

GRADUA: Industria Antolakuntzaren Ingeniaritza

GRADU AMAIERAKO LANA

< PASSIVE HOUSE ETXEBIZITZA FAMILIA- BAKARREN ANALISIA ESPAINIAN FRANTZIAN ETA ITALIAN >

Ikaslea: <Méndez, León, Iraia>

Zuzendaria (1): < Martínez de Alegría, Mancisidor, Itziar >

Ikasturtea: <2017-2018>

Data: <Bilbo, 2018,06,28 >

Esker onekoak

Lehenbizi eskerrak eman nahi dizkiot nire lanaren zuzendariari Itziar Martinezeri, bere arduragatik eta ni gidatzeko izan duen gaitasunagatik. Halaber, eskerra eman nahi dizkiet ere Izaskun Alvarezeri eta Enara Zarrabeitiari zenbait momentuetan eskaini didaten laguntzagatik.

Eskerrak eman nahi dizkiot nire gurasoei eta nire ahizpari etapa luze honetan eskaini didaten sostenguagatik.

Azkenik eskerrak eman behar dizkiot Passive House Institutuari, izan ere eman dizkidaten datuei esker ikerkuntza hau buru ahal izan dut.

➤ **Laurpena**

Gratu amaierako lan honen bitartez, Passive House motako etxeen transferentzia termikoaren koefizienteak (U-balioa) kontsumo energetikoan daukan eragina frogatu nahi izan da. Horretarako, lehenik eta behin aipaturiko terminoak definitu dira eta Passive House estandarren inguruan indarrean dagoen araudia ikertu da. Ondoren, Espainiako, Italiako eta Frantziako Passive House etxebizitza familia-bakarrak kontuan hartu dira eta era ezberdinetan sailkatu dira transferentzia termikoaren koefiziente desberdinen eta kontsumo energetiko mota desberdinen arteko Pearson korrelazioak kalkulatzeko eta erregresio desberdinak egiteko. Azkenik, Espainiako kasua modu sakonago batean ikertu da.

➤ **Resumen:**

En este trabajo de fin de grado se ha querido comprobar la relación entre el coeficiente de transferencia térmica (U-valor) y el consumo energético en las Passive House. En primer lugar se han definido dichos términos y se ha analizado la normativa vigente en torno al estándar Passive House. A continuación, se han clasificado de diferentes maneras las viviendas Passive House unifamiliares de España, Italia y Francia para calcular el coeficiente de correlación de Pearson y realizar diferentes regresiones entre los diferentes tipos de coeficientes de transmisión térmica y los diferentes tipos de consumo energético. Por último, se ha analizado de manera más profunda el caso de España.

➤ **Abstract**

In this final grade work the relationship between the thermal transfer coefficient (U-value) and energy consumption of a Passive House have been verified. In the first place, these terms have been defined and current regulations regarding the Passive House standard have been analysed. In the second place, detached single family Passive Houses in Spain, Italy and France have been classified in different ways to calculate Pearson correlation coefficient and perform different regression between the different types of thermal transmission coefficients and the different types of energy consumption. Finally, in Spain a more detailed analysis has been done.

Aurkibidea

Esker onekoak	i
Laurpena	ii
1. Sarrera	1
2. Testuingurua	2
3. Passive House egoeraren azterketa	7
3.1 Arkitektura pasiboa	7
3.2 Gaur egungo joerak Espainian	7
3.3. Passive House	9
4. Helburua	11
5. Proiektuaren onurak	12
6. Metodologia	14
6.1 Transmisio termikoaren koefizientearen (U-balioa) definizioa, kalkulua eta Passive House estandarren inguruan bete behar diren mugaketak	15
6.2 Kontsumo energetikoaren kalkulua eta murrizketak Passive House batean	17
6.3 Passive House kontzeptua eta eraikuntza motak	19
6.4 Zona klimatikoen sailkapenerako erabili diren metodoen azalpena	25
6.4.1 Zebra2020 proiektuak zehazturiko zona klimatikoen azalpena	25
6.4.2 Espainiako Eraikuntza Kode Teknikoak (CTE) zehaztutako zona klimatikoen azalpena	28
6.5 U eta kontsumo energetikoaren arteko erlazioa analizatzeko erabilitako analisi metodo estatistikoen azalpena	30
6.5.1 Pearson korrelazio koefizientea	30
6.5.2 Erregresioa	31
7. Emaitzak	33
7.1 U-balioaren mugapenak herrialdeen arabera	33
7.2 U-balioaren batez besteko balioak Europako herrialde desberdinetan ZEB2020 proiektuaren arabera	38
7.3 U-balioaren eta kontsumo energetikoaren arteko korrelazioak eta erregresioak	40

7.3.1 Pearson korrelazioen eta erregresioen emaitzak herrialdeen arabera	41
7.3.2 Pearson korrelazioen eta erregresioen emaitzak Passive House eraikuntza motaren arabera	43
7.3.3 Pearson korrelazio koefizienteen eta erregresioek emaitzak zona klimatikoaren arabera	46
8. Gantt-en diagrama	54
9. Aurrekontua	57
10. Ondorioak	58
11. Bibliografia	60
I. ERANSKINA: PEARSON KORRELAZIO KOEFIZIENTEAREN EMAITZEN TAULAK	65
1. Pearson korrelazioen emaitzak herrialdeen arabera	65
2. Pearson korrelazio koefizienteen emaitzak Passive House eraikuntza motaren arabera	65
3. Pearson korrelazio koefizienteen emaitzak Zebra2020 proiektuak zehaztutako zona klimatikoetan	66
II. ERANSIKINA: ERREGRESIOEN EMAITZEN GRAFIKOAK	67
1. Erregresioen emaitzak herrialdeen arabera	67
2. Erregresioen emaitzak Passive House eraikuntza motaren arabera	71
3. Erregresioen emaitzak Zona klimatikoaren arabera	77
3.1 Zebra2020 proiektuak zehaztutako zona klimatikoetan	77
3.2 Espainiako Eraikuntza Kode teknikoak zehaztutako zona klimatikoaren arabera	83

TAULEN AURKIBIDEA

1. Taula: Europar Arautegia EECN [3].....	5
2. Taula: Zona klimatikoak Zebra 2020 proiektuaren arabera [22].....	26
3. Taula: Penintsulako zona klimatikoaren sailkapenaren adibideak [23] [24].....	29
4. Taula: Zona klimatikoaren sailkapena Kanariar uharteetan [23] [24].....	29
5. Taula: Erregresio motak [27].....	31
6. Taula: U-balioen tartea Espainian [33]	34
7. Taula: U-balio maximoak Espainiako zona klimatikoen arabera [32]	35
8. Taula: Elementu bakoitzaren U-balioa Frantziako zona klimatiko bakoitzerako [35][36][37][38]	36
9. Taula: Elementu bakoitzaren U-balioak Italiako zona klimatiko bakoitzerako [40]	37
10. Taula: Kanpoko hormen U-balioen Pearson korrelazioak herrialdeen arabera.....	41
11. Taula: Kanpoko hormen U-balioen korrelazioak eraikuntza motaren arabera.....	43
12. Taula: Kanpoko hormen U-balioaren korrelazioak Zebra2020 proiektuak zehaztuako zona klimatikoen arabera.....	46
13. Taula: Kanpoko U-balioen korrelazioak Espainiako Eraikuntza Kode Teknikoak zehaztutako klima sailkapenaren arabera	49
14. Taula: Lurzoruen U-balioen korrelazioak Espainiako Eraikuntza Kode Teknikoak zehaztutako klima sailkapenaren arabera	49
15. Taula: Teilatuen U-balioen Korrelazioak Espainiako Eraikuntza Kode Teknikoak zehaztutako klima sailkapenaren arabera	50
16. Taula: Gantt-en taula.....	56
17. Taula: Barne orduak.....	57
18. Taula: Amortizazioak	57
19. Taula: Gastuak.....	57

ERANSKINETAKO TAULEN AURKIBIDEA

1. Eranskin taula: Luzoruaen U-balioen Pearson korrelazio koefizienteak herrialdeen arabera	65
2. Eranskin taula: Teilatuaren U-balioen Pearson korrelazio koefizienteak herrialdeen arabera	65
3. Eranskin taula: Lurzoruaen U-balioen Pearson korrelazio koefizienteak Passive House eraikuntza motaren arabera	65
4. Eranskin taula: Teilatuaren U-balioen Pearson korrelazio koefizienteak Passive House eraikuntza motaren arabera	66
5. Eranskin taula: Lurzoruaen U-balioen Pearson korrelazio koefizienteak Zebra2020 zehaztutako zona klimatikoetan.....	66
6. Eranskin taula: Teilatuen U-balioen Pearson korrelazio koefizienteak Zebra2020 zehaztutako zona klimatikoetan.....	66

GRAFIKOEN AURKIBIDEA

1. Grafikoa: Eraikuntzari aplikatutako iraunkortasunaren piramidea [3].....	9
2. Grafikoa: ZEBRA2020 proiektuaren helmuga herrialdeak [22]	26
3. Grafikoa: Zona klimatikoak Zebra 2020 proiektuaren arabera [22]	27
4. Grafikoa: Espainiako Zona Klimatikoak [25]	28
5. Grafikoa: Frantziako zona klimatikoak frantziar eraikuntza estandarraren arabera [25]	
.....	36
6. Grafikoa: Italiako zona klimatikoak [25]	37
7. Grafikoa: Europa mailan kanpoko hormen U-balioen batez bestekoak Zebra2020	
proiektuaren arabera [6]	38
8. Grafikoa: Europa mailan teiltuaren U-balioen batez bestekoak Zebra2020 proiektuaren	
arabera [6]	39
9. Grafikoa: Europa mailan lurzoruen U-balioen bates bestekoak Zebra2020 proiektuaren	
arabera [6]	40
10. Grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen erregresioak Espainian	42
11. Grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen erregresioak timber eraikuntza motan	44
12. Grafikoa: Teiltuaren U-balioen erregresioak insulated eraikuntza motan.....	45
13. Grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen erregresioak Zebra2020 proiektuak zehaztutako	
zona klimatikoaren arabera.....	47
14. Grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen erregresioak Espainiako Eraikuntza Kode	
Teknikoak zehaztutako B zona klimatikoan.....	52
15. Grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen erregresioak Espainiako Eraikuntza Kode	
Teknikoak zehaztutako D zona klimatikoan	53
16. Grafikoa: Gantt-en grafikoa.....	56

ERANSKINETAKO GRAFIKOEN AURKIBIDEA

1. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Espainian.....	67
2. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Espainian.....	67
3. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta Kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Frantzian.....	68
4. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta Kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Frantzian.....	68
5. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energertikoaren arteko erregresioak Frantzian.....	69
6. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta kontsumo energertikoaren arteko erregresioak Frantzian.....	69
7. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Italian.....	70
8. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Italian.....	70
9. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak timber eraikuntza motan	71
10. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak timber eraikuntza motan	71
11. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak mixed eraikuntza motan.....	72
12. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak mixed eraikuntza motan.....	72
13. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak mixed eraikuntza motan.....	73
14. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak insulated eraikuntza motan	73
15. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak insulated eraikuntza motan	74
16. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak masonry eraikuntza motan	74
17. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak masonry eraikuntza motan	75
18. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak masonry eraikuntza motan	75

19. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak masonry eraikuntza motan	76
20. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak B zona klimatikoan	77
21. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak C zona klimatikoan.....	77
22. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak D zona klimatikoan	78
23. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak E zona klimatikoan	78
24. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak B zona klimatikoan	79
25. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak C zona klimatikoan.....	79
26. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak D zona klimatikoan	80
27. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak E zona klimatikoan	80
28. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak B zona klimatikoan	81
29. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak C zona klimatikoan.....	81
30. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak E zona klimatikoan	82
31. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Espainiako C zona klimatikoan.....	83
32. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Espainiako D zona klimatikoan	84
33. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Espainiako E zona klimatikoan.....	84
34. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak B zona klimatikoan	85
35. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak C zona klimatikoan.....	86
36. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Espainiako D zona klimatikoan	86
37. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Espainiako E zona klimatikoan.....	87

38. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Espainiako B zona klimatikoan.....	87
39. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Espainiako C zona klimatikoan.....	88
40. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Espainiako E zona klimatikoan.....	88

1. Sarrera

Azken boladan, Europako gizartea programa dibulgetzaileen bitartez, energia aurrezpen beharraren eta honen erabilpen eraginkorrari buruz kontzientziatzen hasi da. Hala ere, nahiz eta oraindik ere gauza asko egitear dauden, gero eta garrantzi gehiago irabazten ari da. Testuinguru honetan nabarmena da Europako herrialde guztietan energia berriztagarrien erabilpenaren handikuntza. Haatik, gizarte baten iraunkortasuna lortzeko, zentzudunena eta ekonomikoena benetan beharrezkoa den energia soilik xahutu behar dela ulertu behar da.

Kontsumo energetikoaren eta eraikuntzaren inguruko ikuspegi berri honekin, Passive House estandarra sortzen da. Ikerkuntza honen helburu nagusia Passive House motako etxeen transmisio termiko koefizienteak (U-balioa) kontsumo energetikoan daukan eragina ulertzea da. Horretarako, Espainiako, Italiako eta Frantziako Passive House etxebizitza familia-bakarrak ikertu dira.

Helburu nagusia bete nahian, transmisio termiko koefizientearen eta kontsumo energetikoaren kontzeptuak analizatu dira eta Passive House estandarraren inguruan nola erabiltzen diren ulertu da. Gainera, U-balioaren kontzeptuan sakontzeko helburuarekin aukeratutako 3 herrialde hauetan koefiziente honen inguruan indarrean dauden legediak analizatu dira.

2. Testuingurua

Klima Aldaketari Buruzko Gobernu Arteko Taldeak (ingelesez: Intergovernmental Panel on Climate Change edo IPPCC) egindako bosgarren txostenean argi geratu da gaur egun aldaketa klimatikoaren inguruan dagoen egonezina, lurraren gainazalean azken hiru hamarkadak aurreko edozein hamarkadak baino epelagoak izan baitira. Gainera, azken bi hamarkadetan Groenlandiako eta Antartikako izotz mantuaren masa txikitzen joan da. Bosgarren txosten honen arabera, berotze-globalaren kausa probabilitate oso handiarekin (%90 baino handiagoa), giza-aktibitatearen ondorioz emititutako karbono dioxidoa da, hau energia fosileko kontsumoarekin erlazionatuta dago.[1]

Europar Batasunaren (EB) guztizko kontsumo energetikoaren %40a eraikinei dagokie. Sektore hau hedapen fasean dago eta hori energiaren eskaria handitzea dakar.[2]

Azken boladan, klima leunetan baita, eraikinaren berokuntzarako eta hozketarako kontsumitzen den energia, nahiz eta argiztapenerako eta uraren berokuntzarako ere energia erabiltzen den, eraikinen bizi-baliagarriaren etapa ezberdinetako emisioen arduradun nagusiak dira. Kontsumo hauek karbono dioxido emisioen iturburu nagusiak dira, materialen fabrikaziorako, erauzketarako eta eraikin beraren eraikuntzarako beharrezkoa den energiaren aurretik kokatzen baitira.[3]

Gaur egun, Europar Batasuna zenbait erronka garrantzitsuei aurre egin behar die hurrengo arrazoiengatik: energia inportazioaren menpekotasunagatik, baliabide energetikoen eskasiagatik, aldaketa klimatikoa mugatu behar izateagatik eta krisi ekonomikoa gainditu beharagatik. Erronka hauek gainditzeko energiaren eraginkortasuna baliabide baliotsu bat da.[4]

Energia eraginkortasunaren zuzentarauaren helburu nagusia 2020-rako Europar Batasunaren kontsumo energetikoa %20an murriztea lortzea da. Nazio mailan helburu hau lortzeko, herrialde kideak, batzordearekin hitzartu ondoren, helburuak zehaztera behartuta daude. Gainera, herrialde bakoitzak bere erreforma nazionalako programetan zehaztu behar du helburu horiek nola lortuko dituen. Herrialde kide bakoitzak efizientzia energetikoaren helburu nazionalak, kontsumo energetiko primarioan edo finalean, energia primarioaren edo finalaren aurrezpenean eta intentsitate energetikoan oinarrituz zehaztuko dituzte.[4]

Herrialde bakoitzari lotutako plan ofizialak iraunkortasunaren inguruan gutxieneko eskakizun batzuk ezartzen dituzte, eta haien eskakizunak joera politiko eta sozialaren arabera alda daitezke. Araudi honen zati handi bat, eraikuntzarako erabiltzen den energia kontsumoa kontrolatzen du eta, era laburrago batean jasangarritasunaren beste alderdi batzuk ere islatzen ditu. Araudi hauen arazo nagusia aldakorrek direla da, sistema politikoaren eta eraikuntza industriak egiten dituen presioen menpekoak baitira.

Eraikuntzaren arloan, EBak Eraikinen eraginkortasun energetikoaren zuzentaraua (ingelesez, Energy Efficiency Directive, EED) igorri zuen. Zuzentarau honen helburu nagusia eraikinen efizientzia energetikoa hobetzea da. Horretarako, zenbait baldintza klimatiko eta tokiko berezitasunak kontuan hartzen ditu. Aldi berean, amankomuneko metodologia bat eta baldintza minimo batzuk zehazten ditu. Berokuntza-sistamarako, hozte-sistamarako, aireztapenerako, uraren berokuntzarako eta argiztapenera bideratutako energia arautzen du.[2]

Eraikinen eraginkortasun energetikoaren jatorrizko zuzentaraua 2002/91/CE da. Zuzentarau hau 2003ko urtarrilaren 4an indarrean jarri zen eta Europar Batasuneko kide guztiak aplikatu behar izan zuten, aplikatzeko epemuga 2006ko urtarrilaren 4a zen. Kyoto protokoloan oinarritu zen, honek 2010ean Europar Batasunari karbono dioxidoaren emisioak %8an gutxitzera eta emisio maila 1990ean zegoen emisio mailaren %5,2 azpitik egotera behartu zuen. [5]

2008 eta 2010 urteetan zehar garatutako prozesu legegile luze baten ondoren zuzentarau hau berritu zen eta 2010/31/UE Europar parlamentu eta kontseilu zuzentarauan bilakatu zen.[2] Berritutako testua kontzeptu berri bat barneratzen du: kontsumo energetiko ia nuluko eraikinak (EECN). Gainera, 2020ko abenduaren 31an mugatzat hartuta, eraikin berri guztiak EECN motakoak izan behar direla zehazten du, erakunde publikoentzat ordea, epe muga 2018ra murriztu egiten da. Termino berri honen, EECN, definizioa hurrengoa da:

“Efizientzia energetiko oso altuko eraikinak dira eta behar duten energia, ia nulua edo oso baxua dena, batik bat energia berriztagarrien bitartez lortzen dute. Hala ere, iturri berriztagarrien bitartez lortutako eta in situ edo ingurunean prozesatutako energia ere erabiltzen dute”[2]

Herrialde bakoitzak EECN-ren kontzeptua bere Plan Nazionalean definitzen du eta ondoren, Europako Batzordeak Plan Nazional bakoitza ebaluatu egiten du. Gaur egun, Europa mailan EECN kontzeptua garapen bidean dago, Europako herrialdeen erdiak ia kontzeptua definitua dauka eta beste erdia garapen fasean dago. Gainera, askok dira, administrazio propioaren adituak barne, eraikinen eraikuntzarako metodo berri hau eraikuntza arloan erantzun energetiko hoberena bezala ikusten dutenak.[6]

EECN-ren inguruko Europako legedi nagusiak 1.taulan azaltzen dira. Espainia , Europar Batasunaren kide bat izanda, Europako Legebiltzarreko zuzentarauak lege nazionaletara bidaltzera behartuta dago. “Eraikinen Zuzendaritza Energetikoaren Eraginkortasunari buruzko Europako Zuzentarauak” (EPBD) Espainiako Eraikuntza Kode Teknikoari (CTE) transferitu zaizkio eta eraikinetan energia aurrezteko oinarritzko dokumentuan (DB-HE) adierazita geratzen dira, bertan arkitektura proiektu baten ezaugarri energetiko aktiboak zein pasiboak zehazten dira, nazioarteko estandarren arabera jasotako iraunkortasun irizpideak kontuan hartuta. DB-HE eraikuntza iraunkorrago bat lortzeko lehen urratsa bezala ulertzen da, bere kontzeptu asko hobetzeko gai dena. Dokumentu honen helburua, M/480 Europako agintaldia eratorritako arautegien arabera adierazle sistema bat ezartzea da baita, eraginkortasun energetikoaren inguruko helburu zehatzak eta argiak ezartzea ere.[7]

Antolaketa	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
2002/92/CE Eraikinen energia eraginkortasunaren zuzentaraua	Eraikinetzako baimendutako kontsumo maximoa zehazten du; kontsumo hauek kalkulatzeko metodologia; kontsumo horiek mantentzeko beharrezko neurriak eta ziurtagiri baten emisioa													
2008/98/CE hondakinen zuzentaraua										%70-eko balorazio eraginkorra eraikuntza eta eraispen lorpenetarako				
2009/125/CE energiarekin erlazionaturiko produktuen zuzentaraua	Eraikuntzarako erabilitako zenbait produktu eta material: produktuaren bizi-ziklorako eko-diseinu arauak													
2009/28/CE energia berriztagarrien erabilpenaren sustapenaren zuzentaraua					Energia iturri berriztagarrietatik datozen maila minimoak eraikin berrietarako eta berrituetarako									
2010/31/UE eraikinen eraginkortasun energetikoaren zuzentaraua										Energia balantze ia nulua eraikin berrietarako eta birgaitze garrantzitsuetarako				
2012/27/UE eraginkortasun energetikoaren zuzentaraua							Estatu-mailako hiru urteko akzio-planak							
244/2012 zuzentaru Europarra	Bizi-ziklo osorako errentagarritasun optimoen neurrien kalkulua													
Europar ibilbide-orria Europa eraginkorra bat lortzeko baliabideen erabilpenerako COM 2012/433	Eraikinen bizi-ziklo guztian zehar inpaktu guztien atentzio orokorrean zentratzen da													
Komunikazioa: lehiakortasun jasangarri baterako estrategia eraikuntza sektorean eta bere enpresetan COM 2012/433	Eraikuntzaren garrantzia ezartzen du Europako ingurumen adierazleen lorpen globalean eta ingurumen kapitulua abordatzearen beharra azpimarratzen du lehiakortasunaren gako bezala.													

1. Taula: Europar Arautegia EECN [3]

Espanian egindako EECN VII Workshop-ean argi geratu da, oraindik ere asko egin behar dela EECN kontzeptua nazio mailan ondo definitzeko. EECN VII Workshop hau ekitaldi multzo batzuk dira non, Eraginkortasun Energetiko Altuko Eraikinekin zuzenean erlazioa duten adituak, instituzioak, elkarte eta enpresak batzen diren. Ekitaldi multzo hauek hurrengo arrazoiengatik burutzen dira: [8]

- Berritze fasean dauden eraikinetan eta eraikin berrietan energia kontsumo ia nuluko eraikinen parte diren sistema eta soluzio desberdinak bultzatzeko eta sustatzeko.

- Energia kontsumo ia nuluko eraikinekin erlazionatuta dauden gaiak bultzatzeko eta energetikoki eraginkorragoa, seguruagoa, erabilgarriagoa eta erabilerrazagoa den eraikuntza bat hedatzea lortzeko.
- Energia kontsumo ia nuluko eraikinen eta hiriaren arteko integrazioa indartzeko.
- Balio katean diziplina anitzeko foro bat sortzeko, energia kontsumo ia nuluko eraikinekin erlazioa duten adituen arteko harremana indartzea lortzeko.

2017ko martxoaren 8an egindako EECN VII Workshop-ean bertan parte hartu zuten aditu, instituzio elkarte eta enpresak hurrengo gogoetak egin zituzten: [8]

- EECN-en esparruen definizioaren gogoeta.
- Materialen, haien erabilpenaren eta eraipenaren bizi zikloa EECN-en definizioan sartu behar dira.
- Eraikuntza Kode Teknikoak (CTE) eta bere aplikazioa ez du zertan eraikuntza mugatu behar, erabilpena eta mantenua osatu beharko luke.
- EECN definizioa ez da zalantzarria izan behar, lortu nahi den helburuaren arabera definitu behar da.

3. Passive House egoeraren azterketa

3.1 Arkitektura pasiboa

Arkitektura pasiboa bere inguruneko baldintza klimatikoetara egokitzen den arkitektura bezala definitzen da.

Arkitektura mota hau antzinatik existitzen da. Socrates(K.a. 469-399) arkitektura mota honi buruz idatzi zuen lehenengo pertsona izan zen. Bere megaroia, greziar etxeetatik abiatuz, oinplanoa aldatu egiten du forma trapezoidal bat emateko horrela, neguan eguzki energia gehiago biltzea ahalbidetzen du eta udan portxean instalatutako hegalen bitartez erosotasuna mantentzea lortzen du.[3] Tokian tokiko osagai energetiko hau XX.Mendean zehar diluituz joan zen, batez ere gerraosteko Nazioarteko Estiloko arkitekturaren boomaren ondorioz. Izena bera esaten duen bezala, Nazioarteko Estiloa tokiko arkitektura estiloetatik bereizi egiten da nazioartean aplikatzeko. Horrela, garaikideko eraikin proiektuak eta exekuzioak parametro estetiko, funtzional eta ekonomikoen arabera garatu dira. [3]

1970ean petrolioaren krisiarekin batera, eraikuntzaren ingurumen aspektuen eta bereziki aurrezpen energetikoaren beharraren inguruko kezka berpiztu zen.

3.2 Gaur egungo joerak Espainian

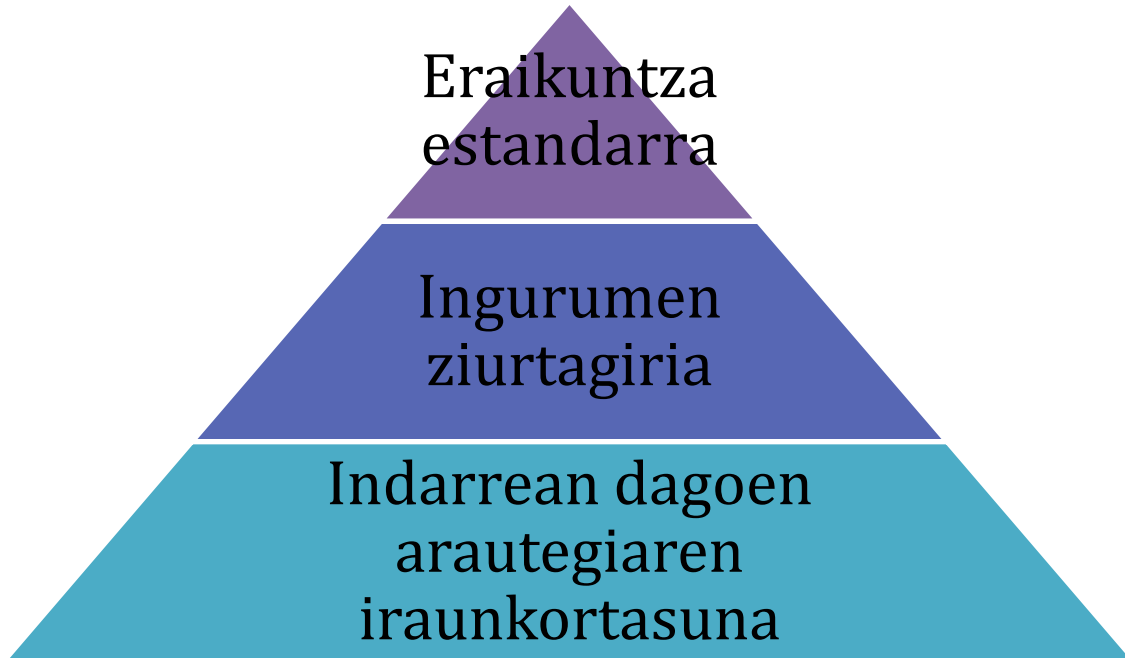
Azken bolada, Espainiako gizartea programa informatikoen bidez energia aurrezteko eta modu efiziente batean erabiltzeko beharrari buruz kontzientziaztea lortu da. Hala ere, nahiz eta gero eta garrantzi gehiago hartzen ari den, oraindik ere bide luzea dago egiteko. Zentzu honetan, Espainiako energia berriztagarrien erabilpenaren hazkundera nabarmena da. Haatik, gizarte baten iraunkortasuna lortzeko, zentzudunena eta ekonomikoena benetan beharrezkoa den energia soilik xahutu behar dela ulertu behar da. Helburu honekin, kontsumo ia nuluko eraikinak sortu dira (ECCN).

Eraikin baten energia-eraginkortasuna urteko erabilpen arruntetarako (ur berokuntza sanitariorako, hozte eta berokuntza sistemetarako) beharrezkoa den eskari termikoa asetzeko, kontsumitzen den energia kantitatearen eta elektrizitate beharren arabera kalkulatu da. Efizientzia energetikoko indikatzaile batekin eta energia primarioaren kontsumoaren zenbakizko indikatzaile batekin adierazten da.

1. Grafikoan ikus daitekeen bezala, gaur egun eraikuntza arloan jasangarritasunari buruzko arauak hierarkia oso sinplea jarraitzen dute: neurri zehatzenak eraikuntza estandarretan definitzen dira ondoren, ingurumen ziurtagiriak definitzen dira eta azkenik arautegi nazionalak.

