

**Observatori
Metropolità
de l'Habitatge
de Barcelona**



Article per a l'Anuari Metropolità de
l'Institut Metròpoli

Els programes de rehabilitació energètica a Barcelona en el marc dels fons Next Generation

Aleix Arcarons i Mireia Sender

Ajuntament
de Barcelona

Àrea
Metropolitana
de Barcelona

Diputació
de Barcelona

Generalitat
de Catalunya

AMB EL SUPORT DE:
Associació de Gestors
de Polítiques Socials
d'Habitatge de Catalunya

Barcelona, febrer de 2024

INVESTIGACIÓ, REDACCIÓ I EDICIÓ:
Aleix Arcarons i Mireia Sender

Aquesta recerca ha obtingut el suport de l'Ajuntament de Barcelona.

I la col·laboració de l'equip de l'Observatori Metropolità de l'Habitatge de Barcelona, l'equip de Cíclica, l'Alba Alsina, la Irene Rodríguez i l'Ana Campaña.

ENS TROBARÀS A:
Plaça de la Vila de Gràcia 6, baixos
08012 Barcelona
info@ohb.cat

SEGUEIX-NOS:
www.ohb.cat
@OMHBcn



Ajuntament
de Barcelona



AMB

Àrea Metropolitana
de Barcelona



Diputació
Barcelona



Generalitat
de Catalunya

amb el suport de



Índex

1. Introducció	3
2. Punt de partida: l'estat energètic del parc d'habitatges	6
3. Potencial de millora energètica: estratègies de rehabilitació passives	10
4. Desplegament: l'oportunitat dels fons NextGenerationEU	14
5. Conclusions	17
Referències bibliogràfiques	19

1. Introducció

Davant del repte que suposa el canvi climàtic i la degradació del medi ambient, el desembre de 2019 els estats membre de la Unió Europea (UE), en línia amb els acords internacionals de París, es van comprometre a través de l'anomenat Pacte Verd Europeu a reduir les emissions de CO₂ un 55 % el 2030 i convertir-se en el primer continent climàticament neutre el 2050 (Comissió Europea, 2019). Així, tenint en compte que els edificis són els responsables del 40 % del consum d'energia final de la UE (Parlament Europeu & Consell de la Unió Europea, 2012) i que les ciutats són les responsables de més del 70 % de les emissions mundials de carboni (IPCC, 2014), aquest pacte estableix la transformació de l'entorn construït com un element clau per assolir els objectius de descarbonització plantejats –la reducció d'emissions de CO₂ a l'atmosfera, és a dir, la descarbonització del parc construït, pot assolir-se mitjançant dues estratègies principals: i) aquella que fa referència a la millora de la demanda energètica dels edificis a través de mesures passives (factor vinculat a les característiques constructives dels immobles) i ii) aquella que fa referència a la reducció del consum d'energia no renovable mitjançant mesures actives (factor vinculat al rendiment dels sistemes de climatització i a l'origen de l'energia utilitzada, a més de la demanda energètica)– (Parlament Europeu & Consell de la Unió Europea, 2018).

Paral·lelament, l'esclat de la pandèmia de la COVID-19 l'any 2020 va tenir un impacte sense precedents a la nostra societat, va agreujar les situacions de vulnerabilitat existents (Observatori Metropolità de l'Habitatge de Barcelona, 2021) i va posar sobre la taula la necessitat d'incorporar, al procés de transformació plantejat, criteris de recuperació, resiliència i justícia social. Per consegüent, mitjançant el Mecanisme de Recuperació i Resiliència (MRR), la Comissió Europea va mobilitzar els anomenats fons NextGenerationEU per ajudar als estats membre a aplicar les reformes i directrius formulades (Parlament Europeu & Consell de la Unió Europea, 2021).

En el context espanyol, aquests fons europeus es van vehicular a través del Pla de Transformació, Recuperació i Resiliència on, a banda d'altres qüestions, es va establir l'estratègia d'activar el sector de la rehabilitació a l'efecte de descarbonitzar i millorar la qualitat del parc construït (Govern d'Espanya, 2021). Concretament, aquesta estratègia es va legislar a través del Reial Decret 853/2021, de 5 d'octubre, que exposava els diferents programes d'ajuda en matèria de rehabilitació (principalment: barris, edificis i habitatges) i els requisits mínims de les actuacions per tal d'optar als fons NextGenerationEU –en termes generals, aquesta normativa determina que podran ser subvencionables aquelles actuacions de rehabilitació que actuïn en edificis majoritàriament d'ús residencial on s'obtingui una millora acreditada de l'eficiència energètica– (Ministeri de Transport, Mobilitat i Agenda Urbana, 2021).

En el cas de la ciutat de Barcelona, es va establir una dotació pressupostària inicial de més de 26 M€ per subvencionar aquelles

actuacions de rehabilitació del programa de barris o edificis que actuessin en la totalitat de l'immoble i que assolissin unes reduccions mínimes del 25 % i del 30 %, respectivament, dels indicadors de demanda energètica i consum d'energia primària no renovable. Alhora, es va determinar que podien ser subvencionables aquelles actuacions iniciades a partir de l'1 de febrer de 2020 i executades abans del 30 de juny de 2026, amb un període d'ampliació d'entre 12 i 18 mesos a causa del procés de finalització de les obres (ConSORCI de l'Habitatge de Barcelona, 2022a i 2022b).

Així, davant d'aquest procés de transformació i com a element clau per governar-lo de forma eficaç i compromesa, resultava essencial disposar d'informació sobre l'estat energètic del parc d'habitatges de Barcelona i el seu potencial de millora. Per aquest motiu, i donada l'escassetat de dades oficials al respecte (actualment, només un 9,02 % dels edificis residencials de la ciutat disposen de CEE¹), l'Observatori Metropolità de l'Habitatge de Barcelona va iniciar el 2021 el laboratori "Estratègies i potencial de rehabilitació. Estat físic i potencial de millora del parc d'habitatges de Barcelona"² on, mitjançant una simulació energètica a escala de parcel·la s'aconseguia conèixer de forma detallada l'estat energètic de pràcticament la totalitat d'edificis residencials de la ciutat (85,09 %).

Aquesta simulació, generada amb el programa urbanZEB (ISO 52016-1:2017), es centra en les parcel·les cadastrals de la ciutat de Barcelona amb ús residencial majoritari. Per fer possible la simulació es classifiquen les parcel·les seleccionades en 12 clústers tipològics que permeten fer una hipòtesi dels sistemes constructius i la transmissió dels paraments que componen l'envolupant dels edificis d'acord amb l'ERESEE⁴. A partir d'aquest punt, s'efectua una estimació horària del comportament tèrmic de cadascun dels immobles estudiats pels 365 dies de l'any tenint en compte els perfils d'ús normalitzat determinats pel Codi Tècnic de l'Edificació: temperatures de consigna, càrregues internes, flux d'aire per ventilació, etc. Aquesta estimació del comportament tèrmic permet calcular l'energia útil necessària que s'ha d'aportar perquè cada edifici es mantingui dins dels llindars de temperatura de confort establerts pel mateix Codi Tècnic de l'Edificació. Alhora, per conèixer el potencial de millora d'aquests edificis, es simulen de nou els immobles un cop incorporats cadascun dels tres programes d'intervenció que es proposen en aquest treball.

L'objectiu del present article és el de conèixer l'estat energètic actual del parc d'habitatges de la ciutat de Barcelona, el seu potencial de millora mitjançant programes d'intervenció amb estratègies de rehabilitació passives i el seu possible desplegament a través de les convocatòries

¹ Font: O-HB a partir de la Direcció General de Cadastre (base alfanumèrica, 2021) i l'Institut Català d'Energia (Registre de CEE, 2021).

