'ha de tenir en compte que ens trobem davant d'un projecte per una associació, per la qual cosa no s'ha considerat costos de mà d'obra, ja que es farà servir la mà d'obra de voluntaris qualificats.

6.3.1 Millora aïllament tèrmic Murs

- Trasdossat Llana de Roca

Per aïllar les parets interiors de l'habitatge s'ha decidit fer un trasdossat directa de placa de guix laminat, tal com s'ha comentat en l'anterior punt. En la taula següent es resumeix els materials implicats i el cost per metre quadrat.[57]

Descripció material	€/m ²
Pasta de fixació, segons UNE-EN 14496	2,09
Placa de guix laminat que porta adherida una llana mineral de 90 kg/m ³ de densitat	25
Pasta de junta, segons UNE-EN 13963	0,33
Cinta microperforada de paper, segons UNE-EN 13963	0,05
TOTAL (€/m ²)	27,5
Superfície (m ²)	40 m ²
TOTAL (€)	1.098

Taula 61. Cost aplicació trasdossat llana de roca

Considerant que les parets que hem d'aïllar són totes les que tenen contacte amb l'exterior (murs de façana), la superfície total és de 40 m². D'aquesta manera, el cost en aplicar aquesta millora suposarà de 1.098 €.

- Trasdossat Ecoclay Plac

Descripció material	€/m ²
Pasta de fixació, segons UNE-EN 14496	2,09
Placa de guix laminat	5,19
Placa Ecoclay Pac	10,5
Pasta de junta, segons UNE-EN 13963	0,33
Cinta microperforada de paper, segons UNE-EN 13963	0,05
TOTAL (€/m ²)	18,16
Superfície (m ²)	40 m ²
TOTAL (€)	726,4

Taula 62. Cost aplicació trasdossat Ecoclay Plac [38]

- Trasdossat de panells de cotó

Descripció material	€/m ²
Pasta de fixació, segons UNE-EN 14496	2,09
Placa de guix laminat	5,19
Placa de cotó 40 mm	8,4
Pasta de junta, segons UNE-EN 13963	0,33
Cinta microperforada de paper, segons UNE-EN 13963	0,05
TOTAL (€/m ²)	16,06
Superfície (m ²)	40 m ²
TOTAL (€)	642,4

Taula 63. Cost aplicació panells de cotó [39]

- Pintura per a façanes

Es fa servir pintura tèrmica per interiors de la marca Soggal, que és ideal per trencar els ponts tèrmics que causen condensació i aïllar del calor i del fred, mantenint el calor durant l'hivern i el fred durant l'estiu. [40]

Es recomana un litre per metre quadrat, fent unes 5 passades de pintura sobre la paret. D'aquesta manera, si volem pintar uns 40m² i els pots són de 15litres, necessitem 3 pots de pintura. Cada pot val 129 €, per tant el cost total és de 387 €.

- Tapís per mur

El metre quadrat de tapis autoadhesiu té un cost de 7,8€. Com que necessitem 40 m², el cost total d'aquesta proposta de millora de l'aïllament tèrmic és de 318 € [41]

- Placa de cotó reciclable amb estructura fusta:

Descripció material	€/m ²
Bastida de fusta de pi (Pimus radiata) de 50mm de gruix.	10
Placa de cotó 45 mm	4,89
Clau de 4mm de diàmetre i 75mm de longitud, d'acer galvanitzat	0,08
TOTAL (€/m ²)	14,97
Superfície (m ²)	40
TOTAL (€)	598,8

Taula 64. Cost aplicació placa de cotó amb estructura de fusta [55]

- Mascaretes de poliamida

Per aquesta opció es faran servir mascaretes reciclables de la universitat politècnica de Barcelona (UPC). Amb l'aparició de la Covid-19, la UPC reparteix gratuïtament mascaretes entre els seus alumnes, com a mesura de protecció. L'any 2020 es van repartir més de 20.000 mascaretes.[58] Les unitats repartides es recomana que siguin dipositades en els punts habilitats de la UPC per la seva recollida i posterior aprofitament. Aquest projecte proposa reaprofitar-les fent-les d'aïllant tèrmic. D'aquesta manera, el cost de l'aïllament serà zero i només s'haurà de tenir en compte l'estructura de fusta comentada.

Descripció material	€/m ²
Bastida de fusta de pi (<i>Pinus radiata</i>) de 50 mm de gruix.	10
Clau de 4 mm de diàmetre i 75 mm de longitud, d'acer galvanitzat	0,08
TOTAL (€/m ²)	10,08
Superfície (m ²)	40
TOTAL (€)	403,2

Taula 65. Cost aplicació mascaretes de poliamida i bastida de fusta de pi [56]

6.3.2 Millora aïllament tèrmic sostre

- Trasdossat llana de Roca, Ecoplac Play i de cotó.

Els tres trasdossats tenen el mateix cost per metre quadrat que en el cas dels murs, amb la diferència que els metres quadrats del sostre són superiors, amb un total de 75m².

Material	Cost total
Llana de Roca	2.063 €
Ecoplay Plac	1.362 €
Cotó	1.204,5 €

Taula 66. Cost aplicació trasdossat llana de roca, ecoplac Play i de cotó per sostre

- Plaques de suro

El preu per metre quadrat de suro és de 14,08 €. Considerant els 75 metres quadrats, ens surt un preu total de 1.050 €. [42]

- Panell Sandwich

Descripció material	€/m ²
Panell Sandwich encadellat a les quatre cares,	54,2
Pasta de junta, segons UNE-EN 13963	0,17
Cinta microperforada de paper, segons UNE-EN 13963	0,06
TOTAL (€/m ²)	54,43
Superfície (m ²)	40 m ²
TOTAL (€)	4.082,25

Taula 67. Cost aplicació panell Sandwich al sostre [43]

6.3.3 Millora finestres

- Doble vidre

Descripció material	€/m ²
Doble vidre Guardian Select 4/8/4	35
Cartutx de 310 ml de silicona sintètica incolora	1,43
Material auxiliar per la col·locació del vidre	1,26
TOTAL (€/finestres)	37,639
Número de finestres	7
TOTAL (€)	263,83

Taula 68. Cost aplicació doble vidre [59]

- Rivets en les juntes

Els rivets de termoplàstic per la finestra que es vol instal·lar té un cost de 6,99 € i està format per un lot de 6 metres. Es considera que per totes les finestres existents es necessitaran aproximadament 40m. Per tant, es compraran 7 rotllos, sent un cost total de 49 €. [46]

- Doble capa, cortines tèrmiques i persianes

El cost d'un vinil autoadhesiu per les finestres que simulin l'efecte de doble vidre i que permetin mantenir una temperatura de confort és de 34 € per una superfície 0,9x4 mm. La superfície de totes les finestres és de 20,2 m², per la qual cosa es necessiten 6 lots, sent un total de 204 € [47]

Les cortines tèrmiques escollides són de la marca Utopia Bedding, les quals són un aïllament tèrmic perfecte format de 250g de tela de polièster. El preu unitari és de 30 €. [45]

Referent a les persianes, es decideix instal·lar persianes de fusta interiors amb un preu mitjà de 35 €/unitat. [48]

Material	Cost total
Doble capa	204 €
Cortines tèrmiques	210 €
Persianes	224 €

Taula 69. Cost aplicació doble capa, cortines tèrmiques o persianes a les finestres

6.3.4 Millora ponts tèrmics

Els dos materials que intervenen en l'aïllament de les caixes de les persianes són els següents:

Descripció material	€/m ²
Panell flexible multicapa, de 1000x500x30 mm, compost per una capa de poliestirè expandit d'alta densitat, conductivitat tèrmica 0,035 W/(m·K), una capa de difusió i una tercera capa de poliestirè expandit amb partícules de grafit, de conductivitat tèrmica	16,78
Aerosol de 730 cm ³ d'escuma de poliuretà de 22,5 kg/m ³ de densitat, 140% d'expansió, 18 N/cm ² de resistència a tracció i 20 N/cm ² de resistència a flexió, conductivitat tèrmica 0,04 W/(m·K), estable de -40°C a 100°C, per aplicar amb pistola, segons UNE-EN 13165	2,3
TOTAL €/finestres	19,08
Número de finestres	7
TOTAL (€)	133

Taula 70. Cost aplicació aïllament a la caixa de les persianes [49]

6.3.5 Equip de climatització

El preu del Split de paret és de 775 € i només d'accessoris necessita canonada de coure de diàmetre 1/4" per la canonada de líquid i de 3/8" per la canonada de gas. Tots els aparells venen amb una càrrega de refrigerant definida en funció dels metres de distància. En aquest cas, l'split de paret té una carga de refrigerant per 5 m. Com que la distància entre la unitat exterior i interior no serà més de 5m, no cal a un especialista. Així i tot, considerem una mà d'obra de 2 hores d'un tècnic, amb un preu de 25 €/h

Material	€
Split de paret	775
20 metres de tub CU 1/4"-3/8"	100
Mà d'obra (2h)	50
Total	925

Taula 71. Cost instal·lació equip de climatització [51]

En resum, els costos de totes les millores proposades són els següents:

	ID	Millora	cost
Sostre	A1	Trasdossat Llana de Roca	2.063 €
	A2.1	Ecoclay Plac	1.362 €
	A2.3	Trasdossat de cotó	1.205 €
	A3	Plaques de suro baix	1.050 €
	A4	Panell Sandwich	4.082 €
Finestres	B1	Doble vidre	264 €
	B2.1	Col·locació cortines tèrmiques (hivern)	210 €
	B2.2	Rivets en les juntes	49 €
	B2.3	Doble capa	204 €
	B2.4	Persianes o porticons	224 €
Murs	C1	Trasdossat directe de Llana de Roca	1.098 €
	C2.1	Ecoclay Play o morter	726 €
	C2.2	Trasdossat Panells de cotó	642 €
	C3	Pintura per a façanes	387 €
	C4	Tapís per mur	318 €
	C5	Mascareta poliamida	403 €
	C6	Placa de cotó	599 €
Ponts tèrmics	D1	Caixa persianes	133 €
Equips	E1	Equip climatització	925 €

Taula 72. Resum costos de les propostes de millora

7. Certificació amb les propostes de millora

Tal com s'ha comentat, totes aquestes actuacions s'agrupen formant combinacions diferents considerant diversos criteris: Solució econòmica, pràctica i que millora l'eficiència energètica.

