

Arkitektura ekoefizientea: Fatxada Aireztatu Aktiboa

Olatz Irulegi °



Aldiri, 2012, III, 10, 10-13, ISSN 1889-7185
Jasotze-data: 2012-3-14 / Onarpen-data: 2012-4-15

LABURPENA: Espainiako bulego-eraikin tipologian Fatxada Aireztatu Aktiboaren erabilerak berokuntza-eskakizunen energia-kontsumo aurrezten duela frogatzeko 192 ikerketa definitu dira, non zenbait parametro hartu diren kontuan, eta eskaera energetikoen kalkuluak Eraikuntzako Kode Teknikoan jasotzen den erreminta ofizialarekin burutu dira, hau da, LIDER programa erabiliz.

GAKO-HITZAK: Efizientzia energetikoa, berokuntza-estrategiak, Fatxada Aireztatu Aktiboa, Bulego-tipologiak, Espainia

ABSTRACT: This paper analyses the energy efficiency of a ventilated active façade (VAF) applied to office buildings in Spain, in order to demonstrate the energy saving related to heating consumption. One hundred and ninety-two case studies have been undertaken to calculate the energy demands based on different parameters. All the calculations have been obtained using the official simulation tool of the Spanish Technical Building Regulation called LIDER.

KEYWORDS: Energy efficiency, heating strategies, Ventilated Active Façades, Office buildings, Spain

Europa, eraikinen efizientzia energetikoaren ikuspegitik, errotiko aldaketa baten aurrean dago eta ezingo du jada atzera bueltarik izan. Energia-kontsumo murrizta, ia nulua, duten eraikinen dira duela gutxi baietsitako DIRECTIVE 2010/31/UEren helburu nagusia. Arrazoi horregatik, aurreko DIRECTIVE 2002/91/ECn ezarritako helburuak eta CTEn jasotako haren transposizioa zaharkituta geratu dira dagoeneko. Horregatik, beharrezkoa da erronka energetiko berriak betetzea bermatzen duen araudi berri bat ezartzea.

Espainiako kasuak baditu nabarmentzea merezi duten berezitasun batzuk, zeintzuk kontuan hartu gabe ezin izango litzatekeen egungo larritasunaren irakurketa osorik egin.

Europar Batasunako kide gehienak beren energia-kontsumo murrizteko estrategia eraginkorrak definitzen zihardutenean, 2006. urtearen inguruan (CTE indarrean sartu zen urtean), aurrekaririk gabeko eraikuntza-jarduera frenetiko gertatzen ari zen Espainian. Espainiako Arkitekto Elkargoetan jasotako datuen arabera, 2006an 113.041 bisatu erregistratu ziren eraikin berrien zuzendaritza-lanak egiteko. Zifra hori 2007tik aurrera murrizten joan da eta 2011. urtean 24.285 bisatu zenbatu direlarik, jaitsiera horretan egungo krisi ekonomiko larriak izan du, bai, bere isla.

Beraz, helburu berriak ezartzeko garaian, beharrezkoa da oraintsu azaldutako datuen irakurketa sakona egitea: gaur egun Espainian dauden ia eraikin gehienek ez dituzte CTEk ezartzen dituen minimoak betetzen. Ondorio horrek agerian uzten du denboraldi ez oso urrunean, berriki eraikitako etxe asko energetikoki birgaitu egin behar izango direla Europako baldintza berriekin bat egin ahal izateko. Errealitate hori oraindik ere gehiago areagotuko da, lehendik dauden eraikuntzen egiaztatze energetikoaren prozedura berriarekin (*Certificación energética de edificios existentes*).

Eraikinen erabileraren ikuspuntutik, bulego-eraikinen kontsumo energetikoa % 300 handitu da 1990ari dagokienez, 2008ko

datuen arabera zerbitzu-sektorean energia-kontsumoaren % 47,48ren arduraduna izanez (Espainiako energia-kontsumo guztiaren % 6) (1).

Tipologia honen inpaktu energetikoa handiagotzen joango dela aurreikusten da, azken hamarkadako kristalezko eraikin kontsumisten ugartzearekin, non modernotasuna, teknologia eta gardentasuna fatxaden diseinuan islatzen diren (2).