Teknika eta soluzio konstruktibo eta arkitektonikoen oinarria desberdina da herrialde bakoitzean, herrialdean indarrean dagoen araudiaren arabera. Araudi hauek denboran zehar garatu dira, gizarte bakoitzaren premiazko beharren arabera. Hori dela eta, jasangarritasunaren inguruko aspektu erlatiboak kontrolatzen dituzten arauak funtsezko izaera izan ohi dute.

Bestalde, ingurumen ziurtagiria jasangarritasunaren inguruko aspektu guztiak era integralean kuantifikatzeko eta kontrolatzeko pentsatuta daude, araudi nazionalak baino modu konplexuago batean.



1. Grafikoa: Eraikuntzari aplikatutako iraunkortasunaren piramidea [3]

3.3. Passive House

Termino hau Alemaniatik dator, Austriako zientzialari batek, Frest Doktorea, 1988. urtean asmatu baitzuen. Etxebizitzen eta ofizinen eraikuntzan kontsumo energetikoa gutxitzeko modu bati erreferentzia egiten dio. Hau da, Passive House etxebizitza bat energia oso gutxi kontsumitzen duen etxe bat da, berotze-sistemaren ohiko soluziorik erabili gabe bertan bizitzeameta erosotasun maila altu batez gozatzea posiblea egiten duena.[9]

Passive House ez da estandar energetiko bat, baizik eta erosotasun maila altuena bermatzen duen kontzeptu integratu bat da. Passive House baten definizio zehatza hurrengoa da:

“ Passive House motako eraikinetan barruko airearen kalitate egokia lortzeko hau da, erosotasun termikoa (ISO 7730) lortzeko, bakarrik aire freskoaren berotze edo hozte prozesuaren bitartez lortzen da, ez dute inolako airearen birzirkulazio gehigarririk behar” [10]

Balio numerikorik gabeko definizio hau klima guztietarako balio du. Definizio honen bitartez frogatuta geratzen da Passive House oinarritzko kontzeptua bat dela eta ez ausazko estandar bat.

Eraikuntza mota honi eraikuntza pasiboa deritzo, etxe hauetan temperatura konstante eta eroso bat mantentzeko energia oso gutxi behar baita eta ez baitituzte esfortzu aktiborik egiten (adibidez: erregaia erreuntza) temperatura eroso hau lortzeko[8]. Mota honetako etxeek behar duten energia hain zuzen ere, etxe arruntek behar dutena baino %90ean txikiagoa da eta %75ean etxe berriekin alderatzen badira. Gainera, energia hau sistema pasiboen bitartez lortzen da, bertan bizi diren pertsonen bero korporalaren, eguzkiaren, etxetresna elektrikoaren edo eguzki-kontrol egoki baten bitartez. Berogailuaren erregaiari dagokionez, espazio erabilgarri metro karratu bakoitza berotzeko 1.5 litro baino gutxiago erabiltzen dituzte. [10]

Berokuntza eta hozte eskariaren kontrolari buruz etxe hauek daukaten ikuspuntua garrantzi handikoa da, bereziki arkitektoentzat, alde batetik arkitekturaren elementu pasiboak garatzen dituztelako eta beste aldetik energetikoki eraginkorrak diren beste sistema aktiboen bitartez kontrol energetiko bat lortzen saiatzen direlako.

4. Helburua

Lan honen helburu nagusia eraikinen energia-berrikuntzari buruzko ikuspegi berri bat aztertzea da, gutxieneko kontsumo energetikoaren beharrea oinarrituta. Zehazki, Passive House motako etxeetan transmisio termiko koefizientearen (U-balioa) kalkulua eta hau kontsumo energetikoan daukan eragina ulertu nahi da. Horretarako, mota honetako etxeen kontsumo energetikoa kanpoko hormetan, teilatuetan eta lurzoruetan zehar ematen den transferentzia termiko koefizientearekin daukan erlazioa ikertu da. Haatik, Passive House barruan eraikin mota desberdinak identifikatu daitezke baina ikerkuntza etxebizitza familia-bakarretara bideratu da.

Helburu hori lortzeko lehenik eta behin, kontsumo energetikoaren eta U-balioaren kontzeptuak analizatu dira eta Passive House kontzeptuaren inguruan hauen erabilpena ulertu da. Ondoren, energia kontsumoaren eta transferentzia termiko koefizientearen arteko erlazioa 3 era desberdinetan alderatu da:

- Herrialdeen arabera. Espainia, Italia eta Frantzia herrialdeen etxeak ikertuko dira
- Passive House eraikuntza motaren arabera. Timber, masonry, mixed eta insulated etxe motak bereiztu dira.
- Zona klimatikoaren arabera. Sailkapen hau 2 era desberdinetan burutu da: Zebra2020 proiektuaren arabera eta Espainiaren kasuan etxeak, Espainiako Eraikuntza Kode Teknikoak (CTE) zehatutako zona klimatikoaren arabera ere sailkatuko dira.

5. Proiektuaren onurak

Kontsumo energetiko ia nuluko eraikinen helburu nagusiak hurrengoak dira: bertako edo inguruko energia berriztagarriak erabiliz kontsumo energetiko oso baxua gauzatzea eta eraginkortasun eta erosotasun maila oso altu bat lortzea.

Eraikuntzaren berrikuntzari buruzko ikuspegi berria, zehazki aipatutako EECN-ak klima eta tipologia anitzetarako onurak ekarri dituzte eta eraikuntza jasangarriaren etorkizuna dira. Onura hauek alderdi desberdinetan islatzen dira:

- Onura sozialak
- Ingurumen onurak
- Onura ekonomikoak

Dagoeneko azaldu den bezala, hurrengo ikerketa Passive House estandarrean oinarritzen da. Gizartearen ikuspuntutik, etxebizitza mota hauek ohiko eraikinak lortu ezin dituzten ongizate eta bizi kalitate ona proportzionatzen dute. Eraikin hauek daukaten isolamendu termikoari eta iragazkortasunari esker, erosotasun termiko eta akustiko bikaina lortzen da, baita airearen kalitate nabarmena ere.

Modu honetan, barneko tenperatura konstante mantentzea (21°C) lortzen da, urteko saioarekiko independenteki. Gainera, leihoak zabaldu ezin daitezkenez eta barrura sartzen den airea filtro batzuk dituen bero trukagailu baten bitartez sartzen denez, etxe barrura zomorroak eta bestelako zikinkeria sartzea ekiditen da.

Ingurumen ikuspegitik, eraikin mota hauek beroketa globalaren funtsezko arrazoiatariko bat diren CO₂ isuriak nabarmenki murrizten dituzte. Gainera, eraikuntzarako, mantenurako eta eraikinaren erabilpenerako behar den energia kantitatea murrizten dute, energia hau Europar Batasunaren energia kontsumoaren %40a da.[2]

Ikuspuntu ekonomikotik, eraikin hauei esker urteko gastuetan ematen den aurrezpena nabarmenki hauteman daiteke. Nahiz eta etxe pasibo baten eraikuntza kostua %5 eta 10% bitarteko gainkostu bat (1000-1200 €/mm²) suposatu, ematen den aurrezpen energetikoaren

bitartez, etxe konbentzionalekin alderatuz gero %80ra arte izan daitekeena, 5 eta 10 urte bitartean gainkostu hori amortizatzea lortzen da.[11]

Hori dela eta, etorkizuneko ikerketa lerro gisa, premiazkoa kontsideratzen da ohiko etxebizitzaren aurka Passive House etxebizitzak duten ingurumen eraginean sakontzen jarraitzea.

Laburbilduz, energia-iturri guztiak ingurumenean eragina dute. Horregatik, eragina murrizteko, lehendabiziko era energiaren kontsumo eraginkorra burutzea da. Ulertu behar da energia garbiena kontsumitzen ez den energia dela.

6. Metodologia

Testuingurua eta artearen egoera ikusi ondoren, ikerkuntza honen helburu nagusia U-balioak kontsumo energetikoan daukan eragina ikertuko da.

U-balioaren eta kontsumo energetikoaren arteko erlazioa analizatzeko Espainiako, Italiako eta Frantziako 219 Passive House familia-bakarreko etxebizitzak hartu dira Passive House datu-basetik[12]. Dena dela bi balio horien arteko erlazioa ikertu aurretik, lehenik eta behin U-balioaren inguruan gehiago sakontzea erabaki da. Ondorioz, 3 herrialde hauetan U-balioaren inguruan dauden mugaketak ikertu dira (7.1 atala). Ondoren, Zebra2020 proiektuak Europa mailan U-balioaren batez bestekoak zeintzuk diren ere ikertu dira (7.2. atala). Azkenik, azal dutako bi kontzeptu hauen arteko erlazioa Pearson korrelazio koefizienteen eta mota desberdinetako erregresioen bitartez frogatu da (7.3 atala).

Korrelazioak eta erregresioak kalkulatzeko orduan, 3 herrialde hauen etxebizitzak 3 era desberdinetara sailkatu dira:

- Herrialdeen arabera (7.3.1)
- Passive House eraikuntza motaren arabera (7.3.2)
- Zona klimatikoaren arabera: Zebra2020 proiektua zehazturiko zona klimatikoaren eta Espainia mailan, non etxebizitzak Espainiako Eraikuntza Kode Teknikoak (Codigo Tecnico de la Edificación, CTE) sailkatu dira zona klimatikoaren arabera (7.3.3)

U-balioaren eta kontsumo energetikoaren arteko erlazioa analizatu nahi denez, hurrengo lerroetan, U-balioaren eta kontsumo energetikoaren kontzeptuak modu egokian definitzen dira, baita bi parametro hauen mugaketak Passive House baten inguruan ere (6.1 atala eta 6.2 atala). Ondoren, sailkapen metodo bakoitzak deskribatu dira. Lehendabizi, sailkapen bat Passive House eraikuntza motaren arabera izatea erabaki denez, Passive House kontzeptua eta eraikuntza mota bakoitzak azaldu dira. (6.3 atala). Ondoren, beste sailkapen bat zona klimatikoaren arabera denez, Zebra2020 proiektuak eta Espainiako Eraikuntza Kode Teknikoak zonaldeak sailkatzeko erabiltzen dituzten irizpideak analizatu dira (6.4 atala).

Lan honen ikerkuntza Espainiako, Italiako eta Frantziako etxebizitza familia-bakarretan egitea erabaki da hiru herrialde hauek geografikoki gertu daudelako eta ohitura sozial berdintsuak dituztelako.

6.1 Transmisio termikoaren koefizientearen (U-balioa) definizioa, kalkulua eta Passive House estandarren inguruan bete behar diren mugaketak.

Energiaren prezioa igo egin den bitartean eta iraunkortasunaren kontzientzia handitu den heinean, U-balio bezalako errendimendu neurriak gero eta garrantzitsuagoak bilakatu dira. Gainera, eraikuntza-estandarrak gero eta U-balio txikiagoak exigitzen hasi dira. Hori dela eta, eraikinaren diseinuan aldaketak egin behar izan dira, eraikinaren eraikuntzarako erabilitako materialetan (adibidez, isolamendu materialetan), eraikinaren elementuen konposizioan (adibidez, barrunbe hormetan) eta eraikinaren egitura orokorrean (adibidez, eraikinaren kristalen proportzioa murriztu behar izan da).[13]

U-balioak, zenbaitetan bero transferentzia edo transmisio termikoko koefizienteak bezala izendatzen direnak, elementu konstruktibo baten bero transferentzia neurtzeko eta eraikin baten egitura materialak isolatzaile moduan zein eraginkorrak diren neurtzeko erabiltzen dira. Hau da, eraikin baten barrualdean eta kanpoaldean zehar transmititzen den beroa saihesteko zein eraginkorrak diren frogatzeko erabiltzen dira. [13]

Eraikin baten egituraren elementu baten U-balioa zenbat eta txikiagoa izan, elementuaren barrena beroa gero eta motelago transmitituko beraz, isolatzaile moduan hobeto funtzionatuko du. Oro har, zenbat eta eraikin baten eraikuntza ehunen U-balioa zenbat eta hobeagoa izan, hau da zenbat eta txikiagoa izan, eraikinaren barrualdean erosotasun baldintzak mantentzeko energia gutxiago behar izango da.[13]

Elementu baten U-balioak watt metro karratuko eta gradu kelvineko ($W/m^2 K$) neurtzen dira. U-balioa bi metodo bitartez kalkula daiteke: metodo zehatza erabiliz edo sinplifikaturiko metodoa erabiliz. U-balioak kalkulatzeko formula ISO 6946 zehazten du.[14]

Kalkulu metodo zehatza eraikuntzaren elementu guztia edo atal batean egiten den zenbakizko simulazioa da. Modelaketa arauk ISO 10211-rekin bat etorri behar dira[15]. Metodo hau eraikuntzaren edozein elementuetarako baliagarria da.

Kalkulu sinplifikatuaren metodoa kanpoko airearekin kontaktuan dauden itxitura guztien zati opakuetan aplikatu daitezke, adibidez: fatxadako hormetan, teilatuetan eta kanpoko airearekin kontaktuan dauden zoruetan. Kalkulu metodo honetan U-balioa hurrengo formula erabiliz kalkulatu da: [14]

$$U = \frac{1}{R_{guztira}} \quad (1)$$

non,

U transmisio termikoaren koefizientea (W/m²K)

$R_{guztira}$ erresistentzia termikoen totala (m²K/W)

Elementu bakoitzaren erresistentzia termikoaren kalkulua burutzea zaila bihurtu daiteke geruza kopuru handiak daudenean, elementua inklinatuta dagoenean edo barrunbe aireztatuak eta ez aireztatuak sartzen direnean. Hori dela eta, normalean fabrikatzaileak hornitzen dituzten elementuen U-balioak zehazten dituzte.

Passive House estandarrak 0,10 eta 0,15 W/m²K-ko tartean egon behar diren hiru U-balio mota desberdin bereizten ditu: kanpoaldeko hormen U-balioa, lurzorua U-balioa eta teilatuaren U-balioa.[16] Hala ere, Europa Erdialdeko klimetan U-balio horiek Passive House estandarrak zehaztutako balioak baino pixka bat handiagoak edo txikiagoak izan daitezke. Gainera, 7.1 atalean azalduko den bezala herrialde bakoitzak era desberdin batean kalkulatu ditu eta U-balio horientzako herrialde bakoitzak murriztapen desberdinak ezartzen ditu bere Eraikuntza Kode Teknikoak zehazturiko zona klimatikoen arabera.

6.2 Kontsumo energetikoaren kalkulua eta murrizketak Passive House batean

Passive House institutuak kontsumo energetikoa kalkulatu eta ikertzeko PHPP softwarea garatu du. PHPP-a diseinu, arkitektoei eta diseinatzaileei euren Passive House-aren planifikazioa eta optimizazioa profesionalki egitea ahalbidetzen duen erraminta bat da. Gainera, leihoen, etxeko aireztapenaren eta eraikuntza teknologiaren dimentsionamendua egitea ahalbidetzen duen erremintak dauzka eta eraikina unitate bat balitz bezala hartzen du (aireztapen sistema eta beste sistema mekanikoak bere barne hartuz).

PHPP programa Excel batean oinarrituta dago eta lan orri desberdinak ditu etxebizitzaren eremuaren arabera kalkuluak burutu ahal izateko. Alde batetik, PHPP programak hurrengo alderdiak tratatzen ditu:[17]

- Bakarkako osagaien dimentsionamendua eta hauek daukaten eragina, neguan zein udan, eraikinaren balantze energetikoan.
- Hozte eta berotze kargen dimentsionamendua
- Eraikin osoaren sistema mekanikoen dimentsionamendua: berokuntza, hozte eta ur beroaren hornikuntza
- Eraikuntza kontzeptuaren energia-eraginkortasunaren egiaztapena

Beste aldetik, PHPP-ak eskarian eta kontsumoan eragin zuzena duten eraikinaren aldagai intrintsekoak kontuan hartzen ditu ere bai. [18]

- Berokuntza instalazioan: Hodien diametroa, fluidoaren tenperatura, lodiera eta isolatzailearen ' λ '. Gainera, berokuntza ekipamenduaren bero produkzioaren efizientzia kontuan hartzen du.
- Ur bero sanitarioaren instalazioan: Ez du soilik produkzio ekipamenduaren efizientzia kontuan hartzen beste elementu batzuk ere kontuan hartzen ditu adibidez: pilaketa deposituaren kapazitatea eta bertan ematen diren galerak ere kontuan hartzen ditu.

- Energia primarioaren eskarian, gailu eta kontsumo puntu guztiak kontuan hartzen ditu.
- Energia kontsumitzen ez duten hozte sistemak kontuan hartzen ditu. Hori dela eta, hozterako erabiltzen den energia eskaria murriztu egiten da eta era berean, energia totalaren kontsumoa.

Software honen bitartez egiten diren kalkuluak berehalakoak dira, edozein parametro aldatuta eraikinaren energia balantzean duen eragina ikus daiteke. Hori dela eta, kalitate desberdineko osagaiak alderatu daitezke. Eraikinaren kokapenaren arabera, hilabeteko baldintza klimatiko tipikoak hautatzen dira. Era honetan, PHPP programak hilabeteko berokuntza eta hozte eskariak estimatzen ditu. Programa hau erabilia hainbat parametro kalkulatu daitezke, garrantzitsuenak hurrengoak dira: [18]

- Urteko berokuntza eskaria [$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$] eta bero karga maximoa (W/m^2).
- Udan hozte aktiboaren bitartez lortutako erosotasun termikoa estimatzen du, hurrengo parametroak kalkulatu: urteko hozte eskaria [$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$] eta hozte karga maximoa (W/m^2).
- Udan hozte pasiboaren bitartez lortutako erosotasun termikoa estimatzen du, hurrengo parametroa kalkulatu: beroketa-gertaeren maiztasuna.
- Eraikinaren urteko lehen mailako energiaren eskaria.

Egiten diren kalkulu guztiak lege fisikoetan oinarrituta daude. Ahal den neurrian, erabilitako algoritmo espezifikoak nazioarteko estandarretara jotzen dute. Hala ere, zenbait kasutan orokortasunak egin behar izaten dira, zenbait eremuetarako nazioarteko estandar garrantzitsuak ez baitaude finkatuta.

PHPP softwarea mundu osoan erabil daiteke, itzulitako zenbait bertsio eskualde desberdinen estandarren arabera kalkulu gehigarriak egiten baitituzte, herrialde bakoitzeko energia-eraginkortasunaren egiaztapen ofizial lortu ahal izateko.

Azkenik, Passive House estandarrak kontsumo energetikoaren inguruan hurrengo mugakizunak zehazten ditu: [19]

- Berogailu eta hozte eskaria $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- Berokuntza karga $\leq 10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{a})$
- Airearen hermetikotasuna $\leq 0,6 \text{ l/h}$ (50 Pascaletan neurtua)
- Energia primario berriztagarria (PER)[18]
 - Passive House Classic: Eskaria $\leq 60 \text{ kW}/(\text{m}^2\text{a})$
 - Passive House Plus: Eskaria $\leq 45 \text{ kW}/(\text{m}^2\text{a})$, energia berriztagarriaren sorkuntza $\geq 60 \text{ kW}/(\text{m}^2\text{a})$
 - Passive House Premium: Eskaria $\leq 30 \text{ kW}/(\text{m}^2\text{a})$, energia berriztagarriaren sorkuntza $\geq 120 \text{ kW}/(\text{m}^2\text{a})$

6.3 Passive House kontzeptua eta eraikuntza motak

Passive House ez da estandar energetiko bat baizik eta, erosotasun maila altuena bermatzen duen kontzeptu integratu bat. Mota honetako eraikinetan barrualdean erosotasun termikoa aire freskoaren berotze eta hozte prozesua bitartez lortzen da. Hau da, ez dute inolako birzirkulazio gehigarrik erabiltzen erosotasun termiko hori lortzeko. Passive House bat eraikitzeko zenbati diseinu irizpide eta printzipio jarraitu behar dira.

Passive House baten **diseinu irizpideak** hurrengo oinarrizko kontzeptuen konbinazio eta optimizazio egokian oinarritzen dira: [20]

- **Trinkotasuna:** kanpoko gainazalaren azaleraren eta hartzen duen bolumenaren zatidura gisa definitzen da. Trinkotasun oso altu batek energia galerak murrizten ditu. Hala eta guztiz ere, trinkotasuna ezin du eraikinen kalitate arkitektonikoa eta hiri-ingurunea kaltetu. Argudio energetikoa, kalitatea arkitekturara eramaten duen faktore bat besterik ez da.

- **Eguzki-babesa:** eguzki-erradiazioa neguan berokuntza pasibo iturri bat bezala ikus daiteke baina eragozpen batean bihur daiteke udan. Eguzki-babesak eraikinaren hutsuneak optimizatzeko aukera ematen du, neguan eguzki-irabaziak maximizatzeko eta udan minimizatzeko.
- **Orientazioa:** Eraikuntzaren orientazioa eskaera energetikoan eragina izan dezake, eguzki-erradiazioaren eta haizearen eraginaren ondorioz. Orientazio egoki batek neguan eguzki-energia berokuntza metodo pasibo moduan erabiltzea ahalbidetzen du. Eraikinaren orientazioa bereziki garrantzitsuan da eguzki-erradiazio altuko klimetan, Espainian adibidez.
- **Eguzki islakortasun:** Kanpoaldeko gainazalaren islakortasuna areagotuz, eguzki erradiazioaren xurgapena murriztea lortzen da. Era honetan, udako hozte eskaria txikitzea lortzen da.

Esan bezala, diseinu irizpideak ez dira eraikina eraikitzeko kontuan hartu behar diren irizpide bakarrak, oinarrizko **5 printzipio** ere kontuan hartu behar dira. Printzipio horiek hurrengoak dira: [16]

1. **Isolatzailer termiko egokia :** Eraikinaren ingurutzailer oso hermetikoa izan behar da. Hau da, klima hotzetan gehienez bero transmisio koefizientea (U -balioa) $0.15 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ -koa izan behar da eta gehienez $0,15 \text{ W}$ -eko tenperatura diferentzia egon daiteke kanpoko azalera metro karratu bakoitzeko
2. **Prestazio altuko leihoen erabilpena:** Leihoen markoak ondo isolatuta eta emisibitate baxuko beirekin ekipatuta egoten dira. Normalean argoiez edo kriptonetz beteta daude bero transferentziak saihesteko. Klima epeletarako bero transmisio koefizientea $0,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ -ekoa edo gutxiago izan behar du.
3. **Bero aireztapenaren berreskurapena:** Beroaren berreskurapenaren aireztapen eraginkorra gakoa da, barne airearen kalitate ona lortzea ahalbidetzen baitu, baita energia aurrezte ere. Passive House-etan ihes-aire beroaren %75a aire freskoan bihurtzen da bero-trukagailuen bitartez.
4. **Eraikinaren hermetikotasuna:** 50 paskaletan burutzen den presio test batean hutsuneetan zehar kontrol barik orduro galtzen diren isurketak etxearen bolumen osoaren 0,6 baino txikiagoak izan behar dira .

5. Zubi termikoen absentzia: Ertzak, hutsuneak, konexioak eta sartze guztiak arreta handiz planifikatu eta exekutatu behar dira, zubi termikoak saihesteko. Zubi termikoa saihestea ezinezkoa bada ahalik eta gehien murriztea lortu behar da.

Azkenik, Passive House estandar honen barruan 5 eraikuntza mota desberdin bereiz daitezke, eraikuntza mota horiek hurrengoak dira: insulated, masonry, mixed, timber eta steel

- **Insulated**

Munduko toki askotako Passive House etxe familia-bakarretan erabiltzen den eraikuntza sistema bat da. Lan honetan soilik mota honetako 10 etxebizitza familia-bakarrak analizatu dira.

Eraikuntza mota hau hurrengo arrazoiengatik erabiltzen da: [21]

- Isolatutako formak automatikoki inguratzaille termiko jarraitua sortzen dute.
- Hormigoi nukleoa geruza hermetiko jarraitu bat sortzen du.
- Sistemak egitura integratua eta eraikinaren inguratzaille bat proportzionatzen du.
- Eraikitzeke errazak dira eta gainera errentagarriak izaten dira.

- **Masonry**

Eraikuntza mota hau mundu mailan gehien erabiltzen den bigarren eraikuntza mota da. Lan honetan guztira eraikuntza mota honetako 55 etxebizitza familia-bakarrak analizatu dira.

Eraikuntza mota hau eraikinaren kanpoalde guztia isola dezake edo barrunbe izaerako eraikuntza baten forma har dezake eta isolamendua propotzionatu Alemaniako Passive House eraikuntza ohikoenetarikoa da, estalki termiko jarrai bat sortzeko metodo oso eraginkorra baita eta errendimendu altua sustatzen baitu. Hala ere, kanpoko estetikan zenbait murriztapenak ezartzen ditu ondorioz, orokorrean igeltsu akabera bat aplikatu behar izaten da.[21]

Barrunbeen eraikuntzak zenbait diseinu eta instalazio erronka dakartza, adibidez: gune oso txikiak eta helezinak sor daitezke. Gainera, estaldura sistemak zimentazio-mailan termikoki hautsi behar izaten dira. Hala ere, mota honetako eraikinetan hesi termikoak igeltsu geruza batekin lortzen dira.[21]

- **Mixed**

Passive House datu-basean mixed kategorian timber eta masonry eraikuntza motak konbinatzen dituzten etxeak soilik kontuan hartzen ditu. Hala eta guztiz ere, mota honetako etxeak ez dira zertan timber eta masonry motako eraikuntzen konbinazio bat izan behar adibidez, zenbait insulated motako eraikinen teiltuak egurrezkoak dira, hori dela eta, mixed motako etxe bat bezala ere kontsidera daitezke, insulated eta timber motako eraikuntza konbinatzen baititu.[21]

Kasu gehienetan, timber eta masonry motako eraikuntzak hurrengo erara konbinatu egiten dira: lur azpian eraikina masonry motakoa da baina lurzorutik gora dagoen eraikinaren zatia egurrez egiten da hau da, lurzorutik kanpo timber eraikuntza mota aplikatzen da.[21]

Mixed eraikuntza mota, beste eraikuntza moten erronka eta abantail guztiak barne hartzen ditu. Haatik, leku berdinean sistema ezberdinak eraiki eta konektatu behar ditu, ondorioz, eraikuntza mota hau ez da aukera egoki bat esperientzia gabeko diseinatzaile eta arkitektoentzat.[21]

Lan honetan guztira mixed motako 33 etxebizitza familia-bakarrak analizatu dira.

- **Timber**

Egurra bere itxura guztietan egokia da hori dela eta, timber eraikuntza mota ospetsuena eta erabilena da. Izan ere, analizatutako timber etxebizitza kopurua beste eraikuntza motetan analizatutakoa baino askoz handiago da, timber motatako 122 etxebizitza familia-bakarrak analizatu baitira.

Eraikuntza mota hau hurrengo arrazoiengatik erabilena, egokiena eta ospetsuena da: [21]

- Munduko leku askotan eraikuntza metodorik arruntena da
- Egurrezko eraikuntza orokorrean arina da.
- Oinarriaren oinarritzko xehetasunak zubi termikoak saihesten ditu
- Egurraren ingurumen inpaktua igeltsuarena edo hormigoiaarena baino txikiagoa da.

Hala ere, eraikuntza mota hau zenbait erronka gainditu behar ditu. Lehenik eta behin, masonry eraikuntza motan gertatzen den bezala helezinak eta isolatzeko zailak diren gunek txikiak ekiditu behar ditu. Bigarrenik, estalki termiko jarraitu bat lortu behar du. Hirugarrenik, isolamendutik igarotzen den egurrezko egitura zubi termiko bat da, beraz hori konpontzea lortu behar da. Azkenik, hesi hermetikoa jarraitu bat lortu behar denez eta egurraren izaera haritsuarekin denez, hesi hermetiko hauek arreta handiz instalatu behar dira. [21]

- **Steel**

Gaur egun, altzairua Passive House eraikinen eraikuntzarako erabil daitekeen arren, ez da aukera ohikoena, metodo hau Passive House eraikuntza metodorik zailena baita. Alde batetik, ez da oso errentagarria eraikinaren estaldura solidoa edo opakua denean. Beste aldetik, Eraikuntza metodo honen bitartez zubi termiko garrantzitsuak sor daitezke beraz, kontu handia eduki behar da horrekin. Ondorioz, arazo hauek direla eta, mundu mailan eraikuntza mota honetako 2 etxe soilik existitzen dira, Melbournen eta Alemanian[21]. Beraz, lan honetan steel motako etxebizitza familia-bakarrak ez dira analizatu.

6.4 Zona klimatikoen sailkapenerako erabili diren metodoen azalpena

Zona klimatikoen sailkapena bi era desberdinetara egin da:

- Zebra2020 proiektuak zehaztutako zona klimatikoen arabera
- Espainiako Eraikuntza Kode Teknikoak zehaztutako zona klimatikoen arabera (Código Técnico de la Edificación, CTE)

Sailkapena bi era desberdinetara egitea erabaki da, Zebra2020 proiektuak zona klimatikoen sailkapenerako erabiltzen dituen irizpideak oso zehatzak ez direlako. Ondorioz, Espainiako 55 Passive House etxebizitza familia-bakarrak Espainiako Eraikuntza Kode Teknikoak (CTE) zehaztutako zona klimatikoen arabera sailkatzea erabaki da.