- El criteri de millora d'eficiència energètica fa referència si la proposta afecta notablement en la millora energètica. Si les mesures milloren molt la certificació energètica, es classificaran en un nivell Alt.
- El criteri econòmic classifica les millores en funció del cost d'aplicació. Les mesures amb un elevat cost econòmic (superior a 1.000 €) es consideraran amb un nivell ALT. Les mesures amb un cost entre 1.000 € i 500 € es consideren com a MIG i les inferiors a 500 € com a BAIX.
- El criteri pràctic es refereix al nivell de dificultat a l'hora d'instal·lar les mesures. És a dir, aquelles actuacions fàcils de realitzar, que no requereixin d'uns

coneixements tècnics per la seva instal·lació, de manera que puguin ser realitzades pels mateixos ocupants de l'habitatge, i que a més siguin ràpides de dur a terme, es classificaran com a nivell baix.

	ID	Millora	Criteri		
			Millora eficiència	Cost	Pràctic
Sostre	A1	Trasdossat Llana de Roca	ALT	ALT	BAIX
	A2.1	Ecoclay Plac	MIG	ALT	BAIX
	A2.3	Trasdossat de cotó	ALT	ALT	BAIX
	A3	Plaques de suro baix	ALT	MIG	BAIX
	A4	Panell Sandwich	ALT	ALT	BAIX
Murs	B1	Trasdossat directe de Llana de Roca	ALT	ALT	BAIX
	B2.1	Ecoclay Play o morter	MIG	MIG	BAIX
	B2.2	Trasdossat Panells de cotó	ALT	MIG	BAIX
	B3	Pintura per a façanes	MIG	BAIX	ALT
	B4	Tapís per mur	MIG	BAIX	MIG
	1	Poliamida	MIG	MIG	MIG
	2	Cotó reciclat	MIG	MIG	MIG
	3	Mascaretes reciclades	MIG	MIG	MIG
Finestres	C1	Doble vidre	ALT	ALT	BAIX
	C2.1	Col·locació cortines tèrmiques	BAIX	BAIX	ALT
	C2.2	Rivets en les juntes	BAIX	BAIX	ALT
	C2.3	Doble capa	MIG	BAIX	ALT
	C2.4	Persianes o porticons	MIG	BAIX	ALT
Ponts tèrmics	D1	Caixa persianes	MIG	BAIX	MIG
Equips	E1	Equip climatització	ALT	MIG	MIG

Taula 73. Avaluació de les propostes de millora segons tres criteris

Totes aquestes solucions de millora es poden combinar en funció de quin criteri es prioritzi en cada cas, obtenint les següents combinacions:

- Prioritzant el criteri de millora d'eficiència energètica s'obtenen dues alternatives
 - Combinació 1: només es considera l'aïllant a la coberta, ja que com s'ha vist anteriorment és l'element constructiu que més perjudica la demanda de l'habitatge. D'aquesta manera, es té en compte les millores A2.3+C1+D1+E1.

- Combinació 2: Considera tant l'aïllament en la coberta com en els murs.
A2.3+B2.2+C1+D1+E1
- Si es prioritza el criteri econòmic, s'avaluen les opcions de cost baix i que es puguin instal·lar simultàniament.
 - Combinació 3: B3+C2.2+C2.3+D1
- Considerant el criteri de practicitat, s'agafen les solucions que es puguin implementar per part del mateix usuari de l'edifici o aquelles que tenen una dificultat o un temps d'instal·lació ràpid.
 - Combinació 4: B3+C2.1+C2.2+C2.3+D1+E1

Cas	Criteri	Conjunt de millores				
		Sostre	Murs	Finestres	Ponts tèrmics	Climatització
1	Millora eficiència	A2,3	-	C1	D1	E1
2		A2,3	C1	B2,2	D1	E1
3	Econòmic	-	B3	C2,2+C2,3	D1	-
4	Pràctic	-	B3	C2,1+C2,2+C2,3	D1	E1

Taula 74. Combinacions de millores en funció del criteri predominant

Aquestes combinacions se simularan en el programa CE3X, per tal de calcular i obtenir la nova certificació energètica i veure com afecten els valors de la demanda de climatització i d'emissions de CO₂, així com es farà un estudi econòmic d'amortització.

7.1 Resultats certificació energètica per combinacions

A continuació es torna a realitzar la certificació per cada una de les combinacions, per tal d'aconseguir la demanda de climatització i les emissions que tindrà l'habitatge. Aquestes es comparen amb el cas base, on es mostra també l'estalvi assolit respecte al cas inicial.

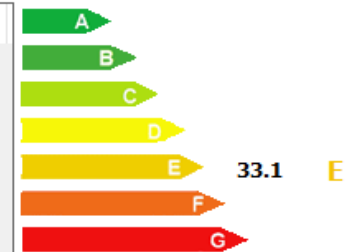
○ Certificació energètica combinació 1

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro	
Demanda de calefacción	121.9 G	162.3 G	24.9 %	A
Demanda de refrigeración	5.2 C	14.5 F	63.8 %	B
Emissiones de calefacción	23.4 E	44.5 F	47.4 %	C
Emissiones de refrigeración	0.7 B	2.4 D	70.6 %	D
Emissiones de ACS	10.7 G	10.7 G	0.0 %	E
EMISIONES GLOBALES	34.8 E	57.6 G	39.6 %	E 34.8

Taula 75. Certificació energètica obtinguda aplicant la combinació 1 de les millores

○ Certificació energètica combinació 2

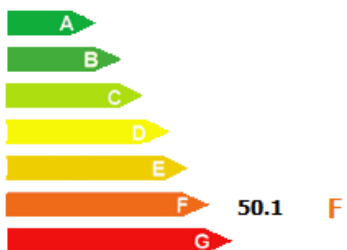
RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	114.1 G	162.3 G	29.7 %
Demanda de refrigeración	3.8 B	14.5 F	73.7 %
Emissiones de calefacción	21.9 E	44.5 F	50.8 %
Emissiones de refrigeración	0.5 B	2.4 D	78.7 %
Emissiones de ACS	10.7 G	10.7 G	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	33.1 E	57.6 G	42.5 %



Taula 76. Certificació energètica obtinguda aplicant la combinació 2 de les millores

○ Certificació energètica combinació 3

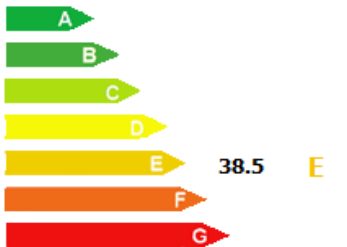
RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	137.6 G	162.3 G	15.2 %
Demanda de refrigeración	10.0 D	14.5 F	30.9 %
Emissiones de calefacción	37.7 E	44.5 F	15.2 %
Emissiones de refrigeración	1.7 C	2.4 D	30.9 %
Emissiones de ACS	10.7 G	10.7 G	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	50.1 F	57.6 G	13.0 %



Taula 77. Certificació energètica obtinguda aplicant la combinació 3 de les millores

○ Certificació energètica combinació 4

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	137.6 G	162.3 G	15.2 %
Demanda de refrigeración	10.0 D	14.5 F	30.9 %
Emissiones de calefacción	26.4 E	44.5 F	40.7 %
Emissiones de refrigeración	1.3 C	2.4 D	44.0 %
Emissiones de ACS	10.7 G	10.7 G	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	38.5 E	57.6 G	33.2 %



Taula 78. Certificació energètica obtinguda aplicant la combinació 4 de les millores

Si es comparen els resultats obtinguts amb la certificació de cada combinació, s'observa que tot i que la combinació 2 és amb la que s'obté una millor qualificació, tant en les demandes com en les emissions de calefacció i refrigeració, no és la combinació que major estalvi suposa. La que suposa un estalvi més gran es tracta de la combinació 1. Com que la diferència entre la combinació 1 i 2 és només l'aïllament tèrmic de les parets, veiem que segurament no cal fer una inversió econòmica tan gran, ja que només suposaria un estalvi de 2,9%.

Medidas de Mejora	Dda Cal.	Dda Ref.	Emis. Cal.	Emis. Ref.	Emis. ACS	Emis. Glob...	Ahorro
CASO BASE	162.3 G	14.5 F	44.5 F	2.4 D	10.7 G	57.6 G	-
Combinació 1	121.9 G	5.2 C	23.4 E	0.7 B	10.7 G	34.8 E	39.6%
Combinació 2	114.1 G	3.8 B	21.9 E	0.5 B	10.7 G	33.1 E	42.5%
Combinació 3	137.6 G	10.0 D	37.7 E	1.7 C	10.7 G	50.1 F	13.0%
Combinació 4	137.6 G	10.0 D	26.4 E	1.3 C	10.7 G	38.5 E	33.2%

Taula 79. Resultats aconseguits amb totes les combinacions

Com era d'esperar, la combinació 3 que prioritza les mesures més econòmiques és la que menys millora té en la certificació energètica. Tot i això, té una millora notable (d'un 30%) en la demanda i les emissions de refrigeració i d'un 15% en les demandes i emissions de calefacció. Per tant, es pot donar com a bona combinació en el cas de les rehabilitacions energètiques que el factor econòmic sigui molt important.

Finalment, la combinació 4 assoleix una certificació molt notable i favorable. Cal comentar que la diferència entre la combinació 3 i 4 és l'equip de climatització, ja que les mesures més econòmiques coincideixen amb aquelles mesures més pràctiques en la seva instal·lació (estan directament relacionades). Per la qual cosa, també seria una combinació a tenir en compte en els habitatges que pateixin una pobresa energètica notable.

7.2 Anàlisi econòmic combinacions

Per tal de poder especificar els costos associats a les diferents millores proposades, primerament és important definir els consums i el cost d'aquests consums.

En l'habitatge estudiat només hi ha dues fonts d'energia: l'electricitat i el gas natural.

Tal com s'especifica en l'apartat 3.2 – Consum energètic, el consum anual d'electricitat és de 2.088 kWh i es considera un preu mitjà de 0.15 €/kWh [89]. Respecte al consum de gas natural, no es tenen dades de factura. Tot i això, la propietària a una enquesta realitzada comenta que paga 13 €/mes de gas natural. Considerant uns 6 € de terme fix i que el preu del gas natural mig és de 0,0611 €/kWh, es considera que el consum mensual és de 115 kWh, sent un total de 1.380 kWh anuals.