² Disponible a: https://www.ohb.cat/wp-content/uploads/2022/06/O22013_Lab_Rehabilitacio_Dossier-4_comprimido.pdf [consulta: 17 d'abril de 2023].

³ La transmissió tèrmica (valor U expressat en W/m²·K) és el flux de calor, per unitat de temps i superfície, que travessa un element constructiu (format per una o més capes de material amb cares paral·leles) quan hi ha una diferència de temperatura entre els dos ambients que aquest separa. Com més baix sigui el valor U, menor serà el pas d'energia entre les dues cares i, per tant, millor seran les capacitats aïllants de l'element constructiu. Font: O-HB a partir de la CTE, *DB-HE-Ahorro de Energía*.

⁴ *Estrategia a largo plazo para la Rehabilitación Energética en el Sector de la Edificación en España - ERESEE- 2014*. Font: https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/pdf/39711141-E3BB-49C4-A759-4F5C6B987766/130069/2014_article4_es_spain.pdf [consulta: 17 d'abril de 2023].

d'ajudes públiques en matèria de rehabilitació finançades pels fons europeus NextGenerationUE.

Després d'aquest primer apartat introductori, el segon exposa les principals característiques constructives i energètiques actuals dels edificis de Barcelona, és a dir, el punt del qual ha de partir la transformació del parc construït. El tercer apartat descriu el potencial de millora energètica d'aquest parc mitjançant tres tipus d'intervencions amb mesures passives, concretament actuacions centrades en la rehabilitació de l'envolupant dels immobles i, per consegüent, en la millora de la seva demanda energètica. El quart analitza com aquestes intervencions podrien desplegar-se a través de les convocatòries d'ajudes finançades pels fons NextGenerationUE (convocatòria de barris i edificis), atenent els diversos condicionants normatius establerts. I, finalment, el cinquè capítol recull les principals conclusions de la recerca.

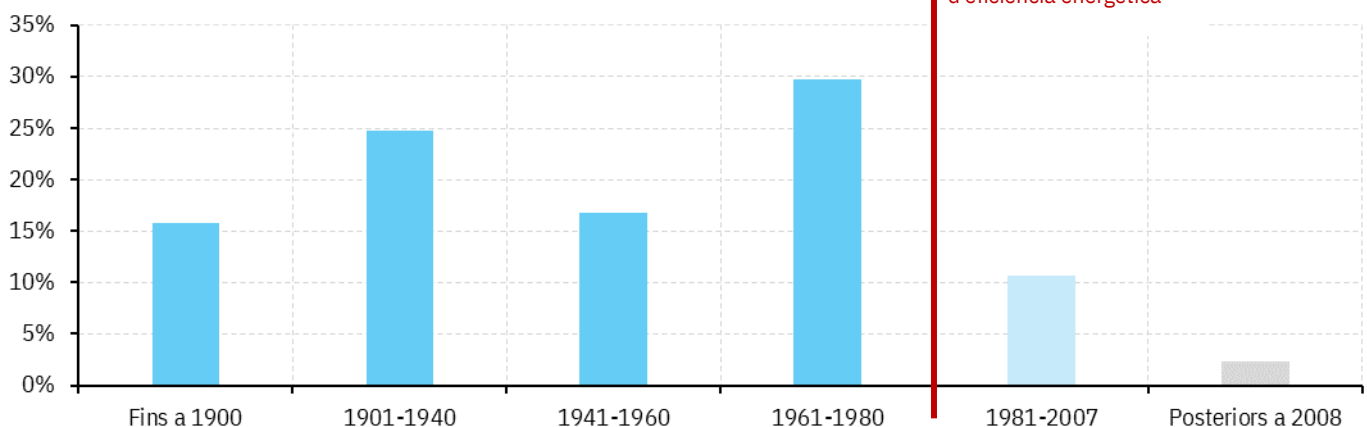
2. Punt de partida: l'estat energètic del parc d'habitatges

El parc d'habitatges de la ciutat de Barcelona es conforma, l'any 2021, d'un total de 58.643 parcel·les cadastrals que contenen majoritàriament immobles d'ús residencial⁵, les quals arriben a conformar un mosaic heterogeni d'edificis de tipologia unifamiliar (28,44 %) i plurifamiliar (71,56 %).

En primer lloc, pel que fa a l'any de construcció dels immobles, gairebé un 87,06 % dels edificis de la ciutat foren construïts abans de l'aprovació de les primeres normatives prescriptives en matèria d'eficiència energètica de l'Estat espanyol (la NBE-CT-79, aprovada pel Reial Decret 2429/79, de 6 de juliol⁶, i el Reglament d'instal·lacions de calefacció, climatització i aigua calenta sanitària, aprovat pel Reial Decret 1618/1980, de 4 de juliol⁷), que procuraven donar resposta a la crisi del petroli de 1976 (Figura 1). Així mateix, tan sols un 2,78 % foren edificats a partir del 2007, moment en el qual va entrar en vigor de forma efectiva el Codi Tècnic de l'Edificació, primera normativa que incloïa directrius europees en matèria d'eficiència energètica⁸.

Figura 1. Percentatge d'edificis segons l'any de construcció i l'entrada en vigor de les principals normatives estatals en matèria d'eficiència energètica. Barcelona. 2021

Font: O-HB i Cíclica a partir de la Direcció General del Cadastre (base gràfica i alfanumèrica, 2021)



En segon lloc, pel que fa al sector de l'edificació, les actuacions de rehabilitació en el nostre territori continuen sent, tot i reclams dels col·legis professionals i la necessitat imperant d'actuar sobre el parc construït, minoritàries respecte a la construcció d'obra nova (en el

⁵ Font: O-HB a partir de la Direcció General de Cadastre (base gràfica i alfanumèrica, 2021).

⁶ Font : <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1979-24866> [consulta: 31 de març de 2023]

⁷ Font : <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1980-16729> [consulta: 31 de març de 2023]

⁸ Font : <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2006-5515> [consulta: 31 de març de 2023]

primer trimestre de 2022, només un 23 % del sostre construït corresponia a actuacions de rehabilitació⁹). En efecte, a la ciutat de Barcelona només consten actuacions de rehabilitació totals o integrals, és a dir, intervencions amb importants canvis constructius i estructurals, a un 9,00 % dels edificis¹⁰.

Per consegüent, tenint en compte l'antiguitat efectiva dels immobles, a més de les dues tipologies residencials mencionades a l'inici (unifamiliar i plurifamiliar), el parc d'habitatges de la ciutat de Barcelona podria definir-se a través de 12 clústers, és a dir, 12 grups d'immobles de característiques similars (Taula 1). Concretament, i deixant de banda els aspectes arquitectònics, 8 clústers es caracteritzarien per: no tenir cap mena d'aïllament tèrmic a la seva envolupant (façanes interiors i posteriors, mitgeres, cobertes i soleres) i comptar amb fusteries de molt baixa qualitat tèrmica (transmitàncies de gairebé 6 W/m²·K); 2 es caracteritzarien per: tenir aïllament tèrmic únicament en façanes posteriors, cobertes i soleres (gruixos d'entre 2 i 6 cm) i fusteries de baixa qualitat (transmitàncies de gairebé 4 W/m²·K); i, finalment, els 2 restants es caracteritzarien per: tenir aïllament tèrmic en façanes posteriors, mitgeres, cobertes i soleres (gruixos d'entre 4 i 7 cm) i fusteries de qualitat mitjana (transmitàncies de gairebé 3 W/m²·K).