Arrazoi horientatik guztiengatik, hurrengo hamarkadari begira bidezkoa da pentsatzea bulego-eraikinak tipologia garrantzitsuenetariko bat izatera pasako direla, horregatik, marko energetiko berrira lehenbailehen egokitzea izango da datorren urteetako erronka nagusietarikoa. Helburu argi horrekin, fatxadek ezin izango dute zeregin estetiko bat bakarrik betetzen jarraitu, baizik eta energia aurrezteko baliagarria izango den aukera paregabea izan beharko dute moduan, non sistema industrializatu ekoefizienteen integrazioa jorratu beharreko bideetarikoa izan daitekeen (3).

Helburuak eta erabilitako metodologia

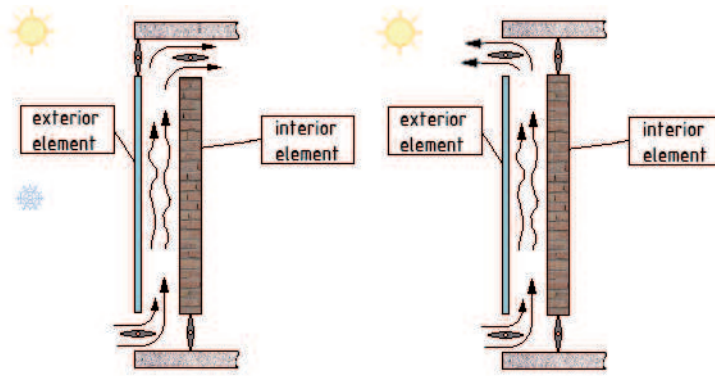
Fatxada Aireztatu Aktiboa —FAA— Espainiako Gobernuak finantzaturiko Ikerketa Plan Nazionalako proiektuari esker garatu zen. *Fachadas Ventiladas Activas* proiektua 2007-2009 bitartean Euskal Herriko Unibertsitateak, Sevillako Unibertsitateak eta Kordobako Unibertsitateak elkarlanean burututako egitasmoa izan zen.

Ikerketa-proiektu horren helburu nagusia, eraikin batean gertatzen diren fluxu energetikoak kudeatzeko gai den fatxada garatzea zen. FAA batean, berriztapen-areia behartutako bentilazio-bide aire-ganberatik pasaratzen da, non berotu egiten baitu kanpoko metalezko azalak jasaten duen eguzki-erradiazioak. Neguan, eraikinak berotzea eskatzen duenean, aurretik berotutako aire hori eraikin barrura pasaratzen da; udan, ordea, aire hori kanporatu egiten da (1. irudia).

(1) SEGURADO DE ARRIBA, P. y GARCÍA MONTES, J.P. (2008)

(2) COYNE, R. y SNODGRASS, R. (1994)

(3) OROSA, J.A. y OLIVEIRA, A.C. (2009)



1. irudia: FAAren funtzionamendua neguan eta udan eta lehen prototipoaren entsegua Eusko Jaurlaritzaren Eraikuntza Kalitatearen Kontrolerako Laborategian.

Irudien jatorria: LIDER - Capacidades Adicionales programa (Sevillako Unibertsitatea) eta 'Fachadas Ventiladas Activas' proiektua.



Irudian ikusten den lehen prototipoak 2 mm-ko lodiera duen altzairu galbanizatuzko panel batzuk ditu kanpoko azaltzat; horretaz gain, 30 mm-ko aire-ganbera batez dago hornitua eta entsegua Eusko Jaurlaritzaren Eraikuntza Kalitatearen Kontrolerako Laborategian egin zen Paslink prozedurari jarraituz.

Hemen aurkezten den lanaren helburu nagusia FAAren eraginkortasun energetikoa estimatzean datza, zeina Espainiako bulego-eraikinen berokuntza-eskakizunak murrizteko diseinatua izan den, DIRECTIVE 2010/31/EUn ezartzen diren helburuen harira. Horretarako, Espainiako bulego-eraikinen ezaugarri adierazgarrienak identifikatzea izan zen abiapuntua. Analisi horri esker, eraikin tipo batzuk definitu ziren (JPEDICKE, J. (1975), MANASE, L. eta CUNLIFFE, R. (1962), HASCHER, R. JESKA, S. eta KLAUCK, B. (1985)). Ondoren, LIDER programarekin simulazio energetikoak egin ziren CTEn jasotako 12 zona klimatikoentzat erreferentzia-balioak lortzeko asmoz. Erreferentzia-balio horiek CTEk ezartzen dituen gutxieneko eskakizunak islatzen dituzte (*Edificios de referencia*). Guztira 192 aztergaik osatzen dute analisi hori. Azkenik, FAAren efizientzia energetikoa estimatzeko 192 aztergaien hegoaldeko fatxadetako atal opakoetan FAA-ak ezarri ziren, eta ondoren, berriz ere LIDER programari esker simulazio energetikoak egin. Erabilitako programa oraindik argitaratu gabeko bertsio bat da *LIDER - Capacidades Adicionales* izena duena eta Sevillako Unibertsitateko Álvaro Ruíz-Pardoren laguntzari esker simulazioak egitea posible izan zuena.