Pel que fa a les dades econòmiques, es considera que l'increment anual del preu de l'energia des del 2017 és d'un 4,5% .

Per dur a terme l'estudi econòmic, primerament s'ha calculat quin seria el cost d'aplicar cada millorada proposada. Després s'ha vist quin és l'estalvi energètic obtingut amb cada millora i finalment s'ha calculat el període de retorn i el VAN.

Referent a la vida útil de cada proposta, s'ha considerat que les propostes que milloren l'aïllament tèrmic tenen una vida útil de vint-i-cinc anys, l'aparell de climatització de quinze anys i les mesures aplicades als forats entre cinc i deu anys.

Totes les mesures considerades no necessiten cap manteniment ni revisió un cop instal·lades.

7.2.1 Resultat de l'anàlisi econòmic

Una vegada introduïdes totes les dades econòmiques, la mateixa eina de CE3x fa un anàlisi teòric i calcula els anys d'amortització i el VAN teòric, de cada un dels conjunts de millora.

Combinació	Inversió €	VAN €	Període de retorn (anys)
1	2.526,83	142.506,1	0,8
2	3.168,83	150.581,1	0,9
3	773	13.124,1	0,9
4	1.698	65.048,2	0,7

Taula 80. Anàlisi econòmic per combinació de millores

El VAN (valor actual net) és un criteri que actualitza els cobraments i els pagaments d'un projecte o inversió per tal de conèixer quan es pot guanyar o perdre. D'aquesta manera, ens permet veure si les inversions es poden realitzar i quines inversions són millors. En aquest cas, el valor VAN de totes les inversions és positiu, per la qual cosa ens indiqui que generarem beneficis i, per tant, és viable fer la inversió.

Com que amb totes les combinacions s'obté una millora molt notable en la certificació energètica i realment la inversió no és gaire elevada, el període de retorn de totes aquestes mesures és d'aproximadament un any.

7.3 Planificació implementació de les mesures

Una vegada estudiades totes les mesures i les seves combinacions en funció del criteri predominant i tenint en compte que l'estudi es realitza en un habitatge situat al barri del Raval de Barcelona on les condicions econòmiques no són molt favorables, es decideix fer una planificació de quines mesures aplicar inicialment que suposin un estalvi notable, però que a la vegada pugui ser cobert econòmicament per la propietat sense problemes.

Agafant la combinació tres, que correspon al criteri econòmic, es decideix dividir les aplicacions en quatre períodes, per tal que la propietària no hagi de fer una inversió important de cop.

Inicialment, es decideix aplicar les mesures que afecten les finestres (rivets en les juntes, doble cara), ja que són dues mesures molt econòmiques i pràctiques que es poden dur a terme de manera ràpida, obtenint resultats notables. La inversió inicial seria de 253 €.

Seguidament, al cap de tres mesos, s'aïllaran les caixes de les persianes amb una inversió de 133 €.

Després, la millor opció a instal·lar que té major implicació en els resultats, és l'aïllament del sostre. Tot i això, aquesta mesura és bastant elevada econòmicament i a més es necessiten bastants metres quadrats. Per això es proposa instal·lar aïllament tèrmic a les parets. La proposta més econòmica és aplicar pintura tèrmica sobre les parets, però amb les bastides de fusta i aïllament de mascaretes s'aconsegueix millor resultat amb una diferència de preu mínim (de 16 €). D'aquesta manera, és decideix aplicar aquesta segona proposta amb una inversió de 403 €.

Finalment, si la propietària considera que és necessària, es pot instal·lar l'equip de climatització que garantirà sobretot un confort tèrmic durant els mesos d'hivern, fent que no passi més fred. La inversió és de 925 €.

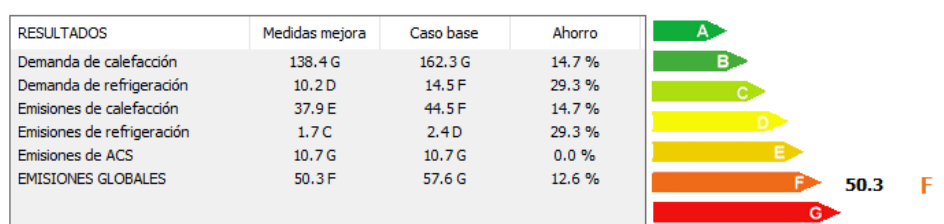
8. Resultats finals

Finalment, i tal com s'ha comentat en el punt anterior, es suggereixen dues solucions de millora per l'habitatge estudiat, que consideren el criteri econòmic com a prioritari. La diferenciació entre una solució i l'altra és només la instal·lació d'un aparell de climatització per tal de mantenir la temperatura de confort, tant a l'estiu com a l'hivern. La resta de propostes són comunes (rivets en les juntes, aïllament a la caixa de persianes, doble vidre i aïllament façanes interiors).

Els resultats energètics obtinguts en cada cas són els següents:

- Solució 1: Sense equip de climatització.

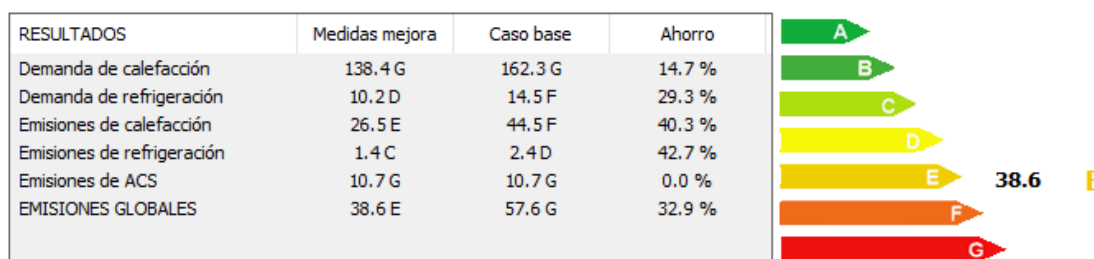
Amb aquest conjunt de propostes, es passa d'una qualificació global inicial de G a una de F, tenint un estalvi sobretot en demanda de refrigeració (de gairebé un 30%) i de demanda de calefacció (d'aproximadament un 15%). En conseqüència, les emissions globals de CO₂ també disminueixen notablement



Taula 81. Certificat energètic obtingut amb millores econòmiques sense equip de climatització

- Solució 2: Amb equip de climatització.

Instal·lant un equip de climatització no millora ni la demanda de calefacció ni de refrigeració, ja que l'equip de clima no actua ni millora les característiques dels elements constructius de l'habitatge). Tot i això, sí que millora notablement les emissions globals de CO₂ i en conseqüència, la certificació es veu notablement millorada passant d'una lletra G a una E.



Taula 82. Certificat energètic obtingut amb millores econòmiques amb equip de climatització

Com que l'objectiu principal del present projecte és millorar les condicions de l'habitatge per tal de reduir la pobresa energètica, es considera que no és prioritari instal·lar l'equip, a no sé què la propietària vulgui aconseguir una temperatura de confort més agradable.

Per últim, fent l'anàlisi econòmic s'aconsegueix que la solució 1 té un període de retorn d'1,4 anys amb un VAN de 29.594,3€

A l'annex s'adjunta la certificació obtinguda inicialment i quina repercussió hi ha amb les propostes escollides.

9. Pressupost

A continuació es recullen totes les despeses econòmiques associades a la realització del present projecte. Per realitzar el càlcul del pressupost d'aquest projecte s'han tingut en compte els següents aspectes, dividits en funció de si són costos humans o tecnològics.

El cost d'un graduat en enginyeria en tecnologies industrials i estudiant del màster per l'habilitació d'enginyer superior és d'uns 20 €/h de mitja. Tenint en compte que el projecte es va inicialitzar el 29/09/2021 i s'ha acabat el 17/01/2022, han transcorregut disset setmanes. Cada setmana s'ha treballat una mitja de 20 hores. D'aquesta manera, el cost de mà d'obra que suposa el projecte és de 6.800 €.

Per altra banda, s'ha de considerar que per tal de fer efectiva la certificació energètica, és necessari presentar una sèrie de documents a través de la pàgina web de la generalitat [61]. En el moment de fer-ho, s'ha de pagar una taxa. En el cas d'habitatges situats en un bloc de pisos, el cost d'aquesta taxa és de:

$$T(\text{€}) = 10,65 \cdot H + 17,1$$

On H correspon al nombre d'habitatges del bloc. Com el bloc consta de set habitatges, el cost de la taxa és de 91,65 €. [62]

L'ordinador utilitzat és de la marca Hp amb un processador de 3GHz Intel Core i5 8th Gen. Aquest té un cicle de vida d'aproximadament quatre anys. Considerant que el seu preu és de 726 €, el cost ha sigut de:

$$\text{Cost ordenador} = \frac{90 \text{ dies treballats}}{4 \text{ anys} \cdot \frac{365 \text{ dies}}{1 \text{ any}}} \cdot 726 \text{ €} = 45,98 \text{ €}$$

El consum elèctric, partint d'un consum de l'ordinador de 68 kWh i d'un consum d'il·luminació d'aproximadament 3,4 kWh i considerant un preu de 16 c€/kWh, el cost de elèctric ha estat de només 1,15 €.

Finalment, el programa usat (CE3x), no demana cap llicència, per la qual cosa el seu ús és gratuït.

D'aquesta manera, el cost total del projecte és el següent:

Concepte	Cost total (€)
Honoraris enginyer	6.800 €
Cost ordinador	45,98 €
Cost consum elèctric	1,15 €
Cost llicència CE3x	Gratuït
Cost tramitació certificat energètic	61,95 €
Total sense IVA	6.933,8 €
IVA (21%)	1.457,15 €
Total	8.390,94 €

Taula 83. Cost total del projecte

10. Impacte ambiental

L'impacte ambiental d'aquest projecte es pot analitzar des de dos punts de vista: de l'energia consumida en el moment de la realització del treball o de la implicació que té el projecte una vegada es realitzi.