Taula 1. Classificació del parc d'habitatges segons 12 clústers basats en l'any de construcció dels immobles i la seva tipologia residencial. Barcelona. 2021

Font: O-HB i Cíclica a partir de la Direcció General del Cadastre (base gràfica i alfanumèrica, 2021) i el Ministeri de Transports, Mobilitat i Agenda Urbana (Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España -ERESEE-. 2014)

Any de construcció de la part residencial	Tipologia residencial: unifamiliar	Característiques constructives	Percentatge d'edificis respecte al total	Tipologia residencial: plurifamiliar	Característiques constructives	Percentatge d'edificis respecte al total
Immoble inferior a 1900	Clúster A: U.INF 1900	. Sense aïllament tèrmic . Fusteries de 6 W/m ² ·K	34,06%	Clúster G: P.INF1900	. Sense aïllament tèrmic . Fusteries de 6 W/m ² ·K	53,01%
Immoble de 1901 a 1940	Clúster B: U.1901-40	. Sense aïllament tèrmic . Fusteries de 6 W/m ² ·K	34,06%	Clúster H: P. 1901-40	. Sense aïllament tèrmic . Fusteries de 6 W/m ² ·K	53,01%
Immoble de 1941 a 1960	Clúster C: U.1941-60	. Sense aïllament tèrmic . Fusteries de 6 W/m ² ·K	34,06%	Clúster I: P. 1941-60	. Sense aïllament tèrmic . Fusteries de 6 W/m ² ·K	53,01%
Immoble de 1961 a 1980	Clúster D: U.1961-80	. Sense aïllament tèrmic . Fusteries de 6 W/m ² ·K	34,06%	Clúster J: P. 1961-80	. Sense aïllament tèrmic . Fusteries de 6 W/m ² ·K	53,01%

⁹ Font : <https://www.arquitectes.cat/ca/suport/actualitat/edificacio-catalunya-1semestre-2022> [consulta: 31 de març de 2023].

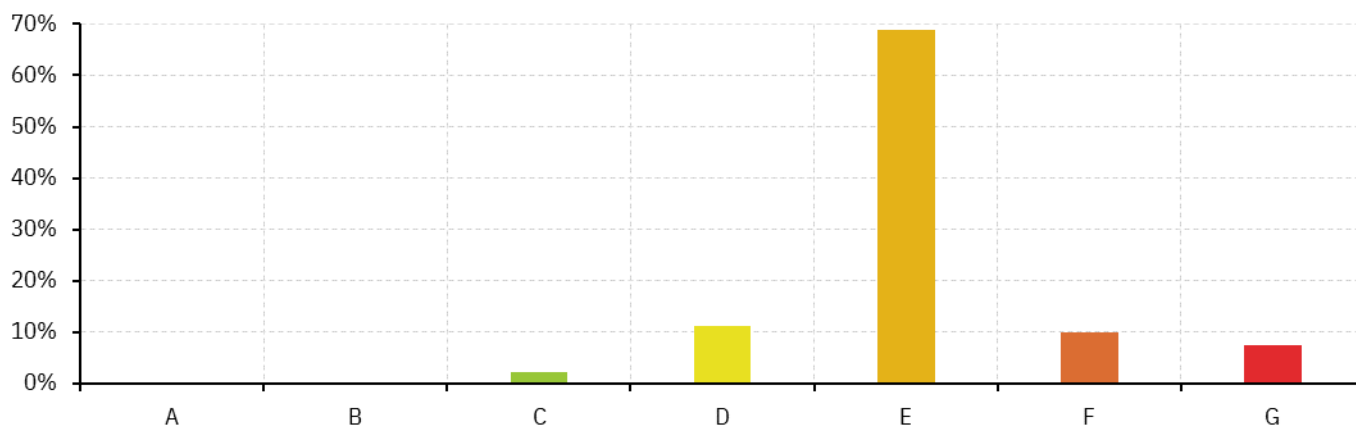
¹⁰ Font: O-HB a partir de la Direcció General del Cadastre (base alfanumèrica, 2021) i l'Ajuntament de Barcelona (Llicències OMA, 2008-2019).

Immoble de 1981 a 2007	Clúster E: U.1981-07	. Aïllament tèrmic en façanes posteriors, cobertes i soleres (2-6 cm) . Fusteries de 4 W/ m ² ·K	2,49%	Clúster K: P. 1981-07	. Aïllament tèrmic en façanes posteriors, cobertes i soleres (2-6 cm) . Fusteries de 4 W/ m ² ·K	8,14%
Immoble posterior a 2008	Clúster F: U.SUP2008	. Aïllament tèrmic en façanes posteriors, mitgeres, cobertes i soleres (4-7 cm) . Fusteries de 3 W/ m ² ·K	0,75%	Clúster L: P. SUP2008	. Aïllament tèrmic en façanes posteriors, mitgeres, cobertes i soleres (4-7 cm) . Fusteries de 3 W/ m ² ·K	1,54%

La distribució dels edificis de la ciutat segons aquests 12 clústers (Taula 1) confirma que, efectivament, el parc d'habitatges de Barcelona és, majoritàriament (97,70 %), antic i de baixa qualitat constructiva, la qual cosa té un impacte directe en el seu estat energètic. De fet, la simulació energètica, portada a terme a fi d'obtenir una radiografia de l'estat de la qüestió, mostra que l'any 2021 un 86,38 % dels edificis de la ciutat obtindrien una qualificació "E" o inferior de l'indicador d'emissions de CO₂ referit a un Certificat d'Eficiència Energètica (CEE)¹¹. En canvi, només un 0,20 % dels immobles tindrien una qualificació "A" o "B", categories més pròximes als objectius de descarbonització plantejats (Figura 2).

Figura 2. Percentatge d'edificis segons la seva qualificació energètica actual simulada (emissions de CO₂). Barcelona. 2021

Font: O-HB i Cíclica a partir del simulador urbanZEB i el Ministeri per la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic (Calificació eficiència energètica de los edificios. 2015)