6.4.1 Zebra2020 proiektuak zehazturiko zona klimatikoen azalpena

ZEBRA2020 proiektuaren helburu nagusiak EB-ko estatu kideetan dauden EECN-en definizio desberdinak eta ‘EECN erradar’ bat eskaintzea dira. Hala ere, EECN modelo estandarra lortzeko datuak ere eskaintzen ditu baita nZEB arau desberdinak, herrialde desberdinen anbizioak alderatzeko.[22]

Grafikoan ikus daitekeen bezala, proiektu honek Europako 17 herrialde eta Europako eraikinen stockaren %90 inguru barne hatzen ditu. Hau da, EECN eraikinen stockaren % 100 aren helburuaren lorpenean laguntzen du.



2. Grafikoa: ZEBRA2020 proiektuaren helmuga herrialdeak [22]

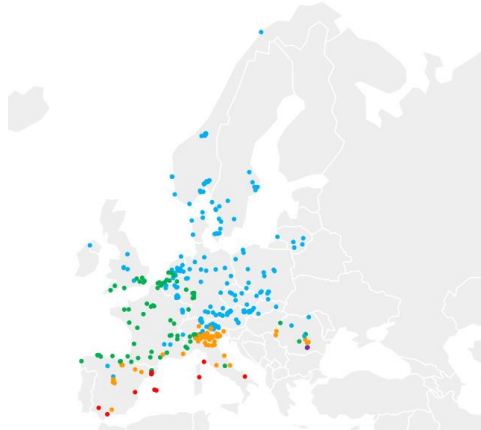
Adierazitako helburuak lortzeko, beharrezkoa izan zen amankomuneko metodologia bat garatzea, zona klimatiko desberdinak bereizteko. Proiektu hau 5 zona klimatiko desberdin bereizten ditu eta bereizpena berokuntza eta hozte eguneko graduen arabera burutzen du. Beraz, nZEB bakoitzaren gradu konparaketa egiteko, online erraminta baten bitartez nZEB bakoitzaren eguneko graduak kalkulatu dira, oinarri tenperatura berdina erabilita (15°C berokuntza eguneko graduentzat eta 18,5°C hozte eguneko graduentzat), eta azken 36 hilabeteen batez bestekoak aterata. [22]

Bigarren taulan adierazitako 5 zona klimatikoen mugapena ikus daitezke baita, zona klimatiko bakoitzaren klimaren deskribapen labur bat.

Zona klimatikoa	Berokuntza eta hozte eguneko graduak	Klima
Zona A	Eraikinen berokuntza eguneko graduak ≥ 1962 eta hozte eguneko graduak ≥ 525	Negu hotzak eta uda berotsuak
Zona B	Eraikinen berokuntza eguneko graduak ≥ 1962 eta hozte eguneko graduak < 525	Negu hotzak eta uda leunak
Zona C	Eraikinen berokuntza eguneko graduak < 886 eta hozte eguneko graduak ≥ 525	Negu leunak eta uda berotsuak
Zona D	Eraikinen berokuntza eguneko graduak 886 eta 1962 bitartean eta hozte eguneko graduak < 525	Negu epelak eta uda leunak
Zona E	Eraikinen berokuntza eguneko graduak 886 eta 1962 bitartean eta hozte eguneko graduak ≥ 525	Negu leunak eta uda berotsuak

2. Taula: Zona klimatikoak Zebra 2020 proiektuaren arabera [22]

Hurrengo grafikoan ikus daiteke nola ia nZEB guztiak B kliman kokatuta daudela.

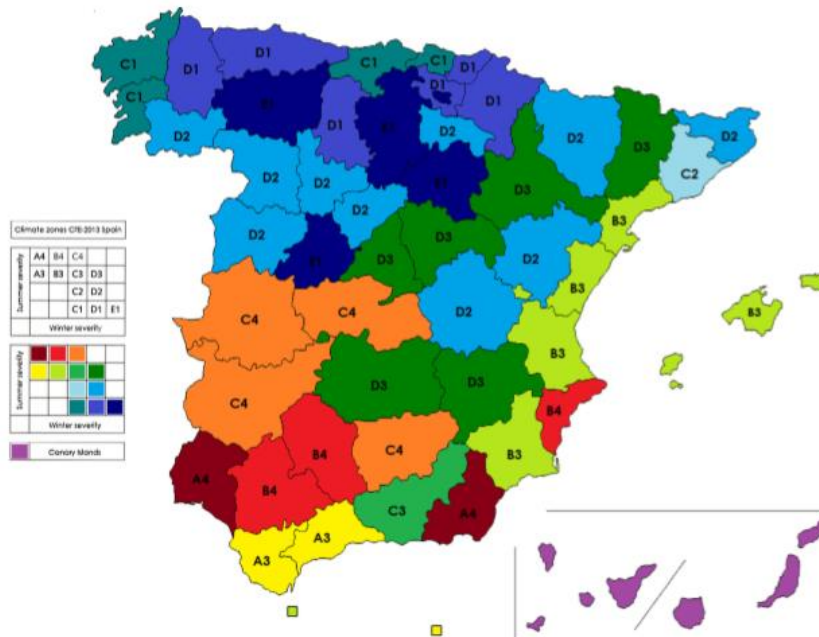


3. Grafikoa: Zona klimatikoak Zebra 2020 proiektuaren arabera [22]

6.4.2 Espainiako Eraikuntza Kode Teknikoak (CTE) zehaztutako zona klimatikoen azalpena

Espainian 17 autonomia erkidego eta 2 autonomia hiri (Ceuta eta Melilla) daude, autonomia erkidegoaren eta itsaso mailarekiko altitudearen arabera klima desberdinak bereizten dira. Hori dela eta, Espainiako Eraikuntza Kode Teknikoak (CTE) 11 zona klimatiko desberdin bereizten ditu, neguko eta udako gogortasunean oinarrituta. Neguko eta udako gogortasun zonaldeak batez besteko eguneko graduen (20°C -tan oinarri bezala hartua neguan eta udan) eta metatutako batez besteko intsolazioaren (kW/m^2 -tan neurtuta) arabera kalkulatzen dira. Bataz besteko eguneko graduak tenperatura orduo kalkulatu eta zati 24 eginez kalkulatzen dira. Metatutako batez besteko intsolazioa ordea, eguzki ordu periodo bakoitzerako kalkulatzen da.[23][24]

Neguko gogortasun zonalderako zona klimatikoak hizkien bitartez adierazten dira (α , A, B, C, D eta E, gogortasunaren arabera txikienetik handienera sailkatuta). Udako gogortasun zonalderako zona klimatikoak zenbakien bitartez identifikatzen dira (1, 2, 3 eta 4 gogortasunaren arabera txikienetik handienera sailkatuta).[23][24]



4. Grafikoa: Espainiako Zona Klimatikoak [25]

Hirugarren eta laugarren tauletan agertzen diren adibideen bitartez ikus daiteke, esan bezala Espainiako zona klimatikoa autonomia erkidegoaren eta itsaso mailarekiko altitudearen arabera sailkatu egiten dela.

Hiriburua	Z.K.	Altitudea (h)	A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	C3	C2	C1	D3	D2	D1	E1
Alicante	B4	7					h < 250					h < 700			h ≥ 700			
Barcelona	C2	1											h < 250			h < 450	h < 750	h ≥ 750
Bilbao	C1	214												h < 250				h ≥ 250
Burgos	E1	861															h < 600	h ≥ 600
Castellón	B3	18						h < 50				h < 500			h < 600	h < 1000		h ≥ 1000
Madrid	D3	589										h < 500			h < 950	h < 1000		h ≥ 1000
Malaga	A3	0						h < 300				h < 700						
Vitoria/Gasteiz	D1	512															h < 500	h ≥ 500

3. Taula: Penintsulako zona klimatikoaren sailkapenaren adibideak [23] [24]

Hiriburua	Z.K.	Altitudea (h)	α3	A2	B2	C2
Las Palmas de Gran Canaria	α3	114	h < 350	h < 750	h < 1000	h ≥ 1000
Santa Cruz de Tenerife	α3	0	h < 350	h < 750	h < 1000	h ≥ 1000

4. Taula: Zona klimatikoaren sailkapena Kanariar uharteetan [23] [24]

6.5 U eta kontsumo energetikoaren arteko erlazioa analizatzeko erabilitako analisi metodo estatistikoaren azalpena

6.5.1 Pearson korrelazio koefizientea

Ikerkuntza honetan alderatu diren aldagaiak kuantitatiboak direnez, Pearson korrelazio koefizientearen metodo estatistikoa erabiltzea erabaki da. Metodo hau linealki erlazonaturiko aldagai desberdinen arteko kobariantza gradua neurtzen du. Aldagaiak linealki erlazonaturik ez badaude ezin da Pearson korrelazio koefizientea aplikatu. Hurrengo formularen bitartez kalkulatzen da : [26]

$$r(x,y) = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2 \sum(y-\bar{y})^2}} \quad (2)$$

Formula horren bitartez lortzen diren balio absolutuak 0 eta 1 balio tartean aurkitzen dira. Hala ere, balio horiek esan bezala absolutuak dira hau da, Pearson korrelazio koefizientearen zeinua kontuan hartuz gero, balio tartea -1 eta +1 artean dago. Lortutako balioaren arabera arrazoinamendu desberdinak egin daitezke: [26]

- $r = -1$ bada, korrelazioa perfektuki negatiboa izango da. Aldagai bat handitzen doan heinean bestea ere aldi berean txikitu egingo da.
- $-1 < r < 0$ bada, korrelazioa negatiboa izango da. Zenbat eta -1 baliotik hurbilago egon aldagaietako bat handituz doan heinean bestea txikitu egingo da.
- $r = 0$ bada, erlazioa nulua da. Aldagaiak ez daukate eragina bata bestearengan.
- $0 < r < 1$ bada, erlazioa positiboa izango da. Zenbat eta balioa 1-etik hurbilago egon positiboagoa izango da.
- $r = 1$ bada, korrelazioa perfektuki positiboa izango da. Aldagai bat handitzen doan heinean beste aldagaia ere aldi berean handitu egingo da.

Korrelazio koefizienteak normalean, -1 edo 1 balioa hartzen du bi aldagaien arteko erlazioa baliagarria zehatza denean.[26]

6.5.2 Erregresioa

Erregresioa Y zenbakizko aldagai baten eta $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ zenbakizko aldagai multzoen arteko erlazioa definitzen saiatzen den estatistikaren atala da. Zenbakizko aldagaia normalean menpeko aldagaia bezala ezagutzen da eta zenbakizko aldagai multzoa ordea, aldagai independenteak bezala ezagutzen dira. Bi aldagai hauen arteko erlazioa eredu funtzional baten bitartez islatzen da hain zuzen ere, $y = f(x_1, \dots, x_n)$ ereduarekin. [27]

Funtzio horren formaren arabera, erregresio simple asko existitzen dira. Hala ere, arruntenak eta lan honetan erabili direnak hurrengoak dira:

Kurba familia	Ekuaizio generikoa
Lineala	$y = b_0 + b_1x$
Polinomikoa	$y = b_0 + b_1x + b_2x^2$ (2. gradukoa bada) $y = b_0 + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3$ (3. Gradukoa bada)
Esponentziala	$y = b_0 \cdot e^{b_1x}$
Logaritmikoa	$y = b_0 + b_1 \ln x$
Potentziala	$y = b_0 \cdot x^{b_1}$

5. Taula: Erregresio motak [27]

Eredu bat edo bestea aukeratzeko, dispersio diagrama aurkezten da bertan, x eta y ardatz kartesiarretan erdu bakoitzerako balio bikoteak (x_i, y_i) aurkezten dira. Diagraman puntuan hartzen duten formaren arabera puntuetara hobeto moldatzen den erregresioa aukeratzeko da. Hala ere, nahiz eta erregresioak aukeraturako ereduaren barruan (lineala, polinomikoa, esponentziala...) eraikitako ereduak hoberena dela bermatu, baliteke ereduak ondorioak ateratzeko ona ez izatea. Hain zuzen ere, X eta Y aldagaien artean aukeraturako erlazioa existitzen ez denean. Hori dela eta, X eta Y aldagaien arteko menpekotasun graduari buruz informazioa ematen duten neurriak behar dira. Neurri horiek, korrelazio neurriak bezala ezagutzen dira. [27]

Aukeratutako eredu motaren arabera korrelazio neurri desberdinak egongo dira. Hau da eraikitako ereduaren zuzen bat bada, korrelazioa lineala izango da, polinomio bat bada neurria polinomikoa izango da... Neurri hauek, eraikitako ereduaren zein ona den esango digute ondorioz, eredu horrekin ateratako ondorioak fidagarriak diren ala ez ziurtatuko da.[27]

Hobeto moldatzen den erregresioa zein den jakiteko determinazio koefizientea (R^2) erabili daiteke eta hurrengo formularen bitartez definitzen da :[27]

$$R^2 = 1 - \frac{S_{ry}^2}{S_y^2} \quad (3)$$

Non, S_{ry}^2 hondar-bariantza da, S_y^2 aldagaiaren bariantza eta determinazio koefizientea $0 \leq R^2 \leq 1$ tartean dagoela betetzen da.

- $R^2 = 0$ bada, erregresio ereduak planteaturiko erlazio motaren arabera independentzia existitzen dela adierazten du.
- $R^2=1$ bada, menpekotasun funtzionala adierazten du.

Ondorioz, zenbat eta R^2 handiagoa izan, erregresio ereduaren hobetua izango da eta hobeto moldatzen den erregresio motaren arabera hurrengo ondorioak atera daitezke: [28]

- Lineala bada, datuak linealki handitu edo txikitu egiten direla adierazten du.
- Logaritmikoa bada, datuen aldaketa indizea oso arin handitu edo txikitu egiten dela eta ondoren egonkortzen dela adierazten du.
- Polinomikoa bada, datuak fluktuatzen dutela adierazten du.
- Potentziala bada, datuak erritmo konstantez handitzen direla adierazten du.
- Esponentziala bada, balioak gero eta handiagoak diren tartean handitzen edo txikitzen direla adierazten du.

7. Emaitzak

7.1 U-balioaren mugapenak herrialdeen arabera

Eraikinen energia galeretan eragina duen aldagaietako bat U-balioa da. Hala ere, barne temperatura eta trinkotasun faktorea ere eragina dute. Energia galeren eta energiaren kontsumoaren artean argi dago erlazio zuzen bat dagoela, zenbat eta energia gehiago galdu, gero eta energia gehiago kontsumitu behar izango baita, etxebizitzaren barruan erosotasun baldintzak bete daitezten. Hori dela eta, U-balioa kontsumo energetikoan eragina daukala pentsa daiteke.[29]

U-balioa eraikinen isolamendu termikoa alderatzeko erabiltzen den aldagai bakarra da. Hala ere, U-balioa ez da aldagai baliagarri bat ingurutzailaren energia galeren alderaketarako ezta amortizaziorako, herrialde bakoitzak zona klimatiko bakoitzerako U-balio batzuk zehazten baitituzte. U-balio horren kalkulua ISO6946 bitartez arautzen da[14]. Hala ere, herrialde bakoitzak gradu egun tarte eta temperatura oinarri desberdinak erabiltzen dituzte eta herrialde bakoitzak gradu eguneko bereziki adierazgarriak diren bariazioak dituzte.[29]

Ondorioz, nahiz eta Passive House Institutuak U-balioak egon behar diren tarte batzuk zehaztu (6.1 atalean azalduta), herrialde bakoitzaren legeak U-balioaren beste mugapen batzuk ezartzen ditu. Hori dela eta, Passive House datu-basetik ateratako 219 etxebizitza familia-bakarretatik, zenbait etxebizitzetan kanpoko hormen, teilatuen edo lurzoruen U-balioak Passive House estandarrak zehaztutako tartetik kanpo daude.

U-balio hauen mugapenak herrialde bakoitzaren legen arabera zehazten direnez eta lan honetan 3 herrialde bereziki landu direnez (Italia, Frantzia eta Espainia) herrialde hauen legeak ezarritako mugapenak ikertu dira.

U- balioaren mugapenak Espainian

Espainian eraikinen baldintza minimoak eta eraikuntza prozesuaren lege baldintzak 1999-ko Eraikinen Planifikazio Legearen arabera araututa daude[30]. Lege hau, 2007an argitaratutako dokumentuak barne hartzen dituen eta Eraikuntza Kode teknikoa bezala ezagutzen den legean garatuta dago. Arautegi honen DB-HE: Energia eskariaren mugaketa, ingurutzailaren isolamendu termikoaren baldintzak arautzen dituen arau da.[31][32]

Aipatutako legeak ez dituzte U-balioak eraikuntza tipologiaren arabera zehazten, teilatuen, kanpoko hormaren eta lurzorua U-balio minimoak eta maximoak soilik ezartzen dira hurrengo taulan ikus daitekeen bezala.[33]

Eraikinen elementua		U-balioa (W/m ² K)				
		Familia bakarrekoa	Familia anitzeko	Bulegoak	Hezkuntza	Osasun
		Berritua / Berria	Berritua / Berria	Berritua / Berria	Berritua / Berria	Berritua / Berria
Kanpoko hormak	Barruko hormak ez bizigarri eremuekin kontaktuan daude, zoruaren eta hormaren lehenengo metroa lurzoruarekin zuzenean kontaktuan daude	0,74 – 1,22				
	Horma beste eraikin batekin kontaktuan dago	1,00 – 1,22				
Teilatua		0,46 – 0,65				
Lurzorua		0,62 – 0,69				

6. Taula: U-balioen tartea Espainian [33]

Aurreko taulan agertzen diren balioak orokorrak dira, Eraikuntzako kodearen DB-HE sekzioak zona klimatiko bakoitzean U-balio maximo batzuk ezartzen ditu, 7. Taulan ikus daitezkeenak. [32]

Elementuen transmisioa(W/m ² K)	Zona klimatikoa					
	α	A	B	C	D	E
U _M	0,94	0,50	0,38	0,29	0,27	0,25
U _S	0,53	0,53	0,46	0,36	0,34	0,31
U _C	0,50	0,47	0,33	0,23	0,22	0,19

U_M: Lurzoruarekin kontaktuan dauden fatxadaren hormak eta itxituren transmisio termikoa

U_S: Zoruaren transmisio termikoa

U_C: Estalkien transmisio termikoa

7. Taula: U-balio maximoak Espainiako zona klimatikoen arabera [32]

U- balioaren mugapenak Frantzian

Frantzian, eraikuntza prozesuak eta eraikinak bete behar dituzten bizigarritasun baldintza orokorrak Bizigarritasun eta Eraikuntza Kodean R.111-20 Legean (Du Code de la construction et de l'habitation) ezartzen dira[34]. 2006ko maiatzaren 24an argitaratutako 2006-592 dekretuan (Relatif aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments) ordea, eraikinen baldintza termikoak eta eraikuntzaren helburu energetikoak ezartzen dira. Hala ere, 2010eko urriaren 26an argitaratutako dekretuan eraikin berrien eta eraikinen atal berrien baldintza termiko eta errendimendu energetikoaren baldintzak ezarri ziren.[35, 36, 37, 38]

Frantziako eraikuntza estandarrak herrialdea 3 zona nagusi bereizten ditu neguan : H1,H2 eta H3 (berogailu denboraldia) eta 4 zona udan (berogailu gabeko denboraldia): a,b,c eta d. Frantziako zona klimatikoen bereizpena 9.grafikoan ikus daiteke. Hala ere, U-balio desberdinak definitzerako orduan arauketak soilik bi zona klimatiko desberdin bereizten dituzte: bat H1 eta H2 zona klimatikoak barne hartzen dituen eta H3-ren zati bat (800 metrotik gorako altitudetan dauden zonaldeak) eta beste bat, 800 metroko altitudetik behera dauden H3-ren sekzioak barne hartzen ditu. Horren arabera, aurrerago azaldu diren terminoen mugak zehazten dira 8. taulan ikus daitezkeen bezala. [30]

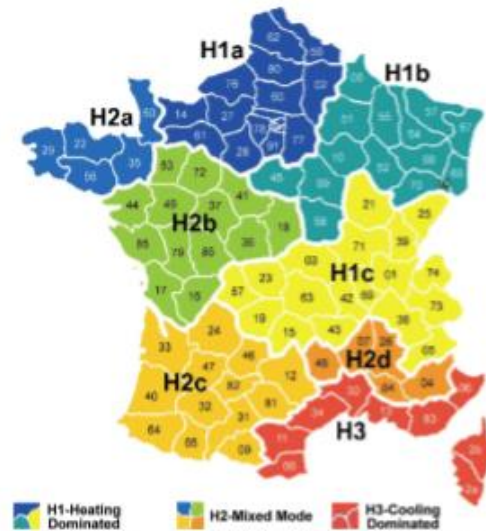


Fig. 5. Climatic zones of France based on cooling or heating or cooling and heating dominance [6].

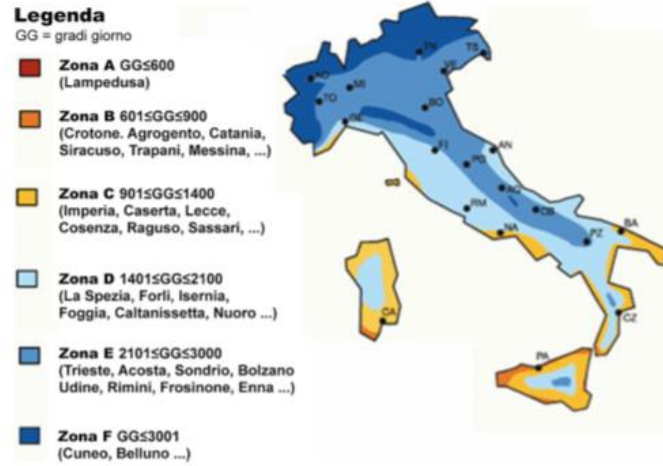
5. Grafikoa: Frantziako zona klimatikoak frantziar eraikuntza estandarraren arabera [25]

Zona klimatikoa	U kanpoko horma (W/m ² K)	U teilatua (W/m ² K)	U lurzorua (W/m ² K)
H1, H2 , H3 (h > 800m)	0,36	0,2	0,27
H3 (h ≤ 800m)	0,4	0,25	0,36

8. Taula: Elementu bakoitzaren U-balioa Frantziako zona klimatiko bakoitzerako [35][36][37][38]

U- balioaren mugapenak Italian

Italiako 1993ko legegintzak (D.P.R. 412/1993), gradu egunetan oinarrituta, 10.grafikoan ikus daitekeen bezala, 7 zona klimatiko (A, B, C,D eta F) ezberdin desberdintzen ditu.[39] Zona klimatiko bakoitzean U-balio maximo batzuk ezartzen dira eta horiek, 2006/311 lege dekretuaren arabera dira[40]. U-balio maximo hauek, 9. taulan ikus daitekeen bezala, ez dira eraikuntza tipologiaren arabera zehazten hau da, balio berdinak ematen die familia-bakarreko etxebizitzetzi, familia-anitzeko etxebizitzetzi, bulego eraikinei...



6. Grafikoa: Italiako zona klimatikoak [25]

Zona klimatikoa	U horma (W/m ² K)	U teiltua (W/m ² K)	U lurzorua (W/m ² K)
A	0,62	0,38	0,65
B	0,48	0,38	0,49
C	0,40	0,38	0,42
D	0,36	0,32	0,36
E	0,34	0,30	0,33
F	0,33	0,29	0,32

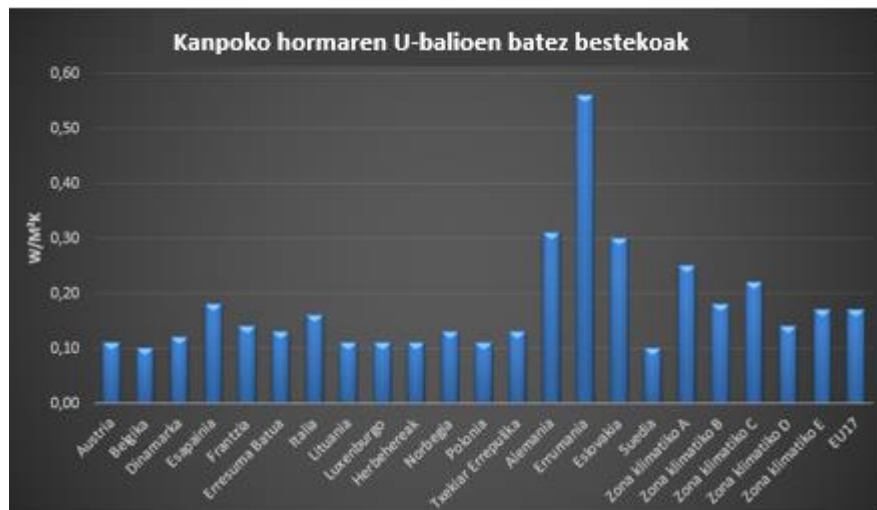
9. Taula: Elementu bakoitzaren U-balioak Italiako zona klimatiko bakoitzerako [40]

7.2 U-balioaren batez besteko balioak Europako herrialde desberdinetan ZEB2020 proiektuaren arabera.

ZEB2020 proiektuak Europako bizitegien U-balioen batez bestekoak herrialdeen eta zona klimatikoen arabera kalkulatzen ditu. Hala ere, batuz besteko balio hauek kalkulaterakoan ez ditu bereizpenik egiten etxebizitza moten artean. Ondorioz, U-balio desberdinen batez besteko hauek ez dira soilik etxebizitza familia-bakarrekoenak . [6]

Kanpoko hormen batez besteko U-baliorik altuena duen herrialdea Errumania da. Hala ere, lan hau bereziki Italiako, Frantziako eta Espainiako etxebizitzetara zuzendu da beraz, 7.Grafikoan ikus daitekeen bezala kanpoko hormen batez besteko U-balioak herrialde bakoitzak zehaztutako mugapenen barruan daude baina ez ordea, Passive House estandarrak zehazturiko tartearen barruan. Tarte horren barruan soilik, Frantziako kanpoko hormetan zehar ematen den U-balioaren batez bestekoa dago.

- Espainia : 0,18 W/m²K
- Italia: 0,16 W/m²K
- Frantzia: 0,14 W/m²K

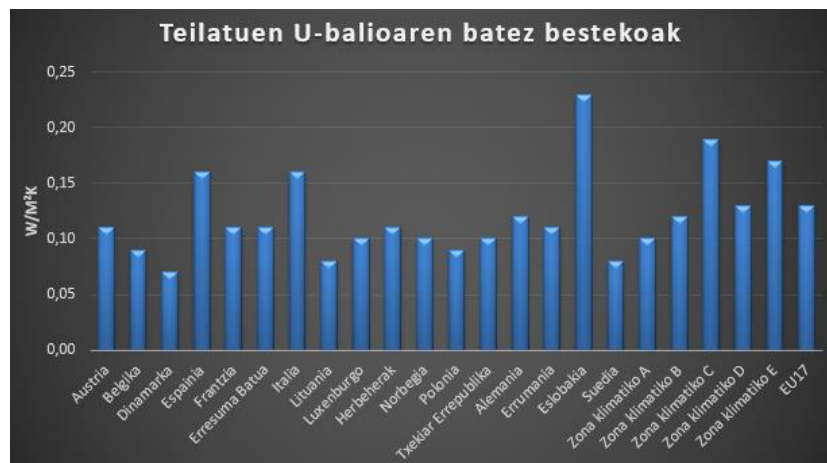


7. Grafikoa: Europa mailan kanpoko hormen U-balioen batez bestekoak Zebra2020 proiektuaren arabera [6]

Teilatuen batez besteko U-baliorik altuena duen herrialdea kasu honetan, Eslovakia da. Haatik, aurrerago adierazi den bezala lana Frantzia Italia eta Espainiako herrialdetara zuzenduta dago beraz, 8. Grafikoan ikus daitekeen bezala herrialde hauen teilatuen batez besteko U-balioak hurrengoak dira:

- Espainia: 0,16 W/m²K
- Italia : 0,16 W/m²K
- Frantzia: 0,11 W/m²K

Kasu honetan ere bai, 3 herrialde hauen artean Passive House estandarrak zehaztutako U-balio tartean soilik, Frantziako teilatuen batz besteko U-balioa dago.



8. Grafikoa: Europa mailan teilatuen U-balioen batez bestekoak Zebra2020 proiektuaren arabera [6]

Azkenik, Lurzoruaren batez besteko U-baliorik altuena duen herrialdea Dinamarka da. Espainiaren, Italiaren eta Frantziaren teilatuen batz besteko U-balioak 9. Grafikoan ikus daitezkeen bezala hurrengoak dira:

- Espainia: 0,31 W/m²K
- Italia: 0,19 W/m²K
- Frantzia: 0,16 W/m²K

Kasu honetan, 3 herrialdetako teilatuen batez besteko U-balio bat ere ez dago Passive House estandarrak zehazturiko U-balioaren tartearen barruan.



9. Grafikoa: Europa mailan lurzoruen U-balioen bates bestekoak Zebra2020 proiektuaren arabera [6]

7.3 U-balioaren eta kontsumo energetikoaren arteko korrelazioak eta erregresioak

U-balioak kontsumo energetikoan daukan eragina analizatzeko, Espainiako, Italiako eta Frantziako 219 Passive House etxebizitza familia-bakarrak analizatu dira. Helburu hori lortzeko, hurrengo parametroen arteko Pearson korrelazio koefizienteak eta erregresioak atera dira:

- Kanpoko hormen U-balioen eta urteko berokuntza eskariaren, berokuntza kargaren eta lehen mailako energia-eskakizunaren artean.
- Teilatuen U-balioen eta urteko berokuntza eskariaren, berokuntza kargaren eta lehen mailako energia-eskakizunaren artean.
- Lurzoruen U-balioen eta urteko berogailu eskariaren, berokuntza kargaren eta lehen mailako energia-eskakizunaren artean.