L'energia consumida en el moment de la realització és molt poca, ja que només s'ha fet servir un ordinador i llum elèctrica. El consum mitjà d'un ordinador és d'uns 200 W[63], considerant que, tal com s'ha comentat en l'apartat anterior, s'ha fet servir l'ordinador durant disset setmanes i una mitja de 20h/setmana, el consum elèctric total ha sigut de 68 kWh. Referent a la il·luminació, s'han fet servir dues bombetes Leds amb un consum aproximat de 10 W [63]. Considerant que s'han fet servir durant el mateix temps que l'ordinador, es té un consum total de 3,4 kWh.

Considerant que pel 2019 les emissions de CO₂ per cada kWh es situava a 241 g CO₂/kWh [64], en total s'han emès les següents emissions:

$$Emissions\ de\ CO_2 = 71,4\ kWh \cdot 0,241\ \frac{kg\ CO_2}{kWh} = 15,3\ kg\ CO_2$$

Referent a la implicació del projecte, cal recordar que un dels objectius és reduir l'impacte ambiental d'un habitatge del barri del Raval. D'aquesta manera, una vegada s'implantin totes les mesures proposades en l'apartat 8,p er millorar l'eficiència energètica de l'habitatge del raval, s'obté una reducció de 12,6% en les emissions globals quan no s'instal·la un equip de climatització, passant d'unes emissions de 57,6 kg CO₂/m²·any a 50,3 kg CO₂/m²·any.

11. Conclusions

En la realització del present projecte s'ha seguit una estructura lògica i ordenada per tal de poder arribar a les conclusions que s'exposen a continuació.

En primer lloc, s'ha estudiat quina implicació té considerar valors definits pel programa en el cas que no es disposi de les dades dels elements constructius, situació molt comuna en construccions antigues. Per fer-ho, ha sigut necessari realitzar dues certificacions energètiques: una amb valors definits pel programa i una altra amb valors estimats a través de les característiques tècniques dels pisos veïns del mateix bloc, que si que tenen una certificació energètica. Aquesta comparativa ha permès veure com és viable fer servir els valors definits pel programa CE3X, obtenint uns resultats bastant realistes.

A continuació, s'ha escollit utilitzar els valors estimats per a seguir la certificació i proposar millores d'eficiència energètica. Abans de fer l'estudi de les propostes de millora, s'ha analitzat quins elements constructius penalitzaven més l'edifici, sent aquests les cobertes. Això té la seva lògica, ja que es tracta d'un tercer pis sota coberta on gran part de les pèrdues són originades per aquest element constructiu.

Seguidament, s'han caracteritzat totes les mesures de millora des de dos besants: mesures suggerides pel programa i mesures proposades pel certificador. Les mesures recomanades pel programa s'han classificat en funció de l'element que es millora, en canvi, les mesures del certificador només ataquen a l'aïllament de les parets.

Finalment, s'han avaluat totes les propostes per tal de veure quin afecte tenen en el resultat i s'han classificat per criteris per tal d'implementar-les conjuntament en funció de l'objectiu del consumidor final: segons el cost econòmic, segons l'efecte en la certificació o la practicitat de la implementació. Com que la certificació energètica es realitza en un habitatge del barri del Raval de Barcelona, es decideix aplicar les propostes que tinguin una menor inversió. El resultat final que s'aconsegueix passa d'una qualificació energètica G a una qualificació energètica F, si no es té en compte l'equip de climatització o de E amb l'equip, tant en el consum d'energia primària no renovable com en les emissions de diòxid de carboni.

Tot això ha sigut possible gràcies a l'estudi previ de les condicions econòmiques i dels habitatges del barri del Raval, així com també la caracterització i l'estudi d'un habitatge d'aquest barri de Barcelona.

D'aquesta manera, el principal propòsit d'avaluar i implementar diferents solucions energètiques per augmentar l'eficiència energètica d'un habitatge del barri del Raval, s'ha aconseguit de manera satisfactòria, ja que s'ha vist que les propostes afecten favorablement en la certificació, obtenint millor resultat i un major estalvi.

Possibles treballs futurs

Aquest projecte pot ser utilitzat per un altre estudiant o voluntari on pugui aplicar les propostes de millora estudiades per tal de millorar l'eficiència energètica d'habitatges que pateixin pobresa energètica.

A més, l'associació Oasiurbà té molts altres habitatges sense certificació energètica que poden ser estudiats per tal de millorar també les condicions energètiques, ja sigui amb el mateix programa (CE3X) o bé amb altres programes.

12. Agraïments

En primer lloc, m'agradaria agrair la implicació i l'ajuda rebuda per la professora Eva Cuerva, tutora del treball. Les diverses reunions i suggeriments han sigut de gran ajuda per la realització del projecte.

També voldria agrair a l'associació Oasiurbà i al professor Alfredo per deixar-me formar part d'aquest projecte i facilitar-me tota la informació necessària perquè es pogués dur a terme.

Per últim, no podia faltar l'agraïment als meus pares, a la meua germana i al Sergi. El suport i la confiança que han dipositat en mi han sigut el motor per seguir motivada durant aquests anys d'estudi.

13. Bibliografia

- [1] El Raval. (2018, 12 Junio). Ciutat Vella. <https://ajuntament.barcelona.cat/ciutatvella/ca/el-districte-i-els-seus-barris/el-ral>
- [2] El barrio actual del Raval. (2018, 9 abril). Ciutat Vella. <https://ajuntament.barcelona.cat/ciutatvella/es/el-distrito-y-sus-barrios/el-ral/barrio-actual>
- [3] El context actual del barri del Raval(2006,20 de Juliol). <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/5867/04.pdf?sequence=5&isAllowed=>
- [4] Densitat de població. (2013). Barcelona.cat. <https://ajuntament.barcelona.cat/estadistica/catala/Anuaris/Anuaris/anuari13/cap02/C020104.htm>
- [5] Domicilis per districtes segons nacionalitat espanyola o estrangera. 2018. (2019). Barcelona.cat. <https://ajuntament.barcelona.cat/estadistica/catala/Anuaris/Anuaris/anuari19/cap02/C020303.htm>
- [6] La Renda de les llars a Barcelona (3032, Juliol). Oficina municipal de dades, Ajuntament de Barcelona https://ajuntament.barcelona.cat/barcelonaeconomia/sites/default/files/LA%20RENDA%20DE%20LES%20LLARS_2018_juliol.pdf
- [7] Pla de Barris del Raval (2021, Gener). Ajuntament de Barcelona. https://www.pladebarris.barcelona/sites/default/files/pbraval_web21_af_0.pdf
- [8] Indicators socials. (2018). Barcelona.cat. <https://ajuntament.barcelona.cat/estadistica/catala/Anuaris/Anuaris/anuari19/cap04/C0401010.htm>
- [9] Maruny, D. (2017, 10 julio). Artcles de reflexió sobre pobresa energètica. banc d'energia. <http://bancdenergia.org/pobresa-energetica/>
- [10] Tirado Herrero, S. (2018). Indicators municipals de pobresa energètica a la ciutat de Barcelona, RMIT Europe, RMIT University, Barcelona. <https://www.habitatge.barcelona/sites/default/files/documents/indicadors-municipals-de-pobresa-energetica-a-la-ciutat-de-barcelona.pdf>
- [11] Tirado Herrero, S. (2018). Indicators municipals de pobresa energètica a la ciutat de Barcelona, RMIT Europe, RMIT University, Barcelona. <https://www.habitatge.barcelona/sites/default/files/documents/indicadors-municipals-de-pobresa-energetica-a-la-ciutat-de-barcelona.pdf>

- [12] Inicio. (2021, 14 abril). Oasiurba. <https://oasiurba.org/>
- [13] Cercador de certificats d'eficiència energètica d'edificis. 2022. <https://certificacioenergetica.gencat.cat/icaen-visor/AppJava/services/certificat/detall/consulta?numCas=T8T9C9N1H>
- [14] Documento básico HE ahorro de energia. (2019, 20 Diciembre) Ministerio de fomento <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HE/DBHE.pdf>
- [15] Código Técnico de la Edificación. (2006. Marzo) Ministerio de vivienda <http://www.coaatpalencia.org/documentos/CTE.pdf>
- [16] Código Técnico de la Edificación. (2006. Marzo) Ministerio de vivienda <http://www.coaatpalencia.org/documentos/CTE.pdf>
- [17] B. (2021, 16 agosto). Cálculo de cargas térmicas de climatización. IngenierosIndustriales.com. <https://www.ingenierosindustriales.com/calculo-de-cargas-termicas-de-climatizacion/>
- [18] Càlcul de transmitàncies tèrmiques, amb exemples d'aplicació (2017) Arquitectes.cat https://www.arquitectes.cat/ca/system/files/oct/calcul_transmitancies_exemples.pdf
- [19] Código Técnico de la Edificación. (2006. Marzo) Ministerio de vivienda <http://www.coaatpalencia.org/documentos/CTE.pdf>
- [20] Yuste, P. S. (2014, 5 noviembre). Cálculo de puentes térmicos en la certificación energética de edificios (CTE documento de apoyo). Certificados energeticos. <https://www.certificadosenergeticos.com/calculo-puentes-termicos-certificacion-energetica-edificios-cte-documento-apoyo>
- [21] Apéndice B, Zonas climáticas. (2017, Febrero). Ministerio de Fomento. https://www.arquitectes.cat/ca/system/files/oct/he_1_zones_clim.pdf
- [22] CTE DB HE-2 (RITE): Exigència de benestar i higiene. Col·legi d'aparelladors, arquitectes tècnics i enginyers. https://www.apabcn.cat/Documentacio/areatecnica/privat/FITXES_CTE/DB_HE2_benestar%20i%20higiene.pdf
- [23] Documento básico HE ahorro de energia. (2019, 20 Diciembre) Ministerio de fomento <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HE/DBHE.pdf>
- [24] Observatori de l'estat energètic dels edificis a Catalunya. (2017, Juny). Institut Català d'energia. [201706_ObservatoriEnergeticEdificisCatalunya.pdf](https://www.observatorienergia.cat/201706_ObservatoriEnergeticEdificisCatalunya.pdf)
- [25] Normativa. (2022). Institut Català d'Energia. Recuperado 2022, de http://icaen.gencat.cat/ca/energia/usos_energia/edificis/lenergia-als-edificis/normativa/
- [26] El tiempo en Barcelona | El clima de Barcelona | Ajuntament de Barcelona. (2022). Barcelona.cat. https://www.barcelona.cat/temps/es/climatologia/clima_barcelona
- [27] Pla Clima 2018-203. (2018). Ajuntament de Barcelona. https://www.barcelona.cat/barcelona-pel-clima/sites/default/files/documents/pla_clima_cat_maig_ok.pdf

[28] JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission. (2016, 11 enero). Jrc.Europa.eu. https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/#MR

[29] Ángel, M. (2021, 23 diciembre). ¿Cuál es la potencia de los electrodomésticos de casa? Blog de Worten. <https://www.worten.es/blog/1645/cual-es-la-potencia-de-los-electrodomesticos-de-casa/>

[30] Consumos del sector Residencial en España (2011, 11 de Julio) Secretaría General, Departamento de Planificación y estudios. https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Documentacion_Basica_Residencial_Unido_c93da537.pdf

[31] Documento básico HE ahorro de energia. (2019, 20 Diciembre) Ministerio de fomento <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HS/DBHS.pdf>

[32] Guía IDAE: Manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE3X. (2016, abril). IDAE - Instituto para la diversificación y ahorro de la energia.