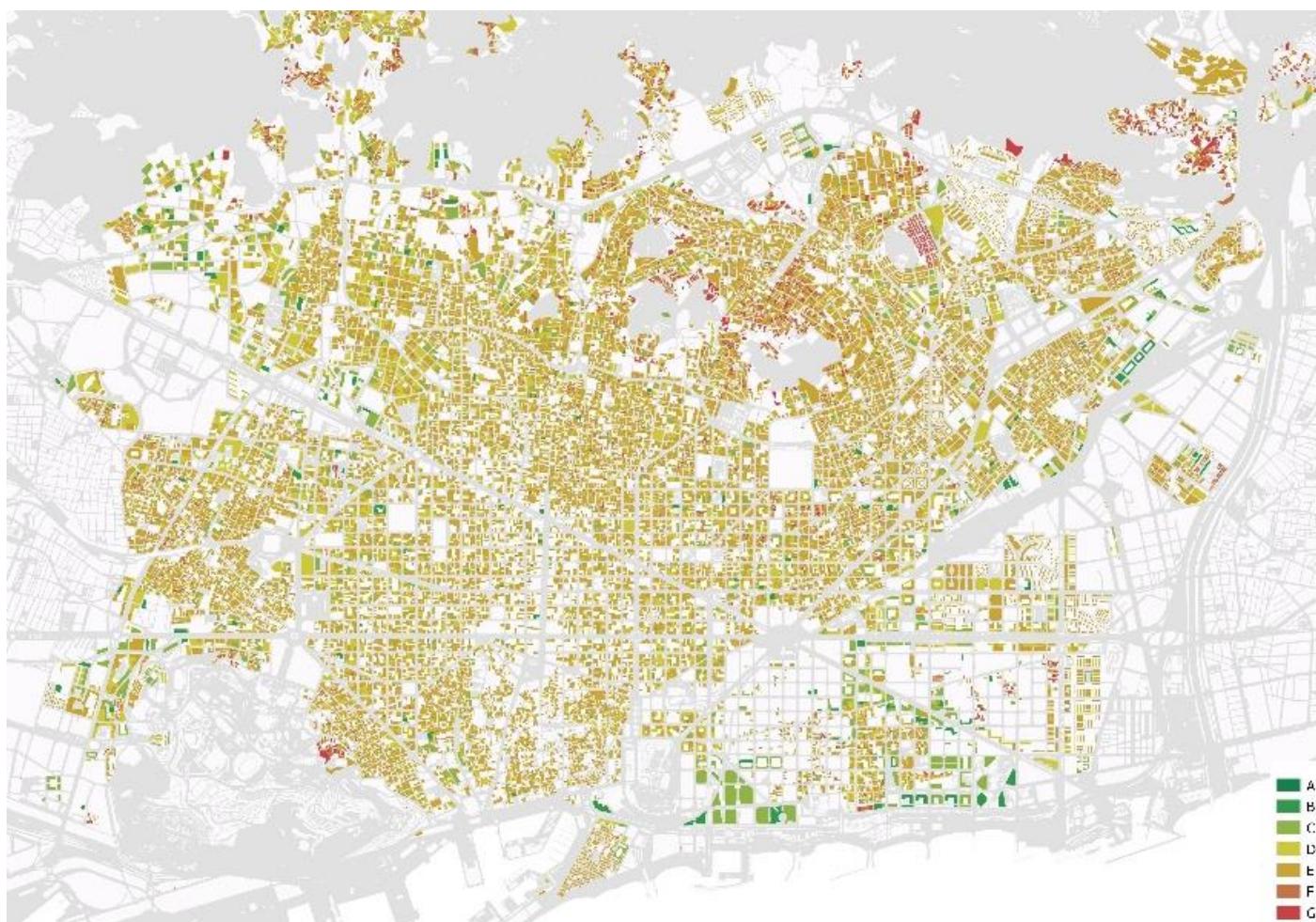
¹¹ El Certificat d'Eficiència Energètica (CEE) d'edificis és un document oficial que conté informació sobre l'estat dels immobles en relació amb la seva demanda energètica (vinculat a les seves característiques constructives), el seu consum d'energia (vinculat a la demanda i als sistemes de calefacció, refrigeració i aigua calenta sanitària) i les seves emissions de CO₂ (vinculat al consum i a l'ús de fonts d'energia renovables). En termes generals, aquest document classifica i valora els edificis mitjançant 7 etiquetes ordenades de la "A" (situació més favorable) a la "G" (situació més desfavorable) vinculades als 3 indicadors esmentats anteriorment. Font: O-HB a partir de l'ICAEN.

Així doncs, aquests resultats assenyalen que el parc d'habitatges de Barcelona és energèticament vulnerable, és a dir, que per les seves característiques constructives resulta necessari aportar molta energia útil als sistemes de calefacció i refrigeració dels edificis per tal d'assolir en el seu interior unes temperatures normatives mínimes de confort durant els mesos freds (17-20 °C) i càlids (25-27 °C) de l'any.

Finalment, pel que fa a la distribució territorial, la radiografia simulada de la ciutat de Barcelona mostra un estat energètic, no només vulnerable, sinó també generalitzat (Figura 3). En conseqüència, els costos econòmics teòrics vinculats al pagament de les factures energètiques de calefacció i refrigeració per mantenir un llindar mínim de confort tèrmic ascendeixen a 393 €/mensuals pels habitatges unifamiliars i a 201 €/mensuals pels habitatges situats en edificis plurifamiliars. Aquest fet posa en relleu l'alt risc de moltes llars barcelonines a patir pobresa energètica¹².

Figura 3. Distribució dels edificis segons la seva qualificació energètica actual simulada (emissions de CO2). Barcelona. 2021

Font: O-HB i Cíclica a partir del simulador urbanZEB i el Ministeri per la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic (Calificació eficiència energètica de los edificios. 2015)



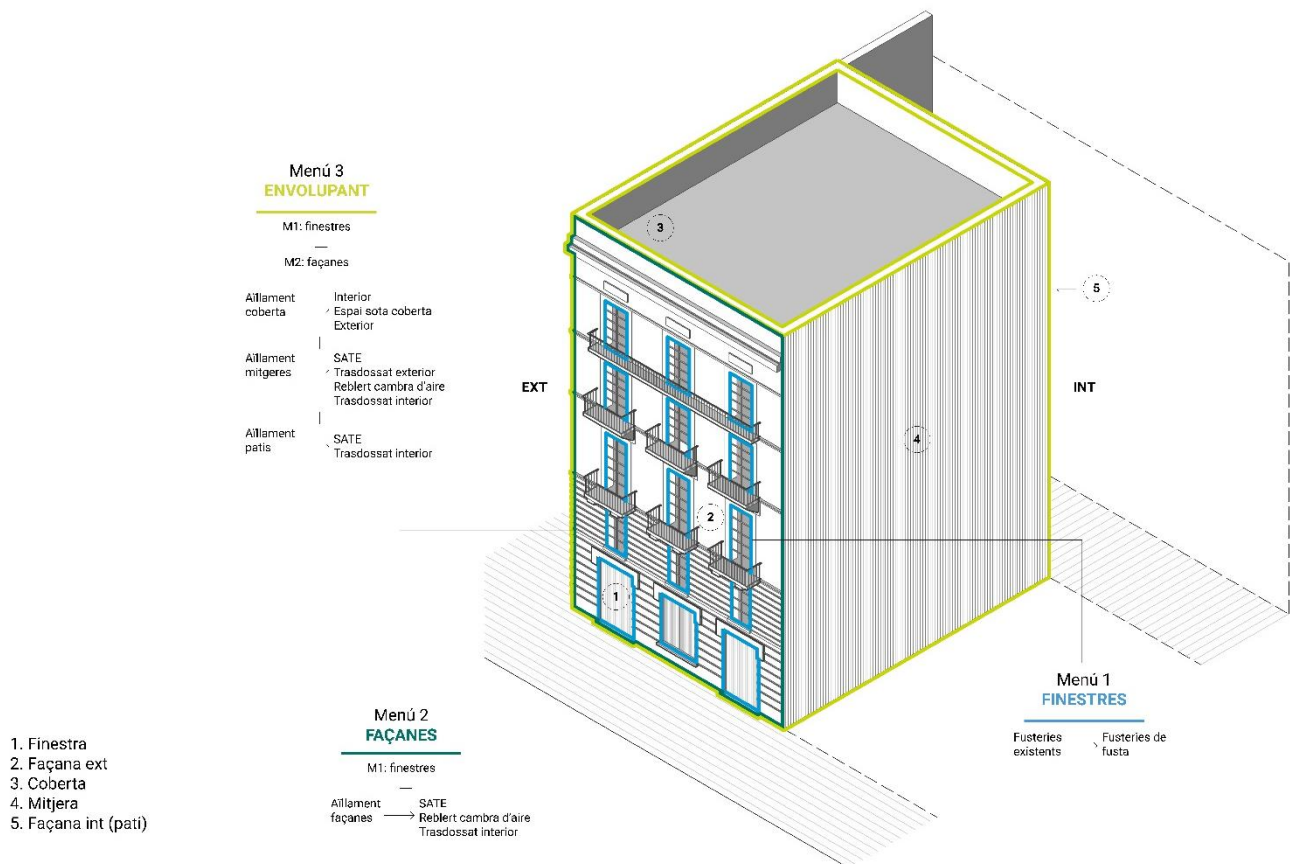
¹² Llars que destinen un 10 % o més dels seus ingressos mensuals al pagament de les factures energètiques (calefacció, refrigeració, etc.). Font: O-HB a partir del document "Propuesta metodològica de evaluación de la pobreza energética en España" de la Carmen Sánchez-Guevara.