Aztertutako 192 kasu hauekin ezin dira proiektu erreal batean izan ohi diren konplexutasun eta berezitasun guztiak sinplifikatu, hori ez da lan honen egitasmoa, horretarako analisi zehatzago bat beharko bailitzateke. Helburu nagusia da azaltzea, batetik, zer-nolako eragina duten parametro ohikoek Espainiako bulego-eraikinen eskakizun energetikoan, eta, bestetik, zer-nolako onurak izan ditzaken FAAren erabilerak horien artean.

Artikulu honetan jasotzen diren ondorio eta taulei esker posible izango da, batez ere proiektuaren hastapenei begira, eraikinen eskakizun energetikoa murrizten lagunduko duten estrategiak kontuan hartzea.

Erreferentziako eraikinen berokuntza-eskakizuna

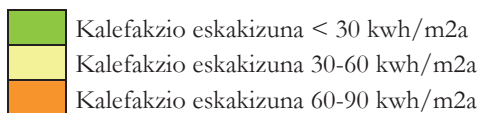
Erreferentzia-eraikinen berokuntza-eskakizunen kalkulua zenbait parametro kontuan hartuta begin dira: tipologia, orientazioa, fatxadako beirate kopurua eta zona klimatikoa. Aztertutako kasuen irakurketa bat eginez, fatxadaren % 30ean beiratea duten eraikinen berokuntza-eskakizuna % 60ko beiratea dutenena baino altuagoa da. Bi arrazoi nagusi daude horretarako: alde batetik, zenbat eta azalera zeharrargi handiagoa izan eraikinaren azalean, orduan eta eguzki-energiaren aprobetxamendu hobea lortzen da. Bestetik, kontuan izan behar da CTEk transmitantzia termiko baxuago bat eskatzen duela beirate-proporzio altuagoa duten eraikinetan.

Zona klimatiko desberdinei begiratuz gero, zona hotzenen (D2, D1 eta E1) eta epelen artean (A3, A4 eta B4) alde handia dagoela nabari geratzen da, 79,62 kWh/m²a-ko maximoa eta 0,17 kWh/m²a-ko minimoa erregistratuz hurrenez hurren. Gogoratu beharra dago, datu hauek erreferentzia-eraikinetarako jasotakoak direla, hau da, CTEko minimoak betetzen dituzten kasuetakoak.

Oro har, forma faktoreak (azalera inguratzaile/bolumena) eragin handia du berokuntza-eskakizunen ikuspuntutik: zenbat eta handiagoa izan forma faktorea (azalera inguratzaile handiagoa bolumen berdinerako), orduan eta eskakizun handiagoa egoten da. Beraz, eraikin batek izan dezakeen berokuntza-eskakizuna faktore askoren menpekoa dela kontuan izan behar da: fatxadako beirate-azalera, beiraren propietate, forma faktore, tipologia, orientazio eta zona klimatikoaren menpekoa. Hurrengo taulan, tipologiaren, zona klimatikoen eta fatxadak duen beirate kopuruaren arabera sailkatutako datuak laburbiltzen dira (Taula 2).

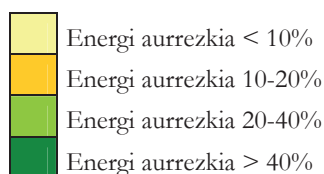
Kasu gehienetan berokuntza-eskaria 30 kWh/m²a baino baxuagoa da. Hala ere, lurralde hotzenetan 30-60 kWh/m²a eta 60-90 kWh/m²a balioak ohikoagoak dira. Beraz, datu hauek guztiak aztertu ondoren, agerian geratzen da CTEk berokuntza-eskakizun altua duten eraikinak ahalbidetzen dituela. Datu hori ez dator bat europar eskakizun berriekin bat, zeinetan kontsumo murrizta, ia nulua, duten eraikinak diren helburu.