Hala ere, azaldutako korrelazioak eta erregresioak kalkulatzeko orduan, 3 herrialde hauen etxebizitzak 3 era desberdinetara sailkatu dira:

- Herrialdeen arabera
- Passive House eraikuntza motaren arabera
- Zona klimatikoaren arabera: Zebra2020 proiektua zehazturiko zona klimatikoaren eta Espainia mailan, Espainiako Eraikuntza Kode Teknikoak (CTE) zehaztutako zona klimatikoaren arabera.

Beraz, orain azaldutako 3 sailkapen metodo horietan kalkulaturako erregresio eta korrelazioen emaitzak azalduko dira.

7.3.1 Pearson korrelazioen eta erregresioen emaitzak herrialdeen arabera

U-balioak kontsumo energetikoan daukan eragina herrialdeen arabera analizatzea erabaki da, aurrerago azaldu den bezala, herrialde bakoitzak U-balioak temperatura oinarri desberdinak eta gradu egun desberdinak erabiliz kalkulatu dituztelako.

219 Passive House etxebizitza-familia-bakarrak hiru herrialdeen artean hurrengo erara banatuta daude:

- Espainia = 67
- Italia = 36
- Frantzia = 116

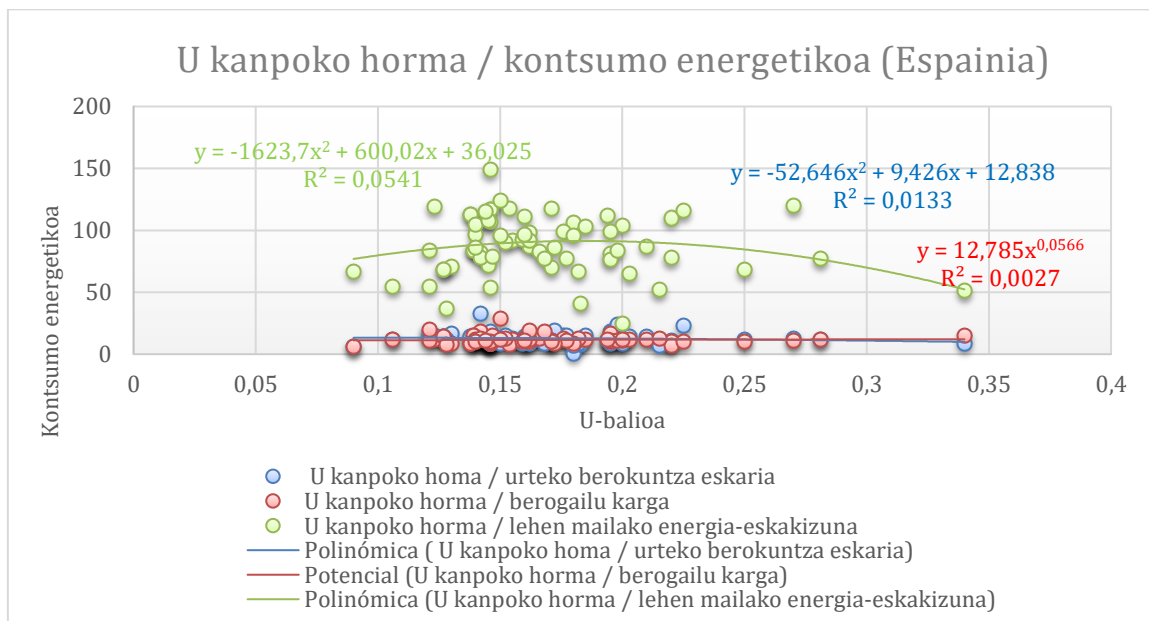
Pearson korrelazio koefizienteen emaitzak kasu gehienetan 0 baliotik hurbil daude, baita balio negatiboak ere izatera heltzen dira. Hurrengo taula lortutako emaitza horien adibide bat da, beste kasu guztietan lortutako emaitzak taula gehigarrien atalean aurki daitezke (I. Eranskina).

Herrialdea	U kanpoko horma / urteko berokuntza eskaria	U kanpoko horma / berogailu karga	U kanpoko horma / lehen mailako energia-eskakizuna
Espainia	-0,127999711	0,1320742	-0,0357619
Frantzia	-0,17460268	0,130611	-0,0373523
Italia	-0,132811475	0,1268355	-0,0163156

10. Taula: Kanpoko hormen U-balioen Pearson korrelazioak herrialdeen arabera

Taulan antzeman daitekeen bezala, hiru herrialdeetan lortzen diren emaitzak oso antzekoak dira. Ondorioz, balio horien arabera, U-balioak ez dauka kontsumo energetikoan eraginik.

Erregresioen bitartez lortutako emaitzak ez dira onak izan. Hobeto moldatzen den erregresioa kasu guztietan polinomikoa izan den arren, bere determinazio koefizientea 0 baliotik hurbil egon da denbora guztian. Ondorioz, ezin daiteke esan erregresio polinomikoa ondo moldatzen denik. Era berean, ezin daiteke ziurtatu datuak fluktuatzen dutenik. Lortutako emaitzen adibide bat 10.grafikoan ikus daiteke. Beste kasu guztietan lortutako emaitzak grafiko gehigarrien atalean aurki daitezke (II. Eranskina).



10. Grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen erregresioak Espainian

7.3.2 Pearson korrelazioen eta erregresioen emaitzak Passive House eraikuntza motaren arabera

Passive House estandarrean bost eraikuntza mota desberdin bereizten dira. Hala ere, Espainiako, Italiako eta Frantziako 219 Passive House etxebizitza familia-bakarretatik bat ere ez da steel motakoa. Beraz, etxebizitzak 4 eraikuntza motaren arabera soilik sailkatu dira eta eraikuntza mota bakoitzaren etxebizitza kopurua hurrengoa da:

- Timber = 122
- Mansory = 55
- Mixed = 33
- Insulated = 10

Pearson korrelazio koefizienteen balioak 0-tik hurbil eta minus izatera ere heltzen dira. Emaitz horien adibide bat 11.taulan ikus daiteke, beste korrelazio guztiekin lortutako emaitzak ordea, taula gehigarrien atalean aurki daitezke (I. Eranskina).

Eraikuntza mota	U kanpoko horma/ urteko berokuntza eskaria	U kanpoko horma/ berogailu karga	U horma / lehen mailako energia-eskakizuna
Timber	-0,13760532	0,12943978	-0,046231
Mansory	-0,13434508	0,12644449	-0,032146
Mixed	-0,15879306	0,12968435	-0,09122
Insulated	-0,18420636	0,1562794	-0,022543

11. Taula: Kanpoko hormen U-balioen korrelazioak eraikuntza motaren arabera

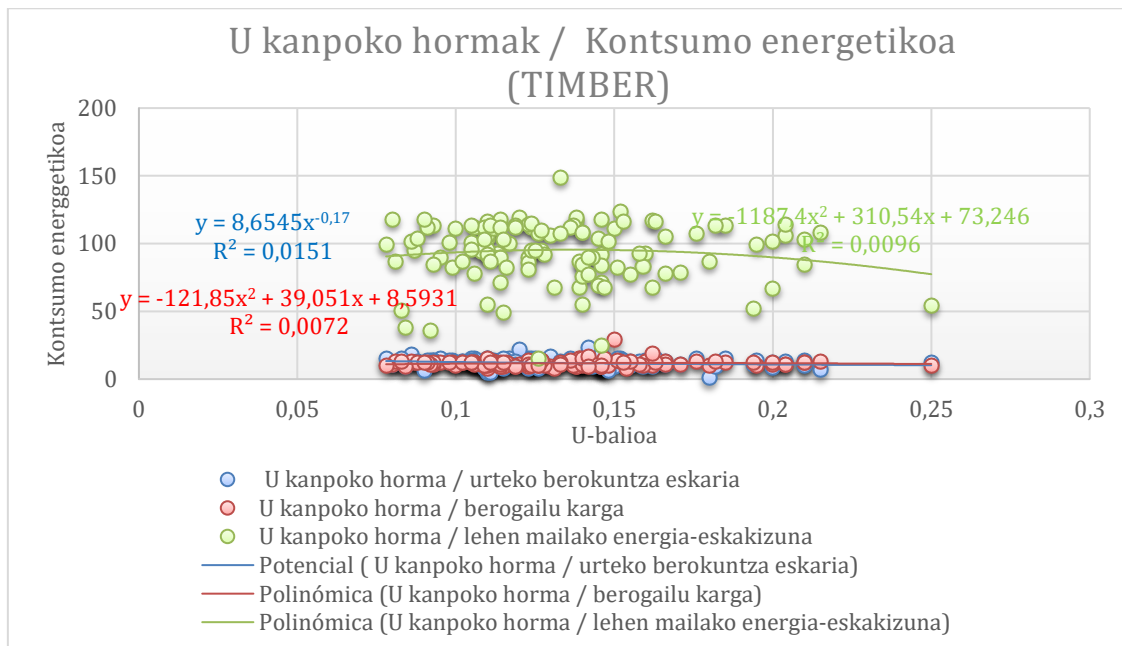
Alde batetik, taulako adibidean agertzen diren emaitzen bitartez, U-balioen eta urteko berokuntza eskariaren, berogailu kargaren eta lehen mailako energia-eskakizunaren artean erlaziorik existitzen ez dela antzeman daiteke. Aurrerago esan den bezala, korrelazioak zerotik hurbil eta minus izatera heltzen baitira.

Beste aldetik, sailkapena eraikuntza motaren arabera burutzerakoan, antzeman da eraikuntza motaren araberako U-balio tarte esanguratsurik existitzen ez zirela. Beraz, esan daiteke transmisio termikoaren koefizientea (U-balioa) eraikuntza motaren independentea dela. Hori dela eta, ezin da esan eraikuntza mota bat hobea denik U-balio minimoenak lortzeko.

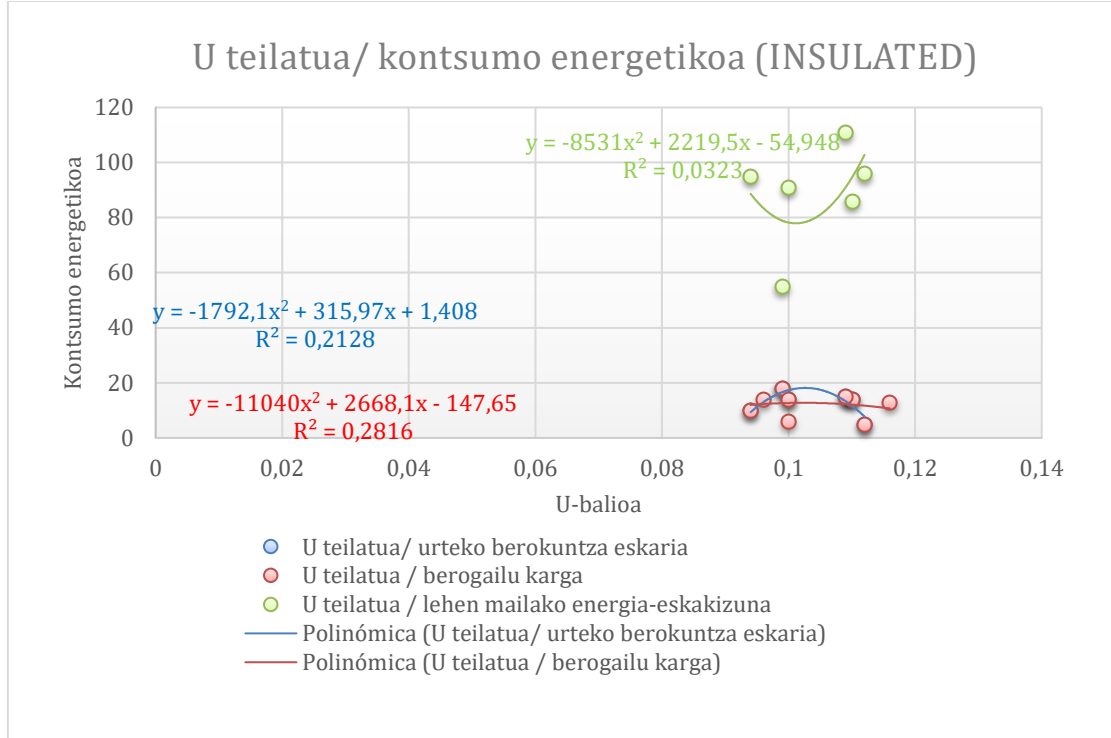
Erregresioen bitartez lortutako emaitzak ez dira hobetoak izan, kasu gehienetan hobeto moldatu den erregresioa polinomikoa izan da. Haatik, erregresio mota honekin lortu diren determinazio koefizienteen balioak, insulated eraikuntza motarekin lortutakoak izan ezik horiek 1 baliotik hurbilago baitaude, kasu guztietan 0 baliotik hurbil daude. Ondorioz, nahiz eta hobeto moldatzen den erregresioa kasu guztietan polinomikoa izan, erregresio hau ere ez da ondo moldatzen beraz, ezin da ziurtatu datuak fluktuatzen dutenik.

Azaldu den bezala, insulated eraikuntza motarekin lortutako emaitzak 1 baliotik hurbil daude. Haatik, emaitza hauek ez dira oso ziurrak, kalkuluetarako erabilitako laginaren tamaina oso txikia baita.

Hurrengo grafikoetan, timber eta insulated motako eraikuntza motekin lortutako zenbait korrelazio koefizienteen adibideak ikus daitezke. Beste erregresioekin lortutako emaitzak, grafiko gehigarrien atalean daude. (II.Eranskina)



11. Grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen erregresioak timber eraikuntza motan



12. Grafikoa: Teilatuaren U-balioen erregresioak insulated eraikuntza motan

Korrelazioetan eta erregresioen bitartez atera diren emaitzen arrazoiatariko bat, aurrerago azaldu den bezala, herrialde bakoitzak U-balioak kalkulatzeko orduan gradu egun tarte eta tenperatura oinarri desberdinak erabiltzen dituztela izan daiteke.

7.3.3 Pearson korrelazio koefizienteen eta erregresioek emaitzak zona klimatikoaren arabera

Zebra2020 proiektuak zehaztutako klimaren arabera

Zebra2020 proiektuak 5 zona klimatiko desberdin bereizten ditu: A, B, C, D, eta E. Espainiako, Italiako eta Frantziako 219 Passive House etxebizitza familia-bakarrak 5 zona klimatiko hauen arabera sailkatu dira. Zona klimatiko bakoitzean dauden etxebizitza kopurua hurrengo da :

- B zona klimatikoan = 10
- C zona klimatikoan = 16
- D zona klimatikoan = 142
- E zona klimatikoan = 53

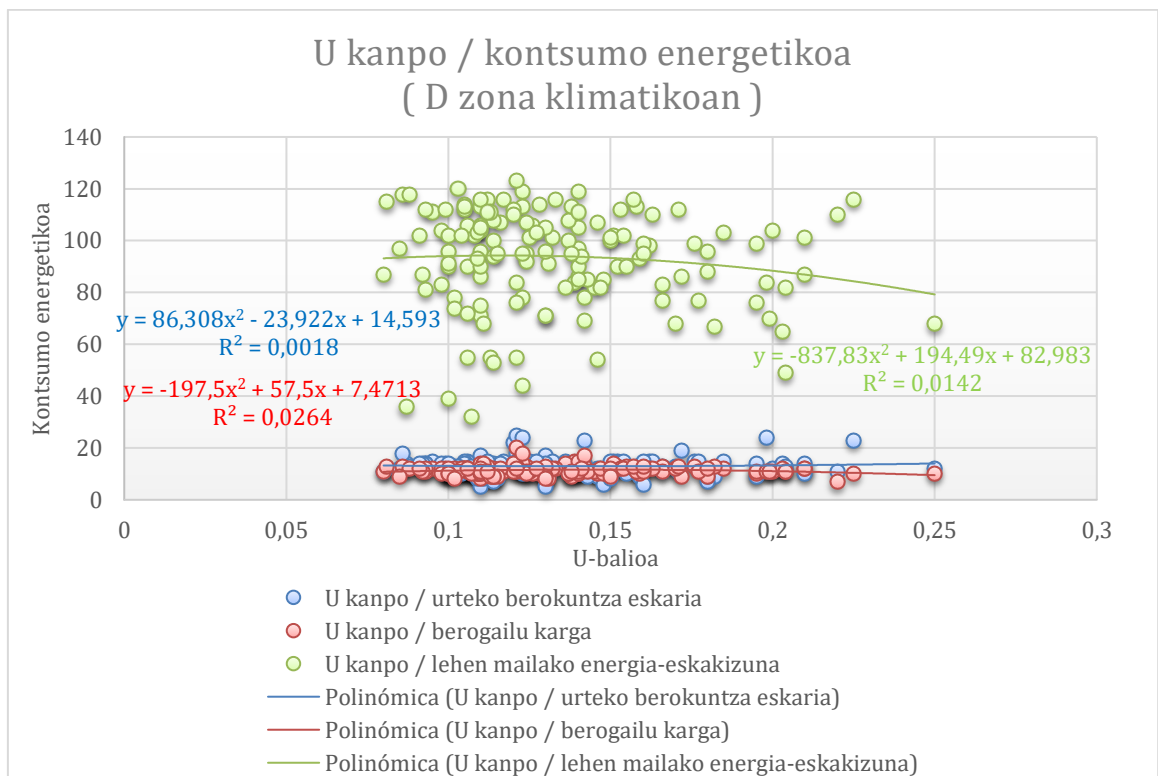
Adibide bezala jarritako 12.taulan, Pearson korrelazio koefizienteen bitartez lortutako emaitzak ikus daitezke. Taula honetan bereziki, D zona klimatikoarekin lortutako emaitzetan arreta jarri behar da, koefiziente horiek kalkulatzeko erabili den laginaren tamaina handiena izan baita. Hala ere, ez da desberdintasun handiegirik nabarmentzen beste zona klimatikoetan lortutako korrelazio koefizienteekin alderatuz gero, guztiak 1 baliotik oso urrun baitaude eta zenbait kasutan negatibo izatera ere heltzen baitira.

Zona klimatikoa	U kanpoko horma / urteko berokuntza eskaria	U kanpoko horma / berogailu karga	U kanpoko horma / lehen mailako energia-eskakizuna
Zona B	0,207743852	0,064433078	-0,086264478
Zona C	-0,05719301	0,039178361	-0,357633606
Zona D	0,0195559888	-0,031762947	-0,100580557
Zona E	-0,19477846	0,213771763	0,130864329

12. Taula: Kanpoko hormen U-balioaren korrelazioak Zebra2020 proiektuak zehaztuako zona klimatikoaren arabera

Emaitz hauek oinarri bezala erabiltzen badira U-balioak kontsumo energetikoan eragina ez daukala esan daiteke.

Erregresio desberdinekin lortutako emaitzak ez dira Pearson korrelazio koefizienteen bitartez lortu direnak baino hobea izan. Izan ere, nahiz eta erregresio mota desberdinak egin diren eta hobeto moldatzen den erregresioa aukeratu den arren, lortu diren korrelazio koefizienteak, adibide bezala 13.grafikoan ikus daitezkeenak, 0 baliotik hurbil daude. Kasu gehienetan, hobeto moldatu den erregresioa polinomikoa izan da. Hala ere, bere determinazio koefizientea oso baxua denez, ezin daiteke esan erregresio hori ondo moldatzen denik. Ondorioz, ezin daiteke esan datuak fluktuatzen dutenik.



13. Grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen erregresioak Zebra2020 proiektuak zehaztutako zona klimatikoaren arabera

Korrelazioetan eta erregresioen bitartez atera diren emaitzak bi arrazoiengatik izan daitezke. Alde batetik, aurrerago azaldu den bezala herrialde bakoitzak U-balioak kalkulatzeko orduan gradu egun tarte eta tenperatura oinarri desberdinak erabiltzen dituzte. Hori dela eta, herrialde desberdinen arteko U-balioak ezin daitezke alderatu eta kasu honetan, zona klimatiko bakoitzean 3 herrialde desberdinen U-balioak nahastu dira. Beste aldetik, Zebra2020 proiektuak Europa mailan zehaztasun gutxiko zona klimatikoen sailkapen bat burutzen du eta analizatu den bezala (7.1 atala) herrialde bakoitzak bere legetan oinarritutako zona klimatikoen sailkapen bat egiten du, zona klimatiko bakoitzari U-balio maximoak ezarriz.

Espainiako Eraikuntza Kode Teknikoak (CTE) zehazturiko klimen arabera

U-balioak herrialde desberdinen artean alderatzerakoan arazoak zor daitezkeenez, herrialde bakoitzak U-balioak gradu egun tarte eta tenperatura oinarri desberdinak erabiliz kalkulaten dituztelako, Espainiako 55 Passive House etxebizitza familia-bakarrak hartu dira eta Espainiako Eraikuntza Kode Teknikoak (CTE) zehazturiko zona klimatikoen arabera sailkatu dira. Sailkapena hurrengo erara geratu da:

- B zona klimatikoan 4 etxe daude
- C zona klimatikoan 16 etxe daude
- D zona klimatikoan 26 etxe daude
- E zona klimatikoan 9 etxe daude

Kasu honetan, Pearson korrelazio koefizienteen bitartez lortutako emaitzak esanguratsuagoak direnez, lortutako emaitza guztiak 13, 14 eta 15.tauletan ikus daitezke.

Zona klimatikoa	Azpi zona klimatikoa	U kanpo / urteko berokuntza eskaria	U horma / berogailu karga	U horma / lehen mailako energia-eskakizuna
Zona B	B3	0,93067786	0,183365907	0,69474516
Zona C	C1	0,5438279	-0,49851467	0,75744885
	C2	-0,05917943	0,078997963	-0,99173855
Zona D	D1	-0,06460007	0,015052907	-0,35968282
	D2	-0,14614453	-0,08377138	0,25434113
	D3	-0,028347722	-0,0636059	-0,058592734
Zona E	E1	-0,1972099	-0,0213426	0,25472229

13. Taula: Kanpoko U-balioen korrelazioak Espainiako Eraikuntza Kode Teknikoak zehaztutako klima sailkapenaren arabera

Zona klimatikoa	Azpi zona klimatikoa	U lurzorua/ urteko berokuntza eskaria	U lurzorua / berogailu karga	U lurzorua / lehen mailako energia-eskakizuna
Zona B	B3	0,79628823	0,44353276	0,47321644
Zona C	C1	-0,41574644	-0,15984738	-0,15314586
	C2	0,38305683	0,61670458	0,20072042
Zona D	D1	-0,29916561	0,00301614	-0,05932598
	D2	-0,09712643	-0,22609602	0,45989021
	D3	-0,5542477	-0,10074592	-0,64882127
Zona E	E1	0,03341677	0,10101389	0,42635812

14. Taula: Lurzoruen U-balioen korrelazioak Espainiako Eraikuntza Kode Teknikoak zehaztutako klima sailkapenaren arabera

Zona klimatikoa	Azpi zona klimatikoa	U teilatua / urteko berokuntza eskaria	U teilatua / berogailu karga	U teilatua / lehen energia-eskakizuna
Zona B	B3	0,15199352	0,94184728	-0,27213488
Zona C	C1	-0,89697892	-0,31632109	0,14435767
	C2	-0,34049169	0,46565776	-0,53255431
Zona D	D1	-0,29299999	0,332126	-0,79945691
	D2	0,005586283	0,12162359	0,21316328
	D3	-0,69018824	0,10818702	-0,48004225
Zona E	E1	-0,2934685	-0,277905	0,50050336

15. Taula: Teilatuen U-balioen Korrelazioak Espainiako Eraikuntza Kode Teknikoak zehaztutako klima sailkapenaren arabera

Tauletan hauteman daitekeen bezala, B zona klimatikoan lortzen diren Pearson korrelazio koefizienteak, U teilatuaren eta lehen mailako energia-eskakizunaren arteko korrelazio koefizientea izan ezik, 1-etik hurbil daude. Hala ere, korrelazio koefiziente horiek kalkulatzeko erabili den laginaren tamaina oso txikia da. Ondorioz, ezin daiteke esan, lortutako emaitza horietan oinarrituz, U-balioak kontsumo energetikoan daukan eragina zuzena denik. Hau da, ezin da esan ziurtasun osoz U-balioa zenbat eta handiago izan kontsumo energetikoa handiago izango denik.

Lagina handiagoa izan denean, adibidez D kasuan, lortutako Pearsonen korrelazio koefizienteak, D2 azpi-kliman U teilatuaren eta lehen mailako energia-eskakizunaren arteko korrelazio koefizientea izan ezik hori 1 baliotik hurbilago baitago, 0 balioaren inguruan daude. Kasu honetan lortutako emaitzetan oinarrituz, B zona klimatikoarekin gertatu ez den bezala, U balioak kontsumo energetikoan eraginik ez duela ondoriozta daiteke.

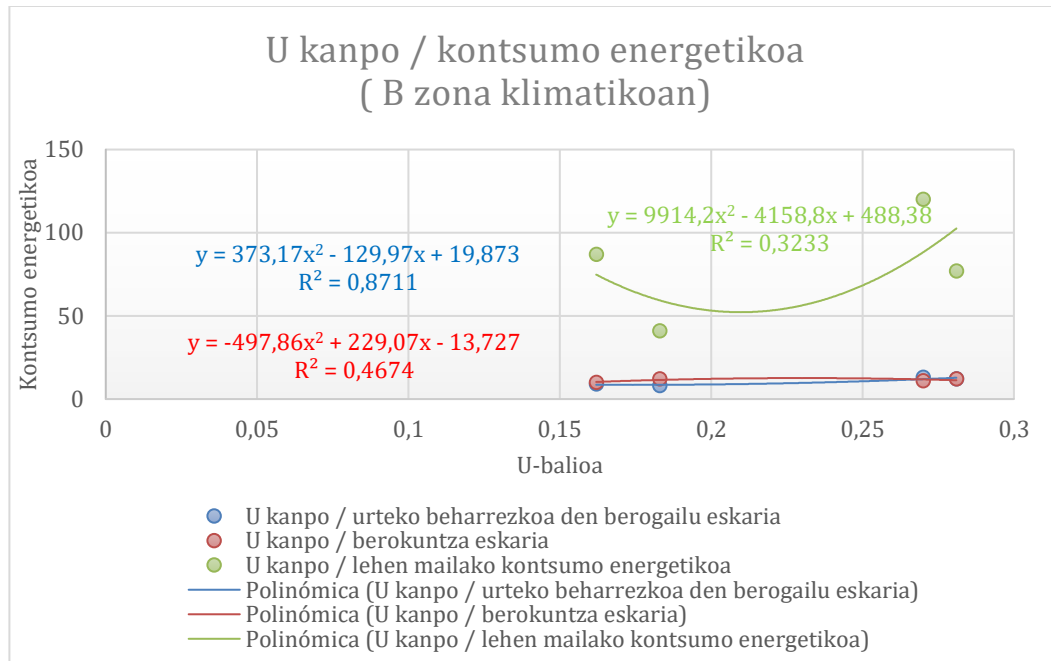
Bi kasu horiek ikusita hurrengo ondorioa atera da:

- U-balioak kontsumo energetikoan eragina eduki daiteke, frogatu denez zenbait zona klimatikoetan U-balioen eta mota desberdinetako kontsumo energetikoaren arteko erlazioa zuzena baita. Hala ere, beste kasu batzuetan eraginik ez daukala ematen du. Beraz, ezin daiteke ziurtatu eragini daukan ala ez, hori ondo frogatzeko laginaren tamaina handiagoa izan beharko zen, 55 etxebizitzekin soilik ezin baita guztiz fidagarria den ondorio bat atera.

Erregresioekin, Pearson korrelazio koefizienteekin gertatu den bezala, lortu diren emaitzak aurreko saiakuntzetan lortutakoak baino hobetoak izan dira. Hala ere, kasu gehienetan erregresio mota desberdinekin lortutako determinazio koefizienteak 1 baliotik nahiko urrun egoten jarraitzen dute.