[33] ScalofrioS - Certificación Energética de Edificios - DB HE1. (2018). ScalofrioS. http://www.scalofrios.es/cee/db_he1_ant/e.2.htm

[34] Cercador de certificats d'eficiència energètica d'edificis. 2022. <https://certificacioenergetica.gencat.cat/icaen-visor/AppJava/services/certificat/detall/consulta?numCas=T8T9C9N1H>

[35] Departament de Medi Ambient i Habitatge. (201–11). Guia de la renovació energètica d'edificis d'habitatges : envolupant tèrmica i instal·lacions. https://www.diba.cat/documents/7294824/12608513/H14GuiaRenovacioEnergeticaEdificisHabitatges_EnvolupamentTermicalInstalacions_GeneCat.pdf

[36] Trasdosados, qué son y tipos. (2020, 7 diciembre). Materiales de construcción Calabuig. <https://www.materialescalabuig.com/blog/trasdosados-que-son-y-tipos/>

[37] ACUSTILAIN E. (2021). Isover. <https://www.isover.es/productos/acustilaine-e>

[38] Algodón en placa 40mm. (2021). EPDM PRECIOS. <https://www.epdmprecio.com/algodon-en-placa-40mm>

[39] Ecoclay | ecoclayPLACork. (2021b). Ecoclay. <https://ecoclay.es/productos/ecoclayplac-2/ecoclayplacork/#1606932174675-df29f515-5659>

[40] Humedades, A. (2021, 19 agosto). 3 Pinturas para aislar térmicamente fachadas, terrazas o tejados. Antihumedades.es: Soluciones para los problemas de humedad en las viviendas. <https://antihumedades.es/blog/pintura-termica-aislante-terrazas-fachadas-cubiertas/>

[41] 11.28€ 30% de DESCUENTO|Papel tapiz de aislamiento térmico, autoadhesivo 3D, tridimensional, tela de lino, barro, liso, decorativo, reacondicionado|Adhesivos para pared| - AliExpress. (2021). aliexpress.com. https://es.aliexpress.com/item/1005003703405064.html?spm=a2g0o.search0303.0.0.127021c2WZKGLO&algo_pvid=68d76b3f-456b-4536-b57f-4a9647de512b&algo_exp_id=68d76b3f-456b-4536-b57f-4a9647de512b-7

[42] Corcho natural placa 60mm SATE. (2021). EPDM PRECIO. <https://www.epdmprecio.com/corcho-en-placa-60mm-en-palet>

[43] Panel Sandwich Friso de Abeto. (2021). Teznocuber. <https://teznocuber.com/panel-sandwich/friso-de-abeto/>

[44] Soluciones de aislamiento con vidrios y cerramientos. (2007, Noviembre) IDAE. https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_GUIA_TECNICA_Vidrios_y_cerramiento_v05_2dfc482b.pdf

[45] Utopia Bedding [2 Paneles Cortina Opaca - Cortinas Aislantes Térmicas - con Ojales - (140 x 260 cm, Beige) : Amazon.es: Hogar y cocina. (2021). Utopia Bedding. <https://www.amazon.es/dp/B07L12KKP7?tag=cortinastermicas-21&linkCode=osi&th=1&psc=1>

[46] S. (2021b). Burletes para puertas y ventanas. Steigner. <https://www.steigner-juntas.es/burletes-para-puertas-y-ventanas/>

[47] Tratamiento cristal antical, rayos ultravioleta, privacidad. (2017, 24 mayo). Glass +Plus. http://www.glass-p.com/tratamiento-cristal/?gclid=CjwKCAiAlrSPBhBaEiwAuLSDUKscB9JKjv2qSUR6h6gaX1uLPrdwHkladi3culeXuAR3Gtz5_WUkmBoCkRsQAvD_BwE

[48] Persianas de Madera Enrollables (Precios Increíbles). (2021). Persianas enrollables. <https://persianasenrollables.org/persianas-de-madera-19>

[49] Precio en España de Ud de Aislamiento térmico de cajón de persiana enrollable. Generador de precios de la construcción. CYPE Ingenieros, S.A. (2022). CYPE INGENIEROS.

http://www.generadordeprecios.info/rehabilitacion/Rehabilitacion_energetica/ZT_Cerramientos_verticales__puent/Aislamiento_de_cajon_de_persiana/ZTA010_Aislamiento_termico_de_cajon_de_per.html#gsc.tab=0

[50] Kit aislante de cajón de persianas 1,2x0,25 m. (2021, 9 junio). LEROY MERLIN. <https://www.leroymerlin.es/fp/18053315/kit-aislante-de-cajon-de-persianas-1-2x0-25-m>

[51] Gasfriocalor.com. (2021). Aire Acondicionado Split ⚡Baxi QUILAK DSG25 ⚡Precio! <https://www.gasfriocalor.com/aire-acondicionado-split-baxi-quilak-dsg25>

[52] CTE WEB. (2021). CTE WEB. <http://cte-web.iccl.es/materiales.php?a=22>

[53] DA DB-HE/A Cálculo de parámetros característicos de la envolvente (2016). Ministerio de Fomento. https://www.apici.es/wp-download/legislacion/CTE/DA-DB-HE-1_-_Calculo_de_parametros_caracteristicos.pdf

[54] Yuste, P. S. (2014a, abril 16). Dispositivos de protección solar en certificación energética (CE3X). Certificados energeticos. <https://www.certificadosenergeticos.com/dispositivos-proteccion-solar-certificacion-energetica-ce3x>

[55] Polyamide 6.6 | Designerdata. (2019). D2. <https://designerdata.nl/materials/plastics/thermo-plastics/polyamide-6.6>

[56] Pack de 12 placas GEOPANNEL SUPERPYL 40 mm. (2021, 9 junio). LEROY MERLIN. <https://www.leroymerlin.es/fp/17856832/pack-de-12-placas-geopannel-superpyl-40-mm>

[57] Rehabilitación de Fachadas con Aislamiento por el Interior - Construmatica. (2019). Construmática. https://www.construmatica.com/construpedia/Rehabilitaci%C3%B3n_de_Fachadas_con_Aislamiento_por_el_Interior

[58] Mascareta UPC. (2021). UPC Universitat Politècnica de Catalunya. <https://www.upc.edu/ca/portalcovid19/upc-prottegida/mascareta>

[59] Precio en España de m2 de Doble acristalamiento. Generador de precios de la construcción. CYPE Ingenieros, S.A. (2021). Generador de Precios CYPE. http://www.generadordeprecios.info/rehabilitacion/L_Carpinteria__cerrajeria__vidrios_y__Vidrios/Doble_acristalamiento/Doble_acristalamiento.html#gsc.tab=0

[60] Preus de l'energia. (2020). Institut Català d'Energia. <http://icaen.gencat.cat/ca/energia/preus/>

[61] Inici. (2020). gencat.cat. <https://web.gencat.cat/ca/inici/>

[62] Preguntes freqüents. (2021). Institut Català d'Energia. http://icaen.gencat.cat/ca/energia/usos_energia/edificis/certificacio/preguntes_frequent_s/

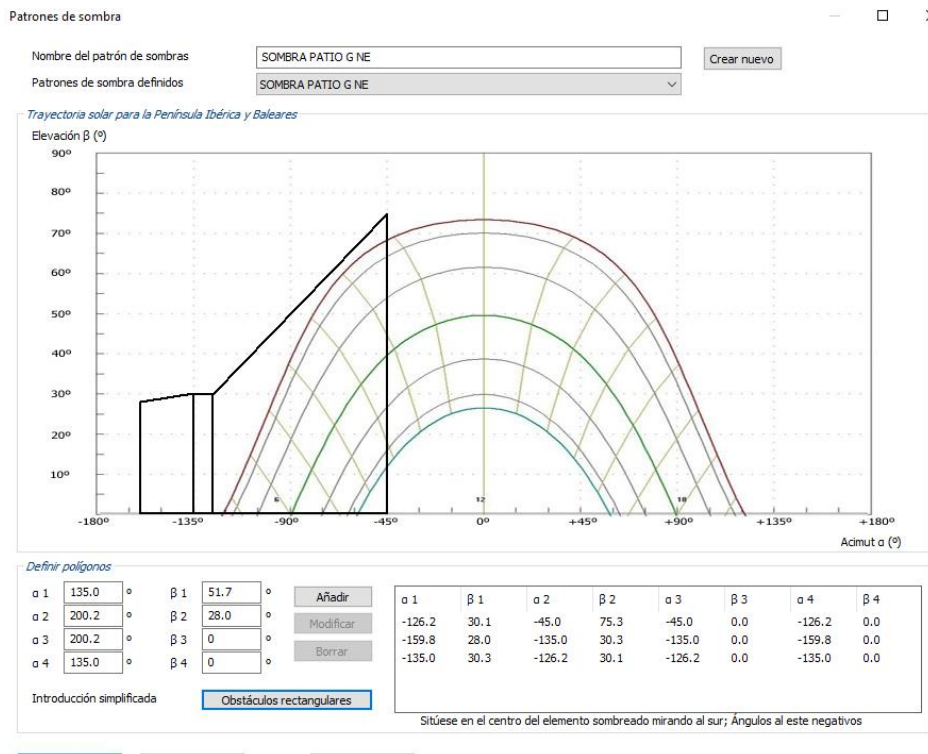
[63] Ángel, M. (2021a, diciembre 23). ¿Cuál es la potencia de los electrodomésticos de casa? Blog de Worten. <https://www.worten.es/blog/1645/cual-es-la-potencia-de-los-electrodomesticos-de-casa/>

[64] Nuñez, H. (2021, 22 abril). Cuánta electricidad consume un ordenador.