Tipologiak	Fatxadako beirate kopurua	CTE-ko zonalde klimatikoak											
		A3	A4	B3	B4	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	E1
U-itxurako eraikina	30%	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Green	Orange	Orange	Yellow	Orange
	60%	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Orange	Yellow	Yellow	Orange
Dorrea 1 (*)	30%	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
	60%	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Green	Yellow
Dorrea 2 (**)	30%	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Orange	Orange	Yellow	Orange
	60%	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Orange	Yellow	Yellow	Orange
Eraztun itxurako eraikina	30%	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Orange	Orange	Yellow	Orange
	60%	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Orange	Yellow	Yellow	Orange
L-itxurako eraikina	30%	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Orange
	60%	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Green	Orange
Eraikin lineala	30%	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Orange	Orange	Yellow	Orange
	60%	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Orange	Yellow	Yellow	Orange
Eraikin hedatua	30%	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Orange
	60%	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Orange
Eraikin konpaktua	30%	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Orange
	60%	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Orange



Taulara 2. Erreferentzia-erakinen berokuntza-erakizunak zona klimatiko bakoitzerako.
 Dorre 1 (*): Fatxadan kokaturiko komunikazio-nukleoa duen dorre erako eraikina.
 Dorre 2 (**): Eraikinaren muinean kokaturiko komunikazio-nukleoa duen dorre erako eraikina.

Tipologiak	Fatxadako beirate kopurua	CTE-ko zonalde klimatikoak											
		A3	A4	B3	B4	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	E1
U-itxurako eraikina	30%	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Yellow	Yellow	Dark Green	Orange	Yellow	Orange	Yellow
	60%	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Yellow	Dark Green	Dark Green	Yellow	Yellow	Orange	Yellow
Dorrea 1 (*)	30%	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Yellow	Dark Green	Dark Green	Orange	Orange	Orange	Orange
	60%	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Yellow	Dark Green	Dark Green	Orange	Orange	Orange	Orange
Dorrea 2 (**)	30%	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Yellow	Dark Green	Dark Green	Yellow	Yellow	Orange	Yellow
	60%	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Yellow	Dark Green	Dark Green	Yellow	Yellow	Orange	Yellow
Eraztun itxurako eraikina	30%	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Yellow	Dark Green	Dark Green	Yellow	Yellow	Orange	Yellow
	60%	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Yellow	Dark Green	Dark Green	Yellow	Yellow	Orange	Yellow
L-itxurako eraikina	30%	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Yellow	Dark Green	Dark Green	Orange	Orange	Orange	Orange
	60%	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Yellow	Dark Green	Dark Green	Orange	Orange	Orange	Orange
Eraikin lineala	30%	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Yellow	Dark Green	Dark Green	Yellow	Yellow	Orange	Yellow
	60%	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Yellow	Dark Green	Dark Green	Yellow	Yellow	Orange	Yellow
Eraikin hedatua	30%	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Yellow	Dark Green	Dark Green	Yellow	Yellow	Orange	Yellow
	60%	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Yellow	Dark Green	Dark Green	Yellow	Yellow	Orange	Yellow
Eraikin konpaktua	30%	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Yellow	Dark Green	Dark Green	Yellow	Yellow	Orange	Yellow
	60%	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Yellow	Dark Green	Dark Green	Yellow	Yellow	Orange	Yellow



Taulara 3. Berokuntza-erakizunaren murrizketa erreferentzia-balioekiko FAA teknologia erabiliz (CTE beteta).

Tipologia	Maximoa [kWh/m ² a]	Zonalde klimatikoa	Minimoa [kWh/m ² a]	Zonalde klimatikoa
U-itxurako eraikina	77,29	Soria (E1)	2,84	Almería (A4)
Dorra 1 (*)	57,13	Soria (E1)	0,17	Almería (A4)
Dorra 2 (**)	50,09	Soria (E1)	1,23	Almería (A4)
Eraztun-itxurako eraikina	79,62	Soria (E1)	4,28	Almería (A4)
L-itxurako eraikina	66,71	Soria (E1)	1,62	Almería (A4)
Eraikin lineala	54,36	Soria (E1)	1,84	Almería (A4)
Eraikin hedatua	71,94	Soria (E1)	4,60	Almería (A4)
Eraikin konpaktua	60,78	Soria (E1)	2,10	Almería (A4)

Taula I. Erreferentzia-erakinen kalifikazio-erakizun maximoak eta minimoak tipologietan sailkatuak.
Dorra 1 (*): Fatxada kokaturiko komunikazio-nukleoa duen dorre-erako eraikina
Dorra 2 (**): Eraikinaren muinean kokaturiko komunikazio-nukleoa duen dorre-erako eraikina