B zona klimatikoa, 14. Grafikoan ikus daitekeen bezala, salbuespen bat da, egindako erregresioen determinazio koefizienteak kasu gehienetan altuak izan baitira. Hala ere, zona klimatiko honetan ere zenbait kasutan determinazio koefizienteen balioak 1 baliotik urrun daude, salbuespen horiek hurrengoak dira:

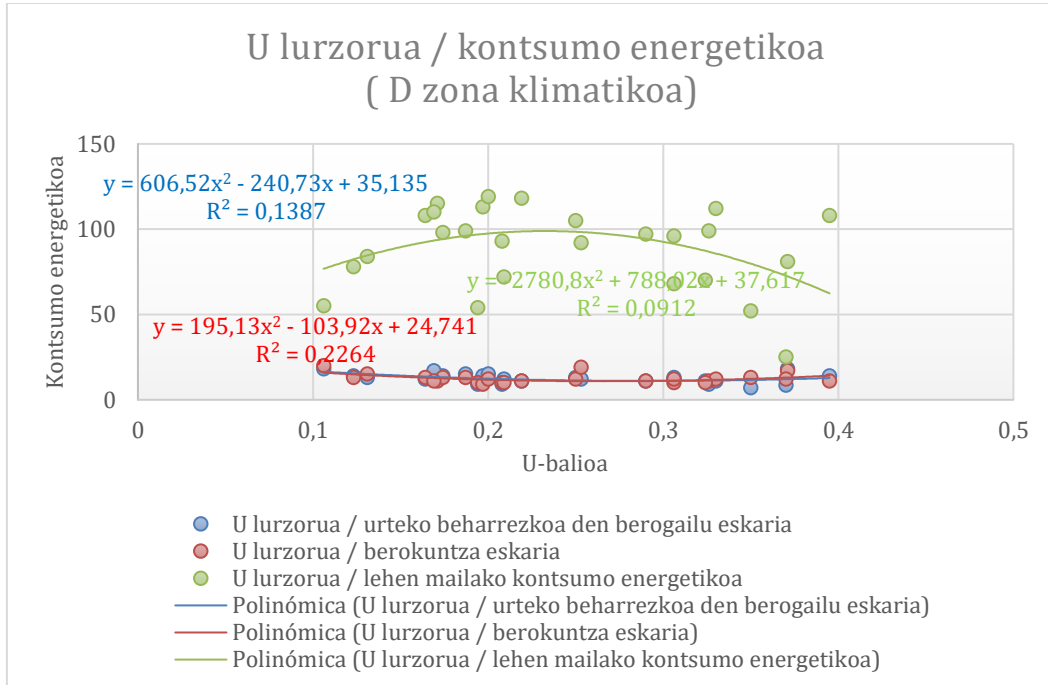
- U lurzorua eta lehen mailako energia-eskakizuna
- U teilatua eta urteko berokuntza eskaria
- U teilatua eta lehen mailako energia-eskakizuna



14. Grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen erregresioak Espainiako Eraikuntza Kode Teknikoak zehaztutako B zona klimatikoan.

D zona klimatikoan ordea, lortutako erregresioen determinazio koefizientea oso baxua da,

15. Grafikoa horren adibide bat da. Beste zona klimatikoetan erregresioen bitartez lortutako emaitzak grafiko gehigarrien atalean daude. (II.Eranskina)



15. Grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen erregresioak Espainiako Eraikuntza Kode Teknikoak zehaztutako D zona klimatikoan

Beraz, korrelazioekin gertatu den bezala ezin dugu ondorio fidagarri bat atera, ezin baita esan, ziurtasun osoarekin, U-balioak eta kontsumo energetikoaren arteko erlazioa polinomikoa denik. Horretarako, esan den bezala laginaren tamaina handiagoa izan beharko zen.

8. Gantt-en diagrama

Ondoren, ikerkuntza aurrera eraman ahala izateko jarraitu behar izan den lan-plan aurkezten da. Lan-plan hau egindako zeregin desberdinen deskonposizioan oinarritzen da eta zeregin horiek hurrengoak dira:

1.ZEREGINA: Helburuak finkatzea

Zeregin hau, aurrera eraman nahi duguna era objetibo eta errealista batean identifikatzea datza. Beste era batean esanda, lortu nahi dugun helburua identifikatzean datza.

2.ZEREGINA: Berrikusketa bibliografikoa

Zeregin hau, finkatutako gaiari buruz perspektiba orokor bat lortzeko egin den idatzizko informazioaren bilketan oinarritzen da.

3.ZEREGINA: Informazioaren analisia

Zeregin honen helburua, ideia adierazgarriak lortzea da. Horretarako, informazio iturri desberdinak erabili dira, edukiak anbiguotasunik gabe adierazi ahal izateko.

4.ZEREGINA: Datuen lorpena

Zeregin hau, Espainiako, Italiako eta Frantziako Passive House etxebizitza familia-bakarren U-balioen, urteko beharrezko berokuntza eskariaren, berogailu kargaren eta lehen mailako energia-eskakizunaren datuen bilketan oinarritzen da. Datu guzti horiek lortzeko, Passive House datu-basea erabili da.[11]

5.ZEREGINA: U-balioaren eta kontsumo energetikoaren analisia

Zeregin honen helburua Espainiako, Italiako eta Frantziako Passive House etxebizitza familia-bakarretan U-balioak kontsumo energetikoaren daukan eragina analizatzea da.

6.ZEREGINA: Emaitzak eta ondorioak

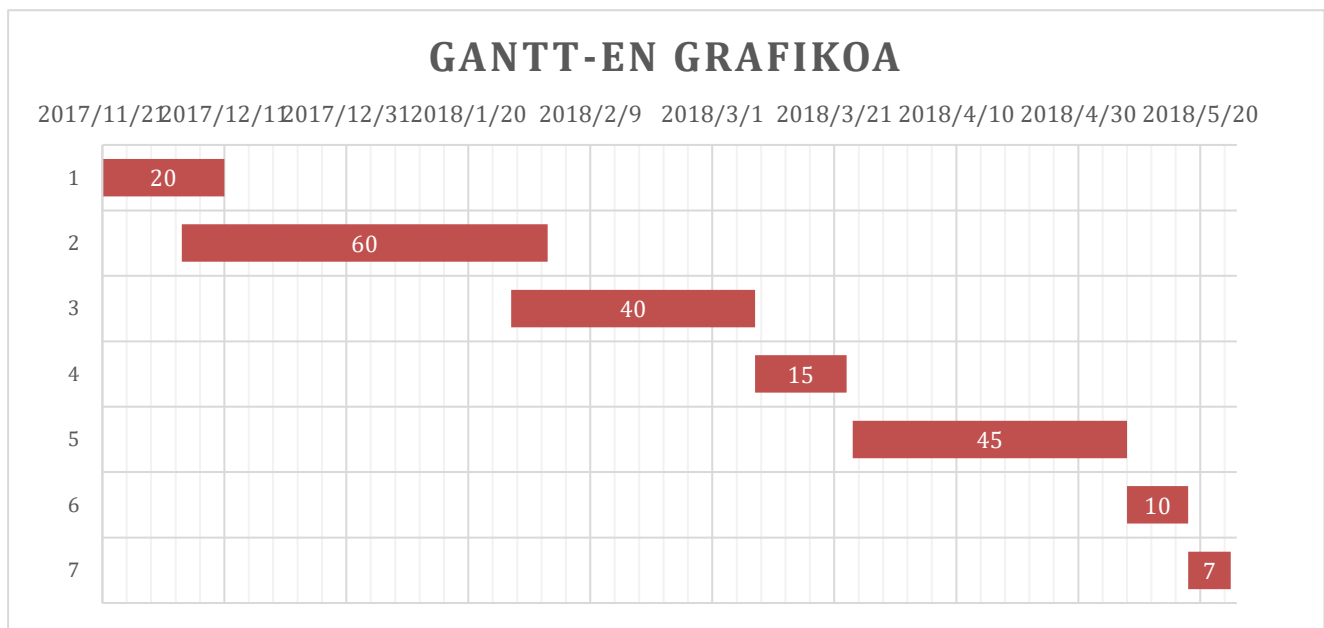
Zeregin hau, taulak, grafikoak eta bestelakoak erabilia aurreko zereginetan egin den analisia erakustean datza, egindako ikerkuntzaren zehazpen bat lortu ahal izateko.

7.ZEREGINA: Gradu amaierako lanaren elaborazioa edo memoria finala

Zeregin hau, lortutako informazioa, emaitzak, ondorioak... ondo azaltzen dituen txosten baten prestakuntzan datza.

Zbk.	Zeregina	Hasiera	Amaiera	Iraupena (egunak)
1	Helburuak finkatzea	2017/11/21	2017/12/11	20
2	Berrikusketa bibliografikoa	2017/12/4	2018/1/31	60
3	Informazioaren analisia	2018/1/27	2018/3/8	40
4	Datuen lorpena	2018/3/8	2018/3/23	15
5	U-balioaren eta kontsumo energetikoaren analisia	2018/3/24	2018/5/8	45
6	Emaitzak eta ondorioak	2018/5/8	2018/5/18	10
7	Gradu amaierako lanaren edo memoria finalaren elaborazioa	2018/5/18	2018/5/25	7

16. Taula: Gantt-en taula



16. Grafikoa: Gantt-en grafikoa

9. Aurrekontua

Lan honen aurrekontua 3 bloke handitan banatzen da: Barne orduak, amortizazioak eta gastuak. Hiru atal horien azalpena egingo da hurrengo tauletan

❖ Barne orduak

Langilea proiektua aurrera eraman ahal izateko jardun behar izan dituen ordu kopurua da.

Langilea	Proiektu orduak (h)	Kostua orduko (E/h)	Guztira (€)
Ingeniaria	20	50,00	1.000
Guztira			1.000

17. Taula: Barne orduak

❖ Amortizazioak

Proiektua aurrera eraman ahal izateko erabili diren aktibo finkoak

Amortizazioak	Hasierako prezioa (€)	Bizitza erabilgarria (urteak)	Proiektuaren iraupena (Hilabeteak)	Amortizazioa (€)
Ordenagailua	800,00	7	7	66,67
Licencia office	120,00	1	7	70
Guztira amortizazioak				136,67

18. Taula: Amortizazioak

❖ Gastuak

Lana bukatu ondoren, ez dute inolako erabilerarik izango.

Gastuak	Guztira (€)
Material suntsikorra: fotokopiak papela boligrafoak...	150,00
Guztira gastuak	150,00

19. Taula: Gastuak

10.Ondorioak

Hurrengo atalean ikerkuntza honetan zehar lortu diren ondorio orokorren laburpen bat egingo da:

- U-balioaren mugak herrialde bakoitzaren zuzentarauen arabera zehaztuta daude eta herrialde barruan zona klimatikoen arabera. Gainera nahiz eta ISO6946 araua parametro hau kalkulatzeko formula orokorra arautu nazioarte mailan, herrialde bakoitzak U-balioa kalkulatzeko orduan tenperatura oinarri eta gradu egun desberdinak erabiltzen ditu.
- Ezin izan da zehaztu U-balioaren eta kontsumo energetikoaren arteko erlazioa existitzen den ala ez

U-balioak kontsumo energetikoan daukan eragina analizatzeko 3 sailkapen egin dira: herrialdeen arabera, Passive House eraikuntza motaren arabera eta zona klimatikoen arabera. Sailkapen hauen bitartez lortu ditugun ondorio espezifiko garrantzitsuenak hurrengoak dira:

- Herrialdeen araberako Passive House etxebizitza-familia-bakarren sailkapenean, hartutako etxeak ez dira herrialde bakoitzaren zuzentzarau zehaztutako zona klimatikoetan bereizi, hori bakarrik Espainiako kasurako egin da. Sailkapen honetan ez da antzeman U-balioaren eta kontsumo energetikoaren arteko erlazioa existitzen denik.
- Lortutako Pearson korrelazio koefizienteen eta erregresioen emaitzak Passive House eraikuntza mota bakoitzerako, U-balioaren eta kontsumo energetikoaren arteko erlazioerik existitzen ez dela ere determinatu dute.
- Ez dugu ezta somatu U-balioaren tarte esanguratsu bat eraikuntza mota bakoitzerako ondorioz, esan daiteke U-balioa Passive House eraikuntza motaren independentea dela.
- Zebra2020 proiektuak Europa mailan egiten duen zona klimatikoen sailkapena zehaztasun gutxikoa dela somatzen dugu. Posible da zehaztasun gabezia hori izatea Pearson korrelazio koefizienteak zero balioaren inguruan egotea baita negatiboak izatearen funtsezko arrazoia. Erregresioekin gauza bera gertatu da.

- Espainiako Eraikuntza Kode Teknikoak (CTE) zehaztutako zona klimatikoen sailkapenean oinarituz, kasu batzuetan U-balioaren eta kontsumo energetikoaren arteko erlazioa somatu da adibidez B zona klimatikoan. Beste kasu batzuetan ordea, ez da erlazio hori somatu. Posible da arazo nagusia ez izatea U-balioaren kalkulurako erabili diren irizpideak baizik eta erabilitako laginaren tamaina nabarmenki txikia izan dela (55 etxebizitza familia-bakarrak)

Laburbilduz, lortutako emaitzak kontuan hartuta, ezin dugu baieztatu U-balioaren eta kontsumo energetikoaren arteko erlazioirik existitzen ez denik. Posible da erlazio faltaren arazo nagusiak hurrengoak izatea:

- Zenbait kasutan erabilitako laginaren tamaina txikia izan dela uste dugu.
- Europa mailan U-balioaren kalkulurako amankomuneko metodologia eta irizpideak behar direla uste dugu.

11. Bibliografía

- [1] GRUPO INTERGUVERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO DE EVALUACIÓN: QUINTO INFORME. Disponible: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_SPANISH.pdf
- [2] DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición)
- [3] WASSOUF, MICHAEL. 2014. PASSIVHAUS: DE LA CASA PASIVA AL ESTANDAR. Barcelona: Gustavo Gili.
- [4] DIRECTIVA 2012/27/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE
- [5] PARLAMENTO EUROPEO, 2002. DIRECTIVA 2002/91/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- [6] INTELLIGENT ENERGY EUROPE PROGRAMME OF THE EUROPEAN UNION, 2014-last update, ZEBRA 2020. Available: <http://zebra2020.eu/> [3/1, 2016].
- [7] CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE). DOCUMENTO BASICO. DB-HE. Disponible en : <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DBHE.pdf>
- [8] WORKSHOP - Edificios Energía Casi Nula, 2017. Políticas, Estrategias y Modelos Económicos para la implantación de los Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo en España, 08/03/2017 2017, pp. Available: <https://www.congreso-edificios-energia-casi-nula.es/workshop-eccn-2017/>

[9] Certificado de eficiencia energética. Llevar la eficiencia energética al siguiente nivel : las casas pasivas o Passive House. Available:

<https://certificadodeeficienciaenergetica.com/blog/eficiencia-energetica-casas-pasivas-passive-house/>

[10] PASSIPEDIA. THE PASIVE HOUSE RESOURCE. Available:

https://passipedia.org/basics/the_passive_house_-_definition

[11] IDEALISTA NEWS, 2014. Así es una vivienda con matrícula de honor en la calificación energética

[12] Passive House Database. Available:

<http://www.passivhausprojekte.de/index.php?lang=en>

[13] Designing Buildings Wiki: U-value. Available:

<https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/U-values>

[14] Building components and building elements Thermal resistance and thermal transmittance - Calculation methods (ISO 6946:2017)

[15] Thermal bridges in building construction-Heat flows and surface temperatures- Detailed calculations (ISO 10211:2017)

[16] Passive House Institute. Passive House Requirements. Available:

http://www.passivehouse.com/02_informations/02_passive-house-requirements/02_passive-house-requirements.htm

[17] PASSIPEDIA, PHPP- PASSIVE HOUSE PLANNING PACKAGE. Available:

https://passipedia.org/planning/calculating_energy_efficiency/phpp_-_the_passive_house_planning_package

[18] Vanesa Ezquerro, Estándar Passivehaus, como método de diseño, cálculo y ejecución de los Edificios Casi Nula (EECN). Disponible en : <https://vanesaezquerro.com/passivhaus-para-el-diseno-de-un-eccn/>

[19] Passive House Institute. Criterios para los Estándares Casa Pasiva, EnerPHit y PHI Edificio de baja demanda energética. Disponible en :

https://passipedia.org/media/picopen/9f_160815_phi_criterios_edificios_es.pdf

[20] ENERGIHAUS EDIFICIOS PASIVOS. Conceptos clave de una passivehaus

<http://www.energiehaus.es/passivhaus/funcionamiento-una-passivhaus/>

[21] Elrond Burrell, Passivehaus Construction: Not Just Timber. Available:

<https://elrondburrell.com/blog/passivhaus-construction-not-just-timber/>

[22] INTELLIGENT ENERGY EUROPE PROGRAMME OF THE EUROPEAN UNION, 2014-last update, ZEBRA 2020. Available: <http://zebra2020.eu/> [3/1, 2016].

[23] Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE <<Ahorro de Energía>>, de Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. BOE, núm. 219, de 12 de septiembre de 2013, páginas 67137 a 67209 (73 págs.): Boletín Oficial del Estado (BOE).

[24] Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE, num. 74, de 28 de marzo de 2006, páginas 11816 a 11831 (16 págs.): Boletín Oficial del Estado (BOE).

[25] Energy and Building. Overview and future challenges of nearly zero energy buildings (nZEB) design in Southern Europe

[26] Coeficiente de correlación lineal de Pearson. Disponible en :

<https://personal.us.es/vararey/adatos2/correlacion.pdf>

[27] Regresión lineal y correlación. Disponible en :

http://aprendeconalf.es/estadistica/spss/capitulo_regresion.pdf

[28] Microsoft. Elegir la mejor línea de tendencia para los datos. Disponible en:

<https://support.office.com/es-es/article/elegir-la-mejor-l%C3%ADnea-de-tendencia-para-los-datos-1bb3c9e7-0280-45b5-9ab0-d0c93161daa8>

[29] Renewable and Sustainable Energy Reviews. Review of international regulations governing the thermal insulation requirements of residential buildings and the harmonization of envelope energy loss.

[30] Gobierno de España. Ley 38/199, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación. Boletín Oficial del Estado núm. 266, p. 38925-34. Madrid; 1998

[31] Gobierno de España; Ministerio de vivienda. Código Técnico de la Edificación, parte I. Madrid; 2010. Disponible en : www.codigotecnico.org

[32] Gobierno de España; Ministerio de vivienda. Código Técnico de la Edificación, parte II. Documento Básico HE: Ahorro de Energía, Madrid; 2010. Disponible en : www.codigotecnico.org

[33] Overview Of the eU-27 bUilding pOlicies and prOgrams. factsheets On the nine entranze target cOUntries . <file:///C:/Users/Iraia/Desktop/TFG/u%20balio%20taulak.pdf>

[34] <http://legifrance.gouv.fr/affichCode.do?cidTexte=LEGITEXT000006074096> [last accessed:October 2012].R 111-20du code de la construction et de l'habitation. Repulique Francaise; 2012

[35]Ministère de l'emploi, de la cohésion sociale et du logement. Arrêté du 24 mai 2006 relatif aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments. NOR:SOCU0610625A. Journal officiel de la république française, 25 mai 2006, Texte 14 sur 155.

[36] Ministère de l'emploi, de la cohésion sociale et du logement. Décret no. 2006-592du 24 mai 2006 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions. NOR:SOCU0610624D. Journal officiel de la république française, 25 mai 2006, Texte 12 sur 155.

[37] Ministère de l'emploi, de la cohésion sociale et du logement. Décret no. 2010-1269 du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions. NOR:DEVU1020041D. Version consolidée au 28 octobre 2010.

www.legifrance.gouv.fr. Le service public de la diffusion du droit. Les textes législatifs et réglementaires.

[38] Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, en charge des technologies vertes et des négociations sur le climat. Arrêté du 29 septembre 2009 relatif au contenu et aux conditions d'attribution du label «haute performance énergétique rénovation» NOR:DEVU0917396A. Journal officiel de la république française, 1^{er} octobre 2009, Texte 9 sur 190.

[39] D.P.R. 412/1993. Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della L. 9 gennaio 1991, n. 10

[40] Italian legislative decree 2006/311

I. ERANSKINA: PEARSON KORRELAZIO KOEFIZIENTEAREN EMAITZEN TAULAK

1. Pearson korrelazioen emaitzak herrialdeen arabera

Herrialdea	U lurzorua / urteko berokuntza eskaria	U lurzorua / berogailu karga	U lurzorua / lehen mailako energia-eskakizuna
Spainia	-0,1230538	0,0620636	-0,0252758
Frantzia	-0,1423522	0,0384569	-0,0317147
Italia	-0,1093671	0,0402907	-0,0208737

1. Eranskin taula: Luzoruaaren U-balioen Pearson korrelazio koefizienteak herrialdeen arabera

Herrialdea	U teilatua / urteko berokuntza eskaria	U teilatua / berogailu karga	U teilatua / lehen mailako energia-eskakizuna
Spainia	-0,0683909	0,0387959	-0,0183971
Frantzia	-0,0743776	-0,0362622	-0,0205644
Italia	-0,0602295	-0,0340281	-0,0154628

2. Eranskin taula: Teilatuaaren U-balioen Pearson korrelazio koefizienteak herrialdeen arabera

2. Pearson korrelazio koefizienteen emaitzak Passive House eraikuntza motaren arabera

Eraikuntza mota	U lurzorua / urteko berokuntza eskaria	U lurzorua / berogailu karga	U lurzorua / lehen mailako energia-eskakizuna
Timber	-0,1156404	0,042627	-0,0482796
Masonry	-0,1118817	0,038931	-0,0394651
Mixed	-0,1329815	0,037057	-0,0720349
Insulated	-0,0488832	-0,078445	-0,119248

3. Eranskin taula: Lurzoruaaren U-balioen Pearson korrelazio koefizienteak Passive House eraikuntza motaren arabera

Eraikuntza mota	U teilatua/ urteko berokuntza eskaria	U teilatua/ berogailu karga	U teilatua / lehen mailako energia-eskakizuna
Timber	-0,062906	0,03436	-0,095959
Masonry	-0,060685	-0,034279	-0,098141
Mixed	-0,070418	-0,035212	-0,117375
Insulated	-0,031638	-0,067658	-0,123075

4. Eranskin taula: Teilatuen U-balioen Pearson korrelazio koefizienteak Passive House eraikuntza motaren arabera

3. Pearson korrelazio koefizienteen emaitzak Zebra2020 proiektuak zehaztutako zona klimatikoetan

Zona klimatikoa	U lurzorua / urteko berokuntza eskaria	U lurzorua / berogailu karga	U lurzorua / lehen mailako energia-eskakizuna
Zona B	0,1600997006	0,226778889	0,165307171
Zona C	0,07098872	0,13871639	0,000730814
Zona D	-0,0265494	-0,0929601	0,017511646
Zona E	-0,00548524	-0,13296614	-0,145536649

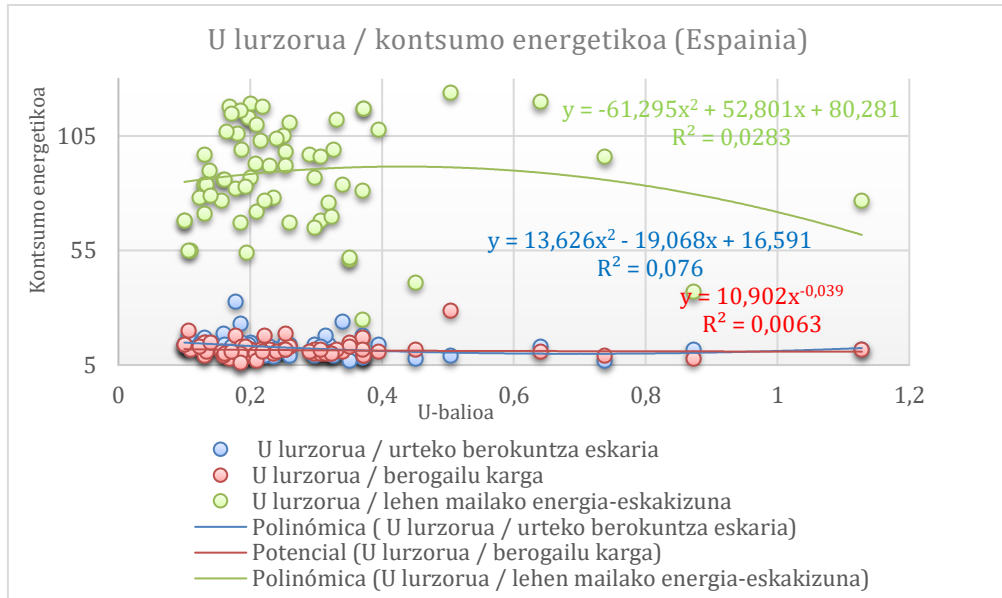
5. Eranskin taula: Lurzoruaren U-balioen Pearson korrelazio koefizienteak Zebra2020 zehaztutako zona klimatikoetan

Zona klimatikoa	U teilatua / urteko berokuntza eskaria	U teilatua / berogailu karga	U teilatua / lehen mailako energia-eskakizuna
Zona B	-0,000913915	0,094791278	0,424672612
Zona C	-0,21459973	-0,000275253	-0,256608775
Zona D	0,002000823	-0,146268681	-0,0161485476
Zona E	-0,078995955	0,099619897	-0,001566333

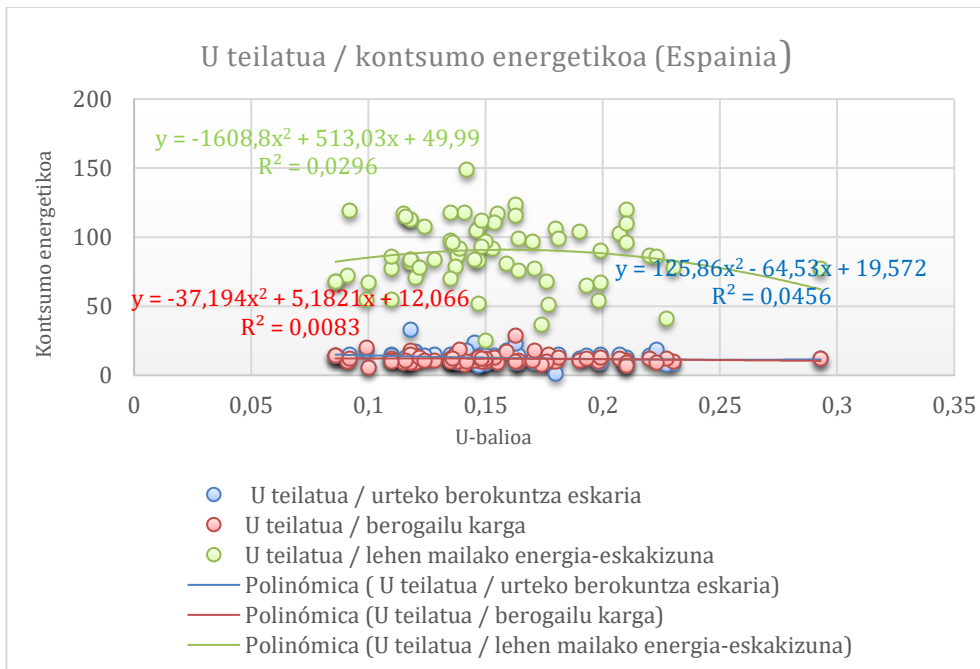
6. Eranskin taula: Teilatuen U-balioen Pearson korrelazio koefizienteak Zebra2020 zehaztutako zona klimatikoetan

II. ERANSIKINA: ERREGRESIOEN EMAITZEN GRAFIKOAK

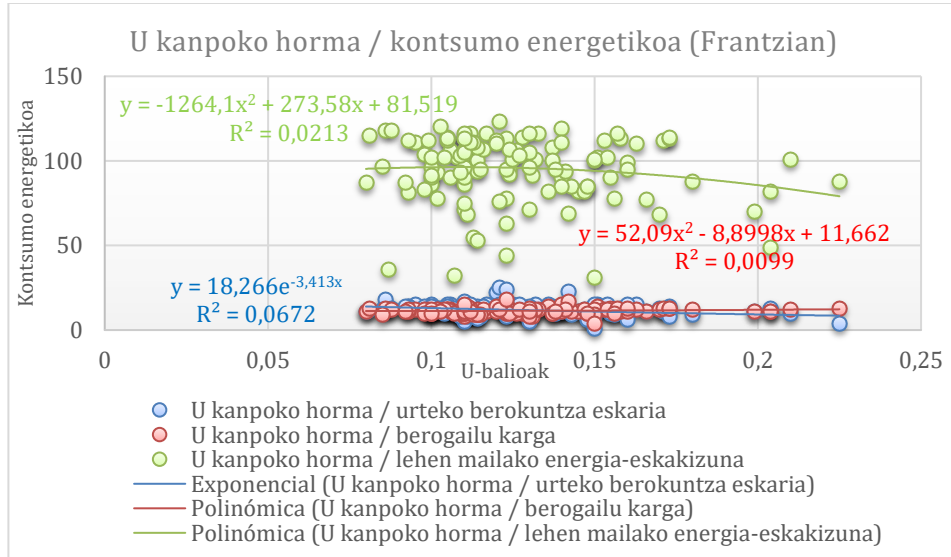
1. Erregresioen emaitzak herrialdeen arabera



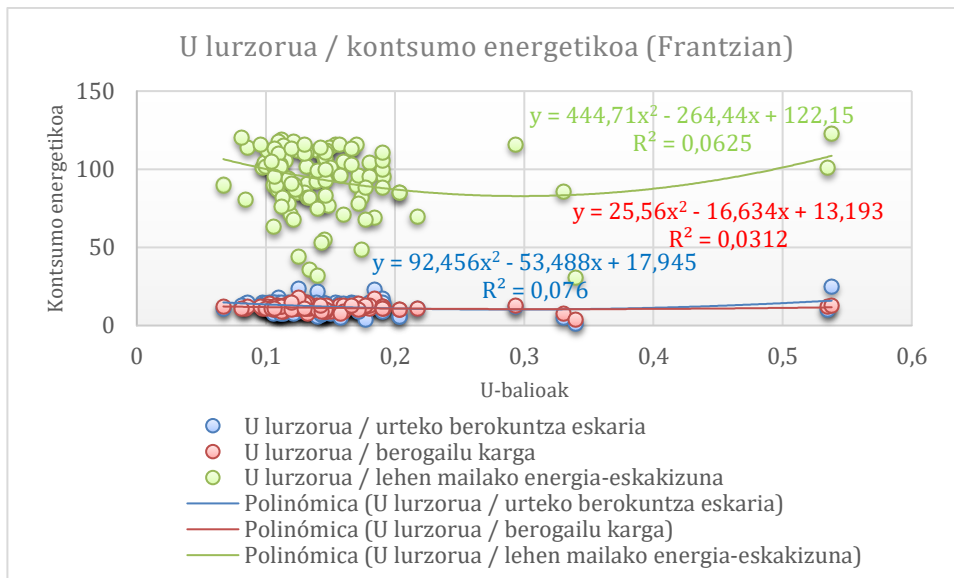
1. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Espainian