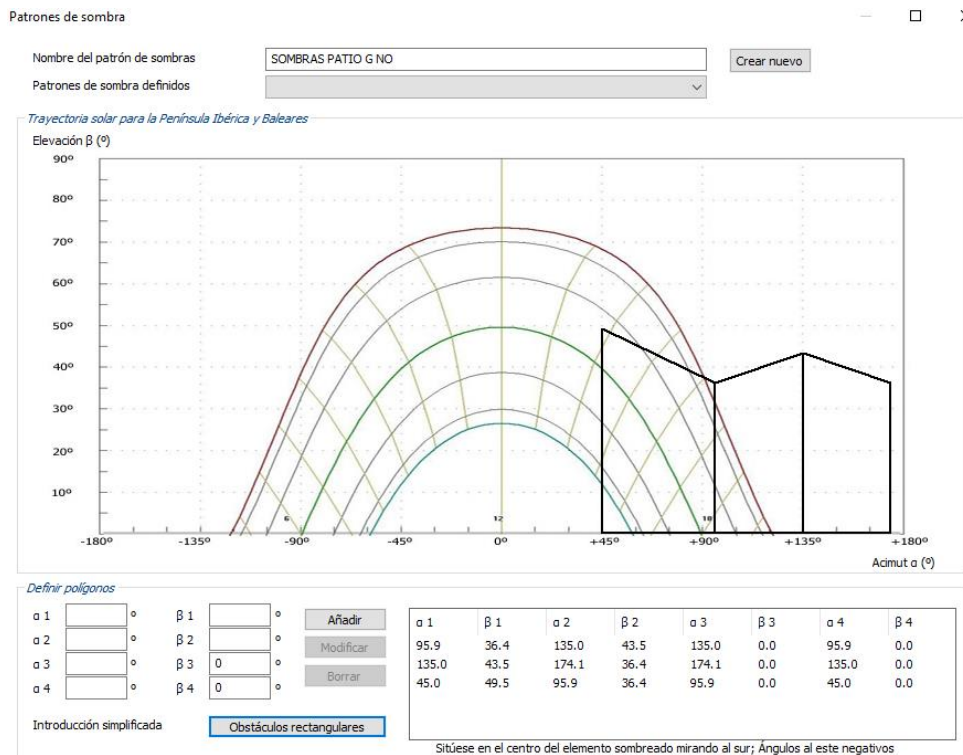
CHC Energía. <https://chcenergia.es/blog/cuanto-consume-un-ordenador-o-pc/>

Annexos

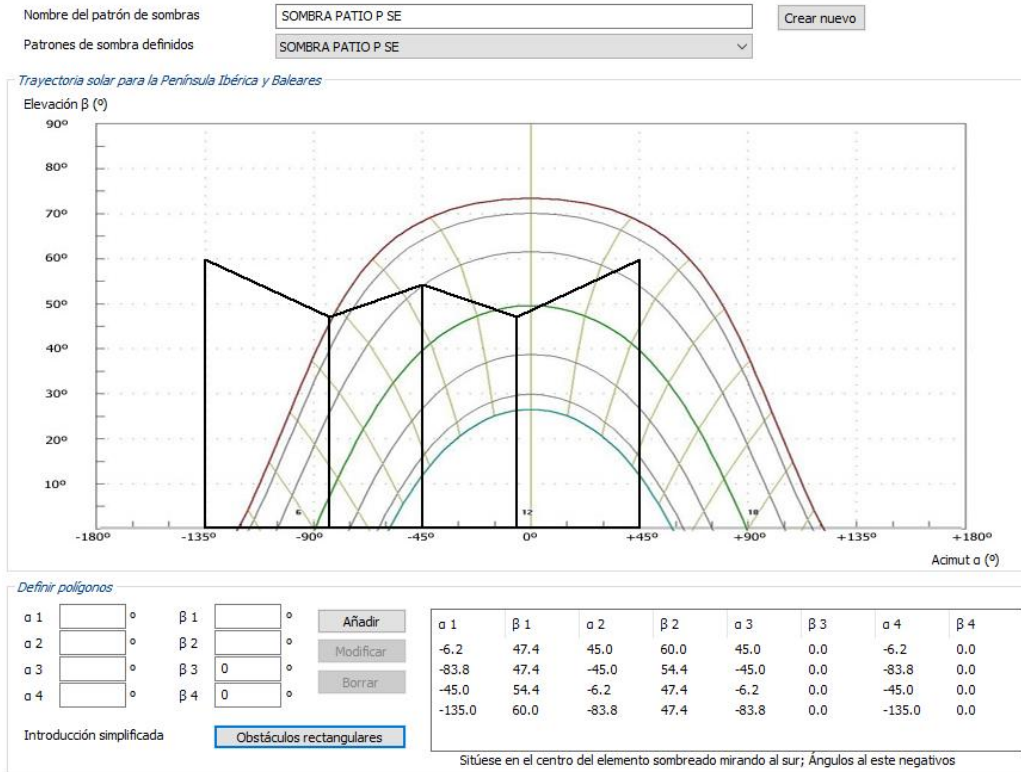
A. Càlcul patrons d'ombres



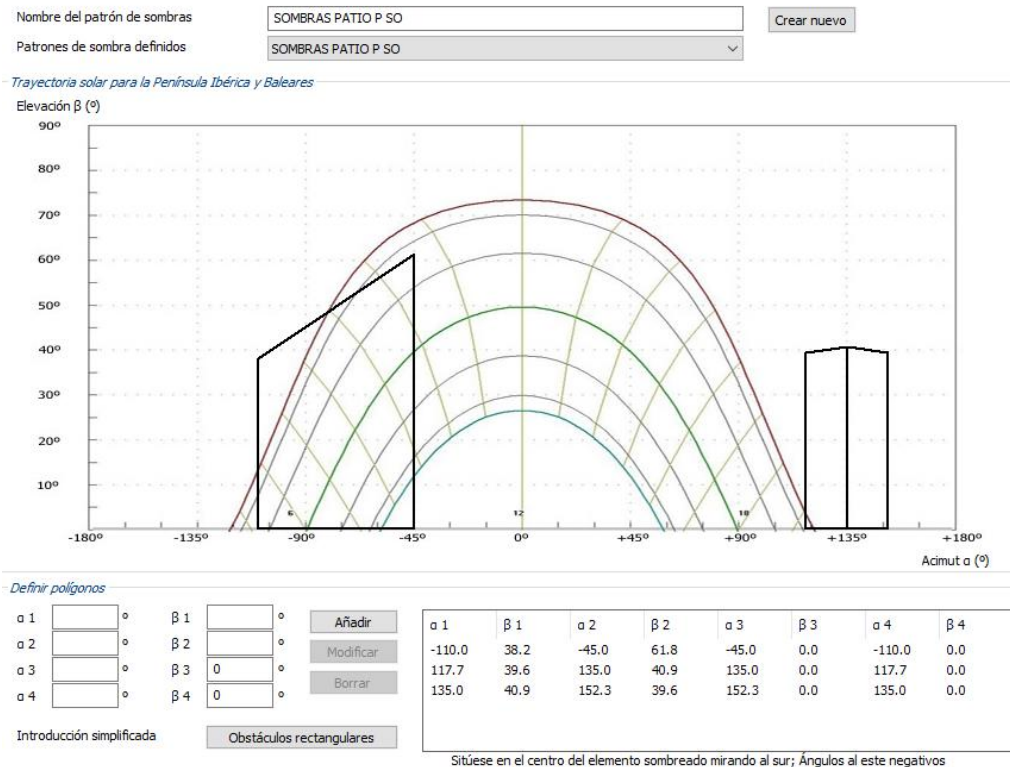
Il·lustració 40. Ombres fetes a la cara NE del pati interior gran