3. Potencial de millora energètica: estratègies de rehabilitació passives

L'avaluació del potencial de millora del parc d'habitatges de Barcelona considerat energèticament vulnerable (el 97,70 % dels immobles de la ciutat) es planteja a través de la definició, i la seva posterior simulació, de tres programes d'intervenció basats únicament en estratègies de rehabilitació passives (Figura 4) –estratègies en línia amb les directrius de transformació europees que tenen per objectiu descarbonitzar el parc d'habitatges mitjançant la reducció de la demanda energètica, és a dir, sense la necessitat d'utilitzar fonts d'energia externes–. Aquests programes estan dissenyats per respondre a diferents nivells de complexitat constructiva, rapidesa d'execució i costos d'obra. Alhora, fan servir únicament materials de baix carboni embegut i estan adaptats a les diferents tipologies d'edificis exposats al capítol anterior (Taula 2).

Figura 4. Programes d'intervenció a través d'estratègies de rehabilitació passives (M1, M2 i M3)

Font: O-HB



En termes generals, el primer programa d'intervenció (M1) és el més econòmic i ràpid d'executar. Consisteix en la substitució de les fusteries existents per fusteries noves amb una millor transmissió tèrmica (finestres de fusta amb trencament de pont tèrmic i transmissió d' $1,55 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$). El segon programa (M2) consisteix en la substitució de les fusteries existents i l'aïllament de les façanes posteriors mitjançant sistemes SATE (Sistema d'Aïllament Tèrmic Exterior), extradossats interiors o reblert de cambres d'aire existents en funció del clúster a intervenir (entre 6 i 7 cm de llana de roca o cel·lulosa insuflada). Per acabar, el tercer programa (M3) consisteix en la substitució de les fusteries existents i l'aïllament de gairebé tota l'envolupant de l'immoble, és a dir: façanes posteriors, mitgeres, cobertes i façanes de patis interiors. En el cas de façanes i mitgeres es proposen altre cop sistemes SATE, extradossats interiors i reblert de cambres d'aire i en el cas de cobertes es plantegen actuacions per l'interior, l'exterior i l'espai sota coberta (entre 6 i 12 cm de panells de fibra de fusta).

Taula 2. Programes d'intervenció a través d'estratègies de rehabilitació passives segons clúster a intervenir

Font: O-HB i Cíclica a partir del Codi Tècnic de l'Edificació (CTE, DB-HE-Ahorro de energía), l'ITEC (base de dades BEDEC) i l'Institut Municipal del Paisatge Urbà i Qualitat de Vida de l'Ajuntament de Barcelona ("Bones pràctiques. Estudi de solucions tècniques per al tractament de parets mitgeres. 2021")

Clúster a intervenir	Fusteries (M1, M2 i M3)	Façanes posteriors (M2 i M3)	Mitgeres (M3)	Cobertes (M3)	Façanes interiors (M3)
Clúster A: U.INF1900	Substitució de la fusteria existent per una de fusta amb trencament de pont tèrmic ($1,55 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)	Reconstrucció de la teulada existent i col·locació d'aïllament de panells de fibra de fusta (12 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)
Clúster B: U.1901-40	Substitució de la fusteria existent per una de fusta amb trencament de pont tèrmic ($1,55 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)	Reconstrucció de la teulada existent i col·locació d'aïllament de panells de fibra de fusta (12 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)
Clúster C: U.1941-60	Substitució de la fusteria existent per una de fusta amb trencament de pont tèrmic ($1,55 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)	Reconstrucció de la teulada existent i col·locació d'aïllament de panells de fibra de fusta (12 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)
Clúster D: U.1961-80	Substitució de la fusteria existent per una de fusta amb trencament	Injecció de cel·lulosa a la	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de	Reconstrucció de la teulada existent i col·locació	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de

	de pont tèrmic (1,55 W/m ² ·K)	cambra d'aire existent (9 cm)	llana de roca (6 cm)	d'aïllament de panells de fibra de fusta (12 cm)	llana de roca (6 cm)
Clúster E: U.1981-07	Substitució de la fusteria existent per una de fusta amb trencament de pont tèrmic (1,55 W/m ² ·K)	Injecció de cel·lulosa a la cambra d'aire existent (7 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)	Reconstrucció de la teulada existent i col·locació d'aïllament de panells de fibra de fusta (12 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)
Clúster G: P.INF1900	Substitució de la fusteria existent per una de fusta amb trencament de pont tèrmic (1,55 W/m ² ·K)	Col·locació d'un SATE amb aïllament de llana de roca (7 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)	Reconstrucció de la teulada existent i col·locació d'aïllament de panells de fibra de fusta (12 cm)	Col·locació d'un SATE amb aïllament de llana de roca (7 cm)
Clúster H: P.1901-40	Substitució de la fusteria existent per una de fusta amb trencament de pont tèrmic (1,55 W/m ² ·K)	Col·locació d'un SATE amb aïllament de llana de roca (7 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)	Reconstrucció de la teulada existent i col·locació d'aïllament de panells de fibra de fusta (12 cm)	Col·locació d'un SATE amb aïllament de llana de roca (7 cm)
Clúster I: P.1941-60	Substitució de la fusteria existent per una de fusta amb trencament de pont tèrmic (1,55 W/m ² ·K)	Col·locació d'un SATE amb aïllament de llana de roca (7 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)	Col·locació d'aïllament amb panells de fibra de fusta (12 cm)	Col·locació d'un SATE amb aïllament de llana de roca (7 cm)
Clúster J: P.1961-80	Substitució de la fusteria existent per una de fusta amb trencament de pont tèrmic (1,55 W/m ² ·K)	Col·locació d'un SATE amb aïllament de llana de roca (7 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)	Col·locació d'aïllament amb panells de fibra de fusta (12 cm)	Col·locació d'un SATE amb aïllament de llana de roca (7 cm)
Clúster K: P.1981-07	Substitució de la fusteria existent per una de fusta amb trencament de pont tèrmic (1,55 W/m ² ·K)	Col·locació d'un SATE amb aïllament de llana de roca (7 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)	Col·locació d'aïllament amb panells de fibra de fusta (6 cm)	Col·locació d'un SATE amb aïllament de llana de roca (7 cm)

Referent a la comparativa entre les tres intervencions proposades, la simulació portada a terme mostra que el programa M3 és el que assoleix una reducció major de l'indicador de consum d'energia final, amb un descens del 53,51 % de mitjana respecte al consum actual de l'edifici. El segueix el programa M2 amb un 27,93 % i el M1 amb un 14,00 %¹³. Així, aquests resultats, que ja eren esperables donat el caràcter acumulatiu de les actuacions dissenyades, tenen una traducció