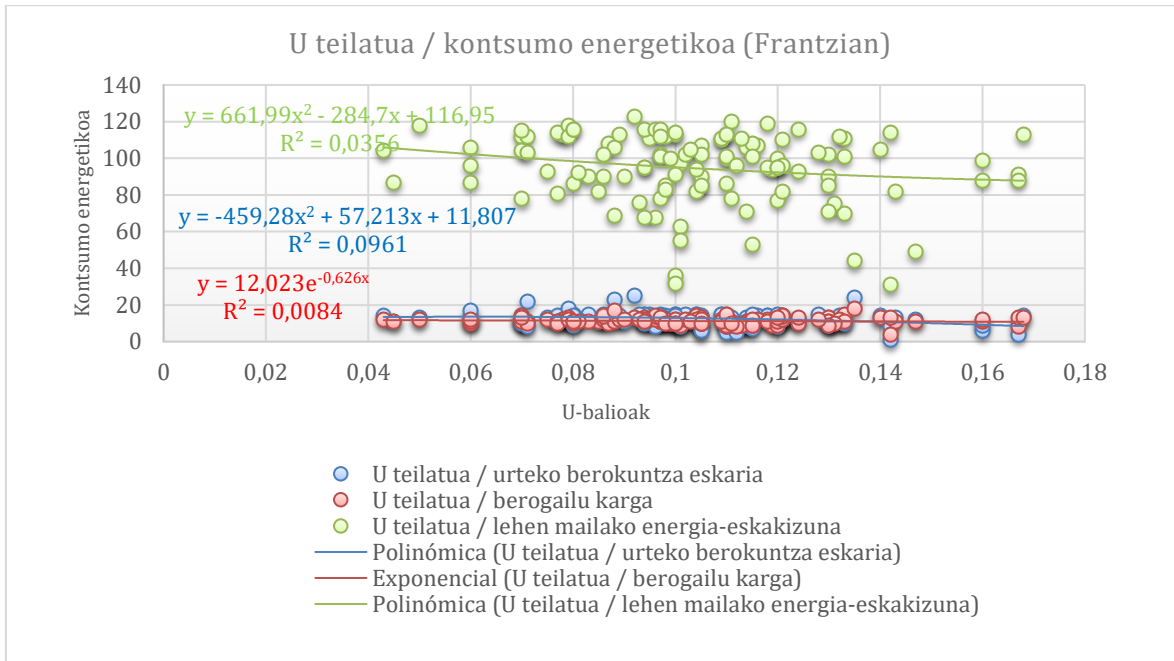
2. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Espainian



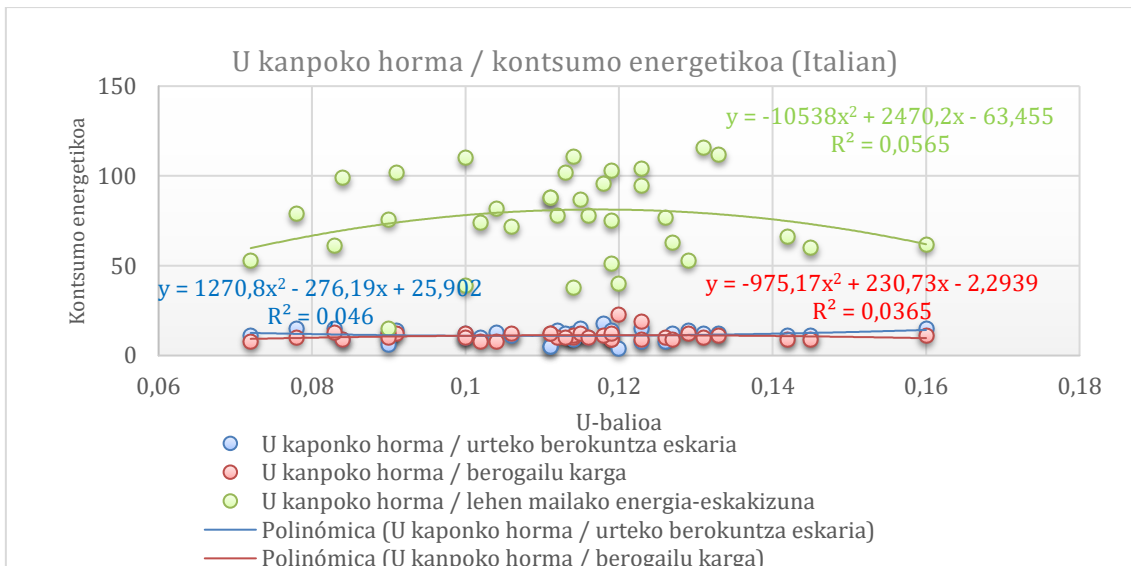
3. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta Kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Frantzia



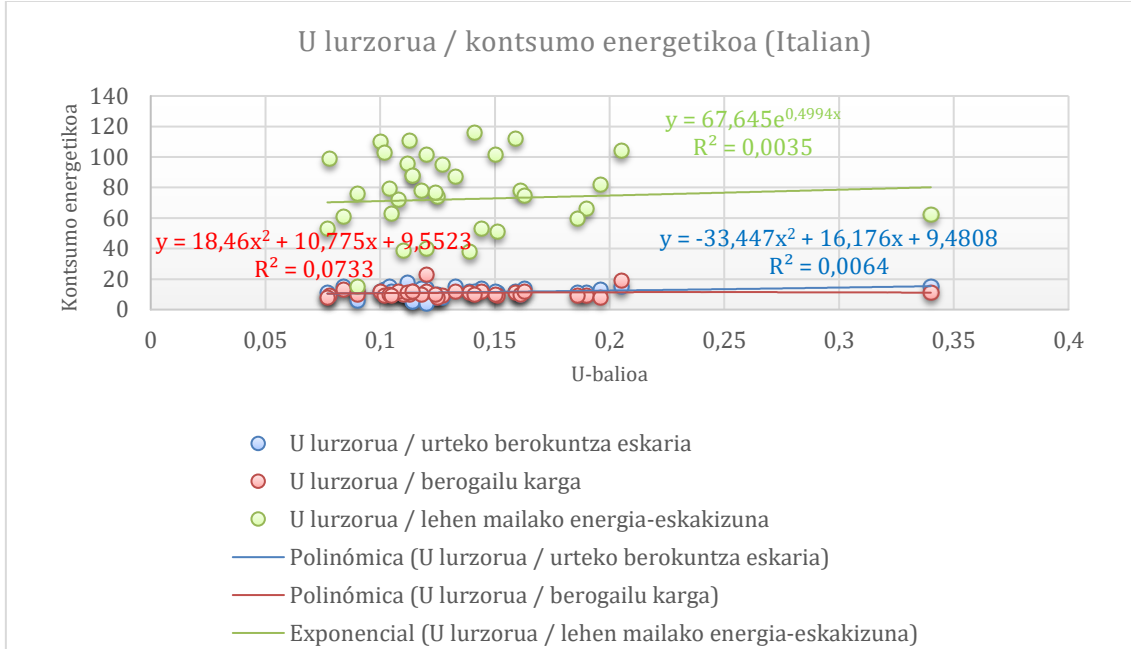
4. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta Kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Frantzia



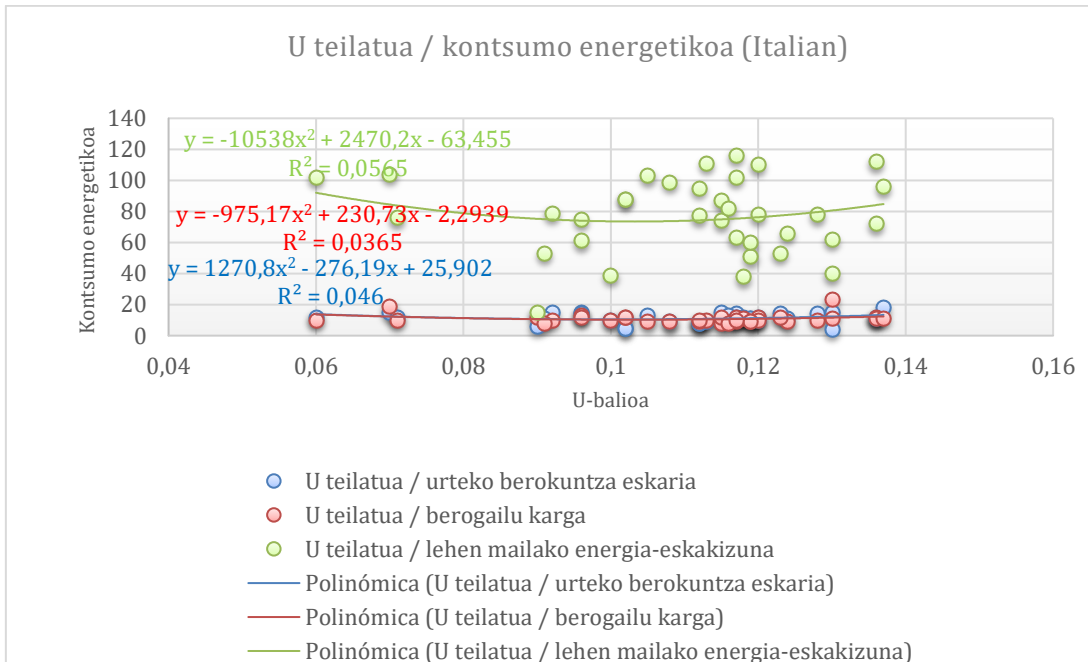
5. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Frantzia



6. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Frantzia

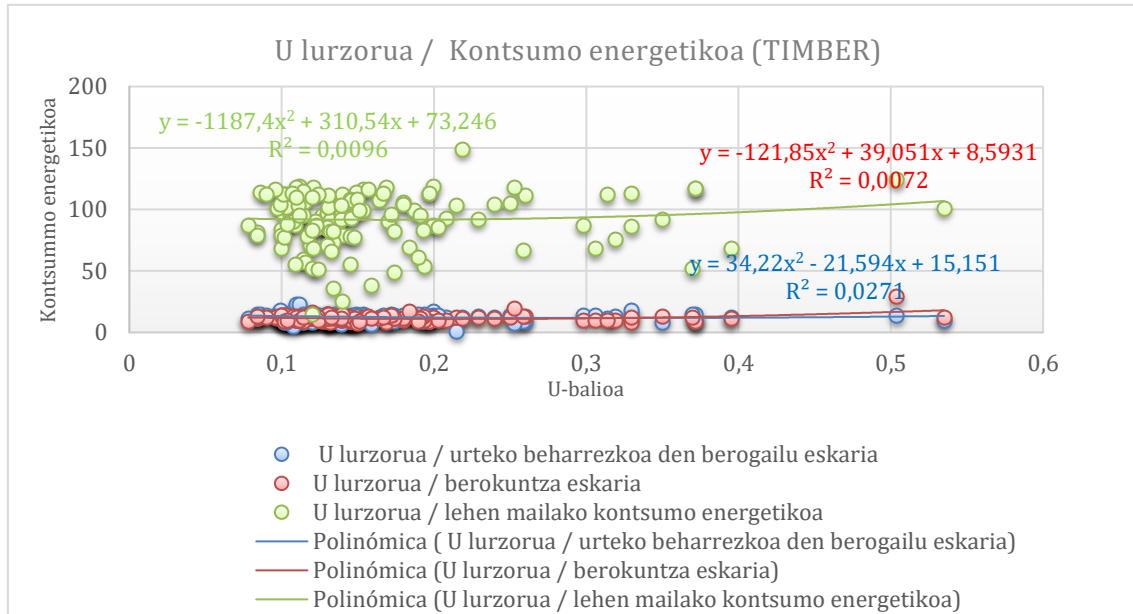


7. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Italian

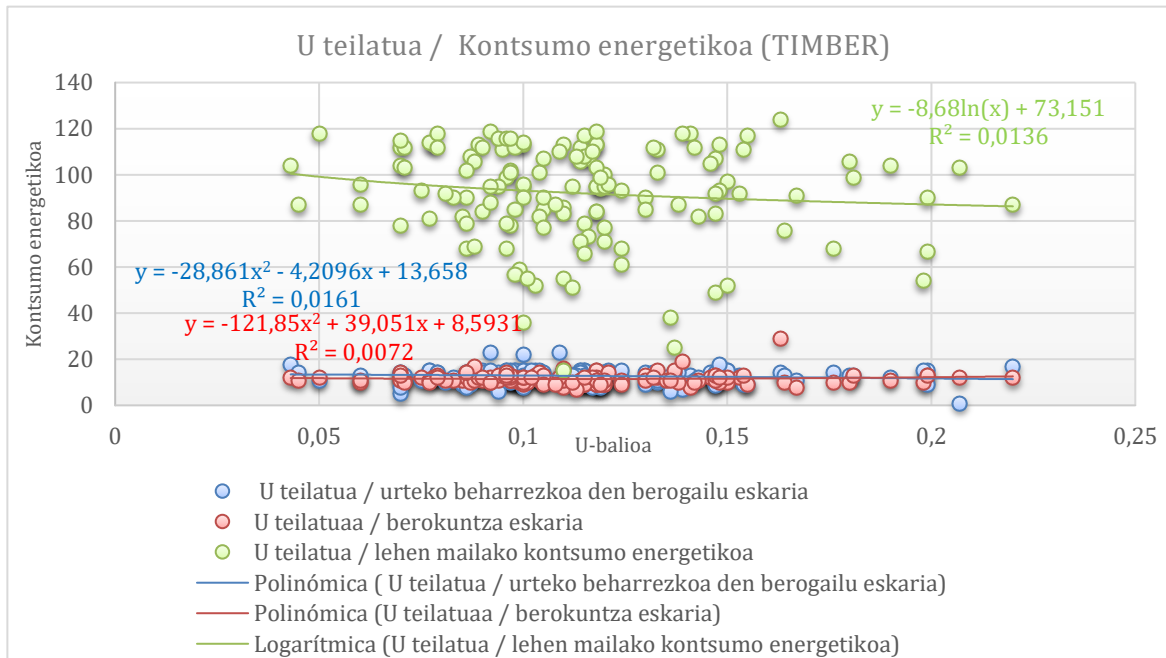


8. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Italian

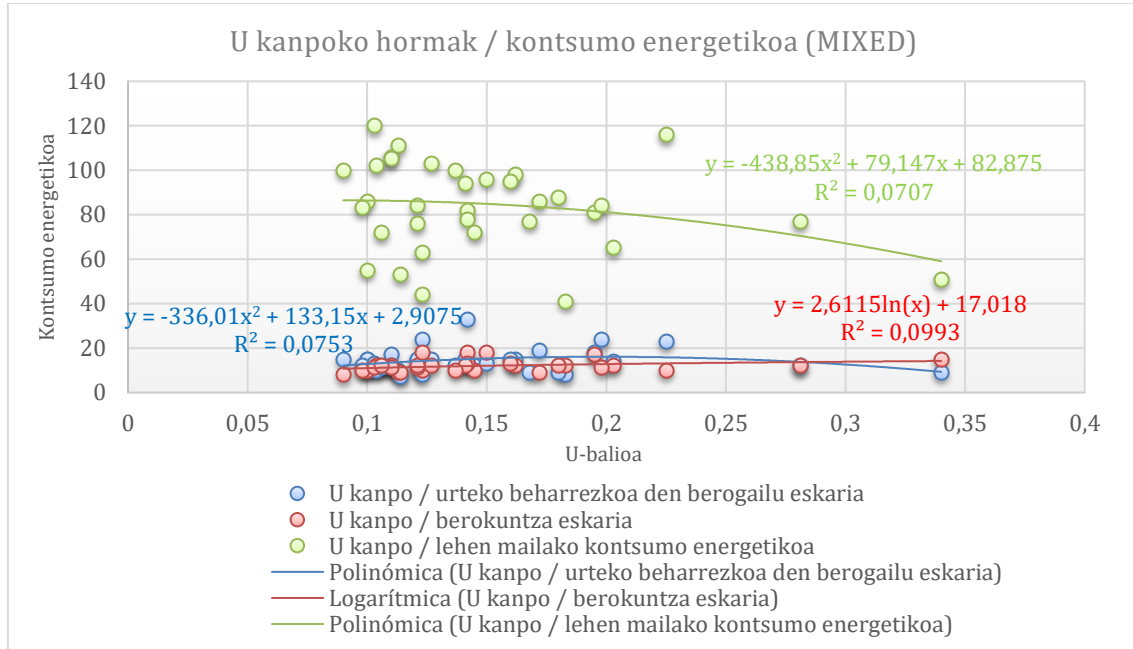
2. Erregresioen emaitzak Passive House eraikuntza motaren arabera



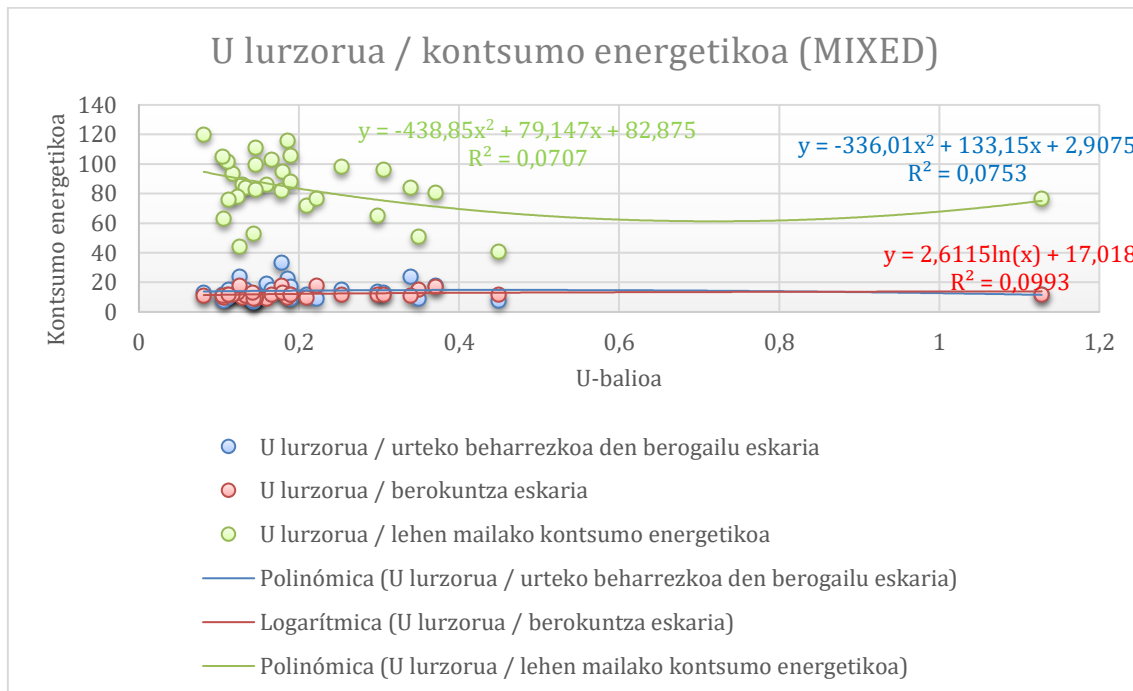
9. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak timber eraikuntza motan



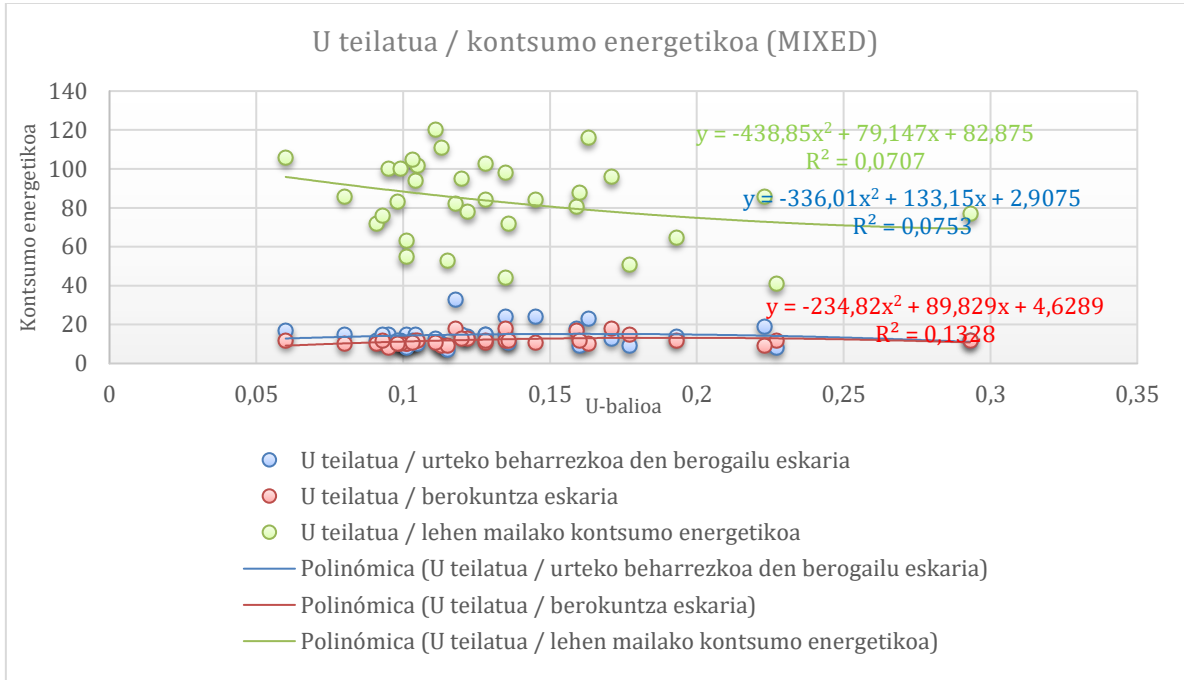
10. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak timber eraikuntza motan



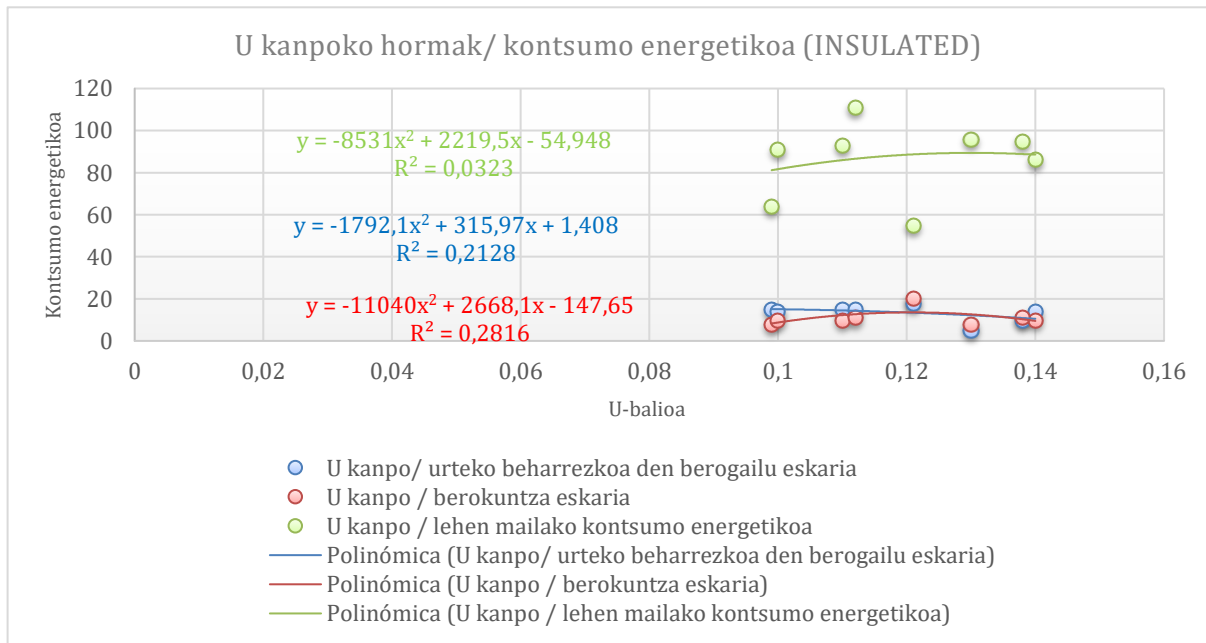
11. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak mixed eraikuntza motan



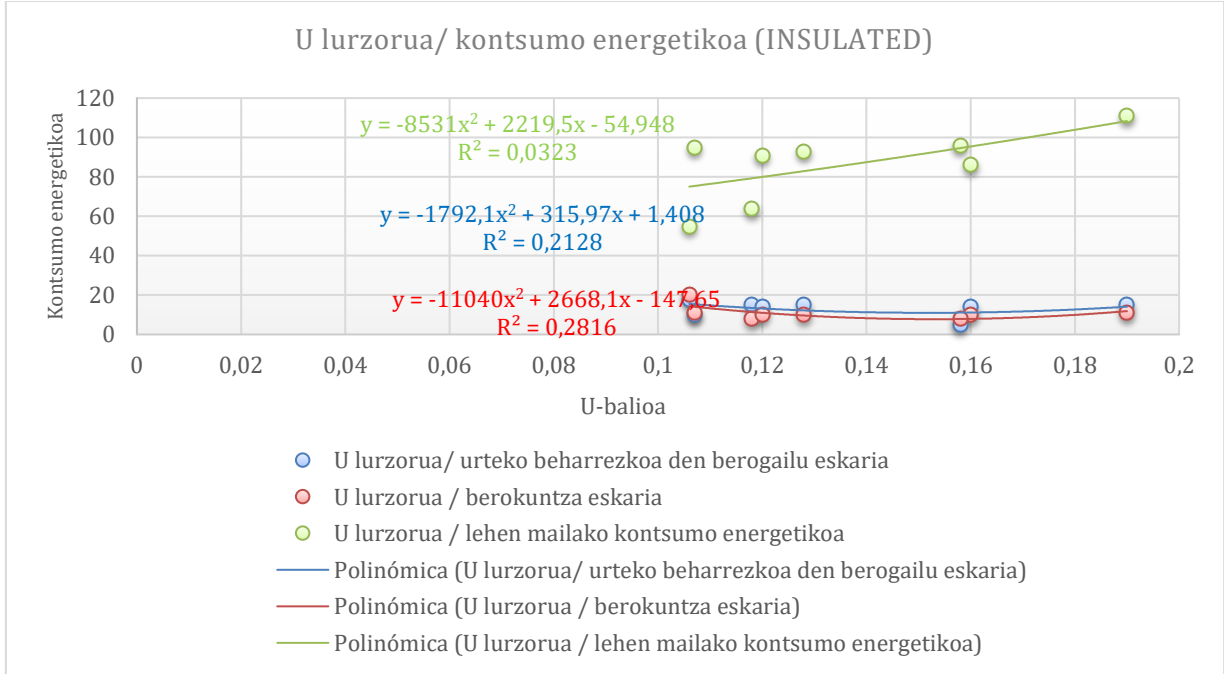
12. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak mixed eraikuntza motan



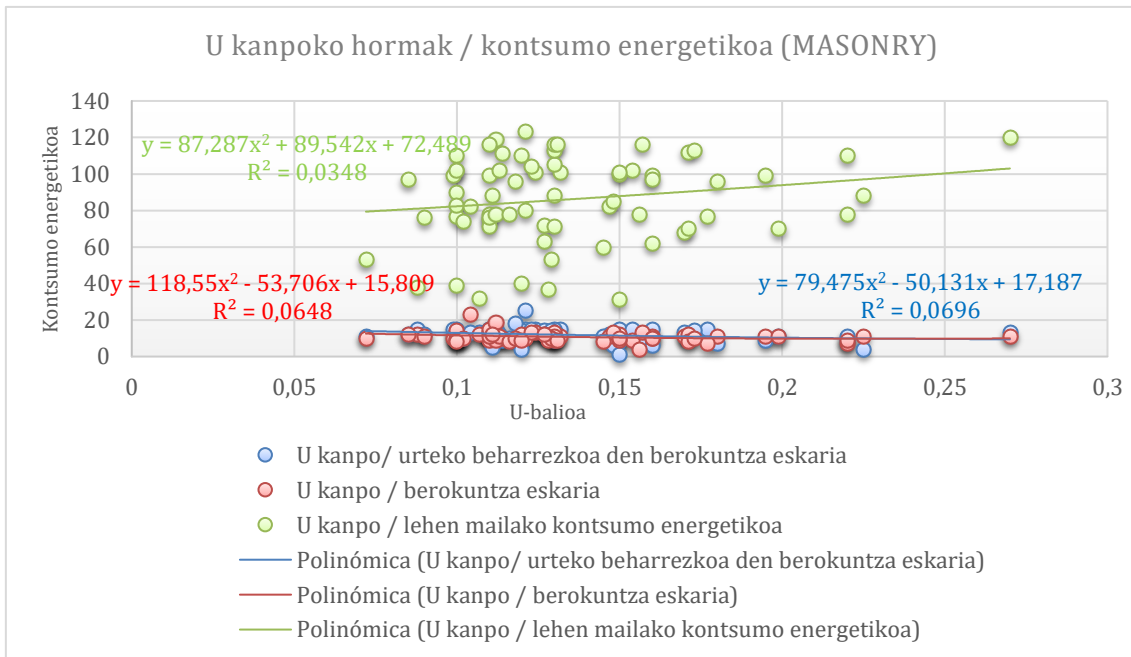
13. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak mixed eraikuntza motan