Il·lustració 41. Ombres fetes a la cara NO del pati interior gran



Il·lustració 42. Ombres fetes a la cara SE del pati interior petit



Il·lustració 43. Ombres fetes a la cara SO del pati interior petit

B. Càlcul de càrregues tèrmiques

REFRIGERACION		Municipic	Barcelona	asnm	667 Pt(Pa)	93565	ZC.HE1	D1					
Mes calefac.	Enero	Ts.ext. di	2,7	Hr(%)	70,2	OMD °C	2,3	Tm.mes	9,1	DTCiu	0	difusa%	75
Est.referencia	20	Barcelona (aeropuerto El	Latitud °	41,2833	Long.Oe	-2,1	Tm.anu	16,5	NPer	1/99	asnm	6	
Mes refriger.	Agosto	Ts.ext. di	30	Th °C	24,6	OMD °C	9,2	Tm.mes	24,9	DTCiu	0		
Mes cálculo	8	Dia	21	hora.sola	15	Tipo atmósfera	Estándar	Reflexión alrededores	Asfalto				
Exteriores	Temp. °C	25,59	Hr(%)	84,4	W(kg/kg)	0,0190							
Interiores	Temp. °C	25,00	Hr(%)	50,0	W(kg/kg)	0,0107	Hora max.sen	17					
DATOS ZONA		Super.(m2	Vol.(m3)	Zona	Tipo	Alfombr	%	Acris'	Aplicación	IDA	Control		
Nombre	Vivienda	75	188	Exterior	Medio	SA	36	Particular1	IDA2	Cte_ocup.			
OPACOS ext		A.Neta(r	Bruta(m2	U(W/m2K)	color	coef.abs			Qsen (W)	Qlat (W)			
Techo	75,0	75,0	2,17	Medio	0,8	278	0						
N-Muro	0,0	0,0	2	Medio	0,8	0	0						
NE-Muro	11,2	13,0	2	Medio	0,8	-55	0						
E-Muro	0,0	0,0	2	Medio	0,8	0	0						
SE-Muro	2,4	5,4	2	Medio	0,8	2	0						
S-Muro	0,0	0,0	2	Medio	0,8	0	0						
SO-Muro	5,3	8,7	2	Medio	0,8	-29	0						
O-Muro	0,0	0,0	2	Medio	0,8	0	0						
NO-Muro	0,9	3,9	2	Medio	0,8	-8	0						
Suelo	0,0	0,0	2			0	0						
OPACOS otros		Cont.ext	Totro(°C)	z(m)	b	Ais.peri	D(m)	k(W/r e(m)					
Otro Local 1	0,0	0,0	2	Medio	25,3	0,5			0	0			
Otro Local 2	0,0	0,0	2	Medio	25,3	0,5			0	0			
Muro Terreno	0,0	0,0	1			1			0	0			
Suelo Terreno	0,0	0,0	1			0	C.ais.Hz	1	0,03	0,10	0	0	
S.Vacio sanit	0,0	0,0	1,0			L(m)	L(estimada_m)		0	0			
Puentes térmicos otros	0,4					0	10		0	0			
Puentes térmicos ventanas	0,4					0	34		0	0			
										189	0		
VENTANAS		ancho(r	alto(m)	c(m)	d(m)	e(m)	f(m)	g(m)	m(m)	n(m)	Qsen (W)		Qlat (W)
Tipo	1,20	1,50	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Sin accesorios		
Somb.1		Ucristal	Umarco	f	f	Pos.	%	Fsombra (0 sol, 1 sombra)					
Area (m2)	g	(W/m2K)	(W/m2K)	FM	Uacce	Facce	Acce	Activo	aleros	Otros edif.			
Techo	0,0	0,75	5,7	5,7	0,15	1,00	1	Ext	100	0	0	0	
N-Muro	0,0	0,75	5,7	5,7	0,15	1,00	1	Ext	100	1	0	0	
NE-Muro	1,8	0,75	5,7	5,7	0,15	1,00	1	Ext	100	1	0	137	
E-Muro	0,0	0,75	5,7	5,7	0,15	1,00	1	Ext	100	1	0	0	
SE-Muro	3,0	0,75	5,7	5,7	0,15	1,00	1	Ext	100	1	0	353	
S-Muro	0,0	0,75	5,7	5,7	0,15	1,00	1	Ext	100	0,32	0	0	
SO-Muro	3,4	0,75	5,7	5,7	0,15	1,00	1	Ext	100	0,09	0	686	
O-Muro	0,0	0,75	5,7	5,7	0,15	1,00	1	Ext	100	0,1	0	0	
NO-Muro	3,0	0,8	5,7	5,7	0,2	1,00	1	Ext	100	0,33	0	229	
Somb.2		0,00	1,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Sin accesorios			
Techo	0,0	0,76	3	3	0,1	1,00	1,00	Ext	100	0	0	0	
N-Muro	0,0	0,76	3	3	0,1	1,00	1,00	Ext	100	0	0	0	
NE-Muro	0,0	0,76	3	3	0,1	1,00	1,00	Ext	100	0	0	0	
E-Muro	0,0	0,76	3	3	0,1	1,00	1,00	Ext	100	0	0	0	
SE-Muro	0,0	0,76	3	3	0,1	1,00	1,00	Ext	100	0	0	0	
S-Muro	0,0	0,76	3	3	0,1	1,00	1,00	Ext	100	0	0	0	
SO-Muro	0,0	0,76	3	3	0,1	1,00	1,00	Ext	100	0	0	0	
O-Muro	0,0	0,76	3	3	0,1	1,00	1,00	Ext	100	0	0	0	
NO-Muro	0,0	0,76	3	3	0,1	1,00	1,00	Ext	100	0	0	0	
										1405	0		
INTERNAS		Frac.rad	Calef.(%)	W/m2	% sen	Reac/Transf.	Pot. Maxima (W)	Sen(W)	Lat(W)	Qsen (W)			Qlat (W)
LUCES	0,8	10	30		Si			2250		2189			0
EQUIPOS	0,1	10	15	100				1125	0	1124			0
sexo	Calef.(%)	m2/ocup	Actividad	qs/per	ql/per	n.per.							
OCUPANTES		Media	1	30	Particular1	71	31	178	78	2,5	152	78	
VENTILACION		113	Exterior				Ts(°C)	25,59	W(kg/	0,0190	20	696	
INFILTRACION		170					Ts(°C)	25,59	W(kg/	0,0190	31	1048	
MAYORAC.%		Sensible	10	Latente	5	W/m2	100,43	Total (W)	7532	FCS	0,7462	5621	1912
Hora max.sen.	17					W/m2	101,63	Total (W)	7622	FCS	0,7519	5731	1891



C. Certificat d'eficiència energètica dels edificis

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Junta de comerç		
Dirección	c/ de la junta de comerç		
Municipio	Barcelona	Código Postal	08001
Provincia	Barcelona	Comunidad Autónoma	Cataluña
Zona climática	C2	Año construcción	1900
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	0714717DF3801D0001HL		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="radio"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="radio"/> Edificio Existente
<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Unifamiliar <input checked="" type="radio"/> Bloque <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Bloque completo <input type="radio"/> Vivienda individual <input type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Edificio completo <input type="radio"/> Local 	

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Anna Castella	NIF(NIE)	39418818S
Razón social	ETSEIB	NIF	.
Domicilio	.		
Municipio	Berga	Código Postal	08600
Provincia	Burgos	Comunidad Autónoma	Castilla y León
e-mail:	anna.castella.lopez@estudiantat.upc.edu	Teléfono	662359432
Titulación habilitante según normativa vigente	Ingeniero Industrial Superior		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]
274.8 G	57.6 G

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 20/01/2022

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

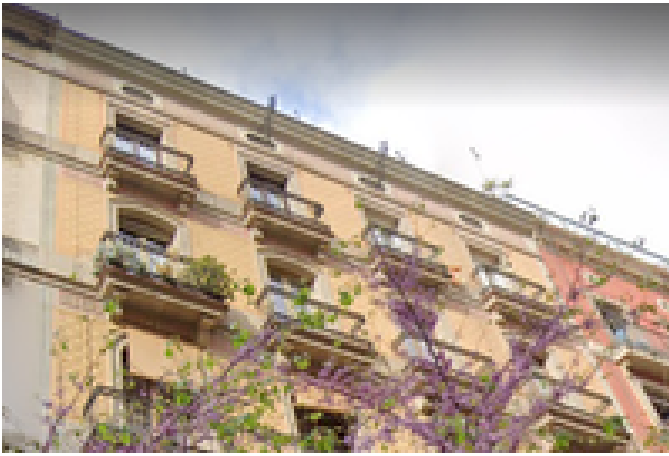
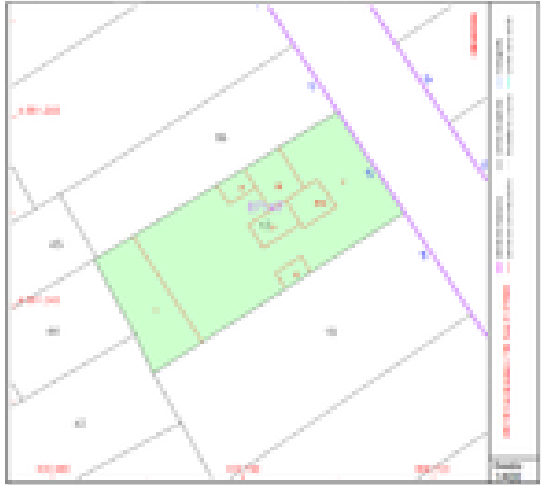
Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	75.0
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
CUBIERTA	Cubierta	75.0	2.17	Por defecto
MURO BALCON	Fachada	9.82	2.00	Conocidas
MURO PATIO LUCES G NE	Fachada	9.44	2.00	Conocidas
MURO PATIO LUCES G NO	Fachada	0.94	2.00	Conocidas
MURO PATIO LUCES P SO	Fachada	6.47	2.00	Conocidas
MURO PATIO LUCES P SE	Fachada	3.57	2.00	Conocidas
MEDIANERIA CON 3 1	Fachada	29.35	0.00	
MEDIANERIA CON 3 3	Fachada	8.45	0.00	
MEDIANERIA CON BLOQUE	Fachada	28.0	0.00	

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
VENTANA COCINA	Hueco	1.8	5.70	0.70	Conocido	Conocido
VENTANA HAB	Hueco	1.8	5.70	0.73	Conocido	Conocido
VENTANA BAÑO	Hueco	0.4	5.16	0.71	Conocido	Conocido
VENTANAS PASILLO	Hueco	3.6	5.70	0.73	Conocido	Conocido
VENTANA BALCONERIA	Hueco	3.0	5.70	0.70	Conocido	Conocido
BALCONERIA	Hueco	3.0	5.70	0.73	Conocido	Conocido
BALCON	Hueco	4.0	5.70	0.73	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

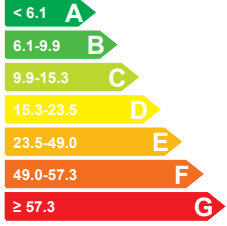
Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	100.0
---	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Caldera Estándar		61.0	Gas Natural	Conocido
TOTALES	ACS				

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C2	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

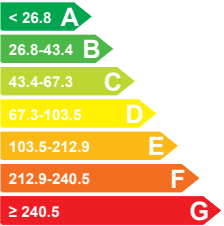
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	57.6 G	CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Emisiones calefacción</i> [kgCO ₂ /m ² año]	F	<i>Emisiones ACS</i> [kgCO ₂ /m ² año]	G
		44.46		10.73	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones globales</i> [kgCO ₂ /m ² año]		<i>Emisiones refrigeración</i> [kgCO ₂ /m ² año]	D	<i>Emisiones iluminación</i> [kgCO ₂ /m ² año]	-
		2.40		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
<i>Emisiones CO₂ por consumo eléctrico</i>	2.40	179.69
<i>Emisiones CO₂ por otros combustibles</i>	55.19	4139.49

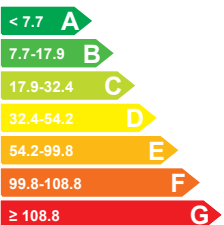
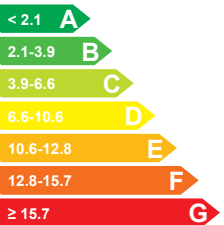
2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	274.8 G	CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Energía primaria calefacción</i> [kWh/m ² año]	F	<i>Energía primaria ACS</i> [kWh/m ² año]	G
		209.97		50.67	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable</i> [kWh/m ² año]		<i>Energía primaria refrigeración</i> [kWh/m ² año]	F	<i>Energía primaria iluminación</i> [kWh/m ² año]	-
		14.14		-	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