FAA duten eraikinen berokuntza-eskakizuna

FAAren efizientzia energetikoa estimatzeko, 192 erreferentzia-erakinetan jasotako datuak hartu dira oinarritzat. Beraz, fatxada-sistema honek eskaintzen duen aurrezpen energetikoa erreferentzia-balio horiekiko ezarriko da. Hegoaldera orientatuko erreferentzia-erakinen fatxada-atal opakoak FAA bat gehituta aldatu izan dira kalkulu berriak egiteko. Eraikin berri hauen energia-eskakizunak LIDER programa erabiliz kalkulatu dira ondoren. Era horretan, aztertutako kasu bakoitzean FAAren erabilerak eskaintzen duen aurrezpen energetikoa ezartzea posible izan da.

FAA erabiltzean berokuntza-eskakizunak murriztu egiten direla ondorioztatzen da, eta hori zona klimatiko guztietan betetzen da, epelenetan errendimendurik onenak lortzen badira ere. Hurrengo taulan azaltzen den moduan, aztertutako erakin gehiengotan % 20 baino aurrezpen handiagoa gertatzen da. Tipologiak aztertuz gero, % 30ko azalera zeharrargia duten fatxaden kasuetan, L-itxurako eraikinetan lortzen dira daturik onenak. Hori D1, D2 eta D3 zona klimatikoetan izan ezik gertatzen da, eta beste kasuetan, berriz, % 40ko aurrezpena baino gehiago lortzen da.

% 60ko fatxada beiratuak duten kasuetan, berriz, daturik hobeenak fatxadan kokaturiko komunikazio-nukleoa duen dorre-erako eraikinean lortzen dira, non, oro har, % 20-40 bitarteko aurrezpena gertatzen den, nahiz eta kasu batzuetan % 40ko balioak ere gainditzen diren.

Ondorioak

CTEn ezarritako eskakizunei soilik jarraituta, ez dira energetikoki efizienteak diren eraikinak lortzen, are gehiago, araudi horrek 90 kWh/m²a-ko berokuntza-eskakizuna duten bulegoak eraikitzea ahalbidetzen du. Beraz, energia-kontsumo murrizta edo ia nulua izatetik urrun geratzen da gaur egungo araudia eta

eguneratu behar da. Era berean, horrek agerian uzten du gaur egun Espainian dauden ia erakin guztiek energetikoki birgaituak izan behar dutela etorkizun hurbilean.

LIDER programa erabiliz egindako kalkuluei esker, FAAren birtartez berokuntza-eskakizuna % 40 murrizten dela argi geratzen da. Negu epelak dituzten zonetan. Zona klimatiko epeletan, berriz, (C1, C2 eta C3 kasuetan), aurrezkoa % 10-20koa da. Azkenik, negu gordinak jasaten dituzten zonetan, FAA erabiliz % 10eko aurrezkoa posible da. Hala ere, kasu konkretu batzuetan balio hobekak lortzea posible da, D3 zonan kokaturik dagoen kasuan % 30eko beiratea duten eraikin lineal batean berokuntza-eskakizuna 30,80 kWh/m²a-tik 19,39 kWh/m²a-ra jaisten da. Argi dago, beraz, zenbat eta FAA azalera handiagoa izan, orduan eta errendimendu hobekak lortzen direla.

Bibliografia

- SEGURADO DE ARRIBA, P. eta GARCÍA MONTES, J.P. (2008): "Evolución del consumo y de la intensidad energética en España, Análisis Global y Sectorial de la evolución del consumo y de la intensidad energética en España. Comparación a nivel europeo", IDAE.
- COYNE, R. eta SNODGRASS, R. (1994): "Metaphors in the design studio", *Journal of Architectural Education*, **48**, 2, 113-125.
- OROSA, J.A. eta OLIVEIRA, A.C. (2009): "Energy saving with passive climate control methods in Spanish office buildings", *Energy and Buildings*, **41**, 823-828.
- JPEDICKE, J. (1975): *Büro und Verwaltungsbauten. Internationale Beispiele. Informationsdaten in Bild und Text*, Karl Krämer Verlag, Stuttgart.
- MANASSEH, L. eta CUNLIFFE, R. (1985): *Office Buildings*, B.T. Bastford Ltd, Londres.
- HASCHER, R., JESKA, S. eta KLAUCK, B. (1985): *Entwurf Bürobau*, Birkhäuser-Verlag Architektur, Basilea/Berlin/Boston.

* Olatz Irulegi, arkitekto doktorea eta EHUko eraikuntzako irakaslea da.