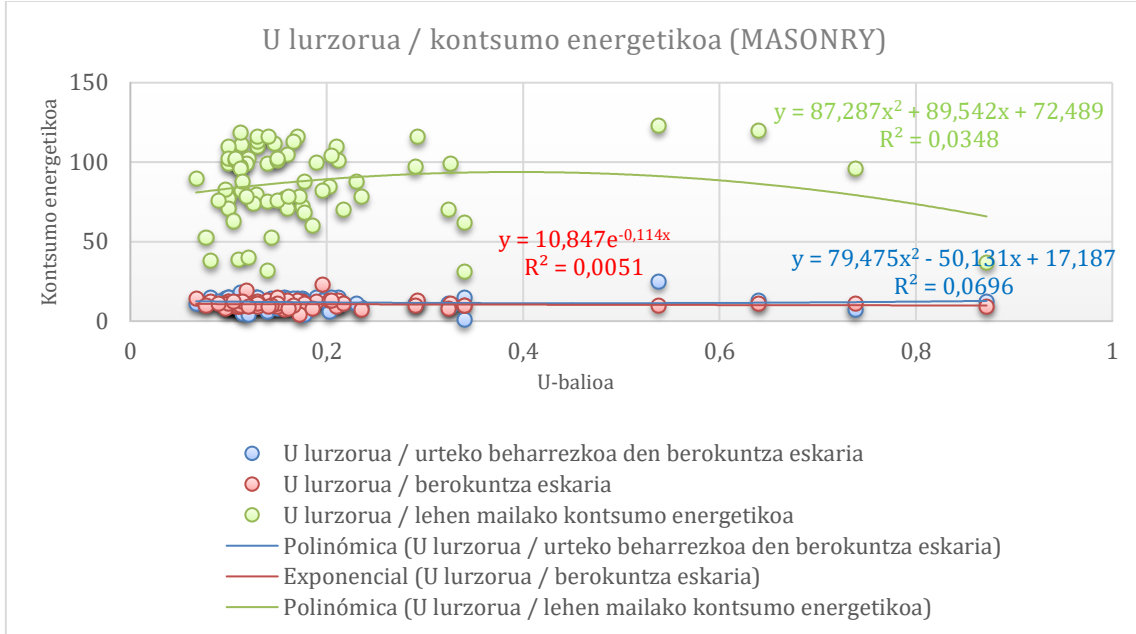
14. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak insulated eraikuntza motan



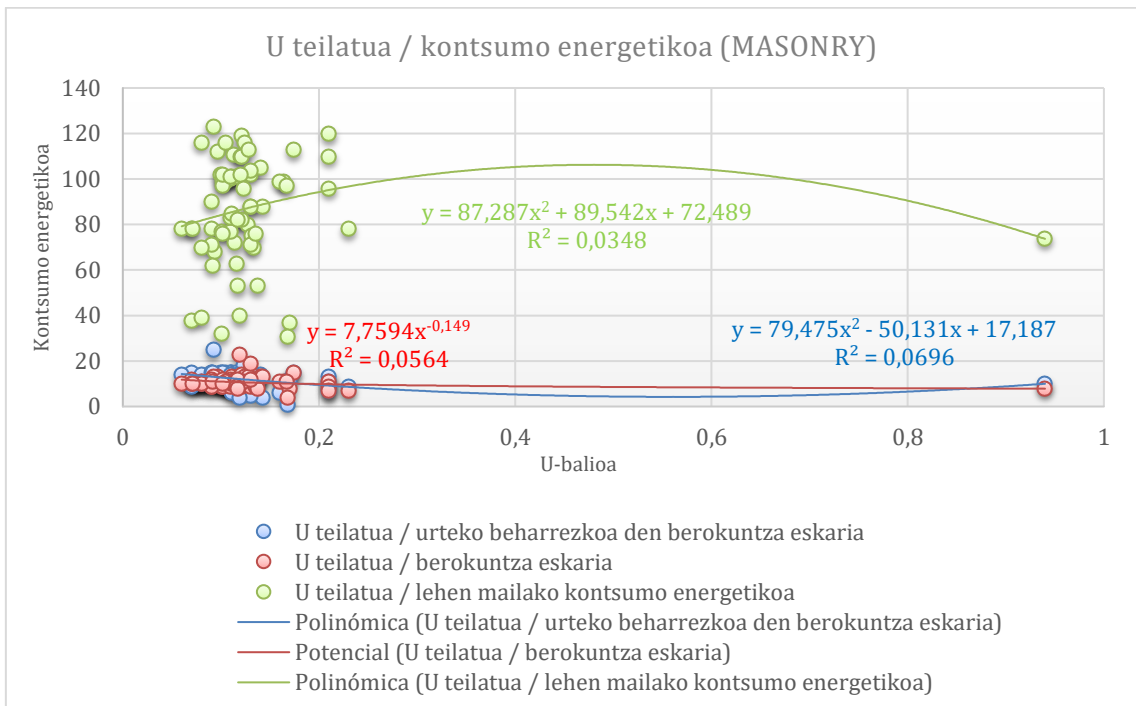
15. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak insulated eraikuntza motan



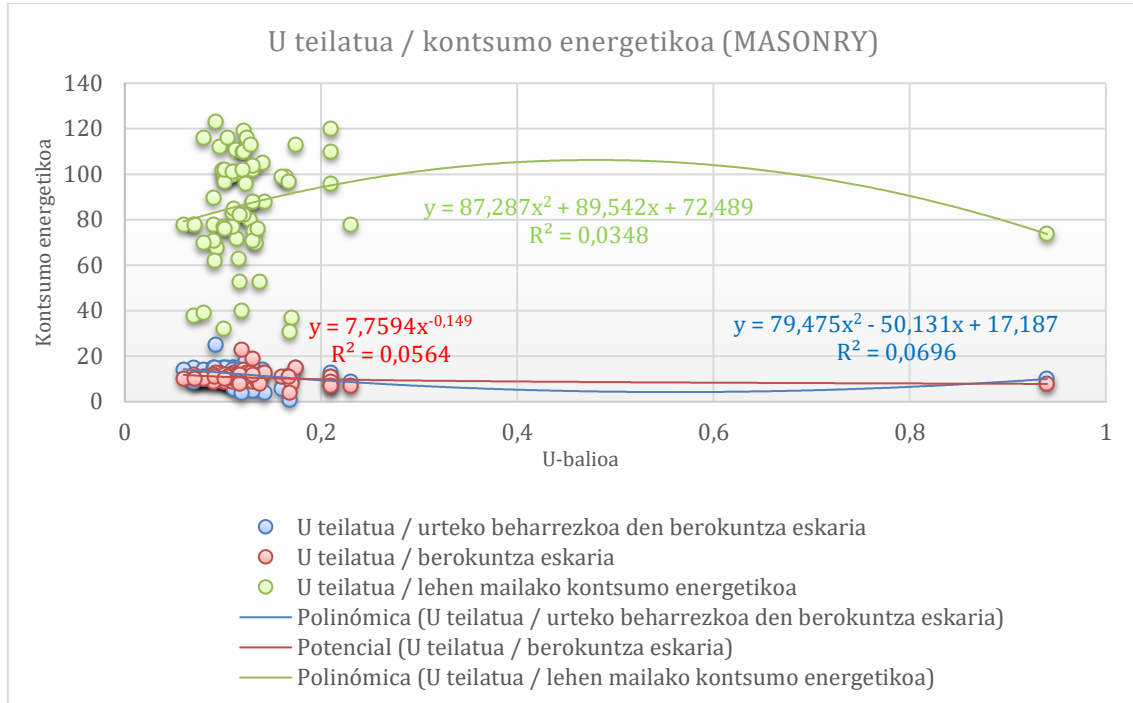
16. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak masonry eraikuntza motan



17. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak masonry eraikuntza motan



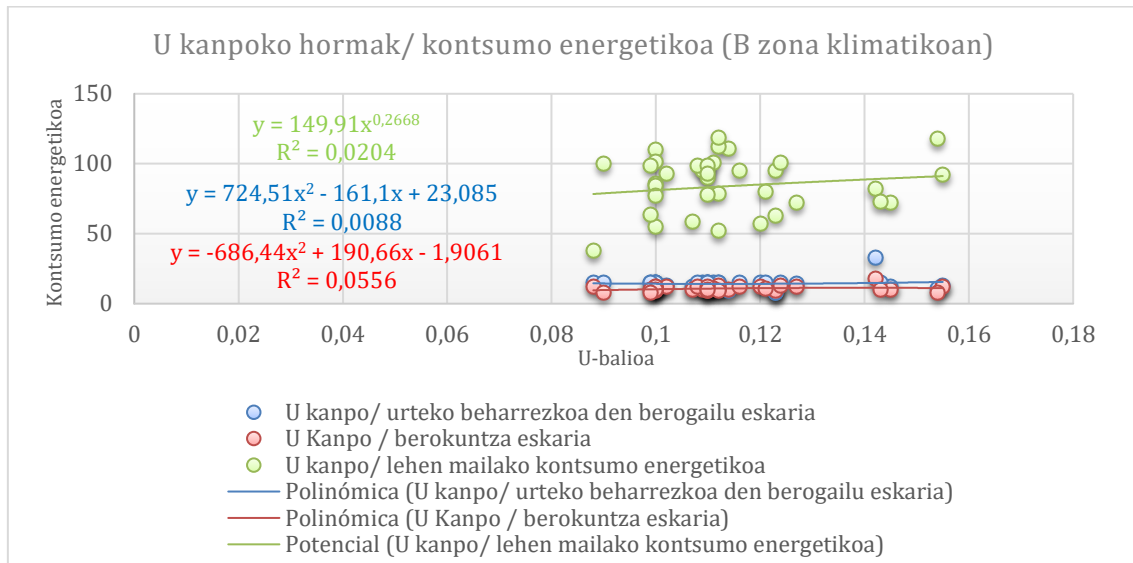
18. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak masonry eraikuntza motan



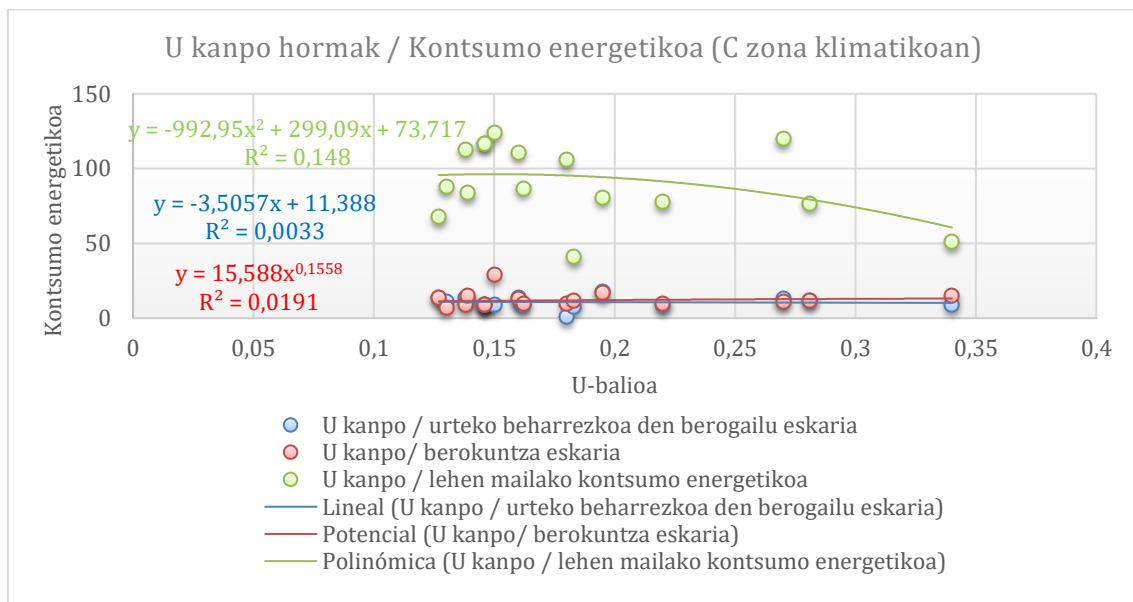
19. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak masonry eraikuntza motan

3. Erregresioen emaitzak Zona klimatikoen arabera

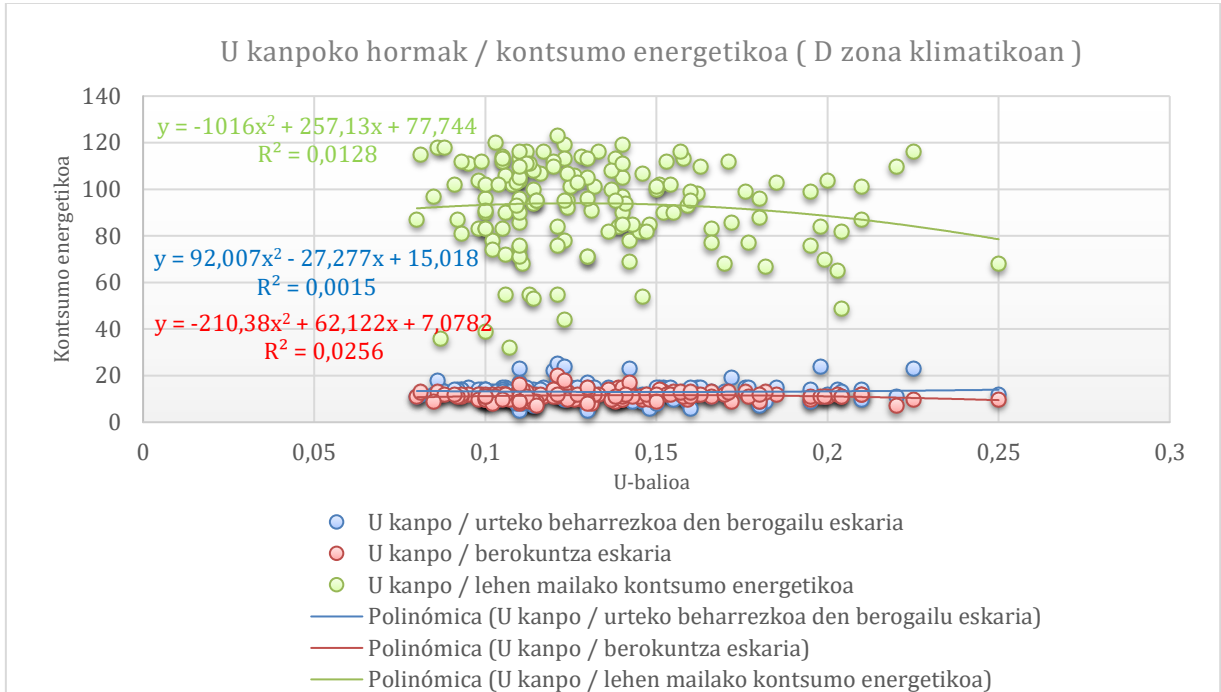
3.1 Zebra2020 proiektuak zehaztutako zona klimatikoetan



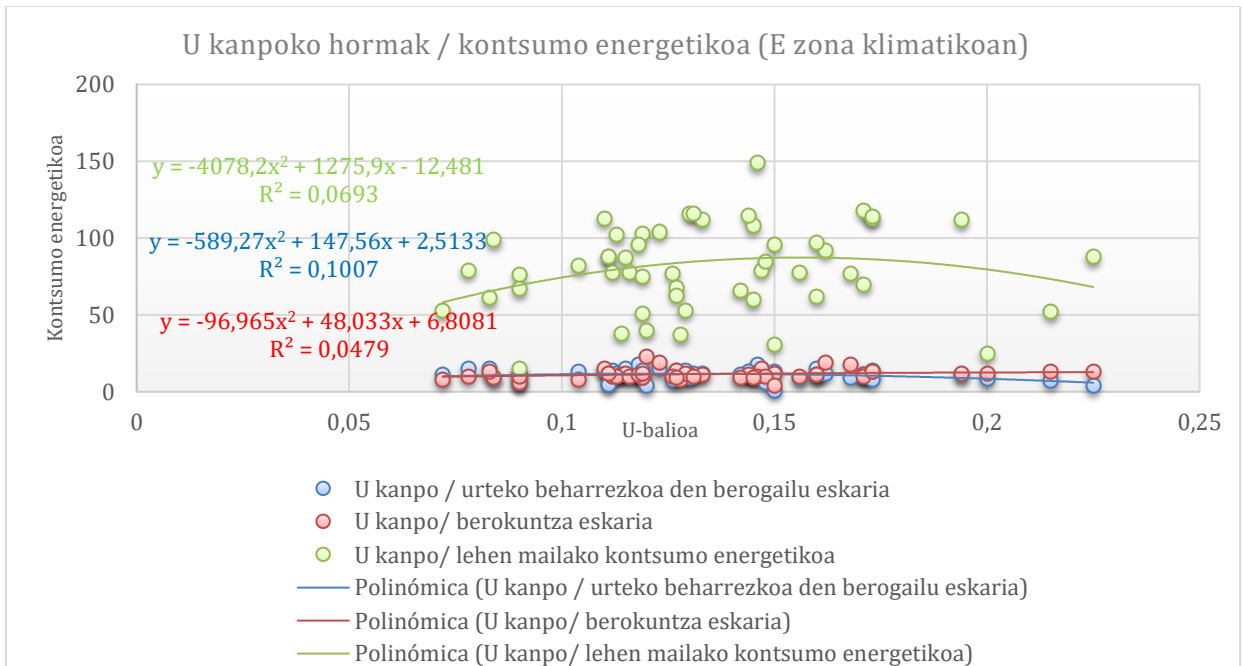
20. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak B zona klimatikoan



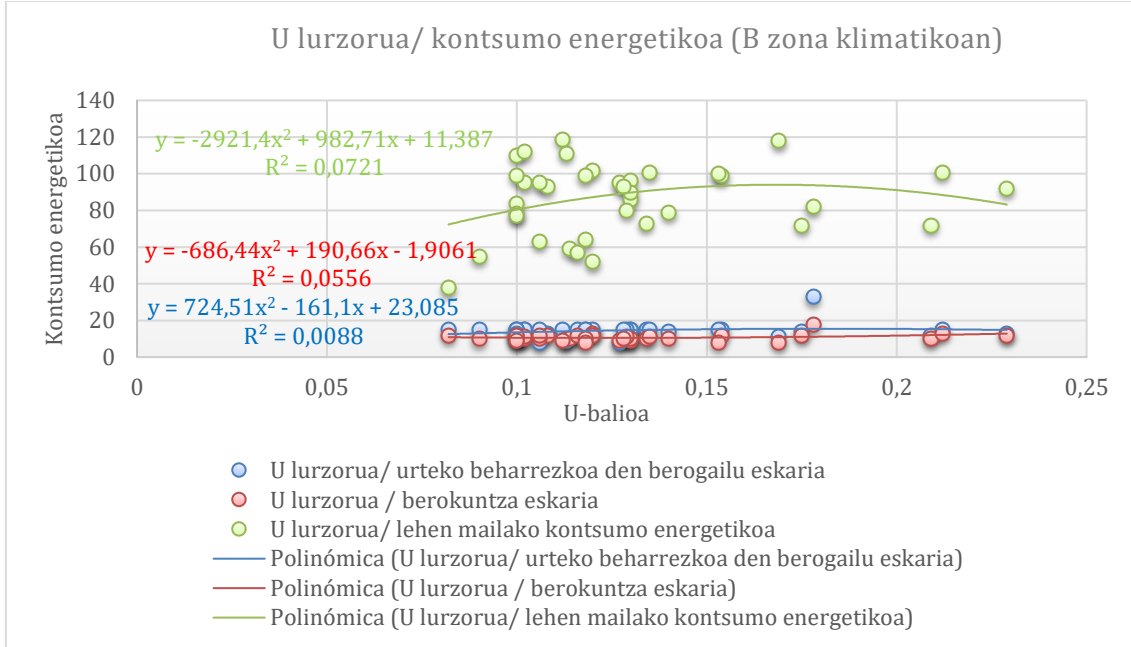
21. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak C zona klimatikoan



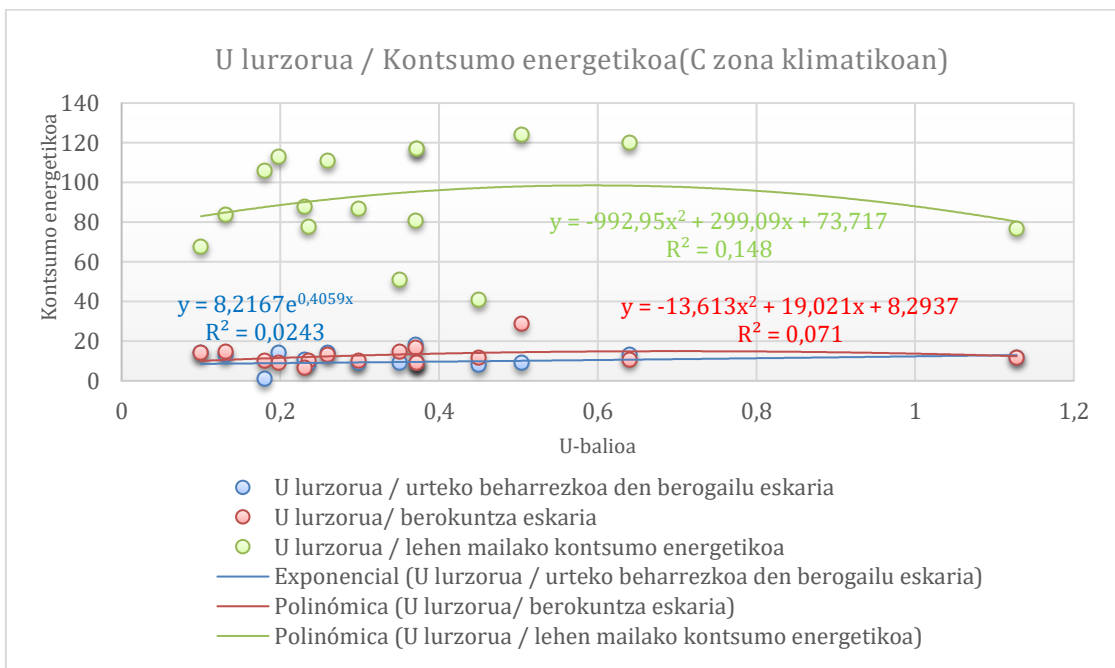
22. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak D zona klimatikoan



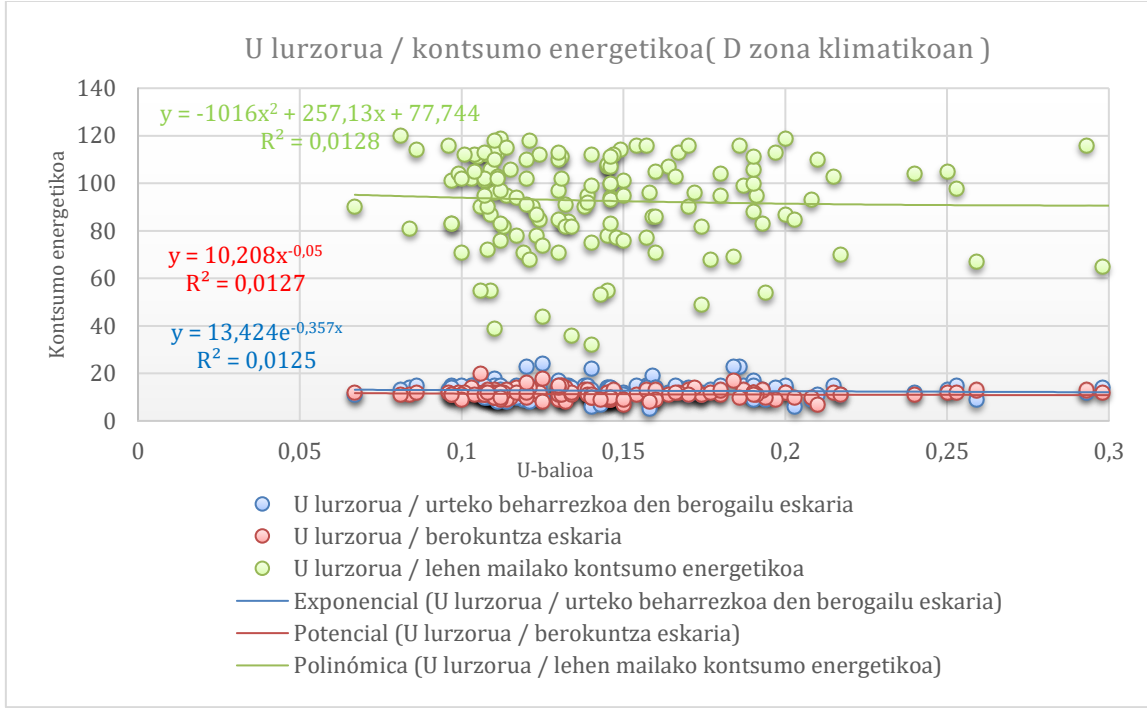
23. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak E zona klimatikoan



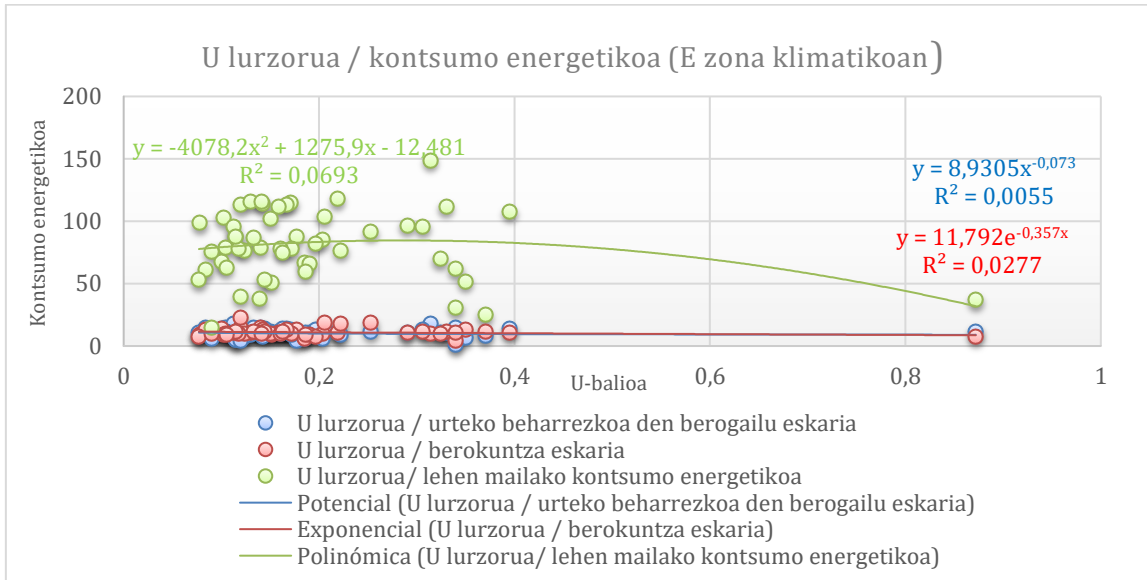
24. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak B zona klimatikoan



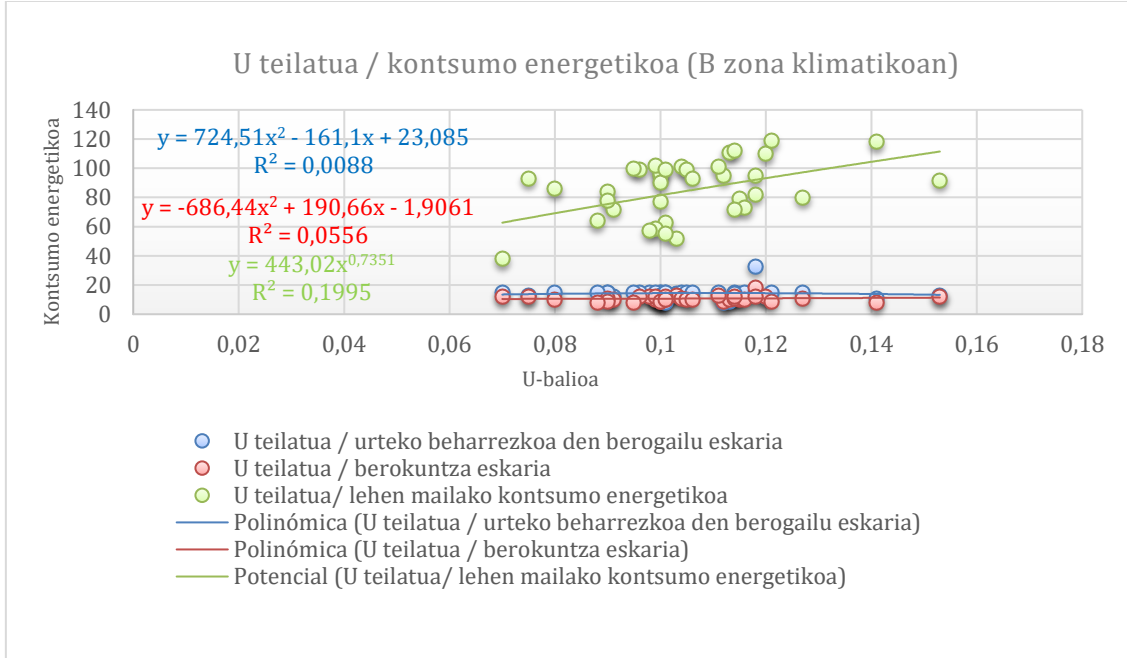
25. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak C zona klimatikoan