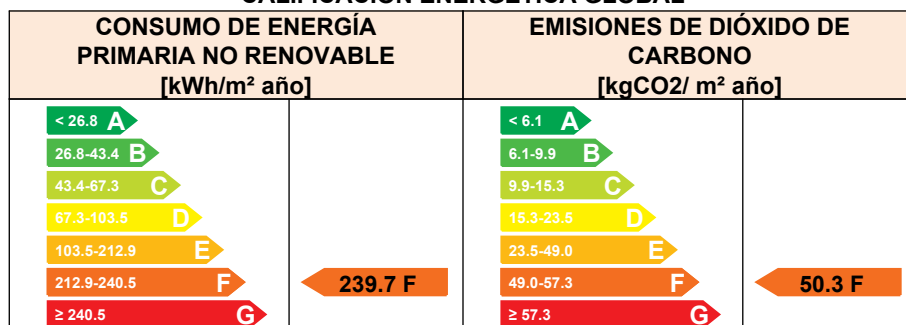
DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN			
	162.3 G		14.5 F		
				<i>Demanda de calefacción</i> [kWh/m ² año]	<i>Demanda de refrigeración</i> [kWh/m ² año]

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

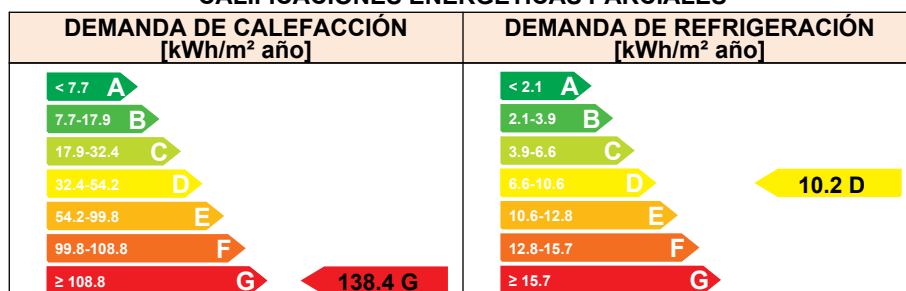
ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Solució 1

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² año]	150.47	14.7%	5.12	29.3%	42.58	0.0%	-	-%	198.16	12.4%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	179.05	E 14.7%	10.00	D 29.3%	50.67	G 0.0%	-	-%	239.72	F 12.8%
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	37.92	E 14.7%	1.69	C 29.3%	10.73	G 0.0%	-	-%	50.34	F 12.6%
Demanda [kWh/m ² año]	138.43	G 14.7%	10.24	D 29.3%						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

B3+C2.2+C2.3+D1

Coste estimado de la medida

789.0 €

Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]	
< 26.8 A		< 6.1 A	
26.8-43.4 B		6.1-9.9 B	
43.4-67.3 C		9.9-15.3 C	
67.3-103.5 D		15.3-23.5 D	
103.5-212.9 E	187.4 E	23.5-49.0 E	38.6 E
212.9-240.5 F		49.0-57.3 F	
≥ 240.5 G		≥ 57.3 G	

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m ² año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² año]	
< 7.7 A		< 2.1 A	
7.7-17.9 B		2.1-3.9 B	
17.9-32.4 C		3.9-6.6 C	
32.4-54.2 D		6.6-10.6 D	10.2 D
54.2-99.8 E		10.6-12.8 E	
99.8-108.8 F		12.8-15.7 F	
≥ 108.8 G	138.4 G	≥ 15.7 G	

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² año]	102.71	41.8%	4.15	42.7%	42.58	0.0%	-	-%	149.43	34.0%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	128.6 5	E 38.7%	8.10 D	42.7%	50.67 G	0.0%	-	-	187.4 2	E 31.8%
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	26.55	E 40.3%	1.37 C	42.7%	10.73 G	0.0%	-	-	38.65 E	32.9%
Demanda [kWh/m ² año]	138.4 3	G 14.7%	10.24 D	29.3%						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

B3+C2.1+C2.2+C2.3+D1+E1

Coste estimado de la medida

1714.0 €

Otros datos de interés


ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	
---	--

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

D. Informe descriptiu de les mesures de millora



	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	0714717DF3801D0001HL	Versión informe asociado	20/01/2022
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	20/01/2022

Informe descriptivo de la medida de mejora



DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Solució 1


DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos) B3+C2.2+C2.3+D1
Coste estimado de la medida 789.0 €
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]
	
239.72 F	50.34 F

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m ² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² año]
	
138.43 G	10.24 D

	IDENTIFICACIÓN			Ref. Catastral	0714717DF3801D0001HL	Versión informe asociado	20/01/2022
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	20/01/2022

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² año]	150.47	14.7%	5.12	29.3%	42.58	0.0%	-	-%	198.16	12.4%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	179.05	E 14.7%	10.00	D 29.3%	50.67	G 0.0%	-	-	239.72	F 12.8%
Emissiones de CO2 [kgCO2/m ² año]	37.92	E 14.7%	1.69	C 29.3%	10.73	G 0.0%	-	-	50.34	F 12.6%
Demanda [kWh/m ² año]	138.43	G 14.7%	10.24	D 29.3%						


ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia post mejora [W/m ² K]
CUBIERTA	Cubierta	75.00	2.17	75.00	2.17
MURO BALCON	Fachada	9.82	2.00	9.82	1.25
MURO PATIO LUCES G NE	Fachada	9.44	2.00	9.44	1.25
MURO PATIO LUCES G NO	Fachada	0.94	2.00	0.94	1.25
MURO PATIO LUCES P SO	Fachada	6.47	2.00	6.47	1.25
MURO PATIO LUCES P SE	Fachada	3.57	2.00	3.57	1.25
MEDIANERIA CON 3 1	Fachada	29.35	0.00	29.35	0.00
MEDIANERIA CON 3 3	Fachada	8.45	0.00	8.45	0.00
MEDIANERIA CON BLOQUE	Fachada	28.00	0.00	28.00	0.00

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual del hueco [W/m ² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia post mejora [W/m ² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m ² K]
VENTANA COCINA	Hueco	1.80	5.70	5.70	1.80	4.42	4.10
VENTANA HAB	Hueco	1.80	5.70	5.70	1.80	4.34	4.10
VENTANA BAÑO	Hueco	0.40	5.16	5.70	0.40	3.80	4.10
VENTANAS PASILLO	Hueco	3.60	5.70	5.70	3.60	4.34	4.10
VENTANA B ALCONERIA	Hueco	3.00	5.70	5.70	3.00	4.42	4.10

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	0714717DF3801D0001HL	Versión informe asociado	20/01/2022
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	20/01/2022

BALCONERÍA	Hueco	3.00	5.70	5.70	3.00	4.34	4.10
BALCON	Hueco	4.00	5.70	5.70	4.00	4.34	4.10

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción


Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TOTALES									

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TOTALES									

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Equipo ACS	Caldera Estándar		61.0%	-	Caldera Estándar		61.0%	-	-
TOTALES									



	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	0714717DF3801D0001HL	Versión informe asociado	20/01/2022
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	20/01/2022

Informe descriptivo de la medida de mejora



DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Solució 2


DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos) B3+C2.1+C2.2+C2.3+D1+E1
Coste estimado de la medida 1714.0 €
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]
	
187.42 E	38.65 E

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m ² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² año]
	
138.43 G	10.24 D

	IDENTIFICACIÓN			Ref. Catastral	0714717DF3801D0001HL	Versión informe asociado	20/01/2022
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	20/01/2022

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² año]	102.71	41.8%	4.15	42.7%	42.58	0.0%	-	-%	149.43	34.0%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	128.65	E 38.7%	8.10	D 42.7%	50.67	G 0.0%	-	-%	187.42	E 31.8%
Emissiones de CO2 [kgCO2/m ² año]	26.55	E 40.3%	1.37	C 42.7%	10.73	G 0.0%	-	-%	38.65	E 32.9%
Demanda [kWh/m ² año]	138.43	G 14.7%	10.24	D 29.3%						


ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia post mejora [W/m ² K]
CUBIERTA	Cubierta	75.00	2.17	75.00	2.17
MURO BALCON	Fachada	9.82	2.00	9.82	1.25
MURO PATIO LUCES G NE	Fachada	9.44	2.00	9.44	1.25
MURO PATIO LUCES G NO	Fachada	0.94	2.00	0.94	1.25
MURO PATIO LUCES P SO	Fachada	6.47	2.00	6.47	1.25
MURO PATIO LUCES P SE	Fachada	3.57	2.00	3.57	1.25
MEDIANERIA CON 3 1	Fachada	29.35	0.00	29.35	0.00
MEDIANERIA CON 3 3	Fachada	8.45	0.00	8.45	0.00
MEDIANERIA CON BLOQUE	Fachada	28.00	0.00	28.00	0.00

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual del hueco [W/m ² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia post mejora [W/m ² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m ² K]
VENTANA COCINA	Hueco	1.80	5.70	5.70	1.80	4.42	4.10
VENTANA HAB	Hueco	1.80	5.70	5.70	1.80	4.34	4.10
VENTANA BAÑO	Hueco	0.40	5.16	5.70	0.40	3.80	4.10
VENTANAS PASILLO	Hueco	3.60	5.70	5.70	3.60	4.34	4.10
VENTANA BALCONERIA	Hueco	3.00	5.70	5.70	3.00	4.42	4.10

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	0714717DF3801D0001HL	Versión informe asociado	20/01/2022
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	20/01/2022

BALCONERÍA	Hueco	3.00	5.70	5.70	3.00	4.34	4.10
BALCON	Hueco	4.00	5.70	5.70	4.00	4.34	4.10

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Calefacción y refrigeración	-	-	-	-	Bomba de Calor		614.0%	-	-
TOTALES									

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Calefacción y refrigeración	-	-	-	-	Bomba de Calor		407.0%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Equipo ACS	Caldera Estándar		61.0%	-	Caldera Estándar		61.0%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-