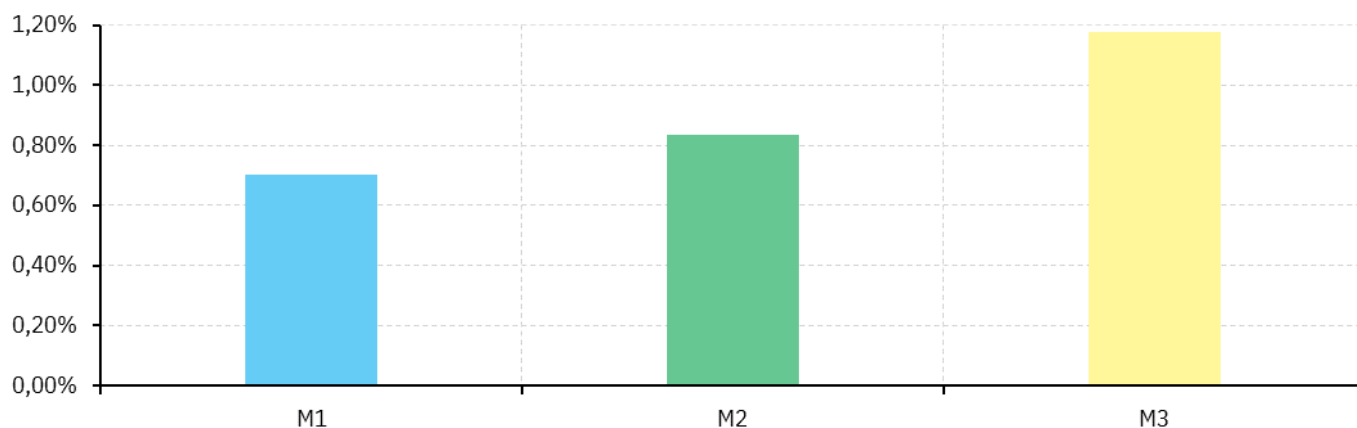
¹³ Font: O-HB i Cíclica a partir del simulador urbanZEB.

directa amb el cost mitjà estimat de cadascuna d'elles, amb una inversió mitjana de 181,48 €/m² per al programa M3, de 119,65 €/m² per al programa M2 i de 56,12 €/m² en el cas del programa M1¹⁴.

En definitiva, l'encreuament d'aquestes variables (reducció del consum i cost mitjà estimat) permet estudiar quin dels programes dissenyats té un millor rendiment econòmic, en altres paraules, quina de les intervencions aconseguix un major percentatge de reducció del consum d'energia per cada 1.000 € invertits. En aquest cas, la simulació indica que per cada 1.000 € invertits, el programa M3 redueix de mitjana un 1,18 % el consum d'energia final de l'edifici, mentre que els programes M2 i M1 el redueixen un 0,83 % i un 0,70 %, respectivament (Figura 5). A més, el programa M3 és el que té un millor rendiment econòmic en el 66,68 % dels casos, fet que indica que les obres de rehabilitació que afecten la totalitat de l'envolupant de l'edifici, tot i tenir un cost d'execució més elevat, també ofereixen una reducció del consum d'energia proporcionalment més elevada que les actuacions centrades en elements puntuals.

Figura 5. Percentatge de reducció del consum d'energia final de l'edifici per 1.000 € invertits segons el programa d'intervenció aplicat (M1, M2 i M3). Barcelona. 2021

Font: O-HB i Cíclica a partir del Codi Tècnic de l'Edificació (CTE, DB-HE-Ahorro de energía), l'ITEC (base de dades BEDEC) i l'Institut Municipal del Paisatge Urbà i Qualitat de Vida de l'Ajuntament de Barcelona ("Bones pràctiques. Estudi de solucions tècniques per al tractament de parets mitgeres. 2021")



¹⁴ Aquesta inversió estimada inclou els costos directes, els beneficis industrials, els honoraris dels tècnics, l'IVA i tota la resta de despeses generals i indirectes a tenir en compte en una obra de rehabilitació. Font: O-HB i Cíclica a partir del Codi Tècnic de l'Edificació (CTE, DB-HE-Ahorro de energía), l'ITEC (base de dades BEDEC) i l'Institut Municipal del Paisatge Urbà i Qualitat de Vida de l'Ajuntament de Barcelona ("Bones pràctiques. Estudi de solucions tècniques per al tractament de parets mitgeres. 2021").

4. Desplegament: l'oportunitat dels fons NextGenerationEU

Les convocatòries d'ajudes en matèria de rehabilitació, gestionades pel Consorci de l'Habitatge de Barcelona i finançades pels fons europeus NextGenerationEU, posen sobre la taula una oportunitat única per començar a transformar el parc construït de Barcelona. Quan les intervencions de rehabilitació assoleixen una millora mínima acreditada de l'eficiència energètica, aquests fons ofereixen la possibilitat de subvencionar més d'un 40 % els costos d'execució de les obres que es duguin a terme, sempre que no es superin certs topalls econòmics (Taula 3).

Taula 3. Criteris energètics generals vinculats a la subvenció d'actuacions de rehabilitació mitjançant els fons NextGenerationEU. Programa de barris i edificis

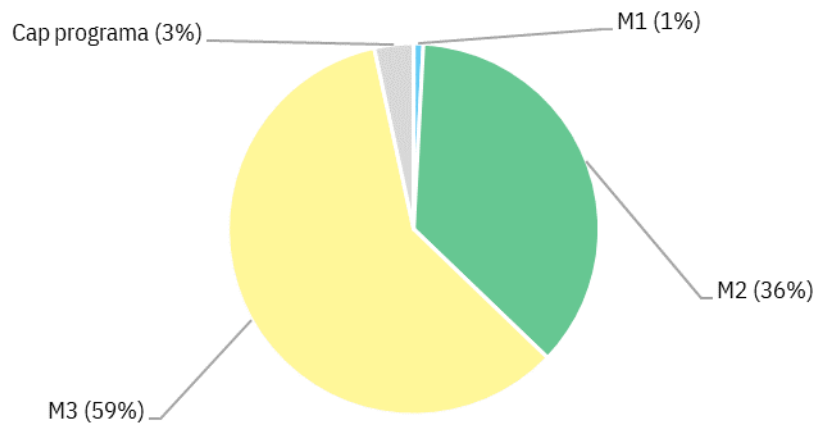
Font: O-HB a partir del Ministeri de Transports, Mobilitat i Agenda Urbana (Real Decreto 853/2021, de 5 de octubre, por el que se regulan los programas de ayuda en materia de rehabilitación residencial y vivienda social del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia)

Programa	Estalvi energètic mínim. BCN (%)	Subvenció sobre el cost (%)	Topall per habitatge (€)	Topall per local (€/m ²)
Barris	25% demanda energètica i 30% consum d'energia	40%	8.100	72
Edificis	25% demanda energètica i 30% consum d'energia	40%	6.300	56

Amb l'objectiu d'entendre l'impacte d'aquests fons sobre el potencial de millora energètica exposat en el capítol anterior, es determina per cadascun dels edificis que conformen el parc energèticament vulnerable de Barcelona (el 97,70 % dels immobles de la ciutat) aquell programa d'intervenció (M1, M2 o M3) que segons la simulació realitzada permetria complir amb l'estalvi energètic mínim establert per Reial Decret. Així, segons aquest escenari de mínims, es determina que només un 0,83 % dels edificis podrien optar als fons substituint únicament les fusteries existents (programa M1), un 36,35 % hauria de, a més a més, aïllar les façanes posteriors de l'edifici (programa M2), un 59,40 % hauria d'intervenir en tota la seva envolupant (programa M3) i, finalment, un 3,42 % no compliria els requisits marcats amb cap dels tres programes d'intervenció dissenyats (Figura 6).