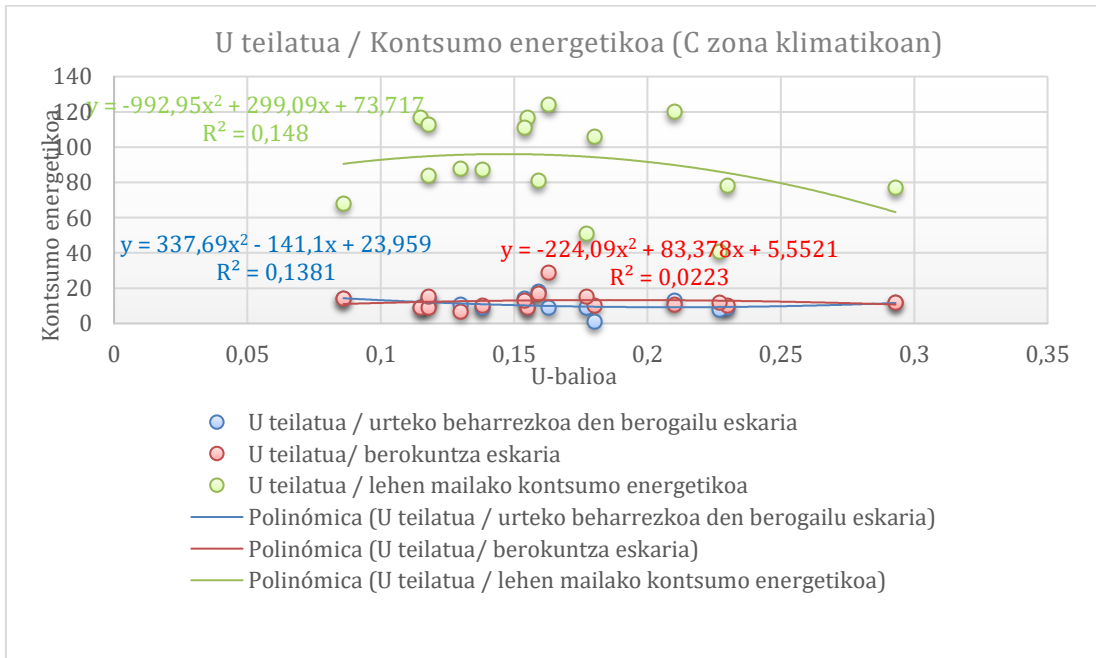
26. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak D zona klimatikoan



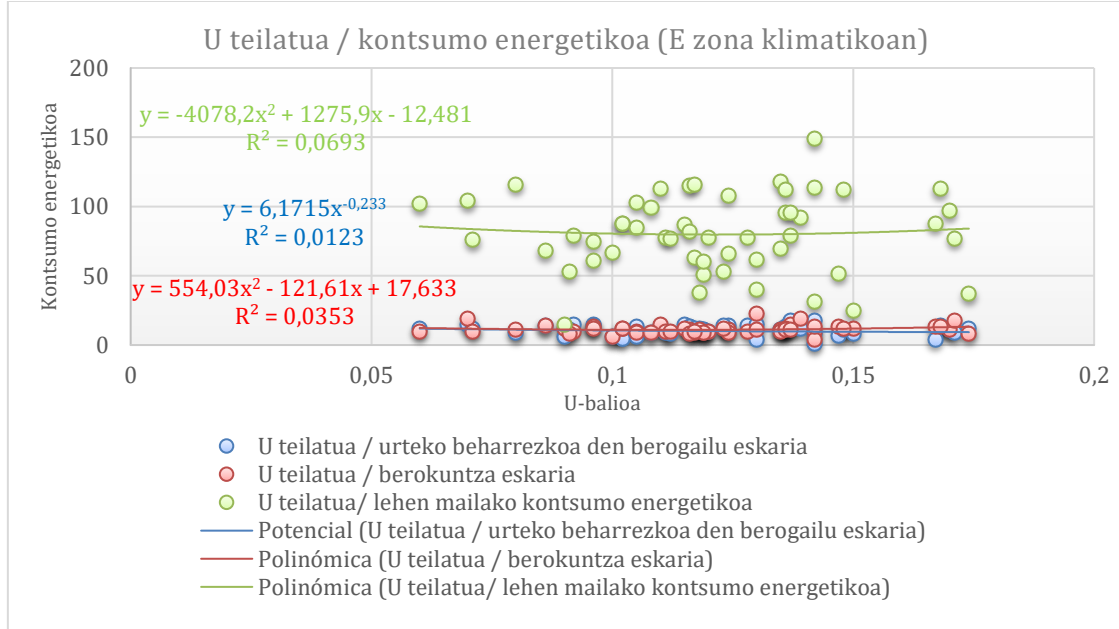
27. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak E zona klimatikoan



28. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak B zona klimatikoan

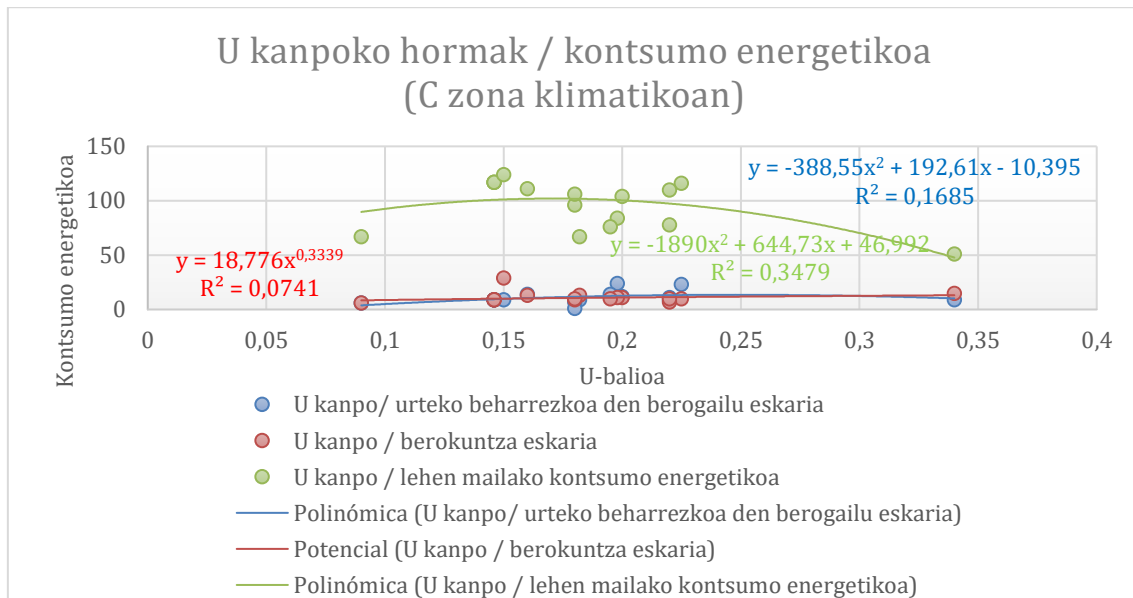


29. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak C zona klimatikoan

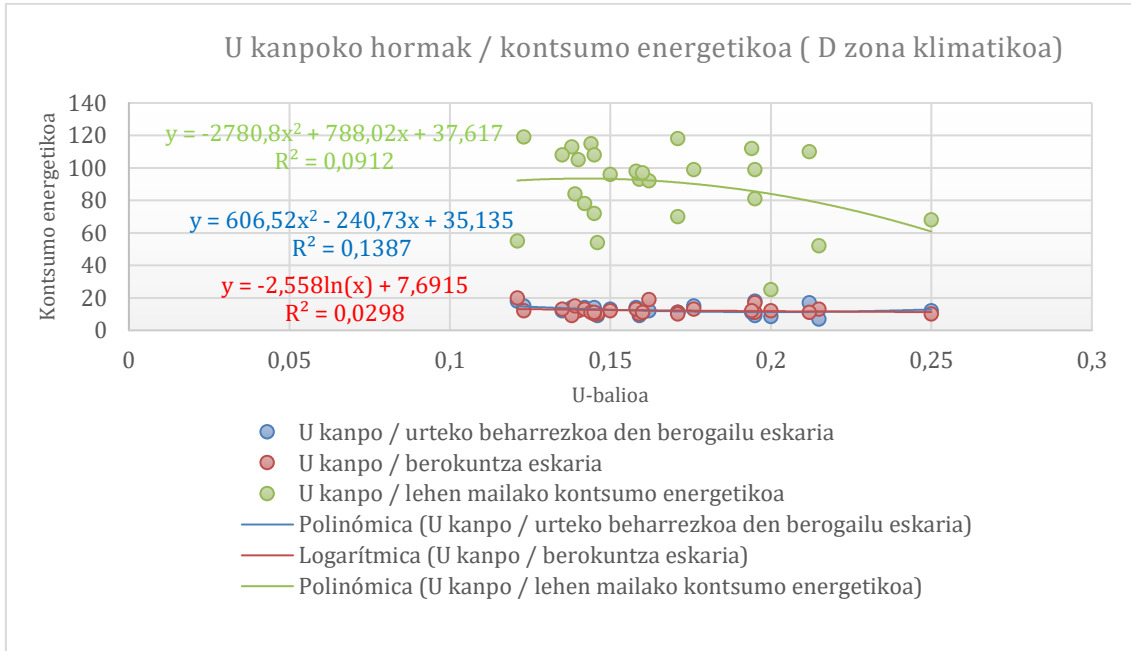


30. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak E zona klimatikoan

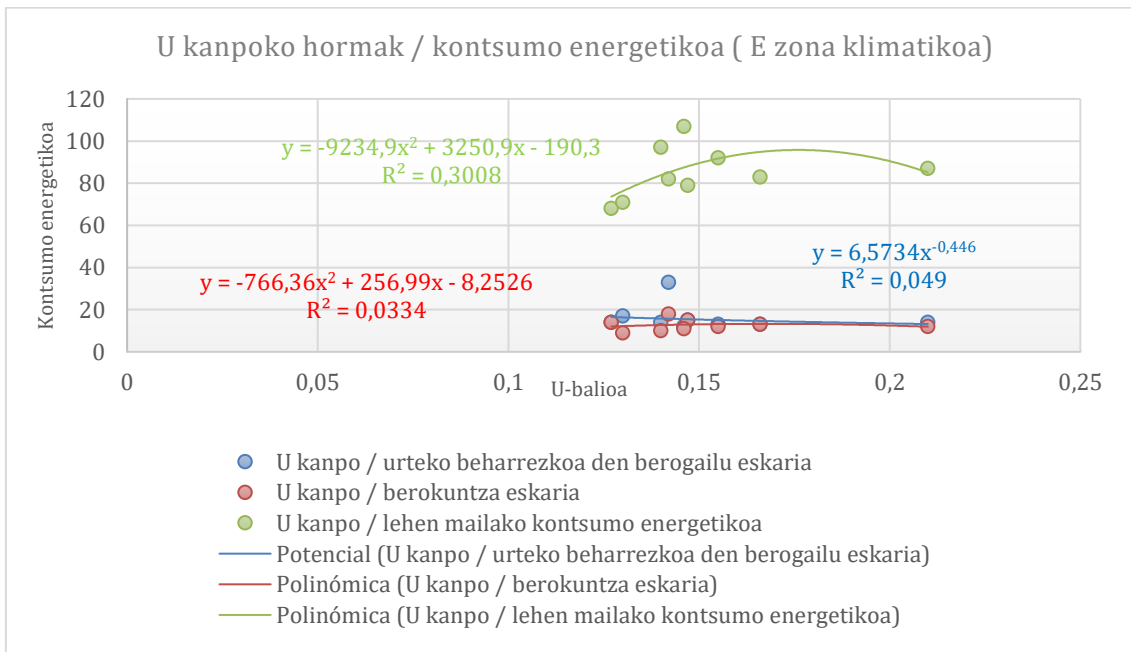
3.2 Espainiako Eraikuntza Kode teknikoak zehaztutako zona klimatikoaren arabera



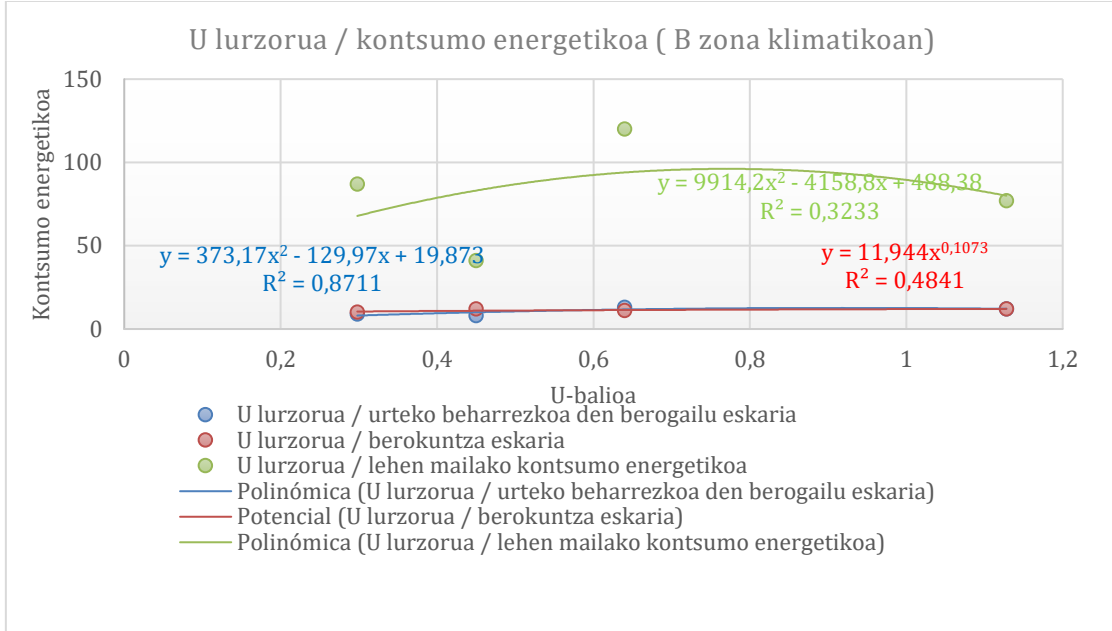
31. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Espainiako C zona klimatikoan



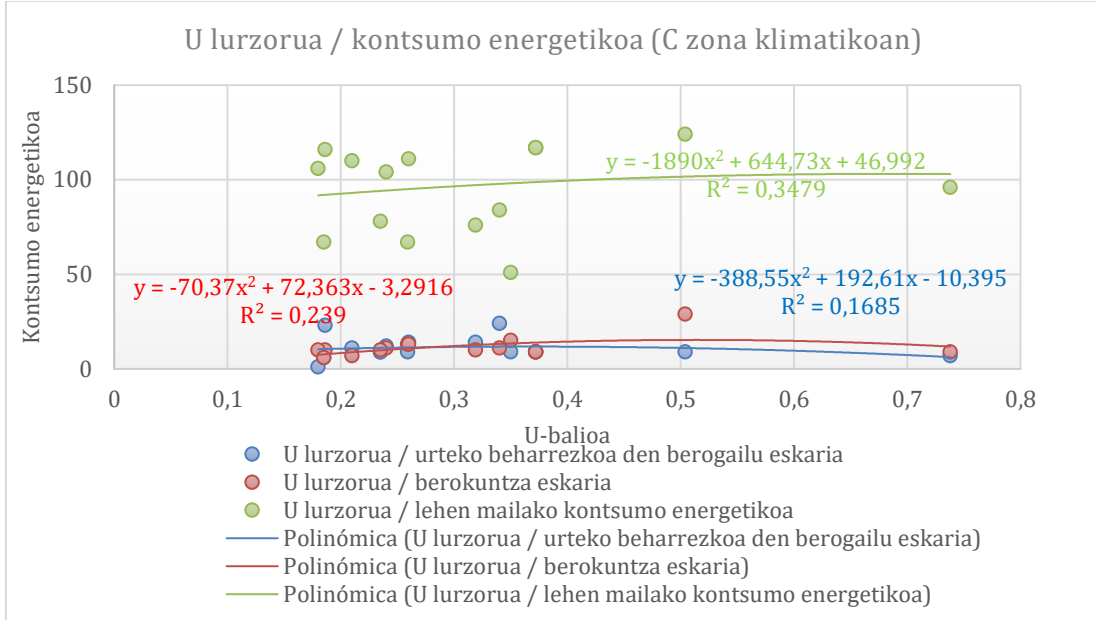
32. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Espainiako D zona klimatikoan



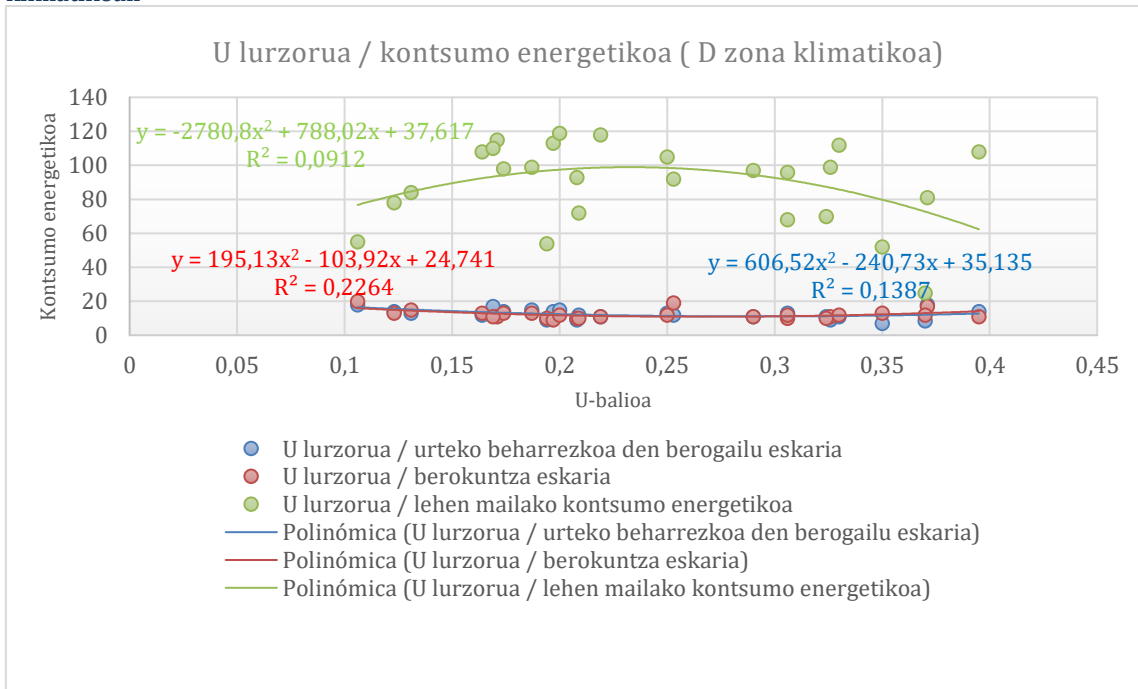
33. Eranskin grafikoa: Kanpoko hormen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Espainiako E zona klimatikoan



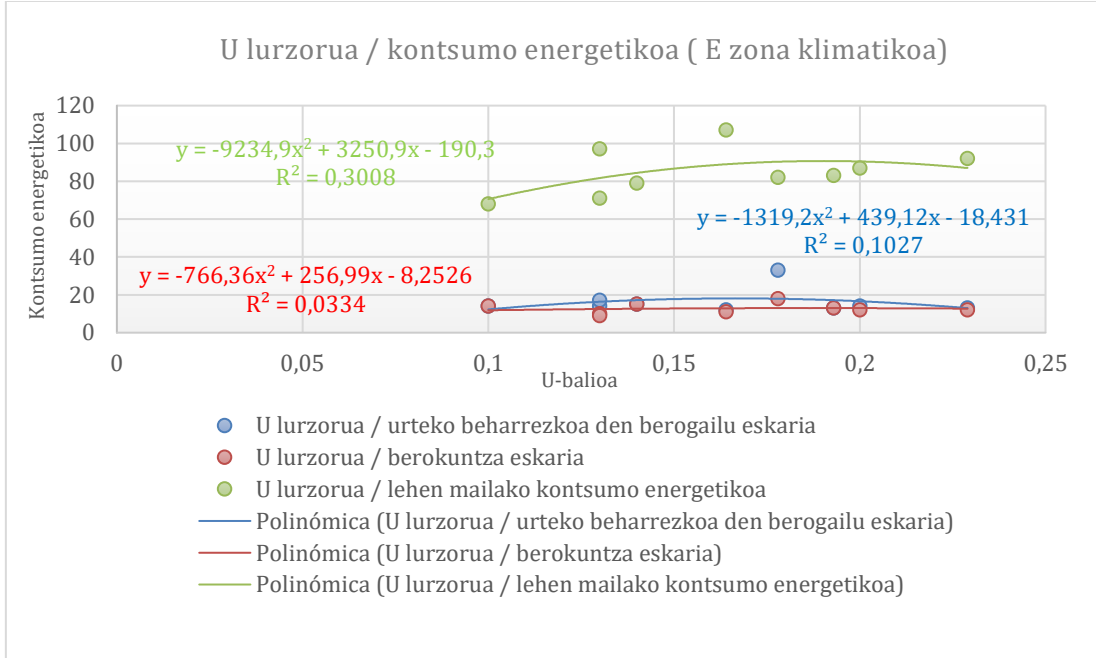
34. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak B zona klimatikoan



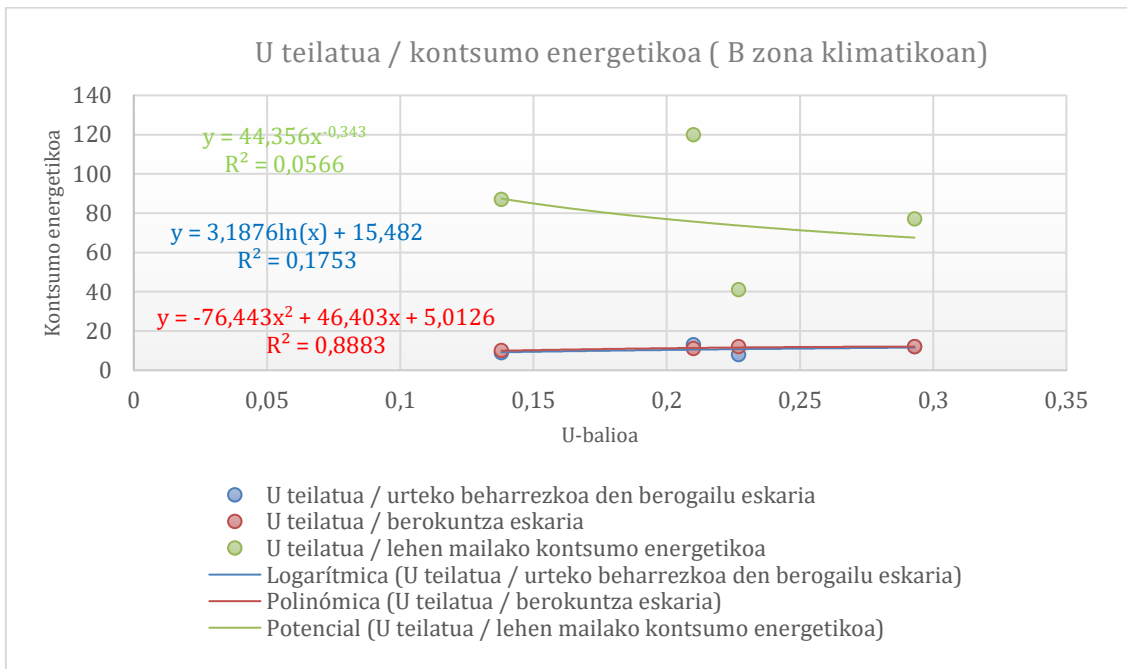
35. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak C zona klimatikoan



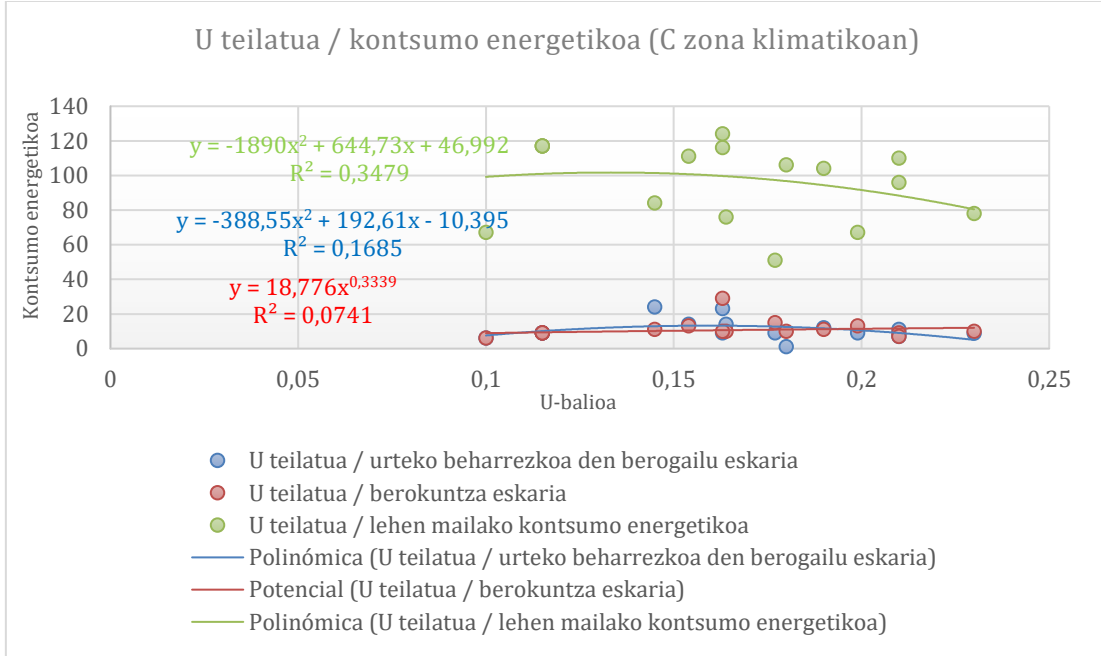
36. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Espainiako D zona klimatikoan



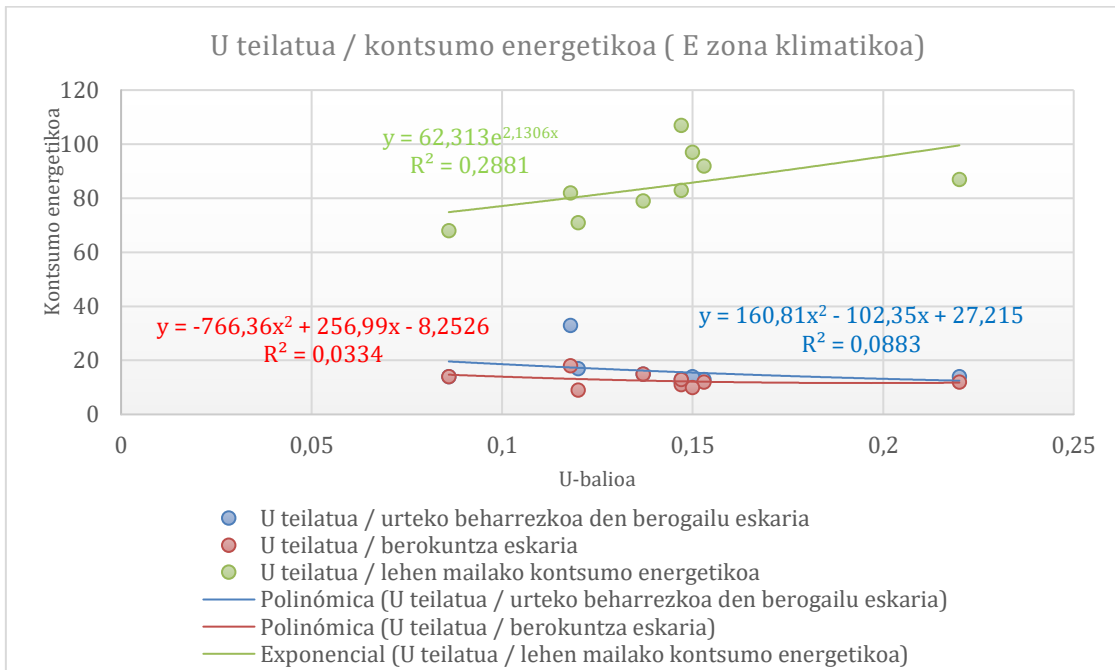
37. Eranskin grafikoa: Lurzoruen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Espainiako E zona klimatikoan



38. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Espainiako B zona klimatikoan



39. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Espainiako C zona klimatikoan



40. Eranskin grafikoa: Teilatuen U-balioen eta kontsumo energetikoaren arteko erregresioak Espainiako E zona klimatikoan