Figura 6. Percentatge d'edificis segons el primer programa d'intervenció (M1, M2 o M3) que donaria compliment als requisits establerts per optar als fons NextGenerationEU. Barcelona. 2021

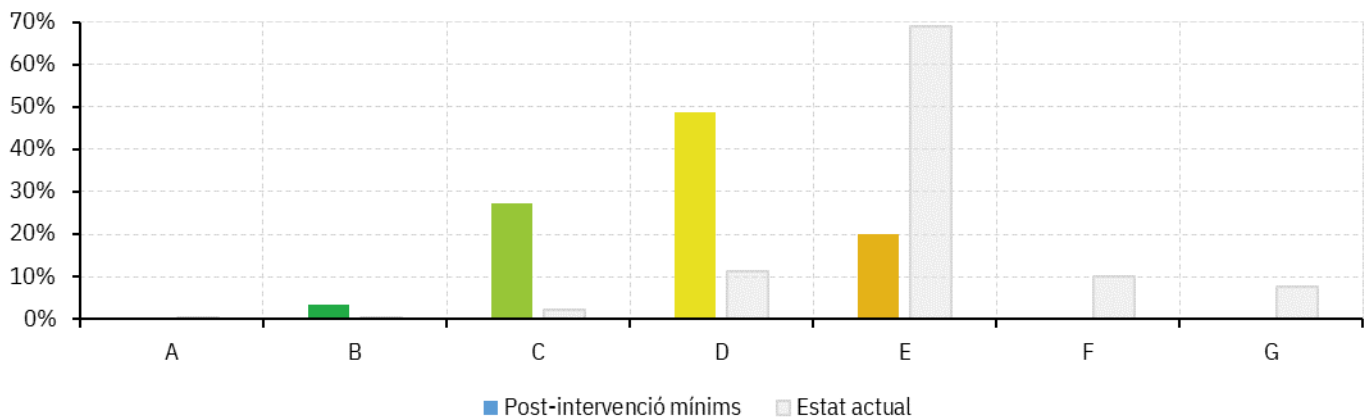
Font: O-HB i Cíclica a partir del simulador urbanZEB



Per tant, si de forma hipotètica es portessin a terme la totalitat d'actuacions de rehabilitació energètica segons el primer programa d'intervenció corresponent a aquest escenari de mínims, el percentatge d'edificis de Barcelona amb una qualificació "E" o inferior de l'indicador d'emissions de CO2 passaria del 86,38 % de l'estat actual al 20,26 % en un estat post-intervenció (Figura 7 i 8). Així mateix, en aquest escenari, els fons NextGenerationEU podrien arribar a subvencionar de mitjana fins a un 38,21 % els costos de les obres vinculades al programa M1, fins a un 38,77 % els del M2 i fins a un 60,94 % els del M3¹⁵.

Figura 7. Percentatge d'edificis segons la seva qualificació energètica actual i post-intervenció simulada (emissions de CO2 – Escenari de mínims). Barcelona. 2021

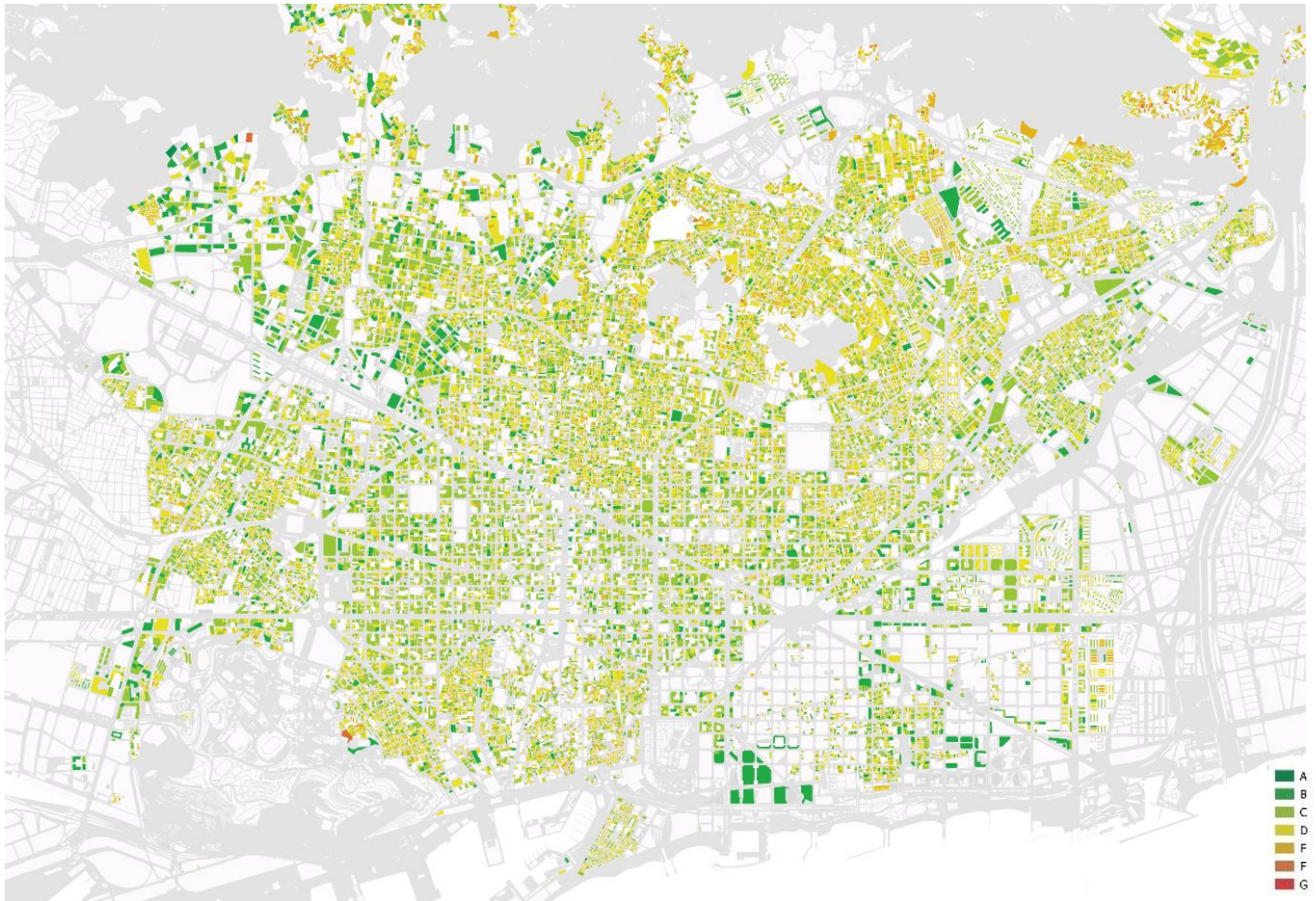
Font: O-HB i Cíclica a partir del simulador urbanZEB i el Ministeri per la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic (Calificación eficiencia energética de los edificios. 2015)



¹⁵ Font: O-HB i Cíclica a partir del a partir del CTE, l'ITEC, l'Institut Municipal del Paisatge Urbà i Qualitat de Vida de l'Ajuntament de Barcelona ("Bones pràctiques. Estudi de solucions tècniques per al tractament de parets mitgeres. 2021") i el Ministeri de Transports, Mobilitat i Agenda Urbana (RD853/2021, de 5 de octubre).

Figura 8. Distribució dels edificis segons la seva qualificació energètica actual i post-intervenció simulada (emissions de CO2 – Escenari de mínims). Barcelona. 2021

Font: O-HB i Cíclica a partir del simulador urbanZEB i el Ministeri per la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic (Calificació eficiència energètica de los edificios. 2015)



Així doncs, aquests resultats assenyalen que l'ús d'estratègies de rehabilitació passives pot suposar un impacte altament positiu en el comportament energètic del parc d'habitatges de la ciutat, ja que permet reduir notablement la demanda dels edificis i en millora la seva certificació. Tot i això, l'ús d'estratègies actives, com la millora de l'eficiència dels sistemes de climatització o la producció energètica a través de fonts renovables, esdevé un factor indispensable per assolir la neutralitat climàtica marcada pel Pacte Verd Europeu l'any 2050.

5. Conclusions

Disposar d'informació sobre l'estat energètic del parc d'habitatges de Barcelona, així com del seu potencial de millora mitjançant actuacions de rehabilitació i el seu possible desplegament a través de polítiques públiques que les recolzin, resulta un element clau per transformar l'entorn construït i assolir els objectius de descarbonització plantejats pel Pacte Verd Europeu. Concretament, la simulació energètica a escala de parcel·la permet ampliar l'escassa informació oficial en aquesta matèria fins a arribar a incloure gairebé la totalitat d'edificis residencials presents el 2021 a la ciutat de Barcelona (85 %).

En primer lloc, l'anàlisi sobre l'estat actual dels immobles mostra que el parc d'habitatges de Barcelona és, majoritàriament (98 %), antic i de baixa qualitat constructiva. Per una banda, el 87 % dels edificis foren construïts abans de les primeres normatives prescriptives en matèria d'eficiència energètica. I, per l'altra, només consten actuacions de rehabilitació total o integral, és a dir, actuacions amb importants canvis constructius i estructurals, en un 9 % dels immobles. En conseqüència, la simulació energètica mostra que l'any 2021 un 86 % dels edificis de la ciutat obtindrien una qualificació "E" o inferior de l'indicador d'emissions de CO₂ referit a un Certificat d'Eficiència Energètica (CEE), la qual cosa té un impacte directe en les factures energètiques que haurien de fer front les llars barcelonines per mantenir els seus habitatges a unes temperatures interiors mínimes de confort (valors mitjans d'entre 393 i 201 €/mensuals en edificis de tipologia unifamiliar i plurifamiliar, respectivament).

En segon lloc, les estratègies de rehabilitació passives, com la substitució de fusteries existents (programa M1), l'aïllament de façanes (programa M2) o l'aïllament de tota l'envolupant: façanes, mitgeres i cobertes (programa M3), redueixen considerablement el consum d'energia final dels edificis assolint, de mitjana, rebaixes d'entre el 14 i el 54 %. Alhora, en comparació amb les actuacions puntuals (M1 i M2), les intervencions integrals (M3) resulten les més eficients en un 67 % dels casos, tan des del punt de vista econòmic com en termes absoluts de millora energètica.

Per consegüent, en un 59 % dels edificis de Barcelona s'hauria d'actuar en tota l'envolupant per donar compliment als requisits mínims d'estalvi energètic que estableixen els fons NextGenerationEU (reducció del 25 % en la demanda energètica i del 30 % en el consum d'energia). En canvi, en un 36 % dels casos seria suficient aïllar les façanes i substituir les fusteries existents i tan sols en un 1 % seria necessari canviar les finestres.

Així, en cas que es duguessin a terme totes aquestes actuacions, el percentatge d'edificis de Barcelona amb una qualificació "E" o inferior de l'indicador d'emissions de CO₂ passaria del 86 % de l'estat actual simulat al 20 % en un hipotètic estat post-intervenció. Paral·lelament, en aquest escenari de mínims, els fons europeus podrien arribar a subvencionar de mitjana entre un 38 i un 61 % els costos de les obres de rehabilitació. No obstant això, les estratègies passives proposades

no serien suficients per aconseguir la neutralitat climàtica de cara el 2050. Per tant, seria també necessària la incorporació d'estratègies actives, com l'augment de l'eficiència en els sistemes de climatització o la generació d'energia a partir de fonts renovables, per tal d'arribar d'assolir la completa descarbonització del parc d'habitatges de la ciutat.

Referències bibliogràfiques

Comissió Europea (2019). COMUNICACIÓN DE LA COMISSION AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSEJO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO Y AL COMITÉ DE LAS REGIONES EMPTTY. El Pacto Verde Europeo. Brussel·les, 11.12.2019. COM(2019)640 final. Disponible a: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0004.02/DOC_1&format=PDF [consulta: 31 de març de 2023]

Comissió Europea (2021). COMUNICACIÓN DE LA COMISSION EUROPEA AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSEJO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO Y AL COMITÉ DE LAS REGIONES EMPTTY. «Objetivo 55»: cumplimiento del objetivo climático de la UE para 2030 en el camino hacia la neutralidad climática. Brussel·les, 14.7.2021. COM(2021)550 final. Disponible a: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0550> [consulta: 31 de març de 2023]

ConSORCI de l'Habitatge de Barcelona (2022a). Convocatòria per la concessió de subvencions (...) a l'empara del Reglament (UE) 2021/241 del Parlament Europeu i del Consell (...), del Pla de Recuperació i Resiliència, finançat per la Unió Europea – NextGenerationEU, per a les actuacions del Programa de rehabilitació a nivell de barris (...). Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya Núm.8696-27.6.2022. CVE-DOGC-A-22171079-2022

ConSORCI de l'Habitatge de Barcelona (2022b). Convocatòria per la concessió de subvencions (...) a l'empara del Reglament (UE) 2021/241 del Parlament Europeu i del Consell (...), del Pla de Recuperació i Resiliència, finançat per la Unió Europea – NextGenerationEU, per a les actuacions del Programa de rehabilitació a nivell d'edifici (...). Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya Núm.8696-27.6.2022. CVE-DOGC-A-22171080-2022

Govern d'Espanya (2021). PLAN DE RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA. 16 de juny de 2021. Disponible a: https://www.lamoncloa.gob.es/temas/fondos-recuperacion/Documents/160621-Plan_Recuperacion_Transformacion_Resiliencia.pdf [consulta: 31 de març de 2023]

Ministeri de Transports, Mobilitat i Agenda Urbana (2021). Real Decreto 853/2021, de 5 de octubre, por el que se regulan los programas de ayuda en materia de rehabilitación residencial y vivienda social del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. BOE Núm.239, Sec. I. Pàg. 122127. Disponible a: <https://www.boe.es/boe/dias/2021/10/06/pdfs/BOE-A-2021-16233.pdf> [consulta: 31 de març de 2023]

Observatori Metropolità de l'Habitatge de Barcelona: Sender, M., Donat, C., Bosch, J., López, J., Gigling, M., Hernández, R., Arcarons, A., Rodríguez, I., Trilla, C. (2021). L'impacte de la Covid-19 en el sistema

residencial de la metròpoli de Barcelona. 2020. Barcelona. Disponible a: https://www.ohb.cat/wp-content/uploads/2021/09/Informeannual_2020.pdf [consulta: 31 de març de 2023]

Parlament Europeu & Consell de la Unió Europea (2012). DIRECTIVA 2012/27/UE, de 25 de octubre de 2012. Diari Oficial de la Unió Europea. 14.11.2012. L315. Disponible a: <https://www.boe.es/doue/2012/315/L00001-00056.pdf> [consulta: 31 de març de 2023]

Parlament Europeu & Consell de la Unió Europea (2018). DIRECTIVA 2018/2002/UE, de 11 de diciembre de 2018. Diari Oficial de la Unió Europea. 21.12.2018. L 328. Disponible a: <https://www.boe.es/doue/2018/328/L00210-00230.pdf> [consulta: 31 de març de 2023]

Parlament Europeu & Consell de la Unió Europea (2021). REGLAMENTO 2021/241/UE, de 12 de febrero de 2021. Diari Oficial de la Unió Europea. 18.2.2021. L 57. Disponible a: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32021R0241> [consulta: 31 de març de 2023]

Observatori Metropolità de l'Habitatge de Barcelona



Ajuntament
de Barcelona

Àrea
Metropolitana
de Barcelona

Diputació
de Barcelona

Generalitat
de Catalunya

AMB EL SUPORT DE:
Associació de Gestors
de Polítiques Socials
d'Habitatge de Catalunya



ENS TROBARÀS A:
Plaça de la Vila de Gràcia 6, baixos
08012 Barcelona
info@ohb.cat

SEGUEIX-NOS:
www.ohb.cat
@OMHBcn